

# Skovdyrkning i praksis



KØBENHAVNS UNIVERSITET  
INSTITUT FOR GEOVIDENSKAB OG  
NATURFORVALTNING

**Andreas Bergstedt**

**Titel**

Skovdyrkning i praksis

**Forfatter**

Andreas Bergstedt

**Udgiver**

Institut for Geovidenskab og Naturforvaltning

Københavns Universitet

Rolighedsvej 23

1958 Frederiksberg C

Tlf. 353 31500

ign@ign.ku.dk

www.ign.ku.dk

**Ansvarshavende redaktør**

Claus Beier

**ISBN**

978-87-7903-753-3 (tryk)

978-87-7903-754-0 (web)

**Dtp**

Jette Alsing Larsen

**Grafik**

Annabeth Andersen

**Tryk**

PE offset A/S, 6800 Varde

**Oplag**

650

**Køb af bogen**

Skovskolen, sl-nodebo@ign.ku.dk

**Webversion**

www.ign.ku.dk

**Gengivelse er tilladt med tydelig kildeangivelse**

I salgs- eller reklameøjemed er eftertryk og citering af bogen samt anvendelse af instituttets navn kun tilladt efter skriftlig tilladelse.

Udgivelse af bogen er blevet mulig ved økonomisk støtte fra



# FORORD

Denne bog er skrevet for den, der vil drive skovbrug for at leve af det. Den snævre fokusering på erhvervsmæssig skovdrift skyldes hverken modvilje eller manglende respekt for andre hensyn og formål med skovbruget. Men at redegøre for alle aspekter af skovens brug ville både sprænge bogens rammer og overstige mine evner. Af samme årsag er dyrkning af juletræer og pyntegrønt ikke behandlet. Juletræer er i dag en landbrugsafgrøde, der fortjener sin egen lærebog.

Formålet med at skrive bogen har været at understøtte skovbrugsundervisningen på Skovskolen, men selv om det primære sigte er undervisning, er det dog mit håb, at også andre end studerende kan have udbytte af den.

Der er ikke tale om et videnskabeligt arbejde, men indholdet bygger i nogen grad på videnskabelig forskning. Inden for min tid i skovbruget har et stort antal medarbejdere ved Landbohøjskolen, Statens forstlige Forsøgsvæsen, Statsskovbruget, Skovteknisk Institut, Hedeselskabet og Københavns Universitet gennem deres videnskabelige arbejde været stærkt medvirkende til udviklingen af dansk skovbrug. Det er denne tradition, bogen er båret af og forsøger at formidle i forenklet form. Bogens sidste kapitel (om træarterne) er skrevet af prof. J. Bo Larsen, Københavns Universitet. På det teknisk/praktiske område har især mine kolleger Steffen Havelund og Per Claudi Jensen i tidens løb udarbejdet et stort lærebogsmateriale, og man vil kunne genfinde såvel figurer som tekstpassager fra deres hånd en del steder i bogen.

En lang række venner, kolleger og udøvende skovdyrkere i såvel det offentlige som det private skovbrug har bidraget med deres viden, erfaring, billedmateriale og opmuntring. Alle disse personer vil jeg gerne bringe min varmeste tak. Har jeg misforstået noget af den information, de har givet mig, må jeg bede om overbærenhed. Alene jeg bærer ansvaret for de fejl og mangler, der måtte være i bogen.

Jeg har forsøgt at skildre dansk skovbrug, som det foregår lige nu. Derfor indeholder bogen ikke kun almengyldige betragtninger og forskningsresultater, men også beskrivelser af tekniske og praktiske metoder, som bruges i øjeblikket. Jeg har valgt denne form vel vidende, at bogen hurtigt bliver forældet og kun fortjener få års levetid. Det er mit håb, at

kolleger inden for undervisningen vil tage udfordringen op, og at de vil skrive noget nyt og bedre, så snart behovet viser sig.

Uden opbakning fra mine foresatte og tilstrækkelige økonomiske midler havde arbejdet ikke kunnet gennemføres. Også denne støtte er jeg taknemmelig for og vil i særlig grad rette en tak til Ellab Fonden, som gennem en rundhåndet donation har muliggjort udgivelsen af bogen.

Nødebo, november 2016

Andreas E. Bergstedt



# INDHOLDSFORTEGNELSE

<b>1. INDLEDNING – HVAD FÅR VI UD AF SKOVEN?</b>	<b>7</b>
1.1 Skovdrift	7
1.2 Skovens betydning i Danmark	7
1.3 Skovbrug i Danmark – historisk set	12
1.4 Areal, træartsfordeling og produktion	16
1.5 Ejendomsforhold, administration m.m.	17
1.6 Træproduktionens særpræg	19
Litteratur til kapitel 1	22
<b>2. TRÆ OG TRÆPRODUKTER</b>	<b>23</b>
2.1 Veddets opbygning	23
2.2 Veddets egenskaber	26
2.3 Træets anvendelser	33
Litteratur til kapitel 2	38
<b>3. SKOVENS VÆKST</b>	<b>39</b>
3.1 Træernes vækstforhold	39
3.2 Træets udvikling og stabilitet	61
3.3 Bevoksningens vedmasse og tilvækst	66
3.4 Bonitet og produktion	77
3.5 Bevoksningens værditilvækst	91
Litteratur til kapitel 3	99
<b>4. FÆLDNING, TRANSPORT OG LAGRING AF TRÆ</b>	<b>101</b>
4.1 Skovning	102
4.2 Terræntransport	119
4.3 Forebyggelse af skader ved skovning og transport	129
4.4 Præstationer og omkostninger ved hugst og transport	142
4.5 Lagring af råtræ	146
Litteratur til kapitel 4	154
<b>5. OPMÅLING, KLASSIFICERING OG SALG AF TRÆ</b>	<b>157</b>
5.1 Handelsopmåling af træ	157
5.2 Sortering og klassificering af råtræ	181
5.3 Afsætning af træ fra skoven	189
5.4 Optimering af hugst og afsætning	193
Litteratur til kapitel 5	198
Bilag	199
<b>6. SKOVENS FORYNGELSE</b>	<b>211</b>
6.1 Foryngelsesmuligheder	211

6.2 Arealforberedelse	217
6.3 Naturlig foryngelse (selvforyngelse)	239
6.4 Frøforsyning	257
6.5 Såning	261
6.6 Planter og plantning	265
6.7 Ammetræer, forkultur og kappeplantning	277
6.8 Kulturpleje	282
6.9 Foryngelsens økonomi	295
Litteratur til kapitel 6	297
<b>7. SKOVENS PASNING (DYRKNINGSMULIGHEDER)</b>	<b>299</b>
7.1 Udrensning	299
7.2 Tynding	304
7.3 Udvisning	322
7.4 Hovedtræer: Fjernelse af grene og vanris	327
7.5 Grøfter	337
7.6 Skovbryn	345
7.7 Hensyn til skovens biodiversitet	351
7.8 Hensyn til jagtinteresser	356
7.9 Gødskning	362
7.10 Skadevoldere i skoven	372
Litteratur til kapitel 7	379
<b>8. SKOVDRIFTENS PLANLÆGNING</b>	<b>381</b>
8.1 Skovejernes motiver og mål	381
8.2 Træartsvalget	382
8.3 Valg af omdriftsalder	393
8.4 Skovopbygning	396
8.5 Arealoversigter	400
8.6 Planlægning og budgettering af årets drift	408
8.7 Planlægning på længere sigt	411
Litteratur til kapitel 8	413
<b>9. DE VIGTIGSTE TRÆARTER (af Bo Larsen)</b>	<b>415</b>
Litteratur til kapitel 9	460
<b>STIKORDSREGISTER</b>	<b>461</b>

# 1. INDLEDNING

## HVAD FÅR VI UD AF SKOVEN?

### 1.1 Skovdrift

Selve ordet skovdrift indebærer, at vi aktivt påvirker skoven i en bestemt retning. Vi lader ikke stå til og lader ikke skoven passe sig selv, men foretager målrettede indgreb, så skoven kommer til at opfylde vores behov. Der kan være flere forskellige formål med at dyrke skoven: lige fra forbedring af levesteder for vilde dyr og planter, over skabelse af rammerne for friluftsliv og rekreation, til produktion af træ, som er det vigtigste tema i denne bog. Hensigten med bogen er at give læseren forståelse for, hvilke midler og metoder vi kan benytte os af, hvis vi ønsker, at skoven skal udvikle sig i en bestemt retning.

Et grundlæggende vilkår for skovdriften er, at de midler, vi tager i anvendelse, er underlagt økologiske, økonomiske og tidsmæssige begrænsninger. Det vil sige, at vores muligheder for at påvirke skoven er begrænset af naturgivne forhold: hvilke træer kan vokse på den jordbund og under de klimatiske forhold, som hersker på lokaliteten. Endvidere er midlerne begrænset af, hvad ejeren har råd til, og indsatsen må hele tiden afvejes mod, hvilket udbytte vi kan få af skoven. Træer er længelevende organismer, som er flere årtier – nogle gange århundreder – om at udvikle sig fra frø til fuldvoksen størrelse. Fordi træer er naturligt forekommende i Danmark, og fordi de kan opnå en høj alder, er skoven et ret stabilt system, hvor struktur og artssammensætning ofte kan opretholdes i lange tidsrum uden menneskelige indgreb af nogen art. Omvendt er det ikke muligt med kort varsel at ændre skovtilstanden, end ikke ved drastiske indgreb. Man kan fælde skoven, men det tager tid at skabe noget nyt, og der må regnes med en tidshorisont på mindst en trægeneration. Det meget lange tidsperspektiv er et vilkår, som adskiller skovdrift fra næsten alle andre erhverv.

Derudover har samfundet gennem lovgivningen lagt overordnede rammer for, hvordan skoven må eller skal drives. Lovgivningens regler kan være komplicerede og virker undertiden stærkt styrende på skovdriften.

### 1.2 Skovens betydning i Danmark

For de fleste skove i Danmark er målet for driften, at skoven skal være til nytte for mennesker. Ordet nytte må her fortolkes meget bredt og kan

bl.a. omfatte produktion af træ, rekreation og friluftaktiviteter, beskyttelse af grundvandet, produktion af juletræer og pyntegrønt, jagt, lævirkning samt kapitalpleje af de midler, der er investeret i skoven.

Over for dette nytteprincip står princippet om naturbevarelse, som i sin yderste konsekvens betyder, at man lader naturen råde og undlader enhver form for skovdrift. Strengt fortolket indebærer naturbevarelsen, at mennesker ikke skal have adgang til skoven. En så radikal tolkning af naturbevarelse er imidlertid uholdbar i et tætbeholdt og kulturpåvirket land som Danmark, hvor oprindelig natur ikke længere findes. Alle skove vil i større eller mindre grad være påvirket af mennesker, og ofte er der ønske om at fremme bestemte naturtyper, som anses for særligt værdifulde. Man bevæger sig derfor i grænsefeltet mellem natur og menneskelig nytte, hvor skovdriften får form af naturpleje.

Skovbrug er en meget arealkrævende aktivitet, og samfundet ville næppe tillade, at en stor procentdel af landets areal udnyttes med et énsidigt formål for øje. Skovejeren er derfor tvunget til at tage hensyn til alle de elementer, der indgår i begrebet bæredygtighed; altså at varetage såvel biologiske, økonomiske som sociale interesser. Udtrykt med penge som målestok skal der altså tages både naturmæssige, samfunds- og privatøkonomiske hensyn. De hensyn, der skal tages, spænder vidt:

### **Rekreation og friluftaktiviteter**

Skoven er danskernes friluftaktivitet nummer 1, idet næsten 90 % af alle voksne danskere kommer i skoven mindst én gang om året. De fleste kommer der for at gå tur, opleve naturen og nyde freden/stilheden, men stadig flere udnytter også skoven som ramme for motion i form af løb, mountain-biking eller lignende. Med 70 millioner årlige skovbesøg vejer hensynet til publikum derfor tungt i skovdriften de fleste steder i landet.

Blandt friluftaktiviteterne er det indtil videre kun jagt, som har en væsentlig privatøkonomisk betydning. Mere end 175 000 danskere har jagttegn, og mange af dem betaler for adgangen til at gå på jagt i skoven. Næst efter træproduktion er jagten den aktivitet, som har størst betydning for de private skoves økonomi. Men samtidigt er jagtudøvelse en aktivitet, som let kommer i konflikt med de andre rekreative udnyttelser af skoven. Heldigvis begrænser jagten sig de fleste steder til at foregå nogle få dage om året, og med omhyggelig planlægning kan den ofte drives på en måde, så den ikke griber forstyrrende ind i de øvrige skovgæsters besøg.

### **Bevarelse af biologisk mangfoldighed**

Danmark er et af de mest intensivt opdyrkede lande i verden. På den



dyrkede landbrugsjord prioriteres af indlysende grunde kun én art: afgrøden, og der er ikke plads til biodiversitet i større omfang. På denne baggrund spiller skovene en meget vigtig rolle som refugium for vildtlevende planter og dyr. Antallet af forskellige arter er meget større i skovene end på landbrugsjorden og i byerne, og samtidigt huser skovene nogle af de sjældneste arter. At det sidstnævnte er tilfældet, er ikke mærkeligt: Landets skovareal var nedbragt til et minimum i begyndelsen af 1800-tallet, og de arter, der er knyttet til vedvarende skovdække, har haft vanskelige kår. Nogle af de større skovlevende dyr er helt forsvundet, men ulv og vildsvin er dog nu ved at genindvandre. Blandt de svampe og insekter, som er afhængige af store døde løvtræer, er adskillige arter blevet meget sjældne. Selv om skovarealet er vokset stærk som resultat af de seneste 200 års tilplantninger, har disse arter endnu ikke kunnet drage fuld nytte af de nye skove, som har været dyrket intensivt, og hvor der ikke har været mange døde træer at finde. En del planter og dyr, som hører hjemme i naturskoven, forekommer derfor stadig yderst fåtalligt.

## Grundvand

Set i internationalt perspektiv udmærker Danmark sig ved at basere næsten hele sin drikkevandsforsyning på grundvand. Det har indtil nu sikret os en højere kvalitet af drikkevand, end de fleste andre lande kan præstere, men drikkevandskvaliteten er af flere grunde under pres:

- En del bynære borer er forurenet af nedsivning fra gamle industrier og virksomheder. Denne form for forurening er i dag bragt under kontrol, og der gøres en stor indsats for at oprense ”giftgrunde”.
- Den intensive udnyttelse af landbrugsjorden har på de lette jorde ført til nedsivning af overskydende kvælstofgødning og derved til forøget nitratindhold i drikkevandet.
- Kemisk bekæmpelse af ukrudt i landbruget har ført til, at man i dag kan genfinde nedbrydningsprodukter fra ukrudtsmidler i en del vandboringer. De fleste steder er niveauet under de vedtagne grænseværdier, men fundene maner til forsigtighed.

Problemerne med nedsivning af kvælstof og bekæmpelsesmidler er langt mindre i skov end på landbrugsjord. Dels gødskes skov kun i sjældne tilfælde, dels bruges bekæmpelsesmidler kun sporadisk og med lange mellemrum i skovbevoksninger. Forbedring af drikkevandskvaliteten har været en vigtig årsag til, at ret store arealer tidligere landbrugsjord er blevet tilplantet med skov i løbet af de seneste årtier. Tilplantningen er især foregået i nærheden af de større byer, hvor behovet for såvel drikkevand som rekreation er størst, og tilplantningen er betalt dels af det offentlige, dels af vandforsyningsselskaber. Ganske vist dannes der mindre grund-

vand under skov end under landbrugsjord, fordi træernes kroner fanger en del af nedbøren og har stor fordampning. Det opvejes imidlertid af, at grundvandet generelt er renere under skove end under landbrugsjord, så snart den nye skov har nået en alder på 5-10 år.

### **Forøgelse af ejendommens værdi**

For de fleste mennesker er det attraktivt at bo i nærheden af skov, og det ses da også, at kommuner foretager eller støtter skovtilplantning i nærheden af bymæssig bebyggelse, dels for at gavne kommunens nuværende beboere, dels for at tiltrække nye skattebetalende indbyggere. Undersøgelser har vist, at ejendomsvurderingen er højere i nærheden af skov, og det gælder navnlig i bymæssig bebyggelse. Borgere i landzone lægger mindre vægt på, om de bor nær en skov eller ej. Det ses dog ret hyppigt, at landbrugsejendomme bliver opkøbt og gjort til genstand for "ejendomsudvikling" i form af delvis skovtilplantning med det klare formål at øge ejendommens værdi i rekreativ og/eller jagtmæssig henseende. Investeringen kan enten være for at skaffe bedre rammer for ejerens fremtidige liv, eller den kan ske med videresalg for øje.

### **Lævirkning**

I dag tillægges læ for landbrugsafgrøder og boliger ikke nogen stor samfundsmæssig værdi, men man skal ikke glemme, at en væsentlig del af landets skove oprindeligt er plantet for at bekæmpe en ødelæggende sandflugt, både fra kystklitterne og fra de sandede jorde i indlandet. I dag er der tendens til på ny at give naturkræfterne lidt friere tøjler: at rydde skov og tillade sandflugt på afgrænsede, små områder. Det sker for rekreationens og naturoplevelsens skyld, og generelt ses jord- og sandflugt stadigt som et onde. Opretholdelse af skovdækket på en stor del af de tidligere sandflugtsarealer må endnu i dag ses som en samfundsmæssig forpligtelse.

De fleste mennesker vil hellere bo i læ end i blæst. Her er beplantninger i haver og hegn i dag den vigtigste faktor, men også skovene har betydning. Landskabsudviklingen fra første verdenskrig og fremefter har været præget af, at landbruget er blevet intensiveret på de velegnede arealer, mens udnyttelsen af de marginale områder til brændehugst og græsning har været aftagende. Det har betydet, at landskabet i nogen grad er groet til med buske og enkeltstående træer, og skovenes betydning som lægiver er blevet mindre.

### **Kulstofbinding**

I den igangværende debat om klimaforandring tillægges atmosfærens indhold af kuldioxid (CO<sub>2</sub>) stor betydning. Da omkring halvdelen af træernes ved består af kulstof, har den stående vedmasse i verdens skove

temmelig stor indflydelse på den globale kulstofbalance. Endnu vigtigere er dog den mængde kulstof, som er bundet i jorden. Omfattende europæiske undersøgelser peger på, at skovjorden i gennemsnit indeholder mere end dobbelt så meget kulstof, som der er bundet i stammer og grene. I den urørte skov vil der på langt sigt være ligevægt mellem træernes optag af kuldioxid og den frigivelse, der sker ved nedbrydning af døde træer og andet organisk materiale. Men ved indgreb i naturskoven eller i den menneskeskabte skov kan der være meget store udsving i balancen. Det er forholdsvis enkelt at opgøre, hvor meget kulstof der er oplagret i de stående træer og i de træprodukter, som er i brug. Langt vanskeligere er det at konstatere, hvor meget kulstof der er bundet og oplagret under jordoverfladen i form af rødder, omsat organisk materiale og jordens indhold af organisk stof (humus). Et væsentligt spørgsmål er, om der sker en frigørelse af CO<sub>2</sub> fra jordbunden, når man foretager hugst i skoven. Hittidige undersøgelser peger i retning af, at der sker et tab af kulstof fra jorden i forbindelse med hugst, men at tabet kan opvejes af den kulstofbinding, som sker i jordbunden, mens næste trægeneration vokser op.

Opgørelser fra Danmarks Skovstatistik tyder på, at den stående vedmasse i landets skove har været svagt stigende gennem de senere år. Samtidigt må det antages, at plantagerne i landets vestlige egne endnu ikke har nået biologisk ligevægt, og at der sker en fortsat binding af kulstof i og på jordbunden. Et forsigtigt skøn er derfor, at Danmarks skove på kort sigt bidrager til at optage og oplagre kulstof fra atmosfæren.

### **Produktion af træ**

Udgangspunktet for denne bog er den aktuelle situation i Danmark (2016), nemlig at produktion og salg af træ er den del af driften, som indtil videre bidrager mest til skovenes samlede økonomi. Størstedelen af skovarealet drives derfor med det hovedformål at producere træ. Det gælder både råvarer til træindustrien og træ til energiformål. Hvis man vil drive erhvervsmæssigt skovbrug med træproduktion som bærende element, er det en ufravigelig betingelse, at man kan producere træ af en art og kvalitet, som kan sælges. Træ til forskellige anvendelser betales med vidt forskellige priser. Derfor er det nødvendigt at kunne bedømme den opnåelige kvalitet og pris under de givne dyrkningsbetingelser og at afveje kvaliteten og prisen på det producerede træ mod den tid og de omkostninger, som er forbundet med dyrkningen.

Træproduktion er en meget langvarig proces med en tidshorisont, som kan strække sig fra årtier til århundreder, afhængigt af træart og ønsket produkt. I løbet af så lange tidsrum må det forventes, at både markedet, de samfundsgivne rammer og de klimatiske betingelser forandres, men skovejeren har ingen mulighed for at forudse, i hvilken retning betingel-

serne vil ændre sig. På den baggrund vil det være risikabelt kun at koncentrere sig om ét formål, ét produkt eller én træart. De fleste skovejere er bevidste om denne risiko og driver et varieret skovbrug, som rummer flere forskellige træarter og tager hensyn til flere forskellige af de interesser, som er nævnt ovenfor. Blandt disse interesser er det dog stadig træproduktionen, som er økonomisk vigtigst. Derfor er træproduktion det vigtigste emne i denne bog.

### 1.3 Skovbrug i Danmark – historisk set

Danmarks skove er i dag stærkt præget af, at der har været drevet rovdrift på de oprindelige skove, og at vi endnu befinder os i en genopbygningsfase. Årtusinders overudnyttelse af såvel skove som landbrugsjord havde i midten af 1700-tallet ført til en ”økologisk katastrofe”. Manglen på træ var så udpræget, at landets forsyning med såvel bygningsmaterialer som energi var kritisk. Samtidigt havde overudnyttelse af de lette og sandede landbrugsjorde ført til omfattende sandflugt, som truede landbrugets eksistensgrundlag, særligt i Midt- og Vestjylland samt Nordsjælland.

Den alvorlige situation førte til, at statsmagten igangsatte store træplantningsprojekter med henblik på såvel sandflugtsdæmpning som forøgelse af produktionen i de eksisterende skove. Bestræbelserne på at øge træproduktionen tog udgangspunkt i de kongelige skove, men i kølvandet på 1700-tallets landbrugsreformer gennemførtes med skovloven i 1805 en adskillelse mellem land- og skovbrug. De nye ”fredskove” skulle holdes fri for husdyr, hvilket muliggjorde, at genopbygningen af skovene kunne udstrækkes til private arealer – i første omgang de store godser. Opdelingen mellem land- og skovbrug førte imidlertid til en reduktion af skovarealet, som nåede et lavpunkt omkring 1820, hvor kun 3-4 % af landets areal var skovbevokset.

Både sandflugtsdæmpningen og genopbygningen af de gamle skove blev i høj grad drevet af tyske skovbrugsekspertter, som blev indbudt til landet med dette formål for øje. Driften af Danmarks skove blev herigennem stærkt påvirket af tysk skovbrugstradition. Denne tendens forstærkedes ved, at landets første skovbrugsskole i 1786 blev etableret i Kiel, som dengang var en del af det danske kongerige. Indflydelsen fra den tyske/mellemeuropæiske skovbrugstradition er endnu i dag meget tydelig, selv om vi senere har modtaget andre impulser, især fra det skandinaviske nåletræskovbrug.

Ved midten af 1800-tallet havde ”sandflugtsplantagerne” medført en forøgelse af skovarealet, og på samme tidspunkt var en del af de tidligere



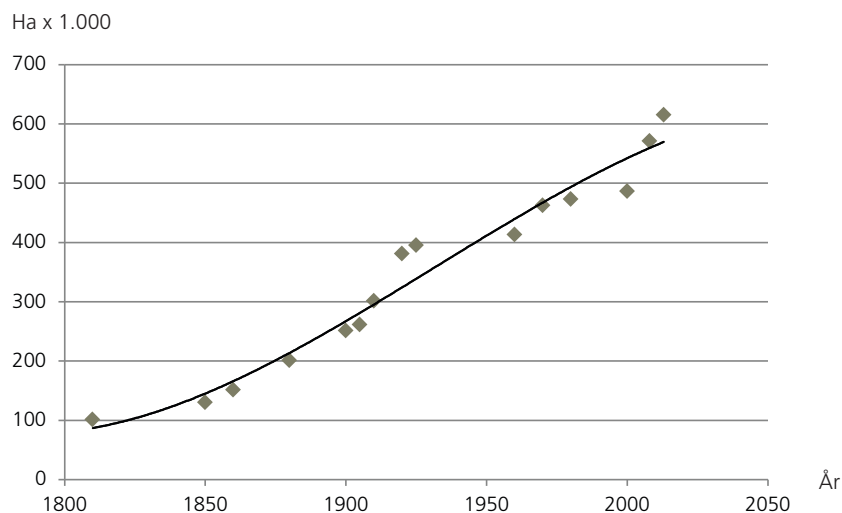
lyngheder blevet opdyrket og omlagt til landbrug. På de sandede, udpinte hedejorde viste det sig dog svært at opnå lønsomhed i landbruget, og der opstod en bevægelse i retning af at tilplante de resterende hedearealer med skov. Denne udvikling tog for alvor fart med grundlæggelsen af Det Danske Hedeselskab i 1866.

Det Danske Hedeselskab er en forening, hvis mål fra begyndelsen var frugtbargørelse af hederne. Det skete i første omgang ved engvanding, jordforbedring (dyb pløjning, mergling) og læplantning. Meget hurtigt tog man dog fat på egentlig skovplantning og blev på den måde den drivende kraft bag skabelsen af store plantageanlæg i Jylland. Op gennem 1900-tallet er selskabet mest kendt for sine landvindingsprojekter, som gennemførtes ved afvanding samt udretning og uddybning af vandløb. Sideløbende udførtes almindelig dræning af store landbrugsarealer. I dag er selskabet en stor aktør inden for skovdrift, naturpleje samt anlæg, drift og pleje af grønne områder både i og uden for byerne. I nyere tid er planlægnings- og rådgivningsaktiviteterne udskilt i selskabet Orbicon, mens driften af skove og grønne områder ligger i selskabet HedeDanmark.

I de første årtier af Hedeselskabets historie må dets rolle i høj grad ses som kapitalformidler af investeringer fra den østdanske industri til de jyske plantager. Tilførslen af kapital muliggjorde omfattende og intensive plantageanlæg, og i løbet af perioden frem til første verdenskrig tilplantedes meget store arealer. Op gennem 1900-tallet er skovarealet øget i langsommere takt, men status i dag er, at det skovbevoksede areal er mere end fire gange så stort som ved lavpunktet omkring 1820.

De nye plantager fik imidlertid et helt andet præg end de oprindelige skove. De tyske forstfolk afprøvede en lang række træarter, men især på de sandflugsprægede arealer havde de størst held med nåletræarter, i første række bjergfyr og rødgran. Også skovfyr plantedes i stort omfang, men trivedes dårligt, vistnok mest fordi skovfyr fra de fleste tyske frøkilder ikke passer til det danske klima. Foruden deres gode overlevelse var brugen af nåletræer dikteret af, at der efter tabet af Norge i 1814 var en påtrængende mangel på bygningstræ, og det er nåletræerne bedst egnede til. Eksistensen af gamle jyske egekrat beviste, at eg kan overleve og vokse på hedejordene, men krattenes langsomme vækst og krogede form inspirerede ikke til at bruge eg i plantageanlæggene.

Mens de tidlige plantageanlæg og ”skovforbedringer” udelukkende er etableret med danske og mellemeuropæiske træarter (bjergfyr, rødgran, ædelgran, skovfyr, lærk, bøg, eg, ahorn m.fl.), fik man fra 1800-tallets slutning adgang til større mængder frø af nordvestamerikanske nåletræarter (sitkagran, douglasgran, kæmpegran m.fl.). Disse træarter kan være noget sarte i etableringsfasen, men hvis de overlever, vokser de hurtigere



Figur 1-1. Omtrentlig udvikling af Danmarks skovareal fra år 1800 til i dag.

Tallene er behæftet med usikkerhed: Før 1881 eksisterer ikke en landsdækkende statistik. Genforeningen med Sønderjylland i 1920 medfører en pludselig forøgelse. Fra 2008 ændres grundlaget fra at være en spørgeskemaundersøgelse til en stikprøvemåling af skovdækket, hvilket medfører spring i arealstørrelsen.

end europæiske nåletræer. Det er en vigtig årsag til, at nordvestamerikanske træarter gennem de seneste hundrede år har overtaget en stadig større del af skovarealet.

Etableringen af de mange plantager var et stort og mandskabskrævende arbejde, og løsningen af opgaven har medført en øget økonomisk aktivitet i de tyndt befolkede hedeegne. Ud over kapitaltilførslen ved anlægget har pasningen af plantagerne og udnyttelsen af det producerede træ givet beskæftigelse og indtægt til en del mennesker. Endvidere har



Figur 1-2. Resterne af de oprindelige skove drives i dag med vedproduktion for øje, men er stadig præget af løvtræ og en rig skovbundsflora. Rude Skov i Nordsjælland.

(Foto: Per Hilbert)

Figur 1-3. De jyske egekrat var engang vigtige for brændeforsyning m.m., men i dag er de fleste taget ud af drift.

(Foto: Per Hilbert)



lævirkningen fra plantagerne været til gunst for landbrugsdriften. Set fra en biologisk synsvinkel anses plantagerne ofte for at være fattige på arter og naturværdier. Man skal imidlertid huske på, at plantagerne, set i et biologisk perspektiv, er ganske nyetablerede og endnu slet ikke nået til slutstadiet i deres udvikling. Eksempelvis har det indtil for få årtier siden i Danmark været anset som ret håbløst at forynge nåletræplantagerne ved selvsåning. Erfaringer fra de senere år har dog vist, at der efter en mere end 100-årig startfase nu er etableret en sådan kombination af læ, luftfugtighed, bedre jordbundstilstand og rigeligere frøsætning, at selv-

Figur 1-4. Størstedelen af træproduktionen finder i dag sted i nåletræplantager, som er ensartede og består af få arter.

(Foto: Per Hilbert)



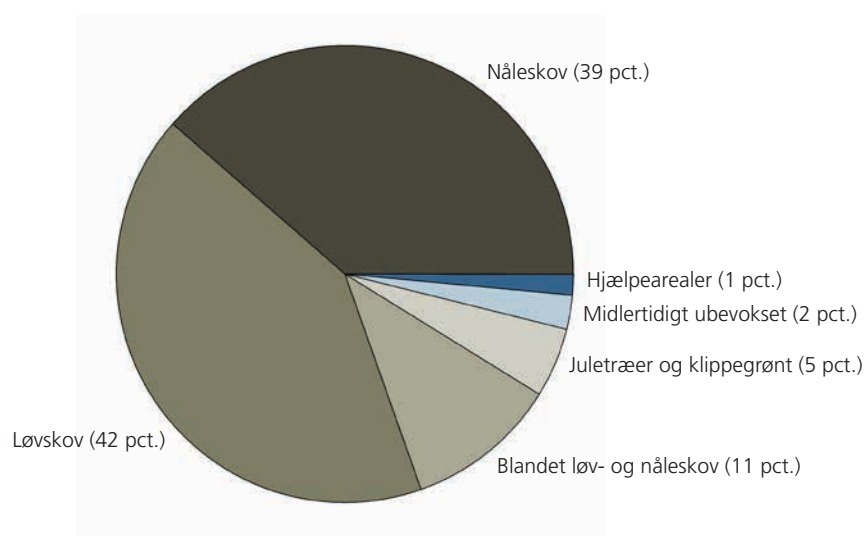
såning af nåletræ er fuldt ud mulig på mange lokaliteter. Især i statens plantager prøver man i disse år gennem indplantning af supplerende træarter – ikke mindst løvtræ – at understøtte udviklingen af plantagerne i retning af en mere artsrig og biologisk set mere stabil skov.

## 1.4 Areal, træartsfordeling og produktion

På baggrund af målinger, udført af Danmarks Skovstatistik, er landets skovareal i 2014 opgjort til lidt mere end 600 000 hektar, svarende til godt 14 % af landets areal. Heri er medregnet cirka 30 000 hektar med juletræer (nordmannsgran), selv om en stor del af disse bevoksninger er anlagt på landbrugsjord.

Løv- og nåleskov tegner sig for omtrent lige store arealandele, men fordelingen er ujævn: Størstedelen af løvskoven findes i Østjylland og på Øerne, mens nåleskoven dominerer i Midt-, Vest- og Nordjylland.

I nåleskovene er rødgran den dominerende træart (Figur 1-6), men sitkagran har vundet frem gennem de seneste årtier på bekostning af rødgranen. Det må tilskrives såvel højere tilvækst som træartens robusthed over for vildtskader og den forventede klimatiske udvikling. At sitkagran-bevoksninger kan etableres uden hegn, udgør et stærkt økonomisk incitament til at vælge denne træart. Arealet med fyr er betydeligt: Det drejer sig om skovfyr, fortrinsvis plantet på tørre og lette jorde, contortafyr i det vestligste Jylland samt rester af bjergfyrbevoksninger fra den oprindelige sandflugtsdæmpning.



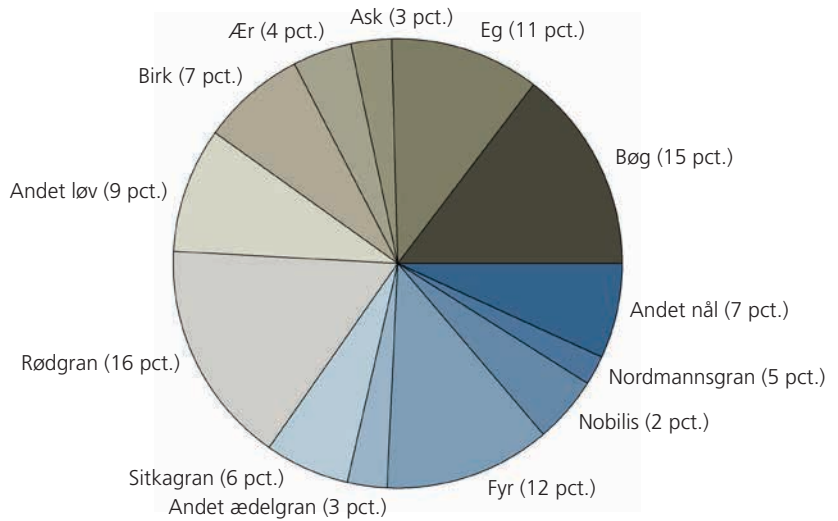
Figur 1-5. Fordelingen af skovarealet til arealanvendelsesklasser.

(Kilde: Skove og Plantager 2014)



Figur 1-6. Fordelingen af det træbevoksede areal til træarter.

(Kilde: Skove og Plantager 2014)

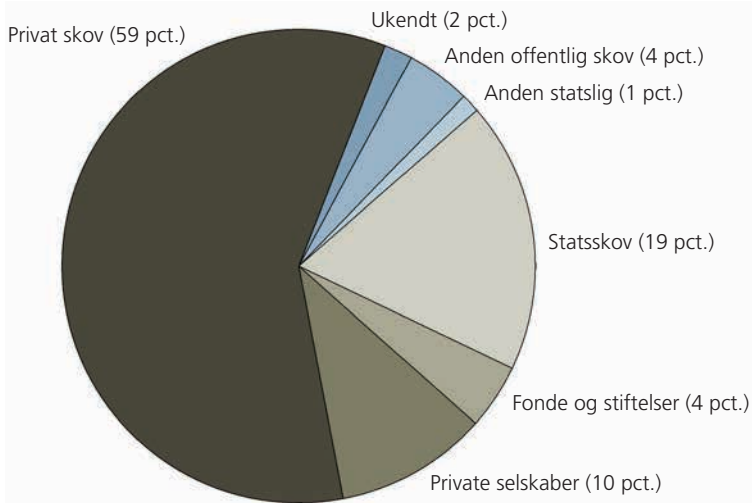


Blandt løvtræarterne er bøg vigtigst med eg (hovedsageligt stilkeg) på andenpladsen. Gennem de seneste 50 år er der imidlertid anlagt mere egeskov end bøg, så balancen mellem disse to træarter kan forventes at skifte i det lange løb. En temmelig stor andel af løvskovene består af ”andet løvtræ”. Betegnelsen dækker en række sjældnere plantede arter (rødeg, kirsebær, spidsløn m.fl.), men også rødøl og pil på fugtig bund. Sidstnævnte arealer kan rumme store naturværdier, men produktionsværdien er beskeden. Det samme gælder i nogen grad arealet med birk.

Ud fra skovstatistikens stikprøvemålinger anslås det, at tilvæksten på det samlede skovareal er mellem 6 og 7 millioner  $m^3/år$ , men hele tilvæksten udnyttes ikke i øjeblikket. Der foregår en netto-opbygning af vedmasse i skovene, og en del træer bliver ikke udnyttet, fordi de går ud og/eller efterlades til nedbrydning på skovbunden. Hugst til salg udgør ca. 3,3 millioner  $m^3/år$ . Til sammenligning giver indberetninger fra skovejere det resultat, at hugsten er ca. 3,1 millioner  $m^3/år$ . Der hersker nogen usikkerhed om tallene, som også varierer meget fra år til år pga. stormfald og konjunkturændringer. Det kan imidlertid med sikkerhed konstateres, at der foregår en betydelig nettoimport af træ og træprodukter til landet. Hugsten i skovene dækker højst 1/3 af Danmarks træforbrug, hvis alle træprodukter (bygnings- og møbeltræ, emballage, papir, flis/energitræ m.m.) medregnes i forbruget.

## 1.5 Ejendomsforhold, administration m.m.

Den største andel af skovarealet er ejet enten af privatpersoner (59 %)



Figur 1-7. Fordelingen af skovarealet til forskellige ejertyper.

(Kilde: Skove og Plantager 2014)

eller private virksomheder (10 %). Knapt 1/4 af skovene er ejet af det offentlige, hvor Naturstyrelsen dominerer med 19 % af det samlede skovareal (Figur 1-7).

Antallet af private skovejendomme er meget stort. Til gengæld er den gennemsnitlige ejendomsstørrelse ret lille, idet der er flest ejendomme i størrelsesklassen 10-20 hektar (Tabel 1-1).

Omkring halvdelen af alle skove administreres af ejeren selv eller af ejers familie, og af det samlede antal ejendomme er det kun 8 %, der har egen professionel administration, mens omkring 30 % benytter sig af hjælp fra HedeDanmark eller Skovdyrkerne.

	Antal skove	Skovareal, ha
I alt	28.079	607.282
< 2,0 ha	1.778	2.149
2,0-4,9 ha	6.922	22.184
5,0-9,9 ha	7.232	48.323
10,0-19,9 ha	9.499	133.643
20,0-49,9 ha	1.481	45.205
50,0-99,9 ha	549	36.822
100,0-249,9 ha	350	54.423
250,0-499,9 ha	143	48.473
500,0-999,9 ha	78	54.956
>1000,0 ha	47	161.104

Tabel 1-1. Antallet af skovejendomme og skovarealet fordelt efter arealstørrelse.

(Kilde: Skove og Plantager 2013)

Den første »Småskovsforening« så dagens lys i 1904 med det formål at yde rådgivning til driften af de små skove i Vejle-området. Gradvist kom flere foreninger til, så hele landet i 1987 var dækket af foreningsnetværket, som på det tidspunkt havde ca. 7000 medlemmer med ca. 60 000 hektar skov. Allerede i 1940 etableredes et formaliseret samarbejde mellem foreningerne, og dette samarbejde har udviklet sig, sådan at de enkelte foreninger i dag er andelsselskaber under en fælles koncernledelse. Da foreningerne også optager større skovejendomme som medlemmer, har man forladt navnet Småskovsforeninger til fordel for Skovdyrkerne. Foreningerne har i dag lidt over 5000 medlemmer med tilsammen op mod 120 000 hektar skov. Aktiviteterne omfatter primært rådgivning og organisering af skovdrift (herunder skovrejsning) og juletrædyrkning. Koncernen omfatter desuden en rådgivningsvirksomhed med internationalt sigte samt et handelsfirma for juletræer og pyntegrønt.

I 40 % af alle skovene forestås det praktiske arbejde af ejeren eller ejers familie, mens det naturligt nok mest er de store skovejendomme, som benytter eget ansat personale til at passe skoven.

Mere end halvdelen af de private skovejere anfører, at træproduktionen har positiv betydning for ejendommens økonomi, og for de større ejendomme (> 100 hektar) deles den positive vurdering af 3/4 af skovejernerne. Det placerer træproduktionen som den vigtigste økonomiske drivkraft for skovene, efterfulgt af jagt og juletræsproduktion.

## 1.6 Træproduktionens særpræg

Sammenlignet med industriproduktion har produktion af træ nogle særkendetegn, som sætter grænser for, hvordan vi kan drive skoven:

Vigtigst blandt de særlige forhold er, at træerne udgør både produktionsapparatet og produktet. En høj produktion på et skovareal er betinget af, at det er helt dækket af træer som kan opfange solens lys, og hver gang vi fælder nogle træer for at sælge dem, nedsættes produktionen, indtil de tilbageværende træer har ”lukket hullerne” efter de fældede træer. Dette forhold gælder principielt ved al planteproduktion, men i landbruget – som dyrker én- eller toårige planter – er reglen den, at vi høster planterne, når de har nået enden af deres naturlige livscyklus og produktionen er ophørt, hvorefter vi starter på en frisk ved at så en ny afgrøde. Undtagen ved høslæt og visse former for gartneriproduktion fjerner vi altså ikke et igangværende produktionsapparat. I skovbruget derimod, vil ethvert udtag af træ resultere i en reduktion af produktionsapparatet, i hvert fald for en tid. Derfor må der hele tiden ske en afvejning af høstmængde, -kvalitet og fortsat produktion. Et skovareal er kun i stand til at producere maksimalt, så længe kronedækket over arealet er intakt, og

vi må altid overveje om en udtynding i antallet af træer vil resultere i en betydende nedgang i produktionen; det gælder kvantitet såvel som kvalitet. Det er særligt vigtigt i ældre bevoksninger, som har ringere evne til at ”komme sig” efter hugstindgreb end unge bevoksninger. Omvendt vil det som regel ikke være hensigtsmæssigt at lade skoven stå urørt fra plantning til høst for at opretholde en høj produktion. Produktionen vil i så fald blive fordelt på et meget stort antal træer, både gode og dårlige. Ved gradvist at fjerne de uønskede og mindst værdifulde træer kan vi opnå, at produktionen koncentrerer sig på de kvalitetsmæssigt bedste individer. Samtidigt vil den forøgede plads mellem træerne betyde, at de tilbageværende træer hurtigere får en tyk stamme og dermed får høj salgsværdi.

Svarende til, at træerne er både ”produkt og maskine”, taler man i skovbruget om en primær og en sekundær produktion. Den primære produktion er den opbygning af organisk stof, som finder sted i kraft af træernes fotosyntese: Bladene/nålene optager kuldioxid fra luften, mens rødderne optager vand og næringsstoffer fra jorden, og ved hjælp af energi fra sollyset dannes der af disse forbindelser organisk materiale i form af ved, bark, blade, blomster og frugter. Uden indgreb udefra vil den stadige dannelse af organisk materiale føre til en ophobning af stående vedmasse, indtil skoven bliver så tæt, at de svageste individer bukker under på grund af lysmangel, dør og går i forrådnelse. Efterhånden indtræder en ligevægt mellem opbygning og nedbrydning af organisk stof, hvor aktiviteten af nedbrydende organismer (hovedsageligt svampe) modsvarer træernes fotosyntese. Denne tilstand er karakteristisk for skove, som har henligget urørte i flere hundrede år. Sådanne skove findes imidlertid kun ganske få steder i verden.

Den sekundære produktion udgør mængden af træ, som fældes og transporteres ud af skoven med henblik på at være til nytte for mennesker. Mens den primære produktion er et biologisk fænomen, er den sekundære produktion en teknisk/økonomisk aktivitet. Ved meget intensiv plantagedrift kan man opnå, at størstedelen af den primære produktion omsættes til sekundær produktion, og tilsvarende små mængder nedbrydes på stedet. I Danmark er udnyttelsen af skovene foregået med vekslende intensitet, afhængigt af behovet for såvel gavntre som brændsel. Fra en ganske intensiv udnyttelse i 1800-tallet ændrede forholdene sig i løbet af det tyvende århundrede til, at meget træ blev efterladt på skovbunden, fordi der ikke var afsætning for brænde. Med voksende efterspørgsel efter bio-energi er vi i dag tilbage i en situation, hvor træproduktionen udnyttes ret intensivt. Det er dog almindeligt at efterlade en del træ på skovbunden, når det foretages hugst i skoven. Begrundelsen kan være, at det ikke er økonomisk fornuftigt at udnytte disse trædele, eller at efter-

ladte grene skal beskytte jordbunden mod køreskader fra maskinerne. En anden vigtig årsag er, at nedbrydning af dødt træ understøtter et svampe-, plante- og dyreliv, som vi anser for at være biologisk værdifuldt.

Et yderligere særkende for skovdrift er, at produktionen af træ er overordentligt tidkrævende. Produktionstiden i dansk skovbrug, fra plantning/såning til de sidste træer i bevoksningen er hugstmodne, ligger oftest imellem 20 og 200 år, med 40-70 år som det almindeligste interval for nåletræerne og 80-140 år for løvtræerne. Inden for disse lange tidsrum er omkostninger og indtægter meget ujævnt fordelt: I det klassiske planta-geskovbrug (det ”aldersklassevise skovbrug”) er bevoksningsetableringen er som regel forbundet med betydelige omkostninger til planter, plantning, hegning og ukrudtsbekæmpelse. Tidligst efter 15-20 års forløb kan der gennemføres tyndingshugster, som giver en (beskeden) indtægt, og det varer typisk adskillige årtier, inden de samlede indtægter fra hugsterne kan opveje etableringsomkostningerne.

Langt størstedelen af indtægterne fremkommer, når bevoksningen afdri-ves ved modenhed, dvs. alle de tilbageværende store træer fældes på én gang. Tidsforskydningen mellem indtægter og udgifter kan være en meget stor økonomisk belastning for en skovejendom, og for at modvirke likviditetskriser er det hensigtsmæssigt, at skoven består af bevoksninger med forskellig alder og med forskellig forventet levetid. Ved såkaldt naturnær skovdrift tilstræber man ofte, at de enkelte bevoksninger består af træer af forskellig art, alder og størrelse. Derved bliver fordelingen af udgifter og indtægter mere jævn på det enkelte areal. Det ændrer dog ikke ved, at produktionstiden for det enkelte træ er meget lang, og for at sikre stabil økonomi må man have en fornuftig fordeling af træstørrelser og -aldre i sin skov.

I modsætning til industriproduktion kan man ved skovdrift ikke nøjes med at fremstille ét produkt. Alene den kendsgerning, at træer har både stamme, grene og kviste, og at træstammen bliver tyndere opefter, betyder at hvis man fælder et træ for at kunne sælge en tyk og værdifuld kævle fra træets nederste del, står man samtidigt nogle mindre værdifulde stykker fra den tyndere og mere knastede del af stammen, og toppen/grenene egner sig måske kun til at brænde. For at opnå en fornuftig økonomi i skovdriften er det helt afgørende, at man har afsætningskanaler til alle de trædele (sortimenter) som fremkommer ved hugsten.

Endelig gælder det for de danske skove, at de er små og findes på arealer, som er meget varierende med hensyn til jordbund, terrænhældning og afvandingsforhold. Det skyldes, at skovene fortrinsvis findes på arealer, som ikke egner sig til rationel landbrugsdrift. Den store variation og de

små arealer betyder, at også produkterne bliver af meget varierende art og kvalitet. Det er svært at rationalisere driften af de danske skove, og det er derfor vanskeligt at konkurrere med træproduktionen i de store skovlande og med produkterne fra store, ensartede plantageanlæg.

## Litteratur til kapitel 1

*Fritzbøger, B (2000):*

Kulturskoven – Dansk skovbrug fra oldtid til nutid. DSR Forlag. 439 s. ISBN-13: 9788774325703

*Kjær, T.W. (1998):*

Skovøkonomi – det driftsøkonomiske grundlag. DSR Forlag. 225 s. ISBN-10: 8774324772

*Skove og Plantager 2014:*

Udgivet af Skov & Landskab, Københavns Universitet. 66 s.  
[www.ign.ku.dk](http://www.ign.ku.dk) > Formidling > Publikationer > Hæfter og bøger



## 2. TRÆ OG TRÆPRODUKTER

### 2.1 Veddets opbygning

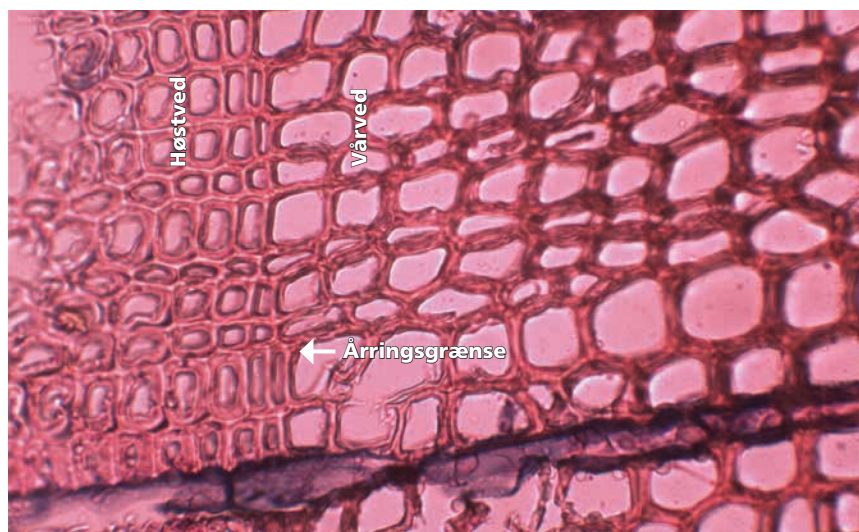
Grundlaget for træernes liv er, at bladene eller nålene opbygger organisk stof ved hjælp af energi fra sollyset, kuldioxid fra luften og vand fra jorden. Det primære produkt er sukkerstoffer, som i et lag lige under barken (*sivævet, phloemet*) kan fordeles til alle dele af træet, hvor sukkeret dels bruges som energikilde, dels bruges til opbygning af celler i alle træets organer.

Det vand, som træerne optager, bruges ikke kun til opbygning af organisk stof. For at kunne optage kuldioxid fra luften må bladene/nålene være forsynet med åbninger, og derfor kan det ikke undgås, at træet samtidigt med optaget af kuldioxid mister vand ved fordampning. For at dække dette tab af vand må der i de fleste af døgnetts lyse timer transporteres store mængder vand fra roden op til bladene. Denne opadgående vandtransport sker gennem veddet (*xylemet*) i stammen og grenene.

En betingelse for træernes liv og overlevelse er, at de kan løfte deres blade eller nåle op over skyggen fra græs, urter og andre konkurrenter. I forhold til de enårige planter har træerne den fordel, at de ikke skal starte fra jordniveau hvert år, fordi stammen og grenene – ud over at være et transportsystem for vand – udgør et solidt og varigt skelet, så træet hvert år kan danne nye blade eller nåle højt over jorden.

Det bærende element i dette skelet er træernes *ved*, som består af de tykke og holdbare cellevægge, som de levende celler har efterladt under træets vækst. Veddets struktur afhænger meget af træarten: Hos nåletræerne er langt de fleste celler af én og samme type (*tracheider*), som både sørger for vandtransport og styrke. Veddet er derfor ret ensartet, men de celler, der dannes om foråret (*vårveddet*), er dog større og har tyndere cellevægge end de, der dannes senere på vækstsæsonen (*høstveddet*). *Årringene* er derfor som regel lette at erkende på et tværsnit af stammen. De fleste celler er orienteret på langs ad stammen, men nogle få procent af cellerne er dog orienteret vandret i *marvstrålerne*, hvor der blandt andet foregår oplagring og fordeling af næringsstoffer.

Hos løvtræerne er der en udpræget arbejdsdeling mellem cellerne. Der findes store såkaldte *karceller*, der sørger for vandtransport, mens andre typer af celler giver veddet styrke. Langt de fleste løvtræarter er

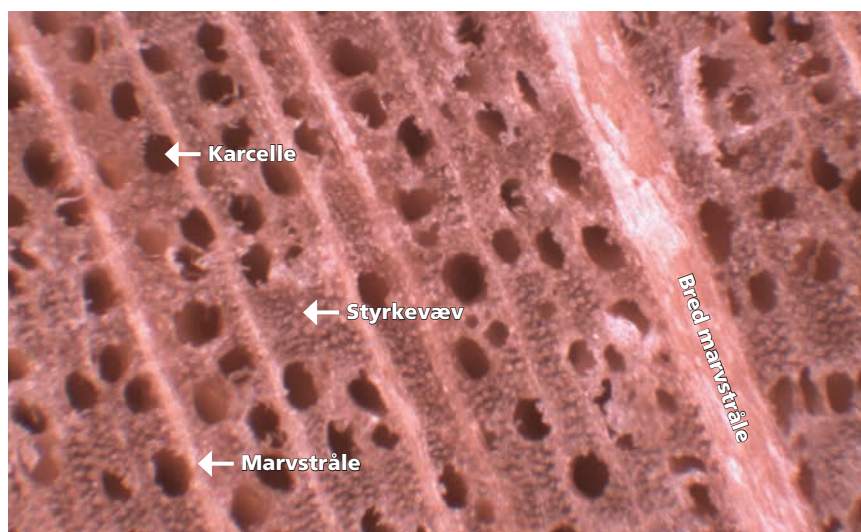


Figur 2-1. Farvet tværsnit af nåletræ (rødgran) under mikroskopet. Langt de fleste celler er af samme type, men størrelsen varierer. Det mørke bånd nederst i billedet er en marvstråle.

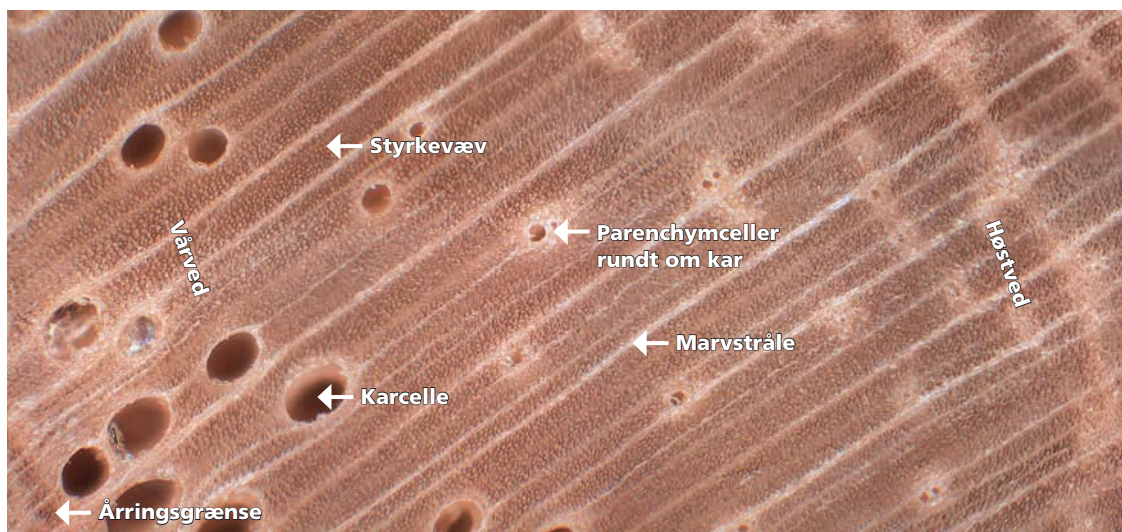
*spredtporede*, hvor de forskellige celletyper er intimt blandet, og årringene kan være svære at skelne. Det gælder arter som f.eks. bøg, birk, el og ahorn (ær).

Nogle få arter er *ringporede*, dvs. at karcellerne er større og mest talrige i det ved, der dannes om foråret (vårveddet), mens styrkevæv mest findes i det såkaldte høstved, som dannes senere på året. Hos disse arter (eg, ask, elm m.fl.) fremtræder årringene særligt tydeligt.

Træets livsprocesser er koncentreret i løv, knopper, blomster og lige under barken, mens det færdigdannede ved kun indeholder få levende celler – i det indre af stammen ofte slet ingen. Stammer og grene vokser



Figur 2-2. Tværsnit af spredtporet løvtræ (bøg) under mikroskopet. Karcellerne ligger spredt i styrkevævet og der ses ingen forskel mellem vår- og høstved.



Figur 2-3. Tværsnit af ringporet løvtræ (ask) under mikroskopet. De store karceller ligger i vårvedet, nær årringsgrænsen.

i tykkelse, fordi der lige under barken findes et vækstlag (*kambium*), som i sommerhalvåret danner nye celler. De celler, der dannes indadtil, bliver til ved, mens de celler, der dannes udadtil, starter med at transportere næringsstoffer, og senere bliver de en del af barken. De fleste celler får kun et kort liv: Inden for få måneder dør det levende celleindhold og efterlader kun et tomt hulrum inden for den omgivende cellevæg. Men selv om cellerne er døde, kan de stadig bruges til at transportere vand fra roden op til løvet.

Nogle celler (*parenchymceller*) forbliver dog i live i årevis. Disse celler har en vigtig funktion ved at kunne oplagre næring, som bladene/nålene har produceret, og frigive denne næring igen, når der bliver brug for den, ofte i forbindelse med udspring og skudstrækning. De fleste parenchymceller findes i marvstrålerne. Hos mange træarter har parenchymcellerne den egenskab, at inden de dør, danner de stoffer, som beskytter mod svampe- og insektangreb, og som tillige giver veddet en mørkere farve. Samtidigt blokeres forbindelsen mellem cellerne, så deres evne til at transportere vand nedsættes eller ophører. På denne måde dannes *kerneved*, som både i farve og egenskaber adskiller sig fra *splintveddet* lige under barken. Nogle træarter (f.eks. robinie) har ganske smal splint, som kun omfatter få årringe. Andre er længe om at danne kerne. Således omfatter splinten hos skovfyr ofte 30-50 årringe, og selv store træer har kun en begrænset kerneandel.

Da alle træer benytter den samme kemiske proces i deres vækst, har alle slags træ groft taget samme indhold af grundstoffer: cirka 50 % kulstof, 42 % ilt og 6 % brint. Kulstoffet optages fra luften i form af kuldioxid, mens ilt og brint stammer fra det vand, som rødderne optager fra jorden.

De sidste 1-2 % udgøres af lidt kvælstof samt calcium, kalium, fosfor, magnesium m.m., som optages fra jorden og indgår i det levende celleindhold.

Cellevæggene består af tre kemiske forbindelser: *cellulose*, *hemicellulose* og *lignin*. Både cellulose og hemicellulose er opbygget af sukermolekyler (polysaccharider), mens lignin er en kompliceret og tungt nedbrydelig forbindelse af phenol-grupper. Det er først og fremmest cellevæggens indhold af lignin, som adskiller vedplanter fra urter. Det stabile og svært nedbrydelige lignin betyder, at planten (træet) ikke falder sammen efter vækstsæsonen, men kan bevare sin struktur og form år efter år.

## 2.2 Veddets egenskaber

Råtræet, som hentes ud af skove og plantager, består af to komponenter: bark og ved.

Andelen af bark afhænger meget af træarten og træets dimension, men som typiske værdier for danske træarter kan anføres: rødgran 9-13 %, bøg 5-7 % og eg 15-20 %. Teksten i dette kapitel drejer sig om *veddet*, som er langt den mest værdifulde del af træet.

Træer er i stand til at optimere deres vækst, så stammen og grenene med det mindst mulige ressourceforbrug både kan sørge for transport af vand med næringsstoffer og har tilstrækkelig styrke til at modstå vind og snelæg. Men optimeringen i forhold til vækstbetingelserne resulterer i, at træ adskiller sig meget fra de fleste andre materialer. Foruden rollen som skelet har veddet i det levende træ den funktion at lede vand med opløste næringsstoffer fra rødderne og frem til træets levende organer. For at klare vandtransporten er langt de fleste celler i veddet meget langstrakte og orienteret i stammens længderetning, så vandet kan transporteres gennem cellehulrummene. I selve cellevæggen er de enkelte molekyler endda også orienteret, så de fleste ligger i cellens længderetning. Det giver det levende træ den bedst mulige styrke, men det betyder også, at veddets egenskaber er vidt forskellige i længde- og tværetningen: Træ er *anisotrop* (fra græsk: ”vender ikke ens”). For eksempel er trækstyrken op til 100 gange større i længderetningen end på tværs. Det er en stor fordel for den, der skal kløve brænde, men i huse og andre trækonstruktioner skal man passe meget på, at træet ikke belastes med træk på tværs og flækker under brug.

Træet evner ikke blot at skabe et materiale, som afspejler en optimal resourceudnyttelse, men tillige at variere dette materiales egenskaber, så de



svarer bedst muligt til træets øjeblikkelige behov for styrke, vandtransport og modstandsdygtighed mod nedbrydning. Dette er yderligere en grund til, at træ er et uensartet materiale: Veddet, som er dannet inderst i stammen (ungdomsveddet), har ikke samme egenskaber som det ved, der dannes senere i træets liv. Selv inden for et enkelt år ændres egenskaberne af det ved, der dannes: I foråret og den tidlige sommer, hvor træet har brug for store mængder vand i forbindelse med udspring og vækst, dannes ved med store cellehulrum, og vårveddet er derfor porøst, let, og blødt. Senere på året dannes ved med tykkere cellevægge og mindre hulrum; derfor er høstveddet tungere og stærkere end vårveddet.

Noget, som påvirker anvendelsen af træ meget, er at alle træer har grene. Grenene er solidt fastvokset i stammen, og grenens forlængelse indad i stammeveddet vil fremstå som en *knast* i det opskårne (savede) stykke træ. Omkring knasten er cellernes retning (fiberforløbet) ikke parallelt med stammens længdeakse, men løber i en bue uden om grenfoden. I praksis betyder det, at træ med mange og store knaster har betydeligt lavere styrke end træ uden knaster. Derfor sigter skovdyrkningen som regel imod at frembringe træer med tynde grene og helst, at de nederste grene dør og falder af på et tidligt tidspunkt, så der dannes mest muligt knastfrit ved.

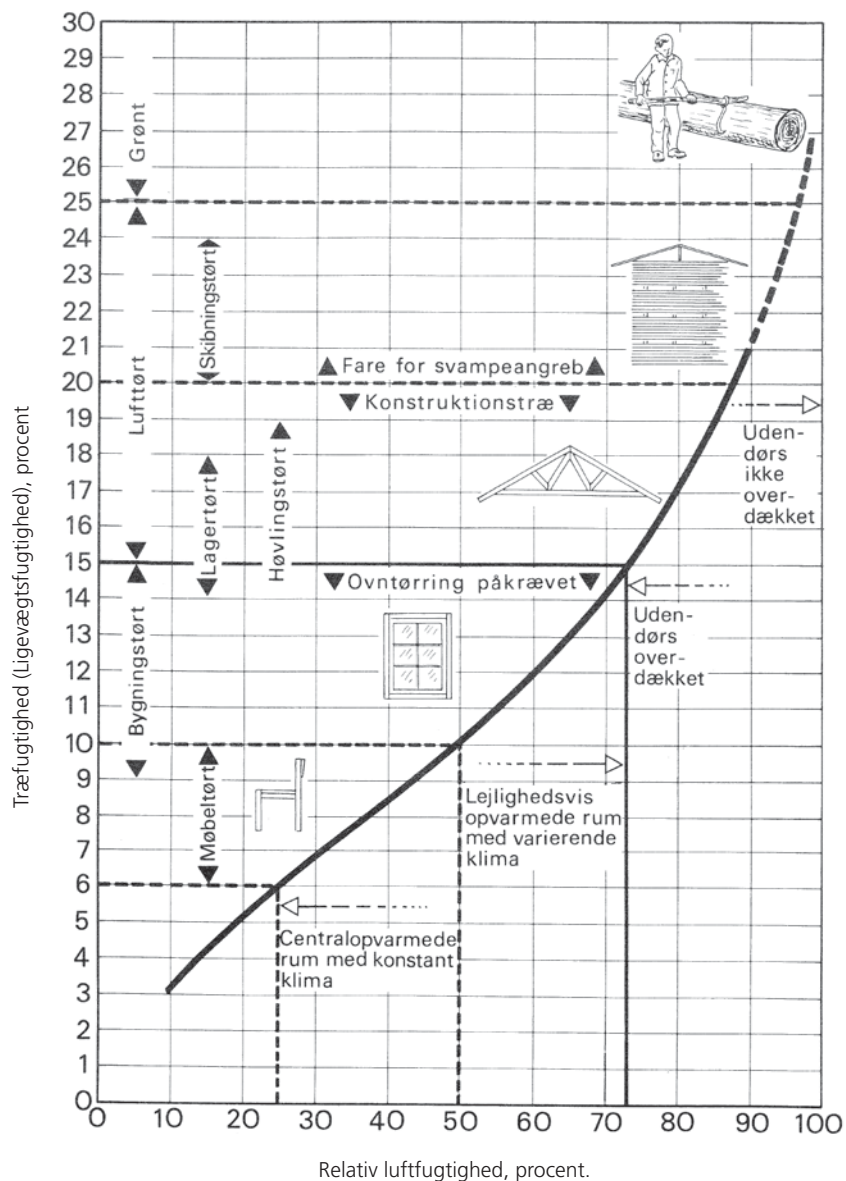
Sammenhængen mellem vækstforholdene og træmaterialets egenskaber er en af de vigtigste drivkræfter bag skovdyrkningen. Først og fremmest skal de forskellige træarter plantes på lokaliteter, hvor de trives bedst muligt. Dernæst skal der være en passende konkurrence mellem træerne, så der sker en *oprensning*, dvs. at de nederste grene skygges bort. Endelig skal træet blive gammelt nok til opnå den ønskede dimension, men ikke så gammelt, at det er udsat for råd eller anden nedbrydning. På den måde kan man sikre den bedst mulige brugbarhed og den højeste pris for det producerede træ.

## Træ og vand

I en nyfældet træstamme vil der ofte være lige så meget vand, som der er tørstof. Vandet er til stede dels som ”frit vand” i cellehulrummene, dels som ”bundet vand” i cellevæggene. Det frie vand er flydende og kan bevæge sig ved strømning gennem cellehulrummene. Det bundne vand sidder mere eller mindre fast på cellevæggene på grund af molekylernes indbyrdes tiltrækningskræfter og kan kun flytte sig ved diffusion eller fordampning. Når veddet tørres, fordamper først det frie vand i cellehulrummene. Når det frie vand netop er borttørret, mens cellevæggene endnu er vandmættede, har træet nået *fibermætningspunktet*. Da cellevægge i forskellige træarter i princippet er opbygget ens, vil de i vandmættet tilstand indeholde nogenlunde lige meget vand i forhold til tørstoffet.

På fiberætningspunktet indeholder træ i gennemsnit en vandmængde svarende til ca. 30 % af tørstofindholdet. Lyse træarter uden kerne har et lidt højere fiberætningspunkt end træarter med mørk kerne.

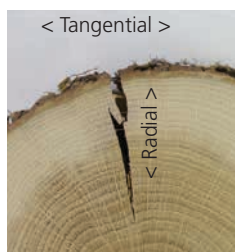
I træindustrien og i forskningen angives vandindholdet normalt i procent af *tørstofindholdet*. Vandindholdet kan derfor godt være over 100 %, når træet er friskfældet. Ved handel med træflis til brændsel eller papirfabrikation angives vandindholdet derimod normalt som procent af *totalmassen* og vil i så fald aldrig overskride ca. 65 %.



Figur 2-4. Sammenhængen mellem luftfugtighed og træfugtighed ved ca. 20°C.

(Efter Thomassen 1979)





Figur 2-5. Resultatet af træets anisotrope svind: Skiven af egetræ er revnet under tørringen, fordi det tangential svind er større end det radiale svind.

Træ er hygroskopisk (vandsugende), og dets fugtighed indstiller sig i ligevægt med den omgivende lufts fugtighed og temperatur (Figur 2-4). Anbringes et stykke tørt træ i fugtig luft, vil det optage vand fra luften, og flyttes det til et sted med tør luft, vil det atter afgive vand, indtil fugtindholdet på ny kommer i ligevægt med omgivelserne. Det drejer sig om ret store vandmængder, idet fugtsvingningerne mellem meget tør og meget fugtig luft kan overstige 10 % af træstykkets totalvægt.

Når træets fugtighed kommer under fiberætningspunktet, begynder det at ændre dimension. Det *svinder*, hvilket er en af de mest negative egenskaber for træ som materiale. Svindet sker næsten udelukkende vinkelret på cellernes retning (fiberretningen). Da langt de fleste celler er orienterede i stammens længderetning, er svindet anisotrop, dvs. uens i forskellige retninger. Når et stykke træ tørrer, bliver det tyndere, men længden ændrer sig næsten ikke. Svindet i tykkelse er ydermere forskelligt i forskellige retninger: Det er betydeligt større i tangential retning (langs stammens omkreds) end i radial retning.

For rødgran kan eksempelvis angives følgende omtrentlige værdier for tørring fra frisk (grøn) til absolut tør tilstand (tørret ved 103 grader):

Tangentialt	8,0 %
Radialt	4,0 %
Længdesvind	0,4 %
Volumensvind	12,0 %

Ovenstående tal gælder ved fra den ydre del af stammen af modne træer. Veddet nærmest marven (dvs. de ca. 10 inderste årringe, det såkaldte *ungdomsved*) har betydeligt større længdesvind end veddet længere ude. Det samme gælder *reaktionsved*, som dannes i stammer, der hælder eller har en usymmetrisk krone.

Generelt svinder tunge træarter mere end lette, men svindet påvirkes dog meget af veddets indhold af kernestoffer. Inden for samme art stiger volumensvindet nogenlunde lineært med rumvægten (tørstofindholdet pr. volumenenhed).

Det uens svind i forskellige retninger giver anledning til, at opskåret træ *deformeres*, når det tørrer (Figur 2-6). Deformationer af tværsnittet er normale og uundgåelige. Men her ud over kan uregelmæssigt fiberforløb, knaster, snoet vækst m.m. give anledning til krumning og vridning af træet. Det kan ødelægge mulighederne for at anvende træet til bygningsbrug eller møbler. Hvis savværket eksempelvis skærer en planke, som både indeholder ungdomsved og voksenved, vil man i reglen se, at planken krummer sig under tørringen.



Figur 2-6. Emner, som skæres ud af den friske træstamme, vil svinde og deformeres under tørringen. Her er svind og deformationer overdrevet noget for at tydeliggøre, hvad der sker.

## Træets vægt

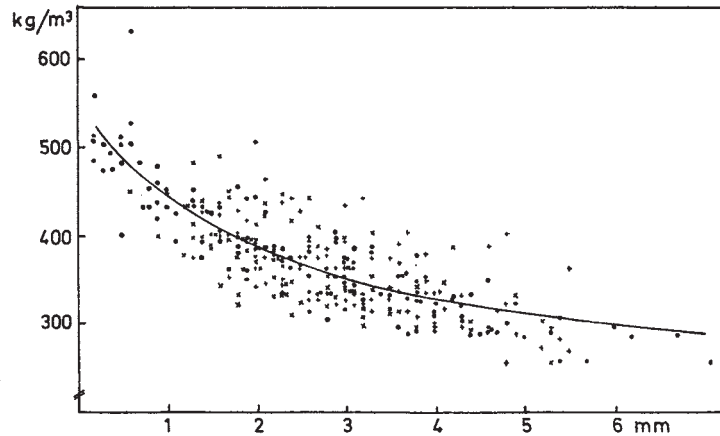
I det stående træ er en stor del af cellehulrummene fyldt med vand. Vægten af friskfældet træ er derfor summen af tørstoffets (cellevæggenes) vægt og vægten af det indeholdte vand. Begge størrelser afhænger af træarten, og vandindholdet kan også afhænge af træets alder. Yderligere varierer vandindholdet – og dermed friskvægten – en del i årets løb. Generelt er der mest vand i træet i vinterhalvåret. På det tidspunkt, hvor træerne springer ud, begynder vandindholdet at falde, og det når et minimum i juli måned. Det er ikke usædvanligt, at friskvægten ændrer sig op til  $150 \text{ kg/m}^3$  mellem vinter og sensommer.

For de fleste anvendelser er vægten (andelen) af cellevæg mere interessant end friskvægten. Før træet forarbejdes, skal det næsten altid tørres, og herved aftager vægten, men samtidigt begynder træets volumen at svinde. Sammenhængen mellem vandindhold, vægt og volumen bliver derfor kompliceret. For at kunne sammenligne forskellige træarter på et ensartet grundlag er det sædvanligt at angive vægten efter tørring ved 103 grader, hvilket pr. definition svarer til vandindhold = 0 %. Denne vægt sammenholdes med prøvens volumen i frisk tilstand, hvorved man får *rumtætheden* (engelsk: Basic density). Rumtætheden er interessant at kende, fordi der er god sammenhæng mellem denne størrelse og en række andre egenskaber: styrke, stivhed, hårdhed og brændværdi.

Hos de fleste nåletræer (især gran) er der en tydelig sammenhæng mellem rumtætheden og træets vækstforhold. Ved rigelig tilgang af lys, vand og næringsstoffer vokser træet hurtigt i tykkelse (årringene bliver brede) og danner celler med store hulrum og tynde cellevægge. Det meste af veddet består altså af hulrum, og andelen af cellevægsmateriale er lille. Sådant træ er let, blødt og ikke særligt stærkt. Under mere vanskelige kår

Figur 2-7. Sammenhæng mellem årringsbredde og rumtæthed i prøver af dansk rødgran.

(Efter Madsen et al. 1978)



bliver årringene smalle, men cellevæggene bliver til gengæld tykkere, og veddet bliver derved tungere og stærkere (Figur 2-7). Snedkeren, som vil udsøge sig stærkt og holdbart træ, er altså tilbøjelig til at vælge langsomtvokset nåletræ til sit arbejde.

Hos de spredtporede løvtræarter (f.eks. bøg, ahorn, el og birk) er der kun en meget svag sammenhæng mellem rumtæthed og årringsbredde. Veddets vægt og styrke afhænger derfor kun lidt af træets vækstbetingelser. De ringporede løvtræarter (eg, ask, elm m.fl.) udvikler et lidt tungere ved, når de vokser hurtigt. Derfor skal man vælge egetræ med brede årringe, hvis der ønskes maksimal styrke.

### Mekaniske egenskaber: Styrke, stivhed, hårdhed

To meget vigtige egenskaber for enhver konstruktion er dens *bæreevne* og *stivhed*. Bæreevnen for en konstruktionsdel kan beregnes, hvis man kender materialets *brudstyrke* (engelsk: Modulus Of Rupture, MOR), dvs. den kraft i forhold til tværsnitsarealet, som materialet kan modstå uden at gå i stykker. Tilsvarende kan man beregne stivheden (eller nedbøjningen) af en konstruktionsdel, hvis man kender materialets *elasticitetsmodul* (Modulus Of Elasticity, MOE), som er et mål for materialets relative dimensionsændring (forlængelse eller forkortelse), når det belastes med en bestemt kraft pr. arealenhed.

For træ er der en stærk og lineær sammenhæng mellem MOR og MOE. Det betyder, at man med ret stor sikkerhed kan forudsige en plankes bæreevne ved at måle dens stivhed. Denne mulighed bruges i stor stil på savværkerne, hvor man styrkesorterer det savede træ efter en bøjeprove. For gulve, trapper, møbler og inventar er *hårdheden* også en vigtig faktor, fordi den i høj grad bestemmer materialernes slidstyrke.

Såvel brudstyrke, elasticitetsmodul som hårdhed er tæt forbundet med træets rumvægt (rumtæthed). Man får altså generelt stærkere træ ved at vælge tungt træ. Næst efter rumvægten er det antallet og størrelsen af knaster, som betyder mest for styrken. Træer med tynde grene leverer derfor det stærkeste tømmer. For huse og andre konstruktioner gælder det imidlertid ikke altid om at vælge det stærkeste materiale, men om at opnå det bedste forhold mellem bæreevne, stivhed, materialets vægt og ikke mindst prisen. I denne optimering stiller nåletræ sig generelt gunstigt i forhold til løvtræ. Blandt de almindeligt dyrkede arter i danske skove har nåletræerne generelt lavere rumvægt end løvtræerne, men prisen er også generelt lavere, og nåletræerne har et gunstigt forhold mellem styrke og vægt. Endvidere kan nåletræerne på grund af deres rette og gennemløbende stamme levere de lange og lige emner, som bygningsindustrien har brug for.

Fejlfrit træ uden uregelmæssigheder er et af de materialer, som har allerstørst brudstyrke i forhold til vægten, kun overgået af helt moderne materialer som kulfiber og Kevlar. På trods af de gode styrkeegenskaber er træ let at bearbejde, også med simple redskaber. Den problemfrie bearbejdning bidrager stærkt til, at træ er så populært et bygningsmateriale. I forhold til materialer som beton og stål er træ dog mere uensartet. For at kunne konkurrere med andre materialer ønsker både savværker og bygningsindustri at kunne købe træ af ensartet og forudsigelig kvalitet. Det smitter af på skovbruget, hvor der er en stærk tendens til at ”homo-genisere” bevoksningerne, så træproduktionen målrettes efter købernes ønsker.

## Nedbrydning

Lige som mange andre organiske materialer har træ to egenskaber, som både kan være til stor nytte og til ulempe: Træ kan brænde, og det kan nedbrydes af levende organismer.

Træets brændbarhed er betingelsen for, at det til alle tider har været udnyttet som energikilde til opvarmning. Men samtidigt sætter træets brændbarhed grænser for brugen af træ til konstruktive formål. I omtrent 200 år har det været forbudt at opføre træhuse højere end 2 etager i de nordiske lande. Forbuddet havde udspring i historiske hændelser, hvor storbrande havde lagt hele bydele øde. Ikke før i de seneste år er der lempet på disse regler i takt med, at moderne brandslukningsmetoder har gjort det mindre risikabelt at bo i store træhuse.

På samme måde som brændbarheden er levende organismers nedbrydning af træet både en ulempe og en fordel. Trækonstruktioner må til enhver tid udføres og beskyttes på en måde, så de ikke nedbrydes og

ødelægges af svampe og insekter, men omvendt er det en meget stor fordel, at træet kan nedbrydes ad naturlig vej uden at efterlade sig miljøfremmede stoffer. I en tid med voksende miljøbevidsthed lægges der stadigt større vægt på denne egenskab, og brugen af træ som materiale er inde i en positiv udvikling.

### De almindeligste træarters fysiske egenskaber

Veddets styrke og øvrige egenskaber varierer meget fra art til art. Men også inden for den enkelte træart kan egenskaberne være ret forskellige, afhængigt af klima, jordbund og konkurrenceforhold under træets opvækst. Værdierne i Tabel 2-1 nedenfor må derfor ses som vejledende gennemsnitstal, som mest skal bruges til indbyrdes sammenligning af træarterne.

Tabel 2-1. De almindeligste træarters fysiske egenskaber. Omtrentlige gennemsnitstal.

For nåletræernes vedkommende varierer vandindhold og rumtæthed meget.

	Friskvægt [kg/m <sup>3</sup> ]	Vandindhold i frisk træ [% af totalvægt]	Rumtæthed [kg/m <sup>3</sup> ]	Holdbarhed mod nedbrydning (*)
Bøg	1050	45	575	1
Eg	1050	45	575	4
Ahorn (Ær)	925	42	500	1
Ask	900	37	560	1
Poppel	875	60	350	1
Birk	900	45	525	1
Rødgran	800	55	380	2
Sitkagran	800	55	380	2
Ædelgran	950	60	380	2
Lærk	900	50	450	3
Douglasgran	900	50	440	3

\*) Gælder ved jordkontakt for træ fra stammens indre (kerneveddet): 1=meget ringe (ca. 5 år), 2=ringe (5-10 år), 3=moderat (10-15 år), 4=god (15-25 år)

## 2.3 Træets anvendelser

Set på verdensplan bliver omtrent halvdelen af den samlede hugst brugt som brændsel. Det vigtigste formål er madlavning, enten i form af brænde eller efter omdannelse til trækul.

Også i Danmark bruges cirka halvdelen af landets hugst som brændsel, men her er formålet rumopvarmning: Enten flækkes og tørres træet, inden det bruges i landets mere end 600 000 brændeovne, eller det hugges til flis og afbrændes på fjernvarme- eller kraftvarmeværker.

Resten af hugsten bliver oparbejdet til materialer af forskellig art. I di-

rekte konkurrence med energimarkedet står papirindustrien og de virksomheder, der fremstiller træfiber- og spånplader, dvs. produkter af mere eller mindre ”strukturoløst” træ.

Papir fremstilles af træ, som neddeles til fibre (enkelceller eller cellebunder) ad mekanisk eller kemisk vej. Størstedelen af papirindustrien bruger kemiske metoder, hvor træflis koges med kemikalier, som opløser lignin og hemicellulose. Herved falder cellerne fra hinanden. Alternativt kan man opvarme træflis i vand under tryk og sønderdele flisen i en slags kværn (en *defibrator*) indtil veddet er neddelt til fibre. Den mekanisk forarbejdede papirmasse bruges mest til billigere papirkvaliteter, f.eks. avispapir.

Selve papirfremstillingen foregår ved, at en opslemning af træfibre i vand sprøjtes ud på et finmasket net. Når vandet er løbet igennem, kan den dannede ”fibermatte” løftes væk fra nettet, presses og tørres, hvorved man får papir. Fremstillingen foregår på store maskiner, som arbejder kontinuerligt med stor hastighed: 1000 meter papirbane per minut eller mere er ikke ualmindeligt. Før papirfremstillingen må fibermassen som regel bleges for at opnå hvidhed, og papiret efterbehandles på forskellig måde for at opnå gode tryk- og skriveegenskaber.

Figur 2-8. Papirfremstilling foregår på store maskiner med enorm kapacitet.



Markedet for papir har ændret sig en del gennem de senere årtier. Efterspørgslen på avispapir er faldet stærkt, mens markedet for tryk- og kopipapir har været mere stabilt, og forbruget af emballage- og hygiejnenpapir (inkl. engangsbleer) er øget kraftigt. Samtidigt er markedets tyngdepunkt flyttet bort fra Europa og USA og i retning af Asien.

Træfiberplader fremstilles på lignende måde som papir, men her er ikke noget krav/ønske om hvidhed. Ofte tørres fibrene, inden pladen for-



mes, og der tilsættes lim for at give pladen styrke og fugtbestandighed. Afhængigt af hårdhed, vægt og styrke bruges træfiberplader til møbler, bygningsdele og isolering.

Ved fabrikation af *spånplader* neddeles træet ikke til enkeltceller, men til tynde spåner, som efter tilsætning af lim (ca. 8 vægtprocent) presses sammen under højt tryk og opvarmning.

De tre ovenstående træprodukter stiller ingen særlige krav til råtræets form og størrelse, og derfor er råvaren ofte udtyndingstræ fra unge bevoksninger. Når det gælder valget af træart, er spånplade- og fiberpladeindustrien ikke kritisk, mens papirindustrien har ret specifikke krav til træets struktur, farve samt cellernes størrelse og form. Lyse træarter foretrækkes generelt til papir, da blegning af papirmassen er dyr og miljøbelastende. Både løv- og nåletræarter er brugbare, men egenskaberne er noget forskellige: Nåletræ giver det stærkeste papir, mens løvtræ giver et mere ensartet og glat papir, som har gode trykegenskaber. De store papirkoncerner har ofte tilknyttet plantager med særligt hurtigvoksende træer, f.eks. varieteter af *Eucalyptus*, poppel eller tropiske fyrrearter.

Især markedet for træbaserede plader er stærkt konjunkturfølsomt, idet forbruget følger aktiviteten i byggebranchen. Hverken papir- eller pladeindustrien er indstillet på at betale nogen høj pris for træet. Med stigende energipriser og et voksende marked for bioenergi er situationen i dag, at prisen for råtræ til disse industrier i høj grad bestemmes af energimarkedet, idet papir- og pladefabrikkerne bliver nødt til at følge med energipriserne for at sikre sig råvarer til produktionen.

En noget bedre pris kan opnås for råvarer til *træemballage*, hvor langt det vigtigste produkt er *paller*. I takt med, at en stadig større andel af såvel industri- som fødevarerprodukter sendes over store afstande fra producent til forbruger, har markedet for emballagetræ været stærkt voksende. Ved produktionen opskæres (saves) træet til brædder og klodser med standardiserede mål, som efterfølgende sømmes sammen til de ønskede produkter. Industrien foretrækker oftest nåletræ, fordi det er let at forarbejde og håndtere, men i princippet kan træemballage fremstilles af alle træarter. Dog kan træarter med stærk harpikslugt være uegnede til fødevarer, hvor man i stedet fortrækker løvtræ, f.eks. poppel. Kvalitetskravene er moderate, men der kræves naturligvis en vis styrke, for at emballagen skal kunne bære vægten af indholdet og tåle de belastninger, den udsættes for under transporten.

Både mængde- og værdimæssigt er det vigtigste produkt fra nåleskovbruget *konstruktionstræ* til byggeriet. I Danmark er det hovedsagligt

byggeriet af énfamiliehuse, som aftager træ, men også i nogen grad landbrugsbyggeriet.

Traditionelt har énfamilieboliger her i landet været opført med bærende vægge af murværk og/eller letbeton, mens tag- og gulvkonstruktion, etageadskillelser og ikke-bærende skillevægge har været udført af træ. Men i dag bruges træ til hele den bærende konstruktion i mere end 25 % af alle nye énfamiliehuse i Danmark. Den ydre beklædning på disse huse er som regel også træ, men kan evt. være andre materialer. I forhold til et muret hus betyder trækonstruktionen, at huset kan isoleres bedre, og byggetiden er kortere.

Bygningstræ opskæres på store savværker, hvor produktionen foregår yderst rationelt. Der er tale om ensartede og massefremstillede produkter, som leveres i et antal standardiserede tværsnitsdimensioner og længder. Hovedparten af det bygningstræ, vi bruger i Danmark, bliver importeret fra savværker i Skandinavien, og vores selvforsyningsgrad er næppe mere end 20 %.

Det mest værdifulde træ er det, der bruges til *møbler og inventar*, både i vore boliger og på arbejdspladserne. Til denne anvendelse foretrækkes som regel løvtræ. Dels har de fleste hjemlige løvtræarter hårdere og mere slidstærkt ved end nåletræ, dels kan man blandt løvtræerne finde ved med meget forskelligartet farve og udseende, som kan anvendes dekorativt.

Nogle af de allerhøjeste priser opnår skoven for træ til fremstilling af *finér*. Ganske tynde stykker træ (tykkelse 0,3-4 mm), som skæres ud af



Figur 2-9. Nåletræsavværkernes vigtigste produkt er konstruktionstræ til byggeriet. Her er det 53 x 150 mm planker af douglasgran.

træstammen med en stor kniv, i modsætning til bygningstræ, der til-dannes med en sav. Finér fremstilles på to principielt forskellige måder. Omkring 90 % af verdens finérproduktion er *skrællefinér*. Kævlen eller stokken indspændes i en slags stor drejebænk, og en kniv bevæges lang-somt ind mod marven af den roterende kævle, hvorved finéren afskræl-les i én lang, sammenhængende bane. På verdensplan bruges det meste skrællefinér til fremstilling af krydsfinér, men i Danmark bruges skrællet bøgefinér til formspændte møbeldele, især stole. En anden anvendelse er ispinde, som udstanses af skrællet bøgefinér. Finér til dekorative for-mål fremstilles som *planskåret finér*. Af træstammen udskæres en klods (flitch), hvoraf finéren skæres lag for lag som skiver af en ost. Finéren fås herved i smalle stykker og må sættes sammen, hvis større flader skal finéres. Planskåret finér bruges f.eks. til bordplader og låger, hvor man limer en finér af ”ædelt træ” på et billigt plademateriale for at give et bedre udseende.

De senere år har der været fokus på en helt anden udnyttelse af træ. Ad kemisk vej kan cellulose og hemicellulose i træets cellevægge nedbrydes til sukkerstoffer, og sukkeret kan forgæres til alkohol (”anden genera-tions” bio-ethanol). Bio-ethanol bruges som tilsætningsstof til benzin for at spare på oliereserverne, men langt det meste bio-ethanol frem-stilles i dag af majs eller sukkerrør. Derved konkurrerer energiforsynin-gen med fødevarerproduktionen. Da træer kan gro på mager jord og i et koldt klima, er der et meget stort potentiale i at fremstille alkohol af træ i stedet for at bruge sukkerrør og kornprodukter. Desværre er træ-ets cellevægge langt vanskeligere at nedbryde til sukker end stivelse fra korn, men der er gjort store forskningsmæssige fremskridt i retning af at forbedre processen og udbyttet af sukker. Under forgæringen frigør gær-svampene halvdelen af sukkerets kulstofindhold i form af kuldioxid, og samtidigt går omtrent halvdelen af energiindholdet tabt. Hvis man blot har brug for varme, er det derfor langt mere effektivt at brænde træet, som det er. Men bio-ethanol er stadig et af de bedste bud på, hvordan man kan skaffe flydende brændstof til verdens mange biler.

Træ har endvidere en rolle som råstof for den kemiske industri. En mængde stoffer kan produceres på basis af træ: film, tape, tekstiler, til-sætningsstoffer til vaskepulver m.m., men med dagens teknik og adgang til olie er ikke alle mulighederne økonomisk tiltrækkende. Der er dog et voksende marked for produkter, som er fremstillet ved kemisk omdan-nelse af træ. Det gælder ikke mindst tekstiler af modificeret cellulose (viskose), som er en direkte konkurrent til tøj fremstillet af bomuld.

Også i sin naturlige tilstand indeholder træ kemisk set interessante stoffer. Det er især de såkaldte ekstraktiver, der findes i træet i ret små

mængder, bl.a. i form af harpiks. Visse træarter indeholder stoffer med stærk svampe- og bakteriedræbende effekt, som giver disse arter stor modstandsdygtighed mod biologisk nedbrydning. Den bakteriedræbende effekt kan også have betydning i husholdningen og fødevarerindustrien, f.eks. for skærebrædder. Endelig har nogle ekstraktivstoffer en behagelig duft og/eller smag, hvilket man drager nytte af bl.a. ved lagring af vin på tønder (fade) af egetræ.

## Litteratur til kapitel 2

*FAO:*

State of the World's Forests 2014. Internet (pdf): [www.fao.org](http://www.fao.org)

*Forest Products Laboratory (2010):*

Wood handbook – Wood as an engineering material. General Technical Report FPL-GTR-190. Madison, WI: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory. 508 s.

*Johansen, B.L.; Munch-Andersen, J.; Thomassen, Th. (2014):*

Træmaterialer – TRÆ 70. Træinformation, Lyngby, 152 s.

*Johansen, B.L. (2014):*

Træarter – TRÆ 69. Træinformation, Lyngby. 183 s.

*Madsen, T.L.; Moltesen, P.; Olesen, P.O. (1978):*

Tyndingsstyrkens indflydelse på rødgranens rumtæthed, tørstofproduktion, grenrykning og grenmængde. Det forstlige Forsøgsvæsen i Danmark, beretning nr. 296, bind XXXVI, s. 183-2013.

*Moltesen, P. (1988):*

Skovtræernes ved og dets anvendelse. Skovteknisk Institut. 132 s.

*Thomassen, Th. (1979):*

Træ og træmaterialer. Teknologisk Institut. 181 s.

*Thomassen, Th. (1983):*

Tørt træ – men hvordan? Teknologisk Institut. 114 s.

## 3. SKOVENS VÆKST

### 3.1 Træernes vækstforhold

I danske skove har kun omkring 20 træarter væsentlig økonomisk betydning. Men selv inden for dette begrænsede antal arter finder man repræsentanter for vidt forskellige botaniske grupper og lige så forskellige økologiske krav.

Halvdelen af skovarealet er dækket af (indførte) nåletræarter. Med undtagelse af lærk er de alle stedsegrønne, hvilket sikrer at de kan udnytte solens lys, så snart temperatur og fugtighed tillader det. Flere af arterne udviser da også en produktionsevne, som betydeligt overgår de almindeligt dyrkede løvtræer. Samtidig er nåletræerne karakteriseret ved en lige og gennemgående stamme, som gør dem velegnede som gavntræ. Disse to egenskaber er de væsentligste årsager til, at nåletræarterne har fået så stor udbredelse i vores skovbrug. Den stedsegrønne krone er imidlertid ikke nogen indlysende fordel i vores blæsende klima, hvor storme i vinterhalvåret er hyppige. Stormfald er et alvorligt problem, som navnlig rammer nåletræerne.

#### Lys og skygge

Blandt såvel løv- som nåletræer er der stor forskel på, hvordan de forskellige træarter udnytter sollyset og tilpasser sig vækstforholdene. De såkaldte *lystræarter* kan kun vokse og overleve i fuldt lys, men de kaster

Figur 3-1. Stormfald rammer især de stedsegrønne nåletræer.

(Foto: Søren Fodgaard)







Figur 3-2. Lystræarten eg lader meget lys slippe igennem sin krone. Derfor er der mulighed for en rig undervækst.

(Foto: Søren Fodgaard)

til gengæld heller ikke dyb skygge som voksne. Derfor kan undervækst (både græs, urter og andre træarter) trives under lystræarterne. Som eksempel på udprægede lystræer kan nævnes eg, birk, bævreasp og lærk. Lystræarterne er (med få undtagelser) ikke blandt skovens højeste træer: i Danmark måske 25-30 meter og sjældent højere.

Andre træarter har tætte kroner, som opfanger næsten alt sollyset, og de kaster en skygge så dyb, at meget få planter kan overleve under deres kronetag. Til gengæld kan disse *skyggetræer* også tåle ret stærk skygge, så småplanter er i stand til at overleve i mange år i skyggen af deres forældre. Hvis lysforholdene skulle blive bedre, står de klar til at udvikle sig i fuld vækst. Eksempler på udprægede skyggetræarter er ædelgran, law-



Figur 3-3. Bøgen er et skyggetræ, men før løvspring er der lys nok til forårsblomster.

(Foto: Søren Fodgaard)



soncypres og bøg. Under den løvfældende bøg er skovbunden dog ikke blottet for plantevækst, selv om bøgen er et skyggetræ. Skovbundsplanter med hurtig udvikling kan nå at vokse og sætte blomst i det tidlige forår inden bøgens udspring, og på den måde kan en undervækst af urter være til stede. Udnyttelsen af det tidlige forårs lys er blandt andet betingelsen for det tæppe af anemoner, som præger mange gamle bøgeskove.

Blandt lystræerne finder vi de såkaldte *pionérarter*, som er særligt egnede til at kolonisere åbne arealer med nøgen jord. En typisk pionérart sætter mange og lette frø, som kan spredes af vinden. Frøene spirer hurtigt, og småplanterne vokser hurtigt op, så de ikke udkonkurreres af andre planter. De fleste af disse arter kan blomstre og sætte frø tidligt i deres liv, så de er i stand til at fortsætte koloniseringen, hvis der fortsat er åbne arealer at indtage. Under naturlige forhold vil arterne typisk indfinde sig efter skovbrand eller stormfald. I plantageskovbruget vil de også kunne etablere sig på hugstflader efter afdrift, hvor alle træer er fældet på én gang for at udnytte gavntreet. I disse tilfælde kan de optræde som besværligt ukrudt på nytplantede åbne flader. I Danmark er det i første række birk og pil, der optræder som pionérarter, men også fyr (skovfyr, contortafyr, bjergfyr) kan indfinde sig i stort tal på åbne flader.

I den østlige del af landet kan ask indtage rollen som pionér, men den stiller så store krav til jordbundens fugt- og næringsindhold, at den sjældent dækker større sammenhængende flader. Eg indtager en særstilling, idet den er et robust lystræ, men med sine store og tunge frø kan den ikke på egen hånd kolonisere større åbne områder. Man ser typisk egeplanter spire frem på steder, hvor skovskader, krager og evt. mus samler vinterforråd ved at nedgrave agern på åbne, græsklædte arealer.

Under pionérarten er der livsbetingelser for andre, mere skyggetålende arter. Først kommer arterne med lette, vindbårne frø: på de lettere jorde ofte rød- eller sitkagran, i løvskove ofte ahorn. På længere sigt kommer også de mest skyggetålende arter (f.eks. ædelgran), inklusive de, som har store og dyrespredte frø (bøg). Når først skyggetræerne har etableret sig, er det umuligt for lystræerne at forynge sig fra frø. De oprindelige lystræer vil langsomt blive overvokset og udkonkurreret af skyggetræarterne, som for flere arters vedkommende kan opnå højder på 30-50 meter. På denne måde skulle der efter et par trægenerationer opstå et *klimaks-samfund* af store skyggetræer, som kan forynge sig ved at kaste frø, der spirer og vokser op i forældrenes skygge. Uden menneskelig forstyrrelse ville klimaks-skoven i Danmark antageligt mest bestå af bøg, dog med lystræarten rødæl som dominerende art på de vådeste steder, og muligvis skovfyr på de mest tørre og sandede lokaliteter.



*Figur 3-4. Rødgranplantage. Under de stedsegrønne skyggetræer kan meget få planter overleve, da kun få procent af dagslyset trænger igennem kronerne.*

*(Foto: Bruno Bilde Jørgensen)*

### Skovens indre dynamik

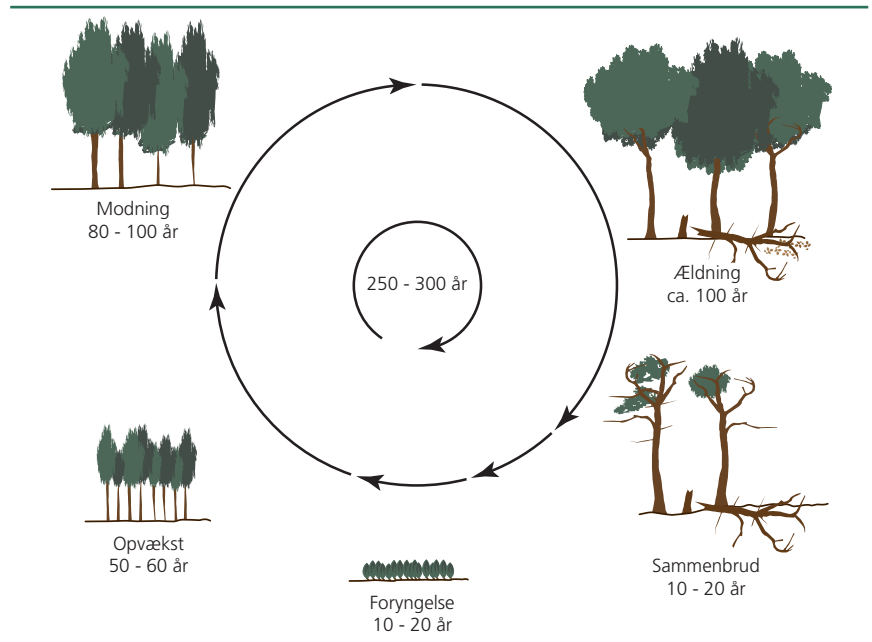
Forestillingen om en stabil skovtilstand af klimaks-arter holder dog ikke helt i virkeligheden. Selv i urørte, ikke-dyrkede skove vil der med mellemrum optræde forstyrrelser i form af stormfald eller brand. Endvidere vil unge planter af skyggearterne nok kunne overleve, men vanskeligt udvikle sig til frøbærende træer under den gamle skovs tætte kroner. Skoven vil derfor sjældent udvikle sig til en ensartet struktur med en intim blanding af skyggetræer i forskellige størrelser. Snarere vil man se, at der fra tid til anden opstår små eller større huller, fordi ét eller flere træer bryder sammen af alderdom, eventuelt i forbindelse med stormfald. Er hullet tilstrækkeligt stort, vil de vindsprede pionértræer kunne etablere sig, og man vil se en ny cyklus af skyggetræer under lystræer udvikle sig på dette begrænsede område. Er hullet mindre, vil de unge skyggetræer på skovbunden få lejlighed til at udvikle sig. Man vil så få en gruppe eller holm af yngre træer, som ved indbyrdes konkurrence efterhånden vil udskille sig til ét eller nogle få dominerende træer.

Således vil den urørte skov i Danmark formentligt antage en slags mosaikstruktur, hvor grupper af yngre træer – undertiden lystræarter – er blandet med gamle og store skyggetræer. Den typiske klimaks-træart vil være bøg, som under danske forhold typisk vil have en levetid på omkring 300 år. I løbet af dette tidsrum vil træet/trægruppen typisk gennemløbe en række livsfaser som skitseret på figur 3-5.

Opstår der huller i kronetaget, vil nysåede træer eller eksisterende undervækst vokse op og i løbet af en ca. 50-årig periode nå en højde, som er sammenlignelig med de gamle træers. Selv om træerne er af meget forskellig alder, vil størstedelen af skoven (i dette eksempel ca. 5/6) have

Figur 3-5. Bøgeskovens naturlige livsfaser.

(Modificeret efter Emborg & Hahn 2005)

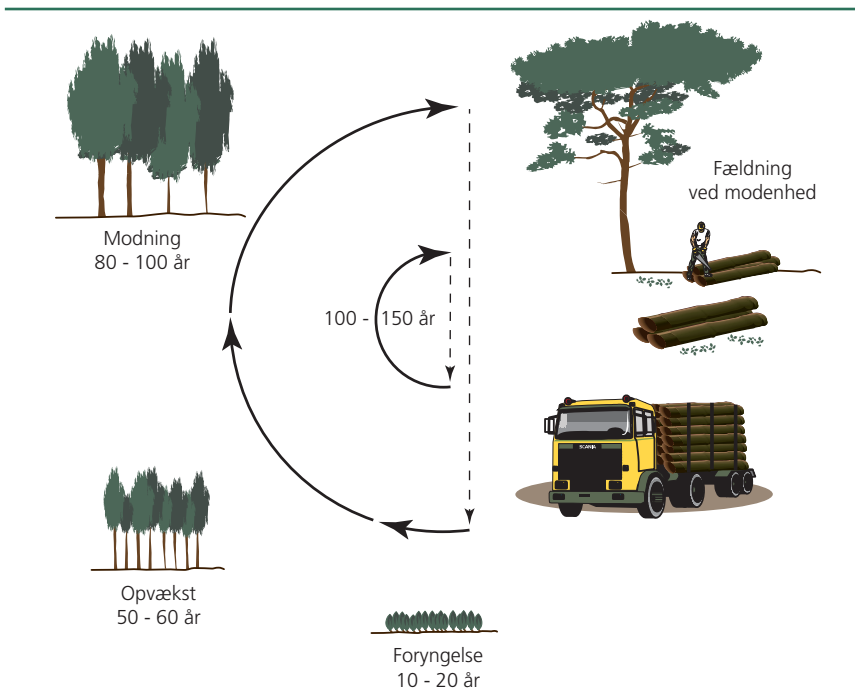


et nogenlunde jævnt og sammenhængende kronetag. I slutningen af *opvækstfasen* vil den nye generation af træer begynde deres frøsætning og gå over i *modningsfasen*. Her er højdevæksten begrænset, men diameter-tilvæksten og vedmasseproduktionen stor, samtidig med at frøproduktionen forøges i løbet af modningsfasen. Når træerne har nået 1/2-2/3 af den forventede levetid, vil der gradvis indtræde en nedsættelse af livsfunktionerne, idet træerne træder ind i *ældningsfasen*. Svækkelsen kan have flere årsager. Den mest umiddelbare forklaring er, at jo ældre træerne bliver, des større er den statistiske risiko for, at de rammes af alvorlige skader forårsaget af storm, insekt- eller svampeangreb. For bøgens vedkommende skal hertil lægges, at iltforsyningen – og dermed de levende cellers aktivitet – i de meget tykke stammers indre er begrænset. Derfor har træet ringe mulighed for at udbedre skader eller imødegå svampeinfektioner, som kan indfinde sig gennem sår fra afbrækkede grene eller rødder, indre revner osv. I det lange løb vil de fleste træer blive ramt af indre råd, som i sidste ende resulterer i, at stammen eller rødderne knækker, og træet falder. En ny cyklus kan begynde.

Ud over træernes naturlige livscyklus kan også skovens dyreliv have stor betydning for skovstrukturen. En tæt bestand af hjortevildt (rådyr, kron- dyr, til dels dådyr) kan effektivt holde foryngelsen af træer nede, og da dyrene foretrækker nogle træarter (f.eks. eg) frem for andre, kan de også påvirke artssammensætningen i skoven. Mange forskere er af den opfattelse, at Danmark aldrig har været dækket af tæt og sammenhængende skov, men at bestanden af græssende dyr (tidligere også elg og urokse)

har bevirket, at der til stadighed har været åbne, græsklædte partier i skoven.

I den forstligt drevne skov afkobler vi den naturlige udvikling, idet vi fælder og fjerner træet; som regel på et tidspunkt hvor det har nået toppen af sin livsudfoldelse et stykke inde i modenhedsfasen. Der er flere årsager til at fælde træerne netop på dette tidspunkt. Den økonomisk tænkende skovejer ønsker en stor vedmasseproduktion i skoven, og produktion er størst hos yngre træer, men aftager hen mod slutningen af modenhedsfasen. Træindustrien ønsker træer af passende størrelse. Den højeste pris fås for træ med større diameter end 30 cm – for nogle træarter gerne meget tykkere – og træerne bør derfor have en vis alder, før de fældes. Samtidig ønsker industrien en råvare der består af frisk og sundt træ. Træerne må derfor ikke blive så gamle, at de på grund af svækkelse er begyndt at blive nedbrudt af svampe eller insekter.



Figur 3-6. Den forstligt drevne bøgeskavs livscyklus.

(Modificeret efter Emborg & Hahn 2005)

Når træerne fældes og udnyttes, så snart de er blevet modne, efterlades der kun begrænsede mængder ved til naturlig nedbrydning i skoven. Kun stødene (stubbene) med rødder efterlades sammen med de grene, som er for tynde til at være salgbare. Stammer og større grene fjernes. Det betyder, at levende organismer, som er specialiseret til at nedbryde dødt træ af store dimensioner, har ringere livsvilkår end i den urørte skov. Især gælder det de organismer, som foretrækker udgåede, men end-

nu stående træer. Nogle af disse nedbryderarter er blevet meget sjældne i Danmark, hvor de fleste skove har været drevet intensivt i mange år.

### Jord og vand

Både hvad angår partikelstørrelsesfordeling (*tekstur*) og kemisk sammensætning er jordbundsforholdene i Danmark ganske forskelligartede, primært på grund af istidernes påvirkning af landskabet. Mod øst og syd i landet har vi finkornet jord med betydeligt indhold af ler og kalk, hvilket dels skyldes kalkholdig undergrund, dels at meget af jordbunden er aflejret fra det ”ungbaltiske isfremstød” under den seneste istid. I Nordjylland, Østjylland og Nordsjælland har vi blandede jordbundstyper med randmoræne-aflejringer af både ler-, sand- og grusholdige materialer, men generelt med lavere lerindhold end mod sydøst. Endelig har vi i det vestlige Jylland (vest for den jyske højderyg og syd for en linie omtrent fra Bovbjerg over Struer til Viborg) mere grovsandet jord, hvoraf en stor del er aflejret af smeltevand ved slutningen af den seneste istid (hedesletterne). Her er indholdet af ler og kalk lille, og det samme gælder tilgængeligheden af plantenæringsstoffer.

Hovedparten af jordbunden består af mineralske partikler: ler, silt, sand, grus og sten. Jordbunden er imidlertid ikke kompakt, og imellem de mineralske korn findes en stor mængde små og større hulrum (*porer*) som kan være enten luft- eller vandfyldte. Disse hulrum har afgørende betydning for vækstmulighederne, dels fordi planterne får deres vandforsyning fra de vandfyldte porer, dels fordi næsten alt liv i jorden er afhængigt af ilt, som bevæger sig fra atmosfæren og ned i jorden gennem de luftfyldte porer. I den uforstyrrede jordbund aftager andelen af porer i almindelighed med dybden. Det skyldes blandt andet, at jordens egenvægt sammenpresser de nedre jordlag, og at de jordlevende organismer, som er ansvarlige for en stor del af poredannelsen, lever i de øverste jordlag. Endvidere sker der en nedslæmning af de mindre partikler, som gør, at grovporer i dybden fyldes delvist op med finstof ovenfra. Volumenandelen af porer kan ofte være over 50 % i det øverste jordlag. Tilsvarende er jordens volumenvægt (massen i gram af 1 cm<sup>3</sup> helt tør jord) lavest i overfladen og tiltager nedtænder, se figur 3-7.

#### Eksempel:

Jordens mineralske bestanddele består helt overvejende af stenmaterialer, som i massiv form har en massefylde på ca. 2,65 g/cm<sup>3</sup>.

Hvis en mineralisk jord (dvs. uden organisk stof) har en poreandel på 47 %, vil volumenvægten være:

$$(1 - 0,47) \times 2,65 \text{ g/cm}^3 = 1,40 \text{ g/cm}^3$$

For en østdansk landbrugsjord, som bearbejdes hvert år, kan volumenvægten ofte nå op på 1,60 - 1,65 g/cm<sup>3</sup>. Til sammenligning regner man som tommelfingerregel med, at træers rodvækst:

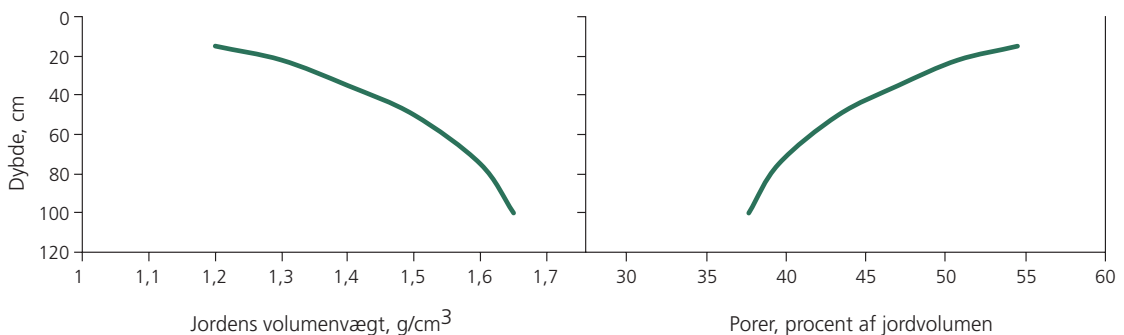
- aftager over 1,6 g/cm<sup>3</sup>
- er alvorligt nedsat ved 1,8 g/cm<sup>3</sup>
- forhindres ved ca. 2,0 g/cm<sup>3</sup>

På dette punkt er der dog store variationer. Rødgran og bøg er følsomme over for jordkomprimering, mens lærk, birk, pil og poppel er mere tålsumme.

Jorden består ikke kun af mineralske bestanddele. Overfladen og det øverste jordlag tilføres hele tiden organisk materiale i form af nedfaldent løv, døde planterødder, jordbundsdyr osv. Dette mere eller mindre nedbrudte organiske materiale har stor betydning for jordens egenskaber. Det organiske stof har lavere massefylde end mineralstofferne, så jorden bliver lettere. Det understøttes af, at de organiske stoffer kan binde de mineralske partikler sammen i større enheder. Der dannes en såkaldt *krummestruktur*, som er mere porøs end den mineralske jord, og som ikke så let synker sammen, når den oplødes af nedbør. Yderligere virker de organiske stoffer som ion-byttere, der kan fastholde og oplagre plantenæringsstoffer.

Dansk skovjord, som sjældent eller slet ikke underkastes jordbearbejdning, er som regel *lagdelt*. Det organiske materiale, som tilføres jorden i form af døde rødder, nedfaldent løv osv., bliver nedbrudt af jordens levende organismer. I sandede og næringsfattige jorde varetages nedbrydningen hovedsageligt af svampe, som imidlertid ikke er i stand til at flytte materialet. Under konstant plantedække bliver det øverste jordlag derfor mere og mere rigt på organisk materiale. Nedsivende regnvand

Figur 3-7. Principskitse: Jordbundens volumenvægt (tv.) og poreandel (th.) i forhold til dybden. Forholdene kan variere fra sted til sted, men volumenvægten tiltager altid, og poreandelen mindskes, når man bevæger sig ned ad fra jordoverfladen.





Figur 3-8. Eksempler på dansk skovjord. Til venstre stærkt lagdelt, grovsandet jord i Midtjylland (Nørlund Plantage). Under et tykt lag af organisk materiale ses det udvaskede lag af gråt sand. Herunder det meget mørke udfældningslag og nederst udgangsmaterialet af gulligt sand.

Til højre lerholdig muldjord på Lolland (Christianssæde). Det organiske lag er ganske tyndt og består mest af vissent løv. Udgangsmaterialet er stærkt lerholdigt, men i den øverste halve meter er der nedblandet organisk materiale pga. jordbundsdyrenes aktivitet.

(Foto: Lars Vesterdal)



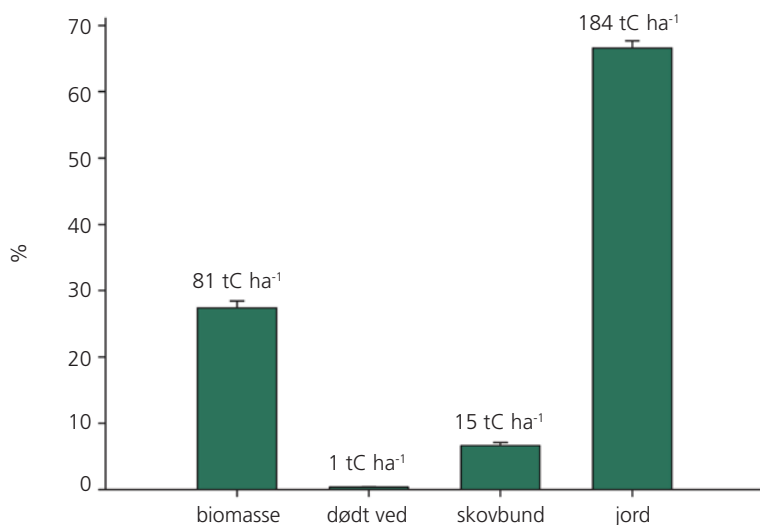
med opløste syrer fra det organiske lag udvasker ofte jordbunden lige under overfladelaget, og de opløste stoffer udfældes dybere nede. På denne måde er der i Vestdanmark ofte udviklet en stærkt lagdelt jord med et tykt organisk lag øverst (*mor*) samt en udvasknings- og en udfældningshorisont længere nede, se figur 3-8 til venstre. Undertiden har udfældningslaget i 35-50 centimeters dybde form af et stærkt sammenkittet, hårdt lag (*al*), som kan udgøre en hindring for træroddernes vækst.

På de mere finkornede jorde med højere indhold af kalk udnyttes mange af de døde plantedele som føde for regnorme og andre jordbundsdyr, som er i stand til at transportere det organiske materiale ned i jorden. På den måde dannes en jord, hvor mineralsk og organisk materiale er sammenblandet i et tykt lag (*muld*). Laget af uomsat organisk materiale på skovbunden er ganske tyndt og består primært af hele nedfaldne blade eller nåle (figur 3-8 til højre).

Det har meget stor betydning for jordens egenskaber, i hvor høj grad det organiske materiale er nedblandet i jorden. Et typisk morlag indeholder store mængder af delvist omsat organisk materiale, men kun få mineralske bestanddele. Det kan binde en del vand i perioder med megen nedbør, men det mister hurtigt sit vandindhold i tørre perioder. Tilsvarende kan morlaget binde en del plantenæringsstoffer. Men tilføres det solvarme og fugtighed, f.eks. efter renafdrift af bevoksningen, vil der ske en omfattende nedbrydning af de uomsatte organiske stoffer, hvorved kulstofindholdet omdannes til  $\text{CO}_2$ , og den bundne plantenæring frigøres.

I muldjord er det organiske materiale i meget højere grad omsat og sammenblandet med mineraljorden. En stor del af de organiske forbindelser er bundet til mineralske partikler i form af *humus*, der enten optræder som selvstændige partikler eller sidder som et overfladelag på mineralpartiklerne. Humus er sort- eller brunfarvede forbindelser, og de giver jorden sin mørkebrune farve. Dette organiske stof er langt mere stabilt og mindre udsat for nedbrydning end det uomsatte materiale, som ligger på skovbunden. Hvor hugst (afdrift) og/eller jordbearbejdning kan resultere i en hurtig omsætning af det organiske lag på skovbunden, med frigørelse af store mængder CO<sub>2</sub> til følge, sker der kun en langsom nedbrydning af det mineralbundne organiske stof, selv om jorden dyrkes og/eller bearbejdes. Over tid kan der opbygges ganske store kulstoflagre i jordbunden, som vist på figur 3-9. Figuren viser gennemsnitsresultater fra 277 bevoksninger i danske skove. Som nævnt i afsnit 1.2 er jordbundens indhold af kulstof under danske forhold meget større end mængden af kulstof i træerne.

En særstilling indtager *tørvejord* (organisk jord, ”sortjord”) som findes i vore moser – lavmoser såvel som højmoser. For dansk skovbrug er det lavmosetørven, som er mest aktuel. Tørvejorden består næsten udelukkende af organisk materiale: planterester, som på grund af høj fugtighed og fravær af ilt kun nedbrydes meget langsomt, og som derfor igennem årtusinder har kunnet opbygges til et tykt jordlag. I udgangssituationen er disse lokaliteter så fugtige, at kun få træarter kan overleve, men mange skovmoser er i tidens løb blevet delvist udtørret ved grøftegravning. De kan i bedste fald byde på dyrkningsmuligheder for værdifulde træar-



Figur 3-9. Kulstoffets fordeling i danske skove i henholdsvis stående træer/plantevækst, dødt ved, dødt organisk materiale oven på jordbunden og i jorden. Data fra 277 danske bevoksninger af forskellig alder, udvalgt fra Danmarks Skovstatistik.

(Efter Boveland 2012)

ter. Moserne er dog ikke uproblematisk som dyrkningslokaliteter. Dels er vandstanden som regel ikke sænket ret meget, så træernes roddybde er begrænset, dels har tørvejorden en lav vægt, fordi den ikke indeholder mineralske bestanddele. Begge dele gør, at træer ikke er ret godt forankrede i jorden og derfor udsat for stormfald. Endvidere har tørvejorden meget lille mekanisk bæreevne, så det er svært at færdes med maskiner, når træerne skal fældes og transporteres væk.

Såvel partikelstørrelse som indholdet af organisk materiale har stor betydning for jordens evne til at indeholde vand. I en jord bestående af store partikler (sandjord) er porerne store, og der vil være tendens til, at nedbør løber igennem overfladejorden ned til dybere lag. Den grovsandede jord tørrer hurtigt ud i perioder med lav nedbør, og planternes/træernes vandforsyning er ustabil. Den finkornede jord (ler/siltjord) har et større samlet porevolumen end sandjorden, men her er de enkelte porer meget mindre, og vandet fastholdes derfor bedre af kapillærkræfterne (hårrørskræfterne). Et indhold af organisk materiale forbedrer yderligere den vandholdende evne, idet der kan opbygges krummestruktur med forøget porevolumen. Muldjord med et finkornet udgangsmateriale sikrer på bedste måde, at planterne har en stabil vandforsyning.

Lige så vigtigt som vandforsyningen er det, at rødderne forsynes med ilt til deres ånding; ellers kan de hverken optage vand eller næring. Fra en sandjords grove porer strømmer vandet hurtigt væk efter nedbør og erstattes af luft. Derfor er iltforsyningen generelt god i de grovkornede jordbundstyper. I en finkornet jord med små porer er transporthastigheden langt mindre, og der er større risiko for, at jorden bliver vandmættet i perioder med megen nedbør, så rødderne ikke har adgang til luft/ilt. I en veludviklet muldjord er der dog ingen problemer med iltforsyningen, selv om udgangsmaterialet oftest er finkornet. Det skyldes, at jordbundsdyrene (regnorme, insekter, bænkebidere m.m.) efterlader et netværk af gange og kanaler, som sikrer en hurtig afdræning af overskudsnedbør.

Også terrænhældning, dybden til grundvandet og forekomsten af eventuelle vandstandsede lag (al) i jordbunden betyder meget for vandbevægelsen (afdræningen) og dermed også for iltforsyningen i jorden. I flade landskaber med svær lerjord dannes ofte et højtstående (sekundært) grundvandsspejl i vinterhalvåret, og træernes rødder kan ikke trænge i dybden på grund af iltmangel. På sådanne lokaliteter (bl.a. dele af Stevns, Lolland og Skåne) trives kun et begrænset antal træarter, og betingelserne for skovdrift kan være vanskelige.

Jordens iltindhold kan ofte bedømmes ud fra dens farve, især hvis den ikke har et stort indhold af de mørktfarvede humusstoffer. De fleste

jordtyper indeholder jern, og hvis der er ilt til stede, findes jernet i form af tri-valente (Fe(III)) forbindelser, som har en gullig eller rustrod farve. Under iltfri forhold findes jernet på di-valent (Fe(II)) form, som har en lys blålig eller grå farve. Gullige eller rødlig nuancer er derfor udtryk for god iltforsyning, mens blågrå, kompakt jord (gley) er tegn på iltfri forhold.

For træets trivsel er det afgørende, at dets rødder har kontakt til et stort volumen af jord. Først og fremmest sikres det herved, at træet har adgang til en stor reserve af vand. En ikke uvæsentlig del af vandforsyningen i vækstperioden udgøres af den vandmængde, som er opsuget og oplagret i de øvre jordlag i løbet af vinterhalvåret. Foruden den aktuelle nedbør i vækstperioden bestemmes vandforsyningen derfor både af, hvor veludviklede rødderne er, og den pågældende jordbunds evne til at optage og fastholde vand. Som nævnt kan finkornet jord generelt indeholde mere vand end grovkornet (den finkornede har større *markkapacitet*). De østdanske jorde har derfor større vandholdende evne end de mere sandede jorde i Midt- og Vestjylland. Hvis der ikke er direkte rodstandsede lag (al eller højststående grundvand), har de sandede jorde til gengæld flere store porer, sådan at iltforsyningen er bedre i dybden. Træerne har derfor mulighed for at udvikle et stort rodnet. Det kan i nogen grad kompensere for sandjordens ringere evne til at opmagasinere vand.

## Plantenæringsstoffer og pH

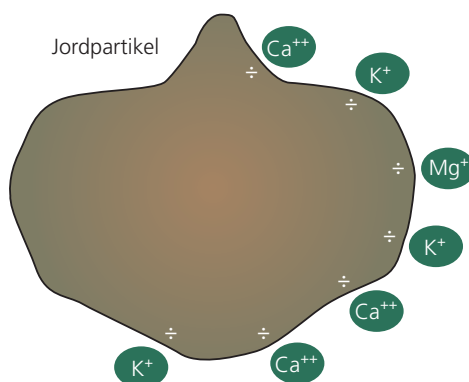
Ud over kuldioxid fra luften og vand fra jorden har træerne brug for en række plantenæringsstoffer, som alle optages sammen med vandet fra jordbunden.

Makronæringsstoffer		Omtrentligt indhold i gram pr. kg "træ"-tørstof
	Kvælstof (N)	3,5
	Fosfor (P)	0,3
	Kalium (K)	1,5
	Calcium (Ca)	3,0
	Magnesium (Mg)	0,5
	Svovl (S)	0,5
Mikronæringsstoffer		
	Jern (Fe)	0,02
	Mangan (Mn)	0,03
	Kobber (Cu)	0,005
	Zink (Zn)	0,01
	Bor (B)	0,05

*Tabel 3-1. Omtrentlige tal for indholdet af de vigtigste plantenæringsstoffer i træer. Ved betegnelsen "træ" skal forstås et vægtet gennemsnit af alle træets overjordiske bestanddele: ved, bark, grene og nåle/løv.*

En stor del af de plantenæringsstoffer, som findes i jorden, er ikke umiddelbart tilgængelige for planterne, fordi de er bundet i uopløselige mineraler eller – for en del af kvælstoffets vedkommende – i jordens humusindhold. De plantetilgængelige næringsstoffer har form af ioner, som kan opløses i jordvæsken. Alle metal-ionerne har positiv elektrisk ladning (kationer), mens kvælstoffet kan indgå både i de negativt ladede nitrat-ioner ( $\text{NO}_3^-$ ) og i de positivt ladede ammonium-ioner ( $\text{NH}_4^+$ ). Såvel jordbundens mineralske partikler som de organiske humusstoffer har på deres overflade et stort antal atomer eller atomgrupper med negativ ladning, som tiltrækker og binder de positivt ladede ioner af næringsstofferne. Bindningen er dog ikke stærkere, end at næringsstofferne på ny kan frigøres og erstattes af andre kationer, afhængigt af koncentrationen af opløste stoffer i jorden. På den måde optræder jordpartiklerne som *ionbyttere*, der kan lagre næringsstoffer, indtil planterne har brug for dem. Ionbytningen har særlig betydning for planternes forsyning med de såkaldte *basekationer*, hvoraf de vigtigste er  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{K}^+$  og  $\text{Mg}^{++}$  (figur 3-10).

Figur 3-10. Princippet for plantenæringsstoffernes binding i jorden. Næringsstof-ionerne tiltrækkes af elektriske ladninger på jordpartiklernes overflade.



På jordpartiklernes overflade findes også positivt ladede atomgrupper, som kan binde negativt ladede ioner (anioner), men de positive ladninger er hverken så talrige eller så kraftige som de negative. Den negativt ladede nitrat-ion ( $\text{NO}_3^-$ ) bindes derfor ikke særligt kraftigt til jordpartiklerne. Den er meget bevægelig og udvaskes let, hvorved kvælstoffet kan ende i vandløb og søer eller evt. i grundvandet. Kationerne er stærkere bundet til jorden, men dog i varierende grad. En særstilling indtager fosfor, som ofte danner meget tungtopløselige forbindelser og derved bliver næsten utilgængeligt for planterne.

Jordbundens evne til ionbytning afhænger dels af den kemiske sammen-

sætning, dels af hvor stor overflade partiklerne har. Finkornede, lerholdige jordtyper har meget stor overflade pr. gram jord, og lerminerallerne har mange negativt ladede atomgrupper, som kan binde kationer. Tillige indeholder disse jorde ofte en del humus, som også har negative ladninger og derved bidrager til ionbytningen. Derfor kan de finkornede jorde med højt indhold af organisk stof optage, indeholde og frigøre de største mængder af plantenæringsstoffer. Sandjord har langt mindre specifik overflade (= størrelsen af den samlede overflade pr. gram jord), og sandkornene består for en stor del af mineralet kvarts, som i ren form ikke har elektriske ladninger på overfladen. Grovsandet jord har altså ringe evne til at fastholde plantenæringsstofferne. Det er en af grundene til, at træernes vækst er langt bedre på de lerede østdanske jorde end på hedsletternes sandjord.

Sammenlignet med landbrugsafgrøder er træernes behov for næringsstoffer moderat. Spørgsmålet er bedst undersøgt for rødgran: Hvis man i forbindelse med hugst kun udnytter stammerne, er den gennemsnitlige fjernelse af plantenæringsstoffer over en hel omdrift i størrelsesorden 5-10 kg/hektar/år for næringsstofferne kvælstof (N) og calcium (Ca) – afhængigt af træernes væksthastighed på den pågældende lokalitet. Af kalium (K) fjernes ca. det halve af kvælstofmængden, og af fosfor (P) og magnesium (Mg) ca. 1/10 af kvælstofmængden. Hertil skal lægges den mængde af næringsstoffer, der nedvaskes til større dybde, når overskuds-nedbøren siver ned til grundvandet. Det samlede tab af næringsstoffer er dog så lille, at det langt de fleste steder ikke anses for nødvendigt at tilføre skoven næringsstoffer i form af gødning.

Tabet af næringsstoffer dækkes delvis af nedfald fra atmosfæren. Nærheden til havet og vores blæsende klima betyder, at en hel del plantenæring tilføres i form af salte fra havet, som forstøves i luften, når det blæser, og med vinden transporteres ind over land. Disse salte indeholder blandt andet svovl, magnesium, kalium og calcium. De afsættes på planterne som partikler eller opløses i nedbøren. Noget tilsvarende gælder kvælstof, som tilføres atmosfæren fra menneskeskabte kilder (landbrug, forbrændingsmotorer). Resten af plantenæringen fremkommer ved nedbrydning (forvitring) af jordens mineralske partikler, hvor der blandt andet frigøres fosfor, kalium og calcium. Forvitningspotentialet er størst i en finkornet, leret jord og mindst i sandjord. Sandets kvartskorn indeholder ingen plantenæring, og de forvitrer i øvrigt meget langsomt.

På grund af den voksende interesse for bioenergi har vi de seneste årtier set en intensiveret udnyttelse af skoven, hvor også grene, og i visse tilfælde nåle og stød, fjernes ved hugsterne. Hvis man i en granskov udnytter hele den overjordiske del af træet (inkl. nåle) i stedet for blot stammerne,

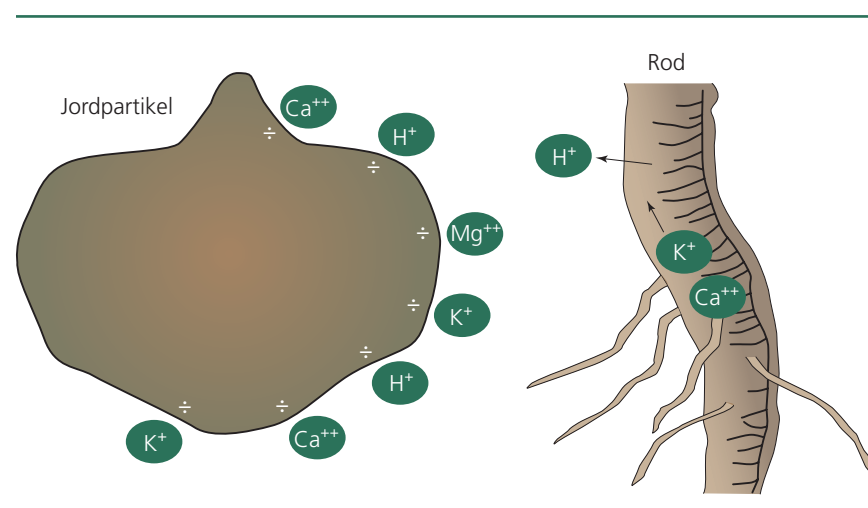


kan man i grove træk regne med, at udtaget af næringsstoffer tredobles. Det skyldes, at koncentrationerne af næringsstoffer er langt højere i grene og især i friske nåle. Den årlige fjernelse af kvælstof og calcium stiger fra 5-10 kg/hektar/år til gennemsnitligt mellem 15 og 30 kg/hektar/år, og fjernelsen af de øvrige næringsstoffer øges tilsvarende. På magre lokaliteter overskrider man derved de mængder af basekationer og fosfor, som tilføres fra atmosfæren og ved forvitring. På længere sigt kan det derfor blive nødvendigt at erstatte nogle af de fjernede næringsstoffer ved tilførsel af gødning udefra. Læs mere om dette emne i kapitel 7.9 (Gødskning).

Når træerne optager næring fra jorden, sker det i form af elektrisk ladede ioner. Da såvel træet som jorden må forblive elektrisk neutrale, er optagelsen af en ion altid ledsaget af, at der udskilles en anden ion med samme ladning. Når de positivt ladede basekationer optages af rødderne, udskilles næsten altid en brint-ion  $H^+$  (en "syre-ion") for at balancere den elektriske ladning i jordvæsken.  $H^+$ -ionerne forbliver enten opløst i jordvæsken eller sætter sig på en jordpartikel ved ionbytning.

Efterhånden som træerne vokser, erstattes en stadigt større del af jordens basekationer med de sure brint-ioner. Jorden bliver altså gradvist mere sur (pH-værdien falder), samtidig med at næringsstofferne forbruges. Hvis planten dør og nedbrydes på stedet, neutraliseres  $H^+$ -ionerne igen af de basekationer, som frigives ved nedbrydningen. Men hvis vi høster og fjerner planterne/træerne, forbliver de sure  $H^+$ -ioner i jorden. Enhver høst af afgrøder vil således resultere i en forsurening af jordbunden. Jo flere plantenæringsstoffer der fjernes ved høsten, des større er den forsurende effekt.

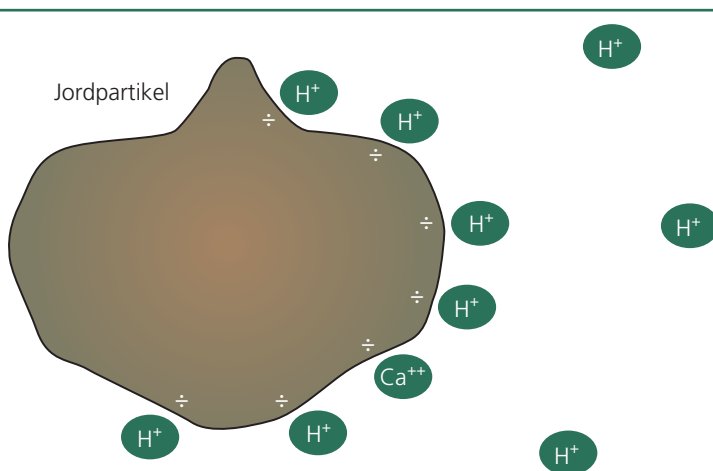
Figur 3-11. Ionbytning, når træerne optager næringsstoffer fra jorden.



Forsuring kan også have andre årsager: Dels kan der dannes organiske syrer i det delvist omsatte lag af nåle og løv på skovbunden, dels udskiller alle levende organismer i jordbunden  $\text{CO}_2$  ved deres ånding. Noget af denne kuldioxid opløses i jordvæsken og danner kulsyre ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ ), som delvist er spaltet i  $\text{H}^+$  og  $\text{HCO}_3^-$ -ioner. De sure  $\text{H}^+$ -ioner har tendens til at sætte sig på jordpartiklerne, mens de letopløselige bikarbonat-ioner ( $\text{HCO}_3^-$ ) kan udvaskes sammen med basekationer. Herved sker der både en forsuring og et tab af næringsstoffer. Endelig sker en mindre del af kvælstofnedfaldet fra atmosfæren i form af salpetersyre, som naturligvis bidrager til forsuring af jordbunden.

For basekationenes vedkommende er der en direkte sammenhæng mellem mængden af tilgængelige ioner og jordens surhedsgrad ( $\text{pH} = \text{reaktionstal}$ ). I en sur jord er koncentrationen af  $\text{H}^+$ -ioner høj, og disse ioner vil optage en stor del af pladserne ved jordpartiklernes negative atomgrupper (figur 3-10). Jorden har ringe ionbytningskapacitet og begrænset evne til at holde fast på basekationerne ( $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{K}^+$ ). I stedet er der risiko for, at disse ioner udvaskes, f.eks. sammen med de negativt ladede nitrat-ioner ( $\text{NO}_3^-$ ).

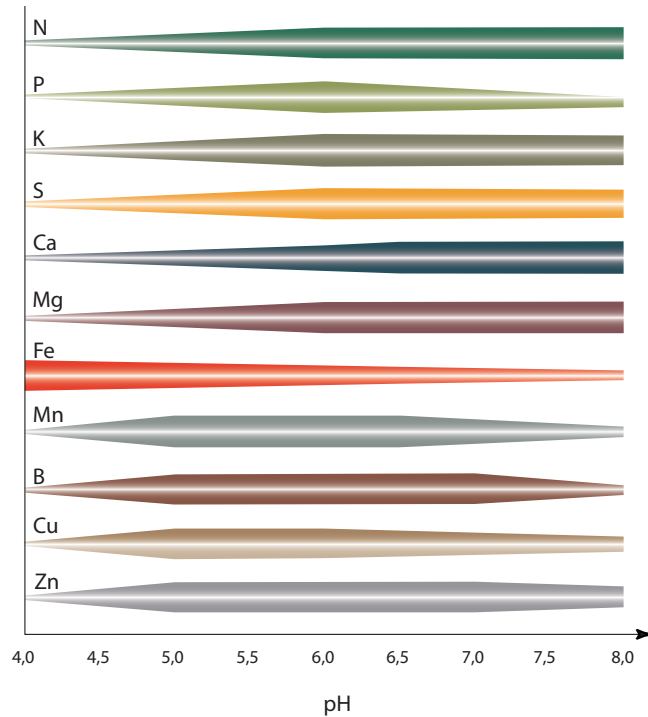
I det hele taget har jordens surhedsgrad stor betydning for planternes forsyning med næringsstoffer, dels pga. ovenstående mekanismer, dels fordi de enkelte plantenæringsstoffers opløselighed i vand afhænger af  $\text{pH}$ . De generelle forhold er skitseret i figur 3-13. Tilgængeligheden af basekationer aftager ved faldende  $\text{pH}$  (sur jord), mens tilgængeligheden af jern og mangan kan blive problematisk i jorde med høj  $\text{pH}$ -værdi. For fosfor er tilgængeligheden størst lidt under neutralpunktet ( $\text{pH} 7$ ). De fleste skovtræer vokser optimalt ved  $\text{pH} 5-6$ , men mange arter kan tåle betydeligt lavere  $\text{pH}$ .



Figur 3-12. En sur jord har kun lille ionbytningskapacitet, fordi jordpartiklernes negative ladninger er "optaget" af brintioner.

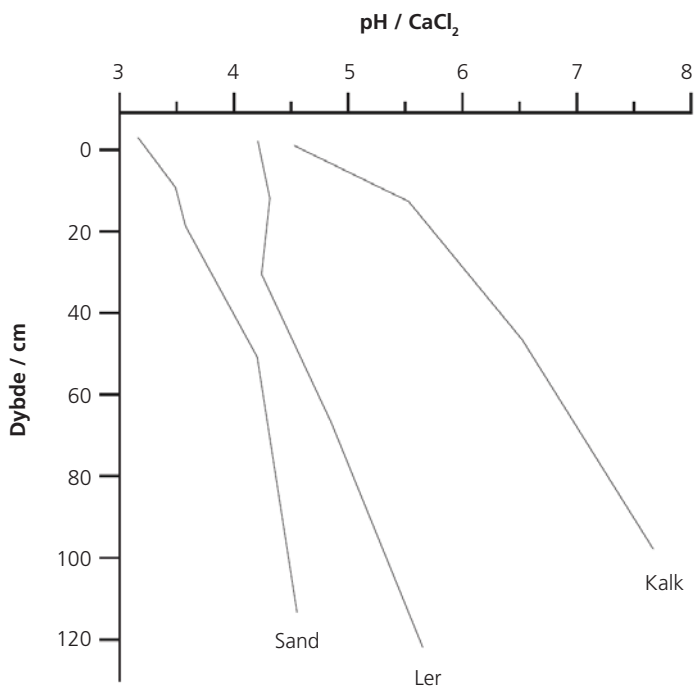
Der er kun få pladser, hvor basekationer kan fastholdes.

Figur 3-13. Den relative tilgængelighed af plantenæringsstoffer ved forskellige pH-værdier i jorden. Bred bjælke = stor tilgængelighed.



Lige som volumenvægten ændrer også surhedsgraden (pH) sig, når man bevæger sig nedefter i jordbunden. Det geologiske udgangsmateriale indeholder mange steder i landet en del kalk, som sikrer en ret høj pH-værdi (ren kalk har pH ca. 8,3). Som tiden går, bliver en del af denne kalk opløst i jordvæsken og enten optaget af plantevæksten eller udvasket til dybere jordlag. Dermed får det øverste jordlag gradvist lavere pH (figur 3-14).

Den gradvise og uundgåelige forsuring af jordbunden er velkendt i landbruget, hvor man rutinemæssigt justerer surhedsgraden ved at tilføre kalk ( $\text{CaCO}_3$ ). I skovbruget blev kalkning tidligere anvendt ved tilplantning af udpint dyrknings- eller græsningsjord. Det gjaldt bl.a. ved etablering af skove i Nordsjælland i 1800-tallet, men også til en vis grad ved tilplantningen af de jyske heder. I nyere tid er kalkning i skovene næsten ukendt. I de fleste skove må jordbundsforuringen modvirkes gennem naturlig forvitring (nedbrydning) af kalk og andre jordbundsminerale. De østdanske morænejorde har både høj forvitringkapacitet og indeholder en del kalk, og derved stabiliseres pH. I en sandet jord uden kalk foregår forvitringen uhyre langsomt, og sandets kvartskorn indeholder ingen basekationer. Derfor er skovjord i Vestdanmark ofte mere sur end i de østlige egne.



Figur 3-14. Gennemsnitlig pH i dansk skovjord i forhold til dybden.

(Efter Raulund-Rasmussen & Hansen 2003)

I de allerseneste år er skovbruget begyndt at udsprede aske fra flisfyrede varmeværker. Formålet er at tilbageføre plantenæringsstoffer (primært calcium, fosfor og kalium) til skovbunden, men da asken er stærkt basisk, får jorden samtidig en højere pH-værdi. Se nærmere i afsnit 7.9.

### Lokalitetskortlægning

Til beskrivelse af jordbunden i forbindelse med skovbrug blev der i 1990-erne udviklet et system til såkaldt forstlig lokalitetskortlægning. Ud fra en bedømmelse af jordbundens tekstur og farve vurderes indholdet af plantenæringsstoffer samt jordbundens vandholdende evne. Afdræningsforholdene vurderes på baggrund af forekomsten af reducerende (iltfri) forhold. Skalaen for næringsstoffer er inddelt i 6 trin. Skalaen for vandforsyning har 9 trin, hvor de 6 første gælder for jordbundstyper med fri dræning, hvor røddernes udvikling på intet tidspunkt begrænses af manglende iltforsyning. De 3 sidste trin er forbeholdt jord med begrænset dræning, hvor der findes vandpåvirkede og iltfattige lag i aftagende dybde, se figur 3-15. Vandpåvirkningen kan enten stamme fra grundvand eller fra opstuvning af overfladevand i en tæt jordbund.

Ved lokalitetskortlægningen udtages jordprøver med et jordspyd til mindst en meters dybde, og helst med en tæthed på mindst 1 prøve pr.

Figur 3-15. Afkrydsningskema til brug ved forstlig lokalitetskortlægning.

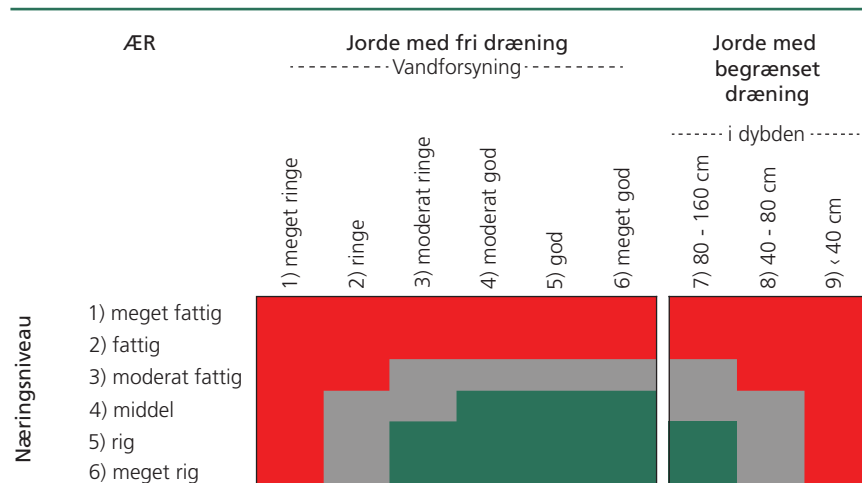
(Efter Granat 2005)

		Jorde med fri dræning ----- Vandforsyning -----						Jorde med begrænset dræning ----- i dybden -----		
		1) meget ringe	2) ringe	3) moderat ringe	4) moderat god	5) god	6) meget god	7) 80 - 160 cm	8) 40 - 80 cm	9) < 40 cm
Næringsniveau	1) meget fattig									
	2) fattig									
	3) moderat fattig									
	4) middel									
	5) rig									
	6) meget rig									
Dyrkningsfaktorer		Cementerede al-lag: m	Kompakte jordlag: k	Overfladenær vandstuvning: s				Kalkjord: r	Tørvejord: t	

hektar. Der suppleres med enkelte gravede jordbundshuller, hvor man bedre kan vurdere jordprofilen, lagdelingen og evt. dybden til vandspejlet.

Lokalitetstypen angives som en tocifret kode med vandforholdene som første ciffer. Tallene kan suppleres med en bogstavkode, f.eks. for al-lag (m) eller tørv (t). Eksempelvis kan lokalitetstypen angives som 85, hvilket betyder en jord med højtstående (grund-)vand i 40-80 centimeters dybde og en god næringsstofforsyning. I dette tilfælde vil der typisk være tale om en svær lerjord på fladt terræn, som det blandt andet kan findes på Stevns og Lolland. På figur 3-8 vil den grovsandede jord til venstre have lokalitetstype 71 (opstuvning af vand i 150 cm's dybde og yderst fattig på næring). Morænejorden til højre er af type 75 (vand i 130 cm's dybde og højt næringsindhold).

Figur 3-16. Eksempel på brug af forstlig lokalitetskortlægning. Jordbundskrav for ahorn (ær, *Acer pseudoplatanus*) med angivelse af optimale forhold (grønt), egnede forhold (gråt) og uegnede forhold (rødt). Tilsvarende figurer for andre træarter kan findes i kapitel 9.



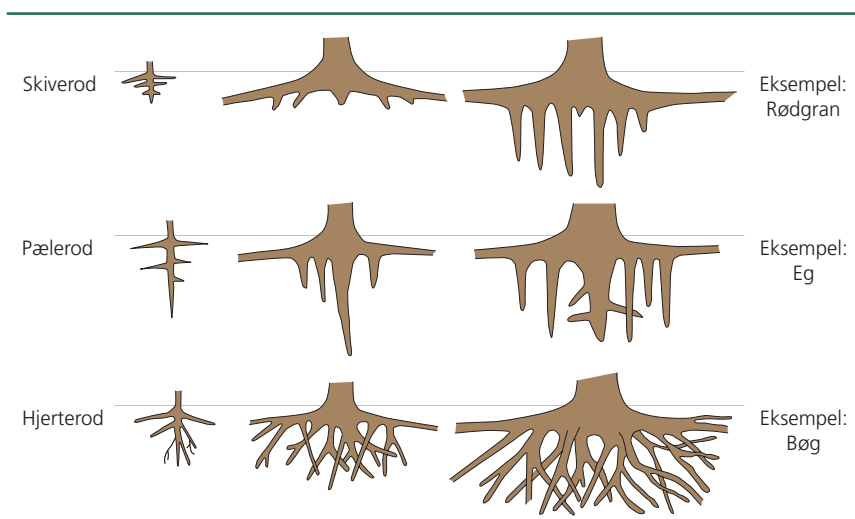


Det vigtigste formål med den forstlige lokalitetskortlægning er at yde støtte til træartsvalget. I skemaet over lokalitetstyper (figur 3-15) kan man indtegne hver enkelt træarts krav til næring og vandforsyning, og på den måde få et første indtryk af, hvilke træarter det vil være muligt at dyrke på stedet. Som eksempel er valgt ahorn (figur 3-16), en træart som stiller store krav til jordens indhold af næring, vand og ilt.

### Røddernes udvikling

Lige som træarterne er meget forskellige i deres krav til lys og i deres vækstrytme, er de også ganske forskellige, når det gælder røddernes vækst og udvikling. Når et frø spirer, er det kimroden, som kommer tidligst til syne, og først når der er dannet en funktionsdygtig rod, udvikles det overjordiske skud med grønne blade. Hos nogle træarter forgrener roden sig lige fra begyndelsen, og træet udvikler et busket og vidt forgrenet rodsystem i det øverste jordlag (*skiverod*), hvorfra tyndere ”sænkerødder” går i dybden, hvis jordbundsforholdene tillader det. Typiske eksempler på denne rodudvikling ses hos gran (*Picea*). Hos andre arter fortsætter den oprindelige rod lodret nedad som en kraftig *pælerod*, øjensynligt for at sikre vandforsyning fra større jorddybde. Med tiden suppleres pæleroden med side- og sænkerødder. Eksempler på dette er roden hos eg og skovfyr. Mange træarter, bl.a. bøg, har en mellemform (*hjerterod*), hvor den oprindelige rod hurtigt deler sig i flere kraftige grene, som breder sig såvel vandret som lodret (figur 3-17).

Ud over træernes arveligt betingede tilbøjelighed til at danne et mere eller mindre forgrenet rodsystem, styres rodudviklingen i høj grad af jordens iltindhold. I en jord med grov tekstur og mange store porer vil der være god iltforsyning, og rødderne vil have gode vækstmuligheder,



Figur 3-17. Typiske eksempler på rodudvikling fra ung (venstre) til gammel (højre). Frøplanten starter altid med en pælerod, men hos træer med skive- eller hjerterod mister denne primære rod gradvist sin betydning. (Efter original af C.N. Nielsen)

også i dybden. En tæt, finkornet jord vil derimod have ringe udveksling af luft med atmosfæren, og rødderne vil på grund af iltmangel have svært ved at vokse, undtagen i det allerøverste jordlag. Jordens tekstur og porevolumen må naturligvis ses sammen med afdræningen. Er porerne vandfyldte, kan der ikke foregå nogen strømning af luft, og diffusion af ilt i jordvæsken foregår meget langsomt. Iltforsyningen bliver derfor ringe. Igen er problemet størst for de tætte, finkornede jorde, hvor gennemstrømningen er langsom. De forbliver vandmættede i lang tid efter nedbør eller tøbrud, og røddernes vækst kan blive hæmmet af iltmangel.

Træarterne har forskellige krav til jordens tekstur. Ahorn og douglasgran er arter, som øjensynligt nyder godt af en porøs jordbund med god iltforsyning, hvor rødderne kan udvikle sig i dybden. Også rødgran stiller store krav til røddernes iltforsyning, men da den fra naturens hånd udvikler et højtliggende og fladtstrygende rodsystem (skiverod), kan den alligevel klare sig på steder med højtstående, iltfattigt vand ("mosegraner"). Bøg er temmelig fordringsfuld med hensyn til iltforsyningen. Den kan nok gro, selv om kun det øverste jordlag har luftfyldte porer, men sundhedstilstanden bliver ofte utilfredsstillende. Resultatet kan være topdød og misfarvning (rødmarv) i stammens indre og risiko for stormfald (figur 3-18). Eg er væsentligt mere tålsom med hensyn til iltforsyning, og eg er den træart, som oftest anbefales til plantning på lerede, grundvandsnære jorde. Kæmpethuja (*Thuja plicata*) kan trives under tilsvarende forhold. Mest tålsom er rødæl, som endog kan gro i åbent, stillestående vand. Denne art har særlige luftkanaler i rødderne, hvori der transporteres ilt fra porer i barken og ned til rodsystemet.

Et særligt forhold er, at næsten alle træers rødder er koloniseret af svampe, som danner såkaldt *mykorrhiza* (fra græsk: "svamperod"). Svampens hyfer vokser imellem eller inde i de tynde rødders celler, og svampen modtager næring i form af kulhydrater (sukker) fra træet. Til gengæld leverer svampen vand med opløste næringsstoffer til træet. Mykorrhiza-svampen synes også i nogle tilfælde at kunne bekæmpe andre svampe, bakterier eller planter, som kunne være skadelige for værtstræet. Svampe kan have et vidtstrakt net af hyfer med en enorm overflade, og symbiosen med mykorrhiza-svampe betyder en stærk forøgelse af træets mulighed for at skaffe sig vand og næring. Talrige undersøgelser har vist, at træer (og mange andre planter) vokser meget bedre sammen med mykorrhiza-svampe, end de gør i steril jord. Blandt de storsvampe (både rørhatte og lamelsvampe) vi finder i skoven, er der mange arter, som ernærer sig helt eller delvist ved at danne mykorrhiza på skovtræerne.

Røddernes udvikling har afgørende betydning for bevoksningens fysiske stabilitet. Når træets krone udsættes for blæst eller ligefrem storm,



Figur 3-18. På vandlidende jord er også løvtræerne udsat for stormfald, da rødderne på grund af iltmangel ikke kan gå i dybden.

(Foto: Søren Fodgaard)

udsættes rodsystemet for meget store kræfter. Stormfald skyldes dog som regel ikke, at sunde hovedrødder knækker. I nogle tilfælde knækker stammen over jorden, men oftest vælter træet med hele rodkagen, som vippes op af jorden. I forhold til at modstå storm har træer med dybt rodsystem en stor fordel. Massen af jord, som er bundet sammen af rødderne, udgør en effektiv kontravægt i forhold til vindens påvirkning, og røddernes forankring er bedre, jo dybere de har fat. Træarter, som naturligt har et overfladisk rodsystem (rødgran), er mest udsat for stormfald, men for alle træarter forøges risikoen, hvis rødderne på grund af højtstående grundvand eller andre rodstandsede lag forhindres i at søge i dybden. For træer med dårligt udviklede rødder ses det ofte, at hele rodklumpen løsner sig under storm, dog uden at træet vælter, idet finrødderne knækker i rodklumpens periferi. Træet vil forsøge at gendanne finrødderne, men ved næste storm knækker de nye rødder på ny, når rodklumpen begynder at vippe. En sådan ”rodkageløsning” bliver således starten på en ond cirkel, hvor træets sundhedstilstand forringes på grund af næringsstof- og vandmangel. I værste fald får nedbrydende svampe adgang til træets indre gennem de knækkede rødder.

### Skadevoldere og ukrudt

Skovtræerne kan skades af en lang række svampe, insekter og pattedyr. Nogle af dem vil blive omtalt i kapitel 6 og 7, men i øvrigt henvises til speciallitteratur og -kurser. Med få undtagelser gælder det, at en direkte bekæmpelse af skadelige svampe, insekter og andre dyr enten ikke er mulig, ikke tilladt eller strider mod andre hensyn i skovdriften. Bedre bekæmpelsesmuligheder har man over for det ukrudt, som undertiden truer med at overvokse og kvæle nyetablerede skovkulturer. Lovgivningen trækker snævre grænser for anvendelsen af kemisk ukrudtsbekæmpelse i

skov, men enkelte effektive midler er tilladt, lige som mekanisk ukrudtsbekæmpelse finder anvendelse en del steder. Mere om dette i kapitel 6.

Langt den vigtigste metode til at undgå ødelæggende skader er at tilrettelægge sin skovdrift, så træerne begunstiges i forhold til skadevolderne. Desuden er det vigtigt at sikre en passende variation i skoven, så skade/tab af enkelte bevoksninger eller træarter ikke får ødelæggende virkning på større skovarealer. Afskrækkende eksempler er kendt fra især Nordamerika, hvor man efter omfattende afdrifter har genkultiveret store arealer med én eller få træarter. Efter nogle årtier har disse ensartede og ensaldrende bevoksninger været udsat for massedød pga. insektangreb (navnlig ”Spruce Budworm” og ”Mountain Pine Beetle”).

Ud over de levende organismer, der kan optræde som primære skadevoldere, er der altid en risiko for, at et træ bliver beskadiget i løbet af sit liv: knækkede grene eller rødder, skader fra publikum, påkørsel osv. Disse beskadigelser kan skabe adgang for svampe, bakterier eller udtørring. Jo ældre træerne bliver, des større er risikoen for, at træet i løbet af sit liv rammes af sådanne skader, og med alderen aftager samtidig træets evne til at overvokse og overvinde skader. Derfor ser man hos træer i ældningsfasen et gradvist tab af kvalitet, idet der indtræder misfarvninger og undertiden revner i veddet. Et typisk eksempel er *rødmarv* i bøg: en misfarvning af stammens indre, som kan indtræffe i træer, der er ældre end ca. 70 år, og som tiltager med voksende alder. Man ved ikke med sikkerhed, hvorfor og hvordan rødmarv opstår. Den mest udbredte teori er, at fænomenet skyldes, at der trænger luft ind i stammens indre gennem sår eller beskadigelser, enten fra knækkede grene eller fra døde rødder. Dannelsen af rødmarv påvirker ikke træets styrke, men de misfarvede kævler opnår ikke så høj salgspris som fejlfrit træ.

## 3.2 Træets udvikling og stabilitet

Ud over jordbund, vandforsyning, vind og andre ydre kår er det enkelte træs udvikling i høj grad præget af, om det står alene eller har naboer, og i givet fald af disse naboers afstand, antal, størrelse og træart.

### Det fritstående træ

Et træ, som vokser op alene og uden nogen konkurrence, vil tilpasse sin form således, at det med mindst mulig brug af ressourcer kan opfange mest muligt sollys. Kronens overflade skal være helt dækket af løv; overfladen skal være stor, men samtidig skal ”skelettet” (stamme og grene) ikke være unødigt stort. I praksis viser det sig, at et fritstående løvtræ ofte udvikler en krone, som nærmer sig halvkugleformen (figur 3-19 og





3-21). Nåletræerne, som har langt større tendens til at bibeholde en gennemløbende stammeakse, udvikler derimod som regel en krone, der er kegle- eller top-formet. I begge tilfælde er kronen grøn og løv- eller nåleklædt helt fra jorden til toppen.

*Figur 3-19. Fritstående løv- og nåletræer udvikler en kegle- eller halv-kugleformet krone.*

Under vore himmelstrøg bliver der dog ikke tale om en helt symmetrisk kugle eller kegle, fordi lysindstrålingen er størst fra sydsiden; grene og løv udvikles derfor kraftigst mod syd.

Opvæksten uden påvirkning fra nabotræer giver i almindelighed en harmonisk udvikling af såvel krone som rødder, så kronen kan modstå

*Figur 3-20. Vinden kan i høj grad påvirke trævæksten i Danmark.*



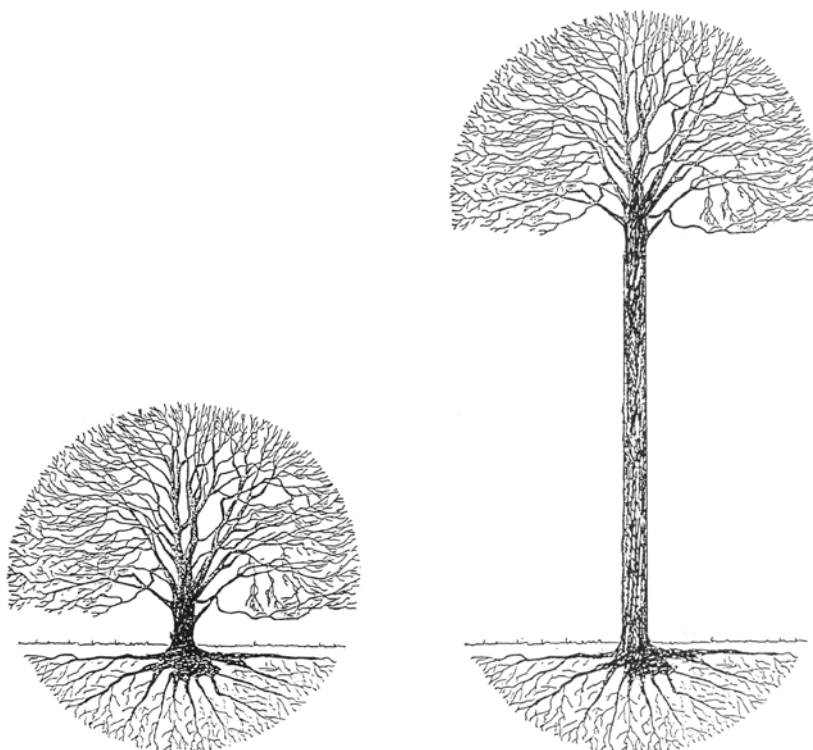
påvirkningen fra vind og nedbør (inkl. sne) og rødderne kan modstå det pres, som skyldes påvirkningerne af kronen. Det fritstående træ er altså stabilt og stormfast. Selv om træet ikke blæser omkuld, kan vinden dog påvirke kronens vækst og form, så den bliver langt fra symmetrisk. Slid og udtørring præger vindsiden, og toppen bøjer ofte af for vindens påvirkning (figur 3-20).

Økonomisk set er det fritstående træ ikke særligt værdifuldt. Med sin korte stamme og mange grene er det besværligt at oparbejde, og den producerede vedmasse kan næsten kun bruges til brændsel. Til husbygning og andet gavntre ønsker træindustrien en lang og lige stamme uden grene, som savværket kan opskære til værdifulde emner.

### Træer i en bevoksning

I planteskole- og parkdrift kan den grenfri stamme skabes ved beskæring, men det ville være en næsten uoverkommelig opgave at skulle beskære alle træer i skovbruget. Samtidig vil det være dårlig arealudnyttelse at stille træerne så langt fra hinanden, at de ikke er påvirket af deres naboer.

Begge problemer kan løses ved at udnytte træernes indbyrdes konkurrence i en tæt bevoksning. Hvis bevoksningen består af lige høje træer, vil det enkelte individ stadig modtage fuldt lys i toppen, men være be-



Figur 3-21. Til venstre: Fritstående løvtræer kan tilnærmelsesvis antage kugleform, hvor den nederste del af kuglen udgøres af rødderne. Til højre: Det forstligt passede træ har ikke kugleform, men en lang og lige stamme.

(Efter Thomassen 1983)



skygget fra siderne. Reaktionen vil være, at toppen og de øverste grene prioriteres i træets vækst, mens sidegrene kun bliver svagt udviklede. Ved stærk sideskygge (tæt bevoksning) vil sidegrenene ligefrem visne og nedbrydes, hvorved den lange og grenfri stamme (*renbul*) kan dannes. For forstmanden er problemet, at sideskyggen også hæmmer stammens diametervækst. Bevoksningstætheden bliver derved en balance mellem længden af den grenfri stamme og den tid, det tager at opnå den ønskede diameter.

Når træerne i en bevoksning ikke er lige høje, vil de mindste træer – hvis de da ikke er helt overvoksede – opleve den største forskel mellem top- og sidelys, og de vil i høj grad søge at prioritere deres højdevækst. Omvendt vil de træer, som rager særligt højt op, være udsat for udtørring og vindslid, og i hvert fald i den øvre del af kronen vil sidegrenene have tilstrækkeligt lys til at udvikle sig kraftigt på toppens bekostning. Resultatet af disse mekanismer er, at kronetaget vil have tendens til at udjævne sig med tiden; der sker en *egalisering* (udjævning) af bevoksningen. Fænomenet kan bl.a. iagttages, hvis en skovbevoksning etableres i flere tempi, i stedet for på én gang. Aldersforskelle på op til 20-30 år kan næsten fuldstændigt udjævnes i løbet af træernes vækst og være svære at få øje på i den modne bevoksning. I en sådan uensaldrende bevoksning understøttes egaliseringen af, at træer generelt har større højdevækst i ungdommen end senere i livet, så de unge træer indhenter de ældre. Egaliseringsmekanismen virker også, når der er terrænforskelle i skoven. Små dale og bakker vil efter nogle årtier næppe kunne erkendes, når man betragter bevoksningen fra oven. Træerne bliver højere i dalene end på bakketoppene, og kronetaget bliver i det lange løb nogenlunde jævnt.

Ved opvækst i moderat skygge fra en overetage (en *skærm*) vil nogle træarter (bl.a. bøg) reagere på den måde, at de vil ”strække sig mod lyset”. Det vil sige, at der dannes lange top-skud, men både stamme og grene forbliver tynde. Da der ikke er nævneværdig forskel på lysforholdene mellem top og sidegrene, foretager træet ikke en klar prioritering af toppens vækst, og i mange tilfælde dør sidegrenene ikke. Man får altså ikke en oprenset stamme, men derimod et træ med sidegrene, som i sin helhed er langt, tyndt og spinkelt. Det kan føre til stabilitetsproblemer, hvis overetagen pludseligt fjernes, og de unge træer udsættes for den fulde påvirkning af vind og/eller sne. Den omhyggelige skovdyrker må sørge for gradvist at fjerne skærmen, inden opvækstens højde bliver for stor i forhold til diameteren, og eventuelt tynde ud i underetagen, så de tilbageværende træer får en bedre diameterudvikling.

Den ideelle gavnræstamme er ikke blot grenfri, men også ret. De forskellige træarter har meget uens tilbøjelighed til at udvikle en lige stam-

me. De fleste nåletræerne er *aksefaste* og danner en gennemgående stamme uanset lysforholdene. Retheden veksler mellem arterne, med rødgran som den træart, der har størst tendens til at danne en helt lige stamme. Denne egenskab har bidraget stærkt til, at rødgran er den mest populære tømmertræart i Nordeuropa. Blandt løvtræerne er der langt større formforskelle. Rødel og poppel har ofte en gennemløbende og ret stamme. Det gælder også i nogen grad kirsebær, ask og eg (især vintereg), mens bøg er langt mere *plastisk*. Uden nabotræer vil bøgens stamme dele sig få meter over jorden og udvikle en stor og busket krone.

Et særligt problem udgør de træer, hvis stamme deler sig i to lige store dele: en *tvege*. Sådanne træer opnår kun en lav udnyttelsesgrad som gavntræ. I blæsevejr er der stor fare for, at træet flækker eller den ene tvegegren knækker af, så nedbrydende svampe får adgang til stammens indre. Derfor forsøger man altid ved tyndingshugsterne at fjerne de tveger, som måtte findes i bevoksningen.

Inden for de enkelte træarter er der store forskelle med hensyn til træets form. Dannelse af en ret og gennemløbende stamme er i høj grad en arvelig egenskab. Man kan derfor til en vis grad sikre sig velformede træer ved at vælge frø fra bevoksninger, som erfaringsmæssigt giver et afkom med god stammeform.

Selv hos de plastiske løvtræer kan man ved omhyggelig styring af lysforholdene opnå, at stammen bliver lang og ret, om end den sjældent bliver snorlige. Små bugtninger eller zigzag-form på den unge stamme har dog ikke nogen stor betydning. Når stammen vokser i diameter, vil årringene altid være bredest, hvor der er indbugtninger, og tyndest på ”bulerne”. På den måde bliver stammerne mere lige med alderen. Selv temmelig store udsving i stammeformen kan være fuldstændigt skjult, inden store træer når deres omdriftsalder.

### Stabilitet

Det fritstående træ har en stor og bred krone, men et tilsvarende bredt rodsystem, sådan at det kan modstå vindens pres – det har en stor *individuel stabilitet*. Sammenbrud ses kun i ekstreme tilfælde, eller hvis rødderne er svækkede af svampeangreb. Træer, der står i en bevoksning, bliver høje og slanke på grund af den indbyrdes konkurrence om lyset, men konkurrencen virker også under jordoverfladen. Selv om der kan være et vist overlap mellem rodsystemer, begrænses røddernes vækst og udvikling af nabotræernes rodsystemer. Træets ”arkitektur” bliver derfor helt anderledes i bevoksningen, end hvis det stod frit. Det er højere, end hvis det var vokset op uden naboer, og kronen er koncentreret til træets øverste del. Ganske vist er kronen smal, men rodsystemet er tilsvarende

lille. Vindens angrebepunkt er altså højt over jorden, og modvægten fra rødderne er begrænset. Der kan være stor risiko for, at et træ med sådanne egenskaber blæser omkuld, hvis det udsættes for storm. Tæt sluttede bevoksninger er imidlertid ikke særligt udsatte for stormskader. En storm er kun i stand til at overføre en vis mængde energi pr. tidsenhed (en vis effekt) til bevoksningen. Hvis træerne står tæt, fordeles denne effekt til mange individer, og påvirkningen optages af bevoksningens samlede rodsystem. I meget tætte bevoksninger kan træerne ydermere støtte hinanden rent fysisk, så kronernes udsving begrænses: Træerne i bevoksningen udviser *social stabilitet*. Man kunne forestille sig problemer i bevoksningsranden, men det viser sig, at de yderste træer, der er vant til vindpåvirkning, udvikler kraftigere rødder og en stamme, der er tykkere forneden, så den ikke så let knækker. Bevoksninger, som har stået helt urørte, skades derfor sjældent af storm, uanset hvor tæt eller spredt træerne står.

Risikoen for stormskader opstår, når man foretager tyndingshugst i skoven med det formål at give træerne mere plads og derved stimulere diametertilvæksten. I så fald skal stormens effekt lige efter hugstindgrebet optages af et mindre antal træer med et samlet set mindre rodsystem. Desuden er den fysiske støtte fra nabo træerne reduceret eller forsvundet. Efter et hugstindgreb varer det nogle år, før træernes rødder får udnyttet den ledige plads, og stammerne får justeret deres form, så de opnår den fornødne styrke og stivhed. I helt unge bevoksninger indebærer det ikke nogen stor risiko at foretage tyndingshugst. Da træerne ikke er ret høje, er momentpåvirkningen af rodsystemet begrænset, og træernes rødder vokser hurtigt, så fornyet stabilitet opnås. Men det viser sig, at træernes evne til at danne nye rødder aftager stærkt med alderen. Derfor vil en ældre bevoksning være svækket i længere tid (typisk 3 til 5 år eller mere) efter et hugstindgreb, og stormens påvirkning bliver naturligvis værre, jo højere træerne bliver.

### 3.3 Bevoksningens vedmasse og tilvækst

For at gøre fremstillingen enkel, tager dette kapitel udgangspunkt i den klassiske plantagedrift, hvor et areal tilplantes på én gang med samme træart. Efter pasning med tyndingshugster osv. fældes alle træer på én gang, når de er blevet så store, at de har nået den optimale værdi.

I virkelighedens verden er der ofte flere forskellige træarter på et areal, og de behøver heller ikke at være lige gamle, men den ensartede og ensaldrende bevoksning er et godt og enkelt eksempel, når man skal beskrive den forstlige tankegang.

## Den stående vedmasse

Mængden af ved i et træ eller en bevoksning opgøres næsten altid som et rumfang, dvs. den måles i kubikmeter. I forstlig sprogbrug kaldes træets/bevoksningens ved-volumen for *vedmassen*; ordet masse får altså i skoven en anden betydning end ved den klassiske definition fra fysikken.

Det er ikke helt let at måle et stående træs volumen, men der er i tidens løb udviklet en række metoder, som med god tilnærmelse kan give os volumen ud fra nogle enkle målinger. For en grundigere gennemgang af træmålingens teori og metoder henvises til special-litteratur; her skal kun gennemgås de grundlæggende principper.

Både når man skal udtrykke vedmassen i et træ eller i en bevoksning, og når man skal fastlægge tilvæksten i en bevoksning, har man brug for at kende en række størrelser, de såkaldte *vedmassefaktorer*.

Træets *højde* fra jordoverfladen til topknoppen er en central størrelse i beskrivelsen af træet. Højden udtrykkes i meter, oftest med én decimal.

Hvis man skal vurdere produktionsmulighederne på et areal, har man brug for at vide, om træerne gror hurtigt eller langsomt, dvs. at bedømme højden i forhold til træets *alder*, udtrykt som antal år. I vores klima, hvor træerne kun gror om sommeren, betyder alder som regel ”antal vækstsæsoner siden frøet spirede” (*alder fra frø*).

Stammens *diameter* udtrykkes i centimeter. Stammen bliver tyndere opefter, og for at have et ensartet referencepunkt har man internationalt vedtaget, at diameteren måles 1,3 meter over jorden – eller rettere over færdselsniveau, idet jordoverfladen ofte er ujævn omkring træet. Denne diameter kaldes *diameter i brysthøjde* (DBH).

Ud fra diameteren kan man beregne stammens tværsnitsareal i 1,3 meters højde. Man lader som om, stammetværsnittet er cirkelrundt, og udregner arealet ved hjælp af formlen

$$g = \frac{\pi}{4} \cdot d^2$$

Denne størrelse *g* kaldes *grundfladen* og udtrykkes i kvadratmeter. For hele bevoksninger eller større træbevoksede arealer udtrykkes grundfladen ofte i m<sup>2</sup> pr. hektar. Grundfladebestemmelse har to formål. Dels giver den grunddata til vedmasseberegningen, dels er grundfladen pr. hektar i en bevoksning et udtryk for tætheden – altså hvor intensivt arealet er bevokset.

Når man skal beregne træets *volumen*, er det enkleste udgangspunkt at gange træets højde med dets grundflade. Man beregner altså rumfanget af en cylinder, der har samme diameter som træet i 1,3 meters højde og en længde svarende til træhøjden. Men da træerne bliver tyndere opefter, får man herved for stort et resultat. Derfor er der brug for en korrektionsfaktor, som kaldes *formtallet*. Helt generelt gælder, at

$$\text{vedmasse} = \text{højde} \cdot \text{grundflade} \cdot \text{formtal}$$

Gennemsnitlige formtal for forskellige træarter og træstørrelser er fastlagt gennem et meget stort antal målinger, gennemført af forskningsinstitutioner over hele verden. Formtallet er altså en erfaringsbaseret (empirisk) størrelse, som man finder i en tabel. Formtalstabeller findes både i papirform og i digital form. I almindelige danske skovbevoksninger ligger formtallet meget ofte inden for intervallet 0,50-0,60. Unge træer har højere formtal end ældre træer, og generelt har træer i tætte bevoksninger højere formtal end træer på stor afstand, fordi stammen på fritstående træer har stor afsmalning.

For at nå fra volumen af et enkelt træ til vedmassen i en hel bevoksning, har man brug for at kende antallet af træer. Denne størrelse kaldes *stamtallet* og kan enten udtrykke det totale antal træer i en bevoksning eller (ofte) antallet af træer pr. hektar.

For de enkelte vedmassefaktorer bruges en række internationale forkortelser, som er vedtaget i organisationen IUFRO (International Union of Forest Research Organizations). De er vist i nedenstående tabel.

Begreb	Enkelt-træ	Pr. hektar eller for hele bevoksningen	Enhed
Alder (eller tidsrum)	t	T	år
Diameter 1,3 meter over jord	d	D	centimeter
Højde (fra jordoverflade til top)	h	H	meter
Formtal	f	F	-
Grundflade (areal 1,3 m o. jord)	g	G	m <sup>2</sup> (evt. pr. ha)
Stamtal		N	stk. (evt. pr. ha)
Vedmasse (volumen)	v	V	m <sup>3</sup> (evt. pr. ha)
Tilvækst pr. år	i	I	m <sup>3</sup> /år (for I <sub>v</sub> )

Tabel 3-2. Forkortelser som anbefales af IUFRO.

Bemærk, at der bruges små bogstaver for enkelttræer og store bogstaver for bevoksninger. De enkelte symbols betydning kan udbygges eller præciseres med et suffix, f.eks. I<sub>v 15-20</sub> for at betegne en bevoksnings årlige volumentilvækst i aldersintervallet 15-20 år fra frø.

I stedet for den enkle beregningsmåde  $V = H \cdot G \cdot F$  er der opstillet matematiske vedmassefunktioner, der f.eks. direkte udregner vedmassen i en bevoksning på grundlag af højde, diameter og stamtal (+ evt. alder). Modellerne kan også inddrage bevoksningens historie, f.eks. stamtallets udvikling over tid, idet ændringer af stamtallet har betydning for træernes diametervækst og afsmalning.

Mængden af vedmasse i den stående bevoksning afhænger naturligvis stærkt af træarten, lokaliteten og bevoksningens alder. Fra næsten ingen-ting i den nyetablerede bevoksning forøges vedmassen gradvist, sådan at en hugstmoden bevoksning i Danmark ofte har en stående vedmasse af størrelsesorden  $400 \text{ m}^3/\text{hektar}$ ; dog noget mindre i lystræarterne. Den stående vedmasse er større på en god og næringsrig jord end på en mere fattig lokalitet. I nåletræbevoksninger på god jord kan der ophobes store vedmasser. Således er der rapporteret vedmasser på mere end  $1\,000 \text{ m}^3/\text{hektar}$  i kæmpegran (*Abies grandis*). Formentligt kan der opnås endnu større stående vedmasser, hvis man lader bevoksningerne blive gamle nok. I almindelighed er der dog ingen interesse for at lade træerne stå så længe, fordi det enkelte træ da bliver så stort, at savværkerne har vanskeligt ved opskære det.

### Træernes tilvækst

Det enkelte træ vil igennem sit liv år for år sætte nye skud og danne nye årringe. Der sker altså en *tilvækst*. Det enkelte års tilvækst afhænger af træarten, af vejret, klimaet og jordbunden på voksestedet og af konkurrenceforholdene. På en given lokalitet er årets tilvækst i første række påvirket af vækstforholdene det forrige år, da knopperne allerede dannes på et ret tidligt tidspunkt året før. Den anden væsentlige faktor er årets nedbør i maj-juli, hvilket næppe kan overraske. Hovedparten af vækstsæsonen falder i denne periode, og træerne er afhængige af at kunne dække det vandtab, der sker, når bladenes spalteåbninger skal holdes åbne.

Tilvæksten defineres efter den periode (tidsrum), i hvilken den har fundet sted:

Den *årlige løbende* tilvækst er tilvæksten i ét bestemt år eller tilvæksten pr. år i en kort periode (gennemsnit af nogle få år).

Den *totale tilvækst* er bevoksningens samlede tilvækst fra frøets spiring til iagttagelsestidspunktet. Den totale højdetilvækst er lig med bevoksningens aktuelle højde. Begrebet bruges i praksis mest i forbindelse med volumenproduktionen (vedmasse). Den totale produktion findes ved at måle den stående vedmasse og hertil lægge det samlede volumen af alle de tyndingshugster, som er foretaget frem til iagttagelsestidspunktet.



Den *gennemsnitlige årlige tilvækst* er den totale tilvækst divideret med det antal år, bevoksningen har beslaglagt arealet, dvs. tidsrummet fra bevoksningens anlæg. Ved plantede bevoksninger regnes altså ikke med alder fra frø: Planternes alder ved udplantning trækkes fra.

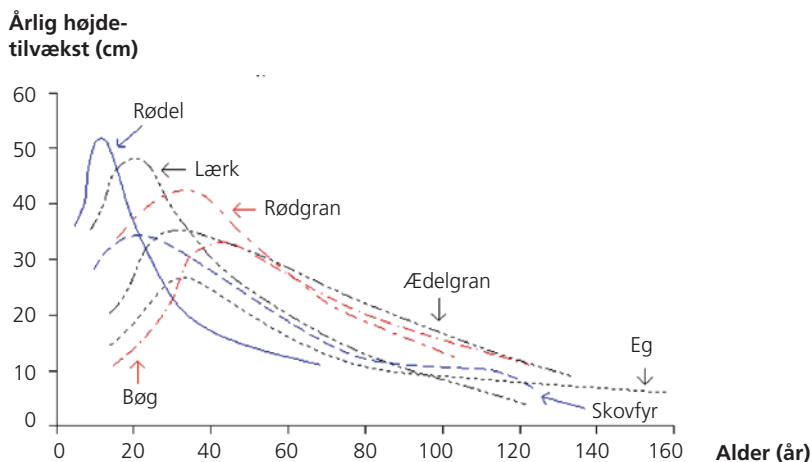
Den løbende tilvækst varierer med tidspunktet i træets liv, idet den årlige tilvækst tiltager i løbet af træets ungdom, for at nå et maksimum og derefter aftage i løbet af træets modenheds- og ældningsfase. De enkelte vedmassefaktorer tilvækst kulminerer som regel i rækkefølgen:

Højde – Diameter – Grundflade – Volumen – Værdi

Lettest at iagttage er træernes *højdetilvækst*, der manifesterer sig som længden af årsskuddene. De enkelte træarter er meget forskellige med hensyn til højdevækstens forløb. De udprægede pionérarter blandt lystræerne er karakteriseret ved, at de ”kommer hurtigt fra start” og sætter meget lange årsskud i den tidlige ungdom, men højdevæksten kulminerer tilsvarende meget tidligt. De udprægede skygge-/klimaksarter udviser derimod en beskedent højdevækst i ungdommen, og højdevæksten kulminerer sent, men er mere vedholdende, selv hos modne træer (figur 3-22).

I skovbevoksninger bliver de principielle træk i figur 3-22 modificeret af konkurrenceforholdene. Også på dette punkt stiller træarterne sig forskelligt. Hvis lystræarterne bliver overvokset af nabo-individer, vil de oftest bukke under og dø, mens skyggetræer kan holde sig i live i mange år som undervækst, men med stærkt reduceret højdetilvækst.

I vores klima, hvor træerne kun gror i sommerhalvåret, kan man på det fældede træ umiddelbart se *diametertilvæksten* i form af årringe.



Figur 3-22. Eksempler på træers højdetilvækst i forhold til deres alder.

(Modificeret efter Mayer 1977)

Årringene er som regel lette at se på nåletræerne, meget tydelige hos de ringporede løvtræer (eg, ask, elm), men kan være svære at skelne på de spredtporede træarter med tæt struktur (f.eks. bøg, ahorn, avnbøg, birk, el).

I løbet af træernes liv følger diametertilvæksten stort set samme mønster som højdetilvæksten, men er mere påvirket af træets ydre kår end højdevæksten. Især påvirkes diametertilvæksten af den aktuelle klima-/vejr- og konkurrencesituation.

Klimafaktorerens indvirkning på diametertilvæksten er ikke den samme på alle træarter. I tabel 3-3 er vist en række klimafaktorer og deres betydning for væksten af forskellige træarter.

Ud over klimafaktorerens direkte påvirkning af væksten er der også en indirekte virkning, idet f.eks. en varm sommer kan inducere stor frøsætning det følgende år. I så fald kan det meste af træets vækstenergi gå til dannelse af frø i stedet for til vedproduktion.

Den store variation i diametertilvækst er grundlag for disciplinen *dendrokronologi*, hvor man aldersbestemmer træ fra bygninger eller arkæologiske fund ud fra variationer i årringsbredden. Metoden bygger på, at bestemte markør-år (ofte særligt tørre år med dårlig vækst) kan genkendes i årringsmønsteret hos alle træer fra et større område. Med overlappende årringsserier fra træer af forskellig alder har man efterhånden opbygget standardserier, så man kan datere træ mere end tusind år tilbage i tiden. I nyere tid bruges dendrokronologi også i forbindelse med klimaforskningen. Man forsøger at rekonstruere tidligere tiders klima ud

Tabel 3-3. Oversigt over de klimafaktorer, der har størst korrelation med de årlige variationer i diametertilvækst.

(Efter Holmsgaard 1955)

Træart	Vækst-forholdene året før	Efterårs-temperaturen året før	Temperatur i månederne januar-april	Temperatur i månederne juni-sept.	Vinter-nedbør	Nedbør i månederne maj-juli
Bøg	XX					XX
Eg		X		XX		X
Ask	XX		X			XX
Rødel	XX		XX		X	X
Rødgran	XX				X <sup>1</sup>	XX
Ædelgran	X			X		XX
Sitkagran	XX					XX
Douglasgran	XX		XX			X
Ene	?					XX
Skovfyr	?		XX			

<sup>1)</sup> Kun på én lokalitet (Vallø)

fra årringsmålinger samt en viden om, hvordan klimafaktorerne påvirker træernes diametertilvækst. På dette grundlag prøver man at fastslå, hvordan klimaet har ændret sig gennem tiden.

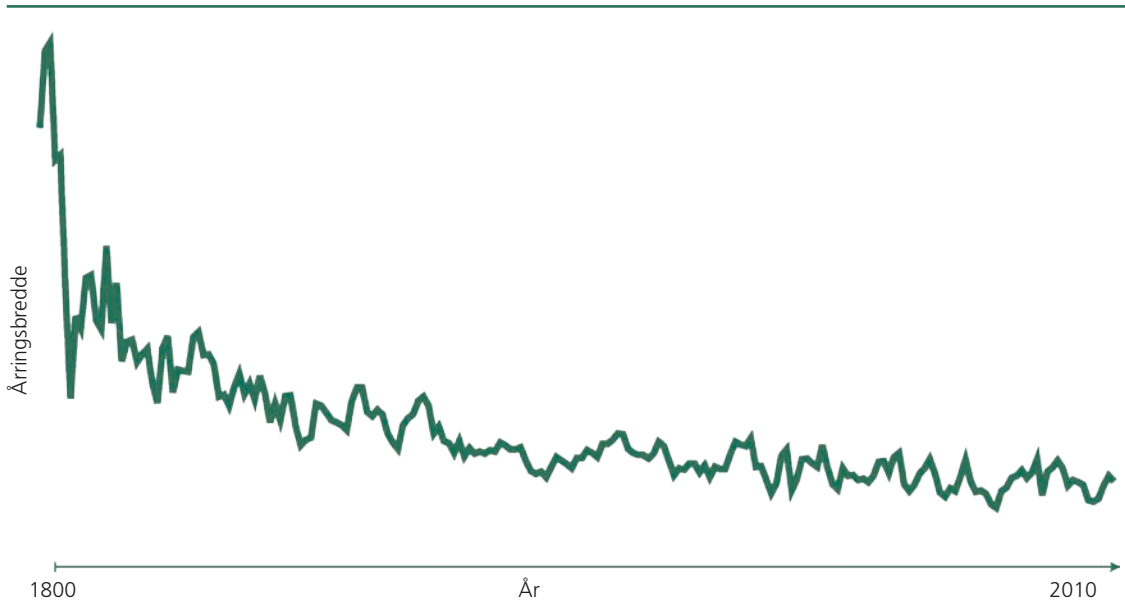
Diametertilvæksten er størst i træets ungdom og aftager med alderen. Det er en naturlig følge af at træerne bliver tykkere med alderen (figur 3-23). Hvis årringsbredden var konstant, ville arealet af den enkelte årring blive stadigt større, efterhånden som træet voksede i tykkelse. Det betyder, at vandtransport-kapaciteten ville blive urealistisk stor i forhold til kronens størrelse, som i skovbevoksninger begrænses af konkurrencen fra nabotræerne.

Når man taler om træets eller bevoksningens diameter, mener man i forstlig sprogbrug oftest diameteren i brysthøjde. Men naturligvis kan såvel diameteren som diametertilvæksten måles andre steder på træet. Stammens diametertilvækst har i almindelighed sit minimum i 0,2-0,3 gange træhøjden (målt fra jorden) og sit maksimum ved undergrænsen af den levende krone. Det betyder i praksis, at stammens afsmalning under den levende krone bliver gradvist mindre, jo ældre træet bliver.

Det enkelte træs *grundfladetilvækst* er naturligvis nøje knyttet til diametertilvæksten, men man skal lægge mærke til, at de nydannede årringe får en større omkreds, i takt med at træet bliver tykkere. Ved konstant diametertilvækst ville man derfor få en stadigt stigende grundfladetilvækst. Som nævnt aftager årringsbredden (dvs. diametertilvæksten) i vir-

*Figur 3-23. Eksempel på årringsbredde-variation hos skovfyr, plantet i Nordsjælland omkring år 1800.*

*(Efter Mikkelsen 2011)*



keligheden med alderen, og grundfladetilvæksten er relativt stabil. Lige som højde- og tykkelsesvæksten når den et maksimum, som dog passerer noget senere i træets liv.

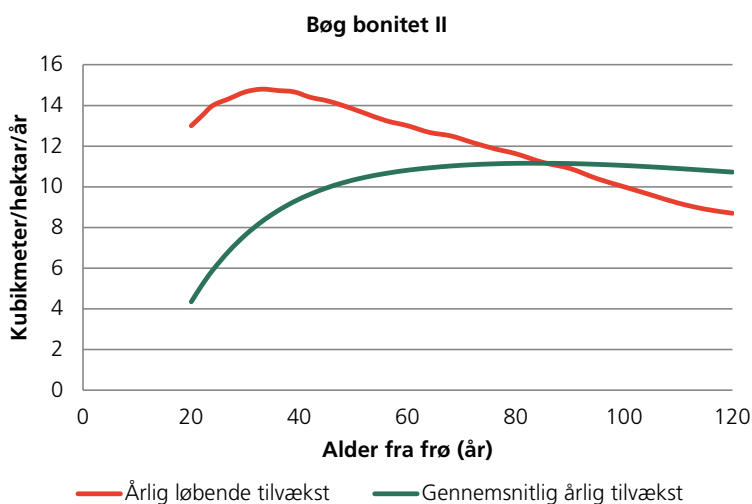
### Bevoksningens vedmasse-tilvækst og -balance

På skovejendomme, hvor driften er fokuseret på træproduktion, er det vigtigt at kunne fastslå *bevoksningens vedmasse-tilvækst* (= volumentilvækst). Ved langsigtet planlægning, hvor valget står mellem forskellige træarter og dyrkningsalternativer, er det vigtigt at kende den gennemsnitlige årlige vedmasseproduktion over en omdrift. Ved kortsigtet planlægning, hvor man skal vælge, hvilke træer eller bevoksninger som skal fældes, er det også vigtigt at kunne vurdere den løbende tilvækst.

Den årlige løbende tilvækst kulminerer forholdsvis tidligt, især for lystrearter som birk, el og lærk, som når et maksimum allerede i 20-25 års alderen. Hos udprægede skyggetræarter som bøg og ædelgran når den løbende vedmasse-tilvækst ikke sit maksimum før i 40-års alderen eller senere.

Da vedmasseproduktionen er stærkt tiltagende i træernes første leveår, er den årlige løbende tilvækst langt større end den gennemsnitlige årlige tilvækst, så længe bevoksningen er ung (figur 3-24), hvorefter den aftager og på et tidspunkt skærer kurven for gennemsnitlig tilvækst. Netop på dette tidspunkt opnås den maksimale gennemsnitlige tilvækst, og det er denne omdriftsalder (på figur 3-24 er den 82 år), som skal benyttes, hvis målet udelukkende er at opnå den størst mulige vedmasseproduktion på arealet. Ovenstående omdriftsalder må kun tages som et eksempel,

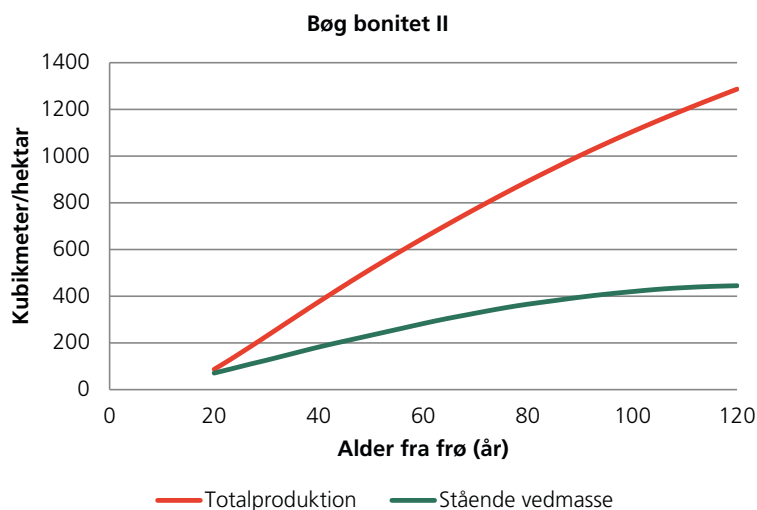
Figur 3-24. Eksempel: Vedmasse-tilvækstkurver for bøg, ifølge Carl Mar: Møllers tilvækstoversigter (1933). Bonitet II er middelgod tilvækst (se afsnit 3.4) og svarer f.eks. nogenlunde til forholdene i Grib Skov.



idet tilvæksternes størrelse og kulminationstidspunkt varierer stærkt med træart, jordbund og bevoksningsbehandling.

En hektar bøgeskov på middelgod jordbund vil kunne producere 1 200-1 300 m<sup>3</sup> vedmasse i løbet af 120 år, som er en almindelig omdriftsalder for bøg. Så store vedmasser vil der dog aldrig komme til at stå i skoven. Hvis bevoksningen får lov at stå urørt, vil der ske *selvtynding*, idet en del af træerne bukker under og dør i den voldsomme konkurrence mellem individerne. Hvis bevoksningen er forstligt passet, vil der blive gennemført flere tyndingshugster i løbet af omdriften, hvorved en del af den producerede vedmasse fjernes fra arealet. Sammenhængen mellem totalproduktion og stående vedmasse er skitseret på figur 3-25. I bevoksninger, som er anlagt med stort plantetal og senere intensivt passet, vil den samlede masse, som er udtaget ved tyndingshugsterne, ofte være næsten lige så stor eller større end den masse, der falder ved den endelige hugst, når bevoksningen afdrives ved modenhed. Men udbyttet fra tyndingshugsterne er naturligvis af langt mindre diameter, og derfor også mindre værdifuldt.

I nyere tid er der for nåletræernes vedkommende en tendens til, at bevoksningerne anlægges med et lavere plantetal end tidligere, og at der gennemføres færre tyndingsindgreb. Især undlader man helst at tynde i de ældre bevoksninger. Det betyder, at der ophobes en større stående vedmasse, og udbyttet fra tyndingerne er betydeligt mindre end afdriftsmassen.



Figur 3-25. Stående vedmasse = totalproduktion minus den samlede tyndingshugst. (Eksempel fra Carl Mar: Møllers tilvækstoversigter, 1933).

## Tilvækst og hugst

Tilvæksten i en bevoksning er ikke kun betinget af jordbund, klima osv., men også af forstlige indgreb; her tænkes især på tyndingshugst (udhugning).

På grund af de tyndingsindgreb, der foretages i løbet af bevoksningens liv, skelnes mellem *ægte* og *uægte tilvækst*. Ved den ægte tilvækst forstås den ændring af vedmassefaktorerne (højde, diameter, grundflade, volumen), der sker som følge af træernes livsfunktion uden nogen menneskelig indgriben. Forøgelsen af den stående vedmasse i en utyndet bevoksning er et eksempel på ægte (masse-)tilvækst.

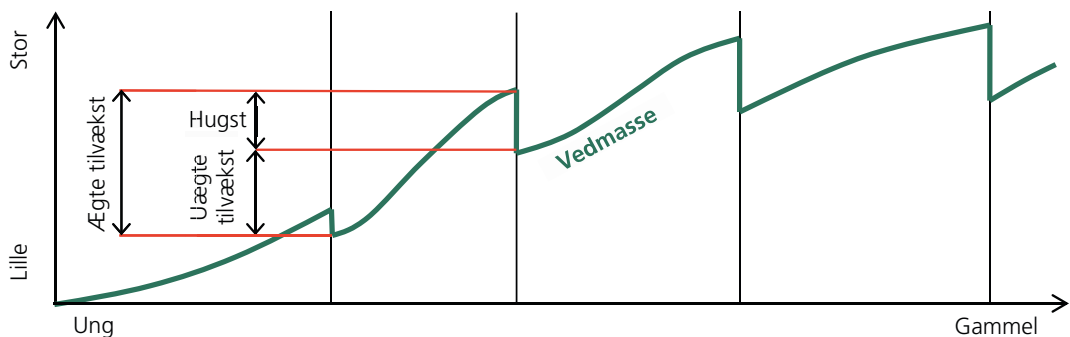
Den uægte tilvækst er den forandring af vedmassefaktorerens størrelse på bevoksningsniveau, som forårsages af den ægte tilvækst i kombination med tyndingsindgrebenes indflydelse, altså:

$$\text{uægte tilvækst} = \text{ægte tilvækst} \pm \text{indflydelsen af at fjerne et vist antal træer i bevoksningen}$$

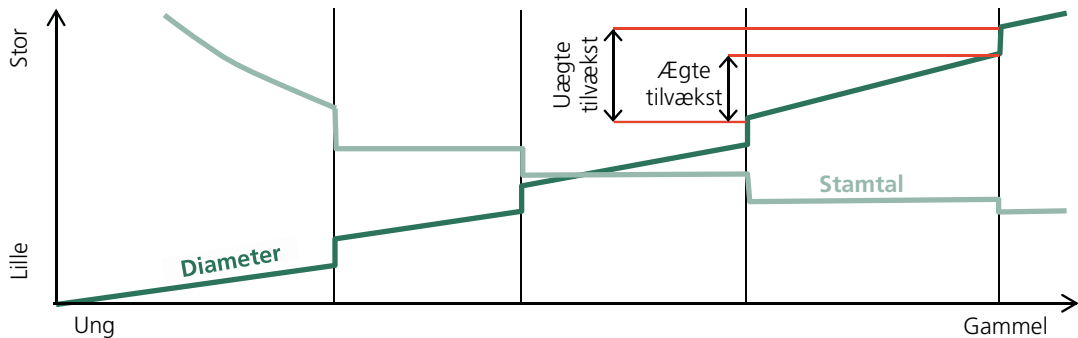
Et tyndingsindgreb vil umiddelbart påvirke stamtal og vedmasse i negativ retning (figur 3-26). Anderledes forholder det sig med bevoksningsdiameteren. Ved tyndingshugst i nåletræ er det mest almindeligt at fjerne de tyndeste træer (såkaldt hugst fra neden). Hvert indgreb giver derfor anledning til en pludselig forøgelse af bevoksningens gennemsnitlige diameter (figur 3-27). Det omvendte gælder naturligvis, hvis det i stedet er de tykkeste individer, der tyndes bort (hugst fra oven). Bevoksningshøjden ( $H_g$ ) påvirkes i mindre grad end diameteren.

Figur 3-26. Tyndingsindgrebenes indflydelse på den stående vedmasse i en bevoksning. (Efter Jensen 1998)

Ved ethvert hugstindgreb fjerner man en del af bevoksningens produktionsapparat. Man skulle derfor tro, at bevoksningens volumentilvækst ville blive påvirket negativt af hugsten. Det viser sig imidlertid, at man







Figur 3-27. Tyndingsindgrebenes indflydelse på stamtal og diameter ved hugst fra neden.

(Efter Jensen 1998)

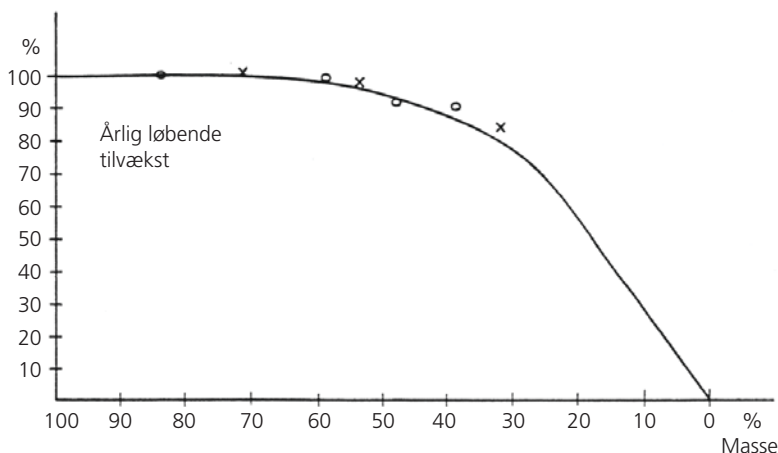
godt kan fjerne et vist antal af træerne, uden at volumentilvæksten påvirkes nævneværdigt.

Det sikreste udtryk for hugststyrken (tyndingsindgrebenes styrke) fås ved at sammenligne bevoksningens grundflade med grundfladen i en tilsvarende, men utyndet bevoksning. For skygetræarterne bøg og rødgran kan man bringe grundfladen helt ned til ca. 50 % af det utyndede niveau, uden at vedmassetilvæksten nedsættes mere end nogle få procent (*det frie hugststyrke-interval*, se figur 3-28).

En illustration med mere generel gyldighed er vist i figur 3-29. Den højeste volumenproduktion opnås ved en svag grad af tynding (*den optimale grundflade*), og herfra falder tilvæksten med tiltagende tyndingsintensitet. Ved den tyndingsgrad, hvor tilvæksten er faldet til 95 % af den højest opnåelige, har man nået *den kritiske grundflade*.

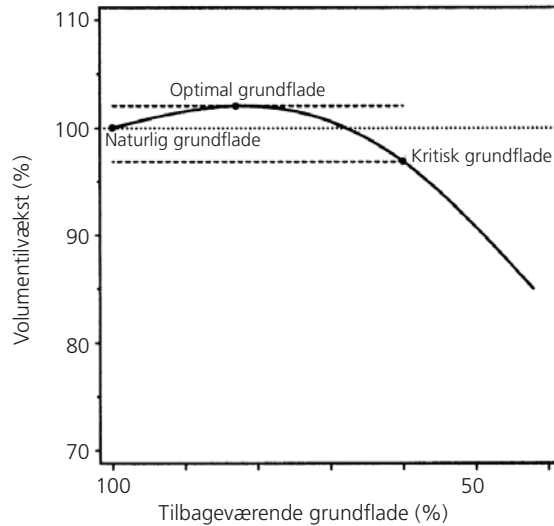
Figur 3-28. Den årlige løbende tilvækst af bøg og rødgran som funktion af hugststyrken. 100 % masse svarer til en urørt bevoksning (A-hugst). 50 % masse svarer til, at ca. 50 % af grundfladen er bort-hugget (D-hugst). 0 % er en renafdrift.

(Efter Møller 1945)



Figur 3-29. Naturlig, optimal og kritisk grundflade.

(Efter Assmann 1951)



Procentværdien for den kritiske grundflade varierer mellem træarterne. For de udprægede skyggetræarter kan den jvf. figur 3-28 sættes til ca. 50 % af grundfladen i en urørt bevoksning af samme alder. Hos lysttræarterne synes tilvæksten at være mere følsom over for hugststyrken. I eg bevirker den mest udbredte danske hugstpraksis ("Bregentved-hugst") således, at tilvæksten er tydeligt nedsat i forhold til en urørt bevoksning. Til gengæld bevirker hugstindgrebene, at tilvæksten lægges over på tykkere og mere værdifulde individer, sådan at værditilvæksten forbedres, selv om volumentilvæksten forringes.

### 3.4 Bonitet og produktion

Ordet *bonitet* betyder ordret oversat "godhed", men i jordbruget kan det oversættes med "jordens evne til at producere en afgrøde". Det er altså et begreb, der knytter sig til lokaliteten. I landbruget betegner boniteten som regel jordens egnethed til at producere korn, men i skovbruget gælder det forhold, at de forskellige træarter har meget forskellige krav til vækstbetingelserne. En bestemt lokalitet kan f.eks. have en udmærket bonitet for skovfyr, men en meget ringe bonitet for ask. Boniteten er derfor ikke blot afhængig af jordbunden, men også af, om den valgte træart egner sig til lokaliteten. Foruden træartsvalget og jordbunden har klima (mikro- og makro-), vandforsyning, dyrkningshistorie m.m. også indflydelse på produktionen og påvirker derfor også boniteten.

Det er besværligt at måle og meget vanskeligt at vurdere en bevoksningens vedmassetilvækst. Derfor angives boniteten som regel indirekte på

grundlag af højdevæksten. Det har nemlig vist sig, at der for en bestemt træart er en nogenlunde god sammenhæng mellem bevoksningshøjden og mængden af produceret vedmasse (Eichhorns vækstlov, se afsnittet om produktionsoversigter). Højden er forholdsvist nem at måle. Samtidig er det den vedmassefaktor, som påvirkes mindst af hugstindgreb, i det mindste så længe man holder sig til sædvanlig hugst fra neden.

Brugen af træhøjden, set i forhold til alderen, som udtryk for boniteten, er så fast forankret i dansk skovbrug (og i det øvrige Norden), at man i praksis altid udtrykker bonitet = højdebonitet.

Som udgangspunkt for definitionen af de forskellige bonitetsklasser er valgt en bestemt højde ved en bestemt alder. De mest benyttede danske tabeller er stadig ”Bonitetsvise tilvækstoversigter for Bøg, Eg og Rødgran i Danmark”, udarbejdet af professor Carl Marenus Møller i første halvdel af 1900-tallet. De opererer med fem forskellige bonitetsklasser, hvor romertal I betegner den bedste og romertal V den ringeste tilvækst. For bonitet I gælder følgende sammenhæng:

Træart	Alder	Højde
Bøg	100 år	32 meter
Eg	120 år	28 meter
Rødgran	50 år	24 meter

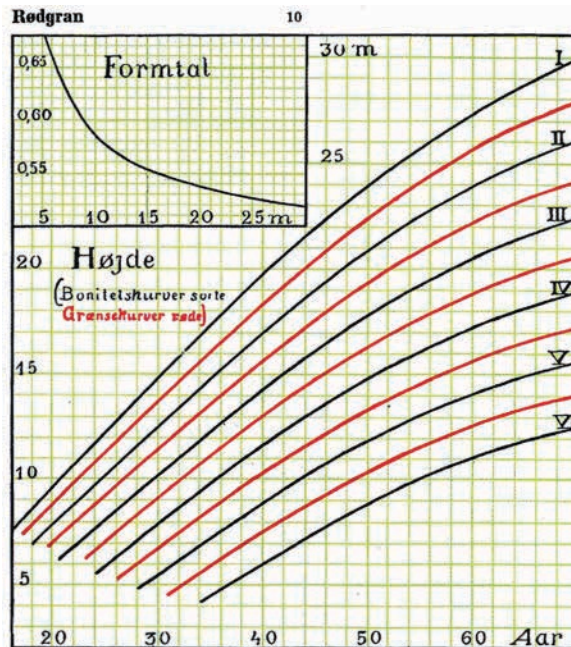
Bonitet V er fastlagt sådan, at højderne ved samme alder som ovenfor er halvt så store. Boniteterne II til IV deler mellemrummet i lige store afsnit.

I Sverige er det sædvane, at bonitetsbetegnelsen (ståndortsindex) for gran og skovfyr henviser til bevoksningsens overhøjde ved alderen 100 år ( $H_{\text{dom } 100}$ ). ”Overhøjde” er defineret som den gennemsnitlige højde af de 100 tykkeste træer pr. hektar. Eksempelvis er betegnelsen  $T_{24}$  en bonitetsangivelse for skovfyr (= tall på svensk). Den fortæller, at i en skovfyrbevoksning på den pågældende lokalitet kan bevoksningsens største træer blive 24 meter høje i løbet af 100 år. Tilsvarende betyder  $G_{30}$ , at en bevoksning af gran (= rødgran) på dette sted kan opnå en overhøjde på 30 meter ved alderen 100 år.

I Norge bruges et tilsvarende system, men man skal være meget opmærksom på, at nordmændene ofte tager udgangspunkt i alderen 50 år (index-alder = 50 år). Skal man arbejde et fremmed sted, er det vigtigt at gøre sig klart, hvordan bonitetsklasserne er defineret netop dér på stedet.

Figur 3-30. Eksempel fra det mest brugte bonitetssystem i Danmark.

(Carl Mar: Møllers tilvækstoversigter, 1933)



Mens højden af et træ umiddelbart lader sig måle, kan aldersbestemmelsen give anledning til en del usikkerhed. Ofte kan bevoksningens etableringstidspunkt findes i driftsplaner, i kulturbøger eller på skovkort, hvis det drejer sig om en forstligt drevet skov. Ved bonitetsfastsættelsen går man næsten altid ud fra alderen fra frø, og for plantede bevoksninger kan man som regel regne med, at løvtræer er to år gamle ved udplantning, og nåletræer 3 eller 4 år. På magre eller ukrudtsbevoksede arealer kan træerne have stået i stampe i adskillige år efter plantning. På disse steder kan tilvækstoversigternes højdeudvikling være misvisende, fordi den aktuelle højdevækst (svarende til den aktuelle bonitet) er meget bedre, end hvad der kan forventes, hvis man går ud fra den nuværende højde og træernes faktiske alder.

Er træets alder ukendt, kan man på meget unge træer tælle årsskuddene; det går lettest på nåletræer med tydelige grenkranse (f.eks. fyr). På ældre træer er man henvist til at tælle årringene på et stød eller på en boreprøve, udtaget med et tilvækstbor.

### Produktionsklasse

Bonitetssystemet med klasser fra I til V giver ikke noget intuitivt indtryk af en bevoksningens produktionsformåen. For at råde bod på denne mangel bruger man undertiden i stedet for bonitet begrebet *produktionsklasse* (PK).

Produktionsklassen er defineret som træartens *maksimale gennemsnitlige massetilvækst* på den pågældende lokalitet. Denne værdi opnås, når kurven for den *løbende* årlige tilvækst skærer kurven for den *gennemsnitlige* årlige tilvækst, jvf. figur 3-24. Af figuren fremgår, at den maksimalt opnåelige gennemsnitlige tilvækst i dette tilfælde udgør ca. 11 m<sup>3</sup>/ha/år. Eller sagt på en anden måde: Hvis en sådan bøgebevoksning afdrives ved 82-års alderen, kan der opnås et samlet hugstudbytte (opgjort som totalmasse på rod = afdriftsmasse + massen af alle tidligere tyndingshugster) på:

$$(82 \text{ år} \cdot 11 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{år}) = \text{ca. } 900 \text{ m}^3/\text{ha}$$

Det er indlysende, at der ved en omdriftsalder på f.eks. 120 år ikke vil være produceret 120 · 11 m<sup>3</sup>/ha, da den løbende tilvækst efter alderen 82 år er mindre end den gennemsnitlige. Af denne årsag må produktionsklassen ikke sættes lig med den gennemsnitlige årlige produktion i en normal skovbevoksning. Vedmassens værdi pr. kubikmeter stiger nemlig med voksende diameter, og man benytter derfor næsten altid en længere omdriftsalder end den, der giver den maksimale masseproduktion. Formålet med skovdriften er at frembringe den størst mulige værdi (indtægt), ikke det størst mulige volumen.

Figur 3-24 viser produktionen udtrykt som totalmasse over jord. I virkeligheden tager produktionsklasse-systemet udgangspunkt i den salgbare masse:

Bøg og eg:       salgbar masse tykkere end 5 cm  
Rødgran:        hele stammen over stød

Fra totalmassen skal derfor trækkes fældningstab (stød + forhug) og for løvtræets vedkommende tillige alle grene tyndere end 5 cm. Bøg bonitet II (figur 3-24) svarer således i virkeligheden til PK ca. 9. Tabel 3-4 gengiver en omtrentlig oversættelse mellem bonitets- og produktionsklasse-systemerne.

*Tabel 3-4. Omtrentlig sammenhæng mellem PK (øverste linie) og bonitet. Se også teksten.*

*(Søren W. Pedersen 1975).*

Produktions-klasse:	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
BON.												
BØG (Møller)			IV	III	II	I						
EG (Møller)		IV	III	II	I							
ASK (Møller & Nielsen)			III	II	I							
ÆR (Kjølby)			IV	II		II	I					
RGR (Møller)					IV	III		II		I		
SGR (Henriksen)				IV	III			II				I
ÆGR (Henriksen)							III		II		I	
DGR (Karlberg)							IV	III	II	I		

I praksis er det ikke muligt at måle den maksimale tilvækst i en eksisterende skovbevoksning, så udgangspunktet for fastlæggelse af PK bliver en højdemåling – ganske som ved højdebonitering. Fordelen ved PK-systemet er, at det giver en umiddelbar fornemmelse af produktionspotential for en træart det pågældende sted.

Angivelse af produktionsklasse er meget brugt i engelsktalende lande ("yield class"), mens lande, som er præget af centraleuropæisk (tysk) skovbrugstradition, er mere tilbøjelige til at bruge bonitetssystemet med bonitet I (1) som udtryk for den bedste tilvækst.

Bonitering ud fra bevoksningshøjde egner sig kun i ensartede bevoksninger med en veldefineret alder, altså typisk i plantet skov. Siden årtusindskiftet har der været voksende interesse for at dyrke skoven i mere uensartede strukturer med selvforyngelse og blanding af flere træarter (naturnær skovdrift). I denne situation kan det være mere hensigtsmæssigt at vurdere produktionspotential på baggrund af jordbunds- og afdræningsforholdene, som undersøges ved hjælp af forstlig lokalitetskortlægning, se ovenfor i afsnit 3.1. Jordbundsundersøgelserne må naturligvis suppleres med kendskab til lokalklimaet, når man skal bedømme en træarts udviklingsmuligheder det pågældende sted.

### Produktionsoversigter

Et vigtigt redskab i skovdriften er *produktionsoversigter* for hver af de dyrkede træarter. En produktionsoversigt er en tabel eller en grafisk oversigt over vedmassefaktorenes udvikling over tid i en bevoksning (en *tilvækstoversigt*), forudsat et bestemt plantetal i kulturen og at der gennemføres tyndingshugster med bestemte mellemrum fra plantning til afdrift (en *behandlingsoversigt*). Som nævnt ovenfor er især højdevæksten og totalproduktionen i en bevoksning temmelig robuste over for variationer i skovbehandlingen. Derfor kan man med forsigtighed tillade sig at bruge standardiserede produktionsoversigter, selv om den aktuelle skovbehandling ikke helt svarer til produktionsoversigtens forudsætninger. Produktionsoversigten gælder for en sluttet, ensaldrende bevoksning af én bestemt træart. Undertiden kan en tilvækstoversigt dog godt benyttes for en anden træart med lignende vækstmønster, men det må ske med stor varsomhed.

Der er i løbet af 1900-tallet udarbejdet produktionsoversigter (vedmasse- og tilvæksttabeller) for en række af de træarter, vi dyrker i Danmark. De fleste tilvækstoversigter er bonitetsvise, dvs. de er inddelt i tilvækstklasser efter højde/alder-forløbet. Et eksempel er Carl Mar: Møllers (1933) "Bonitetsvise tilvækstoversigter for bøg, eg og rødgran i Danmark", som findes både på tabelform og i grafisk form. Disse generelle produktions-



oversigter var udarbejdet til at gælde for hele Danmark. Det viste sig dog efter en årrække, at oversigterne for rødgran viste for lave tilvækster på næringsfattige lokaliteter i Jylland, og alt for høje tilvækster for gammel rødgran i landets sydøstlige egne. Derfor er de blevet suppleret med to andre tilvækstoversigter for rødgran: G. West-Nielsens (1950) oversigt over rødgranens produktionsforhold på den midtjyske hede, og S. Magnussens (1983) ”En tilvækstoversigt for rødgran på østersønære, lerede morænejorde”.

En samling af generelle, danske tilvækstoversigter findes i bogen ”Skovbrugstabeller” (Statens forstlige Forsøgsvæsen, 1990). For de vigtigste træarter er der også udarbejdet produktionsoversigter på digitaliseret form, som findes bl.a. i programmerne ”Produktionsoversigter” (Henrik Meilby, Københavns Universitet), ”Skovøkonomisk Tabelværk” (Klaus Wunsch & Dansk Skovforening) og ”Vidar” (Københavns Universitet). Sidstnævnte bygger til dels på nyere materiale end Skovbrugstabeller (1990), og tilvækstkurverne har en anden form. Programmerne har den fordel frem for papirudgaver, at man selv kan justere på stamtals-, grundflade- og diameterforløbet, og derved få en oversigt, som svarer til de praktiske forhold, man står over for.

Tilvækstoversigten er et hjælpemiddel til økonomisk planlægning af skovdriften. Der er to hovedanvendelser:

- 1) Tilvækstfastsættelse i forbindelse med langsigtet produktionsplanlægning. Her er det vedmasseproduktionen i  $m^3/ha/år$ , som er det væsentligste. Efter at have fundet den aktuelle bevoksnings højde/ alder-forløb kan dens bonitet bestemmes. Med udgangspunkt i den pågældende bonitet og alder kan tilvæksten aflæses i oversigten. De klassiske oversigter på tabelform er udmærket egnede til denne brug; man bør dog kontrollere deres gyldighed på lokaliteten.
- 2) Til kortsigtet (1-15 år) driftsøkonomisk planlægning og budgettering. I dette tilfælde er det nødvendigt at have et mere detaljeret kendskab til både tilvækst, tynding og vedmassefaktorerne i den blivende bestand. Ikke mindst diameteren er vigtig, da prisen pr. kubikmeter er knyttet til den. Man skal huske på, at tilvækstoversigternes diameter- og masseforløb forudsætter en bestemt skovbehandling, og det er langt fra sikkert, at det er den behandlingsform, som er brugt i det aktuelle tilfælde. Her er det praktisk at have tilvækstoversigterne i programform, så man selv kan justere de indgående størrelser.

Desværre er begrebet *masse* ikke helt éntydigt i produktionsoversigterne. Traditionelt omfatter vedmassen for nåletræernes vedkommende kun stammens volumen; grenene bliver aldrig medregnet. ”Masse på

rod” er stammens volumen fra jordoverfladen (færdselsniveau) og op til topknoppen. I ”salgbar masse ved bedste afsætning” er stødet (stubben) fraregnet, så tallet kun omfatter stammens volumen fra fældesnit til topknop. For løvtræerne omfatter vedmassen som regel hele træets volumen over fældesnippet, inklusive grene ned til en tykkelse på 5 centimeter (”sand salgbar masse”). Nogle tabeller anfører dog totalmassen fra jordoverfladen og ud til de yderste knopper, inklusive hele grenmassen. Når man bruger produktionsoversigter, bør man altid læse bemærkningerne, så man er sikker på betydningen af talværdierne.

### Hvordan er tilvækstoversigten lavet?

Det bedste grundlag for at fremstille en tilvækstoversigt er at følge et større antal bevoksninger i en længere årrække, idet man nøje måler og registrerer højde, diameter og stamtal for såvel den blivende bestand som for alle hugstuds-tagene under forløbet. Statens forstlige Forsøgsvæsen (nu: Institut for Geovidenskab og Naturforvaltning, Københavns Universitet) har i tidens løb anlagt et stort antal langsigtede forsøg, som har haft meget stor værdi for udarbejdelsen af tilvækstoversigter. Figur 3-31 viser en anden kilde: et udvalg af måleresultater fra Hedeselskabets prøveflader i rødgran, som dog i mange tilfælde kun er blevet fulgt i en kortere årrække.

Nogle af tilvækstoversigterne for de mindre brugte træarter er dog fremkommet ved éngangsmåling af et større antal bevoksninger af forskellig alder og vækstenergi. Da tilstanden af disse éngangsprøveflader er resultatet af forskellige skovbehandlinger, som tilmed ofte er sparsomt dokumenteret, er der betydeligt større usikkerhed forbundet med at fremstille tilvækstoversigter på denne måde.

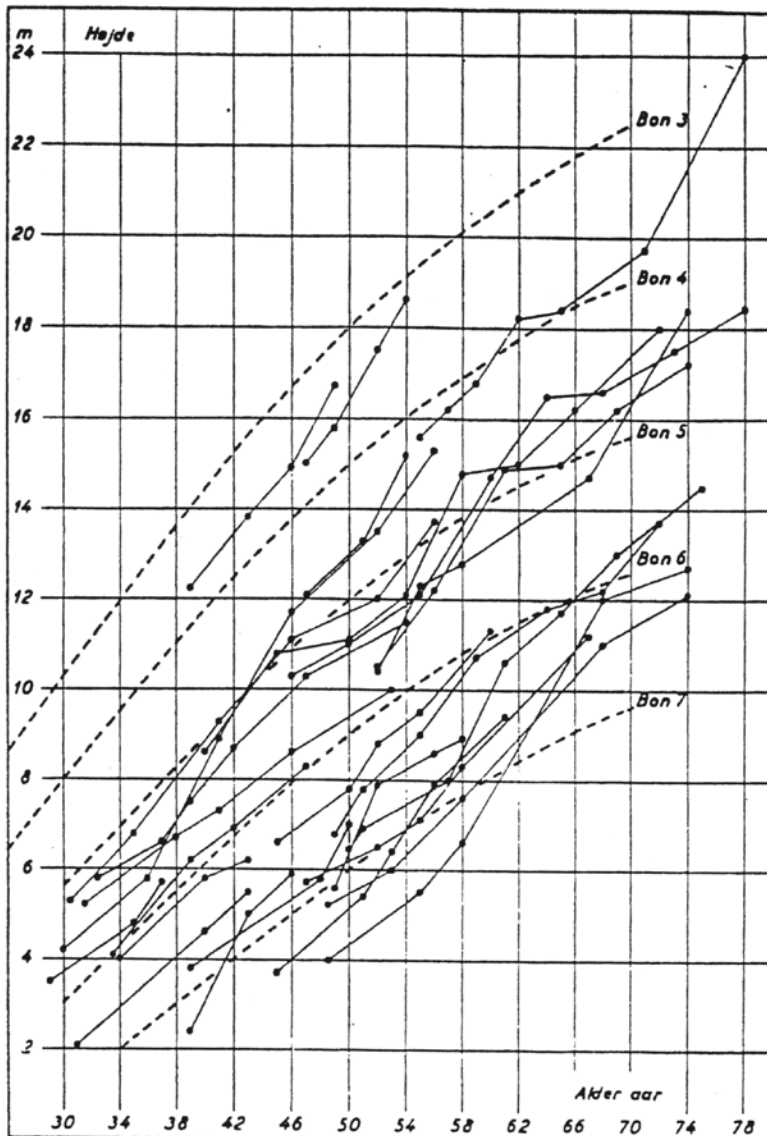
I de ældre tilvækstoversigter er sammenhængen mellem alder og de øvrige vedmassefaktorer udjævnet ved hjælp af håndtegnede kurver. I dag bruger man matematiske funktioner, som er tilpasset et meget stort målemateriale. Derved er det lykkedes at give tilvækstkurverne en mere realistisk form; se Skov & Landskabs Videnblade (Skov og Natur) nr. 9.2-4 og 9.2-8.

Uanset grundlaget må man ved opstilling af oversigterne sørge for, at der er indre sammenhæng mellem vedmassefaktorerne på forskellige alders- og bonitetstrin. Den teoretiske forudsætning for næsten alle tilvækstoversigter er ”Eichhorns vækstlov”:

Den tyske forstmand Fritz Eichhorn (1870-1939) publicerede den iagttagelse, at uanset boniteten modsvarer en given bevoksningshøjde den samme stående vedmasse pr. hektar. Teorien byggede på målinger af

utyndede eller meget svagt tyndede bevoksninger af ædelgran, og senere målinger bekræftede, at den også var gældende for bøg.

Den ligeledes tyske professor Ernst Gehrhardt (1867-1936) fremførte i 1909 den påstand, at en bevoksnings samlede vedmasseproduktion siden dens etablering er – forudsat samme træart og normal tæthed – en funktion af bevoksningshøjden alene, uanset boniteten. Denne ”udvidede Eichhorns vækstlov” har lige siden været en hovedhjørnesten i arbejdet med at udvikle tilvækstoversigter.



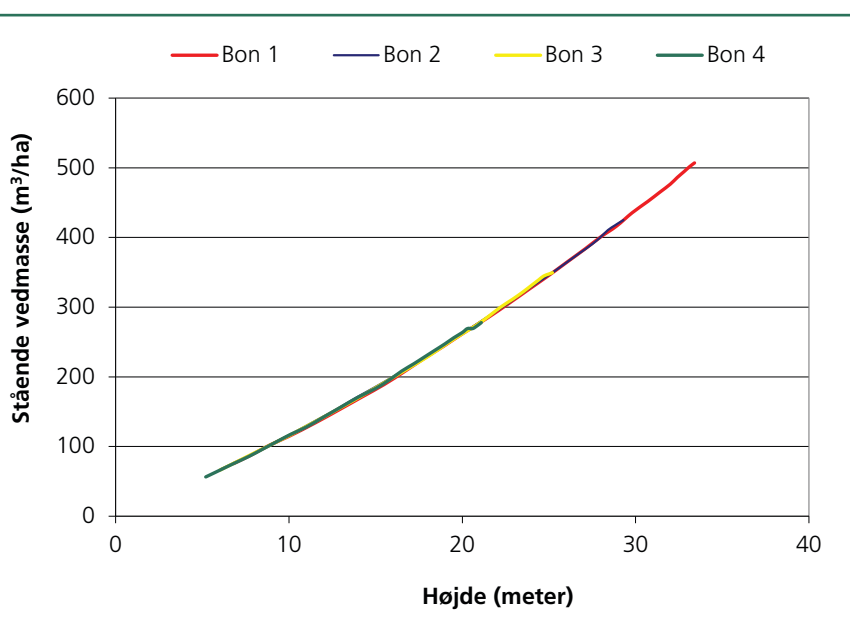
Figur 3-31. Højde/alderskurver for rødgran. Eksempel fra Hedeselskabets prøveflader.

Flertallet af danske tilvækstoversigter tager udgangspunkt i den oprindelige Eichhorns vækstlov, idet gyldigheden udstrækkes til også at gælde bevoksninger, der er tyndede efter normal forstlig praksis. Carl Mar: Møllers tilvækstoversigter forudsætter endvidere, at de forskellige boniteter har forskelligt grundfladeniveau, men stort set samme (uægte) grundfladetilvækst i forhold til alderen. Ud fra disse grundforudsætninger samt et skøn over stamtalsafviklingen (plantetal i kulturen og hugststyrke) er herefter udregnet sammenhørende værdier for stamtal og diameter i forhold til alderen.

Da den stående vedmasse naturligvis er stærkt påvirket af tyndingsintensiteten, er tilvækstoversigterne kun gyldige, så længe hugststyrken svarer nogenlunde til, hvad oversigterne forudsætter. Den tyske professor Ernst Assmann (1903-1979) påviste, at påstanden om at tilvæksten er upåvirket af hugsten helt ned til en grundfladereduktion på 50 % er en temmelig grov tilnærmelse (se figur 3-27 og 3-28). Derfor skal man være forsigtig med at bruge oversigterne under forhold, hvor stamtalsafviklingen (hugsten) afviger fra oversigten. For skyggetræarterne (rød- og sitkagran, ædelgran, bøg) er vedmassetilvæksten heldigvis forholdsvist robust over for hugststyrken, men diameterudviklingen afhænger selvfølgelig meget stærk af tyndingsforløbet. Lokalt kan der forekomme store afvigelser af såvel diameter som stående vedmasse.

De meget forenklede forudsætninger, som tilvækstoversigterne bygger på, betyder, at man må forholde sig kritisk til deres nøjagtighed. Et af

Figur 3-32. Eksempel på udnyttelsen af Eichhorns vækstlov i Carl Mar: Møllers tilvækstoversigt for bøg.



de væsentligste spørgsmål er, om en bevoksnings volumenproduktion er snævert og generelt knyttet til højdeudviklingen. Erfaringen har vist, at der lokalitetsafhængigt (jordbundsforhold, mængden af nedbør og dens fordeling) kan være ganske store forskelle på, hvor store vedmasser forskellige bevoksninger kan indeholde, selv om de er lige høje. I de store skovlande er det derfor almindeligt at opdele landet i regioner med forskelligt *vedmasseniveau*. Da Danmark er et lille land, har man valgt kun at arbejde med ét vedmasseniveau for hver træart, uanset at vækstforholdene er ret forskellige, fra klitlandskaberne i vest til den lerede morænejord mod sydøst. Prisen for denne forenkling er, at der i ekstreme tilfælde er konstateret afvigelser fra Eichhorns vækstlov på helt op til  $\pm 30\%$ . I almindelighed er afvigelserne i tilvækst dog langt mindre, og højde/alder-forløbet må stadig siges at være den bedste måde at vurdere en bevoksnings produktionspotentialer på.

### De forskellige træarters produktion

De træarter, der dyrkes i skoven, har fra naturens hånd forskelligt produktionspotentialer. De stedsegrønne skyggetræarter (gran, ædelgran, douglasgran), som kan udnytte næsten alt sollyset og hele vækstsæsonen, har principielt det største potentialer. I den anden ende af skalaen er de løvfældende lysttræarter (eg, el, lærk, birk), som kun udnytter sollyset delvist, og hvis vækstsæson begrænses af udspringstidspunkt og løvfald.

Disse principielle betingelser bliver dog i høj grad modificeret af, at træarterne har forskellige krav til jordbund og vandforsyning, og forskellig tålsomhed over for frost, vind og salt fra havet. Nogle af disse forskelle er illustreret på figur 3-33, som viser nogle resultater fra en landsdækkende forsøgsserie med nåletræarter, plantet i 1964-65. Foruden 10 nåletræarter omfatter forsøgsserien for sammenligningens skyld også eg og bøg.

I klitplantagen (Rødhus) udgøres jordbunden af yderst næringsfattigt flyvesand fra havet, og lokaliteten er præget af stærk blæst samt saltnedslag. Frost er ikke noget stort problem på grund af nærheden til havet. Uanset træart er produktionsmulighederne begrænsede på dette sted, men den bedste vækst præsteres af sitkagran (SGR), efterfulgt af contortafyr (COF) og den nært beslægtede *P. murrayana*. Også douglasgran (DGR) klarer sig forholdsvis godt. Disse træarter er hjemmehørende i det kystnære Nordvestamerika, hvor de er underkastet et lignende klima.

Kun ca. 50 km derfra (Rold Skov) er forsyningen med næringsstoffer væsentligt bedre, blæsten er mindre fremherskende, og saltnedslag næsten ukendt. Jordbunden har en god vandholdende evne. Sen forårsfrost forekommer, men er ikke noget stort problem. Under disse betingelser indtager kæmpegran (*A. grandis*, AGR) efter en årrække førerpositionen,

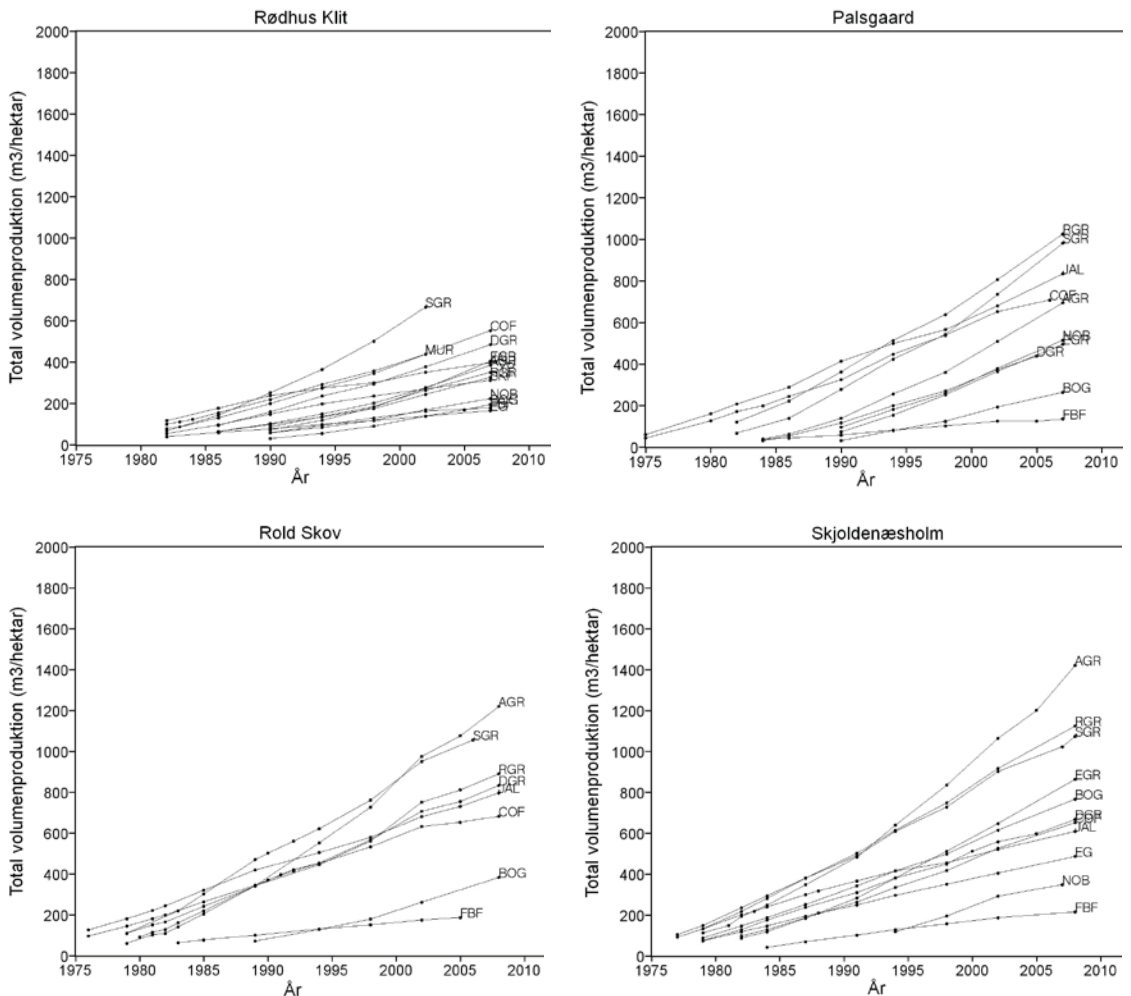
fulgt af sitkagran. Rødgran (RGR), douglasgran og japansk lærk (JAL) vokser stabilt, men når i produktion slet ikke op på siden af sitka- og kæmpegran.

Figur 3-33. Volumenproduktion i fire af Forsøgsvæsenets nåletræforsøg fra 1965.

Øverst tv.: Kystklit (Rødhus). Øverst th.: Hedelette (Palsgaard).

Nederst tv.: Nordjysk moræne (Rold Skov). Nederst th.: Midtsjælland (Skjoldenæsholm).

På den midtjyske hede (Palsgaard) er jordbunden sandet og næringsfattig, og vandforsyningen er ujævn på grund af jordens ringe vandholdende evne. Saltnedslag er ikke noget problem; derimod forekommer nattefrost i alle årets måneder undtagen juli. Under disse betingelser er den mellemeuropæiske rødgran konkurrencedygtig over for sitkagranen. Contortafyr og japansk lærk klarer sig forholdsvis godt, da begge træarter tolererer frost og fattige jordbundsforhold samt i nogen grad en veksellende vandforsyning. Kæmpegran og douglasgran har svært ved at vinde med, nok primært på grund af frostproblemer.

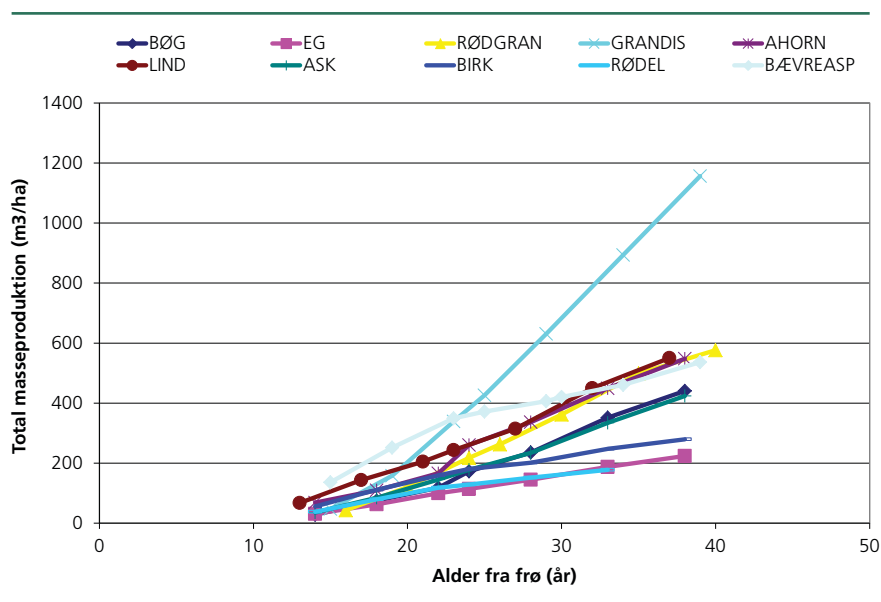




Morænen på Midsjælland (Skjoldenæsholm) byder på gode vækstforhold for alle de træarter, der indgår i forsøgene. Efter 30-års alderen indtager kæmpegran en suveræn førsteplads, men også rødgran og sitkagran producerer godt. Ædelgran (EGR) vinder med efter en årrække, og man bemærker, at bøg også yder en god produktion på denne lokalitet, som er tæt ved at være optimal for arten.

I 1973 blev der anlagt en lignende forsøgsserie på 6 forskellige lokaliteter i landet, omfattende 8 løvtræarter samt kæmpegran og rødgran. Et eksempel på resultater fra disse forsøg er vist på figur 3-34. Også i denne forsøgsserie gør kæmpegranen (*grandis*) sig bemærket med en meget stor produktion. Blandt løvtræarterne ligger ahorn, lind og bævreasp i toppen, mens eg, birk og rødøl ligger nederst på skalaen.

Det ses på figurerne, at træarterne har forskellig vækstrytme. Blandt løvtræarterne udviser bævreasp den største produktion blandt alle arter frem til ca. 30-års alderen, men bliver derefter overhalet af lind og ahorn. Den ellers højt producerende *Abies grandis* starter med en beskedent tilvækst, og den overhaler ikke bævreassen før ved ca. 23-års alder. I nåletræforsøgene 1009 og 1015 (figur 3-33) ses lignende forhold, hvor japansk lærk er produktionsmæssigt foran frem til 20-30-års alderen. Den hurtige ungdomsvækst hos pionérarterne (lærk, asp/poppel m.fl.) kan udnyttes ved at blande pionér- og klimaksarter i samme bevoksning, hvorved man kan opnå en høj tilvækst gennem hele omdriften. Det forudsætter dog en omhyggelig styring med hugstindgreb, så pionérarten ikke bliver for dominerende.



Figur 3-34. Eksempel på volumenproduktionen i Forsøgsvæsenets løvtræserie fra 1973: Viemose Skov på Syd-sjælland.

## Produktionen i grene og rødder

Med det voksende marked for bio-energi er det blevet mere attraktivt ikke blot at udnytte stammeveddet, men også grenene. Løvtræernes grene har altid været udnyttet til brænde, men først efter at skovflis har fået plads som en væsentlig kilde til den kollektive energiforsyning, er det blevet muligt at udnytte nåletræernes grene. I dag er markedet for traditionelt brænde i aftagende, og toppen/kronerne af såvel løv- som nåletræ oparbejdes i stigende omfang til flis. Det samme gælder de tidlige tyndingshugster i både løv- og nåletræ.

For *nåletræernes* vedkommende gælder de eksisterende produktionsoversigter kun stammens masse, og der knytter sig stor usikkerhed til grenmassen. Ved målinger i de mange langsigtede forsøg har man ikke interesseret sig for grene, og der foreligger derfor kun et begrænset datamateriale, som kan bruges til beregninger. Spørgsmålet kompliceres af, at kronen består af både grene og nåle, og ved oparbejdning af flis foretages meget ofte en fortørring af materialet sommeren over, hvorved en betydelig del af nålene falder af.

Spredte erfaringer og undersøgelser peger på, at ved tyndingshugst af unge rødgranbevoksninger (12-13 cm DBH) kan den samlede kronemasse (grene + nåle) udgøre omkring eller lidt over 50 % af stammemassen. Man får altså 50 % ekstra udbytte ved at udnytte hele træet, i forhold til tilvækstoversigtens tal. De 50 % svarer til en *ekspansionsfaktor* (fra stammemasse => overjordisk totalmasse) på 1,5. Ved fortørring af materialet, hvorved de fleste nåle falder af, mindskes merudbyttet til størrelsesorden 30 %, men på trods heraf er der gode biologiske og tekniske argumenter for at lade mest muligt af nålemassen forblive på arealet.

Når træerne bliver ældre, udgør grene/nålemassen en mindre andel i forhold til stammemassen, og ekspansionsfaktoren (stammemasse => total overjordisk masse inkl. nåle) mindskes fra den ovenfor nævnte 1,5 (eller mere) til omkring 1,25 ved en brysthøjdediameter på 40-45 cm.

Der har været en vis interesse for også at udnytte stød og rødder, hovedsageligt ved afdrift af ældre bevoksninger. Lige som for grenmassen er også røddernes andel af totalmassen aftagende med alderen. Ekspansionsfaktoren (stamme => totalmasse inkl. grene, nåle og stød/rødder) er således omkring 2 for helt unge træer og aftager til omkring 1,5 når træerne er afdriftsmodne. I praksis svarer det til, at ved afdrift af en hugstmoden granbevoksning kan man ud over stammemassen få 20-25 % ekstra udbytte ved også at udnytte alle grene og topender. Udbyttet kan øges med yderligere 20-25 % (i forhold til stammemassen) hvis man også at tager stødene op.

Ovenstående tal må tages med stort forbehold, da alle undersøgelser viser, at andelen af gren- og stødmasse varierer særdeles meget, både mellem enkelttræer og mellem bevoksninger. Endvidere foreligger der i Danmark kun tal fra rødgran, så ekspansionsfaktorer for andre træarter bygger på gisninger.

De fleste trykte produktionsoversigter for løvtræ angiver vedmassen som salgbar masse tykkere end 5 cm, dvs. at både stødet (stubben) og de tynde grene er regnet fra. Når løvtræbevoksninger udnyttes til flis helt ud til de yderste knopper, giver disse oversigter naturligvis et misvisende billede af udbyttet. Fejlen kan blive meget stor ved tynding af helt unge bevoksninger. Et mere retvisende billede kan fås ved at bruge tilvækstoversigter i programform, f.eks. ”Produktionsoversigter” eller ”Vidar” (Henrik Meilby m.fl., Københavns Universitet). I disse programmer kan man selv vælge *aflægningsgrænse* (dvs. den tyndeste diameter, som udnyttes). Man skal dog være opmærksom på, at hvis man vælger ”Totalmasse”, beregnes vedmassen helt fra jordoverfladen til de yderste knopper, og man må selv foretage et skønsvist fradrag af stødets masse for at nå til det reelle udbytte. Traditionelt sættes stødets masse ofte til 3½ % af totalmassen, men der er store variationer omkring dette tal.

Et andet punkt, som kræver opmærksomhed er, at tilvækstoversigterne bygger på målinger af bevoksninger, som i de fleste tilfælde er etableret med et langt højere plantetal, end det er sædvanligt i dag. Tæt plantning resulterer i slanke træer med korte og tynde grene. Oversigterne for løvtræ undervurderer derfor generelt grenmassen, og ved heltræudnyttelse til flis vil man ofte få et højere udbytte, end tilvækstoversigterne lader formode.

### Tilvækstforbedringer

Det er en generel tendens i danske skove, at vi har set en gradvis forøgelse af tilvæksten i løbet af 1900-årene. Tydeligst er det på de sandede jorde i Jylland, men også løvskovene i Østdanmark synes at have en forøget produktion. Det er usikkert hvorfor, men blandt mange mulige årsager kan nævnes:

- Gennem de seneste 100 år har vi i gennemsnit fået et gradvist mere oceanisk og varmere klima, hvilket har forlænget vækstsæsonen.
- Mange af hedeplantagerne i Jylland er nytplantninger på tidligere åben og udpint agerjord. Det skovklima, som gradvist har indfundet sig – herunder læ og forøget luftfugtighed – har givet træerne gradvist bedre vækstforhold.
- Jordens indhold af organisk materiale er forøget gennem træernes vækst (rødder, nåle/bladfald, hugstaffald). Det bevirker bedre kapa-

citet til at holde på næringsstoffer (ionbytning) og en større vandholdende evne. Opbygningen af organisk materiale er tydeligst i hedeplantagerne. Men også i løvskovene er der formentligt sket en forøgelse, fordi de tyndeste grene (kvaset) stort set ikke er blevet udnyttet i en periode fra 2. verdenskrig og frem til ca. år 2000.

- Tilførslen af plantenæring er stærkt forøget. Ikke mindst af luftbåret kvælstof, hvor tilførslen er omtrent tredoblet i løbet af perioden. Årsagerne er hovedsageligt kvælstoftab fra landbruget samt dannelse af kvælstof-oxyder i forbrændingsmotorer.
- Luftens indhold af CO<sub>2</sub> er væsentligt forøget, hvilket forøger træernes tilvækst.

Det er usikkert, hvorvidt den konstaterede tilvækstforøgelse vil fortsætte i fremtiden. Vi kan ikke vide, om den igangværende temperaturændring mod et varmere klima vil fortsætte, og i hvilken takt. Ligeledes er det usikkert, om en yderligere forøgelse af luftens CO<sub>2</sub>-indhold ud over det nuværende niveau vil føre til endnu større tilvækst, eller vi allerede nu har nået et maksimum.

En anden usikkerhedsfaktor er, at den stærkt intensiverede udnyttelse af grene og andre hugstrestre til bioenergi betyder, at der i dag tilføres skovbunden mindre dødt ved end tidligere. Det kan komme til at virke negativt på jordbundens indhold af såvel næringsstoffer som organisk materiale.

### 3.5 Bevoksningens værditilvækst

I det erhvervs-mæssige skovbrug er masseproduktionen og skovens tilvækst ikke det centrale; mere interessante er de pengestrømme, der knytter sig til bevoksningens anlæg, pasning og afvikling (*omsætningen, likviditetsforløbet*) og den *værditilvækst*, der sker i takt med bevoksningens højde-, diameter- og volumentilvækst.

#### Omsætningsbalancen

I virksomhedens driftsregnskab kan man aflæse balancen mellem på den ene side omsætningen, og på den anden side omkostningerne og overskuddet. Når man betragter en enkelt bevoksning, må der tages hensyn til den lange tid, der går fra plantning af træerne til de kan høstes som hugstmodne (jvf. afsnit 1.6). Etablering af en bevoksning er næsten altid forbundet med omkostninger, og man må altså vente lang tid, før pengene kommer tilbage ved salg af træ. Omsætningsbalancen for den enkelte bevoksning opstilles derfor næsten altid som en tabel, der viser

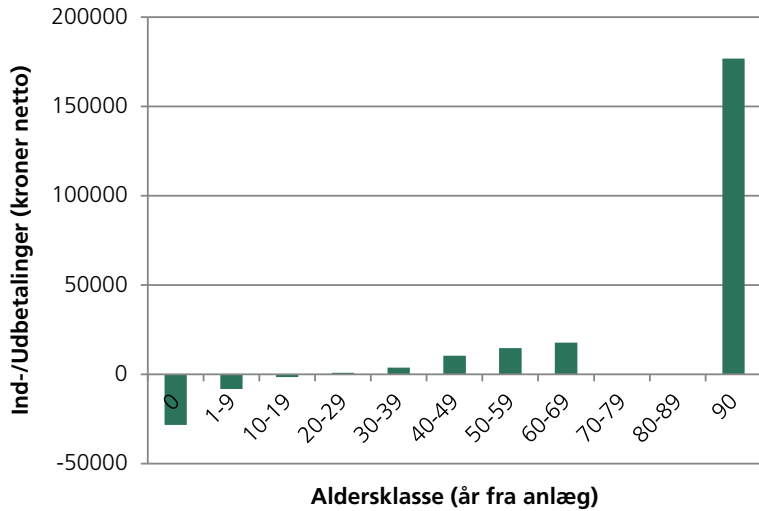
fordelingen af indtægter og omkostninger over tid. Som eksempel kan vi se på en rødgran-bevoksning med størrelsen 1 hektar, plantet på let jord (bonitet III) i Midtjylland. Aktiviteterne kan da forme sig som vist i nedenstående tabel, fordelt til 10-års perioder efter anlæg:

År	
0	Rydning af areal, indkøb af planter, plantning og bekæmpelse af skadevoldende insekter
1-9	Ukrudtsbekæmpelse, erstatning af udgåede planter (efterbedring)
10-19	Ingen aktivitet
20-29	Etablering af kørespor og første tyndingshugst Udbyttet er energiflis
30-39	Tyndingshugst: Cellulosetræ til papirindustrien
40-49	Tyndingshugst: Korttømmer og emballagetræ
50-59	Tyndingshugst: Korttømmer og emballagetræ
60-69	Tyndingshugst: Korttømmer og emballagetræ
70-79	Ingen hugst pga. risikoen for stormfald
80-89	Ingen hugst pga. risikoen for stormfald
90	Afdrift (= alle træer fældes) – bevoksningen har nået den diameter, som efterspørges af savværkerne Udbyttet er tømmer, emballagetræ og energitræ

De tilhørende pengestrømme kan da fordele sig på følgende måde:

	Alder fra anlæg										
	0	1-9	10-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79	80-89	90
Rydning af areal	-3000										
Forberedende ukrudtsprøjtning	-1000										
Indkøb af planter	-13500										
Plantning	-7875										
Insektbekæmpelse	-2025	-2025									
Beskyttelse mod vildtbid	-1000	-2000									
Efterbedring	-2700										
Ukrudtsbekæmpelse		-1500	-1500								
Salg af træ				3407	11125	17806	22785	26400			235620
Fældnings- og transportomkostninger				-2537	-7345	-7366	-8085	-8660			-58900
<b>Total</b>	<b>-28400</b>	<b>-8225</b>	<b>-1500</b>	<b>870</b>	<b>3780</b>	<b>10440</b>	<b>14700</b>	<b>17740</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>176720</b>

Figur 3-35. Grafisk opstilling af omsætningsbalancen for 1 hektar rødgran, bonitet III.



Selve anlægget af bevoksningen er forbundet med store omkostninger, primært til indkøb og plantning af 3-4 000 planter pr. hektar. De første år må der sandsynligvis foretages pletvis ukrudtsbekæmpelse, og udgåede planter erstattes af nye (*efterbedring*). Ved anlæg af kørespor og den første tyndingshugst i 25-års alderen kan salget af energiflis kun lige akkurat dække omkostningerne, så nettoindtægten er meget beskedent. Senere i bevoksningens liv er tyndingsudbyttet bedre betalt, men de oprindelige omkostninger til plantning og pasning af bevoksningen er ikke tilbagebetalt, førend bevoksningen når 60-års alderen. Langt den største del af indtægterne falder først, når bevoksningen afdrives, hvilket på denne lokalitet først sker 90 år efter plantning. Den lange tilbagebetalingstid kan være en meget stor belastning for ejendommens økonomi, hvis man er tvunget til at finansiere tilplantningen og de første års pasning med lånte midler.

Omsætningsbalancens forløb afhænger af den valgte form for skovdrift. Der kan tænkes flere alternativer:

- 1) Det rendyrkede plantageskovbrug, hvor et på forhånd ryddet areal tilplantes på én gang med én eller nogle få træarter. Der foretages de nødvendige tyndingshugster for at sikre bevoksningens diameterudvikling og kvalitet. Til sidst fældes alle de tilbageværende træer på én gang (*renafdrift*), når flertallet har nået den tilstræbte diameter. Situationen svarer fuldt ud til eksemplet ovenfor.
- 2) I stedet for at tilplante arealet med indkøbte planteskoleplanter kan man basere bevoksningsetableringen på frøfald fra den eksisterende bevoksning (selvforyngelse) i et naturnært skovdyrkningssystem. Selv



om de nye planter således fås gratis, vil der alligevel være omkostninger knyttet til bevoksningens tidlige fase, hvis man sigter på at frembringe godt betalt kvalitetstræ. Ofte må der foretages jordbearbejdning for at sikre tilstrækkelig frøspiring. Som regel skal uønskede træarter og individer med dårlig stammeform fjernes. Ofte vil det også være nødvendigt at regulere tætheden af opvæksten, så træerne får en passende balance mellem højde, diameter og grensætning. Omkostningerne i bevoksningens unge år kan formindskes, men forsvinder ikke. Ofte vil naturlig foryngelse resultere i mere eller mindre uensaldrende bevoksninger, men omsætningsbalancens ræsonnement gælder alligevel, idet hver alderskasse skal gennemgå samme forløb som skitseret ovenfor. Dog vil både indtægter og udgifter blive mere jævnt fordelt over tid, så likviditeten ikke belastes med så store udsving.

På lokaliteter med gunstige foryngelses- og vækstmuligheder for de ønskede arter er den naturnære tilgang en attraktiv mulighed. I bedste fald kan den betyde såvel en billigørelse af driften som en udjævning af udgifter og indtægter. Her ud over kan den understøtte en øget biodiversitet, fordi der som regel vil være en vis aldersspredning i bevoksningen og forekomme flere forskellige træarter på arealet. Under mere vanskelige vækstforhold vil foryngelsen af de ønskede arter ofte være for ujævn og sparsom. Her skal der bruges for mange kræfter på supplerende plantning og bekæmpelse af uønsket vegetation, lige som kvalitetsudviklingen kan blive utilfredsstillende. Disse forhold forringer det økonomiske udbytte.

- 3) Der er principielt intet i vejen for at overlade skovens foryngelse og udvikling helt til naturens kræfter, for kun at hugge de træer, som har opnået den fornødne kvalitet og den ønskede størrelse. Herved fjernes omkostningssiden helt fra omsætningsbalancen, idet man udelukkende fælder træer, som giver et positivt økonomisk udbytte. I en disciplineret form, hvor man opretholder et vedvarende skovdække og hele tiden sørger for at der findes frøbærende træer af de ønskede arter, kan denne *exploiterende skovdrift* være en både langsigtet og bæredygtig driftsform. Imidlertid vil der i en sådan skov være en meget stor variation, både i træarter og i kvalitet, og udbyttet af godt betalt kvalitetstræ bliver lavt. Målt i såvel vedmasse som penge må resultatet forventes at blive væsentligt ringere end ved plantagedrift, men der kan opretholdes en stor biodiversitet, hvis hugstindgrebene foretages skånsomt.

Naturligvis kan der forekomme alle tænkelige overgangsformer mellem de tre muligheder. En ukomplet naturlig foryngelse kan suppleres med indplantning af enkelttræer eller grupper, og i det exploiterende skovbrug kan man i forbindelse med hugsterne nedskære uønskede arter eller individer, osv.

## Værditilvæksten

Selv om pengestrømmene (omsætningsbalancen) er små og til dels negativt rettede i bevoksningens unge år, opbygges der alligevel værdier i bevoksningen, fordi den stående vedmasse forøges. Denne opbygning af kapital er snævert knyttet til bevoksningens *realiseringsværdi*: den gevinst, man kan opnå ved at fælde og sælge alle stående træer i bevoksningen. De første år efter plantning er realiseringsværdien negativ, fordi træerne er så små, at de ikke kan sælges. Efter nogle år er der gennem træernes tilvækst ophobet en vedmasse i bevoksningen. På et tidspunkt bliver værdien af denne vedmasse så stor, at den overstiger de omkostninger, der er ved at fælde og transportere træerne ud af bevoksningen (*sortimentsomkostningerne*). Der kan altså opnås et positivt *dækningsbidrag* ved at skove bevoksningen, og det er dette dækningsbidrag, som udgør bevoksningens realiseringsværdi.

Ved et produkts dækningsbidrag forstås det bidrag, produktet yder til dækning af virksomhedens faste omkostninger og overskud. I almindelighed vil dækningsbidraget være lig med produktets salgspris minus de variable (produktafhængige) omkostninger, der medgår til dets fremstilling.

På grund af skovproduktionens særlige karakter og den tidsforskydning, der er mellem omkostninger og indtægter, opgør man i skovbruget dækningsbidraget på tre forskellige niveauer:

---

Indtægt ved salg af træ
minus fældnings- og transportomkostninger
= Dækningsbidrag I
minus skovdyrkningsomkostninger (kulturanlæg og bevoksningspleje)
= Dækningsbidrag II
minus fællesomkostninger (administration, veje, grøfter, forsikringer m.m.)
= Dækningsbidrag III (= driftsresultat ved skovdriften)

---

Dækningsbidrag I kaldes ofte for *Netto På Rod*, da det netop svarer til den øjeblikkelige gevinst, der kan opnås ved at fælde og sælge de pågældende træer.

Afgrænsningen mellem de forskellige omkostningstyper er praktisk, men ikke fuldstændigt klar. Eksempelvis betragtes ejendomsskatter og forsikringer i almindelighed som fællesomkostninger (generelle omkostninger), men såvel ejendomsskat som stormfaldsforsikring afhænger af træarten. Man kan derfor argumentere for, at disse poster delvist skal medregnes under skovdyrkningsomkostningerne.

Når bevoksningen bliver ældre, øges dens realiseringsværdi (NPR), ikke blot fordi den stående vedmasse forøges, men også fordi dækningsbidraget pr. kubikmeter ændrer sig af to årsager:

- 1) Det tyndeste træ bliver brugt til brændsel eller evt. til fremstilling af spånplader eller papir; anvendelser hvor råvarepriserne traditionelt er lave. De tykkere træer kan bruges til husbygning, inventar eller i bedste fald møbler, hvor råtræprisen er langt højere. Salgsprisen pr. kubikmeter øges altså, når træerne bliver ældre. Der er dog en grænse, fordi meget gamle træer gradvis får skader i form af misfarvning, råd eller indre revner, så salgsprisen forringes.
- 2) Oparbejdningssomkostningerne (fældning og transport) er høje pr. kubikmeter for små træer, fordi der skal håndteres mange små stykker for hver kubikmeter, og både fældnings- og håndteringsomkostninger er i nogen grad stykafhængige. Når træerne bliver større, foregår oparbejdning og transport mere rationelt og derfor billigere. Også her er der dog en øvre grænse, fordi meget tykke stammer overstiger kapaciteten for maskinerne, og derfor bliver dyre at fælde og transportere.

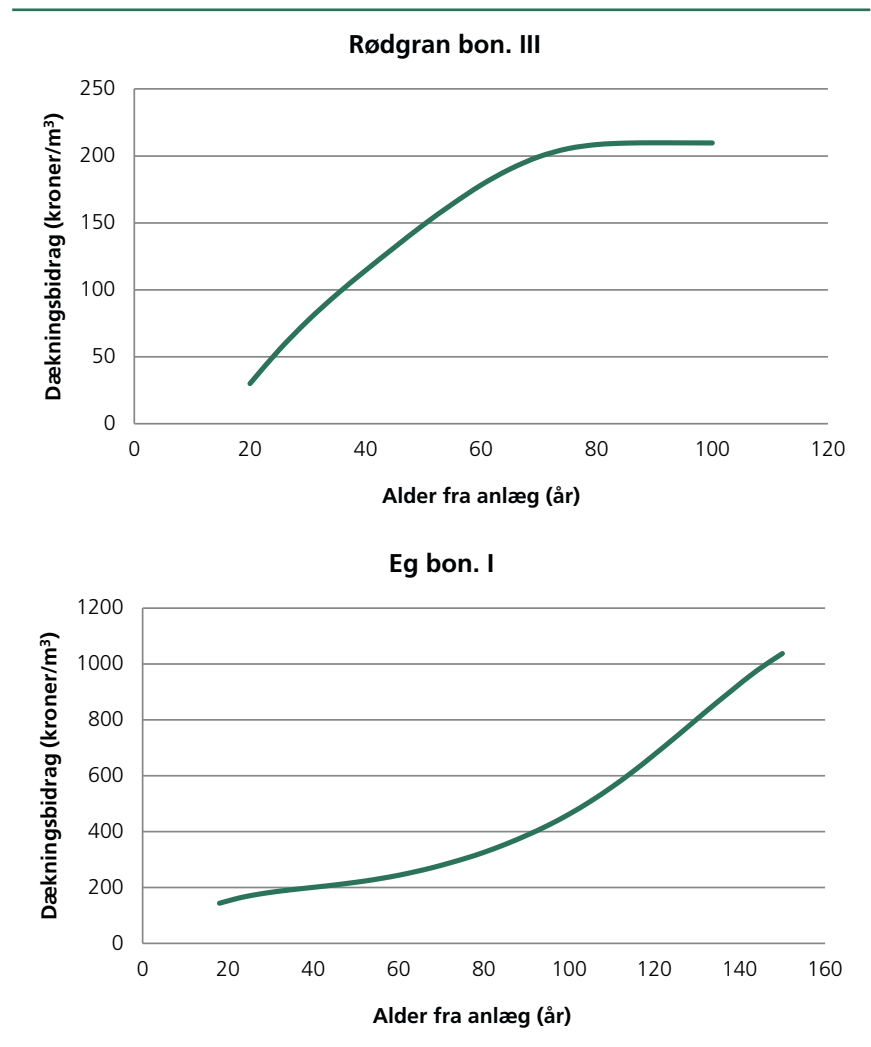
Ud fra en analyse af træernes diameterudvikling, produkternes pris samt fældnings- og transportomkostninger kan der opstilles en *dækningsbidragskurve*. Den viser det gennemsnitlige dækningsbidrag pr. kubikmeter skovet træ i forhold til bevoksningens alder. Figur 3-36 viser to eksempler på konstruerede, men realistiske dækningsbidragskurver for henholdsvis rødgran i Midtjylland (bonitet III) og eg i Østjylland (bonitet I).

Rødgrantømmeret skal bruges til bygningskonstruktion, og til denne brug er der ikke nogen prispræmie for at levere træer med en brysthøjdediameter større end 35-40 cm. Endvidere er der tendens til, at gamle træer udvikler indre råd eller misfarvning, sådan at den nederste del af stammen må aflægges som energi- eller spånpladetræ. Derfor ser man, at dækningsbidragskurven flader ud efter 75-års alderen, og den når aldrig meget højere op end 200 kroner/m<sup>3</sup>.

Helt anderledes forholder det sig med eg på god jord. Her ønsker aftagerne store dimensioner, fordi andelen af knastfrit ved øges med voksende diameter, og fordi splintveddet som regel ikke anvendes. Dækningsbidragskurven stiger stejlt helt op til 150-års alderen, forudsat at træerne er fejlfri og ikke har udviklet indre skader. For store træer kan opnås et gennemsnitligt dækningsbidrag på over 1 000 kroner/m<sup>3</sup>.

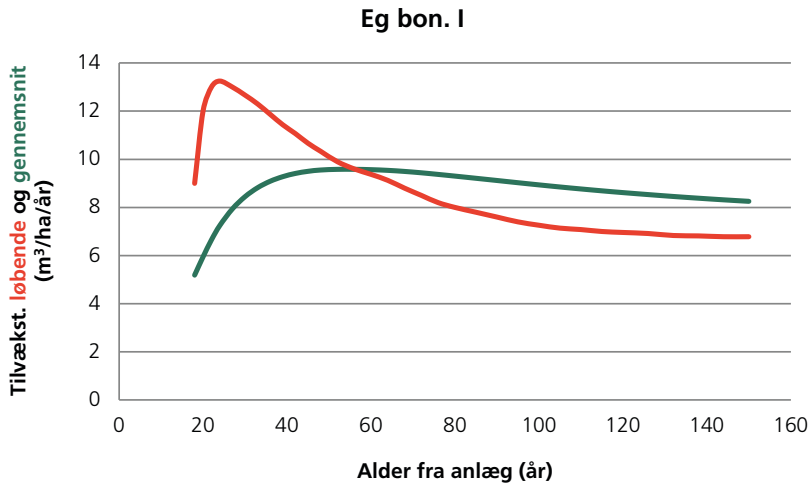
Analogt med den totale masseproduktion (afsnit 3.4 ovenfor) kan man tale om en bevoksningens totale værdiproduktion, som på et givet tidspunkt er nettoværdien af den stående vedmasse plus værdien af det træ, som hidtil er udtaget ved tyndingshugsterne. Den samlede værdiproduktion i hele bevoksningens liv er altså værdien af hele den høstede vedmasse.

Figur 3-36. Eksempel på dækningsbidragskurver for rødgran og eg.

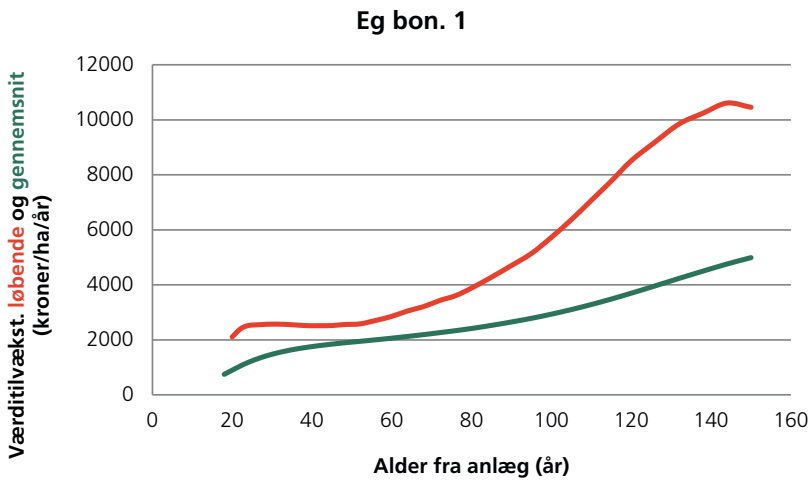


For vedmasseproduktionens vedkommende kan opstilles kurver, der viser den løbende og den gennemsnitlige tilvækst som funktion af alderen (figur 3-24). Ganske tilsvarende kurver kan opstilles for værditilvæksten, idet vedmasseproduktionen ved en bestemt alder ganges med dækningsbidraget pr. m<sup>3</sup> på det pågældende tidspunkt. Kurvernes forløb afhænger af såvel træartens vækstrytme som dækningsbidragskurvens form. Et eksempel for eg er vist på figur 3-37.

Som andre lystræarter er eg karakteriseret ved, at den løbende massetilvækst kulminerer tidligt. Generelt kulminerer massetilvæksten tidligere på gode end på svagere boniteter, og på denne bonitet I når den løbende tilvækst sit maksimum allerede ved alderen 24 år. Kurverne for løbende og gennemsnitlig massetilvækst krydser hinanden ved alderen 56 år, og



Figur 3-37. Eksempler på vedmasse- og værditilvækst for eg, bonitet I.



det er denne omdriftsalder som skulle benyttes, hvis man ønskede sig den maksimale masseproduktion. På dette tidspunkt er brysthøjdediameteren imidlertid ikke mere end ca. 30 cm, og hovedproduktet vil være brænde. Der vil slet ikke kunne aflægges værdifulde kævler. Prisen pr. kubikmeter vil derfor stige stærkt ved at lade træerne blive ældre, og værditilvækstkurverne får en helt anden form end kurverne for massetilvækst. Det ses på figuren, at den løbende værditilvækst først toppes ved alderen 140 år, og at den gennemsnitlige værditilvækst fortsætter med at stige, også efter dette tidspunkt. Vil man have det maksimale kasseoverskud ud af sin egedyrkning, skal man altså lade træerne blive meget gamle.

I virkelighedens verden må der også tages hensyn til andre forhold. Når bevoksningen bliver gammel, repræsenterer de stående træer en

meget stor værdi, og skovejeren vil ofte sigte mod en vis *forrentning* af denne kapital. Selv om bevoksningen har en positiv værditilvækst, vil forrentningen af den stående vedkapital generelt være faldende i gamle bevoksninger. Endvidere er ovenstående kurver opstillet med den forudsætning, at træpriserne og oparbejdningsomkostningerne er stabile. Ændringer af markedet kan flytte kurverne betydeligt i både opad- og nedadgående retning. Med en stor værdi bundet i bevoksningen er der også risiko for et meget betydeligt tab, hvis den rammes af stormfald eller andre skader. Derfor indgår der en *risikovurdering*, når man skal beslutte, hvor gamle træerne skal blive. Disse forhold behandles nærmere i afsnit 8.3: Valg af omdriftsalder.

Ovenstående afsnit handler kun om værditilvæksten af vedproduktionen. Naturligvis kan der opbygges andre værdier under bevoksningens udvikling: biologiske og rekreative værdier, værdien af rent grundvand, CO<sub>2</sub>-binding osv. Når undtages værdien af jagtudøvelse, lader disse værdier sig vanskeligt opgøre i penge. Derfor kan der ikke opstilles så enkle beregninger som for vedproduktionens del, men de øvrige værdier bør bestemt indgå i overvejelserne om de driftsdispositioner, som skal foretages.

## Litteratur til kapitel 3

*Assmann, E. (1961):*

Waldetragskunde. BLV Verlagsgesellschaft. 490 s.

*Boveland, J. (2012):*

Carbon stocks in Danish forest types. MSc thesis, SLU, Uppsala. 90 pp.

*Bräker, O.U. (1999):*

Waldwachstum I/II. Internet: [www.wsl.ch](http://www.wsl.ch) (Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft, 8903 Birmensdorf, Schweiz)

*Eichhorn, F. (1904):*

Beziehungen zwischen Bestandeshöhe und Bestandesmasse. Allgemeine Forst- und Jagdzeitung 80: 45-49

*Emborg, J; Hahn, K. (2005):*

Naturskoven som inspiration for skovdyrkingen. Side 48-77 i: Larsen, J.B. (red.) Naturnær Skovdrift. Dansk Skovbrugs Tidsskrift, nr. 1, 2005

*Granat, H. (2005):*

Dyrkningsbetingelserne og lokalitetskortlægning. Side 114-138 i: Larsen, J.B. (red.) Naturnær Skovdrift. Dansk Skovbrugs Tidsskrift, nr. 1, 2005



*Holmsgaard, E. (1955):*

Aarringsanalyser af danske skovtræer. Det forstlige Forsøgsvæsen i Danmark, Beretning nr. 183, Bd. XXII, s. 1-246

*Jensen, P.C. (1998):*

Træmåling. Skovskolen. 173 s.

*Mayer, H. (1977):*

Waldbau auf soziologisch-ökologischer Grundlage. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, 483 s.

*Mikkelsen, I.V. (2011):*

Dendrokronologi – dansk regional-kronologi for skovfyr (*Pinus sylvestris* L.). Bachelorprojekt, Københavns Universitet. 51 s.

*Møller, C.M. (1933):*

Bonitetsvise Tilvækstoversigter for Bøg, Eg og Rødgran i Danmark (Tabellarisk). Særtryk af Dansk Skovforenings Tidsskrift, Årg. XVIII

*Møller, C.M. (1945):*

Untersuchungen über Laubmenge, Stoffverlust und Stoffproduktion des Waldes. Det forstlige Forsøgsvæsen i Danmark, Beretning nr. 145, Bd. XVII, s. 1-287

*Raulund-Rasmussen, K.; Hansen, K. (red.) (2003):*

Grundvand fra skove: Muligheder og problemer. Skovbrugsserien nr. 34, Skov & Landskab, Hørsholm. 121 s.

*Skovsgaard, J.P.; Stupak, I.; Vesterdal, L. (2006):*

Distribution of biomass and carbon in even-aged stands of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.): A case study on spacing and thinning effects in northern Denmark. Scandinavian Journal of Forest Research, 21:6, s. 470-488

*Skovsgaard, J.P.; Bald, C.; Nord-Larsen, Th. (2011):*

Functions for biomass and basic density of stem, crown and root system of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) in Denmark. Scandinavian Journal of Forest Research, 26:S11, s. 3-20

*Thomassen, Th. (1983):*

Tørt træ – men hvordan? Teknologisk Institut. 114 s.

## 4. FÆLDNING, TRANSPORT OG LAGRING AF TRÆ

For at træet fra skoven skal kunne nyttiggøres, skal træerne *skoves*, dvs. fældes og oparbejdes til en form, som opfylder kravene fra aftagerne (træindustri, energisektor, privatforbrugere). Hver anvendelse (husbygning, træemballage, papir, energi osv.) kræver særskilte typer af råtræ fra skoven. En bestemt type træprodukt kaldes i skovbruget et *sortiment*. Eksempler på sortimenter kan være nåletrætømmer (til husbygning), cellulosetræ (til papir), emballagetræ (til paller), brænde etc. Sortiment er altså en almen, bred betegnelse for en *produkttype*. En bestemt, fysisk afgrænset mængde af et sortiment kaldes i skovbruget et *effekt*. Eksempler kan være en (bestemt) løvtrækævla, en tømmerstok af nåletræ, en stak brændselsflis, en bunke brænde. De enkelte effekter kan identificeres og opmåles, de er ofte nummererede og indgår i skovens salgs- og vedmasseregnskab.

Store stykker træ handles enkeltvis i form af hele træstammer eller afkortede stammestykker. For *løvtræets* vedkommende kaldes stammer eller stammestykker for *kævler*. Diameteren skal normalt være mindst 30 cm midt på stykket, og længden større end 2,4 meter, før man taler om en kævla.

For *nåletræets* vedkommende er den tilsvarende betegnelse *tømmer*. En enkelt stamme eller stammestykke kaldes en *stok*. Nåletrætømmer har normalt en diameter (målt på midten) større end 15 cm (undtagelsesvist ned til 11 cm), og mindste stoklængde er 3,0 meter. Tømmer oparbejdes på to principielt forskellige måder: Hvis man blot afskærer grenene og den del, som er for tynd til at kunne udnyttes af savværkerne, kaldes produktet for *uafkortet tømmer (=langtømmer)* – på trods af at toppen er skåret af. Den mindste, tilladelige diameter (=topdiameteren) kaldes *aflægningsgrænsen*. Den er oftest 10 cm for uafkortet tømmer. Længden af langtømmer varierer frit efter træernes størrelse, men er normalt over 8 meter og højst 20 meter af hensyn til transporten.

Hvis stammerne afkortes i bestemte længder efter købers specifikation, fås *korttømmer*. Sædvanlige længder for korttømmer ligger i intervallet 3-6 meter, med spring på 0,3 meter. For at savværkerne kan være sikre på, at deres færdigvarer holder mål, aflægges korttømmer i skoven altid med et *overmål* på 5 cm. Dvs. at standard længderne for korttømmer er 3,05-3,35- osv. op til 6,05 meter; andre længder aflægges efter købers ønske. For korttømmer som eksporteres til Sverige eller Tyskland udgør

overmålet 10 cm. Mindste topdiameter for korttømmer er oftest 12 cm, undtagelsesvist mindre.

For at gøre de enkelte sortimenter tilgængelige for aftagerne, må der gennemføres en *terræntransport* fra skovningsplads (bevoksning) til en vej, som kan bære lastbiler. Lige som selve skovningsoperationen gennemføres terræntransporten som regel med højt specialiserede maskiner, som kun anvendes i skovbruget.

Det meste råtræ overtages af køber ved vejside i skoven, men i enkelte tilfælde (eksport, energiflis) må skovejeren sørge for transporten helt frem til industri, havn eller jernbaneterminal. Denne landevejstransport adskiller sig dog ikke fra andre former for spedition, og skal ikke omtales nærmere her.

## 4.1 Skovning

### Metoderne

Man skelner mellem forskellige skovningsmetoder ud fra bearbejdningsgraden af effekterne, når de transporteres bort fra fældestedet:

*Sortimentsmetoden* (eng.: cut-to-length, CTL) er karakteriseret ved, at træerne oparbejdes til salgare effekter i umiddelbar nærhed af fældestedet, og inden der foretages nogen transport af træet. Hvis fældningen foretages maskinelt, kan skovningsmaskinen lægge effekterne i bunker, klar til transporten ud af bevoksningen. Ved motormanuel skovning er det kun de mindste stykker, som kan bunkelægges, resten bliver blot afkortet men må ligge, hvor de faldt. Eksempler på denne metode er hugst af korttømmer og/eller cellulosetræ. Sortimentsmetoden er hensigtsmæssig og anvendelig under forudsætning af et begrænset antal sorteringer. Hvis der skal aflægges mere end 3-4 forskellige sortimenter, forringes præstationen for såvel skovning som terræntransport. Der kan dog godt være variation inden for det enkelte sortiment, f.eks. kan energitræ aflægges i *faldende længder*, dvs. den enkelte stok får den længde, som udnytter træstammen bedst muligt.

*Helstammemetoden* indebærer, at kun grenene samt eventuelt det yderste af toppen fraskæres ved fældestedet, hvorefter stammen i fuld længde transporteres ud af bevoksningen. De hele stammer apteres (=afkortes) ved en efterfølgende operation ved skovvej eller ved den aftagende industri. Uafkortet tømmer i nåletræ er et eksempel. Helstammemetoden bruges mest ved afdrift af nåletræ, dvs. hvor alle bevoksningens træer fældes på én gang. Metoden har begrænset anvendelighed ved tyndingshugst, da

skovningsmaskiner har svært ved at håndtere de hele stammer og lægge dem til rette for den efterfølgende terræntransport uden at ramme og skade de blivende træer. Udslæbning af de lange stammer med spil eller tang vil uvægerligt medføre, at man skraber barken af rodhalsen på nogle af de tilbageværende træer i bevoksningen, og disse sår danner indfaldsveje for råd og misfarvning. Udslæbning af småtømmer er endvidere meget kostbar. På grund af skaderne har helstammemetoden været helt forladt ved tyndingshugster i Danmark, men moderne skovningsmaskiner med lang kran og kraftigt skovningsaggregat er dog i stand til at løfte små træer ud af bevoksningen i lodret stilling og lægge de afkvistede stammer i stiksporene. Derfor ser man på ny uafkortet tømmer aflagt i tyndinger, men kun i begrænset omfang.

Ved *heltræmetoden* fjernes træet i hel tilstand (både stamme og grene) fra skovningspladsen og transporteres ud til bilfast vej, hvor oparbejdningen kan finde sted, eller de hele træer kan transporteres videre til råtræterminaler, hvor afkvistning (=afgrening) og oparbejdning foregår. I Canada og nordvestlige USA har heltræmetoden været meget brugt. Efter fældning (maskinel eller motormanuel) slæbes de hele træer ud til fast vej, hvor afkvistning foretages med store processor-maskiner. Heltræmetoden har også vundet indpas i Danmark ved tidlige tyndinger af løvtræ, som foretages med en fælde/udkørselsmaskine. De hele træer køres ud til fast vej eller oparbejdningsplads for senere flishugning.

Oparbejdning af *brændselsflis* (skovflis) indtager en særstilling, fordi produktet adskiller sig så stærkt fra rundtræsfortimenterne. Hvor der bruges bevoksningsgående flishuggere, er der principielt tale om sortimentsmetoden, idet flisen bliver færdigproduceret ved fældestedet inden terræntransporten. Men flis kan også oparbejdes efter heltræmetoden, jvf. ovenfor. Der ses også kombinationer, hvor energitræet aflægges og køres ud som rundtræ (sortimentsmetoden), hvorefter dette energitræ hugges til flis ved bilfast vej eller på en oparbejdningsplads. I Danmark bliver størsteparten af skovflisen fremstillet med bevoksningsgående flishuggere, men i udlandet er flishugning ved vejside mere almindeligt.

Undersøgelser med tidsstudier kan ikke udpege en bestemt metode som entydigt overlegen i forhold til andre. Det er dog en kendsgerning, at sortimentsmetoden med brug af skovnings- og udkørselsmaskiner ("den skandinaviske model") vinder frem på verdensplan. Hvis træerne er meget store, og vægten af de enkelte effekter derved bliver meget høj, er sortimentsmetoden den eneste anvendelige. Enhver anden metode vil i disse tilfælde kræve indsats af meget stort og kraftigt maskineri, som vil medføre strukturskader på jordbunden samt skader på eventuel opvækst og resterende træer.

## Tidlig tynding af nåletræ

*Tynding* (=udhugning) er bevoksningspleje, hvor der lysnes i bevoksningen og produceres en salgbar vare. Dette skal ses i modsætning til afstandsregulering/*udrensning*, hvor der også lysnes i bevoksningen, men hvor der ikke frembringes et produkt med en salgsværdi. Tyndingen har to formål: at fremme bevoksningens videre udvikling samt at give indtægter tidligt i bevoksningens liv. Begge hensyn skal tilgodeses, sådan at en kortsigtet gevinst ikke opnås på bekostning af de fremtidige produktionsmuligheder. Dette kapitel omhandler den tekniske udførelse af tyndingen, mens kriterierne for udvælgelse af tyndingstræerne (udvisning) behandles nærmere i kapitel 7.

Ved den eller de første tyndinger af nåletræ, hvor middelstammen i mange tilfælde er mellem 0,05 og 0,1 m<sup>3</sup> (svarende til 10-12 cm DBH), er brændselsflis oftest det mest lønsomme sortiment at producere. Typisk består det første indgreb i indlæggelse af stikspor med 15-25 meters afstand, svarende til det dobbelte af rækkevidden for skovmaskinernes kraner. Ved fældning af træer til energiflis på de fremtidige stikspor arbejdes i praksis efter to forskellige principper: enten nedskæres træerne motormanuelt, eller der bruges en *fælde-bunkelægger* med stor frihøjde, som lægger de fældede træer midt i stiksporet, så maskinen kan skræve over dem under fremkørselen. Motormanuel nedskæring går meget hurtigt, da træerne er små, kan falde frit og ikke skal afkvistes. Derfor er motormanuel nedskæring ikke dyrere end maskinel indsats, men arbejdsmiljømæssigt er det ikke det mest behagelige arbejde.

Det sædvanlige er, at fældningen foretages om vinteren eller om foråret, hvorefter træerne får lov at tørre sommeren over. Herved opnås, at vandindholdet falder fra ca. 55 % til 40-45 %, som er passende for de fleste varmeværker. Lige så vigtigt er det, at de fleste nåle og en del tynde kviste falder af i løbet af sommeren, og herved bevares en stor del af plantenæringsstofferne på arealet. Efter tørring sommeren over oparbejdes træerne om efteråret/vinteren med en flishugger, som kører på stiksporene. I almindelighed indgår også en frakørselstraktor, som transporterer flisen fra huggeren til lastbil eller container ved fast vej. I så fald kan flishuggeren arbejde næsten hele tiden og behøver ikke at bruge tid på at bakke ud til fast vej, hver gang fliskassen er fuld. Kapaciteten af dette system er meget høj, idet en stor terrængående flishugger er i stand til at producere omkring en rummeter flis i minuttet. For at systemet kan fungere optimalt, skal kapaciteterne af flishugger, frakører og lastvognstransporten være godt koordineret. Ulempen ved et så sammenhængende system er, at bryder en maskine sammen, går hele systemet i stå. Der kræves derfor en organisation med stor fleksibilitet og evne til hurtigt at få løst tekniske vanskeligheder.





FOTOS: SØREN FODGAARD

Fælde-bunkelæggeren er en specialmaskine, beregnet til at fælde og håndtere hele træer med grene på. Da den bruges mest til rydning af kørespor og til udtynding af yngre bevoksninger, foretrækkes ofte en ret kort og kompakt maskine, som kan manøvrere i en tæt bevoksning.

Fældningen af træerne forgår oftest med et kædesavsaggregat, men der findes også typer som klipper træerne over eller bruger en slags stor og kraftig rundsav. Sidstnævnte er især fordelagtig, når der skal fældes tæt og uensartet opvækst eller flerstammede træer. De klippende aggregater er hurtige og robuste, men der opstår flæk og knusninger i det fældede træ, som derfor kun kan bruges til energi eller papirfremstilling.

Aggregatet er meget ofte akkumulerende, dvs. at det er forsynet med et ekstra sæt gribearme, som kan fastholde et allerede fældet træ, mens man fælder det næste. Herved kan samles en hel buket af træer, og denne flertræhåndtering øger i høj grad maskinens præstation.

I forhold til de egentlige skovningsmaskiner (se senere boks) er fælde-bunkelæggeren en billigere maskine, og ved små træer har den højere præstation, fordi træerne ikke bliver afgrenet.





Figur 4-1. Stikspor, hvor træerne er lagt til for-tørring sommeren over. (Foto: Søren Fodgaard)

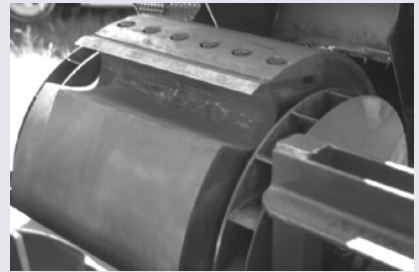
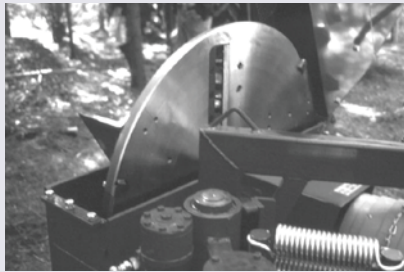
At producere brændselsflis i selve bevoksningen med en mobil, selvkørende flishugger er en dansk specialitet. I vore nabolande foretrækker man at køre de hele træer ud af bevoksningen og foretage flishugningen ved fast vej. Udkørsel af træerne inden flishugningen gør oparbejdningen dyrere, men kan indebære fordele. Oparbejdning af flisen skal helst ske i takt med varmeværkernes behov, da den færdigt forarbejdede flis bliver angrebet af råd- og skimmelsvampe, hvis den lagres i længere tid. Den selvkørende flishugger skal derfor færdes i bevoksningen i efterårs- og vintermånederne, hvor jorden ofte er oplødt. Men en flishugger med læs er et meget tungt køretøj, som kan forårsage alvorlig sporkørsel og/eller kompaktering af jordbunden. Ved udkørsel af heltræer og flisning ved fast vej behøver flishugningen ikke at ske samtidigt med kørslen i bevoksningen. Sporkørsel og skader på jordbunden kan bedre undgås, hvis træerne køres ud i godt føre (sensommer med tør jord eller eventuelt i frostvejr), og man kan efterfølgende oparbejde flisen, når varmeværkerne har brug for den. Hvis de hele træer skal køres ud af bevoksningen, må fældningsarbejdet tilrettelægges anderledes, da en udkørselsmaskine kun med vanskelighed kan opsamle træer, der ligger midt i stiksporet. I stedet må træerne lægges i sporkanten eller imellem de stående træer, hvor udkørselsmaskinen kan få fat i dem.

Undertiden foretages etableringen af stikspor med en skovningsmaskine, idet rundtræeffekterne (typisk cellulosetræ) lægges i sporkanten, mens kvas og toppe efterlades som køreunderlag på selve sporet. Udbyttet bliver en del mindre end ved flishugst, fordi grenene ikke udnyttes, men rundtræmetoden er mere skånsom mod bevoksningen, fordi maskinerne har køreunderlag, og fordi der skal køres færre gange i bevoksningen, idet de runde effekter fylder langt mindre end flis og heltræer.

Flishuggere findes i to principielt forskellige typer, som begge bruges i skoven:

Skivehuggere har knive, som sidder radialt på en stor roterende skive. Materialet, som skal hugges, indmades på skrå i forhold til den roterende skive. Skivehuggeren frembringer en ensartet flis, men den egner sig bedst til bearbejdning af lange, regulære stykker (stammer eller hele træer).

Tromlehuggere har knivene monteret på en roterende cylindrisk tromle, og materialet indmades vinkelret på hug-tromlens akse. Tromlehuggeren leverer en ret uensartet flis, men den er til gengæld ufølsom over for udgangsmaterialets længde, form og størrelse. Den egner sig godt til kvasbunker og andre blandede trærester.



Bevoksningsgående flishuggere findes som specialmaskiner (th.) eller påbygget store traktorer (nedenfor). De specialbyggede flishuggere har som regel større kapacitet og bedre evne til at tage sig frem i terrænet. Til gengæld er maskinen meget tung: med fyldt fliskasse kan vægten nå op på 25 tons. Maskinen er dyr, og for at udnytte kapaciteten maksimalt indsættes næsten altid en særlig frakørselstraktor til at transportere flisen fra bevoksningen og ud til fast vej.

Den traktorbaserede flishugger er noget lettere og væsentligt billigere i anskaffelse. Som regel kører huggeren med sin tipvogn ud til fast vej og aflæsser flisen, hver gang vognen er fuld.

Lastbilhuggere findes dels anbragt på lastbilens lad, dels opbygget på en anhænger ("kærrehugger"). Oftest har flishuggeren sin egen særskilte motor, uafhængig af lastbilen. Disse flishuggere har på grund af deres motorkraft (op til 750 kW) meget stor kapacitet. De bruges til flishugning af træer og hugstrestre, som i forvejen er udkørt til fast vej.



Skovningsmaskinen er en af de teknisk set mest avancerede maskiner, som bruges i det civile liv. Den kan fælde, afgrene, opmåle og afkorte træer til de effekter, som køberen ønsker.

Betjeningen af maskinen kræver betydelig øvelse, men føreren kan støtte sig til automatisk måleudstyr og en stor computerkraft, som hele tiden søger at optimere produktionen.

Skovningsaggregatet indbefatter en kraftig kædesav til fældning og afkortning af træet (nederst på billedet), krumme kvisteknive til overskæring af grenene og fremtræksvalser til at trække stammen gennem kvisteknivene. Alle funktioner er hydraulisk drevne med elektrisk styring. Der er desuden målehjul, som registrerer stammens bevægelse gennem aggregatet, og diameterfølere koblet til kvisteknivene eller fremtræksvalserne.



Selve basismaskinen er som regel ret stor og tung, så den kan bære en lang kran uden at miste stabiliteten. For at sikre jævn kørsel i terrænet og god fremdrift er det almindeligt at maskinen har 8 hjul, som sidder to og to i bogiemontering.



Før en fældningsopgave påbegyndes, indlæses en "apteringfil" i maskinens computer. Hvis føreren ikke griber ind, vil hvert enkelt træ automatisk blive afkortet i de effekter, som er optimale i forhold til kundernes ønsker og betalingsvilje. Men i praksis må føreren ofte gribe ind, fordi maskinen ikke kan registrere skævheder, uregelmæssigheder og råd, som betyder at afkortningen skal korrigeres.



Tynding af bevoksningen mellem sporene kan udføres enten i forbindelse med sporhugsten eller (mere sædvanligt) et par år senere. Hvis produktet også her skal være flis, kan skovningsarbejdet gøres af en fælde-bunkelægger. Ellers bruges en skovningsmaskine, som typisk producerer cellulosetræ samt eventuelt emballagetræ. Da sigtbarheden i den unge bevoksning er begrænset, og fordi der ofte bruges små skovningsmaskiner til de første indgreb, er skovningsmaskinens rækkevidde i praksis ofte begrænset til ca. 7 meter fra sporkanten. Ved en sporafstand på 20 meter – som er almindeligt – opstår i så fald en zone midt mellem sporene, hvor maskinen ikke kan nå træerne. Træerne i denne mellemzone kan da fældes motormanuelt vinkelret på sporene, sådan at skovningsmaskinen kan nå toppen og trække træet til sig under oparbejdningen. Mellemzonens bredde kan ved dette system blive op til maksimalt 15 meter, så afstanden mellem sporene kan øges op til 25-30 meter. Dog ser man ofte, at en mellemzone fra første tynding får lov at stå urørt indtil en senere tynding, som foretages med en maskine, der har længere kran. På dette senere tidspunkt er grenene også døde op til større højde, så ”indsynet” er forbedret. Undertiden vælger man at lægge stiksporene tættere (16 meter), så hele arealet kan tages under behandling allerede fra første tynding, men andelen af sporareal i bevoksningen bliver da meget stor.

På sandet jord, hvor der er mindre risiko for skader på jordbunden og på rodsystemet, og hvor stamtallet efter tynding bliver mindre end ca. 1 200 stammer/hektar, kan mellemzonen skoves med en lille skovningsmaskine, som bevæger sig på et skovningsspor midt mellem køresporene og lægger effekterne ud til udkørselssporet. Skovningssporet behøver ikke at være helt lige, så der kan i nogen grad foretages selektiv hugst.

### De senere tyndinger af nåletræ

Efter at bevoksningen har nået en diameter, hvor det kan betale sig at aflægge rundtræeffekter, foretages næsten alle tyndinger af nåletræ med skovningsmaskine. Fældning og afkvistning med motorsav (motormanuelt oparbejdning) bruges kun i meget små eller afsides beliggende skove, hvor det ikke kan betale sig at transportere maskineriet hen til skoven.

Ved maskinel tynding bør oparbejdningen foretages på en sådan måde, at størstedelen af kvas og topender bliver placeret på sporet. Derved minimeres spordannelse og sammentrykning af jordbunden. Ved tyndingshugst med aflægning af rundtræeffekter er mængden af kvas normalt for lille til, at det kan betale sig at bjærge kvaset til produktion af flis.

De effekter, der produceres i en nåletrætynding, er hovedsageligt cellulosetræ (topdiameter >7 cm), emballagetræ (topdiameter oftest >12 cm) og

senere korttømmer (topdiameter >12 eller >14 cm, afhængigt af kunde). I bevoksninger med angreb af rodfordærver eller andre skader (oftest skrælleskader fra kronvildt) vil der også blive aflagt energitræ, som flis-hugges enten ved vejside eller på varmeværk.

Løvtræopvækst (oftest birk) i bevoksningen er ingen begrænsning for at bruge skovningsmaskine til indgrebet, så længe det drejer sig om retvokset løvtræ med tynde grene. I plantede blandingsbevoksninger med nåletræ og bøg eller eg i rækkevisse blandinger kan skovningsmaskinen dog have svært ved at afkviste løvtræerne på grund af kraftige grene og tveger. Ofte er det netop træer med krukketendenser, man ønsker at tage ud i de første gennemhugninger. Men da sortimentet oftest er brænde eller energitræ, spiller en mangelfuld afkvistning ingen rolle.

### Tidlig tyndning af løvtræ

Flis af de tunge løvtræarter (bøg, eg, ask, ahorn, birk m.fl.) er populær på varmeværkerne, fordi energikoncentrationen er høj. Endvidere behøver disse træarter ingen fortørring inden flishugningen, fordi vandindholdet i det stående træ er i nærheden af de ca. 45 %, som er ideelt for større flisfyringsanlæg. Tabet af næringsstoffer er begrænset, selv om træerne tages ud af bevoksningen i frisk tilstand, så længe fældningen sker i den bladløse periode. Derfor er energiflis et attraktivt sortiment ved tidlige tyndingshugster af løvtræ. Når den gennemsnitlige brysthøjediameter er nået op over ca. 8 cm, vil der kunne opnås et positivt dækningsbidrag ved skovning med fælde-bunkelægger og efterfølgende flisning med en bevoksningsgående flisslugger. Hvis træerne køres ud af bevoksningen

Hvis man sætter en grabsav på kranen af en udkørselsmaskine, har man et udstyr, som i princippet både kan fælde træer og køre dem ud til fast vej. Ved sporlægning og tyndning af unge løvtræbevoksninger har en sådan fælde-udkører imidlertid ikke vist sig konkurrencedygtig i forhold til fælde-bunkelægning og efterfølgende udkørsel.

Det hænger sammen med at fælde-udkøreren har svært ved at håndtere træerne i en tæt bevoksning. I praksis er det næsten umuligt at fælde træerne foran maskinen og lægge dem om på ladet, og det er heller ikke problemfrit at fælde ved siden af sporet og lægge træerne på ladet i én arbejdsgang. Maskinen har snarere sin berettigelse ved fældning af undervækst, udtyndning af læhegn og i bymiljø.



og efterfølgende flises ved vej, øges omkostningerne en smule, så et positivt dækningsbidrag først opnås lidt senere i bevoksningens liv.

Ofte vælges at fælde stiksporene motormanuelt, da fælde-bunkelæggeren ikke kan køre over de store løvtrætoppe. Alternativt kan træerne lægges i siden af stiksporet, men da må sporet gøres meget bredt. En sidste mulighed, som ofte ses praktiseret, er at fælde-bunkelæggeren stiller træerne som ”buketter” i siden af stiksporet under fældearbejdet. Hvis den efterfølgende oparbejdningen skal ske med en bevoksningsgående flishugger, kører fælde-bunkelæggeren baglæns ad det samme spor og lægger de fældede træer ud i sporet under tilbagekørselen. Hvis de hele træer skal køres ud til fast vej, kan udkørselsmaskinens kran direkte tage ”buketterne” og lægge dem på ladet.

Figur 4-2. Fælde-bunkelæggeren har stillet sportræerne i ”buketter”.



Undertiden bruges gravemaskinebaserede fælde-bunkelæggere. Disse maskiner er i stand til at dreje hele overdelen rundt, og ved sporhugst kan de fælde træerne foran, dreje rundt og lægge de skovede træer i sporet bag sig.

Som alternativ til fælde-bunkelægning og efterfølgende flishugning kan hele tyndingsarbejdet undertiden foretages af *selvskovere*. Forudsætningen er selvfølgelig, at der eksisterer et marked for brænde, hvilket har været tilfældet siden oliekrisen i 1974. Selvskovermarkedet har dog været vigen- de de senere år, og i dag er det kun en meget lille del af løvtræhugsten, som varetages af selvskovere.

### Tynding af mellemdrende og ældre løvtræ

Ved tyndingshugst af løvtræ er langt det vigtigste sortiment *brænde*. Det

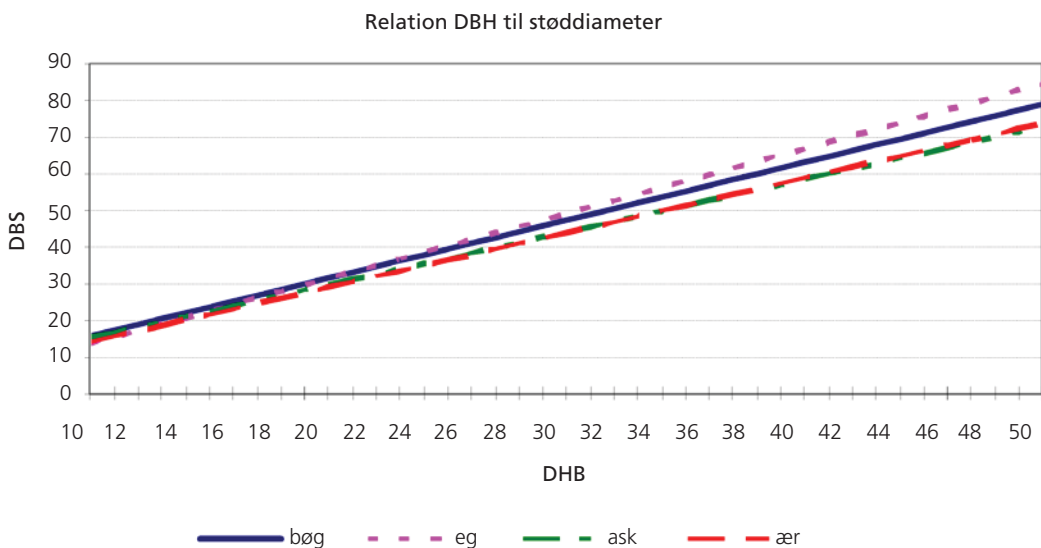


oparbejdes gerne i længder på 2-3 meter og køres ud til fast vej, hvor det sælges til enten privatkunder, brændehandlere eller varmemærker. Rette træer af eg kan oparbejdes til *pæle*. Lidt senere i bevoksningens liv kan rette træer (af flere arter) oparbejdes til *gulvtrækævlere*. Egentlige savværkskævlere (til møbler og inventar) kan kun aflægges i sene tyndinger, da de normalt skal have en midtdiameter over 40 cm. Ask og ahorn kan dog sælges i mindre dimensioner.

I dag er tyndning af løvtræ i stort omfang mekaniseret ved brug af skovningsmaskiner. Løvtræ adskiller sig fra nåltræet ved en anderledes grenbygning og tykkere grene, stammerne er mere krogede og ofte med kraftige rodudløb og tveger, kronen fylder mere og træets samlede tyngdepunkt ligger relativt højere end for nåltræ. Træerne er tungere og veddet hårdere, og endelig kan man ved fældningen let komme til at forårsage fældeskader på de tilbageværende træer i bevoksningen. Ved skovning af ”hårde løvtræarter” (bøg, eg, ask, ahorn, birk m.fl.) skal man derfor regne med, at den maksimale fælde- og kvistediameter for skovningsaggregatet er noget mindre end ved anvendelse i nåltræ. Basismaskinen skal være forholdsvis tung, da løvtræets friskvægt kan overstige  $1\ 000\ \text{kg/m}^3$  mod ca.  $800\ \text{kg/m}^3$  for rødgran.

Med de skovningsmaskiner, som for nærværende bruges i Danmark, ligger grænsen for mekaniseret skovning af løvtræer ved en støddiameter omkring 65 cm. Heding (1981) har for træarterne bøg, eg, ask og ahorn (ær) opstillet lineære udtryk for sammenhængen mellem træernes diameter i brysthøjde og støddiameteren. Af diagrammet nedenfor (figur 4-3)

Figur 4-3. Sammenhæng mellem diameter i brysthøjde og støddiameter for bøg, eg, ask og ær.  
(Efter Heding 1981)



fremgår det, at man som tommelfingerregel kan sætte støddiameteren lig med  $1,5 \times \text{DBH}$  for alle de fire nævnte træarter. Den nogenlunde maksimale brysthøjdediameter vil altså være omkring 45 cm, men det er klart, at hvis man er parat til at acceptere lidt højere stød, vil man kunne øge den maksimale hugstdiameter noget. Herved bliver træet imidlertid så tungt, at skovningsmaskinen får problemer med stabiliteten.

Afkvistningskvaliteten er ringe, når løvtræ oparbejdes med skovningsmaskine. Men det vigtigste produkt er brændesortimenter, hvor en dårlig afkvistningskvalitet ikke spiller nogen større rolle. Ofte arbejdes der sådan, at maskinen fælder, afkvister og afkorter træerne indtil aggregatet møder den første store gren, som det ikke kan afskære. Resten efterlades til brændesankere eller til flishugning. I forhold til motormanuel skovning er der ikke altid den store økonomiske gevinst at hente ved maskinskovningen, men på udkørslen vindes en præstationsforøgelse i størrelsesorden 15-25 % på grund af bunkelægningen af effekterne. Den mekaniserede skovning har den fordel, at alle træer kommer ned med det samme (ingen ”hængere”), og maskinen kan i et vist omfang tvinge træerne mod et eventuelt hæld.

### Afdrift af nåletræ

Afdrift af nåletræ foregår i dag hovedsageligt med skovningsmaskine. Meget store træer med diameter over 75 cm i fældesnippet kan dog overstige maskinens kapacitet og må fældes motormanuelt. Ved meget små og/eller isolerede bevoksninger går der for lang tid med at transportere skovningsmaskinen mellem bevoksningerne, så dens kapacitet ikke kan udnyttes. Også i disse tilfælde foretrækkes undertiden motormanuel fældning og afkvistning.

Det klassiske sortiment ved afdrift af nåletræ er uafkortet tømmer, og det er stadig dette sortiment, som opnår den højeste pris. Markedet er imidlertid under forandring, således at korttømmer vinder frem på langtømmerets bekostning. Det hænger sammen med en teknisk omstilling i savværksbranchen, samt at en stadig større del af nåletrætømmeret eksporteres. Korttømmer lader sig rationelt transportere på jernbane eller med skib, og bl.a. de svenske savværker er udelukkende indrettet til at modtage korttømmer.

Savværkerne stiller krav om en vis topdiameter (10, 12 eller 14 cm alt efter sortiment), og derfor kan der ofte aflægges et stykke 3-meter cellulosetræ i toppen. Hvis der skal aflægges GROT (se nedenfor), vil man dog ikke producere cellulosetræ, men lade hele toppen ligge til flishugning. I tilfælde af rådgangreb eller kronvildtskrælning aflægges korte effekter i rodenden, eksempelvis i form af et stykke emballage- eller energitræ på



Figur 4-4. Uafkortet tømmer er det klassiske sortiment ved afdrift af nåletræ.

2,4 meter. Den resterende del af stammen kan dog som regel stadig sælges som ”uafkortet tømmer”.

Hvis der er etableret faste kørespor i bevoksningen, kræves et godt samarbejde mellem skovning og terræntransport, så transportmaskinerne er i stand til at nå alle effekterne fra køresporene. Stykkerne skal være placeret sådan, at udtransport af henholdsvis langtømmer og korte effekter kan foregå uafhængigt af hinanden.

## GROT

Ordet GROT har sin oprindelse i Sverige, og betyder GRene Og Toppe. Betegnelsen bruges indtil videre kun om hugstrestre af nåletræ, men kunne lige så godt bruges ved løvtræ. Mens det næsten aldrig kan betale sig at flise hugstresterne fra tyndinger, hvor der oparbejdes rundtræ, er det efterhånden almindeligt at samle grene og toppe fra afdrifter i stakke mellem bunkerne af rundtræ-effekter. Efter en eventuel fortørring køres GROT'en ud og flises ved fast vej, eller den oparbejdes af en bevoksningsgående flishugger. Foruden indtægten ved salg af flis har metoden den fordel, at man sparer kvasrydning af arealet, inden det skal gentilplantes.

GROT-bunker tørrer langsomt og indeholder en stor andel nåle, kviste og bark; derfor er fliskvaliteten ret dårlig. For at rette op på dette bør der ikke aflægges rundtræeffekter helt ud til toppen. Det er bedre at efterlade store topender i GROT-bunkerne, så flisen kommer til at indeholde en del reelt ved.

Figur 4-5. Afdrift efter stormfald: GROT og tømmer aflægges på hver sin side af køresporet, klar til udkørsel.  
(Foto: Søren Fodgaard)



### Afdrift af løvtræ

Ved afdrift af et areal med stort og værdifuldt løvtræ er det vigtigt at så lidt træ som muligt ødelægges ved fældningen. Flæk og knusninger opstår let, hvis træerne fældes ned over allerede fældede træer eller andre forhindringer. Skovningen foregår motormanuelt, og en konsekvent retningsbestemt fældning er af største vigtighed, både for at undgå skader og for at kunne gennemføre udtransporten af effekterne uden at skulle køre uden for de markerede stikspor. Sortimenterne vil være savværkskævler (til møbler, inventar m.m.), gulvtrækævler samt brænde eller flis af toppen. Eventuelt kan toppen efterlades til brændesankere.

### Skovning af overstandere i selvforyngelse

Afviklingen af overstanderne i en selvforyngelse skal ske på en måde, så foryngelsen skades så lidt som muligt. Det kan ikke lade sig gøre at fælde og borttransportere store træer over en foryngelse uden at forårsage skader, men gennem en nøje planlægning og omhyggelig udførelse af arbejdet kan skaderne minimeres. Så længe opvæksten er ung, kan planterne tåle en fuldstændig nedbøjning uden at knække, men planter af mandshøjde eller mere bliver ødelagt, hvis effekter slæbes eller køres hen over dem.

Overstanderne skal fældes sådan, at kronerne så vidt muligt falder på etablerede spor eller ud af bevoksningen. Det kan kræve en del arbejde med kiler og eventuelt indtrækning med spil for at styre fælderetningen. Det er meget vigtigt, at udslebningen kan foregå i fælderetningen, så kævlen ikke skal drejes undervejs. Derfor må træerne så vidt muligt fældes i en spids vinkel mod sporet. De korte effekter (gulvtrækævler, bræn-

de) skal kunne nås af udkørselsmaskinens kran; også af denne grund bør træerne fældes, så kronerne falder på sporene.

### **Vedvarende skovdække: plukhugst o.l.**

Ved naturnære driftsformer vil målet ofte være at opnå et vedvarende dække af uensaldrende skov, gerne bestående af flere træarter. At udnytte træressourcen rationelt under sådanne betingelser er en stor teknisk udfordring. Underetagen kan være så tæt, at det er meget vanskeligt for maskinførerne at se og vælge de træer, som skal fældes, og det kan rent fysisk være svært at nå de ønskede træer med maskinens kran. Maskinernes stabilitet begrænses af deres egenvægt, og jo større træerne bliver, des mere nødvendigt bliver det at kunne køre maskinen helt hen til træet, både ved maskinskovning og ved udtransport af effekterne. Tilstedeværelse af underetage/opvækst forhindrer imidlertid effektivt, at maskinerne kan færdes mellem de store træer. Hvis sådanne bevoksninger skal gennemhugges med skovningsmaskine, kan det være nødvendigt at arbejde med et lavere stamtal, end det rent biologisk og dyrkningsmæssigt er ønskeligt. Men med motormanuel retningsbestemt skovning er det ofte muligt at fælde træet, så udslæbnings-/udkørselsmaskinerne kan få fat i træet fra stiksporene. Alternativt kan man trække effekterne ud med spil. Sidstnævnte fremgangsmåde er dog hverken arbejdsmiljømæssigt eller økonomisk optimal. I Tyskland har man forsøgt at bruge meget store (gravemaskinebaserede) skovningsmaskiner, som færdes på et system af faste stikspor, men det er en dyr løsning.

Et andet problem er, at hvis bevoksningen består af træer med meget uens størrelse og endda muligvis af forskellige træarter, falder de enkelte sortimenter meget spredt. Det forringer økonomien i hugsten, hvis maskinerne skal køre langt mellem hvert træ, fordi navnlig skovningsmaskinen har en meget høj timepris. Endvidere forringer det salgsmulighederne og prisen, når køber skal hente små bunker ad gangen. Hvis effekterne falder spredt, må man i det mindste sørge for at gennemhugge store arealer ad gangen, så der kan samles hele lastvognslæs af de enkelte sortimenter. En svensk undersøgelse fra 2006 viste, at set over en omdrift forøgede plukhugst ("blådnings") omkostningerne til skovning og transport med 28 %, sammenlignet med plantning og renafdrift.

### **Stormfald**

Efter de første store stormfald i 1967 og 1981 foregik håndteringen af de væltede træer i tre tempi, som blev holdt fysisk adskilte i en stormfaldszone, en oparbejdningszone og en transportzone. Selv om en række nye metoder er taget i anvendelse efter de senere stormfald i 1999, 2005 og 2013, kan den gamle inddeling stadig bruges til at give overblik over arbejdet:



I *stormfaldszonen* foretages friskæring og fremtrækning af træer. Dette er den vanskeligste del af arbejdet, og det er især i stormfaldszonen, de særlige problemer er koncentreret. Det drejer sig om at løse op for de sammenfiltrede træer i den rigtige rækkefølge og foretage friskæringen på en sikker måde uden at træerne flækker. Det er vigtigt, at arbejdet er tilrettelagt på en sådan måde, at der ikke ligger et tidspres på den mand, der friskærer med motorsav. Herved forebygger man ulykker på grund af stress og manglende tid til at tænke sig om. Erfaringer viser, at ca. halvdelen af de stormfældede træer umiddelbart kan friskæres med skovningsmaskine, hvorved mandskabet spares for denne farlige del af arbejdet. De resterende træer volder derimod problemer for maskinen, fordi de ligger med den nederste del af stammen trykket ned i jorden og er tilsmudset med jord og sand, som gør det vanskeligt eller umuligt for en skovningsmaskine at foretage friskæringen. Der opstår desuden en del revner i tømmeret ved friskæring med skovningsmaskine. Der er således brug for motormanuel indsats, også hvor der indsættes skovningsmaskiner i arbejdet. Erfaringerne viser, at én mand knapt kan nå at friskære til en skovningsmaskine, så for at undgå tidspres er det bedst med to friskærere eller eventuelt tre mand til to skovningsmaskiner. Det er vigtigt, at skovarbejderne ikke vover sig ud i farlige situationer, men overlader de farlige træer til skovningsmaskinen. Det kan for eksempel være træer, der ligger i spænd, eller hvor der er fare for, at rodkagen vælter ned over skovarbejderen. Friskæringen bør ske i bæltet med ca. 10 meters bredde og så stor længde, at der er sikker afstand mellem friskæreren og maskine. På den anden side bør maskinen ikke være længere borte, end at den kan hjælpe til med at løfte træer fri, der ligger i spænd eller på anden måde er vanskelige/farlige at friskære. Passende stor afstand mellem skovarbejder og maskine skal også sikre, at skovarbejderen ikke føler sig presset. Det skal sikres, at skovarbejderne har fået den fornødne oplæring og instruktion, og at skovarbejdere og maskinførere kommunikerer med hinanden løbende, så misforståelser undgås. I alle tilfælde er friskæring med motorsav et krævende og ensidigt arbejde, både fysisk og psykisk. Om den motormanuelle teknik ved oparbejdning af stormfald kan man læse i kompendiet "Træets Fældning" af Ulf Jessen (Skovskolen).

I forbindelse med stormfald har skovningsmaskiner den begrænsning, at kranen ikke er tilstrækkeligt kraftig til at fritrække større træer, som ligger med sammenfiltrede kroner. Ved træer større end ca.  $\frac{1}{2}$  m<sup>3</sup> kan belastningen blive så stor, at man må have andre maskiner til hjælp ved fremtrækningen for at undgå havarier på skovningsmaskinens kran. Et andet problem i denne forbindelse er, at skovningsmaskinerne ofte må bruge meget aggressive fremtræksvalser (pigvalser) for at kunne trække træet frem under afkvistningen. Disse valser ødelægger barken og forringer derved mulighederne for at lagre træet inden opskæring.



*Gravemaskiner* på bælder og med 360° rundtgående drejning af motor, gravearm og førerhus er meget anvendelige ved fremtrækning af træer. Det skyldes især, at de har stor træk- og løftekraft og stor aktionsradius fra én standplads. Gravemaskinen er en driftssikker og forholdsvist billig basismaskine, som kan udstyres med en tømmergrab i stedet for graveskovlen, eller eventuelt påmonteres et fælde/afkvisteaggregat.

*Gummihjulsæssere* med firehjulstræk og knækstyring er velegnede til fremtrækning af træer. Maskinerne udstyres med en tømmergrab i stedet for jordskovlen, og ofte må der monteres kæder på hjulene. Ud over fremtrækningen kan læsemaskinen anvendes til efterfølgende rydning af arealet for rodkager m.m. Bemærk dog, at sådanne maskiner ofte har et meget højt marktryk.

I *oparbejdningszonen* foretages afkvistning og afkortning af stammerne. For nåletræets vedkommende vil oparbejdningen i dag næsten altid ske med skovningsmaskine, selv om fremtrækningen (for store træers vedkommende) måske er foretaget med gravemaskine eller gummihjulsæsser. Oparbejdningen bør følge så tæt efter fremtrækningen som praktisk muligt, så arbejdet færdiggøres stribevis.

I *transportzonen* foregår udslæbning eller udkørsel af stammerne, som stort set ikke adskiller sig fra forholdene ved almindelig renafdrift. Maskinernes færdsel er dog besværliggjort af oprevne stød samt knækkede eller splintrede toppe og stammestykker.

Ved stormfald kan op til 30 % af træerne være knækket, og desuden må der i mange tilfælde sættes høje stød ved friskæringen. Derfor falder en betydelig del af udbyttet som korttømmer. Af rodvælterne kan produceres langtømmer, men for at kunne afsættes på et overfyldt marked aflægges det i stormfaldssituationer typisk med større topdiameter end normalt. Således bliver meget tømmer efter stormfald aflagt med topdiameter 14 cm mod normalt 10 cm. Et særligt problem udgør de store mængder træ, som er beskadiget af knæk, flæk eller indre brud. Den stort set eneste afsætningsmulighed er som *energitræ* til varmegærkerne, men mængden af beskadiget træ fra et større stormfald vil kunne dække de lokale varmegærkers forbrug i en lang periode. Lagring af frisk flis i længere tid vil resultere i biologisk omsætning og tørstof-tab. Den eneste realistiske mulighed er at lægge det beskadigede træ i stakke, hvor det kan tørre naturligt. Det vil kunne holde sig i mindst et par år uden nævneværdigt tab af varmegærdi og kan så hugges til flis i takt med, at der bliver afsætningsmulighed.

## 4.2 Terræntransport

### Transportafstande i terrænet

I danske skove er vejnettet meget tæt, sammenlignet med internationale forhold. I gennemsnit for hele landet er der cirka 35 meter bilfast vej pr. hektar. Undersøgelser har vist, at effekterne i gennemsnit skal transporteres ca. 140 meter i terrænet fra fældested til læggeplads ved bilfast vej, men dette gennemsnitstal dækker naturligvis over en meget stor variation. Omkostningerne til terræntransport udgør ofte mellem 1/2 og 1/3 af de totale skovningsomkostninger, så ud fra et økonomisk synspunkt er det meget vigtigt, at transporten foregår rationelt. Hertil skal lægges, at terræntransport af effekterne kan forårsage store skader på bevoksning såvel som jordbund, hvis den foregår uden tilstrækkelig omtanke.

### Stikspor

I tæt skov forhindrer træerne, at man kan køre med maskiner overalt i terrænet, og selv i gammel skov, hvor der er god plads mellem træerne, er det ikke ønskværdigt at udsætte hele skovbunden for maskinkørsel. I stedet koncentrerer transporten på et system af stikspor: Ubefæstede veje (kørespor), som kun er beregnede til færdsel med traktorer og specialmaskiner. Stiksporene etableres som regel ved første effektgivende tynningshugst med det formål at lette såvel skovning som transport.

Når stiksporene skal indlægges, skal der tages hensyn til:

- terrænet
- placering af læggeplads ved bilfast vej
- bevoksningen
- maskinerne, som skal bruges til skovning og terræntransport

Sidstnævnte punkt er vanskeligt, fordi bevoksninger som regel bliver så gamle, at der må påregnes en betydelig teknisk udvikling i deres levetid. Afstanden mellem sporene må tilpasses længden af de kraner, som er til rådighed i dag, men erfaringen har vist, at der ret hurtigt kan ske ændringer. Tilsvarende må stiksporene etableres med en bredde, som tager højde for maskiner, som skal færdes på dem mange år ud i fremtiden. Det er ret almindeligt at skaffe stikspor ved at fjerne hele rækker i bevoksningen, men i så fald må man acceptere, at stiksporenes bredde er fast og uflexibel. Hvis sporene senere viser sig at være for smalle - enten fordi man har fået større maskiner eller fordi træerne er vokset i tykkelse - har man intet andet valg end at fjerne endnu en række, uanset at sporene måske herved bliver urimeligt brede. Såfremt stiksporene ikke etableres ved rækkehugst, er der altid mulighed for at gøre dem bredere ved at fjerne nogle af randtræerne.

Gamle bevoksninger i Danmark er anlagt med stor afstand mellem køresporene, ofte 70 meter. De stammer fra en tid, hvor effekterne fra de første gennemhugninger blev båret ud på skulderen, og hvor man ved de senere indgreb foretog transporten med hest, som kunne færdes mellem træerne selv i bevoksninger med højt stamtal. Ved disse transportformer skete ingen drastiske skader på jordbund eller bevoksning, og der var ikke behov for et fintmasket net af kørespor. I det mekaniserede skovbrug begrænses mulighederne for kørsel af stamtallet, og som tommelfingerregel kan anføres, at kørsel med traktor eller tilsvarende i en bevoksning normalt kun kan finde sted, såfremt stamtallet er lavere end ca. 1 000 træer pr. hektar. Det betyder at maskinerne først kan færdes mellem stammerne på et ret sent tidspunkt i bevoksningens liv. Ved de første hugstindgreb må effekterne nødvendigvis transporteres væk ad stiksporene.

Et væsentligt spørgsmål i forbindelse med terræntransport af effekterne er, hvorvidt kørslen kun må ske på faste spor, eller den kan tillades at foregå efter behov overalt i terrænet, når stamtallet er nedbragt tilstrækkeligt. Af fordele ved at tillade ”fri kørsel” i terrænet kan nævnes, at transportafstanden minimeres, og at fastkørsel samt dybe spor ofte kan undgås, fordi der kan vælges en ny rute, hver gang en strækning skal tilbagelægges. Disse fordele skal imidlertid holdes op imod risikoen for alvorlige strukturskader på jordbunden, idet en stor del af arealet kan blive kompakteret. Desuden er der stor risiko for påkørselsskader, og kørslen er i modstrid med eventuelle ønsker om at opretholde en underetage i bevoksningen. Beslutningen om at tillade fri kørsel i terrænet bør kun træffes ud fra et detaljeret kendskab til jordbunden. De mulige skadevirkninger omtales nærmere i næste afsnit (4.3).

I dag er der en voksende tendens til at etablere permanente kørespor, som i princippet skal benyttes ud i al fremtid. Placeringen af stiksporene rækker altså ud over den aktuelle bevoksnings levetid, og det er terrænets beskaffenhed samt hensynet til natur- og kulturværdier, som bliver afgørende for linieføringen.

Hvis man ønsker at certificere sit skovbrug efter FSC, PEFC eller tilsvarende ordninger, er det normalt et krav, at kørslen i bevoksningerne kun foregår på permanente spor. Reglerne er ikke meget præcise med hensyn til hvor stor en del af skovbunden, som må påvirkes af kørsel, og siger heller ikke noget om sporenes afstand eller bredde. De udsendte auditører bruger ofte som tommelfingerregel, at højst 20 % af arealet må være påvirket af kørsel. Med en sporbredde på 4 meter svarer det til en sporafstand på ca. 20 meter (midte til midte). De fleste effekter både skoves og udkøres ved hjælp af maskiner med hydrauliske kraner, hvis rækkevidde

med dagens teknik er begrænset til 10-11 meter. Derfor er ca. 20 meter også den maksimale afstand mellem stiksporene, hvis man skal kunne nå alle træer med skovningsmaskinen. Men som nævnt i afsnittet om skovning kan det ved denne sporafstand være vanskeligt at dække hele arealet ved de første tyndinger, fordi det er svært at se langt ind i bevoksningen, og fordi de mindste maskiner ofte har kortere kraner.

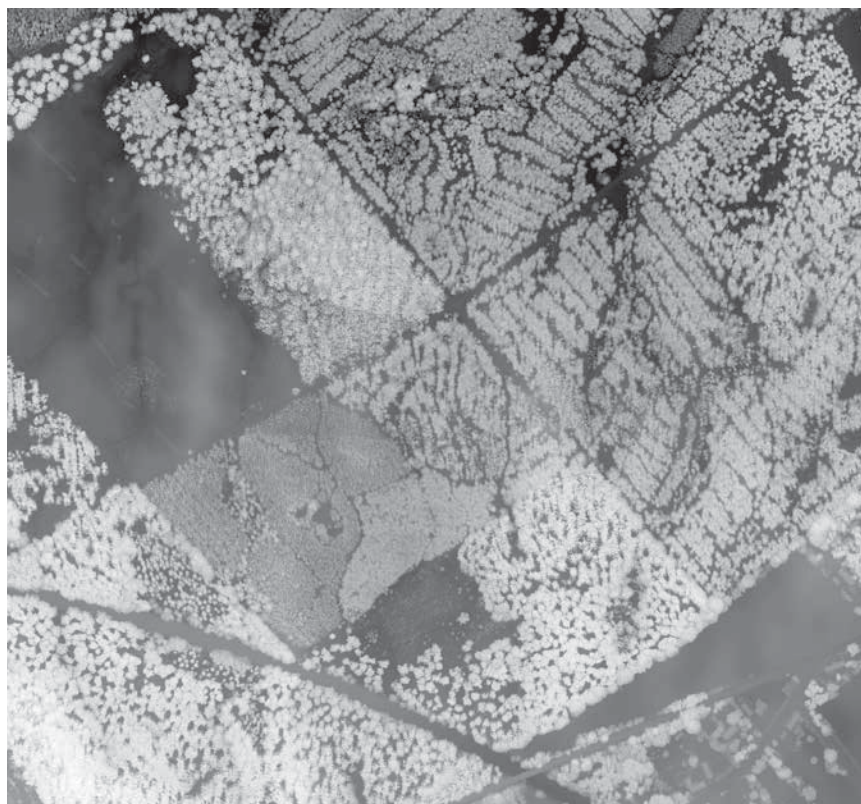
Stiksporene skal:

- være så brede, at skovnings- og udkørselsmaskiner kan færdes på dem, også når træerne efter en årrække er blevet tykkere. Med dagens maskiner betyder det, at de skal være 4-4½ meter brede ved anlæg og lidt bredere i svingene.
- være så rette som muligt og uden skarpe sving ved tilslutning til hovedspor eller vej.
- i kuperet terræn anlægges vinkelret på niveaukurverne, således at sidehæld undgås.
- gå uden om større sten, blødbundsområder og gamle rodvælter.
- gå uden om levesteder for sjældne planter og dyr, grævlingegrave osv.
- være så lange, at de giver mindst et fuldt læs, dvs. helst ikke kortere end 50-60 meter.
- være indbyrdes forbundne, således at det er let at køre rundt eller vende.

Imidlertid vil der ofte forekomme hindringer, som nødvendiggør afvigelser fra idealsystemerne. I besværligt terræn (kuperet, blødt, o.l.) må man tit affinde sig med et uregelmæssigt stiksporssystem med korte spor og varierende indbyrdes afstand. Det kan også under sådanne forhold blive svært at overholde kravet om en længde svarende til mindst et fuldt læs pr. stikspor.

Der er nogen diskussion om udmøntningen af det sidste punkt ovenfor: at stiksporene skal være forbundne. For at undgå sporkørsel skal man principielt køre så få gange som muligt på hvert stikspor. Hvis der anlægges et antal parallelle spor, som alle munder ud i et ”bagspor” inderst i bevoksningen, vil man ofte se at bagsporet bliver meget opkørt, fordi maskinføreren benytter bagsporet ved hver eneste rundtur, for at undgå at bakke eller vende.

Stiksporenes endelige placering bestemmes efter en nøje gennemgang af arealet. Nogle steder har man forsøgt at støtte sig til en nøjagtig satellit-navigator (GPS, eller mere korrekt GNSS, *Global Navigation Satellite System*) under arbejdet. Formålet er dels at sikre sig, at sporene får den rigtige afstand, dels at koordinaterne efterfølgende kan overføres til et



Figur 4-6. LiDaR-scanning fra den sydligste del af Grib Skov. Stiksporene ses tydeligt i nåletræbevoksningerne mod nordøst. De vinkelrette veje er de gamle parforce-jagt-veje.

(Download fra Geodatastyrelsen)

digitalt kort i skovnings- eller udkørselsmaskinen, så føreren har overblik over stiksporenes nøjagtige placering. Trækronerne forstyrrer imidlertid satellitsignalerne, og med dagens teknik er det svært at opnå så stor nøjagtighed, at maskinføreren efterfølgende kan styre direkte efter GPS-udstyr i maskinen, uden at stiksporene er opmærkede med maling eller farvede bånd.

### Udtransport af effekterne

Når sortimentsmetoden benyttes i nåletræ, foregår terræntransporten næsten altid som *udkørsel*. Korttømmer til opskæring af konstruktionstræ er sjældent længere end ca. 6 meter, og stykkerne er ikke tungere, end at de let kan læsses på en vogn og køres ud af bevoksningen. De øvrige sortimenter fra nåletræsskovningen: cellulosetræ, emballagetræ, energitræ m.m. aflægges oftest i længder mellem 2,4 og 4 meter og egner sig også særdeles godt til udkørsel.

Ved mindre opgaver kan man benytte sig af en landbrugstraktor, som kobles på en vogn med hydraulisk kran (figur 4-7). Dette udstyr repræsenterer en overkommelig investering, idet de mindste skovvogne kan fås for under 100 000 kroner.



Figur 4-7. Skovvogn til brug sammen med en landbrugstraktor.

(Foto: FTG/Moheda)



På større skovejendomme er det sædvanligt er at bruge en specialbygget udkørselsmaskine til terræntransporten (figur 4-8). Herved stiger investeringen imidlertid til et par millioner eller mere. De fleste moderne udkørselsmaskiner har 8 hjul i bogiemontering og fremdrift på alle hjul. Flertallet af de maskiner, der bruges i Danmark, har en lastkapacitet på mellem 10 og 15 tons og kan uden problemer transportere effekter med en længde mellem 2 og 6 meter. Maskinens kran kan ofte løfte effekter på ca. 1 ton, når de ligger tæt på maskinen. Når der skal arbejdes længere væk fra maskinen, nedsættes løftekraften tilsvarende. Udkørselsmaskinen har høj kapacitet og kan bevæge sig ret hurtigt både i terrænet og på vejene. Man kan derfor under danske forhold tillade transportafstande op til ca. 600 meter, uden at transporten bliver urimeligt dyr.

Figur 4-8. Udkørselsmaskinen er et specialbygget køretøj beregnet til terræntransport af træ. Maskinen er knækstyret, dvs. den styres ved at vinkle for- og bagvogn.

(Foto: Søren Fodgaard)





De udkørselsmaskiner, der bruges i Danmark, har en egenvægt i området 10-20 tons. Den fuldt lastede maskine kan således opnå en vægt på 20-35 (evt. 40) tons; mest hvis der køres med løvtræ-effekter. En så tung maskine har uundgåeligt en meget negativ indflydelse på jordbunden, og på finkornede jorde er det meget vigtigt at tage hensyn til vejrliget og jordens fugtighed. På disse lokaliteter bør kørslen kun finde sted på permanente spor.

Mulighederne for udkørsel begrænses af effekternes størrelse. En løftekraft på ca. 1 ton svarer eksempelvis til en bøgekævla på 6 meters længde og midtdiameter på ca. 45 centimeter. De største maskiner kan løfte lidt mere, men ingen kan håndtere effekter som er længere end 8 meter. Ved hugst af løvtræ, hvor hugstdiameteren overstiger 45-50 cm (brysthøjdediameter), er det derfor kun effekterne fra kronen og den øvre del af stammen, som kan køres ud af bevoksningen. Bundkævlerne er for tunge og som regel også for lange til at kunne læsses på udkørselsmaskinen, og de må i almindelighed bringes ud til fast vej ved *udslæbning* med en kraftig traktor påmonteret spil eller tang.

Et billigt og alsidigt redskab til udslæbning er et *udslæbningsspil* monteret på en traktor. Her i landet er det mest almindelige at benytte en skovudrustet landbrugstraktor og montere spillet i traktorens 3-punkts-ophæng (figur 4-9). Effektoverførslen til spillet er som regel mekanisk, da det er den billigste form og tillige giver det mindste effekttab. All-round spil, som kan klare de fleste opgaver på et dansk skovdistrikt, vil ofte have 40-60 kN i trækraft (4-6 tons) og wirehastigheder på 50-80 m/min. Meget kraftige spil til udslæbning af store kævler vil have træk-



Figur 4-9. Udslæbningsspil til montering i traktorens trepunkts-ophæng.

kræfter på 80-120 kN og wirehastigheder på 20-50 m/min. Spiltromlen kan rumme 50 meter wire eller mere, så der er mulighed for at nå kævler, der ligger langt fra køresporene. Til gengæld er det tidskrævende og anstrengende at trække spilwiren ud til kævler, der ligger langt væk.

Investeringen i et udslæbningsspil kan være fra mindre end 10 000 kroner og op til over 50 000 kr. De billigste spil vil typisk være manuelt betjente, rent mekaniske i deres opbygning og til montering i traktorens 3-punktsophæng. Dyrere spil vil være udrustet med radiostyring, hvilket både ergonomisk og sikkerhedsmæssigt er en stor fordel for føreren.

Traktorførerens arbejdsmiljø ved anvendelse af spil er forholdsvis ringe. Brugen af spil medfører mange ud- og indstigninger af traktoren i løbet af en arbejdsdag. Derfor må der stilles krav om en let adgangsvej til traktorens førerhus med en god stige og en stor dør og god plads til at komme til og fra førersædet. Det kan være meget tungt arbejde at trække wire og kæder frem til effekterne, og det er ofte besværligt at placere kæden rundt om kævleenden. Traktorføreren skal bevæge sig i terrænet med det tunge grej, hvilket giver en stor risiko for fald. Ved frikoblingen af læsset på læggepladsen er der på grund af rullende stammer risiko for klemning ved arbejdet med kæderne. Meget tit fristes traktorføreren til at forsøge at rulle eller flytte stammerne for at kunne komme til at frigøre kæderne, hvilket resulterer i tunge træk og løft. Ved de billige spil, som aktiveres gennem træk i snore eller håndtag på spillet, er der risiko for at traktorføreren, som er nødt til at befinde sig umiddelbart ved siden af spillet, kan rammes af wire eller kædestumper ved et brud under indtrækning. Grene som fanges af de indspillede effekter kan også være en risiko for føreren, da de kan slynges fremad med stor kraft efter at have været sat i spænd af læsset. Betjening af spil fra jorden umiddelbart ved siden af traktoren bør derfor undgås.

Som tommelfingerregel kan det siges, at der skal anvendes spilwire med en sikkerhedsfaktor på mindst 2, dvs. med en trækbrudstyrke på mindst det dobbelte af spillets maksimale trækraft. Arbejdstilsynet har udgivet anbefalinger for wiredimensioner og -typer i forhold til spillets trækraft. Tidligere brugtes udelukkende stålwire, men wirer af poly-ethylen (Dyneema eller Spektra-fibre) vinder mere og mere indpas, da de er lettere og mere behagelige at arbejde med. De fleste spil er således indrettet, at trækraftens angrebspunkt på traktoren befinder sig ret højt, hvilket medfører risiko for at traktoren vil stejle ved tunge læs og ved kørsel op ad bakke. Traktorer med en stor del af vægten på forakslen vil derfor være velegnede til anvendelse af spil.

I Danmark er det mest brugte redskab til udslæbning af kævler en *hy-*



Figur 4-10. Udslæbning med hydraulisk tang monteret i traktorens trepunktsophæng.

draulisk udslæbningstang monteret i traktorens 3-punktsophæng (figur 4-10). Udslæbningstangen betjenes fra traktorens førerhus, så føreren undgår ud- og indstigning under arbejdet. Den maksimale størrelse af kævlerne begrænses af tangens største åbning af kæberne samt af traktorens løftekraft, da den ene ende af kævlen gerne skal løftes fri af jorden for at lette udslæbningen.

Prisen på en hydraulisk udslæbningstang til montering på en landbrugs-tractor er omkring 20 000 kroner for de billigste og op til omkring 50 000 kroner. Nogle udslæbningstænger er indrettet på en sådan måde, at de også kan anvendes til udkørsel af afkortede effekter. Disse tænger kan låses, så de ikke kan svinge til siden.

Traktorførerens arbejdsmiljø ved udslæbning med tang er noget bedre i forhold til arbejdet med spil. Da det ikke er nødvendigt at forlade førersædet for til- og frakobling af læsset, er risikoen for skader ved ind- og udstigning fra traktoren elimineret. Ligeledes er risikoen for klemninger mellem stammerne væk, og det tunge og belastende arbejde med wire og kæder eksisterer ikke. Til gengæld stilles der større krav til indretningen af førerpladsen i traktoren, da udslæbning med tang medfører langt mere kørsel i terrænet. Udslæbning med tang betyder megen kørsel baglæns og mange skift af kørselsretningen, hvorfor en tractor med en transmission, der muliggør lette skift af kørselsretningen, er at foretrække. Ved den megen kørsel baglæns vil traktorføreren skulle vride overkroppen for at orientere sig bag traktoren, medmindre den er udstyret med en vendbar førerplads. Traktorførere, som kører med hydraulisk udslæbningstang på traktorer uden vendbar førerplads, får ofte ubehag eller egentlige skader i nakke og skulderpartiet.



Hvis man har valget mellem udslæbning og udkørsel, bør man normalt vælge sidstnævnte. Ved udslæbning med landbrugstraktor forsynet med udslæbningstang eller spil vil læsstørrelsen være mellem 0,5 og 3 m<sup>3</sup> afhængigt af, hvor mange kævler det med rimelighed kan lade sig gøre at samle til et læs. Det vil sige, at traktoren skal køre mange gange i bevoksningen, når der bruges udslæbningstang, og der vil under vanskelige jordbundsforhold let kunne opstå kraftig spordannelse på grund af den megen kørsel.

En stor udkørselsmaskine vil skulle køre mindre i selve bevoksningen og vil også skulle ind og ud af bevoksningen færre gange. Den kan tage et læs på 10 m<sup>3</sup> eller mere, som løftes op fra jordbunden og efterfølgende stables pænt ved bilfast vej. Kævlerne tilsmudses ikke af jord, og barken slides ikke af, hvilket gør, at varen præsenterer sig pænere for kunden. Men udkørselsmaskinen må holde sig på stiksporene for at undgå skader på rødder og jordbund, og derfor er det en forudsætning, at der er foretaget retningsbestemt fældning, og at udkørselsmaskinen er forsynet med en lang kran, så den kan nå effekterne fra stiksporene.

Brug af tang til udslæbning kan let medføre skader på jordbunden. Med tangen er det nødvendigt at bakke helt hen til hver enkelt kævle, hvorfor en stor del af bevoksningens areal bliver påvirket. For at undgå jordbunds-kompaktering stiller certificeringsordninger som FSC krav om, at færdsel med maskiner kun må ske på faste kørespor. Det indebærer et problem ved terræntransport af store løvtrækævler, fordi brug af spil er betydeligt mere tidskrævende end udslæbning med tang, og fordi arbejde med spil er besværligt og farligt for traktorføreren. I Tyskland har man forsøgt at løse dette dilemma ved at forsyne traktorerne med en kort, kraftig ud-

*Figur 4-11. Tysk traktor med udslæbningskran. Bemærk den efterhængte vogn (sulky) med en lille klembanke. (Foto: Bo Brockmann)*



slæbningskran, som både kan nå et stykke ind i bevoksningen og holde til udslæbning af kævler og stort tømmer (figur 4-11). Ofte er traktoren tillige forsynet med spil og undertiden med klembanke (se nedenfor).

Til udslæbning af uafkortet tømmer (=langtømmer) fra renafdrifter kan man på ladet af en udkørselsmaskine anbringe en *klembanke*, dvs. en hydraulisk manøvreret grab, som vender åbningen opad. Derved kan udkørselsmaskinen bruges til såvel udkørsel af afkortede effekter som udslæbning af langtømmer, idet klembanken kan af- og påmonteres i løbet af kort tid. Klembanken er et meget effektivt redskab, og der kan opnås præstationer op til 40 m<sup>3</sup>/driftstime. For størst mulig præstation må skovningen være foretaget sådan, at tømmeret ligger samlet i striber på arealet med rodenderne i transportretningen. Så kan udslæbningstraktoren køre langs striben og samle læsset, og fortsætte ud fra arealet uden at skulle vende med læs. Ved maskinskovning kan stammerne placeres helt uden kvas og hugstaffald, hvilket også medvirker til en høj præstation. Udslæbning med klembanke er især fordelagtig ved lange slæbeafstande. Da en stadig større del af nåletrætømmeret aflægges som korttømmer, er brugen af klembanke dog begrænset i dag. Klembanker er mindre anvendelige i løvtræ, da kranens løfteevne som regel ikke er tilstrækkelig til at håndtere kævler.

En klembanke er et forholdsvis dyrt redskab. De mindste klembanker til montering på en landbrugstraktor koster fra 50 000 kr., og de dyreste vil have en pris over 150 000 kr. For traktorføreren betyder udslæbning med klembanke som regel et udmærket arbejdsmiljø, idet hele arbejdsgangen kan udføres fra traktorens førerplads, som i langt de fleste tilfælde vil være optimalt indrettet med henblik på anvendelse af læssekranen.



Figur 4-12. Udslæbning med klembanke.

Ved større *stormfald* kan transportforholdene sammenlignes med en almindelig renafdrift, bortset fra at rodkager og rester af knækkede træer ofte i betydelig grad besværliggør kørslen. Uafkortet tømmer håndteres mest rationelt med en klembanke. Det afkortede tømmer samt cellulose- og emballagetræ køres til bilfast vej med udkørselsmaskine (eller traktor + vogn med hydraulisk kran). Det samme gælder, hvis man vil bjærge beskadiget træ for senere at hugge det til flis.

Når effekterne er bragt ud til bilfast skovvej, må de placeres på passende *læggepladser*. Er der vejgrøfter, kan afkortede effekter ofte placeres på tværs af grøften. På fladt terræn må der ubetinget placeres *strøer* under stakkene af afkortede effekter, så de kan håndteres med kran uden at gribe ned i jorden. Det reducerer også tilsmudsningen af effekterne. Stakke- ne skal placeres så langt fra stående træer, at kranarbejdet ikke generes. Overhængende grene må ikke hindre en lastbilkran i at læsse træet, hvilket betyder at der skal være 6-7 meters frihøjde. Kævler og uafkortet tømmer placeres i vejsiden på langs ad vejen, men også her gælder det, at der skal være plads til en lastvogn med kran, både i højden og i bredden.

### 4.3 Forebyggelse af skader ved skovning og transport

Brugen af tungt maskineri til skovning og transport indebærer altid en risiko, både for mennesker (ulykker og skader) og for det omgivende miljø (forurening af vand, jord og luft og skader på jordbunden). Hensynet til såvel arbejdsmiljø som risikoen for forurening og jordbundsskader har medført, at Naturstyrelsen har udarbejdet et sæt ”Miljøkrav til skovmaskiner”. De gælder for alle maskiner, som arbejder mere end 300 timer pr. år på statens arealer. Reglerne, som løbende revideres (senest i 2012), omhandler både maskinernes indretning (arbejdsmiljøet) og drivmidler, smøremidler, rengøring og dækmontering. Kravene gælder både for maskiner tilhørende Naturstyrelsen og for maskinerne hos de entreprenører, som skal arbejde for styrelsen. Reglerne har haft stor ”afsmittende effekt”, og langt de fleste entreprenørers maskiner opfylder i dag Naturstyrelsens miljøkrav.

#### Skader på jordbunden

Gennem ubetænksom eller uhensigtsmæssig brug af maskiner i skoven kan man risikere at påføre jordbunden skader, som kan have konsekvenser for såvel trævæksten som skovbundens flora og fauna mange årtier frem. Ud over forurening med olie og andre miljøfremmede stoffer er de skader, vi kan påføre jordbunden, især knyttet til ændring af jordens poreindhold og -struktur.



Den naturligt lejrede jordbund indeholder et stort antal porer, som kan inddeles i tre størrelsesklasser:

	Størrelse	Virkning
Grovporer	større end 10 $\mu\text{m}$	sørger for jordens dræning og ilttilførsel
Mellemporer	10 $\mu\text{m}$ - 0,2 $\mu\text{m}$	indeholder plantetilgængeligt vand
Finporer	mindre end 0,2 $\mu\text{m}$	vandet i disse fine porer er ikke tilgængeligt for planterne, men det kan indeholde en reserve af næringsstoffer

Sandjord indeholder en stor andel af grovporer, mens lerjord har en større andel af finporer. Muldjord indeholder også gange, som kan være flere millimeter i diameter, efter regnorme og andre jordbundsdyr. Sådanne gange forøger drastisk jordens dræning og luftforsyning. Også planterødder efterlader grovporer, når de dør og nedbrydes. Ud over porernes størrelse har også deres indbyrdes forbindelse stor betydning. Porerne skal helst danne et sammenhængende netværk, hvorigennem vand og luft kan fordele sig.

En væsentlig virkning af maskinkørsel på jorden er, at grovporerne sammentrykkes, sådan at bevægeligheden af vand og luft i jorden nedsættes; der sker en *kompaktering*. De tilbageværende porer vil ofte være vandfyldte en stor del af året. Resultatet er mindre ilt i jorden, og da træernes rødder skal bruge ilt for at trives, kan sammentrykning af jorden resultere i, at trærødderne bliver kvalt af iltmangel og dør. Endvidere har den større densitet af en sammenkørt jord en betydning for røddernes udbredelse, idet den mekaniske modstand mod røddernes vækst er øget. Nye rødder kan således vanskeligt udvikles. Jorden er ramt af *traktose*.

Der er dog stor forskel i virkningen på forskellige jordbundstyper: I den (grov-)sandede jord er mineralcornene så store, at der findes grovporer mellem de enkelte korn, og disse grovporer kan ikke sammentrykkes – næsten uanset, hvor hårdt jorden belastes. Sandjorden bevarer derfor i store træk sin porestruktur, selv om den skal bære tunge maskiner. Helt anderledes forholder det sig med jorde, der indeholder en stor andel af ler eller silt. Mellem de enkelte ler- eller siltpartikler er der kun meget små porer, hvorimod grovporerne, som er dannet af jordbundsdyr eller planterødder, forløber som tunneller eller kanaler i denne finkornede masse. Disse grovporer har tendens til at synke sammen eller blive afbrudt, hvis jorden udsættes for tryk. Risikoen for sammentrykning af porerne forøges, når jorden bliver fugtig, fordi vandet virker som smøremiddel, der nedsætter friktionen mellem jordpartiklerne.

For den ler- og siltholdige jord kan beskrives tre typiske situationer:

1) Den tørre jord

Den tørre silt- eller lerjord er karakteriseret ved, at tager man en klump jord og trykker den mellem fingrene, revner eller smuldrer den – eller den er fuldstændigt hård, hvis det drejer sig om en stærkt lerholdig jord. I denne tilstand er langt de fleste grov- og mellemporer fyldt med luft, og da der kun er lidt vand, er friktionen og tiltrækningskraften mellem jordpartiklerne stor. Det vil sige, at jorden kan bære en høj belastning, uden at partiklerne forskydes indbyrdes. Ved kørsel på jorden vil der ske en *elastisk deformation*: De luftfyldte porer trykkes lidt sammen under hjulets/bæltets passage, men så snart køretøjet er kommet forbi, retter jorden sig op igen. Situationen er uproblematisk. Hvis der overhovedet dannes spor, er det kun i det allerøverste jordlag med højt organisk indhold og særligt mange store porer. Som regel vil man kun se aftryk efter dækkets ribber og ingen egentlig spordannelse.

Figur 4-13. Den tørre silt- eller lerjord.



2) Den fugtige jord

Den fugtige silt- eller lerjord kan rulles til en pølse mellem fingrene, eller formes mellem fingrene uden at revne. I denne tilstand er mange af grovporene luftfyldte, mens mellem- og finporerne er fyldt med vand. Friktionen mellem partiklerne er nedsat, men jorden har stadig god sammenhængskraft. Ved kørsel med maskiner vil der ske en *plastisk deformation*: En stor del af grovporene (inklusive regnormegange o.l.) bliver trykket sammen, og der vil ske

en tydelig spordannelse, men ikke nogen sideværts forskydning af jorden. Sammentrykningen af grovporerne vil betyde en stærkt nedsat vand- og luftbevægelse, til ugunst for plantevæksten. Situationen er kritisk men ikke uoprettelig, fordi der endnu findes et sammenhængende system af mellem-porer. Der vil kunne ske en beskedent udveksling af vand og luft med omgivelserne, og der vil være mulighed for, at planterødder og jordbundsdyr kan genoprette jordens porestruktur i løbet af nogle år – eller måske årtier. Den plastisk deformerede jord er imidlertid i en risikabel tilstand, fordi der i nedbørsperioder kan samle sig vand i sporene, så jorden i sporbunden bliver vandmættet. Hvis man alligevel fortsætter kørslen, kan der ske alvorligere skader.



Figur 4-14. Den fugtige silt- eller lerjord.

### 3) Den våde jord

Hvis man trykker en klump våd silt- eller lerjord hårdt i hånden, flyder den ud mellem fingrene. Jorden har nået sin *flydegrænse*, idet alle porer er vandfyldte. Ved kørsel med maskiner kan jorden ikke sammentrykkes, fordi der er vand i alle hulrum. I stedet sker der en *flydning* (=viskoplastisk deformation), idet jorden forskydes til siderne og danner volde langs de dybe spor. Samtidigt ændres porestrukturen, idet forbindelsen mellem porerne bliver brudt, og de enkelte porer orienterer sig vinkelret på belastningens retning, dvs. porerne tager form som vandrette linser i jorden. Da netværket af grov- og mellem-porer er ødelagt, vil der samle sig stillestående vand i sporene. Vandmættet og uden transportkapacitet for vand eller luft bliver jorden iltfri og kan hverken understøtte plante- eller dyreliv. Der er sket en skade, som vil være synlig i mange år fremover.



Figur 4-15. Den våde silt- eller lerjord.

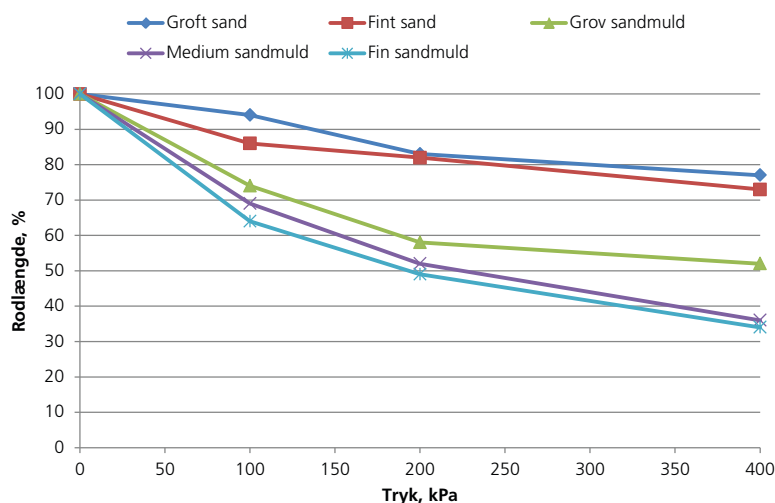


Eftervirkningerne af en moderat kompaktering (plastisk deformation) er, at arealet bliver præget af ”forsumpningsflora” (f.eks. lysesiv, mosebunke). Det er bl.a. væksten af disse arter, som på længere sigt er med til at regenerere arealet og gendanne den oprindelige porestruktur. Blandt træarterne kan rødde klare sig nogenlunde på kompakterede arealer, da dens rødder har meget lavt iltbehov.

På vore breddegrader kan vinterfrost have en meget positiv virkning på kompakterede jorde. Når vandet i jorden fryser, udvider det sig, så der dannes nye porer, og jorden ”skørnes”. Virkningen er velkendt i land- og havebrug. Men træbevoksninger (især nåletræ) virker isolerende, og det samme gør sne, som har tilbøjelighed til at samle sig i skoven, hvor der er læ. Derfor kræver det længerevarende kulde, før skovjorden fryser, og det er langt fra hvert år, man kan regne med at skovjorden i Danmark fryser mere end helt overfladisk.

Figur 4-16 viser resultater fra laboratorieforsøg med dyrkning af rødgran i jord med forskellig grad af sammentrykning. Kurverne viser den relative rodvækst, således at 100 % på den lodrette akse svarer til væksten i uforstyrret jord af den pågældende type. Det må dog understreges, at virkningen af jordkomprimering er meget afhængig af lokale forhold, herunder især jordens tekstur og vandindhold.

Maskinerne er ikke de eneste, som forårsager en sammenpresning af jorden. Træerne sammenpresser ved deres tyngde jorden og ”vibrerer” den sammen gennem de bevægelser, som overføres til rødderne fra stammen, når det blæser. Jordens densitet er således væsentligt højere under rødderne



Figur 4-16. Rodvækst af rødgran i jorde, som har været udsat for belastning (tryk) og er blevet kompakteret i forskellig grad. Kurverne viser samlet rodlængde udtrykt i procent af rodlængden i den tilsvarende upåvirkede jord. 100 kPa svarer til ca. 1 kg/cm<sup>2</sup>. (Efter Wästerlund 1985)

af store træer. Det vides dog ikke, om dette har nogen særlig betydning for udviklingen af træets rødder i dybden. Også færdsel af dyr og mennesker kan forårsage kompaktering af jorden.

### Dæk, bæltter og maskinernes marktryk

Risikoen for skader på jordbunden hænger sammen med maskinens *marktryk*, dvs. maskinens vægt divideret med dens *kontaktareal*, dvs. det samlede areal af de flader, hvor dæk (eller bånd) har berøring med jorden. For maskiner i terrænet er kontaktarealet varierende og vanskeligt at måle, fordi der næsten altid sker en *nedsynkning* af dækket i den mere eller mindre bløde jordbund. Kontaktarealet afhænger således af dæktyppen, maskinens vægt, jordbunden og lufttrykket i dækket.

Naturstyrelsen anbefaler nedenstående maksimale marktryk for maskiner på styrelsens arealer:

	Moræne	Sand	Ler	Tørv
Tør	1,5	1.0	1.5	0,5 **
Fugtig	1,5	1,5	10,0	
Våd	1,5	1,5	0,5 *	

Tabel 4-1. Maksimalt marktryk for maskiner på Naturstyrelsens arealer, kg/cm<sup>2</sup>.

\*) Der bør ikke køres på lerjord i våde perioder.

\*\*\*) Tørvejens bæreevne er så ringe, at der bør bruges særlig hjuludrustning.

Tabel 4-1 forudsætter, at marktrykket er udregnet ved hjælp af formelen

$$\text{Marktryk} = \frac{\text{Maskinens vægt}}{\text{Dækbredde} \cdot \text{Hjulradius}}$$

hvilket imidlertid er en temmeligt grov forsimpning, jvf. ovenfor.

Man kan nedsætte påvirkningen af jordbunden ved at køre med så *brede dæk* som muligt. Standard-dækbredden på skovmaskiner er i dag 600 mm, men en bredde på 700 eller 800 mm er sædvanlig på maskiner, som færdes på lerholdig jord. Spordannelsen påvirkes endvidere en del af *dækkets form*, og det anbefales at køre med dæk, der har et tæt, lavt profilmønster og afrundede skuldre. Derved skulle man kunne opnå, at dækkene kan rulle oven på rodtæppet uden at gennemskære det. Dette er især vigtigt for dæk, der anvendes i bogiemontering, da disse dæk i kurverne også bevæges sidelæns og derved let kan skære rodfiltern op. Ulempen er, at de skånsomme dæk har et ringere markgreb, og der kan være fare for, at de på stejlt terræn begynder at fedte rundt, hvorved der sker større skade end ved normal kørsel med almindelige dæk. Ved sidehæld er der tilsvarende større risiko for at maskinen glider sidelæns, når der bruges dæk med runde skuldre.

*Dæktrykket* er en af de centrale faktorer, når skader på jordbunden skal undgås. Det minimumtryk, som dækfabrikanten foreskriver, gælder som regel kørsel ved maksimal hastighed og belastning på fast vej. Ved langsom kørsel i terrænet kan dækket tåle at køre med langt lavere tryk, og dette kan udnyttes til at skåne jordbunden. Dækfabrikanterne kan oplyse nærmere om det laveste tilladelige tryk, men ofte kan man i terrænet benytte et tryk, som er mindre end det halve af, hvad der fordres på landevej. Grænsen sættes af, at dækkets sider tager skade, og at dækket ikke sidder ordentligt fast på fælgen, hvis trykket er for lavt. Ud over at reducere skaderne på jordbunden får maskinen også bedre markgreb, når dæktrykket nedsættes.

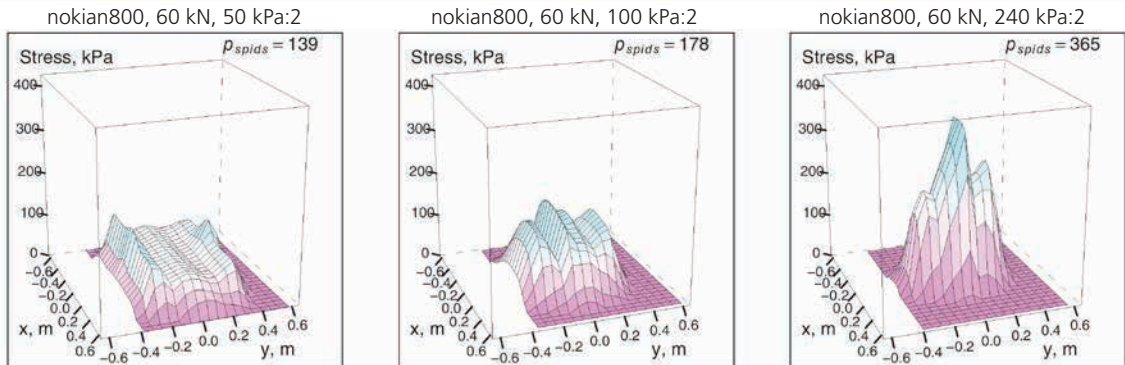
Det viser sig, at især ved høje dæktryk er marktrykket ikke ens under hele trædefladen, men bliver koncentreret midt under dækket (figur 4-18). Spidsbelastningerne under midten af det hårdt pumpede dæk er stærkt medvirkende til, at der opstår dybe hjulspor.

Figur 4-17. Tv.: På skovmaskiner bruges undertiden meget brede dæk for at undgå sporkørsel. Her er bredden 1050 mm.

Th.: Dæk med "runde skuldre" og brede, lave ribber skåner vegetationen og træernes rødder.







For at kunne ændre dæktrykket, når maskinen bevæger sig fra vejen og ud i terrænet, er der udviklet såkaldte CTI-systemer ("Central Tyre Inflation"), hvor maskinen forsynes med kompressor, ventiler, trykfølere og luftslinger ud til hvert enkelt dæk. Føreren kan da regulere lufttrykket under drift, alt efter jordbunds- og lastforhold. CTI-anlæg er ret kostbare (50-100 000 kroner) og har endnu ikke vundet udbredelse på skovningsmaskiner i Danmark. I Nordamerika bruges sådanne anlæg meget på tømmerlastbiler, som transporterer effekter til træindustrien. Ved at reducere lufttrykket, når lastbilen kører på grusveje i skoven, kan sliddet (og dermed vedligeholdelsen) på skovvejene nedsættes væsentligt. Uden for skoven hæves trykket til det normale niveau, så lastbilen kan køre med fuld hastighed på asfalterede veje.

Figur 4-18. Marktryk under det samme dæk med samme belastning, men pumpet til tre forskellige dæktryk.

(Efter Schønning et al. 2006)

Billigere og simplere er det at lukke noget luft ud af dækkene, når der skal køres i blødt terræn. Føreren må da medbringe en mobil kompressor, så han kan pumpe dækkene til normalt tryk, inden maskinen atter skal køre på vej. Det tager temmelig lang tid at pumpe skovmaskinernes store dæk, så føreren vil næppe regulere dæktrykket på denne måde, medmindre han har mindst en hel arbejdsdag i terrænet foran sig.

Bedre trækraft og en betydelig nedsættelse af marktrykket kan opnås ved at bruge bæltter ("larvefødder") i stedet for dæk. Egentlige bælte køretøjer (f.eks. gravemaskiner) er sjældne i dansk skovbrug, men meget ofte benyttes bånd, som sættes uden på dækkene i bogiemontering (figur 4-19). Båndene kan fås i forskellig udførelse, afhængigt af om de skal forbedre trækraften på hård bund, i sne, eller de skal forhindre nedsynkning i blød jord. I Danmark, hvor det sidste er tilfældet, bruges bånd, hvor de tværgående plader er brede og uden aggressive ribber. Hvis den ønskede nedsættelse af marktrykket skal opnås, må man sikre sig at båndene sidder meget stramt over hjulparret. Ulempen ved bogiebånd af stål er, at de ikke må bruges på veje. De er helt utilsigtede på asfalterede veje og skadelige for grusveje. Yderligere

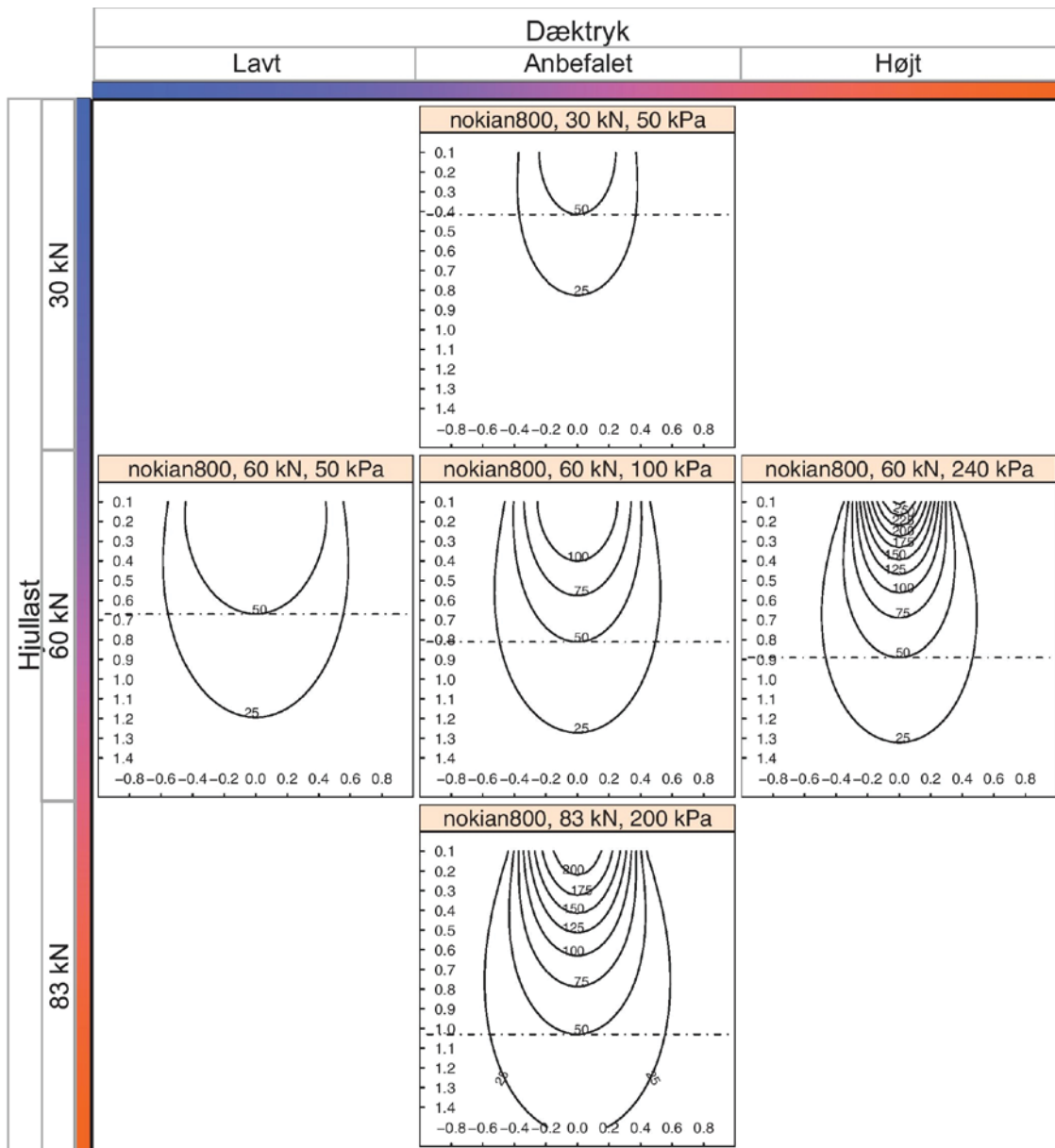
Figur 4-19. Stor træk-  
kraft og lavt marktryk  
kan opnås ved at bruge  
både brede dæk og  
bogje-bånd.



forøger de maskinens egenvægt, og brændstofforbruget stiger væsentligt. Den øgede vægt betyder dog, at maskinen bliver mere stabil og ikke så let vælter.

Trykket fra dæk eller bånd fordeler sig både ned i jorden og ud til siderne, som vist på figur 4-20. Linierne på figuren går gennem punkter med samme tryk (isostater). Det ses, at både belastningen og lufttrykket har stor betydning. På morænejord anbefales det, at trykket i 50 cm's dybde ikke bør overstige 50 kPa, hvis man vil undgå kompaktering. Af figuren fremgår det, at selv ved 800 mm brede dæk bør belastningen på hvert hjul ikke være meget over 3 tons (~30 kN), hvis dette skal overholdes, og så skal lufttrykket i dækkene endda holdes meget lavt. Så lave grænser for dæktryk og belastning kan vanskeligt overholdes af de større skovmaskiner. For at undgå skader på dækkene (bl.a. at dækket skrider på fælgen), er det sædvanligt at pumpe dækket til 200-250 kPa (2-2½ bar), og i hvert fald på udkørselsmaskiner vil belastningen på det enkelte hjul meget ofte komme til at overskride 3 tons.

Dybdevirkningen af hjulets tryk mod jorden er sparsomt behandlet i litteraturen. Undersøgelser efterlader det indtryk, at mens påvirkningen af overfladejorden afhænger meget af det specifikke tryk (vægt/kontaktareal) og dermed af dækkenes bredde og udformning, afhænger påvirkningen af de dybere liggende jordlag overvejende af maskinens totalvægt.



Figur 4-20. Trykfordelingen i østjysk morænejord af et dæk ved forskellig belastning (3-8,3 tons, lodret) og forskelligt lufttryk (0,5-2,4 bar, vandret). Kurverne går gennem punkter med samme tryk i jorden. Jorddybden i meter er anført til venstre på figurerne. (Efter Schønning et al. 2006)

## Årstiden

Jordens vandindhold er en af de mest afgørende faktorer for, om der vil opstå jordbundsskader ved maskinanvendelse. En leret jord er meget udsat for sporkørsel og sammentrykning, når den er våd, men har til gengæld meget stor bæreevne i tør tilstand. Hvis man har muligheden, bør man derfor kun køre på de følsomme lerjorde efter længere tid med sparsom nedbør, dvs. fortrinsvis om sommeren. Fugtforholdene varierer meget over året, således at maksimalt vandindhold normalt forekommer inden for månederne november-marts. Fra og med april mindskes nedbøren, og med træernes udspiring øges deres vandforbrug drastisk, sådan at jordbunden gradvis udtørres i sommerens løb og som regel når sin tørreste tilstand i august. Sidste halvdel af juli og første halvdel af august byder ofte på gode kørselsforhold. Omvendt får en oplødt jord naturligvis meget stor bæreevne, hvis den fryser, så en streng vinter byder også på gode muligheder for trætransport på følsomme og svært fremkommelige jordtyper. Problemet er, at entreprenørerne har et økonomisk behov for at lade deres maskiner køre året rundt, og man har derfor som regel ikke mulighed for at afvente tørke eller frost. Endvidere kan hensynet til skovgæster tale imod intensiv maskindrif i sommerferiemånederne.

## Kørsel på kvas

Når maskinen kører på en måtte af kvas, fordeles trykket fra hjulene på grund af kvaset over et større volumen af jord, og dermed reduceres komprimeringen af jorden noget. På løse og bløde jorde vil et lag kvas på bare nogle få centimeters tykkelse betyde en reduktion af spordybden. Derfor tilstræbes det som regel ved tyndingshugst at placere kvas og top-ender i sporet som køreunderlag for maskinerne. Rent praktisk bør førere af skovningsmaskiner så vidt muligt foretage afkvistningen umiddelbart foran maskinen, så grene og toppe havner på stiksporet. Ofte er det kun på korte partier af stiksporet, at sporkørsel er et alvorligt problem, og føreren kan da forsøge at koncentrere afkvistningen på disse steder. Skovdæk og især hjulkæder griber faktisk bedre i kvas end i ren jord, så der kan tillige opnås en forøgelse af maskinens trækraft ved at lægge køreruten oven i kvaset.

Benyttelsen af kvas som køreunderlag kan naturligvis ikke lade sig gøre ved en førstegangstynding, hvis der skal udtages heltræer fra bevoksningen til produktion af brændselsflis. Derfor bør der stilles særligt store krav til hjuludrustningen på flishuggere og fælde-bunkelæggere for at minimere omfanget af skader på jord og rødder.

Ved de senere tyndingshugster af nåletræ er mængden af kvas som regel for lille til, at det kan betale sig at udnytte hugstresterne til energiflis, og udnyttelsen som køreunderlag er derfor på alle måder en fordel. På afdrif-





Figur 4-21. Oprydning efter stormfald. Kvas og top-ender er udnyttet som køreunderlag på sporet.

ter, hvor der aflægges GROT, må kvaset derimod ikke forurenes med jord og mudder ved at køre oven på det. Det samme gælder ved løvtræhugster, hvor der efterlades sankebrænde. I disse tilfælde må man være ekstra påpasselig med ikke at køre, når jorden er opblødt.

### Køreplader, -mætter o.l.

Såfremt man er tvunget til at køre på blød bund, kan det overvejes at udlægge særligt køreunderlag. Køreplader af stål, som bruges på byggepladser, er tunge, uhåndterlige og ret dyre. Der findes lignende køreplader af plast, som er noget lettere at flytte. Køreplader eller -baner af sammenboltet tømmer har vist god effekt og bruges i udstrakt grad i Rusland ved skovning på taiga'en. Også i Sverige er det ret almindeligt at bruge sådanne kørebaner til midlertidige broer over bække og grøfter. I Norge er udviklet køremætter fremstillet af gamle lastbildæk, som er skåret op i strimler og derefter ”syet” sammen med stålwirer. Måtterne kan håndteres med udkørselsmaskinens kran, og de synlige skader på jordbunden er meget begrænsede, når der køres på måtterne. Alle disse foranstaltninger er dog ret kostbare, og indtil videre bliver de i Danmark kun brugt undtagelsesvist.

### Skader på vandmiljøet

I Østdanmark er skovene gennemskåret af et stort antal grøfter. Tankeløs eller hensynsløs maskinkørsel hen over grøfterne kan betyde, at grøftebunden forstyrres og siderne skrider ned i grøften. Resultatet kan blive, at sand og mudder føres nedstrøms, hvor det kan ødelægge gydebanks og andre værdifulde habitater. Tilsvarende skader kan forekomme, hvis terræntransporten sker hen over blødbundsarealer i regnfulde perioder. Beskyttelse af vandmiljøet er et vigtigt miljøhensyn i skovdriften, og ofte kan skaderne minimeres med små midler. I stedet for blot at køre hen



over grøften, kan man fylde den op med rundtræeffekter (cellulose- eller kassetræ), hvor vandet kan passere imellem stammerne. Efter endt brug kan en sådan midlertidig overkørsel tages op igen og effekterne sælges, og skaderne på grøften bliver langt mindre ved denne foranstaltning. Endnu bedre er det at bruge køreplader som nævnt ovenfor. Ved indlægelse af permanente kørespor i bevoksningerne skal der naturligvis tages hensyn til, at grøfter og vandløb berøres mindst muligt.

### Skader på bevoksningen

Når maskinerne færdes gennem skoven kan det aldrig helt undgås, at de kommer til at skade de stående træer. Især rodsystemet er udsat. Mængden af rødder i det allerøverste jordlag kan være 200-500 m/m<sup>2</sup>, hvoraf dog kun få procent vil have en diameter større end 10 mm. Nogle undersøgelser tyder på, at rødderne i de øverste jordlag bidrager med 50-70 % af jordbundens bæreevne. Kørsel med tunge maskiner i bevoksningerne kan føre til, at rodmåtten gennemskæres, og træerne mister både fæste og næringsoptag, samtidig med at der opstår dybe kørespor.

Ud over at skade træernes forankring og næringsoptag kan beskadigelse af rødderne medføre råd i stammen. Forskellige undersøgelser har givet varierende resultater, men for rødgran kan i grove træk drages følgende konklusion:

- Beskadigelse af tykke rødder (mere end 2 cm tykke) 0-50 cm fra stammen har i 50-100 % af tilfældene forårsaget rådskeer i stammen
- Beskadigelse af tykke rødder (mere end 2 cm tykke) 50-100 cm fra stammen har bevirket rådan greb i 10-50 % af træerne
- Beskadigelser mere end 100 cm fra stammen og/eller beskadigelse af tynde rødder (mindre end 2 cm i diameter) vil i mindre end 10 % af tilfældene føre til rådan greb

I forbindelse med planlægningen af tyndinger vil især indplacering og udformning af stikspor have betydning for omfanget af rodskeer. Om muligt bør stiksporene udnytte eksisterende huller i bevoksningerne, idet større udsving på sporet dog samtidig bør undgås. Sporbredden bør være således, at der ved lige strækninger er 0,5 meter på begge sider af maskinen. Da dette krav også skal opfyldes ved senere tyndinger, må der ved første tynding stilles krav om en sporbredde svarende til maskinbredden + 2 x 0,7 m.

I forbindelse med selve udkørslen kan rodskeer minimeres gennem følgende forholdsregler:

- Planlæg, så der skal køres kortest mulig strækning med fuldt læs (det forøger også præstationen)

- Planlæg, så der skal køres så få gange på det enkelte spor som muligt
- Planlæg, så der holdes afstand til de enkelte træer

Ud over kørsel er udslæbning en af de arbejdsopgaver, hvor antallet af skader er størst. Her går skaderne ud over barken på overgangen mellem rod og stamme og giver anledning til råd både i rodsystem og stamme. Det medfører risiko for såvel nedsat stabilitet og tilvækst som kvalitetsreduktion på grund af råd i den nederste del af stammen. En omhyggelig retningsbestemt fældning er en absolut forudsætning for opnåelse af en passende lav skadefrekvens ved udslæbning. Ved udslæbning med spil må traktorføreren være omhyggelig med valg af trækretning, således at hverken wire eller last rammer stående træer.

Højere oppe på stammen (over 2 meters højde) er det især udkørselsmaskinerne, der laver skader ved at ramme stammerne med kran eller effekter under læsning. Det sker, når effekterne er placeret uhensigtsmæssigt i forhold til sporet, og/eller hvor sporbredden er for lille. Det er især de mere langsigtede virkninger af skaderne, der gør en forebyggelse nødvendig. Ofte optræder misfarvning, ligesom træets styrke svækkes i det beskadigede område. Derved forøges risikoen på længere sigt for, at stammerne knækker i kraftig blæst eller som følge af snetryk. Ud over den synlige beskadigelse vil der ofte yderligere være et område med død bark. Herved forøges den tid, det tager træet at overvokse skaden. En overvokset skade er dog ikke en helbredt skade, da kvaliteten af stokken fortsat er nedsat. Skaderne medfører typisk, at den nederste del af stammen må aflægges som et mindre værdifuldt sortiment. Det er derfor af stor betydning for økonomien i skovdriften, at disse skader undgås. Heldigvis har skadefrekvensen været aftagende gennem årene, både på grund af maskinernes tekniske udvikling og på grund af voksende erfaring og omhu hos maskinførerne.

## 4.4 Præstationer og omkostninger ved hugst og transport

### Præstationer

Helt afgørende for præstationerne ved skovning og transport er naturligvis, hvorvidt der er tale om motormanuelt arbejde eller indsats af maskiner. I begge tilfælde er der dog en tæt sammenhæng mellem størrelsen af træerne og præstationen målt i m<sup>3</sup> pr. time, sådan at præstationen er mindst, når der er tale om små træer.

Motormanuel fældning og afkvistning af små nåletræer forekommer i dag kun undtagelsesvist, men i givet fald må der regnes med præstationer

på mindre end 1 m<sup>3</sup>/time. Ved øgende træstørrelse forbedres præstationen og vil for stort nåletrætømmer være i størrelsesorden 4 m<sup>3</sup>/time eller eventuelt mere. For løvtræ gælder lignende forhold, men da små løvtræer ikke skal afkvistes lige som nåletræerne, er præstationen lidt højere for små træer; størrelsesorden 1½-2 m<sup>3</sup>/time for hugstdiameter (DBH) 10-20 cm. Ved aflægning af store kævler øges præstationen til 4-5 m<sup>3</sup>/time, men den samlede præstation afhænger meget af, i hvor høj grad toppen skal oparbejdes til brænde eller andre småeffekter.

For maskinskovning er præstationerne væsentligt højere, men sammenhængen med træstørrelse gør sig også her gældende, især for nåletræets vedkommende. Ved de mindste hugstdiameter (<16 cm DBH) ligger præstationerne på 10 m<sup>3</sup>/time eller derunder. Ved voksende diameter forøges præstationen gradvis og når 25-30 m<sup>3</sup>/time eller endog mere for stort tømmer med hugstdiameter over 30 cm. Når diameteren har så stor indflydelse, skyldes det, at den tid, der medgår til fældning, er næsten ens for store og små træer, og at tykke stammer bliver trukket gennem aggregatet og afkvistet med næsten samme hastighed som tynde stammer. Yderligere skoves de små dimensioner altid i tyndingshugster, mens en del af det store tømmer falder ved afdrifter, hvor det er nemmere at håndtere træerne.

Ved maskinskovning af løvtræ ses ikke den samme klare sammenhæng mellem diameter og præstation. Det skyldes, at store løvtræer har store kroner med tykke grene, sådan at afkvistningen volder langt mere besvær end for nåletræer.

Præstationerne ved terræntransport afhænger både af transportmåde, transportafstand og effekternes størrelse. Ved udkørsel af korte effekter (2-3 meters længde) er den gennemsnitlige præstation ca. 10 m<sup>3</sup>/time for løvtræets vedkommende og 12-14 m<sup>3</sup>/time for nåletræet. Forskellen skyldes både effekternes rethed, og at nåletræeffekterne som regel er bedre bunkelagt, hvilket letter udkørslen. Ved udslæbning er forskellen endnu større. Når løvtrækævler slæbes ud af bevoksningen, er den gennemsnitlige præstation kun ca. 8 m<sup>3</sup>/time, fordi en del af udslæbningen sker med spil, hvilket er meget tidkrævende. Til gengæld er ydelsen meget høj ved udslæbning af nåletræ-langtømmer fra afdrifter. Ved brug af klembanke er præstationer på 25-30 m<sup>3</sup>/time sædvanlige.

### **Timepris og ressourceforbrug**

Såvel skovnings- som udkørselsmaskiner er kostbart udstyr, idet prisen for en udkørselsmaskine i 2015-kroner er lidt over 2 millioner kroner, mens en middelstor skovningsmaskine koster noget over 3 millioner. Det betyder, at den største enkeltpost på omkostningssiden er afskriv-

ning og forrentning af den bundne kapital. Hertil skal lægges førerløn m.m., samt især for skovningsmaskinernes vedkommende betydelige omkostninger til vedligehold og reparation.

I sammenligning med dette er omkostningerne til drivmidler meget små. En stor svensk opgørelse fra 1996 viste, at det daværende forbrug af driv- og smøremidler (liter) til skovning og terræntransport gennemsnitligt var (cirka-tal):

Dieselolie	2 l/m <sup>3</sup>	(1 l til skovning, 1 l til udkørsel)
Hydraulikolie	0,05 l/m <sup>3</sup>	(= udslip)
Kædeolie	0,035 l/m <sup>3</sup>	(= udslip)

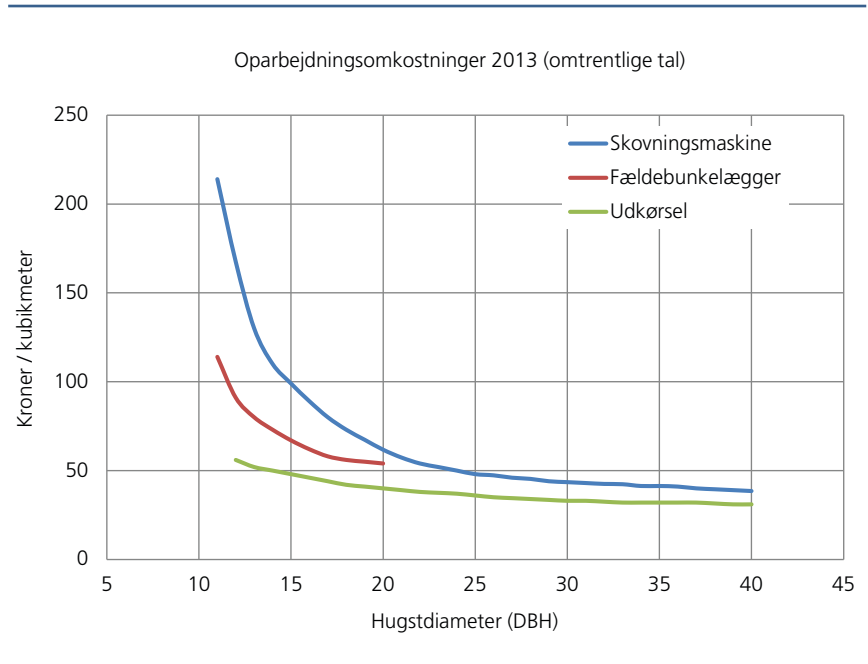
En ny undersøgelse i 2012 viste, at forbruget af dieselolie pr. m<sup>3</sup> skovet træ var steget ca. 9 % i den mellemliggende periode. En årsag er, at maskinerne har fået kraftigere motorer, men øget brug af bogie-bånd for at skåne terrænet har også bevirket et højere forbrug. Som gennemsnitlig rettesnor er 2 liter/m<sup>3</sup> dog stadig gældende; lidt højere i tyndinger og lidt lavere ved afdrift. Ved produktion af brændselsflis skal hertil lægges flishuggerens forbrug af dieselolie, som er af størrelsesorden 1,5 liter/m<sup>3</sup> fastmasse, noget afhængigt af træart og maskintype. En sammenligning med træets brændværdi viser, at forbruget af fossil energi til oparbejdning af brændselsflis er mindre end 2 % af vedmassens energi-indhold.

Den samlede kostpris for en udkørselsmaskine vil ofte ligge i området 600-800 kroner/time, mens prisen for en skovningsmaskine kommer op på 1 000-1 200 kroner/time, i begge tilfælde inklusive førerløn og drivmidler. Timeprisen for en bevoksningsgående, specialbygget flishugger er ofte omkring 1 800 kroner, hvortil skal lægges timeprisen for frakørselstraktoren, hvor en sådan anvendes.

### Omkostninger pr. enhed

Sammenholdes præstationer og omkostninger, viser det sig at oparbejdningssomkostningerne er stærkt faldende med øget træstørrelse. For nåletræskovningens vedkommende falder omkostningerne fra mere end 200 kroner/m<sup>3</sup> for de tyndeste træer (11 cm DBH) til omkring 40 kroner/m<sup>3</sup> for stort tømmer, i begge tilfælde når der foretages afkvistning og aflægges rundtræeffekter. Fælde-bunkelægning koster mellem 2/3 og halvdelen heraf, men tallene varierer meget, bl.a. fordi grenene udgør en varierende del af hugstmassen. Maskinskovning af løvtræ kan skønnes ansættes til ca. 75 kroner/m<sup>3</sup> uanset træstørrelse, men også her er der store variationer. Udkørsel af effekterne (både løv og nål) vil koste fra 60-70 kroner/m<sup>3</sup> for de tyndeste effekter til ca. 35 kroner/m<sup>3</sup> for stort tømmer. Udslæbning af langtømmer med klembanke kan gøres for ca.

Figur 4-22. Omtrentlige omkostninger til maskinskovning og udkørsel af nåletræ. Baseret på udjævnede tal fra Naturstyrelsens Driftscenter. Udkørslen gælder rundtræeffekter.



30 kroner/m<sup>3</sup>, mens udslæbning af løvtrækævler beløber sig til omkring 50 kroner/m<sup>3</sup>.

For oparbejdning af flis gælder særlige forhold. Selve flisningen kræver indsats af dyrt maskineri, og kan let koste 85-100 kroner pr. m<sup>3</sup> fastmasse. Hertil skal lægges omkostningen til fælde-bunkelægning (eller skovning af rundtræeffekter). Desuden er flisprisen normalt fastsat som leveret på værk, sådan at leverandøren også skal afholde en landevejstransport, som kan koste i størrelsesorden 50 kroner/m<sup>3</sup>. Mens omkostningerne til fældning og (til dels) flishugning varierer stærkt med træstørrelsen, er salgsprisen for flis et fast beløb pr. energienhed. Ud fra disse tal kan man regne ud, hvilken minimumdiameter træerne skal have, før det kan betale sig at producere flis i bevoksningen. Med de nuværende energipriser er mindste lønsomme hugstdiameter (DBH) ca. 10 cm for nåletræ og lidt mindre for løvtræ.

For både skovning og terræntransport gælder det, at omkostningerne pr. enhed mindskes, hvis koncentrationen af effekter (målt i m<sup>3</sup>/ha) er høj. For at opnå god lønsomhed skal der altså udtages en stor hugstmængde pr. hektar ved hvert indgreb. Det er imidlertid i modstrid med skovdyrkningshensyn, idet stærke hugstindgreb kan medføre en form for chok, som både øger risikoen for stormfald og kan virke tilvækstnedsættende.



## 4.5 Lagring af råtræ

Træ er en friskvare, som til de fleste formål helst skal bearbejdes hurtigst muligt efter fældningen. Det kan imidlertid ikke altid lade sig gøre. Mens træindustrierne gerne vil have en jævn tilførsel af råtræ, kan det vanskeligt undgås, at der er sæsonvariationer i skovens aktiviteter. Ikke mindst hensynet til jordbund og skovveje gør, at skovning og transport på nogle arealer kun kan foregå i tørre eller meget kolde perioder. Selv om kommunikationen mellem skovejerne og aftagerne er forbedret meget gennem de senere år, og udbud og behov derfor er kommet til at passe bedre sammen, har træindustri og varmeværker stadig behov for at opretholde et vist lager, så de ikke oplever stop i produktionen.

Hertil skal lægges, at der med mellemrum indtræffer store stormfald, hvor et eller måske flere års hugstvolumen pludseligt blæses omkuld. Den hjemlige træindustri vil i en sådan situation ikke være i stand til at aftage og bearbejde træet inden for en rimelig tid. Markedet for råtræ er i dag langt mere åbent end tidligere, og kommunikationen langt mere effektiv, så den umiddelbare reaktion vil være at forsøge at sælge det overskydende træ på eksportmarkedet hurtigst muligt. Men ved store stormfald kan mængderne overstige træindustriens umiddelbare behov, og det forøgede udbud kan få priserne til at falde, så skovene ser et behov for at lagre træet, indtil markedet har rettet sig.

### Risici ved lagring

De skader, råtræet kan udsættes for under lagring, er primært:

- Misfarvning (blåsplintsvampe, iltning)
- Veddestruktion (rådsvampe, insektgnav og bakteriel nedbrydning)
- Revner (på grund af udtørring)

Effekter, som henligger forår og/eller sommer på et lunt sted, er udsat for angreb af vedborende insekter, i første række stribet vedborer (*Trypodendron lineatum* på nåltræ), gul vedborer (*Trypodendron domesticus* på løvtræ), samt værftbille (*Hylecoetus dermestoides* på løvtræ). Især for nåltræets vedkommende kan angrebene være af betydeligt omfang, og selv om de små borehuller er næsten uden betydning for træets styrke, tillades ”ormehuller” ikke i træ, som skal bruges i bærende konstruktioner. På savværket bliver træ med insektskader derfor henvist til laveste kvalitets- og styrkeklasse.

Ovenstående insekter angriber gerne helt frisk træ umiddelbart efter fældning, men meget snart begynder også svampe og luft at trænge ind fra snitfladerne – såkaldt *indløb*. I første omgang er der kun tale om en

misfarvning, dels fordi luftens ilt og udtørring får de levende celler i træet til at udskille forsvarsstoffer, som ofte er mørktfarvede, dels fordi træet inficeres af mørktfarvede svampe, som lever af indholdet i træets levende celler (*blåsplintsvampe*). Ved en passende balance mellem ilt- og fugtindhold invaderes træet snart af egentlige veddestruerende svampe, som nedbryder cellevæggene og gør veddet ubrugeligt til enhver form for gavntræ. Barken yder en vis beskyttelse mod indtrængen af svampe, men ligger træet i længere tid, trænger der også svampe gennem barken og gennemvokser stammen fra siden, primært ved at svampehyferne vokser gennem marvstrålerne.

Hvis effekterne er hævet over jorden og ligger i sol og blæst, sker udtørringen undertiden så hurtigt, at svampe ikke når at etablere sig i veddet. I så fald vil der imidlertid opstå dybe revner i træet, fordi tørresvindet er større i stammens omkreds end langs dens radius. Revnerne gør træet uegnet til opskæring på savværk, men for træ til energiformål spiller de naturligvis ingen rolle, og her er det en fordel, at træet tørrer så hurtigt som muligt.

### Begrænsning af lagringsskader

Den største sikkerhed mod lagerskader opnås naturligvis ved at oparbejde råtræet i tide. Eksempelvis skal vinterskovet bøg som tommelfingerregel opskæres inden 1. maj, og træ fældet på den varme årstid holder sig i værste fald kun i få uger, før der opstår misfarvninger. I de tilfælde, hvor det er umuligt at koordinere skovningen og den industrielle oparbejdning, må lagringsskaderne begrænses, primært gennem styring af de faktorer, som betinger aktiviteten af de veddestruerende organismer: ilt, vand og temperatur.

Høj træfugtighed begrænser ilttilgangen til de levende organismer og modvirker derved, at lagringsskader opstår. For at svampe skal kunne trives, skal mindst 20 % af veddets cellehulrum være fyldt med atmosfærisk luft, og optimalt fugtindhold for svampevækst er normalt 40-60 % (procent vand i forhold til træets vægt i absolut tør tilstand). Høj temperatur virker befordrende for svampevækst, sådan at mange svampe vokser bedst ved temperaturer på 25-30 grader, mens væksten ved lavere temperatur end 5 grader er så langsom, at den i praksis ikke spiller nogen rolle. Også insekterne er mest aktive ved høj temperatur.

Ovenstående betyder, at fældet træ, som ikke straks kan afhentes af køber, helst skal ligge på et køligt sted med høj luftfugtighed. Ved tynningshugster, som er udført motormanuelt, bevares træet bedst på fældestedet i bevoksningen, hvor der ofte er læ og skygge. Desuden undgås håndterings- og slæbeskader på barken. Træ, som er udslæbt eller udkørt,

Fældet træ kan lagres i en begrænset periode inden oparbejdning, dvs. typisk vinteren over, eller et par måneder forår eller efterår. Der er dog stor forskel på, hvor udsatte træarterne er for lagringsskader.

Fyr og ahorn regnes for de absolut mest følsomme og skal i sommerhalvåret transporteres til træindustrien og opskæres inden for et par uger efter fældning.

Bøg er også ret udsat for misfarvninger og insektangreb, og vinterskovet bøg bør oparbejdes inden 1. maj.

Ask kan ligge ret længe (typisk en sommer over), selv om den fra naturens hånd har et lavt vandindhold i veddet.

Hos eg angribes splintveddet hurtigt af svampe, mens kerneveddet er særdeles modstandsdygtigt. Egekævler til "finere" anvendelser (møbler), hvor splinten alligevel ikke udnyttes, kan derfor ligge længe i skoven (et år eller mere), uden at der sker et værditab af betydning. Men til gulve, hvor splinten også udnyttes, gælder lignende tidsfrist som for bøg.

Blandt nåletræerne er rødgran og sitkagran ret udsatte for nedbrydning. Yderligere gælder, at granstammer, som ligger i skoven i det sene forår og om sommeren, kan tjene som opformeringsmateriale for barkbiller, der kan angribe de stående træer. Vinterskovet gran bør derfor ikke ligge i skoven længere end til 15. april.

Ædelgran og grandis holder sig lidt bedre end Picea-arterne, fordi *Abies* fra naturens hånd har et højere vandindhold i veddet, men ædelgranarterne kan dog ikke betegnes som modstandsdygtige mod hverken svampe eller insekter.

Hos de keredannende nåletræer (lærk, douglas, thuja m.fl.) gælder det lige som for eg, at splinten hurtigt angribes, mens kernen er ret modstandsdygtig over for såvel svampe som insekter. Men da også splinten normalt skal udnyttes som gavntræ, kan man ikke lade dem ligge i skoven over længere tid. Bedst mulighed er der for lagring af lærk, fordi splinten er smal og tabet bliver begrænset, selv om splintveddet skades. Hos skovfyr er kernen så lille, at lagring ikke kan tillades, jævnfør ovenfor.

stables tæt på en skyggefuld lagerplads i læ. Det er vigtigt, at barken så vidt muligt bevares intakt, idet den beskytter effektivt mod udtørring.

Ved *stormfald*, der ikke har større omfang, end at træet vil kunne afsættes inden for et år, vil det i reglen være mest fordelagtigt at lade træerne ligge urørte på faldstedet og vente med opskovningen til umiddelbart før den industrielle udnyttelse. Det er dog en forudsætning, at der ikke er for mange knækkede eller stærkt beskadigede stammer på arealet, da de vil virke som ynglemateriale for vedborende insekter, og de angribes tillige hurtigt af veddestruerende svampe. Det er også nødvendigt, at rødderne har tilstrækkelig jordkontakt til at sikre kronens vandforsyning. Når flertallet af træerne har mistet deres grønne løv/nåle, indtræffer lagringsskaderne ret hurtigt. For bøg spiller eksponering for vind og sol en stor rolle, og fladefald bør ikke ligge mere end ét år. Spredte rodvæltede af bøg kan bevares stort set uskadede i flere år, hvis rødderne har god jordkontakt.

## Kunstige beskyttelsesmidler

Indløb, specielt hos løvtræ, kan begrænses betydeligt ved at smøre snitflader og barkskrab med et middel, som hæmmer fordampningen, eventuelt efter forudgående behandling med et svampedræbende middel. Forsøg har vist bedst effekt ved påstrykning af en vandig voks-dispersion (f.eks. "Mobil-Cer" produceret af Mobil Oil eller "Anchorseal" fra Bates Co.).

Skal råtræ lagres i længere tid, er den mest effektive metode at holde træet vådt ved stadig oversprøjtning med vand. Viden om denne lagringsform er navnlig opnået efter de store stormfald i 1967, 1981 og 1999. Man har tidligere antaget, at det drejede sig om at opnå det højst mulige vandindhold inde i træet, men senere erfaringer viser, at vandingsens virkning mere beror på, at der opretholdes en lav  $O_2$ -koncentration og en høj  $CO_2$ -koncentration i træets indre. Det kan opnås, ved at træets overflade holdes konstant fugtig. I vandhinden på træets overflade dannes en slimet bakteriebelægning, som dels udgør en ilbarriere, dels virker hæmmende på væksten af veddestruerende svampe (bakterierne virker *antagonistisk* over for svampe). Nogle svampe (bl.a. rodfordærver, *Heterobasidion* sp.) kan dog klare sig uden ilt, og de kan derfor overleve og vokse under overrisling. Træet må omhyggeligt renskæres for råd inden lagringen for at undgå, at igangværende angreb af rodfordærver breder sig op gennem stammerne.

Overrisling foregår typisk med vandingsudstyr svarende til det, der anvendes i landbrug og gartnerier. Anlægget arbejder oftest i intervaller (f.eks. 10 minutter af hver halve time). Det anbefales at bruge en vand-

Figur 4-23. Lager af stormfældet træ under overrisling.

(Foto: Frede Danborg)



mængde svarende til mindst 40 mm nedbør pr. døgn. Målet er at holde alle overflader konstant våde. Ud over vandindholdet spiller overrislingens kølende effekt antageligt også en rolle for resultatet. Der vandes ikke i frostvejr, og i reglen er det heller ikke nødvendigt at vande om natten. Der er udviklet systemer, som kan styre vandingsintensiteten efter vejrforholdene, sådan at der vandes mere i solskin og blæst end i overskyet vejr, og slet ikke i regnvejr. Derved opnås en betydelig formindskelse af vand- og energiforbruget.

I stedet for overrisling kan mindre partier af råtræ lagres i bassiner, men såfremt stokkene flyder, kan det være svært at opnå tilstrækkelig beskyttelse af den del af stammen, som er oven vande. Lagring under vand i naturlige søer vil normalt ikke blive tilladt af myndighederne på grund af forureningsfaren, og desuden er optagningen af træet kostbar - især når det gælder bøgekævler, som synker.

Under overrisling eller vandlagring kan såvel bøg som rødgran bevares i flere år, uden at styrke-egenskaberne forringes nævneværdigt. I danske undersøgelser af vand- og overrislingslagret træs fysiske egenskaber kunne der ikke påvises nogen nedsættelse af veddets rumtæthed, elasticitetsmodul, tryk- eller bøjningsstyrke. Der er dog påvist en nedsættelse af slagbrudstyrken; det lagrede træ bliver efterhånden lidt mere skørt. Efter 3 til 4 år ses som regel begyndende angreb af honningsvamp, som på længere sigt vil ødelægge træet. Dette tidsrum må derfor anses som den maksimale lagringstid ved vådlagring, selv når vandingen passes omhyggeligt.

Sprinkler- og vandlagret gran får en brunlig misfarvning i de yderste 0,5-1 cm under barken, idet farvestoffer (tanniner) fra barken trænger ind i veddet. Misfarvningen forringer sidebræddernes udseende, og derved deres værdi. Hos såvel bøg som gran ses ofte en stærk brunfarvning af overfladen på de savskårne emner under tørringen, idet opløste farvestoffer udfældes på eller nær træets overflade. Oftest omfatter misfarvningen kun de yderste 1-2 mm og kan fjernes ved høvling.

Under lagringen invaderes træet ofte af bakterier, som nedbryder parenchymcellernes indhold samt de ikke-lignificerede poremembraner. For nåletræets vedkommende resulterer det i en forøget gennemtrængelighed (permeabilitet) for vand. Skal træet overfladebehandles, er bakterieangrebene værdiforringende, da de medfører ujævn optagelse af farve og lak, med et blakket udseende til følge. Den øgede gennemtrængelighed må forventes at nedsætte træets naturlige varighed udendørs, men for dansk gran, der mest bruges til indendørs konstruktionstræ, betragtes forøget permeabilitet ikke som en alvorlig skade. Men skal træet bruges til f.eks. facadebeklædning, bør der bruges friskfældet tømmer.



Etablering af et depot til våd lagring af træ kræver godkendelse fra myndighederne (kommunen). Der kræves vandindvindings- og vandudledningstilladelse samt miljøgodkendelse. Den eventuelle negative påvirkning af miljøet fremkommer ved:

- 1) det iltforbrug, som er forbundet med nedbrydningen af de organiske stoffer, som udvaskes fra barken. Det drejer sig i første række om sukkerstoffer, men også garvesyrer m.m.
- 2) en eventuel eutrofiering af følsomme recipienter gennem udvaskningen af plantenæringsstoffer fra barken.

Af disse to påvirkninger vurderes iltforbruget at være den væsentligste. Man frygter altså ”iltsvind”, hvis afløbsvandet fra trælageret udledes i søer eller vandløb. At risikoen er reel, vides af erfaring fra tilfælde, hvor man har lagret træ i små damme og konstateret, at såvel fisk som krebsdyr døde af iltmangel. Fra større søer eller fra vandløb er der ikke tilsvarende negative erfaringer, men med de store stofmængder, der udvaskes fra barken, udgør lagrene en potentiel forureningsrisiko, og der bør gøres mest muligt for at begrænse eventuelle negative konsekvenser for omgivelserne. Især de første 3-4 måneder efter vandingens påbegyndelse er indholdet af organiske stoffer i afløbsvandet højt, og der er også fundet høje koncentrationer af kalium og fosfor i afløbsvandet de første uger efter vandingens start. Et af de mest effektive tiltag mod forurening er at opsamle og recirkulere afløbsvandet, hvilket normalt også vil være et myndighedskrav ved etablering af nye vandlagre. Ved vandets gentagne passage af sprinklerne sker en kraftig iltning og derigennem en hurtig nedbrydning af de organiske indholdsstoffer. Ulempen er, at det recirkulerede vand indeholder partikler af bark og andet, som har tendens til at tilstoppe sprinklerdyserne.

Opbevaring af bøgekævler i en CO<sub>2</sub>-atmosfære under svær PVC-folie viste sig vellykket efter stormfaldene i 1967, men metoden blev dengang anset for at være for kostbar til at finde praktisk anvendelse. Endvidere holdt folien kun et år på grund af vindslid (blafren). Senere har man imidlertid i Tyskland med held i op til 3 år opbevaret træ indpakket i 0,2 mm polyethylenfolie af en type, som i landbruget anvendes til ensilering. Der lægges folie både over og under træstakken, hvorefter kanterne sammensvejses lufttæt. Stofskiftet i træets levende celler forbruger i løbet af få dage al ilt i foliepakken, og tilsvarende forøges koncentrationen af kuldioxid. Herved forhindres udviklingen af insekter og de fleste svampe. Foruden plastfolie er stakkene overdækket med et plastnet, som skal beskytte mod mekanisk skade. Samme type net bruges til at beskytte ensilage mod fugle. Erfaringerne har været gode, selv om musegnav, nedfaldende grene og publikum undertiden har resulteret i skader på fo-

lien. Fordelen ved folieindpakning er, at den kan foregå næsten hvor som helst, mens vådlagring kræver vand, elektricitet, en stor kørefast plads samt stadigt tilsyn.

Omkostningerne til langtidslagring af træ var efter 1999-stormen af størrelsesorden 70 kroner/m<sup>3</sup>, uanset om lagringen gennemførtes ved hjælp af sprinklervanding eller ved indpakning i folie. Ved sidstnævnte metode er der tale om en engangsudgift, mens omkostningerne ved vådlagring dels består i anlægsomkostninger (anlæg af plads og vandboring, anskaffelse af pumper og vandingsanlæg, tilkørsel af træ) dels løbende omkostninger til drift og vedligehold af pumper og sprinklere. Da omkostningerne – uanset metode – er så høje, kommer det kun på tale at langtidslagre de mest værdifulde sortimenter, dvs. tømmer og kævler af god kvalitet. Stormfældet træ indeholder ofte skjulte skader i form af indre brud eller knusninger. Det kan man naturligvis ikke gardere sig imod, men alle synlige skader i form af flæk o.l. skal være skåret fra i forbindelse med oparbejdningen.

Uanset lagringsmetode gælder det, at når først beskyttelsesforanstaltningen (vanding eller indpakning) ophører, skal oparbejdningen ske meget hurtigt for at undgå misfarvning. Efter lagringen er alle celler i veddet døde, og træet har således intet naturligt forsvar mod indtrængende svampe og bakterier. Ved vådlagring er dette intet problem, fordi træet løbende kan tages ud af stakkene. Ved foliedækning må ”foliepakernes” størrelse afpasses efter savværkets kapacitet, således at hele indholdet i en pakke kan opskæres i løbet af højst 2 uger.

## Lagring af flis

Lagring af brændselsflis udgør et særligt problem. Selv om det økonomisk og arbejdsmiljømæssigt må foretrækkes at producere flisen i den takt, varmeværkerne har brug for det, kan dette ikke helt lade sig gøre. Behovet for flis er størst i den kolde årstid, hvor det undertiden ikke er muligt at arbejde i bevoksningerne, og skovene foretrækker ofte at flise mest muligt i sensommer/efterår, når de fældede træer eller hugstaffaldet er tørret i sommerens løb. I de senere år (hvor vi har haft milde vintre) har der skønsvis været behov for at lagre ca. 20 % af årsproduktionen. Ved lagring af grøn (friskskovet) flis i stakke opstår en voldsom mikrobiologisk aktivitet i stakken, hvor temperaturen kan stige helt op til 90°C. Tørstoftabet kan være meget stort, og flisen kommer til at indeholde store mængder svampesporer, som udgør et arbejdsmiljøproblem ved den senere håndtering. Flis til lagring bør derfor produceres af fortørret træ, som har ligget sommeren over. Herved reduceres såvel tørstoftab som problemer med svampesporer væsentligt. Oftest lagres flisen i skoven, lagt op i store stakke, som eventuelt kan tildækkes med presennin-

ger. Under lagringen sker en omfordeling af stakkens fugtindhold, idet fugt fordamper fra stakkens indre (hvor temperaturen stiger pga. biologisk aktivitet) og fortættes i stakkens ydre dele, hvor temperaturen er lavere. Hvis stakken anbringes under tag (og uden presenning) kan der i kraft af varmeudviklingen i flisen opnås en vis tørring under lagringen.

### Lageropgørelse og -styring

Hvis træet efter stormfald efterlades på faldstedet i bevoksningen for at bevare det bedst muligt, er det uhyre svært at danne sig et overblik over mængderne. Oftest må det ske som et skøn over, hvor mange procent af bevoksningerne som er faldet, kombineret med erfaringstal for, hvor stor den stående vedmasse er i en bevoksning af den pågældende art og alder. Ved større stormfald kan det være en god hjælp at få optaget luftfotos, enten fra konventionelle fly eller fra små droner udrustet med kamera.

Så snart træet er oparbejdet, er man på langt mere sikker grund, fordi skovningsmaskinerne løbende registrerer både diameter og volumen af det træ, som løber gennem skovningsaggregatet. Efter udkørsel af træet til bilfast vej kan stakkene måles ved vejside, og enkelte udkørselsmaskiner er ydermere udstyret med vejeceller i kranen eller under ladet, så man har kontrol med vægten af det træ, der køres ud. Ved større stormfald eller insektangreb er det væsentligt at få overblik over mængderne af træ både før og efter opskovning, da både skovnings- og transportomkostninger, salgsindtægter og manglende fremtidig produktion kan have afgørende indflydelse på ejendommens økonomi. En god lagerkontrol både før, under og efter oparbejdning giver en vis sikkerhed for, at intet træ bliver glemt og går til spilde.

Især hvis der efter stormfald opbygges større vådlagre, som indeholder partier fra mange forskellige bevoksninger i én stor samlet stak, er det en krævende opgave at holde styr på de mængder, der oplagres. Et meget brugt hjælpemiddel er at lægge reb ind i stakkene mellem de enkelte tømmerpartier, som skal være opmålt inden de lægges på lager. Når træet senere udtages fra lageret, er det da forholdsvist let at følge med i mængderne. Da en del bark falder af under håndtering og lagring, må det forventes, at savværkets opmåling afviger en del fra den oprindelige opmåling inden lagring.

## Litteratur til kapitel 4

*Athanassiadis, D.; Lidestav, G.; Wästerlund, I. (1999):*

Fuel, Hydraulic Oil and Lubricant Consumption in Swedish Mechanized Harvesting Operations, 1996. *Journal of Forest Engineering* 10(1):59-66

*Björkhem, U.; Dehlén, R.; Lundin, L.; Nilsson, S.; Olsson, M.T.; Regnander, J. (1977):*

Lagring av massaved under vattenbegjutning - effekter på insekter och omgivande miljö. Rapport nr. 107, Institutionen för Skogsteknik, Skogshögskolan, Garpenberg. 123 s.

*Best, E.; Brechtel, H.M.; Gawehn, P.; Grabowski, H. (1994):*

Auswirkungen der Nasslagerung von Stammholz auf die chemische Wasserqualität. Ergebnisse des landesweiten wasserchemischen Beweissicherungsprogrammes zur Nasskonservierung von Stammholz in Hessischen Forstämtern 1990-92. *Forschungsberichte Hessische Forstliche Versuchsanstalt*, No. 18. 106 pp. + supplement

*Bues, C.T. (1993):*

Qualität von beregnetem Fichtenholz nach Auslagerung und Einschnitt. *Holz-Zentralblatt* 34: 524-525

*Bollehuus, E. (1995):*

Maskinskovning af yngre løvtræbevoksninger. Maskinrapport nr. 14. Skov- og Naturstyrelsen, Miljø- og Energiministeriet

*Gjerdrum, P. (1976):*

Overrisling av landlagret skurtømmer av gran. En undersøkelse av vannkvaliteten. Rapport nr. 3, Norsk Institutt for Skogforskning, Ås NLH, 29 s.

*Heding, N. (1981):*

Mekaniseret løvtræskovning. *Dansk Skovforenings Tidsskrift*, årgang LXVI, s. 205-239

*Jansson, K-J.; Wästerlund, I. (1999):*

Effect of traffic by lightweight forest machinery on the growth of young *Picea abies* trees. *Scandinavian Journal of Forest Research* 14:581-588

*Kozłowski, T.T. (1999):*

Soil compaction and growth of woody plants. *Scandinavian Journal of Forest Research* 14:596-619

*Liukko, K. (1997):*

Climate-adapted wet storage of saw timber and pulpwood: An alternative method of sprinkling and its effect on freshness of roundwood and environment. *Silvestria* No. 51. SLU, Uppsala. 44 s. + 4 artikler

*Moltesen, P.; Dalgas, K.F.; Herløw, M. (1974):*

Lagring af stormfældet gran under overrisling. *Dansk Skovforenings Tidsskrift*, s. 253-295

*Myhra, H.H.; Gjengedal E. (1998):*

Avrenning fra tømmervanding. Rapport 41, Norsk Treteknisk Institutt. 33 s.

*Myhrman, D. (red.) (1993):*

Terrängmaskinen, Del 1. SkogForsk, Uppsala. 476 s. ISBN 9176140830

*Naturstyrelsen (s.a.):*

Miljøkrav til skovmaskiner. [www.naturstyrelsen.dk](http://www.naturstyrelsen.dk)

*Peek, R.D.; Liese, W. (1977):*

Die Auswirkung der Nasslagerung von Sturmholz auf die Qualität des Ablaufwassers. *Forstwissenschaftliches Centralblatt* 96 (6): 348-357

*Schjøning, P.; Lamandé, M.; Tøgersen, F.A.; Pedersen, J.; Hansen, P.O.M. (2006):*

Minimering af jordpakning. DFJ-rapport Markbrug nr. 127, AU

*Silversides, C.R. & Sundberg, U. (1988):*

Operational efficiency in forestry. Volume 2: Practice. Kluwer Academic Publishers, ISBN 0-7923-0063-7, 169 pp.

*Tingleff, T. (1991):*

Sprinklerdeponering af stormfældet nåletræ – og nogle iagttagelser fra Statskovvæsenets sprinklerdepoter i 1982-1985. *Dansk Skovbrugs Tidsskrift*, s. 115-226

*Uusitalo, J. (2010):*

Introduction to Forest Operations and Technology. JVP Forest Systems Oy. 274 pp. ISBN 978-952-92-5269-5

*Webber, J.; Gibbs, J. (1996):*

Water Storage of Timber: Experience in Britain. *Forestry Commission Bulletin* 117. ISBN 0 11 710337 3. 48 pp.

*Wästerlund, I. (1985):*

Compaction of till soils and growth tests with Norway spruce and Scots pine. *Forest Ecology and Management* 11(3):171-189





## 5. OPMÅLING, KLASSIFICERING OG SALG AF TRÆ

### 5.1 Handelsopmåling af træ

I afsnit 3.3 er beskrevet principperne for opmålingen af stående vedmasse, som udføres med planlægnings- og vurderingsformål for øje. Den opmåling af træ, som er interessant i forbindelse med salg af fældet træ (råtræ), er *handelsopmålingen*, som adskiller sig noget fra opmåling af stående træ.

Handelsopmålingen foretages for at tilvejebringe et *afregningsgrundlag*

- mellem skov og kunde
- mellem skovadministration og entreprenør/skovarbejder/maskinfører)
- mellem træindustri/skov og vognmand
- samt for at skaffe oplysninger til vedmasseregnskab, hugststatistik etc.

De danske regler for handelsopmåling af træ har rødder tilbage til en kommission – Meterkommissionen – som i 1908 blev nedsat af Landbrugsministeriet, og som i 1910 fremkom med en betænkning om metersystemets indførelse i det danske skovbrug. Kommissionen udarbejdede endvidere forslag til ensartede landsdækkende bestemmelser for råtræsortering, aptering (=afkortning), kvalitetsfastsættelse og opmålingsregler. De regler, som bruges i dag, har i vid udstrækning udviklet sig fra dette arbejde.

De gældende regler for dansk handelsopmåling fremgår af ”Aftale om opmåling og nummerering m.v. af råtræ”, indgået 25. juni 1981 mellem Danske Skoves Handelsudvalg og Træindustriens Fællesrepræsentation (se bilag 5.1). Aftalens indhold er sammenfattet i pjecen ”Opmåling af råtræ” udgivet af Dansk Skovforening. Fordi uafkortet nåletrætømmer normalt opmåles af skovningsmaskinerne, er der 1. juli 1998 udarbejdet et aftaletillæg (Bilag 5.2 til 5.4), som beskriver proceduren for denne maskinopmåling.

Opmålingsregler, der er tilnærmet EU (EØF-opmåling), fremgår af ”Bekendtgørelse om sortering af råtræ” af 23. juli 1974. Den fulde ordlyd kan findes på [www.retsinfo.dk](http://www.retsinfo.dk). Disse regler svarer stort set til ovenstående aftale, og det er ikke påbudt at anvende EØF-opmålingen. Derfor ses den meget sjældent anvendt.

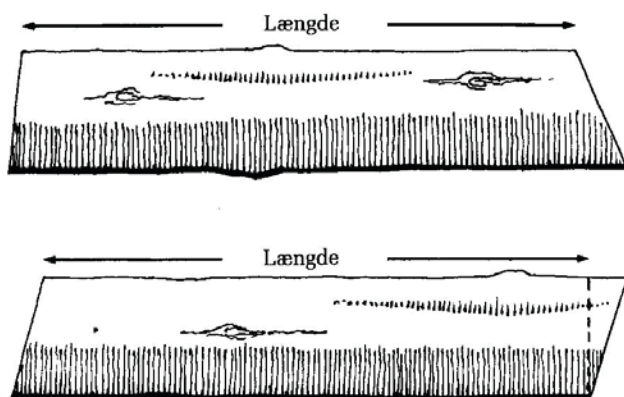


For kævler og uafkortet tømmer gælder, at mængden af træ i et effekt beregnes ud fra måling af kævlels/tømmerstokkens længde og diameter, og mængden anføres i *kubikmeter*. Mindre stykker træ handles flere ad gangen i stabler, stakke eller bunker. Det gælder f.eks. korttømmer, brænde og træ til papirfremstilling (cellulosetræ). Mængdeangivelsen fås ved at beregne hele bunkens/stabelens rumfang ud fra de ydre mål. Dette rumfang, som omfatter både træ og luft, anføres i *rummeter (rm)*. Mængden af massivt træ i stabelen fås ved at multiplicere antallet af rummeter med den såkaldte *fastmasseprocent*. Sidstnævnte er fastsat ud fra erfaring og er afhængig af bl.a. stykkernes længde, form og rethed. For træ i meget små stykker (flis, barkstykker) bruger man ofte betegnelsen *løs kubikmeter* i stedet for rummeter; eller blot kubikmeter, hvor det ikke kan misforstås.

### Manuel opmåling af stammer

Aftalen fra 1981 om opmåling af råtræ foreskriver, at stammer normalt skal opmåles stykvis (enkeltvis). Ved stammer forstås såvel hele stammer som stammestykker (kævler, stokke, tømmer). Stammer med uregelmæssig form eller indeholdende flere kvalitetsklasser skal opmåles i sektioner, selv om de ikke deles ved afkortning. Løvtrækævler med større længde end 8 meter opdeles i alle tilfælde måleteknisk i sektioner, hvoraf ingen må være mere end 8 meter lange. Det gælder også, selv om sektionerne fysisk forbliver sammenhængende, hvilket ofte er tilfældet af transport- eller udnyttelseshensyn.

Ved manuel opmåling af stammer anføres *længden* i meter, og alle længdemål afrundes nedad til lige decimeter (-,0 - ,2 - ,4 - ,6 -,8). Ved opmåling af uafkortede nåletræstammer kan længden – men skal ikke – afrundes nedad til hele meter. Almindelig praksis er, at hvis tømmeret er længere end 16 meter, nedrundes til nærmeste hele meter.

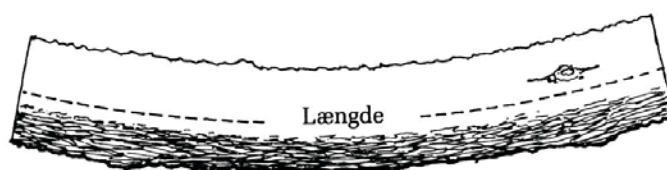


Figur 5-1. Længdemåling ved skæve afkortningssnit.

Længden måles – hvis ikke andet er aftalt – som den korteste linie mellem afkortningssnittene. Såfremt afkortningen ikke er foretaget vinkelret på træets længdeakse, måles den længde, hvor stammens fulde tykkelse er til stede, se figur 5-1.

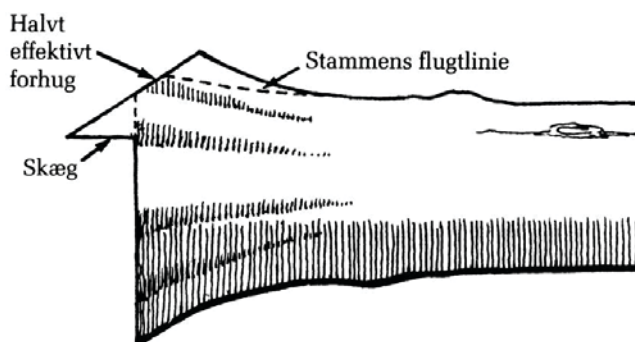
Ved måling af specialeffekter, som køber forlanger leveret krumme (f.eks. skibstræ), er det kutyme at måle længden langs den buede midtlinie (figur 5-2).

Figur 5-2. Længdemåling af krumtræ.



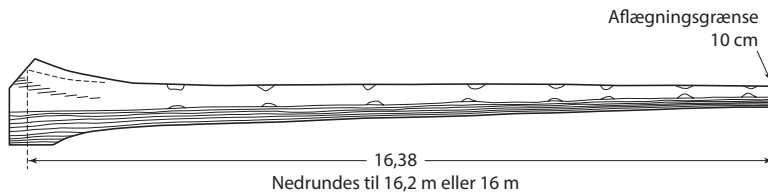
Hvis stammen har forhug fra manuel skovning, medregnes halvdelen af forhugget ved længdemålingen. Normalt medtages halvdelen af det effektive forhug, dvs. at der ses bort fra såvel ”skæg” som rodudløb, når forhugget vurderes, se figur 5-3.

Figur 5-3. Bestemmelse af halvt effektivt forhug.



For uafkortet nåletrætømmer måles længden ud til den fastsatte aflægningsgrænse for topdiameter, se figur 5-4. Også her måles fra halvt forhug, hvis træet er skovet manuelt.

For effekter, der forlanges leveret på en særlig længde, anvendes denne længde ved beregningen af leveret mængde, men ved afkortningen må der gives et overmål (typisk nogle få centimeter) af hensyn til et eventuelt skævt afkortningssnit.



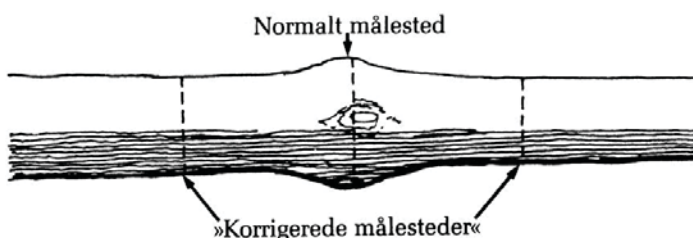
Figur 5-4. Længdemåling af uafkortet nåletrætømmer.

For cellulosetræ (til papirfremstilling) og energitræ (til varme- og elværker) er længden ofte anført med en vis tolerance, f.eks.  $3,0 \text{ m} \pm 20 \text{ cm}$ . Det forudsættes i dette tilfælde, at de leverede effekter *gennemsnitligt* har en længde på 3,0 meter, og at *ingen* effekter har en længde uden for det anførte interval. I leverancer af korttømmer til savværkerne tolereres ingen stokke, som er kortere end det aftalte mål inklusive overmål. Stykker, som er for korte, betragtes som ”vragtræ” og betales ikke eller med en meget lav pris.

*Diameteren* måles midt på stammen/stokken, uden på bark og vinkelret på stammens længdeakse. Ved fastlæggelse af målestedet bruges den nedrundede længde. Hvis længden f.eks. (figur 5-4) er nedrundet til 16 meter, foretages diametermålingen 8 meter fra halvt forhug. Såfremt der på målestedet er mos, sne, is, jord eller lignende, fjernes dette inden målingen. Hvis der på målestedet er en grenkrans, fortykkelse eller anden uregelmæssighed, skal diameteren beregnes som gennemsnittet af målinger taget lige langt ovenfor og nedenfor det normale målested (figur 5-5).

Diametre til og med 20 cm på bark måles ved en enkelt klupning, som stammen ligger i skoven, dvs. vandret diameter. Diametre på 21 cm og derover på bark måles ved en korsvis klupning, der består af to på hinanden vinkelrette klupninger.

Samtlige aflæsninger af kluppen *af rundes nedad til hele centimeter*, og ved korsvis klupning afrundes middeltallet ligeledes nedad til hele centi-



Figur 5-5. Diametermåling ved uregelmæssigheder på stammens midte.



meter. Samme regel gælder i tilfælde, hvor der må foretages klupninger over og under det sædvanlige målested (figur 5-5).

#### Eksempel:

En bøgekævie måles ved korsvis klupning.

Ved første måling aflæses kluppen til 53,8 cm => 53 cm

Ved måling vinkelret herpå aflæses kluppen til 54,6 cm => 54 cm

Middeltallet af de to målinger bliver 53,5 cm, som også skal nedrundes til nærmeste hele centimeter.

Dvs. i målelisten anføres kævlens diameter som 53 cm.

Ifølge aftalen fra 1981 skal målestedet, hvis ikke andet aftales, afmærkes tydeligt og varigt. Denne regel overholdes imidlertid langt fra altid.

De fleste effekter afregnes efter volumen (kubikmeter). Handelsvolumen beregnes normalt som rumfanget af en cylinder med længde og diameter målt efter reglerne ovenfor. Rumfanget angives i  $m^3$  med en nøjagtighed på mindst to decimaler.

### Maskinopmåling

Langt den største del af nåletræet skoves i dag med maskine, og skovningsmaskinen foretager en opmåling af tømmeret i forbindelse med oparbejdningen. Diameteren måles normalt af følere monteret i kontakt med kvisteknivene eller fremtræksvalserne, og diameteren registreres med længdeintervaller på nogle få centimeter, mens stammen løber gennem skovningsaggregatet. Længden registreres som regel af et særligt målehjul monteret i aggregatet. Det har vist sig uhensigtsmæssigt at benytte fremtræksvalserne til længdemåling, da de let kommer til at ”fedte” hvis der er grove grene, eller hvis barken sidder løs i forsommertiden.

Den maskinelle opmåling bruges meget ofte som grundlag for handelsafregning af uafkortet nåletrætømmer. I den forbindelse har de gamle opmålingsregler med nedrunding af såvel diameter som længde vist sig upraktiske. Derfor har Danske Skoves Handelsudvalg og Danske Træindustrier i 1998 indgået en aftale om maskinopmåling af uafkortet tømmer (se Bilag 5.1), hvorefter det hidtidige handelsvolumen erstattes af et såkaldt ”cylindervolumen”. Beregning af cylindervolumen sker ud fra midtdiameter (=sand midte) afrundet til nærmeste millimeter og længden fra fældesnit til afkortningssnit afrundet til nærmeste centimeter. Denne opmåling af volumen giver et resultat, der gennemsnitligt er ca. 6 % større end den tidligere anvendte nedrunding af længden til hele meter og diameteren til hele centimeter. Kubikmeterprisen for uafkortet nåletrætømmer er – hvis ikke andet aftales – baseret på maskinopmåling,

og såfremt tømmeret håndopmåles med nedrunding af længde og diameter, skal volumen tillægges 6 % jvf. ovenstående. Bemærk, at løvtræ normalt stadig opmåles efter de gamle kutymmer med nedrunding, og at priserne er baseret på dette.

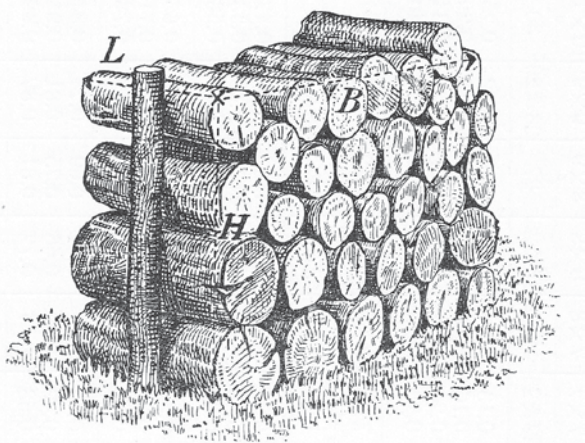
For at sikre troværdighed for maskinopmålingen er det aftalt, at maskinførerne skal have gennemgået et særligt kursus, for at maskinopmålingen kan godtages som grundlag for afregning, og desuden skal hver 25. stamme kontrolmåles manuelt for at sikre, at maskinen hele tiden er korrekt kalibreret (se bilag 5.2 og 5.3).

### Opmåling af rummeter-effekter

Små stykker træ (brænde, cellulosetræ til papirfremstilling, emballagetræ o.l.) handles ikke enkeltvis, men i hele stakke eller stabler, og det kan ikke betale sig at opmåle stykkerne enkeltvis – i hvert fald ikke hvis opmålingen skal foretages manuelt. I stedet beregner man handelsrumfanget ud fra de ydre mål af hele træstakken eller -stabelen, og rumfanget anføres i *rummeter (rm)*. En rummeter omfatter altså både den faste vedmasse og luften mellem de enkelte træstykker.

Ved traditionel håndstabling opstilledes tidligere såvel brænde som gavntræ i regulære stakke mellem nedbankede endepæle (figur 5-6). Stakkens overside blev gjort så jævn som muligt, og højden skulle være 1 meter + 3 centimeter overmål (evt. 2 m + 3 cm overmål).

Overmålet på højden indgår ikke i handelsmålet, men gives som sikkerhed for, at rummålet også er til stede, efter at stakken har ”sat sig”, og træstykkerne evt. er svundet på grund af udtørring. Stakkens bredde afpasses efter træstykkernes længde, således at effektets bredde gange



Figur 5-6. Traditionel rummeterstak.

(Fra Lærebog for Skovfogedelever, 1941)

dets dybde udgør et helt antal kvadratmeter. Når træstykkerne i et rummetereffekt forlanges leveret på særlig længde (minimumslængde), gives der et passende overmål på længden af hensyn til eventuelt skævt afkøringsnit.

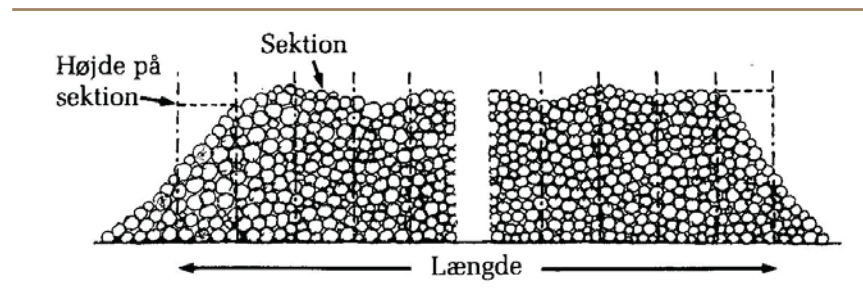
Opstilling af rummetereffekter mellem endepæle er tidskrævende håndarbejde, og anvendes næsten aldrig mere. Undertiden ses stående træer brugt som endepæle, men det må frarådes, da der næsten altid vil ske beskadigelser af barken på de stående træer, når stakken opstilles og afhentes.

Brænde opmåles undertiden ved at stykkerne hældes eller smides, hulter til bulter, i en kasse på 1 x 1 x 1 meter. Ved denne fremgangsmåde kommer der meget luft mellem træstykkerne, og en sådan *kasserummeter* indeholder betydeligt mindre vedmasse end en stablet rummeter.

Korttømmer, cellulosetræ (papirmassetræ) og andre effekter, som udkøres med maskine, stables med udkørselsmaskinens kran i indtil 4 meter høje stakke. Stakkens overside bliver ved denne fremgangsmåde ikke helt jævn, og da der ikke bruges endestøtter, bliver stakkens ender skrå. Sådanne effekter opmåles efter regler, som er hentet fra de svenske Virkesmåtningsföreningar (VMF). Reglerne er udarbejdet af det såkaldte Virkesmåtningsråd (VMR).

Målene på stakken angives, som om stykkerne var lagt i en vel fyldt kasse med låg. De sider af kassen, som afgrænser stakkens for- og bagside (parallelt med træstykkernes endeflader), tænkes placeret således, at eventuelle hulrum forårsaget af ujævn stabling og længdevariation modsvares af udragende ender. Kassens låg tænkes anbragt, så det hviler fast mod stakkens overside, efter at denne er udjævnet bedst muligt. Stakkens højde er afstanden fra stakkens underside op til det tænkte låg, dog med fradrag af 3 cm ifølge handelsaftalen fra 1981. Stakkens længde måles med ”oprettede ender”, dvs. at den tænkte kasses endeflader placeres sådan, at de skrå ender af stakken, som rager uden for kassens ender for

Figur 5-7. VMF-opmåling af kranstablet træ.



neden, netop svarer til det ”tomme område” ved den øverste del af stakkens skrå ender (figur 5-7).

Hvis stakken er længere end 3 meter, opdeles stakken i et antal lige lange sektioner, som hver især højst må være 3 meter lange. Hver sektion måles, som om træet udfyldte en kasse, jvf. ovenfor.

Ovenstående metode med ”oprettede ender” er den, der foreskrives af VMF-reglerne, men den indebærer en del usikkerhed ved vurderingen af stakkens længde efter den tænkte opretning. I praksis ses det meget ofte, at hele stakkens længde (inklusive de skrå ender) måles og deles i lige lange sektioner. Højden af de yderste sektioner fås da ved at skønne et passende målested på den skrå flade. Sidstnævnte metode giver ofte et mere korrekt måleresultat, selv om den strengt taget ikke er i overensstemmelse med de aftalte regler.

Stakkens længde måles på såvel for- som bagside, og gennemsnittet bruges ved rumfangsberegningen. Der er meget ofte forskel mellem længden på for og bagside, især hvis stakken er opstillet i en vejkurve. Måleresultaterne noteres ofte på et særligt målekort (figur 5-10), hvor det også noteres, hvor mange stokke der ikke opfylder specifikationerne (vragstokke).

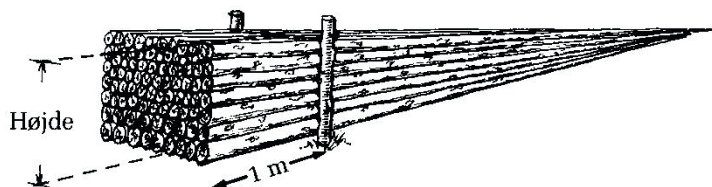
*Stoklængden* er specielt interessant, hvis træet handles i ”faldende længde”, men i så fald fås længderne næsten altid fra skovningsmaskinens apteringscomputer. Ved kontrolmåling af træstykkernes længde foreskriver VMF-reglerne mindst et længdemål pr. sektion, men i tilfælde af faldende længder må det anbefales at tage flere mål.

For at kunne levere varer med præcis og ensartet længde forlanger savværkerne, at korttømmer aflægges med et vist overmål. Hvis savværket eksempelvis skal producere savet tømmer med længden 5,40 meter, er det sædvanligt, at man kræver korttømmeret aflagt med en minimumlængde på 5,45 meter. I Danmark og det øvrige Norden er det praksis, at beregning af korttømmerets handelsvolumen tager udgangspunkt i den faktiske længde inklusive overmål, altså i dette tilfælde 5,45 meter. På det tyske marked er praksis derimod, at handelsvolumen beregnes ud fra den savede vares nominelle længde, dvs. i dette tilfælde 5,40 meter. Ved sammenligning af træpriserne landene imellem må der naturligvis tages hensyn til de forskellige kutymer for opmåling.

Små nåletræstammer oparbejdes undertiden i fuld længde (helt ud til topknoppen) til *stager* (diameter indtil 7 cm målt 1 meter fra rodenden) eller *lægter* (diameter 7-12 cm målt 1 meter fra rodenden). Lægter og sta-

ger handles traditionelt i *bunker* (figur 5-8). Bunkerne opstilles mellem nedbankede pæle med en indbyrdes afstand på 0,75 meter. Lægternes rodsnit skal anbringes 1 meter fra forbindelseslinjen mellem pælene. En bunke lægter opstilles således, at produktet af højden målt ved pælene og stammernes middellængde er  $4 \text{ m}^2$ . Ruminholdet bliver herved ca. 1,8 rm svarende til ca.  $1,0 \text{ m}^3$  fast masse. Stager opstilles lige som lægter; dog skal produktet af højde mellem pælene og middellængde her være  $2 \text{ m}^2$ , svarende til 0,9 rm eller ca.  $0,46 \text{ m}^3$ . I dag aflægges lægter og stager meget sjældent, og når det sker, handles og afregnes de ofte pr. styk.

Figur 5-8. Bunke af lægter eller stager.



### Fastmasse-begrebet

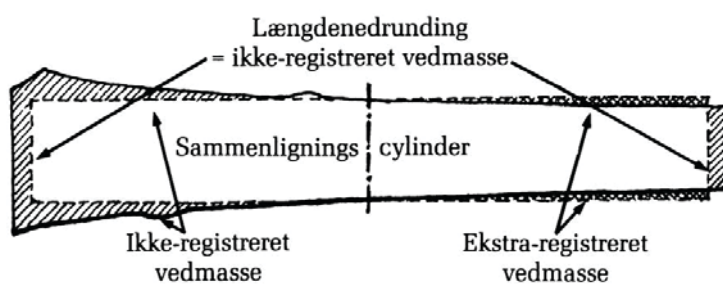
Begrebet fastmasse bruges i to forskellige sammenhænge:

- 1) som betegnelse for det sande volumen af ved i en stamme i forhold til handelsopmålingens resultat.
- 2) Ved rummeter-effekter er fastmassen det sande volumen af ved. Dette ved-volumen sættes i forhold til stakkens volumen (inklusive luft) beregnet på grundlag af dens ydre mål.

Ved handelsopmålingen af en stamme (stok, kævle) finder man rumfanget af den cylinder (sammenligningscylinderen), der har samme diameter som stammens midtdiameter og samme længde som stammen. Begge mål vil være afrundet nedad, såfremt opmålingen er sket manuelt.

På grund af stammens afsmalning vil der i forhold til sammenligningscylinderen være for megen vedmasse i rodenden, og den overskydende vedmasse i rodenden vil oftest være større end den manglende vedmasse i topenden. Desuden vil nedrundningsreglerne bevirke, at sammenligningscylinderen er for lille, sammenlignet med stammens sande dimensioner, når der er tale om håndopmålte effekter (Figur 5-9). Konsekvensen af disse to faktorer er, at den registrerede (handelsopmålte) vedmasse er mindre end den sande vedmasse. Den mængde træ, der fremgår af salgspapirerne, er altså mindre end den mængde, der rent faktisk fjernes fra skoven.





Figur 5-9. Ikke-registreret og ekstra-registreret vedmasse ved handelsopmåling.

Omregningsfaktoren mellem handelsopmålt rumfang og sandt volumen af vedmasse kaldes *fastmassetallet*, der defineres som det tal, man skal gange handelsrumfanget med for at få det sande volumen af vedmasse.

Afsmalningen – og dermed fastmassetallet for det enkelte stammestykke – afhænger af træarten, træets alder, hugstbehandlingen og placeringen i stammen. Rodkævler og -stokke har således større fastmassetal end stokke/kævler placeret højere oppe i stammen. Erfaringstal viser, at det gennemsnitlige fastmassetal for løvtrækævler kan sættes til 1,10 og for uafkortet nåltrætømmer til 1,05, når handelsvolumen fastsættes ved traditionel, manuel opmåling med nedrunding af såvel længde som diameter. Disse generelle fastmassetal forudsætter optimal aflægning, dvs. at tømmeret/kævlerne kun har det overmål, som er nødvendigt af hensyn til evt. skæve snit (nogle få cm) ud over den handelsopmålte længde. Maskinopmålt tømmer har et fastmassetal meget nær 1,00 når maskinen er kalibreret korrekt.

For rummetereffekter har fastmassebegrebet særligt væsentlig betydning, idet andelen af luft i en træstak kan være ganske stort. Procentandelen af fast vedmasse i en rummeter betegnes *fastmasseprocenten*, som kan variere fra under 50 for træstykker, der ligger tilfældigt (kasserummet), til nær 80 for omhyggeligt stablede stykker af nåltræ, hvis de enkelte stykker er helt rette og grundigt afkvistede. For skovflis er fastmasseprocenten betydeligt lavere, oftest i intervallet 35-40 %. En korrekt ansættelse af fastmasseprocenten er vigtig, når træ handles i rummeter.

Teoretisk set burde træstykkernes tykkelse ikke have nogen betydning for fastmasseprocenten. I praksis viser det sig imidlertid, at man generelt får højere fastmasseprocent ved stor diameter end ved lille. Det hænger sammen med to ting: Dels er stykkernes overflade ikke perfekt cylindrisk, men uregelmæssig sådan at stykkerne ikke lejr sig ideelt, og små

træstykker har større (uregelmæssig) overflade i forhold til deres volumen. Dels er små stykker gennemsnitligt mindre rette end store stykker, og *retheden* har afgørende indflydelse på fastmasseprocenten. *Længden* af stykkerne får derved også betydning for fastmasseprocenten, idet lange stykker gennemsnitligt vil have flere og større krumninger og derfor er sværere at stable regelmæssigt. Stykker med stor *afsmalning* giver stakke med lav fastmasseprocent, især hvis der er tale om rodstykker med kraftige og/eller dårligt afpudsede rodudløb (tæer). Ved forekomsten af *grenstabe* som følge af dårlig afkvistning påvirkes fastmasseprocenten stærkt i negativ retning.

Stablingens udførelse har stor betydning for fastmasseprocenten. Ved håndstabling er det muligt at lægge stykkerne meget tæt og regelmæssigt. Det lader sig ikke gøre ved maskinstabling (kran, tang), og stabelen kommer derfor til at indeholde mere luft. I modsat retning virker det, at stakkene ved kranstabling kan gøres højere (op til ca. 4 meter). I disse høje stabler er der et betydeligt tryk i den nedre del, så stykkerne presses sammen til en tættere lejrning end i lave stabler.

### Bedømmelse og kontrol af fastmasseprocenten

Fra ældre tid findes en række erfaringstal for fastmassetal af rummete-effekter. Tallene er indsamlet af såvel Dansk Skovforening som Statsskovvæsenet; et uddrag ses i tabel 5-1.

Tabel 5-1. Vejledende fastmasseprocenter fra Statsskovvæsenet.

Træart & sortiment	Salgsenhed	Fastmasseprocent
<b>Løvtræ:</b>		
Pæle (eg) (Dansk Skovforening)	rm	60
Brænde under 0,6 m længde	rm	70
Brænde op til 1 m	rm	65
Brænde op til 2 m	rm	60
Brænde op til 3 m	rm	55
<b>Nåletræ:</b>		
Emballagetræ ("snitgavn") 1 m	rm	80
Emballagetræ ("snitgavn") 2 m	rm	70
Emballagetræ ("snitgavn") 3 m	rm	65
Brænde under 0,6 m længde	rm	80
Brænde etc. op til 1 m	rm	75
Brænde etc. op til 2 m	rm	70
Brænde etc. op til 3 m	rm	65

Ved VMF-opmåling bruges en særlig hjælpetabel (tabel 5-2) til fastsættelse af fastmassetallet. Tabellens værdier er fastlagt ved forhandlinger tilbage i 1988 mellem Danske Skoves Handelskontor og de daværende norske og svenske aftagere af cellulosetræ (træ til papirmassefremstilling). Tabellen er udarbejdet efter svensk forbillede (VMF), men tilpasset danske forhold. Selv om tabellen er beregnet til cellulosetræ, kan den også uden større fejl bruges til korttømmer. Hvis stokkene er længere end 4 meter, er det sædvanligt at ændre fastmasseprocenten med  $\div 3$  i stedet for  $\div 2$ , som er tabellens største længdefradrag for nåletræ. Tabellens udgangstal og de fundne korrektioner indføres på målekortet (figur 5-10) sammen med stakkens ydre mål, og på dette grundlag udregnes stakkens fastmasse (= volumen af massivt træ).

#### Grundtal:

Nåletræ:	%
Rødgran	71
Sitkagran	70
Abies-arter	71
Skovfyr/lærk	69
Andet nåletræ	69
Løvtræ:	%
Bøg	64
Ask	64
Ahorn	64

Tabel 5-2. Hjælpetabel til bedømmelse af rummetereffekters fastmasseprocent

Hvis mere end én træart indgår i stakken, findes grundtallet som det vægtede gennemsnit af de indgående træarters grundtal. Der vægtes efter træarternes volumenandel.

#### Grundtallene korrigeres med følgende faktorer:

##### 1. Aritmetisk middeldiameter i stakkens endeflade.

Centimeter	%
7	$\div 8$
8	$\div 7$
9	$\div 6$
10	$\div 5$
11	$\div 4$
12	$\div 3$
13	$\div 2$
14	$\div 1$
15	0

16	+ 1
17	+ 2
18-19	+ 3
20-22	+ 4
23-26	+ 5
27-39	+ 6
40-69	+ 7

---

### 2. Stabling

God håndstabling	0
Særdeles god maskinstabling	÷ 1
God maskinstabling	÷ 2
Normal maskinstabling	÷ 3
Ringere maskinstabling	÷ 4 til ÷ 5
Meget dårlig maskinstabling	÷ 6 til ÷ 7

---

### 3. Rethed

Ret	0
Lidt skævt	÷ 1
Skævt	÷ 2
Stærkt skævt	÷ 3 til ÷ 4
Meget stærkt skævt	÷ 5 til ÷ 6
Extremt skævt	÷ 7 til ÷ 8

---

### 4. Oparbejdning, forekomst af stabbe og rodudløb

Afkvistet i plan med stammen, ubetydelige stabbe og enkelte mindre rodudløb.	0
Få, korte grenstumper og enkelte stabbe og rodudløb.	÷ 1
Betydende antal grenstumper og rodudløb, genkranse og stabbe.	÷ 2 til ÷ 3
Stort antal grenstumper, større genkranse og større rodudløb. Delvist "pattet".	÷ 4 til ÷ 5
Grovpattet og/eller meget dårlig oparbejdning eller meget store rodudløb.	÷ 6 til ÷ 7

---

### 5. Sne og is

Intet eller ubetydeligt	0
I mindre mængde	÷ 1 til ÷ 2
I større mængde	÷ 3 til ÷ 6

---

---

6. Hugstaffald (stammedele kortere end 50 cm, samt grene og kviste)

Intet eller ubetydeligt	0
I mindre mængde	÷ 1
I større mængde	÷ 2
Meget	÷ 3
Extremt meget	÷ 4 til ÷ 5

---

7. Stoklængde

	Nål	Løv
4 m	÷ 2	÷ 3
3,7 m	÷ 1	÷ 2
3 m	0	0
2,5 m	+ 1	+ 2
2 m	+ 3	+ 4
1 m	+ 4	+ 6

---

8. Stakhøjde (gælder ikke ved måling på lastbil)

Højden over 2 m på 2/3 af stablens længde	+ 1
Højden over 3 m på 2/3 af stablens længde	+ 2

---

9. Måling af træ på lastbil

Tæt læsning indtil sidestøtter i begge sider	0
Tæt læsning indtil sidestøtter i den ene side	÷ 1
Normal læsning	÷ 2
Store hulrum i begge sider	÷ 3

---

Ønskes en mere objektiv bestemmelse – f.eks. i forbindelse med uenighed mellem køber og sælger – kan man måle længde og diameter af alle stykkerne i stakken. For nåletræs vedkommende sker det som regel efter anvisninger fra det svenske Virkesmåtningsråd.

Alle stokkes længde måles mellem afkortingssnittenes centrum, normalt i hele centimeter. Diameteren af regelmæssige stokke findes ved korsvis klupning på midten, aflæsningen sker normalt i hele millimeter. Volumen svarer til en cylinder med samme længde og diameter som aflæst.

Rodstokke og stokke med særligt stor afsmalning volumenbestemmes ved top-rod-måling. Længden måles som ovenfor. Diameteren måles ved korsvis klupning i rod- og topende 10 cm inden for afkortingssnittene.



Figur 5-10. Målekort for træ til papirfremstilling

Staknr.		Højde		Vrag 3 m stokke						
		For	Bag	Diam.	m <sup>3</sup>	Stk.	m <sup>3</sup>			
1	Diameter			5	0,007					
2	Stabling			6	0,01					
3	Rehæd			8	0,02					
4	Afkvisting			10	0,02					
5	Sne + is			12	0,03					
6	Hugstafald			14	0,05					
7	Stoklængde			16	0,06					
8	Staklængde			18	0,08					
9	Kæpstokke			20	0,09					
				22	0,11					
				24	0,14					
				30	0,21					
	Sum			40	0,38					
	Udgangstal			50	0,59					
	Fastmasse %			60	0,85		Vrag løst			
Sammenlægning:										
Længde			Højde Gennemsn.	Stok Længde	Rm	Fm %	Brutto m <sup>3</sup>	-Vrag m <sup>3</sup>	Netto m <sup>3</sup>	Nota nr.
For	Bag	Gennemsn.								Dato
										Sign.

På rodstocke måles diameteren dog 50 cm fra rodenden og 10 cm fra topenden. Volumen beregnes efter følgende formel:

$$V = 10^{-8} \cdot \frac{\pi}{4} \cdot L \left[ \alpha \cdot D_{ROD}^2 + (1 - \alpha) \cdot D_{TOP}^2 \right]$$

hvor  $L$  er længden målt i centimeter og  $D$  er diameter målt i millimeter. Hvis længde og diameter anføres i meter, bortfalder faktoren  $10^{-8}$ . Volumen anføres i  $m^3$  med mindst 3 decimaler.

Faktoren  $a$  aflæses i følgende tabel:

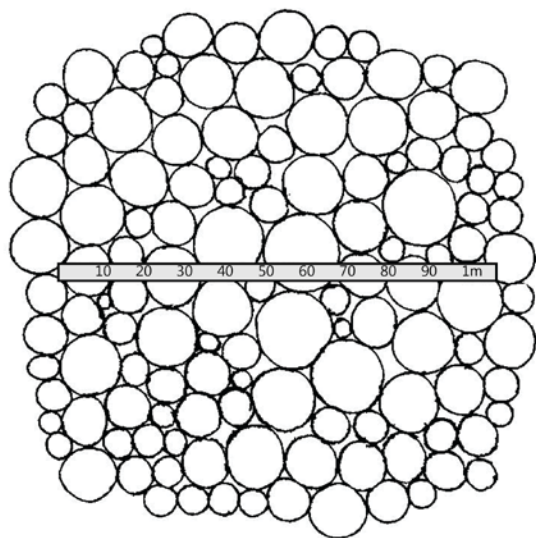
Toppdiameter cm	Længde		
	under 350 cm	350 – 449 cm	450 cm og længere
op til 14	0,485	0,485	0,485
15 – 24	0,465	0,460	0,455
25 og større	0,440	0,430	0,420

Volumen af alle stokkene summeres, og resultatet sammenholdes med stakkens ydre mål.

En hurtigere og lige så nøjagtig kontrol af fastmassen kan opnås ved at benytte sig af Archimedes' princip: at ethvert legeme, der nedsænkes i en væske, taber lige så meget i vægt, som den fortrængte væskemængde vejer. I praksis vil man oftest bruge en kran med vejecelle til fastmassebestemmelsen. Hele stakken flyttes med kranen, og vægten af hver grabfuld træ registreres såvel i luften som mens den holdes nedsænket i vand.

Mange træarter vil flyde ovenpå, hvis man forsøger at nedsænke dem i vand. Kranen skal derfor kunne trykke træet ned, og vejecellen skal kunne registrere, hvor stor en kraft som skal bruges hertil. Denne kraft skal da tillægges resultatet af den første vejning for at bestemme volumen. Ved fastmasseberegningen skal man huske at fratrække volumen af den del af kran-grabben, som nedsænkes i vandet. Denne metode fungerer med størst nøjagtighed, når der måles på helt saftfrisk træ, som stort set ikke suger vand. Hvis træet er helt eller delvist udtørret, vil det være en kilde til unøjagtighed, at træstykkerne opsuger vand under målingen. I så fald må træstykkerne også vejes, når de er taget op af vandet igen, og en eventuel vægtforøgelse skal adderes til det aflæste volumen.

En enkel, men ikke særligt præcis måde til vurdering af fastmasseprocenten er den såkaldte *tommestokmetode*: Målingen udføres ved at placere en tommestok eller målebånd op ad effektets endeflade og på f.eks. 1 meters længde registrere, hvor mange centimeter, der dækker over vedmasse (figur 5-11). Denne del – f.eks. 70 cm ud af 100 cm – udtrykker direkte fastmasseprocenten, i dette tilfælde 70. Der måles et repræsentativt udsnit af hele stablen ved et antal målinger på både for- og bagside, og gennemsnittet bruges som fastmasseprocent.



Figur 5-11. Tommestokmetoden.

### Foto-opmåling

Med digital fototeknik er det muligt at foretage såvel en volumenbestemmelse som en fastmassebestemmelse ud fra fotos af stokkenes endeflader, evt. kombineret med en kontrolmåling af stokkenes længde. Man

skal kende fotoets målestoksforhold, som bestemmes enten ved at placere en målestok (stadie) op ad stakken før fotograferingen, eller ved at optage to billeder samtidigt fra to kameraer med kendt afstand, hvorefter målestokken kan bestemmes stereometrisk.

I dag foto-opmåles en stor del af rummeter-effekterne i danske skove, nemlig næsten alt korttømmer, energitræ og cellulosetræ oparbejdet af HedeDanmark og statsskovbruget (Naturstyrelsen). Når talen er om korttømmer, kan billedmaterialet eller dele af det sendes sammen med fakturaen til savværket, som på denne måde kan få et særdeles godt materiale til vurdering af den pågældende staks kvalitet. Savværkets indkøber kan på baggrund af billederne identificere de stakke, hvor besigtigelse i skoven er påkrævet.

De geografiske koordinater (GPS-positionen) noteres samtidigt med opmålingen, og er med til at lette vognmandens afhentning af træet, idet chaufføren altid har et sæt koordinater at køre efter. Ensartede og læsevenlige kort gør samtidigt arbejdet med at finde træet lettere.

Der anvendes i øjeblikket to systemer i Danmark. Den oprindelige metode er udviklet af Hedeselskabet (nu HedeDanmark) og bygger på, at maskinføreren tager en serie fotos af træstakken straks efter udkørslen. Billederne analyseres centralt, og resultaterne (inkl. GPS-koordinater) tilsendes køber, sælger og transportfirma.

Et nyere system udviklet af firmaet Dralle ApS er taget i brug af Naturstyrelsen. Det bygger på video-optagelser, hvor to kameraer og tilhørende belysning er monteret på taget af en bil, som langsomt kører forbi

*Figur 5-12. HedeDanmarks foto-opmåling. Stadierne bruges til at finde billedets målestoksforhold og dermed stakkens forsideareal. Den røde firkant og de grønne cirkler bruges til at beregne fastmasseprocenten.*





Figur 5-13. Opmålingsvogn med to video-kameraer (sScale) fra firma Dralle ApS.

stakken. Billederne analyseres ved hjælp af en PC i bilen, og resultatet fås umiddelbart.

En svaghed ved foto-opmåling – som tillige gælder tommestok-metoden – er, at man ved fastmassebestemmelsen kun betragter stokkenes ende-flader. Hvis der er mange stykker med rodudløb, vil man få en urealistisk høj fastmasseprocent, medmindre der foretages en skønsvis korrektion eller en kontrolmåling efter Virkesmåtningsrådets anvisninger. En anden begrænsning er, at stakken kun fotograferes fra forsiden. Det viser sig dog, at der gennemsnitligt kan opnås god overensstemmelse mellem foto/videometoderne og traditionel opmåling, og foto/video-opmåling er betydeligt billigere, hvis der skal måles store mængder.

### Nummerering og målelister

Med mindre andet udtrykkeligt er aftalt mellem køber og sælger, skal sælgeren ved manuel opmåling sørge for nummerering af hver enkelt stamme og rummetereffekt, så effekterne til enhver tid kan identificeres.

Ved maskinopmåling af langtømmer nummereres kun stokke, som er udtaget til manuel kontrolmåling. Nummereringen foretages på en sådan måde, at de kan genfindes i den stokliste, som maskinopmålingsudstyret leverer. Ved udslæbning skal de kontrolmålte stokke placeres sådan, at såvel køber som sælger om ønsket kan udføre egen kontrolmåling.

Aftalen fra 1981 om opmåling og nummerering m.v. af råtræ foreskriver endvidere, at medmindre andet udtrykkeligt er aftalt mellem køber og sælger, skal sælger udarbejde en tydelig måleliste, der for hver stamme eller rummetereffekt skal indeholde følgende oplysninger:

*For stammer:*

- Nummer
- Længde
- Midtdiameter
- Kubikmeterindhold
- Kvalitetsklasse (for nåletræ evt. partivis)

*For rummetereffekter:*

- Nummer
- Minimumslængde
- Rummeterindhold
- Diameterinterval, hvis påkrævet
- Kvalitetsklasse, hvis påkrævet

Målelister for maskinopmålt træ udformes i henhold til en særlig aftale, se bilag 5.4.

### **Industriopmåling**

De større savværker opmåler råtræet ved hjælp af en *optisk måleramme*. Udstyret fungerer ved at måle bredden af den skygge, som stammen kaster, mens den passerer gennem et bundt af parallelle lysstråler. Hvis der måles samtidigt i to eller tre retninger, fås en registrering af stammens form og uregelmæssigheder, så opskæringen kan optimeres. Den optiske måleramme kan registrere stammens kubikmeterindhold meget nøjagtigt. I nogle tilfælde bruges denne opmåling som afregningsgrundlag, men det kræver, at de enkelte tømmerpartier kan holdes adskilt.

Junckers Industrier i Køge har gennem en lang årrække afregnet sine indkøb af dansk træ efter *vægt*. Baggrunden er, at det af produktionstekniske grunde er vigtigt for virksomheden at bearbejde træet i helt frisk tilstand, kortest mulig tid efter skovningen. Vægtafregningen giver skovvejerens et incitament til at anmelde træet til afhentning straks efter skovning, inden det taber vægt på grund af udtørring. Omvendt giver den virksomheden en forpligtelse til at afhente træet hurtigst muligt efter modtagelse af målelister, så der ikke opstår utilfredshed fra sælgers side.

Ældre, sydsvenske forsøg viser, at vægttabet ved lagring på skovbunden er ret ubetydeligt i månederne oktober–april, men stort i sommermånederne. Da risikoen for indløb og misfarvning også er størst på den varme årstid, er der dobbelt grund til at levere træet hurtigt efter sommerskovning.



Omregning mellem frisk vægt og handelsopmålt volumen sker på grundlag af standardtal, som er fremkommet ved, at Junckers Industrier gennem en årrække i 1960-erne sammenholdt målelister fra skovene med vejeresultater fra egen brovægt. Der fandtes følgende sammenhæng mellem vægt og handelsopmålte kubikmeter:

Bøg:  $1 \text{ m}^3 = 1,15 \text{ t}$

Eg:  $1 \text{ m}^3 = 1,10 \text{ t}$

Ask:  $1 \text{ m}^3 = 0,96 \text{ t}$

Ahorn:  $1 \text{ m}^3 = 1,00 \text{ t}$

For at beregne det friske træes sande rumvægt skal ovenstående værdier divideres med fastmassetallet for løvtrækævlere (1,10).

### Opmåling af flis

Skovflis til fjernvarmeværkerne er blevet et meget vigtigt produkt for de danske skove. Afregningen mellem leverandør og fjernvarmeværk er baseret på flisens energi-indhold. Da energi-indholdet pr. kg tørstof er stort set det samme for alle typer træ, har man brug for at kende flisens tørstofindhold. Man skal desuden kende vandindholdet, idet man fratrækker den energi, som medgår til fordampning af vandet, når energi-indholdet beregnes. I de fleste tilfælde vil man veje lastbilen før og efter aflæsning på fjernvarmeværket samt udtage en prøve til tørstof- og vandbestemmelse. Da vandindholdet i et læs kan variere meget fra top til bund, bør man udtage prøver flere (5-6) steder i læsset og efter omhyggelig sammenblanding af disse prøver udtage  $\frac{1}{2}$ -1 kg (3-5 liter) til den endelige prøve. Denne portion vejes straks og tørres i varmeskab ved  $105 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$  i mindst 16 timer, før den vejes på ny. Tørstof- og vandprocenten kan herefter beregnes, og på grundlag af disse tal fastsættes energi-indholdet og dermed prisen.

I nogle tilfælde er det mere bekvemt at måle rumfanget af flisen og vurdere energi-indholdet på baggrund af et skønnet fastmassetal og vandindhold samt rumtætheden (kg tørstof pr. frisk kubikmeter) af den aktuelle træart. Hvis flisen køres ud af bevoksningen eller af skoven i containere eller lastbiler, er det langt det letteste at måle rumfanget af containeren/lastrummet. Hvis flisen er læsset af i en bunke på jorden, bliver volumenbestemmelsen behæftet med ret stor usikkerhed, fordi flisbunker næsten altid er uregelmæssigt formede og svære at opmåle.

### Forskel mellem stående vedmasse og handelsvolumen

I afsnit 3.3 er omtalt begrebet stående vedmasse og de faktorer, der indgår i opmåling og beregning af den stående masse. Når man fælder træer

med henblik på at sælge dem, er der imidlertid forskel mellem den stående vedmasse og det volumen, som fremgår af handelsdokumenterne (faktura). Der er sket en reduktion undervejs.

Både ved opmåling af skov (taksation) og ved brug af produktionsoversigter angives vedmassen ofte som totalmasse på rod, men i praksis er det umuligt at udnytte hele denne masse.

Ved skovningen vil der opstå et *egentligt fældningstab*, fordi det ikke er teknisk muligt at afskære stammen lige i jordoverfladen (*stødet* bliver stående), og fordi der sker et tab af spåner fra afkortningssnittene. Endvidere kan det ikke undgås, at nogle trædele ødelægges ved flæk o.l., samt at noget træ må kasseres på grund af rå dangreb.

Her ud over er det ikke muligt at sælge effekter, som er tyndere end en vis grænseværdi (*aflægningsgrænsen*). For at nå frem til den *sande salgbar masse* må man derfor fratække alt træ, som er tyndere end krævet.

Selv om tykkelseskravet er opfyldt, er der også et krav til længden af de enkelte effekter. Derfor bliver der stykker til overs (*ikke aflagt*), som nok er tykkere end den formelle aflægningsgrænse, men hvor topenden ville blive for tynd, hvis man forsøgte af aflægge endnu et effekt.

Ved manuel opmåling af kævler og tømmer sker der som nævnt også en nedrunding af længde- og diametermålene, som reducerer volumen.

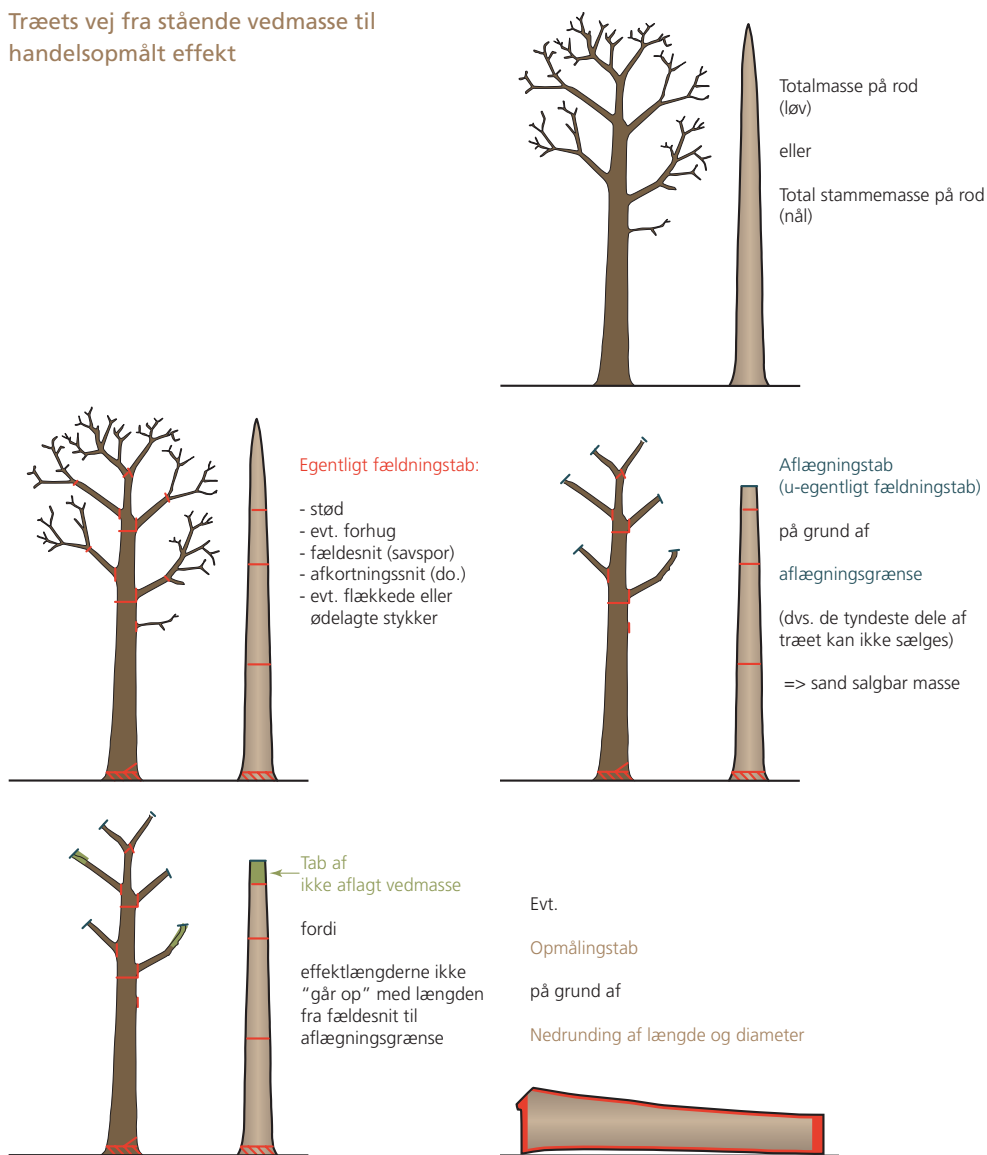
Figur 5-14 forsøger at illustrere de forskellige faktorer.

Sammenlagt kan der blive tale om ret store forskelle mellem total masse på rod og handelsvolumen. For løvtræ, hvor kævlerne opmåles manuelt, kan forskellen løbe op i 15% eller mere.

Yderligere sker der et fradrag af barkens volumen, når træet afsættes på visse eksportmarkeder (Sverige, Tyskland). Det vil naturligvis betyde endnu en reduktion af vedmassen; ofte mellem 8 og 15 % afhængigt af træart samt regler og kutyme i det pågældende land.

Endelig kan der opstå en forskel mellem stående og solgt masse, simpelthen fordi effekter glemmes på skovbunden og aldrig bliver kørt ud efter skovningen. Denne fejlkilde skal selvsagt minimeres, hvilket bedst sker ved tæt kommunikation mellem førerne af skovnings- og udkørselsmaskinerne. En ret effektiv metode er at tælle, hvor mange stykker der køres ud, og sammenligne med styktallet fra skovningsmaskinens computer.

## Træets vej fra stående vedmasse til handelsopmålt effekt



Figur 5-14. Vedmassens reduktion fra stående træ til handelsvolumen.

## Opmåling i udlandet

I Sverige varetages al opmåling og kvalitetsfastsættelse af råtræ af landets tre Virkesmåtnings-föreningar (VMF). Foreningerne er uafhængige af køber- og sælgerinteresser og arbejder efter regler, som tidligere blev udarbejdet af det såkaldte Virkesmåtningsråd (VMR), men nu af skovbrugets fælles informationsselskab SDC. Opmålingsforeningerne er under tilsyn af Skogsstyrelsen. De gældende regler for savværkstømmer kan findes i VMR-Cirkulär Nr 1-99 suppleret med Cirkulär Nr 1-07 ([www.sdc.se](http://www.sdc.se)). Det er et lovkrav, at opmåling og klassificering af savværkstøm-

mer skal foretages efter disse regler, men kravet gælder ikke for tømmer, der importeres eller eksporteres.

Alt savværkstømmer aflægges i Sverige som korttømmer (apteringen foregår i skoven). Diameteren af stokken anføres (næsten) altid under bark, og diameterfradraget i forhold til den faktisk målte diameter (på bark) fås ved opslag i en tabel. Diametermålingen af enkeltstokke kan ske efter tre forskellige principper: 1) midtdiameter, 2) topdiameter (målt 10 cm fra topenden), og top/rod-diameter, hvor der måles i begge ender af stokken (se ovenfor under ”Kontrol af fastmasseprocenten”). Det mest almindelige diametermål er stokkens topdiameter under bark. Handelsvolumen bliver da rumfanget af en cylinder med stokkens længde og samme tværsnitsareal som arealet af stokkens topende under bark. Omsætningen mellem topmålt volumen og reelt volumen sker via tabelværdier. Man skal være opmærksom på, at hvis der anføres topmålt volumen under bark (tub), er der meget stor forskel mellem handelsvolumen og det reelle volumenindhold. Forholdet afhænger af såvel tømmerstokkens længde som stammens afsmalning. Ved overslagsregning kan man støtte sig til nedenstående omtrentlige omregningsfaktorer:

$$\text{fast volumen under bark (m}^3 \text{ fub)} = 1,20 \cdot \text{topcylinder-} \\ \text{volumen under bark (m}^3 \text{ tub)}$$
$$\text{fast volumen inklusive bark (m}^3 \text{ fpb)} = 1,35 \cdot \text{topcylinder-} \\ \text{volumen under bark (m}^3 \text{ tub)}$$
$$1 \text{ rummeter korttømmer inkl. bark (”travat mått”)} = 0,5 \text{ m}^3 \text{ tub}$$

I de tilfælde, hvor tømmeret opmåles af skovningsmaskinerne, fås stammens/stokkens reelle m<sup>3</sup>-indhold, inklusive bark, fra maskinens apteringscomputer, og evt. omsætning til fast volumen under bark eller topmålt volumen under bark foregår via omregningstabeller, som ofte er lagt ind i skovningsmaskinens computer.

I Tyskland er pr. 1. januar 2015 indført ny lovgivning om opmåling og sortering af råtræ: „Rahmenvereinbarung für den Rohholzhandel in Deutschland“ (RVR).

Opmålingsreglerne for manuel opmåling ligner i vid udstrækning de danske. Længden nedrundes til hele meter, og ved afkortningen skal der gives 1% overmål, som ikke medtages i volumenberegningen. Diametermålene nedrundes til hele centimeter. For stammer, stokke og kævler anføres næsten altid midtdiameteren uden bark. Barkfradraget aflæses oftest i en tabel (se tabel 5.3).

Træart	Midtdiameter på bark (centimeter)	Barkfradrag (svare til dobbelt barktykkelse) (centimeter)
Rødgran	til og med 26	1
	27-50	2
	fra og med 51	3
Ædelgran	til og med 22	1
	23 – 38	2
	39 – 55	3
	fra og med 56	4
Douglasgran	til og med 20	1
	21 – 37	2
	38 – 53	3
	54 – 70	4
	fra og med 71	5
Bøg	til og med 41	1
	fra og med 42	2
Ask	til og med 18	1
	19 – 29	2
	30 – 44	3
	fra og med 45	4
For nedenstående træarter savnes et videnskabeligt grundlag, men tallene afspejler almindelig forstlig praksis. I tvivlstilfælde bør man fjerne barken på målestedet.		
Skovfyr	til og med 20	1
	21 – 36	2
	37 – 62	3
	fra og med 63	4
Eg / Lærk	til og med 20	1
	21 – 31	2
	32 – 42	3
	43 – 53	4
	fra og med 54	5

Tabel 5-3. Anbefalede diameterfradrag for bark (Tyskland)

Særligt skal man lægge mærke til de tyske betegnelser på diameterklasser ("Stärkeklassen") for tømmer og kævler:

Stärkeklasse 0 ~ midtdiameter (u.b.) mindre end 10 cm

Stärkeklasse 1a ~ midtdiameter (u.b.) 10 – 14 cm

Stärkeklasse 1b ~ midtdiameter (u.b.) 15 – 19 cm

Stärkeklasse 2a ~ midtdiameter (u.b.) 20 – 24 cm

Stärkeklasse 2b ~ midtdiameter (u.b.) 25 – 29 cm

o.s.v.



## 5.2 Sortering og klassificering af råtræ

### Hvad er kvalitet?

Kvalitet kan defineres som “en vares evne til at opfylde kundens forventninger”. Den definition indebærer, at en vares kvalitet hænger sammen med den påtænkte anvendelse.

Trækvalitet kan være:

- Mulighed for høj udnyttelsesgrad
- Gode styrke- og elasticitetsegenskaber
- Gode bearbejdningsegenskaber
- Gode egenskaber ved tørring: Lille svind og små deformationer
- Pænt udseende
- Højt tørstofindhold

Da løvtræ og nåltræ har vidt forskellige anvendelsesområder, er prioriteringen af ovenstående kvalitetsmål ret forskellige for henholdsvis løv- og nåltræ. For den del af den danske hugst, der anvendes til brændsel, gælder dog for såvel løv- som nåltræ, at den vigtigste egenskab er tørstofindholdet, da det er bestemmende for brændværdien. For det træ, der opskæres på savværk, gælder fælles for løv og nål, at en stor diameter (op til en vis grænse) vurderes positivt, dels fordi savværkets kapacitet ( $\text{m}^3/\text{time}$ ) øges med voksende diameter, dels fordi store stammer har større rumfang i forhold til overfladen, og derfor kan de levere relativt flere skarpkantede emner uden “vankant” (kanter, hvor stammens naturlige overflade er synlig, engelsk “wane”).

Når man ser bort fra energimarkedet, er bærende konstruktioner ved husbygning den vigtigste anvendelse for dansk *nåltræ*. Til dette formål ønskes lange (ofte 3-6 meter), lige stykker træ med tilstrækkelig bæreevne og en moderat pris pr.  $\text{m}^3$ . Der lægges vægt på udnyttelsesgraden af råtræet, styrke, og i nogen grad gode egenskaber ved tørring. Udseendet er sekundært, men dog ikke helt uden betydning. Kvalitetssorteringen af råtræ afspejler denne prioritering. *Høj udnyttelsesgrad* er betinget af rethed, lille afsmalning og stor dimension af råtræet. *Styrken* afhænger af træarten og er nøje forbundet med træarternes forskellige rumvægt. Inden for samme art bestemmes styrken primært af knasternes størrelse, men også i nogen grad af træernes diametertilvækst, som hos mange nåltræarter er negativt korreleret med rumvægten. *Tørre-egenskaberne* afhænger i første række af træarten, men inden for den enkelte træart også af træernes alder, størrelse og væksthastighed. Sorteringsreglerne er fastsat ud fra disse kriterier, og i praksis vil det være gammel rødgran fra svagt huggede bevoksninger på god eller moderat bonitet, som rangerer

højest. Foruden konstruktionstræ producerer nåletræsavværkerne store mængder brædder til paller og anden træemballage. Her er der tale om korte stykker (ofte 0,8-1,2 m) men ellers er ønskerne til træet principielt de samme. Papirindustrien, som er en anden stor aftager af nåletræ, har tidligere lagt størst vægt på rumvægten (kg tørstof pr. m<sup>3</sup>), da papirudbyttet afhænger direkte af tørstofindholdet. I dag produceres imidlertid et stort antal forskellige papirkvaliteter, som stiller forskellige krav til råvaren. Afhængigt af proces og produkt vil nogle industrier således foretrække hurtigtvokset, ungt træ med tynde cellevægge, mens andre ønsker træ med høj rumvægt og lange, tykvæggede celler. For papirindustrien er træets farve vigtig, fordi blegning af papirmassen er dyr og miljøbelastende. Lyse træarter som rødgran betales derfor bedst, mens træarter med naturligt farvet kerne (fyr, lærk, douglasgran) og træ, der er misfarvet af svampeangreb, betales med en ringere pris.

Det bedste *løvtræ* bruges til synlige (dekorative) anvendelser (møbler, gulve), hvor udseende og slidstyrke er vigtigst. Løvtræ bruges oftest i små stykker, og færdige emner længere end ca. 2,5 meter er sjældne. Derfor stilles der ikke samme krav til stammens rethed som for nåletræs vedkommende. Prisen pr. m<sup>3</sup> er høj for de bedste kvaliteter. Hvor nåletræ til konstruktions- og emballagebrug ofte betragtes som én gruppe uden skelen til træart, er anvendelsen og behandlingen af de enkelte løvtræarter langt mere differentieret, så hver arts egenskaber kan udnyttes bedst muligt. *Udseendet* adskiller sig naturligvis stærkt mellem træarterne, men også knaster, keredannelse (ægte/uægte) og væksthastighed er af stor betydning. Samme faktorer er medbestemmende for styrkeegenskaberne og for træets stabilitet ved vekslende fugtighed. Men hvor man hos nåletræet til konstruktionsbrug lægger vægt på bøjebudstyrken, er det i første række overfladens *hårdhed* og *slidstyrke*, der har betydning hos løvtræet. Kvalitetssortering af løvtrækævler er mere kompliceret og individuel end for nåletræets vedkommende, og der kan være modstridende hensyn. Eksempelvis giver hurtig diametertilvækst hos eg stor styrke og hårdhed, men ringere farve samt vanskeligere bearbejdning og tørring.

Råtræ gennemgår ofte en to-trins proces i forbindelse med afsætningen fra skoven: *sortering* og *klassificering*.

*Sortering* af råtræet til bestemte sortimenter (effekttyper) sker oftest på baggrund af krav fra den aftagende industri, der ud fra sin særlige produktionsmetode opstiller grænseværdier for bl.a. diameter (min/max), længde, form, friskhed, knastrenhed m.m. Såfremt det enkelte træstykke i en leverance ikke opfylder disse krav, må det kasseres på den aftagende industri. Endnu værre er det, dersom ukurante, fejlsorterede stykker

stopper produktionen i længere tid. Sortering af råtræet sker næsten altid i umiddelbar tilknytning til fældning og oparbejdning, og den foretages af maskinfører eller skovarbejder.

*Klassificering* tager sigte på at opnå bedst mulig betaling for et effekt inden for rammerne af effektbeskrivelsen. Klassificeringen finder oftest sted ved bilfast vej eller evt. hos kunden (træindustrien). For de mest værdifulde sortimenter foretages klassificeringen af køber og sælger i fællesskab. Et af problemerne ved klassificeringen er, at vurderingen skal foregå ved syning af det uopskårne træ. Sælger og køber må altså vurdere stammens indre kvalitet alene ud fra aftegninger på barken og ud fra snitfladens udseende. Det kræver stor erfaring hos begge parter.

De gældende regler for kvalitetsbegrivelse og klassificering af råtræ i Danmark har udviklet sig via kutyme og gentagne forhandlinger mellem repræsentanter for skovene (Danske Skoves Handelsudvalg) og træindustrien. Hovedreglerne for både kvalitetsfastsættelse og opmåling er gengivet i det såkaldte ”Råtræhæfte” udgivet af Dansk Skovforening (1999). Den grundlæggende opfattelse af godt og dårligt træ har været ret uforandret gennem tiden, men i takt med industriens vekslende afsætningsmuligheder og deraf følgende krav til råvaren sker der jævnligt små justeringer af reglerne for klassificering.

Ud over de generelle kvalitetsbestemmelser for savværks- og cellulose- og gulvtræ leverer skoven en række *specialeffekter*, som dog har aftagende betydning, f.eks.:

Nåletræ:	Piloteringspæle (til fundering af bygninger m.m.) Master (til el-ledninger) Flagstænger
Løvtræ:	Finérkævler Ispindekævler (små finérkævler af bøg) Redskabstræ (ask) Havnepæle (mest eg) Skibstræ (mest eg) Bundgarnspæle (bøg, eg, ask)

For leverancer af disse specialeffekter aftales kvalitetskravene som regel individuelt mellem køber og sælger.

### Danske regler for råtrækvalitet

For løvtrækævlers vedkommende er kvalitetskravene nogenlunde præcise, som det fremgår nedenfor af tabel 5-4. En uddybende fortolkning af

kravene findes i bilag 5.5 (Vejledende fortolkning af kvalitetskravene til bøg og ask). Bemærk, at der ikke findes nogen vejledende fortolkning af kvalitetskravene til *eg*. Købere og sælgere af egekævlér kan have ret varierende opfattelser af, hvad der er betydende og mindre betydende fejl.

Tabel 5-4. Danske kvalitetskrav for savværkskævlér af løvtræ.

Kvalitetsklasse	A	B	C	D
Form	Mindre krumning i et plan		Større krumning i et plan	Ringere kævlér anvendelige til gavntræ, men ikke hjemmehørende i de øvrige kvalitetsklasser
Snoning	Kun ubetydelig - betydelig nedsætter en kvalitetsklasse			
Knaster, overgroninger og større barkskader	Ingen betydende	En betydende pr. 2 meter kævlélængde	To betydende pr. 2 meter kævlélængde	
Vanris			Enkelte betydende pr. 2 meter kævlélængde	
Enderevner	Betydende betinger dekort			
Frostrevner	Klassen sættes én ned pr. frostrevne. En snoet frostrevne nedsætter 2 klasser.			
Ring-eller stjernesløre	Der gives rimeligt fradrag på længden			
Længde	Mindst 3 meter, undtagelsesvis ned til 2,6 m			
Desuden findes "specielle bestemmelser" for de enkelte træarter, se bilag 5.5				

Reglerne for kvalitetsfastsættelse af *uafkortet nåletrætømmer* (langtømmer) er i modsætning til løvtrækævlér særdeles upræcise; se nedenfor.

#### Generelle kvalitetskrav for uafkortet savværkstømmer af nåletræ:

Stammen skal være fri for råd, misfarvning og skadelige insektangreb. Såvel grene som "rodtæer" skal være afsavede/-huggede i plan med stammeoverfladen.

*Kvalitetsklasser (ved partivis klassificering)*

*Klasse:*

- A Slanke, rette og finknastede stammer. Énsidig krumning i hele stammens længde med pilhøjde\* på maksimalt 1 cm pr. 2 m stammelængde tilladt. Renskæring for råd eller misfarvning må kun forekomme i uvæsentligt omfang.
- B Træ af form, rethed og knastrenhed som normalt for hovedparten af dansk gran.
- C Træ af ringere form, blandt andet som følge af væsentlig renskæring for råd eller misfarvning og med flere og noget større knaster.
- D Topender, randtræ og andet træ, der ikke hører hjemme i de øvrige klasser, men som dog i henseende til styrke og rethed er anvendelige til tømmereskæring. Stammer, der er aflagt til mindst 8 cm topdiameter, men hvis midtdiameter (målt i cm) divideret med længden (målt i m) er 2,0 eller derover, henføres under alle omstændigheder til denne klasse.

\* Pilhøjde: Se Figur 5.5-1 i Bilag 5.5

Det er vigtigt at lægge mærke til, at hvor løvtrækævler kvalitetsbedømmes individuelt, sker klassificeringen af nåletrætømmer som regel partivis, dvs. normalt mindst et lastbillæs ad gangen. For at imødekomme kvalitetsvariation inden for partiet anvendes hyppigt ”delte” kvalitetsklasser, f.eks. 30% A og 70% B.

På grund af de upræcise regler oplever man tit, at der “handles om kvaliteten”, når køber og sælger har svært ved at enes om prisen. Der har været gjort forsøg på at udarbejde mere objektive regler for klassificering af nåletræ end de nugældende. Der skulle i så fald tages hensyn til:

- rethed
- afsmalning
- knaststørrelse
- årringsbredde

Problemet er, at det er uhyre tidskrævende at måle ovennævnte størrelser på et repræsentativt antal stammer, og reglerne bliver derfor vanskelige at anvende i praksis.

For *korttømmer* arbejdes i Danmark ikke med forskellige kvalitetsklasser. Reglerne foreskriver blot, at korttømmer skal være oparbejdet af levende træer, samt at det skal være frit for råd, misfarvning og skadelige insektangreb. Stokkene skal være rette med en pilhøjde på maksimalt 1 cm per 2 meter stammelængde. De aktuelle krav til længde og diameter aftales mellem køber og sælger.

Savværkernes elektroniske opmålingsanlæg giver mulighed for en vis grad af klassificering. Gennem afsmalningen kan man bestemme, om tømmerstokken kommer fra træets rodende, midtsektion eller topende, udnyttelsesgraden kan forudsiges ved en kombination af rethed og afsmalning, og knaster markerer sig som ujævnheder (buler) på stammens overflade. Enkelte udenlandske savværker har udstyr til gennemlysning (Röntgen) af tømmerstokkene, hvorved deres indre kvalitet kan afsløres.

Ud over kvalitetsklassificeringen prisfastsættes nåletrætømmer på baggrund af træarten. I højeste prisklasse indgår kun rødgran (*Picea abies*), som regnes for at give det bedste udbytte af savværkstømmer på grund af sin gode stammeform. Træartsgruppen *Picea* m.fl. omfatter sitkagran, *Abies*-arter, omorika, tsuga og andre nåletræarter, som har lidt ringere stammeform end rødgran og ingen eller kun svagt udviklet farvet kerne. Lærk m.fl. (“røde træarter”) omfatter lærk, douglasgran, fyr, thuja, cypres og andre arter med tydelig, farvet kerne, som prissættes lavere end hvidt træ. Ovenstående inddeling i grupper bruges for almindeligt

savværkstømmer. Ved special-leverancer af ”god” og ”udsøgt” kvalitet opnår de ”røde træarter” særligt høje priser, og her er næsten altid foreskrevet én bestemt træart.

*Emballagetræ* inddeles i to træartsgrupper: ”Hvide” træarter er rødgran, sitkagran, omorika, og *Abies*-arter. ”Røde” træarter er lærk, douglasgran og fyr. Der stilles ikke krav om, at emballagetræ skal være oparbejdet af levende træer, men betydende styrkeforringelse på grund af nedbrydning tolereres ikke. Træet må være misfarvet, men ikke råddent, og det skal ”kunne holde søm”. Stokkene skal være nogenlunde rette; ofte forlanges det, at pilhøjden maksimalt er 1 cm per meters længde. Emballagefabrikkerne køber dog i dag en stor del af deres råvarer i form af korttømmer eller færdige brædder fra de tømmerskærende savværker.

*Cellulosetræ* (papirmassetræ) afsættes kun på eksportmarkedet, og kvalitetsfastsættelsen følger oftest de svenske regler. Topdiametere skal være større end 50 mm målt under bark. Cellulosetræ handles i to klasser: Granmassaved omfatter kun træarterne rødgran og sitkagran. Det skal være friskfældet, og råd eller misfarvning, som hidrører fra det stående træ, må maksimalt udgøre 1/10 af endefladens areal målt under bark. Råd og misfarvning fra lagring må ikke forekomme. Barrmassaved (”blandet nål”) afregnes til en lavere pris. Det omfatter andre nåltræarter (inkl. arter med farvet kerne) samt misfarvet træ af rød- og sitkagran. Træarter med farvet kerne er mindre værdsatte af papirindustrien, da de kræver ekstra blegning, hvis de skal bruges til hvidt papir. Barrmassaved behøver ikke at være friskfældet, men det skal være oparbejdet af levende træer og må ikke være mere tørt, end at det let kan afbarkes. Råd og misfarvning må maksimalt udgøre 2/3 af endefladens areal. Selv om der tillades en vis andel råd og misfarvning i cellulosetræ, så fratrækkes det rådne/misfarvede træ ved opmålingen på fabrikken, og man får ingen betaling for dette volumen. Rådangreb nedsætter udbyttet, da de rådne dele af veddet nedbrydes fuldstændigt under papirmassekogningen.

### **Klassificering af råtræ til eksport**

En betydelig del af den danske hugst afsættes i dag på eksportmarkederne (se afsnit 5.3), primært Sverige, Tyskland og Fjernøsten. Kvalitetskravene følger i almindelighed købers specifikation, men nedenfor er samlet nogle få retningslinier.

Alt savværkstømmer aflægges i Sverige som afkortet tømmer. Kvalitetskravene er beskrevet i ”Kvalitetsbestämning av sågtimmer av tall och gran” ([www.sdc.se](http://www.sdc.se)). Gran inddeles i kun to kvalitetsklasser, hvor de vigtigste krav til klasse 1 (den bedste) er, at ingen knast må være større en 60 mm, og der skal være mindst 12 årringe i intervallet 2 – 8 centimeter fra



marven. Sidstnævnte krav kan være svært at opfylde for dansk gran fra de bedste boniteter, som har været plantet på stor afstand og/eller har været udsat for hård hugst. Fyr (tall) inddeles i fire kvalitetsklasser, og douglasgran samt lærk kan indplaceres i enten klasse 3 eller 4 i dette system.

De gamle svenske kvalitetsbetegnelser for nåletræ høres stadigvæk, selv om de principielt har været ugyldige siden 1995, hvor reglerne ovenfor trådte i kraft. Den tidligere klassificeringspraksis i Sverige tog udgangspunkt i, hvilken kvalitet af savet træ, som kunne skæres af den pågældende stok. Man benyttede de samme kvalitetsbetegnelser som for savet træ, som inddeltes i seks klasser (I til VI), hvoraf I var den bedste. I almindelighed blev de fire bedste klasser handlet under ét som ”usorteret” (o/s), V (kvinta) var en ret knastet vare til bygningsbrug og VI (seksta) kun egnet til emballage, forskalling o.l. I skoven foregik klassificeringen stokvis, og stokkens bedste hhv. ringeste side kunne kvalitetsfastsættes hver for sig. Kvalitetsbetegnelsen ”halvkvinta” (stokkens ene side opfylder kravene til o/s, mens den anden side er kvinta) var derfor almindelig.

For løvtræets vedkommende er de svenske klassificeringsregler enslydende for birk, asp og rødél. De inddeles i klasserne A, B og C efter forekomsten af knaster, råd og revner samt kævletheden.

I Tyskland sorteres både løv- og nåletræ i kvalitetsklasserne A, B, C og D. Sorteringen bygger på målbare egenskaber (knaststørrelse, krumning, forekomst af råd/misfarvning osv.). I måle- og sorteringsreglerne ”Rahmenvereinbarung für den Rohholzhandel in Deutschland” (RVR) findes en tabel for hver af hovedtræarterne, hvor grænseværdierne for de enkelte egenskaber kan aflæses.

For *bøg* til Fjernøsten (Kina) bruges de danske kvalitetsbetegnelser ikke direkte, men kævlerne klassificeres efter anvendelsesmulighederne:

- Planskåret finér (Veneer): Fejlfri kævler med max. 25% rødmarv, diameter over 45 (50) cm.
- S+: Gode savværks- og skrællekævler. Klasse A med vedhængende B, max. 25% rødmarv.
- S: Savværkskævler (Sawlog), klasse A og B med vedhængende C, max. 33% rødmarv.
- P eller R (Peeling, Rotary cut): Skrællefinér, klasse A og B, men med ubegrænset rødmarv.
- F: Ringere savværkskævler, ubegrænset rødmarv.
- W (White): Små rette kævler med max. 10% rødmarv, diameter fra 30 cm og op efter.

## Flis, brænde og energitræ

For alt træ til energiformål gælder, at kvaliteten hovedsageligt bedømmes ud fra energi-indholdet og størrelsen af træstykkerne/partiklerne. Endvidere har forekomsten af lagersvampe betydning, fordi svampesporer har negativ indflydelse på arbejdsmiljøet.

Energi-indholdet er bestemt af brændslets indhold af organisk tørstof minus den energi som skal til for at opvarme og fordampe brændslets vandindhold. Træets *rumtæthed* (kilogram biomasse-tørstof per kubikmeter frisk volumen) er derfor en vigtig kvalitetsparameter. Teoretisk set kan man skaffe sig den samme varmemængde ved at brænde et stort volumen træ med lav rumtæthed som ved at brænde et mindre kvantum med høj rumtæthed. Men i praksis er det lettere at styre en forbrænding, når brændslets energitæthed er høj, dvs. træ med høj rumtæthed. Transporten er naturligvis også billigere, når der ikke skal flyttes så mange kubikmeter.

Betydningen af træets *vandindhold* afhænger af aftageren. For almindeligt brænde til privat opvarmning er det entydigt, at tørt brænde er bedst, og det samme gælder for træpiller og briketter. For skovflis til brug på varmeværker er forholdet mere nuanceret. De fleste fyr på flisvarmeværker er designet til at forbrænde forholdsvis våd flis. Det levende træ indeholder meget vand: I splintveddet af nåletræer vil mængden af vand ofte udgøre 55-58 % af totalvægten, og i poppel kan vandprocenten overstige 60. De tunge løvtræarter (bøg, eg, ahorn) indeholder i frisk tilstand typisk omkring 45 % vand. Varmeværkerne ønsker som regel ikke flis af nyskovede nåletræer, men et vandindhold på 40-50% af totalvægten udgør sjældent noget problem. Helt tør flis giver en meget kort opholdstid i fyret, og det er vanskeligt at udnytte hele riste-arealet og hele forbrændingsrummet. Endvidere er flisprisen graderet efter vandindholdet, og da mange værker kan genvinde en del af fordampningsenergien gennem kondensering af vanddampen i røgen, er det økonomisk fordelagtigt at købe flis med et ret højt vandindhold.

Endelig er brændslets *størrelsesfordeling* en vigtig kvalitetsparameter. Almindeligt brænde skal selvsagt kunne være i brændeovnen, men for at sikre en effektiv forbrænding bør stykkerne ikke være tykkere, end hvad der svarer til en almindelig vinflaske. I flis til varmeværker skal alle stykker ideelt set have samme størrelse, da det sikrer at alle flispartikler udbrænder under deres passage af forbrændingszonen, og at indholdet af uforbrændt kulstof i asken bliver minimalt. Partiklerne må ikke være alt for små, da ”smuldflis” giver dårlig træk i fyret og er tilbøjelig til at danne flyveaske. Størst ulempe volder dog lange grenstykker (”stikkere”), da de har tilbøjelighed til at sætte sig fast i transportsystemet og blokere for

indmadning af flis i fyret. Et specialtilfælde er brug af træ som supplerende brændsel i kulfyrede kraftværker. Disse fyr er oftest indrettet til forbrænding af kulstøv, som blæses ind i et cyklon-ildsted. Hvis der skal bruges biomasse i et sådant fyr, skal det være i form af smuld eller træmel, som uden større problemer kan blandes med eller erstatte kulstøv.

## 5.3 Afsætning af træ fra skoven

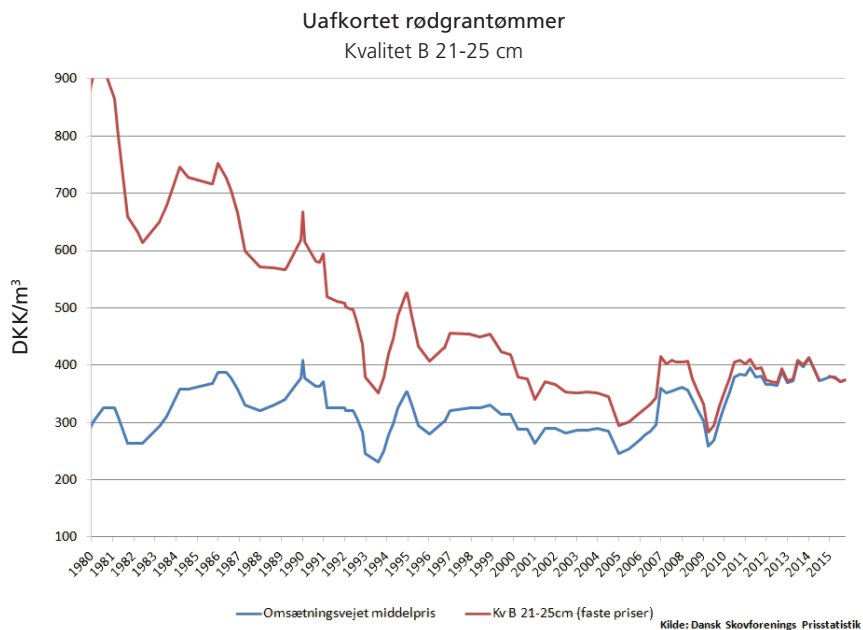
### Markedet for råtræ

Mens skovene tidligere næsten kun afsatte deres træ til lokale, danske træindustrier og brændekunder, er markedet for råtræ gennem de senere årtier blevet mere og mere internationaliseret. Sverige, Tyskland, Central-europa, Mellem- og Fjernøsten aftager en stor del af hugsten, og antallet af større råtræforbrugende industrier i Danmark er faldet til under 10. Udviklingen er en følge af konkurrencesituationen, hvor en del træindustrier er lukket, og andre har valgt at købe deres træ som halvfabrikata fra udlandet. Savværksdrift er en branche, hvor både indtjeningen og medarbejdernes uddannelsesniveau traditionelt har været på et lavt niveau, og der er tendens til, at træforarbejdning flytter mod lavtlønsområder. Denne udflytning har været muliggjort dels ved åbningen af grænserne mod Østeuropa omkring 1990, dels af et stærkt fald i priserne på fjerntransport. Selv om råtræ er en tung og uhåndterlig vare, kan det i dag flyttes billigt over store afstande, ikke mindst som returlast i de containere, som bruges ved import af forbrugsvarer til Danmark.

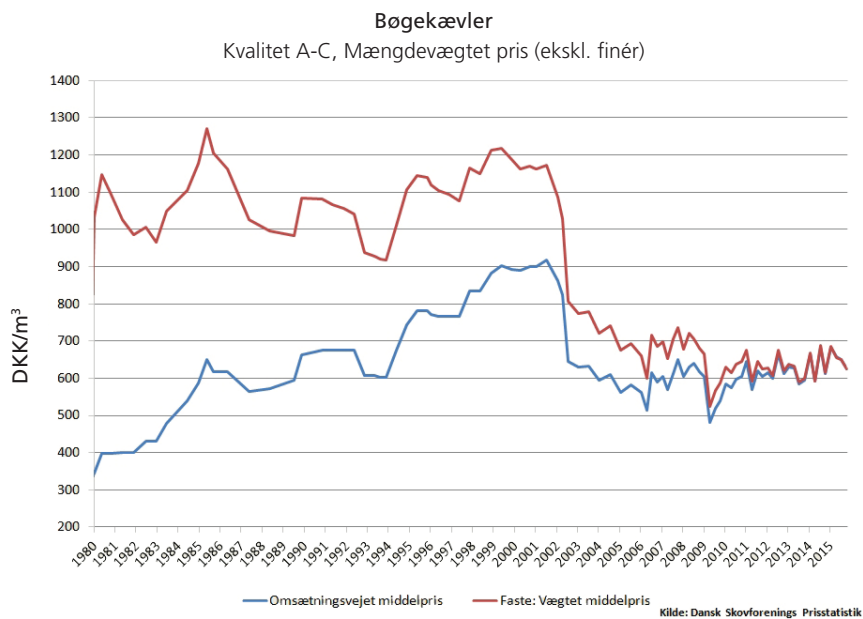
Denne internationalisering betyder, at prissætningen af råtræ ikke længe er et lokalt dansk anliggende, men påvirkes af internationale konjunkturer. Samtidig har den stærkt voksende interesse for bioenergi betydet, at prisen for det billigste træ (som også bruges til pladematerialer og papir) i høj grad bestemmes af energipriserne. Resultatet har generelt set været et løft og en stabilisering af prisen for det dårligst betalte træ, hvilket har været til gunst for skovbruget.

Øget tilgængelighed og gennemsigtighed på markedet har dog langsigtet ført til et generelt fald af træpriserne. Især nåletræ til bygningskonstruktion har siden 1970'erne været udsat for et fald i realprisen, og det har lagt et alvorligt pres på skovbrugets indtjeningsmuligheder (figur 5-15).

For bøg var priserne fra først i 1970'erne og 30 år frem høje og generelt stigende, bl.a. i takt med et voksende eksportmarked i Fjernøsten, men med en stærk forringelse af dette marked i 2003 faldt prisen tilbage til et beskedent niveau (figur 5-16). Markedet for egekævler har været noget mere stabilt, og især store kævler af god kvalitet er efterspurgt.



Figur 5-15. Eksempel på prisudviklingen for nåletrætømmer. Blå = løbende markedspriser, dvs. den pris, som stod på fakturaen. Rød = faste priser, dvs. korrigeret for inflation ved hjælp af forbrugerprisindexet.



Figur 5-16. Prisudviklingen for bøgekævlér. Blå = løbende markedspriser, dvs. den pris, som stod på fakturaen. Rød = faste priser, dvs. korrigeret for inflation ved hjælp af forbrugerprisindexet.

## Pris, dimension og kvalitet

Som nævnt tidligere er der en sammenhæng mellem dimension, kvalitet og den opnåelige pris per kubikmeter. Tabel 5-6 illustrerer dette meget tydeligt, idet kævlér af eg er valgt som eksempel. Ikke alene er det meget

væsentligt, at træerne bliver gamle nok og opnår en stor diameter; det er også af største betydning, at man ved valg af plantemateriale og i pasningen af skoven hele tiden har opnåelsen af den højest mulige kvalitet for øje. Men også en korrekt kvalitetsklassificering af det skovede træ har stor betydning for prisfastsættelsen.

Tabel 5-6. Eksempel på betydningen af dimension og kvalitet: Opnåede priser (kr/m<sup>3</sup> handelsopmålt) for kævler af eg i oktober 2014.

Kvalitet	A	B	C
Midtdiameter			
> 60 cm	3578	2252	951
50-59 cm	2520	1390	873
40-49 cm	1600	869	774
30-39 cm	-	716	619

(Fra Dansk Skovfor-  
enings Prisstatisik)

For nåletræets vedkommende har dimension og kvalitet knapt så stor betydning. På det danske marked for korttømmer af nåletræ arbejdes der som nævnt med forskellige træartsgrupper, men ikke med forskellige kvalitetsklasser inden for træarterne. Derimod er prisen graderet efter længde, sådan som nedenstående tabel 5-7 viser et eksempel på.

Tabel 5-7. Eksempel på priser for korttømmer af rødgran.

Længde, m	2,7-3,9	3,9-4,8	> 4,8
Pris, kr/m <sup>3</sup>	308	385	414

### Danske handelskutyster

Det meste råtræ i Danmark handles i fældet og oparbejdet tilstand ved bilfast vej i skoven. Handel med *rodposter* – dvs. salg af stående træer, hvor køber efterfølgende sørger for fældning og udtransport – er højt usædvanligt. Dette er i modsætning til de øvrige nordiske lande, hvor køb og salg af træ på roden tidligere var meget almindeligt.

Den danske skovejer sørger for fældning, oparbejdning og terræntransport af træet, hvorimod køber sørger for afhentning af træet med lastvogn. Efter indgåelse af den endelige købsaftale henligger træet normalt for købers risiko, men ofte er der i kontrakten en bestemmelse om, at træet ikke må afhentes, før betaling er sket. Tidligere var det kutyme at yde 3 måneders kredit, men fra 2013 gælder for al handel mellem virksomheder, at kredittiden er 30 dage. Længere kredit skal specifikt være aftalt i købskontrakten. Hvis betaling sker for sent, skal køber foruden den aftalte pris betale *morarenter*. Størrelsen af morarenten er Nationalbankens udlånsrente plus et lovbestemt procenttillæg på 8 % (Lovbekendtgørelse nr. 459 af 13. maj 2014).

En undtagelse fra ovenstående sædvane er skovflis til varmeværkerne, hvor kontrakten normalt foreskriver, at flisen skal være leveret på værket.

Det er dog kun store skovejendomme, som har kontrakt direkte med varmeværkerne. Mindre skove sælger flisen til mellemhandlere eller entreprenører, og i de tilfælde sker afregning også ved fast vej i skoven.

## Handel med udlandet

For den del af råtræet, der eksporteres, sker oparbejdning, opmåling og klassificering efter købers specifikationer. Navnlig skal man være opmærksom på, hvorvidt effekterne kræves aflagt med et bestemt overmål, og om man bliver betalt for dette overmål. Yderligere skal det være helt klart, om diameteren måles på eller under bark, og om der er tale om midt- eller topdiameter. Opmålingsmetoden har selvsagt meget stor betydning, hvis man skal sammenligne udlandets priser pr. kubikmeter med hjemlige.

Ofte gælder en anden prisstruktur og andre regler for aflægning, når træet skal eksporteres. Eksempelvis aftager svenske savværker gerne korttømmer i *faldende længder*, dvs. flere forskellige længder må gerne leveres blandet i samme parti. Fordelingen af længder og diametre søger savværket at styre ved en pristabel, som er gradueret efter såvel diameter som længde, og hvor de foretrukne dimensioner præmieres med en særligt høj pris (tabel 5-8). Pristabellen kan direkte overføres til skovningsmaskinens computer, som derefter kan optimere aflægningen, i takt med at træerne fældes og afkvistes.

*Tabel 5-8. Eksempel på svensk pristabel for korttømmer. Bemærk, at prisen når et maksimum ved topdiameter 30-37 cm (under bark), og at større diameter ikke honoreres.*

Topdiameter											
Længde	12-	14-	16-	18-	24-	26-	28-	30-	38-	42-	44-
3,10	580	600	600	680	705	745	765	770	745	705	630
3,70	530	550	550	640	665	705	725	730	725	685	610
4,30	560	580	580	660	685	725	745	750	735	695	620
4,90	575	595	595	680	705	745	765	770	750	710	635
5,20	550	570	570	690	715	755	775	780	755	715	640
5,50	550	570	570	690	715	755	775	780	755	715	640

Når råtræet skal eksporteres, er det ofte upraktisk, at træet handles ved bilfast vej i skoven. Nogle udenlandske træindustrier foretrækker at købe træet leveret på virksomheden, og at sælger sørger for hele transporten. Transporten inkluderes da i prisen, som aftales ”CIF” (Cost, Insurance, Freight). I andre tilfælde sørger køber for fjerntransporten, men ønsker træet leveret på en dansk havn (”FAS”, Free Alongside Ship). Også andre leveringsbetingelser forekommer.

Da transporttiden kan være lang, og køber og sælger måske ikke har forudgående kendskab til hinanden, er sikkerhedsstillelse sædvanligt



ved eksporthandel; det foregår ved at køber stiller bankgaranti, remburs eller lignende. Fordi handelsrutinerne kan være besværlige og kræver indgående kendskab til lovgivning og regler i køberlandet, er det meget almindeligt, at eksport af træ overlades til specialiserede mellemhandlere, som da overtager træet allerede ved bilfast vej i skoven. International råtræhandel er endvidere en del af aktiviteterne for Dansk Skovforening (DSH-Wood), HedeDanmark og Skovdyrkerforeningerne. Også Naturstyrelsen har medarbejdere, som har specialiseret sig i eksporthandel.

## 5.4 Optimering af hugst og afsætning

Ved ”optimering” tænkes i det efterfølgende primært på at tilrettelægge hugsten således, at det enkelte indgreb giver det størst mulige økonomiske udbytte. Det er dog en forsimpning: Man må tage i regning, at skovproduktion er tidskrævende, og at træerne udgør såvel produkt som produktionsapparat. Hvis man hugger et stort volumen af værdifuldt træ i dag, kan det let betyde, at man forspilder fremtidige muligheder for indtægter. Omvendt må tyndingsindgreb ofte betragtes som en investering i den fremtidige bevoksningsudvikling snarere end som en kilde til øjeblikkelig indkomst. Selve indgrebet giver måske ikke noget større dækningsbidrag, men ved at fjerne uønskede individer forøges skovens fremtidige værdiproduktion. Den kyndige skovdyrker må ved ethvert indgreb have bevoksningens hele udvikling for øje og afveje dette hensyn mod ejendommens øjeblikkelige behov for likviditet. Den ideelle situation vil være, at et hugstindgreb både giver et øjeblikkeligt dækningsbidrag og forøger bevoksningens værdi på langt sigt.

### Sortimentsvalget

Undtagen ved de helt tidlige tyndingsindgreb vil der ved et normalt hugstindgreb blive produceret forskellige sortimenter med forskellige salgspriser. Målet bliver da at kombinere mængderne af de forskellige sortimenter på en sådan måde, at det samlede dækningsbidrag bliver størst muligt. I bred almindelighed gælder det, at salgsprisen pr. kubikmeter øges med voksende diameter. Opgaven kan således forekomme banal: Der skal produceres mest muligt af de tykkeste sortimenter, så længe vi kan holde os inden for kravspecifikationerne for det pågældende produkt. Denne simple tankegang bliver imidlertid modificeret af forskellige hensyn.

For tømmer-sortimenter har ikke blot diameteren, men også længden, betydning for kubikmeterprisen. Derfor er det vigtigt at have afsætning for de længder af tømmer, som passer bedst til den pågældende bevoksning. Eksempelvis kan det være muligt at aflægge to korte tømmerstokke af

gennemsnitstræet, men kun én stok af en længere og bedre betalt type, hvis man skal opfylde kravet til topdiameter. Resten af stammen bliver da til ringere betalte sortimenter som cellulose- eller emballagetræ.

Der skal være en vis mængde af et bestemt sortiment, hvis det skal være økonomisk interessant at producere det. Hvis det ikke drejer sig om specielle og meget højt betalte sortimenter, er den mindste mængde normalt ét lastvognslæs, eller størrelsesordenen 30 m<sup>3</sup>. Mængdekravet kan være et problem i de små bevoksninger, som er almindelige i de danske skove, men undertiden kan man samle en passende mængde af et sortiment ved hugge i flere bevoksninger, som ligger i nærheden af hverandre.

Rundtræeffekter opnår i almindelighed en højere kubikmeterpris end brændselsflis, men ved flisproduktion kan også grenene udnyttes. I unge nåletræbevoksninger er det ikke ualmindeligt, at der kan hentes 30 % ekstra vedmasse ud af bevoksningen, hvis grenene medtages. Omvendt kan udnyttelse af grenmassen resultere i en væsentlig fjernelse af næringsstoffer fra bevoksningen, og når grenene fjernes, kan de naturligvis ikke benyttes som køreunderlag for maskinerne. Begge forhold må medtages i vurderingen af bevoksningens langsigtede udvikling.

Tabel 5-9 viser et såkaldt *sortimentsforhold*: en oversigt over det procentvise udfald af sortimenter, set i forhold til de fældede træers gennemsnitlige diameter i brysthøjde (hugstdiameteren). Diameteren er valgt til fordel for træernes alder, fordi der er en direkte sammenhæng mellem træernes dimension og fordelingen til sortimenter. Ved en bestemt alder kan træerne derimod have opnået ret forskellig diameter, afhængigt af tyndingsintensiteten i den pågældende bevoksning. Sortimentsforhold kan opstilles for en enkelt bevoksning, en skov, en ejendom eller en hel landsdel, afhængigt af formålet. Hvis sortimentsforholdet skal give mening, må man dog holde sig til én træart eller en gruppe af træarter (en *driftsklasse*), som leverer sortimenter af samme type og værdi; eksempelvis bøg, eg eller gran (*Picea*).

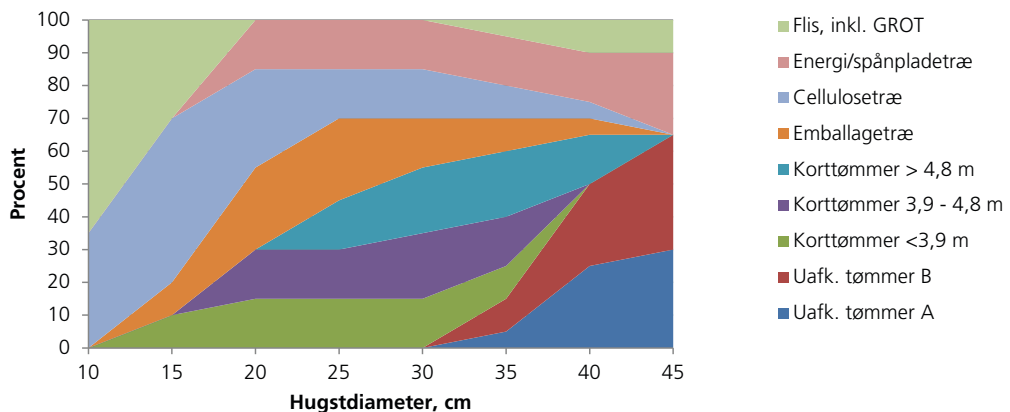
Som eksempel er valgt rødgran på god morænejord, og tabellen er opstillet på baggrund af et enkelt års skovning på en middelstor ejendom. Sortimentsforholdet i tabel 5-9 er konstrueret, men stærkt inspireret af analysetal fra Dansk Skovforening og Naturstyrelsen. Udgangspunktet er en ejendom med blandede jordbundsforhold, hvor kørsel med maskiner kan foregå problemfrit i bevoksninger på gruset jord, mens der må tages mere hensyn til den lerede jordbund i andre bevoksninger, f.eks. ved at bruge kvaset som køreunderlag. Der er en del rodfordærver på ejendommen; derfor må en del af tømmeret renskæres og de fraskårne stykker sælges som energitræ. Man har afsætning for uafkortet tømmer,

Tabel 5-9. Eksempel på sortimentsforhold, omkostninger og priser for rødgran på østjysk moræne.

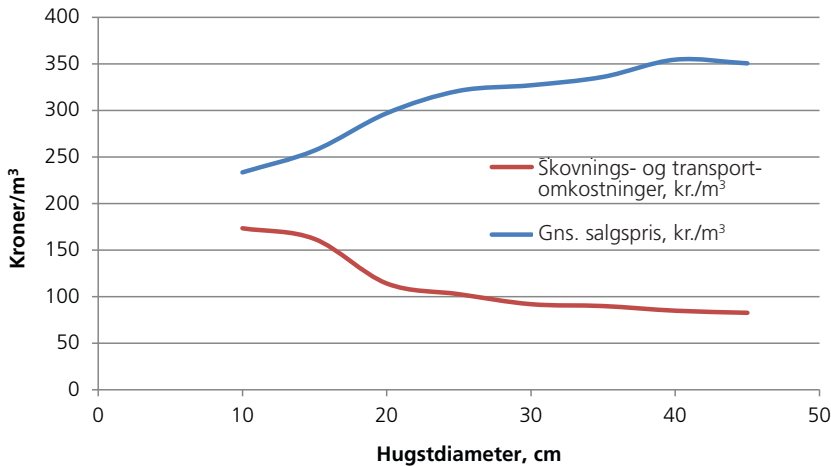
som derfor aflægges ved afdrift, men i tyndinger aflægges kun afkortede effekter for at undgå skader på de tilbageværende træer. På afdrifterne udnyttes grene og toppe (GROT) til energiflis.

Sortiment	Salgspris kr./m <sup>3</sup>	Terræntransport + flisning, kr./m <sup>3</sup>	Diameter- klasse (hugstdia- meter)						cm		
			10	15	20	25	30	35		40	45
Uafk. tømmer A	430	30	Procentvis fordeling:						5	25	30
Uafk. tømmer B	410	30							10	25	35
Korttømmer <3,9 m	350	55	10		15	15	15	10			
Korttømmer 3,9 - 4,8 m	380	50				15	15	20	15		
Korttømmer > 4,8 m	400	45					15	20	20	15	
Emballagetræ	330	55	10		25	25	15	10	5		
Cellulosetræ	240	55	35	50	30	15	15	10	5		
Energi/spånpladetræ	220	55				15	15	15	15	15	25
Flis, inkl. GROT	230	145	65	30					5	10	10
Gns. salgspris, kr./m <sup>3</sup>			234	257	297	321	327	336	355	351	
Gns. skovningspris, kr./m <sup>3</sup>			60	80	60	50	40	37	35	35	
Gns. terræntransport, kr./m <sup>3</sup>			114	82	54	53	52	53	50	48	
Skovnings- og trans- port-omkostninger, kr./m <sup>3</sup>			174	162	114	103	92	90	85	83	
Dækningsbidrag, kr./m <sup>3</sup>			60	95	183	218	235	246	270	268	

Figur 5-17. Sortimentsforholdet fra tabel 5-9 vist grafisk.



Figur 5-18. Omkostninger og salgspris i rødgran-eksemplet (tabel 5-9).

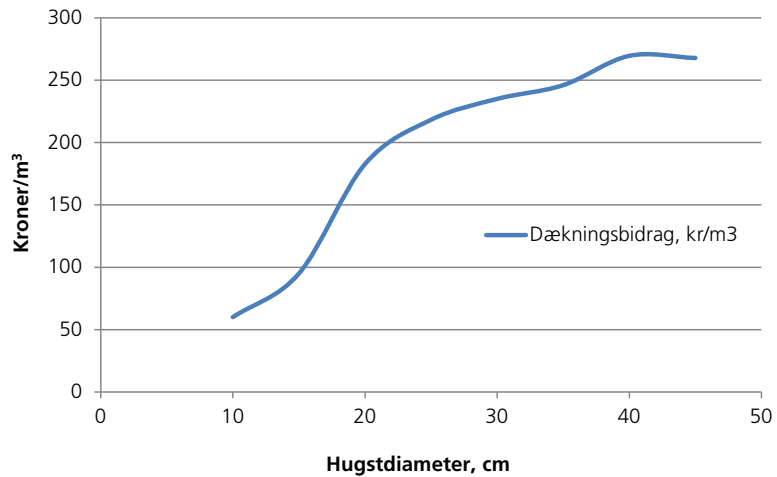


Foruden selve sortimentsforholdet viser tabel 5-9 også salgsprisen for de enkelte sortimenter samt omkostninger til skovning og transport. Skovningsomkostningerne er gradueret efter træernes diameter, men for enkelheds skyld er valgt én transportpris for hvert sortiment, uanset diameter. Omkostningerne til flisning af GROT og små udtyndingstræer er indregnet i transportomkostningerne, da flishugning ofte finder sted i umiddelbar tilknytning til terræntransporten.

Da der findes et marked og en pris for hvert enkelt sortiment, kan salgsindtægten opgøres sortimentsvist. Det samme gælder i nogen grad for transportomkostningerne, da vi kender maskinernes timepris og (omtrentligt) præstationen ved terræntransport af de enkelte sortimenter. Skovningsomkostningerne kan derimod ikke opgøres separat for hvert sortiment, da hele træet nødvendigvis må fældes og oparbejdes på én gang, hvorved der falder flere forskellige sortimenter samtidigt. Men tidsforbruget og dermed omkostningen kan dog let registreres og sammenholdes med gennemsnitsdiametere af de fældede træer.

Ved maskinskovning prøver man ofte at optimere sortimentsudfaldet i den enkelte bevoksning ved at tildele hvert sortiment en ”skyggepris” i maskinens apteringsfil, afhængigt af den aktuelle efterspørgsel og afregningsprisen på det pågældende sortiment. I forbindelse med afkvistningen udregner maskinens skovningscomputer da, hvordan det pågældende træ skal apteres for at opnå den højest mulige værdi. Ved manuel skovning og i de tilfælde, hvor der ikke bruges apteringsfiler, må man prøve at styre sortimentsfordelingen på mere enkel vis, f.eks. ved at gennemregne nogle eksempler med udgangspunkt i den gennemsnit-

Figur 5-19. Dækningsbidrag i forhold til diameter i rødgran-eksemplet (tabel 5-9).



lige træstørrelse i bevoksningen. Der findes særlige programmer (f.eks. RODPOST fra firmaet KW-plan) som kan støtte beregningerne.

På baggrund af tallene i tabel 5-9 kan man opstille kurver, der viser salgsindtægter, omkostninger og dækningsbidrag pr. m<sup>3</sup> som funktion af hugstdiameteren (figur 5-18 og 5-19). Hvis de bagved liggende data er opstillet i et regneark, har man et godt værktøj til at vurdere konsekvenserne af eventuelle forandringer i sortimentsforholdet. I eksemplet ses det, at dækningsbidragskurven stiger ret kraftigt fra diameterklasse 35 cm til 40 cm. Dette skyldes i hovedsagen, at det er muligt at aflægge langtømmer i afdrifterne. Hvis markedet for langtømmer falder bort, flader kurven ud efter 35 cm's diameter, og man skal måske overveje at nedsætte omdriftsalderen for rødgran på ejendommen. Det er dog ikke kun dækningsbidraget, som skal lægges til grund for en sådan beslutning, men en vurdering af den aktuelle værditilvækst i bevoksningerne.

Sortimentsvalg, dækningsbidrag og aktuel værditilvækst er faktorer, som især danner baggrund for beslutninger på kort sigt, dvs. med en tidshorisont på et år eller mindre. Ved planlægning af skovens langsigtede udvikling kommer en række andre overvejelser ind i billedet. Nogle af disse tanker bliver gennemgået i kapitel 8.

## Litteratur til kapitel 5

*Danske Skoves Handelsudvalg (1999):*

Råtræhæfte. 18 s.

*Deutscher Holzwirtschaftsrat (2015):*

Rahmenvereinbarung für den Rohholzhandel in Deutschland.

[www.saegeindustrie.de](http://www.saegeindustrie.de)

*Holmsgaard, E.; Jakobsen, B. (1970):*

Barktykkelser og barkprocenter for løv- og nåletræer. Det forstlige Forsøgsvæsen i Danmark, bd. XXXII : 265-294.

*Jensen, P. Claudi (1989):*

Råtræhandel. Skovskolen, 185 s.

*Mossberg, C.G.; Heding, N. (1972):*

Vægtafregning af bøg og el i faldende længder. NSR-rapport. Skovteknisk Institut.

*SDC (2014):*

Mätning av stocks volum under bark. [www.sdc.se](http://www.sdc.se).

*SDC (2016):*

Kvalitetsbestämning av sågtimmer av tall och gran. [www.sdc.se](http://www.sdc.se).

*Virkesmättningsrådet (1999):*

Mättningsinstruktioner för rundvirkessortiment. VMR-cirkulär Nr 1-99. 42 s.

*Virkesmättningsrådet (2008):*

Mättningsinstruktion för sågtimmer av tall och gran. VMR-cirkulär 1-07. 7 s.



# Bilag

## Bilag 5.1

### ”AFTALE OM OPMÅLING OG NUMMERERING M.V. AF RÅTRÆ”

indgået mellem Danske Skoves Handelsudvalg og Træindustriens Fællesrepræsentation den 25. juni 1981.

#### 1. Definitioner

- Råtræ: Fældet, topkappet og afkvistet træ, også når det er afbarket eller kløvet.
- Stammer: Kævler, tømmer og andre effekter, hvis rumfang normalt angives i kubikmeter.
- Rummetereffekter: Råtræ, som normalt opstilles i rummetre.

#### 2. Opmåling

Ved opmåling skal metersystemet anvendes. De benyttede måleredskaber skal være fejlfri og i øvrigt opfylde kravene i loven om mål og vægt jfr. lov nr. 65 af 28. februar 1950 med senere ændringer.

Stammer skal normalt opmåles stykvis. Stammer med uregelmæssig form eller indeholdende flere kvalitetsklasser skal opmåles i sektioner. Løvtræstammer over 8 meters længde deles i alle tilfælde ved måling i stykker, hvoraf ingen må være over 8 meter lange.

#### LÆNGDE

Ved måling af længder skal der afrundes nedad til lige decimeter. Ved uafkortede nåletræstammer kan længden dog afrundes nedad til hele meter.

Længden måles – hvis ikke andet er aftalt – som den korteste rette linie mellem afkortningssnittene. Ved forhug skal halvdelen af dette medregnes i længdeopmålingen.

For nåletræstammer måles længden ud til den fastsatte aflægningsgrænse for topdiameter.

Ved stammer eller rummetereffekter, der forlanges leveret på særlig længde (minimumslængde), anvendes denne ved udregning af rumfang, idet der ved afridsning gives et passende overmål af hensyn til eventuelt skævt afkortingssnit.

## DIAMETER

Ved måling af diameteren skal der afrundes nedad til hele centimeter.

Diametre måles – hvis ikke andet er aftalt – uden på bark vinkelret på træstykkets længdeakse.

Diametre til og med 20 cm på bark måles ved enkelt klupning som stammen ligger i skoven (vandret diameter).

Diametre på 21 cm og derover på bark måles med to korsvise klupninger, hvis middeltal afrundes nedad til hele centimeter.

Hvis der på målestedet er mos, sne-, is- og jordklumper o.lign., fjernes dette inden måling. Hvis målestedet er en grenkrans eller på anden måde uregelmæssigt formet, skal diameteren beregnes som gennemsnittet af målinger lige langt overfor og nedenfor målestedet.

Målestedet skal - hvis ikke andet er aftalt – mærkes med et tydeligt og varigt mærke.

## RUMFANG

Rumfanget af en stamme eller sektion beregnes normalt ud fra længde og midtdiameter. Kubikmeterindholdet skal udregnes som rumfanget af en cylinder med en nøjagtighed på mindst 2 decimaler.

Rummetereffekter skal normalt opsættes med en højde på 1 meter med et overmål på mindst 3 cm, mens bredden varierer efter træstykkernes længde.

### 3. Nummerering

Med mindre andet udtrykkeligt er aftalt mellem køber og sælger, skal sælger foretage nummerering af hver enkelt stamme og rummetereffekt ved påsætning af nummerplader.

### 4. Målelister

Med mindre andet udtrykkeligt er aftalt mellem køber og sælger, skal sælger udarbejde tydelig måleliste, der for hver stamme eller rummetereffekt skal indeholde følgende oplysninger:

FOR STAMMER	FOR RUMMETEREFFEKTER
Nummer	Nummer
Længde	Minimumslængde
Midtdiameter	Rummeterindhold
Kubikmeterindhold	Diameterinterval, hvis påkrævet
Kvalitetsklasse (for nåletræ evt. partivis)	Kvalitetsklasse, hvis påkrævet

## Bilag 5.2

### AFTALETILLÆG VEDRØRENDE MASKINOPMÅLING

Nærværende aftale om maskinopmåling af uafkortet tømmer er indgået mellem Danske Skoves Handelsudvalg og Danske Træindustrier den 1. juli 1998.

Aftalen er et tillæg til “Aftale om opmåling og nummerering m.v. af råtræ af 25. juni 1981”.

Aftaletillægget omhandler opmålingspraksis, når opmåling af uafkortet tømmer foretages med skovningsmaskine (maskinopmåling).

#### 1. Maskinopmåling

Opmåling af uafkortet tømmer foretages via skovningsaggregat påmonteret et dertil indrettet opmålingsudstyr.

*Længden* måles langs stammens sidelinie fra fældesnippet ud til afkortningsstedet ved den fastsatte aflægningsgrænse. Længden anføres i hele cm uden anden afrunding.

*Diameteren* måles på stammens midte uden kompensation for eventuel manglende bark og anføres i hele mm uden anden afrunding. Såfremt målestedet er en grenkrans, knast eller på anden måde uregelmæssigt formet, benyttes diameteren umiddelbart under denne. Dette sikres ved at maskinen benytter mindste diameter i dens måleinterval (typisk 10 - 20 cm).

*Volumen* udregnes stammevis som rumfanget af en cylinder (cylindervolumen) med en længde og diameter målt som ovenfor anført, og angives med 2 decimaler.

#### 2. Kontrol af maskinopmåling

Maskinførerens kontrol af den maskinelt udførte opmåling foretages i henhold til bilag 1 “Arbejdsforskrift for maskinopmåling af uafkortet tømmer”:

*Kalibrering:* Maskinføreren foretager kontrol og kalibrering af udstyret som foreskrevet af leverandøren.

*Kontrolmåling:* Et antal stokke udtages på tilfældig måde til manuel kontrolmåling med henblik på at opnå en repræsentativ stikprøve. Den manuelle kontrolmåling udføres som nævnt under punkt 1, dog måles diameteren ved korsvis klupning og anføres som det afrundede gennemsnit af de to målinger.

*Kontrolliste:* For hver skovningsopgave udarbejdes en kontrolliste, der vedlægges målelisten. Kontrollisten udformes i henhold til bilag 2 “Krav til målelister for maskinopmålt uafkortet tømmer”. I kontrollisten skal for hele kontrolstikprøven være beregnet den volumenvægtede totalafvigelse mellem manuelt opmålt og maskinopmålt volumen i pct. af maskinopmålt volumen.

*Udslæbning:* Ved udslæbning placeres kontrolmålte stokke således, at køber og sælger om ønsket kan udføre egen kontrolmåling.

### **3. Nummerering**

Kun stokke udtaget til manuel kontrolmåling nummereres og på en sådan måde, at de kan genfindes i den stokliste, maskinopmålingsudstyret udskriver.

### **4. Målelister**

Målelister for maskinopmålte partier udformes i henhold til bilag 2 “Krav til målelister for maskinopmålt uafkortet tømmer”.

### **5. Afregning**

Afregning af maskinopmålt uafkortet tømmer foretages i cylindervolumen. Prislisten anføres i kr. pr. m<sup>3</sup> cylindervolumen med diameterklasserne (i cm) (11,0)13,0-15,9; 16,0-20,9; 21,0-25,9; 26,0-30,9; ≥ 31,0. Uafkortet tømmer, der opmåles i m<sup>3</sup> handelsvolumen, skal omregnes til m<sup>3</sup> cylindervolumen ved at lægge 6,00 pct. til mængden.

Hvis der i kontrollisten jfr. punkt 2 konstateres en totalafvigelse på maskin- og kontrolopmålt volumen på 3,0 pct. eller derover, reguleres volumen for pågældende måleliste med hele totalafvigelsen. I tilfælde af gentagne, énsidige afvigelser kan der aftales regulering mellem parterne.

### **6. Uddannelse**

Maskinførere, der udfører maskinopmåling til brug for aftaleparterne, skal have bestået et mellem parterne aftalt uddannelsesforløb.

## 7. Tvist

Tvistigheder om maskinopmåling kan indbringes for Kontrolordningen for maskinopmåling af Råtræ (Maskinopmålingsordningen).

Kan køber eller sælger ikke acceptere Maskinopmålingsordningens afgørelse, bringes bestemmelserne i Generelle Handelsbetingelser i anvendelse.

Med indgåelse af nærværende aftale anbefaler aftaleparterne sine medlemmer, at maskinopmålt uafkortet tømmer kun handles med dette mål, når maskinopmålingen er foretaget af virksomheder og maskinførere, der er medlemmer af Maskinopmålingsordningen.

### Bilag 5.3 (Bilag til aftaletillæg om maskinopmåling)

#### **ARBEJDSFORSKRIFT FOR MASKINOPMÅLING AF UAFKORTET TØMMER:**

Maskinføreren foretager kontrol og kalibrering af udstyret som foreskrevet af maskinleverandøren.

1. Ved start på et nyt jobnummer (skovningsopgave) kontrolmåles de første 3 tømmerstammer, der oparbejdes. Samtidig kontrolleres, at maskinen overholder aftalte minimumstopdiameter. Såfremt kontrolmålene for de 3 første kontrolstokke ikke stemmer, foretages ny kalibrering, hvorefter de 3 stokke måles igen.
2. Hver 25. stamme (minimum 8 pr. opgave) kontrolmåles og nummeres med et identificerbart nummer, som kan afstemmes med maskinens printerudskrift. Ved ensartede partier, der indeholder over 400 stammer, kan proceduren for udtag af prøvestokke ændres. I disse tilfælde er det tilladt at udtage to prøvestokke umiddelbart efter hinanden for hver 50. stamme. Prøvestokkene skal udtages tilfældigt med henblik på at opnå en repræsentativ stikprøve.
3. Maskinopmålingen foretages i cylindermasse. Stoklængden måles i hele cm uden anden afrunding. Stokdiameteren måles i hele mm uden anden afrunding.
4. Kontrolopmålingen udføres manuelt tilsvarende som under pkt. 3 - stokdiameteren dog ved korsvis klupning. Diametergennemsnittet afrundet til hele mm er kontrolmål. Såfremt målestedet er en grenkrans, knast eller på anden måde uregelmæssigt formet, måles diameteren umiddelbart under denne (typisk 10-20 cm).
5. På en kontrolliste skrives stoknummer, længde og diameter for både kontrolmålene og de af maskinen registrerede mål.

6. Viser maskinopmålingen i hvert enkelt tilfælde en længdeafvigelse på mere end +/- 20 cm og en diameterafvigelse på mere end +/- 10 mm i forhold til kontrolmålingen, kontrolmåles den efterfølgende stamme også. Opfylder denne stamme målekravet, fortsætter arbejdet. I modsat fald rettes årsag til målefejl og denne anføres på kontrollisten.
7. Er der tale om en teknisk fejl mærkes de foregående 25 stokke ud til senere manuel opmåling.
8. Stammer, der er for store eller grove til, at aggregatet kan håndtere dem optimalt - eller af anden årsag ikke kan opmåles tilfredsstillende med maskinen - opmåles manuelt i cylindermasse jævnfør pkt. 3 og skrives på en liste med stoknr., længde, diameter og træart.
9. I perioden medio april til medio august, hvor der er mulighed for barktab, skal opmålingsproceduren aftales mellem køber og sælger, inden skovningens opstart.
10. Ved kontrolmåling skal der ikke kompenseres for evt. barktab, men såfremt der på målestedet mangler bark, skal der gøres notat herom i kontrollisten.
11. Kontrollisten med udregnet afvigelsesprocent og påført maskinføreridentifikation, skov/afdeling, opgavenr. og dato udleveres til køber sammen med målelisten. Sælger og køber kan herudover aftale eventuel udfærdigelse af kontrolskema/-diagram.
12. Ved udslebning placeres kontrolmålte stammer således, at alle efterfølgende kan kontrolmåles ved bilfast vej i skoven.
13. Langtømmerpartiet mærkes, så partiet er let identificerbart.

## Bilag 5.4 (Bilag til aftaletillæg om maskinopmåling)

### KRAV TIL MÅLELISTER FOR MASKINOPMÅLT UAFKORTET TØMMER

#### Minimumskrav til måleliste:

- Grunddata: Skovningsdato, start- og sluttidspunkt  
Ejendom, afdeling, litra og partiidentifikation
- Stokdata: Stoknummer (alle stokke udskrives med fortløbende nummer og kontrolstokke skal kunne genfindes på stoklisten)
- Længde
  - Midtdiameter
  - Cylindermasse
  - Træart, anføres evt. i målelistens "hoved"



Sammendrag: Nedenstående for hver træart:

- Volumen for hver diameterklasse
- Stoktal for hver diameterklasse
- Samlet volumen og stoktal
- Diameterklasser: (11)13-15,9; 16-20,9; 21-25,9; 26-30,9 og  $\geq 31$  cm

Kontrolliste: Kontrolliste indeholdende data i overensstemmelse med bilag 1 "Arbejdsforskrift for maskinopmåling af uafkortet tømmer" pkt. 3 og 7 påhæftes altid målelisten (eksempel på kontrolliste kan rekvireres)

Kontrollisten omfatter:

- Maskin- og føreridentifikation
- Opgave (fx ejendom, afdeling og litra)
- Skovningsdato (analog med måleliste)
- Stoknr.
- Maskinopmålt og manuelt opmålt længde
- Maskinopmålt og manuelt opmålt diameter
- Totalvolumenaftvigelse i procent af maskinopmålt volumen

Øvrigt: Manuelt opmålte stokke (fx randtræer) opstilles samlet på målelisten

Herudover kan medtages:

**Supplementsliste:**

Grunddata: Maskin- og føreridentifikation

Stokdata: Topdiameter  
Roddiameter (diameter ved målingens påbegyndelse)  
Stokvis kvalitetsklasse

Sammendrag: Gennemsnitslængde for hver diameterklasse  
Gennemsnitslængde for hele partiet  
Længste stok  
Gennemsnitlig volumen pr. stok for hver diameterklasse  
Gennemsnitlig volumen pr. stok for hele partiet.

## Bilag 5.5

“Vejledende fortolkning vedr. klassificerings-bestemmelser for kævler af bøg og ask” udarbejdet af Træindustriens Fællesrepræsentation og Danske Skoves Handelsudvalg i 1974 (citat):

”I det kvalitetssorterings-skema, der for tiden danner grundlag for vejledende priser (*vejledende priser er nu forbudt, red.*) for løvtrækævler, indgår en række kriterier, der – bl.a. af overskuelighedshensyn – er ret ukoncist definerede. Med det sigte at indsnævre den fortolkningsmargin, nævnte forhold i praksis kan afstedkomme, er nedenfor givet nærmere definitioner af de enkelte kriterier.

### Generelt

Sorteringsreglerne forudsætter, at de enkelte kriterier (fejl) vurderes hver for sig. En kævles eller kævlesektions endelige klassificering fastsættes derefter i almindelighed som den laveste kvalitetsklasse, der fremkommer ved indplacering efter de enkelte kriterier.

#### 1. Form (krumning)

En krumning angives ved største pilhøjde ( $p$ ) over en længde på 3 meter. Ved *mindre krumning* i ét plan (der må forekomme i klasse A og B) forstås en jævn bue, hvis pilhøjde ikke overstiger 12 cm. Ved *større krumning* i ét plan (klasse C) forstås ligeledes en jævn bue, men pilhøjden må her gå op til 24 cm.

Når pilhøjden overstiger 24 cm, eller når der forekommer krumninger i mere end ét plan, kan kævlen normalt ikke klassificeres højere end klasse D.

#### 2. Snoning

Snoning eller vreden vækst angives ved afvigelsen ( $s$ ) mellem fiberretningen og kævlens længderetning.

Ved *ubetydelig* snoning må  $s$  ikke overstige 5 cm pr. løbende meter, mens den regnes for *betydelig*, når  $s$  ligger over 5 cm pr. meter.

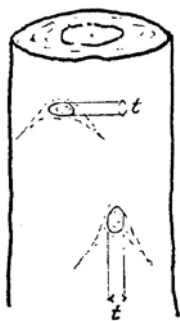
Kævler, hvor  $s$  overstiger 15 cm pr. løbende meter, kan normalt ikke klassificeres højere end klasse D.



Figur 5.5-1. Krumning.



Figur 5.5-2. Snoning.



Figur 5.5-3. Knasters størrelse.

### 3. Knaster og overgrøninger

Knaster og overgrøninger er fejl, der går helt ind til marven. Deres betydning er afhængig af deres størrelse, hældning og indbyrdes placering.

#### a) Størrelse

Størrelsen angives ved knastens eller overgrøningens *mindste* tværmål ( $t$ ).

Knaststørrelsen regnes for *betydende*, når  $t$  overstiger 10% af kævlels diameter, mens én enkelt mindre knast pr. 2 meter kævlelængde kan betragtes som værende uden betydning.

Hvis  $t$  overstiger  $1/3$  af diameteren, må fejlen sidestilles med to betydende.



Figur 5.5-4. Knasters hældning.

#### b) Hældning

Formen på det såkaldte kineserskæg angiver hvilken hældning, grenen/knasten har i veddet. Vinklen ( $v$ ) mellem stammeaksen og vingen kan umiddelbart måles. Er  $v$  mindre en  $60^\circ$ , må fejlen anses for *betydende*, medens større vinkler (fladere kineserskæg) kan betragtes som værende uden betydning.

#### c) Indbyrdes placering

Såfremt to eller flere knaster og/eller overgrøninger ligger i samme plan gennem stammeaksen eller vinkelret på denne, vil dette inden for klasserne B og C kunne nedsætte den betydning, de har i henhold til kriterierne under punkt a) og b).

### 4. Barkskader

Barkskader regnes ikke som betydende, når de er overfladiske, og det blotlagte ved er friskt. Som *betydende* regnes ældre skader, hvor vedoverfladen er blotlagt eller dækket af barkvalke.

### 5. Vanris

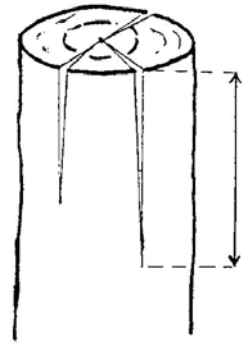
Vanris er mindre grene eller kviste, der har udviklet sig fra ”sovende øjne”, der normalt ikke kan iagttages ind til marven.

Som *betydende* regnes en vanrisknast eller vanrispude, der overstiger 15% af kævlels diameter. Ligestillet med en betydende regnes to-tre mindre vanrisfejl (0-15% af kævlels diameter).

## 6. Enderevner

Såfremt enderevner målt langs kævlels side er mere end 40 cm lange, regnes de som *betydende* og betinger dekort (Gælder ikke klasse D). Hvor én revne går ind til marven eller diagonalt gennem denne, beregnes dekorten ved at reducere kævlels afregningslængde med en trediedel af revnens længde.

I tilfælde, hvor der er flere revner, beregnes dekorten ved at reducere kævlels afregningslængde med halvdelen af den længste revnes længde.”



Figur 5.5-5. Enderevner.

## Specielle klassificeringsbestemmelser for løvtræ

### Bøg

Bøg begynder ofte ved 70-80 års alder at danne en mere eller mindre mørk kerne, der på grund af sin farvetone kaldes rødmarv eller rødkerne. Forekomsten af rødkerne har i nogen grad forbindelse med vækstlokaliteten; den er mest udbredt på svære jorde med vekslende grundvandstand, hvor træernes vandforsyning er ustabil. Rødkerne er et fysiologisk fænomen og skyldes ikke svampeangreb, men der kan forekomme sekundære infektioner med svampe eller bakterier. En sådan infektion giver sig ofte udslag i sorte rande eller pletter i randen af rødkerne.

Sund rødkerne tillades inden for nedenstående grænser, som er anført i procent af kævlels diameter, idet rødkerne-procenten beregnes ud fra den endeflade, hvor andelen er størst:

- Klasse A indtil 33% rødkerne
- Klasse B indtil 50% rødkerne
- Klasse C indtil 66% rødkerne

Mere rødkerne nedsætter én og kun én kvalitetsklasse.

### Eg

I klasse A og B forudsættes normal splinttykkelse. Som ”normalt” regnes en splint på 2,5-3 cm, undtagelsesvis op til 4 cm. Ved bredere splint gives rimeligt fradrag på diameteren, såfremt kævlen skal bruges til et formål, hvor splint ikke tillades.

Kævlelængden kan i eg undtagelsesvis gå ned til 2,4 meter.

### Ask

Klasse A og B skal være rodkævler, hvorved forstås den nederste kævle, selv om denne er renskåret i rodenden.

Ældre ask danner ofte mørk (brun eller sort) kerne. Der er tale om en

”falsk” kerne, hvor styrke og bearbejdningsegenskaberne ikke er påvirket. I klassificeringsbestemmelserne for ask er indført en særlig kvalitetsklasse Bk som rummer ”pæne” kævler, hvis anvendelsesmuligheder begrænses af brunkerne.

Brunkerne nedklassificerer efter følgende regler:

- Klasse A med mere end 33% men indtil 40% brunkerne nedsættes til klasse B
- Klasse A med mere end 40% brunkerne nedsættes til klasse Bk
- Klasse B med mere end 40% brunkerne nedsættes til klasse Bk

Procentbegrænsningerne for brunkerne beregnes som forholdet mellem dennes diameter (gennemsnit af største og mindste diameter) og kævleens diameter på den af snitfladerne, hvor brunkernelen er størst.







## 6. SKOVENS FORYNGELSE

Så snart der hugges træer i skoven, vil der være behov for at nye træer vokser op, hvis skovtilstanden skal opretholdes. Det enkleste er naturligvis at lade naturen råde og blot afvente, at frøfald fra de efterladte træer eller fra nabobevoksninger skal spire og etablere en ny bevoksning. Stort set ethvert jordareal, som overlades til sig selv, vil med tiden blive bevokset med træer. På mange arealer vil det dog vare meget lang tid, før trævæksten dækker hele arealet. Desuden består den trævækst, som fremkommer naturligt, langt fra altid af de mest værdifulde træarter, lige som kvaliteten kan være meget varierende. Det økonomisk tænkende skovbrug benytter sig derfor af en række *kulturarbejder* for hurtigt og sikkert at etablere en bevoksning, som indeholder de ønskede træarter i et passende antal. Arbejdets omfang vil variere fra areal til areal afhængigt af de aktuelle jordbundsforhold, lokalklimaet, den hidtidige bevoksning, økonomi m.v.

Med tilstrækkelige økonomiske midler vil det være muligt at etablere en vellykket bevoksning af træer på stort set ethvert areal. Dermed er det også antydnet, at det ofte er en afvejning af de biologiske og økonomiske muligheder, som er afgørende for kulturetableringens intensitet. På de vanskeligste lokaliteter, som kræver en omfattende indsats for at skabe en komplet bevoksning, vil tilvæksten ofte være så lav, at den ikke står mål med omkostningerne. Der kan det forekomme, at man vil nøjes med et beskedent og billigt kulturanlæg, selv om det kan forudses, at man får en uensartet bevoksning og måske ikke opnår den bedste trækvalitet. I skove med høj tilvækst kan det derimod bedre forsvares at ofre omkostninger på kulturanlægget.

I det følgende omtales de vigtigste tekniske løsninger til at forberede arealet (dvs. pladsrensning og jordbearbejdning) og frembringe en ny bevoksning, enten ved såning eller plantning. Endvidere vil kulturpleje i form af vildtafværgning samt bekæmpelse af ukrudt, mus og insekter i kulturer blive kortfattet behandlet. Ikke alle tiltag vil være aktuelle ved enhver kulturetablering, men vil forekomme i varierende omfang og intensitet.

### 6.1 Foryngelsesmuligheder

#### Naturnær skovdrift

I den ideelle skovtilstand findes der i enhver bevoksning frøbærende

træer af de mest ønskede arter, således at nye træer til stadighed etablerer sig, i takt med at de gamle og værdifulde træer hugges og udnyttes. Forstmandens opgave er at regulere artssammensætningen og tætheden af skoven. Det gøres ved at fjerne uønskede individer og dermed sørge for, at de mest værdifulde individer får optimale udviklingsmuligheder.

Denne idealtilstand er en af de bærende tanker bag den såkaldte *natur-nære skovdrift*, som praktiseres en del i det centrale Europa, og gennem de seneste to årtier også i Danmark. Ved at sikre sig, at skoven indeholder nogle træarter, som vokser og forynger sig godt på den jordbund og under det klima, som hersker på lokaliteten, ønsker man at opretholde en vedvarende og stabil skovtilstand. I almindelighed stiles der efter en blandingsskov med flere arter. Det sikrer, at der ikke opstår større åbninger i skoven, hvis én art falder bort på grund af sygdom, skadedyr eller klimatiske ekstreme. Til naturnær skovdrift i sin klassiske form anbefales det fortrinsvist at bruge hjemmehørende arter og provenienser, dels ud fra naturbeskyttelseshensyn, dels ud fra den antagelse, at hjemmehørende arter generelt er mere stabile og dyrkningssikre end indførte arter. Erfaringen viser dog, at indførte arter kan klare sig fortrinligt, hvis deres krav til klima og voksested kan opfyldes under danske forhold.

Om træarterne skal blandes som enkeltindivider eller i grupper (holmevis, bevoksningsvis) er ikke afgørende for dyrkningsprincippet, men man må sørge for, at grupperne ikke bliver større end frøspretningsafstanden for de arter, der indgår i blandingen. Da afstandskravet gælder frøbærende (dvs. gamle) træer, er det hermed også sagt, at driftsformen indebærer en aldersvariation i skoven. Ved egentlig *plukhugst*drift (tysk ”Plenterwald”) tilstræber man bevidst en intim blanding af alle træarter og -størrelser over hele arealet. Systemet er udviklet i Alpe-egnene med henblik på at opnå det mest muligt stabile skovdække. Formålet er at undgå sne- og jordskred, samtidigt med at man opnår en vis træproduktion. Der er tale om en intensiv og arbejdskrævende driftsform, som næppe frembyder fordele, hvis målet med skovdriften er vedproduktion. En meget intensiv blanding af gamle og unge træer kan føre til både driftsmæssige og kvalitetsmæssige problemer. Derfor vil det ofte være en god idé, at aldersvariationen etableres holme- eller bevoksningsvis, men naturligvis med respekt for, at der skal kunne foregå en tilstrækkelig frøspretning.

På lokaliteter, der frembyder gode foryngelses- og vækstmuligheder for værdifulde træarter, kan den naturnære tilgang være en velegnet driftsform. Man skal dog være opmærksom på, at skoven bliver en mosaik af ganske små enheder med forskellige træarter og aldre. At frembringe kvalitetstræ under disse betingelser kræver opmærksomhed fra skovdyr-

kerens side og målrettede indgreb for at begunstige de bedste træer. Der er altså ikke tale om, at man får gratis skov af høj kvalitet, men derimod at man bruger sin indsats på pleje af bevoksningerne i stedet for på kulturanlæg. Da både plejeindgrebene og udbyttet af træ falder spredt i bevoksningerne, må skoven opbygges sådan, at store arealer kan tages under behandling på én gang, når ønsket om teknisk indsats melder sig. Ellers kan maskinernes kapacitet ikke udnyttes, og driften bliver for dyr. Det er dog mest et planlægningsmæssigt problem, som ikke behøver at være en hindring for den naturnære drift. En alvorlig hindring er derimod eksistensen af en stor vildtbestand. Da der kontinuerligt skal være mulighed for foryngelse over hele skovarealet, kan man ikke beskytte opvæksten ved hegning. Eneste mulighed er at regulere vildtbestanden til et niveau, hvor den ikke forhindrer foryngelse af nogen af de træarter, som er ønskværdige.

Naturlig foryngelse er på ingen måde en betingelse for at opnå det vedvarende skovdække, som er en af grundpillerne i den naturnære skovdrift. Hvis de træarter, der forefindes på arealet, ikke er i stand til at forynge sig, kan man ved indplantning i lysbrønde og underplantning af den eksisterende skov sikre sig både kontinuerlig skovtilstand og artsvariation. Vælger man træarter, som erfaringsmæssigt er gode til at selvforynge sig på lokaliteten, vil man om en trægeneration være mindre afhængig af plantning.

Et vedvarende skovdække indebærer dog begrænsninger i træartsvalget, idet kun skygetræarter er i stand til at klare sig under et ubrudt kronedække. De udprægede pionérarter (skovfyr, birk m.fl.) kræver, at der frembringes ret store lysninger i skoven, hvis de skal kunne nå at vokse

*Figur 6-1. Eksempel på naturnær skovdrift i Danmark: Uensaldrende selvforyngelse af flere træarter. Højkol ved Salten Langsø.*

*(Foto: Søren Fodgaard)*



op i lyset, inden kronetaget lukker sig. Mange af skyggetræarterne bliver desuden højere end pionérarterne, som derfor har svært ved at klare sig på langt sigt. Under danske forhold er der især bekymring for, om eg vil kunne indgå som et element i naturnær skovdrift. I lande, hvor man har tradition for selvforyngelse af eg (især Frankrig), sker det ved at etablere ret store lysbrønde, hvor også underskoven hugges bort. I Danmark har vi kun få og spredte erfaringer med selvforyngelse af eg.

Indtil videre er vi i Danmark (stort set) kun nået til de indledende faser af en naturnær driftsform. Ved indplantning/underplantning forsøger man at etablere de frøtræer, som på længere sigt skal danne grundlag for en varieret foryngelse. Samtidigt tyndes der i partier, så der bliver lys både til nyplantningerne og til foryngelse af de eksisterende træer. Fra denne begyndelse må der forventes at gå mindst en trægeneration, inden man har selvforyngende bevoksninger i balance. Hvordan det biologiske, driftsmæssige og økonomiske resultat vil blive, står endnu hen i det uvisse.

På de fleste arealer i Danmark kan der peges på træarter, som kan indgå i et naturnært driftssystem. Men specielt på de sandede, vindpåvirkede lokaliteter i landets vestligste del er nogle af de oplagte arter (f.eks. contortafyr, bjergfyr) ikke altid ønskede, fordi deres spredning kan være af invasiv karakter, og fordi det producerede træ ikke er tilstrækkeligt værdifuldt. Endvidere opfylder de ikke ønsket om at tilgodese hjemmehørende arter i skovdriften. Eksistensen af egekrat vidner dog om, at også hjemmehørende løvtræ engang har været i stand til at forynge sig i landets vestlige del. Desværre tyder erfaringer fra træartsforsøg på, at løvtræernes produktionsevne på disse lokaliteter er så lav, at den nok ikke vil tilfredsstille det økonomisk tænkende skovbrug.

### Skematiske foryngelsesformer

Mange steder er forholdene ikke så gunstige, at de ønskede træarter forynger sig selv. Det kan være på grund af mangel på frøbærende træer, men skyldes lige så ofte at jordbund, vegetation, lokalklima og/eller vildtbestand ikke er gunstige for frøspiring og små planter, selv om en etableret bevoksning af arten udmærket kan vokse på stedet. Endelig kan det være, fordi man bevidst har valgt en driftsform med bevoksninger af ensaldrende træer, som renafdrives ved modenhed. På afdriftsfladerne vil kun pionértræarter forynge sig naturligt, mens skovejeren ofte ønsker andre træarter med højere produktion. I alle disse tilfælde må man gøre en målrettet indsats for at forberede arealet, etablere en kultur, og pleje denne kultur indtil planternes overlevelse er sikret. Arbejdet kan gribes forskelligt an, alt efter formålet og økonomisk formåen. Der kan være tale om meget velforberedte og intensive kulturer, hvor der lægges vægt

på hver eneste plantes overlevelse og udvikling (f.eks. juletræskulturer). I den anden ende af spektret er ekstensive plantninger eller såningskulturer, hvor hovedformålet er at etablere et skovdække på arealet, mens de enkelte træers udvikling og kvalitet kommer i anden række.

I den klassiske plantagedrift løser man opgaven ved at tilplante et (større) areal på én gang med én træart. Der opretholdes et sammenhængende skovdække over hele arealet, men gennem tyndingshugster skabes der plads til de tilbageværende træer, så de opnår en god diameterudvikling. Når de fleste individer har opnået en økonomisk set passende dimension, fælder man samtlige træer (renafdrift) og kan så begynde forfra. Renafdriftssystemet er meget overskueligt og let at planlægge. Såvel omkostninger som hugstudbytte er ret forudsigelige, undtagen i de sjældne tilfælde, hvor naturkatastrofer rammer arealet.

Renafdrift af større arealer indebærer dog nogle biologiske og driftsmæssige problemer. I fladt landskab langt fra kysten, mest udpræget på hedefladerne i Jylland, vil der opstå store temperatursvingninger på afdriftsfladerne, med nattefrost helt hen i juni måned. Hvis jordbunden samtidigt er sandet, vil den være udsat for stærk udtørring i sommermånederne. Nogle af de plantearter, som klarer sig bedst under sådanne forhold, er lyng og hårdføre græsser som bølget bunke og blåtop. Deres tilstedeværelse forøger yderligere risikoen for forårsfrost. Under disse forhold er det vanskeligt at etablere en ny kultur, og udvalget af træarter er stærkt begrænset. I det vestlige Danmark er valget oftest faldet på rødgran, som er kendt for at være meget kultursikker. Skovfyr, birk og lærk er andre muligheder, hvoraf de to første dog sjældent bruges, da de har lav tilvækst og som regel også lav salgspris. I mere kystnært og/eller

*Figur 6-2. Renafdriftssystemet er en rationel og overskuelig form for træproduktion.*

*(Foto: Tyge W. Kjær)*





kuperet terræn er sitkagran meget brugt; den klarer sig godt i ukrudt, men er noget mere frostfølsom end de tidligere nævnte arter.

For at mindske dyrkningsproblemerne på renafdrifterne er der udviklet en række alternativer. Det enkleste er at foretage hugst og foryngelse i smalle striber, begyndende i skovens nordkant. Hvis der kun afdrives en øst-vestgående stribe med en bredde, som cirka svarer til træhøjden, vil striben ligge i skygge det meste af dagen. Desuden ligger den delvist i læ for de fremherskende sydvestlige vinde, så man i nogen grad undgår udtørring. Skyggen vil dæmpe bundfloraens udvikling, og den gamle bevoksning på den ene side af striben vil i nogen grad nedsætte udstrålingen og dermed frostrisikoen i klare nætter. Man får et mildere lokalklima, hvor nyplantede træer har bedre mulighed for at overleve. Efter tilplantning af en sådan stribe venter man i de klassiske nordrandsforyngelser nogle år (typisk 3-8), inden man afdriver og tilplanter en ny stribe syd for den foregående, og så fremdeles indtil hele bevoksningen er forynget.

Er der tale om en større bevoksning, kan det tage mange år at forynge arealet, hvis man kun arbejder i nordranden. Derfor er det almindeligt at åbne flere øst-vestgående striber på én gang ved den indledende foryngeshugst. Hver af disse striber udvides så mod syd med nogle års mellemrum – en såkaldt *kulisseforyngelse*. Et uundgåeligt problem ved denne foryngelsesform er, at man til sidst står tilbage med smalle striber af gamle træer. Hvis udgangspunktet er rød- eller sitkagran, vil de sidste striber som regel bryde sammen på grund af stormfald og/eller insektangreb. Systemet kan derfor sjældent gennemføres helt konsekvent.



Figur 6-3. Nordrandsforyngelse i Mourier Petersens Plantage ved Ringkøbing. Nord er mod venstre. Der ses tre striber af rødgran af forskellig alder; længst mod højre skimtes kvasranken fra en netop afdrevet stribe.

(Foto: Tyge W. Kjær)



Princippet med nordrandsforyngelse kan varieres, f.eks. ved at starte foryngelsen i kiler fra øst. Med nogle års mellemrum gøres kilerne dybere og udvides mod syd, indtil hele bevoksningen er forynget. Under alle omstændigheder vil man ved disse foryngelsesformer få en uensaldrende bevoksning og derfor også en stor bredde i sortimentsudfaldet ved efterfølgende tyndingshugster.

I de fleste danske eksempler på randforyngelser har der ikke været tale om noget træartsskifte. Randens beskyttende virkning mod frost og udtørring aftager stærkt uden for en afstand på få meter, og derfor er der brug for en robust træart i foryngelsen. Som regel har der været tale om rødgran efter rødgran. Hvis der er ønske om et skift til mere sarte træarter (bøg, ahorn, ædelgran etc.) er det en mulighed at foretage én eller flere kraftige tyndingshugster i bevoksningen, så stamtallet omtrent halveres. Herved omdannes den gamle bevoksning til en *skærm*, som kan beskytte mod frost og udtørring, samtidigt med at der skabes lys til ny trægeneration. Ud over at virke som frostbeskyttelse skal skærmen dæmpe udviklingen af bundvegetationen. En kraftig græsvegetation kan være levested for mus (markmus, rødmus), som kan være ødelæggende for en foryngelse. Skærmstilling med henblik på træartsskifte eller suppleringsplantning med frostfølsomme træarter har været forsøgt mange steder.

Uheldigvis forholder det sig sådan, at på de lokaliteter, hvor behovet for skærm er størst, består den gamle bevoksning meget ofte af rødgran, som egner sig dårligt til skærmstilling. En hel del af indsatsen er derfor endt med, at skærmen er blevet ødelagt af stormskader og/eller angreb af barkbiller. Hvordan et sådant pludseligt bortfald af skærmen påvirker foryngelsen, beror meget på træarten. Selvfølgelig betyder et stormfald, at en del af foryngelsen vil blive fysisk ødelagt, enten af faldende træer eller i forbindelse med oprydningsarbejdet. Bortset fra det vil træarter som bøg, ahorn, douglasgran og grandis kunne klare sig uden skærm, blot de er groet ud af den værste frostfare, dvs. har opnået et par meters højde. Anderledes stiller det sig med ædelgran, som ikke tåler pludselig fjernelse af skærmen. Under kontrollerede forhold må det for alle træarter anbefales, at skærmen afvikles i løbet af to eller flere hugster, så underplantningen langsomt kan vænne sig til fuldt sollys og temperatursving.

## 6.2 Arealforberedelse

### Pladsrensning (Rydning af kulturarealet)

Når der skal etableres en skovkultur efter afdrift af en tidligere bevoksning, er det som regel nødvendigt at rydde arealet for efterladte grene

m.m. Mængden af hugstrester (dvs. trædele, som ikke oparbejdes til rundtræeffekter eller flis) afhænger af træart, bonitet, hugststyrken i løbet af bevoksningens levetid, og af aflægningsgrænsen. Ved afdrift (hovedskovning) af bøg bonitet II angives mængden af kvas tyndere end 5 cm til at være ca. 70 m<sup>3</sup>/ha (ca. 40 tons tørstof pr. hektar), mens udnyttet masse udgør ca. 415 m<sup>3</sup>/ha (240 tons tørstof pr. hektar). Grenmassen (inkl. nåle) efter afdrift af rødgran vil også udgøre ca. 40 tons tørstof pr. hektar, dog med store variationer. Det er altså ret store mængder materiale, som skal flyttes, hvis arealet skal ryddes fuldstændigt.

Rydning af kulturarealet for hugstaffald fra den tidligere bevoksning bør imidlertid kun foretages i det omfang, det er nødvendigt, og helst helt undlades. En fjernelse eller samling af kvaset betyder en fjernelse eller koncentration af plantenæringsstoffer fra jorden, og indebærer i langt de fleste tilfælde en del kørsel med tungt maskineri på den blottede jordbund. Sidstnævnte gælder også, selv om man vælger at nedknuse kvaset i stedet for at fjerne det. Kørslen kan have uheldige konsekvenser i form af forsumpning på grund af traktose, med negativ påvirkning af overlevelse og tilvækst m.v. Fjernelse eller knusning af hugstrester kan tillige være en kostbar foranstaltning. Man bør derfor i hvert enkelt tilfælde nøje vurdere, om det er nødvendigt at udføre en pladsrensning.

I dag er mængden af efterladt materiale ved hovedskovning (afdrift) ofte lille, fordi grene, toppe og beskadiget træ udnyttes til energiformål. Rydning af arealet skal derfor indtænkes allerede i skovningsoperationen, så kvaset lægges til rette på en sådan måde, at det let kan udkøres eller oparbejdes af en selvkørende flishugger. Ved aflægning af afkortede effekter i nåltræ (korttømmer, cellulose- og emballagetræ) efterlades grene og toppe (GROT) i bunker langs køresporene, med stakkene af effekter anbragt mellem kvasbunkerne. Oparbejdes der langtømmer, kan kvaset lægges i ranker langs tømmeret, og det må undgås at sprede kvaset, når tømmeret slæbes ud. Ved skovning af ældre løvtræ er det ikke muligt at efterlade toppene så velordnet som i nåltræ. Her er det vigtigste at undgå at køre oven i kvaset. Evt. skal kronerne skæres i håndtérbare stykker i forbindelse med skovningen, så de er lette at køre ud efterfølgende.

I de tilfælde, hvor der efterlades større mængder hugstrester, er det oftest enten, fordi arealet er for lille til at retfærdiggøre indsatsen af en flishugger, eller at man har benyttet grene og toppe som køreunderlag for at skåne jordbunden. Endelig kan det efter stormfald være vanskeligt at udnytte hugstresterne til energiflis, fordi kørslen på arealet sammen med de opvæltede rodkager bevirker en stærk tilsmudsning af det efterladte materiale.

Hvis de efterladte hugstrester forringer mulighederne for at anlægge en ny skovkultur, kan det være fornuftigt at foretage en pladsrensning med henblik på:

- at lette eller muliggøre jordbearbejdning,
- at sikre en bedre plantning og derved højere overlevelse,
- at sikre lettere færdsel, bl.a. i forbindelse med ukrudtsbekæmpelse,
- at reducere risikoen for frostskafer,
- evt. at reducere angreb af rodfordærver og snudebiller ved at fjerne de gamle stød.

En *total rydning* af arealet vil i de færreste tilfælde være nødvendig for den kommende kulturs start eller adgangen til arealet. Det er kun tilfældet ved start af en juletræs- eller pyntegrøntbevoksning, hvor der er behov for intensiv færdsel på arealet i årene umiddelbart efter kultur anlægget. En hel eller delvis fjernelse af hugstresterne kan dog være nødvendig, hvor man ønsker at foretage en intensiv jordbearbejdning på arealet.

Ved en total rydning af kulturarealet kan kvaset skubbes sammen i rækker med en afstand på 30-50 meter, som efterlades til naturlig nedbrydning. Alternativt kan det skubbes sammen i bunker og afbrændes i store bål. Sidstnævnte fremgangsmåde kræver anmeldelse til brandmyndighederne og må forventes at blive forbudt i fremtiden.

De biologiske fordele ved disse fremgangsmåder er få, mens ulemperne (næringsstofftab, hurtigere udvikling af ukrudt, større fordampning fra jordoverfladen, m.m.) kan være mange. Sammenskubning af kvaset kan dog indebære økonomiske fordele, da der kan anvendes redskaber stor arbejdskapacitet. En af de tekniske løsninger er det tyske kvasrydnings-

Figur 6-4. Kvasrydning med Räumfix-aggregatet.

(Foto: Wilbert Müller)



aggregat Räumfix, som kan monteres på en landbrugs- eller udslebningstraktor. Aggregatet har fire individuelt ophængte tænder, som fastholdes af kraftige fjedre, så de kan give efter, hvis de møder faste forhindringer. Ved påkørsel af stød eller andre ujævnheder i terrænet viger tænderne tilbage og opad og returnerer derefter til normal position efter passage af forhindringen. Derved tabes læsset ikke, i modsætning til en almindelig frontlæsser, hvor man skal løfte hele grabben for at passere en forhindring. Redskabet arbejder bedst, når der er efterladt en ret stor mængde kvas på arealet. Tidsforbruget ligger omkring 4 timer pr. hektar, svarende til ca. 2 500 kroner.

En tung, men effektiv løsning til totalrydning af kvas er en gummihjuls-læssemaskine (gummiged) – se figur 6-8. Den kombinerer god manøvrerdygtighed med en ”elastisk” converter-transmission og en meget stor løftehøjde. I stedet for standardskovlen udrustes den med en 3- eller 4-grenet grab til opsamling af kvaset. På grund af transmissionen og den kraftige konstruktion kan læssmaskinen i modsætning til en landbrugstraktor med frontlæsser holde til den uundgåelige påkørsel af stød og rødder uden at tage skade. Ulempen ved denne løsning er maskinens meget store marktryk, som under uheldige omstændigheder kan bevirke, at et kulturareal forsumper på grund af traktose efter kvasrydningen.

Naturstyrelsen fik i forbindelse med oprydningen efter stormfaldet i december 1999 konstrueret en kraftig rive til montering på skovlen af en stor gravemaskine (figur 6-5). Med 10 meters rækkevidde af gravearmen kan maskinen nå hele arealet fra de faste kørespor. Kvas og eventuelle løse stød kan skræbes sammen i ranker med en afstand på ca. 20 meter, uden at der køres på skovbunden mellem sporene. Ved denne teknik



Figur 6-5. Kvasrydning med gravemaskine.

(Foto: Naturstyrelsen).



Figur 6-6. Kvasranke lagt op efter stormfald i 1981. Borbjerg Plantage, Naturstyrelsen.

(Foto: Steffen Haveland, februar 2000)



undgår man tillige at trække jord og uomsatte nåle med op i kvasranken. På den måde får den mindre volumen og synker hurtigere sammen end jordblandede ranker.

Et specialtilfælde af totalrydningen er fladeafbrænding. Metoden anvendes efterhånden kun i begrænset omfang i Europa, men afbrænding har været den fremherskende måde at foretage kulturforberedelse i bl.a. Canada. I de senere år er afbrænding af hugstrestre genoptaget i beskeden målestok bl.a. i Sverige med den argumentation, at skovbrand er den naturligste foryngelsesform i de boreale nåleskove. Skovbrand og stormfald er de måder, hvorpå den naturlige nåleskov forynges over større arealer.

Total afbrænding af arealet kan nok være fordelagtig i visse situationer, hvor man ønsker en naturlig foryngelse af pionérarter, som spirer bedst på mineraljord. Det gælder i første række arter af fyr (*Pinus*). Det er muligt at få reduceret et eventuelt uomsat lag af organisk materiale væsentligt, men til gengæld sker der et stort tab af kulstof og kvælstof fra arealet. Endvidere er der naturligvis en risiko for, at man får startet en større ukontrolleret skovbrand. I Danmark bruges fladeafbrænding stort set ikke som kulturforberedelse, og bør som hovedregel undgås. Foruden nærings- og kulstoftabet er der risiko for planteafgang som følge af svampeangreb (brandpletsvampen Rodmorkel, *Rhizina undulata* Fr.).

Ved en *stribevis rydning* af hugstaffaldet fjernes kvaset kun fra de kommende planterækker. Det kan skubbes til side ved en kombineret kvasrydning og jordbearbejdning med en kulturplov – se senere under afsnittet om jordbearbejdning. Ved en stribevis rydning bevares en del af kvasets gavnlige effekter med hensyn til dækning af jorden og dermed



Figur 6-7. Traktormonteret grenknuser. Tromlen på knuseren har tænder af hårdmetal (lille foto).



mindre vandfordampning, læ og mindre ukrudtsvegetation. Hvis de efterladte kvasmængder ikke er alt for store, kan stribevis rydning af arealet foretages som en nedknusning ved hjælp af en traktordrevet grenknuser, der arbejder mellem de gamle stødrækker. Prisen for en sådan operation afhænger af kvasmængderne, -tykkelsen og det ønskede resultat. Den vil ofte ligge i intervallet 2 000-4 000 kroner pr. hektar.

Efter hugst af løvtræ vil der eventuelt være mulighed for, at brændesankere kan fjerne så meget af kvaset, at yderligere rydning ikke er nødvendig. Antallet af brændesankere er imidlertid aftaget stærkt, og en mere nærliggende løsning er at oparbejde kvaset til energiflis.

Fjernelse af stødene fra den tidligere bevoksning kan være begrundet i en intensiv færdsel på arealet i den kommende bevoksnings levetid (pyntegrønt eller juletræer) eller ønske om mekanisk kulturrenholdelse. Begrundelsen kan også være, at arealet på grund af andre omstændigheder, f.eks. stormfald, er ufremkommeligt, medmindre det ryddes fuldstændigt. Stødrydning kan dog – især på sandjorde – også komme på tale som forudsætning for en dybtgående jordbearbejdning (reolpøjning). Endelig kan fjernelse af rådficerede stød reducere angreb af rodfordærversvampen (*Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref.) i den efterfølgende bevoksning, lige som angreb af den brune snudebille (*Hylobius abietis* L.) vil kunne undgås.

Redskaberne til stødrydning kan være en almindelig gravemaskine, som skal have tilstrækkeligt stor brydekraft i skovlen til at brække stødene op af jorden. Der findes også aggregater, som kan monteres i spidsen af gravearmen på en gravemaskine og klippe stødene i stykker. Alternativt



Figur 6-8. Gummihjuls-læsser med rydnings-grab.

(Foto: Mosegaarden)



kan man bruge en gummihjuls-læsser (gummiged) til rydning og samling af rodkagerne. Gummihjuls-læsseren må være udstyret med en særlig rydnings-grab (figur 6-8), så den ikke flytter for megen jord sammen med stødene. Det bør under alle omstændigheder tilstræbes, at rodsystemerne befries for mest muligt af den vedhængende jord, inden stødene fjernes fra arealet.

Isoleret set er stødrydning en meget omkostningstung operation, men i perioder med høje energipriser er det i nogle tilfælde muligt at sælge stødene til energiformål, og derved mindske udgiften for skovejeren. De optagne stød neddeles i en langsomtgående knuser og bruges til at forbedre forbrændingsegenskaberne for husholdningsaffald. Energien udnyttes på den måde til fjernvarmeproduktion. Affaldsforbrændings-anlæggene har i perioder været villige til at betale i størrelsesorden 350 kroner pr. ton for rensset, neddelt ”rodflis”. Ved stødrydning efter afdrift af modent nåletræ kan mængden være op til 200 tons pr. hektar (frisk-vægt), idet henved 20 % af bevoksningens biomasse befinder sig under jordoverfladen.

Som alternativ til at brække stødene op af jorden kan en totalrydning af et kulturreal også foretages ved en eller flere overkørsler med en kraftig grenknuser. Der findes knusere/fræsere (AHWI, FAE, Meri m.fl.), som kan bearbejde kvaslaget og fræse det ned i 15-20 centimeters dybde eller endog dybere. Brugen af dette maskineri er imidlertid begrænset til arealer, hvor der ikke er store sten. Behandlingen kan være noget risikabel, da den især på jorde med lerindhold kan give anledning til efterfølgende forsumpning over hele arealet. Desuden er metoden meget kostbar (størrelsesorden 10 000 kroner/ha), men den kombinerer bevaring af det



Figur 6-9. Kraftig grenknuser, som også fjerner stødene.

(Foto: Brøndbjerg Skovservice)

organiske materiale på arealet med uhindret færdsel i kulturens første år. Efter en sådan dyb nedknusning vil det være muligt at tilplante arealet maskinelt uden at tage hensyn til stødene.

Stødfræsning/knusning har tidligere især været brugt i juletræskulturer. Eventuelle vragræer er blevet nedknust ved samme lejlighed uden forudgående fældning. De moderne fræsere kan dog også magte stød efter større træer, og metoden vinder mere og mere frem i det almindelige skovbrug, i takt med at både traktorer og redskaber er blevet kraftigere.

Total nedknusning af træ- og buskvegetation bruges også en del i naturplejen, hvor man vil (gen)skabe lysåbne arealer til græsning eller høslæt.



Figur 6-10. Efter afdrift af gammel bøg er hugstrestreterne knust, mens stødene står tilbage.

Ved etableringen af bevoksninger efter nåletræ eller en tidligere juletræs-bevoksning kan man opnå en moderat ukrudtsdæmpende effekt ved en totalknusning af hugstaffaldet fra den tidligere bevoksning. Hvis ukrudtet effektivt skal holdes nede, må laget af knust materiale imidlertid være meget tykt (> 10 cm). Det forekommer ikke på normale afdrifter, og slet ikke som et jævnt lag.

### Jordbearbejdning

Formålet med en jordbearbejdning vil normalt være at fremme plantningers og såningers udvikling, såvel på kortere (kulturfasen) som på længere (bevoksningsfasen) sigt. Jordbearbejdningen kan sikre:

- etablering af gode plantepladser og såbede
- reduktion af konkurrence og skader fra anden vegetation, skadedyr, frost, m.v.
- forbedring af jordbundsstrukturen gennem brydning af al og opblanding af podsol

Så vidt muligt må jordbearbejdningen ikke påvirke andre vigtige dyrknings- og vækstfaktorer (især næringsstofbalancen) i negativ retning. Al jordbearbejdning indebærer en fare for, at jordens øverste, organiske lag går i omsætning, så der sker en øget udvaskning af næringsstoffer. Denne risiko må tages med i vurderingen af, hvor intensiv jordbearbejdningen skal være.

Jordbearbejdning kan udføres som *fuldbearbejdning*, der omfatter hele arealet eller væsentlige dele af det, f.eks. brede bælder. Alternativt som *stribearbejdning* eller *punktbearbejdning*, hvor bearbejdningen indskrænkes til den kommende planterække eller planteplads og dens nærmeste omgivelser. Afhængigt af bearbejdningens omfang kan der benyttes en række forskellige metoder: blotlægning, pløjning, harvning, fræsning, hullboring, grubning eller gravning. Jordbearbejdningens intensitet vil afhænge af jordbunden, kulturtræarten, og hvor lang tids virkning man stiler efter.

*Fuldbearbejdning* af et areal kan være begrundet i ønsket om at kunne færdes med lethed på hele arealet (f.eks. juletræ- og pyntegrøntkulturer), eller at man ønsker at få omsat et morlag (podsoljorde). Begrundelsen kan også være, at man ønsker at ødelægge en eksisterende bundvegetation for at undgå museangreb (mest løvtrækulturer) og/eller for at fremme selvsåning.

Til fuldbearbejdning kan anvendes:

Redskab	Bearbejdningsdybde i cm
Muldfjælplove	15-100
Tallerkenplove/harver	20-30
Landbrugsharver (tallerken-, tand-)	5-15
Fræsere, store grenknusere	10-35

Valg af redskab vil bl.a. afhænge af arealets tidligere anvendelse (skov, ager, m.m.) samt den skønnede nødvendige bearbejdningsdybde og -intensitet.

Ønsker man eksempelvis at fuldbearbejde skovjord (med stød) vil et rullende redskab (tallerkenharve eller -plov) være at foretrække. Effektiv og dyb nedpløjning af et mor- eller dyrkningslag på sandjord udføres bedst med en muldfjælplov (evt. reolplov), om nødvendigt efter stødrydning. Mindre stød efter f.eks. juletrækulturer kan dog nedpløjes direkte. Til løsning af kompakte jorde eller jordlag (al, pløjesål) kan både anvendes kraftige muldfjælplove og grubbere. Harver anvendes især til forbehandling af stubmarker inden pløjning, til udjævning af grove plovfurer, samt til forberedelse af selv- eller naturforyngelser af løvtræ. Hvor formålet hovedsageligt er ødelæggelse af eksisterende vegetation, kan enten benyttes harver eller fræsere.

Den største udbredelse til fuldbearbejdning i Danmark har nok Lindenborg spadeharven. Redskabet er oprindeligt udviklet med henblik på mekanisk renholdelse i skovkulturer, men egner sig også fortrinligt til at forberede en selvfor yngelse af løvtræ. Lindenborgharven kan udrustes med enten kraftige og meget fligede eller med tyndere og mindre fligede tallerkener. De kraftige tallerkener er gode til bearbejdning af en kraftig græstørv, men efterlader efter et par træk overfladen meget ujævn. På en stiv jord kan overfladen tillige blive meget knoldet, hvilket ikke giver et optimalt så- eller plantebed. De tyndere og mindre fligede tallerkener arbejder knapt så dybt. De er derfor velegnede på arealer med en tyndere græstørv eller andre urter samt til mekanisk renholdelse af kulturer. Lindenborgharven er et meget smidigt redskab, da den hænger tæt på traktorkroppen.

I stedet for Lindenborgharven kan man bruge en almindelig landbrugstallerkenharve. Forudsætningen er, at den ikke er for bred (max. 3 meter) og at den er konstrueret tilstrækkeligt solidt. Det kan dog være en ulempe, at alle tallerkener i hele harvens bredde er monteret på samme aksel. Det betyder, at alle tallerkener løftes op af jorden, når harven kører over en sten eller et stød. Endvidere kræver landbrugsharver som regel mere plads end Lindenborgharven, når der skal drejes og vendes.



Figur 6-11. Lindenberg spadeharve.



Ved fuldbearbejdning med tallerkenredskaber skal arealet som regel behandles i 2-3 træk for at opnå et tilfredsstillende bearbejdningsresultat. En sådan overfladisk fuldbearbejdning i form af harvning er meget brugt i forbindelse med oldenfald i bøg. Målet er at fremme spiringen af bogen og dæmpe eller for en tid ødelægge urte- og græsvegetationen i skovbunden. På grund af den overfladiske behandling vil frøkrudt og græsser med dybereliggende rodsystemer dog hurtigt indfinde sig på arealerne igen. Fræsere og fjedertandsharver (stubbekultivatorer) er konstrueret til anvendelse i landbrugsjord og vil derfor i mange tilfælde være for svage til anvendelse i skoven. Med forsigtighed kan det dog godt lade sig gøre at lave et rimeligt bearbejdningsresultat, hvis der ikke er for meget kvas på arealet. Anvendelsen vil typisk være til fuldbearbejdning forud for selvforyngelse af bøg.

Almindelige muldfjælplove, som bruges i landbruget, kan sjældent anvendes i gammel skovjord på grund af rødder og stød. I skovbrugs-sammenhæng bruges landbrugsplovene næsten kun ved forberedelse af skovrejsning på agerjord. Ved kulturetablering på sandjord og ved etableringen af læhegn anvendes undertiden den såkaldte *reolplov*. Det er en muldfjælplov med to plovlegemer efter hinanden. Den første plov frembringer en meget dyb fure (indtil 1 meter dyb); den anden plov arbejder højere i jorden og er sideforskudt en furebredde i forhold til den første. Det betyder, at overjorden væltes ned i den netop dannede dybe fure. Ved næste træk dækkes denne stribe overjord med ”rå” underjord, som det store plovskær pløjer op fra stor dybde. Resultatet bliver en total nedpløjning af overjorden med dens vegetation, frø og jordbundsfauna. Reolploven kræver en kraftig traktor med 4-hjulstræk eller en larvebånds-traktor for at sikre den nødvendige trækraft.





Figur 6-12. Reoplov.  
Overjorden nedpløjes  
og dækkes af under-  
jord.

På sandjorde fører reopløjning ofte til et teknisk set godt resultat. Hele puljen af ukrudtsfrø begraves dybt. Frøkrudtet forsinkes væsentligt, og kulturen får en god start. Samtidig bringes den næringsholdige overjord ned i en dybde, hvor de fremtidige træers rødder får glæde af den. Endelig nedsættes fordampningen fra arealet, da det oppløjede sand ofte er grovkornet med ringe kapillærvirkning.

Især i tørkeår har reopløjningen vist sig overlegen som forberedende jordbearbejdning, når det gælder de nyplantede træers overlevelse på sandjord. De beskedne plantetab og den senere gode højdeudvikling tilskrives først og fremmest en god vandhusholdning, sekundært den langsomme indvandring af konkurrerende vegetation og en bedre rodudvikling i dybden. Ved en dyb pløjning med nedpløjning af det øverste humuslag på sandet jord vil omsætningen af humus tillige forsinkes. Samtidig øges dog risikoen for en udvaskning til dybere lag af bl.a. kvælstof fra den nedpløjede humus, hvilket kan have såvel miljømæssige som vækstmæssige virkninger.

Dyb jordbearbejdning over hele arealet tillader efterfølgende anvendelse af stort set alle typer af plantemaskiner. Den dybe bearbejdning kan således være en forudsætning for anvendelse af især de lettere plantemaskiner samt for en senere mekanisk renholdelse af kulturarealet.

En særlig form for fuldbearbejdning, som har vist sig effektiv ved selvforryngelse af bøg, er at skubbe/skrabe overfladevegetationen til side med en bulldozer. Det er særdeles vigtigt, at der arbejdes meget overfladisk, så det kun er den øverste ”græspels”, som fjernes. Det er ikke formålet at fjerne hele det organiske lag, og planter med dyberegående rodsystemer (anemone m.fl.) skal skades mindst muligt, så urtefloraen hurtigt kan genetablere sig.

Til *stribevis jordbearbejdning* anvendes hovedsageligt dobbeltpløve, som frembringer en plantefure ved at rømme den organiske overjord til side. Formålet er primært at sikre en bedre og billigere plantning direkte i mineraljorden, ved at hugstrestre og organisk materiale er ryddet til side. Samtidig fås en dæmpning af ukrudtet de første par år efter plantning. Den nøgne mineraljord omkring planterne nedsætter desuden faren for angreb af nåletræ-snudebiller. Den bedste oprensning af furen, og dermed den bedste effekt mod ukrudt, fås med dobbelte muldfjælpløve, som lægger overfladetørven ud til hver sin side. Det klassiske eksempel er Tolneploven, som i 1900-tallet blev særdeles meget brugt i hede- og klitskovbruget. Ploven var specielt udviklet til etablering af nåletrækulturer på hedearealer. Da redskabet var lille og trækraftbehovet moderat, kunne der bruges en lille og smal traktor, som kunne køre mellem rækkerne i de gamle bjergfyrbekovninger. Furerne efter Tolneploven kan endnu erkendes i en del hede- og klitplantager.

*Figur 6-13. Tolneploven, som i 1900-tallet blev brugt meget ved underplantning af bjergfyrbekovninger i hede- og klitskovbruget.*



På arealer, som i forvejen er ryddet for grove hugstrestre, er det i dag almindeligt at foretage en såkaldt rillepløjning inden tilplantning. Rilleploven er en dobbelt muldfjælpløve, hvor der foran plovlegemet er anbragt en roterende, fliget kniv (se figur 6-14), som skal overskære efterladt kvas, så det ikke hænger i ploven.

Efter rillepløjning kan det lade sig gøre at anvende plantemaskiner af let til middelsvær type. HedeDanmarks plantningssystem er et eksempel på kombinationen af begge redskaber, hvor både jordbearbejdning og plantning udføres i én arbejdsgang (se afsnit 6.6).

I stedet for muldfjælpløve kan man benytte tallerkenredskaber, som har



Figur 6-14. Rilleplov.  
 Bearbejdningsresultatet  
 ses på højre billede.

(Foto: Peter Maarup)

den fordel, at de kan rulle over store rødder, stød og sten. Den dansk fremstillede Bovlund/Loft 1680 kulturplov har 2 skålformede tallerkener med kraftige tænder i kanten, som tilsammen frembringer én fure med en bredde på 40-60 cm. Furebredde og -dybde reguleres ved kæntring af tallerkenerne, som roterer på grund af fremkørslen. Foran tallerkenerne er placeret et forskær, som skubber kvas til side og gennemskærer en eventuel græstørv. Tallerkenerne er ophængt, så de kan vige i både horisontal og vertikal retning og derved rulle over stød og frigøre sig af større rødder etc. Ploven kan arbejde på grovryddede arealer og er konstrueret til at arbejde imellem de gamle stødrækker. Bovlund/Loft-ploven arbejder sideforskudt bag traktorens ene baghjul. På grund af sin vægt (ca. 1 000 kg) og længde kræver den en kraftig og gerne fronttung traktor som trækraft. Plantning efter jordbearbejdning med Bovlund/Loft kulturplov skal udføres manuelt.

Der findes flere andre redskaber, som arbejder efter samme princip med



Figur 6-15. Bovlund/  
 Loft kulturplov (t.v.).

Figur 6-16. Rødgran-  
 kultur plantet efter  
 grovrydning og bear-  
 bejdning med Bovlund/  
 Loft-ploven (t.h.).



tallerkener, der roterer under fremkørslen. På Frijsenborg skovbrug er f.eks. udviklet det såkaldte Jumbosystem, som kombinerer tallerkenploven med en kraftig grubber (figur 6-17). Dette redskab bruges til forberedende jordbearbejdning i forbindelse med såvel selvforryngelse som plantede kulturer.

Selvstændige *grubber* anvendes kun lidt i skovbruget. En grubbertand er dog ofte monteret i kombination med andre redskaber (plove, plantemaskiner), så jordbunden kan løsnes til en dybde 30-40 cm eller evt. dybere. For at undgå unødige afbræk i arbejdet er de forsynet med udløsningsmekanismer, så de kan vige for jordfaste forhindringer i form af større rødder og sten. Grubberen kan være hydraulisk manøvreret, så den kan slås til og fra efter behov. Formålet med grubningen er primært at lette den efterfølgende manuelle plantning og sikre, at planterødderne kan anbringes dybt og i god kontakt med mineraljorden. Brydning af et egentligt al-lag på hedejordene kræver som regel en kraftigere og mere dybtgående grubber end den, der er monteret på ploven eller plantemaskinen. Skal lagets fysiske barriere mod fri rodudvikling i dybden brydes effektivt, kræver det desuden en ret tæt grubning, som kan blive dyrere end en mere effektiv dyb (reol-) pløjning.

Den svenske Bräcke-harve ( afløser for den finske TTS-harve) bruges særdeles meget i det skandinaviske skovbrug. Det er et kraftigt redskab med to store tallerkener, forsynet med solide tænder rundt i kanten. Harven er konstrueret med henblik på at kunne afskrælle en kraftig tørv og blotlægge mineraljorden i en 30-50 cm bred stribe. Bräcke-harven findes i flere forskellige størrelser og versioner. Den mindste, som kan trækkes af en almindelig kraftig landbrugstraktor, har ikke drev på tallerkenerne; de roterer alene på grund af fremkørslen. På de større modeller drives tallerkenerne rundt hydraulisk, så kvas og vegetation ryddes til side. De

Figur 6-17. Jumboplov (t.v.).

Figur 6-18. Kulturareal bearbejdet med Jumboplov (t.h.).





Figur 6-19. Bräcke tallerkenharve.

(Foto: Bräcke Forest)

to tallerkener er placeret, så de arbejder umiddelbart bag traktorens baghjul, og hver tallerken frembringer en bearbejdet stribe.

De senere år har man både i Skåne (Trolleholm) og Jylland (HedeDanmark) brugt en version, hvor de to tallerkener er indstillet forskelligt: Den ene rømmer morlag og kvasrester til side, mens den anden arbejder dybere og lægger det øverste af mineraljorden ud til siden. Ved at køre både frem og tilbage, og bearbejde hver fure først med den ene og i næste træk med den anden tallerken, opnås et resultat hvor balkene består af organisk materiale, dækket af et lag mineraljord. Furebunden er ren mineraljord. Man får en slags stribevis ”högläggning” (se senere). I kombination med plantning af dækrodsplanter har metoden vist lovende resultater.

*Punktvis jordbearbejdning* nødvendiggør en manuel plantning, i modsætning til fuldbearbejdning og stribevis bearbejdning, hvor brug af plantemaskine kan komme på tale.

Af tekniske hjælpemidler til punktvis jordbearbejdning skal nævnes:

- mølleharver (Kulla-kultivator, Moheda, Skovstjernen m.fl.)
- jordbor (kranmonteret på maskine, eller evt. motormanuelle)
- oplæggere (f.eks. Bräcke högläggare)
- gravemaskiner

Fælles for disse redskaber er, at de anvendes til at fjerne eksisterende vegetation og kraftige morlag fra den kommende planteplads. Bearbejdningens resultatet kan også være en opblanding af det øverste lag af uomsat



Figur 6-20. Kulla kultivator. Til højre ses bearbejdningsresultatet.

(Foto: Brøndbjerg Skovservice)



materiale med det øverste af den underliggende mineraljord. Ved brug af jordbor eller gravemaskine får man en dyb bearbejdning på plantepladsen, sådan at kompakte lag (al) bliver brudt.

Den enkleste og billigste punktbearbejdning fås med en mølleharve (f.eks. ”Kulla kultivator”), som afskræller den øverste tørv fra plantefelterne. Når et felt af passende længde er afskrælet, udløses ”møllen” og drejer 1/4 omdrejning, hvorefter et nyt felt afskrælles osv. Bredden af plantefeltet er givet ved møllens bredde på ca. 50 cm, mens længden af felterne kan varieres efter ønske. Justeringen foretages på en kontrolboks i traktorens førerhus, hvor udløsningen af møllen stilles til et givet tidsinterval. I kontrolboksen er indbygget et tælleværk, således at det er muligt at kontrollere, hvor mange plantehuller der er frembragt på et areal. Som regel tilstræbes at lave plantehuller på 50-80 centimeters længde. Længere huller betyder, at større mængder smågrene, rødder og jord samler sig foran møllens tænder, og dermed kræves en stærkt forøget trækraft. Rammer møllen jordfaste forhindringer, vil en overbelastningssikring udløse den. Mølleharven monteres i 3-punktsophænget på en almindelig traktor, og den repræsenterer en af de billigste former for jordbearbejdning.

En dyb, pletvis bearbejdning af jorden kan udføres ved boring af plantehuller. Plantehulsboret er hydraulisk drevet og monteres i spidsen af kranen på en mindre udkørsels- eller gravemaskine. Boret blotlægger mineraljorden i en diameter på 40-50 cm og løsner i en dybde på ca. 60 cm. På sandede jorde og tørkeprægede lokaliteter anbefales det at bore plantehullerne om efteråret og plante det følgende forår for at give jorden tid til at sætte sig igen. Den efterfølgende plantning skal udføres manuelt.



Figur 6-21. Jordbor til forberedelse af plante-huller.

(Foto: Søren Fodgaard)

Omkostningen pr. plantehul er ret høj (ca. 2 kroner/hul), men metoden er meget fleksibel. Redskabet kan f.eks. bruges forud for plantning eller selvfornyelse under skærm, hvor det ikke er muligt eller tilrådeligt at færdes med stribebearbejdende udstyr som Loft kulturplov.

Fordele ved jordboret er blandt andet:

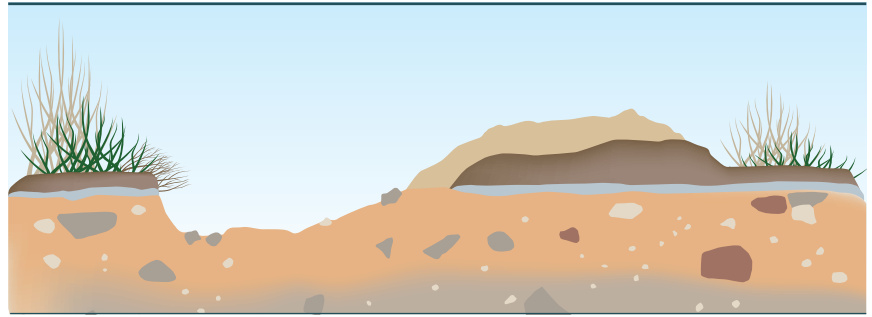
- at kun en begrænset del af jordbunden og floraen forstyrres
- at plantepladserne kan placeres frit på arealet, og jordbearbejdningen kan derfor gennemføres uden væsentlige skader på rødderne af stående træer

En ulempe ved den kraftige bearbejdning kan være udtørring af jorden i de borede huller. Ved brug af borede huller på svær jord kan man også risikere, at der opstår roddeformationer, fordi rødderne følger hullets periferi i stedet for at søge videre ud i den uforstyrrede jord. Brugen af jordbor hører derfor primært hjemme på de lettere jorde.

I Sverige og Finland arbejdes meget med såkaldt ”högläggning” (= oplægning). Ved denne metode er målet først at afskrælle et stykke af den øverste tørv, som lægges med undersiden opad ved siden af hullet. Dernæst dækkes tørv med en bunke af mineraljord (10-20 liter), så der dannes en lille forhøjning.

De mest brugte redskaber til högläggning består af en slags kraftig møleharve, som både kan afskrælle tørv pletvis og arbejde sig et stykke ned i mineraljorden. Et eksempel er Bräcke högläggare. Denne type af maskiner har et ret stort trækraftbehov og trækkes derfor ofte af store udkørselsmaskiner eller kraftige udslæbningstraktorer.

Figur 6-22. Bearbejdningsresultat af en "högläggning".



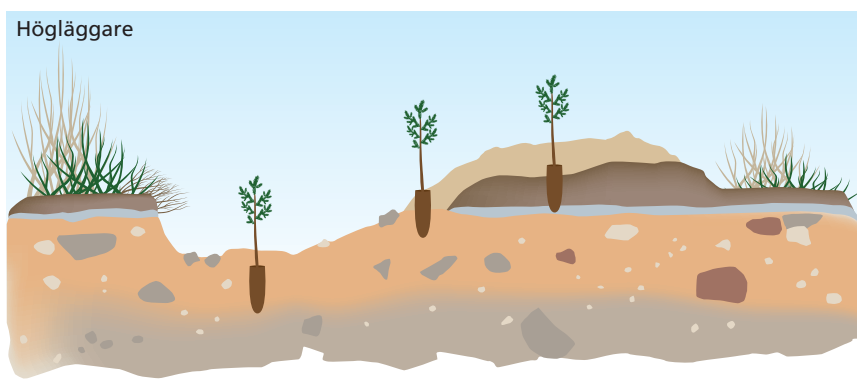
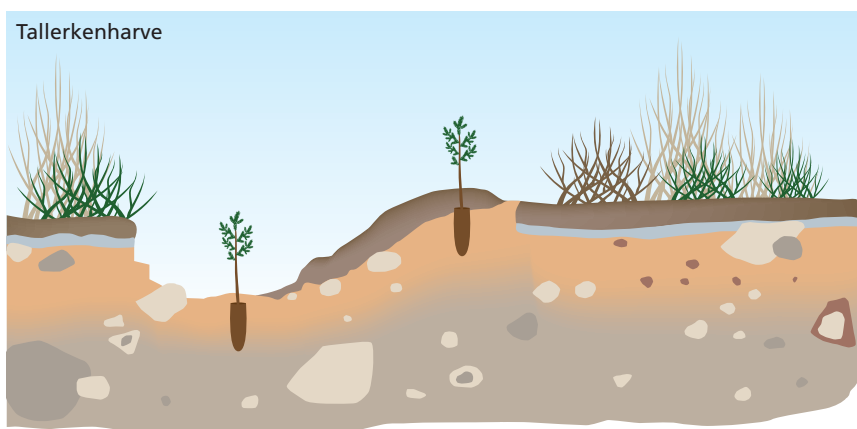
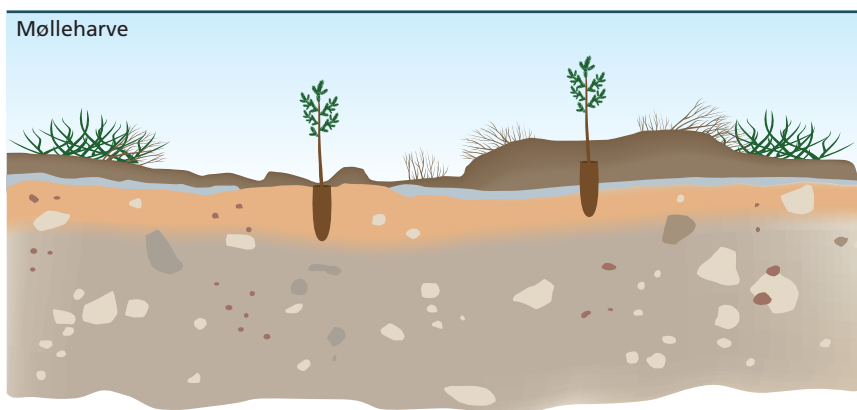
Högläggning giver flere forskellige placeringsmuligheder for planten. På meget tørre lokaliteter kan planten sættes i bunden af hullet. På normalt fugtige lokaliteter kan den sættes på overgangen mellem hullet og den opskrabede bunke, og på meget fugtige lokaliteter kan den sættes på toppen af den opskrabede bunke. Metoden er udviklet specielt til midt- og nordsvenske forhold, hvor en hævnning af jordtemperaturen og en dræning af den ofte lerede moræne spiller en væsentlig rolle. I Danmark må det, ikke mindst på sandjorde, anses for risikabelt at plante på toppen af jordbunken, på grund af risikoen for udtørring og vandmangel i den oplagte bunke.

I Sverige arbejdes med udvikling af andre redskaber til "invers markberedning", dvs. metoder, hvor jordbundens organiske lag overdækkes med et lag af mineraljord. Der kan nævnes redskaber som "Kovesen" og Skogforsk's "Karl-Oskar", som dog begge er på forsøgsstadiet. Både i Tyskland, Finland og Sverige foretages punktvis jordbearbejdning under tiden med gravemaskiner, som også i nogen grad er i stand til at "vende

Figur 6-23. Bräcke högläggare.

(Foto: Bräcke Forest)





Figur 6-24. Forskellige anbringelsesmuligheder for planten: Øverst efter Kulla kultivator, i midten efter tallerkenplov, nederst efter "högläggning".

(Efter Karlsson 2009 og Martin Holmer/SCA).

op og ned" på den opgravede jord. Man kan enten bruge helt små grave-maskiner, som færdes over hele arealet, eller store maskiner med en lang gravearm (8-14 meter), som kan nå hele dyrkningsarealet fra faste køre-spor. Samtidig med etableringen af egnede plantepladser kan gravemaski- nen skubbe kvaset til side, så det ikke generer plantningsarbejdet.



## Præstationer ved pladsrensning og jordbearbejdning

I tabel 6-1 nedenfor er givet en oversigt over redskaber til arealforberedelse og deres omtrentlige tidsforbrug pr. hektar. Tallene skal tages med et vist forbehold, da lokale variationer kan betyde både større og mindre præstation. Hektarprisen er stærkt afhængig af bearbejdningens intensitet, opnåelig kørehastighed og prisen på såvel redskab som basismaskine.

Tabel 6-1. Omtrentlige præstationer for kulturredskaber

Pladsrensning	Timer pr. ha	Jordbearbejdning	Timer pr. ha
Raumfix kvasrydder	6-8	Kulla/Moheda mølleharve	5
Grenknuser lille	9-10	Ledreborg kulturplov	8
Grenknuser stor	6-8	Loft 1680 kulturplov (800-1 200 m/time)	4
Flishugger lille	10-20 rm/t	Traktorfræser	5-8
Flishugger stor	15-90 rm/t	Lindborg spadeharve (1 træk)	4
		Standard landbrugstallerkenharve	3
		Rilleplov (areal med stød)	6-8
		Reolplov, dybdeplow (ryddet areal)	4-7

## Jordbearbejdningens virkninger

Nogle af de vigtigste fordele og risici ved jordbearbejdning er summeret i Tabel 6-2.

Tabel 6-2. Jordbearbejdningens virkninger

Fordele	Risici
Mindre ukrudt	Evt. fremspiring af lyng (ved overfladisk bearbejdning af let jord)
Lettere og bedre plantning	Sandflugt (let jord)
Højere jordtemperatur (færre frostskafer)	Eksisterende flora og fauna ødelægges / forringes
Færre skadedyr (insekter og mus)	Strukturskader (på svær jord)
Bedre vandholdning (kapillærvirkning og rødder brydes)	Næringsstoffer mineraliseres (ved overfladisk bearbejdning)
Næringsstoffer bevares (?) (ved reolpløjning)	Fortidsminder beskadiges
Visse herbicider virker bedre	

For såvel manuel som maskinel plantning gælder, at en bearbejdning af de øverste jordlag kan lette den efterfølgende plantning og sikre, at planterødderne kommer i kontakt med mineraljorden.

Forkert valg af jordbearbejdningens metode kan imidlertid afstedkomme skader, bl.a. jorderosion. For eksempel ses på kuperede arealer, hvor der er pløjet i striber op og ned ad bakken, at overfladeafstrømningen kan tage store mængder af det finkornede materiale i jorden med sig. Ligeledes kan en totalpløjning på lette jorde give anledning til en del sandfyg-



ning, indtil arealet igen er dækket af en urte- og trævegetation. Sand- og jordfygningen kan slide blade og nåle af nyplantede træer. Specielt på sandjorde skal man være opmærksom på risikoen for overdreven mineralisering af de vigtige reserver af vand- og næringsholdende organisk materiale. Risikoen er størst ved en overfladisk og intensiv bearbejdning.

Overfladiske jordbearbejdningsformer blander de øverste frøbærende jordlag og efterlader blottet mineraljord. Endvidere udsættes frøene for såvel lys som mekanisk påvirkning, hvilket kan fremme spiringen. På tidligere lyngklædte arealer øger det risikoen for fremspiring af ny lyng, der er en alvorlig næringsstofkonkurrent til træerne (især når det gælder kvælstof). Lyng er tillige kendt for at udskille stoffer, som direkte hæmmer væksten af andre planter, bl.a. rødgran (*allelopati*). Man kan modvirke lyngens etablering ved at indskrænke jordbearbejdningen eller ved at gennemføre en dyb (60-90 cm) nedpløjning af de øvre jordlag. Reolploven må anses for særligt velegnet til at gennemføre en sådan dyb nedpløjning.

For tætte og kompakte jorde er det især jordbearbejdningens indflydelse på jordens fysiske struktur, der har interesse. Gennem den løsning af jorden, som sker ved alle former for jordbearbejdning, øges jordens porøsiteten og iltindhold, og densiteten nedsættes. Den øgede porøsitet er positiv for rodudviklingen på nyplantede træer. Man skal dog være opmærksom på, at fræsning og anden intensiv jordbearbejdning på lerjord kan ødelægge jordens krummestruktur, så porøsiteten på længere sigt formindskes, og der opstår forsumpning.

Jordbearbejdning og den tilhørende fjernelse af overfladevegetationen indebærer, at solens indstråling når mineraljorden, så jordtemperaturen hæves. Også luftens temperatur øges umiddelbart over jordoverfladen. Dette har særlig betydning i egne med stor risiko for sen forårsnattefrost. Også her gælder det dog, at meget overfladiske og intensive bearbejdningsformer (fræsning, bearbejdning med grenknuser) kan have en negativ virkning. Undertiden kan der ske en så stærk udtørring af de øverste jordlag, at nyplantede kulturer kan komme til at lide af vandmangel.

Man skal undgå at komme for tæt på grøfter og vandløb ved jordbearbejdningen. Det kan medføre, at jordpartikler vaskes ned i grøften/vandløbet, med meget negative følger for vandløbskvaliteten. Derfor bør man overholde en randzone på nogle meter med uforstyrret skovbund, hvor partikler i overfladeafstrømningen kan bundfælde sig. Ligeledes skal man, inden en jordbearbejdning igangsættes, sikre sig at der ikke er knyttet særligt plante- eller dyreliv til området, som vil kunne forstyrres eller ødelægges ved en bearbejdning af jorden. Blandt andet ser det ud

til, at bestanden af storsvampe (paddehatte) kan lide stor skade ved jordbearbejdning, og at de er længe om at genindvandre.

Ved enhver driftsteknisk operation i skovbruget, og især i forbindelse med jordarbejde, skal man være opmærksom på ikke at forstyrre eller ødelægge kulturminder. Det gælder både ved dybe og mere overfladiske bearbejdnings. Selv om der har stået skov på et areal i flere trægenerationer, er det ikke sikkert, at der tidligere har været jordbearbejdet. Ved dyb jordbearbejdning bør man kontakte det lokale museum, inden arbejdet påbegyndes.

### 6.3 Naturlig foryngelse (selvforyngelse)

Næsten alle skovtræer, som dyrkes i Danmark, er i stand til at blomstre og sætte frø, og på den måde er de i stand til at forynge sig selv. Nogle sjældnere dyrkede arter (f.eks. småbladet lind, ægte kastanie, valnød, robinie) kræver dog en varm sommer, for at frøet skal udvikles og modnes ordentligt. Derfor kan foryngelsen være usikker. Hos poppel og pil, hvor der dyrkes stiklingeformerede kloner, kan der ikke påregnes frøsætning, og hvis det sker, vil afkommet som regel være så forskelligt fra forældrene, at selvforyngelse er formålsløs.

De fleste arter vil i det mindste med års mellemrum (frøår, oldenår) sætte så rigeligt og spiredygtigt frø, at det kan danne grundlag for selvforyngelse. Men de enkelte træarter stiller meget forskellige krav til jordbund, fugt- og lysforhold for at kunne spire og udvikle sig. Etablering af en vellykket selvforyngelse kræver derfor både indsigt, erfaring og rettidig indgriben fra forstmandens side. Det handler oftest om jordbearbejdning, udtynding/stamtalsreduktion af såvel forældregeneration som afkom, samt fjernelse af uønskede arter.

For nogle træarter er selvforyngelse en helt sædvanlig og gennemprøvet foryngelsesform, hvorimod den sjældent forekommer for andre arter. Det afspejler ikke blot, med hvilken lethed de forskellige arter lader sig selvforynne, men også at det tager lang tid og mange mislykkede forsøg at indhøste de nødvendige erfaringer. For nogle arter har vi endnu for spinkelt erfaringsgrundlag til med sikkerhed at kunne gennemføre en vellykket selvforyngelse.

En afgørende betingelse for selvforyngelse er naturligvis, at den eksisterende bevoksning har nået en alder, hvor den kan sætte frø. Tabel 6-3 kan give en rettesnor for dette. Bemærk, at træer i tæt sluttet bevoksning sætter frø væsentligt senere, end hvis de stod frit. Den nødvendige alder

Tabel 6-3. Frøsætningsalder m.m. for en række skovtræer.

(Fra Forstlig Lommehaandbog, Dansk Skovforening 1943)

Træart	Nugældende lat. navne	Frostrn. beg. alder år	Blomstr. tid	Frøindsamlingsstid	Afst. ml. gode frøår	Blomst synl. i knop
Rødgran . . . . .	<i>Picea abies</i> . . . . .	30-40	maj/juni	dec./febr.	4-8	aug.
Hvidgran . . . . .	— <i>glauca</i> . . . . .	20	maj	sept.	2-4	
Sitkagran . . . . .	— <i>sitchensis</i> . . . . .	15-25	maj	sept.	3	
Douglasgran . . . . .	<i>Pseudotsuga taxifolia</i>	25-30	juni	aug./sept.	4	slutn. juli
Alm. ædelgran . . . . .	<i>Abies alba</i> . . . . .	40-50	maj	sept./okt.	2-3	aug.
Nordmannsgr. . . . .	— <i>Nordmanniana</i>	30-40	maj	sept./okt.	2-3	aug.
<i>Abies grandis</i> . . . . .	— <i>grandis</i> . . . . .	40-50	maj	sept.	3	aug.
<i>Abies nobilis</i> . . . . .	— <i>procera</i> . . . . .	30-40	maj	sept.	2	aug.
Skovfyr . . . . .	<i>Pinus silvestris</i> . . . . .	15	maj/juni	vinter	3-5	aug.
Bjergfyr . . . . .	— <i>mugo</i> . . . . .	10	maj/juni	vinter	hyppige	aug.
Contorta fyr . . . . .	<i>Pinus contorta</i> . . . . .	10	maj	sept.	2-3	
Murrayana fyr . . . . .	— . . . . .	10	maj	sept.	2-3	
	<i>variet. latifol.</i>					
Østrigsk fyr . . . . .	<i>Pinus nigra</i> . . . . .	15-25	maj	vinter	4-5	aug.
Europ. lærk . . . . .	<i>Larix decidua</i> . . . . .	15-20	apr./maj	vinter	2-3	slutn. juli
Japansk lærk . . . . .	<i>Larix leptolepis</i> . . . . .	15	apr./maj	vinter	3	slutn. juli
Thuja plicata . . . . .	<i>Thuja plicata</i> . . . . .	15	maj	sept.	hyppige	
Lawson-cypres . . . . .	<i>Chamaecyparis</i> . . . . .	15	maj	sept.	hyppige	
	<i>Lawsoniana</i> . . . . .					
Tsuga heterophylla . . . . .	<i>Tsuga heterophylla</i> . . . . .	25-30	maj	sept.	2-5	
Weymouth-fyr . . . . .	<i>Pinus strobus</i> . . . . .	15	maj	sept.	3-5	
Bøg . . . . .	<i>Fagus sylvatica</i> . . . . .	40-50	apr./maj	oktober	5-7	
Stilkeg . . . . .	<i>Quercus robur</i> . . . . .	30-40	apr./maj	oktober	2-4	
Vintereg . . . . .	— <i>petraea</i> . . . . .	30-40	apr./maj	oktober	3	
Rødeg . . . . .	— <i>borealis</i> . . . . .	30-40	apr./maj	oktober	3	
Ask . . . . .	<i>Fraxinus excelsior</i>	20-25	maj	aug. el. oktober	2-3	juli
Ær . . . . .	<i>Acer pseudoplatanus</i>	25	apr./maj	sept./okt.	hyppige	aug.
Løn . . . . .	<i>Acer platanoides</i> . . . . .	25	apr./maj	sept./okt.	hyppige	aug.
Avnbøg . . . . .	<i>Carpinus betulus</i> . . . . .	20-30	apr./maj	aug./sept.	hyppige	
Birk . . . . .	<i>Betula spec.</i> . . . . .	15	apr./maj	august	hyppige	juli
El . . . . .	<i>Alnus spec.</i> . . . . .	10-15	marts/apr.	oktober	hyppige	juli
Småbl. lind . . . . .	<i>Tilia cordata</i> . . . . .	20-30	juli	aug. ell. oktober	hyppige	april NB.
Storbl. lind . . . . .	<i>Tilia platyphyllos</i> . . . . .	20-30	juli	oktober	hyppige	april NB.
Elm . . . . .	<i>Ulmus spec.</i> . . . . .	30-40	marts/apr.	juni	hyppige	
Sildig hæg . . . . .	<i>Prunus serotina</i> . . . . .	10	maj	august	hyppige	
Fuglekirsebær . . . . .	— <i>avium</i> . . . . .	10	apr./maj	juli	hyppige	
	<i>silvestris</i>					
Robinie . . . . .	<i>Robinia pseudo-acacia</i> . . . . .	10	juni	okt./nov.	2	

NB. Blomsterknoppen dannes i året før blomstringen undtagen for Tilia. Frøsætningsalder gælder sluttede bevoksninger.

for frøsætning er dog normalt meget lavere end den økonomisk optimale omdriftsalder, så i almindelighed er det ikke frøsætningsalderen som bestemmer, hvornår en selvforyngelse kan/skal gennemføres. Før man beslutter sig for at forynge en bevoksning ved naturligt frøfald, bør man gøre sig nogle tanker. For det første er det vigtigt at overveje, om den pågældende træart er optimal på lokaliteten, eller andre arter måske ville trives og producere bedre. Selv om man på længere sigt ønsker et træartsskifte, udelukker det dog ikke fuldstændigt selvforyngelse. Man vil kunne foretage en ”berigelsesplantning” med de(n) ønskede art(er) på steder i bevoksningen, hvor selvforyngelsen er åben eller ukomplet. I så fald kan selvforyngelsen eventuelt udnyttes som en forkultur (se afsnit 6.7), hvori mere sarte træarter kan indplantes.

Tilsvarende tanker må man gøre sig om det genetiske materiale i den eksisterende bevoksning. Dyrkning af skov er en meget langvarig proces, og valg af plantemateriale kan kun ske én gang for hver trægeneration. For den ansvarlige skovdyrker må det derfor være et krav, at man til enhver tid vælger de bedst mulige planter under hensyntagen til driftsformålet med skoven. Danmark har en meget lang tradition for udvælgelse, kontrolleret frøhøst og forædling af skovtræer. Derfor er det sandsynligt, at man inden for den givne art kan finde plantemateriale med højere produktion, bedre form og i visse tilfælde også bedre sundhed og overlevelse end den eksisterende bevoksning. Men man behøver ikke af den grund at afskrive selvforyngelse som mulighed. Man kan skaffe sig sig bedre genetisk materiale gennem en berigelsesplantning med forædlede planter, omtrent svarende til det antal, man har brug for, når bevoksningen til sin tid er hugstmoden. Man kan altså nøjes med at indplante nogle hundrede særligt værdifulde planter pr. hektar og betragte selvforyngelsen som en ”opdragende ramme” for disse udvalgte træer. Vanskeligheden ligger i, at når selvforyngelse og indplantning er samme træart, kan det være svært at genkende de forædlede planter under hele omdriften og sørge, for at de får de rigtige rammer for at udvikle sig.

For den skovejjer, som ønsker at få det størst mulige økonomiske udbytte af sin bevoksning, er både tidsfaktoren og sandsynligheden for succes vigtige faktorer. I den plantede kultur har planterne i mange tilfælde tilbragt 2-4 år i planteskolen, og planterne i selvforyngelsen skal som minimum bruge dette tidsrum for at nå samme udviklingstrin som planteskoleplanterne. Oftest er forsinkelsen dog meget længere. Den naturlige skovbund byder sjældent på så gunstige nærings- og fugtforhold som planteskolen, og der er begrænsede muligheder for at bedre betingelserne ved hjælp af jordbearbejdning, gødsning osv.

I selvforyngelsen må opvæksten stå nogle (undertiden mange) år i forældrenes skygge, hvilket begrænser væksten. Endvidere vil plantetallet i vellykkede selvforyngelser være så højt, at de unge planter er i intensiv konkurrence med hverandre, så det enkelte træ er stærkt hæmmet i sin udvikling. Tilsammen betyder disse faktorer, at omdriftstiden for en selvforynget bevoksning må forventes at blive noget længere (op til et tiår eller evt. mere) end for en tilsvarende plantet kultur. Hertil skal lægges, at selvforyngelser ofte er ganske uensartede både i fremspiring og udvikling. Der er større sikkerhed for, at en plantet kultur udvikler sig til en ensartet, komplet bevoksning. Alle disse ulemper må holdes op imod, at en selvforyngelse ofte er væsentligt billigere at etablere end en plantet kultur. Besparelsen kan måske opveje både forsinkelsen og det mere uensartede resultat.

Ud over disse meget produktionsorienterede synspunkter skal det anføres, at selvfor yngelse kan være begrundet i et ønske om at bevare lokale genetiske ressourcer. Motivet kan være, at man gerne vil opretholde et lokalt, helt økosystem, hvoraf træerne er en del. Det kan også være hensynet til dyrkningssikkerhed, da de lokale træer har bevist, at de kan overleve gennem generationer.

Med hensyn til overlevelse og stabilitet kan det næppe bestrides, at træer i en selvfor yngning har den bedst mulige rodudvikling, da de aldrig har været udsat for vækst i containere, rodbeskæring eller omplantning. Derfor er såvel nærings- og vandoptag som stabilitet over for storm nær ved det optimale for lokaliteten.

### Selvfor yngelse af bøg

Bøgen er den træart, man i Danmark har flest og mest positive erfaringer med at selvfor ynge. Op til midten af 1900-tallet var selvfor yngelse en meget anvendt metode, men blev herefter gradvist forladt. Det skyldes blandt andet, at gode oldenår kun forekom med ret lange mellemrum (traditionen sagde gennemsnitligt hvert syvende år), sådan at man kun delvist var herre over for yngelsestidspunktet. Fra sidst i 1980'erne er metoden imidlertid blevet genoptaget, denne gang i høj grad af økonomiske årsager, idet plantede bøgkulturer var blevet for kostbare at etablere, sammenlignet med det forventede udbytte og den lange tidshorison til høst (ca. 120 år). De seneste årtier har vi dog også oplevet, at oldenår forekommer langt hyppigere, formentligt på grund af et mildere klima. Det betyder, at skovdyrkeren i højere grad selv er herre over, hvornår en for yngelse skal sættes i værk.

På de bedste bøglokaliteter (østlige Sønderjylland, Als, Sydfyn, Sydsjælland og øerne syd for) kommer for yngelsen mange steder spontant (naturfor yngelse). Den eneste opgave er at regulere stamtallet og forekomsten af uønskede træarter. På mindre gunstige lokaliteter forudsætter det oftest en teknisk indsats, hvis selvfor yngelsen skal blive nogenlunde komplet:

- 1) Forberedende ukrudtsbekæmpelse
- 2) Jordbearbejdning før oldenfald
- 3) Oldendækning efter oldenfald
- 4) Skærmstilling af bevoksningen (besåningshugst)
- 5) Hegning
- 6) Gradvis hugst af overstanderne, sideløbende med:
- 7) Fjernelse af uønskede arter og evt. stamtalsreduktion af bølgeopvæksten



Ikke alle ovennævnte aktiviteter er nødvendige alle steder, og graden af teknisk indsats må bero på en konkret vurdering af de lokale forhold.

Enhver selvoryngelse er afhængig af en god frøsætning. I sluttet bevoksning begynder bøgen ikke at sætte nævneværdigt frø før i 40-års alderen, og den skal normalt være dobbelt så gammel, før mængden af frø er tilstrækkelig til at gennemføre selvoryngelse. Det er imidlertid ikke nogen hindring, idet den ønskede diameter (p.t. 55-60 cm i brysthøjde) allertidligst nås i 80-års alderen (ved stærk hugst på de bedste boniteter) og under normale betingelser ikke før alderen nærmer sig 120 år. Fritstilling af træerne fremmer frøsætningen, og i den mellemeuropæiske tradition, hvorfra vi har hentet megen viden, er der et trin forud for ovennævnte punkter: Nogle år inden den påtænkte selvoryngelse foretages en ret stærk tyndingshugst med henblik på at forøge frøsætningen (forberedelseshugst). I Danmark er de fleste bøgebevoksninger imidlertid i forvejen stærkt huggede, og en forberedelseshugst vil medføre, at der kommer græsvækst på skovbunden, hvilket er absolut uønsket. Tværtimod kan der her i landet ofte være grund til helt at undlade hugst i bevoksningerne de sidste 10 år inden selvoryngelse, med det formål at dæmpe bundvegetationen.

Antallet af blomster – og dermed i nogen grad frøsætningen – øges, hvis den foregående sommer (juni-juli) har været varm og tør. Allerede om vinteren er det muligt at vurdere blomstringen i det kommende forår ved at betragte knoppernes størrelse: Tykke knopper i kronen indikerer, at de indeholder mange blomsteranlæg. Ved brug af en kikkert kan man derfor få et indtryk af, om der kan forventes god frøsætning det kommende efterår (figur 6-25). Dog kræves der også gode vækstbetingelser om sommeren efter blomstring, hvis frøene skal udvikle sig optimalt.

*Figur 6-25. Bøgekopper. Til venstre blomsterknopper fra kronen.*

*Til højre vegetative knopper. Se teksten.*





Figur 6-26. Tågesprøjte, som kan bruges til forberedende ukrudtsbekæmpelse.

Hvis der er meget græs på arealet, er det almindeligt at foretage en kemisk ukrudtsbekæmpelse som forberedelse af foryngelsen. Normalt bruges glyphosat (RoundUp), som udbringes med tågesprøjte. Med tågesprøjtning bliver fordelingen af aktivt stof dog meget ujævn, og der er risiko for vinddrift, så metoden skal bruges med forsigtighed. Midlet skal ramme grønne plantedele i vækst, og virkningen af glyphosat er langsom, så bekæmpelsen kan ske i sensommeren, men ikke senere end to uger før den påtænkte jordbearbejdning. Er vegetationen meget kraftig, foretages undertiden to sprøjtninger, både forsommer og sensommer.

Inden bogen falder (første halvdel af oktober), må såbedet forberedes. En række metoder kan bruges til den forberedende jordbearbejdning. På lettere jord vil man ofte tilstræbe en sammenblanding af de øverste jordlag, mens det på en svær jord som regel er mere hensigtsmæssigt at skrabe det øverste organiske jordlag (inkl. urte/græsvegetation) til side, så mineraljorden blottes.

Et sammenblandet såbed kan opnås ved gentagne overkørsler med spadeharve (Lindenberg) eller med en traktordrevet fræser. Disse metoder kræver en velegnet (ikke for svær) jordbund og et ikke alt for kraftigt vegetationsdække. I modsat fald kan resultatet blive en meget knoldet jordoverflade, som er tilbøjelig til at tørre ud og derfor ikke frembyder gode spiringsmuligheder for bogen.

Den bedste foryngelse af bøg fås ofte ved blotlægning af mineraljorden. Den mest radikale løsning er at skrabe overfladevegetationen til side med en bulldozer. Det kan give fremragende spiring og overlevelse af bøgen, men er økologisk og arkæologisk en drastisk metode. Ofte fore-

Figur 6-27. Ledreborg plov til bøgeselvfor-  
nyelse.



trækkes en stribevis blotlægning af mineraljorden ved hjælp af en dobbeltfuret plov eller lignende.

Der er rundt om i landet udviklet flere forskellige modeller af dobbelte muldfjælplove til at skabe et såbed under den gamle bevoksning. Flertallet af disse løsninger er baseret på almindelige landbrugspløve forsynet med udløsermekanismer, som beskytter ploven ved påkørsel af stød, rødder og større sten. Ledreborgploven (figur 6-27) er et eksempel på en let dobbeltfuret plov efterfulgt af nogle fjederharvetænder, som løsner furebunden. Trækkræften er en almindelig traktor. Jumboploven (figur 6-17) er et noget sværere tallerkenredskab til montering på en gummiged eller stor traktor. Den er tillige forsynet med en grubbertand, så den kan løsne jorden til større dybde. Ved jordbearbejdning som forberedelse til en selvsåning i bøg er målet imidlertid ikke at foretage en dyb bearbejdning, men blot at få fjernet bundvegetationen og blotlagt en stribe mineraljord.

Hvis kørslen ønskes begrænset til faste kørespor, kan jordbearbejdningen evt. foretages med en gravemaskine, hvor skovlen erstattes med en overdimensioneret rive. I Tyskland er udviklet en sådan metode baseret på en gravemaskine i 20 tons klassen med en kranrækkevidde på ca. 10 meter og forsynet med brede bæltter (larvefodder). Tidsforbruget angives til mellem 3 og 6 timer pr. hektar med en omkostning på 600-700 kroner/time.

Der er ikke så gode erfaringer med punktvis jordbearbejdning i forbindelse med bøgeselvfornyelse. Kulla kultivator har været forsøgt, men den bearbejder for lille en del af det samlede areal, så fornyelsen bliver

for åben. På svær jord er det endda set, at kulla-hullerne har stået vandfyldte om vinteren, hvilket ikke befordrer fremspiringen.

Først når olden er faldet, kan det med nogenlunde sikkerhed vurderes, om mængden er tilstrækkelig til at danne basis for en foryngelse. Ældre undersøgelser og erfaringer tyder på, at der helst skal være minimum 50 bog pr. m<sup>2</sup> for at sikre en komplet og tæt foryngelse. Men hvis der allerede er investeret i ukrudtsbekæmpelse og jordbearbejdning, vil man måske være utilbøjelig til at standse processen, selv om oldenmængden viser sig at være noget mindre.

Efter oldenfald foretages i de fleste tilfælde en dækning af frøet. Det kan ske ved overkørsel med en let harve, eller blot en bjælke eller grantop, som slæbes efter traktoren. Hovedformålet er at skjule bogen, så den ikke bliver ædt af fugle i vinterens løb, og dernæst at skabe stabile fugtforhold til frøets spiring og beskytte kimroden mod frost. I nogle tilfælde undlades oldendækningen, fordi den efterfølgende udslibning/udkørsel af træ i forbindelse med besåningshugsten skønnes at forårsage dækning af tilstrækkeligt mange frø.

Når oldenfald og evt. dækning af bogen er overstået, kan bevoksningen skærmstilles, så der bliver lys til frøplanternes vækst. Ofte fjernes omkring 1/3 af stamtallet i den gamle bevoksning, evt. lidt mere.

Ved udvælgelsen af de træer, som skal fjernes, er der flere hensyn at tage:

- 1) Hvis skærmen skal beskytte opvæksten mod nattefrost om foråret, må skærmtræerne stå nogenlunde jævnt fordelt, evt. lidt tættere i lavningerne end på bakkerne.
- 2) Det kan ofte betale sig at hugge de bedste træer først. De tilbageværende træer vil blive mere udsatte for vind og sol; vindeksponering kan føre til knækkede rødder og efterfølgende udvikling af rødkerne, og soleksponering kan dræbe partier af barken (*barkslag*) så det underliggende ved misfarves.
- 3) Der må også tages hensyn til diameterens økonomiske betydning; eventuelt kan man fælde de største træer ved skærmstillingen, og så afvikle skærmen i takt med, at træerne når den diameter, som giver den højeste kubikmeterpris (måldiameterhugst).
- 4) De træer, som er vanskeligst at transportere ud af bevoksningen, bør fældes ved skærmstillingen, så man undgår at ødelægge opvæksten ved at skulle transportere dem væk på et senere tidspunkt.

I tilfælde, hvor man er usikker på resultatet pga. svigtende oldenmængde eller andre ugunstige forhold, undlades somme tider at foretage



Figur 6-28. En vellykket selvfor yngelse af bøg.

(Foto: Tyge W. Kjær)



skærmstilling, indtil man har set, hvor godt foryngelsen etablerer sig. De nyspirede planter kan godt klare sig sommeren over med en meget beskeden lysmængde, så biologisk er der ikke noget i vejen for at vente med hugstindgrebet til vinteren efter spiringen. Dog kan det ikke undgås, at en del af de fremspirede planter bliver ødelagt i forbindelse med hugstindgrebet. Et eventuelt hegn om foryngelsen vil også være til besvær, når mange effekter skal transporteres ud af bevoksningen.

Hegn må etableres inden bogen spirer, da bøgens kimblade er stærkt efterstræbte af råvildt. I de allerfleste danske skove er hegn en uomgængelig nødvendighed, hvis foryngelsen skal lykkes. Det kan kun undværes på ejendomme med intensivt jagttryk, og/eller hvor der er så megen foryngelse, at råvildtet ikke kan overkomme at æde kimplanterne.

Undertiden kan en stor del af kimplanterne blive ødelagt af bøgens kimbladskimmel (*Phytophthora fagi* R. Hartig = *Phytophthora cactorum* (Letert & Cohn) J. Schröt). Angreb sker fortrinsvis i perioder med vedvarende høj luftfugtighed. I planteskolerne kan man foretage kemisk bekæmpelse, men i dag findes ingen godkendte midler til bekæmpelse af denne svampesygdom i skoven. På trods af faren for kimbladskimmel er nedbør i spiringsperioden dog ikke et onde. En stabil fugtighed i jorden er nødvendig for kimplanternes overlevelse.

Efter en vellykket spiring og etablering af frøplanterne skal der normalt ikke foretages noget i et par år. Der kan blive behov for en kemisk bekæmpelse af græsvækst, men der er kun få midler på markedet, som er effektive og godkendt til anvendelse i skovkulturer. 2-3 år efter spiring kan man begynde at overveje, hvorvidt skærmen skal udtyndes (lysning-



hugster). Unge bøgeplanter kvitterer kraftigt for øget lystilførsel, så principielt burde skærmen fjernes hurtigst muligt, men lokale forhold har stor betydning for den tilrådelige afviklingstakt.

Hovedformålene med at have en skærm er:

- 1) At beskytte opvæksten mod forårsfrost under klare nætter.
- 2) At dæmpe konkurrerende ukrudt, mens der stadig er tilstrækkeligt lys til bøgenes udvikling.
- 3) Muligvis får de unge træer en mere ret stamme og tyndere grene, når de vokser op i halvskygge. Dette er dog stærkt omdiskuteret.

Skærmens positive og nødvendige virkning skal holdes op imod dens negative virkninger:

- 1) Træer i skygge vokser langsommere, så tilstedeværelse af en skærm vil forsinke den unge bevoksnings udvikling.
- 2) Træer, opvokset i skygge, får et lavt rod/top-forhold, hvilket kan have betydning for deres stabilitet og overlevelse, når skærmen på sigt fjernes.
- 3) Tilsvarende får de et lavt diameter/højde-forhold. Det betyder, at de er udsat for snetryk og for at blive bøjet permanent, når der foretages lysningshugster i skærmen.

For at modvirke disse ulemper kan det være nødvendigt at foretage udrensninger i foryngelsen og derved skabe mere plads for de enkelte individer i de tilfælde, hvor skærmen opretholdes i mange år.

Ved vellykkede, tætte selvfor yngelser på kystnære lokaliteter, hvor frostrisikoen er minimal, kan skærmen undværes, når foryngelsen er knæhøj, dvs. efter cirka 5 år. Hvis foryngelsen er tæt, vil den på dette tidspunkt skygge så meget, at græs og andet ukrudt på skovbunden ikke længere er noget problem. Er foryngelsen ukomplet, kan det være fornuftigt at opretholde skærmen længere. Dels for at hullerne i foryngelsen skal blive lukket ved kommende frøfald, dels for at holde bundfloraen i skak.

På frostudsatte lokaliteter inde i landet stiller sagen sig anderledes. Her lader man ofte foryngelsen nå en højde på 5 meter eller mere, før de sidste overstandere fjernes. Afviklingsperioden kan på sådanne steder strække sig helt op til 30 år. Det er i disse tilfælde, at behovet for udrensning (som nævnt ovenfor) kan blive mest påtrængende. I hvilken takt overstanderne skal afvikles, beror på vurdering og erfaring. Der kan ikke gives nogen bestemt opskrift. Hvis der sker en kraftig vækst af bundfloraen (ukrudt), er det generelt et tegn på, at der er for meget lys.

Hvis de unge bøgeplanter derimod bliver ”flade i toppen”, og topskuddet vokser vandret, er det et sikkert tegn på, at de mangler lys, og at der bør tyndes blandt overstanderne.

Opretholdelse af skærmen i mange år kan give problemer, når overstanderne skal skoves og transporteres ud af bevoksningen. Er bøgeplanterne blevet mandshøje eller mere, vil de som regel knække, hvis der fældes eller slæbes effekter over dem. Skaderne fra skovning og transport af overstanderne bliver derfor større, når hugsten sker på et sent tidspunkt.

Den videre pasning af bevoksningen behandles i øvrigt i kapitel 7.

### Ahorn

For ahorn (ær) er foryngelse ved naturligt frøfald den mest almindelige driftsform. Med stor frøsætning og vindspredte frø har ahornen potentiale til at sprede sig kraftigt. Foryngelsen fremkommer ikke blot under forældretræerne, men lige så ofte i nabobevoksninger. Rigtigt mange af landets ahornbevoksninger er opstået, ved at den har selvsået sig på arealer, hvor det har været for dyrt, for vanskeligt eller uoverkommeligt at etablere en regulær kultur, typisk efter stormfald. Desværre er der meget store forskelle mellem disse spontane bevoksninger, både når det gælder stammeform og vækstkraft. Før man etablerer endnu en generation med selvforyngelse, bør man kritisk vurdere, om den gamle generation har tilstrækkelig kvalitet. Ved sammenligning af nærliggende bevoksninger ses det ofte, at plantede kulturer udvikler sig betydeligt bedre end selvsåede. En medvirkende årsag til, at spontane bevoksninger ikke altid udvikler sig positivt, er dog træartens tendens til at selvså sig overalt, også på steder hvor vækstforholdene ikke egner sig til dyrkning af ahorn.

Ahornens udprægede evne til at skyde på ny fra stødet betyder, at en uensartet og måske dårligt formet selvsåning kan ”homogeniseres” ved at sætte samtlige planter på roden (dvs. skære dem ned til lidt over jordhøjde). Herefter vil der fremkomme nye skud, som ofte er mere rette end de oprindelige. Nedskæringen skal dog foretages, mens træerne er unge; ellers kommer der flere skud på hvert stød, og man står foran et stort udrensningsarbejde.

I almindelighed er der ingen grund til at foretage jordbearbejdning eller andre forberedende tiltag for at stimulere foryngelsen af ahorn. Fremspiringen plejer at komme spontant og i rigelig mængde. På grund af sin store sprednings- og regenerationsevne kan arten optræde som et besværligt ukrudt. Blot nogle få ahorn i en bøgebevoksning er i stand til at dække skovbunden fuldstændigt med ahornopvækst. At en bøgebevoksning sådan bliver overtaget af ahorn, behøver dog ikke at være et uopret-

teligt problem. Det har vist sig, at bøg er i stand til at spire og udvikle sig udmærket under mellemaldrende og gammel ahorn ("Fremdkheimer"-effekt). Derfor er der på længere sigt mulighed for at vende tilbage til bøgedyrkning eller en blandet bøg/ahorn-bevoksning, blot man sørger for at bevare nogle frøtræer af gammel bøg i bevoksningen.

## Ask

I sin spredningsevne ligner asken på mange måder ahorn med tidlig, rigelig frøsætning og vindspredte frø. Kimplanterne fremkommer da også næsten overalt, hvor der er ældre træer i nærheden. Rigelig opvækst af ask ses også på steder, hvor vækstforholdene for ask ikke er gode på længere sigt. Asken stiller langt større krav til lys end ahorn, og en hurtig vækst ses kun på næringsrig jord med god vandforsyning. Derfor bliver ask sjældent et problem som ukrudt. På de bedste løvtrælokaliteter har det været en klassisk driftsform at dyrke bøg i selvforyngelse med spontan indblanding af ahorn og ask. Balancen mellem arterne er blevet styret gennem udrensning og tyndingshugst og næsten altid sådan, at ask har haft den korteste omdriftstid, fulgt af ahorn og bøg. Desværre har introduktionen af svampesygdommen asketoptørre i det mindste for en tid umuliggjort denne dyrkningsform, især fordi det er ung ask, som skades mest af sygdommen.

## Eg

I modsætning til de foregående arter har vi kun ret få og spredte erfaringer med selvforyngelse af eg. Naturligt er egen en træart, som i høj grad spirer frem på åbne, græsklædte arealer, hvor agern er blevet gemt som vinterforråd af kragefugle, egerne og mus. Hvis de nysspirede planter ikke efterfølgende bliver ædt af vildt, har de mulighed for at kolonisere



Figur 6-29. Selvforyngelse af vinterreg i Småland.

(Foto: Tyge W. Kjær)

arealet. I sin egenskab af lystræ er eg derimod vanskelig at drive i klassisk selvfor yngelse. Det første år efter spiring kan planterne overleve i skygge, blandt andet på grund af den reservenæring, som findes i det store agern. Men allerede fra år 2 skal de have meget lys. Det betyder, at de fleste af overstanderne skal afvikles i løbet af ganske få år, hvis der skal opnås en fladeforyngelse af eg. Det er sjældent at se sådanne for yngelser i Danmark. Hyppigst ses selvfor yngelse af eg på de lettere jorde: grusede/sandede morænebakker i Midt- og Østjylland.

I de fleste danske egebevoksninger – ikke mindst i landets østlige del – er jorden dækket af en kraftig bundvegetation; såvel græsser som bredbladede urter. Derved frembyder skovbunden ikke gode spiringsmuligheder for de agern, som falder. De er tværtimod meget udsat for at blive fundet og fortæret af fugle, mus og vildt. Selv om et tilstrækkeligt antal agern spirer, og man sørger for tilstrækkeligt lys til frøplanternes udvikling, er for yngelsen ikke sikret, for egen er en af de træarter, som vildtet efterstræber mest. Uden hegning er der ringe udsigt til, at planterne vil overleve.

I udlandet – især Frankrig – har man væsentligt større og mere positive erfaringer med selvfor yngelse af eg end i Danmark. Udgangspunktet indbefatter som regel en tæt underetage af avnbøg, hassel m.m. Under disse arter findes kun en sparsom bundvegetation, og når underetagen fjernes, er der gode spiringsmuligheder for agern. Selvfor yngelsen kan enten foregå som en fladeforyngelse, hvor skærmen afvikles i løbet af få år, eller som gruppevis for yngelse i lysbrønde, dvs. huller af en størrelse svarende til 1-3 af de gamle egetræer i overetagen. I begge tilfælde må opvæksten af eg sikres ved indgreb mod underetagen, som vil skyde igen fra stødene.

*Figur 6-30. Gruppevis for yngelse af stilkeg i lysbrønde, hvor også undervæksten af avnbøg er fjernet for at give lys til frøplanterne. Vauxlannes, Frankrig.*





Egen, som vokser op i lysbrønde, vil være præget af såvel sideskygge fra forældregenerationen som konkurrence med underetagen. Da egens tilvækstforløb kulminerer på et tidligt tidspunkt, mister man en betydeligt tilvækst på denne måde, og omdriftstiden forlænges en del. Der regnes typisk med en omdriftsalder på 180 år i stedet for de 140 år, som er almindeligt i Danmark, selv om måldiameteren (ca. 65 cm i brysthøjde) snarere er mindre, end hvad der ønskes under danske forhold.

Den nordøstamerikanske *rødeg* udviser betydeligt større foryngelsespotentialer end vore hjemmehørende egearter; nogle steder i en sådan grad, at man ser med bekymring på dens evne til selvfor yngelse og spredning i nabobevoxsninger.

### Nåletræ

Selvfor yngelse af nåletræ har ikke været praktiseret meget i Danmark i ældre tid, men metoden har fået voksende opmærksomhed de seneste årtier, ikke mindst på baggrund af tankerne om naturnær skovdrift. Helt spontan for yngelse af nåletræ har fået et stigende og til dels uønsket omfang, idet contortafyr og sitkagran for ynges sig meget villigt i klitområderne. Det gælder både under de gamle bevoxsninger og på tilgrænsende arealer, hvor spredningen kan antage invasiv karakter. Noget lignende, men dog i mindre omfang, kan ses for bjergfyr, som dog ikke for ynges sig meget under sig selv, men meget hyppigt på omkringliggende åbne arealer.

For rødgran og sitkagran gælder, at en plantet kultur er forholdsvist billig at anlægge, og sikkerheden for et godt resultat er meget stor. Det betyder, at selvfor yngelse ikke er så attraktiv. Men der er voksende bekymring for, at de roddeformationer og -skader, som sker i planteskolen og (især) ved udplantning i skoven, fører til en forringet stabilitet over for storm. Det må antages, at et træ, som er spiret på den blivende vokseplads, får den bedst mulige rodudvikling og derved også god stabilitet.

*Rødgran* for ynges sig erfaringsmæssigt bedst på en let, men dog ikke helt fattig jordbund, dvs. på bakkeøerne i det vestlige Jylland og på randmorænerne i Midtjylland og Nordsjælland. Spiringen sker bedst i mineraljord, men forekommer dog også på morbund. Intensiv jordbearbejdning er sjældent nødvendig. Ofte er den forstyrrelse af jorden, som sker i forbindelse med hugst og terræntransport, nok til at fremkalde en tæt for yngelse, hvis der er god frøsætning. Gode frøår forekommer typisk med 5 til 8 års mellemrum, så man må være tålmodig og holde bevoxsningerne under observation, såfremt målet er selvfor yngelse.

Frøplanterne er meget spæde de to første år og er afhængige af stabile



fugtighedsforhold. Dette er en væsentlig usikkerhedsfaktor ved selvfor-  
yngelse af rødgran. Meget ofte sker det, at hele foryngelsen tørrer ud og  
dør, hvis der kommer en tør sommer inden for de første vækstår. Proble-  
met er størst på morbund, dels fordi den organiske jord let tørrer ud, dels  
fordi den tilgængelige næring på de lette jorder fortrinsvist findes i mor-  
laget. Planterne danner derfor et overfladisk rodsystem og er utilbøjelige  
til at sende rødder ned i den fugtige men næringsfattige mineraljord.

Rødgran er en skygetræart og overlever bedst under skærm i de første  
leveår. Svenske undersøgelser har vist en positiv sammenhæng mellem  
skærm og overlevelse de første fem år helt op til en skærmtæthed på  
275 stammer pr. hektar. Til gengæld forblev planterne små, og væksten  
stagnerede efter andet år, når skærmen var tættere end ca. 100 træer pr.  
hektar. En passende tæthed af skærmen bliver en balance mellem over-  
levelse og vækst af frøplanterne. Netop skærmstillingen er det helt store  
problem ved selvfor-  
yngelse af rødgran. Ved det kraftige hugstindgreb  
mister bevoksningen sin sociale stabilitet, og med sit overfladiske rod-  
system er rødgranen meget tilbøjelig til at vælte i storm. Ved langsigtet  
planlægning er det muligt at forberede bevoksningen til selvfor-  
yngelse ved at gennemføre meget kraftige tyndingsindgreb helt fra ungdommen,  
så der opbygges enkelttræ-stabilitet. Denne stabilitet skabes imidlertid  
på bekostning af træets kvalitet. I den nuværende situation har meget få  
rødgranbevoksninger været udsat for så hård hugst, at de er stabile. Som  
hovedregel forudsætter en vellykket selvfor-  
yngelse en del held: nemlig at  
der ikke kommer ødelæggende storme i de første år efter skærmstillin-  
gen.

I vellykkede rødgranfor-  
yngelser kommer planterne gerne særdeles tæt,  
og den indbyrdes konkurrence bliver hård. Det forsinker udviklingen og  
øger faren for udtørring. For at undvige denne risiko er det almindeligt  
at foretage udrensning tidligt i bevoksningens liv. Allerede når planterne  
er få decimeter høje, går foryngelsen igennem med en krattrydder, så der  
efterlades i størrelsesorden én plante pr. kvadratmeter. Hvis det er hen-  
sigten ikke at foretage yderligere indgreb før en maskinel tynding ved  
omkring 10 meters højde, bør plantetætheden ikke være højere. I så fald  
bliver det for vanskeligt at arbejde med fældningsaggregatet. De enkelte  
træer vil desuden være så tynde, at det er svært at opnå et positivt dæk-  
ningsbidrag ved hugsten.

For *sitkagran* gælder lignende forhold som for rødgran, men der er ten-  
dens til, at sitkagranen spirer bedre på en organisk jord og er mindre  
afhængig af mineraljord som såbed. Arten er mindre skyggegivende og  
-krævende end rødgran, men da den er noget frostfølsom, kan den have  
god nytte af skærm. Svarende til sitkagranens naturlige udbredelse ses



Figur 6-31. Gruppevis selvfor yngelse af rødgran under skærm.

(Foto: Tyge W. Kjær)

selvfor yngelse mest i landets vestlige, kystnære egne, hvor fremspiring og spredning kan blive så voldsom, at det udgør et problem.

Spontan selvfor yngelse af *douglasgran* er ganske almindelig i de områder af landet, hvor arten vokser bedst. Det er typisk på randmorænerne i Midtjylland og på Øerne med ikke for svær jord samt god vand- og iltforsyning, som muliggør dybtgående udvikling af rodsystemet. ”Spontan” skal forstås sådan, at den forstyrrelse af jordbunden, som sker ved skovning og transport af den gamle generation, er tilstrækkelig til at skabe et såbed. I modsætning til *Picea*-arterne bliver douglasgranen ret stormfast med alderen. Derfor er der gode muligheder for at gennemføre en gradvis skærmstilling af den gamle bevoksning, hvor selvfor yn-



Figur 6-32. Selvfor yngelse af douglasgran iblandet rødgran.

Løvenholm.

(Foto: Søren Fodgaard)

gelsen fremkommer i takt med, at passende lys- og fugtforhold opstår. Lige som for *Picea*-arterne er både lys og stabile fugtighedsforhold en betingelse for frøplanternes overlevelse. Det ses jævnligt, at selv en tæt selvforyngelse forsvinder igen, såfremt der ikke lysnes i overetagen. Da douglasgran både bides og fejes af hjortevildt, er det en betingelse for selvforyngelsen, at vildttrykket holdes under kontrol, enten ved hegning eller ved afskydning.

Alle *Abies*-arter, som dyrkes i danske skove, er i stand til at selvforynge sig, men især *Abies alba* (almindelig ædelgran) er interessant, fordi frøplanterne er i stand til at overleve selv i ret dyb skygge. Udviklingen bliver ganske vist meget langsom, men opvæksten er i stand til at holde sig i live i årtier uden at miste evnen til vækst, og vil kunne udvikle sig til livskraftige træer, så snart de får tilstrækkeligt lys. Det betyder, at ædelgranen er i stand til at selvforynge sig i renbestand, men også i blanding med andre skygetræarter. Den sidste egenskab giver mulighed for en skovdyrkning, der minder om naturskove i Mellemeuropa, med blandingsbevoksninger af bøg, ædelgran, rødgran samt evt. andre træarter. Fordi planterne ikke kræver øget lystilgang inden for en kort årrække, er man ikke bundet til et pludseligt generationsskifte. Man kan udstrække forløbet over et langt tidsrum, hvis det er bekvemt i forhold til markedsforholdene og overetagens udvikling (måldiameterhugst). Der også gode muligheder for at skabe strukturvariation i bevoksningen, hvilket harmonerer godt med tankerne bag naturnær skovdrift. Imidlertid er ædelgran en af de træarter, som efterstræbes mest af vildtet. En foryngelse vil derfor kun lykkes, hvis vildttrykket holdes på et minimum.

En række andre nåletræarter kan være interessante i forhold til selvforyngelse. *Skovfyr* frembyder i sin egenskab af pionerart et stort potentiale. Frembringelse af kvalitetstræ fordrer et højt plantetal i kulturerne (helst 10 000 planter/ha), og derfor er det nærliggende at benytte sig af selvforyngelse. Skovfyr er i udpræget grad en art, der spirer frem på mineraljord, så jordbearbejdning vil fremme foryngelsen.

I Sverige er en klassisk driftsform at efterlade spredte frøtræer af skovfyr ved afdrift af nåletræ, foretage jordbearbejdning og basere næste generation på selvforyngelse. De unge planter kræver meget lys, men skovfyrens frø spredes til gengæld temmelig langt af vinden, så skærmen skal kun bestå af spredte overstandere. Efter en årrække ses det meget ofte, at rødgran (og evt. andre arter) sår sig under fyrrene, så der på længere sigt opstår en blandingsbevoksning. En begrænsning for at benytte sig af selvforynget skovfyr i Danmark er, at mange af vore ældre skovfyr er af tvivlsom proveniens med ringe stammeform, grove grene og behersket tilvækst. I løbet af de seneste årtier har forsøg og erfaringer dog givet

grundlag for et mere sikkert proveniensvalg i skovfyr, så selvforyngelse måske i fremtiden bliver mere attraktiv.

*Thuja* og *cypres* ses ofte som selvsåning på de bedre jorde, sjældent i renbestand, men hyppigt i blanding med andre træarter. Navnlig *cypres* har evne til at overleve i lang tid med meget lidt lys, på linie med *ædelgran*, og kan derfor være interessant i blandede bevoksninger af skygetræarter. Man skal dog være opmærksom på, at *cypres* udviser langt ringere tilvækst end *thuja*, hvis foryngelse til gengæld stiller lidt større krav til lysforholdene. Begge arter er følsomme over for frost, så skærmen må ikke afvikles for tidligt og for pludseligt.

*Tsuga heterophylla* (Western Hemlock) selvforynger sig meget villigt og ædes nødtigt af vildtet. Disse to ting i forening betyder, at foryngelse og spredning kan blive så voldsom, at den nogle steder ses som et problem. Proveniensforholdene for denne art er uafklarede, og der er store forskelle mellem danske bevoksninger med hensyn til tvegedannelse og stammeform. Inden man benytter sig af selvforyngelsen, bør man derfor kaste et kritisk blik på forældretræerne.

### **Efterbedring (suppleringsplantning) af selvforyngelser**

Selv den mest vellykkede selvforyngelse er sjældent helt komplet, men rummer huller af varierende størrelse. For at undgå indre rande med tilhørende skæve træer og kraftig grensætning, er det helt sædvanligt at foretage efterbedring. Størst erfaring er der med efterbedring af bøgesevforyngelser, hvor man traditionelt mest har brugt nåltræer: *rødgran*, *douglasgran* og *lærk*. Disse arter (især *lærk*) har en noget hurtigere ungdomsvækst end *bøgen* og kan derfor følge med op i kronetaget, selv om *bøgen* har nogle meters forspring. Når man ikke har efterbedret bøgesevforyngelser med *bøg*, skyldes det, at de åbne pletter i foryngelsen hurtigt bliver bevoksede med græs. Faren for musegnav er derfor overhængende. Grupper af nåltræ i *bøg* bliver sjældent angrebet af *rodfordærver* og kan bevare en god sundhed højt op i alderen.

For *rødgran* vil det dog sjældent være muligt eller hensigtsmæssigt at opnå samme omdriftsalder som for *bøgen*, mens *lærk* og *douglasgran* let kan blive lige så gamle som *bøg*. Også *løvtræ* har været brugt til efterbedring i *bøg*. *Ahorn* er med sin hurtige ungdomsvækst ganske velegnet, men er der meget græs i bevoksningen, er der dog stor risiko for, at der forekommer *mus*, som gnaver barken af de unge planter. *Ahorn* drives som regel i lidt kortere omdrift end *bøg* og vil blive taget ud af bevoksningen ved de sene tyndinger. Eg er ikke så udsat for skader fra *mus*, men kan ikke følge med *bøgens* vækst i det lange løb. Egene kan derfor kun bevares, hvis der aktivt hugges for dem i løbet af bevoksningens

udvikling. Økonomisk set bør eg have en noget længere omdriftstid end bøg, så bøg/eg-blandingen egner sig ikke i renafdrifts-skovbruget.

I selvforyngelser af rødgran vil det være relevant at efterbedre med andre nåletræarter, hvis målet er tømmerproduktion. Man bør dog afvente og se, om ikke de etablerede grupper af selvforyngelse vil brede sig og lukke hullerne. Har man besluttet sig for efterbedring, vil man gerne vælge arter, der vokser lidt hurtigere end rødgranen. Sitkagran eller douglasgran vil begge kunne indhente rødgranens forspring, men vil også nyde godt af den beskyttelse mod frost og vind, som den allerede etablerede selvforyngelse vil give. Indplantning af skovfyr er også en mulighed. Er målet at skabe større variation i skoven, kan der efterbedres med løvtræ: eg, ahorn eller bøg, hvor der ikke er for store frostproblemer. Men på de lokaliteter, hvor selvforyngelse af rødgran oftest er vellykket, vil løvtræ i mange tilfælde have en svag udvikling, så det produktionsmæssige udbytte af skoven bliver reduceret.

Hjortevildt kan være et stort problem ved efterbedring af selvforyngelser. Er foryngelsen hegnet, kan man naturligvis forsøge at gennemføre efterbedringen så tidligt, at suppleringsplanterne når at vokse op inden for hegnets levetid. Uden hegn er smågrupper af ”fremmede” arter i en foryngelse meget udsat for at blive ødelagt ved fejning eller bid. Det gælder i høj grad lærk og douglasgran, som ellers er velegnede indplantningsarter i bøgeforyngelser. Modforholdsregler (fejstokke, afskrækningsmidler, små ”flyvende” hegn) er kostbare. Kappeplantning (se afsnit 6.7) med sitkagran eller dunet gedeblad kan være en mulighed, men der er ingen garanti for succes.

## 6.4 Frøforsyning

Dér, hvor naturlig foryngelse ikke er mulig eller ønsket, må man ty til såning eller plantning. I begge tilfælde skal der skaffes frø fra en moderbevoksning. Selv om fremskaffelsen af frø i de fleste tilfælde overlades til en professionel frøhandler, er det nyttigt for skovdyrkeren at gøre sig bekendt med mulighederne og reglerne.

### Lovgivning omkring handel med frø og planter

Enhver skovejer har lov til at høste frø eller opgrave planter i sin egen skov for at anvende dem inden for ejendommens grænser. Så snart frøet/planterne skal bruges uden for ejendommen og/eller gøres til genstand for handel, er der krav om, at plantematerialet skal være godkendt til skovbrugsformål.



”Skovbrug” tolkes i denne forbindelse bredt:

- vedproduktion
- værn- og læbeplantning
- juletræ- og klippegrøntproduktion
- alléer og parkbeplantninger
- biomasseproduktion

Reglerne gælder for de såkaldte EU- og OECD-arter, som i praksis omfatter alle de arter, der dyrkes i Danmark med vedproduktion for øje. Frø af disse arter er underlagt *herkomstreglerne*, dvs. at frøkilden skal være *kåret*. Kåringsarbejdet varetages i Danmark af ”Udvalget for skovfrø og planter”, hvori der sidder repræsentanter for forskning, skovbrug og planteskoledrift. Hvis en skovejer mener at have en bevoksning af så god vækst og kvalitet, at den kan bruges til frøavl, retter ejeren henvendelse til NaturErhvervsstyrelsen, hvorefter udvalget besigtiger og evt. godkender bevoksningen.

For EU-arterne gælder, at alt frø skal være *certificeret*. Hver gang der høstes frø i en kåret bevoksning, udstedes der et såkaldt stamcertifikat med et éntydigt nummer. Dette nummer skal følge frøpartiet, når det sælges til planteskolerne, og de producerede planter, når de sælges til skoven. Så kan man med sikkerhed godtgøre, hvor frøet til et bestemt planteparti har sin oprindelse. Dette system giver skovbruget en enestående mulighed for at opsamle erfaringer om, hvilke provenienser og frøplantager, der er de mest værdifulde.

Den samlede bekendtgørelse om skovfrø og -planter (Bekendtgørelse nr. 1479 af 12/12/2013) kan findes på [www.retsinfo.dk](http://www.retsinfo.dk). Yderligere oplysninger kan ses på NaturErhvervsstyrelsens hjemmeside, hvor der også findes en komplet fortegnelse over alle kårede bevoksninger i Danmark.

Hele kårings- og kontrolsystemet er naturligvis indført for at sikre, at der ikke høstes eller importeres mindreværdigt frø, som på længere sigt ville forringe sundheden eller kvaliteten af vore skove. Da tidshorisonten i skovbruget er så lang, vil forkert valg af frøkilde kunne sætte sig spor langt ud i fremtiden. Set i dette perspektiv er herkomstreglerne meget værdifulde og effektive. Men da hele systemet er brugerfinansieret, skal der kunne sælges en betydelig mængde frø, såfremt en skovejer skal være interesseret i at søge om kåring af en bevoksning. Derfor gælder for en række af de sjældnere plantede træarter, at udvalget af lovlige frøkilder er meget begrænset, fordi der ikke er tilstrækkeligt økonomisk incitament til at opretholde flere kåringer.

## Typer af frøkilder

Godkendelse (kåring) af frøproducerende bevoksninger kan ske på forskellige niveauer:

Kåringen kan ske udelukkende på baggrund af træernes ydre fremtoning (fænotype). Hvis formålet med kåringen er vedproduktion, kræves det normalt, at bevoksningens tilvækst har været højere, end hvad der kan forventes af den pågældende art på lokaliteten, og at kvaliteten er usædvanligt høj. For at sikre tilstrækkelig genetisk variation i frømateriale skal bevoksningen have en vis størrelse (normalt mindst 50 træer), og for at undgå krydsbestøvning stilles der krav om afstanden til andre bevoksninger af samme træart. Frø fra sådanne godkendte frøavlsbevoksninger betegnes som ”udvalgt” og fremstår i frøkataloger med bogstavet F efterfulgt af godkendelsens nummer.

Når der ønskes endnu højere kvalitet og/eller tilvækst, anlægges *frøplantager*, hvilket kan gøres på forskellige måder. Det enkleste er at høste frø på en række særligt gode enkelttræer (”plustræer”) for derefter at udplante afkommet sammen på et areal, hvor de kan bestøve hinanden. Hvis man ønsker større gevinst af sit avlsarbejde, kan man foretage kontrolleret bestøvning af plustræerne, så man er sikker på, at såvel moderen som faderen har særligt værdifulde egenskaber. Afkommet, som fremkommer ved den frie eller den kontrollerede bestøvning, planter man sammen i en såkaldt frøplante-frøplantage (eng.: Seedling Seed Orchard). Ved anlæg af plantagen holder man afkommet fra de enkelte plustræer adskilt og fører kontrol med, hvor de forskellige familier er placeret. Ved fri bestøvning består familierne af halvsøskende, men ved kontrolleret bestøvning af helsøskende.

En anden og hurtigere mulighed er at tage podekviste fra et antal plustræer og på den måde forøge hvert plustræ til et større antal individer, som plantes sammen (klon-frøplantage). I så fald kan man være skarpere i sit udvalg af modertræer, men dog i respekt for, at frøplantagen skal bestå af et rimeligt stort antal kloner for at sikre genetisk variation. En særlig model af klonfrøplantage bruges, når der er brug for hybrider (lærk). Modertræerne, hvorpå der skal høstes frø, fås ved podning af ét træ i et stort antal eksemplarer, mens fædrene er flere forskellige individer. Man høster kun frø af moderklonen og håber på, at kun en ringe del af frøet er resultat af selvbestøvning. Frø fra frøplantager (hvad enten det er frøplante- eller klonplantager) betegnes i frøkildefortegnelse og kataloger med bogstaverne FP efterfulgt af godkendelsesnummeret. I herkomstreglerne betegnes frøet som ”kvalificeret”.

Når det er muligt, foretager man kontrolleret frøhøst på enkeltfamili-

er/-kloner i frøplantagen, og udplanter afkommet i forsøgsbevoksninger, hvor man kan sammenligne væksten af de enkelte modertræers afkom. På baggrund heraf kan man så tynde ud i frøplantagen, sådan at kun de bedste kloner eller familier bliver tilbage. Frø fra plantager, hvor der har været mulighed for at bedømme afkommet, betegnes i herkomstreglerne som ”afprøvet”.

### Skovtræforædling i Danmark

Mulighederne for kontrolleret frøavl og afprøvning af materialet afhænger naturligvis stærkt af træartens generationstid, altså hvor gammel den skal være, før den sætter frø. Birk og el kan have frøsætning allerede i 5-års alderen, hvis de står frit. Bøg, ædelgran og nordmannsgran skal være 35-40 år gamle, inden de sætter frø i brugbare mængder. De fleste skovtræer befinder sig et sted mellem disse grænser. Dette, sammen med træartens vigtighed for skovbruget, afspejler sig i den indsats, der er gjort for at fremavle bedre frø. For bøg, som er en af træarterne med længst generationstid, er frøforsyningen udelukkende baseret på bevoksninger, som er kåret på baggrund af deres tilvækst og udseende. Der findes ingen frøplantager baseret på udvælgelse af plus-individer. Afprøvning findes kun i de få tilfælde, hvor moderbevoksningen har været kåret så længe, at afkomsbevoksninger har nået at vokse op til en størrelse, hvor det er muligt at bedømme kvaliteten. Forbedring af bøgens kvalitet har man især søgt at opnå ved at importere frø, fortrinsvis fra den nordlige del af Karpaterne og Schweiz, i mindre omfang fra Holland og Belgien. Denne import er begyndt for så længe siden, at man i dag ikke altid ved, om en bevoksning er af dansk eller udenlandsk oprindelse.



Figur 6-33. Klon-frøplantage af rødgran. Der er tale om podninger fra kronen af ældre træer; derfor bærer de kogler helt nede ved jorden.

(Foto: Søren Fodgaard)

Vore vigtigste nåletræarter: rødgran og sitkagran, har derimod været underkastet et målrettet udvælgelses- og avlsarbejde. Det betyder, at frøplantager i dag mere end rigeligt dækker Danmarks behov for frø. Navnlig for sitkagran er arbejdet stadig i gang, så vi ser en stærkt øget tilvækst i nyplantede bevoksninger, hvor man har valgt de mest vækstkraftige frøkilder. I nogen grad har man målrettet frøplantagerne efter bestemte egenskaber, f.eks. frosttolerance eller veddets densitet, så man kan vælge frøkilde efter lokaliteten og formålet med plantningen.

Også for lærk er der siden 1930'erne foregået et stort avlsarbejde, primært med henblik på at frembringe hybridlærk (japansk X europæisk lærk), hvoraf der i dag findes en række frøplantager. De seneste år har interessen for forædling især knyttet sig til eg (stilkeg). Da egen kan sætte agern allerede fra 15-års alderen, egner den sig ret godt til forædlingsarbejde, og der synes at kunne opnås betydelige gevinster, både med hensyn til vækstkraft og stammeform.

## 6.5 Såning

Såning af nåletræ direkte på voksestedet er sjældent forekommende i Danmark, men har været – og er til dels stadig – en almindeligt udbredt metode i vore skandinaviske nabolande. Såning af eg og bøg har derimod været meget udbredt her i landet i ældre tid, men er næsten ophørt efter 2. verdenskrig. De seneste årtier har såning imidlertid påkaldt sig fornyet interesse i skovbruget, især for egens vedkommende. Motivet for at benytte sig af såning i stedet for plantning er i første række en forventning om at kunne spare på kulturomkostningerne. Frø er billigere end planter, og udsåning er billigere end plantning. Men hertil skal lægges, at såning kan være en bekvem måde at bringe nye træarter ind i en eksisterende bevoksning, og blandingsbevoksninger er en af forudsætningerne for den naturnære skovdrift, som gradvist har vundet indpas siden årtusindskiftet. Endelig gælder det lige som ved selvforyngelse, at såede planter får en optimal rodudvikling, fordi rødderne ikke skades og deformeres i forbindelse med håndtering og udplantning.

### Træarter

Dér, hvor man har størst erfaring, og hvor man har oplevet absolut størst succes, er ved såning af eg på landbrugsjord. I en del tilfælde er der udsået en dækafgrøde af vinterrug eller -hvede inden egesåningen. Formålet er at dæmpe ukrudtskonkurrencen de første år og at gøre frø og spirer mindre synlige for duer og råger. Der er gerne brugt modificerede planteskole-såmaskiner eller plantemaskiner, hvor agernet er sået i riller med en afstand mellem frøene på mellem 1/3 og 1/2 meter. Princippet er det

samme som i tidligere tiders egekulturer med agern sået i gravede riller; dengang såede man dog agernet væsentligt tættere.

Succesraten var og er høj i disse kulturer, hvor man kan frembringe god egeskov betydeligt billigere end ved plantning. Såninger af bøg på åben mark er generelt ikke lykkedes på samme høje niveau. Både fremspiring og overlevelse har været ringere end for egens vedkommende. Mere lovende forekommer såning af bøg under skærm; typisk under nåletræ for at skabe større artsvariation i plantagerne.

For andre træarter end bøg og eg har man kun begrænsede erfaringer. Ask, røn og birk er løvtræarter, som i forsøg har udvist god spirings- og etableringsevne. Blandt nåletræerne kan peges på rødgran, sitkagran, douglasgran, ædelgran, lærk, skovfyr, contortafyr. På frostudsatte lokaliteter bør sitka- og douglasgran sås under skærm, og ædelgran bør overhovedet kun sås under skærm. Prisen pr. frø af douglasgran, ædelgran og lærk er forholdsvis høj; derfor skal man opnå en høj etableringsprocent, hvis såningen skal være lønsom.

### Muligheder og problemer

Hvis såning som metode skal være attraktiv, skal man kunne frembringe en lige så god kultur som ved plantning, men billigere. Det forudsætter en rimeligt høj etableringsprocent, dvs. at en stor andel af det udsåede frø bliver til levedygtige planter. Dette skal naturligvis ses i balance med frøets pris, sådan at kravet til etableringsprocent er størst for det dyre frø. Det skal endvidere være teknisk muligt at udså det pågældende frø.

På grund af rødder, sten, morlag og ujævnheder frembyder skovbunden et ringere såbed end planteskolejord. Det er dog ikke den tekniske side af såningen, som frembyder de største problemer. Med udgangspunkt i



Figur 6-34. Oldenså-maskine.

(Foto: Niels Pedersen)



know-how fra planteskolebranchen, kombineret med lokal opfindsomhed, er der udviklet en række forskellige såmaskiner, som kan bruges i skoven, primært til agern og bog. Men også frø af mindre størrelse lader sig så maskinelt, evt. blandet med sand som kan dække de spirende frø.

Omkring såning af små frø kan der hentes viden fra landbruget, men af flere grunde er opgaven sværere end i landbruget. Som nævnt er terræn og jordbund vanskeligere, men hertil skal lægges, at mange arter af skovfrø kræver en langvarig forbehandling med vand samt kulde og/eller varme for at kunne spire. Frøet, som skal håndteres, er hos disse arter fugtigt og skrøbeligt, fordi spiringen er ved at gå i gang allerede på såtidspunktet.

Ofte er der tale om såning efter skærmstilling af allerede eksisterende nåleskov. Hvis en såmaskine skal kunne køre på arealet, må der ikke være efterladt meget kvas. Det betyder, at grene og kvas skal samles på sporene og bruges som køreunderlag for skovningsmaskinen.

Hvis det gælder mindre opgaver som indbringelse af supplerende arter eller tilsåning af små arealer, kan man ofte med fordel håndså frøet. Agern og bog kan evt. stiksås ved hjælp af et planterør.

For træarter med store frø (eg og bøg) er forekomsten af mus et af de største problemer. Skovmus, halsbåndmus og i nogen grad rød mus er frøædende, mens markmus ikke udgør noget problem i denne henseende. Også fugle (finker, duer og råger) kan gøre stor skade ved dels at æde frøet om vinteren, dels de nye spirer om foråret. Et andet alvorligt problem er ukrudt. De fremspirende planter er meget små det første år, det gælder især nåletræerne. Derfor er de nye planter følsomme over for konkurrence, og for nåletræernes vedkommende skal man helst undgå ukrudt hele den første vækstsæson. En kraftig ukrudtsflora kan også gøre det vanskeligt at skabe et ordentligt såbed, hvor frøet kommer i kontakt med mineraljorden og derved får nok fugtighed til at spire og gro.

Et problem, som måske mere er af psykologisk art, er at der går flere år, før de såede planter har samme størrelse som planteskoleplanter, og at både størrelse og tæthed i kulturen bliver mere uensartet. Skovejeren må være tålmodig og kunne acceptere det uensartede resultat. Netop fordi fremspiring og overlevelse ikke er lige god over hele arealet, tilstræber man som regel en højere gennemsnitlig plantetæthed i såede kulturer end i plantede.

### Lokaliteter

Som nævnt er såning (af eg) en oplagt mulighed ved skovrejsning på tid-



Figur 6-35. Bøg og røn udsået under skærm af rødgran. Store Hjøllund Plantage.

(Foto: Tyge W. Kjær)

ligere agerjord. Der er flest erfaringer fra lerholdige jorde i Østdanmark og Skåne, men metoden fungerer givetvis også på mere sandede lokaliteter, blot de ikke er alt for frostudsatte.

I allerede eksisterende skov er der især lovende resultater fra de sandede jorde i Midt- og Vestjylland. Her har man efter skærmstilling af rødgranplantager foretaget rækkevis såning af løvtræ (mest bøg) og i nogle tilfælde også douglasgran. Den blotlæggelse af mineraljord, som sker i forbindelse med skærmstilling og såning, kan give anledning til en kraftig selvforyngelse af rødgran på arealet, men det er ikke nødvendigvis en ulempe. Erfaringer viser, at rødgranopvæksten kan skjule den ”eksotiske” såning for vildtet, så man får en acceptabel overlevelse på arealer, som ikke er hegnede.

På tilsvarende lette jorde har pletvis såning af nåletræ (douglasgran) vist sig som en farbar vej under skærm af rødgran. En mulighed er at foretage punktvis jordbearbejdning ved hjælp af et jordbor og derefter håndså de ønskede arter på den bearbejdede plet.

På de sværere jorde i Østdanmark har såning i skov hidtil været mindre vellykket. Det langt større ukrudtstryk på den lerholdige jord er et klart problem, som betyder, at små frøplanter har svært ved at klare sig i konkurrencen. Hvis skærmen holdes så tæt, at ukrudtet ikke er et problem, er det kun de mest skyggetålende arter (f.eks. ædelgran, cypres) som kan klare sig, og der er meget få erfaringer med disse arter i såningskultur. Et måske endnu større problem er den tætte bestand af mus, som findes i de mere frodige skove. Den betyder, at en meget stor andel af det udsåede frø bliver ædt, inden det når at spire.

### Tidspunkt på året

Såfremt frøet på forhånd har fået den nødvendige forbehandling for at bryde spirehvilten, vil det ofte være praktisk at så om foråret. Hvis såningen sker tidligt om foråret, vil frøet kunne få den nødvendige kuldeperiode efter udsåning, så forbehandling (stratificering) evt. kan undværes. Til gengæld kan det ske, at følsomme arter (bøg) spirer så tidligt, at kimplanten skades af frost. Et andet væsentligt hensyn er, at jorden skal være bekvem at bearbejde, når såningen sker. Det taler for at så tidligt på de lette jorder, hvor udtørningsfaren også er størst, og hvor det derfor er vigtigt at gennemløbe spiringsfasen, mens der endnu er fugtighed i jorden fra vinterens nedbør. De mere lerholdige jorde bliver tjenlige til bearbejdning noget senere på foråret, hvor jordtemperaturen også er højere. Det betyder, at frøet spirer hurtigt efter såning, og at det kun i en kort periode er udsat for at blive ædt af mus.

Såning om efteråret er muligt, og man kan da normalt undvære en forbehandling af frøet for at bryde spirehvilten. Men også her gælder det, at jorden skal have et passende fugtindhold, og derfor bør man ikke tilså svære lerjorde sent på året. Ved efterårssåning er frøet udsat for efterstræbelse fra fugles og mus' side igennem hele vinteren, hvilket i uheldige tilfælde kan føre til store tab. Endelig kan agern blive skadet, hvis der kommer stærk barfrost.

## 6.6 Planter og plantning

### Plantetyper

Til plantning i skoven bruger man i Danmark traditionelt *barrodsplanter* dyrket på friland. Frøet udsås i et frøbed, hvor planterne står ganske tæt, op til 500 planter pr. m<sup>2</sup>. Efter 2 års vækst i frøbedet (undertiden kun 1 år) er de fleste løvtræer klar til udplantning i skoven. For nåletræernes vedkommende sker der næsten altid en *omskoling*: Planterne tages op fra frøbedet og udplantes i et *priklebed*, hvor de står mindre tæt, typisk mellem 75 og 150 planter pr. m<sup>2</sup>. Planten forbliver yderligere 1-2 år i priklebedet, inden den sælges. En eller to gange i løbet af dyrkningsperioden i planteskolen foretages en *rodbeskæring* (underskæring), som afskærer alle rødder, der går dybere end cirka 25 cm. Som kompensation danner planten et kortere, men mere busket rodsystem. Rodskæringen er et drastisk indgreb mod de arter, der normalt danner en pælerod (eg m.fl.), men den er nødvendig af hensyn til den senere udplantning i skoven, hvor det ville være umuligt at håndtere planter med meget lange rødder. Af planteskolernes kataloger fremgår, hvor længe planterne har været dyrket i frø- og priklebed. Eksempelvis betyder betegnelsen 2/2, at planterne har stået to år i frøbedet og yderligere to år i priklebedet efter

omskoling. En (løvtræ-)plante, som har stået to år i frøbed og aldrig har været udpriklet, betegnes 2/0.

Især for nåletræernes vedkommende betyder den lange produktionstid på 3-4 år, at brugen af barrodsplanter er et ret ufleksibelt system, som ikke kan reagere hurtigt, f.eks. efter stormfald eller ved ændringer af markedet. Meget ofte svinger planteskolerne mellem perioder med henholdsvis over- og underproduktion. Sammen med den omfattende håndtering betyder det, at ompriklede barrodsplanter er ret kostbare. Til gengæld fås en stor og kraftig plante, som ved korrekt plantning på det rigtige tidspunkt er i stand til at klare sig i en ret kraftig ukrudtsvegetation.

I vore nordiske nabolande bruges næsten udelukkende *dækrodsplanter*, som også er ved at vinde indpas i Danmark. Ved dyrkning af dækrodsplanter sås frøet enkeltvis i hver sin lille potte eller container, hvori planten som regel forbliver under hele dyrkningsperioden i planteskolen. Der skelnes principielt mellem to forskellige typer: Ved *containerplanter* er vækstmediet omgivet af et tekstilnet eller en potte af pap eller andet nedbrydeligt materiale. Ved udplantningen i skoven sættes hele rodklumpen inklusive net/potte i jorden. Det mest udbredte dyrkningssystem af denne art er det canadiske Jiffy-system. Som vækstmedie benytter Jiffy tørvsmuld (*Sphagnum*), omgivet af en pose (en ”strømpe”) af tekstilnet. Under dyrkningen står de enkelte netcontainere adskilt med luft imellem (figur 6-36). I stedet for rodskæring benytter Jiffy-systemet sig af ”luftbeskæring”. Når rødderne er vokset ud til netposens overflade, tørrer rodspidsen ud og roden forgrener sig. På den måde fås et meget tæt forgrenet rodsystem med mange nye rodspidser, som er klar til at vokse straks efter udplantningen.



Figur 6-36. Containerplanter af forskellige træarter. Jiffy-system.



Et andet dyrkningsprincip er såkaldte *plug-planter*. Her dyrkes planterne i potter/containerne af et bestandigt materiale (plast). Inden udplantning i skoven må planten tages op af potten, hvorefter klumpen af vækstmedie kun holdes sammen af rødderne. Det resulterer i en lidt mere besværlig håndtering af planterne, dels fordi rodklumpen ikke er så mekanisk stabil, dels fordi potterne skal samles sammen og returneres til planteskolen, hvis de bringes med helt ud i skoven. Et af de mest udbredte plug-planter-systemer er det svenske Hiko-system, men der findes mange andre.

Et generelt problem ved dækrodsplanter er, at rødderne har tendens til at vokse rundt i en spiral, efter at de er nået ud til dyrkningsbeholderens vægge, og danne såkaldt rodsnøre. Mange arter af skovtræer (især fyrre-arter) har ringe evne til at danne sekundære rødder, og efter udplantning vil størstedelen af rødderne fortsat vokse i en klump eller nøgle i selve plantehullet. Det betyder forringet stabilitet mod vind og på længere sigt også forringet vækst. Luftbeskæring er et effektivt middel til at undgå rodsnøre. Ved plug-planter er potten undertiden behandlet indvendigt med et kobberpræparat, som får rodens vækst til at standse, så snart rodspidsen når pottens væg. Andre systemer har lodrette slidser eller styreribber i potterne, men det er ikke så effektivt et middel til at undgå roddeformationer.

Dækrodsplanter produceres helt eller delvist i væksthus, og med opvarmning samt optimeret vanding og gødskning kan produktionstiden gøres meget kort. Med såning i februar kan planter af de mest robuste arter være klar til udplantning allerede ved månedsskiftet juni/juli. Der er i de senere år (2003 og fremefter) eksperimenteret med sådanne ”miniplanter”, og resultaterne har været ganske lovende. Risikoen er dog stor, hvis der kommer en tør periode umiddelbart efter plantning.

For at undgå meget spæde planter, som kan have svært ved at klare sig i skovmiljøet, kan man lade planterne gro en hel vækstsæson og overvintrere dem før udplantning det efterfølgende forår. Eventuelt kan de pakkes i kasser om efteråret og lagres under let frost vinteren igennem. Så er de klar til plantning, straks når foråret kommer. For de langsomt startende *Abies*-arter må påregnes en produktionstid på to år. I så fald foretages undertiden en omskoling, idet en lille dækrodsplante udplantes i en større container. Under alle omstændigheder er produktionstiden væsentligt kortere end for barrodsplanter på friland. Det giver større fleksibilitet for planteskolerne, og ved rationel stordrift også en lavere plantepriis end for barrodsplanter.

Ved udplantningen er dækrodsplanter generelt mindre end barrodsplanter. Derfor kan man ikke se på plantetypen isoleret, men må betragte



kulturetableringen som en helhed, inklusive forberedelse, jordbearbejdning og eventuel ukrudtsbekæmpelse. I almindelighed fordrer brugen af dækrodsplanter på åbne flader, at der foretages en jordbearbejdning. Målet er at skabe gode plantepladser, hvor rødderne kan komme i kontakt med mineraljord, og hvor ukrudtskonkurrencen i begyndelsen er begrænset. Rillepløjning eller ”högläggning” er blandt de mulige løsninger.

Dækrodsplanter produceres i mange forskellige størrelser og typer. Miniplanterne med en container/pottestørrelse på ca. 50 cm<sup>3</sup> kan med deres korte produktionstid leveres til en pris af under 1 krone/stk. Det kræver dog frø med meget høj spireprocent. Disse planter kræver en grundig arealforberedelse med jordbearbejdning for at kunne klare sig, og de anbefales generelt kun til de mest robuste nåletræarter (rødgran, sitkagran, skovfyr). Som regel foretrækkes planter i en lidt større container (ca. 100 cm<sup>3</sup>) med 1-1½ års produktionstid (senvinter til forår/sommer det efterfølgende år). Også disse planter kræver en god kulturforberedelse. Løvtræer samt lærk og douglasgran bliver meget tynde ved den høje dyrkningstæthed, og for disse arter anbefales en containerstørrelse på 150 cm<sup>3</sup>.

Hvis man ønsker en kraftigere plante, kan man give planterne mere plads ved at lade hver anden container i dyrkningsbakkerne stå tom, men herved stiger produktionsprisen væsentligt, fordi pladsen i væksthuset ikke udnyttes fuldt ud. Endelig kan man ved at øge container/pottestørrelsen til 200-250 cm<sup>3</sup> frembringe en plante, som med hensyn til robusthed og konkurrenceevne over for ukrudt er sammenlignelig med barrodsplanten. Prisen er også sammenlignelig, men produktionstiden (1-2 år) er kun halvt så lang som for barrodsplanter, hvilket giver større fleksibilitet. Hvilken type plante, man foretrækker, må afhænge af en lokal vurdering af jordbund, ukrudtstryk, kulturforberedelse m.m.

Den korrekt dyrkede dækrodsplante har mange levende rodspidser fordelt over hele rodklumpens overflade. Undersøgelser og erfaringer viser, at dækrodsplanterne efter udplantning i skoven udvikler et mere alsidigt rodnet end barrodsplanter. Ud over pris og leveringstid er det et væsentligt argument for at bruge dækrodsplanter, fordi et bedre rodsystem har betydning for såvel tilvækst som stabilitet.

For at opnå mere robuste planter end de små dækrodsplanter produceres undertiden såkaldte ”Plug+1-planter”. Fremgangsmåden er, at planterne dyrkes i små potter ½ år i væksthus, hvorefter de udplantes i et sædvanligt prikled, hvor de vokser yderligere 1 år. Disse planters fortrin – frem for almindelige barrodsplanter – er den kortere produktionstid og dermed en lavere produktionspris.

Fordi de små dækrodsplanter ikke er så konkurrencekraftige over for ukrudt, er de i Danmark indtil videre mest brugt på de lettere jorde i Jylland. På de mere næringsrige østdanske jorde anses de som regel for at være for spinkle til at klare sig i den kraftigere ukrudtsflora. Dette spørgsmål må dog ses i sammenhæng med træart, valg af plantestørrelse, graden af jordbearbejdning og tilstedeværelsen af skærm eller hjælpetræer. Brugen af store containere/potter gør dog håndtering og transport i terrænet mere besværlig og svækker derved incitamentet til at bruge dækrodsplanter.

Det er den almindelige opfattelse, at dækrodsplanter er mere attraktive for hjortevildtet end barrodsplanter. Hegning eller anden beskyttelse er derfor endnu mere påkrævet, når en kultur anlægges med dækrodsplanter.

Ovenstående beskrivelse har taget udgangspunkt i, at såvel barrods- som dækrodsplanter frembringes fra frø. En del træarter lader sig også formere vegetativt ved *stiklinger*: stykker af grene, som sættes i jorden, hvor de slår rod. Dette er den typiske formeringsmetode for poppel og pil, hvor der oftest bruges stiklinger med en længde mellem 20 og 40 cm. Hvis kulturen skal anlægges på en ukrudtsfri, velbehandlet landbrugsjord, kan stiklingerne (helst 40 cm lange) sættes direkte på det blivende voksested. Arealet må efterfølgende renholdes for ukrudt i 1-2 år. På skovjord er der i hovedsagen negative erfaringer med at sætte stiklinger direkte, idet de bliver overvokset af ukrudt og/eller afløvet af insekter. I stedet sættes stiklingerne i planteskolen, hvor der kan bruges enten barrods- eller dækrodssystemer. Efter rodslagning og et års vækst i planteskolen kan de udplantes i skoven, og er på det tidspunkt langt mere robuste. I skoven kan der eventuelt bruges meget store stiklinger på 1½ -2 meters længde og 2-4 centimeters tykkelse, såkaldte sættestænger (engelsk ”poles”), som sættes i dybe, borede huller. Det er dog en dyr metode, idet både sættestængerne og hullerne koster meget at frembringe. Til gengæld kan man som regel spare hegning, idet de nye skud dannes over råvildthøjde.

*Picea*-arter lader sig også stiklingeformere i væksthuse med tågevanding. I perioder har det været forsøgt at markedsføre klonblandinger af særligt udvalgte elitetræer. Tilvækstniveauet kan på denne måde øges hurtigere end ved forædling af frøformerede planter, men klonskovbruget er indtil videre ikke blevet særligt populært. Planterne er noget dyrere end ved frøformering, og i skovbruget er man bange for den meget stærke indsnævring af det genetiske grundlag. Bekymringen er, at en eller flere kloner viser sig særligt følsomme over for svampe, insektangreb eller klimækstremmer, og at man i så fald får destabiliseret eller ødelagt hele bevoksningen.

De øvrige skovtræarter er generelt vanskelige at opformere vegetativt. Med den nuværende teknik bliver planterne desuden så dyre, at det ikke er aktuelt at bruge dem i almindeligt skovbrug. En undtagelse er måske juletrædyrkingen, hvor nordmannsgran, opformeret fra cellekulturer i laboratoriet (såkaldt ”somatisk embryogenese”), synes inden for rækkevidde.

### Plantebehandling og plantningstidspunkt

I skudstrækningsperioden (typisk maj-juni) er alle planter følsomme over for beskadigelser og afbrydelse af vandforsyningen, og tåler dårligt flytning. I denne periode er røddernes vækst også beskedet, fordi planten bruger al sin energi på vækst over jorden. Uden for skudstrækningsperioden er det principielt muligt at flytte planten, men der må dog tages hensyn til udtørningsfare, jordtemperatur, og at planten har tilstrækkelig reservenæring til at danne nye rødder. Endelig er der praktiske hensyn, at jorden må hverken være frossen, vandmættet eller så tør, at plantningen bliver vanskelig.

For *barrodsplanter* af nåletræ vil et godt planteresultat kunne opnås for de fleste arter ved plantning i perioden medio september til medio april, når blot jorden er frostfri. For løvtræ er det generelt fordelagtigt at vente, til løvet begynder at få efterårsfarve (oktober). Også for douglasgran og ædelgran er der erfaring for, at tidlig efterårsplantning kan give et tvivlsomt resultat. I modsætning hertil afslutter nordmannsgran skudvæksten tidligt og kan med fordel udplantes allerede i august. For *nobilis* og *grandis* anbefales forårsplantning mellem medio marts og medio april. Eg og ask kan med deres sene udspring plantes frem til midten af maj. Ovenstående gælder friskoptagne planter. Det er muligt at *kølelagre* (0 til -1° C) planter med godt resultat, når de optages i hvileperioden. Ved brug af kølelagrede planter kan plantesæsonen om foråret udstrækkes en hel del, hvilket kan være meget fordelagtigt, hvis arbejdskraftressourcen er begrænset.

Skal barrodsplanter opbevares på skovdistriktet inden plantning, kan de sættes i *indslag*, dvs. man graver en rende i jorden, hvor plantebundterne sættes, og rødderne dækkes med jord. Dækning med hvid skyggefolie har dog vist sig næsten lige så godt og er mindre arbejdskrævende. Opbevaring i 3-lags papirsække har vist sig brugbar, når sækkene står i skygge, men overlevelsen har i forsøg ikke været så god som ved dækning med skyggefolie.

Med *dækrodsplanter* står man mere frit ved valg af plantningstidspunkt, fordi planterne ikke udsættes for chok og eventuel udtørring i forbindelse med optagningen i planteskolen. Som nævnt kan plantning ske umiddelbart efter, at skudstrækningen er forbi; for de fleste arter fra sidst i juni og fremefter. På dette tidspunkt er jordtemperaturen høj og rodvæk-

sten kraftig, så planten hurtigt kan udvikle sit rodnet. Fordi rodklumpen er lille (kort), er der dog en risiko for udtørring ved sommerplantning. Der er også risiko for opfrysning ved sen efterårsplantning, hvis planten ikke når at gro fast, inden jorden fryser.

Dækrodsplanter i vækst må vandes, hvis de skal opbevares i skoven inden udplantning. Planter, som er køle/frostlagrede, leveres gerne i kasser, hvori de kan opbevares et par uger, hvis kasserne står et køligt og skyggefuldt sted, hvor de tør langsomt op.

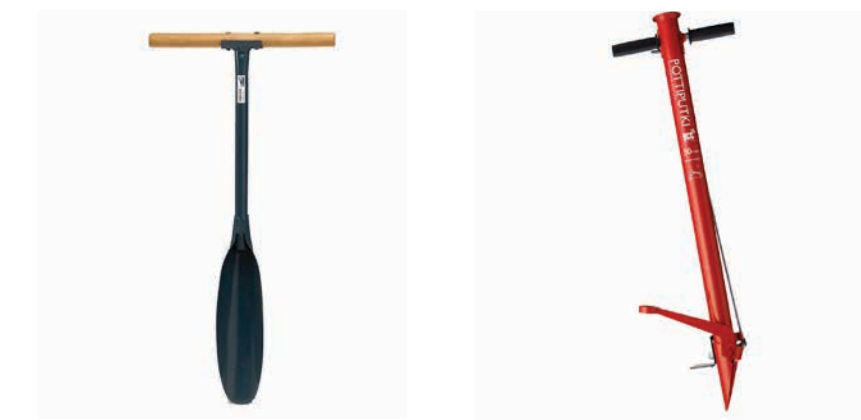
## Plantning

En god plantning er i første række kendetegnet ved, at planterne står stabilt, og at rødderne har god kontakt til en jord, hvorfra de kan hente vand og næringsstoffer. I praksis betyder det, at rødderne skal være dækket af mineraljord eller muldjord. Planten skal stå i samme dybde eller en smule dybere end i planteskolen, og rødderne bør være fordelt til alle sider i jorden. Til produktion af gavntre bør planterne stå nogenlunde lodret for at hindre dannelse af reaktionsved i den nederste del af stammen.

*Manuel plantning af barrodsplanter* er den almindeligste metode på gammel skovjord. Plantningen udføres med spade, ofte en afkortet drænsfade. Hvis der ikke er ryddet for kvas, eller hvis der er mange sten, rødder eller vegetation på arealet, kan det være bedre at bruge et plantebor (ex. Grönris bor) eller en plantehakke. Præstationen vil ofte være mellem 500 og 1 000 planter pr. dag, afhængigt af forholdene. I 2015-priser er omkostningen omkring 2 kroner pr. plante. Forudgående nedknusning af hugstrestre og/eller jordbearbejdning betyder meget for præstationen.

Manuel plantning af *dækrodsplanter* foretages med planterør (f.eks. Pottiputki, figur 6-37). Planterøret har ergonomiske fordele, da man ikke be-

Figur 6-37. Til venstre plantebor, model "Grönris". Til højre planterør "Pottiputki".



høver at bukke sig under plantearbejdet, og præstationen vil typisk ligge fra 800 og helt op til 3 000 planter pr. dag, afhængigt af forholdene. De største præstationer fås ved tilplantning af let landbrugsjord.

Traktorbugserede *plantemaskiner* bruges efter jordbearbejdning, ved skovrejsning på landbrugsjord og ved etablering af juletrækulturer. De mere robuste maskiner kan også arbejde på skovjord efter stribevis fjernelse af kvaset. Maskinplantning er i sig selv billigere end manuel plantning, men man skal huske at indregne eventuelle ekstra omkostninger til pladsrensning og jordbearbejdning. Ved markkulturer har plantemaskiner en overlegen kapacitet og kan ofte udføre plantningen væsentligt billigere end ved manuel indsats. Manuel plantning af store planter (hejstere) er meget kostbar. Derfor kan der også ligge en besparelse i at anvende maskinplantning til store planter.

Plantemaskiner er konstrueret efter to forskellige principper. De simple maskiner fungerer efter et kontinuert arbejdsprincip. De frembringer en sammenhængende fure i jorden, hvor operatøren på maskinen sætter planterne med passende afstand. Til slut trykker maskinen furen sammen omkring planterne. På alle kontinuert arbejdende plantemaskiner frembringes plantefuren af et smalt kileformet skær, som åbner en sprække i jorden. Planteskærets arbejdsdybde er bestemmende for, hvor store planter maskinen kan arbejde med. Til almindelige omskoledede planter vil et planteskær med en dybde på 25-30 cm være passende. For at få plads til at placere rødderne i furen skal skærets åbning være i størrelsesorden 7-10 cm bred. Til gennemskæring af jorden foran planteskæret kan være anbragt et stort rulleskær eller en grubbertand. Forskær og planteskær er forsynet med en overbelastnings sikring, så de kan vige for større rødder og sten. Ved flerrækkede plantemaskiner bør hver enkelt plantesektion være ophængt uafhængigt, så en jordfast forhindring ikke løfter andet end den berørte sektion ud af jorden.



Figur 6-38. Enkel plantemaskine til montering i traktorens 3-punkts ophæng.

Til højre planteskæret og trykrullerne set bagfra.



Til at regulere planteafstanden bør plantemaskinen være forsynet med et signal (lyd eller lys) til plantøren om at sætte den næste plante. En del plantemaskiner kan også forsynes med markører til sikring af konstant rækkeafstand. Det er af særlig betydning på arealer, hvor der skal renholdes mekanisk med radrensere og lignende redskaber.

De mere avancerede maskiner benytter sig af et såkaldt intermittert arbejdsprincip. Her er planteaggregatet som regel en rotor med tre arme, hvor der sidder en slags klemme for enden af hver arm (figur 6-39). Rodhalsen anbringes i klemmen, og med jævne mellemrum roterer aggregatet 1/3 omgang, hvorved planten sættes i jorden. Planteafstanden i rækken styres direkte af traktorens fremkørsel, så plantøren behøver kun at koncentrere sig om at placere planten i klemmen/holderen. Disse maskiner har ergonomiske fordele i forhold til de kontinuerlige, fordi plantøren ikke behøver at bukke sig ned for at anbringe planten i jorden. De er dog ikke så velegnede til flerstammede buske, som kan være vanskelige at anbringe i klemmen.

Nogle intermittert virkende plantemaskiner kan styres af satellitsignaler (GPS). På den måde kan planterne sættes meget præcist med den ønskede rækkeafstand og i det ønskede forbandt. Sættes planterne i kvadratforbandt, kan man køre både på langs og på tværs af rækkerne ved mekanisk renholdelse. Sættes de i krydsforbandt, kan der sættes flere planter pr. hektar, samtidigt med at afstanden mellem planterne bibeholdes. Det har stor økonomisk betydning ved juletræproduktion.

Tiltrykningen af jorden omkring planten sker på alle maskiner ved trykruller. Trykrullerne skal kunne lukke plantefuren tæt og fast om-

Figur 6-39. Plantning med 2-rækket maskine på agerjord.

(Foto: Egedal Maskinfabrik)



kring plantens rødder. En del maskiner vil på stiv jord kunne have problemer med at få lukket plantefuren i bunden, hvorved der kan dannes luftflommer omkring plantens rødder. Tiltrykningen bør kunne reguleres og tilpasses den aktuelle jordbund. Nogle maskiner er udrustet med særlige tallerkener eller skrabere, som flytter den opløjede løse jord fra planteskæret tilbage omkring planterne.

De fleste plantemaskiner er beregnet til barrodsplanter, og de er som regel konstrueret til at arbejde med planter i størrelsen 20-80 cm. Enkelte maskiner er udviklet til at kunne plante højstere på indtil 180 cm. Disse planter har naturligvis et meget stort rodnet, som er vanskeligt at placere korrekt i jorden.

Ved anvendelse af plantemaskiner forøges præstationen væsentligt i forhold til manuel plantning. Pr. plantør vil der med maskine kunne sættes 500-2 000 planter pr. time afhængigt af jordbundsforhold, plantestørrelse og planteafstand. Omkostningerne ved plantning med maskine på markjord er af størrelsesorden 1-1½ krone pr. plante. Plantemaskinen kan være kombineret med en kvas/rilleplov, så jordbearbejdning og tilplantning foregår i én arbejdsgang (figur 6-40). På gammel skovjord er man naturligvis henvist til kun at køre mellem de gamle stødrækker, medmindre der er foretaget stødrydning eller en total nedknusning af arealet.

*Dækrodsplanter* plantes meget sjældent med maskine. Kun få plantemaskiner er konstrueret med henblik på dækrodsplanter, og præstationen ved manuel plantning er så høj, at det simpelthen ikke er lønsomt at bruge en maskine.



Figur 6-40. Rillepløjning og maskinplantning i én arbejdsgang. Hede-Danmarks plantnings-system.

(Foto: HedeDanmark)

*Automatiske plantningssystemer*, opbygget på en udkørsels- eller gravemaskine, er udviklet i udlandet (f.eks. den svenske Bräcke). Punktvis jordbearbejdning og plantning kan da udføres i én arbejdsgang. Disse systemer kan kun arbejde med dækrodsplanter. Et af problemerne for sådanne systemer er basismaskinens høje timepris, som gør det svært for maskinerne at konkurrere økonomisk med manuel plantning.

Ved meget store hejstere (120 cm og større) kan man evt. grave plantehullerne med en rendegraver eller et traktormonteret pælebor. Fordelen ved en sådan maskinel plantning af hejstere er, at der ikke kræves nogen forudgående bearbejdning af arealet. Omkostningen til plantning er høj, men udgiften til hegning kan til gengæld spares ved udplantning af ”vildtfrie” planter.

### **Plantetæthed i kulturen**

Den ønskede tæthed af planter i en nyetableret bevoksning afhænger i første række af formålet med skoven. Men også træarten og proveniensen, lokaliteten, arealforberedelsen og forventningerne til den efterfølgende kultur- og bevoksningspleje har stor betydning for, hvilken plantetæthed som vil være rimelig. Når målet er vedproduktion, er hensynet dels at arealets produktionsevne bør udnyttes fuldt ud, dels at der skal opnås en salgbar størrelse og kvalitet inden for et rimeligt tidsrum. Af disse hensyn er det markedets forventning til størrelse og kvalitet i en fjern fremtid, som er mest usikkert. For nåletræets vedkommende er det i dag sædvanligt at plante 3 000-3 500 planter pr. hektar. De vigtigste kvalitetsparametre for savet nåletræ (konstruktionstræ) er størrelsen af knaster samt årringsbredden. De nuværende europæiske krav til almindeligt bygningstræ (styrkeklasse C18) er en årringsbredde på maksimalt 8 mm og en knaststørrelse på i praksis maksimalt 36 mm. For den bedre kvalitet til tagkonstruktioner m.m. (C24) er kravene henholdsvis 6 og 23 mm. Det er dog den almindelige kvalitet (C18), som hidtil har været hovedproduktet fra de danske nåleskove.

For rødgran, sitka, ædelgran og grandis vil de nuværende krav til såvel knaststørrelse som årringsbredde kunne opfyldes med et minimum-plantetal på skønsvis 2 500 planter pr. hektar (afstand maksimalt 2 x 2 meter), efterfulgt af en moderat hugststyrke. Forskningsinstitutioner i Sverige og Tyskland er endda af den opfattelse, at brugbart bygningstømmer kan frembringes med kun 1 600 eller endda 1 000 planter pr. hektar. Under de gældende regler for visuel styrkesortering forekommer det vanskeligt eller umuligt at opfylde kvalitetskravene med så lave plantetal. Hertil skal lægges, at en meget stor del af det danske nåletrætømmer i dag bliver eksporteret, ikke mindst til Sverige. De svenske regler for klassificering af rundtræ foreskriver, at i Klasse 1 skal der være mindst 12 årringe i områ-

det 2-8 cm fra marven. Hvis dette krav skal opfyldes, vil det være klogt at fastholde et plantetal på mindst 2 500 stk/hektar ved kulturanlæg. Dette lave plantetal forudsætter, at der kun er ubetydelig planteafgang i kulturen, eller at der foretages efterbedring. Douglasgran har mere varierende grentykkelse end de ovenfor nævnte arter, og der anbefales et lidt højere plantetal, hvis flertallet af træerne skal opfylde kvalitetskravene.

For løvtræernes vedkommende har ikke blot grentykkelsen, men også stammeformen, stor betydning for det nødvendige plantetal. Der skal være så mange træer at vælge imellem, at kun de rette stammer efterlades ved tyndingshugsterne. For bøg anbefales op mod 6 000 planter pr. hektar, for eg omkring 5 000, men antallet kan sænkes lidt, hvis der bruges provenienser med særligt god form. Ahorn plantes oftest på noget større afstand: 2 500-4 000 planter pr. hektar. Ask plantes med ca. 2 500 planter pr. hektar.

Ud over kvalitetshensyn har det også en vis betydning, at bevoksningen hurtigt ”slutter sig” over arealet og skygger ukrudtsvegetationen væk. For bøg, ahorn og ask's vedkommende er det ikke blot et spørgsmål om konkurrence, men også at græsvegetation med tilhørende museproblemer skal elimineres så tidligt som muligt. For nåletræ på de ringere boniteter kan en tæt græsvegetation og evt. lyng give træerne alvorlig konkurrence om både vand og næringsstoffer. Her står skovdyrkeren i det dilemma, at man for at sikre træerne en konkurrencefordel gerne vil benytte et højt plantetal, men tilvæksten er måske så lav, at den ikke kan bære investeringen i mange planter.

Foruden den fremtidige kvalitet og udbyttet af træer ved afdrift må der også ses på, om mellemudbytter ved tyndingshugsterne kan give et positivt dækningsbidrag og dermed berettige et øget plantetal i kulturen. Udviklingen af markedet for bioenergi har påvirket denne mulighed i positiv retning. Det er svært at give generelle retningslinier, da energipriserne har været og er stærkt svingende, samtidigt med at også plantepreiser og omkostninger til kulturforberedelser er varierende. Med de nuværende energipriser og kulturmetoder viser beregninger, at den optimale plantetæthed for rødgran skulle være omkring 4 000 planter pr. hektar og for bøg i nærheden af 7 000 stk/ha.

### **Kultursikkerhed og -kvalitet**

Ud fra et økonomisk og driftsmæssigt synspunkt er det væsentligt, at kulturen etableres så intensivt, at den lykkes første gang. En mislykket kultur gror gerne til med ukrudt og græs, som kan give problemer med mus, frost og konkurrence om lys, næring og vand. Det er derfor vigtigt at afpasse kulturanlægget med forholdene, så der er rimelig sikkerhed

for succes. Hvis man er usikker på, hvorvidt en kultur vil kunne lykkes, kan en mulighed være at etablere en forkultur ved spredt plantning (eller såning) af en pionértræart – se næste afsnit. Der kan tabes nogle års tilvækst på arealet, men til gengæld åbnes der flere muligheder for artsvalg, når der i forvejen er etableret en bevoksning.

*Plantningskvalitet*, navnlig med henblik på *roddeformationer*, har påkaldt sig stor opmærksomhed de senere år. Emnet er stort og kompliceret og kan ikke behandles i detaljer her. Et intensivt udviklingsarbejde har stort set løst dækrodsplanternes problemer med ”rodsnøre”, som man så i begyndelsen. Roddeformationer og ensidig rodudvikling er i dag mest knyttet til barrodsplanter. Manuel ”skrippeplantning”, hvor planten sættes i en smal spalte i jorden, resulterer i et fladtrykt rodsystem, og plantning af barrodsplanter med maskine kan give tilsvarende problemer, fordi rødderne orienteres énsidigt i plantefuren og eventuelt slæber efter maskinen. Roden bliver en såkaldt ”andefod”. Det er ikke helt afklaret, hvad det betyder for den fremtidige vækst og træernes stormfasthed, men risikoen for forringet stabilitet synes overhængende. Det er i flere undersøgelser påvist, at dækrodsplanter udvikler et mere symmetrisk rodsystem og større mekanisk stabilitet end skrippeplantede barrodsplanter. Undersøgelserne gælder primært rødgran og douglasgran. Evnen til at danne nye hovedrødder er dog uens hos forskellige træarter. Især fyrre-arter synes utilbøjelige til at danne nye sekundære hovedrødder, mens evnen er noget større hos arter af *Picea*. For løvtræernes vedkommende er der utilstrækkelig viden.

## 6.7 Ammetræer, forkultur og kappeplantning

Hvis der mangler skovklima på et areal, som man gerne vil tilplante med andet end pionértræarter, kan det være nødvendigt at benytte sig af *hjælpetræer* i form af ammetræer, forkultur eller kappeplantning.

### Ammetræer

Skal man etablere frost- eller ukrudtsfølsomme træarter på et åbent areal, er den mest brugte procedure, at man samtidigt med hovedtræarten planter et antal hjælpetræer, som skal hjælpe med at skygge ukrudt væk og nedsætte varmeudstrålingen, så frost i klare nætter undgås. Disse *ammetræer* skal være af en pionértræart, som kan overleve på det åbne areal og som udviser meget hurtig ungdomsvækst, så den beskyttende virkning indtræffer allerede efter et eller et par års vækst. Samtidig må ammetræerne ikke skade hovedtræarten, og det skal være muligt at fjerne ammetræerne igen, uden at der fremkommer generende genvækst. De mest brugte træarter i Danmark er rødell og lærk samt undertiden birk.



I nyere tid er også poppel (mest klonen OP 42) og fuglekirsebær blevet brugt. Ammetræernes rolle er udelukkende at beskytte hovedtræarten under dens opvækst. Som udgangspunkt skal de fjernes igen hurtigst muligt, så de ikke udvikler sig på bekostning af hovedtræarten. Hvor længe der er brug for ammetræerne, afhænger naturligvis af lokaliteten og træartsvalget, men det må nok påregnes, at de skal fjernes senest efter cirka 15 år.

*Rødel* har flere egenskaber, som gør arten næsten ideel som ammetræ. Planterne er billige, de etablerer sig med stor sikkerhed i ukrudt og i fuldt lys, de vokser meget hurtigt, og de efterstræbes hverken af mus eller hjortevildt. Man ser ofte, at hvis rødellen plantes på højbund (dvs. uden adgang til et permanent grundvandspejl), får den kun en begrænset levetid og begynder at dø bort efter ca. 30 år. Dette fænomen er dog stærkt proveniensbetinget, men gælder flere af de provenienser, der hidtil har været mest brugt i Danmark. Men en begrænset levetid kan være en fordel i de tilfælde, hvor man ikke er opmærksom på at fjerne hjælpetræarten, når den har udspillet sin rolle. Hvis elletræerne dør af sig selv, er der en chance for, at der udvikler sig en bevoksning af den påtænkte hovedtræart (oftest bøg) og ikke blot et stykke elleskov. El har som ung en opret vækst og bøjelige grene, så den ikke generer hovedtræarten. Efter nedskæring sætter den stødskud, men som regel ikke i så stort omfang, at det bliver nødvendigt at gentage nedskæringen. Med bakterieknolde på rødderne er el i stand til at binde kvælstof fra luften, og kan derfor bidrage med en gødningsvirkning ved kulturanlægget.

*Lærk* (mest hybridlærk) er også meget populær som ammetræ. Planterne er væsentligt dyrere end el, men lærk kan bedre klare sig på de lette, næringsfattige jorde. Den danner ofte ret kraftige og stive grene, som kan skade hovedtræarten, hvis lærken ikke opstammes eller fjernes på et ret tidligt tidspunkt. Da lærk hverken sætter stød- eller rodsrud, er det enkelt at fjerne den, når der ikke længere er behov for ammetræer.

*Vortebirk* forener prisbillighed med stor kultursikkerhed på fattige og tørre jorde. ”Vorterne” på de tynde kviste, som svinger i vinden, er imidlertid tilbøjelige til at slide hovedtræartens nye skud itu umiddelbart efter udspring. Kulturer med birke-ammer må derfor holdes under observation, så hovedtræarten ikke ødelægges. Gentagen nedskæring kan være nødvendig, da vortebirk ivrigt sætter stødskud.

*Fuglekirsebær* ses sjældnere som ammetræ, men træarten er ganske robust over for frost og ukrudt, og bøgekulturer med indblanding af fuglekirsebær har nogle steder udviklet sig positivt. Træarten hører hjemme på de lidt bedre jorde med et vist kalkindhold. Med sine kraftige, ud-

spærrede grene frembyder den samme problematik som lærk med hensyn til opstamning eller tidlig hugst, men med opstamning kan de bedste individer bibeholdes i bevoksningen og evt. levere værdifuldt gavntræ. Fuglekirsebær har en kraftig tendens til at sætte rodskud, men i en bevoksning af bøg eller en anden skygetræart vil det næppe være noget problem, da der ikke er nok lys til, at rodskuddene kan udvikle sig.

*Skovfyr* er en mulighed, især på tørre lokaliteter, men den er knapt så hurtigtvoksende i etableringsfasen. Plantet på stor afstand har den tendens til at blive meget bred og grovgrenet, så den forliges dårligt med hovedtræarten.

*Poppel* har i de senere år vist sig meget lovende som ammetræ. Væksten er væsentligt hurtigere end hos nogen af de ovenfor nævnte arter, så frostbeskyttelse og ukrudtsdæmpning opnås meget tidligt. Da poplen under gunstige forhold sætter et meget langt årsskud allerede det første år, kommer de nederste grene til at sidde ganske højt. Derfor varer det nogle år, inden de kommer til at genere hovedtræarten. Det er vigtigt at vælge en poppelklon, der ikke sætter rodskud, da hovedtræarten ellers kan blive helt udkonkurreret. Stødskuddannelsen kan være kraftig, og det kan være nødvendigt med en ekstra nedskæring, før hovedtræarten lukker sig over arealet og skygger poplerne væk.

Selv om man benytter sig af ammetræer, skal der være fuldt stamtal af hovedtræarten. Det er nødvendigt for at få et tilstrækkeligt antal individer at vælge imellem, og for at den indbyrdes konkurrence resulterer i tynde grene og oprensning. Som udgangspunkt skal ammetræerne derfor ikke erstatte hovedtræer, men indbringes som et ekstra antal planter ved kulturanlægget. Af hensyn til eventuel ukrudtsbekæmpelse og færdsel i kulturen vil det være mest praktisk at indplante ammetræerne i rækkerne af hovedtræarten, ikke i rækkellemrummene. Hvor mange ammetræer, der skal indplantes, er en afvejning af virkning, økonomi og risikoen for at ammetræerne dominerer og overtager kulturen. Et passende kompromis synes at være omkring 1 000 ammetræer pr. hektar (ca. 3 x 3 meter) for rødell, lærk, birk og fuglekirsebær. Poplerne kan på grund af deres hurtige vækst plantes på noget større afstand, op til 4 x 4 meter (ca. 600 stk/ha). Med en afstand på cirka 3 (eller evt. 4) meter mellem ammetræerne vil det vare nogle år, inden de yder skærmvirkning for hele arealet. Derfor er det vigtigt, at kulturforberedelsen er foretaget tilstrækkeligt grundigt, så ukrudtsfloraen ikke indtager arealet allerede den første eller anden vækstsæson.

Formålet med at plante ammetræer er at beskytte hovedtræarten. Udviklingen på markedet for bioenergi har imidlertid betydet, at ammetræer-

nes vedproduktion også er interessant. Hvis ammetræerne kan opnå en brysthøjdediameter på 8-10 centimeter, vil hugsten af dem med dagens priser på brændselsflis kunne give et positivt dækningsbidrag. I de fleste tilfælde må man stadig påregne en omkostning til indkøb og plantning af ammetræerne, men de bør kunne fjernes igen, uden at det belaster økonomien. Muligheden for at udnytte ammetræerne til flis har inspireret til kulturmodeller, hvor ammetræerne aktivt indgår i produktionssystemet. De plantes på de fremtidige kørespor samt eventuelt i hele rækker fordelt over det øvrige areal. Når ammetræerne koncentrerer sig i rækker, forringes deres funktion som skærm, men til gengæld kan de hugges og udnyttes rationelt. Man får på denne måde et økonomisk udbytte ud af bevoksningen længe før, hovedtræarten begynder at yde et bidrag. HedeDanmarks såkaldte ”powerkulturer” er et eksempel, hvor hybridlærk benyttes som ammetræ, primært sammen med rødgran, undertiden også sitka, grandis og douglasgran. Ved anlæg af sådanne kulturer med pionér- og skyggetræarter er der en glidende overgang mellem brug af ammetræer og egentlige blandingsbevoksninger, hvor alle træarter plantes med et produktivt sigte. Ved valg af plantetal og blandingsmønster skal man være opmærksom på, at det vil være nødvendigt at fjerne langt de fleste individer af pionérarten på et tidligt tidspunkt, hvis ikke den fuldstændigt skal dominere bevoksningen. Der skal så være et tilstrækkeligt antal af skyggetræarten tilbage til at danne en sluttet bevoksning med fuld produktion og fornuftig kvalitetsudvikling.

Et velkendt problem ved brug af ammetræer er, at de bliver fjernet for sent eller slet ikke. Resultatet er, at man får en bevoksning af pionértræer, hvor plantningen af de egentlige hovedtræer (skyggetræerne) er spildt, fordi de undertrykkes eller helt skygges bort. Eksempler på dette ses hyppigt i de mange skovrejsningsprojekter, som er gennemført de seneste årtier. Her er ofte brugt en vel gennemtænkt blanding af pionérarter og mere skyggetålende arter, men efter anlægsfasen har mange skovrejsninger henligget uden indgreb i en længere årrække. Disse arealer er i dag ofte domineret af rødæl, lærk eller fuglekirsebær, mens de øvrige træarter i vid udstrækning er gået tabt. Ammetræer hører hjemme i en skovdrift med jævnlige og vedvarende fagligt tilsyn, hvor tyndingshugst og artsregulering gennemføres i tide.

## Forkultur

Et alternativ til ammetræer er at anlægge en forkultur. Der etableres en åben bevoksning af en lystræart, og denne bevoksning underplantes efter et antal år (ofte 5-6 år, evt. længere tid) med den påtænkte hovedtræart. Det klassiske og storstilede eksempel på forkultur er etableringen af hede- og klitplantagerne, hvor man over store områder plantede bjergfyr som forkultur. ”Bjergfyrtæppet” blev efter en årrække (helt op til 50 år)

underplantet med rødgran og/eller ædelgran. Man har senere forladt brugen af bjergfyr som forkultur, bl.a. fordi den vokser for langsomt og har vist sig ikke at være helt biologisk stabil i det danske klima. Yderligere dannede stødene fra de fjernede bjergfyr adgangsvej for rodfordærsvampen, som herfra bredte sig til rødgranrækkerne. De træarter, der kan komme på tale som forkultur i dag, er de samme, som er nævnt under ammetræer; dog bør man være forsigtig med fuglekirsebær på grund af rodsquiddene, som kan dannes allerede inden hovedtræarten indplantes. Også plantetallet i en forkultur kan sammenlignes med ammetræer. Undertiden ses en lidt tættere plantning (op til 1 600 planter/ha, 2,5 x 2,5 meter), når det er en udpræget skygetræart, som efterfølgende skal etableres.

Fordelen ved en forkultur er, at der er skovklima med halvskygge, læ og høj luftfugtighed allerede på det tidspunkt, hvor hovedtræarten plantes. Det betyder, at man kan etablere selv de mest sarte træarter som thuja og ædelgran, når der i forvejen er anlagt en forkultur. Også bundvegetationen bliver stærkt dæmpet, så man eksempelvis kan plante bøg og andre løvtræarter, uden at barken bliver gnævet af markmus. Det ville være et problem på et åbent areal med græsvækst.

Biologisk og dyrkningsmæssigt rummer brugen af forkultur klare fordele. Ulempen er, at man taber nogle års tilvækst på hovedtræarten, mens hjælpetræerne vokser op. Ved krav om høj forrentning af jord og investeringer stiller forkulturen sig derfor økonomisk set ringere end en kultur med ammetræer. Når det gælder udnyttelsen af hjælpetræerne til flis, er de to metoder nogenlunde jævnbyrdige. Det, som kan vende den økonomiske sammenligning til gunst for forkultur er, at man eventuelt kan bruge mindre og billigere planter af hovedtræarten, når der i forvejen er skabt et skovklima.

Der er gode erfaringer med at så bøg under en forkultur af poppel, og vælger man at underplante, kan der bruges meget små dækrodsplanter, som er billige både i indkøb og plantning.

### **Kappeplantning**

Den sidste form for hjælpeplantning er kappeplantning, hvor man planter hjælpetræarten og hovedtræarten parvis i samme plantehul. Her er der tale om ikke blot beskyttelse mod frost, men ofte i højere grad en foranstaltning mod bid og fejning af hjortevildt. ”Kappen” kan f.eks. være rødél, sitka, fyr eller dunet gedebled – alle arter, som kun i ringe grad efterstræbes af vildtet. Blandt de brugte kombinationer kan nævnes eg/sitkagran, douglasgran/sitkagran, douglasgran/dunet gedebled, ædelgran/fyr (i ældre tid). Fyrren kan enten være skovfyr eller bjergfyr.

Ædelgran med kappe af japansk lærk har også været brugt i hedeplanta-gerne. For at sikre hovedtræartens overlevelse må kappeplanterne skæres tilbage efter en årrække, når både kappe og hovedtræ er kommet i god vækst. Oftest klippes toppen af med et ørnenæb omtrent i hovedhøjde. Den tilbageværende del af kappeplanten kan da fortsat give beskyttelse mod fejning og i nogen grad mod bid.

Det er naturligvis en stor ekstra omkostning at sætte to planter i hvert plantehul, både til plantemateriale og til plantning. Den forøgede omkostning skal dog holdes op imod, at hvis kappeplantningen er vellykket, kan man spare udgiften til hegning. Et hegn kan let løbe op i 10 000 kroner/ha, i hvert fald når udgifter til reparation og nedtagning af hegnet regnes med.

## 6.8 Kulturpleje

Efter kulturens etablering er de nye træer udsat for en række trusler, som kræver skovdyrkerens opmærksomhed. Det drejer sig primært om:

- snudebiller (i nåletræ)
- hjortevildt og harer
- mus og mosegrise
- ukrudt

Målet er at holde flest muligt af kulturens træer i live, så de kan udvikle sig. Hvis det ikke fuldt ud lykkes, kan det blive nødvendigt at *efterbedre*, eller i sjældne tilfælde anlægge en helt ny kultur. Begge dele betyder omkostninger og forsinkelse af bevoksningens udvikling.

### Snudebiller i nåletrækulturer

Nåletrækulturer efter renafdrift af gammelt nåletræ kan blive fuldstændigt ødelagt af nåletræsnudebiller ("den store brune snudebille", *Hyllobius abietis* L.), der gnaver barken af rodhalsen. Snudebillerne formerer sig under (rod-)barken på nåletræs-stød, og det er de voksne biller, der foretager ernæringsgnav på kulturplanterne. Rødgran, sitkagran, skovfyr og grandis er meget udsatte for gnav, mens thuja, tsuga og ædelgran/nordmannsgran sjældent angribes. Billerne er mest aktive i juni måned, og forårsplantning resulterer i større angreb end tidlig efterårsplantning (august-september). Det første år efter afdrift forårsages skaderne af biller, som kommer tilflyvende fra nabobevoksningerne, idet de tiltrækkes af duften fra hugstresterne og de friske stød. De efterfølgende år er skadevolderne biller, der klækkes på arealet. De fleste af billerne har en to-årig udviklingstid, og efterhånden som ynglematerialet bliver opbrugt,



Figur 6-41. Nåletræsnudebiller (*Hylobius abietes* L.).

(Foto: Niklas Björklund/SLU)



aftager angrebene. Man kan derfor imødegå problemet ved at vente 3-4 år, før arealet gentilplantes, såkaldt *hugsthvile*. Herved får man imidlertid problemer med ukrudtsfloraen, som når at etablere sig, og man taber flere års produktionstid. Jordbearbejdning er en anden modforholdsregel, idet billerne har modvilje mod at færdes på bar mineraljord. Hvis planten er omgivet af mindst 10 cm nøgen jord til alle sider, mindskes snudebilleproblemet stærkt. En kombination af nogle års hugsthvile og en effektiv jordbearbejdning løser både snudebilleproblemet og sikrer kulturplanterne mod ukrudtskonkurrence det første år. Det er en kostbar og drastisk foranstaltning, men i løbet af hvileperioden når en del af kvaset at rådne eller blive sprødt, sådan at jordbearbejdningen kan udføres uden at foretage en grundig rydning af jorden for kvas.

Det skal bemærkes, at angreb af snudebiller er specifikt knyttet til renafdrifter af nåletræ. De store mængder tilgængeligt ynglemateriale i kombination med solens opvarmning af jorden virker stærkt begunstigende på opformeringen. Ved foryngelse under skærm eller forkultur når skaderne næsten aldrig op på et niveau, hvor de udgør et problem. Det gælder også, hvis skærmen er nåletræ, idet billerne hellere vil foretage deres ernæringsgrav på grene af ældre træer, hvis de har muligheden.

Planter med rodhalsdiameter omkring 4 mm er mest udsat for at dø af snudebillegnav. Helt små planter angribes sjældent, og har rodhalsen nået en diameter på 10 mm, vil kulturen som regel overleve. Det vil sige, at planter i den størrelse, vi normalt bruger ved kulturanlæg, er i høj risikoklasse. Derfor er der stor fare for, at en nåletrækultur efter renafdrift vil mislykkes, såfremt der ikke træffes modforholdsregler.

Hvis man ikke kan acceptere et træartsskifte til løvtræ, og heller ikke vil vente flere år med at tilplante arealet, er der fire principper for, hvordan man kan undgå snudebilleskader:

- 1) Man kan sprøjte rodhalsen med insektgift (syntetiske pyrethroider: Esfenvalerat el.l.) *umiddelbart* efter plantning. Midlet udbringes med en rygspøjte, og behandlingen må normalt gentages én eller to gange de(t) efterfølgende år. Hver gang må rodhalsspøjtningen påregnes at koste ca. 50 øre/plante. De anvendte insektgifte er yderst giftige over for fisk og andre vandlevende organismer, og de er lokalirriterende over for de personer, der foretager sprøjtningen. Derfor søges de udfaset af markedet, og Miljøstyrelsen har flere gange stillet et forbud i udsigt. I mangel af bedre midler har de syntetiske pyrethroider været tilladt indtil nu, men efterhånden er der dog udviklet brugbare alternativer.
- 2) Plastkraver eller -manchetter, f.eks. ”Snäppskyddet” fra Sverige. Det er besværligt og dyrt at påsætte disse beskyttelseskraver, men virkningen har i kontrollerede forsøg vist sig udmærket.
- 3) Sprøjtning af rodhalsen med et voks- eller harpikspræparat, som stivner til et beskyttende lag. Behandlingen er ikke helt så effektiv som gift. Der er desuden en tendens til, at det beskyttende lag sprækker, når planten vokser i diameter, og at virkningen derfor kun varer det første år. Der er dog en udvikling i gang omkring midlerne, så de bliver fleksible, og virkningen holder sig længere. Eksempler er Cambiguard (Sverige), Kvae (Norge) og det ældre middel Bugstop. Voks kan bruges til barrods- såvel som dækrodsplanter, men Cambiguard tilbydes indtil videre kun på dækrodsplanter. Behandlingen skal foretages med specialudstyr på planteskolen.
- 4) Sprøjtning af rodhalsen med lim og sand (Conniflex). Virkningen har i forsøg vist sig udmærket, men behandlingen kan kun bruges til dækrodsplanter, fordi limen tørres med varm luft. Denne behandling ville udtørre og beskadige rødderne på barrodsplanter. Nogle svenske planteskoler har investeret i udstyr til behandling af planterne med dette middel.

For voks- og limpræparaterne (punkt 3 og 4 ovenfor) kan der være tendens til, at billerne kravler op over den behandlede zone og gnaver barken højere oppe. I den situation har planten dog ofte mulighed for at regenerere fra en sideknop.

## Hjortevildt og harer

I den nye skovkulturs første år risikerer de fleste træarter at blive udsat for skader fra vildt. Man kan sikre sig mod skader fra vildtet på to må-

der: Enten kan man forsøge at holde vildtet væk fra planterne, eller man kan gøre planterne uinteressante for vildtet.

Ved opsætning af et *vildtheqn* forsøges det at holde hjortevildt og harer væk fra planterne. Ved hegning af almindelige skovkulturer skal man påregne, at hegnet skal stå i 5-8 år, idet planterne da vil være over bidehøjde for råvildt og dåvildt. Omkring pyntegrønt- og juletræskulturer vil hegnet som regel skulle holde i længere tid.

Indhegningens størrelse, placering og form har stor indflydelse på, om den i praksis kan holdes vildtfri. Store hegninger (mere end et par hektar) må opdeles med vildtpassager; ellers vil vildtet føle sig tvunget til at forcere hegnet for at kunne bevæge sig på arealet.

Som regel vælges en hegnstype (stålgærde), hvor maskestørrelsen er mindst for neden og bliver større opefter. Herved bliver hegnet haretæt, uden at pris og vægt øges urimeligt. En højde på 140 cm er som regel tilstrækkelig til at holde råvildt ude, mens der kræves højere hegn (180 eller 200 cm) mod då- og kronvildt.

Skal hegnet holde i mange år, må der anvendes pæle af god kvalitet. Traditionelt har man brugt pæle af eg, cypres, thuja eller lærk (undertiden robinie, eucalyptus) til hegn, men på grund af omkostningerne bruges i dag mest pæle af stålrør eller -profiler. Kun i hjørnerne og ved låger anvendes stadig træpæle. Foruden prisen har stålpæle den fordel, at de meget ofte kan genanvendes i modsætning til pæle af træ, som det er for kostbart at trække op. Pælene skal sættes med en afstand af 4-5 m. Stålpæle bankes eller trykkes ned (manuelt eller maskinelt med en rende-graver); på let jord uden for mange sten kan dette også lade sig gøre med træpæle. Under vanskeligere forhold må træpæle sættes i gravede eller borede huller af ca. 70 centimeters dybde. Opsætningen af selve hegnet (stålgærde) bør assisteres af en traktormonteret hegnsudruller. Opsætning af vildtheqn er forholdsvis kostbart. Arbejdspræstationen er med stålpæle ca. 750 meter pr. manddag, og prisen bliver omkring 25 kroner pr. løbende meter inkl. materialer. Træpæle gør hegnet noget dyrere.

Som alternativ til stålgærdet har man forsøgt at opsætte el-hegn, som er lidt billigere end stålgærde. Hegnet består af 3-4 kraftige tråde, og elforsyningen sker ved hjælp af en blyakkumulator og en solcelle. Især over for kronvildt er virkningen god, mens råvildt er mere tilbøjeligt til at springe mellem eller over trådene. De fleste steder er brugen af elhegn dog forladt igen, fordi det kræver meget opsyn og vedligeholdelse. Hvis ukrudt vokser op og berører trådene, kortsluttes strømmen til jord, og hegnets afskrækkende virkning ophører. Derfor må ukrudtet jævnligt

slås eller sprøjtes i hegnslinien, hvilket i praksis ikke altid bliver gjort. Endvidere kan der være en konflikt i forhold til publikum i skoven, som risikerer at få stød.

I stedet for at indhegne kulturen kan man behandle planterne, så de ikke længere er attraktive som føde for vildtet. På markedet findes nogle få midler til smøring eller sprøjtning af topknoppen for at undgå vildtbid. Midler baseret på blod (Gyllebo) eller fedt fra får (Trico) er virksomme; det samme gælder midler med indhold af æteriske planteolier (Mota). Stærkt lugtende midler baseret på tjære (evt. bentjære) og hjortetakolie har vist sig effektive i forsøg, men er ikke godkendt til brug i skoven. Alle disse midler med afskrækkende lugt og smag (*repellent*) beskytter også i nogen grad sideknopperne pga. den alment frastødende virkning. Ilde lugt og smag kan evt. suppleres med indhold af ubehagelige emner, som knust flint eller lignende.

Vildtafværgningsmidlerne udbringes manuelt og påføres den enkelte plante ved smøring eller sprøjtning. Behandlingen skal gentages hvert år, indtil planterne er vokset over bidehøjde for hjortevildtet. Det første år kan behandlingen eventuelt foretages ved at dyppe planternes topskud i midlet inden udplantningen, men det må da kræves, at midlet ikke kan give anledning til gener hos de mennesker, som skal udføre plantningen. Som alternativ til lugtmidlerne findes mekaniske knopbeskyttere af metaltråd eller plast. Nogle typer er lavet, så de burde kunne virke i flere år, idet de løftes med op under skudstrækningen. Denne funktion er dog noget usikker, og ofte ser man, at knopbeskytteren i stedet falder af. Påsætning af knopbeskyttere er tidskrævende og kan vanskeligt konkurrere økonomisk med topsmøring eller sprøjtning med et afskrækkemiddel.

I særlige tilfælde kan man vælge at beskytte planterne ved anbringelse i *vækstrør* af plastmateriale. Vækstrørene er dog så dyre både i materiale- og opsætningsomkostninger, at en generel anvendelse i forbindelse med skovkulturer ikke er aktuel.

Vækstrørene kan imidlertid med fordel anvendes til beskyttelse af enkelte planter. Det kan f.eks. være ved efterbedring i selvsåninger, hvor der ønskes indbragt en anden træart, eller ved etablering af blandingskulturer, hvor kun få af træerne vil være udsatte for vildtbid. Foruden modbidning af knopperne beskytter vækstrøret også planterne mod fejning af hjortevildtet og mod overvoksning/nedbøjning af kraftig urtevegetation. Planterne er samtidig markeret tydeligt, så en utilsigtet nedskæring i forbindelse med ukrudtsbekæmpelse i kulturen ikke vil være sandsynlig. Såfremt vækstrøret trykkes lidt ned i jorden omkring planten, vil det tillige beskytte mod gnav af mus.

Endelig kan vækstrøret ved sin afskærmning muliggøre en kemisk ukrudtsbekæmpelse med midler, som ellers ville være skadelige for kulturtræarten. Vækstrør er kun velegnede til løvtræ, da rørene ikke rummer plads til nåletræernes udsperrede grene.

*Harer* kan lokalt udgøre et problem i kulturerne, hvor de undertiden kan sønderbide et stort antal planter, tilsyneladende uden at udnytte dem som føde. En meget omhyggelig tætning af hegnet mod jorden er nødvendig for at holde harer ude, og ofte er en jagtmæssig reduktion af bestanden en mere farbar vej til at undgå skaderne.

*Fejning* af hjortevildt kan imødegås ved påsætning af beskyttelsesrør eller -spiraler, ved ”fejestokke” eller evt. ved kappeplantning. Fejning kan være et stort problem ved efterbedring med især lærk og douglasgran, og beskyttelsesforanstaltningerne er generelt kostbare.

### **Mus og mosegrise**

Barkgnav, forårsaget af markmus (*Microtus agrestis* L.) og rødmus (*Myodes glareolus* Schreber), kan resultere i stor planteafgang. Det gælder især i kulturer af bøg og ask, men også andre træarter kan rammes.

Musene lever i og af kraftig græsvegetation, men i vinterhalvåret tyer musene til at spise barken af unge træer, når græssets vækst standser. Markmusens gnav er koncentreret på de nederste to decimeter af træet, hvor musen kan nå – når der ligger sne, ses også gnav højere oppe. Hvis gnavet bliver så omfattende, at træet ringes, kan det som regel ikke overleve. Træer helt op til håndledstykkelse kan på denne måde blive ødelagt. Rødmusen, som kan klatre, gnaver mere spredt på træet, og det forekommer ikke så ofte, at træet ringes og dør. Den æder også en del knopper, men det er normalt kun et problem i juletræskulturer.

Principielt kan man imødegå disse skader på tre måder: Man kan enten foretage en egentlig musebekæmpelse, forringe musenes levevilkår eller anvende repellenter med ilde lugt og smag. Langt det mest effektive er at renholde kulturerne for græs og anden vegetation, så musene har ringe livsvilkår og savner skjulesteder for deres naturlige fjender. Ukrudtsbekæmpelsen behøver ikke at være total; blot der er brede, bare striber mellem rækkerne, er musene så udsatte for at blive fanget af rovdyr og -fugle, at biotopen ikke er attraktiv.

Bekæmpelse af mus med gift må foregå i indhegnet have og planteskole, men er ikke længere tilladt i skoven – heller ikke i indhegnede kulturer. Forbuddet skyldes risikoen for utilsigtet forgiftning af rovfugle m.fl. I stedet er det forsøgt at reducere museskaderne på anden måde: Opsæt-



ning af siddepinde for rovfugle og/eller uglekasser eller opstilling af særlige ”fangstbaljer”, hvor musene lokkes ind med æblestykker eller lignende, men ikke kan komme ud igen. Det er så tanken, at forbigående ræve og rovfugle skal tømme baljerne for mus i dagens løb. Erfaringen er dog, at de fleste mus fryser ihjel i baljerne og ikke ender som rovdyrføde.

Nogle af de repellenter, som bruges over for hjortevildt, har også en virkning mod mus, men er ikke godkendt til dette formål. Før i tiden imødegik man museproblemet ved at sprøjte eller smøre rodhalsen med tjære, men i dag er der ikke sådanne effektive præparater på markedet.

Mosegrisen (*Arvicula amphibius* L.) kan lokalt forårsage betydelig skade, idet den æder rødderne på de nyplantede træer. Skaderne kan ramme alle træarter, selv om dyrene har en særlig forkærlighed for frugttræer. Der findes ingen tilladte og effektive midler til bekæmpelse. Fælder og sakse kan have en vis effekt, og ellers må man ty til en ophjælpning af rovdyrbestanden (ræv, mår, ilder m.fl.).

### **Bekæmpelse af uønsket vegetation**

En kraftigt udviklet bundvegetation (*ukrudt*) har flere negative konsekvenser for kulturen:

- konkurrence om vand, næringsstoffer og lys
- overskygning af kulturtræerne (f.eks. ved ørnebregne)
- øget frostrisiko pga. ukrudtslagets isolerende virkning
- mekanisk slid på kulturtræarten

Den ideelle situation vil være at starte kulturen med et så kraftigt plantemateriale og på et så godt forberedt kulturareal, at senere ukrudtsbekæmpelse ikke er nødvendig. Jordbearbejdningens betydning i denne sammenhæng er understreget i forbindelse med omtalen af de enkelte bearbejdningsmetoder og redskaber. Sprøjtning med herbicider forud for kulturanlægget vil ligeledes give kulturplanterne et godt forspring i forhold til den konkurrerende vegetation. På offentligt ejede arealer står denne mulighed imidlertid ikke åben.

Kulturrenholdelsen efter plantning må have forskellig intensitet, afhængigt af kulturtræarten. Formålet er at sikre træernes overlevelse, form og tilvækst, så man opnår den tilsigtede skovtilstand, hvad enten målet er vedproduktion, rekreation eller biologisk variation. Behandlingsmålet er derfor ikke at tilintetgøre al konkurrerende vegetation, men snarere blot at forrykke konkurrenceforholdet til fordel for kulturtræerne, så de kan overvokse ukrudtet og med tiden skygge den uønskede vegetation bort.

*Mekanisk renholdelse* af kulturerne var indtil fremkomsten af kemiske midler og tilhørende udbringningsteknik den eneste mulighed. Metoden har derefter i en årrække været fortrængt på grund af den åbenbare ineffektivitet i forhold til de kemiske metoder. På grund af miljøhensyn, etiske hensyn og stigende omkostninger ved kemisk ukrudtsbekæmpelse er de mekaniske metoder dog igen blevet aktuelle.

Maskinel mekanisk renholdelse af nyplantninger egner sig bedst i markkulturer (skovrejsning og juletræer). Ved den mekaniske renholdelse skal den uønskede vegetation rives op af jorden eller rødderne overskæres, og materialet skal helst placeres oven på jorden, så det tørrer ud og ikke kan slå rod på ny. Mekanisk renholdelse virker bedst, så længe ukrudtet er småt og dårligt rodfæstet. Man skal derfor regne med 3-5 behandlinger over en vækstsæson, afhængigt af jordbund, ukrudtsarter og vækstforholdene i det pågældende år. I våde somre og på svær jord kan det være vanskeligt at få bugt med en kraftig ukrudtsvegetation alene ved mekanisk renholdelse. Urter med vegetativ formering fra dybtliggende jordstængler og rødder, så som kvikgræs og agersvinemælk, er vanskelige at bekæmpe mekanisk uden samtidigt at beskadige kulturtræernes rødder. Navnlig skal man passe på ikke at begunstige disse arter ved at skære jordstængler/rødder i stykker og fordele dem i jorden. Hvis bearbejdningen foretages tilstrækkeligt hyppigt, kan sådanne arter dog svækkes gennem udsultning.

Kulturer på tidligere landbrugsjord kan de første par år renholdes med en langfingerharve, som køres hen over hele arealet. Kørehastigheden bør være ret høj, helst over 10 km/t. Så længe træerne er små og bøjelige, tåler de at blive kørt over af harven, selv om de kan få nogle skrammer.

Figur 6-42. Langfingerharve.

(Foto: Egedal Maskinfabrik)





Figur 6-43. Smal radrenser med gåsefodsskær til mekanisk ukrudtsbekæmpelse.

Efter et par år må man gå over til rækkegående harve eller radrenser. Radrenseren skal forsynes med skær, som i en ringe dybde skærer urternes rødder over og løfter dem op af jorden. Almindeligvis anvendes ”gåsefodsskær”. For at give et tilfredsstillende resultat skal radrenseren arbejde så tæt på planterækkerne som muligt uden at ramme planterne.

Den må ikke arbejde så dybt, at der er risiko for at beskadige kulturtræernes rødder. Redskabet monteres bedst på en smal, rækkegående traktor eller en portaltraktor (figur 6-43). En flerrækket radrenser, monteret på en almindelig traktor, kan kun bruges i kulturens første år, hvor planterne er så små, at de kan tåle at passere under traktoren. Brugen af portaltraktor eller store radrensere, der arbejder over flere rækker, er betinget af en ensartet rækkeafstand, som stort set kun kan opnås ved plantning med maskine.

Radrenseren med gåsefodsskær er kun velegnet til småt ukrudt. På de smalle, rækkegående traktorer kan i stedet monteres en fræser i de tilfælde, hvor ukrudtsvegetationen er blevet kraftig. Fræsere er dog langsommere at arbejde med, og den må ikke stilles så dybt, at den beskadiger træernes rødder. Et billigere, men knapt så effektivt alternativ er en spaderulleharve. Den skal også indstilles sådan, at den ikke går for dybt. Spaderuller kan have vanskeligheder ved behandling af langt og sejt ukrudt (svinemælde, hindbær, agersnerle), da det vil have en tendens til at vikle sig om akslerne på redskabet. En spaderulleharve er imidlertid velegnet til behandling af arealer med kvikgræs, da den netop kan trække de underjordiske udløbere op af jorden uden at findele dem, i modsætning til f.eks. fræsere. Ved store mængder kvikgræs vil det dog også have tendens til at vikle sig om akslerne.





Figur 6-44. Egekultur i Gludsted Plantage. 1992, 1995 og 2003. Se tekst.

Mekanisk renholdelse kan kun lade sig gøre i skovkulturer, hvor disse er anlagt efter forudgående stødrydning og eventuelt dyb pløjning. Ovenstående billedserie (figur 6-44) er optaget i årene 1992, 1995 og 2003 på et areal i Gludsted Plantage, som efter rydning og reolpløjning er tilplantet med eg. Arealet er efterfølgende renholdt mekanisk.



Figur 6-45. Nordmannsgran med planteplade til dæmpning af ukrudt.

Ved landskabsplantninger og på mindre arealer kan renholdelsen omkring planten klares ved *afdækning* af jorden umiddelbart omkring hver plante. Der er udviklet imprægnerede pap-plader, som lægges om planten og derved skygger græs og ukrudt bort. Pladerne holder endvidere på fugtighed og varme, og derved skabes under pladerne et gunstigt miljø for orme og andre jordbundsdyr, som har en positiv effekt på jordbundstilstanden. Afhængigt af lokaliteten holder pappladerne i 2-4 år, inden de er nedbrudt. Metoden er for kostbar til brug i skovkulturer, men kan eventuelt komme på tale i forbindelse med juletræskulturer. Plantning af kulturen i baner af sort plast er meget brugt i gartneri og planteskole og kan være en mulighed ved skovrejsning. Banerne må være ret smalle (typisk 80 cm, heraf 40 cm synligt) og kanterne godt dækket med jord, så de ikke blaffer i vinden. Plasten bør være fint perforeret med små slidser for at tillade nedbør at nå ned til træernes rødder. Plast nedbrydes langsomt og kan udgøre såvel en æstetisk udfordring som et miljøproblem, idet indsamling af de brugte plastbaner er besværlig.

Afdækning med træ- eller barkflis omkring de enkelte planter eller over hele arealet er velkendt fra parksektoren og anlægsområdet. Metoden er kostbar, men stort set økologisk neutral. Derfor anvendes den med stor succes ved plantninger i mindre målestok f.eks. ved rastepladser, vejplantninger, mindre parkanlæg og lignende. Varigheden af ukrudtsbekæmpelsen afhænger af lagtykkelsen.

I mange skovkulturer vil der ved *slåning* med le, segl eller motordrevet kratrydder kunne opnås en renholdelse omkring kulturplanterne, der

er tilstrækkelig til at sikre deres overlevelse. Slåning og kratrydning kan især anvendes over for pletvist forekommende ukrudt. Er ukrudtsvegetationen kraftigt udviklet, kan det være svært at se kulturplanterne. I så fald letter det arbejdet meget, hvis planterne står nøjagtigt på række og med ensartet afstand.

Renholdelse af kulturerne med *herbicer* har været den dominerende metode gennem mange år på grund af sin effektivitet, billighed og forholdsvist lave ressourcekrav. Igennem de senere år er anvendelsen af kemiske bekæmpelsesmidler i skovbruget dog blevet underlagt en stigende mængde lovgivningsmæssige begrænsninger, både med hensyn til midlerne, udbringningsteknikken og arealerne. I miljødebatten har særligt hensynet til grundvandsressourcerne spillet en rolle, og derudover har arbejdsmiljøet for mandskabet været i fokus. Sideløbende hermed har afgifter og stigende produktionsomkostninger bevirket, at prisen på de kemiske midler er steget i en sådan grad, at kemisk bekæmpelse ikke altid er den entydigt billigste metodik. Endelig har certificeringsordninger (især FSC) lagt stærke begrænsninger på brugen af kemiske midler. På statens arealer har Naturstyrelsen besluttet, at anvendelse af kemiske bekæmpelsesmidler kun sker undtagelsesvist og i nødsfald. Ligeledes har de fleste kommuner besluttet ikke længere at anvende kemiske bekæmpelsesmidler i plejen af græsarealer og øvrige beplantninger samt ved renholdelse af veje, stier og pladser.

Herbicer inddeles efter deres virkemåde i kontaktmidler, jordmidler og systemiske midler:

- Kontaktmidlerne (svidningsmidler) optages af de grønne plantedele, som ødelægges.
- Jordmidlerne hæmmer eller forhindrer frøspiring, så man undgår nyt ukrudt.
- Systemiske midler spredes med saftstrømmen i planten, så alle organer påvirkes. Nogle systemiske midler er jordmidler, som optages af rødderne, men de fleste optages af de grønne plantedele og spredes efterfølgende i planten. Et eksempel er Glyphosat.

En nærmere beskrivelse af alle godkendte midler findes på Miljøstyrelsens hjemmeside, og der findes tillige en oversigt på [www.middeldatabasen.dk](http://www.middeldatabasen.dk) (SEGES). Oplysninger om de mest skovbrugsrelevante midler findes i de årlige kataloger fra HedeDanmark Skovudstyr (HD2412) og i Videnblade fra Skov & Landskab ([videntjenesten.ku.dk](http://videntjenesten.ku.dk)).

Alle kemiske bekæmpelsesmidler skal være godkendt af Miljøstyrelsen. Kun ganske få ukrudtsmidler (i 2015 seks forskellige) er godkendt til



brug i skoven, og i praksis er det langt overvejende Glyphosat (Round-Up) som bruges i det vedproducerende skovbrug. De øvrige godkendte midler bruges i specielle tilfælde, men ikke alle de godkendte midler er tilstrækkeligt effektive i den tilladte dosering. Ud over den sædvanlige godkendelse kan Miljøstyrelsen give en såkaldt ”godkendelse til mindre anvendelse” (= ”off label”-godkendelse) til brug af et bekæmpelsesmiddel på anden måde end foreskrevet i den normale godkendelse. Det kan f.eks. være et middel, som allerede er godkendt til brug i landbrugsafgrøder, som får en off label-godkendelse til mindre anvendelse i skovkulturer.

En off label-godkendelse søges af en enkeltbruger eller en organisation på vegne af dens medlemmer, og midlet må kun bruges af denne personkreds. Eksempelvis har foreningen Danske Juletræer fået godkendt en række midler på medlemmernes vegne. En sådan godkendelse forudsætter, at ansøgeren kan dokumentere en virkning af midlet ved den tiltænkte anvendelse, og at anvendelsen ikke har miljøskadelige virkninger. For off label-godkendte midler sker anvendelsen på brugerens fulde ansvar. Man kan ikke gøre erstatningskrav gældende over for producenten ved manglende virkning eller ved utilsigtede bivirkninger.

Til udbringning af kemiske bekæmpelsesmidler anvendes traktorbårne redskaber eller mandbårne sprøjter. De traktorbårne kan være bomsprøjte, tågesprøjte eller eventuelt slange med sprøjtelanse. Bredsprøjtning med bom- eller tågesprøjte bruges mest i kulturens første leveår. Både tidspunkt og middel må afpasses nøje, så kulturtræarten ikke skades. På kulturarealer, hvor den gamle bevoksning er fjernet helt, anvendes bedst bomsprøjter med 10-24 meter spredebom. På arealer, hvor noget af den gamle bevoksning endnu står tilbage (skærm), er det ikke muligt at anvende bomsprøjter, men mange har med godt resultat anvendt tågesprøjte til dette formål. Doseringsnøjagtigheden er dog ikke så god som ved bomsprøjten, og man må passe meget på vinddrift.

Til række- eller pletvis ukrudtsbekæmpelse bruges mandbårne sprøjter, enten ryggsprøjte eller ”Ultra Low Volume”-sprøjte (Micron Herbi eller lignende). Som regel bruges afskærmet sprøjtning, så man kan arbejde i kulturtræartens vækstperiode uden at skade den. Arbejdstilsynet stiller strenge krav om at bruge åndedrætsværn og beskyttelsesdragt under brug af mandbårne sprøjter, og af hensyn til arbejdsmiljøet bør anvendelsen af disse sprøjter begrænses mest muligt.

Rækkevis udbringning af herbicider kan også foretages med afskærmede sprøjter, monteret på en ATV (4-hjulet motorcykel). Der gælder de samme krav til personlige værnemidler som ved de mandbårne sprøjter, og arbejdsmiljøet omkring ATV-sprøjterne er ofte ringe.

Alle, som erhvervsmæssigt forhandler, indkøber eller udbringer sprøjtemidler, skal have bestået en prøve i sprøjtekendskab og derved erhvervet et certifikat. Før brug af traktorbårne sprøjter kræves en 10-dages uddannelse med tilhørende prøveafleggelse, og for at opretholde certifikatet skal man gennemføre et 1-dags opfriskningskursus mindst hvert fjerde år. Ved sprøjtning skal der endvidere føres en sprøjtejournal, hvor der noteres dosering, areal, tidspunkt for behandling, vejret på behandlingstidspunktet m.v. For personer, der udelukkende bruger håndbårne sprøjter (hånd- eller rygsprøjter), er kravet en 2-dages uddannelse med efterfølgende prøve. Nærmere oplysninger kan findes på Miljøstyrelsens hjemmeside.

## Efterbedring

Selv om kulturarbejdet er udført omhyggeligt, kan det ikke helt undgås, at nogle planter går ud. Spørgsmålet er, om de skal erstattes med nye. Efterbedring med samme art og plantestørrelse er generelt kun tilrådeligt, hvis der er et stort planteudfald allerede efter første vækstsæson. Ved senere efterbedring er der stor sandsynlighed for, at efterbedringsplanterne overvokses af de oprindelige planter, og indsatsen vil dermed være mere eller mindre spildt. En tommelfingerregel siger, at man kun skal efterbedre, hvor der mangler tre planter i rad, og da skal man kun genplante den midterste. Tilsvarende skal man ikke sætte en efterbedringsplante tættere ved en eksisterende plante, end denne er høj. Behovet for efterbedring må dog ses i sammenhæng med planteafstanden i kulturen. Ved plantefattige kulturer vil der opstå tydelige huller, blot der er udfald af enkelte planter, og kvaliteten vil blive forringet.

Især i tilfælde, hvor man vil efterbedre mere end ét år efter kulturanlægget, kan det være klogt at bruge en mere hurtigtvoksende art end den oprindelige. Problemstillingen er den samme som ved efterbedring i selvfornyelser (se afsnit 6.3). I rødgran vil man typisk efterbedre med sitka- eller douglasgran, i bøg kan det være ahorn, og i eg eventuelt skovfyr eller fuglekirsebær. Det skal dog gøres med respekt for, at nogle af disse arter på langt sigt kan have en evne til at sprede sig uønsket i bevoksningen. I større huller, som ønskes lukket hurtigt, kan der blive tale om at indplante rødæl eller endnu bedre poppel.

Beslutningen om efterbedring eller ej må tages i bevidstheden om, at omkostningen pr. plante er væsentligt større end for planterne i den oprindelige kultur. Ud fra en økonomisk betragtning er det bedre at bruge pengene på et omhyggeligt kulturanlæg end på efterbedring.

## 6.9 Foryngelsens økonomi

Uanset, hvordan den gennemføres, vil foryngelse af en bevoksning næsten altid repræsentere en betydelig omkostning. Selv i tilfælde, hvor foryngelsen spirer frem af sig selv efter naturligt frøfald, må der påregnes en omkostning til fjernelse af uønskede arter og individer samt en regulering af plantetætheden.

Navnlig i mellemeuropæisk tænkemåde, hvor skoven opfattes som et vedvarende og umisteligt gode, har man betragtet foryngelsen som en forpligtelse, som man påtager sig ved at fælde den gamle skov. I så fald må udgiften til nye kulturer betragtes som en del af hugstomkostningen. Da hugst af gammel skov indebærer en ganske stor hævning af kapital, kan man tillade sig at bruge ret mange penge på foryngelsen og stadig få et godt dækningsbidrag af hugsten.

I nordeuropæisk/britisk tankegang betragtes foryngelsen som en investering, der skal tilbagebetales gennem hugst i den fremtidige skov. Der kan imidlertid gå mange år, inden tyndingshugster i bevoksningen giver et nævneværdigt dækningsbidrag (se afsnit 3.5). Derfor kan det vare det længe, før investeringen er tilbagebetalt, og selv med en lav rentefod bliver forrentningen af kulturomkostningen meget tyngende for skovdriftens økonomi.

Historisk set har forskellen mellem de to tankesæt haft afgørende betydning for, hvordan foryngelsen af skoven er gennemført. I Mellemeuropa har man (i hvert fald tidligere) benyttet sig af intensive kulturanlæg eller meget langstrakte forløb af selvforyngelse, mens man i Nordeuropa har set en udvikling mod lavere plantetal og skematiske metoder. Målet har været dels at spare på kulturudgiften, dels at færdiggøre kulturarbejdet hurtigt og derved nedbringe omdriftsalderen, dvs. det tidsrum, hvor kulturomkostningen skal forrentes.

### Selvoryngelse

Det billigste kulturanlæg burde kunne fås ved selvforyngelse. Størst erfaringsgrundlag har vi med skærmforyngelse af bøg, hvor omkostningerne til selve foryngelsen kan fordele sig således:

Tabel 6-4. Vigtigste omkostninger ved selvforyngelse af en hektar bøgeskov.

Forberedende jordbearbejdning	4 000 kroner/ha
Oldendækning	1 000
Hegn	10 000
I alt	15 000 kroner/ha

Regnestykket er meget optimistisk. I omkostningerne er ikke medtaget eventuelle udgifter til forberedende ukrudtsprøjtning, ej heller de indirekte omkostninger ved, at det er dyrere at afvikle skærmetræerne ad flere gange end ved renafdrift, samt at der kan ske en værdiforringelse af overstanderne, hvis de skades af sol og vind. Det kan også blive nødvendigt at foretage efterbedring, hvis selvforyngelsen ikke er komplet. Endelig er det et højst usikkert punkt, om det er nødvendigt at gennemføre en eller flere udrensninger inden den første effektgivende hugst. En traditionel udrensningsindsats kan meget let koste 10 000 kroner/hektar.

## Plantet kultur

Ovenstående eksempel på selvforyngelse af bøg kan sammenlignes med en hektar plantet kultur efter renafdrift:

Pladsrensning/let knusning	4 000 kroner/ha
6 000 bøg 2/0 á 3 kroner	18 000
1 000 rødél (ammer) á 2 kroner	2 000
Plantning 7 000 planter á 2 kroner	14 000
Hegn	10 000
I alt	48 000 kroner/ha

Tabel 6-5. Vigtigste omkostninger ved en hektar plantet kultur af bøg.

Her er ikke medtaget eventuelle udgifter til ukrudtsbekæmpelse, og det er desuden forudsat, at ammetræerne kan udnyttes til flis og fjernes med et (lille) positivt dækningsbidrag. Det samme gælder det første indgreb i bøgene. Alligevel fremgår den økonomiske overlegenhed af selvforyngelsen, også selv om der måske skal gennemføres en udrensning.

Til sammenligning kan ses på en prisbillig kultur af sitkagran, som de fleste steder kan etableres uden hegn. Det forudsættes, at grene og toppe fra den tidligere bevoksning er udnyttet til flis, så der ikke er nogen omkostning til pladsrensning:

Rillepløjning 5 000 m/ha á 1 krone	5 000 kroner/ha
3 500 sitkagran 2/1 á 3 kroner	10 500
Maskinplantning 3 500 stk. á 1,50 kroner	5 250
I alt	20 750 kroner/ha

Tabel 6-6. Vigtigste omkostninger ved en hektar plantet kultur af sitkagran.

Skønt der her er valgt en forholdsvist dyr kulturforberedelse i form af rillepløjning, fremgår det tydeligt, at en nåletrækultur uden hegning økonomisk set er noget mere overkommelig end en bøgekultur. Med den meget tætte danske vildtbestand er det dog kun få træarter, som kan etableres uden hegn.

En potentiel besparelse ligger i brugen af dækrodsplanter. Her skal kulturforberedelsen være grundigere, fordi planterne er små, men hvis der er tale om storproduktion, bør prisen for 1-årige dækrodsplanter være væsentligt lavere end for barrødsplanter. Med brug af planterør bliver også plantningen billigere og bør kunne gennemføres for ca. 1 krone/stk. Sammenlagt forventes disse besparelser let at kunne opveje den grundigere forberedelse. Dog kan der især på de svære jorde være uvilje mod at gennemføre den jordbearbejdning, som er nødvendig for, at små dækrodsplanter skal kunne overleve.

## Litteratur til kapitel 6

*Bentsen, N.S. (2003):*

Mekanisk renholdelse af skovkulturer. Rapport nr. 46, Skov & Landskab. 98 s.

*Gemmel, P. og G. Örlander (1989):*

Markberedning. Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidsskrift 3-89.

*Heding, N. (red.) (1979):*

Skovteknik '80. Dansk Skovforening. 434 s.

*Honoré, S. (1996):*

Jordbearbejdning under skærm. i: katalog for "Temadag om maskin anvendelse i bæredygtigt skovbrug". FSL, SNS og Hedeselskabet 1996.

*Karlsson, L. (2009):*

Site preparation, planting position and planting stock effects on long-term survival, growth and stem form properties of *Pinus contorta* on southern Iceland. SLU, Institutionen för skogens ekologi och skötsel.

*Keller, B.; Matthesen, P. (1998):*

Optagningstidspunkt, kølelagring og plantetid for skovplanter. Dansk Skovbrugs Tidsskrift 4:177-187.

*Kohmann, K. (2000):*

Voksbehandling av rothalsen på skogplanter som alternativ til insekticider som brukes mot insektgnag etter utplantning. NISK rapport 5/00.

*Madsen, E.M., Jensen, F.A., Madsen, P.A., Norup, P., Raulund-Rasmussen, K., Skov, J, Thorsen, B.J, Madsen, P. (2001):*

Kulturmanifest 2001 – Plantning. Tillæg til tidsskriftet SKOVEN nr. 6-7/2001. Dansk Skovforening. 12 s.



*Madsen, P. (2005):*

Såning af skov – en dyrkningsvejledning. Tillæg til tidsskriftet SKOVEN nr. 4/2005. Dansk Skovforening. 27 s.

*Madsen, E.M.; Jensen, F.A.; Madsen, P.A.; Norup, P.; Skov, J.;*

*Raulund-Rasmussen, K.; Thorsen, B.J.; Bentsen, N.S.; Madsen, P. (2005):*

Kulturmanifest – såning. Tillæg til tidsskriftet SKOVEN nr. 4/2005. Dansk Skovforening. 5 s.

## 7. SKOVENS PASNING (DYRKNINGSMULIGHEDER)

De skovningsaktiviteter, som har til formål at skabe øjeblikkelig indtægt, er beskrevet i kapitel 4, og den nødvendige efterfølgende genkultivering af skoven er beskrevet i kapitel 6. På vejen fra nyetableret bevoksning til indtægtsgivende hugster ligger imidlertid en lang række aktiviteter, som skal gøre skoven så værdifuld som muligt. Værdifuld skal her ikke blot forstås som sikring af de størst mulige hugstindtægter, men omfatter også biologiske værdier, rekreation m.m. I dette kapitel gennemgås en række af de værdiskabende aktiviteter, som er sædvanlige i dansk skovbrug.

### 7.1 Udrensning

For at skabe en værdifuld bevoksning vil man næsten altid søge at fjerne de træer, som har negativ indflydelse på bevoksningens kvalitet. *Udrensning* er betegnelsen for en sådan stamtalsreduktion, hvor formålet udelukkende er at fjerne uønskede individer. Ved udrensningen efterlades de nedskårne træer blot på skovbunden, og der aflægges ikke effekter. Det står i modsætning til *skovning* eller *hugst*, hvor en væsentlig del af arbejdet er at oparbejde de fældede træer til effekter i form af flis, brænde eller gavntræ. Udrensning vil altid medføre en omkostning på kort sigt, men operationen hører med til de indgreb, som er nødvendige for at optimere bevoksningens værdiproduktion. De individer, som fjernes, kan være uønskede træarter (f.eks. selvsæt opvækst af birk, pil m.fl.). Det kan også være træer med dårlig stammeform (krogede stammer, tveger) og/eller med voldsom grensætning. Det indebærer, at det meget ofte er de største træer i kulturen, som fjernes ved udrensningen. Der er ingen grund til at bruge tid og kræfter på at fjerne små træer, som alligevel vil blive overvokset af naboerne ved bevoksningens fortsatte vækst. Som regel ofres heller ingen opmærksomhed på de gode og velformede træer, som har mulighed for at udvikle sig positivt på langt sigt.

#### Plantede kulturer

Plantede kulturer etableres ofte med så høje plantetal, at en udtynding bliver aktuel, inden træerne kan levere salgbare effekter. Det sker for at sikre en effektiv konkurrence mod ukrudt og derigennem en hurtig kulturstart og for at opnå en tilfredsstillende formudvikling. Det gælder især i løvtræ, hvor det eksempelvis er almindeligt at etablere bøgekultu-

rer med ca. 6 000 planter pr. hektar og egekulturer med 4-5 000 for at sikre en tilstrækkelig kvalitet. Netop kvalitetshensynet gør det nødvendigt at fjerne uønskede individer (krukker, tveger) på et meget tidligt tidspunkt. Det er derfor almindeligt at foretage 1-2 udrensninger.

Især i eg anses det for vigtigt at gennemføre udrensninger, fordi tilvæksten lige som hos andre lystræer kulminerer meget tidligt. For det økonomiske udbytte er det væsentligt, at tilvæksten lægges på de bedste individer. Ikke før end i 15-20 års alderen har træerne opnået en dimension, hvor det kan betale sig at udtage effekter i form af flis eller brænde, og det er for sent at gennemføre første indgreb på dette tidspunkt, hvis tilvækstpotentialet skal udnyttes optimalt. Bøgekulturer er betydeligt mere fleksible med hensyn til at foretage udrensninger eller ej, fordi bøgen har evne til at overleve i intensiv konkurrence, og dens tilvækst kulminerer væsentligt senere. Nåletrækulturer etableres som regel med lavere stamtal, og allerede ved første tyndningsindgreb vil der ofte kunne produceres flis. Udrensning kommer derfor sjældent på tale.

Udrensning i plantede kulturer foretages som regel med en lille motorsav. Hvis træerne afskæres ved roden, skal man bukke sig ned mange gange, og arbejdet er noget besværligt. Hvis man omvendt afskærer træerne i hofte/lår-højde, er der stor sandsynlighed for, at løvtræer skyder igen fra det høje stød. Det kan gøre, at bevoksningen bliver ganske tæt og vanskelig at færdes i ved det næste indgreb.

### Selvfornyelser

Mest påkrævet er udrensning i *selvfornyelser* af såvel nåletræ som løvtræ. I selvfornyelser af bøg kan der være op til en halv million planter pr. hektar, når træerne er knapt mandshøje. Under nogle forhold anbefales det at påbegynde stamtalsreduktionen allerede på dette tidspunkt, mens andre skovdistrikter foretrækker at udskyde første indgreb til noget senere. En selvfornyet flade er som regel frembragt, uden at der i forvejen er fastlagt et sporsystem, og desuden er stamtallet meget højt. Derfor er det gerne nødvendigt at indlede udrensningen med at etablere adgangsveje til bevoksningens indre.

En *grenknuser*, monteret på en landbrugstraktor, kan effektivt og hurtigt etablere spor i en selvfornyelse. Grenknuseren skal helst være lige så bred som traktoren; ellers vil en del planter ikke blive knust, men blot bliver kørt over og eventuelt knækket, men de overlever og vil være til gene for det næste indgreb. For at traktorføreren skal kunne orientere sig, skal etablering af spor ske, inden træerne bliver så høje, at de dækker for udsynet fra førerhuset. En anden vigtig grund til at indlægge spor på et tidligt tidspunkt er, at det er på sporene, fældning og udtransport af

overstanderne skal ske. For at kunne tjene dette formål må sporene være omkring fire meter brede og kræver altså to ”skår” med grenknuseren.

Traditionelt har man også gennemført en egentlig stamtalsreduktion i bøgeselvfor yngelser på et tidligt tidspunkt. Hele indgrebet kan gennemføres med kratrydder, men på flere skovdistrikter har man opnået et godt resultat ved at foretage den første udrensning med en smal traktor (godt 1 meter bred) og en specialbygget grenknuser med samme bredde som traktoren. I bevoksninger med en højde på knapt 2 meter har man med denne knuser etableret striber af ca. 1 meters bredde, hvor planterne er knust ned, og ind imellem har man ladet striber af tilsvarende bredde stå (figur 7-1). Der er herved opnået en halvering af det meget store stamtal i bøgeforyngelsen, og samtidigt er bevoksningen blevet tilgængelig for arbejde med kratrydder eller motorsav. Man kan gå i de knuste baner, når de tilbageværende striber af foryngelsen efterfølgende skal udrenses. Det kan dog være praktisk at vente med dette indgreb, til bevoksningen har nået en højde på 3-4 meter, og oprensningen er begyndt, dvs. at de nederste grene er skygget bort. Så kan man bedre se og færdes under kronerne.

I Sverige og Finland er udviklet specialmaskiner til udrensning (svensk: röjning, se figur 7-2). Disse maskiner har i kranispidsen monteret en slags cirkulær fræser eller klipper. De kan til en vis grad foretage selektiv udrensning i såvel selvfor yngelser som plantede kulturer med opvækst af andre træarter. Arbejdet med maskinerne kræver stor koncentration og er anstrengende for føreren. Der er dog de seneste år udviklet mindre maskiner, hvor føreren har forbedret mulighed for at se opvæksten på nært hold. Desuden er styringen af maskiner og kran gjort lettere.

*Figur 7-1. Tv.: Udrensning med grenknuser. Selv adskillige år efter indgrebet fremstår de knuste striber som arbejdslinier i bevoksningen.*

*Th.: Ved motormanuel udrensning med kratrydder efterlades de mest velformede træer i foryngelsen.*





Figur 7-2. Finsk udrensningmaskine. Nederst til højre det klippende aggregat.

(Foto: Usewood Forest Tec Oy)



Maskiner af denne type kan indsættes i den første udrensning i bøgeselvfornyelser, hvor de kan frembringe ryddede striber lige som den smalle traktordrevne grenknuser. Herved kan man eventuelt opnå bedre selektion end ved den helt systematiske gennemkørsel med grenknuseren. På grund af sin pris har maskinen dog svært ved at konkurrere omkostningsmæssigt med motormanuel udrensning.

En anden mulighed er at bruge en smal, kranmonteret rabatklipper (samme type, som bruges til vedligeholdelse af vejrabatter) til stribevis, tidlig udrensning i selvfornyelser. Der er gjort forsøg med sådant udstyr, men det er endnu for tidligt at konkludere på resultaterne.

Til den motormanuelle del af udrensningsarbejdet er det sædvanlige redskab en kratrydder. Ved sene udrensninger bruges ofte en lille motorsav, da kratrydderens klinge let klemmes fast, når træerne er blevet tykkere. På det tidligere Københavns Skovdistrikt brugte man i en årrække trykluft-stangsaks til udrensningen, samme udstyr som en del skove bruger til pyntegrøntklipping. Erfaringen viser, at brugen af tryklufstaks giver et forbedret arbejdsmiljø (mindre støj og udstødningssgas), men præstationen var væsentligt lavere, så metoden bruges ikke længere. I dag findes kraftige elektriske sakse med stor arbejdskapacitet, som er udviklet til vin- og pyntegrøntdyrkning. Batteriet til saksen bæres i en lille taske eller rygsæk og kan have kapacitet til en hel dags arbejde. Sådanne sakse har vist sig meget anvendelige til opkvistning af stående træer, men så vidt vides har de ikke været prøvet til udrensning i større stil. I Tyskland har man udviklet redskaber, som kan "ringe" træerne, dvs. fjerne en ring af bark hele vejen rundt, hvorved træet går ud efter et par år. Heller ikke dette har været forsøgt i Danmark.



Motormanuel udrensning af en vellykket bøgeselvfor yngelse er en meget kostbar foreteelse, idet der typisk medgår mellem 20 og 40 arbejdstimer pr. hektar. Hvis man kun sigter mod at fjerne de groveste krukker og regulere stamtallet for indblandede arter (ahorn, lærk, birk, pil), kan man dog slippe væsentligt billigere.

Fordi udrensning af bøgeselvfor yngelser er så omkostningstung, diskuteres det meget, om det er et nødvendigt indgreb. Alternativet er at lade for yngelsen stå, indtil der kan aflægges energiflis ved tynding med en fælde-bunkelægger. I så fald kan stamtalsreduktionen blive udgiftsneutral eller i bedste fald give et lille positivt dækningsbidrag. Med dagens teknik og energipriser må det påregnes, at bevoksningen skal være 20 år gammel eller mere, før en udnyttelse til flis kan komme på tale. I den periode er der intens konkurrence mellem træerne, og diameterudviklingen er langsom. Udeladelse af den tidlige udrensning vil derfor betyde en forlængelse af omdriftstiden, og det må overvejes, hvorvidt den forlængede produktionstid opvejes af den besparelse, man opnår ved at undlade udrensning.

Det tekniske resultat af udrensningen – eller unkladelse af samme – er svært at forudsige. I vellykkede selvfor yngelser på gunstige lokaliteter er der som regel mange velformede individer blandt de største og mest vækstkraftige træer. Her kan man uden større betænkelighed udskyde det første indgreb, til der kan aflægges effekter (flis). I andre tilfælde og typisk under lidt ringere vækstforhold har så mange af de dominerende træer krukketendens, at det forekommer nødvendigt at gennemføre en udrensning for at fremme udviklingen af de få velformede individer. I Tyskland er det almindeligt at udsætte første indgreb i bøgebevoksninger, til der kan aflægges flis eller brænde, og resultaterne er stort set gode. I Danmark har det været kutyme at gennemføre udrensning, og vi har indtil videre kun ret få eksempler, der kan vise, hvordan bevoksningens udvikling bliver uden udrensning. Vi må derfor afvente at se resultaterne.

Også i selvfor yngelser af nåletræ er udrensning aktuel, men her gennemføres den oftest på et meget tidligt tidspunkt; ved en bevoksningshøjde mellem knæhøjde og hoftehøjde. Endvidere er det meget ofte påkrævet at nedskære opvækst af løvtræ (især birk og bævreasp) i selvfor yngelser af nåletræ. De fleste nåletræer har fra naturens hånd en ret stamme og lodret vækst. Derfor sigter udrensningen ikke så meget mod en kvalitetsforbedring, men mere mod en fordeling af stammerne, så de kommer til at stå med passende og nogenlunde ensartet afstand. Hovedformålet er at skaffe plads til rodudvikling, så hele for yngelsen ikke tørrer ud og dør, hvis der kommer en tør sommer. Sekundært skal der også være så megen

plads mellem træerne, at der kan arbejdes med et maskinelt fældningsaggregat ved den første effektgivende tynding. I forbindelse med udrensningen stiler man ofte efter at nedbringe stamtallet til 5-10 000 stk/ha. Tidsforbruget ved en sådan udrensning svarer nogenlunde til, hvad der bruges i foryngelser af løvtræ.

## 7.2 Tynding

Emnet tyndingshugst er kortfattet berørt i afsnit 3.3, men skal uddybes i dette afsnit. I almindelighed etableres en skovbevoksning med et højt stamtal, der reduceres gradvist ved hjælp af et antal tyndingshugster igennem bevoksningens liv. Denne fremgangsmåde kan – i det mindste i plantede kulturer – synes at indebære et stort spild af plantemateriale. Af flere årsager er den dog velbegrundet:

- Ved brug af et højt plantetal opnås, at kulturen hurtigt sluttet (kroenerne når sammen), så ukrudt skygges bort.
- I en tæt bevoksning udsættes træerne for gensidig ”skyggeopdragelse”, hvor lavtsiddende sidegrene skygges bort. Denne oprensning har afgørende betydning for kvaliteten af det producerede træ.
- Indbyrdes konkurrence reducerer enkelttræets diametervækst, hvilket for nåletræernes vedkommende resulterer i tungere og mere værdifuldt ved.
- Et højt plantetal sikrer et stort selektionspotentiale, så de vækstmæssigt og kvalitetsmæssigt bedste individer kan udvælges.
- Tyndingshugst kan give indtægter forholdsvis tidligt efter bevoksningsetableringen.

De enkelte individers vækst er påvirket af arv og miljø. Det viser sig ved, at ikke alle træerne i bevoksningen vil fremstå ens. Nogle træer vil udskille sig fra de andre med hensyn til størrelse og form. I skovdyrkingen udnyttes den naturlige variation ved at foretage en tynding af bevoksningen. Den blivende bestand kommer til at bestå af færre, men kvalitativt og tilvækstmæssigt bedre individer. Det lavere stamtal betyder, at disse gode individer får bedre plads til at udvikle sig. Som et sekundært formål skal tyndingshugsterne give indtjening til skovejeren. Endelig kan man i forbindelse med tyndingen fjerne uønskede arter samt syge og beskadigede individer.

### Hugststyrke (tyndingsstyrke)

Hugststyrken – altså hvor tætte man lader bevoksningerne blive – har stor betydning for de enkelte træers diametertilvækst. Dermed har den også betydning for omdriftstiden, idet man gerne sigter efter, at træet

skal have opnået en vis diameter, inden det fældes. Endvidere har hugststyrken stor betydning for kvaliteten af det producerede træ. I en tæt bevoksning når grenene ikke at blive ret tykke, før de overskygges, dør og til sidst falder af. Denne naturlige oprensning har især betydning for kvaliteten af løvtræ. For de fleste nåletræer betyder langsom diameter-tilvækst, at veddet bliver tungt og stærkt, og derved bliver det af højere kvalitet, end hvis bevoksningen havde været tyndet stærkt.

Valg af hugststyrke er altså i høj grad en afvejning af kvalitet og om-driftstid, mens tilvæksten, målt i kubikmeter pr. hektar, påvirkes i mindre grad, så længe man ikke går til ekstremer.

Hugststyrken er som regel fastlagt overordnet på skovejendommen ud fra hensynet til langsigtet økonomi. I den enkelte bevoksning må det overordnede mål tilpasses hensynet til bevoksningens stabilitet, afsætningsmuligheder, anvendt teknik m.m.

Traditionelt angives hugststyrken (graden af tynding) i Danmark ved et bogstavsystem. Den aktuelle grundflade (eller vedmasse) sættes i forhold til grundfladen af en utyndet bevoksning af samme træart og alder på den pågældende lokalitet. For skygetræarterne kan bogstaverne oversættes til nedenstående relative grundflader/vedmasser.

Tabel 7-1. De traditionelle danske hugstgrader.

Hugst-grad	Indgreb	Grundflade i forhold til utyndet
A	Kun døde træer fjernes	100 %
B	Svag tynding	83 %
C	Middelstærk hugst, svarer nogenlunde til dansk praksis	67 %
D	Meget stærk hugst	50 %
L	”Læbæltehugst”	35 %

Da man kun sjældent har en utyndet referencebevoksning at sammenligne med, er dette system dog ikke særligt praktisk anvendeligt. En anden svaghed er, at man ved hugstforsøg i lystrearter (eg) har givet bogstaverne en anden betydning, hvor C-graden eksempelvis betyder ca. 50 % relativ grundflade. Bogstavsystemet er derfor ikke særligt præcist. I mangel af en utyndet parcel at sammenligne med sker bedømmelsen af hugststyrke meget ofte ved at sammenligne med tilvækstoversigter. Man skal dog huske på, at tilvækstoversigterne er meget generelle og tillige ret gamle. Der kan være betydelige lokale udsving i den opnåelige grundflade. Desuden har hugstpraksis for *Picea*-arterne ændret sig med tiden, i retning af svagere hugst i ældre bevoksninger.

For grundfladens udvikling ved normal hugstpraksis kan for hovedtræ-

arterne anføres følgende omtrentlige værdier på god bonitet: I *bøg* er grundfladen ofte ca. 20 m<sup>2</sup>/ha på tidspunktet for første tyndingshugst. Uden hugstindgreb ville grundfladen udvikle sig til 50-60 m<sup>2</sup>/ha, men gennem tyndingsindgrebene holdes den nede, så den afdriftsmodne bøgebevoksning ofte har en grundflade på ca. 30 m<sup>2</sup>/ha. *Lystræarten eg* ligger på et lavere niveau; fra ca. 15 m<sup>2</sup>/ha ved første tyndingshugst til ca. 20 m<sup>2</sup>/ha i den modne bevoksning. I *rødgran* er grundfladen ofte ca. 25 m<sup>2</sup>/ha ved første tyndingshugst og ca. 35 m<sup>2</sup>/ha i den modne bevoksning. Ved lavere boniteter er grundfladeniveauet reduceret, men ikke i samme grad som højdevæksten.

Ovenstående tal forudsætter en aktiv hugst gennem hele omdriften samt normale omdriftsaldre: Bøg 100-120 år, Eg ca. 140 år, Rødgran 50-60 år. Af hensyn til risikoen for stormfald er det i dag almindeligt at undlade sene tyndingsindgreb i gran, og i sådanne tilfælde kan grundfladen på gode boniteter udmærket nå op over 40 m<sup>2</sup>/ha, inden bevoksningen afdrives. Forlænges omdriftsalderen, kan grundfladen også blive betydeligt højere end anført her.

For at kunne konstatere grundfladen i en bevoksning kræves det, at der udlægges prøveflader, hvor diameteren måles på samtlige træer; altså en tidkrævende og ganske omstændelig proces. Et lettere håndterbart mål for hugststyrken har man i ”relativ træafstand” (RTA), som er defineret således:

$$RTA = \frac{\sqrt{10000/N}}{H}$$

altså den gennemsnitlige afstand mellem træerne, sat i forhold til deres højde (for symbolernes betydning, se afsnit 3.3). For skygetræarterne bøg og rødgran kan hugstgraderne omtrentligt oversættes til RTA således:

Træarter: Bøg og rødgran		
Hugstgrad	Relativ grundflade	Relativ træafstand
A	100 %	0,10-0,12 (10-12 %)
B	83 %	0,12-0,14 (12-14 %)
C	67 %	0,17-0,18 (17-18 %)
D	50 %	0,22-0,24 (22-24 %)

Tabel 7-2. Forbindelsen mellem hugstgrad og relativ træafstand.

(Efter Handler 1984)

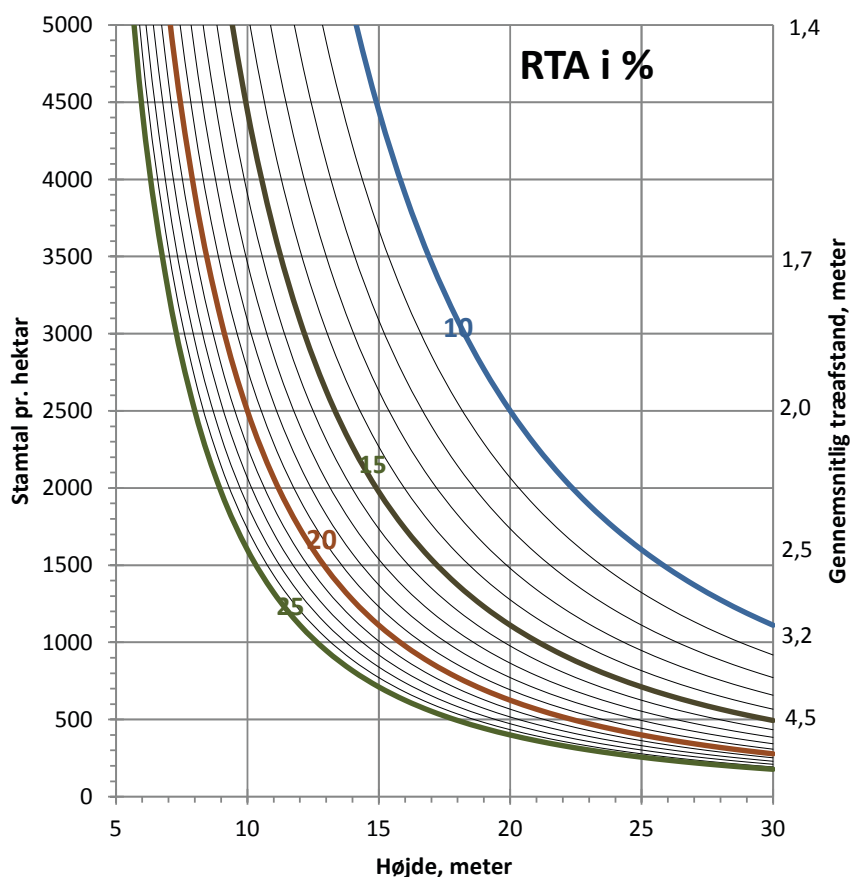
I praksis måles ofte højden af 5-10 træer i bevoksningen, og der udlægges nogle få cirkulære prøveflader til bestemmelse af stamtallet (N). Det er i denne forbindelse bekvemt og tilstrækkeligt nøjagtigt at regne med, at en cirkel med radius = 4 meter har et areal på 1/200 hektar, og en med radius = 8 meter et areal på 1/50 hektar. Selvsagt kan den lille cirkel kun

bruges i unge og meget stamtalsrige bevoksninger, ellers vil usikkerheden på stamtalsbestemmelsen blive for stor. I unge plantede bevoksninger kan man også opgøre stamtallet ved at måle afstanden mellem rækkerne og den gennemsnitlige afstand mellem træerne i rækken.

Brugen af relativ træafstand forudsætter, at der er tale om normale bevoksninger, passet med normal dansk hugstpraksis. RTA er nemlig påvirket af både hugststyrke, hugstens tidsmæssige fordeling og (i unge bevoksninger) planteafstanden. Hvis en bevoksning eksempelvis er blevet tyndet meget stærkt i ungdommen, men herefter har stået urørt, kan man have et tæt kronedække og en stor grundflade fordelt på nogle få tykke træer, der står på stor afstand. Den relative træafstand vil i så fald give et misvisende billede af bevoksningens nuværende tæthed.

Hvis man ikke vil gennemføre målinger, kan man bedømme, om en bevoksning er ”hugsttrængende” og bør tyndes inden længe, ud fra en ræk-

Figur 7-3. Diagram til fastlæggelse af relativ træafstand.





### Eksempel med udgangspunkt i figur 7-3:

En rødgranbevoksning med højden 15 meter har umiddelbart efter tynding et stamtal på 1 400 stk/ha. RTA er ifølge figuren meget nær 18 % (0,18), svarende til C-hugst. Får denne bevoksning lov til at stå urørt, indtil den er 20 meter høj, vil RTA være lidt over 13 % (B-hugst). Foretages på dette tidspunkt en tynding, hvor stamtallet bringes ned til 1 100 stk/ha, bliver RTA forøget til 15 % (mellem B- og C-hugst).

ke mere eller mindre subjektive vurderinger. Den mest simple er at kigge op og se på kronedækningsgraden (slutningsgraden). Man vil altid kunne se himlen mellem trækronerne, men hvis kronerne bærer tydeligt præg af at være slidt pga. berøring med hverandre, er det et tegn på at træerne står (for) tæt. Denne situation er især uheldig for eg, som har ringe evne til at regenerere sidegrene i kronen. I stedet vil reaktionen ofte blive, at træet sætter vanris. Bøgens krone har derimod en god evne til at vokse i bredden, og selv meget opknebnede træer vil med tiden kunne gendanne en kraftig krone. Små og afslidte kroner er imidlertid ikke noget at stræbe efter, da de er ensbetydende med reduceret diametervækst for det enkelte træ.

For nåletræernes vedkommende er det almindeligt at vurdere, hvor stor en del af træets højde, som udgøres af den levende krone. En kroneandel på 1/3 af træhøjden anses ofte som passende, hvis målet er produktion af bygningstømmer. Hvis kroneandelen er kommet ned på 1/4, har hugsten været (for) svag.

### Hugststyrke og tilvækst

I afsnit 3.3 omtaltes det ”frie hugststyrkeinterval”. Det faktum at man inden for visse grænser godt kan foretage tyndingshugster, uden at bevoksningens langsigtede produktion nedsættes. Idéen om et frit hugststyrkeinterval må dog på nogle punkter modificeres, når det kommer til den daglige pasning af skoven. Kurven, som er vist i figur 3-25, antyder, at der kan opretholdes fuld produktion på et areal, selv om der tyndes helt ned til et grundfladeniveau, som svarer til 50 % af en urørt bevoksning. Kurven er fremkommet som resultat af et begrænset antal studier i bøg og rødgran, altså udprægede skygetræarter, og den fortjener et par kommentarer:

Andre undersøgelser peger på, at der er en sammenhæng mellem reaktionen på hugst og bevoksningens alder. Så længe træerne er unge, har de stor reaktionsevne og vil hurtigt kunne udfylde både kronetaget og rodrummet, hvis nogle af naboerne falder bort. Selv ved ret stærke hugstindgreb sker der ikke noget tilvæksttab, jvf. figur 3-25. Tværtimod viser flere undersøgelser, at der sker en forøgelse af bevoksningens produk-

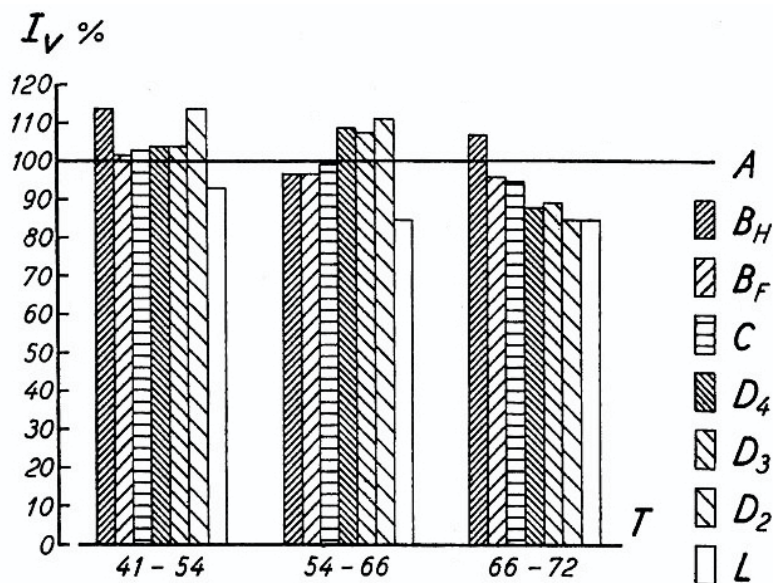
tion, når der foretages hugstindgreb. Virkningen er formentligt tidsbegrænset og må tilskrives, at der frigøres næringsstoffer ved nedbrydningen af rødder og efterladte grene fra de fældede træer.

I ældre bevoksninger har træerne nedsat reaktionsevne. Stærk hugst (til en grundflade lavere end ca. 2/3 af en urørt bevoksning) vil resultere i en nedsættelse af bevoksningens produktionsevne (figur 7-4). Det kan konkluderes, at hvis der skal opretholdes fuld vedmasseproduktion, skal man afholde sig fra at føre stærk hugst i ældre bevoksninger. Hvis der af hensyn til diameterudvikling og omdriftsalder generelt føres en stærk hugst, bør de kraftigste indgreb ligge i træernes ungdom/mellemalder, og grundfladeniveauet bør være stigende hen mod omdriftens slutning. Dette synspunkt modificeres dog af, at prisen pr. m<sup>3</sup> generelt stiger med voksende diameter. Hensynet til maksimal værdiproduktion kan derfor tilsige, at der føres en stærk hugst i ældre bevoksninger, selv om man derved taber masseproduktion.

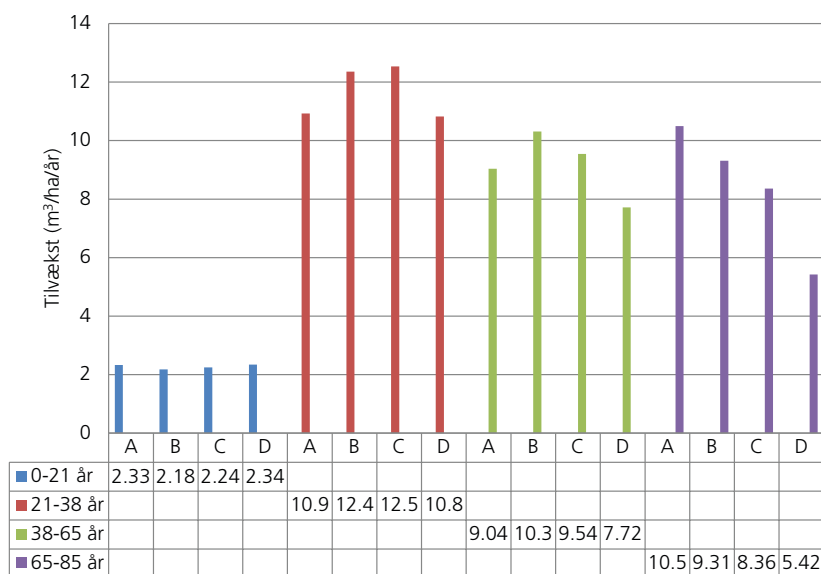
Bemærk, at figur 7-4 viser tilvæksten målt i kubikmeter. For rødgran og de fleste andre nåletræer gælder det forhold, at veddet bliver lettere, når årringsbredden øges. Ved stærk hugst forcerer man netop diametervæksten, idet det enkelte træ får bedre plads. Selvom tilvæksten er lige så høj i m<sup>3</sup>/ha/år ved stærk hugst, er det altså lettere ved, som produceres, og derved en mindre mængde tørstof pr. hektar. Undersøgelser tyder på, at man for rødgran opnår den maksimale produktion af tørstof ved en ganske svag tynding (B-hugst).

Figur 7-4. Masse-tilvækst i forhold til hugstgrad i rødgran-hugstforsøg i Gludsted plantage opgjort i tre forskellige aldersperioder. Tilvæksten er udtrykt i procent af A-gradens (ingen hugst). Forsøget er beliggende på meget lav bonitet.

(Efter Bryndum 1969)



Hugst	Tynding	Relativ grundflade %	Højde m	Diameter cm	Vedmasse m <sup>3</sup> /ha	Grundflade m <sup>2</sup> /ha	Stamtal pr. ha
A	Ingen	100	24,1	30,6	586	39,9	541
B	Svag	75	24,3	33,9	448	29,9	335
C	Stærk	50	25,2	45,2	324	20,0	126
D	Meget stærk						
35	24,0	52,2	228	14,1	66		



Figur 7-5. Årlig tilvækst af stilkeg på en prøvflade af god bonitet (Bregentved).

Bemærk, at C-hugst i dette tilfælde svarer til 50 % grundflade i forhold til urørt, D-hugst blot 35 %.

(Data og figur: Bruno Bilde Jørgensen)

Der synes at være tendens til, at hugststyrken har større betydning for produktionen hos *lystræerne*; forholdet er bedst belyst for *eg*. Figur 7-5 er et eksempel, der viser, at i den sidst målte aldersperiode (65-85 år) er tilvæksten mærkbart nedsat allerede ved moderat hugststyrke. Iagttagelsen harmonerer godt med den generelle erfaring, at lystræernes tilvækst kulminerer tidligt i træernes liv. Ældre træer kan næppe mobilisere den tilvækstforøgelse, som er nødvendig for at udnytte pladsen efter tyndingshugst. Forholdet forstærkes af, at de ringporede løvtræarter (eg og ask) producerer *tungere* ved, når årringsbredden øges. Ved stærk hugst sker der altså to ting: Tørstofproduktionen falder (fordi den tyndede bevoksning ikke kan udnytte alt sollyset), og det producerede tørstof kommer til at fylde mindre pr. kilogram (højere rumtæthed af veddet). Denne kombination bidrager til, at vedmasseproduktionen (m<sup>3</sup>/ha/år) falder kraftigt, når hugststyrken øges.

### Tyndingsformer (hugstmåder)

I det nordeuropæiske skovbrug er der tradition for at gennemføre de fleste tyndingsindgreb som *hugst fra neden*. Dette princip går ud på at

fjerne de mindre og tyndere træer i bevoksningen, for derved at lægge tilvæksten over på de mest vækstkraftige individer. Den fornuftsmæssige tanke bag hugst fra neden er, at de individer, som er kommet hurtigst fra start, formentligt også i fremtiden vil vokse hurtigst. På den måde opnår man den ønskede dimension på kortest mulig tid. Den genetiske forskning kan bekræfte, at vækstkraften i nogen grad er en arvelig egenskab hos det enkelte individ, men mange andre faktorer er dog bestemmende for, om et træ kommer foran i konkurrencen med sine naboer. Risikoen ved konsekvent brug af hugst fra neden er, at man kommer til at efterlade store, grovgrenede træer af ringe kvalitet, hvis værdiproduktion er lille, og som vil efterlade store huller i kronetaget, hvis man senere beslutter, at de skal fjernes.

Ved en hugst fra neden fjerner man normalt ikke de allermindste, undertrykte træer, da de ikke er til skade for bevoksningens udvikling. Man fælder nogle af de træer, der har en smal og opkneben krone pga. konkurrencen med naboerne, og som derfor har en utilfredsstillende diameter-tilvækst. Formålet er at tynde ud i kronetaget og give plads til udviklingen af de resterende store træer uden at lave større huller.

Til karakterisering af hugsten kan man bruge begrebet *hugstkquotient*. Det er forholdet mellem den gennemsnitlige diameter af de fældede træer og bevoksningens gennemsnitsdiameter før hugst. En hugstkquotient på 0,9 betyder således, at det gennemsnitlige tyndingstræ har en diameter på 90 % af bevoksningens middeldiameter før tyndingen.

Ved *hugst fra oven* går man, som navnet antyder, efter bevoksningens største træer (hugstkquotient  $>1$ ). Det kan være begrundet i, at tyndingen derved giver flest kubikmeter pr. maskintime og dermed det største økonomiske udbytte. Endvidere kan man opnå, at man får fjernet træer med krukketendenser og får tilvæksten lagt over på træer med finere kviste og måske bedre kvalitet på langt sigt. Af disse grunde er det meget almindeligt, at man udfører de(t) første hugstindgreb som hugst fra oven. I løvtræ er det ikke usædvanligt at fortsætte ret langt op i alderen med ”krukkehugst”, som reelt er en hugst fra oven. Hugst fra oven kan også have til formål at danne lysbrønde med selvforyngelse.

Af flere årsager skal man dog være varsom med at bruge hugst fra oven som generelt princip. Man fjerner de træer, der genetisk har den største tilvækst, og der er grund til at antage, at man derved forringer bevoksningen langsigtede tilvækstpotentiale. Hvis målet er en bestemt dimension af træ, vil man også forlænge omdriftstiden. Ved mekaniseret hugst er der en stor risiko for, at grundfladereduktionen bliver meget stærk, fordi maskinføreren vil være tilbøjelig til at reducere stamtallet til et niveau,

som sikrer fremkommeligheden for maskinen. Endelig indebærer hugst fra oven i ældre granbevoksninger en betydelig risiko for stormfald.

Man vil af disse grunde sjældent gennemføre rendyrket hugst fra oven i en bevoksning hele levetid, da træerne i så fald sent eller aldrig når op i den mest værdifulde dimensionsklasse. Derimod kan et eller to indgreb fra oven i den unge bevoksning være en udmærket måde at sikre, at tyndingen gennemføres med positivt dækningsbidrag, samtidigt med at bevoksningens kvalitetsniveau hæves. I bevoksningens videre liv kan man gå over til hugst fra neden eller drive ”kvalitetshugst”, hvor man målrettet prøver at skabe vokserum for de mest værdifulde træer. Navnlig i løvtræ er det dog ret almindeligt at vende tilbage til en form for hugst fra oven, når træerne nærmer sig modenhed, idet man gennemfører såkaldt *måldiameterhugst*. Det betyder, at man fælder træerne, efterhånden som de opnår den diameter, hvor man får den højeste pris pr. kubikmeter. Som rendyrket princip forudsætter måldiameterhugsten, at alle træer har samme kvalitet. Ellers kan det stadig bedre betale sig at fælde de kvalitetsmæssigt ringe træer, så de gode kan udvikle sig. Det er almindeligt, at måldiameterhugst indgår som et led i selvforyngelse af bøg, både ved skærmstillingen og ved den senere afvikling af overstanderne. Også i nåletræ kan måldiameterhugst komme på tale, men her indebærer hugstmåden dog som nævnt risiko for stormfald, da de største træer også er de, som er bedst forankrede i jordbunden.

Ved meget stringent sprogbrug skelner man mellem ”hugst fra toppen”, hvor man udelukkende fælder de største træer, og ”hugst fra oven” hvor man ikke systematisk fælder de allerstørste træer, men hvor hugsten dog foregår blandt de større træer, som danner selve kronetaget. Tilsvarende kan der skelnes mellem ”hugst fra bunden”, hvor man kun fælder de allermindste træer, og ”hugst fra neden”, hvor tyndingen foregår blandt de mindre træer. I praksis er dog sjældent, at man gennemfører denne skarpe sproglige skelnen mellem hugstmåderne.

### Hugst og stabilitet

Med Danmarks beliggenhed tæt på de atlantiske lavtryks baner er *stormfald* et påtrængende problem i skovdriften, navnlig for nåletræernes vedkommende. Værst er risikoen for rødgran og sitkagran, fordi de udvikler et overfladisk, fladtstrygende rodsystem, men også contortafyr har vist sig meget udsat. I stærke storme kan næsten alle træarter blive skadet, selv om stormfald er yderst sjældent i cypres (*Chamaecyparis lawsoniana*), og ikke almindeligt i løvtræbevoksninger. Sidstnævnte hænger sammen med, at næsten alle alvorlige storme rammer inden for tidsrummet november-marts, hvor løvtræerne står bladløse. I de få tilfælde, hvor storme har ramt inden løvfald, har man også set stormfald i løvtræ. Ok-



toberstormen i 1967 resulterede således i meget alvorlige stormfald i bøg. Eg er med sit kraftige rodsystem ikke tilbøjelig til at vælte, men kronerne kan blive alvorligt skadet, når store grene knækker af i storm.

Nogle få træarter (douglasgran, til dels lærk og balsampoppel) har i ungdommen en lille rod i forhold til kronestørrelsen. De er tilbøjelige til at blive trykket skæve, hvis den helt unge bevoksning udsættes for storm. Douglasgran bliver dog væsentligt mere stabil med alderen, og stormfald ses sjældent i bevoksninger, som er ældre end ca. 50 år. For de øvrige træarter gælder det stort set, at risikoen for stormskader tiltager med bevoksningens højde, og først når højden overstiger ca. 15 meter, bliver faren alvorlig.

Det er velkendt, at tyndingsindgreb i mellemaldrende og ældre granbevoksninger øger risikoen for stormfald. Ethvert hugstindgreb destabiliserer bevoksningen, formentlig fordi den mængde energi, der overføres fra vinden til kronetaget, skal optages og overføres til jordbunden af et færre antal træer. Det giver fare for, at det enkelte træs bæreevne overskrides, enten i stammen (så det knækker) eller i rødderne (så det vælter). Træerne reagerer på to måder, når der tyndes i bevoksningen. Dels udnyttes det ledige rodrum til at udvikle et kraftigere rodsystem, dels ændres fordelingen af diametertilvæksten, så især er den nedre del af stammen vokser i tykkelse, og stammen får en stærkere afsmalning. Begge dele styrker træets modstandsevne mod storm, men vækstreaktionerne tager tid, og derfor er stormfaldsrisikoen værst lige efter indgrebet. Som tommelfingerregel kan man regne med, at en granbevoksning har nedsat stormstabilitet i 3-5 år efter et hugstindgreb. Ældre bevoksninger har svagere reaktionsevne og er længere om at komme sig end unge bevoksninger.

Figur 7-6. Luftfoto af rødgranhugstforsøg NC på Djursland umiddelbart efter stormen i januar 2005. Kun A-parcellen står uskadt tilbage. Det lille billede viser A-parcellen to år senere.

(Foto: Bruno Jørgensen)



De generelle erfaringer fra en række hugstforsøg i rødgran er, at bevoksningernes stabilitet forringes med stigende hugststyrke. Kun den utyndede bevoksning (A-hugst) er virkeligt modstandsdygtig mod storm. B-hugst er nogenlunde stabil, mens C- og især D-graden er meget udsatte for stormfald, hvis de ikke står i læ af nabobevoksninger.

Der findes flere forslag til, hvordan stormfaldsrisikoen kan imødegås gennem hugstbehandlingen. En mulighed er svag hugst, gennemført som små, hyppige hugstindgreb. Herved sker der kun en ringe grad af destabilisering, og bevoksningen har gode chancer for at modstå storme af almindelig styrke. Denne strategi er velkendt fra den tid, hvor hugsten foregik manuelt og terræntransporten med hest, og hvor stormfald – så vidt det kan skønnes – ramte en mindre andel af nåletræarealet end i dag. For at opnå tilstrækkelige dimensioner kræver den svage hugst imidlertid en længere omdriftsalder, end hvad de fleste skovejere i dag anser for rimeligt. En endnu vigtigere grund til, at denne praksis er forladt, er dog, at med indsats af maskiner er det ikke længere økonomisk rationelt at foretage hyppige, men små hugstindgreb. Skovningsmaskinen skal helst producere mange kubikmeter pr. time, og den kræver plads mellem træerne for at arbejde. Endvidere stiller den maskinelle terræntransport krav om brede stikspor, hvilket i sig selv giver flere angrebspunkter for vinden.

Størrelsen af det enkelte hugstindgreb har stor betydning for stormfaldsrisikoen, fordi bevoksningen er længere tid om at stabilisere sig efter kraftige indgreb. Forsigtige skovdyrkere anbefaler, at udtaget af effekter ved et enkelt tyndingsindgreb ikke overstiger 40 m<sup>3</sup>/ha.

En metode til at opnå stormstabilitet er allerede fra ungdommen at gennemføre meget hyppige og stærke tyndingsindgreb, så træerne i realiteten står næsten frit og med levende grene på en stor del af stammen ("læbæltehugst", hugstgrad L på figur 7-4). Sådanne træer har udviklet stor *enkeltræ-stabilitet* og vil kunne modstå vindpåvirkning uden at stå i læ af nabotræer. I det hele taget viser erfaringen, at træer med en stor kroneandel bedre kan tåle at "stå alene" under vindens påvirkning end træer med lille kroneandel. Som generelt hugstprincip vil læbæltehugsten give for ringe tømmerkvalitet og dårlig udnyttelse af arealets tilvækstpotentiale. Sigter man mod skærmstilling af en nåletræbevoksning med henblik på selvfornyelse eller underplantning er det noget andet. Her kan det være rimeligt at føre hugsten så stærkt, at kronen på skærmtræerne kommer til at udgøre mindst halvdelen af træhøjden. Bemærk, at kroneandelen (længden af den grønne krone i forhold til træhøjden) kun kan forøges i takt med, at træet vokser i højden. Ønsker man stor kroneandel, må man derfor påbegynde den stærke hugst tidligt i bevoksningens liv,

hvor træerne endnu er i kraftig højdevækst. Er man nået så langt hen i omdriften, at højdevæksten er stagnerende, vil kroneandelen kun ændres meget langsomt, og stærk hugst kan i stedet resultere i, at man taber tilvækst.

Det er blevet foreslået, at man for at imødegå risikoen for stormfald kan føre en uensartet hugst. I en bevoksning, som i hovedsagen tyndes med normal styrke (oftest C-hugst) etableres nord-syd-gående bælder, som allerede fra ungdommen tyndes meget kraftigt, så træerne opnår enkelttræ-stabilitet. Man kan næppe opnå, at stormfald slet ikke indtræffer, men stabiliseringsbælterne kan bevirke, at et begyndende stormfald standser ved de stærkt huggede bælder, så hele bevoksningen ikke falder. I ensartet huggede granbevoksninger ses det ofte, at et begyndende stormfald i efterlader stejle, eksponerede rande, hvor hidtil beskyttede træer pludseligt udsættes for vindens og solens påvirkning. Resultatet er nye stormfald, udtørring og insektangreb, så hele bevoksningen på ret få år ”rulles op” og ødelægges. Det kan stabiliseringsbælterne modvirke, men prisen er naturligvis, at der i en ret stor del af bevoksningen produceres træ af meget ringe kvalitet. En mindre drastisk fremgangsmåde, som bygger på samme tanke, er at etablere stiksporene nord-syd med en afstand, der svarer til det dobbelte af skovningsmaskinens rækkevidde. Ved det første hugstindgreb kører maskinen kun ad hvert andet spor, ved næste tynding ad de øvrige spor, og sådan skiftevis fremover ved hver hugst. På den måde udgøres halvdelen af bevoksningen til enhver tid af bælder, som har stået længe siden seneste hugst, og som derfor er relativt stabile.

Ud over stormfald kan bevoksninger også skades af *snetryk*. Modsat stormfald er det fortrinsvis løvtræ der rammes, og unge bevoksninger er mest udsatte. Skaden opstår som regel, når tøsne sætter sig på grenene, og der gradvis opbygges så stor en vægt, at træet ikke længere er i stand til at bære sin egen krone. Tærskelen for, hvornår træerne er udsatte for snetryksskader, afhænger i høj grad af forholdet mellem højde og diameter, og dermed af hugststyrken. Kulturer, plantet på sædvanlig dansk planteafstand, vil ofte have et højde/diameter-forhold nær 100 ved tidspunktet for den første tynding. Så højt et H/D-forhold bør imidlertid ikke opretholdes ud over bevoksningens første ungdom, hvis stabiliteten skal bevares. Ved de hugstbehandlinger, som er almindelige i Danmark, bliver H/D-forholdet i løbet af omdriften nedsat til 70-75 for gran, ca. 50 for bøg og ca. 40 for eg. Denne gradvise reduktion af træernes slankhed er væsentlig for at undgå snetryksskader og kan styres gennem hugsten. De største problemer ses, når meget opknebne bevoksninger tyndes, og enkelttræet mister støtte fra sine naboer. Stamtalsreduktionen bør derfor iværksættes tilstrækkeligt tidligt, så træerne får mulighed for



Figur 7-7. Snetryk i ung eg. Billedet er taget sidst i november.

Bemærk, at det er de træer, som endnu bærer løv, der har lidt mest skade.

diametertilvækst og opbygning af stabilitet i stammen. Tætte selvfornyelser, som er vokset op under skærm, udgør et særligt problem, fordi H/D-forholdet kan blive meget højt, når træerne er i indbyrdes hård konkurrence om det sparsomme lys.

Birk og eg rammes meget ofte af snetryk, men også douglasgran i tætte kulturer er udsat. Bøg og ahorn er med deres slanke og stejle grenbygning mindre udsatte. Det er heldigt, da netop disse to arter ofte forynges med meget tætte selvsåninger under skærm af forældretræerne.

### Tyndingsfri drift

I utyndede bevoksninger (A-hugst) er det enkelte træ ustabil med lille rod/top-forhold og stort højde/diameter-forhold, men tilsammen udviser de høj *social stabilitet*. Energien fra vindpåvirkning fordeles til mange individer, som samtidig yder læ og til dels fysisk støtte til hverandre. De utyndede bevoksningers store stabilitet har affødt tanker om *tyndingsfri drift*, hvor der efter plantning ikke foretages stamtalsreduktion overhovedet. Man venter, til træerne har opnået den ønskede dimension, og afdriver så hele bevoksningen på én gang.

I nåletræ kan tyndingsfri drift være en realistisk og tillokkende mulighed. Foruden den store stabilitet over for vind nedsættes også infektion med rodfordærversvampen (*Heterobasidion annosum*), fordi der ikke er nogle stødflder, hvor svampen kan etablere sig (se afsnit 7.10). Systemet er yderst let at administrere, fordi bevoksningen ikke kræver pasning i sin levetid. Ulemperne er en langsom diameterudvikling på grund af den intensive konkurrence mellem træerne, samt ikke mindst, at en del af totalproduktionen går tabt i form af ”selvtynding”, når de svageste indi-



Figur 7-8. Ved tyndingsfri drift går en del træ tabt som "selvtynding".

(Foto: Bruno Bilde Jørgensen)



vider udkonkurreres og dør. Erfaringen fra hugstforsøgene er, at dette tab kan være af størrelsesorden 20-30 % af totalproduktionen over en omdrift. Dette er andelen af udgåede træer, men nogle af dem vil stadig stå som tørre stammer, når bevoksningen afdrives. Med det nuværende marked for bioenergi kan de tørre træer nyttiggøres, selv om det er til en væsentligt lavere pris end tømmer og cellulosetræ. Tabet bliver derfor knapt så stort som antydnet ovenfor. Økonomisk set er det en ulempe, at omdriftstiden forlænges i forhold til en tyndet bevoksning, og at hele indtægten falder ved afdrift, sådan at kulturudgiften skal kunne finansieres og forrentes i meget lang tid.

Der er forholdsvis få erfaringer med planlagt tyndingsfri drift i Danmark, flest med sitkagran. Med hensyn til hugstudbytte har resultaterne stort set været gode. Denne art har ret god evne til uddifferentiering mellem individerne, således at en god del af træerne vil nå tømmerdimension, ganske vist på bekostning af de mindste individer. For at sikre tilstrækkeligt meget tømmer og undgå overdreven selvtynding må plan-teafstanden ikke være for lille. Det anbefales, at sitkagran ikke plantes tættere end 1,75 x 1,75 meter (ca. 3 m<sup>2</sup> pr. træ). *Abies grandis* er endnu mere tilbøjelig til uddifferentiering; så meget at der vil være fare for, at bevoksningen domineres af ret få, men meget grove individer. Mod-sætningsvis udvikler rødgran i Danmark sig som regel ret ensartet, og bevoksningen kommer til at bestå af "tusindbrødre", som alle har lille diameter.

Teknisk set har det i tidligere tid været u hensigtsmæssigt at gennemføre tyndingsfri drift. De udgåede og delvist væltede træer udgjorde en stor fare for skovarbejderen, når hugsten skulle foretages motormanuelt. Med



indsatsen af skovningsmaskiner er dette faremoment imidlertid forsvundet, og der er ingen tekniske hindringer for den tyndingsfrie drift.

I løvtræ må tyndingsfri drift generelt frarådes. Løvtræerne er med få undtagelser mindre aksefaste end nåletræerne, og de vil i den stærke konkurrence om lys søge at re-orientere deres vækst efter opståede huller i kronetaget. Det vil føre til tynde og krogede stammer, som kommer til at indeholde en mængde reaktionsved. Resultatet er, at en stor del af det producerede træ ikke kan bruges af træindustrien, fordi det deformeres under tørringen. Desuden bliver diameterudviklingen utilfredsstillende.

### Hugstinterval og -graduering

Tidsrummet, som forløber mellem to tyndinger i samme bevoksning, kaldes hugstintervallet. I unge bevoksninger af lysttræer (f.eks. eg) på god jord kan tidsrummet mellem hugstindgreb være så kort som 2 år. Det samme gælder, hvor man har indlagt kørespor i en ung bevoksning og allerede efter et par år ønsker at foretage en tynding i spormellemrummene. Når bevoksningen bliver ældre, bliver tidsrummet mellem tyndingsindgrebene længere. En gammel tommelfingerregel siger, at et passende hugstinterval er bevoksningens alder divideret med 10. At følge denne regel vil dog i de fleste tilfælde give flere tyndinger, end hvad der er økonomisk rationelt. I dag er tendensen at foretage færre tyndingsindgreb, og ofte koncentrerer tyndingerne inden for en kortere periode af bevoksningens liv, se nedenfor. Behovet for tynding afhænger af bevoksningens bonitet. Derfor vil man se længere hugstintervaller på de ringere boniteter, hvor træernes udvikling er langsommere.

Tidligere var det almindeligt at føre hugsten jævnt, altså at bibeholde den samme hugststyrke gennem hele bevoksningens liv. De ældre tilvækstoversigter (C.M. Møller for rødgran og bøg, H.A. Henriksen for sitkagran) bygger på dette princip. For nåletræernes vedkommende har frygten for stormfald imidlertid betydet, at de fleste i dag er tilbageholdende med at tynde i ældre bevoksninger. Det betyder nedsat diameter-tilvækst i de ældste aldersklasser. Samtidig har savværkernes efterspørgsel dog ændret sig i retning af tyndere tømmerdimensioner, så den svage diameterudvikling har ikke haft nogen stor betydning for de priser, som kan opnås. Men hvis man vil undgå tyndingshugst sent i bevoksningens liv, skal slut-stamtallet nås på et tidligere tidspunkt. Derfor må der gennemføres aldersgraderet hugst med stærk tynding i ungdommen og få eller ingen indgreb i de modne bevoksninger.

Statens forstlige Forsøgsvæsen anlagde i 1960-erne og 1970-erne nogle hugstforsøg i ung rødgran på flere forskellige lokaliteter i landet. I disse hugstforsøg blev det undersøgt, om en tidlig stærk hugst kunne påvirke

bevoksningsudviklingen positivt, og ikke mindst om det kunne lade sig gøre at afslutte tyndingsarbejdet i granbevoksninger så tidligt, at de efterfølgende ville vokse sig stormstabile. I nogle af forsøgsparcellerne blev ført såkaldt D → B-hugst, hvor der blev tyndet stærkt i ungdommen, men svagt i den ældre bevoksning. Stabilitetsmæssigt har erfaringerne med denne form for aldersgraderet hugst ikke været gode. Da ethvert hugstindgreb er destabiliserende, må der forventes bedre effekt af en D → A-hugst. Her røres bevoksningen slet ikke, efter at den har nået højden 15 meter. Imidlertid bør det første tyndingsindgreb ikke foretages tidligere, end at det kan give et positivt dækningbidrag. På de gode granboniteter betyder det, at stamtallet skal nedbringes fra kulturens plantetal til slut-stamtallet i løbet af aldersperioden 20 til 30 år. Med et plantetal i kulturen så lavt som 2 500 stk/ha og et forventet stamtal ved afdrift på 400- 500 stk/ha er det ensbetydende med, at der inden for en periode på ca. 10 år skal gennemføres 5-6 hugstindgreb, hvor man hver gang fjerner ca. 25 % af stamtallet. Herefter foretages intet, indtil bevoksningen afdrives ved alder 50-60 år. Målet kan naturligvis nås med færre, men stærkere hugstindgreb i ungdommen, men eksemplet viser, at der skal føres en særdeles aktiv og hyppig hugst i bevoksningens ungdom, hvis stamtallet skal nedbringes tilstrækkeligt. På svagere boniteter varer det længere, inden træerne når de 15 meters højde, og man har bedre tid til at få gennemført de nødvendige hugster.

Der er næppe tvivl om, at ”hugstfred” fra et tidligt tidspunkt i bevoksningens liv bidrager til forbedret stormstabilitet. Men kvalitetsmæssigt er D → A-hugsten meget uheldig, fordi den stærke hugst i ungdommen giver grantømmer med meget ungdomsved og brede årringe. Det betyder forringet styrke og store deformationer under tørringen af det savede træ. Stærk og tidlig hugst i gran kan også befordre angreb af rodfordærver. Det synes især at gælde på let jord, men erfaringerne på dette punkt er endnu ikke tilstrækkelige.

Betragtningerne ovenfor er snævert knyttet til plantageskovbruget, hvor bevoksningen renafdrives ved modenhed, hvorefter man starter forfra med plantning af en ny kultur. Hvis målet er en skærmstilling af bevoksningen med henblik på selvforyngelse og/eller underplantning med andre arter, kan der være grund til at foretage aktiv og tidlig tynding af moderbevoksningen. Her vil fokus være på at skabe enkelttræ-stabilitet hos de træer, som senere skal udgøre skærmen. Ved hugsterne bør der tages mest hensyn til de enkelte fremtidstræer, og i mindre grad til bevoksningens gennemsnitlige udvikling.

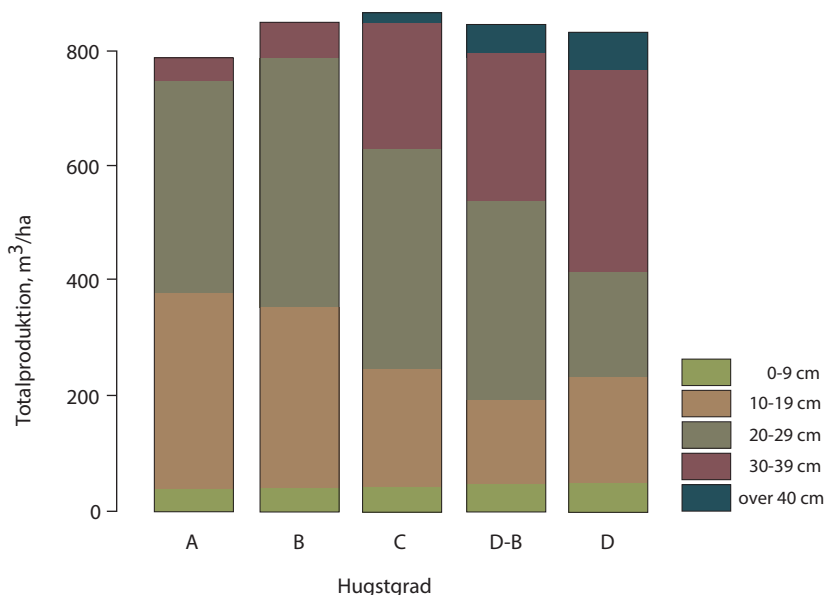
I modsætning til gran er hugsten i bøg ofte svag i bevoksningens ungdom og siden stærk. Dette skyldes hensynet til en tidlig og høj oprens-

ning samt udvælgelse af gode træer. Generelt er løvtræ mere stormfast end gran, og man kan derfor tillade sig stærke indgreb også i ældre løvtræbevoksninger. For bøgens vedkommende er det desuden af betydning, at den bevarer evnen til at reagere på lysstilling, også sent i bevoksningens liv. Med længere omdrift og fortsat hugst indtil alderdommen ender en bøgebevoksning ofte med et stamtal omkring 100 stk/ha ved en alder på ca. 120 år.

Lyrtræarternes tilvækst kulminerer tidligt, og reduktion af stamtallet må begyndes tidligt, hvis tilvæksten skal komme de bedste individer til gode. I eg indledes ofte med 1-2 udrensninger, og der føres aktiv tyndingshugst i alderen 20-30 år, men normalt fortsættes med svagere og sjældnere hugstindgreb igennem hele bevoksningens liv. På god bonitet ender man med et stamtal på ca. 70 stk/ha ved en alder på omkring 140 år.

### Dimensionsfordelingen i hugstudbyttet

I nåletræ viser erfaringen, at produktionen af småt dimensionerede træer – med en diameter i brysthøjde mindre end ca. 12 cm – er nogenlunde upåvirket af hugststyrken, når der gennemføres traditionel hugst fra neden. En del af mellemdimensionerne med diametre fra 12-20 cm vil ved stærkere hugststyrker forskydes op i tømmerklasserne med brysthøjdediametre større end 20 cm. Det betyder, at jo stærkere man hugger, desto større bliver andelen af tømmer (store dimensioner) i den samlede vedmasse, som produceres i omdriften. Til gengæld bliver tømmerkvaliteten ringere. Den tidsmæssige fordeling af hugsten må også tages i betragt-



Figur 7-9. Udbyttet af stammemasse fra et hugstforsøg i rødgran, fordelt til diameterklasser (brysthøjdediameter).

ning. Ved  $D \rightarrow B$ - eller  $D \rightarrow A$ -hugst giver de tidlige, stærke hugster kun små effekter med lille dækningsbidrag. Indtægterne fra bevoksningen falder her i alt væsentligt på afdriftstidspunktet.

Bevoksningen, som ligger til grund for figur 7-9, blev afdrevet ved alderen 48 år og med lidt mindre dimensioner end sædvanligt. Almindeligvis tilstræbes, at flertallet af træerne i en granbevoksning har nået en brysthøjdediameter på ca. 35 cm inden afdrift, men dette mål kan variere meget med markedet. De senere år har efterspørgslen bevæget sig i retning af mindre dimensioner.

For løvtræernes vedkommende ønskes betydeligt større diametre, hvis det er muligt. For bøg en brysthøjdediameter nær 60 cm, og for eg ca. 70 cm. Der findes et marked for små kævler af ahorn og ask, men også for disse træarter stiger prisen pr. kubikmeter med diameteren.

### **Tekniske hensyn ved valg af tyndingsform og -styrke**

Ovenstående dyrkningsmæssige hensyn må ofte modificeres kraftigt for at kunne foretage en mekaniseret og lønsom hugst. Brugen af skovningsmaskiner er betinget af, at der hugges så stærkt, at det er muligt for maskinen at nå træerne med skovningsaggregatet og at arbejde med kranen, enten ved at køre mellem stammerne eller på et system af tætliggende stikspor.

Ud over fremkommelighed for maskinen er det også nødvendigt, at føreren kan se og bedømme de træer, der skal fældes. Derfor må ”indsynet” ikke dækkes af andre træer eller nedhængende grene. Tynding i unge nåletræbevoksninger bør derfor afvente, at grenene på de nederste 3-4 meter af stammen er døde, så føreren kan se ind under kronerne. I modsat fald vil præstationen falde og skadefrekvensen øges.

For lønsomheden af et hugstindgreb er det afgørende, at skovningsmaskinens kapacitet udnyttes i så høj grad som muligt, og det sikres bedst, når udtaget af effekter pr. arealenhed er højt. Endvidere betyder det meget, at effekterne er ensartede. Såfremt mere end tre sortimenter skal holdes adskilte, øges omkostningerne. Det skyldes især, at det besværligt at holde effekterne adskilt i forbindelse med udkørslen.

Ovenstående tekniske hensyn betyder tilsammen, at hugstindgrebene ofte i praksis bliver noget stærkere, end dyrkningsmæssige og biologiske hensyn tilsiger, og at hugststyrken varierer med afstanden fra køresporerne. Endvidere er det vanskeligt at håndtere uensaldrende og blandede bevoksninger rationelt med dagens teknik, fordi maskinernes kapacitet falder under disse betingelser.

## 7.3 Udvisning

Ordet *udvisning* betyder markering af de træer, som skal fældes. Udvalgsen og mærkningen af tyndingstræer var tidligere en hovedbeskæftigelse for skovfogeder og til dels skovridere. Men med indskrænkninger i skovens personale samt ændret arbejdsfordeling og kompetenceniveau er det i dag almindeligt, at udvisningen foretages af den samme person, som skal udføre skovningsarbejdet, altså skovarbejderen eller maskinføreren. Herved kan der muligvis spares omkostninger, da man kun skal igennem bevoksningen én gang. Det vigtigste er, at udvisningen foretages af en person med faglig kompetence og solid erfaring. En mindre heldig udvisning kan have store konsekvenser for bevoksningens udvikling og fremtidige økonomiske afkast. Den øjeblikkelige udgift til udvisning kan derfor ikke betragtes isoleret. Det er indgrebene tidligt i bevoksningens liv (udrensning og de første tyndinger), som er vigtigst for den fremtidige udvikling. Det er med andre ord de unge bevoksninger, som bør udvises af skovens dygtigste personale, uanset om det er skovfoged, skovarbejder eller maskinfører.

I dag, hvor langt de fleste tyndingsindgreb foretages med maskine, er maskinførerne meget ofte ansvarlige for udvisningen. Uagtet at flertallet af maskinførere er særdeles fagligt kompetente inden for skovdyrkning, må der ud fra et omkostnings-synspunkt sættes spørgsmålstegn ved denne praksis. Det er næsten uundgåeligt, at udvisningsarbejdet fordyres, når det skal foretages fra førerpladsen i en maskine, som ud over førerlønnen koster 500-1 000 kroner i timen. Fremgangsmåden indebærer desuden den ulempe, at maskinføreren kun kan se træet fra én side, så det kan være svært at vurdere rethed og eventuelle skader. De fleste maskinførere anser det som en hjælp, at bevoksningerne er udvist og eventuelle ”fremtidstræer” (hovedtræerne) på forhånd er markeret tydeligt. Føreren kan så koncentrere sig om maskinarbejdet. Det fremgår desuden klart, hvilke træer man især skal være påpasselig med ikke at påføre fældeskader. Maskinens øgede præstation kan i mange tilfælde rigeligt opveje udgiften til udvisning.

God udvisning tager tid og er derfor uforenlig med akkordarbejde. Hvis skovarbejder eller maskine er præstationsaflønnede, kan det ikke undgås, at valget af træer vil blive farvet af træernes størrelse, og hvor lette de er at fælde og oparbejde. Men den kortsigtede gevinst for skovarbejder/maskine vil være på bekostning af ejendommens fremtidige indtjening.

Uanset, hvem der foretager udvisningen, må vedkommende på forhånd have dannet sig et klart billede af, hvad målet med hugstindgrebet er, og hvilket skovbillede man vil have til at fremstå efter hugsten. Som



udgangspunkt skal udvisningen og den efterfølgende hugst bidrage til at forøge bevoksningens værdi og værditilvækst. I denne bog tages udgangspunkt i, at det er træproduktionen, som har størst værdi, men målet kan lige så vel være at skabe bedre livsbetingelser for bestemte planter, dyr eller svampe (biodiversitet), eller at udforme det bedst mulige jagtterræn. Det kan også være at skabe bedst mulige betingelser for andre rekreative udnyttelser af skoven.

Udvisningsarbejdets udførelse har en klar sammenhæng med træernes alder. I den unge bevoksning med højt stamtal er det meget svært at overskue, hvilke træer som på langt sigt vil blive gode. Navnlig hos løvtræerne kan grensætning, form og vækst ændre sig meget i løbet af træets liv, så det er vanskeligt at vurdere slutresultatet. De(t) allerførste indgreb, udrensningen, fokuserer derfor (som nævnt i afsnit 7.1) énsidigt på at fjerne de individer, som med sikkerhed aldrig bliver gode: tveger, krogede, skæve, grovgrenede og beskadigede træer. I plantede nåletræbevoksninger, hvor der normalt ikke foretages udrensning, vil den første (evt. de to første) tyndingshugst have samme sigte: at fjerne de kvalitetsmæssigt ringeste individer.

Som bevoksningen bliver ældre, ændrer udvisningsarbejdet karakter. I stedet for at udvise de ringeste træer begynder man at se efter de mest værdifulde træer i bevoksningen. Man udviser de individer, der skader eller konkurrerer for hårdt mod disse fremtidstræer.

To grundregler, som stadig kan være en rettesnor for udvisningsarbejdet, blev formuleret af skovrider Schröder på Wedellsborg i 1883:

- 1) Der skal løbende føres så stærk hugst, at fremtidstræernes vækst på intet tidspunkt stagnerer. Træernes vækst må ikke bremses mere, end hvad der er nødvendigt for at give træerne den form og størrelse, som på den givne lokalitet betaler sig bedst.
- 2) Der må ”ingensinde hugges andet end det der gør skade og det som ikke kan gøre gavn længere”. Der skal principielt ikke udvises andre individer end dem, som skader fremtidstræernes udvikling. Undertrykte træer, som ikke generer fremtidstræernes kroner, skal blive stående. En underetage er gavnlig ved at forhindre græsvækst og ved at give læ, så der opnås en hurtigere nedbrydning af det nedfaldne løv og en bedre jordbundstilstand. I dag kan man tilføje, at en underetage også forhindrer kørsel i bevoksningen uden for sporene, og man undgår derved at jorden sammentrykkes.

Ovenstående regler viser, at tyndingshugsten ses som et plejeindgreb til fordel for fremtidstræerne. Det økonomiske udbytte af tyndingshugsten

kommer i anden række. Naturligvis har tyndingsudbytte betydning for ejendommens økonomi, men man må aldrig svigte hensynet til bevoksningens videre udvikling, da de afdriftsmodne træer indbringer en langt højere kubikmeterpris end tyndingstræerne.

### Dyrkningsmæssige hensyn ved udvisningen

Der er mange hensyn at tage ved udvisningen: Det enkelte hugstindgrebs styrke må tilpasses bevoksningens tyndingsgrad før indgrebet – svagt huggede nåletræbevoksninger kan ikke uden videre udsættes for stærke hugstindgreb, bl.a. på grund af stormfaldsrisikoen. I løvtræ er der risiko for vanrisdannelse og for indvandring af græs, som kan konkurrere med trævæksten. I skovens udkanter hugges stærkere, hvorved de enkelte træer får større og mere robuste kroner.

I blandingsbevoksninger er tyndingen samtidigt en regulering af *arts-sammensætningen*. Man må prioritere ud fra en vurdering af den enkelte træarts muligheder i blandingen. Det må også besluttes, om en eventuel eksisterende underetage skal begunstiges gennem hugst i overetagen. Det gælder især i skovbrynene, hvor lyst træer generelt favoriseres.

Der må tages stilling til træernes *fordeling* på arealet. Hvis målet er den højest mulige produktion af den bedst mulige kvalitet, vil man helst have en jævn fordeling. Fordelingshensynet overskygges dog af den kvalitet og vækstkraft, træerne har fra naturens hånd. Er det langsigtede mål en bevoksning med uensartet struktur (naturnær drift), skal det forberedes tidligt, og en jævn fordeling vil være uhensigtsmæssig.

Døde, døende og beskadigede træer hugges normalt bort i produktionsbevoksninger, blandt andet af frygt for opformering af skadelige insekter. Hvis de ikke truer produktionen, er det dog ønskværdigt at lade døde træer stå, da de er med til at forøge den biologiske mangfoldighed. Træer med fugle- og flagermusereder skal bevares.

### Tyndingsmønstre

Ideelt set burde hvert enkelt træ vurderes individuelt med henblik på sine udviklingsmuligheder og sin påvirkning af nabotræerne. I stamtalsrige bevoksninger er det imidlertid meget tidskrævende, og det kan blive uoverkommeligt at foretage denne individuelle vurdering. For at lette arbejdet er det almindeligt at støtte sig til kriterier, som er lette og hurtige at konstatere: træets placering (geometrisk udhugning) eller dets størrelse (måldiameterhugst).

*Geometrisk udhugning* indebærer, at der hugges efter et bestemt mønster, uanset træernes størrelse og kvalitet. Den enkleste form for geome-

trisk tynding er rækkehugst. Der kræves ikke forudgående udvisning af nogen art, og de borthuggede rækker kan tjene som stikspor og skaffer derved adgang til bevoksningen. Efter rækkehugsten kan man eventuelt fortsætte med geometrisk tynding, f.eks. fjernelse af hvert 4. træ i rækkerne. Det er dog sjældent at gennemføre konsekvent geometrisk udhugning, undtagen i de(n) første tynding(er). Den mest oplagte situation er nok, hvor hurtigtvoksende ammetræer eller forkultur fjernes i løbet af 2-3 hugster. Her ønsker man efter hvert indgreb netop en helt ensartet fordeling af de tilbageværende skærmtræer.

Den strengt geometriske tilgang kan opløses ved at foretage såkaldt ”brøkhugst”, hvor der skoves f.eks. det ”største af tre” eller ”to mindste af fem” træer osv. Dette mønster er meget let at administrere for den uøvede skovarbejder eller maskinfører. Gennemført som ”grimmeste af...” kan det anvendes, hvor man gerne vil fjerne krukker i bevoksningen, men samtidigt ønsker at opretholde en nogenlunde jævn fordeling af træer på arealet.

Ved ”fordelingshugst” tilstræbes det at fordele bestandstræerne jævnt over arealet. Instruktionen kan f.eks. lyde, at man skal sørge for at fordele træerne på arealet således, at der er 3-4 meter mellem dem. Hvis man holder sig strengt til fordelingsprincippet, vil det undertiden være nødvendigt at hugge træer af god kvalitet til fordel for emner af ringere kvalitet, hvilket ikke er hensigtsmæssigt. Men næsten enhver form for udvisning vil indeholde et element af fordeling. Selv om man prøver at bevare og understøtte de kvalitetsmæssigt bedste træer, vil man næsten altid skele til, at to eller flere af disse kvalitetstræer ikke kommer til at stå så tæt ved hinanden, at det vil gå ud over deres vækst.

*Måldiameterhugst* (dimensionshugst) er nævnt i afsnit 7.2. Her tager man i princippet ikke hensyn til træernes fordeling på arealet, men hugger dem, når de har opnået en bestemt tykkelse. Måldiameterhugsten medfører som regel, at man hugger de største træer i bevoksningen, men kan selvfølgelig også udtage træer inden for et bestemt diameterinterval, f.eks. til pæle eller flagstænger. Selv om man tilstræber at hugge træerne, når de er vokset ind i højeste prisklasse, garanterer måldiameterhugstgen dog ikke et økonomisk optimalt resultat. I så fald skulle man kende de enkelte træers tilvækstpotentiale.

I mere forfinede systemer af måldiameterhugst tages også hensyn til træernes kvalitet, sådan at de ringere kvaliteter når deres måldiameter ved en mindre dimension end de bedste træer. Herved forlader man imidlertid den egentlige dimensionshugst til fordel for kvalitetshugst eller hugst for hovedtræer, se nedenfor.

*Hugst for hovedtræer* er det almindelige princip i f.eks. ege- eller douglasbevoksninger, hvor der er foretaget opkvistning af et antal hovedtræer (se afsnit 7.5). Det siger sig selv, at de opkvistede træer ikke bør fældes i tyndingerne, men skal have plads omkring sig, så de kan udvikle en stor diameter. Det er dog ikke altid, at de opkvistede træer også udvikler sig til at blive de kvalitetsmæssigt bedste, og derfor er det ret almindeligt, at nogle af dem bliver fældet i tyndingshugsterne.

I Tyskland er hugst for hovedtræer et almindeligt princip i hele omdriften, også i ensaldrende bevoksninger af nåletræ. Der efterlades da et stort antal små træer, idet man kun hugger de individer, som generer hovedtræerne. Metoden har især været brugt ved tidlige tyndinger, hvor der ikke har kunnet opnås et positivt dækningsbidrag ved at fælde de små træer. Men de mange efterladte træer forringer betingelserne for maskinarbejde og kan derfor sænke præstationen i hugsten. Hvis der (som i dagens Danmark) eksisterer et marked for energiflis, kan det med de nuværende energipriser betale sig at medtage alle træer helt ned til ca. 5 cm diameter, når maskinen alligevel er i bevoksningen.

### Skærmstilling

Skærmstilling indebærer en meget kraftig stamtalsreduktion, hvorved bevoksningskvotienten (~ kronedækningsgraden) kan reduceres til 50 % eller endog mindre. Formålet kan være:

- at fremme en allerede eksisterende naturlig foryngelse,
- at fremkalde en naturlig foryngelse eller
- at muliggøre en underplantning for at foretage et træartsskifte, især hvis den kommende træart er frostfølsom.

Skærmstilling i forbindelse med selvforyngelse over store flader er en meget almindelig hugstform i bøg og er generelt meget anvendelig for skyggetræarter. Foryngelsen kan trives i en del år i forældretræernes skygge, mens overstanderne kan gro videre, indtil de har nået den mest værdifulde dimension. For eg og andre lystrearter har fremgangsmåden knapt så store fordele, da skærmen må fjernes hurtigt for at skaffe tilstrækkeligt lys til foryngelsen. Som nævnt i kapitel 6 er foryngelse af skovfyr under skærm ("fröträdsställning") dog meget almindelig i Sverige, og skærmforyngelse af eg er velkendt i bl.a. Frankrig,

I de jyske hedeplantager er en del rødgranbevoksninger blevet skærmstillet med henblik på træartsskifte. For rødgran gælder, at foryngelsesbevoksningen bør være sund med god kronedybde, ideelt set ikke over 15 m høj og ikke direkte eksponeret mod de fremherskende vindretninger i de første 5-10 år efter første hugstindgreb. Skærmstillingen gennemføres

oftest sådan, at der opnås en omtrentlig halvering af stamtallet i løbet to hugster, der foretages med 2-4 års mellemrum. Både skærmstillingshugst og efterfølgende lysningshugster bør foretages i det tidlige forår, for at bevoksningen skal få en hel vækstsæson til at stabilisere sig inden vinterhalvårets kraftige storme. Hvis man ønsker en homogen foryngelse, skal skærmen være jævnt fordelt over arealet. Er målet derimod en mere uensartet struktur i den kommende bevoksning – måske med henblik på lettere selvforyngelse om en trægeneration – kan man nøjes med at skærmstille dele af arealet, så foryngelsen fremkommer i holme, og de fremspirede træer udvikler sig i forskellig takt på grund af de uens lysforhold. Selv om ovenstående retningslinier følges, indebærer skærmstilling af rødgran dog altid en meget stor risiko for stormfald.

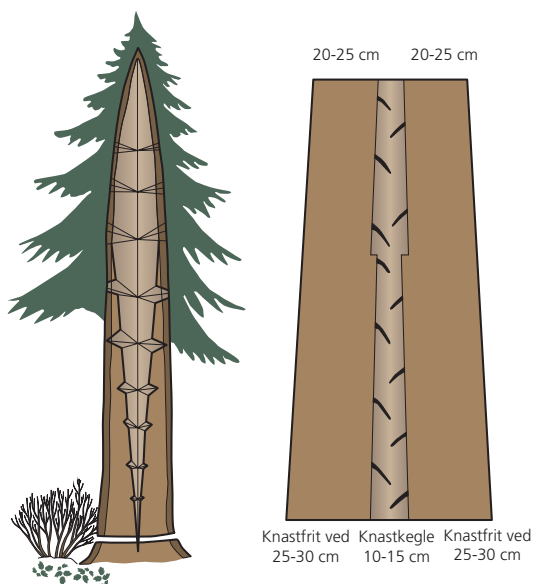
## 7.4 Hovedtræer: Fjernelse af grene og vanris

Hvis formålet med skovdriften er at producere standardsortimenter af nåletræ – f.eks. bygningstømmer – er det i dansk praksis ikke almindeligt at afmærke hoved- eller fremtidstræer. Som nævnt ovenfor kan det dog være fornuftigt at afmærke fremtidstræer i meget tætte (selvforyngede) bevoksninger, hvor der må tyndes for at sikre diameterudviklingen, men hvor tyndingsindgrebet i sig selv giver underskud. Man kan så nøjes med at lysne for de udpegede fremtidstræer og herved muligvis nedbringe underskuddet. I plantede nåletræsbevoksninger er diameteren ved første hugstindgreb allerede så stor, at hugsten giver et positivt dækningsbidrag. Man vil i så fald tynde hele bevoksningen.

I vellykkede, plantede kulturer af nåletræ er variationen mellem individer forholdsvis lille, og langt de fleste træer har en brugbar stammeform. Derfor tjener det normalt intet formål at afmærke hovedtræer, og det spiller ikke en afgørende rolle, om det er det ene eller det andet træ, som fældes ved tyndingen. Desuden er stamtallet i bevoksningen for *Picea*- og *Abies*-arterne ofte så højt som 400-500 stk/ha, når den ønskede slut-dimension er opnået (med dagens marked typisk ca. 35 cm diameter i brysthøjde). Det betyder derfor ikke så meget, om træerne er helt jævnt fordelt over arealet. Mindre uregelmæssigheder i fordelingen vil kun medføre små huller i kronetaget, som hurtigt kan lukkes af nabotræerne.

Anderledes forholder det sig med træer, som skal holdes i lang omdrift for at opnå store dimensioner, og selvfølgelig allermost, hvis der er ofret særlig pleje på at forøge kvaliteten af de bedste træer. Til synlige anvendelser som gulve, trapper, inventar og møbler er det en meget vigtig kvalitetsparameter, at træet er *knastfrit*. På træer, som står i en bevoksning, vil de nederste grene gradvist blive skygget bort, nedbrydes og falde af,





Figur 7-10. Tv.: Knastkeglen i det naturligt oprensede træ.

Th.: Ved kunstig opstamning kan opnås en stok eller kævle,

hvor der kun er knaster inde ved marven.

(efter K. Suadicani)

sådan at der i stammen dannes den såkaldte *knastkegle*. Knasterne for neden i stammen er små og koncentreret inde ved marven, mens de højere oppe er grovere og når længere ud mod barken.

I plantede bevoksninger kræver det et højt plantetal i kulturen, ikke for hård hugst og lange omdriftstider at opnå en stor andel knastfrit træ gennem oprensning ad naturlig vej. For nogle træarter (f.eks. douglasgran, grandis) kan det slet ikke lade sig gøre inden for den tidshorisont, som er sædvanlig i dansk skovbrug. Grenene dør ganske vist, men de bliver siddende i adskillige årtier på stammen som døde knaster, der ofte falder ud og efterlader huller, når træet efterfølgende opskæres og tørres. Et oplagt kvalitetsforbedrende tiltag er derfor at foretage kunstig opstamning (= opkvistning), dvs. at afskære grenene, mens træerne endnu har en lille diameter, så der dannes en tyk ”kappe” af knastfrit ved efter indgrebet.

Opkvistning kan også komme på tale i meget stamtalsfattige (mislykkede) foryngelser af løvtræ, hvor de fleste træer er meget grovgrenede og måske med dårlig stammeform. Her udvælges nogle af de bedste individer, som efterfølgende underkastes særlig pleje ved afskæring af grene. Begrebet ”Forceret Kvalitets-Løvtræ” dækker over en driftsform, hvor man bevidst planter løvtræ på meget stor afstand for at opnå en hurtig diameterudvikling. En rimelig kvalitet sikres gennem opkvistning af træerne. Driftsformen egner sig bedst til træarter, som naturligt har en ret og gennemløbende stamme, og hvor brede årringe ikke forringer kvaliteten. Ask er det oplagte eksempel, men også ahorn, valnød m.fl. kan komme på tale.

Kriterierne for udvælgelsen af de træer, der skal opstammes, er god sundhed, en ret stammeform, samt for løvtræerne en gennemløbende akse. Men også (og ikke mindst), at de pågældende træer er i kraftig vækst, så de ikke på et senere tidspunkt risikerer at blive overvokset af nabotræerne. Der skal altså vælges træer med en stor krone og i den øvre halvdel af dimensionsspektret. Hvor mange træer, der skal udvælges, er genstand for diskussion, men det er almindeligt at vælge lidt flere, end hvad der skal stå i den fuldt udviklede, hugstmodne bevoksning. Det kan ikke undgås, at nogle af de påtænkte hovedtræer udvikler sig dårligere end forventet, sakker agterud i vækst eller bliver udsat for fældeskader etc. Derfor kan der blive brug for ekstra fremtidstræer. Problemet er, at disse reservetræer ikke vil have den rigtige geometriske placering i forhold til de øvrige fremtidstræer, og at bevoksningen bliver uensartet, hvis de tages i brug.

### Træarterne

Kunstig opstamning er mest almindelig i eg. Årsagerne er blandt andet, at der eksisterer et stabilt marked for knastfrit egetræ, og at prisgevinsten for knastfrit ved er høj. For at opnå den højeste pris sigtes ofte efter, at træerne skal opnå en brysthøjdediameter på 70 centimeter ved en omdriftsalder på 120-140 år. Stamtallet vil på det tidspunkt være nedbragt til 50-70 stk. pr. hektar, så det er et overkommeligt antal træer, som skal tages under behandling, selv om der for sikkerheds skyld opstammes et vist antal reservetræer. Med så lavt et slut-stamtal har fordelingen af træerne på arealet stor betydning, hvis kronerne skal udnytte det tilgængelige lys. Derfor udvælges hovedtræerne, sådan at de er nogenlunde jævnt fordelt og med en indbyrdes afstand på 12-14 meter. Den sædvanlige procedure er at udvælge hovedtræerne, når bevoksningen er ca. 35-40 år gammel og har en brysthøjdediameter omkring 20 cm. Ud over god vækst og rethed er et kriterie for udvælgelsen, at det pågældende træ ikke viser tendens til dannelse af vanris, da det vil være en hindring for at opnå helt knastfrit ved. Selv med omhyggelig udvælgelse af hovedtræer kan det dog ikke undgås, at nogle af dem sætter vanris. Opstamningen må derfor følges op med afskæring af vanris, som principielt skal gentages hvert år. Unladelse medfører, at vanrisene bliver for tykke. De kan også udvikle sig til vanrispunder, som efterlader tætte knastgrupper ("katpoter") i veddet. I så fald opnås ikke den tilsigtede værdiforøgelse.

Selv om der ikke foretages kunstig opstamning, kan det godt være fordelagtigt at udpege og afmærke hovedtræer i eg. Egen er som lystræ karakteriseret ved, at tilvæksten kulminerer tidligt. For at den store tilvækst i ungdommen skal komme fremtidstræerne til gode, bør der foretages kraftige tyndingshugster tidligt i bevoksningens liv. Med en afstand på 12-14 meter mellem fremtidstræerne er det i den yngre bevoksning svært

at overskue, hvor de værdifulde træer befinder sig, og om de står på den rigtige afstand. Ved de gentagne hugster i løbet af bevoksningens udvikling er det derfor en stor hjælp, at fremtidstræerne er udvalgt og afmærket én gang for alle. Afmærkning af hovedtræer kan i nogen grad erstatte en egentlig udvisning. Maskinføreren kan ved de tidlige tyndinger hurtigt danne sig et overblik over, hvilke træer der skal tages hensyn til.

I bevoksninger af *bøg* er det ikke almindeligt at afmærke hovedtræer. Det hænger sammen med, at bøgen er langt mere plastisk i sin vækst end eg, sådan at dens form og vækstkraft kan ændre sig meget i løbet af træets udvikling. Derfor er det i den unge bevoksning svært at forudsige, hvilke træer der i sidste ende vil blive de mest værdifulde. Som udpræget skyggetræart bevarer bøgen sin evne til at reagere på hugst og gendanne en stor krone også sent livet. Det betyder, at man kan opnå en god naturlig oprensning ved svag hugst i ungdommen for så at hugge stærkere, når der er opnået en tilstrækkeligt lang grenfri stamme (*renbul*). Behovet for kunstig opstamning er derfor mindre, men det er dog en realistisk mulighed for at forbedre kvaliteten af bevoksninger, som er anlagt med et lavt plantetal. Bøgen er ikke særligt tilbøjelig til at sætte vanris, så det vil oftest være tilstrækkeligt at afskære grenene én gang for alle.

For bøg anses en brysthøjdediameter på 55-60 cm for at være tilstrækkelig. Maksimumprisen pr. kubikmeter nås normalt ved en kævlediameter på 50 cm, og en forlængelse af omdriften vil som regel medføre en forøget forekomst af rødmarv. Samtidig skal bøgebevoksningen opnå en væsentligt højere grundflade end eg. Det betyder, at stamtallet i den hugstmodne bøgebevoksning, som nævnt ovenfor, oftest vil være 100-120 træer pr. hektar, svarende til en gennemsnitlig afstand mellem træerne på 9-10 meter. Med dette stamtal vejer hensynet til træernes fordeling ikke helt så tungt som for egens vedkommende, og behovet for hovedtræ-afmærkning bliver tilsvarende mindre.

Af de øvrige løvtræer kunne det være aktuelt at opstamme *ahorn* (*ær*), da fraværet af knaster er vigtigt for prisen på denne træart. Men ahorn har betydelig tendens til at sætte vanris, og der må ikke fjernes så mange levende grene, at træet provokeres til vanrisdannelse. Især på skovrejsningsarealer er plantet mange *fuglekirsebær*. Denne træart er tilbøjelig til at sætte meget kraftige grene, der bliver siddende på stammen meget længe. Her er kunstig opstamning nærmest en betingelse for at frembringe kævler, som kan bruges til andet end brænde.

Blandt *nåletræerne* tjener det intet formål at opstamme træer, som skal bruges til konstruktionstømmer. Hvis anvendelsen er gulve, trapper, vinduer/døre eller møbler, kan det derimod være aktuelt at opstamme og

afmærke et antal hovedtræer. Der er tale om special-leverancer, som skal opnå væsentligt større dimensioner end sædvanligt konstruktionstræ. Da veddets udseende er meget vigtigt, er det i første række kernetræarterne, som er aktuelle: *Douglasgran* til gulve og inventar, samt eventuelt *lærk*, *thuja* og *skovfyr* til specielle bygningsdele. Som markedet ser ud i dag, må det påregnes, at brysthøjdediameteren skal nå op på ca. 55 cm inden afdrift. Ved denne træstørrelse kan et passende stamtal være 130-150 stk/ha, lavest for lysttræarterne lærk og skovfyr.

### Udførelsen

Opstamningen foregår normalt fra jorden ved hjælp af en stangsav. I praksis er det meget svært at håndtere en sav, som er længere end 6 meter, så der kan opnås en knastfri kævle/bundstok på 7-8 meter, hvilket er tilfredsstillende til næsten alle formål. I eg, hvor indgrebet foretages i 35-40 års alderen, kan opstammingshøjden nå ad én gang. Det er dog mere almindeligt at foretage opstamningen i løbet af 2-3 indgreb, hvor man med nogle års mellemrum går gennem bevoksningen med en gradvist længere sav. I nåletræ bør grenene afskæres, når stammen har en tykkelse på 10-12 centimeter for at opnå en tilstrækkeligt stor andel af knastfrit ved. Samtidig må man ikke fjerne mere end cirka 1/3 af den levende krone, hvis man vil undgå at højdevæksten nedsættes, og træet sakter agterud. Derfor må opstamningen foretages i flere tempi. Ved en brysthøjdediameter på cirka 12 cm afskæres grenene op til den højde, man kan nå med en håndsav eller kort stangsav, dvs. til 2-4 meter over jorden. Efter nogle års vækst fortsættes op til 6 meter over jorden, og efter yderligere nogle år kan man eventuelt fortsætte helt op til 8 meters højde. I hvilken takt, opstamningen skal foregå, må dog vurderes i forhold til bevoksningens udvikling. Grenene bør altid afskæres, inden de bliver mere end 5 cm tykke, da det ellers tager for lang tid, inden såret er overvokset, og der dannes regelmæssigt, knastfrit ved. Kernerudviklingen bør heller ikke være påbegyndt i grenene, da det forlænger overvoksningstiden.

Stangsaven er det mest almindelige redskab til opstamning, men batteridrevne elektriske sakse er blevet meget effektive og kan frembyde en lettelse i arbejdet. Indtil videre fås de dog ikke med længere skaft end 3,5 meter, så de kan kun bruges op til cirka 5 meters højde. Højere oppe er stangsaven det bedste alternativ. Arbejde fra stige bruges sjældent, da det er tidskrævende og risikabelt, men kvaliteten af arbejdet kan blive bedre, end når man skal håndtere redskabet på en lang stang. Vanrisafskæring foretages med en særlig kniv, monteret på et langt skaft. På lærk, som har meget sprøde grene, kan vanriskniven også bruges til opstamning, hvis der er tale om finkvistede træer.

Uanset træarten bør grenen overskæres lige uden for grenkraven (den

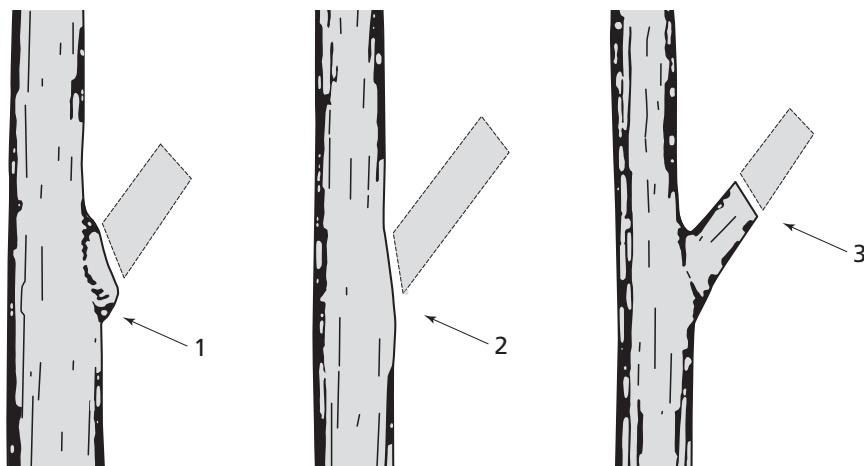
inderste fortykkelse, som forbinder grenen og stammen). Hvis snittet lægges i flugt med stammebarken, bliver såret unødigt stort, og lægges det for langt ude, bliver en død grenstab siddende tilbage (figur 7-12). I begge tilfælde forlænges den tid, som medgår til overvoksningen.

Træet evner bedst at overvokse såret og afværge infektion med svampe, hvis opkvistningen foregår i vækstsæsonen. Om foråret og i forsommeren, mens vækstlaget (kambiet) er aktivt, sidder barken imidlertid så løst, at der er stor risiko for at påføre træet store utilsigtede skader. Man er derfor henvist til at udføre opkvistningen enten umiddelbart inden vækstsæsonen eller hen på sommeren, hvor barken ikke sidder løst, men træets levende celler endnu er aktive, så de kan danne en forsvarszone og påbegynde lukningen af såret. Denne reaktion fra træets side tager tid, og samtidig stiger antallet af svampesporer i luften hen på efteråret. Derfor bør man ikke såre træet senere end cirka 1. september. I vintermånedene er der færre svampesporer i luften, men træets celler er inaktive på grund af den lave temperatur, så det står forsvarsløst i en lang periode, hvis man foretager beskæring på denne årstid. I praksis har man derfor to "vinduer" i kalenderen, som egner sig til udførelse af opkvistningen: januar-marts og juni-august (figur 7-13). Af disse to perioder regnes sen-vinteren (januar-marts) for at være bedst, fordi der er en mindst risiko for barkskader i dette tidsrum.

Hvor længe det varer, inden sårene fra opkvistningen er overvoksede, varierer særdeles meget, beroende på træart, diametertilvækst, grentykkelse, og hvordan arbejdet er udført. Selv ved træer i god vækst og med korrekt udført arbejde må man regne med, at der går 3-4 år, inden såret

Figur 7-11. Sav til opstamning og kniv til afskæring af vanris.

(Foto: Tyge W. Kjær)



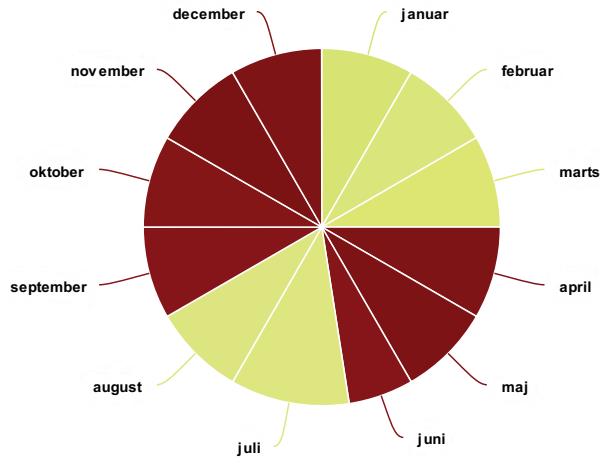
Figur 7-12. Afskæring af grene. 1 er korrekt, 2 og 3 forkert. Se teksten.

(Efter original af Alex Shigo)



Figur 7-13. Tidsrum, som egner sig til gennemførelse af opkvikning.

(Efter Suadicani 1992)



er lukket, og der dannes regelmæssigt ved uden på såret. Ar efter vanris og helt små grene kan dog overvokses hurtigere. Hos nogle nåletræarter – især fyr – kan der være tendens til, at træet udsveder store mængder harpiks fra grenstumpen. Det forsinker overvoksningen, og i værste fald kan indgroet harpiks blive siddende som en uregelmæssighed i veddet.

Arbejdet med opstamning er en stor investering, som man kun vil ofre på træer, som med stor sandsynlighed bliver stående i bevoksningen gennem det meste af omdriften. Man vil gerne være sikker på, at disse udvalgte gode træer ikke bliver tyndet væk ved en fejltagelse. Derfor skal de være tydeligt og varigt afmærket. De fleste steder maler man en ring omkring stammen og opfrisker malingen, når det bliver nødvendigt.

### Lønsomheden af opstamning

Opstamningen og den eventuelt efterfølgende vanrisafskæring udgør en betydelig omkostning. Den indledende opstamning må påregnes at koste 20-30 kroner pr. træ, eventuelt mere for nåletræer. På egetræer vil den efterfølgende kapning af vanris koste omkring 8 kroner pr. træ pr. år. Vanriskapningen skal gentages årligt over en periode på 80-100 år for at sikre et perfekt resultat. Hertil skal lægges omkostningen til mærkning (maling) af træerne.

Beregninger, gennemført af Bregentved Gods, peger på, at såfremt investeringen i opstamning og afskæring af vanris på eg skal tilbagebetales med en forrentning på 2 %, skal salgsprisen på bundkævlen hæves med størrelsesordenen 1 000 kr/m<sup>3</sup>. Det svarer omtrent til, at klassificeringen skal forbedres med én kvalitetsklasse. Ved skovning og salg af de første bevoksninger, som har gennemløbet hele opstamnings- og vanriskap-

ningsprogrammet gennem en omdrift på 120 år, er denne prisforøgelse rigeligt blevet opnået. Med dagens marked for egetræ ser den intensive pasning af bevoksningerne ud til at være en god investering.

For douglasgran har det også vist sig, at opstamning kan resultere i en prisforøgelse på omkring 1 000 kr/m<sup>3</sup>, sammenlignet med almindeligt bygningstømmer. Her skal man lægge mærke til, at der kun er omkostninger til opstamningen, idet douglasgran meget sjældent sætter vanris. Men det er lige så vigtigt at tage i regning, at den høje pris for opkvistet træ er betinget af store dimensioner, og dermed af en meget længere omdriftstid end for almindeligt konstruktionstræ. Hvorvidt opstamningen er en god forretning, afhænger i høj grad af, hvilken forrentning man kræver af sin investering. Man kan omtrent nå to omdrifter af almindeligt konstruktionstræ inden for det samme tidsrum, som det kræver at gennemføre én omdrift af opkvistet kvalitetstræ.

For markedsføringen af det opstammede træ er det af betydning, at indsatsen er dokumenteret. Med til arbejdet hører derfor en omhyggelig registrering af de tiltag, der er gjort for at forbedre træets kvalitet.

### Underplantning

I eg (og principielt i andre lysterarter) kan man forbedre den naturlige oprensning og dæmpe fremkomsten af vanris ved at introducere en hjælpetræart, som kan vokse under egenes kroner og kaste skygge på egestammerne.

De træarter, som bruges til underplantning, bør besidde en række egenskaber:

- De skal være skygetræarter for at kunne overleve i egenes skygge
- De skal helst kunne etableres samtidigt med egebevoksningen
- De må ikke overvokse egne eller på anden måde ødelægge egekro-  
nerne
- De må meget gerne have potentiale for selvfor yngelse under egen.

Den mest brugte art til underplantning af eg er *avnbøg*; en art som også naturligt findes som underetage i eskov. I Danmark vokser den fortrinsvis i landets sydøstlige del, og det er i samme region, de fleste egebevoksninger findes. Avnbøgen opfylder alle kravene ovenfor. Den bliver i almindelighed ikke så høj som egen og kan derfor indplantes i egekulturen uden fare for, at den overvokser egen. Den sætter frø i ung alder, og frøene er vindspredte. Det åbner mulighed for, at man ved kultur anlægget kun indplanter et mindre antal avnbøg, fortrinsvis i bevoks-

Figur 7-14. Avnbøg er en af de mest velegnede træarter til underplantning af eg.

(Foto: Bruno Bilde Jørgensen)



ningens vindside. Avnbøgene kan derefter i løbet af omdriften sprede sig i bevoksningen ved selvsåning.

Økonomisk set er det væsentligt, at overetage og undervækst kan plantes samtidigt. Det er normalt nødvendigt at hegne egekulturer, og hegnet beskytter også hjælpetræerne, så der er frihed i træartsvalget. Hvis etableringen af underetage indebærer et nyt kulturanlæg, stiger omkostningerne drastisk, og såfremt der skal opsættes nyt hegn, kan underplantningen ikke forsvares økonomisk.

En træart med lignende egenskaber som avnbøg er *navr*, men den bruges kun sjældent som underplantning, og har i forsøg ikke vist helt så god evne til at skygge vanris væk. *Hassel* fungerer glimrende, men bliver sjældent mere end 5-6 meter høj, så den kan kun skygge det nederste af egestammerne. *Hæg* indfinder sig ofte naturligt på de fugtige jorde, og fungerer godt som skygge giver, men med såvel rods kud som rodslående grene er den tilbøjelig til at udvikle sig til et nærmest uigennemtrængeligt krat, som besværliggør driften. *Lind* (*T. cordata*) fungerer glimrende som skygge giver og giver et meget smukt skovbillede, men frembyder lige som de fleste skovtræarter det problem, at den i det lange løb vokser op igennem egenes kroner, hvis den ikke fjernes i tide. Linden kan dog forynge sig både ved støds kud og rods kud, så der er en vis mulighed for at opretholde en underetage, selv om de største individer løbende må fældes.

En række nåletræarter har været forsøgt og er effektive til at skygge egestammerne, men arter som rødgran, sitkagran, ædelgran og thuja vokser i princippet for hurtigt. Selv om undervæksten først etableres, når ege-

ne er 30-40 år gamle, vil de komme i konflikt med egekronerne, inden bevoksningen er hugstmoden. En pludselig fjernelse af underetagen kan fremprovokere dannelse af vanris, og da nåletræer i almindelighed ikke selvforbyrner sig under egne, er underetagen ikke selvsupplerende. *Cypres* (*Chamaecyparis lawsoniana*) er med sin langsommere vækst noget mere interessant, og blev tidligere ofte indblandet i egekulturer. Hovedformålet var dog ikke at danne underetage, men at producere pyntegrønt. De to formål kan forenes, og da cypressen udmærket tåler topkapning, kan man dæmpe dens højdevækst i forbindelse med pyntegrøntklipningen. Det menes, at cypressens duft også afskrækker egeviklere og andre insekter, som kan afløve egetræerne, men denne iagttagelse er dog ikke videnskabeligt underbygget. *Nordmannsgran* har været plantet i blanding med eg for at opnå tidlige indtægter fra salg af juletræer. Produktionen bliver dog ikke helt rationel, når der skal tages hensyn til egne, og kvaliteten nedsættes, når granerne ikke får fuldt lys. Men de efterladte nordmannsgraner kan udgøre en ganske god underetage, og da de vokser noget langsommere end de fleste andre nåletræer, kan de udfylde rollen i lang tid.

I ældre tid blev *bøg* ofte brugt til underplantning af eg, men bøg er ikke videre velegnet til dette formål. Ganske vist vokser bøgen godt under eg, og den kaster en dyb skygge på egens stammer, men medmindre bøgen indbringes meget sent i bevoksningens liv (når egen er 70-100 år gammel), vil bøgene gro op igennem egekronerne, inden bevoksningen er hugstmoden. Som regel bliver det derfor nødvendigt at fjerne bøgene i utide og på et tidspunkt, hvor de endnu ikke producerer nævneværdigt olden. Man mister således underetagen på et tidspunkt, hvor der er stærkt brug for den. *Ahorn* stiller sig mere gunstigt, sammenlignet med bøg. Den frembyder de samme problemer med at vokse op i egekronerne, men da den sætter frø tidligt i sit liv, vil man ved jævnlige indgreb og selvfornyelse kunne opretholde en uensartet underetage, som kan mindske forekomsten af vanris.

Produktionen i underetagen er naturligvis meget lavere end i en bevoksning, som får fuldt sollys, men alligevel ikke helt uinteressant. Ved afdrift af en gammel egebevoksning er det ikke utænkeligt, at vedmassen i underetagen udgør 50-80 m<sup>3</sup>/ha. I almindelighed vil man afskove underetagen, før de gamle ege fældes, og oparbejde undervæksten til energiflis. Derimod skal man normalt ikke regne med at kunne benytte underetagen som næste generations produktionsbevoksning. Fældeskaderne efter skovning og udtransport af gammel eg er så omfattende, at man står tilbage med en meget skadet og ukomplet bevoksning.

## 7.5 Grøfter

Vandafledning i skov kan have tre forskellige hovedformål, som dog ofte er delvist overlappende:

- 1) Afledning af vand fra skovvejene er nødvendig for at holde vejene farbare og bevare deres bæreevne året rundt. Dette er den ældste form for vandafledning i skovbruget, men ikke mindre aktuell i dag end tidligere. Med stadigt tungere maskiner og lastbiler, og med krav om at træet skal kunne afhentes i skoven på alle årstider, er det helt nødvendigt at sikre afdræning fra vejene. På alle lerholdige jordbundstyper er etablering og vedligeholdelse af vejgrøfter en selvfølgelig del af skovdriften.
- 2) I skove med lille terrænhældning og svær (lerholdig) jord er det almindeligt, at (grund)vandspejlet står få decimeter under jordoverfladen en stor del af året. Da den vandmættede jord næsten ikke indeholder ilt, kan rødderne ikke gro dybere end vandspejlet, og træerne får et meget overfladisk rodsystem. På disse lokaliteter er det formålstjenligt at gennemføre afvanding, primært for at skaffe træerne et større rodrum, hvor røddernes vækst nedad ikke begrænses af iltmangel. Det større rodrum giver træet en større vandreserve, såfremt tørkeperioder indtræder, og en større pulje af næringsstoffer. Den større rodkage giver desuden bedre forankring mod vindens pres. Tilsammen resulterer dette i forøget tilvækst og forbedret stabilitet for bevoksningen. Ved kulturanlæg på stive lerjorde er en vigtig funktion for grønne også at bortlede overfladevand, så der ikke står blankt vand i kulturen i vinterhalvåret. Endelig kan afvanding give større frihed i træartsvalget. Et fungerende grønnesystem er en betingelse for vellykket dyrkning af bøg og de fleste nåletræer på flade, lerede jorde i Østjylland og på Øerne. Egen er lidt mere tålsom med hensyn til vandstuvning, men både tilvækst og sundhed er dog bedre på veldrænede jorde.
- 3) I løbet af 1800-tallet og første halvdel af 1900-tallet er der gennemført afvanding af et meget stort antal egentlige skovmoser; i langt de fleste tilfælde lavmoser i afløbsløse lavninger i skoven, men i enkelte tilfælde også højmoser. Der er tale om lokaliteter med organisk jord (tørv), hvor den naturlige trævækst ville være bl.a. pil, birk, el og hæg; arter som ikke giver noget højt økonomisk udbytte. Efter afvanding er de fleste moser blevet tilplantet med nåletræ: rødgran eller sitkagran. Selv om navnlig sitkagran er i stand til at udvikle sig på en organisk, fugtig jordbund, har resultaterne langt fra altid stået mål med forventningerne og omkostningerne ved afvandingen. Træernes sundhedstilstand har ofte været ringe, og bevoksningerne har generelt været plaget af stormfald. I takt med, at andre formål end



træproduktion (rekreation, jagt, naturhensyn) har vundet større indpas i skovdriften, har man mange steder igen opgivet at vedligeholde grøfterne, og holder naturlige mosehuller m.m. uden for skovdriften. På statens skovarealer ses denne udvikling meget tydeligt, men også i private skove er man i dag meget opmærksom på, at afvanding i hvert fald ikke bør drives ud over det økonomisk forsvarlige.

For de formål, som er nævnt i de to første punkter ovenfor, er vandafledning stadig en aktuel del af skovdriften. I modsætning til landbruget foregår næsten al vandafledning i skovbruget ved hjælp af åbne grøfter og ikke i rørlagte dræn. Det har den simple forklaring, at træernes rødder er meget tilbøjelige til at søge ind i drænrørene, som derved tilstoppes. Rørlagte dræn ses næsten kun som gennemgående ledninger, der skal lede vand gennem skoven fra en højere liggende naboejendom. I disse tilfælde bruges som regel dybt nedgravede og tætte rør, hvor rødder har svært ved at få adgang. For en sikkerheds skyld må der dog etableres rensebrønde med ikke for lang afstand, så det er muligt at spule rørene i tilfælde af tilstopning.

Omkostningerne til vandafledning kan være en betydelig post på skovens budget. På ejendomme med svær jord i Østdanmark kan de gennemsnitlige omkostninger nå helt op på 300 kroner pr. hektar årligt, mens ejendomme i Midt- og Vestjylland slipper langt billigere. Selv om der ikke foretages afvanding af produktionsarealerne, vil man altid skulle bære omkostninger til vandafledning. Dels er man ifølge lovgivningen forpligtet til at modtage og viderebefordre vand fra naboer, dels er man nødt til at sørge for, at veje og bygninger ikke oversvømmes.

### Lovgivning om vandafledning

De ældste og mest principielle bestemmelser om vandafledning findes i *vandløbsloven* (Lovbekendtgørelse nr. 1579 af 8. december 2015), hvori det blandt andet hedder:

”§ 2. Lovens regler om vandløb finder også anvendelse på grøfter, kanaler, rørledninger og dræn samt søer, damme og andre lignende indvande.  
*Stk.2.* Loven finder kun anvendelse på vandløb, hvis tilstedeværelse og vedligeholdelse flere end en enkelt har interesse i. ...”

”§ 6. Ingen må uden vandløbsmyndighedens tilladelse ændre vands naturlige afløb til anden ejendom eller hindre det naturlige afløb af vand fra højere liggende ejendomme.”

Den umiddelbare følge af disse bestemmelser er, at enhver har pligt til at modtage vand fra højere liggende ejendomme og lade det flyde over/

gennem ens egen ejendom. Erfaringsmæssigt kan fortolkningen af ”det naturlige afløb” give anledning til nabostridigheder. Hvis naboens jord oversvømmes, fordi man lader grøfter på ens egen grund forfalde, vil det oftest blive påtalt fra naboens side, selv om forfaldet blot betyder, at man vender tilbage til den naturlige tilstand, inden grøfterne blev gravet.

Yderligere hedder det i vandløbsloven:

”§ 3. Det er tilladt enhver grundejer at sænke grundvandet på egen ejendom til den for dyrkningen nødvendige dybde ved almindelig udgrøftning og dræning med afløb til bestående vandløb uden anvendelse af pumpeanlæg.”

Umiddelbart skulle altså intet være til hinder for at grave nye grøfter på et areal for at sikre træerne tilstrækkeligt rodrum. Man skal imidlertid være opmærksom på, at man i så fald meget let kommer i modstrid med to andre lovbestemmelser:

*Lov om naturbeskyttelse* (Lovbekendtgørelse nr. 1578 af 8. december 2015):

”§ 3. Der må ikke foretages ændring i tilstanden af naturlige søer, hvis areal er på over 100 m<sup>2</sup>, eller af vandløb eller dele af vandløb, der af miljøministeren efter indstilling fra amtsrådet er udpeget som beskyttede. Dette gælder dog ikke for sædvanlige vedligeholdelsesarbejder i vandløb.

*Stk. 2.* Der må ikke foretages ændringer i tilstanden af

- 1) heder,
- 2) moser og lignende,
- 3) strandenge og strandsumpe samt
- 4) ferske enge og overdrev,

når sådanne naturtyper enkeltvis, tilsammen eller i forbindelse med de søer, der er nævnt i stk. 1, er større end 2.500 m<sup>2</sup> i sammenhængende areal.

*Stk. 3.* Der må heller ikke foretages ændring i tilstanden af moser og lignende, der er mindre end 2.500 m<sup>2</sup>, når de ligger i forbindelse med en sø eller et vandløb, der er omfattet af beskyttelsen i stk. 1.”

I fredskov gælder yderligere *skovloven* (Lovbekendtgørelse nr. 1577 af 8. december 2015):

”§ 28. Søer, moser, heder, strandenge eller strandsumpe, ferske enge og biologiske overdrev, der hører til fredskov, og som ikke er omfattet af reglerne i naturbeskyttelseslovens § 3, fordi de er mindre end de deri

fastsatte størrelsesgrænser, må ikke dyrkes, afvandes, tilplantes eller på anden måde ændres.

*Stk. 2.* Forbuddet i stk. 1 gælder også vandløb, som ikke er omfattet af naturbeskyttelseslovens § 3, fordi de ikke er udpeget som beskyttede af miljøministeren efter indstilling fra kommunalbestyrelsen. Forbuddet gælder dog ikke for sædvanlige vedligeholdelsesarbejder i vandløb.”

I de internationale naturbeskyttelsesområder (Natura 2000-områder) bestemmer skovloven endvidere, at enhver ændring af afvandingsforholdene skal anmeldes til myndighederne, som inden for en frist på 4 uger kan gøre indsigelse mod aktiviteten.

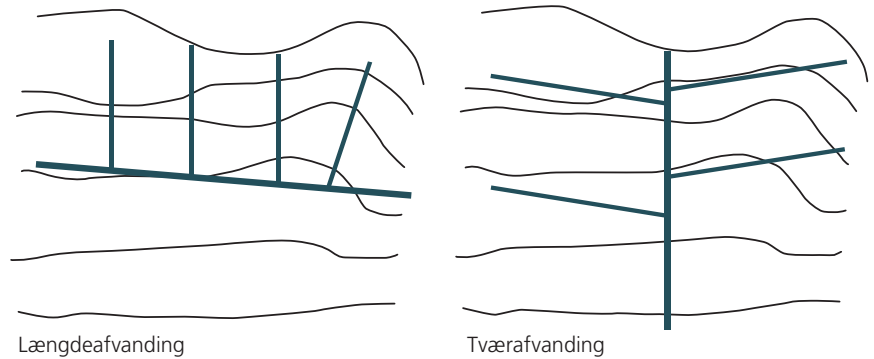
Tilsammen betyder begrænsningerne i naturbeskyttelsesloven og i skovloven, at nyanlæg af grøfter sjældent kan gennemføres inden for lovgivningens rammer, fordi beskyttede naboarealer som regel vil blive påvirket, hvis der graves nye grøfter i en bevoksning. Derimod er det fuldt lovligt at vedligeholde eksisterende grøfter. Der må foretages oprensning ned til ”fast bund”, dvs. til den dybde/kote, grøften oprindeligt havde, da den blev anlagt. Man skal være opmærksom på, at såfremt grøfter *ikke* vedligeholdes, kan et nuværende dyrkningsareal vende tilbage til sin tilstand som skovmose eller eng; det kan altså ”vokse sig ind i” beskyttelse efter skovlovens eller naturbeskyttelseslovens bestemmelser. Herefter vil oprensning af de gamle grøfter ikke længere være tilladt, da det vil medføre en ændring af tilstanden på det nu beskyttede areal.

### Grøftesystemer

Afvandingssystemet opbygges som regel med en hovedgrøft, som får tilført vand fra et større antal afdræningsgrøfter (stikgrøfter). Afdræningsgrøfterne placeres så vidt muligt i de lavere partier; på plane arealer er de som regel parallelle og med ensartet afstand. På de svære jorde, hvor vandafledning er mest nødvendig, er et hovedformål at bortlede overfladevand, så arealet ikke forsummer med blankt vand på den våde årstid. Der må heller ikke opstå et vandspejl umiddelbart under jordoverfladen. Det opnås bedst ved såkaldt tværafvanding, hvor stikgrøfterne så vidt muligt lægges omtrent vinkelret på terrænets hældning (dvs. næsten parallelt med højdekurverne), mens hovedgrøften anlægges omtrent vinkelret på højdekurverne. Overfladevandet følger terrænets fald og løber ned i den nærmeste lavere stikgrøft.

Stikgrøfterne kan graves med ret stor afstand og får kun et lille fald, men der opnås større fald på hovedgrøften, som derfor ikke så let stopper til. Tilslutningsvinklen mellem afdrænings- og hovedgrøft bør være 45-60 grader for både at undgå opbremsning af vandet og erosion af grøftesiderne. Hovedgrøftens bund gøres lidt dybere end stikgrøfternes.

Figur 7-15. Længde- og tværafvanding. De bølgede, sorte linier er højdekurvernes forløb.



Ved lille terrænhældning må afdræningsgrøfterne placeres mere parallelt med hovedfaldretningen for at få tilstrækkeligt fald. Man nærmer sig en situation med længdeafvanding (figur 7-15). Det resulterer i mindre afdræningseffekt og nødvendiggør derfor større grøftetæthed. Samtidigt får hovedgrøften et meget lille fald og risikerer lettere at tilstoppes af løv og kviste. Oftest ønskes tværafvanding, men på arealer med ringe fald er det kun muligt at gennemføre længdeafvanding.

### Gravning og oprensning af grøfter

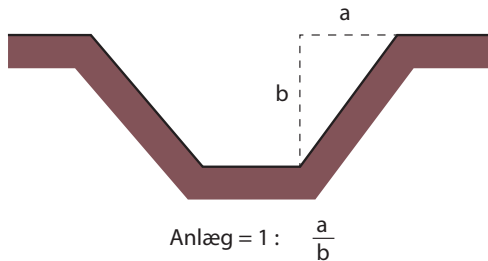
Ved *nyanlæg* af grøfter skal man minimere gravearbejdet og samtidigt tilstræbe, at grøften får et nogenlunde ensartet fald. Pludselige ændringer af faldet kan give opbremsning af vandet, hvilket giver risiko for aflejring og tilstopning af grøften. Planlægning af længdeprofilen må altid begynde ved den nedre ende og herfra arbejde sig opad i terrænet, da muligheden for at komme af med vandet ofte vil sætte en grænse for det opnåelige fald og dermed for afvandingens udstrækning. Faldet på grøfterne bør ikke være mindre end 2-3 ‰ (2-3 millimeters fald pr. løbende meter grøft). Dog kan brede hovedgrøfter etableres med lidt mindre fald.

Under gravearbejdet kan et jævnt og korrekt fald opnås på flere måder. Ved gravning med små og simple maskiner (minigravere o.l.) opsættes arbejdspæle langs grøftelinien, og på hver pæl noteres grøftbundens dybde i forhold til pælens overkant. Ved hver pæl må maskinføreren ved hjælp af vaterpas og tommestok kontrollere, om dybden er i orden.

Moderne større gravemaskiner har laserudrustning, så graveskovlens dybde kan styres direkte af laserstrålen. På den måde kommer grøftebunden overalt til at ligge i den korrekte dybde, uden at der på forhånd skal gennemføres et større afsætningsarbejde. Selve linieføringen skal

naturligvis afmærkes, og koten på start-, slut- og knæpunkter skal også besluttes på forhånd, så laserstrålens hældning kan indstilles korrekt.

Vandledningsevnen bestemmes af grøftens tværprofil. Mindste bundbredde er som regel 30 cm, og i større lede- og hovedgrøfter 40-50 cm. Stor bundbredde bør anvendes i løs jord, hvor der er fare for udskridning. Foruden af bundbredden defineres tværprofilen af det såkaldte *anlæg*, dvs. grøftens sidernes hældning, som må afhænge af jordtypen. Grøfter i tørvejord kan stå med meget stejle sider, mens løst sand skrider ud, med mindre hældningen er lille.



Figur 7-16. Grøftens tværprofil.

Følgende hældning af grøftensiderne kan bruges som rettesnor:

Tørvejord	1:0,2
Fast mineraljord	1:0,5
Almindelig morænejord	1:0,75
Løst grus, sand	1:1,00
Dybe grøfter i løst materiale	1:1,25

1:0,2 er et meget ”lille” anlæg, som er vanskeligt at etablere, og der er stor risiko for udskridning af siderne. 1:1,25 er et ”stort” anlæg, som kan være nødvendigt ved dybe grøfter og/eller løst materiale.

Den rigtige hældning på grøftensiderne opnås bedst med en særlig profilskovl monteret på gravemaskinen (figur 7-17). Profilskovle fremstilles med forskellige anlæg, normalt 1:1 eller 1:0,75 og med bundbredde 30-50 cm.

Mindre grøftearbejder kan udføres med en rende-graver, men til større opgaver må foretrækkes en specialmaskine på bælte (larvebånd) eller meder. Med en velegnet maskine kan opnås præstationer på 40-100 meter nygravet grøft pr. time, afhængigt af maskintype, jordbund og grøftens dybde. Især til vedligeholdelse af eksisterende grøfter kan det være en stor fordel at bruge en bæltegravemaskine, hvor bælteerne kan vippes i en vinkel udad. Det betyder, at maskinen kan køre nede på de skrå grøftesider, uden at disse køres i stykker (figur 7-18).



Figur 7-17. Profilskovl til grøftegravning.



Gravningen skal altid påbegyndes i grøftens laveste del. I modsat grave-retning vil grøften fyldes af tilstrømmende/udstrømmende vand, og det vil være vanskeligt/umuligt at frembringe en jævn grøftebund. Den op-gravede jord må på skrånende terræn lægges op i den laveste side for ikke at hindre tilstrømning af overfladevand. På plant terræn lægges jorden skiftevis til begge sider i ikke sammenhængende bunker. Herved er der mulighed for, at vandet kan løbe imellem jordbunkerne og til grøften. Afstanden fra grøftkant til jordbunke bør ikke være mindre end 0,75 m. Hvis der er fare for stor udledning af materiale i recipienten (sø eller hovedgrøft) kan man grave et *sandfang*: en stor fordybning 20-30 meter før udløbet. Sandfang skal oprenses med jævne mellemrum; de svarer til rensebrønde ved dræn/rørlægninger.

Figur 7-18. Gravemaskine, hvor bæltene kan vinkles og forskydes i bredden.



Hvor grøften krydser en vej, må der etableres en *overkørsel* (underføring af grøften). I dag anvendes som regel plastrør, men muffør af beton ses også. Rørets diameter bør være mindst 25 cm for at sikre tilstrækkelig vandføring og mulighed for rensning. Det er vigtigt at lægge røret 2-3 cm dybere end grøftebunden, så man undgår opbremsning af vandet ved overkørslen. Derved sikres også passagemulighed for fisk og andre vandlevende smådyr. Skullesten, helst en stor flad sten, kan lægges ved udløbet for at hindre erosion af grøftebunden. For at undgå tilstopning med kviste og løv kan en vandhæk af rafter opstilles 2-4 meter foran overkørslen, med cirka 5 centimeter mellem de lodrette rafter.

Røret bør være dækket af mindst 50 cm materiale for ikke at blive knust af lastbiltrafik. Store bundsten i vej materialet må ikke være i direkte kontakt med røret. Skråningen fra vejrabatten ned til rørets overkant må ikke være stejlere end 45 grader (anlæg 1:1). Den kan med fordel sikres med stensætning eller græstørv lige over røret. Rørets længde beregnes ved hjælp af vejbredder, grøftedybde og anlæg; allermindste længde er ifølge ovenstående retningslinier bredden af kørebane og rabatter plus 1 m.

Ved *oprensning af eksisterende grøfter* gælder stort set samme principper som ovenfor. Dog bør man så vidt muligt undgå at røre de skrå grøftesider, da vegetationen her holder på jorden, så den ikke skrider ned i grøften. Det vil sige, at der helst skal bruges en lige standardskovl eller en profilskovl med mindre anlæg end den oprindeligt anvendte. Der oprensnes kun til fast bund, så grøftens oprindelige fald og dybde bevares. Der kan ikke forventes meget større præstationer end ved nyanlæg: 50-125 meter pr. time vil være sædvanligt.

Oprensning af grøfter er mest aktuel i forbindelse med kulturanlæg efter afdrift. Når den gamle bevoksnings vandforbrug ophører, vil der på svære jorde ofte være tendens til forsumpning. Situationen forværres naturligvis af, at det eksisterende grøftesystem ofte bliver beskadiget i forbindelse med skovning og terræntransport af træet. Resultatet af forsumpningen vil typisk vise sig efter et til to år, ved at de nyplantede træer trives dårligt.

*Nedlæggelse af grøfter* kommer på tale, hvor man ønsker at vende tilbage til den naturlige hydrologi, f.eks. af hensyn til naturbeskyttelse, grundvandsdannelse, jagt eller anden rekreation. Man skal være opmærksom på, at den naturlige hydrologi ikke genskabes ved blot at lade grøfterne forfalde. Det lag af løv og kviste, som ophobes i grøften, er porøst og kan have en betydelig vandledende evne, så grøften bevarer en del af sin dræneffekt. En effektiv lukning kræver, at et stykke af grøften oprensnes og herefter fyldes til kanten med en ”prop” af fast jord.

## 7.6 Skovbryn

En af forudsætningerne for en god udvikling af skovtræerne er, at de befinder sig i et skovklima. Det er ikke let at definere, præcis hvad dette begreb indebærer, men de vigtigste kendetegn for skovklima er: læ, høj luftfugtighed og stabile temperaturforhold. Alle tre elementer er betinget af, at det ikke blæser for meget inde i skoven. Vindens umiddelbare virkning på skoven er:

- Udtørring
- Vindslid, når blade og kviste slår mod hinanden under vindens bevægelse
- I ekstreme tilfælde: Stormfald eller afbrækkede grene

Vindslid og udtørring virker ofte samtidigt. Idet der slides hul på bladenes overhud, sker en stærk udtørring, så der udvikles nekroser (døde pletter/områder) på bladene.

Sideløbende med disse skader på træerne blæser vinden det visne løv væk fra skovkanten, så jordbundstilstanden gradvist forringes. Tilsammen bevirker disse forhold, at tilvæksten er nedsat, og ud mod en eksponeret skovkant vil man typisk se, at træerne ikke er så høje som længere inde i bevoksningen. Samtidig betyder den større lystilgang nær skovkanten, at træerne får dybere kroner med levende grene langt ned ad stammen. I skovens udkant ser vi altså både, at der er mindre produktion, og at en mindre andel af produktionen kan bruges som gavntæ. Det er naturligvis de alleryderste træer, som påvirkes mest, men randvirkningen kan ofte spores så langt som 50-60 meter ind i skoven.

Hvis en ny kultur anlægges helt ud til skovkanten, vil man ofte se, at der er større planteafgang i de yderste rækker, og at træerne her udvikler sig betydeligt langsommere og dårligere en længere inde i bevoksningen. Vanskelighederne vil gentage sig, hver gang der er behov for at etablere en ny bevoksning på stedet. Det er da en nærliggende tanke at etablere en permanent bevokset stribe langs kanten – et *skovbryn*, som kan give læ og opretholde en del af skovklimaet, også selv om bevoksningen indenfor fældes og forynges.

Det økonomiske rationale er, at den randpåvirkede del af en bevoksning alligevel kun vil producere træ af ringe værdi, og at den tabte produktion på det areal, som skovbrynet beslaglægger, opvejes af, at der er fuld produktion i hele bevoksningen inden for skovbrynet. Bedst økonomi vil man få, hvis skovbrynet er permanent og kan bevares ”til evig tid” med kun få og billige plejeindgreb.

## Skovbrynets funktion og struktur

Skovbrynets hovedfunktion er at give læ. En fuldstændigt tæt og uigen-nemtrængelig barriere mod vinden er dog ikke ideel, da den vil forårsage turbulens. Det kan i værste fald give stormfald længere inde i bevoks-ningen. Om sommeren, når udtørringen er stærkest, vil man gerne have dæmpet vinden mest muligt, men i vinterhalvåret, hvor de stærkeste storme forekommer, er det fordelagtigt, at en del af vinden ”filtreres” gennem skovbrynet og udligner trykket i kronerummet længere inde, så turbulens undgås. Det taler for, at skovbrynet hovedsageligt skal bestå af løvtræer og -buske.

For at skovbrynet skal yde bedst muligt læ, er det vigtigt, at der ikke er huller. Det gælder også i lodret retning, hvorfor det bør indeholde lægivende elementer i hele sin højde. Navnlig er det ødelæggende for virkningen, hvis der er ”undertræk” langs jorden. Der bør altså være en ”fodpose” af helt lave buske, en underetage af store buske og små træer, og en overetage af træer, som er nogenlunde lige så høje som den fuldt udviklede produktionsbevoksning inden for skovbrynet.

## Opbygning og artsvalg

Nyanlæg af skovbryn må tilpasses situationen. Med den fremherskende vindretning fra vest og de mest ødelæggende storme fra nordvest siger det sig selv, at der bør gøres mest ud af skovbrynene mod disse verdens-hjørner. Mod øst og sydøst er behovet noget mindre. Tilsvarende gælder for skovens geografiske placering, idet behovet for effektivt læ er størst i landets vestlige og nordlige egne. Hvor omfattende skovbryn man vil anlægge, beror også på de lokale forhold. Omkring små skove vil man ofte nøjes med et beskedent skovbryn for ikke at beslaglægge en for stor del af skovens areal.

For at sikre flere etager – og dermed læ i hele skovbrynets højde – må de træer, som indgår, være lystræer. I langt de fleste tilfælde bruges stilkeg som det bærende element. Andre arter kan dog komme på tale: Birk er robust og en hurtig starter ved nyanlæg, det samme gælder rødél. Lærk formes stærkt af vinden, men tåler i øvrigt blæsten ret godt. Det samme er tilfældet for skovfyr, mens østrigsk fyr synes ret upåvirket af blæst og opnår bedst sundhedstilstand, når den vokser et sted med luftbevægelse. Undertiden bruges gråpoppe, da den er særdeles modstandsdygtig mod vind, men dens voldsomme rodkudsdannelse bliver ofte et problem på længere sigt.

For skovbrynets øvrige arter er der stort spillerum. I vejledninger og bø-ger findes mange forskellige forslag til, hvilke arter man bør benytte, og spørgsmålet skal ikke behandles i detaljer her. I forbindelse med offent-



lige tilskud til skovrejsning har Naturstyrelsen udarbejdet en ”positivliste” af buskarter, der kræves anvendt, hvis tilplantningen skal modtage tilskud. Denne liste har stærkt præget udseendet af de nye skove. Som udgangspunkt kan det anbefales at iagttage, hvad der vokser naturligt i lokalområdet skovkanter. Nedenfor er anført nogle generelle eksempler, men artsvalget må tilpasses de lokale forhold, både hvad angår jordbund og lokalklima.

Tabel 7-3. Eksempler på arter, som kan indgå i skovbryn.

Yderst "Fodpose", lave buske o.l.	Middelhøje buske	Små træer	Inderst + Overstandere Store træer
Slåen Vrietorn Æblerose Klitrose Brombær Kaprifolie	Tjørn Hassel Hyld Benved Kvalkved Tørst Hunderose Rød kornel Dunet gedebled Gråpil	Alm. røn Seljerøn Seljepil Vild æble Vild pære Mirabel Kræge Alm. hæg Kristtorn Navr Avnbøg (Spidsløn)	Stilkeg Birk Skovfyr Østrigsk fyr Lærk Rødel (Gråpoppel) (Bøg)

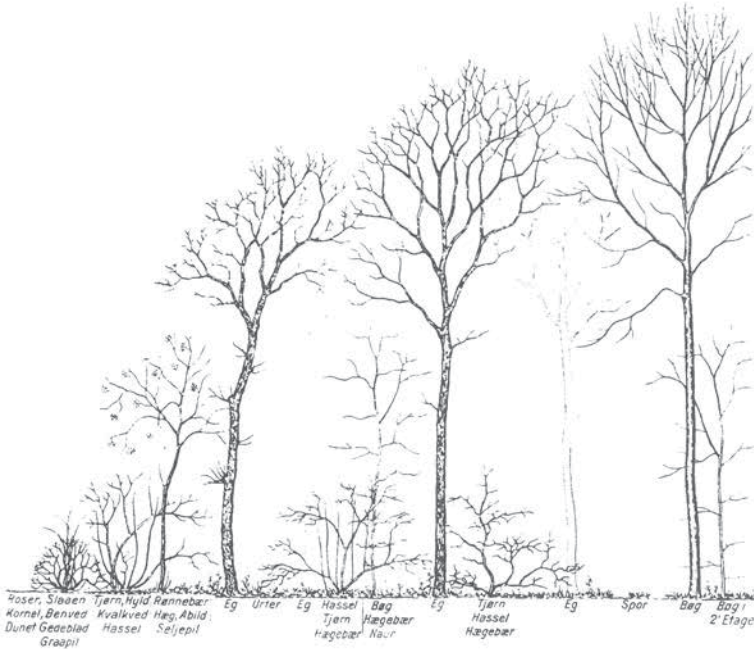
Hvis skovbrynet er tilstrækkeligt bredt (dvs. 20 meter eller mere), kan det være en fordel, at lævirkning i hele højden er kombineret med en skrån overflade og et kileformet tværsnit af brynet, så det er lavt ud mod det åbne land og højest ind mod skoven. De enkelte busk- og træarter placeres efter højde med de mindste yderst. Alle arter vil da kunne få tilstrækkeligt lys til deres udvikling. Meningen med det kileformede tværsnit er, at vinden gradvist ”løftes op” over trækrønerne. Herved modvirkes turbulens. Meget ofte ønsker man imidlertid ikke blot at have store træer inderst i skovbrynet, men spredt i hele dets bredde. For at få læ i hele højden er det da nødvendigt at vælge skyggetålende buske og småtræer, som kan danne underetage. Blandt buskene er hassel, kvalkved, tørst og hyld ret skyggetålende. Almindelig hvidtjørn tåler også skygge og er velegnet som underplantning, mens éngriflet hvidtjørn kræver mere lys og er henvist til brynets forkant. Blandt småtræerne hører hæg, kristtorn, navr og avnbøg til de skyggetålende. I smalle, stejle bryn er det meget vigtigt at tage hensyn til de enkelte arters højdevækst og lyskrav for at opnå effektivt læ.

Det anbefales ofte at anlægge et spor mellem skovbrynet og den bagved liggende skovbevoksning. Det giver lystilgang, så der inderst i brynet bliver vækstmulighed for en række mere lyskrævende buske. Foruden bedre lævirkning opnås herved, at brynet bliver en selvstændig enhed, som ikke står med en fuldstændigt blottet bagkant, hvis skovbevoksningen



Figur 7-19. Det "klassiske" skovbryn.

(Efter Bornebusch 1928)



afdrives. Yderligere kan sporet bruges som ”bagspor”, når effekter skal transporteres ud af bevoksningen.

### Æstetiske og biologiske værdier

Helt tilbage fra indfredningen af skovene i 1805 har det danske landskab været karakteriseret ved skarpt afgrænsede skove med skovbryn i lige linier. Oprindeligt var skovdiget (volden, som skiller fredskoven fra markerne) beplantet med hassel og andre buske, som tåler at blive sat på roden, med det formål at holde kreaturerne ude. Efterhånden har randtræerne i den bagved stående bevoksning (meget ofte bøg) mange steder bredt sig ud over skovdiget og skygget buskene bort. Efter fremkomsten af ståltrådshegn i sidste halvdel af 1800-tallet har der heller ikke været noget incitament til at vedligeholde rækken af buske. Resultatet er, at mange skovbryn består af de nederste grene på bestandstræerne, suppleret med spredte buske og småtræer – oftest fuglespredte arter som hyld, tjørn og mirabel. Disse stejle skovrande opfattes som noget karakteristisk for landskabet i de gamle skovegne, men som lægger er de ikke særligt funktionelle, og indholdet af biodiversitet er begrænset.

Ved anlæg af de nyere skove har man mange steder været bevidst om skovklimaets betydning og har anlagt et skovbryn af større eller mindre bredde. Landskabeligt kan disse skovbryn se noget kunstige ud, som en ”rand af flødeslum” omkring mørke nåletræplantager, men funkti-

onsmæssigt udfylder de deres rolle. Med årene mildnes udseendet ofte noget, med en lidt blødere overgang mellem skovbryn og bevoksning, og ved selvsåning af nye arter, der supplerer det ofte meget skematiske plantningsmønster ved anlægget. Især i forårets blomstringstid udgør disse bryn en værdifuld del af landskabet. Det gentager sig i nogen grad om efteråret, når skovbrynene står med varierende farver.

Med hensyn til biodiversitet gør især fire forhold sig gældende:

- 1) I skovbrynene indgår altid flere (mange) arter, i modsætning til produktionsbevoksningerne, der oftest består af én eller nogle få arter. Hver træ/buskart vil typisk have tilknyttet flere forskellige følgearter, så den samlede diversitet bliver høj. Hertil skal lægges, at arterne vil have forskellig livslængde, så der på samme areal kan være livsgrundlag for arter tilknyttet ungdomsfasen, modenhedsfasen og ældnings/nedbrydningsfasen.
- 2) Da etagering er en forudsætning for lævirkningen, vil man ved anlæg og drift normalt sørge for, at der er betydeligt større lysgennemfald i skovbrynet end i en sluttet produktionsbevoksning af skyggetræer. Derfor er der – ud over vedplanterne – som regel en artsrig urteflora på skovbunden, som kan tjene både som føde og som skjul for en række arter. Den større lysindstråling betyder samtidig, at skovbunden opnår en højere temperatur end længere inde i skoven.
- 3) Da skovbrynene ikke indgår i den produktive drift, vil de normalt være langt mindre udsat for drastiske indgreb som afdrift og nyplantning. Derved får biodiversiteten lov til at udvikle sig vedvarende og ret uforstyrret over lange tidsrum. Ideelt set bør skovbrynene være permanente enheder med en nogenlunde uforandret struktur gennem flere generationer af produktiv skov. Undersøgelser har vist en betydeligt større artsrigdom i gamle skovbryn (ikke ryddet i mere end 150 år) end i unge bryn (<40 år). I gamle bryn vil der ofte forekomme selvsåning af lokale arter, så brynet kan tjene som refugium og gen-pulje for lokale arter og provenienser. Denne virkning kan naturligvis efterlignes i nye bryn ved at bruge lokalt materiale ved plantningen.
- 4) Skovbrynene er som regel nabo til åbne arealer, oftest dyrkede marker. Det giver gode forhold for en række dyre- og fuglearter, som kan drage nytte af føde og/eller mulighed for varme/tørring på det åbne areal og dækning i skovbrynet. Denne randvirkning kan yderligere forbedres ved at have en stribe udyrket jord umiddelbart uden for skovbrynet, evt. delvist som nøgen, ubevokset jord (en barjordsstribe).

Både på grund af de særlige forhold, som hersker i skovbrynene, og på grund af deres vedvarende og uforstyrrede karakter, regnes brynene for

at være blandt de biologisk mest værdifulde arealer i skoven. Eventuelt kan værdien yderligere forøges ved at have skovbryn som er tilstrækkeligt brede til, at der kan opretholdes lysåbne huller med solindstråling og fuldt udviklet bundflora.

### Pleje og vedligeholdelse

I erkendelse af skovbrynenes dyrkningsmæssige, æstetiske og biologiske værdier er de beskyttet ifølge skovloven, hvor § 27 hedder: ”Ydre skovbryn af løvtræer og buske på fredskovspligtige arealer skal bevares”. Men en bevarelse indebærer ikke, at skovbrynene skal efterlades uden indgreb af nogen art. I så fald vil de store træer indtage en stadig mere dominerende rolle, og selv om det er lysttræer, vil forholdene for buske og småtræer gradvist blive forringede. Sideløbende hermed vil skyge-træarter de fleste steder selvå sig i skovbrynet. Uden indgreb vil de i det lange løb vokse op og udkonkurrere både buske og lysttræer, undtagen i den allerforreste kant. I mange danske skovbryn er denne udvikling tydelig, og bøg er faktisk én af de træarter, man træffer hyppigst i brynene. Bøgen tåler vind forholdsvis godt og giver udmærket læ, men i det lange løb forsvinder underetagen og man får et skovbryn uden bundlæ.

Den vigtigste plejeforanstaltning er derfor en kraftig og målbevidst udynding af de store træer, samt evt. genplantning af nye eksemplarer, såfremt de ikke kan forynges ved selvsåning eller stødskud. Hvor store, man vil lade træerne blive, må komme an på en vurdering. Primært skal overetagens træer have en højde, så de kan beskytte produktionsbevoksningen indenfor. Men med tanke på biodiversitet kan det være gavnligt at lade træerne blive meget gamle, så ældningen er fremskreden, og der bliver en niche for nedbryder-organismerne. Gamle træer er imidlertid også store, og det kan vanskeligt undgås, at der opstår huller i brynet, når sådanne træer i sidste ende fældes eller bryder sammen. Derfor er der en balance mellem træstørrelse/alder og skovbrynets bredde. Kronen på et gammelt egetræ kan have en bredde på 15 meter eller mere, så hvis man vil kunne tynde ud uden at skabe huller, skal skovbrynet helst have en bredde på mindst 30 meter.

Man kan ikke regne med, at der produceres gavntre i skovbrynene. Da udbyttet ved tyndingerne stort set kun vil være flis og brænde, kan man uden store økonomiske ofre lade det fældede træ ligge på skovbunden, eller man kan foretage tyndingen ved at ringe træerne, så de langsomt går ud. Begge fremgangsmåder vil være til gavn for biodiversiteten. Hvis træet ikke skal transporteres ud til fast vej, kan man ofte med fordel foretage hugsten motormanuelt. Det er forholdsvis billigt, når det er spredte, større træer som skal fældes, og de ikke skal oparbejdes til effekter.

Sideløbende med hugst i overetagen kan det være formålstjenligt også at foretage indgreb i mellemetage og busklag. Dels kan der være behov for en regulering arterne imellem, dels kan det undertiden være formålstjenligt at gøre det nederste busklag tættere ved at sætte nogle af buskene på roden og lade dem skyde igen fra stødene.

Lige som for produktionsskoven kan hjortevildtet være en hindring for opretholdelsen af skovbrynene. Både brynenes struktur med god dækning og beliggenheden ud til åbne arealer betyder, at bestandstætheden af råvildt og harer kan blive meget høj. Paradoksalt nok kan den store vildtbestand medføre, at skovbrynet ødelægges, fordi de lave buske og foryngelsen bliver bidt ned. Derved opstår træk i bunden, som yderligere forringer chancen for foryngelse. Kun få arter kan modstå et højt vildttryk. Dunet gedebled bides nødtigt af vildtet, og slåen samt mirabel klarer sig nogenlunde på grund af deres torne, tæthed og store regenerationssevne. Den eneste effektive modforanstaltning er dog en mere intensiv jagtudøvelse.

## 7.7 Hensyn til skovens biodiversitet

Både i de private og i de offentligt drevne skove og i den lovgivning, som regulerer skovdriften, har formålet med skovdriften ændret sig gennem de senere årtier. Fra at være et træproducerende erhverv har skovbruget udviklet sig i retning af (også) at være en forvalter af naturområder, hvor naturværdier sidestilles med værdien af det producerede træ. Dette er blandt andet en følge af, at jagt og anden rekreation er blevet en vigtig grund til at eje skov. Imidlertid er det ofte vanskeligt at dokumentere sammenhængen mellem skovens dyrkning og dens biologiske værdier, og vores viden om sådanne sammenhænge er mangelfuld. Derfor er det svært at fremføre mere end nogle generelle iagttagelser og erfaringer.

### Hvad er biodiversitet?

Som mål for de biologiske værdier bruges ofte biodiversiteten, der kan defineres som mangfoldigheden af levende organismer i alle miljøer, både på land og i vand, samt de økologiske samspil, som organismerne indgår i. Den grundlæggende målestok for biodiversitet er altså mangfoldigheden, dvs. antallet af arter inden for et givet område, og dernæst variationen i de økosystemer, som arterne indgår i.

Når ordet biodiversitet bruges synonymt med ”biologiske værdier”, er begrebet imidlertid ikke neutralt, men værdiladet. Det afhænger af personen og sammenhængen, hvilken slags biodiversitet, der anses for værdifuld. Alene at sætte lighedstegn mellem diversiteten (forskelligheden,

variationen) og den biologiske værdi er tvivlsomt. Der findes naturtyper – f.eks. upåvirkede boreale nåleskove – som er ret ensformige og artsfattige, men som alligevel opfattes som værdifuld natur. Formentligt ville man ved menneskelig forstyrrelse kunne øge variationen og antallet af arter, men sådanne indgreb vil almindeligvis blive opfattet som noget negativt.

I vurderingen af biodiversitet indgår næsten altid den holdning, at det sjældne er mere værdifuldt end det almindelige. Denne holdning har meget stor betydning for fastlæggelsen af den biologiske værdi af skov. Da landet i tidligere tid for en stor del har været skovdækket, udgøres en stor procentdel af de naturligt forekommende planter og dyr af arter, som er knyttet til skov. Men da skoven har været næsten borthugget for 200 år siden, er mange af disse arter blevet ganske sjældne. Udviklingen af et rationelt, træproducerende skovbrug har ikke kunnet ophjælpe bestanden af de arter, der er knyttet til naturlige skove uden menneskelige indgreb. Der er tendens til, at man ved vurdering af naturværdier i skov lægger meget stor vægt på disse sjældne arter, ikke mindst dem, der nedbryder gamle, udgæede eller væltede træer ("dødt ved"), og dem der er knyttet til skovens vådområder. Lokalteter, der huser sådanne arter, registreres ofte som såkaldte nøglebiotoper og søges beskyttet under skovdriften.

Opfattelsen er også ofte præget af økonomisk tænkning: om arterne er nyttige eller skadelige. For eksempel vil forekomsten af et stort antal forskellige arter af humlebier ofte blive betragtet som noget værdifuldt ud fra den tanke, at de kan bestøve vores nytteplanter. Omvendt vil et dyrket areal med et stort antal forskellige ukrudtsarter ikke blive regnet som værdifuld biodiversitet.

Endelig er vores syn på biologisk værdi i nogen grad påvirket af rent følelsesmæssige argumenter. Nogle arter er populære ("flotte" dyr og smukke planter, som giver oplevelser for skovgæsten) mens andre er upopulære (f.eks. stikkende/bidende insekter).

Høj biodiversitet er ikke uforenlig med et produktivt skovbrug, men man må se i øjnene, at der på nogle områder er klare modsætninger. Den mest iøjnefaldende er hensynet til de organismer, som er specialiseret til at nedbryde træ. Skovbrugets vigtigste kilde til indtægt er at sælge træ, og erhvervsmæssig skovdrift er derfor i direkte konkurrence med de svampe og insekter, som ellers ville nedbryde træet på stedet.

### Hjemmehørende arter

Hensynet til biodiversitet er et af de stærkeste argumenter for at benytte hjemmehørende arter i skovdriften. Synspunktet er, at de arter, som



er indvandret langsomt og naturligt, har etableret sig som en del af et helt økosystem og er derfor omgivet af en række andre arter, som stiller nogenlunde de samme krav til livsbetingelserne. Modsat vil indførte træarter være bragt til landet som frø, stiklinger eller småplanter og så vidt muligt uden følgeorganismer, måske med undtagelse af mykorrhiza-svampe. Man kan ikke afvise den formodning, at når en del indførte arter udviser overlegen tilvækst i forhold til de hjemmehørende, skyldes det at man har formået at importere arten uden samtidigt at medbringe de skadevoldende organismer, som er knyttet til arten på dens naturlige voksested. Der kan altså tænkes at være modstrid mellem at benytte de mest produktive arter og at opretholde en høj biodiversitet. Det er dog ikke helt let at eftervise, at der principielt er stor forskel i biodiversitet mellem bevoksninger af hjemmehørende og indførte træarter. Det skyldes, at også skovens struktur, aldersfordeling og forhistorie spiller en stor rolle for biodiversiteten.

Men også blandt de hjemmehørende arter er der forskelle, når det gælder antallet af tilknyttede arter. Det er svært at drage klare konklusioner, fordi de fleste undersøgelser beskæftiger sig med bestemte grupper af organismer, og der findes få totalundersøgelser. Der synes dog at være enighed om, at (stilk)eg og birk er træarter, som understøtter en høj grad af biodiversitet.

### **Kontinuitet (vedvarighed)**

En del plante-, insekt- og svampearter spreder sig meget langsomt, og blandt planterne og svampene er der arter, som også udvikler sig langsomt. Hvis sådanne arter stiller specifikke krav til deres levested, er det nødvendigt, at forholdene på en lokalitet er uforandrede i lang tid, før de når deres fulde udfoldelse. De løvskove, som har udviklet sig fra resterne af vore oprindelige skove, uden drastiske indgreb eller træartsskifte, anses af den grund for at være særligt værdifulde for biodiversiteten. En del sådanne lokaliteter er beskyttede som følge af EU-direktiver (Natura 2000). På disse steder skal såvel afdrift som plantning i løvskov anmeldes til myndighederne, som har mulighed for at gribe ind, hvis man skønner, at aktiviteten vil forringe naturværdierne.

Hensynet til kontinuitet kan stride mod rationel skovdrift. Afdrift og gentilplantning af et areal vil betyde en drastisk ændring af biotopen, også selv om der genplantes med samme art. I visse tilfælde udnytter man ligefrem sådanne pludselige skift for at lette skovdriften. F.eks. foretrækkes det undertiden at plante eg efter nåletræ på de næringsrige jorde, fordi bundfloraen er meget sparsom i nåletræbevoksninger, og man undgår på den måde et ukrudtsproblem. Efter afdrift af eg vil man omvendt være tilbøjelig til at genplante med robuste nåletræer (rød- eller

sitkagran) fordi de kan klare sig i den kraftige bundflora, som over tid har udviklet sig under egene.

Ofte kan der dog tages hensyn til kontinuiteten, selv om der drives traditionelt skovbrug. Et eksempel er jordbearbejdning som forberedelse til selvfornyelse eller plantning. Skovbundens flora og fauna vil have bedre muligheder for at fortsætte deres liv, hvor jordbearbejdningen foretages stribevis eller punktvis, end hvor der foretages fuldbearbejdning af hele arealet.

Et oplagt sted at bevare kontinuiteten er i skovbrynene (se afsnit 7.8), som ikke indgår i skovens almindelige omdrift med krav om træproduktion. Her ønsker man netop strukturen opretholdt over lange tidsrum for at opnå et stabilt skovklima.

### Variation i alder og struktur

Mange organismer i skoven er knyttet til en bestemt skovtype: bestemte arter, alderstrin og tæthed af bevoksningen. Hvis målet er høj biodiversitet, skal skoven altså bestå af et stort antal forskellige træarter i mange forskellige aldre. Da nogle arter kun vanskeligt spreder sig over større afstande, må der ikke være for langt mellem individer af en bestemt træart. Der må heller ikke være for langt mellem forskellige alderstrin af samme træart, så de tilknyttede arter har en mulighed for at flytte, når træet bliver ældre end optimalt. Kulturrealer rummer ofte en stor biodiversitet, fordi der er en rig og varieret bundflora, og fordi indstrålingen af sollys opvarmer arealet. Når træerne lukker sig over arealet og skygger bundfloraen bort, sker der et drastisk fald i antallet af arter, så den unge og mellemaldrende skov kun rummer et fåtal af arter. En undtagelse gælder dog lystrearterne (eg, ask, birk m.fl.), da de lader så meget lys slippe igennem kronerne, at bundfloraen ikke forsvinder. I takt med, at træerne ældes (se kap. 3.1), øges biodiversiteten, fordi der som regel kommer mere lys til skovbunden, strukturen i kronedækket bliver mere varieret, og de gamle træer rummer flere økologiske nicher. Blandt andet øges antallet af skader (afbrækkede grene m.m.), så der gradvist bliver levesteder for nedbryderorganismerne.

Hensynet til biodiversitet kalder altså på en varieret skov med forskellige træarter i små bevoksninger af forskellig alder. En intensiv enkelttræ-blanding af alle arter og aldre ("Plenterwald") er dog næppe ønskelig. I denne situation skal udnyttelsen af skovens træressource ske som plukhugst, hvor der til stadighed er skovdække på arealet og derfor begrænsede muligheder for udvikling af skovbundsfloraen. Alle undersøgelser peger på, at den største biodiversitet opnås, når skoven indeholder en del åbne områder, hvor sollyset kan nå jordbunden og sikre

opvarmning samt plantedækkets udvikling. Det vil derfor være fordelagtigt at gennemføre hugst og foryngelse i grupper eller holme, så man i en periode får lys til skovbunden. Den størrelse af foryngelsesflader, som er bedst for biodiversiteten, vil dog i almindelighed være meget mindre end ønskeligt for den rationelle, mekaniserede skovdrift. Derfor må man finde en balance mellem værdien af biodiversiteten og de forøgede omkostninger ved træproduktionen. Noget tilsvarende gælder for omdriftsalderen, hvor hensynet til de vednedbrydende organismer taler for, at man lader træerne blive ældre end det teknisk optimale, og gerne helt undlader at fælde et antal af de gamle træer.

### Vand i skoven

Blandt forskere er der enighed om, at tilstedeværelse af vand i skoven er væsentlig for biodiversiteten. Ikke alene er mange organismer tilpasset et liv i eller ved vand, men de vådeste områder er også fri for trævækst, så der er lys til bundvegetationen i randzonerne. Netop disse zoner, hvor der er en fugtgradient fra meget våd til forholdsvist tør bund, kan rumme et stort antal forskellige arter.

Som nævnt i afsnit 7.5 er det ikke altid fordelagtigt at afdræne skovens vådområder, heller ikke når det primære mål med skovdriften er træproduktion med økonomisk afkast. Gravning og især vedligehold af grøfterne er en betydelig omkostning, og selv efter dræning er det vanskeligt at færdes med maskiner, ligesom bevoksningerne er udsat for stormfald.

Men selv om de egentlige vådområder (skovmoser og kildevæld) holdes uden for skovdriften, kan det vanskeligt undgås, at skove med intensiv træproduktion ændrer sig mod en mere tør tilstand. Gravning af grøfter på flade, lerholdige jorde medfører, at en del af overfladevandet løber direkte ned i grøfterne i stedet for at sive ned i jorden. Det betyder, at der tilføres mindre vand til kildevæld og til de moser, som ikke modtager vand fra grøfterne.

Den måske mest betydende faktor for skovens vandhusholdning er dog, at en ret stor del af nedbøren fanges af trækroneerne, hvorfra den igen fordamper uden nogensinde at nå ned til jorden. Denne såkaldte *interception* betyder, at i en skov, hvor hele arealet udnyttes til komplette bevoksninger, er nedbøren væsentligt mindre end på åbent land. Løvskov stiller sig mere gunstigt end nåleskov, navnlig fordi størstedelen af årets nedbør i Danmark falder om vinteren, hvor løvtræerne står bladløse. I en tæt bevoksning af rød- eller ædelgran er det kun lidt mere end halvdelen af årsnedbøren, som når jorden. En dansk undersøgelse viste, at interceptionen udgjorde 43 % af årsnedbøren i rødgran, 22 % i bøg og 13 % i eg. Når skovbunden under nåltræbevoksninger ofte er helt vege-

tationsløs, skyldes det ikke blot mangel på lys, men også at der er særdeles tørt.

Siden indførelsen af ”det ordnede skovbrug” sidst i 1700-tallet er landets skove blevet langt fattigere på vand og vådområder. Det gælder også de områder, hvor der allerede var skov ved indfredningen i 1805. Noget af ændringen kan forklares ved grøftegravning og senere ved indvinding af drikkevand, men skovdriftens intensivisering og indførelsen af nåletræer bærer også en del af ansvaret. Selv i et intensivt drevet skovbrug er det dog ofte muligt at forøge mængden af vand uden store økonomiske ofre. Det kan gøres ved at lukke grøfter, som afvander de områder, hvor færdsel med maskiner er vanskelig, og hvor produktionspotentialet er tvivlsomt. Men på trods af, at disse tiltag gennemføres, vil den intensivt drevne skov med islæt af nåletræ fremstå mere tør end den naturlige løvskov med lysninger.

## 7.8 Hensyn til jagtinteresser

Forøgelse af skovens jagtmæssige værdi er i hovedsagen et specialtilfælde af forøget biodiversitet, nemlig den del, der omfatter de skovtilknyttede, jagtbare arter. De arter, der har væsentlig betydning, er hjortevildtet, evt. vildsvin, samt fasan, skovsneppe og duer. For at opretholde en stor bestand af jagtbart vildt, skal skoven kunne tilbyde føde og dækning. Sidstnævnte omfatter også overnatningstræer for fasan og duer. Da alle de nævnte arter søger deres føde på jorden, er det vigtigt, at der findes en rig bundflora med tilhørende insektfauna, og meget gerne med stor frø/frugtsætning. En god produktion af olden (bog, agern) vil yderligere forbedre fødegrundlaget.

Skal skoven være et godt jagtterræn, må der, foruden en stor vildtbestand, også være mulighed for at iagttage og nedlægge vildtet. Det vil sige, at skovens struktur og fysiske udformning også har betydning, når jagtinteresserne skal plejes.

### Driftsform

Både ved renafdrifts-systemet, ved foryngelse under skærm, og i naturlnære systemer med konstant skovdække i uensartet struktur, er der mulighed for at tilgodese det jagtbare vildt. I det efterfølgende fokuseres mest på hjortevildtet. Ved traditionelt plantageskovbrug med renafdrift og efterfølgende tilplantning frembyder kulturarealerne gode vilkår for vildtet. Det gælder især, hvis der ikke foretages hårdhændet ukrudtsbekæmpelse. Solindstrålingen på arealet sikrer en kraftig urte/græsvegetation, som giver føde. Efter nogle få år er de nyplantede træer så store, at

der også er god dækning, samtidig med at der er bundvegetation imellem træerne. Denne gunstige situation fortsætter, indtil trækronerne lukker sig over arealet og bundvegetationen skygges bort. Under skyggetræarter sker dette i cirka 10-års alderen på de gode vækstlokaliteter, på ringere bonitet noget senere, og nu aftager arealets værdi stærkt, fordi der ikke længere er nævneværdig føde for vildtet. Få år senere bliver traditionelle plantede kulturer ”åbne i bunden” når den naturlige oprensning begynder. Herved mister de også deres funktion som dækning.

I en varieret skov med bevoksninger af forskellig alder og et vist indslag af kulturarealer burde der være gode betingelser for vildtbestanden. Problemet er, at bestanden af hjortevildt i Danmark er særdeles tæt, og de fleste kulturer i dag må indhegnes for ikke at blive ødelagt. Derved er kulturerne ikke tilgængelige for vildtet, og presset på de øvrige åbne områder og de omkringliggende landbrugsarealer bliver endnu større. Det gælder altså om at gøre perioden med hegning så kort som muligt og at fjerne hegnet, så snart træerne er over bidhøjde, men inden bundvegetationen er skygget væk. Undertiden kan vildtpleje og kulturpleje kombineres. I mange hegnede kulturer er der en kraftig opvækst af birk og/eller pil, som må skæres ned med kratrydder. Hvis nedskæringen foretages umiddelbart inden hegnet fjernes, vil vildtet gerne æde de nye stødskud og kan i bedste fald holde opvæksten så meget nede, at man ikke behøver at gentage nedskæringen.

Foryngelse under skærm kan ske på mange måder og med vidt forskellig virkning over for vildtet. En vellykket selvfor yngelse af bøg kan ofte gennemføres, blot vildtet kan holdes borte fra planterne, mens de er i kimbladstadiet. Enkelte steder kan det lykkes uden hegn, men ellers gælder det om, at man kun lader hegnet stå, så længe det er absolut nødvendigt. Foryngelsen kan give god dækning for vildtet i lang tid, da den ofte er noget uensartet med partier, som er lave og tætte i mange år. Men af fødemuligheder er der kun bøgeknopper og -blade, en vis forekomst af forårsblomster (anemone) samt olden fra overstanderne. Tilsvarende forhold er gældende for en selvfor yngelse af nåletræ, men her er fødemulighederne endnu mere begrænsede. En skærmstilling med underplantning, f.eks. efter punktvis jordbearbejdning, frembyder helt andre forhold. Her er der ofte tilstrækkeligt lys og plads til en rig bundvegetation og dermed føde til vildtet. Men lige som i kulturer efter renafdrift kan der være store problemer med kulturplanternes overlevelse, medmindre de indhegnes.

Der har i de senere år været eksperimenteret med ”vildtvenlige” kulturer, etableret ved såning af træer sammen med et antal forskellige urte- og buskarter. Filosofien bag forsøgene er dels, at attraktive urte/



buskarter skal aflede vildtets opmærksomhed fra hovedtræarten, dels at buskene skal skjule hovedtræarten, så den ikke bliver opdaget og ædt. Tanken er altså, at de vildtvenlige kulturer skal overflødiggøre hegning. Resultaterne af forsøgene har været delvist positive, forstået på den måde, at hovedtræarten i en hel del tilfælde har overlevet, dog de fleste steder i stærkt forbudt tilstand. I indhegnede parceller af samme forsøg har såvel buske som træer derimod udviklet sig glimrende. Umiddelbart forekommer det, at hegn vanskeligt kan undværes, men man skal huske på, at hegning er en kostbar foranstaltning, og at man kan tillade nogle års forsinkelse af kulturen til gengæld for den sparede omkostning.

Naturnær skovdrift med vedvarende skovdække vil – hvis den drives i en struktur med intensiv blanding af træarterne – føre til, at det fortrinsvist er skyggetræarterne som forynger sig, og at bundvegetationen gradvist bliver mere sparsom. I denne form kan den ikke betegnes som udpræget vildtvenlig, selv om den stadige, spredte foryngelse af træer vil være en fødekilde for vildtet. Men der er intet i vejen for, at man inden for rammerne af naturnær drift kan forynge holme eller grupper af en sådan størrelse, at der i en periode opstår en større åbning i kronedækket, så en kraftigere bundflora kan etablere sig. Der er dog tale om en balance, idet træerne har sværere ved at forynge sig, jo kraftigere bundfloraen er.



Figur 7-20. Sået trægruppe i en "vildtvenlig" kultur. Eg, lind, røn, skovfyr og birk har alle overlevet – indtil videre.

(Foto: Palle Madsen)

Figur 7-21. Fra en vildtvenlig kultur. Til højre en lille indhegnet parcel; til venstre har vildtet adgang. Forskellen i udvikling ses tydeligt.

(Foto: Palle Madsen)



Uanset driftsform er det tilbagevendende spørgsmål for hjortevildtets trivsel, om hegning kan undværes. Under de nuværende forhold vil flertallet af skovdyrkere i Danmark mene, at foryngelse uden hegning er en umulighed. Paradoksalt nok ville man antageligt kunne skabe væsentligt bedre livsbetingelser for hjortevildtet, hvis den nuværende høje bestand blev nedbragt til et sådant niveau, at foryngelse uden hegn var en mulighed.

### Flere åbne arealer

Blandt jagtkyndige er det blevet fremført, at vildtet vil trives optimalt, hvis omkring 1/3 af skovens areal består af åbne områder. Selv uden brug af hegn kan dette ønske langt fra imødekommes af kulturarealerne i et intensivt træproducerende skovbrug. Som nævnt er kulturerne kun sammenlignelige med åbne områder de første ca. 10 år af træernes levetid. Det betyder, at højst 10-20 % af arealet (afhængigt af træartsvalg) vil være attraktive for vildtet.

Såfremt der ikke er et absolut krav om at producere mest muligt træ, er der imidlertid muligheder for en større andel af åbne arealer. Ganske vist fremgår det af skovloven, at arealer med fredskov som udgangspunkt skal holdes bevoksede med højtstammede træer, men der er undtagelser. Op til 10 % af arealet kan benyttes til skovgræsning eller stævningsdrift. Græsning med kreaturer eller heste kan godt forenes med, at også råvildt benytter arealet, og stævningsdrift kan give en meget varieret flora, som er til stor nytte for biodiversiteten generelt. På yderligere 10 % af arealet må der etableres ”åbne naturarealer”, f.eks. skovenge, som også vil være til gavn for vildtet. Endelig tillader skovloven, at arealer holdes uden træbevoksning ”når det er nødvendigt for skovdriften”. Hvordan dette

skal fortolkes, er ikke helt klart, men myndighederne vil næppe tillade, at større dele af skoven holdes ubevoksede under henvisning til, at hovedformålet med skovdriften er jagtudøvelse. Derimod er det inden for lovens rammer at etablere foderpladser og vildtagre på mindre arealer i fredskov. Vildtagre kan være tilsæt med foderafgrøder, eller de kan være i form af ”vedvildtagre” med eksempelvis pil eller stødskud af eg, som kan give føde til vildtet mange år efter anlæg.

Langs de større veje i skoven er der rabatter og ofte vejgrøfter samt undertiden en ubevokset stribe, der benyttes som læggeplads for effekterne. Disse arealer kan udnyttes aktivt i vildtplejen ved at slå vegetationen, når den er blevet høj og grov, så de friske skud kan udnyttes som føde. Høj græs- og urtevegetation bør dog bevares på dele af arealet, så fuglevildtet kan finde dækning. På tilsvarende måde kan sjældent benyttede spor give bedre fødemuligheder, hvis de slås en eller to gange om året.

Alt i alt er der gode muligheder for at opretholde åbne områder i skoven til gavn for vildtet. Herved mindskes træproduktionen naturligvis tilsvarende. Men for en del skovejendomme har jagten så stor betydning for økonomi og/eller ejsjæglæde, at man med åbne øjne træffer valg til fordel for jagtinteresserne.

### Træartsvalg

De goder for vildbestanden, som kan skabes ved at opretholde åbne arealer i skoven, kan til dels opnås, hvis skovdyrkningen baseres på lystræarter i stedet for skyggetræer. Under træarter som eg, ask og fuglekirsebær er der tilstrækkeligt lys til, at en varieret bundflora kan udvikle sig. På næringsfattige lokaliteter kan birk og skovfyr udfylde samme rolle, selv om bundfloraen aldrig udvikler sig så kraftigt under disse betingelser. Ud over, at bundfloraen kan tjene som føde for vildtet, tillader lysforholdene også, at der udvikler sig en egentlig underskov af buske og træer, som kan yde dækning og skjul. Buske og småtræer som tjørn, hassel, fjeldrøbe, dunet geddeblad og hæg kan udvikle sig til et mere eller mindre tæt krat under lystræerne og give dækning for vildtet. Undervækst af buske kan holde sig tæt i mange år, men naturligvis kan der i stedet ske det, at skyggetræarter som bøg, gran, ahorn og avnbøg spirer under lystræerne. I så fald er der kun dækning, indtil skyggetræerne er vokset op og deres naturlige oprensning begynder.

Lige som for de åbne arealer er et større islæt af lystræarter en balance mellem træproduktion og jagtinteresser. Skyggetræarterne blandt nåletræerne (rød- og sitkagran, grandis m.fl.) vil på de gode jorde kunne nå en gennemsnitlig produktion på 20 m<sup>3</sup>/ha/år eller undertiden mere. Bøg vil kunne producere 10-15 m<sup>3</sup>/ha/år, mens lystræarterne (eg, skovfyr,

birk, el) i gennemsnit over omdriften ikke vil producere mere end 10 m<sup>3</sup>/ha/år. Eg har dog de senere år været begunstiget af et godt marked, så den lave produktion opvejes af høje salgspriser for de gode kvaliteter.

I den jagtorienterede skov er nåletræernes rolle i første række at være dækning og evt. sovested for vildtet. Til det formål er det hensigtsmæssigt, at der findes spredte holme af unge nåletræer. Rødgran foretrækkes som regel, da den anses for at give den bedste dækning. Sitkagran er ikke helt så tæt i sin nåle- og grenstruktur, og ædelgran/nordmannsgran opsamler meget vand mellem nålene, når det regner. De tørrer derfor langsomt og værdsættes ikke så højt af vildtet. I den vestligste del af landet kan contortafyr skabe udmærket dækning, samtidig med at den udgør et fødeemne for kronvildt, men på grund af contortafyrrens spredningsevne bør man være forsigtig med at plante den på steder, hvor den ikke allerede forekommer. Da de fleste nåletræer kun giver ordentlig dækning i en kortere årrække, skal der jævnlige etableres nye kulturer for at tilgodese vildtet. Alternativt kan man hvert eller hvert andet år topkappe nåletræerne i 1,5-2 meters højde, så de holder sig grønne og tætte til jorden. Det er en arbejdskrævende foranstaltning, men til gengæld kan vildtremisen opretholdes på samme sted i mange år, og man slipper for omkostningen til nyplantning.

### Vildt og skovbryn

Skovbryn er til nytte for både vildtet og træproduktionen. For at tilgodese vildtet bedst muligt, anbefales det, at ydre skovbryn er 30-40 meter brede. Det er ikke alle steder, at så brede skovbryn er nødvendige for træproduktionen, men ud over, at brede skovbryn optager produktionsareal, behøver hensynet til vildtet i dette tilfælde ikke at være på bekostning af træproduktionen. Den struktur af skovbrynet, som sikrer skovklima inde i skoven, vil samtidig sikre god dækning for vildtet. Der er tale om varig dækning, for plejen vil mest bestå i lejlighedsvis fjernelse af nogle af træerne, så der hele tiden kommer lys til busklaget i bunden.

Bortset fra disse indgreb vil der i almindelighed ikke færdes mennesker i selve skovbrynet, så vildtet har uforstyrret og stabil dækning. Skovens ydre bryn vil normalt grænse op til landbrugsjord, hvor der ofte er rigelig føde til vildtet. Kombinationen af ro, dækning og fødegrundlag betyder, at tætheden af vildt i skovbrynene kan blive meget høj.

Ved anlæg og pleje af brynene kan der tages særlige hensyn til vildtet, blandt andet ved at sørge for, at der både er åbne pletter og vinterdækning. Det sidste kan man eksempelvis opnå ved at indplante grupper af flerstammet bjergfyr, som ikke bliver for høj og bevarer sin tæthed i mange år. Ved artsvalget i øvrigt kan man skele til vildtets fødepræferen-



cer. Brombær, roser, tjørn og hylde i kanten, og blandt træerne vild æble og røn, er alle populære arter både hos hjortevildt og fugle.

## 7.9 Gødskning

Sammenlignet med landbrugsafgrøder er træernes behov for plantenæringsstoffer kun lille. Det hænger i høj grad sammen med dyrkningens formål: Målet med landbrug er at forsyne mennesker og husdyr med frø og plantedele, der har et højt næringsindhold. Ved den årlige høst fjerner man derfor store mængder af de næringsstoffer, som også er værdifulde for planten. Målet med skovbrug er primært at producere træ (dvs. ved); et produkt som er fattigt på næringsstoffer. Fældning og fjernelse af træernes stammer medfører derfor kun bortførelse af begrænsede mængder næringsstoffer.

Desuden har flere af vore vigtige skovtræarter (ikke mindst blandt nåletræerne) deres naturlige udbredelse på steder, som er fattige på plantenæring, og er tilpasset sådanne betingelser. I overensstemmelse hermed anses det i almindelighed ikke for nødvendigt eller nyttigt at gødske skov, i hvert fald ikke på morænejordene fra seneste istid, som er fremherskende i landets østlige og nordlige del. Anderledes stiller det sig i hedeområderne vest og syd for isens hovedstilstandslinie. Her er udgangsmaterialet for jordbundsdannelsen næringsfattigt, og jorden er yderligere blevet udpint gennem mange generationers landbrugsdrift med utilstrækkelig tilbageførelse af plantenæringsstoffer. Især på hedesletterne kan næringsindholdet være så lavt, at også træer har gavn af gødningstilførelse.

Den eneste del af skovbruget, hvor gødningstilførelse er en vigtig og næsten uomgængelig del af driften, er dyrkning af juletræer og pyntegrønt. Her fjernes store mængder grønne plantedele fra dyrkningsarealerne, og dermed også store mængder af plantenæringsstoffer. Dette tab må kompenseres, men emnet ligger uden for rammerne af denne bog.

### Historisk udvikling

Fra midten af 1800-tallet forsøgte man i tiltagende omfang at tilplante de hedearealer, som ikke kunne give et tilfredsstillende udbytte ved landbrugsdrift. De nyplantede træers udvikling var mange steder yderst langsom. Det stod hurtigt klart, at man kunne forbedre overlevelse og tilvækst i kulturerne ved at tilføre gødning. Især kvælstof (N) havde en effekt, men i nogle tilfælde også fosfor (P) og kalium (K). Tilførelse af små mængder kvælstof i forbindelse med hedetilplantning vedblev at være almindelig praksis i hele perioden ca. 1870-1950. Kvælstof blev dog langt fra altid tilført som mineralsk gødning, men meget ofte ved at så



kvælstof-fikserende bælgplanter (som regel lupin) i kulturerne. I disse tilfælde sås også en positiv effekt af fosfor-gødsning, men virkningen var måske mest indirekte, idet fosfor befordrede lupinernes vækst snarere end træernes. Ud over, at træerne direkte optager de tilførte plantenæringsstoffer, virker gødskningen også ved, at den – sammen med jordbearbejdning – stimulerer nedbrydning og mineralisering af det morlag, som findes på de fleste lyngklædte arealer. På den måde vil der i en periode blive frigjort yderligere næringsstoffer til træerne.

Perioden efter 2. verdenskrig (fra ca. 1950 til ca. 1980) var præget af stor byggeaktivitet, mangel på bygningstræ og deraf følgende høje priser på tømmer. Det affødte naturligvis ønsker om at forøge skovens produktion. Praksis med N-gødsning af kulturer i hedeplantagerne fortsatte, men resultater fra et voksende antal forsøg pegede på, at den hurtigste kulturstart generelt kunne opnås ved at tilføre en kombineret NPK-gødning, selv om tilførsel af P og K ikke var påkrævet på alle lokaliteter. Omkring 1960 modnedes planer om at øge landets træproduktion ved også at gødske mellemaldrende granbevoksninger. Et antal forsøg viste en positiv effekt af at tilføre NPK-gødning i forholdsvist store éngangsdoser (100-120 kg N, 20-40 kg P og 30-80 kg K pr. hektar). Statens skove i Midt- og Vestjylland påbegyndte i 1976 et større gødskningsprogram i rødgran for at stimulere tømmerproduktionen, med nogenlunde samme dosering som nævnt ovenfor. En opgørelse efter 10 års forløb viste dog, at forventningerne langt fra var blevet indfriet, og programmet blev bragt til ophør i 1989. Opgørelsen viste samtidig, at kvælstofrig gødning (NPK 23:3:7) generelt havde ingen eller negativ virkning, mens gødning rig på fosfor og kalium (NPK 14:4:17) generelt havde påvirket træernes vækst positivt. Udslaget var dog ikke så stort, at det kunne retfærdiggøre omkostningerne ved gødsning.

I perioden fra ca. 1970 til lidt efter årtusindskiftet øgedes nedfaldet af kvælstof fra atmosfæren fra 5-7 kg/ha/år til over 20 kg/ha/år. Kilden til disse store mængder kvælstof var hovedsageligt udslip af ammoniak fra landbruget og dannelsen af kvælstofoxyder i forbrændings(diesel-)motorer. Fra at have lidt under kvælstofmangel stod skovbruget nu i en situation, hvor nedfaldet fra atmosfæren indeholdt et overskud af kvælstof i forhold til træernes behov.

Gennem 1980'erne og 1990'erne kunne man flere steder i landet iagttage en forringet sundhedstilstand for rødgran. En teori var, at en medvirkende årsag var "overgødsning" med kvælstof på grund af det atmosfæriske nedfald. Et overskud af kvælstof vil helt eller delvist blive udvasket i form af nitrat, som siver ned i jorden og ud af røddernes rækkevidde. Den letopløselige og negativt ladede nitrat-ion medtager positivt ladede

basekationer, primært den letopløselige kalium-ion, dernæst calcium og magnesium. Resultatet er dels, at der opstår mangel på basekationer, dels at jorden forsures (pH falder); begge dele er negative for trævæksten. Der fremkom forslag om PK-gødsning og kalkning af nåletræplantagerne med henblik på ”re-vitalisering”, men kun få forsøg blev gennemført, og resultaterne var ikke éntydige. Blandt andet blev det iagttaget, at tilførsel af kalk i visse tilfælde kunne accelerere nedbrydningen af skovbundens organiske materiale og derved faktisk forøge nedsivningen af nitrat.

En forsigtig konklusion på grundlag af mange forsøg og erfaringer fra statsskovenes gødskningsprogram er, at traditionel produktionsgødsning af nåletræplantager næppe kan betale sig i Danmark som en generel foranstaltning. Virkningen er for usikker og for kortvarig. Det kan dog ikke udelukkes, at der findes sandede og næringsfattige lokaliteter, hvor gødsning vil være lønsom. Disse forhold står i kontrast til vort naboland Sverige, hvor man seriøst diskuterer storstilede gødskningsprogrammer, fordi træindustrien ønsker at øge hugsten, som allerede er næsten lige så stor som den samlede tilvækst. Forklaringen skal søges i, at størstedelen af den svenske skov vokser på betydeligt mere næringsfattig jord end den danske, og at den årlige nedbør i det meste af Sverige er betydeligt højere end her i landet. Samtidig er nedfaldet af kvælstof fra atmosfæren mindre. Vi står i en situation, hvor den mest begrænsende faktor for skovens vækst i Danmark er mangel på vand, og det hjælper ikke at tilføre ekstra næring. I Sverige begrænses væksten primært af mangel på næring, og gødsning kan være en udvej.

I løbet af de seneste årtier har kvælstof (og i nogen grad fosfor) fået opmærksomhed som kilde til miljøforurening. En serie af vandmiljøplaner har lagt begrænsninger på jordbrugets anvendelse af kvælstofgødning. Målet har været at begrænse udledningen af overskydende kvælstof og derved begrænse algevækst og iltsvind i såvel ferskvand som i de kystnære havområder. Begrænsningerne betyder, at det i dag ikke er tilladt at gødske mellemaldrende og ældre skovbevoksninger med kvælstof. Det træproducerende skovbrug kun må bruge kvælstofgødning på kulturarealer, indtil træerne er tre meter høje, og kun i en mængde svarende til 15 kg N/ha/år. Ved tilplantning af tidligere landbrugsjord må man slet ikke tilføre kvælstofgødning. I praksis er skovens brug af gødning minimalt, når undtages dyrkning af juletræer og pyntegrønt, hvor gødningsnormerne er meget højere.

Parallelt med de politisk bestemte begrænsninger for brugen af kvælstofgødning har landbruget nedsat sit udslip af ammoniak gennem ændret håndtering af gylle. Endvidere er der sket en stor teknisk udvikling af dieselmotorer. Ændret konstruktion, katalysatorer og tilsætning af urea

(”AdBlue”) til udstødningsgassen har betydet et markant nedsat udslip af kvælstofoxyder. Det samlede resultatet har været, at det atmosfæriske nedfald af kvælstof er aftaget væsentligt, og skovene står ikke i en så udpræget overskudssituation som sidst i 1900-tallet.

### Intensiv udnyttelse af træ til energi

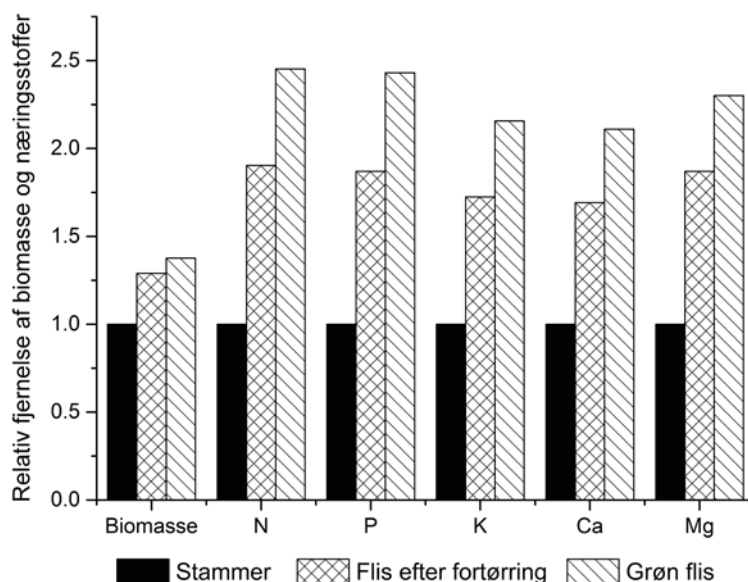
Stammeveddet indeholder kun små mængder af plantenæringsstoffer. Det procentvise indhold af næringsstoffer er højere i barken, og endnu højere i kviste, knopper og blade/nåle. Det betyder, at ved traditionelt skovbrug, hvor man kun udnytter stammen og eventuelt de tykke grene, fjerner man kun meget små mængder af næringsstoffer fra skoven.

Siden årtusindskiftet har vi imidlertid set en voldsom intensivering af udnyttelsen af træ til energiformål. Det betyder, at aflægningsgrænsen er flyttet mod tyndere dimensioner, og i stadig flere tilfælde udnytter man hele træet, undertiden endda også nålene. Konsekvensen er et stærkt forøget udtag af næringsstoffer fra skoven. Hvor store mængder, der er tale om, er bedst belyst for rødgran. Figur 7-22 viser resultater fra en første-gangstynding af rødgran, hvor man sammenlignede tre muligheder:

- 1) Kun udnyttelse af stammen (rundtræeffekter).
- 2) Flisning af hele tyndingstræer umiddelbart efter fældning (”grøn flis”).
- 3) Flisning af hele tyndingstræer, som blev fældet i april og flishugget i november efter tørring sommeren over (”brun flis”). I løbet af tørringsperioden mistede træerne cirka 75 % af nålene.

Figur 7-22. Eksempel på bortførelse af biomasse og plantenæring ved første tynding af rødgran, bonitet 2. Værdien er sat til 1, når kun stammen udnyttes. Hvis hele træet efter fortørring udnyttes til flis, fjernes f.eks. næsten dobbelt så meget kvælstof (N) og fosfor (P), som der findes i stammen. Hvis træerne flises i frisk tilstand (grøn flis), stiger tabet af N og P til næsten 2½ gange stammens indhold.

(Beregninger og figur: Inge Stupak, IGN)

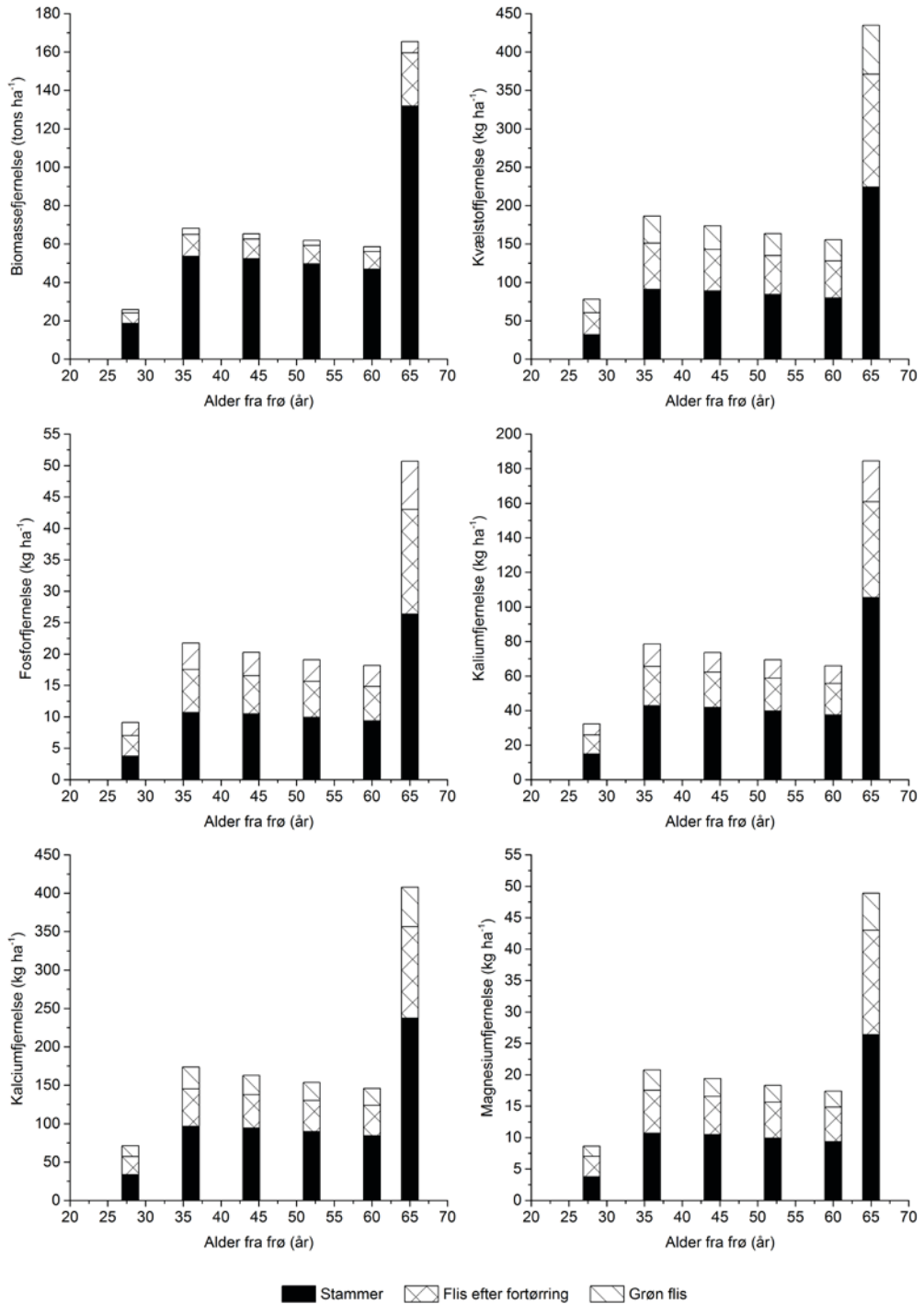


Det fremgår, at tabet af næringsstoffer øges voldsomt, når man udnytter andet og mere end blot stammen. Det hjælper dog på situationen, hvis træerne får lov at tørre, så de fleste nåle falder af. Samtidigt forbedres forbrændingsegenskaberne og flisens lagerfasthed. Men selv efter fortørring er tabet af de vigtige basekationer (K, Ca, Mg) meget større, end når kun stammen udnyttes. Også tabet af fosfor og kvælstof bliver næsten fordoblet.

Selv med ovenstående bortførelse af næringsstoffer vil tabet over en hel omdrift på de fleste lokaliteter ikke være foruroligende, hvis man kun udtager heltræer til flis ved de to første tyndinger. Anderledes kan det stille sig, hvis man ved afdrift af nåletræbevoksninger også udnytter grene og toppe (GROT) til energiflis. Som vist på figur 7-23 kan udnyttelsen af GROT føre til meget betydelige tab af næringsstoffer, også selv om man lader materialet tørre på arealet inden flishugning.

Der eksisterer kun få forsøg, som kan belyse den langsigtede virkning af heltræudnyttelse. Nogle svenske undersøgelser konkluderer, at heltræudnyttelse vil medføre en langsigtet reduktion af tilvæksten, såfremt man ikke kompenserer næringsstofftabet med gødsning. De få danske resultater er ikke helt entydige. De tyder på en nedsat tilvækst i kulturer efter heltræudnyttelse, men virkningen synes at være kortvarig. Forskellen mellem danske og svenske resultater kan også i dette tilfælde skyldes, at den svenske skov vokser under mere næringsfattige forhold og i områder, hvor depositionen af næringsstoffer fra atmosfæren ikke er nær så stor som i Danmark.

Hvis heltræudnyttelsen skal være bæredygtig på længere sigt, skal de fjernede næringsstoffer erstattes, normalt enten ved nedfald (deposition) fra atmosfæren eller ved forvitring af jordbundens mineraler. For kvælstofs vedkommende vil tabet formentligt kunne dækkes af nedfaldet fra atmosfæren, så længe nedfaldet er på samme høje niveau som nu. For de øvrige næringsstoffer er situationen usikker og meget afhængig af lokaliteten. På de østdanske morænejorde er der ikke på kort sigt fare for næringsstofmangel, selv om både grene og toppe udnyttes. På de grovsandede og mere udvaskede jorde i landets vestlige del kan der være alvorlig bekymring for, at skoven kommer til at lide af næringsmangel, hvis både tidlige tyndinger og GROT fra afdrift udnyttes. Det afhænger dog både af jordens forvitringspotentiale og af, hvor mange salte fra havet som tilføres på den aktuelle lokalitet. Ingen af disse spørgsmål er særligt godt belyst. Med vores nuværende viden kan vi ikke drage sikre konklusioner, men der må manes til forsigtighed med udnyttelse af GROT i landets vestlige del. Desuden opfordres til, at kulturer efter heltræudnyttelse holdes under observation for symptomer på næringsstofmangel.



Figur 7-23. Bortførelse af biomasse (tørstof) og plantegenæring over en hel omdrift i rødgran (bon. 2) med 5 tyndinger og afdrift. Tre alternativer: a) Kun stammer udnyttes, b) Hele træet udnyttes efter fortørring,

c) Hele træet udnyttes i frisk tilstand. Det ses, at tabet af næringsstoffer stiger kraftigt, hvis man udnytter GROT efter afdriften. (Beregninger og figur: Inge Stupak, IGN)



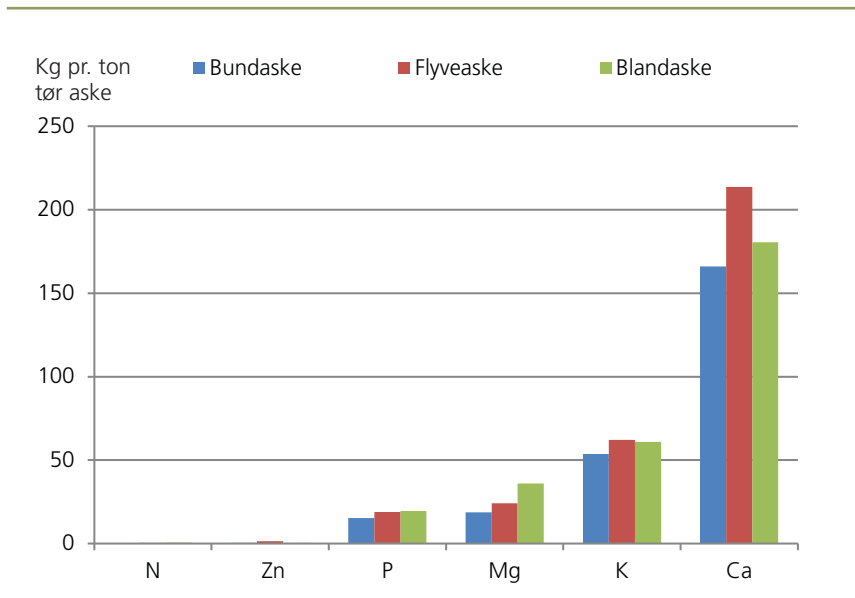
En endnu større bortførelse af næringsstoffer vil naturligvis ske, hvis man også udnytter stød og rødder. Der er imidlertid ret få eksempler på dette i Danmark, og vores viden om de langsigtede virkninger er mangelfuld.

På alle jordbundstyper kan der være bekymring for, at en intensiv udnyttelse af hugsten på langt sigt vil føre til et formindsket indhold af kulstof i jordbunden, med deraf følgende ringere evne til at binde vand og næringsstoffer. Også på dette felt er vores viden utilstrækkelig, men de få tilgængelige resultater tyder på, at ændringerne sker ret langsomt.

### Re-cirkulering af flisaske

Frygten for at udpine skovjorden i forbindelse med den intensive udnyttelse har styrket bestræbelserne på at føre flisasken fra kraft- og varmeværkerne tilbage til skoven. I dag deponeres størstedelen af flisasken på kontrollerede pladser. Prisen for denne deponering er i mange tilfælde over 1 000 kroner pr. ton (inkl. statsafgift), så værkerne har også et økonomisk incitament til at nyttiggøre asken.

Asken indeholder en stor del af de mineralske plantenæringsstoffer, som var til stede i brændslet. Man kan genfinde ca. 90 % af calcium-indholdet og 70-80 % af fosfor, kalium og magnesium. Derimod forsvinder alt kvælstof sammen med røggassen, og af svovl kan kun genfindes en mindre del i asken. Men danske skove tilføres ret store mængder kvælstof fra atmosfæren og svovl i form af sulfat fra havet. Suppleret med disse kilder burde asken kunne dække en stor del af træernes behov for næringsstoffer.



Figur 7-24. Næringsstofindholdet i aske varierer. Her vises et gennemsnitligt indhold i henholdsvis bund-, flyve- og blandingsaske fra flisfyrede varmeværker i Danmark.

(Efter Skov & Ingerslev 2011)

I asken findes imidlertid også små mængder af en række tungmetaller: cadmium, bly, chrom og kobber. En del af tungmetallindholdet kommer fra træerne, som optager stofferne fra jorden, men noget kan også stamme fra risten og andre dele i fyringsanlægget. Det er især cadmium-indholdet, som har vakt bekymring og som er årsag til, at anvendelsen af træ- og halmstøbe til jordbrugsformål er reguleret gennem den såkaldte Bioaskebekendtgørelse (Bekendtgørelse nr. 818 af 21. juli 2008). I skove må der højst tilføres 3 tons aske (tørstof) pr. hektar inden for en periode på 10 år, og tilførslen af 3 tons/ha må højst gentages 3 gange inden for en periode på 75 år. Der skal foreligge kemiske analyser af asken, og der må under ingen omstændigheder tilføres mere end 60 gram cadmium pr. hektar i løbet af 75-års perioden. Her ud over er der sat grænser for, hvor meget fosfor man må tilføre skovjorden: maksimalt 30 kg årligt pr. hektar. Fosformængden må dog beregnes som et gennemsnit over 3 år, sådan at der ved én udspredding må tilføres op til 90 kg/ha, under forudsætning af, at der ikke udspreddes noget de efterfølgende to år.

Udspredder man en askemængde, som holder sig inden for ovenstående begrænsninger og de øvrige bestemmelser i bioaskebekendtgørelsen, kan man opnå at tilføre plantenæring i en mængde, som er sammenlignelig med bortførslen ved intensiv udnyttelse af hugsten.

Asken, som kommer direkte fra forbrændingen, har et højt indhold af oxyder. Det betyder, at den er meget basisk, ætsende på organiske materialer og farlig at håndtere, hvis man får askestøvet i lungerne eller øjnene. Inden asken kan udspreddes i skoven, må den hærdes: I første omgang skal en tør aske befugtes enten ved vanding eller ved optag af luftens fugtighed, hvorved oxyderne omdannes til hydroxyder. Herved bliver asken kemisk set mindre aggressiv, men den er stadig meget basisk (pH omkring 12) og skadelig for alle levende organismer. For at opnå fuldstændig hærkning skal asken optage kuldioxid fra luften, så oxyder og hydroxyder omdannes til karbonater. Denne proces sker i løbet af nogle måneder, hvis asken lagres i et ikke alt for tykt lag, som helst må omskovles og blandes nogle gange i løbet af perioden. Efter denne proces er pH faldet til ca. 8, og asken udgør ikke nogen akut risiko for miljø eller mandskab, hvis den spreddes i skoven.

Aske, der spreddes i skov, skal være tilstrækkeligt hærdet jvf. Bioaskebekendtgørelsen. Hærkningen sker i nogle tilfælde allerede i containeren på varmeværket, i andre tilfælde skal asken gennemgå en kontrolleret hærkningsproces. Hærkningen er vigtig for at undgå uønskede virkninger på skovbunden. Uhærket aske med stærkt basisk reaktion er direkte ødelæggende for bundvegetationen. Forsøg har endvidere vist, at en hævnning af pH i morlaget kan forøge omsætningen af dette organiske lag. I værste

fald frigøres der så mange ioner ved denne omsætning/nedbrydning, at man ender med en større udvaskning af næringsstoffer fra jordbunden end før asketilførslen.

Udseende, sammensætning og tekstur af asken varierer meget mellem værkerne. Den ideelle aske er et finkornet og ensartet mineralisk materiale, som er let at håndtere med mekanisk grej. Hvis partikelstørrelsesfordelingen og/eller fordelingen af fugt har været meget uensartet i flisen, indeholder asken imidlertid ofte en del stykker af kun delvist forbrændt træ. Det samme kan forekomme, hvis fyringsanlægget har været presset til maksimal kapacitet, så flisen ikke har nået at udbrænde helt. I andre tilfælde, hvor forbrændingstemperaturen har været meget høj, kan noget af asken være smeltet og sintret sammen til større eller mindre klumper, ofte kaldet ”slagge”.

Udspreddingen af asken i skoven foregår lettest med rotor-spredere af samme type, som bruges til gødning i landbruget, eller til salt/sand ved glatførebekæmpelse. Disse spredere arbejder bedst med et homogent materiale, så det er vigtigt at sikre sig, at asken består af løst materiale uden klumper. Nogle typer aske kan med fordel knuses eller soldes inden udspreddingen, men i mange tilfælde er det tilstrækkeligt at køre oven i askedyngen, eller at bearbejde den med skovlen på frontlæsseren, inden asken læsses i spredevognen. Asken skal være fugtig ved spredningen for at undgå støvgener. Spredningen sker fra stiksporene i bevoksningen, og herfra slynges askepartiklerne ind mellem træerne.

Askespredningen udgør et æstetisk problem i skoven. Heldigvis viser erfaringen, at nedbøren hurtigt vasker asken af grene, nåle og bundvege-



Figur 7-25. Spredning af flisaske med modificeret gødningsspreder monteret på en udkørselsmaskine.

(Efter Skov & Ingerslev 2013)

Figur 7-26. Virkningen af flisaske på mos. Til venstre efter udspre-  
dning af uhærdet aske,  
til højre hærdet aske.

(Foto: Simon Skov)



tation, så asken kun ses som partikler på skovbunden. På træernes bark ud mod sporene kan asken ses i længere tid, men falder efterhånden af. Træerne tager ikke skade af at blive ramt af løs aske. Det er dog vigtigt, at asken ikke indeholder hårde klumper af slagge eller andet, som kan skade barken. Den hærdede aske udgør ikke nogen sundhedsrisiko for mennesker, og skiltning eller afspærring af området er kun påbudt, hvis spredningen forgår i bær- eller svampesæsonen.

Med sin høje ion-koncentration og sin let basiske reaktion er asken dog ikke helt uskadelig for levende organismer. Mos er ret følsomt, fordi det optager både fugt og næring gennem bladene, hvorimod de fleste frøplanter er mere robuste. Korrekt hærdet aske gør dog kun begrænset skade på mosset. Efter nogle måneder sker der genvækst, og et år efter udspreddingen kan der som regel ikke erkendes nogen skade på mosset.

Det er muligt at pelletere asken inden udspredding, og man kan evt. bruge kloakslam som bindemiddel i disse askepellets, hvorved jordbunden også får et mindre tilskud af kvælstof og organisk materiale. Pelletering kan være med til at sikre en jævn spredning af asken, fordi alle partikler er af ensartet størrelse. Samtidig undgår man både svidning af bundvegetationen og de æstetiske problemer, da de små askepellets er lidet iøjnefaldende for skovgæsten. Desværre er processen så dyr, at spredning af pelleteret aske ikke er økonomisk attraktiv for varmegærkerne.

Tilbageførsel af flisaske til skovbunden må indtil videre ses som en langsigtet forsikring mod, at jordbunden under granplantagerne forarmes, når både stammer, grene og toppe høstes til energi. Det er sandsynligt, at intensiv udnyttelse af skovene til energi på langt sigt vil medføre en forringelse af næringsstofpuljen på de letteste jorde, og tilbageførsel af asken er et af midlerne til at modvirke denne tendens. For varmegærker-

ne har det hidtil været en omkostning at deponere asken, og adskillige værker har vist sig villige til at bruge pengene på spredning af asken i skoven i stedet for at betale for deponeringen. Samtidig kan denne genbrug af aske give et lille plus i varmeværkets grønne regnskab. Tilbageførsel af aske til skoven kan således være en foranstaltning til gavn for begge parter.

Spredning af aske i større omfang er endnu et så nyt fænomen, at virkningen på træernes vækst er ukendt på nuværende tidspunkt. De ganske få forsøg, som har løbet over længere tid, har stort set ikke vist noget udslag på tilvæksten. Men analyser af jord og grundvand under forsøgsbevoksningerne har vist, at i hvert fald en del af de tilførte næringsstoffer er tilgængelige for træerne i de øverste jordlag. Udvaskningen af næringsstoffer har været minimal, og der er ikke konstateret nogen nedsvivning af tungmetaller til grundvandet.

## 7.10 Skadevoldere i skoven

En række forskellige levende organismer kan nedsætte træernes vækst og eventuelt true deres overlevelse. I kapitel 6 er nævnt nogle pattedyr og insekter, som kan volde problemer i kulturstadiet. Men også senere i træernes liv kan man opleve angreb af skadevoldere, og nedenfor skal nævnes nogle af de væsentligste. For de fleste af disse skadevoldere gælder, at en direkte bekæmpelse ikke er gennemførlig. Gennem dyrkningspraksis kan man imidlertid forringe deres levevilkår og derved begrænse skaderne.

### Hjortevildt

Mens råvildt kun er et problem i kulturer, indtil træerne er blevet mands høje, kan *kronvildt* forvolde alvorlige skader på ældre træer. Skaden består i afskrælning af bark op til 1,8 meter over jorden, og er mest kendt fra nåletræplantagerne i Jylland. Når træet forsøger at overvokse skaden, bliver stammetværsnittet meget uregelmæssigt, og sårene fra barkskrællingen er ofte indfaldsvej for rådsvampe. Resultatet er, at den nederste del af stammen bliver uanvendelig som savværkstræ, og må sælges til energiformål. Endvidere er det ret almindeligt, at stammen bliver svækket så meget af skrællingen, at den knækker i storm. Derfor er kronvildtskrællingerne årsag til et stort økonomisk tab for skovene.

Kronvildtet skræller også løvtræ, og med den voldsomme forøgelse af kronvildtbestanden, som i øjeblikket sker på Sjælland, må det forudses, at skader fra kronvildt bliver et voksende problem for løvskovdriften.

Grunden til, at kronvildtet skræller bark af træerne, er ukendt. De mulige forklaringer strækker sig fra mangel på visse mineraler, over mangel



Figur 7-27. Kronvildt-skrælning medfører store sår på stammerne, så den nederste del ikke kan bruges til tømmer.



på grovfoder, til slet og ret kedsomhed. Ofte ses det, at den afskrællede bark ikke bliver ædt, men blot efterlades på skovbunden. Skrælningen begynder som regel allerede før første tyndingshugst, når træerne er ca. 10 cm tykke, og den kan fortsætte, indtil træerne har udviklet er egentlig skorpebark. Tætte bevoksninger med fred og ro er mest udsatte.

Ud over bortskydning af kronvildtbestanden har man umiddelbart ingen effektive midler til at undgå skrælleskaderne. Tidligere brugtes en særlig barkhøvl til at høvle striber i yderbarken, uden at skade kambiet. Den efterfølgende udsvedning af harpiks og dannelse af skorpebark gjorde træerne uinteressante for vildtet. Men metoden er meget arbejdskrævende og er i dag alt for kostbar til at være lønsom. Gennem tilrettelæggelse af såvel skovdrift som jagtudøvelse kan man imidlertid mildne skaderne. Det gælder om at skabe lysåbne områder, hvor kronvildtet kan finde føde og ro, så det ikke behøver at skjule sig i grantykninger om dagen. Samtidig må der gerne være en vis uro (færdsel, skovningarbejde, jagt) i og omkring de unge granbevoksninger, så de er mindre attraktive for vildtet. Erfaringer fra udlandet tyder på, at man ved en målrettet indsats kan ændre vildtets adfærd og på den måde reducere skrælningsens omfang.

### Svampe

En af de alvorligste skadevoldere i det hjemlige nåletræskovbrug er *rod-fordærversvampen* (*Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref.; ofte kaldt ved sit gamle navn *Trametes*). Den kan dræbe unge træer, men den alvorligste skade består deri, at den i ældre træer nedbryder veddet i stammens indre, så træet mister sin salgsværdi. Svampens angreb på rodsystemet bevirker desuden, at træerne mister en del af deres stabilitet og er mere udsatte for at vælte i storm. Sporer inficerer stød fra nyligt fældede træer, og herfra kan svampehyferne gennem rodsammenvoksninger brede sig til stående træer i bevoksningen. Lille planteafstand øger spredningen

gennem rodsammenvoksninger, og tidlige hugster – f.eks. udtag af juletræer i rødgranbevoksninger – kan bevirke tidlig og stærk infektion med svampen. Angrebene er ofte værst ved tilplantning af landbrugsjord, hvor jordens pH er hævet ved kalkning, og hvor der mangler andre skovbundssvampe, som kan konkurrere mod rodfordærveren. Unge træer af de fleste træarter kan angribes af rodfordærver, men i Danmark har svampen størst økonomisk betydning for rødgran og sitkagran (*Picea*). Lærk, nobilis og cypres er dog også meget modtagelige, mens ædelgran og nordmannsgran er meget modstandsdygtige.

Spredningen af svampen kan begrænses ved at behandle stødene efter tyndingshugster med urea (karbamid) eller præparatet Rotstop, som består af sporer fra *Kæmpe-Barksvamp* (*Phlebiopsis gigantea* (Fr.) Jülich). Ved temperaturer over 5 grader koloniserer denne svamp hurtigt stødet og forhindrer, at rodfordærveren efterfølgende etablerer sig (den virker *antagonistisk* over for rodfordærver). På stærkt inficerede arealer kan det være nødvendigt at ty til et træartsskifte, f.eks. til ædelgran eller løvtræ, hvoraf birk dog er ret modtagelig. Douglasgran og grandis kan angribes af rodfordærver i ungdommen, men antallet af døde træer når sjældent et alvorligt omfang, og de tilbageværende træer overvinder angrebet.

*Honningsvampe* kan optræde både som nedbrydere af dødt ved i skovbunden og som parasitter på levende træer, hvor de dræber og gennemvokser kambiet for at nå ind i stammeveddet. Honningsvampe har en karakteristisk vækstform, idet hyferne danner ret tykke strenge (såkaldte rhizomorfer) som i frisk tilstand er lyse, men senere farves sorte. Hvis man finder et netværk af disse strenge under den døde bark, er det et sikkert tegn på angreb af honningsvamp. Frugtlegemet er en gul (honingfarvet) paddehat med lameller og en tydelig ring om stokken.

I Danmark er identificeret fem arter, hvoraf dog kun to er almindelige. Ægte honningsvamp (*Armillaria mellea* (Vahl) P. Kummer) findes i løvskov, hvor den kan optræde som en alvorlig parasit, f.eks. på egetræer, som har været afløvede af insekter og derfor er svækkede. Asketræer, som er angrebet af asketoptørre, dræbes også typisk af honningsvamp, når de er blevet tilstrækkeligt svage. *Kølestokket honningsvamp* (*Armillaria lutea* Gillet) er lidt mørkere og er tæt besat med små brune skæl oven på hatten. Den findes både i løv- og nåleskov, men er ikke så aggressiv en parasit som den ægte honningsvamp. Den kan dræbe svækkede træer, men mere almindeligt angribes rødderne, så træets stabilitet langsomt nedsættes. På nåltræer kan den nedbryde det indre af stammen, så den bliver hul. I modsætning til rodfordærver går honningsvampen dog sjældent mere end ½-1 meter op i stammen, så det økonomiske tab er begrænset.

*Asketoptørre* har siden 2004 reduceret den danske bestand af asketræer meget stærkt. Svampen, som har fået det latinske navn *Hymenoscyphus pseudoalbidus*, stammer sandsynligvis fra Asien, hvor den skulle leve i fredelig sameksistens med en eller flere lokale arter af ask. Efter de første observationer i Polen omkring årtusindskiftet har den nu bredt sig til det meste af Europa, hvor den optræder som en aggressiv parasit. De små, lyse og skiveformede frugtlegemer kan findes på bladstilkene af nedfaldent løv. Herfra spredes sporerne, der vistnok inficerer de unge blade efter udspring, og herfra vokser svampen ind i årsskuddet og dræber kambiet. Tabet af blade og unge skud svækker træet, som ofte efterfølgende bukker under for angreb af honningsvamp. Gamle træer kan overleve længe, mens ask i kulturstadiet som regel dør i løbet af et par år. Det er ikke muligt at bekæmpe svampen, men da enkelte træer synes ret modstandsdygtige, håber man gennem forædling at kunne frembringe asketræer, som ikke angribes af sygdommen.

*Elmesyge* (*Ophiostoma novo-ulmi* Brasier) bredte sig hurtigt efter de første fund i Danmark i midten af 1970'erne, og i løbet af en ca. 25-årig periode dræbte den stort set alle større elmetræer i landet. Svampen vokser inde i vedkarrene, som tilstoppes dels af svampeceller, dels af træets egne modforholdsregler mod svampen: dannelselse af tyller og gummiagtige substanser. Herved standses vandtransporten til kronen, og træet dør. Svampen spredes fra træ til træ af barkbiller tilhørende slægten *Scolytus*, primært den store *elmebarkbille* (*S. scolytus* Fabricius). Svampesporerne afsættes både i ynglegangene under barken, og når de voksne biller foretager ernæringsgrav på kviste i træernes krone. Den store *elmebarkbille* kræver en vis barktykkelse for at kunne yngle, og den formerer sig ikke på små træer under armtykkelse. Elm kan blomstre og sætte frø i en meget ung alder, og derfor er træarten ikke uddød, selv om alle større træer er dræbt.

To andre arter af *elmebarkbiller* forekommer i Europa: *Lille elmebarkbille* (*S. multistriatus* Marsham) findes i Danmark, men er ikke så almindelig og heller ikke så effektiv i spredningen af sygdommen som den store *elmebarkbille*. *Pygmæ-barkbiller* (*S. pygmaeus* Fabricius) er i stand til at yngle på helt små elmetræer, men det er en sydlig art, som (endnu) ikke findes i Danmark. Efter sammenbruddet af den danske *elmebestand* er den store *elmebarkbille* blevet sjælden på grund af de manglende ynglemuligheder. I dag ser man derfor ganske mange elme, som når diameter på 10-20 cm eller mere uden at blive inficeret. Elmen har aldrig været dyrket som skovtræ i større stil, men den er interessant som biomasseproducent (energitræ) på grund af sin store tilvækst og evne til at sætte stødskud. Derfor er der grund til at undersøge, om elm på visse lokaliteter kan dyrkes i kort omdrift uden at blive dræbt af *elmesyge*.

## Insekter

Nåletræsnudebillen (*Hylobius abietis* L.) er behandlet i afsnit 6.8 om kulturpleje, og skal ikke yderligere omtales her. Lignende skader på rodhalsen af nyplantede nåletræer kan forårsages af *granrodbillen* (*Hylastes cunicularius* Erichson), som er en lille mørkebrun barkbille. Gnavet er sjældent så alvorligt som ved snudebiller, men i øvrigt kan man bruge de samme modforholdsregler: rodhalssprøjtning eller behandling med voks/lim/sand.

Nogle andre arter af barkbiller er mere alvorlige skadevoldere: *Typografen* (*Ips typographus* L.) er en 4-5 mm lang barkbille med karakteristiske ”tænder” bagest på dækvingerne. Denne meget almindelige bille er knyttet til rødgran, hvor den i almindelighed yngler i stærkt svækkede eller døde træer – herunder også i skovede effekter af rødgran. Moderbiller gnaver sig ind i barken, hvor den lægger sine æg. Larverne ernærer sig af det næringsrige sivæv (*phloemet*), hvor larvegangene danner et karakteristisk mønster. Friske træer kan normalt modstå angrebet ved at udskille harpiks, når moderbiller forsøger at bore sig ind, men hvis mange biller borer sig ind samtidigt, er træet ikke altid i stand til at danne tilstrækkelig harpiks til at afvise billerne. Især træer i en blottet syd- eller vestrand er udsatte, fordi billerne tiltrækkes af solopvarmede stammer, samtidig med at udtørringen svækker træerne. Billerne foretrækker stammer med diameter over 15 cm og er derfor en alvorlig fare for bevoksninger i tømmerstørrelsen. Når larverne æder sivæv, afbrydes forsyningen af næring til rødderne, og træet dør i løbet af ca. et år. Så længe rødderne fungerer, er der vandforsyning til kronen, og man kan derfor opleve, at træerne står med grønne kroner, mens barken allerede er ødelagt og begynder at falde af.

Typografen har i Danmark oftest to generationer om året med sværmning henholdsvis i maj og juli måned. For at undgå opformering er det vigtigt, at der ikke ligger ynglemateriale (skovede effekter af gran) sommeren over. Vinterskovet træ skal være ude af skoven inden 1. juli, før larvegenerationen fra maj-sværmningen klækkes. Det samme gælder effekter fra en eventuel ”saneringshugst” i juni, hvor man har skovet angrebne træer efter sværmningen i maj. Ved alvorlige billeangreb kan man yderligere reducere bestanden ved at foretage endnu en saneringshugst i august efter den anden sværmning. Fælde-bunkelægning og fortørring af rødgran kan medføre fare for opformering af typografer, men heldigvis er det mest de første tyndingshugster i bevoksningen, som udnyttes til flis, og disse træer er så tynde, at de ikke er særligt attraktive for typografen. Om muligt bør man foretage fælde-bunkelægningen allerede i sensommeren (medio august – september), så træerne når at tørre ud inden sværmningen i maj det følgende år. Opformering af billerne på



fældet træ kan eventuelt undgås ved at sprøjte de nyskovede effekter med et insekticid, men det bruges kun helt undtagelsesvist.

*Jättebarkbiller* (*Dendroctonus micans* Kugelann) hører oprindeligt hjemme på rødgran i Mellemeuropa, hvor den sjældent gør større skade. Men ved indførelsen af sitkagran i det europæiske skovbrug fik barkbilleren en ny vært, som desværre har vist sig meget modtagelig for dette skadedyr. ”Micans” er den største af vore barkbiller, 7-9 mm lang og meget mørk/sort med et gyldent hårlag. Lige som typografen lever larverne af sivævet, men de gnaver ikke separate gange, derimod en fælles ”hule”, som kan blive så stor som en hånd. Et karakteristisk symptom på angrebet er, at træerne udskiller klumper af harpiks, blandet med boresmuld, larvehuder m.m., gennem moderbillens indboringshul (kan ligne ”brændte mandler”). Jättebarkbilleren flyver ikke meget, men spredes ved at kravle fra træ til træ. Alvorlige angreb af ”micans” forekommer med tiårs mellemrum og er til stor gene for dyrkningen af sitkagran. Navnlige har det stor økonomisk betydning, når bevoksninger må afdrives i utide på grund af billeangreb.

Som nævnt i kapitel 4 kan to andre barkbillearter gøre skade på skovede effekter: *Stribet vedborer* på nåletræ og *gul vedborer* på løvtræ. Førstnævnte har langt størst økonomisk betydning. Disse barkbiller har en helt anden levevis end de ovenfor nævnte. Larverne ernærer sig ikke af selve træet, men af såkaldte ambrosiasvampe, som moderbillerne medbringer og ”indpoder” i borehullet. Billerne gør skade ved, at moderbillerne borer sig indtil 5 cm ind i splintveddet, hvor ynglegangen anlægges, ofte så den følger en årring. Ud fra denne gang gnaver moderbillerne larvekamre. Her opholder larven sig under hele sin udvikling, mens den lever af

Figur 7-28. Små hobe af boresmuld på barken er et tegn på angreb af vedborende insekter. Her er det gul vedborer på bøg.





svampene, der nedbryder indholdet i træets parenchymceller. Gangene er altså korte og kun få millimeter i diameter, men da ambrosiasvampene er sortfarvede, er gangene meget synlige og skæmmer træets udseende.

Træet bliver helt ubrugeligt til dekorative formål, men heller ikke i konstruktionstræ tolereres angreb af vedborer, selv om de små huller ikke i sig selv har nogen teknisk betydning. Hullerne er et symptom på, at træet har ligget for længe i skoven, så man kan frygte, at det også er angrebet af vednedbrydende svampe. Stribet vedborer sværmer, når temperaturen når op over 15 grader, dvs. typisk i april måned, og sværmingen kan strække sig helt ind i juni måned. For at undgå angreb skal vinter-skovet træ transporteres ud af skoven inden 1. april, og træ som skoves i perioden april-juni skal ud af skoven hurtigst muligt. Mens den voksne bille gnaver sig ind i træet, efterlader den en lille kegle af lyst boresmuld omkring indboringshullet, hvilket er et klart tegn på, at et angreb er i gang. Hvis det er umuligt at transportere træet ud af skoven i tide, kan angreb forhindres ved at sprøjte effekterne med et insekticid. Det skal ske inden billerne begynder at bore sig ind, da de ellers er beskyttede mod giften. Insekticidsprøjtning af effekter er ikke sædvanligt, men kan f.eks. komme på tale efter stormfald, hvor man ikke umiddelbart kan afsætte den store mængde af oparbejdet træ. Lagring af træet under oversprøjtning med vand (se afsnit 4.5) er lige så effektivt, men kræver, at træet transporteres til en central lagerplads.

De færreste af vore løvtræarter bliver alvorligt angrebet af insekter, men afløvning af *eg* er dog et problem. De væsentligste skadevoldere er tre arter af sommerfugle: Den store og den lille *frostmåler* forekommer begge på mange forskellige træarter, men i skoven forårsager de kun nævneværdig skade på *eg*. Lille frostmåler har lyst brune vinger med lidt mørkere aftegninger, og et vingefang på ca. 2,5 cm. Larven er kraftigt grøn med en mørkere stribe langs ryggen og lysere striber langs siderne. Den store frostmåler har mørkere brunlige vinger med kraftige mørke aftegninger, og vingefanget er 3-4 cm. Larven er brun med et par lysere striber på ryggen og gullige pletter/aftegninger på siderne. Begge arter er karakteristiske ved, at hunnen mangler vinger og derfor ikke kan flyve. Hannerne sværmer sent på året (oktober-december), og parringen finder sted i forbindelse med, at hunnerne kravler op ad stammerne. Æggene lægges i barksprækker på stammen og i kronen, og de klækkes i maj. Individuelle forskelle i træernes udspringstidspunkt har stor betydning for, hvor alvorligt de enkelte træer bliver skadet. Hvis træet springer ud, samtidigt med at hovedparten af æggene klækkes, kan det blive totalt afløvet.

*Egevikleren*, som er specifikt knyttet til *eg*, er en lille sommerfugl med kraftigt grønne vinger. Den sværmer og lægger æg i juli, men æggene

klækkes ikke før næste år i forbindelse med egens udspring. Larven har brunt hoved og sorte pletter på den grønne krop.

Med mellemrum ses masseopformeringer af disse sommerfuglearter, som ofte optræder sammen, og i øvrigt sammen med andre bladædende sommerfuglearter. Opformeringen varer oftest 2-3 år, hvorefter bestanden bryder sammen på grund af sygdomsudbrud. Angreb ses mest i mellemaldrende og ældre egebevoksninger. Egen reagerer på afløvningen ved at sætte Sankt Hans-skud og/eller vanris, men kan i øvrigt udmærket overleve et enkelt års afløvning, selv om tilvæksten kan falde til det halve af normalen. Ved flere års afløvning kan træet blive svækket så meget, at især honningsvamp kan angribe og dræbe træerne. Skaderne kan derved få alvorlige økonomiske konsekvenser.

Bekæmpelse af egevikler og frostmålere kommer næppe på tale. Den mulighed, der foreligger, er sprøjtning fra fly eller helikopter med et bakteriepræparat (*Bacillus thuringiensis*, handelsnavne DiPel, Thuricide m.fl.), der dræber sommerfuglelarver. Det vil dog kræve særskilt tilladelse fra Miljøstyrelsen, da midlerne ikke er godkendt til anvendelse i skovbruget. I almindelighed må man lade angrebet ebbe ud af sig selv, hjulpet på vej af mejser, støre, myrer m.fl.

## Litteratur til kapitel 7

*Bengtsson, S.R. (2008):*

Dæk op til skovens hjortevildt. SKOVEN nr. 11: 506-509.

*Bennetsen, E. (2009):*

Foderbuske til hjortevildt. SKOVEN nr. 2: 82-85.

*Bornebusch, C.H. (1928):*

Skovbrynet. Dansk Skovforenings Tidsskrift, 13. årgang, s. 109-115.

*Bryndum, H. (1969):*

Rødgranhugstforsøget i Gludsted Plantage. Det Forstlige Forsøgsvæsen i Danmark, beretning nr. 246, Bd. 32, s. 1-155.

*Bryndum, H. (1974):*

Rødgranhugstforsøget på Ravnholt. Det Forstlige Forsøgsvæsen i Danmark, beretning nr. 273, Bd. 34, hefte 1.

*Bryndum, H. (1978):*

Hugstforsøg i ung rødgran på leret morænejord. Det Forstlige Forsøgsvæsen i Danmark, beretning nr. 295, Bd. 36, hefte 1.

*Handler, M.M. (1984):*

Relativ træafstand, anvendelighed som tæthedsmål. Dansk Skovfor-  
enings Tidsskrift, 69. årgang, s. 361-374.

*Heding, N. (2000):*

Måldiameterhugst i det aldersklassevise skovbrug. Dansk Skovbrugs  
Tidsskrift, 85. årgang, hefte 1. Dansk Skovforening.

*Hübertz, H. (red.) (1994):*

Tema: Skovbryn. Dansk Skovbrugs Tidsskrift, 79. årgang, hæfte 1, s.  
2-144.

*Pedersen, N.K. (2014):*

Flersidige skovbryn – i den bynære, rekreative skov. Specialerapport,  
Institut for Geovidenskab og Naturforvaltning, Københavns Univer-  
sitet. 139 s.

*Röser, D.; Asikainen, A.; Raulund-Rasmussen, K.; Stupak, I. (eds.) (2008):*

Sustainable Use of Forest Biomass for Energy: A Synthesis with  
Focus on the Baltic and Nordic Region. Springer Science+Business  
Media B.V., 255 s.

*Schröder, C.H. (1883):*

Reglerne for Gjennemhugningen og for Bestandsplejen. Tidsskrift for  
Skovbrug, 6. Bind, s. 111-132.

*Skov, S.; Ingerslev, M. (2011):*

Forbehandling og recirkulering af flisaske. Skov & Landskab, Køben-  
havns Universitet. Rapport nr. 139. 107 s.

*Skov, S.; Ingerslev, M. (2013):*

Flisaske i praksis. Institut for Geovidenskab og Naturforvaltning,  
Københavns Universitet, Frederiksberg. 45 s.

*Søndergaard, N. (2009):*

Natur- og vildpleje. Landbrugsforlaget og HedeDanmark. 543 s.

*Vejre, H.; Ingerslev, M.; Raulund-Rasmussen, K. (2001):*

Fertilization of Danish Forests: A Review of Experiments. Scandina-  
vian Journal of Forest Research, No. 16: 502-513.

## 8. SKOVDRIFTENS PLANLÆGNING

### 8.1 Skovejernes motiver og mål

Forskellige skovejere har vidt forskellige ønsker om, hvordan skovdriften skal tilrettelægges. I Danmark er det især tydeligt, når man sammenligner offentligt ejet skov med flertallet af de private ejendomme. I de offentlige skove lægges der mere vægt på rekreative interesser for et bredt publikum, på beskyttelse af grundvandet, og i nogen grad på biodiversitet. I de fleste private skove er træproduktionen højere prioriteret, end det er tilfældet i de skove, som ejes af staten eller kommunerne. I praksis betyder det, at de offentligt ejede skove generelt rummer flere åbne arealer, og i træartsvalget lægges større vægt på at benytte hjemmehørende arter, dvs. løvtræ. De åbne arealer skal både gøre skovene mere publikumsvenlige og bidrage til øget biodiversitet. Sammen med en stor andel løvtræ sikrer de åbne arealer endvidere, at der dannes meget grundvand under skovene. Da de private skovejere har en mere direkte erhvervsøkonomisk interesse i skovdriften, er de generelt tilbøjelige til at dyrke vedproducerende træarter på alle arealer, som egner sig til det. Nåletræerne spiller en større rolle i det private skovbrug, da de især på let jord kan præstere en noget højere produktion end løvtræerne.

De private skovejere udgør imidlertid en meget uensartet gruppe, som ikke kan skæres over én kam. I det traditionelle godsskovbrug udgør skovdriften et mærkbart bidrag til ejendommens indtjening, og her er der både interesse og lang tradition for, at skoven dyrkes intensivt. Der lægges vægt på at vælge de træarter, der producerer bedst muligt på det givne areal, og forstligt personale sørger for kontinuerlig pasning, så bevoksningerne hele tiden yder deres bedste. Naturskønhed, rekreation og biodiversitet prioriteres højt, men helst ikke på bekostning af træproduktionen.

En voksende del af de private skovejendomme tilhører imidlertid ejere, som skaffer deres indtægt fra erhverv uden for jordbrugssektoren. De har ofte et helt andet syn på skovens rolle. Jagt, repræsentation og ejerglæde er de vigtigste begrundelser for at eje skoven, og det afspejles i driften. På flere felter har skovdriften på disse ejendomme meget til fælles med driften af de offentligt ejede skove. Man har en betydelig andel af åbne arealer, dels for at kunne drive jagt, dels for at ophjælpe den jagtbare del af biodiversiteten. Der er som regel et stærkt ønske om, at skoven ”ser ordentlig ud” af hensyn til såvel rekreation som repræsentation.

tion. Samtidig er de fleste personer i denne ejergruppe dog økonomisk bevidste og ser nødtigt, at skovdriften giver underskud.

Som nævnt i kapitel 1 rummer landet et meget stort antal ganske små skove, som i mange tilfælde udgør en del af en landbrugsejendom. Motiverne bag driften af disse små skovstykker er meget forskellige. Fælles for langt de fleste af ejerne er, at de betragter skoven som noget værdifuldt, der skal bevares, men graden af pasning varierer fra ingenting til det meget intensive. Ud over lokal forsyning med brænde har de små skovstykker sjældent nogen større betydning for ejerens økonomi, så pasningen af skoven må først og fremmest bygge på interesse. Man oplever derfor meget varierende engagement i skovdriften. Det rækker fra fuldstændig glemsel til en meget omhyggelig pleje, hvor målet kan spænde fra ophjælpning af biodiversitet, over jagt og anden rekreation og til målrettet produktion af kvalitetstræ.

Uanset motiver, mål og ejendomsstørrelse har *alle* skovejere dog interesse i, at skoven har langsigtet stabilitet og består af træer, som er levedygtige på lokaliteten. Hvilke træarter, man skal vælge at dyrke – og hvordan – beror både på vækstlokaliteten og på formålet med skoven. De følgende afsnit er skrevet ud fra den forudsætning, at træproduktion er hovedformålet med skovdriften. Afsnittene om træartsvalg og skovopbygning er dog af ret generel karakter.

## 8.2 Træartsvalget

Træartsvalget indebærer beslutninger på flere niveauer. Det strategiske niveau omfatter valget af træarter til en hel skovejendom eller et større område. Beslutningerne vil ofte hvile på de overordnede klimatiske og dyrkningsmæssige betingelser på egnen samt økonomiske overvejelser vedrørende den langsigtede rentabilitet, stabilitet og værdiskabelse på ejendommen. Træartsvalget i den enkelte bevoksning vil i højere grad være betinget af jordbunden og lokalklimaet netop på dette sted, og kan være påvirket af kortsigtede driftsøkonomiske forhold.

### Overlevelse og trivsel

Den første betingelse for at drive skovbrug er, at træerne kan overleve og opnå en så høj levealder, at de kan opfylde driftsformålet, hvad enten dette er træproduktion eller noget andet. I ”overlevelse” indgår også, at det skal være muligt at etablere en kultur af træarten på lokaliteten uden at skulle kæmpe mod urimelig planteafgang. Da størstedelen af landets skovareal er etableret på åben mark inden for de seneste 200 år, er der indhøstet mange erfaringer med, hvilke træarter det er muligt at etablere,



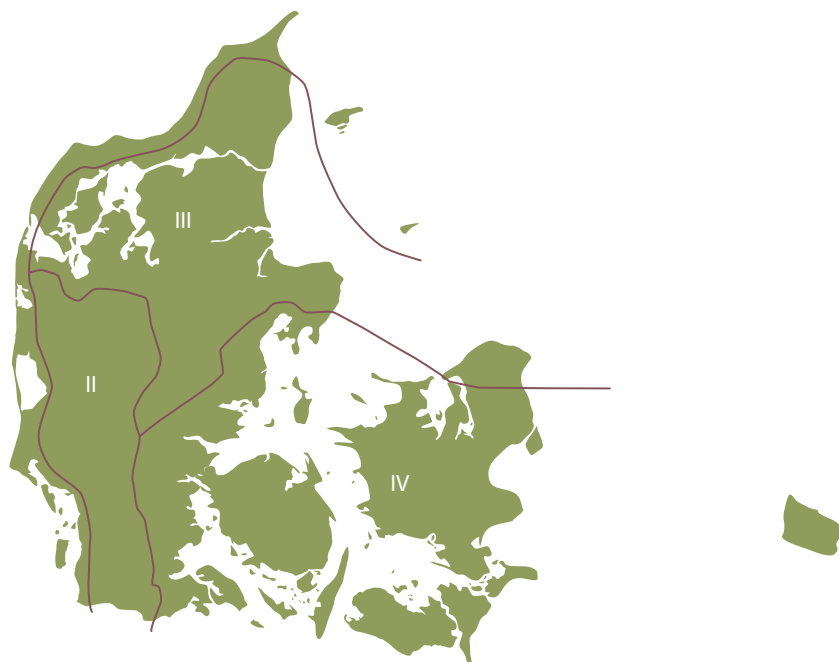
især i landets vestlige del. Dette erfaringsgrundlag må dog hele tiden justeres i takt med, at der er opbygget mere skovklima og bedre jordbundstilstand, og under indtryk af den generelle mildning af klimaet, som er sket, siden tilplantningerne blev påbegyndt.

Som en skematisk rettesnor for træartsvalget har man forsøgt at inddele landet i fire *skovregioner*, svarende til de fire eksempler, som er omtalt i afsnit 3.4.

*Skovregion I* udgøres af en smal stribe land langs den jyske vestkyst. Afgrænsningen er klimatisk bestemt, idet trævæksten begrænses af vind og saltnedslag fra havet. Frost i vækstperioden er derimod sjældent et problem på grund af havets nærhed og den fremherskende vestenvind. I størstedelen af regionen består overfladejorden af flyvesand, men træernes forsyning med vand og næring er i øvrigt særdeles varierende. Den afhænger af, om rødderne er i stand til at nå igennem sandlaget, og hvilken jordbundstype som findes under flyvesandet. Træartsvalget begrænses af vind og salt. Af de hjemmehørende arter kan skovfyr og stilkeg klare sig, men langt kraftigere vækst udviser nogle af de indførte nåletræer: sitkagran, contortafyr og til dels østrigsk fyr. I 1800-tallet blev store arealer tilplantet med bjergfyr, og nogle af disse bevoksninger findes endnu, skønt de aldrig har udviklet sig til mere end kratskov. På

Figur 8-1. Landets inddeling i skovregioner.

(Modificeret efter Henriksen 1988 og Granat 2005)



ikke for næringsfattige steder, hvor der allerede findes skov, vil bøg og eg kunne etablere sig, men man må ikke have for store forventninger til deres vækstkraft og stammeform.

*Skovregion II* omfatter hedesletter og bakkeøer i den del af Jylland, som ikke var isdækket under seneste istid, dvs. området vest og syd for hovedstilsandslinien, som går omtrent fra Bovbjerg på vestkysten til Viborg og videre mod syd til Bov ved den dansk-tyske grænse. Regionen er i første række defineret ved jordbunden, som generelt er sandet og udvasket, selv om der er ret store forskelle mellem bakkeøernes gamle moræneaflejringer og hedesletternes smeltevandssand. Nedbøren i regionen er over landsgennemsnittet; højest mod syd. Det afspejler sig i træernes tilvækst, som er højere på hedesletterne i det sydlige Jylland end på tilsvarende jordbund i Midtjylland. Den sandede jord har dog kun en lille vandholdende evne, så både næringsstof- og vandmangel sætter mange steder grænser for træernes udvikling. Nattefrost i vækstperioden er hyppigt forekommende. Det betyder, at sarte træarter har svært ved at overleve kulturfasen, også selv om de i øvrigt godt kan vokse, når det lykkes at bringe dem igennem kulturstadiet. Blandt mulige træarter kan også i denne region nævnes skovfyr og contortafyr, men langt den mest udbredte træart er rødgran. Den har vist sig meget robust i kulturfasen, samtidigt med at den producerer værdifuldt tømmer. Lærk klarer sig godt, og på beskyttede steder kan douglasgran og grandis indblandes, idet lærk eller rødgran fungerer som ammetræ. Sitkagran er ikke helt så anvendelig, da den er noget frostfølsom. Ædelgran kan kun etableres under skærm, men kan i øvrigt udvikle sig godt, hvis den overlever ungdommen. På de mest frostudsatte steder kan evt. plantes omorikagran, som har senere udspring end rødgran og derfor bedre modstår forårsfrost. Produktionen er dog lavere end hos rødgran, undtagen på de fattigste jordbundstyper.

*Skovregion III* består af moræneaflejringer fra den seneste istid, aflejret af ismasser, som er kommet fra nord og øst. Den dækker Jylland nord for hovedstilsandslinien samt områderne mellem den jyske højderyg og den østjyske israndslinie (også kaldet "den Harderske israndslinie"). Vækst- og jordbundmæssigt må også Nordsjælland regnes med til denne region. Skovene i regionen findes hovedsageligt på de grusede og sandede randmoræner: Jyske Aas, Rold Skov-området, den midtjyske højderyg og Grib Skov-området. Næsten alle nåletræer vokser fortrinligt i denne region, og især douglasgran må fremhæves for sin gode vækst på randmorænerne. Eg og bøg kan dyrkes uden større problemer, men udviser ikke overlegen vækst og udvikling. Frost kan være en begrænsning for træartsvalget i lavningerne, mens der sjældent er alvorlige frostproblemer på bakkerne.

Skovregion IV omfatter Østjylland syd for Djursland samt øerne øst for Lillebælt (bortset fra Nordsjælland). Her er jorden mere ler- og kalkholdig. Det drejer sig om moræne fra den seneste istid, afsat af is, som kom fra syd og øst ("det ungbaltiske isfremstød"). Bøgen har sin optimale udvikling i dette område undtagen på de lerede moræneflader, hvor afdræningsforholdene er ringe, og stilkeg derfor klarer sig bedre. På dybgrundede jorde (dvs. hvor der er god iltforsyning i dybden) med god vandforsyning kan ahorn udvikle sig godt. Det samme gælder ask på steder med vandbevægelse i jorden. I det hele taget udgør regionen den del af Danmark, som indbyder mest til dyrkning af løvtræ. Rødgran og sitkagran vokser godt på bakkerne, mens væksten ofte stagnerer allerede i 40-års alderen på flade, lerede jorde. Ædelgran klarer sig lidt bedre på fugtige lokaliteter, og på den sværeste jord kan *Thuja plicata* opvise en tilvækst, som er på højde med eller bedre end gran.

Som grundlag for træartsvalget på det enkelte areal er inddelingen i skovregioner naturligvis alt for grov og kan kun bruges som en overordnet rettesnor. Lidt mere detaljerede retningslinier findes på hjemmesiden [www.plantevalg.dk](http://www.plantevalg.dk). Man må dog altid foretage en lokal vurdering af jordbunds- og afdræningsforholdene, f.eks. i form af en forstlig lokalitetskortlægning som omtalt i kapitel 3. Yderligere må der tages hensyn til andre faktorer end jordbunden, eksempelvis frostrisiko, om stedet er særligt udsat for vind/storm, forekomsten af rodfordærver og vildtbestandens tæthed. Især sidstnævnte punkt er blevet meget aktuelt i Danmark og har resulteret i en øget anvendelse af sitkagran og lærk, som er mindre udsatte for vildtbid. En anden mulighed er *Tsuga heterophylla*, som ganske vist bliver fejlet, men som regel ikke bidt af vildtet.

### Afsætning

Hvor målet er erhvervsmæssig træproduktion, er det en betingelse, at træerne kan sælges, når de er blevet tilstrækkeligt store. Her udgør skovbrugets lange produktionstid et problem i træartsvalget, for det er meget svært at bedømme i dag, hvad der vil være salgbart i en fjern fremtid. Ud over rent gætværk er der ikke mange andre muligheder end at se på de langsigtede historiske tendenser. Gennem hele det seneste årtusinde har der været forbrug af og efterspørgsel på savet bygningstræ. Da træ er et bekvemt og hensigtsmæssigt byggemateriale under vore himmelstrøg, forventes efterspørgslen at holde sig et godt stykke ud i fremtiden. På grund af sin stammeform og sit høje styrke/vægtforhold er nåltræ mest anvendeligt til bygningskonstruktioner, med rødgran som den absolut foretrukne art i Nordeuropa. Sitkagran har tilsvarende egenskaber, men bearbejdningen på savværkerne er lidt vanskeligere og udbyttet lidt lavere på grund af en mere usikker stammeform. Ædelgran er vanskelig at tørre og efterspørges derfor ikke så stærkt af savværkerne, men træet

har i øvrigt egenskaber på linie med rød- og sitkagran. Omorika, tsuga og grandis har lidt ringere styrke, og for grandis vedkommende opnås kun en rimelig kvalitet af konstruktionstræ, hvis hugststyrken har været svag. Kernetræarterne lærk og douglasgran leverer bygningstræ af meget varierende kvalitet og er derfor ikke så efterspurgt til almindeligt konstruktionstræ. Derimod kan de med opkvistning og lange omdriftstider levere specialeffekter, som er efterspurgt f.eks. til beklædning, gulve og bygningsinventar. Da denne produktion af specialsortimenter kræver kontinuerlig forstlig drift over lange tidsrum, vil udbuddet formentlig også i fremtiden være begrænset og udgøre en niche for de skovejendomme, som har en langsigtet stabil administration og drift. Klimamæssigt og geografisk har Danmark en gunstig beliggenhed for at producere nåletræ af høj kvalitet. Der vil vedblivende være en stærk konkurrence fra de store skovlande omkring os, men med dyrkning på de rette lokaliteter, og forsigtig hugstbehandling, vil det danske nåletræ kunne hævde sig i konkurrencen. For nogle arter (rødgran, sitkagran) kan det dog være et spørgsmål, om træerne kan opnå tilstrækkeligt høj alder til både at få tilstrækkelig dimension og kvalitet.

I byggeriet bruges store mængder af *træbaserede pladematerialer*: spånplader, OSB, MDF m.m. Disse materialer forventes også at spille en stor rolle i de kommende årtier, men der er tale om udprægede bulk-varer, som ikke stiller særligt høje krav til råvaren. Betalingsviljen for råvaren er derfor heller ikke stor. Fabrikationen foregår overvejende uden for landets grænser, og selv om de danske skove kan bidrage med råvarer, har vi ingen fortrinsstilling på det internationale marked. Det samme gælder for råvarer til *papir og pap*. Tendensen er, at en stadig større del af råvareforsyningen kommer fra plantager i troperne og subtroperne, som kan præstere en langt højere produktion, end det er muligt i Danmark.

Den fremtidige afsætning af løvtræ er endnu sværere at gisne om. De gode (og dyre) kvaliteter af løvtræ bruges traditionelt til dekorative formål og til ting, som er udsat for slid: møbler, gulve, trapper osv. Tidligere brugte man også (løv)træ til en mængde ting og redskaber i husholdningen, som i dag laves af plast eller metal. For vores nationaltræart bøg er forholdet dog det, at den vigtigste anvendelse historisk set har været brændsel, og prisen på træet har afspejlet dette. I forbindelse med en kortvarig opblomstring af eksporten til Fjernøsten sidst i 1900-tallet steg prisen på bøg voldsomt, men er nu sunket tilbage til det tidligere niveau. Om prisen vil øges på ny, er et åbent spørgsmål. I Mellem- og Østeuropa findes store ressourcer af bøg, som indtil videre opretholdes og fornyes i kraft af træartens gode biologiske konkurrenceevne og ret høje tilvækst. Danmark ligger på nordkanten af bøgens udbredelsesområde, og både i

tilvækst og kvalitet har vi svært ved at konkurrere med landene syd for os. Umiddelbart ser konkurrencesituationen gunstigere ud for eg, som kræver lange tidsrum med kontinuerlig forstlig pleje (afskæring af grene og vanris, passende hugst) for at opnå de bedste kvaliteter. Her står Danmark stærkt med sin lange skovbrugstradition. Ahorn (ær) indtager en tilsvarende stilling, men kan drives i kortere omdrift.

Et meget usikkert punkt er udviklingen på markedet for bioenergi, som har vokset sig stort i løbet af de seneste 20 år. Det har haft meget positiv betydning for det danske skovbrug, fordi energiprisen har sat en minimumspris for tynde og ukurante sortimenter, som ellers var vanskelige at sælge. Fra politisk hold har træ til energiformål stor bevågenhed, men det er svært at forudsige, om denne gammelkendte energiform vil blive overhalet af den tekniske udvikling, især på området for solenergi. En forsigtig vurdering er, at træ i hvert fald vil være en væsentlig energikilde de næste 20-30 år, sådan at flis og energitræ kan være basis for dyrkning af træarter med kort omdrift og kan medregnes i tyndingsudbyttet for de øvrige træarter. Man må dog have for øje, at flis og energitræ er nogle af de ringest betalte produkter fra skovdriften. Derfor vil det være uklogt at benytte skovjorden til kun at producere energi.

*Figur 8-2. Træflis til fjernvarme udgør i øjeblikket en væsentlig del af skovens økonomi.*



### Risikospredning

For alle ovenstående anvendelser af træ gælder det, at træindustrien foretrækker stabile leverancer af ensartet råvare – eller med andre ord: store mængder af nogle få træarter. I et lille land med lav skovprocent og tradition for at dyrke mange forskellige træarter er det svært at opfylde industriens ønske. Udbuddet er ret blandet og består af små portioner. Markedssituationen indbyder til at koncentrere skovdyrkningen på nogle



få arter og at plante disse arter over store arealer. Risikoen for skader, insektangreb, sygdomme og skift i markedet trækker dog i modsat retning. Der vil altid være en balance mellem på den ene side risikospredning og på den anden side rationel drift og afsætning, men der kan ikke gives generelle anvisninger på, hvordan den bedste balance opnås. Dog kan det anføres, at hvis træartsvalget sker på grundlag af jordbunden og lokalklimaet på det enkelte areal, har man en høj grad af sikkerhed for en skov med stabil vækst. Hvor små arealer/bevoksninger, man så vil arbejde med, må komme an på, om en intensiv og detaljeret skovdrift kan betale sig.

I Danmark er stormfald den alvorligste risikofaktor. Risikoen er absolut størst for nåletræ, med sitkagran, rødgran og contortafyr som de mest udsatte arter. For løvtræ udgør stormfald ikke samme problem undtagen i de sjældne tilfælde, hvor en stærk storm rammer landet inden løvfald. Selv om stormfald er et alvorligt problem, er det dog ikke en hindring for at dyrke nåletræ i Danmark. Skovdyrkningspraksis har meget stor betydning, og svage eller ingen hugstindgreb i de ældre bevoksninger er det bedste middel til at nedbringe risikoen. Endelig rammer stormfald næsten kun bevoksninger, hvor træerne har nået tømmerstørrelse. Selv om knækkede træer og større oparbejdningssomkostninger end ved normal afdrift betyder et økonomisk tab, giver oparbejdningen dog et dækningsbidrag. Men det kan være et betydeligt problem for skovdriften, at man ikke selv bestemmer afviklingstidspunktet, og at stormskader kan ødelægge hugstfølgen, så også andre bevoksninger må afvikles i utide.

På verdensplan er insektangreb en af de mest ødelæggende faktorer i skovbruget. I sammenligning hermed er problemerne små i Danmark, selv om risikoen for masseopformering af insekter er til stede i store ensartede bevoksninger af én træart. Mest udsat er nok sitkagran for insektangreb, dels af jættebarkbilen (*Dendroctonus micans*) dels af sitkalus (*Elatobium abietinum*). Masseopformering af disse to arter kan forekomme på grund af forhold, som skovdyrkeren ikke er herre over.

På rødgran kan angreb af typografen være meget generende, men kan bedre imødegås med foranstaltninger i skovdriften. Aflovning af eg er en anden insektskade, som kan nedsætte tilvæksten og i svære tilfælde bevirke dødelighed i bevoksningen. Ingen af disse insektangreb er dog så alvorlige, at de forhindrer dyrkning af bestemte træarter. Anderledes stiller det sig med svampeangreb. Elmesygen har næsten udraderet landets bestand af elmetræer, mens asketoptørre har forhindret dyrkning af ask det seneste tiår. Disse eksempler viser, at træarter pludseligt kan miste deres dyrkningsværdi, uden at det er muligt at forudse risikoen.

En stor usikkerhed knytter sig til den ændring af klimaet, som tilsyneladende er under udvikling. Vores mest udbredte træart rødgran er naturligt hjemmehørende i områder med kontinentalt klima med kolde vintre. En klimatisk ændring i retning af mildere vintre og mere uensartet nedbørsfordeling indebærer derfor en risiko for, at rødgranens sundhedstilstand vil blive forringet. De fleste af vore øvrige skovtræarter forventes at være neutrale eller at ville vokse bedre i et lidt varmere klima. Indtil videre synes rødgranen dog ikke svækket i sin tilvækst, og set i klimamæssig sammenhæng er omdriftstiden for denne art så kort, at man formentligt vil få et positivt resultat af at plante rødgran i dag. Men naturligvis må man hele tiden holde tilvækst og sundhedstilstand under observation og tage en eventuel negativ udvikling alvorligt.

### Produktionspotentialer

Inden for de rammer, som sættes af træernes trivsel og afsætning, er målet at producere størst mulig værdi. I Midt- og Vestjylland var det frem til første del af 1900-tallet faktisk kun muligt at etablere skov ved at plante nåletræ, og i disse egne er nåletræerne stadig absolut overlegne produktionsmæssigt, selv om løvtræer sås og plantes i tiltagende omfang. Det er rød- og sitkagran, samt de lidt mere sarte arter douglasgran og grandis, der producerer mest, men tilvæksten kan variere fra ca. 5 m<sup>3</sup>/ha/år og helt op til 30 m<sup>3</sup>/ha/år, afhængigt af jordbund og nedbør. Ædelgran præsterer en vedholdende vækst, men den er meget svær at etablere på frostudsatte lokaliteter og har de fleste steder haft en meget lang startperiode med lille tilvækst.

På de mere næringsrige jorde i landets østlige del er billedet mere nuanceret. Også her er nåletræerne generelt de mest produktive, men løvtræerne kommer op på et tilvækstniveau, hvor de også økonomisk set er interessante. I forsøgsbevoksninger på de bedste jorde har grandis udvist helt overlegen vækst, mens de øvrige nåletræarter er mere jævnbyrdige med de bedste løvtræer. Med undtagelse af poppel producerer løvtræerne mindre end de hurtigtvoksende nåletræarter, når tilvæksten opgøres i kubikmeter, men vedmassen hos de fleste løvtræer har højere rumvægt end nåletræernes. Derfor kan arter som bøg, lind og ahorn godt gøre sig gældende, hvis produktionen af biomasse (tørstof) sammenlignes. Disse arter vil kunne nå en gennemsnitlig produktion på mellem 10 og 15 m<sup>3</sup>/ha/år, svarende til mellem 6 og 8 tons tørstof/ha/år (overjordisk biomasse). Lystræarternes (eg, birk, el m.fl.) produktion vil kunne nå op på mellem halvdelen og to trediedele af af skygetræarternes.

### Skovudviklingstyper

Af hensyn til risikospredning, opretholdelse af kontinuerlig skovtilstand og mulighed for selvforyngelse under skærm kan det være nyttigt ikke

blot at satse på én art, men at tilstræbe bevoksninger bestående af flere arter i enkelttræ- eller gruppevis blanding. Da melder spørgsmålet sig: Hvilke arter skal man blande? Spørgsmålet er grundigt behandlet i forbindelse med bestræbelserne på at indføre naturnær skovdrift i Danmark. Man kan læse mere i bogen *Naturnær Skovdrift*, redigeret af professor J. Bo Larsen (*Dansk Skovbrugs Tidsskrift*, nr. 1/2005. 400 s.) Her gives eksempler på en række skovudviklingstyper, dvs. træartsblandinger, som antages at være hensigtsmæssige i landets forskellige skovregioner.

Skovudviklingstyperne kan tjene som inspiration for den, som på langt sigt vil ændre skovtilstanden i retning af blandingskov med potentiale for selvforyngelse. Hvor de ønskede arter ikke allerede findes, vil man i de fleste tilfælde skulle indbringe dem i den eksisterende bevoksning ved gruppevis hugst (lysbrønde) med efterfølgende ”berigelsesplantning”. Denne indbringelse af nye arter må følges op med hugstmæssige indgreb, så de indplantede træer får en tilfredsstillende udvikling. Derimod er det i reglen ikke hensigtsmæssigt at ville skabe skovudviklingstypen ved at plante en ensaldrende blandingskultur af de pågældende arter. Meget ofte vil resultatet blive, at én art fuldstændigt dominerer og udkonkurrerer de øvrige, medmindre kulturen underkastes meget intensiv pleje og artsregulering.

*Figur 8-3. Eksempel på skovudviklingstype: Nr. 13, Bøg, douglasgran og lærk.*

*(Tegning: Anders Busse)*



Nogle af de blandinger, som forudses i skovudviklingstyperne, er velkendte i det etablerede skovbrug, således rødgran/skovfyr/birk, bøg/ahorn og bøg/lærk/douglasgran. Andre blandinger er sjældent forekommende. Flere af skovudviklingstyperne foreskriver blanding af løv- og nåletræer, hvor erfaringen viser, at nåletræandelen er ret udsat for stormfald. Omvendt opretholder nåletræerne ofte en god sundhedstilstand og kan opnå en høj alder i blanding med løvtræ, hvis bevoksningen ikke rammes af stormfald. En klar vanskelighed i forbindelse med opretholdelse af skovudviklingstyperne er Danmarks tætte vildtbestand. Vildtet

har meget stærk indflydelse på artssammensætningen af den selvfornyelse, som er en forudsætning for den langsigtede naturnære skovdrift.

### Økonomiske kriterier for træartsvalget

Som udgangspunkt for de økonomiske overvejelser bruges *omsætningsbalancen* (udtrykt i Dækningsbidrag II), som er omtalt i afsnit 3.5. Her ved fås et overblik over det samlede dækningsbidrag (*kasseoverskuddet*) ved en omdrift af den pågældende træart. Den simpleste økonomiske vurdering af træartsvalget er at sammenligne det gennemsnitlige årlige kasseoverskud træarterne imellem. Men omsætningsbalancen giver også oplysning om udgifternes og indtægternes fordeling over tid, altså *likviditetsforløbet* ved dyrkningen. Likviditeten har ofte stor betydning for ejerens dispositioner. Penge er i almindelighed en begrænset ressource, og det både er dyrt og usikkert at skaffe sig ekstra likviditet ved belåning. Kulturanlæg ved plantning udgør altid en stor belastning af likviditeten, og her spiller træarten en væsentlig rolle. Der kan udmærket være en faktor 3 til forskel mellem etablering af en robust træart, som ikke behøver hegn, og en sart træart, hvor der er brug for hegn, ammetræer/forkultur og ukrudtsbekæmpelse. Selvfornyelse kan i bedste fald etableres med en meget lille omkostning, og der er visse muligheder for at mindske belastningen af likviditeten ved at sprede sporindlæggelse, udrensning, efterbedring m.m. til flere indgreb, fordelt over tid.

Også hugstbehandlingen spiller en rolle for likviditetsforløbet. Stærk hugst i ungdommen efterfulgt af hugstfred i en lang periode (D=>A-hugst) giver ganske vist tidlige indtægter, men indtægterne kan være ganske små, da de tynde effekter er dyre at oparbejde og dårligt betalt. Der kan blive tale om et likviditetsforløb, hvor det varer meget længe, inden kulturomkostningerne er tilbagebetalt. Til gengæld vil der blive en stor indtægt ved afdrift af bevoksningen, fordi der er ophobet et stor vedmasse. Et mere jævnt likviditetsforløb fås ved at udstrække tyndingshugsterne over en længere periode, men der må i så fald vælges en træart, som tåler denne behandling uden at miste sin stabilitet.

Den jævnest fordeling af indtægter og udgifter fås ved at have en uensaldrende skov af flere forskellige træarter, men denne variation behøver ikke at være til stede på bevoksningsniveau. I en større skov vil en lige så stor økonomisk stabilitet kunne opnås ved at have mange bevoksninger, som hver især er ensartede, men til sammen dækker hele spektret af træarter og aldersklasser.

De fleste skovejere forlanger ikke blot likviditet, men også en vis forrentning af den kapital, der investeres i skoven. Valget af rentefod har været genstand for megen diskussion. Ved sammenlignende beregninger skal

der under alle omstændigheder være tale om realrente, dvs. forrentning renset for inflation. Skal beregningen være realistisk, må der bruges realrente efter skat, men beskatningen er politisk bestemt og kan være svær at forudsige. En umiddelbar opfattelse af, om den ønskede forrentning kan opnås, får man ved at tilbagediskontere alle omsætningsbalancens ud- og indbetalinger til tidspunktet for kulturens start. Matematisk kan det udtrykkes således:

$$C = \sum_{t=0}^{t=T} I \times \frac{1}{(1+p)^t} - \sum_{t=0}^{t=T} U \times \frac{1}{(1+p)^t}$$

C = Bevoksningens *kapitalværdi* umiddelbart før kulturanlæg

t = Bevoksningens alder fra anlæg

T = Bevoksningens omdriftsalder, regnet fra anlæg

I = Indtægt

U = Udgift

p = Kalkulationsrenten (eksempel: rentefod 2 % svarer til  $p = 0,02$ )

Kapitalværdien skal være større end nul, hvis forrentningen af de penge, der er indskudt i kulturanlæg og -pleje, skal overstige den valgte kalkulationsrentefod. Hvis man vil sammenligne forskellige træarter, skal der imidlertid tages hensyn til, at de har forskellig omdriftsalder. Det kan gøres ved at udregne den såkaldte *jordværdi*, dvs. jordens dyrkningsværdi med den valgte rente, hvis man fortsætter med at dyrke den givne træart på samme måde i al fremtid. Man udregner jordværdien ved at multiplicere kapitalværdien med den såkaldte *evighedsfaktor*:

$$Jordværdi = Kapitalværdi \times \frac{(1+p)^T}{(1+p)^T - 1}$$

Symbolerne er de samme som ovenfor.

Jordværdien bliver ofte brugt til sammenligning af forskellige træarter, men den kan ikke stå alene. Den afspejler kun i ringe grad likviditetsforløbet, og den tager ikke hensyn til at usikkerheden øges, når tidsperspektivet gøres længere. Den tager heller ikke hensyn til, at risikoen øges både med tiden og med størrelsen af den kapital, som står bundet i træerne. Endelig indebærer hele tanken om forrentning af den investerede kapital, at træarter med kort omdrift favoriseres på bekostning af de træarter, som kræver lang omdrift for at producere værdifulde sortimenter.



## 8.3 Valg af omdriftsalder

En vigtig beslutning i skovdriften er valget af omdriftsalder, dvs. hvor gamle man skal lade træerne blive, inden de fældes og sælges. Beslutningen bør naturligvis være differentieret, så omdriftsalderen afpasses efter træarten og lokaliteten. Men også inden for den enkelte træart kan omdriftstiden variere meget, f.eks. hvis der er afsætning for specialsortimenter af store dimensioner.

I princippet kan en bevoksning afdrives og dens værdi realiseres når som helst, hvis behovet for likvid kapital er tilstrækkeligt stort. Dog bør to forhold i hvert fald indgå i overvejelserne, inden man beslutter sig for afdrift:

- 1) Realiseringsværdien er i almindelighed stærkt stigende fra bevoksningens anlæg og frem til træernes modenhedsfase, så man vil få frigjort en større kapital ved at udskyde afdriften.
- 2) Ved afdrift fjerner man samtidigt produktionsapparatet, og en nyplantet bevoksning på samme areal vil i de første mange år kun producere tynde effekter med lav salgspris.

Et væsentligt kriterie for valg af omdriftsalder er hensynet til størst mulig værdiproduktion. Spørgsmålet er kort berørt i afsnit 3.5, hvor der imidlertid ikke er taget hensyn til forrentning, hverken af den stående eller den investerede kapital. Som det fremgår af eksemplet (eg) kan man ved simpel betragtning af kasseoverskuddet regne sig frem til så høje omdriftsalde, at risikoen for skader og store tab kommer til at veje tungt i vurderingen. I andre tilfælde (nåletræ) kan man støde på det problem, at stormfald eller svigtende sundhedstilstand gør det svært at opnå den levealder, som burde give det største kasseoverskud.

Ved erhvervsøkonomiske beregninger nøjes man ikke med at betragte kasseoverskuddet, men tager hensyn til kalkulationsrentefoden. Teorien og beregningerne bag valget af optimal omdriftsalder blev især udviklet af de tyske skovbrugsmatematikere Martin Faustmann og Max Robert Pressler i midten af 1800-tallet. Deres teorier har lige siden haft stor indflydelse på den forstlige tænkemåde, især i Norden og i den engelsktalende del af verden.

Et første fingerpeg om lønsomheden af en bevoksning kan fås ved at udregne den såkaldte *weiserprocent* (=”driftsrente”), dvs. værditilvæksten i forhold til den bundne kapital:

$$\text{weiserprocent} = \frac{\text{årlig løbende værditilvækst}}{\text{bevoksningens realiseringsværdi} + \text{jordværdi}} \times 100$$

I Presslers oprindelige definition indgik ikke jordværdien, men kapitalværdien ved bevoksningens anlæg. Senere skovøkonomer har indført jordværdien for at opnå et mere retvisende billede. Men evighedsfaktoren nærmer sig 1 ved lange omdriftstider, og derfor er forskellen ikke ret stor ved almindelig, langsigtet skovdrift.

Hvis det skal kunne betale sig at have bevoksningen stående, skal weiserprocenten overstige kalkulationsrenten, eller udtrykt på en anden måde:

$$\text{årlig værditilvækst} \geq \text{kalkulationsrente} \times (\text{bevoksningens realiseringsværdi} + \text{jordværdi})$$

Såfremt bevoksningen skal opretholdes og ikke afdrives straks, skal bevoksningens aktuelle (løbende) værditilvækst altså være så høj, at den kan forrente værdien af den stående vedmasse plus værdien af jorden med en rentesats, som overstiger kalkulationsrenten.

Medmindre bevoksningen rammes af råd eller andre værdiforringende skader, vil værdien af den stående bevoksning blive større og større. Efter at træerne har nået den diameter, der udløser maksimal pris pr. kubikmeter, vil værditilvæksten derimod aftage, fordi massetilvæksten falder (kapitel 3.5). På et tidspunkt vil de to sider af ligningen ovenfor blive lige store, og netop da falder det rette tidspunkt for afdrift, erhvervsøkonomisk betraget. Rentefoden øver stor indflydelse på den optimale omdriftsalder. Det ses af ligningen, at såfremt rentekravet er højt, må bevoksningen fældes, mens den har en lav realiseringsværdi, altså ved en ung alder. Tidspunktet for afdrift påvirkes i øvrigt stærkt af værditilvækstkurvens form. Ved produktion af effekter, hvis pris stiger med diameteren (de fleste gavntresortimenter), er den optimale omdriftsalder betydeligt højere, end hvad der svarer til maksimal gennemsnitlig massetilvækst. For sortimenter, hvor prisen kun afhænger af biomasseindholdet (energitræ), er det kun de aftagende oparbejdningssomkostninger, som giver et stigende dækningsbidrag med alderen, og det erhvervsøkonomisk optimale afdriftstidspunkt vil nærme sig tidspunktet for maksimal, gennemsnitlig massetilvækst. Hvis rentefoden er høj, kan afdriftstidspunktet endda falde, før den maksimale gennemsnitlige massetilvækst er opnået.

I den teoretiske skovøkonomi udregnes jordværdien næsten altid, som det er beskrevet i afsnit 8.2 (= J), altså som jordens dyrkningsværdi ved fortsat dyrkning af den samme træart på samme måde til evig tid. Jordværdien udregnet på denne måde er afhængig af omdriftsalderen. Kurven for jordværdi er imidlertid ret flad omkring tidspunktet for optimal omdriftsalder. Derfor kan man normalt tillade sig at benytte en fast jordværdi, udregnet med en omdriftslængde, som skønsvist er ansat i nærheden af den optimale.

På dagens ejendomsmarked handles skovjord til væsentligt højere priser end dyrkningsværdien indikerer. Derfor kan der argumenteres for, at det er jordens handelsværdi, som skal indgå i beregningen af omdriftsalder. I så fald kan det forekomme, at forrentningskravet ikke kan opfyldes af den unge skov, men først når træerne har opnået en vis dimension, såfremt værditilvækstkurven er stejlt stigende. Der må så foretages en beregning af, om den samlede værditilvækst overhovedet er i stand til at forrente værdien af jord og vedmasse, eller man hellere skal opgive erhvervsmæssig træproduktion, sælge jorden og investere sine penge i andre aktiviteter.

Det skal understreges, at beregningen af jordværdien forudsætter en forventning om, at både priser, omkostninger og tilvækst er kendte og uforanderlige i al fremtid. Der tages således ikke hensyn til, at usikkerheden vokser, jo længere vi forsøger at se ud i fremtiden. Der er heller ikke taget explicit stilling til den risiko, som skader, sygdomme og markedsforhold indebærer. Valget af en høj kalkulationsrente kan dog tolkes som manglende tillid til fremtiden og en forventning om høj risiko. En måde at imødekomme et krav om høj forrentning på kan være at nedbringe værdien af den stående kapital. Det indebærer, at man inden for rammerne af det frie hugststyrkeinterval gennemfører en stærk hugst, sådan at tilvæksten opretholdes med en mindre stående masse. Det rummer imidlertid en risiko for, at kvaliteten af det producerede træ forringes og at værditilvæksten derved også forringes, så man ikke opnår den tilsigtede erhvervsøkonomiske gevinst. Et højt rentekrav kan således føre til et skovbrug med bevoksninger af lav kvalitet, som drives i kort omdrift, med lille kasseoverskud og anstrengt likviditet til følge.

Selv om det teoretisk er muligt at udregne et optimalt afdriftstidspunkt for en bevoksning, er det langt fra altid, at bevoksningen afvikles på dette tidspunkt. Hugstfølgehensyn (se næste afsnit) og/eller ønske om økonomisk konsolidering af ejendommen kan føre til, at bevoksningen opretholdes i længere tid, end hvad der isoleret set er økonomisk optimalt, eller i sjældnere tilfælde at den afdrives før tid. Hensynet til værdiopbygning og ejendommens vekslende behov for likviditet kan føre til, at man arbejder med ”produktionsbevoksninger” og ”lagerbevoksninger”. Førstnævnte er de bevoksninger, som har en høj værditilvækst og derfor giver en høj forrentning af både den stående vedmasse og jordens værdi. Efter at have nået modenhed kan de overgå til lagerstatus, hvor de måske strengt taget ikke opfylder forrentningskravet, men de udgør en økonomisk buffer, som kan opretholdes i kortere eller længere tid, indtil der bliver behov for at frigøre kapital fra skoven. Med til vurderingen hører, at der ikke skal betales skat af den løbende tilvækst, men først når træerne fældes, og effekterne sælges.

Økonomisk optimering af omdriftsalderen er nogenlunde gennemførlig, når hver bevoksning kun består af én eller nogle få arter, og alle træer inden for den enkelte bevoksning er tilnærmelsesvist lige gamle (det *aldersklasse*vis skovbrug). I disse tilfælde har vi et stort erfaringsmateriale og tilvækstoversigter, som er tilvejebragt gennem talrige målinger. Derfor er vi i stand til at opstille en omsætningsbalance og udregne værditilvæksten på alle tidspunkter i bevoksningens liv. Hvis resultaterne bruges til at fastlægge afdriftstidspunktet for bevoksningen, vil nogle træer blive fældet lidt for tidligt og andre lidt for sent, men som gennemsnit for bevoksningen kan vi ramme meget nær det økonomisk optimale tidspunkt. Anderledes forholder det sig i skovdyrkningsystemer med vedvarende skovdække, hvor fokus er på at fælde enkelte træer i skoven på det tidspunkt, hvor de har nået den økonomisk optimale udvikling. At finde dette tidspunkt kræver, at vi kan fastlægge enkeltræets øjeblikkelige værditilvækst, hvilket er umuligt at gøre objektivt med de metoder, vi kender i dag. Den eneste mulighed er at udøve et fagligt skøn og prøve at vurdere, om træet er i god vækst og har en kvalitet, så det kan bidrage positivt til skovens samlede værditilvækst de kommende år. Skønt der ikke findes nogen analytisk løsning på spørgsmålet om, hvornår det enkelte træ skal fældes, er de økonomiske tanker langt fra unyttige. De bidrager til at skærpe opmærksomheden på enkeltræets kvalitet og trivsel. Denne opmærksomhed har man brug for, ikke blot ved afviklingen af modne, udvoksede træer, men også under udvisningsarbejdet i forbindelse med tyndingshugsterne som nævnt i afsnit 7.3.

## 8.4 Skovopbygning

Skovens opbygning og udseende afhænger helt af det valgte dyrkningsystem. I det aldersklassevis skovbrug vil skoven bestå af tydeligt afgrænsede bevoksninger, som hver især består af én etage af én eller et par forskellige træarter. I forbindelse med foryngelse kan det dog forekomme, at bevoksningen består af en over- og underetage med hver sin alder. Bevoksningen udgør en behandlingsenhed i forbindelse med pleje, hugst og foryngelse, og bevoksningsgrænserne opretholdes derfor ofte over flere trægenerationer.

Skoven får en helt anden fremtoning ved den naturnære skovdrift, hvor man bevidst søger at blande træarter og forskellige aldre over hele arealet. Her kommer skoven til at bestå af store, ensartede områder, som ikke er opdelt af bevoksningsgrænser. Ved pleje eller hugst tages så store arealer under behandling, som det er praktisk i forhold til afsætningsituationen samt maskin- og mandskabskapaciteten.

Egentlig er der blot tale om variation i forskellig skala. Ekstremerne er på den ene side storskala plantagedrift, hvor meget store og ensartede bevoksninger er fuldstændigt tilpasset enkel administration og optimeret brug af maskinkraft; og på den anden side plukhugst drift, hvor intensivt tilsyn og små detaljerede indgreb sikrer, at der kan tages hensyn til hvert enkelt træes udvikling. I praksis ses alle mellemformer: Aldersklassevist skovbrug på varieret morænejord er ofte opdelt i ganske små bevoksninger ("frimærkeskovbrug") for at kunne tilpasse træartsvalget efter jordbundsforholdene. Og af hensyn til foryngelsesmuligheder, trækvalitet og rationel pleje benytter den naturnære skovdrift ofte gruppe- eller holmevis foryngelse i stedet for intensiv blanding, dog under hensyntagen til at der hele tiden skal være så meget læ og skygge, at skovklimaet opretholdes.

### Vedvarende udbytte

En grundtanke i klassisk skovøkonomi og -planlægning har altid været, at skoven skulle kunne give et vedvarende og nogenlunde jævnt udbytte. Med afgrøder, hvor der går mellem 20 og 150 år mellem anlæg og høst, kræver det betydelig omtanke at nå dette mål. I skovplanlægningens barndom (1700-tallet) søgte man at nå målet ved at opbygge en *normalskov*. Skoven inddeles i lige så mange dele, som der er år i omdriften, og ved at afdrive og nytilplante én del hvert år, skulle man i princippet kunne opnå et fuldstændigt ensartet og vedvarende udbytte. Denne stærkt forsimplede tankegang forudsætter imidlertid, at man har en ensartet skov over hele arealet. I virkelighedens verden prøver skovdyrkeren at tilpasse træartsvalget efter jordbunden og vækstforholdene. Da de forskellige træarter hverken har ens tilvækst eller samme omdriftsalder, er det ikke helt enkelt at opnå et vedvarende, ensartet udbytte.

Normalskovs-tanken blev hurtigt opgivet i det nordeuropæiske skovbrug, og lever i dag kun i industrialiserede plantageanlæg, f.eks. i forbindelse med papirfabrikation. Bestræbelserne på at opnå vedvarende udbytte er stadig aktuelle i det flersidige skovbrug, men man har erkendt, at de fleste ejendomme ikke er tjent med et udbytte fra skoven, som er helt ens fra år til år. I stedet ønsker man at kunne opnå et større udbytte (kapitalhævning), når der er behov for det i forbindelse med arveskifte, større investeringer eller lignende. På en del større danske ejendomme er det aktuelt at afpasse hugsten i skoven efter høstudbyttet i landbruget, så man opnår en jævn strøm af indtægter for den samlede ejendom.

For at kunne variere skovens økonomiske udbytte efter behovet er det hensigtsmæssigt at råde over både produktions- og lagerbevoksninger, som nævnt i afsnit 8.3, men lagerperioden kan have meget vekslende længde. Hvis formålet er at udjævne et varierende udbytte fra landbrugs-



drift, er der kun brug for få års forskydning af hugstudbyttet. Det kan tilgodeses af næsten alle træarter uden at forringe det driftsøkonomiske resultat væsentligt. Er opgaven derimod at spare op til et arveskifte eller anden større frigivelse af kapital, kræves der langsigtet planlægning og etablering af træarter med forskellig omdriftslængde, så en stor vedmasse kan realiseres på én gang. Der bør også tages hensyn til, at de forskellige træarter har uens potentiale som lagerbevoksninger. Eg, douglasgran og lærk kan eksempelvis "gemmes" længe, uden at værdien formindskes. Bøg er mindre hensigtsmæssig på grund af risikoen for rødmarv, og rødgran/sitkagran er usikre på grund af stormfald, rodfordærver og insektangreb.

### Bevoksningsstørrelse

Medmindre der er tale om meget specielle effekter, vil træindustrien helst købe store partier af en ensartet råvare. Samtidig udgør transporten en ret stor procentdel af industriens råvarepris. I praksis betyder det, at for at opnå fuld pris for sit træ skal man helst kunne levere mindst et helt lastvognslæs ad gangen. Med dagens teknik vil det sige 30-40 m<sup>3</sup>. Som nævnt tidligere, bør man i nåletræbevoksninger tilstræbe ikke at hugge mere end ca. 40 m<sup>3</sup>/hektar ved et enkelt hugstindgreb, af hensyn til risikoen for stormfald. Også i løvtræ vil et væsentligt større hugstudtag virke som et drastisk indgreb. Da hugstudbyttet næsten altid fordeler sig på to eller flere sortimenter, bør en bevoksning helst have en størrelse på et par hektar eller mere. Det kan let komme i konflikt med ønsket om at tilpasse træartsvalget efter jordbunden. Heldigvis kan ønsket om rationel transport tilgodeses, blot der inden for kort køreafstand findes flere bevoksninger af lignende alder og træart, som kan gennemhugges samtidigt. Isolerede, små bevoksninger af meget specielle træarter bør derimod kun anlægges, hvis der satses på at frembringe specialeffekter med meget høj pris.

Ved naturnære driftsformer, hvor bevoksningerne indeholder såvel forskellige træarter som forskellige aldre, er det meget vanskeligt at give retningslinier for behandlingsenhedernes størrelse. Men som nævnt ovenfor bør der inden for det område, som gennemhugges på én gang, kunne leveres mindst ét lastvognslæs af hvert sortiment.

### Hugstfølge

Den største risikofaktor ved dyrkning af nåletræ i Danmark er faren for stormfald. Derfor er det vigtigt, at granbevoksninger højere end ca. 15 meter ikke pludseligt udsættes for vestenvinden. Frygten for stormfald betyder, at man næsten altid forsøger at påbegynde anlægget af nye granbevoksninger fra skovens (nord-)østside, sådan at zonen med nykulturer langsomt bevæger sig i (syd-)vestlig retning. I et varieret skovbrug er det

ikke muligt at efterleve denne regel slavisk, men det må så vidt muligt undgås at blotte vestsiden af ældre granbevoksninger. Foruden stormfald vil syd- og vestrandede være udsat for udtørring og opvarmning, som kan resultere i angreb af barkbiller, så træerne gradvist går ud, og bevoksningen ødelægges.

Løvtræ frembyder ikke så store hugstfølgeproblemer, skønt det også her må frarådes at åbne ældre bevoksninger mod syd og vest. Stammerne på gamle bøge kan lide skade ved pludseligt at blive udsat for solens stråler. Barken kan tørre ud og kambiet blive dræbt ("barkslag"), hvorved svampe og insekter får adgang til veddet. Eg og andre lystræer er ikke på samme måde følsomme for solindstråling. Derimod gælder det både for bøg og andre træarter, at blottelse af syd- eller vestranden kan føre til udtørring af skovbunden og skift af bundfloraen, så mulighederne for selvforyngelse forringes.

I hverken løv- eller nåletræ bør der være for stor højdeforskel mellem nabobevoksninger. Det medfører udvikling af randtræer med skæve kroner, grove grene og dårlig kvalitet og dermed en lavere salgspris. Hvis det er muligt, bør foryngelsen af skoven ske i en sådan rækkefølge, at kronetaget bliver nogenlunde jævnt eller med en svagt bølget overflade. Hvis skoven består af små bevoksninger, er det en stor fordel, at nabobevoksninger har samme omdriftsalder og kan vokse op i samme takt.

At rette op på en skov med uhensigtsmæssig hugstfølge kræver langvarig indsats og planlægning. Meget ofte må dele af skoven opretholdes som lagerbevoksninger i længere tid end påtænkt for ikke at udsætte nabobevoksninger for unødige stormfaldsrisiko. Af mere langsigtede tiltag kan man bl.a. bruge træarter med meget forskellig omdriftslængde for gradvist at ændre foryngelsesrækkefølgen. Det vil samtidigt medføre en vis økonomisk risikospredning. Etablering af indre skovbryn kan også på længere sigt give væsentligt større frihed i hugstfølgen.

En overgang til naturnær skovdrift med vedvarende skovdække vil naturligvis løse de fleste hugstfølgeproblemer. Den naturnære skovdrifts blanding af træarter og aldre kan i visse tilfælde også i sig selv nedsætte risikoen for stormfald, selv om blanding af løv- og nåletræer nærmest har den modsatte virkning. Der synes at være tendens til, at bevoksninger med træer af forskellig alder og størrelse er mere stabile end ensaldrende bevoksninger, under forudsætning af at overetagens træer har haft tilstrækkelig tid til at vænne sig til vindens pres.

## 8.5 Arealoversigter

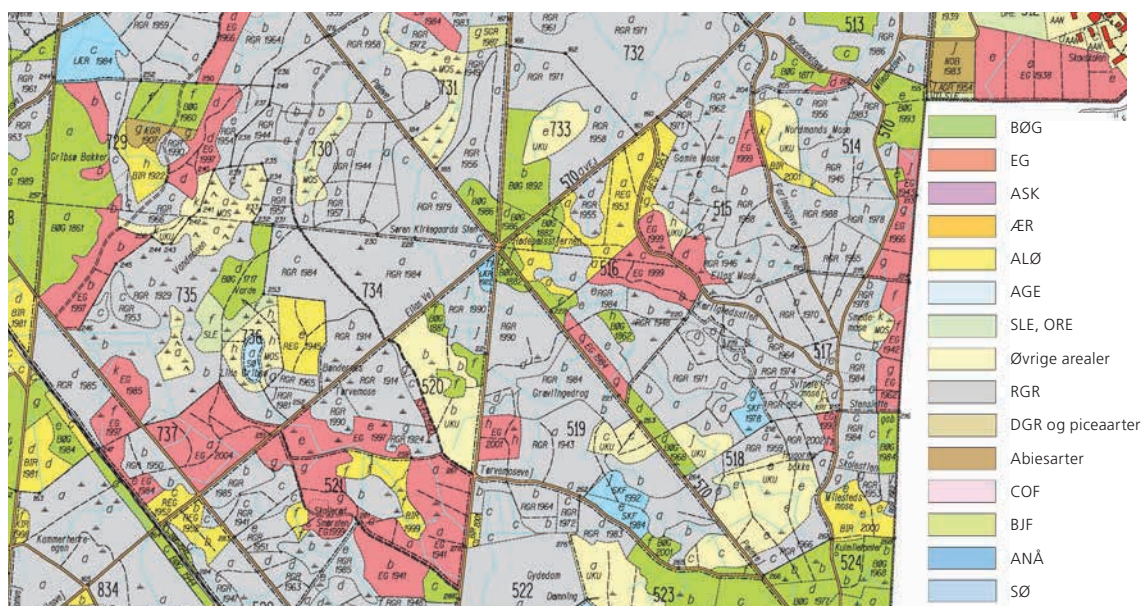
For at kunne orientere sig og for at kunne henføre træarter, tilvækst og hugst til bestemte steder i skoven, er det sædvanligt at inddele skoven i et antal nummererede *afdelinger*. Afdelingerne udgør skovens permanente geografiske referencesystem, og afdelingsgrænserne bør derfor være varige terrænlínier og -genstande, så som veje, vandløb, stengærder, moser og større grøfter. Størrelsen på afdelingerne kan være forskellig; et sted mellem 3 og 10 hektar er almindeligt, men de kan være både større og mindre. Afdelingsnummeret skal være éntydigt inden for ejendommen/skovdistriktet, sådan at alle informationer med afdelingsreference med sikkerhed kan henføres til én bestemt lokalitet.

Afdelingerne underinddeles i *litra*, hver betegnet med sit bogstav. En litra udgør den mindste behandlingsenhed i forbindelse med kulturarbejder, pleje og hugst. Hver litra bør derfor bestå af en ensartet bevoksning med samme træart(er) og samme alder (aldre). Litra-inddelingen er ikke permanent, men kan f.eks. ændres i forbindelse med afdrift og nytplantning. Den kan også ændre sig i kraft af bevoksningsudviklingen, f.eks. hvis to bevoksninger af samme træart, men af forskellig alder, slås sammen til én litra, når de efter en årrække har fået næsten samme udseende og er underkastet samme drift. Hvis litragrænsen ikke tydeligt fremgår af bevoksningernes karakter, bør litra'er altid lægges sammen til én behandlingsenhed.

### Skovkortet

Som hjælpemiddel i den daglige drift støtter næsten alle skovejendomme sig til et *skovkort*, hvor afdelings- og litrasystemet er indtegnet. Foruden skovens topografi med veje, grøfter, moser osv. er afdelingsnumre med afdelingsgrænser og litrabetegnelser anført på kortet. Som regel er der også anført træart. Hvis det er en blandingsbevoksning, er anført hovedtræarten, dvs. den vigtigste træart. Endelig er der som regel oplysning om anlægsår (= årstallet for plantning eller såning), såfremt der er tale om en ensaldrende bevoksning. For at lette overblikket er de enkelte litra farvelagt på en måde, så de vigtigste træarter har hver sin farve, og der er særlige farver for ”andet løv” og ”andet nål”. Den farvepalet, der er vist nedenfor (figur 8-4), stammer fra statens skove, men lignende farver bruges på langt de fleste skovejendomme. Som et levn fra IT-systemernes barndom bruges endnu to- eller tre-bogstavkoder for træarterne og for benyttelsen af de arealer, som har en anden anvendelse end skov.

Foruden skovkortet kan man have god nytte af de arealinformationer, som er offentligt tilgængelige på Internettet ([www.arealinformation.dk](http://www.arealinformation.dk)). Her kan findes luftfotos og oplysninger om matrikelgrænser, beskyttel-



Figur 8-4. Skovkort over et udsnit af Grib Skov med afdelingsgrænser, afdelingsnumre og farvekoder for træarterne.

(Naturstyrelsen)

seslinier, fredninger, Natura-2000 udpegninger og meget andet. Andre detaljerede kortoplysninger, bl.a. terrænets højdeforhold baseret på Li-DaR-scanninger, kan findes på <http://download.kortforsyningen.dk/>.

### Bevoksningslisten

Skovkortet er den ene del af et geografisk informations-system (GIS), hvor oplysninger i tekst og tal sættes i forbindelse med bestemte steder (bevoksninger) i skoven. Rygraden i dette system er bevoksningslisten, som rummer detaljerede oplysninger om hver enkelt bevoksnings størrelse, tilblivelse og nuværende status. Den har form af en tabel, der som minimum bør indeholde følgende informationer om hver enkelt bevoksning:

- Identifikation (afdeling og litra)
- Bevoksningens areal
- Bevoksningskvotient (dvs. kronedækningsgraden, sat i forhold til et fuldt bevokset areal)
- Træart (oftest bogstavkode med to eller tre bogstaver)
- Alder og/eller anlægsår
- Højde
- Diameter
- Vedmasse
- Eventuel indblanding af andre arter (enkeltræer), overstandere m.m.
- Bemærkninger, f.eks. om proveniens, særlige naturværdier, fortidsminder eller andet

Blandingsbevoksninger med flere træarter håndteres som regel ved, at hver art får sin egen linie i bevoksningslisten. Træarten i den første linie betragtes da som hovedtræart (den, som står på skovkortet). De enkelte arters andel af bevoksningen fremgår ved, at der anføres en indblandingsprocent for hver art. Summen af disse indblandingsprocenter under den enkelte bevoksning skal være 100. På tilsvarende måde kan man håndtere to-etagerede bevoksninger af samme art (selvfor yngelser), idet hver etage får sin egen linie med særskilt alder i bevoksningslisten.

Fremskaffelse af oplysninger om højde, diameter og vedmasse kan ske ved måling, f.eks. i forbindelse med hugstindgreb. Det indebærer dog et stort arbejde, og det er meget almindeligt, at vedmassefaktorerne fås fra en tilvækstoversigt ud fra bevoksningens alder og bonitet. Naturligvis er det vigtigt, at boniteten er fastsat korrekt, og bonitetsangivelsen bør fremgå af et felt i bevoksningslisten. Selv om tilvæksttabellernes angivelse af højdeudviklingen er nogenlunde troværdig, kan der være store afvigelser for diameteren og vedmassen. For ældre bevoksninger, hvor hugstudbyttet har betydelig værdi, må oplysningerne derfor altid kontrolleres i felten, hvis de skal bruges ved budgetlægning.

Forhold, som udgør begrænsninger for driften, f.eks. beskyttede nøglebiotoper, fortidsminder, fredninger eller andet, bør fremgå klart af bevoksningslisten. Det kan være i bemærkningskolonnen, men hellere som indhold i en særlig ”pas på”-kolonne.

Eksempel på en bevoksningsliste fra Færchs Plantage i Midtjylland ses i tabel 8.1. Bemærk, at der her også findes en kolonne, der fortæller, hvordan oplysningerne om højde, diameter og vedmasse er fremkommet (taksationsmetoden):

H = højdemåling (til brug ved opslag i en tilvækstoversigt)

D = både højde- og diametermåling

T = tabelværdier aflæst i en tilvækstoversigt ud fra bevoksningens alder

S = skøn på baggrund af bevoksningens udseende (”okulartaksation”)

Bevoksningslisten svarer til den arealtabel (attributliste), som er knyttet til ethvert kort i geografiske informationssystemer. Afhængigt af de oplysninger, bevoksningslisten rummer, kan der udtegnes tematiske kort af forskellig art; eksempelvis kort der viser, hvor ældre bevoksninger af en bestemt træart befinder sig.

Der er i princippet intet til hinder for, at skovejer eller -administrator selv fremstiller skovkort og bevoksningsliste. Kortet kan tegnes i et gratis GIS-program (se f.eks. [www.qgis.org](http://www.qgis.org)) på baggrund af offentligt



Afdeling	Areal Litra ha	B%	Træ- art	År- gang f. frø	Alder	PK	Bon	I%	Tax	Højde m	Diam cm	Vedmasse Ialt /ha	Bemærkninger	
3 a	1.62		SKF	1942	78	7	1.3	50	D	22.5	29.6	172	106	
			RGR	1942	78	11	3.5	50	D	21.4	34.8	275	170	
												447*	276*	
b	1.75	89	HYL	2015	5	12	3.0	25	H	2.7		11	6	C.E. Flensborg FP626.
			RGR	2015	5	15	2.4	35	H	1.3		13	7	Lundbæk F470.
			GRA	2015	5	18	1.5	40	H	2.0		22	13	Valskov F813.
											46*	26*		
c	0.86		DGR	1980	40	20	1.0	90	D	20.3	24.4	255	297	Valdemarslund FP 229.
			SGR	1980	40	20	1.0	10	D	20.3	24.4	28	33	
											283*	329*		
d	0.86		BØV	1900	118	6	3.4		D	23.0	46.8	258	300	Stedvis ÆGR, RGR og EG.
e	0.88	85	RGR	1941	79	10	4.0	60	D	19.7	30.0	134	152	...Forynges med DGR i 1. periode
			BØV	1900	118	4	4.9	40	D	17.4	27.0	62	70	Uensartet. Høj andel af stynede bøge.
											196*	223*		
f	0.34		SKF	1942	78	5	2.7	70	D	17.7	23.3	39	115	Stedvis indblanding af enkelte BØG.
			RGR	1942	78	12	3.5	30	D	21.5	31.6	35	103	
											74*	218*		
g	0.63	91	RGR	1943	77	14	2.5		D	24.9	37.6	234	371	...Forynges med DGR i 1. periode BØG i NV-del. Noget lavere mod SV.
h	1.31		DGR	1991	29	20	1.0	34	D	18.4	19.2	134	102	Rækkevis blanding. Yngre i SV-hjørne.
			HYL	1991	29	16	1.0	33	D	19.9	23.2	84	64	
			SGR	1991	29	20	1.0	33	D	16.5	16.7	116	89	
											334*	255*		
k	1.45		RGR	2009	11	15	2.4	50	H	2.7		34	23	F470 Lundb., FP232 Darrington, FP626 Flensb.
			DGR	2009	11	18	1.5	25	H	3.8		23	16	
			LÆR	2009	11	12	3.0	25	H	5.8		23	16	
											80*	55*		
m	0.07		BØV	1900	118	6	3.4		D	23.0	46.8	21	300	Stedvis ÆGR, RGR og EG.
	9.77*													

Tabel 8.1 Bevoksnings-  
 liste for en enkelt af-  
 deling.

(Orbicon/Hedeselskabet)

tilgængelige luftfotos og LiDaR-scanninger, suppleret med registreringer i feltet af træarter m.m. Den tilhørende arealtabel, som er identisk med bevoksningslisten, kan behandles i et almindeligt regnearksprogram. Det indebærer dog et betydeligt tidsforbrug og kræver en vis fortrolighed med databehandling at nå et godt resultat. Desuden kan det være noget besværligt at frembringe udtræk og sammenstilling af data fra bevoksningslisten (se næste afsnit), hvis man ikke har stor rutine i brug af regnearket. Der findes firmaer, som har specialiseret sig i bevoksnings-

registrering og fremstilling af kort, så den skovejer, der ikke har tid eller mod på at udføre arbejdet selv, kan få opgaven løst mod betaling.

Systemet, som er skitseret ovenfor, er udviklet til det aldersklassevis skovbrug, hvor hver bevoksning har én hovedtræart, og alle træer har samme alder. I naturnære driftsformer med vedvarende skovdække er opgaven langt vanskeligere, og der mangler metoder til registrering og beskrivelse af skovens tilstand. Blandinger af flere træarter kan håndteres ved at tilføje nye linier til bevoksningslisten, men hvis hver træart samtidigt optræder på forskellige alderstrin, bliver den traditionelle bevoksningsliste snart uoverskuelig. Et forslag er at beskrive bevoksningen ud fra de elementer, som har størst økonomisk betydning i den nære fremtid, dvs. træer over en vis diameter af den vigtigste træart. Mængden af de pågældende træer kan beskrives gennem kolonnerne for indblandingsprocent samt højde, diameter og vedmasse. Alders- og størrelses-spredningen må beskrives i bemærkningskolonnen. Tilsvarende behandles de øvrige vigtige træarter på hver sin linie i listen. Hvis træerne af samme art er af meget forskellig størrelse, giver det næppe mening at udfylde kolonnen med bevoksningens alder.

Tilsvarende er det traditionelle skovkort heller ikke udviklet til den naturnære driftsform, hvor man ofte arbejder med større sammenhængende arealer i stedet for små og afgrænsede bevoksninger. En mulighed, som undertiden bruges, er blot at inddele kortet i skovudviklingstyper (se afsnit 8.2). Herved bliver detaljeringsgraden imidlertid meget ringe. Desuden er skovudviklingstypen udtryk for en fremtidig udvikling og ikke for skovens aktuelle tilstand. Derfor er et kort over skovudviklingstyperne ikke noget godt hjælpemiddel ved budgetlægning og daglig drift af skoven. En bedre løsning er at sammenlægge mange litra, men oprettholde afdelingsnettet, så man i det mindste har en geografisk reference i forbindelse med driften.

### **Drifts- og aldersklasser; sammendrag af bevoksningslisten**

Bevoksningslisten er et uundværligt hjælpemiddel, når man har brug for at finde oplysninger om det enkelte areal. Det er imidlertid meget svært at skabe sig et overblik over hele skoven ud fra listen. Ved budgettering og planlægning har man derfor brug for mere overskuelige sammendrag. Ofte findes der i skoven forskellige træarter, som dyrkes nogenlunde på samme måde, og et skridt på vejen er at samle disse træarter i én *driftsklasse*. Inddelingen i driftsklasser varierer mellem landsdelene: Løvskovdistrikter i Østdanmark vil ofte have bøg og eg som selvstændige driftsklasser, mens rødgran, sitkagran og ædelgran kan behandles under ét i driftsklassen ”Gran”. Lærk, douglasgran og andre nåletræarter med farvet kerne kan være samlet i driftsklassen ”Andet nåletræ”. Skove

i den vestlige del af landet, hvor løvtræet har lav tilvækst og ringe økonomisk betydning, kan være tilbøjelige til at samle alle løvtræarter i én driftsklasse ”Løvtræ”. Et eksempel på inddelingen i driftsklasser ses i *arealtabellen* (tabel 8-2), som giver den overordnede sammenstilling af arealfordelingen til træarter og driftsklasser samt fordelingen mellem bevoksede og ubevoksede arealer.

Det økonomiske udbytte af bevoksningerne afhænger i høj grad af deres alder. For at kunne danne sig et hurtigt overblik over såvel de økonomiske muligheder som de forestående hugst- og plejeindgreb, plejer man at gruppere bevoksningerne i *aldersklasser*. Det er sædvanligt at arbejde

Tabel 8-2 Eksempel på arealtabel.

(Orbicon/Hedeselskabet)

Arealnr 200069: Færchs Plantage		ARELTABEL 2016 Driftsklassevis oversigt	
Træart/anvendelse	Antal	Driftsklasse	Antal
RGR rødgran	74.46		
SGR sitkagran	7.05	Gran	81.51
DGR douglas	10.55		
LÆR lark	7.75		
ÆGR ædelgran	3.56		
GRA grandis	3.38		
ABI abies	0.16		
OMO omorika	0.07	Andet nål	25.47
NOB nobilis	2.57		
NGR nordmannsgran	1.69	Pyntegrønt	4.26
SKF skovfyr	17.54		
COF contortafyr	0.10	Fyr	17.64
BØG bøg	15.42		
BØV bøg - værnskov	6.99		
BIR birk	1.70		
EG eg	0.88		
REG røddeg	0.65		
ALØ diverse løvtræ	0.64		
EGV eg - værnskov	0.61	Løvtræ	26.89
<b>Ialt produktiv skov</b>			<b>155.77 *</b>
KRA krat	7.87	Uproduktiv skov	7.87 *
<b>Ialt bevokset areal</b>			<b>163.64 **</b>
VEJ privat vej	3.90		
UBV diverse ubevokset	3.25		
ENG eng	0.98		
HUS hus og have	0.82	Ubevokset	8.95 **
<b>Total</b>			<b>172.59 ***</b>

med 10-årige aldersklasser, hvor aldersklasse 1 omfatter aldrene 0-9 år, aldersklasse 2 aldrene 10-19 år osv. Med inddeling i både drifts- og aldersklasser fås *aldersklassetabellen* (se eksempel i tabel 8-3), som er et meget vigtigt hjælpemiddel ved planlægning og budgettering.

Aldersklassetabellen på driftsklasse-niveau giver et komprimeret overblik over det bevoksede areal. Til mere detaljeret hugstplanlægning har man dog brug for at vide præcis, hvilken træart der er tale om, da det har betydning for afsætningsmulighederne. Her kan man søge hjælp i den *specificerede aldersklassetabel* – se et eksempel i tabel 8-4.

Tabel 8-3. Eksempel på driftsklassevis aldersklassetabel.

(Orbicon/Hedeselskabet)

anlægs- alder		D r i f t s k l a s s e					Areal ialt
år	f.anl.	Gran	Andet nål	Pyntegrønt	Fyr	Løvtræ	
2007-	-9	11.45	3.27	0.16	0.76	4.59	20.23
1997-06	10-19	1.09	3.02	-	-	5.60	9.71
1987-96	20-29	2.55	9.47	0.92	-	0.43	13.37
1977-86	30-39	0.80	1.67	2.42	0.10	1.60	6.59
1967-76	40-49	3.07	0.07	0.76	-	0.55	4.45
1957-66	50-59	4.99	4.04	-	0.22	0.76	10.01
1947-56	60-69	11.59	3.78	-	4.12	1.07	20.56
1937-46	70-79	35.17	0.09	-	10.07	0.15	45.48
1927-36	80-89	9.01	0.06	-	-	0.37	9.44
1917-26	90-99	1.26	-	-	2.37	-	3.63
1907-16	100-09	0.37	-	-	-	-	0.37
1897-06	110-19	-	-	-	-	8.01	8.01
1887-96	120-29	0.16	-	-	-	-	0.16
1877-86	130-39	-	-	-	-	3.76	3.76
Areal ialt		81.51	25.47	4.26	17.64	26.89	155.77
Uproduktiv skov							7.87
Ialt bevokset areal							163.64
Ubevokset areal							8.95
Total areal							172.59
Uproduktiv skov				Ubevokset			
Anvendelse	Areal		Anvendelse	Areal			
KRA krat	7.87		HUS hus og have	0.82			
			ENG eng	0.98			
			VEJ privat vej	3.90			
			UBV diverse ubevokset	3.25			
Areal ialt	7.87		Areal ialt	8.95			

Arealnr 200069: Færchs Plantage

anlægs- alder		T r æ a r t			Areal ialt
år	f.anl.	RGR	SGR		
2007-	-9	10.84	0.61		11.45
1997-06	10-19	1.09	-		1.09
1987-96	20-29	-	2.55		2.55
1977-86	30-39	-	0.80		0.80
1967-76	40-49	3.07	-		3.07
1957-66	50-59	2.24	2.75		4.99
1947-56	60-69	11.50	0.09		11.59
1937-46	70-79	35.01	0.16		35.17
1927-36	80-89	8.92	0.09		9.01
1917-26	90-99	1.26	-		1.26
1907-16	100-09	0.37	-		0.37
1897-06	110-19	-	-		-
1887-96	120-29	0.16	-		0.16
Areal ialt		74.46	7.05		81.51

Specifikation af Andet nål

anlægs- alder		T r æ a r t					Areal ialt	
år	f.anl.	DGR	LÆR	ÆGR	GRA	ABI		OMO
2007-	-9	-	2.58	-	0.69	-	-	3.27
1997-06	10-19	1.31	-	-	1.71	-	-	3.02
1987-96	20-29	7.75	1.72	-	-	-	-	9.47
1977-86	30-39	0.86	0.81	-	-	-	-	1.67
1967-76	40-49	-	-	-	-	-	0.07	0.07
1957-66	50-59	0.38	-	2.52	0.98	0.16	-	4.04
1947-56	60-69	0.19	2.64	0.95	-	-	-	3.78
1937-46	70-79	-	-	0.09	-	-	-	0.09
1927-36	80-89	0.06	-	-	-	-	-	0.06
Areal ialt		10.55	7.75	3.56	3.38	0.16	0.07	25.47

Tabel 8-4. Uddrag af  
specificeret aldersklas-  
setabel.  
(Orbicon/Hedeselskabet)

Endelig kan der på baggrund af bevoksningslistens tal udarbejdes en *vedmasseoversigt* (tabel 8-5), som summerer den stående vedmasse i skoven. Den kan evt. også vise den gennemsnitlige bonitet (eller produktionsklasse) for hver driftsklasse. Bemærk, at indblanding i bevoksningerne er anført separat ud fra bevoksningslistens indblandingsprocenter og vedmasseangivelser. Dette er i modsætning til areal- og aldersklasse-tabellerne, hvor hele vedmassen er anført under *hovedtræarten*.

Vedmasseoversigten er vigtig for den økonomiske planlægning, da den fortæller, hvor store vedmassereserver, der står i skoven. Med kendskab til skovnings- og transportomkostninger samt salgspriser kan man ret enkelt danne sig et billede af det mulige økonomiske afkast.



årgangs- klasse	areal	masse ialt	..... middeltal for .....					..... heraf indblandingsmasse .....							
			alder	PK	bon	højde	diam. m <sup>3</sup> /ha	Bøg	Eg	Andet løv	Gran	Andet nål	ialt		
2007-	11.45	594	10	15.2	2.3	2.5	3.0	52	1	-	-	-	312	313	53
1997-06	1.09	78	20	15.1	2.3	6.9	7.9	72	-	-	2	-	24	26	33
1987-96	2.55	532	28	18.9	1.3	13.1	14.9	209	-	-	4	-	-	4	1
1977-86	0.80	252	38	20.0	1.0	19.4	20.8	315							
1967-76	3.07	1077	47	18.5	1.4	21.5	27.0	351	-	-	-	-	197	197	18
1957-66	4.99	1906	58	18.0	1.5	25.1	33.2	382	-	-	-	-	254	254	13
1947-56	11.59	4432	69	15.3	2.3	24.7	35.5	382	-	-	-	153	274	427	10
1937-46	35.17	11364	75	12.3	3.2	22.1	32.9	323	90	53	16	-	206	365	3
1927-36	9.01	3317	88	12.8	3.0	23.9	38.6	368	-	-	-	-	135	135	4
1917-26	1.26	343	95	13.0	3.0	24.6	44.4	272							
1907-16	0.37	141	105	13.2	2.9	25.3	50.3	381							
1897-06															
1887-96	0.16	15	125	11.0	3.6	22.7	84.4	94							
Ialt	81.51	24051		14.1	2.7			295	91	53	22	153	1402	1721	7

Driftsklasse: Andet nål

årgangs- klasse	areal	masse ialt	..... middeltal for .....					..... heraf indblandingsmasse .....						
			alder	PK	bon	højde	diam. m <sup>3</sup> /ha	Bøg	Andet løv	Gran	Andet nål	ialt	%	
2007-	3.27	93	5	13.3	2.7	2.6	2.7	28	-	-	21	38	59	63
1997-06	3.02	313	19	15.9	2.1	6.5	7.3	104	2	-	98	49	149	48
1987-96	9.47	1556	27	15.1	2.3	11.7	13.2	164	-	5	469	410	884	57
1977-86	1.67	434	39	16.3	1.9	19.4	24.4	260	-	-	28	-	28	6
1967-76	0.07	22	44	17.7	1.6	19.6	24.3	314						
1957-66	4.04	1557	60	16.4	2.0	24.7	34.3	385	-	-	487	-	487	31
1947-56	3.78	1023	67	13.9	2.3	26.4	39.2	271	-	-	129	-	129	13
1937-46	0.09	35	80	13.2	2.9	23.7	36.0	389						
1927-36	0.06	29	85	16.7	1.9	28.9	41.8	483						
Ialt	25.47	5062		15.1	2.2			199	2	5	1232	497	1736	34

Tabel 8-5. Vedmasse-  
tabel for driftsklasserne  
gran og andet nål.

(Orbicon/Hedeselskabet)

## 8.6 Planlægning og budgettering af årets drift

Når man skal bedømme en virksomhed og dens afkast, ser man ofte indledningsvis på dens seneste årsregnskab: Hvor stort har resultatet været, og hvordan har egenkapital og soliditet udviklet sig i det seneste år. For de fleste virksomhedstyper forekommer det helt tilfældigt, at man bedømmer resultatet af netop ét års drift, men inden for jordbrug – herunder skovbrug – er valget af ét år som resultatperiode helt rimeligt. Der er udpræget årstidsvariation i aktiviteter, omkostninger og indtægter,

og i det langsigtede skovbrug er det ikke urimeligt at antage, at et år vil komme til at ligne de foregående år. På den baggrund bliver planlægningen af det kommende års drift et helt centralt element i den økonomiske styring af skovbruget. Naturligvis bør man have et langsigtet mål for skoven, men værktøjet er den kortsigtede årsplanlægning. Det er kun her, man kan og bør ofre tid på en høj detaljeringsgrad.

### Årsplanen

Udgangspunktet for årsplanen skal være virkeligheden, som den i øjeblikket ser ud, dvs. en gennemgang af alle bevoksninger, hvor det kan komme på tale at foretage indgreb. Luftfotos og anden fjernregistrering kan være en god hjælp. Når den endelige beslutning skal træffes om at gennemføre driftsmæssige tiltag eller ej, er der med dagens teknik dog intet, som kan erstatte en fysisk bevoksningsgennemgang. Hyppigheden af indgreb afhænger både af bevoksningernes tilvækst og af deres alder. Man behøver måske ikke at gennemgå samtlige bevoksninger hvert eneste år, men jo lavere alder og jo højere bonitet, des hyppigere må man forvente at skulle tilse den enkelte bevoksning. I forbindelse med denne gennemgang bør man benytte lejligheden til at kontrollere skovkortet og den tilhørende bevoksningsliste, så man hele tiden arbejder med et opdateret datagrundlag. Både kort og bevoksningsregister må foreligge digitalt for at muliggøre løbende opdatering.

Ved beslutningen om, hvilke indgreb som skal foretages, kan man støtte sig til modeller for den pågældende træarts tilvækst og udvikling. Bag enhver tilvækstoversigt ligger forudsætninger om et bestemt planteantal ved kulturanlæg og en model for nedbringelse af stamtallet ved tyndingshugsterne. I mangel af bedre kan man bruge en sådan standardiseret behandlingsforskrift til at bedømme, om det er aktuelt med hugstindgreb i en given bevoksning inden for det kommende år. Man må blot være opmærksom på, at tilvækstoversigterne repræsenterer gennemsnitsværdier og sjældent gælder præcist for en bestemt skov i virkelighedens verden. Hvis oversigtens forskrifter ikke har været fulgt i bevoksningens hidtidige udvikling, vil der ofte være store afvigelser fra tabellens tal. Det gælder især for diameteren og den stående vedmasse. Tilvækstoversigter kan derfor kun tjene som en grov rettesnor, og de vil aldrig kunne erstatte den faglige vurdering, som helst skal være baseret på mange års lokale erfaringer.

### Budgetlægning

De tiltag, som er besluttet ved bevoksningsgennemgangen, skal dernæst omsættes til penge. Det går lettest for hugst- og transportarbejdet, hvor man kan trække på et stort erfaringsmateriale hos de entreprenører, der benyttes i driften. På grundlag af deres pris- og præstationstal, samt de

senest tilgængelige træpriser, kan der udarbejdes dækningsbidragskurver som nævnt i afsnit 3.5. Sammen med de hugststudtag, som fås fra skovbehandlingsmodellerne, giver det mulighed for at udregne hele hugstens økonomi. Omkostningerne for andre arbejder, bl.a. kulturanlæg og -pleje, kan være vanskelige at bedømme, hvis man ikke råder over et betydeligt erfaringsmateriale. Er man tilknyttet en skovbrugsorganisation (eksempelvis Skovdyrkerne, HedeDanmark eller et andet konsulentfirma) vil man måske kunne trække på driftsstatistik fra denne kilde. Administratoren af en mindre, enkeltstående skovejendom kan imidlertid være tvunget til at træffe beslutninger på et ret usikkert grundlag.

Foruden de indtægter og omkostninger, som knytter sig til den bevoksningsvise drift, må der også lægges budget for de poster, som ikke kan lokaliseres på bevoksningsniveau. Det vil sige vedligehold af veje, vandafledning, forsikringer, ejendomsskat, jagtleje m.m.. Endelig indgår også administrationsomkostninger og aflønning af fast personale i budgetlægningen. Når hele budgettet er talt sammen, må det sammenlignes med ejerens forventning til skovdriftens afkast i det kommende år. Meget ofte må arbejdsplan og budget igennem et par revisionsrunder, inden man har fundet en passende balance mellem ejerens ønsker og budgettets forudsigelser.

### Løbende driftsregistrering

Troværdige tal for produktion, priser og præstationer kan være vanskelige at fremskaffe. Forholdene på den enkelte ejendom kan desuden være fjernt fra statistiske gennemsnit for økonomiske nøgletal. Derfor kan det i høj grad være med til at styrke budgetlægningen, at man indsamler og gemmer erfaringstal, så snart der er lejlighed til det. Med digitaliseret databehandling er det heldigvis blevet langt lettere end tidligere at registrere mængder, priser og tidsforbrug. Især er det lettere at genfinde og sammenstille oplysningerne, når der bliver brug for det. Også her er det data for hugsten, som er lettest at registrere, da skovningsmaskinens computer automatisk gemmer oplysninger om tidsforbrug og produktion, fordelt til sortimenter og dimensioner. Registrering af tal fra andre dele af driften kræver som regel en højere grad af målrettet manuel indsats.

Hele dataopsamlingen bør være knyttet til skovens geografiske inddeling; dvs. at registreringen skal ske på bevoksningsniveau. I mange tilfælde underkastes flere bevoksninger den samme behandling i én arbejdsgang for at udnytte maskiner og mandskab bedst muligt. Her kan det kræve betydelig disciplin at registrere tidsforbrug og mængder særskilt for hver bevoksning. Derfor kan det nok ikke helt undgås, at materialeforsøg, tidsforbrug og solgte mængder en gang imellem må fordeles

skønsvist til forskellige bevoksninger. Men den efterfølgende analyse af data bliver betydeligt mere sikker, når alle tal kan henføres til det korrekte areal.

I princippet kan alle driftsmæssige oplysninger skrives direkte ind i bevoksningslisten, men i simpel tabelform bliver bevoksningslisten derved hurtigt uoverskueligt stor og svær at håndtere. Det er bedre at knytte bevoksningslisten til et egentligt databaseprogram, hvor alle oplysninger løbende indskrives i datorækkefølge og efterfølgende kan analyseres i forhold til geografi, tidsrum osv. Detaljeringsgraden af registreringen må bero på driftslederens behov. Generelt vil en høj grad af detaljering kun være berettiget på store skovejendomme, da detaljerede analyser netop kræver, at man har mange observationer af hver enkelt type arbejde.

## 8.7 Planlægning på længere sigt

Tidligere var det almindeligt at udarbejde en såkaldt *periodeplan* med 10 eller 15 års mellemrum. Hovedformålet var at revidere skovkort og bevoksningsliste, som forelå på papir og var vanskelige at vedligeholde løbende. Ved den samlede revision af kort og bevoksningsdata skaffede man sig en statusopgørelse over skovens tilstand, træarts- og aldersfordeling samt stående vedmasse. Et andet vigtigt formål med periodeplanen var at udstikke retningslinierne og det overordnede budget for de næste 10-15 års drift.

Med digitalisering af kort og bevoksningsliste er behovet for periodeplaner blevet langt mindre, idet man løbende kan holde bevoksningsdata og det tilhørende kort à jour. Hvis registrering og opdatering gennemføres konsekvent, kan en status for ejendommen fås når som helst og ikke blot med fastlagte (og lange) mellemrum. Samtidig er det en almindelig erfaring, at de langsigtede planer har tendens til at blive overhalet af virkeligheden. Dermed taber planens forskrifter om konkrete driftsmæssige tiltag og den tilhørende økonomi deres værdi efter få år. På mange skovejendomme har man erkendt dette, og tendensen er derfor, at planlægningshorisonten tilpasses det aktuelle behov, og at der lægges størst vægt på årsplanlægningen. På det lidt længere sigt (3-10 år) nøjes man ofte med et skøn for dækningsbidraget fra den primære skovdrift (DB fra tyndinger og afdrifter minus omkostninger til kulturarbejder) baseret på det aktuelle budget og erfaringstal.

Det fritager imidlertid ikke skovadministrationen for nødvendigheden af at tænke langsigtet, når det gælder skovens rolle i ejendommens fremtidige udvikling, dvs. strategisk planlægning. For de fleste ejendomme er

nøgleordet *stabilitet*. Dels økonomisk stabilitet, som sikrer ejendommens overlevelse som erhvervsvirksomhed på langt sigt, dels den biologiske og fysiske stabilitet, som sikrer, at driften ikke kastes ud i kriser på grund af stormfald, insektangreb, sygdomme eller andet.

Nogle af de centrale spørgsmål er, hvor stor en kapital man vil have stående i skoven, og med hvor kort frist man vil kunne hæve denne kapital? Netop fordi skovdrift indebærer, at en stor kapital til stadighed er bundet i træerne, vil man næsten altid kunne skaffe sig driftsoverskud i det enkelte år ved at reducere den stående vedmasse. Risikoen er, at man udhuler skovens værdi. Den langsigtede plan bør indeholde måltal for størrelsen af den stående vedmasse og for, hvordan denne masse skal fordele sig til træarter. I nogle træarter – eksempelvis eg – kan der opbygges og opretholdes meget store værdier i det stående træ, men opsparingen er ret ufleksibel, fordi værdikurven er stejlt stigende, og de store værdier først opstår, når træerne er blevet gamle. Hvis man pludseligt får brug for at hæve kapital i utide, vil det medføre et meget stort tab af værditilvækst. Derfor er der rimelighed i at opbygge en skov af træarter med forskellig omdriftstid, så der opnås større fleksibilitet med hensyn til at tage værdier ud af skoven. Typisk vil træarterne med kort omdrift også kunne levere tyndingsudbytter med positivt dækningsbidrag på et tidligt tidspunkt. De vil derved bidrage til en mere jævn fordeling af indtægter, og som nævnt er træer med forskellig omdriftsalder også et vigtigt element i at opnå en god hugstfølge i skoven. Den ønskværdige omdriftstid for hver træart bør være fastlagt i den langsigtede plan ud fra rationelle økonomiske kriterier. Planen bør desuden indeholde omtrentlige mål for den driftsklassevise og aldersklassevise fordeling af skovarealet.

En meget væsentlig del af langtidsplanlægningen er selvsagt at fastlægge de forskellige træarters tilvækstpotentiale på ejendommen. En højdebonitering kan ret enkelt gennemføres, men massetilvæksten på det enkelte areal kan afvige meget fra, hvad de bonitetsvise tilvækstoversigter forudsiger. Et betydeligt bedre grundlag fås gennem indsamling af lokale tal, enten ved direkte måling eller fra hugstregnskabet. Ud over at styrke budgetlægningen på kort og mellemlangt sigt vil viden om tilvækstforholdene også kunne bruges som støtte for træartsvalget, så ejendommens værditilvækst på langt sigt forøges. Retningslinier for det fremtidige træartsvalg bør være en del af den langsigtede planlægning.

Skal skoven udgøre en væsentlig del af ejendommens kapitalreserver, må der tages stilling til, hvilke litra som skal udgøre lagerbevoksninger. Dette kan være et vanskeligt driftsmæssigt puslespil: Der skal vælges bevoksninger, som er stabile, kan overleve og bevare deres værdi i en årrække. Tillige skal de kunne fældes med kort varsel, uden at hugstføl-



gen ødelægges, og nabobevoksninger sættes over styr. Udpegningen af lagerbevoksningerne kan med fordel knyttes sammen med foryngelsesplanlægningen, så man ved, hvordan og med hvilken træart arealet skal forynges, når lageret realiseres. Herved forbedres den økonomiske planlægning, da man på forhånd kan danne sig et billede af, hvilke kultur- og plejeomkostninger man pådrager sig, når lagerbevoksningen hugges.

## Litteratur til kapitel 8

*Faustmann, M. (1849a):*

Auslösung einer Aufgabe der Waldwerthberechnung. Allgemeine Forst- und Jagd-Zeitung, s. 285-299.

*Faustmann, M. (1849b):*

Berechnung des Wertes welchen Waldboden, sowie noch nicht haubare Bestände für die Waldwirtschaft besitzen. Allgemeine Forst- und Jagd-Zeitung, s. 441-455.

*Kjær, T.W. (1998):*

Skovøkonomi – Det driftsøkonomiske grundlag. 2. udgave, Skovskolen/DSR Forlag. 225 s.

*Larsen, J. Bo (red) (2005):*

Naturnær Skovdrift. Dansk Skovbrugs Tidsskrift, nr. 1/2005. 400 s.

*Pressler, M.R. (1860):*

Verständigung über den Reinertragswaldbau und dessen Betriebsideal. I: Aus und zu der forstlichen Finanzrechnung. Allgemeine Forst- und Jagd-Zeitung, s. 41-55. II: Aus der Holzzuwachslehre. Allgemeine Forst- und Jagd-Zeitung, s.173-191.

*Pressler, M.R. (1869):*

Zum Weiserprocent. Tharandter forstliches Jahrbuch, s. 316-324.





## 9. DE VIGTIGSTE TRÆARTER

Dette kapitel indeholder et genoptryk af en serie Videnblade, som professor J. Bo Larsen har udarbejdet for Skov & Landskabs Videntjeneste (Videntjenesten.ku.dk) i perioden 2012-2015. For hver træart er beskrevet naturlig udbredelse, økologi, krav til voksested, eksempler på træartens rolle i skovdyrkningen samt anbefalinger til valg af proveniens (frøets herkomst). I kapitlet beskrives kun de vigtigste skovtræarter. Om en række arter, som kun dyrkes i mindre omfang, må der søges oplysninger andetsteds. Det gælder bl.a. nobilis, poppel/asp, pil, contortafyr, cypres, rødeg og tsuga.

Nye arter kan blive aktuelle, hvis den igangværende mildning af klimaet fortsætter. Man vil se efter arter, som forekommer naturligt i områder, der har det lidt varmere klima end det nuværende danske. Blandt løvtræerne er der adskillige muligheder. Fra Syd- og Østeuropa kan der f.eks. være tale om europæisk valnød (*Juglans regia*), ægte kastanie (*Castanea sativa*) og tyrkisk hassel (*Corylus colurna*). Fra det nordamerikanske kontinent kommer flere træarter, som allerede er blevet vigtige skovtræer i Danmark, og yderligere arter kan komme på tale: Black locust (*Robinia pseudoacacia*), sort valnød (*Juglans nigra*) og evt. andre valnødderarter, hickory (*Carya*, primært *C. ovata*) og sweetgum (*Liquidambar styraciflua*). I det sydligste Sydamerika vokser flere arter af sydbøg, hvoraf *Nothofagus betuloides* og *N. pumilio* nok er de mest interessante for dansk skovbrug. Af nåletræer kan der bl.a. blive tale om den japanske *Cryptomeria japonica*, som allerede dyrkes i lille omfang, og det nordvestamerikanske mammuttræ (*Sequoiadendron giganteum*). Viden om disse arter må søges i udenlandsk litteratur.

Tabel 9-1 giver en oversigt over de træarter, som er beskrevet i dette kapitel. Der er nævnt aktuelle anvendelsesmuligheder for veddet og den maksimale produktion, som kan forventes, når træarten dyrkes under gode forhold. Hvad ”gode forhold” er, står beskrevet i de enkelte videnblade. Med hensyn til anvendelse kan alle træarter bruges til energiformål. Det gælder også de arter, hvor brændsel ikke er specielt nævnt i oversigten.

Træart	Vigtigste anvendelse	Opnåelig, gennemsnitlig produktion over en omdrift under gode forhold (ca.)	
		m <sup>3</sup> /ha/år	tons tørstof/ha/år
Ask	Møbler, gulve	10	5,5
Avnbøg	Brændsel	8	5
Birk	Brændsel	8	4
Bøg	Møbler, gulve	12	7
Douglasgran	Bygningstømmer, facadebeklædning, gulve	22	9,5
Eg (Stilk- og Vinter-)	Møbler, gulve, pæle og terræninventar	8	4,5
Fuglekirsebær	Brændsel, evt. møbler	8?	4?
Grandis	Bygningstømmer, papir	30	10,5
Lind	Brændsel, evt. blindtræ i møbler, husflid	15	6,5
Lærk	Bygningstømmer, facadebeklædning, pæle og terræninventar	15	6,5
Rødel	Brændsel, evt. møbler	8	3,5
Rødgran	Bygningstømmer, papir	20	7,5
Røn	Husflid	?	?
Sitkagran	Bygningstømmer, papir	23	8
Skovfyr	Bygningssnedkeri: Vinduer, døre, gulve	10	4
Spidsløn	Brændsel, evt. møbler	12?	6?
Thuja	Facadebeklædning, pæle og terræninventar	22	7
Ædelgran	Bygningstømmer, papir	18	7
Ær (Ahorn)	Møbler, gulve	15	7,5

*Tabel 9-1. De vigtigste skovtræarters anvendelse og produktionspotentiale. Produktions-tallene er omtrentlige, fastsat ved skøn ud fra tilgængelige tilvækstoversigter og forsøg.*



*Figur 9-1. Sort valnød kan blive en af fremtidens træarter i Danmark, hvis det milde klima fortsætter.*





# Træartsvalget 1

## De enkelte træarters økologi og anvendelse

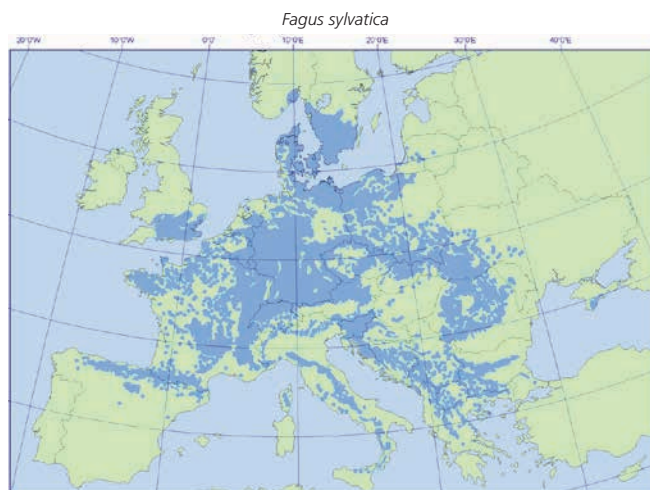
Valg af træart er nok den mest langtrækkende beslutning, som en skov ejer eller -administrator foretager sig. En forudsætning for et godt træartsvalg er viden om de enkelte træarters styrker og svagheder. Her introduceres en serie af Videnblade om de vigtigste træarter i Danmark og deres rolle i det flersidige skovbrug.

Den mest langtrækkende beslutning for en skov ejer eller -administrator er nok valg af træart. I forbindelse med skovrejsning er træartsvalget specielt betydningsfuldt, da valget og fordelingen af træarter – både i den enkelte bevoksning og på areal-/landskabs-niveau – er afgørende for den fremtidige skovs funktioner og stabilitet.

Ved driftsplanlægningen og i den løbende skovdrift er træartsvalget stedse aktuelt både i forbindelse med afdrift og ved overvejelser vedrørende supplerings- hhv. berigelsesplantning i det naturnære skovbrug. En forudsætning for et godt træartsvalg er viden om de enkelte træarters styrker og svagheder.

### Træartsoverblik

Træartsvalget har afgørende indflydelse ikke blot på de mængder og den kvalitet af træprodukter, som skoven fremover kan levere. Også en række andre ydelser så som naturværdier/biodiversitet, oplevelser/rekreation, grundvand, jagt mv. er meget påvirkede af valget af træart(er). Desuden er træartsvalget også afgørende i forbindelse med at skabe stabile skove, som kan tilpasse sig kommende klimaændringer. Her in-



Eksempel på kort, der viser bøgens naturlige udbredelse. EUFORGEN 2000.

roduceres konceptet for en række Videnblade om emnet.

Den følgende serie af Videnblade behandler vore vigtigste skovtræarter med henblik på at belyse deres anvendelse i det flersidige skovbrug – både mht. klassisk vedproduktion og deres rolle i den naturnære drift.

Serien omfatter følgende 21 arter: ask, avnbøg, birk, bog, douglasgran, fuglekirsebær, grandis, lind, lærk, rød- el, rødgran, røn, sitkagran, skovfyr, thuja, spidsløn, stilkeg, vintereg, ædelgran, ær, østrigsk fyr. For den enkelte træart belyses følgende forhold:

### Naturlig udbredelse og successionsmæssig rolle

I dette afsnit angives træartens udbredelse, herunder dens anvendelse

i Danmark. Beskrivelsen suppleres med et kort, der viser artens naturlige forekomst. Dens rolle i naturlige skovsamfund beskrives, herunder hvor og hvordan den indgår i successionsprocesserne som pioner eller klimaksart, samt med hvilke andre træarter den associerer.

### Krav til klima

Her gennemgås træartens klimakrav, først og fremmest dens forhold til frost, tørke, vind og salt. Desuden bedømmes artens muligheder for at tilpasse sig de forventede klimaændringer, dvs. en temperaturøgning, svagt stigende nedbør om vinteren og mere sommertørke samt en øget stormfrekvens.

### Krav til jordbund

Træartens krav til jordbunden beskrives vha. et lokalitetstypedia-

gram, som angiver artens krav til nærings- og vandforhold i jordbunden. Næringsforholdene klassificeres på en skala fra 1 (meget fattig) til 6 (meget rig). Vandforholdene inddeles i henholdsvis *jorde med fri dræning* og *jorde med begrænset dræning*, hvor der er risiko for, at træernes rødder i kortere eller længere tid står under vand. Vandforsyningsgraden for jorde med fri dræning bestemmes af rodzonekapaciteten og sommerneerbøen og angives på en skala fra 1 (meget ringe) til 6 (meget god). Jorde med begrænset dræning klassificeres fra 7 til 9 afhængig af dybden til de dårligt drænedede jordlag. I diagrammet angiver artens jordbundskrav i de følgende 3 kategorier:

- **optimale (med grønt)**, hvor arten er sund, stabil og produktiv svarende til de bedste lokaliteter for arten.
- **egnede (med gråt)**, hvor arten sædvanligvis er sund og stabil, men med lavere vækst, og hvor dyrkning af arten kan være problematisk i visse forhold (fx stormfolsom, tendens til stagnation).
- **uegnede (med rødt)**, hvor arten ikke kan anbefales ud fra et vækst-, sundheds- eller stabilitetsmæssigt hensyn.

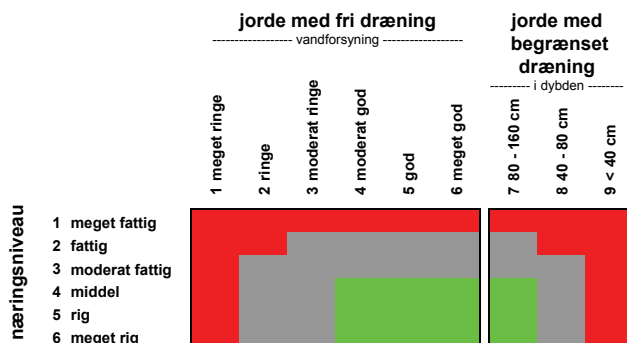
#### Sygdomme og skader

Artens vigtigste biotiske sygdomme, insektproblemer og andre skader beskrives, samt de eksisterende muligheder for at imødegå disse.

#### Anvendelse i skovbruget

Her beskrives træartens udbredelse og anvendelse i skovbruget – dels i klassisk dyrkning, dels dens rolle i den naturnære drift, herunder dens rolle i de forskellige skovudviklings typer. Tal for artens udbredelse kommer fra seneste skovtælling (Skove og plantager 2009). Skovbruget skal her ses bredt omfattende skoven i dens mangfoldige brug – fra fokus på produktion af ved over den bynære skovs rekreative formål til skoven som beskytter af den biologiske mangfoldighed.

## BØG



Eksempel på lokalitetstypediagram, der viser bogens jordbundspræferencer. Jordbundskrav: optimale, egnede og uegnede lokaliteter.

#### Proveniensenvalget

Raceforhold og proveniensvariationen belyses, og afsnittet afsluttes med frøkildebefalinger opdelt efter formålet med driften. Da der løbende kommer nye frøkilder på markedet, anbefales det læseren at konsultere [plantervalg.dk](http://plantervalg.dk).

#### Illustrationer

Videnbladene indeholder desuden fotos, der illustrerer typiske problemstillinger for den enkelte træart – fx i forbindelse med fx proveniensvalget, særlige problemer eller dens dyrkning generelt.

Udbredelseskort er typisk udarbejdet af medlemmer af The EUFORGEN Noble Hardwoods Network og publiceret i en række artikler

J. Bo Larsen

#### Litteratur

Larsen, J.B. ed. 1997: Træarts- og proveniensvalget i et bæredygtigt skovbrug. DST, 82, 1-252.

Nord-Larsen, T. et al. 2010: Skove og plantager 2009.



## Træartsvalget 2. Ask

### *Fraxinus excelsior* L.

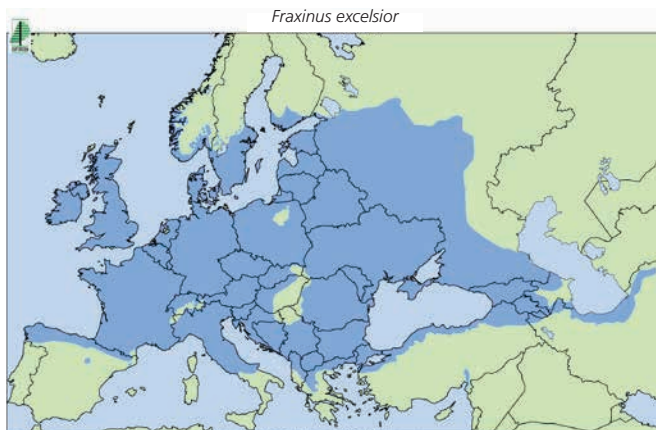
Asken har altid været en værdifuld nichetræart i skoven knyttet til områder med god vandforsyning. Dens fremtid i danske skove er lige nu truet af sygdommen asketoptørre og mulighederne for fremtidig dyrkning af ask vil afhænge af nye frøkilder med resistens mod svampeangrebet.

Ask er en af de »mindre« træarter i skoven. Hvor den forekommer, har den dog stor værdi, både i forhold til økosystemet og som en værdifuld vedproducerende træart. Som mulddannende lysttræart med forkærlighed for god vandforsyning har ask en særlig rolle i skoven og skovbruget. Dens fremtidige anvendelse i skovbruget synes pt. meget usikker og vil afhænge af, om der kan findes/forvædles resistente provenienser mod sygdommen asketoptørre.



Asketoptørre skyldes den invasive svamp *Hymenoscyphus pseudoalbidus*, hvis voldsomme hærgen i de danske skove pt. har stoppet al brug af træarten. Askens fremtid i skovbruget afhænger af, om der kan findes/udvikles resistente plantemateriale. Frøplantagen ved Tuse Næs viser den store variation i angreb, hvor en enkelt sund klon står mellem de øvrige mere eller mindre angrebne kloner. Disse forskelle er en forudsætning for fremtidig resistensforædling.

FOTO: ERIK DAHL KJÆR, JUNI 2009



Ask er udbredt over det meste af Europa. Udbredelseskort fra EUFORGEN 2008.

#### Naturlig udbredelse og successionsmæssig rolle

Ask findes naturligt i det meste af Europa - fra Irland og Storbritannien over det sydlige Norge, Sverige og Finland til Nordspanien, Sicilien, Grækenland og området omkring Sortehavet og derfra ind i Kaukasus og Elbrusbjergene. I den nordlige del er ask knyttet til lavlandet, mens den i de central- og østeuropæiske bjerge når op til ca. 1600 meter over havet. I Danmark optræder ask i de fleste egne, men er særlig hyppig i de sydlige og østlige dele af Jylland samt på Øerne. Den forekommer oftest som indblanding i anden løvskov, men findes også nogle steder som bestandsdannende træ. Den er desuden ret udbredt som vej- og bytræ i Central- og Østeuropa.

Asken er skyggetolerant i de tidlige udviklingsstadier (op til 20-års alderen), men kræver permanente lysåbninger for at udvikle sig videre. Dens

økologiske strategi er »hul-opportunitets«. Med sin regelmæssige frøsætning og rigelige mængder af frø, der spredes let af vinden, har den overalt foryngelsespotentialer, som realiseres, så snart der opstår et hul i kronetaget. Som sådan passer den – ligesom æren – godt ind i den mellemeuropæiske løvskovs dynamik, præget af småskalaforstyrrelser. Ask optræder således ofte i bøgedominerede skovsamfund på veldrænet jord sammen med ær. Tilsvarende passer den godt med stilkeg, lind og avnbøg på næringsrige lokaliteter præget af dårlig dræning. På udpræget våde lokaliteter optræder den sammen med rødøl og stilkeg. På lokaliteter med stillestående vand afløses asken af rødøl.

#### Krav til klima

Ask er noget frostsølsom, hvilket forstærkes af, at træarten ofte dyrkes i frostsatte lavninger. Den kan dog på ikke alt for udsatte lokaliteter udmærket etableres uden skærm.

Den er generelt ret tørketolerant, men kræver for at udvikle sig optimalt en god vandforsyning enten via nedbør eller gennem grundvandskontakt. Ask er følsom overfor stærk vind og isslag, da smågrene let brækker af. Da Danmark ligger tæt på askens nordlige udbredelsesgrænse, forventes træarten at have direkte gavn af de forventede klimaændringer, så længe de ikke fører til udpræget forårs- eller sommertørke.

### Krav til jordbund

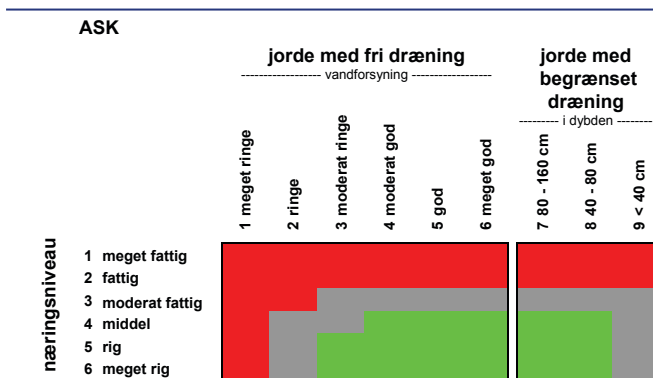
I modsætning til tidligere antaget har asken en relativ stor jordbundsamplitude. Den trives bedst på dybgrundet, næringsrig jord, men udvikler sig også godt på mere fattige eller sandede lokaliteter, når blot vandforsyningen er tilstrækkelig. Ask vokser både på jord med højtliggende pseudo-gley eller gley, på kalk-jord, på drænet og velomsat tørv og på moderat sur jord. Den ynder ikke stærkt kompakte og fortættede jorde. Når asken således ofte især optræder på marginale lokaliteter (gley, kalk, tørv), skyldes det, at den i sit optimum bliver fortrængt af den mere konkurrencekræftige bøg – ofte som et aktivt valg i skovdriften. Askens løv omsættes let, og arten befordrer dannelse af udpræget muldbund.

### Sygdomme og skader

Generelt har asken ikke mange fjender. Den efterstræbes af især råvildt, men på grund af en rask ungdomsvækst kommer den hurtigt over vildtbidhøjde, hvis vildttætheden ikke er for høj. Ofte er hegning dog nødvendig.

I de seneste år er ask ramt af en ny svampesygdom, der medfører døde topskud (asketoptørre), se Videnblad 8.7-32. Asketoptørre er en alvorlig sygdom, som rammer alle aldersstadier, men problemet viser sig først i kulturer og yngre bevoksninger, som i værste fald må opgives. Noget tyder på, at der er genetiske forskelle i modtageligheden, samt at skaderne er større, hvor arten dyrkes under varierende vandforsyningsforhold.

Vedkvaliteten kan påvirkes af askekræft, som typisk rammer yngre be-



Jordbundskrav for ask: optimale, egnede og uegnede lokaliteter.

voksninger (20-50 år). Askekræft forårsages af en svamp (*Neonectria galligena*) eller en bakterie (*Pseudomonas syringae* subsp. *savastanoi* pv. *fraxini*). Lignende skader på barken kan fremkaldes af askebarkbiller (*Hylesinus fraxini* eller *H. varius*), som foretager et overvintrings- og ernæringsgnav i levende aske. Askebarkbiller yngler i døde eller fædede asketræer, så der kan ske en opformering, hvis hugstaffald efterlades i stort omfang.

### Anvendelse i skovbruget

Med et samlet areal på godt 20.000 ha udgør ask kun 3,5 % af det bevoksede areal. Ask er, i det klassiske skovbrug, hovedsageligt dyrket i renbestand på næringsrige lokaliteter med rigelig vandforsyning. Som lysttræart har den dog ofte i renbestand problemer med vækststagnation som følge af græs i skovbunden.

Asketræet er således en udpræget indblandingsart, og på grund af sin store økologiske amplitude og gode foryngelsesevne kunne asken få en væsentlig større rolle i naturnær skovdrift og i bynære skove, end den har haft i det klassiske skovbrug, hvor den i Danmark ofte har været forvist til dårligt dræned lokaliteter. Ask optræder som dominerende træart i skovudviklingstypen Ask og rød (31), og den har også en dominerende rolle i Bøg med ask og ær (12) og i Eg med ask og avnbøg (21). Desuden spiller ask en væsentlig rolle i Støvningsskov (91) og Græsningsskov (92).

På grund af asketoptørrens voldsom-

me hærgen er der sat en foreløbig stopper for brugen af ask i skovbruget, som pt. er beskæftiget med at »redde hvad reddes« kan – dvs. at fælde sygdomsramte træer, før de dør, og vedkvaliteten forringes. Skovdyrkningsmæssigt er det et stort problem for skovbruget – ikke mindst det naturnære, hvor asken som udpræget lysttræ med forkærlighed for god vandforsyning spiller en vigtig rolle. Som indblandingsstræart i bøgeskoven kan den substitueres af æren, mens dens rolle på udpræget vådbund nok må overtages af rødell.

### Proveniensvalget

Vækst og især form varierer meget mellem provenienser. Asken er let at forædle, og der findes adskillige frøplantager, hvoraf nogle dog indeholder et stærkt begrænset antal kloner. Nyere undersøgelser tyder på, at der er udprægede klonforskelle i modtageligheden for den svamp, der fremkalder asketoptørre.

En resistens mod asketoptørre vil uden tvivl være en forudsætning for en fremtidig anvendelse af ask i skovbruget. Ingen af de nuværende frøkilder kan pga. asketoptørren umiddelbart anbefales.

J. Bo Larsen, Iben M. Thomsen

### Litteratur

Larsen, J.B. ed. (1997): Træarts- og proveniensvalget i et bæredygtigt skovbrug. DST, 82, 98-104.

Kjær, E.D. et al. 2010: Findes der asketræer, som kan modstå asketoptørre? Skoven 42(1): 38-41.





## Træartsvalget 3. Avnbøg

### *Carpinus betulus* L.

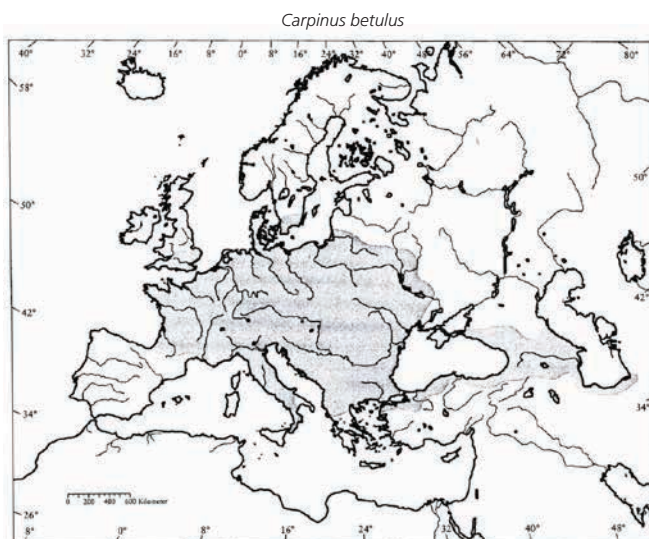
**Avnbøg optræder mest som underplantning eller naturlig indblanding i løvskove, specielt i de sydøstligste egne. Den vil formentlig få fordel af en temperaturstigning i relation til klimaændringer.**

Avnbøgens nordlige udbredelse går gennem Danmark. Den er således vildtvoksende i landets sydøstlige egne og mest almindelig på Bornholm og Lolland-Falster. I skovbruget bruges den mest som underplantning under eg. Avnbøgs ved er meget hårdt, men anvendes nu mest til brænde. På grund af dens store regenerationssevne er den velegnet til stævningsdrift. Den tåler ligeledes beskæring og anvendes derfor i landskabet navnlig som klippet hæk.

#### Naturlig udbredelse og successionsmæssig rolle

Avnbøgen er vidt udbredt i Mellem-europa fra Sydengland, Danmark og Sydsverige i nord til Sydfrankrig, Syditalien og Grækenland mod syd. Mod øst standser træarten ved grænsen til Rusland, mens udbredelsen strækker sig fra sortehavsområdet gennem Kaukasus til Elbrusbjergene i det nordlige Iran. Mod nord vokser den i lavlandet, mens den når højder på 1000 meter i Mellemeuropa og op til 2000 meter i Kaukasus og 2300 i Elbrusbjergene.

Den bliver mellem 150 og 250 år gammel og når sjældent højder på over 25 m – selv på optimale lokaliteter. I Danmark når avnbøgen sin nordligste udbredelse. Den findes her i småskove, skovbryn og hegn, specielt på Lolland, Falster og



Avnbøgen er udbredt i det centrale og østlige Europa og har sin nordgrænse i Danmark, hvor den hovedsageligt findes i den sydøstlige del af landet.



FOTO: BRUNO RIJSE, JØRGENSEN, 2008

Eg fra 1905/13 med avnbøg indplantet i 1944. Dette skovbillede er typisk for klassisk egedyrkning, hvor avnbøg indbringes ved 40-års alderen til etablering af en underetage mod vanris og græs. Stenderup Midtskov.



Bornholm, mens den er sjælden hhv. fraværende i den nordlige del af landet.

Avnbøgen er skyggetolerant, men bliver sjældent dominerende i de tilsvarende klimakssamfund, da dens højdevækst er begrænset i forhold til andre skyggetræarter – især bøgens. Dens økologiske niche er derfor i højere grad som indblandingsart i mere lysttræprægede skovsamfund, fx sammen med eg, ask og lind, hvor avnbøgen hovedsagelig optræder i mellemetagen. Den forekommer så godt som aldrig i renbestand, men som mellemetage kan den ofte optræde med større stamtal end overetagens træarter. Den sætter villigt stødskud og forekommer derfor hyppigt i de centraleuropæiske lav- og mellemskove.

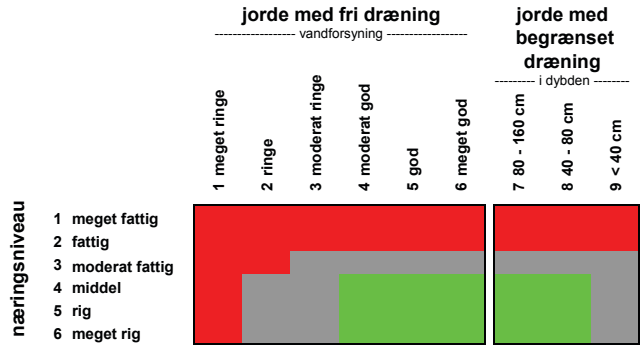
#### Krav til klima

Avnbøgen er tilpasset et suboceansk til subkontinentalt klima og har sit optimum i det sydbaltiske område (Litauen, Polen). Den tolererer varme somre og klarer tilsvarende kolde vintre godt. Den er mindre følsom over for sen forårsfrost end bøg og kan på ikke alt for udsatte lokaliteter godt kultiveres på bar mark uden skovklima og uden brug af ammetræer. Nær dens nordlige grænse (fx i Danmark) bliver den varmekrævende og undviger områder med kulde. Således udvikler den sig bedst i den sydøstlige del af landet. Avnbøgen vil nyde godt af mindre klimaændringer, hvis disse som ventet går mod højere temperaturer. Arten er relativ stormfast.

#### Krav til jordbund

Avnbøgen er relativ tolerant med hensyn til næringsstof- og vandforsyning. Den kræver dog god næringsstofforsyning for at udvikle store individer. Den vokser på tørre lokaliteter såvel som på udpræget dårligt drænet, stiv lerjord med pseudogley, som den tåler langt bedre end bøg og ær. Den vokser dog dårligt på tørvejord. Avnbøgens løv omsættes let, og træarten er en typisk mulddanner.

## AVNBØG



Jordbundskrav for avnbøg: optimale, egnede og uegnede lokaliteter.

#### Sygdomme og skader

Avnbøgen har ikke mange naturlige fjender. Den efterstræbes kun i begrænset grad af vildt og er ikke særlig udsat for musegnav. Som underetage i eg vil den ofte afløves af frostmålere, når sommerfuglelarverne er færdige med hovedtræarten. Diverse svampesygdomme på blade har ingen praktisk betydning, og det samme gælder angreb af heksekost (*Taphrina carpini*), da kun sidegrene rammes. Af og til ses angreb af rynket lædersvamp (*Stereum rugosum*) på stammer af yngre træer, svampen forårsager kræftsår og hvidmuld. Angrebne træer kan blot fjernes ved tynding.

#### Anvendelse i skovbruget

Ifølge data fra Danmarks Skovstatistik forekommer avnbøg kun på 0.2% af skovarealet, fortrinsvis som indblanding.

Avnbøg har pga. sin begrænsede højdevækst og gode skyggetolerance været brugt som undervækst i egebevoksninger til modvirkning af vanrisdannelse. Den er således ideel til at skabe strukturvariation og bunddække i lysttræprægede skovudviklingstyper. Dette gælder specielt for Eg med ask og avnbøg (21), men også i andre skovudviklingstyper på bedre jorde har avnbøg en vis plads, fx Bøg med ask og ær (12), Eg med lind og bøg (22) og Ask med rød (31). I den kulturbetingede skovudviklingstype Stævningsskov (91) vil avnbøgen også kunne forekomme

især på næringsrig bund, da den har let ved at danne stødskud. Avnbøgen kan desuden anvendes i læplantninger og inderst i vildtremiser.

#### Proveniensen

Viden om avnbøgens geografisk-genetiske variation er meget begrænset. Et gammelt proveniensforsøg i Tharandt (Sachsen) tyder på, at nordøstlige provenienser (nordlige Polen) er mere vækstkraftige og har en bedre stammeform end provenienser fra Bayern og Sachsen.

I Danmark anvendes hovedsageligt lokalt indsamlet frømateriale. Som hovedregel bør man anvende dansk frømateriale, men der er intet der tyder på, at udenlandsk (nordtysk, polsk) skulle være mindre velegnet. Følgende frøkilder er pt. på markedet og kan anbefales:

F.567 Kæderup Tykke, Bregentved  
F.787 Knuthenborg, Knuthenborg  
Nordtyskland Zone 80601  
Konsultér også [plantevalg.dk](http://plantevalg.dk)

J. Bo Larsen

#### Litteratur

**Boratynski, A. 1996:** *Carpinus betulus*.  
*Enzyklopedie der Holzgewächse* 5/8:  
1-12



## Træartsvalget 4. Birk

### *Betula pendula* Roth. og *Betula pubescens* Ehrh.

Birk har traditionel været anset som en uønsket art i produktionsskovbruget, men den kan spille en rolle som stabiliserende indblandingsart og pionerart efter større katastrofer som stormfald. Birk er robust overfor klimændringer, har få problemer med skadevoldere og et uudnyttet forædlingspotentiale i Danmark.

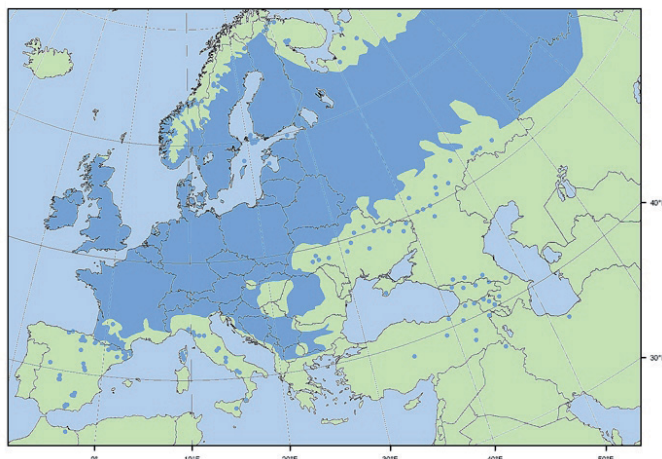
I skovbruget har birken været betragtet som ukrudt, som det gjaldt om at bekæmpe. Derfor er birken i mange områder så godt som udryddet i produktionsskoven og blevet henvist til uproduktive arealer og "vilde hjørner". Som udpræget pionerart er den velegnet til at kolonisere arealer efter fx stormfald, og den har en vis rolle i det naturnære skovbrug som stabiliserende indblandingsart efter større katastrofer.

#### Naturlig udbredelse og successionsmæssig rolle

Vortebirken (*Betula pendula*) og dunbirken (*Betula pubescens*) er begge udbredt over det meste af Europa – fra Nordskandinavien til Syditalien og fra Irland til langt ind gennem Rusland. Dunbirken går ikke helt så langt mod syd som vortebirken, men går længere mod nord (den findes fx naturligt i Grønland og i Island). Tilsvarende findes dunbirken også højere oppe i bjergene end vortebirken.

I Danmark forekommer vortebirken i de fleste egne. Dunbirken vokser fortrinsvis i moser og er hyppig i Nord- og Midtjylland samt i Nordsjælland. Det klassiske skovbrug har generelt bekæmpet birken, da den efter renafdrift hyppigt invaderer arealet og ska-

*Betula pendula* Roth. og *Betula pubescens* Ehrh.



Vortebirken findes naturligt i det meste af Europa og Rusland. Udbredelseskort fra EUFORGEN.



Froplantagen FP.279 Mosemark Skov. Materialet i froplantagen stammer fra det svenske forædlingsprogram og omfatter i alt 116 familier af vortebirk. Efter genetisk tynding er der 47 plustræafkom og én standard i froplantagen. Kriterierne for den genetiske tynding var primært stammeform og vækst. Med udgangspunkt i den intensive selektion forventes afkommet at have særligt gode kvalitets- og vækstegenskaber.

FOTO BIRNE DITLTVSEN

ber problemer for den plantede kultur. Optællinger i den danske skovstatistik viser, at birk optræder på 6,4 % af skovarealet svarende til godt 37.000 ha, men den udgør dog kun 3,6 % af vedmassen.

Birken er den mest udprægede pioner af vore træarter, og den kræver meget lys. Dens rolle er derfor at starte de tidlige successionsstadier efter større eller mindre katastrofer. Kun på ekstreme lokaliteter – fx på tørv, kan den sammen med andre pionerer (skovfyr, røn m.fl.) danne halvvejs stabile skovsamfund. Grundlæggende er birken dog afhængig af sammenbrud af en vis størrelse (stormfald, skovbrand mv.), da nyligt blottede arealer effektivt koloniseres af birkens rigelige, let vindsprede frø.

#### Krav til klima

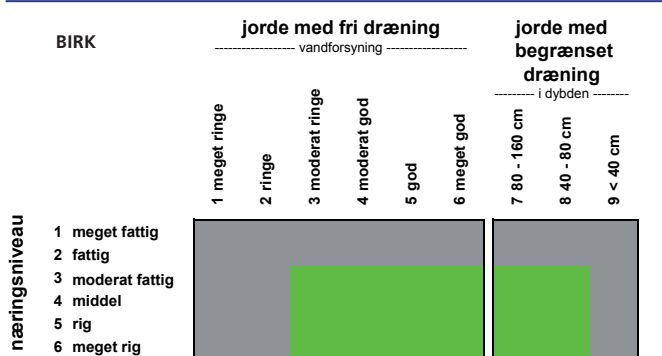
Birk er som udpræget pionerart ekstrem klimatolerant og skades sjældent af frost. Den stiller tilsvarende ringe krav til vandforsyningen. Vortebirk er dog mere tørketolerant end dunbirken. Hvor vandforsyningen er tilstrækkelig, har birken et meget højt vandforbrug. Birk anses som værende robust overfor klimaændringer.

#### Krav til jordbund

Birk har en ekstrem stor jordbundsamplitude og kan vokse på alle jorde fra de mest næringsfattige og tørre til næringsrige og våde (grundvandspåvirkede) lokaliteter. De to arter synes dog at adskille sig mht. jordbundspræferencer. Mens vortebirken trives bedre på den tørre og sandede højbund, så synes dunbirken at foretrække den våde bund (tørvelokaliteter). Birken er robust over for selv vanskelige jordbundsforhold, også pseudo-gley og grundvandspåvirkning.

#### Sygdomme og skader

Birk efterstræbes i ungdomsfasen i udpræget grad af vildt, hvilket kan iagttages ved hyppig spontan opvækst af birk i hegnede kulturer. Birk er vært for en lang række insekter og svampe, især på bladene. De fleste udgør dog ikke noget problem, selvom birkerust (*Melampsorium betulinum*), som værtskifter med lærk, kan forårsage tidligt løvfald samt øget frostfølsomhed.



Jordbundskrav for birk: optimale og egnede lokaliteter. Der er ingen deciderede uegnede lokaliteter.

Mest synlige men uden større betydning er de såkaldte heksekoste fremkaldt af svampen *Tapbrina betulina*, som især optræder på dunbirk.

Birk kan angribes af rodfordærver (*Heterobasidion annosum*), hvor træarten vokser som indblanding i nåletræ, især fyr, men ikke i renbestand. Svækkede og døende birketræer koloniseres af tøndersvamp (*Fomes fomentarius*) og birkeporesvamp (*Piptoporus betulinus*). I de nordiske lande optræder hyppigt sorte knuder på stammerne. Disse knuder fremkaldes af birkespejlporesvamp (*Inonotus obliquus*), som også findes i Danmark.

Blå birkebladhveps (*Arge pullata*) har siden 1970'erne givet anledning til masseafløvning af birk i det sydøstlige Danmark (fortrinsvis Lolland-Falster). Udbrud ses med mange års mellemrum og reguleres formentlig af parasitter som snyltehvepse. Larverne er giftige for får og hunde.

#### Anvendelse i skovbruget

I det klassiske skovbrug har birken generelt været uønsket og er derfor fortrængt til uproduktive arealer som moser. Dens rolle i det naturnære skovbrug er knyttet til katastrofer og marginallokaliteter (sand, tørv). Den er derfor kun repræsenteret med en større andel i skovudviklingstyperne Birk med skovfyr og gran (41) og Skovfyr, birk og rødgran (81). Birken spiller med sine pioneregenskaber også en rolle i visse Stævningssskove (91) samt i Græsningsskove (92). Den har også en vigtig rolle som ”sårheler” i skovene generelt, idet den er fremra-

gende til at genskabe skovklimaet og starte en succession efter stormfald eller andre større katastrofer. Det er derfor vigtigt at bevare enkelte birk i skovudviklingstyperne generelt – især de nåletrædominerede – som en forsikring i tilfælde af større katastrofer.

#### Proveniensvalget

Birken har i skovbruget generelt har været betragtet som ukrudt i skovbruget. Herved er der givetvis sket en stærk negativ selektion i relation til vigtige forstlige egenskaber som stammeform og vækst. Arterne har derfor et stort uudnyttet forædlingspotentiale i Danmark, som til dels er blevet realiseret i Sverige. Vejledende kan anbefales:

- Danske frøplantager: FP.279 Mosemark (selektet sydsvensk materiale)
- Danske kårede frøavlsvoksnings: F.801 Jægerspris, F.814 Randers Nørreskov, F.817 Hong
- Sydsvenske frøplantageafkom eller kårede bevoksninger (syd for 57. breddegrad)
- Frøplantageafkom fra Nordtyskland (fx zone 804-01).

Konsultér også [plantervalg.dk](http://plantervalg.dk)

Masurbirken er en speciel variant af vortebirken kendetegnet ved en dekorativ vedstruktur, som betales med høje priser. Der er en række kloner fra Norge og Finland i handelen.

J. Bo Larsen

#### Litteratur

Larsen, J.B. ed. 1997: Træarts- og proveniensvalget i et bæredygtigt skovbrug. DST 82: 229-234.



# Træartsvalget 5. Bøg

## *Fagus sylvatica* L.

Bøg er den naturlige hovedtræart i Danmark og dominerer ofte skovsamfundet som udpræget skygge-træart. Bøg er følsom overfor tørke, dårlig dræning samt frost, men anses ellers som en robust træart også i forhold til klimaændringer. Vækstvilkår og den forstlige pleje er mindst lige så betydende for dyrkningsresultatet som genetisk oprindelse, men vækst- og formudvikling kan forbedres via proveniensvalg

Bøg har af alle vore træarter den største potentielle naturlige udbredelse i Danmark og spiller en større eller mindre rolle i de fleste naturære skovudviklingstyper. Den trives godt såvel i renbestand som i blanding med andre arter. Tørke i vækstsæsonen og skiftende vandindhold i jorden er de mest problematiske forhold for bøg. Generelt bør man anvende materiale fra velkendte, kårrede danske bevojsninger.

### Naturlig udbredelse og successionsmæssig rolle

Bøgen er udbredt i de tempererede dele af Vest- og Centraleuropa. Nordgrænsen går gennem det sydlige Norge og Midtsverige. Den forekommer så langt mod syd som på Sicilien. I Nordeuropa vokser den i lavlandet og forekommer her oftest i blanding med ask, ær, eg, elm, kirsebær mv., mens den i det sydlige og sydøstlige Europa er knyttet til bjergegnene, hvor den også findes i blanding med ædelgran og rødgran og mere sjældent med lærk.

I Danmark vil bøgen være den potentielt naturlige hovedtræart i det



Bøgen er udbredt over det meste af Europa: Mod syd vokser den i bjergene og mod nord i lavlandet. Udbredelseskort fra EUFORGEN 2000.

meste af landet. Den er således den mest udbredte af vore løvtræarter og udgør med sine 74.000 ha 12,7 % af skovarealet og næsten 25 % af vedmassen i skovene. Bøg forekommer især i det østlige Jylland samt på øerne, men bliver i tiltagende grad genindført i Midt- og Vestjylland.

Bøgen er en klimakstræart, som tåler og giver megen skygge. Den er en udpræget skyggetræart og er knyttet til de sene successionsstadier. Den dominerer ofte de naturlige skovsamfund, som den optræder i. Den forynnes bedst i et eksisterende skovklima med læ, skygge og høj luftfugtighed.

### Krav til klima

Bøgen er følsom overfor ekstrem vinterfrost, og østgrænsen gennem Polen og Rusland menes at være be-

tinget heraf. Som udpræget klimakstræart springer den tidligt ud og skades derfor ofte af forårsfrost; et forhold, som på frostudsatte lokaliteter (skovrejsning – renafdrift) ofte betinger brug af ammetræ eller forkultur.

Træarten er forholdsvis følsom overfor tørke i vækstsæsonen, et forhold der kan medvirke til deklassering af veddet gennem dannelse af rødmarv og sorte pletter ("fregner"). Sommer-tørke bidrager sandsynligvis også til østgrænsen. Bøgen vil tåle et varmere klima, men den kan få problemer, hvis det samtidig bliver udpræget tørt i vækstsæsonen især på lokaliteter, som ikke er optimale for bøgen fx pga. dårlig dræning.

### Krav til jordbund

Bøgen har en relativ stor jordbunds-



amplitude. Den udvikler sig dog bedst på dybgruede jorde med en god næringsstof- og vandforsyning. Den er tolerant overfor relativt fattige og tørre jorde, blot er væksten her mere beskedent.

Generelt hører dårlig dræning og deraf følgende periodisk iltfattige forhold i jorden til de mest problematiske vilkår for bøgen. Sådanne forhold medfører ikke, at træarten dør, den bliver snarere mere følsom overfor tørke og for forsumpning i forbindelse med stærke hugster med toptorhed og rødmarvsdannelse til følge. Der er dog næppe de store problemer, hvis pseudogley optræder dybere end 80 cm.

Det synes som om, at indblanding af andre mere tålsomme træarter som ask, lind, eg, avnbøg, ædelgran mv. reducerer problemerne hos bøgen. Tørvejorde er ikke egnede for bøg, hvormod den trives på kalkjorde.

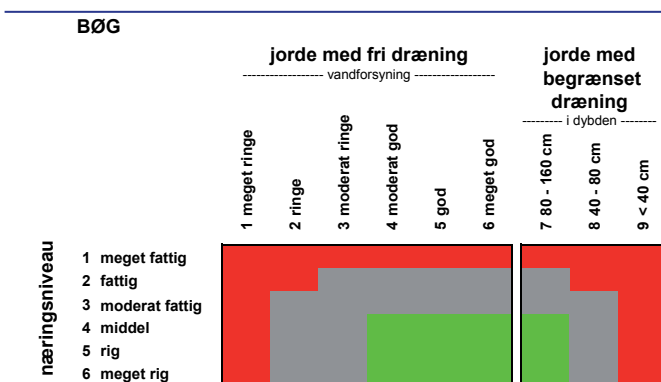
Bøgens løv er i forhold til andre løvtræarter forholdsvis svært nedbrydeligt, og den regnes for morderdanner på fattige jorde. På gode jorde udvikles der en god muldtilstand - især hvor den optræder i blanding med andre løvtræer.

### Sygdomme og skader

Bøgen har forholdsvis få naturlige fjender. Den efterstræbes dog meget af vildt, hvorfor hegning ofte er nødvendig i kulturfasen. Mus kan forårsage betydelige skader i bøgeskulturer, især i fornyelser præget af græs.

Som periodisk optrædende betydende sygdom kan nævnes slimflåd. Det drejer sig om et sygdomskompleks forårsaget bl.a. af tørkesvækkelser efterfulgt bøgeskjoldlus (*Cryptococcus fagisuga*) samt en række primære og sekundære svampe og bakterier, som medfører udbredte bark- og kambialskader, især bøgékraftsvampen (*Neonectria coccinea*). Stærkt svækkede træer får typisk angreb af tondersvamp (*Fomes fomentarius*).

Rødmarv er en anden betydelig skade, som kan virke stærkt værdinedsættende på veddet. Rødmarv op-



Jordbundskrav for bøg: optimale, egnede og uegnede lokaliteter.

står ved indtrængning af luft gennem barksår og/eller døde grene. På fortættede fladgruede lerjorde er tilsvarende punktvis misfarvninger i veddet (de såkaldte fregner) blevet iagttaget som følge af tørkestress.

### Anvendelse i skovbruget

Bøgen er den træart, der har den største potentielle naturlige udbredelse i Danmark. Naturligt vil den dominere på de fleste lokaliteter – med undtagelse af de mest næringsfattige og sandede, de mest våde samt på tørvejorde. I klassisk skovbrug drives bøgen mest i renbestand fornyet gennem skærmlafdrift i forbindelse med gode frøår, som siden 1990'erne optræder hyppigt. Den findes dog også indblandet med andre arter – herunder ær, ask samt nåletræer som lærk, rødgran og douglasgran.

Bøgen spiller tilsvarende en større eller mindre rolle i de fleste naturnære skovudviklingstyper. Der er således 4 bøgedominerede skovudviklingstyper: Bøg (11), Bøg med ask og ær (12), Bøg med douglasgran og lærk (13), Bøg og gran (14) samt 4 andre, hvor bøgen indtager en betydelig rolle: Eg med lind og bøg (22), Gran med bøg og ær (51), Douglas, rødgran og bøg (61) og Ædelgran/grandis og bøg (71).

### Proveniensvalget

Bøg udviser generelt en lille fænotypisk uddifferentiering, og dyrkningsresultatet er mere afhængig af vækstvilkårene og den forstlige pleje end af materialets genetiske oprindelse. Bedst vækst- og formud-

vikling har schweizisk bøg fra området omkring Zürich udvist. Tilsvarende gode formegenskaber fås fra Slovakiet (Nordkarpaterne).

Mere generelt bør man anvende materiale fra velkendte, kårede danske bevoksninger, men tilsvarende kårede bevoksninger fra Tyskland, Holland mv. kan også anbefales. Derimod frarådes bøg fra de rumænske Karpaten (Øst-, Syd- og Vestkarpaterne).

- Schweiz: Sihlwald, Adlisberg samt F.596 DTU og F.809 Lourup, som begge er af sihlwaldoprindelse
- Danske kårede bevoksninger: Der findes en række danske kåringer, som fx F.13 Stenderup, F.277 Steensgård, F.336 Rathlousdal, F.413 Gråsten, F.419 Holstenshuus, F.509 Bregentved, F.680 Gjorslev, F.728 Munkebjerg, F.739 Knuthenborg, F.757 Karuplund, F.762 og F.763 Gunderslevholm, F.809 Lovrup og mange flere
- Kårede bevoksninger i Nordkarpaterne (Slovakiet), 500-800 m.o.h.
- Kårede bevoksninger og områder i Tyskland og Holland

Konsultér også [plantevalg.dk](http://plantevalg.dk)

J. Bo Larsen

### Litteratur

Larsen, J.B. ed. 1997: Træarts- og proveniensvalget i et bæredygtigt skovbrug. DST 82: 69-81.

Nord-Larsen, T. et al 2010: Skove og plantager 2009. Skov & Landskab.





## Træartsvalget 6. Douglasgran

### *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco

Douglasgranen er en af fremtidens nåletræarter i Danmark. Den vokser godt på de fleste skovlokaliteter og forventes fint at kunne tilpasse sig de kommende klimaændringer. Da den er noget frost- og udtørningsfølsom i kulturfasen, er den særligt velegnet i det naturnære skovbrugs mere lukkede foryngelsesformer, hvor den desuden er god i blanding med andre træarter.

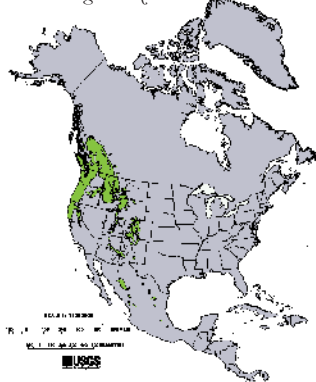
Douglasgran er den udenlandske træart med det største fremtidspotentiale i dansk skovbrug. Den har en høj tilvækst og gode vedegenskaber. Douglasgran har en stor jordbundsamplitude, og den stiller små klimakrav, forynger sig villigt, og den vokser godt i blanding med andre træarter. På renafdriksflader skades den ofte af sen forårsnattefrost, så den er specielt velegnet i det naturnære skovbrugs beskyttede foryngelsesformer.

#### Naturlig udbredelse og successionsmæssig rolle

Douglasgranen er hjemmehørende i det nordvestlige Amerika, hvor den opdeles i en kysttype og en indlandstype. Kysttypen strækker sig fra British Columbia i Canada, gennem staterne Washington, Oregon og ned i det nordlige Californien. Indlandstypen forekommer ligeledes fra Canada og ned gennem Rocky Mountains med spredte forekomster helt ned til Mexico. Kysttypen, og her særligt herkomster fra Washington, har fundet udbredt anvendelse i Europa.

I Danmark har den med stor succes

*Pseudotsuga menziesii*



Douglasgranen har et enormt udbredelsesområde: Fra Canada i nord til Mexico i syd, og fra Stillehavet i vest til Colorado i øst. U.S. Geological Survey, 1999, Digital representation of "Atlas of United States Trees" by Elbert L. Little, Jr.

været anvendt i skovbruget i over 120 år dog med visse tilbageslag i første halvdel af 1900-tallet pga. anvendelsen af uegnede kontinentale provenienser (indlandsherkomster angribes af nålesvampene *Rhabdocline pseudotsugae* og *Phaeocryptopus gäumannii*). Douglasgran udgør dog pt. kun omkring 1,1 % af det danske skovareal (data fra Danmarks Skovstatistik 2009).

Douglasgranen er grundlæggende en pionerart, der i sit hjemland især forynges efter skovbrand. Pga. dens store vækstkraft (den når højder på op til 100 m) og lange livsforløb (op til 1000 år) dominerer den i lange perioder skovsamfundet og får herved rollen som subklimaksart. I de



FOTO: BIRANE DITTEVSEN

Douglasgran indblandet i bøg på Silkeborg Statsskovdistrikt.

tidlige successionsfaser (efter brand o.l.) associerer den med amerikansk rodel (*Alnus rubra*), og senere indvandrer arter som sitkagran (langs kysten), grandis, thuja, tsuga og mange andre. Opstår der undervejs i successions-processen ikke nye katastrofer (skovbrand) vil udviklingen efter 600 til 800 år gå mod et klimaks-samfund af skyggetræarter domineret af tsuga.

I Danmark har douglasgranen især været dyrket i renbestand. Den har dog også vist sig god i blandinger med andre nåletræarter (grandis, sitka, rødgran), og den er specielt god i blanding med bøg. Den forynger sig villigt - især på de lettere jorde.

#### Krav til klima

Douglasgranen udvikler sig godt i det milde danske kystklima. På trods af dens pioner karakter er det

især klimaskader i kulturfasen, der begrænser dens brug. Den skades ofte af sen forårsnattefrost samt af frostuddtørring i forbindelse med barfrost i den sene vinter. Dette indebærer, at arten bedst forynges under skærm eller i halvskygge. Træarten er relativ tørketolerant især på dybgrundede jorde. Den trykkes let skæv af vinden (sabelvækst), og op til 30-40 års alderen er den ikke særlig stormfast. Senere bliver den mere robust overfor storme. Douglasgranen vil være særdeles robust overfor de forventede klimaændringer.

### Krav til jordbund

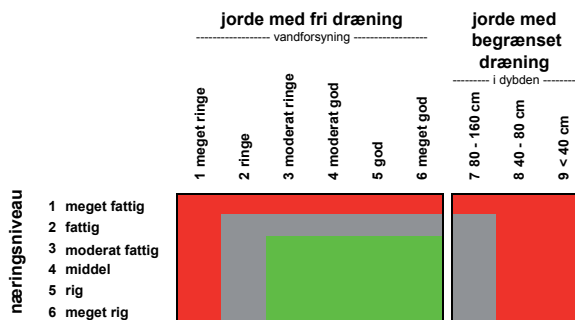
Douglasgranen har en meget stor jordbundsamplitude. Arten gror således relativt godt selv på forholdsvis tør og fattig bund. For at udvikle sig optimalt kræver den dog jorde med mulighed for relativt dyb rodudvikling. Undgå derfor lokaliteter med cementerede lag og lag med høj densitet. Desuden bør den ikke anvendes på udpræget dårligt drænedde lokaliteter.

### Sygdomme og skader

Tidligere havde douglasgranen store problemer med to nålesvampe douglasiesprækkesvamp (*Rh. pseudotsugae*) og douglasiesodskimmel (*Ph. gäumannii*). Især den førstnævnte viste sig at ramme indlandsprovenienserne hårdt. Vælger man som nu kystprovenienser, har douglasgranen ikke mange alvorlige biotiske problemer, selvom douglasgranlusen (*Gilletella cooleyi*) angriber kysttypen mere end provenienser fra indlandet. I USA har douglasiesodskimmel dog givet anledning til kraftige nålefald siden starten af 1990'erne (se Videnblad 8.7-42).

Douglasiekraft og toptørre (*Potenzomyces coniferarum*) er en svampesygdom, som angriber barken på douglasgran, men også andre nåletræer som ædelgran og lærk. Den benævnes i ældre lærebøger som indsnøringsyge (*Phomopsis pseudotsugae*), og tørkestressede planter er særligt modtagelige. Plantning under skærm angives at mindske risikoen for angreb.

## DOUGLASGRAN



Jordbunds krav for douglasgran: optimale, egnede og uegnede lokaliteter.

Vildt er et problem både ved bidning men især gennem fejning. Hegning anbefales derfor ofte. De største skader opstår i kulturfasen i forbindelse med forårsnattefrost og barfrost (uddtørring).

Douglasgran er stærkt modtagelig overfor angreb af rodfordærver (*Heterobasidion annosum*) i ungdommen. Dette kan være en medvirkende årsag til den dårlige stabilitet, som præger træarten indtil alder 30-40 år. Som alle nåletræer er douglasgran stormfølsom, stabiliteten øges dog efter 40-års alderen, og ældre bevoksninger er ofte forbavsende stabile.

### Anvendelse i skovbruget

Når douglasgranen på trods af sine mange gode forstlige egenskaber (god vækst og sundhed, gode vedegenskaber) ikke har fundet større udbredelse i det klassiske skovbrug, så skyldes det dens store problemer i kulturfasen; især når kultivering sker efter renafdrift. Douglasgranen udvikler sig bedst i et bestående skovklima og er med sine gode økologiske egenskaber (god i blandinger, god selvforyngelse) og store vækstkraft den udenlandske træart med det største potentiale i det naturnære skovbrug. Den optræder således med væsentlig andel i en række skovudviklingstyper og her især sammen med bøg: Bøg med douglasgran og lærk (13), Bøg og gran (14), Gran med bøg og ær (51), Douglasgran, rødgran og bøg (61), Ædelgran/grandis og bøg (71).

### Proveniensenvalget

Douglasgranen er den af vore træarter, hvor proveniensvalget har størst betydning. Interessen samler sig om provenienser fra kystområderne i staten Washington. Træarten viser udprægede tegn på landrace dannelse, dvs., at den genetisk hurtigt tilpasser sig nye voksesteder; derfor er afkom af gode danske frøavlsvoksninger og frøplantager at foretrække.

- Danske frøplantager: FP210 Soro Akademi, FP228 og FP229 Gurere Vang
- Kårede danske bevoksninger fx F.398 Silkeborg Østerskov, F.421 og 424 Langeso, F.488 Stendalen, F.580, 581 og F.582 Linå Vesterskov, F.594 Løvenholm, F.617 og 618 Langeso, F.736 Silkeborg Nordskov, F.812 Valskov
- Frøplantagen FP232 Lavercantierre (Frankrig, afkom Darrington)
- Washington: Syd- og sydvestsiden af Olympic Mountains (seed zone 030, 222, 231, 240)
- Vestsiden af Kaskadebjergene i Washington og sydlige British Columbia (fx Darrington).

Konsulter også [plantervalg.dk](#).

J. Bo Larsen, Iben M. Thomsen

### Litteratur

Larsen, J.B. ed. 1997: Træarts- og proveniensvalget i et bæredygtigt skovbrug. DST, 82, 169-178.

Nord-Larsen, T. et al. 2010: Skove og plantager 2009. Skov & Landskab.



## Træartsvalget 7. Fuglekirsebær

### *Prunus avium* L.

Fuglekirsebær er som udpræget lystræ naturligt knyttet til især skovbryn og i det åbne landskab. Som skovtræ kan den levere et værdifuldt ved i relativt korte omdrifter, hvilket dog kræver anvendelse af velegnede provenienser og en intensiv pleje.

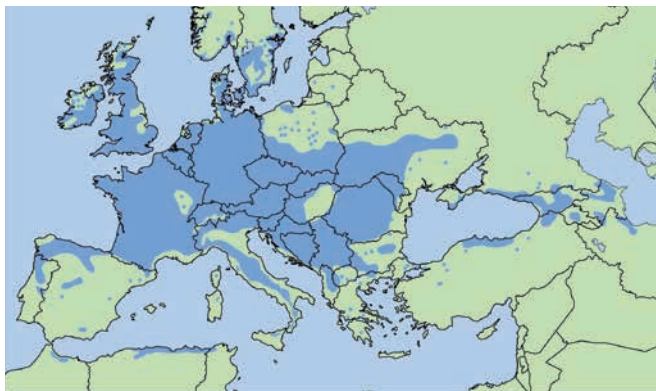
Fuglekirsebær er en af de "mindre" træarter, der er stigende interesse for i skovbruget og ikke mindst i landskabet. Dens mørke mahognilignende ved er meget værdifuldt, og fuglekirsebær med sine blomster og bær har store økologiske og æstetiske kvaliteter. Som udpræget lystræart forekommer den især som indblanding i skovbryn og det åbne landskab. Den dyrkes også i renbestand, men for her at sikre en god vækst og høj vedkvalitet kræver træarten næringsrig og veldrænet jord og intensiv pleje. Desuden spiller her proveniensvalget en afgørende rolle.

#### Naturlig udbredelse og successionsmæssig rolle

Fuglekirsebær findes i det meste af Europa med tyngden i det midteuropæiske og subatlantiske område. Mod nord findes den i England og i Skandinavien op til Midtsverige. Den sydlige grænse går gennem Nordspanien, Italien og det sydlige Balkan. Desuden findes arten i sortehavsområdet, i Kaukasus, Elbrusbjergene samt i Nordafrika. I Schwarzwald forekommer den op til 1000 meters højde, i Alperne op til 1700 og i Kaukasus op til 2000 meters højde.

Fuglekirsebær blev introduceret i

*Prunus avium*



Fuglekirsebær er udbredt over det meste af Europa. I Danmark blev den introduceret for over 1000 år siden. Udbredelseskort fra EUFORGEN 1995

Danmark for over 1000 år siden og er nu almindelig på Bornholm i skove, skovbryn og på tilgroede græsningsarealer. I de øvrige dele af landet optræder den sporadisk, især i skovbryn. Den er dog sjælden vest for israndslinien. Optællinger i den danske skovstatistik viser, at kirsebær (fortrinsvis fuglekirsebær og surkirsebær) kun optræder på 0,5 % af skovarealet svarende til 3.200 ha.

Fuglekirsebær er en udpræget lystræart og forekommer udelukkende som indblandingsart, enkelt- eller gruppevis, hyppigt i bøgeblandingsskoven sammen med ask og ær, og i blanding med eg og ask. Den optræder også primært i Alperne i naturlige blandinger med nåletræ, ofte med skovfyr og lærk. Den er desuden skovbrynets og landskabets træart, her kommer dens økologiske (insektbestøver, bær) og

æstetiske fortrin (blomstring og bær) til fuld udfoldelse.

#### Krav til klima

Fuglekirsebær trives bedst i et lidt varmere klima, end vi har i Danmark. Som udpræget pionerart har den en hurtig ungdomsvækst og skades sjældent af frost. Den foretrækker varme lokaliteter og vil nyde godt af en mindre temperaturforøgelse. Den er relativ tørketolerant. Da Danmark ligger tæt på artens nordlige udbredelse, må fuglekirsebær forventes at kunne drage direkte fordel af de forventede moderate klimaændringer.

#### Krav til jordbund

Fuglekirsebær vokser på mange forskellige lokaliteter, og den stiller ikke store krav til lokalitetens næringsstof- og vandforsyning. Den tåler dog ikke tætte jorde med ud-

præget dårligt dræning (særligt vandforsyningstype 9 og de vådeste i type 8), men foretrækker veldrænedde lokaliteter med middel til god næringsstofforsyning. Arten foryrner sig og trives udmærket på tørre, ikke for fattige lokaliteter, men produktionen er lav. For at sikre en god vækst (til vedproduktion) kræver den en dybgrundet jord med god vandforsyning.

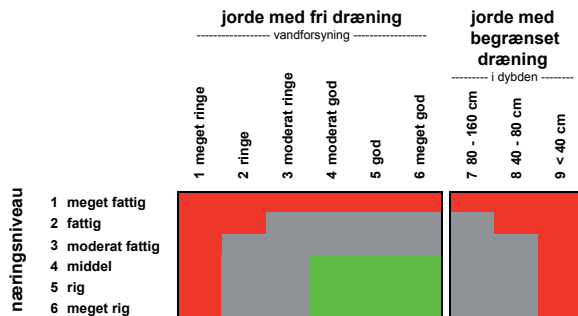
### Sygdomme og skader

Stenfrugt bakteriekræft (*Pseudomonas syringae* pv. *mors-prunorum*) kan medføre en pludselig og hurtig nedvisning. På stammer og grene dannes kræftsår, hvorfra der siver harpiks. Bakterierne trænger oftest ind gennem sår, hvorfor opstamning, som er et vigtigt element i dyrkningen af kvalitetstræ, bør foretages lige før løvspring og lidt ind i sommeren, hvor sårene heles hurtigt.



Den kårede frøavlbevoksning F.590, Langesø. Den findes ikke mere, men F.811 True er afkom af denne bevoksning. Fuglekirsebær dyrkes her i renbestand. Som udpræget lystræ danner den som på billedet en yppig bundflora, når arten dyrkes i renbestand. Udvikles der pga. for kraftig hugst en udpræget græspels, kan det føre til vækststagnation.

### FUGLEKIRSEBÆR



Jordbundskrav for fuglekirsebær: optimale, egnede og uegnede lokaliteter.

### Anvendelse i skovbruget

Dyrkningserfaringer med fuglekirsebær er begrænsede i Danmark. Dyrkningsteknik er fuglekirsebær en meget plejintensiv art (kulturpleje, vildtafværgning, hyppige små hugstindgreb, opkvistning), hvis målet for dyrkningen er kvalitetsproduktion. Desuden er valget af gode (velformede) frøkilder afgørende.

Som hurtigtvoksende lystræ bliver kirsebær sjældent over 100 år, og aleredet ved 60-års alderen iagttages ofte stammeråd. Det er derfor særligt vigtigt at udnytte dens hurtige ungdomsvækst gennem tidlige og kraftige tyndinger kombineret med opkvistning, så tilsdrækkeligt store dimensioner nås ved omdrift i 50 – 60-års alderen.

Dens økologiske og landskabelig-æstetiske fortrin (insektbestover, blomstring) samt fremragende ved berettiger den til en større plads fremover, men meget tyder dog på, at den er uegnet i renbestand. Dens rolle i skovudviklingstyperne er derfor at være indblandingsart som i naturen.

Således forekommer den i Bøg (11) og i Bøg med ask og ær (12); desuden i Eg med ask og avnbøg (21) på ikke alt for lerede lokaliteter samt i Eg med lind og bøg (22) på bedre lokaliteter. Ellers er fuglekirsebær

en betydningsfuld træart i skovbryn og i landskabet generelt samt i forbindelse med Grænsingskov (92) og Skovenge (93).

### Proveniensvalg

Vi har kun meget begrænset viden om proveniensvariation og racedannelse hos fuglekirsebær. Omvendt synes der at være meget store forskelle i vækst og især kvalitet (stamform, grenbygning) mellem forskellige afkom, måske pga. forvildede kulturtyper samt spontan krydsning med disse. Det er derfor specielt vigtigt at anvende allerede velkendte frøkilder.

- Nordtyske frøplantager FPL Zone 81402/04 (fx Döhren, Escherode, Gatersleben, Grohnde, Kattenbühl, Knechtsteden)
- Nordtyskland, Zone 81401/02/04 (fx Lensahn)
- Danske kårede bevoksninger: F.791, True, F.795, F.796 og F.797 Bornholm, F.800 Dyrelund, F.810 Knuthenborg, F.811 True

Konsultér også [plantervalg.dk](http://plantervalg.dk)

J. Bo Larsen

### Litteratur

Larsen, J.B. ed. 1997: Træarts- og proveniensvalget i et bæredygtigt skovbrug. DST, 82, 117-122.





## Træartsvalget 8. Grandis

### *Abies grandis* Lindl.

Grandis har med sit store vækstpotentiale i perioder været plantet en del i de danske skove. Den har en stor jordbundsmæssig amplitude og forventes at kunne tilpasse sig kommende klimaændringer. Mulighederne synes derfor at være til stede for at arten kan få en større betydning i skovbruget.

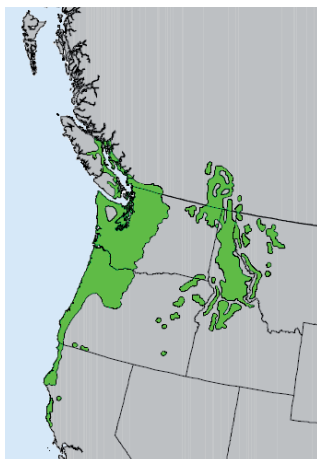
Grandis stammer fra det nordvestlige Amerika, og er den træart, som hos os har vist det største vækstpotentiale. I forsøg har vi således målt løbende årlige tilvækster på over 50 m<sup>3</sup>/ha. Når den ikke har vundet større udbredelse, skyldes det ved dets lave rumtæthed og deraf relativt lave styrkeegenskaber. Gennem svag hugst kan styrkeegenskaberne forbedres, og træarten besidder en stor klimatilpasningsevne. Grandis har således mulighederne for at blive en af fremtidens vigtige skovtræarter.

#### Naturlig udbredelse og successionsmæssig rolle

Grandis er hjemmehørende i det nordvestlige Amerika, hvor den har to adskilte udbredelses-områder: 1) et vestlig, maritimt omkring Vancouver Island samt den vestlige del af staterne Washington og Oregon og 2) et østligt, kontinentalt der strækker sig ned gennem Rocky Mountains fra den sydøstlige del af British Columbia, Idaho, Montana samt det østlige Washington og Oregon.

Grandis er en skyggetræart - en udpræget klimaksart, der først kommer ind sent i successionen. Her vil den sammen med thuja og tsuga langsomt erstatte pionerarterne

*Abies grandis*



Grandis udbredelse omfatter de amerikanske delstater Washington, Oregon, Californien, Montana og Idaho samt British Columbia i Canada.

douglasgran (i vest) hhv. ponderosa-fyr (i øst), hvis ikke skovbrand starter en ny successionsproces. I det vestlige, maritimt prægede område, som er mest interessant for danske forhold, og hvorfra dansk grandis stammer, findes den især som enkelttræindblanding eller i små grupper sammen med bl.a. douglasgran, thuja, og tsuga. I det østlige, kontinentale område optræder den i blanding med ponderosafyr m.fl.

Grandis har i Europa været brugt i ca. 100 år. I dansk skovbrug har den fået en vis betydning pga. sin store produktionskraft (den højeste af alle træarter), og fordi den på mere næringsfattige og tørre lokaliteter med fordel kan erstatte adelgranen som



Frøavlsbevoksning på Haderslev distrikt under frøhøsten: der er højt op – eller langt ned!

klimaks-art. Grandis er god i blandinger med andre arter, og den fornyer sig villigt - især på lettere jorde. Optællinger i den danske skovstatistik viser dog, at grandis kun optræder på knap 1 % af skovarealet svarende til godt 5.000 ha.

#### Krav til klima

Grandis trives særdeles godt i det milde danske milde kystklima. Som udpræget skyggetræart er den folsom overfor forårsfrost - dog ikke så udpræget som adelgranen. Til gengæld er træarten meget tørketolerant, delvis pga. dens evne til dyb rodudvikling – selv på svær lerjord med pseudoglej. Grandis forventes at kunne tilpasse sig de forventede klimaændringer – både den øgede tempera-



tur og sommertørke; dog vil den som alle nåletræarter have problemer med øget stormfrekvens.

### Krav til jordbund

Grandis trives og har god vækst over en bred vand- og næringsgradient - fra meget fattig til meget rig og fra meget tør til grundvandspåvirket jord. Rødsystemet tolererer vekselvåde og grundvandspåvirkede fede lerjorde (type 8) på linie med ædelgran.

På de tørre jorde er den mindre vandkrævende end almindelig ædelgran og klarer sig her generelt godt. Dens største udbredelse i Danmark er tilsvarende på Djurslands lette og tørre jorde. Den er formodentlig ustabil på tørt og på ekstremt grundvandspåvirket, humusrig gleyjord.

Grandis har et meget letomsætteligt løv - den hurtigste omsætningshastighed af alle nåletræarter, og er derfor ikke en udpræget mordanter som de fleste andre nåletræer.

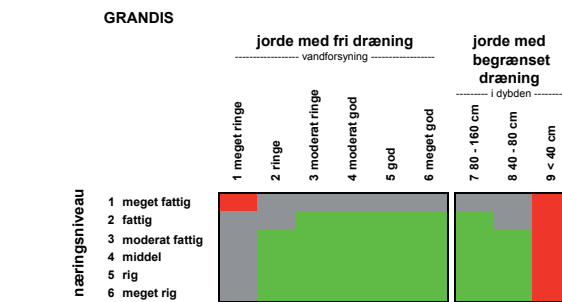
### Sygdomme og skader

Grandis har hos os forholdsvis få naturlige fjender, hvilket er interessant, da den i sit hjemland kæmper med mange skadevoldere – både insekter og svampesygdomme. Træartsforsøg viser, at grandis har en lavere hyppighed af rodfordærver-råd end rødgran og sitkagran (se Vidensblad 8.7-3).

Grandis efterstræbes noget af vildt, dog ikke så meget som almindelig ædelgran. Dens dybtgående rødsystem burde betinge en bedre stormfasthed end vore øvrige nåletræarter, men det opvejes af, at den under storm har en større tilbøjelighed til, at stammen brækker.

### Anvendelse i skovbruget

Grandis dyrkes traditionelt i renbestand og opnår her de højeste tilvækstrater af alle vore skovtræer. I forsøg er der målt løbende årlige tilvækster på over 50 m<sup>3</sup>/ha. Overlegenheden i biomassetilvækst er dog



Jordbundskrav for grandis: optimale, egnede og uegnede lokaliteter.

ikke helt tilsvarende, da veddens rumtæthed pga. de brede årringe er relativ lav.

Den lave rumtæthed og deraf reducerede styrkeegenskaber er hovedårsagen til, at træarten ikke har vundet større udbredelse i skovbruget. Forsøg har dog vist, at rumtætheden og derved styrkeegenskaberne kan forbedres betydeligt ved en svagere hugst. En svag hugst fra oven (kun hugst af de groveste stammer) vil således på ikke alt for næringsrige jorde kunne skabe en meget høj vedmasse af tilstrækkelig kvalitet.

I sit hjemland vokser grandis næsten altid i blanding, og den viser sig også hos os at passe godt sammen med andre arter. Som udpræget skyggetræart minder grandis i sin økologiske profil meget om ædelgran, i forhold til hvilken den har en væsentlig højere tilvækst samt bedre frostresistens.

Derfor indgår grandis på lige fod med ædelgranen i skovudviklingstyperne og bør foretrækkes frem for ædelgranen på næringsfattige lokaliteter med lav nedbør. I følgende skovudviklingstyper indgår grandis som et væsentligt bevoксningselement: Bøg og gran (14), Gran med bøg og ær (51), Douglasgran, rødgran og bøg (61), Ædelgran/grandis og bøg (71).

### Proveniensenvalget

Proveniensenforsøg med grandis viser klare proveniensforskelle mht. vækstkraft. Således vokser de kystnære herkomster fra Washington,

Oregon samt British Columbia kraftigere end provenienser fra Idaho. Proveniensenvalget er dog ikke så afgørende som hos douglasgran. Interessen samler sig om danske kårede bevoксninger samt provenienser fra kystområderne i staten Washington samt British Columbia - og her især Vancouver Island.

- Kårede danske bevoксninger fx F.737, Silkeborg Vesterskov, F.768 C.E.Flensborg, F.813 Valskov, F.821 og F.822 Meilgaard, F.828 Tuse Næs
- Østsiden af Vancouver Island, British Columbia, Canada (fx Courtenay)
- Den Olympiske halvø (især nord-dog østsiden) i Washington (fx Sequim, Louella, Elwha, Poulsbo)
- Vestsiden af Kaskadebjergene i Washington (fx Darrington)

Konsultér også [plantevalg.dk](http://plantevalg.dk)

J. Bo Larsen

### Litteratur

Larsen, J.B. ed. 1997: Træarts- og proveniensenvalget i et bæredygtigt skovbrug. DST 82, 186-192.



## Træartsvalget 9. Lind

### *Tilia cordata* Mill.

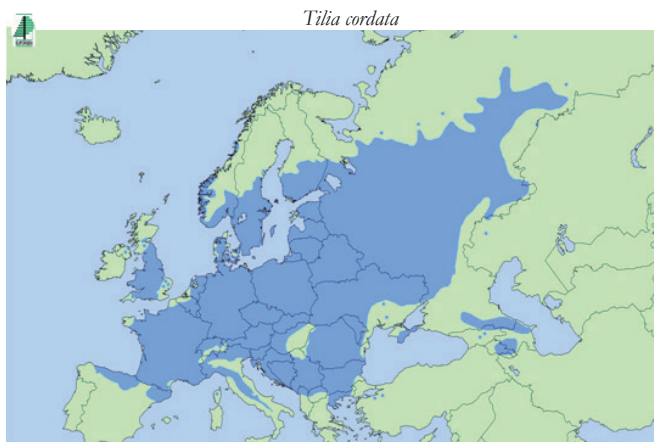
Småbladet lind har ikke haft nogen betydning i det vedproducerende skovbrug. Som insektbestøvet og udpræget mulddanner har den en række økologisk vigtige funktioner. De forventede klimændringer vil givetvist gavne artens konkurrenceevne, så mulighederne er til stede for, at linden kan få en større udbredelse i de danske skove og i landskabet.

Småbladet lind var den dominerende træart i ældre stenalders varmeperiode. Ved kombinationen af faldende temperatur, agerbrugets fremmarch og bogens indvandring blev arten trængt tilbage og er i dag en sjælden træart i Danmark. Nu findes lind hist og her i skovbryn, egekrat og blandingsskove.

#### Naturlig udbredelse og successionsmæssig rolle

Småbladet lind er udbredt i det meste af Europa. Dens naturlige udbredelse strækker sig fra Sydnorge, Midtsverige og det sydlige Finland i nord til Syditalien og Balkanbjergene i syd; fra Irland, England og Nordspanien i vest til langt ind i Rusland. Desuden forekommer den i Kaukasus og Elbrusbjergene i Iran. Mod nord vokser den i lavlandet, mens den når op til 1500 m i alperne.

Linden indvandrede allerede til Danmark for ca. 8.000 år siden, for i ældre lindetid - da temperaturen var 2 - 3 grader varmere end nu - at være det dominerende skovtræ. Ved bogens indvandring i kombination med overgang til et køligere klima og menneskets skovrydninger i jernalderen reduceredes lindens ud-



Linden er udbredt over det meste af Europa og når langt ind i det kontinentale Rusland. Udbredelseskort fra EUFORGEN 2003



Småbladet lind: Kåret bevoksning på Haderslev distrikt (F.613 Stenderup). Bevoksningen er afkom af F.287 Vindeholme og må anses for at være af dansk oprindelse. Bemærk den gode stammeform.

bredelse stærkt, så den i dag kun findes i småbestande i den sydlige del af landet. De kendteste steder er Draved i Sønderjylland og Vindeholme på Lolland. Optællinger i den danske skovstatistik viser, at lind kun optræder på 0,3 % af skovarealet svarende knap til 1.500 ha.

Linden er en skygetræart, der dog ikke er helt så skygetolerant som bøg. Den optræder naturligt som indblanding i en række skovsamfund og sjældent i større sammenhængende bestande. På næringsrige lokaliteter danner den skovsamfund med bl.a. eg, avnbøg, ask, elm, poppel mv., mens den på næringsfattige lokaliteter optræder i blanding med bøg, vintereg, birk, asp, røn, mv. Den har udpræget evne til at forny sig vegetativt, hvilket gør den til en vigtig art i tidligere perioders lav- og mellemkovdrift.

#### Krav til klima

Linden er en træart, der har sit optimum i et subkontinentalt klima med varme somre og kolde vintre. Vort atlantiske klima med kolige somre tilfredsstillende ikke lindens varmekrav – specielt ikke mht. frømodning. Derfor formerer linden sig sjældent generativt i Danmark.

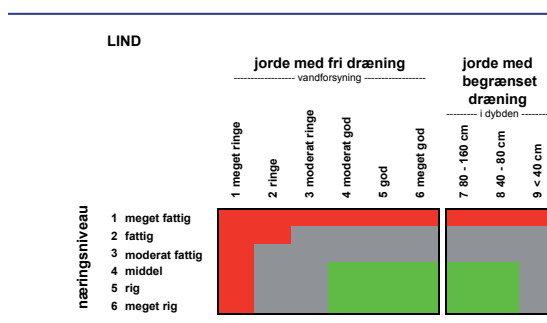
På trods af et relativt tidligt udspiring er den tolerant overfor sen forårsfrost. Den er meget tålsom overfor vinterfrost og tørketolerant – måske på grund af et veludviklet rodsystem selv på vekselvåde jorde. Linden vil få gavn af de forventede klimaændringer med generelt højere temperaturer.

#### Krav til jordbund

Småbladet lind har en stor jordbundsamplitude og udvikles godt på moderat fattige til meget rige jorde. Den bedste udvikling er på jorde med god vand- og næringsstofsyning. Den er velegnet på svær lerjord og dårligt dræned lokaliteter med pseudoglej og gley, som optræder allerede fra 30-50 cm dybde. Den egner sig ikke på tørvejord.

#### Sygdomme og skader

Småbladet lind har forholdsvis få



Jordbundskrav for lind: optimale, egnede og uegnede lokaliteter.

naturlige fjender og ingen, der skaber problemer i skoven. Arten angribes af bladlus, som kan være et æstetisk problem, hvor den bruges bymæssig sammenhæng. Den efterstræbes ikke af vildt, hvorfor hegning ikke er nødvendig. Den er forholdsvis frosttolerant og kan de fleste steder fornyes uden skærm.

#### Anvendelse i skovbruget

I det klassiske skovbrug har linden kun undtagelsesvist været anvendt, hvilket i vid udstrækning skyldes den begrænsede efterspørgsel af dens bløde ved. Den er dog let at etablere, og det største kulturproblem er den begrænsede tilgang af frø og planter grundet de få egnede frøavlsbevoksninger og den meget ringe frostsætning. Den meget begrænsede tilgang til egnede frøkluder har gennem tiden ført til import af til dels ukendt frø, hvilket ofte har resulteret i bestande af meget ringe kvalitet. I visse tilfælde udvikler træerne sig nærmest buskagtigt med ind til flere stammer.

Som insektbestøvet og udpræget mulddanner har den lind en række vigtige funktioner i skovøkosystemet, og de forventede klimaændringer vil givetvist styrke artens udbredelsespotentiale fremover. Mulighederne er således skabt, for at linden kan få en større udbredelse i de danske skove og specielt i landskabet.

Med sin store økologiske amplitude og særlige evne til at vokse på grundvandspåvirkede jorde får linden en vis rolle i en række skovudviklingstyper, ikke mindst set i lyset

af klimaændringerne, der afgørende vil kunne forbedre lindens dens fornyelsesmulighed. Følgende skovudviklingstyper indeholder lind i større eller mindre grad: Eg med lind og bøg (22), Bøg med ask og ær (12), Bøg og gran (14), Eg med ask og avnbøg (21), Ask og rødæl (31). Desuden forekommer linden i de kulturhistoriske skovudviklingstyper Stævningsskov (91) og Græsningsskov (92).

#### Proveniensevalget

Som nævnt er kendskabet og tilgangen til velegnet formeringsmateriale det største problem for brugen af lind i skov og landskab. Under sydligere breddegrader er frostsætningen væsentlig bedre, hvorfor en stor del af frø- og planteforsyningen hidrører fra Tyskland og Polen.

- Tyskland: Frøplantage og SHK, Grohnde, Tyskland, zone 83201/4, zone 82301/2/3
- Danske kårede bevoksninger og frøplantager: F.613 Stenderup (afkom af F.287 Vindeholme), F.699 og F.700 Christianssæde (stammer fra Vindeholme), F.827 Vindeholme, FP276 Møn (udvalgt til forstlig brug)
- Polen: frozonerne 313, 314 og 315
- FP275 Møn (udvalgt til værn og læ i landskabet)

Konsultér også [plantervalg.dk](http://plantervalg.dk)

J. Bo Larsen

#### Litteratur

Larsen, J.B. ed. 1997: Træarts- og proveniensevalget i et bæredygtigt skovbrug. DST 82, 112-116.



## Træartsvalget 10. Lærk

### *Larix decidua* Mill., *Larix kaempferi* Carr. og *Larix x eurolepis*

Lærk er en robust og relativt stormstabil art, som kan vokse på de fleste jordbundstyper. Hvor det oprindeligt var den europæiske lærk og senere den japanske, så er hybridlærk den mest anvendte art og bruges ofte i blandinger, enten som hjælpetræ eller efterbedring.

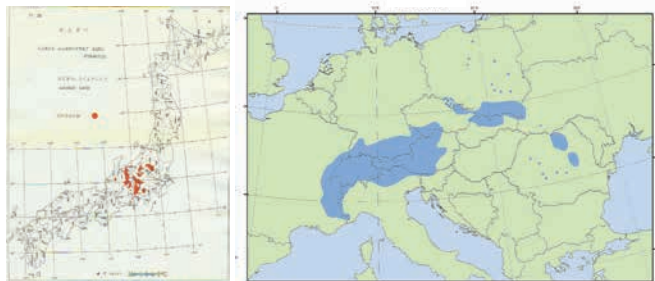
#### Naturlig udbredelse og successionsmæssig rolle

Europæisk lærk er knyttet til de centraleuropæiske bjerge, hvor den i højder fra 600 til over 2300 m vokser i blanding med rødgran, bog, ædelgran, ær og røn. Den danner visse steder skovgrænsen sammen med bjergfy.

Japansk lærks hovedudbredelse er begrænset til den tempererede skovzone i de centrale dele af hovedøen Honshu. Den vokser her i blanding med bl.a. *Abies veitchii*, *Tsuga diversifolia* og *Pinus densiflora*.

Hybridlærken er en kunstig krydsning mellem særligt udvalgte europæiske og japanske forældre. Krydsningen forener den europæiske lærks gode form med japansk lærks resistens mod lærkekræft. Desuden udviser hybridlærken en væsentlig højere vækst.

Den europæiske lærk (*Larix decidua*) blev indført til Danmark allerede i midten af 17-hundredetallet, men er pga. generel stor modtagelighed for lærkekræft blevet afløst af japansk lærk (*Larix kaempferi*), som blev indført i 1889. Med forædlingen af velguede lærkehybrider (*Larix x eurolepis*) og etablering af frøplantager bliver hybridlærken nu mest anvendt.



Både japansk og europæisk lærk har relativt små naturlige udbredelsesområder. Udbredelseskort th. EUFORGEN 2003



Hybridlærkefrøplantagen FP.211 Sorø fra 1966: Frøplantagens mor-klon er europæisk lærk valgt i den polske proveniens Blizyn på Forsøgsvæsenets forsøgsareal ved Nødebo. Farmoraterialet i frøplantagen består af 11 plustræer, der stammer fra danske bevoksninger af japansk lærk, og er selekteret efter bedømmelse af plustræernes afkom. Frøplantagen er kåret i kategorien "afprøvet" i 2008.

Der hersker dog en vis usikkerhed mht. udspaltning af afkom, når hybridlærken dyrkes med selvfornyelse for øje.

Lærken er en typisk pionerart. Den har et lige så stort lysbehov som skovfy, men giver mere skygge. Den indfinder sig naturligt især på

åbne flader efter brand, erosion eller efter ophør af græsning. Den skaber hurtigt et skovklima og baner vejen for mere skyggeprægede skovsamfund.

#### Krav til klima

Lærk er generelt meget klimarobust. Den skades sjældent af frost og tåler



tørke, især hybridlærken. Dog er lærk følsom overfor tørke i sensommeren, da skudstrækningen forløber hen i august, hvor andre arter har afsluttet deres. Den er relativt stormstabil, men får ofte dårlig form ved megen vind. Lærken vil være robust over for de forventede klimaændringer, hvis ikke de fører til udpræget sensommertørke.

### Krav til jordbund

Lærken har en stor jordbundsmæssig amplitude. Den udvikler sig godt på både næringsfattige og næringsrige lokaliteter, og den stiller heller ikke de store krav til vandforsyningen. Den udvikler sig ikke godt på cementerede eller kompakte, iltfattige jorde. Rødderne undgår horisonter, som er præget af pseudogley eller gley.

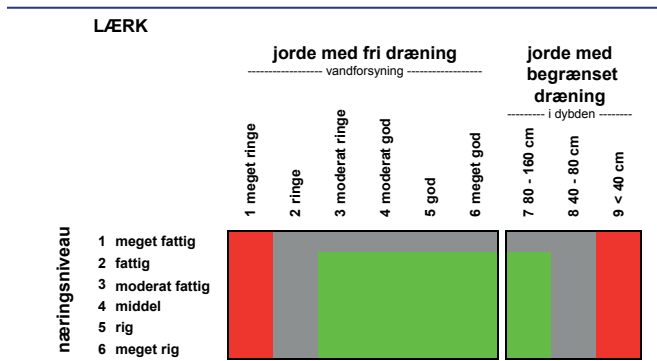
Især den japanske lærk er følsom overfor tørke i sensommeren, hvilket kan medføre stor planteafgang i kulturer samt reduceret tilvækst. Med denne begrundelse bør japansk lærk fravalges til fordel for hybridlærk på ekstremt tørre lokaliteter. Lærkens lov omsættes meget svært, og arten danner let tykke lag af uomsatte nåle.

### Sygdomme og skader

Lærken har relativt få fjender. Den bides ikke af vildtet, men fejdes dog ofte. Den eneste sygdom, som har haft dyrkningsmæssige konsekvenser, skyldes kræftsvampen lærkefrynseskive *Lachnelulla willkommii*. I vores fugtige, kystnære klima bliver den europæiske lærk ødelæggende angrebet af lærkekræft, så selv om der findes relativt resistente provenienser, er dyrkningen af europæisk lærk næsten helt indstillet.

Af vednedbrydende svampe på lærk kan nævnes brunporesvamp (*Phaeolus schweinitzii*) og blomkålsvamp (*Sparasis crispa*), der begge laver brunmuld i den nedre del af stammen. Lærk angribes desuden ret kraftigt af rødfordærver.

I nogle forår står lærken med helt røde nåle som følge af angreb af lærkesækmøl (*Coleophora laricella*). Det kan se dramatisk ud, men har sjældent betydning. Derimod kan



Jordbundskrav for lærk: optimale, egnede og uegnede lokaliteter

lærkebarkbillen (*Ips cembrae*) udgøre et problem for dyrkning af lærk. (Se Videnblad 8.10-22). Endelig udgør *Phytophthora ramorum* måske en fremtidig trussel for renbestande af lærk (se Videnblad 8.7-47).

### Anvendelse i skovbruget

Som robust pionerart har lærken en vigtig funktion som ammetræ/forkultur ved skovrejsning og/eller efter stormfald o.l. Den dyrkes sjældent som blivende træart i renbestand, selvom den i korte omdrifter kan præstere en høj produktion. Optællinger i den danske skovstatistik viser, at lærk optræder på 3,7 % af skovarealet svarende til godt 21.000 ha.

Lærk har derimod haft en vis rolle som indblanding i ukomplette bøgeforyngelser, hvor den i omdrift med bøgen kan opnå store dimensioner og en høj kvalitet. Tilsvarende har den været brugt som hjælpetræart ved rækkevis indblanding i plantede bøgekulturer. Når den indplantes samtidig med bøgen, er det vigtigt at få den fjernet rettidigt, så den ikke kommer til at dominere de tilstødende bøgerækker.

I det naturnære skovbrug spiller den en blivende rolle i både lysttræprægede skovudviklingstyper så som Eg med skovfyr og lærk (23) samt i mere klimakstypiske: Bøg med douglasgran og lærk (13), Bøg og gran (14), Gran med bøg og ær (51), Sitkagran og fyr med løvtræ (52), Ædelgran/grandis og bøg (71).

### Proveniensenvalget

Da japansk lærk og hybridlærk har

været genstand hhv. er fremkommet som resultat af et intensivt selektions- og forædlingsarbejde anbefales primært frøplantageafkom, sekundært afkom af danske kårede bevoksninger. For europæisk lærks vedkommende findes nogle få kårede bevoksninger, som udviser en rimelig resistens overfor lærkekræft, hvorfor disse anbefales, hvis man ønsker denne art.

### Europæisk lærk

- Kårede danske bevoksninger: F.81 Jægersborg, F.272 Vallø, F.374 Ravnholt

### Japansk lærk

- Danske frøplantager FP285 Tisvilde samt FP601 og FP615 C.E.Flensborg (kårede som afprøvet)
- Danske kårede bevoksninger F.40a, 40c, F.783 Sostrup, F.410 Frølev
- Nordtyskland

### Hybridlærk

- Danske afprøvede frøplantager: FP201 Fårefolden, FP203 Holbæk, FP205 Mørkov, FP211 Sorø, FP618 C.E.Flensborg
- Danske kvalificerede frøplantager: FP237 Grund Skov, FP626 C.E.Flensborg, FP636 Truust
- Frøplantager i Sydsvrige og Nordtyskland.

Konsultér også [plantevalg.dk](http://plantevalg.dk)

J. Bo Larsen

### Litteratur

Larsen, J.B. ed. 1997: Træarts- og proveniensvalget i et bæredygtigt skovbrug. DST 82, 214-225.





# Træartsvalget 11. Rødel

## *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.

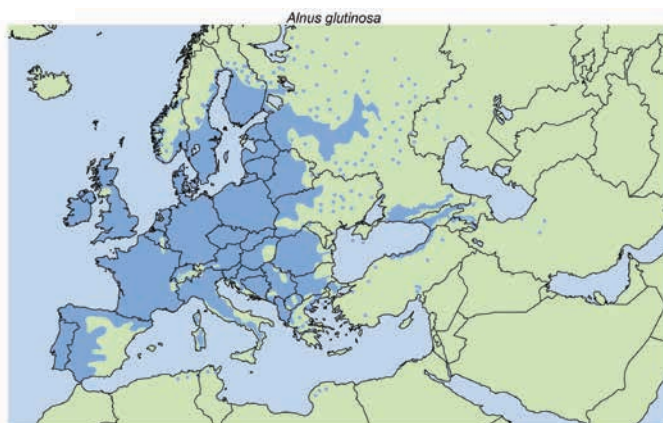
Rødel er knyttet til vådområder i skoven og kan blive mere udbredt, når asken forsvinder pga. toptørre. I skovbruget er rødel fortrinsvis brugt som hjælpetræart i kulturer. Danske provenienser anbefales for at undgå problemer med frost.

Rødel er naturligt knyttet til vådområder, og de omfattende dræninger, der er gennemført i skovene i de seneste århundrede, har reduceret forekomsten af rødel betragteligt. På grund af stor villighed til at danne rod- og stødskud er den tidligere blevet meget anvendt i stævningsdrift. Nu bruges den især som ammetræ ved nyplantning af frostsomme løvtræer.

### Naturlig udbredelse og successionsmæssig rolle

Rødel er udbredt i hele Europa, dele af Lilleasien og Nordafrika (Atlasbjergene). I Skandinavien går den op til den 66. breddegrad. Den opfattes som en typisk lavlandstræart, som er specielt knyttet til floddale og sumpområder. Mod syd vokser den dog også i bjergene og når fx i Alperne højder på 1800 m over havet. Den er meget almindelig i Danmark, men de sidste 100 års afvanding og overgang til mere værdifulde træarter har kraftigt mindsket artens udbredelse.

Rødel er en typisk pionerart med et højt lyskrav, især i ungdommen. Da den samtidig ikke bliver særlig gammel (100-120 år), har den svært ved at konkurrere med de længerelevende skyggetræarter og er derfor blevet trængt ud på dårligt drænedes lo-



Rødellen er udbredt i store dele af Europa og her knyttet til vådområder. Udbredelseskort fra EUFORGEN 2003



Ellesump ved Mølleåen i Jægersborg Hegn. Bevoksningen har tidligere været dyrket i stævningsdrift.

kaliteter. På lokaliteter med højtstående permanent vandspejl findes rødel således i renbestand og ellers optræder den som oftest i blanding med andre arter. På næringsrig våd-

bund findes den således sammen med ask og til dels stilkeg og birk, mens den på mere næringsfattige lokaliteter (lavmoser) findes i blanding med birk.

## Krav til klima

Rødellen er temperaturløstolerant og skades sjældent af frost. På den anden side er den udpræget vandkrævende og bliver kun gammel, hvis den har kontakt til grundvand. Rødellen forventes at være robust overfor de forventede temperaturstigninger; der er dog dårlige erfaringer med importeret rødell, hvilket kunne tyde på, at den danner lokale (klima)racers.

## Krav til jordbund

Rødellen foretrækker de meso- til eutrofe, humusprægede jorder langs med vandløb og permanente vådområder. Den trives godt på grundvandspåvirket jord og lavmoser med stabil vandforsyning, fordi ilt ledes via xylemet til rodderne. Den vokser dog ikke på højmoser. Rodsystemet er tæt forgrenet og har formodentlig en evne til at gennembyrde kompakte jorder.

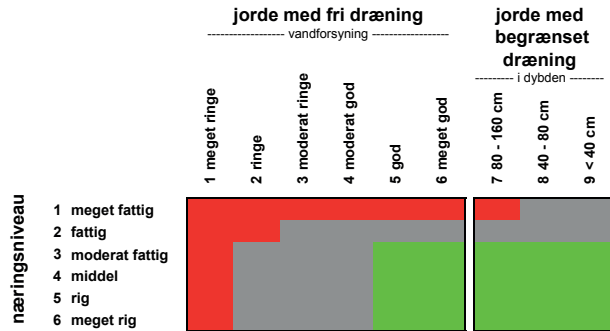
Næringskravene er lavere end hos ask, og den kvælstoffikserende evne kan forbedre næringsfattige lokaliteter. Den bliver ikke gammel på tørre og fattige lokaliteter. Her kan rødellen dog have en funktion som ammetræ, men den dør som oftest i 20-30 års alderen. Rødellen har jordbundsforbedrende egenskaber med sit letomsættelige løv og kvælstofassimilerende bakterieknolde på rodderne.

## Sygdomme og skader

Rødell har forholdsvis få naturlige fjender. Den bides ikke af vildtet og kan derfor etableres uden hegn. Ellebladbillen (*Agelastica alni*) kan give omfattende skader på bladene fra både de voksne billers og larvernes gnav, men det har ikke nogen praktisk betydning på voksne planter. I veddet på levende træer ses af og til skader efter angreb af ellesnudebille (*Ceutorhynchus lapathi*) og glassværmere. Om førstnævnte art skriver Boas (1922), at angreb kan gøre betydelig skade i ellekulturer, hvor de unge træer kan gå ud eller knække ved grunden.

Den "ellesyge", som man i 1920'erne observerede, menes at skyldes frostska-der med efterfølgende angreb af ellegrentørre (*Cryptospora suffusa*), med

## RØDEL



Jordbundskrav for rødell: *optimale*, *egne*de og *uegne*de lokaliteter

udgangspunkt i brug af sydlige (frostfølsomme) provenienser. Den eneste alvorlige trussel for dansk rødell udgøres af *Phytophthora alni*, men denne skadevolder er endnu ikke konstateret i Danmark.

## Anvendelse i skovbruget

I den klassiske højskovsdrift har rødellen som bestandstræ ikke spillet nogen rolle. Den har derimod en betydelig funktion som ammetræ og forkultur for frostfølsomme løv- og nåletræarter (fx bøg og ædelgran). Optællinger i den danske skovstatistik viser, at el optræder på ca. 3,1 % af skovarealet svarende til knap 18.000 ha. Heraf er rødell dominerende med næsten 11.500 ha lig med 2 % af skovarealet.

Som specialist knyttet til højtstående grundvand er rødell tidligere blevet dyrket i stævningsskove hovedsageligt til produktion af brænde. Efter 2. verdenskrig er denne driftsform nærmest forsvundet, men man kan dog fortsat finde rester af sådanne tidligere stævningsskove.

Gennem de seneste århundreders dræning af skovens vådområder er mange af rødellens naturlige lokaliteter forsvundet. Hvis den naturlige hydrologi i sådanne områder retableres, vil rødellen igen få en større udbredelse i skovene. I det naturnære skovbrug spiller rødellen en rolle som specialist på grundvandspåvirkede humusjorde. Den er således kun repræsenteret i få skovudviklingstyper. Mest fremtrædende er den i Ask og

rødell (31), hvor den på de vådeste lokaliteter kan blive helt dominerende, ikke mindst set i lyset af askens problemer med toptørre (Andersen 2012). Desuden vil den hyppigt forekomme på (genskabte) mindre vådområder i blanding med eg, ask, birk og skovfyr på lokaliteter, der er for små til at blive udskilt som dyrkningsenheder med en tilknyttet skovudviklingstype. Endelig er rødellen knyttet til den kulturhistoriske skovudviklingstype Stævningsskov (91) samt til Skovengen (93).

## Proveniensevalget

Rødell er en af de få træarter, hvor udenlandske frøkilder ikke anbefales, da den synes at danne udprægede lokalracers. Desuden kan sydligere provenienser være frostfølsomme.

Kårede danske frøavlsvoksningsnngers: F.677 Sønderkovgård, F.724 Dyrelund, F.782 Tvilum Skovgård, F.786 Knuthenborg, F.803 True, F.829 Skjoldenæsholm.

Bemærk, at nogle bevoksninger er kåret til vedproduktion og andre til værn og læ. Konsulter også [plantevalg.dk](http://plantevalg.dk)

J. Bo Larsen

## Litteratur

- Andersen, R.F. 2012:** *Hvad gør vi når asken er borte? Skoven 44(1): 22-25.*  
**Boas, J.E.V. 1922:** *Dansk Forstzoologi.* Gylndental, København s. 287-290.  
**Larsen, J.B. ed. (1997):** *Træarts- og proveniensevalget i et bæredygtigt skovbrug.* DST 82, 123-128.



## Træartsvalget 12. Rødgran

### *Picea abies* (L.) Karst.

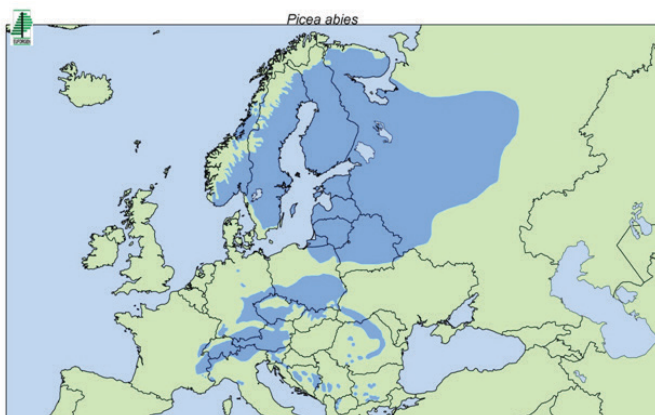
Rødgran har gennem mange årtier været det mest anvendte og økonomiske vigtigste nåletræ i Danmark. Træartens fordele formindskes i stadig stigende grad af flere væsentlige ulemper. Herunder manglende stormfasthed, risiko for angreb af barkbiler og råd, samt en sårbarhed overfor de forventede klimaændringer.

Rødgranen er Danmarks mest anvendte skovtræ. Den er billig og let at kultivere og leverer på de fleste lokaliteter en høj og værdifuld vedproduktion. Rødgran dyrkes primært i renbestand, hvor den dog med stigende alder er udsat for stormfald, insektangreb og stammeråd. Dette sammen med stærke indici på, at træarten vil have svært ved at tilpasse sig de forventede klimaændringer, vil føre til en reduktion i brugen af rødgranen – i hvert fald som dyrket i ensaldrende monokultur.

#### Naturlig udbredelse og successionsmæssig rolle

Rødgran er vidt udbredt i Europa. Den forekommer naturligt i de mellem- og sydøsteuropæiske bjergområder (Vogeserne, Schwarzwald, Alperne, Harzen, Erzgebirge, Bayerische Wald, Böhmerwald, Fichtelgebirge, Sudeterne, Tatra og Karpaterne) i højder fra 500 til ca. 2.000 meter.

Desuden er rødgran udbredt i Baltikum og i Rusland, hvor den forekommer som lavlandstræart, samt på størstedelen af den skandinaviske halvø. Rødgranen var ikke indvandret til Danmark før den med stor succes blev introduceret for ca. 250 år siden.



Rødgranen forekommer ikke naturligt i Danmark og det øvrige Vesteuropa. I Nord- og Østeuropa findes den især i lavlandet, mens den i Central- og Sydeuropa er knyttet til bjergene. Udbredelseskort fra EUFORGEN.

Med ca. 16 % af skovarealet og 18 % af vedmassen er den pt. vort mest udbredte skovtræ.

Rødgran indtager en mellemstilling mellem pioner- og klimaksarter. Den forynger sig både efter katastrofer (ofte sammen med birk og røn), men også gruppevis i et bestående skovsamfund. For det meste forekommer den i blanding med fx bøg, ædelgran, ær, lærk m.fl. (i Mellemeuropa) og med skovfyr, birk, asp (i Nord- og Østeuropa). Kun ved dens øvre (alpine) udbredelse findes den naturligt i renbestand.

#### Krav til klima

Rødgran hører hjemme i et køligt tempereret, subkontinentalt klima. Dens klimaoptimum ligger ved en middeltemperatur på mellem 5 og 7,5 °C og en nedbør i vegetationsperioden på over 550 mm. Disse



Den kårede bevoksning F.523 Buderupholm. Billedet er typisk for klassisk rødgrandyrkning. Det drejer sig om en renbestand med høj tilvækst og god kvalitet. I baggrunden ses et stormfaldshul med begyndende opløsningstendenser.

klimakrav bliver normalt ikke opfyldt i Danmark, og rødgranen viser da også udtalte svækkelser i perioder med milde vintre og sommertørke (se Videnblad 8.0-9).

Det forhold, at de forventede klimaændringer går i denne retning, gør rødgrandyrkningen yderligere problematisk. Rødgranen er ellers yderst robust i kulturfasen, den skades her sjældent af frost, men den er følsom over for sommertørke, vind og salt. Den er meget stormfølsom, og eksponerede rande er ustabile.

### Krav til jordbund

Rødgran er relativt nøjsom mht. næringsstoffer, men den har et stort vandbehov og bør undgås på meget tørre jorde. På de lerede vekselvåde jorde udviser rødgranen vigende sundhed med alderen, dør tidligt og er udsat for stormfald.

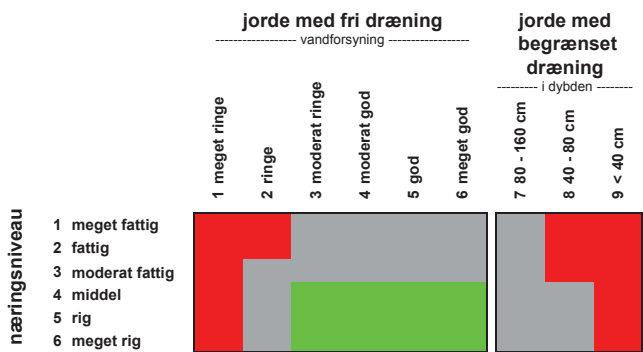
Rodsystemets udbredelse er meget følsomt overfor jordbundsforholdene. Hvor den optræder på jorde med hårde lag, gley og pseudogley, danner den et meget overfladisk rodsystem, hvilket gør den følsom overfor tørke og storm. På dybgrundede jorde får den også et dybtgående rodsystem. Dens løv er svært nedbrydeligt, og den danner typisk mør med mange finrodde i mlaget.

### Sygdomme og skader

Rødgranen har relativt få naturlige fjender, men de få kan som oftest være ganske alvorlige, ikke mindst hvor træarten dyrkes under mindre gunstige forhold. Barkbiller (specielt *Ips typographus*) kan være alvorlige især i blottede rande og i forbindelse med tørre og varme somre (se Videnblad 8.10-13). Problemet vil blive forstærket af de forventede klimaændringer.

Rodfordærver (*Heterobasidion annosum*) slår ikke granen ihjel men forårsager ofte udbredt rod- og stammeråd med deraf følgende reduktion i stormfasthed og salgspriiser (se Videnblad 8.7-1). Svampens tilstedeværelse giver særlige udfor-

## RØDGRAN



Jordbundskrav for rødgran: optimale, egnede og uegnede lokaliteter.

dringer, hvis man ønsker at forynge monokulturer af rødgran med andre træarter via skærmstilling, eller vil konvertere til uensaldrende rødgranbevoksninger (se Videnblad 8.7-43).

Råvildtet har ikke speciel interesse for rødgranen, som normalt kan kultiveres uden hegn. Midaldrende bevoksninger kan dog skades alvorligt ved skrælning af kron- og dåvildt.

### Anvendelse i skovbruget

Op igennem det 20. århundrede har rødgranen udviklet sig til den mest anvendte træart i skovbruget – ikke blot i Danmark, men også i store dele af Nord- og Centraleuropa, hvor den primært dyrkes i renafdriftssystemets ensaldrende renbestande. I Danmark har den ikke mindst været anvendt i hedeskovbruget pga. dens begrænsede næringskrav og store robusthed i kulturfasen.

Rødgranen er dog den af vore indførte skovtræer, der udviser den dårligste tilpasning til de herskende klimaforhold, og de forventede klimaændringer truer med at forværre rødgranens tilpasning til danske vækstforhold. Det påvirker træartens rolle og anvendelse i fremtiden, hvor den ud fra et forsigtighedsprincip bør dyrkes i blanding med andre arter.

I det naturnære skovbrug optræder den i mange skovudviklingstyper – men altid i blandinger og aldrig som den dominerende art. Således fore-

kommer den i: Bøg med douglas og lærk (13), Bøg og gran (14), Birk med skovfyr og gran (41), Gran med bøg og ær (51), Douglasgran, rødgran og bøg (61), Ædelgran/grandis og bøg (71) og Skovfyr, birk og rødgran (81).

### Proveniensvalget

Rødgranen har som vigtig vedproducent været underkastet en række forældlingsprogrammer med det formål at fremme vedkvalitet (rumvægt, grenstørrelse), sundhed og vækst. Derfor anbefales primært afkom af danske frøplantager og afprøvet materiale – sekundært danske kårede bevoksninger.

- Danske frøplantager: FP209 Sorø, FP240 Hofmangsgave, FP241 Snevret, FP248 Sønderkovgård, FP631 og FP635 C.E. Flensborg
- Danske kårede bevoksninger fx: F.470 Lundbæk, F.523 Buderupholm, F.609 Frijsenborg,
- Nordtyske kårede bevoksninger, fx Westerhof

Hvis rødgranen også dyrkes til juletræer, bør der tages hensyn til dette ved valg af proveniens. Her kommer specielt FP248 og F.523 på tale. Konsulter også [plantevalg.dk](http://plantevalg.dk).

J. Bo Larsen

### Litteratur

Larsen, J.B. ed. (1997): Træarts- og proveniensvalget i et bæredygtigt skovbrug. DST 82: 144-157.





## Træartsvalget 13. Røn

### *Sorbus aucuparia* L.

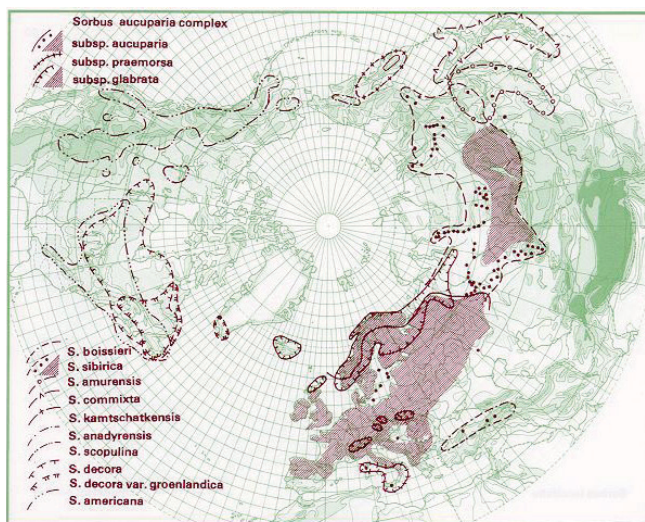
Røn er udbredt som landskabs- og vejtræ, men har ikke haft nogen nævneværdig betydning i skovbruget. Som pionerart kan den på næringsfattige lokaliteter have en rolle i skovbryn og som indblandingsart.

Røn er en pionerart, som specielt er knyttet til næringsfattige lokaliteter. Med sine røde spiselige frugter og dekorative løv er den er velegnet som landskabstræ men har på grund af dens ringe vækst ikke haft nogen nævneværdig betydning i skovbruget. I det naturnære skovbrug kan den få en vis økologisk rolle i skovbryn og som indblandingsart på næringsfattige lokaliteter i tidlige successionsstadier.

#### Naturlig udbredelse og successionsmæssig rolle

Alm. røn er udbredt over det meste af Europa - fra Nordkap ved den polare trægrænse til Sicilien og det sydlige Balkan, fra Island, Irland og Nordspanien til Ural i Rusland og Kaukasus. Den forekommer ligeledes i Nordafrika i Marokkos bjerge. Tilsvarende optræder den i lavlandet og helt op til den alpine trægrænse i de Central- og Østeuropæiske bjerge (op til 2.000 meter). I Danmark forekommer røn i de fleste egne, dog hyppigst på næringsfattige lokaliteter, hvor konkurrencen med andre mere vækstkraftige arter er mindre.

Rønnen er en udpræget pionertræart med en hurtig ungdomsvækst, der dog hurtigt klinger af. Den bliver sjældent over 20 meter høj og 100 år gammel. Den er hovedsageligt knyttet til de tidlige successionsstadier



Udbredelseskort for en række arter i Sorbus slægten, herunder almindelig røn (*Sorbus aucuparia*), som er udbredt i det meste af Europa.



FOTO: PAUL E. MADSEN

Røn inden for vildthejn i 2. vækstsæson efter såning på St. Hjöllund. Røn er også sået uden for hegn, men er her holdt nede af vildtet.



efter større eller mindre katastrofer og findes her som oftest i blanding med birk, hyld, pil, eg mv. I sub-alpine skove kan den dog sammen med fx cembra- og bjergfyr være bevoxsningsdannende.

I Danmark er rønnen en typisk skovbrynsart og forekommer ofte i lysstillede granbevoksninger eller efter stormfald, hvis den da ikke forhindres af vildtet, som efterstræber den meget. Den har derfor en vigtig rolle som »hul-fylder«. Med sin nøjsomhed og robusthed overfor klimakstremer og ikke mindst på grund af det dekorative løv (efterårsfarvning) og frugter (flere end 60 fuglearter nyder gavn af dens frugter) er rønnen blevet en vigtig træart i bymæssig sammenhæng og som landskabstræ.

#### Krav til klima

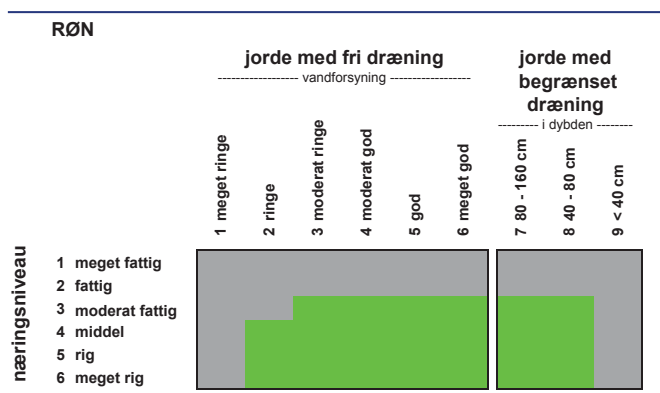
Røn er særdeles klimatolerant. Den skades sjældent af frost og tørke i god tråd med dens pioneregenskaber. Den stiller tilsvarende ringe krav til vandforsyningen, men trives dog bedst i et køligt og fugtigt klima (fx på nordhælder). De forventede klimaændringer vil næppe påvirke rønnen i nævneværdig grad.

#### Krav til jordbund

Røn stiller kun ringe krav til jordbunden og har en meget stor økologisk amplitude. Den kan vokse på alle jorde fra de næringsfattige og tørre til de mest næringsrige og grundvandspåvirkede lokaliteter. På de mest næringsfattige lokaliteter kræver den dog et vist humusindhold og en høj luftfugtighed for at trives. Den trives ikke på højmoser. Rønnens løv omsættes let og bidrager hermed til mulddannelse.

#### Sygdomme og skader

Røn er efterstræbt af vildtet, men har forholdsvis få væsentlige skadevoldere. *Gymnosporangium*-rust omfatter flere arter, som alle værtskifter med ene (*Juniperus*). Den mest almindelige er nok rønnehornrust (*G. cornutum*). Skaden er generelt mere



Jordbundskrav for røn: optimale og egnede lokaliteter.

betydende på ene, hvor grene dræbes. Som de fleste arter i kernefrugtfamilien er *Sorbus* modtagelig for bakteriesygdommen ildsot (*Erwinia amylovora*), men almindelig røn anses som næsten resistent. Røn kan få deforme skud af løvtrækræft (*Neonectria ditissima*), der også angriber bøg. Endelig er røn meget modtagelig for rodfordærver (*Heterobasidion annosum*), men som andre løvtræer angribes røn kun, når den optræder som indblanding i nåletræsbevoksninger.

#### Anvendelse i skovbruget

I det klassiske skovbrug har røn nærmest været betragtet som ukrudt. Dens bær er interessante for fugle, som hjælper med spredning af arten. Optællinger i den danske skovstatistik viser, at røn optræder på ca. 1 % af skovarealet svarende til godt 5.600 ha.

I den naturnære drift har træarten udover dens økologiske fortrin en række egenskaber, som gør den interessant. Den er således velegnet som indblanding i forbindelse med konvertering af hedeplantager, hvor den ofte kommer spontant. Ligeledes er den sammen med birk et vigtigt element i sekundærsuccession efter stormfald. Den vil næppe få nogen stor plads i det fremtidige skovbrug, men den vil få en vis rolle i skovbryn samt som vigtig indblandingsart i de fleste skovudviklingstyper, der er knyttet til de lettere jorde.



FOTO: VINCHET TALSGA, BIOFORSK

Rønnehornrust (*Gymnosporangium cornuta*) på almindelig røn (*Sorbus aucuparia*). Vestlandet, Norge august 2012.

#### Proveniensvalget

Det anbefales at anvende danske frøklilder.

- Bevoksninger kåret til landskabsformål: L.138 Rågo, L.087 Dyrerlund, L.124 Truust.
- Andre lokale frøklilder.

Konsultér også [plantevalg.dk](http://plantevalg.dk).

J. Bo Larsen, Iben M. Thomsen

#### Litteratur

**Krüssmann, G. 1976:** *Handbuch der Laubgehölze*. Berlin, Hamburg.

**Thomsen, I.M. 2004:** *Rustsvampe på enebær*. *Videnblad* 5.26-16. *Videntjenesten for Park og Landskab*. Skov & Landskab.



## Træartsvalget 14. Sitkagran

### *Picea sitchensis* (Bong.) Carr.

Sitkagran er efter rødgran det mest udbredte nåletræ i skoven. Den har en høj tilvækst, og dens beskedne jordbundskrav i kombination med en høj salttolerance har gjort den særlig anvendt i klitskovbruget, hvor den ofte forynger sig villigt. Den er dog kendetegnet ved en række klimarelaterede problemer (storm samt barkbille- og bladlusangreb) som må forventes at skærpes under et ændret klima.

#### Naturlig udbredelse og successionsmæssig rolle

Sitkagrans naturlige udbredelsesområde strækker sig i et smalt bælte langs stillehavskysten i det nordvestlige Amerika – fra Alaska i nord til Californien i syd. Udstrækningen nord-syd er næsten 3000 km, mens den maksimale bredde (øst-vest) kun udgør 210 km. Træarten er således helt knyttet til stillehavskysten, hvor den kun forekommer i lavlandet (under 300 meter o.h.).

I Danmark har sitkagran været benyttet i skovbruget i ca. 100 år. Dens brug har været stigende i de senere årtier. Optællinger i den danske skovstatistik viser, at sitkagran optræder på 6 % af skovarealet svarende til knap 35.000 ha.

Træarten har som rødgranen både pioneregenskaber og klimakarakterer. Rene sitkagranbevoxsninger forekommer i det naturlige udbredelsesområde ofte, hvor træartens pioneregenskaber har kunnet komme til udfoldelse efter fx brand og jorderosion. Under mere stabile forhold findes arten typisk i blanding med tsga, thuja, douglasgran, grandis m.fl.



Sitkagrans udbredelse omfatter et smalt bælte langs hele stillehavskysten i det nordvestlige Amerika.



Fropplantagen FP243 Sønderskovgård.

#### Krav til klima

Sitkagran er i udpræget grad tilpasset et maritimt klima med milde vintrere og kølige somre. Det er klimakrav, som i vid udstrækning honoreres i Danmark. Den er desuden tilpasset fugtig og saltholdig luft, hvil-

ket gør den specielt egnet i klitskovbruget.

Generelt er sitkagran dog ikke særlig stabil i Danmark. Den kan det ene år synes sund og vækstkraftig for få år efter helt at gå i opløsning. Dette

skyldes formodentlig, at dens krav til vandforsyning ikke altid opfyldes. Den svækkes til tider af sommertørke med påfølgende angreb af jättebarkbille (*Dendroctonus micans*), ligesom angreb af sitkabladdus (*Elatobium abietinum*) ofte nedsætter tilvæksten betragtelig.

På udsatte lokaliteter skades den ofte af frost, da den i kulturstadiet er frostsølsom, både overfor forårsfrost og tidlig efterårsfrost. Træarten er meget vindfølsom i bevoksninger, selvom solitärtræer ofte er stormfaste. Som udpræget oceanisk træart vil sitkagran formodentlig være tolerant overfor de forventede temperaturændringer, dog må tørre somre forventes at give sitkagrangen problemer, ligesom milde vintre må forventes at forstærke problemer med sitkabladdus. Et fremtidigt klima med hyppigere og kraftigere storme vil under alle omstændigheder øge artens stormfaldsproblemer.

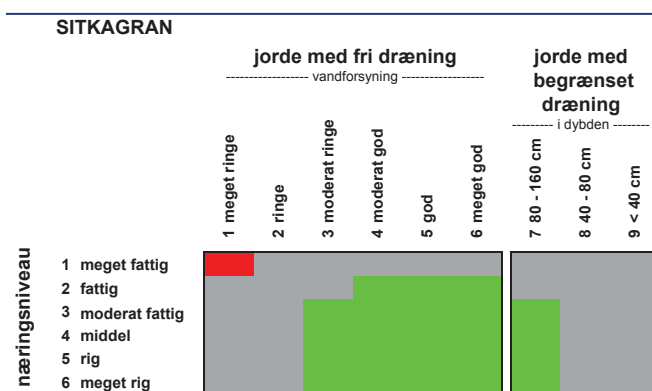
#### Krav til jordbund

Sitkagran udvikler sig godt på et bredt spektrum af lokaliteter. Den vokser bedre end rødgran på tørre, fattige lokaliteter og er desuden tolerant overfor saltnedslag. Den klarer sig bedre end rødgran på jorde med moderat vandstuvning (type 8). På meget grundvandspåvirkede jorde (vandforsyningstype 9), især på fede lerjorde med dårligt luftskifte og på tørvejord frarådes sitkagran pga. stormfaldsrisiko. På afvandede tørvejorde vokser den hurtigt, men dør tilsvarende tidligt. Dens løv omsættes langsomt, og træarten er en udpræget mordanner.

#### Sygdomme og skader

Sitkagran har relativt få naturlige fjender, men enkelte skadevoldere kan være ganske alvorlige, ikke mindst, hvor træarten dyrkes under mindre gunstige forhold.

Træarten er meget modtagelig for angreb af rodfordærver (*Heterobasidion annosum*), men andre vednedbrydende svampe kan også give rod- og stammeråd. Tyndingsfri drift



Jordbundskrav for sitkagran: optimale, egnede og uegnede lokaliteter.

er en god måde at undgå problemer med rodfordærver, når sitkagran plantes som 1. generation nåletræ.

Sitkabladdus forårsager med jævne mellemrum kraftigt nålefald, specielt når milde vintre følges af lune forår (se Videnblad 8.10-3). Der er observeret forskelle i resistens mod sitkabladdus, hvilket allerede nu bruges i forædlingen og kan blive af stor betydning ved fremtidige klimaændringer med milde vintre og lune forår (se Videnblad 8.10-15).

Jättebarkbille (ofte kaldet micans) kan give anledning til problemer for sitkagran i klitplantager. Lysstilling fremmer jättebarkbille, så svag hugst eller tyndingsfri drift er at foretrække.

#### Anvendelse i skovbruget

Sitkagran har og får fremover en vis rolle i skoven. Især i klitskovene, hvor dens økologiske fordele – herunder store salttolerance – kommer fuldt til udfoldelse. I de øvrige skove kan den supplere rødgranen og gøre »gran- dyrkningen« mere robust overfor mulige klimaændringer, idet dens klimaprofil er komplementær til rødgranens. Den er ganske robust overfor bidning og skrælning fra hjortevildt og giver skjul for vildtet om vinteren, hvorfor den har sin berettigelse i vildtplejen.

Træarten forekommer udover i den

typiske »klitskovudviklingstype« – Sitkagran med fyr og lovtræ (52) – i en række andre typer hvor den supplerer rødgranen: Bøg og gran (14), Birk med skovfyr og gran (41), Gran med bøg og ær (51), Ædelgran/grandis og bøg (71), Skovfyr, birk og rødgran (81).

#### Proveniensenvalget

Sitkagran har som vigtig vedproducent været underkastet en række forædlingsprogrammer med det formål at fremme vækst, stammerethed, rumvægt og sundhed, herunder resistens mod sitkabladdus. Derfor anbefales primært afkom af danske frøplantager – sekundært danske kårede bevoksninger.

- Danske frøplantager: FP625 C.E. Flensborg, FP250 Mosemark, FP243 Sønderkovgård og på udsatte lokaliteter fx FP256 Bærmose-skov
- Danske kårede bevoksninger: fx F.446 og F.556 Frijsenborg, F.411 Rye Nørskov, F.592 og F.593 Løvenholm

Konsultér også plantevalg.dk

J. Bo Larsen

#### Litteratur

Larsen, J.B. ed. 1997: Træarts- og proveniensvalget i et bæredygtigt skovbrug. DST 82: 158-168.

Skovsgaard, J.P. 1997: Tyndingsfri drift af sitkagran. Forskningsserien nr. 19. Skov & Landskab. 525 pp.



# Træartsvalget 15. Skovfyr

## *Pinus silvestris* L.

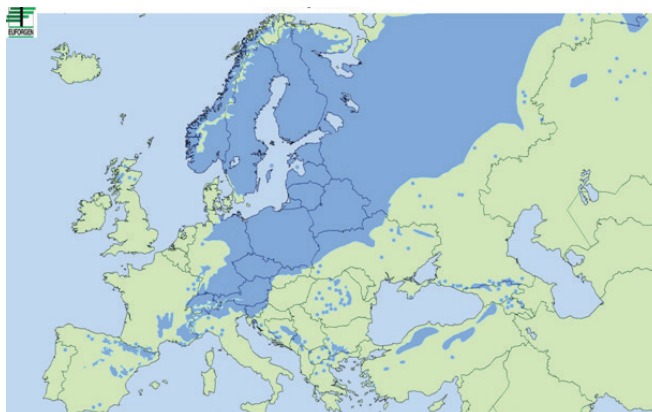
Skovfyr er som udpræget pionertræart meget klimarobust og kan anvendes under alle jordbundsforhold. Som produktionstræart betinger dens begrænsede vækst dog kun brug på de mest næringsfattige lokaliteter.

### Naturlig udbredelse og successionsmæssig rolle

Skovfyr findes naturligt på hele den skandinaviske halvø. I Central- og Østeuropa strækker den sig i et bælte mellem den 45. og den 65. breddegrad fra Tyskland, gennem Polen, Baltikum og Rusland ud til Berings-trædet. Mod vest findes den i Alperne samt i spredte forekomster i Skotland, Frankrig, Spanien, på Balkan samt i bjergene omkring Sortehavet.

Skovfyr indvandrede til Danmark kort efter afslutningen af sidste istid for ca. 10.000 til 12.000 år siden. Allede få årtusinder senere blev den fortrængt til marginale lokaliteter ved indvandringen af en række klimaksarter. Senere blev den efterstræbt af menneskene for i løbet af middelalderen helt at forsvinde. Den blev genindført i forbindelse med sandflugtsdæmpelsen og hedetilplantningen i 1700- og 1800-tallet.

Ved reintroduktionen blev der desværre ofte anvendt uegnede provenienser, hvilket især i hedeskovbruget førte til mange fejlslag, således at skovfyrren ikke fik den centrale rolle, den burde have haft i forbindelse med etablering af skov på heden. Optællinger i den danske skovstatistik viser, at skovfyr optræder på 5,6 % af skovarealet svarende til godt 32.000 ha.



Skovfyrns naturlige udbredelse strækker sig over et stort område fra Mellemeuropa og langt mod nordøst. EUFORGEN 2004.



Skovfyr froplantage FP.234 St. Dyrehave er særligt egnet til udsatte lokaliteter i hede- og klitområder.

Skovfyr er en udpræget pionerart, der næsten udelukkende forynges sig naturligt efter katastrofer som skovbrand, stormfald, jordskred, laviner, mv. I Skandinavien og

Nordøsteuropa forekommer den således på de mere tørre lokaliteter, hvor brandfrekvensen er høj, og her ofte i blanding med birk, asp og til dels gran. I de central- og sydøst-



europæiske bjergegne optræder den i blanding med bl.a. rødgran, ædelgran, bøg, ær, lærk, hvor den vokser på de stejleste og mest fladgrunde og tørkeprægede smålokaliteter.

### Krav til klima

Skovfyrren stiller meget få krav til klimaet, idet den har en meget stor evne til at tilpasse sig de givne klimatiske forhold. Denne udprægede evne til dannelse af lokalracer betyder til gengæld, at dens store klimatolerance samtidig forudsætter, at proveniensen skal være tilpasset det aktuelle klima.

Skovfyr er særdeles frostresistent og ekstremt tørketålsom, men kan dog reagere på tørke ved at kaste de ældre nåle. Den er også vindtolerant, men følsom overfor vindslid og på grund af dens dybtgående rodsystem relativ stormfast. Skønt den let svides af salt (se Videnblad 8.4-8), er den ret robust i klitskovbruget. Den vil kunne klare mindre klimaændringer.

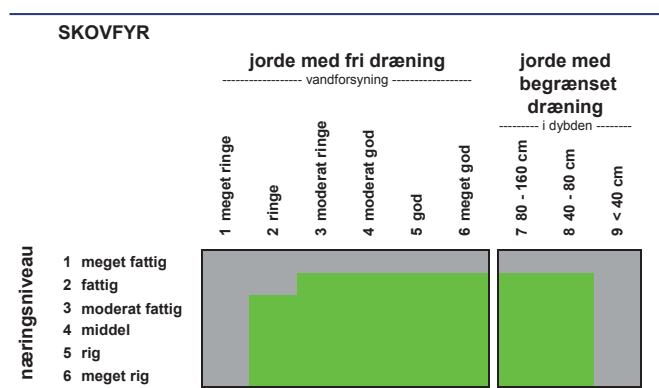
### Krav til jordbund

Skovfyr er den af vore træarter, der har den største jordbundsmæssige tolerance. Den tåler såvel næringsfattige som tørre og våde jorde. Den trives også på kalk, men nålekloroser kan da forekomme. Den udvikler sig ligeledes udmærket på tørv. Skovfyrrens lov er svært opsætteligt, og den er mordanner.

### Sygdomme og skader

Skovfyr er vært for en lang række insekter og svampe, men kun få af dem har afgørende betydning.

I kulturfasen kan stor nåletræsnudebille (*Hyllobius abietis*) være et alvorligt problem, som det også er tilfældet i rødgran og andre nåletræer. Foryngelse under skærm og i mineraljordsplantebed eller ved selvforyngelse er gode modforholdsregler, hvis rodhalssprøjtning ikke er en mulighed. For fyrrens marvborer (*Tomicus piniperda*) er det ernæringsnavet, der er skadeligt. De nyklækkede voksne



Jordbundskrav for skovfyr: optimale og egnede lokaliteter.

biller gnaver sig om sommeren ind i årsskuddets marv og laver en gang på nogle cm. Skuddene knækker senere af i blæst. Der er registreret tilvæksttab på ca. 30 %. Marvboreren opformerer i nyfældede træer, der efterlades i skoven – fx i forbindelse med tynding og flisproduktion.

Som for alle nåletræer er rodfordærver (*Heterobasidion annosum*) en alvorlig skadevolder, men skovfyr har ligesom de øvrige fyrrearter sjældent råd langt op i stammen. Til gengæld kan den dræbes af rodfordærver eller vælte pga. rodråd. Under epidemiske angreb af fyrrens knop- og grentørre (*Gremmeniella abietina*) kan skovfyr også rammes hårdt, men rettidig tynding forebygger problemet, som kun optræder efter kolige, regnfulde somre.

### Anvendelse i skovbruget

Med sine pioneregenskaber har skovfyrren en vigtig rolle ved etablering af skov på dårlige lokaliteter (fattig jordbund eller barskt klima), fx ved skovrejsning eller efter renafdrift hhv. stormfald. Herved kan den bidrage til at etablere et skovklima som udgangspunkt for en udvikling (succession) mod den tilstræbte skovudviklingstype.

Den indgår desuden i en række lys-træprægede skovudviklingstyper på fattige tørre lokaliteter: Eg med

skovfyr og lærk (23), Birk med skovfyr og gran (41), Sitkagran og fyr med lovtre (52), Skovfyr, birk og rødgran (81), samt som spredt indblanding i en række andre.

### Proveniensenvalget

Proveniensenvalget hos skovfyr er meget afhængigt af lokaliteten. Således anbefales skovfyr af baltisk oprindelse til østdanske lokaliteter, hhv. sydvestnorsk til heden og skotsk til klitten:

- fx FP227 Gurte Vang, F.373 Silkeborg Nordskov F.275b Wedellsborg

Til midt- og vestjyske lokaliteter anbefales skovfyr af sydvestnorsk oprindelse:

- fx F.275b Ørslev, F.806 Guldforhoved, F.586 Hastrup, F.696 Marielyst, FP234 St. Dyrehave, FP257 Toftlund

Konsultér også plantevalg.dk

J. Bo Larsen

### Litteratur

**Bejer, B. 1989:** Forstentomologi. DSR 118pp.

**Larsen, J.B. ed. 1997:** Træarts- og proveniensvalget i et bæredygtigt skovbrug. DST 82: 226-234.

**Koch, J. 1986:** Fyrrens knop- og gren-tørre – et stærkt element i »skovdød«. Skoven 18(11): 482-484.





## Træartsvalget 16. Spidsløn

### *Acer platanoides* L.

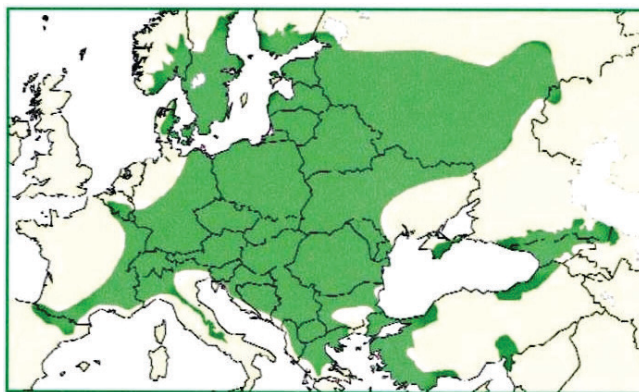
Spidsløn har ikke spillet nogen væsentlig rolle i skovbruget, men kan formodentlig drage fordel af de forventede klimaændringer. Den er robust, generelt sund og tolerant overfor de fleste jordbundsforhold.

#### Naturlig udbredelse og successionsmæssig rolle

Spidsløn er naturligt udbredt i de sub-oceaniske til sub-kontinentale dele af Central- og Østeuropa, hvor den hovedsageligt optræder i lavlandet, langs floddale mv. Den forekommer udover Danmark i det sydøstlige Norge, sydlige Sverige og Finland, Baltikum, Polen og helt ind til Ural i Rusland. Dens naturlige vestgrænse går gennem Tyskland og det østlige Frankrig. Udover i Sydøsteuropa vokser spidslønnen også i det vestlige Tyrkiet og i Kaukasus.

Den er ofte blevet plantet uden for det naturlige udbredelsesområde og er generelt på fremmarch mod nord (Skandinavien) og vest (England, Irland) og ind i byerne. Dette skyldes tidlig og hyppig frugtsætning, dvs. en udpræget foryngelsesvillighed. Oprindelig indført som parktræ bliver den i det nordøstlige USA i dag betragtet som invasiv, idet den her udkonkurrerer de hjemmehørende *Acer*-arter.

Spidslønnen er som æren intermedier i sit lyskrav, og da den ikke bliver højere end ca. 20 meter, optræder den ikke særlig hyppigt og aldrig som et dominerende element. Den giver megen skygge, og i ungdommen er den skygetolerant – især på



Spidsløns naturlige udbredelse (EUFORGEN).



Spidslønnen er for det meste henvist til skovbryn – her ved Sora.

næringsrige lokaliteter. Senere i udviklingen kræver den mere lys.

Hvor den forekommer, forynger den sig løbende og står dermed klar, når der opstår en åbning i kronetaget. Den optræder særligt hyppigt i små

grupper eller som enkelttræer sammen med ask, lind og avnbøg i skove, hvor den ofte udgør en mellem-etage. Den har tidligere været dyrket i lav- eller mellemskovsdrift, da den villigt sætter stødskud.

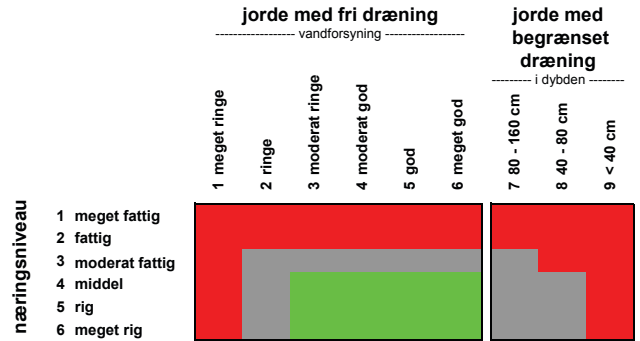
### Krav til klima

Spidsløn er varmeelskende og kan samtidig tolerere vinterkulde. Den er også relativt tolerant både overfor efterårs- og forårsfrost og ikke mindst tørke. Denne generelle ro-busthed sammen med en stor mangfoldighed i former og farver og evne til at give skygge har gjort den til et yndet træ i byer og parker. Dens subkontinentale klimaprofil i kombination med dens tørketilpasningsevne indikerer, at den formodentlig kan drage fordel af de forventede klimaændringer.

### Krav til jordbund

Spidslønnen vokser som de fleste andre arter bedst på næringsrige, dybgrundede lokaliteter med en god vandforsyning. Den vokser dog også udmærket på mere fattige og tørre jordtyper. Samlet set er spidslønnen jordbundsmæssigt mere nøjsom end æren. Den har et overfladisk rodsystem og er i lighed med æren følsom overfor stagnerende vand i rodzonen. Dens løv omsættes let men synes at indeholde stoffer, som hæmmer spiring af andre arter, hvilket kan forklare dens invasive karaktertræk udenfor dens naturlige udbredelse.

### SPIDSLØN



Jordbunds krav for spidsløn: optimale, egnede og uegnede lokaliteter.

### Sygdomme og skader

Spidsløn har ingen væsentlige sygdomme og skadedyr.

### Anvendelse i skovbruget

Spidslønnen har ikke haft nogen plads i det klassiske skovbrug men været forvist til skovbryn, det åbne land og som bytræ, hvor den er fremragende. I den naturnære drift forekommer den ikke som betydende art i nogen skovudviklingstyper, men kan få en vis rolle som indblandingsart i bl.a. skovudviklingstyperne Bøg med douglas og lærk (13), Eg med ask og avnbøg (21), Ask og rød- del (31), Gran med bøg (51) samt i de kulturhistoriske skovudviklingstyper som »Stævningsskov« (91), »Græsningssskov« (92) og »Skoveng« (93).

### Proveniensvalget

Der findes ingen proveniensforsøg med spidsløn, hvorfor proveniensvalget bør indskrænke sig til godkendte bevoksninger i Danmark (fx F.794 Bregentved) samt i Nordtyskland og Polen.

Froplantagerne FP650 Laugesen og FP785 Knuthenborg, som er kårede til landskabsformål, kan formodentlig også bruges i skoven.

Konsultér også plantevalg.dk og NaturErhvervstyrelsens hjemmeside (naturerhverv.fvm.dk).

J. Bo Larsen



# Træartsvalget 17. Thuja

## *Thuja plicata* Donn ex D. Don

Thuja er velegnet til udendørs beklædning, idet veddet har en høj naturlig holdbarhed men dårlige egenskaber som konstruktionstræ. Træarten har aldrig opnået den store anvendelse i skovbruget, skønt den på egnede lokaliteter udviser en glimrende vækst og stabilitet.

### Naturlig udbredelse og successionsmæssig rolle

Thuja er naturligt hjemmehørende i det nordvestlige USA og det vestlige Canada langs stillehavskysten fra det sydligste Alaska gennem British Columbia, det vestlige Washington og Oregon med de sydligste forekomster i det nordvestlige Californien. Desuden er den udbredt i Rocky Mountains fra British Columbia over det nordøstlige Washington til det nordlige Idaho og Montana.

Den udvikler sig bedst i et kystnært klima med kolige, regnfulde somre og milde vintre. I den kontinentale og mere tørkeprægede del af udbredelsen er den således knyttet til fugtige lokaliteter. Den vokser i uensaldrende blandinger med douglas, tsuga, sitka, grandis, vestamerikansk lærk, nobilis m.fl. Træarten er relativt skyggetålsom, hvilket afspejler dens rolle i naturskovens senere successionsstadier.

### Krav til klima

Thuja trives udmærket i vores relativt kolige og kystnære klima. Den er ikke specielt udsat for frost, og grundet dens dybtgående rodsystem er den mindre udsat for stormfald sammenlignet med vore øvrige nåletræer. I lighed med de øvrige

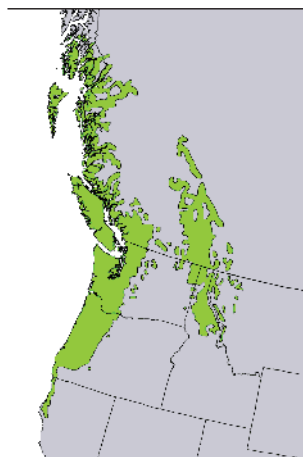
nordvestamerikanske nåletræarter forventes den at være relativt robust overfor de forventede klimaændringer.

### Krav til jordbund

Thuja har god vækst over en relativ bred vand- og næringsgradient – fra relativt fattig til meget rig og fra moderat tør til udpræget grundvandspåvirket jord. Rødsystemet tolererer vekselvåde og grundvandspåvirkede fede lerjorde (type 8) på linje med ædelgran og grandis. Den er mindre stabil på tørv og på ekstremt grundvandspåvirket og humusrig gleyjord.

### Sygdomme og skader

Thuja har relativt få naturlige fjender. Den angribes i ungdommen af thujaens skivesvamp (*Didymascella thujina*). Problemet kan være bety-



Thujas naturlige udbredelse.

deligt i planteskolerne, men i skoven anses det generelt ikke for at give større problemer. Tiltrækning af thujaplanser gennem stiklingsformering af mere end 10 år gammelt materiale synes at være en mulighed for at undgå angreb af skivesvamp i planteskolen. Thuja er følsom overfor salt. Cypressbladlus (*Cinara cupressi*) kan forårsage udbredt skuddød i thujahække men er ikke observeret som et problem i skoven. Thuja er kun i ringe grad udsat for vildtbid og fejning, og modtageligheden for angreb af rodfordærver synes lav til middel.

### Anvendelse i skovbruget

Træet blev indført til Danmark som parktræ i 1850'erne, og fra slutningen af 1800-tallet begyndte man at dyrke det i skovene. Thuja forekommer i dag sporadisk i skoven og da på de



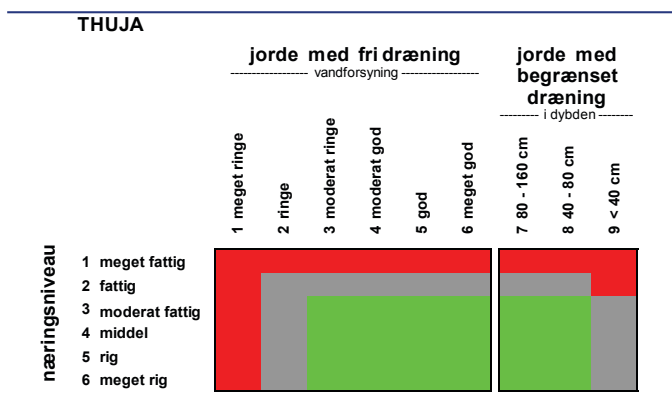
Thujabevoksning på Petersgård fotografere af Søren Fodgaard i forbindelse med Skovforeningens ekskursion i 1991.

bedre jorde i Østdanmark. Her bliver den især plantet i renbestand på kompakte og grundvandspåvirkede lerjorde, hvor andre nåletræarter ikke er stabile. Thujaved er blødt og derfor ikke specielt anvendeligt som konstruktionstræ, men dens kerneved pga. sit indhold af thujaplicin og andre fenoler er særdeles holdbart og anvendes i stedet for trykimpregneret træ bl.a. til facadebeklædning og tagspån.

I det klassiske skovbrug dyrkes den hovedsageligt i renbestand, mens den i det naturnære skovbrug vil kunne indgå som indblanding i en række skygetræsdominerede skovudviklingstyper især på lerjorde fx i Bøg med douglas og lærk (13), Bøg og gran (14), Gran med bøg og ær (51), Douglasgran, rodgran og bøg (61) og Ædelgran/grandis og bøg (71).

#### Proveniensvalget

Da vi ikke råder over egentlige proveniensforsøg med thuja og derfor i



Jordbundskrav for thuja: optimale, egnede og uegnede lokaliteter.

princippet ingen informationer har vedrørende forskellige proveniencers anvendelighed, er proveniensvalget i thuja fokuseret på gode danske bevoksninger. Afkom af følgende kårede bevoksninger er i dag i handelen og kan anbefales: F.63a Langesø, F.146 Knuthenborg, F.290 Frijsenborg, F.725 Sorø Akademi.

Konsultér også plantevalg.dk og NaturErhvervstyrelsens hjemmeside (naturerhverv.fvm.dk).

J. Bo Larsen

#### Litteratur

Larsen, J. B. ed. 1997: Træarts- og proveniensvalget i et bæredygtigt skovbrug. DST 82: 1-252.



# Træartsvalget 18. Stilkeg

## *Quercus robur* L.

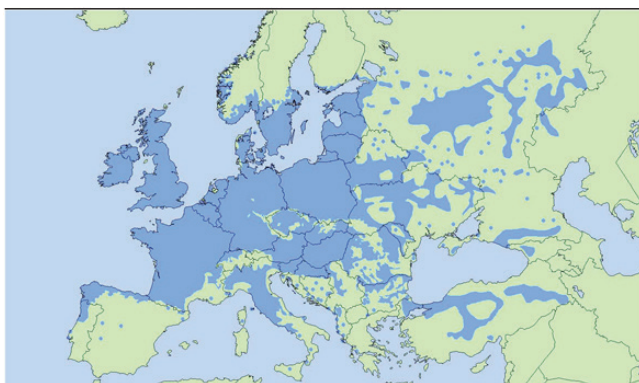
Stilkegen er naturligt udbredt i hele Danmark, er robust og med tolerance overfor næsten alle jordbundstyper. Udover kravet om hegning som følge af høj risiko for vildtbid, samt tendens til at sætte vanris, er der få dyrkningsmæssige udfordringer med denne træart. Egen kan som en varmeelskende og tørketolerant træart få gavn af de forventede klimændringer.

### Naturlig udbredelse og successionsmæssig rolle

Stilkeg er en af de mest udbredte træarter i Europa, hvor den især er knyttet til lavlandet. Dens naturlige areal strækker sig fra Sydkandinavien i nord til Syditalien og Balkanbjergene i syd og fra Portugal og Nordspanien i vest til langt ind i Rusland.

Større naturlige forekomster har denne længelevende og lyskrævende træart dog kun der, hvor bogens konkurrencekraft er svækket. Fortrinsvis under tørre næringsfattige forhold samt især på fugtige næringsstofrige, grundvandspåvirkede lokaliteter, fx på udpræget pseudogley og langs med de mellemeuropæiske floder, hvor den kan tåle periodiske oversvømmelser.

Egen er en lysttræart med typiske pioneregenskaber. På næringsrige lokaliteter danner den skovsamfund med bl.a. avnbøg, ask, elm, lind, poppel mv., mens den på næringsfattige lokaliteter optræder i blanding med vintereg, birk, asp, røn, lind, mv.



Stilkegens naturlige udbredelse (EUFORGEN).

### Krav til klima

Stilkegen er med sine pioneregenskaber tolerant både over for frost (især forårsfrost på grund af det sene ud-spring) og tørke. Meget stærk vinterfrost – især senvinterfrost kan dog skade kambiet og under medvirken af visse svampe og insekter periodisk føre til afgang af enkelttræer eller degenerationsfænomenet ”langsom egedød” (Videnblad 8.0-7 og 8.7-24). Stilkegen er robust overfor tørke, men kan dog reagere på langvarig sommertørke med afkast af skud.

Stilkegen regnes for at have en lidt større generel tolerance overfor både klimatiske og biotiske skadevoldere end vinteregen grundet sin større regenerationsevne. Dette kommer til udtryk ved dens udtalte tendens til vanrisdannelse, som ud fra et ved-kvalitetsmæssigt synspunkt dog er et minus. Egen vil som en varmeelskende og tørketolerant træart generelt have gavn af de forventede klimændringer.



Den kårede stilkegebevoksning F.148 Tåstrup Skov af formentlig holstensk oprindelse repræsenterer med en særdeles god stammeform og vækst det bedste af eg til forstlige formål.



## Krav til jordbund

Stilkeg har en meget bred jordbundsamplitude. Dens bedste udvikling forekommer på næringsrige, dybgrundede lokaliteter med god vandforsyning. Derudover kan den vokse under næringsfattige, sandede og tørre forhold såvel som på lerede og kompakte jorde med gley og pseudogley. Selv på forholdsvis ekstremt grundvandspåvirkede jorde (type 9) udvikler den sig acceptabelt, hvis der dog ikke er tendens til tørv.

Sædvanligvis regnes den for bedre tilpasset de fede våde jorder end vinteregen, der passer bedre til de tørre fattige jorder. Stilkegen bør helt undgås på tørvejorde. Egens rodsystem opfattes ofte som meget stærkt med udprægede evner til at vokse i dybden. I ungdommen har den pælerod. Senere får dens rodsystem mere karakter af en hjerterod.

## Sygdomme og skader

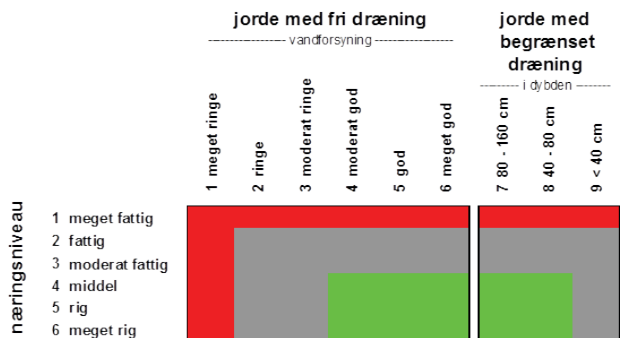
De forstlig mest betydende skader på egen forårsages af vildtet. Især råvildt foretrækker eg i den grad, at kulturanlæg uden hegn de fleste steder er umulig. Vildtet er tilsvarende årsag til, at spontan foryngelse på vildtrige lokaliteter aldrig kommer igennem, skønt arten forynger sig villigt.

Stilkegen er kendt for at have en lang række insekter knyttet til sig. Larver af egevikler, frostmåler og et dusin ugler er blandt de vigtigste, idet de helt kan afløve egen, som dog evner at danne nyt bladværk (Videnblad 8.10-21). Aflovninger flere år i træk kan dog svække egen så meget, at den kan angribes af andre skadevoldere – herunder honningsvamp (Videnblad 8.7-24). Meldug er en anden skadevolder, som især rammer egen i ungdommen i forbindelse med St. Hansskudsdannelse.

## Anvendelse i skovbruget

I det klassiske skovbrug bliver eg dyrket i ensaldrende renbestand. I 25-40 års alderen indbringes ofte en underetage af avnbøg/bøg primært for at forhindre vanrisdannelse, så-

## STILKEG



Jordbunds krav for stilkeg: optimale, egnede og uegnede lokaliteter.

ledes at der i de sidste 2/3 af omdriften udvikles en to-etageret bevokningsstruktur. Ofte undlades indbringelse af underetagen for i stedet at gennemføre årlige vanriskapning.

I det naturnære skovbrug forekommer som dominerende træart i 3 skovudviklingstyper: Eg med ask og avnbøg (21), Eg med lind og bøg (22) samt Eg med skovfyr og lærk (23), hvoraf stilkegen især er knyttet de næringsrige typer. Desuden forekommer stilkegen som indblandingsart i de fleste skovudviklingstype – især i de lystræprægede Ask og rødell (31) og Birk med skovfyr og gran (41) samt de kulturhistoriske skovudviklingstyper ”Stævningsskov” (91), ”Græsningsskov” (92) og Skoveng” (93). I klitten spiller stilkegen frem for vinteregen en rolle i skovudviklingstyperne Sitkagran med fyr og løvtræ (52) og Bjergfyr (82).

## Proveniensvalget

Stilkegen er repræsenteret med en lang række udmærkede danske frøkilder. Til forstlige formål er de bedste af dem generelt af hollandsk oprindelse - karakteriseret ved stor vækstkraft og ret stammeform. Frøkilder certificeret som ”afprøvet” har i sammenlignende forsøg vist over gennemsnitlige egenskaber i fht. godkendte standarder og er derfor ofte bedre end fænotypisk kårede frøkilder, hvori kategorien ”Udvalgt” og ”Kvalificeret” anvendes.

F.148 Tåstrup Skov af formentlig

holstensk herkomst er afprøvet og repræsenterer med en særdeles god stammeform og vækst det bedste af eg til forstlige formål.

Kårede danske frøkilder, som er afkom af F.148 Tåstrup Skov (kategori afprøvet): F.693 Tåstrup Skov, F.792 Truust, F.802 NST Vestsjælland Mosemark, F.807 NST Sønderjylland Gammelmosen, F.816 Valdemarskilde.

Kårede danske frøkilder af hollandsk oprindelse (kategori afprøvet = a): F.286 Stenderup Midtskov (a), F.369 Pederstrup (a), F.819 NST Fyn (a), F.181 Petersgård, F.425 Tølløse Skov, F.499 Petersgård, F.503, F.504, F.505 og F.630 Bregentved, F.574, F.575 NST Sønderjylland, F.577, Stenderup F.637 Knuthenborg, F.746 Lundsgård, F.825 Christianssæde, og mange flere.

Ønsker man at plante oprindelig dansk stilkeg til vedproduktion, er der tilsvarende et betydeligt antal frøkilder: F.631, F.649 og F.658 Bregentved, F.761 Grunderslevholm og mange flere.

Konsultér også plantevalg.dk og NaturErhvervstyrelsens hjemmeside.

J. Bo Larsen

## Litteratur

Larsen, J. B. ed. 1997: Træarts- og proveniensvalget i et bæredygtigt skovbrug. DST 82: 1-252.



# Træartsvalget 19. Vintereg

## *Quercus petraea* L.

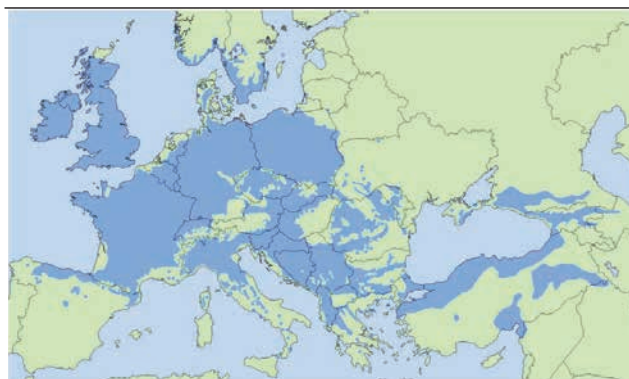
I Danmark er vinteregen især fremherskende på de lettere jorde, men kan vokse på de fleste jordbundstyper. Den er frosttolerant grundet sent udspring og kan måske drage fordel af de forventede klimaændringer, da den er stormstabil og tørketolerant.

### Naturlig udbredelse og successionsmæssig rolle

Vintereg har i Vesteuropa stort set samme udbredelse som stilkeg, dog går den ikke så langt mod øst. Den undgår således i forhold til stilkegen det mere kontinentalt prægede klima i Østeuropa/Rusland. Dens naturlige areal strækker sig fra Sydsandinavien i nord til Syditalien og Balkanbjergene i syd; fra Portugal, Nordspanien og Irland i vest til stort set grænsen mod Rusland i øst.

I næsten hele sit udbredelsesområde forekommer vinteregen sammen med stilkegen og mod syd desuden sammen med *Q. pubescens*. Den optræder dog især på de lettere jorde, og den er i modsætning til stilkegen følsom overfor dårlig dræning. Sammenlagt har den en lidt mindre økologisk amplitude end stilkegen. I Danmark er vinteregen især fremherskende på de lettere jorde i Midt- og Vestjylland (bl.a. hyppig i egekrat) samt på Djursland. Vinteregen findes også langs den sjællandske sydkyst samt på Bornholm.

Vinteregen er en udpræget lysttræart med typiske pioneregenskaber. På næringsrige lokaliteter danner den skovsamfund med bl.a. stilkeg, avnbøg, ask, bøg, lind, mv., mens den



Vinteregens naturlige udbredelse (EUFORGEN).

på næringsfattige lokaliteter optræder i blanding med bøg, birk, asp, røn, lind, mv.

### Krav til klima

Vinteregen er varmeelskende og er med sine pioneregenskaber tolerant overfor frost, især forårsfrost, grundet et sent udspring. Meget stærk vinterfrost, især senvinterfrost, kan dog skade kambiet og under medvirken af visse svampe og insekter periodisk føre til afgang af enkelttræer eller degenerationsfænomenet ”langsom egedød” (Videnblad 8.0-7 og 8.7-24). Den har en meget hurtig ungdomsvækst og en dyb rodudvikling, hvilket gør den meget stormstabil og robust overfor tørke. Den vil ligeledes være robust overfor de forventede klimaændringer. Det formodes, at den direkte vil kunne drage fordel af dem. Derimod vil ændringer i skovdriften, som medfører nedsat dræning, kunne indskrænke anvendeligheden af vintereg.

### Krav til jordbund

Vintereg har i lighed med stilkeg en stor tolerance over for jordbundsforholdene. Skønt dens bedste udvikling forekommer på næringsrige, dybgrundede lokaliteter med god vandforsyning, så kan den vokse under næringsfattige, sandede og tørre forhold såvel som på lerede og kompakte jorde. Sædvanligvis regnes vinteregen for at være bedre tilpasset de tørre og fattigere jorde end stilkegen. Den bør undgås på de



Vintereg F.750c Stenholt skov i 2003 ved Kåringsudvalgets besøg. Denne bevoksning er kåret til værn- og læformål.

meget våde jorde (type 9) – her vælges i stedet stilkeg. Den bør ikke anvendes på tørvejorde.

### Sygdomme og skader

Vinteregen efterstræbes af vildtet på lige fod som stilkegen, hvilket bevirker, at hegning er nødvendig ved kulturanlæg hhv. selvforyngelse. Formentlig optræder de samme skadevoldere på begge arter i samme omfang (se Videnblad 3.2-35), selvom vintereg ifølge Butin angribes mindre af meldug.

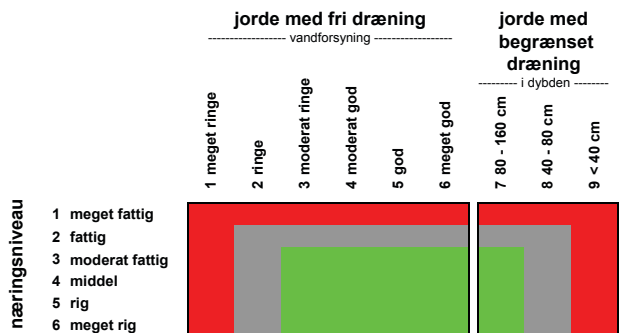
Forårsaflovninger af insektlarver er hyppigst forekommende i landets sydlige og østlige egne, hvor stilkegen er dominerende. Dette er i overensstemmelse med erfaringer fra Slovakiet, at egeviklere og frostmålere sjældent når samme tætheder i vintereg som i stilkeg (Patočka et al. 1999).

### Anvendelse i skovbruget

Klassisk egedyrkning med plantning og intensiv pleje anvendes hovedsageligt stilkeg, selvom vinteregen er lige så anvendelig. Den berømte Spessart-eg er således vintereg. De få forsøg, der findes med begge arter, viser tilsvarende, at vinteregen vækstmæssigt er fuld på højde med stilkegen. Kun under forhold med udpræget dræningsproblemer synes stilkegen overlegen. Tendens til varisdannelse er mindre hos vintereg sammenlignet med stilkeg.

Egen forekommer som dominerende træart i tre skovudviklingstyper: Eg med ask og avnbøg (21), Eg med lind og bøg (22) samt Eg med skovfyr og lærk (23), hvoraf vinteregen især er knyttet de mere næringsfattige typer - 22 og 23. Desuden forekommer vinteregen som indblandingsart i en række skovudviklingstyper - især i de lystræprægede Ask

## VINTEREG



Jordbundskrav for vintereg: optimale, egnede og uegnede lokaliteter.

og rødell (31), Birk med skovfyr og gran (41) samt (dog i mindre grad end stilkegen) i de kulturhistoriske skovudviklingstyper som ”Stævningsskov” (91), ”Græsningsskov” (92) og Skoveng” (93).

### Proveniensvalget

Vinteregen er repræsenteret med betydeligt færre frøkilder (22 stk.) end stilkegen (79 stk.) og er hovedsagelig tiltænkt brugt på mere næringsfattig bund. Kåringsformålet er især til værn- og læformål modsat stilkeg, hvor det primært er til vedproduktionsformål.

- Kårede danske frøavlsbevoksninger af dansk oprindelse til vedproduktion: F.735 Silkeborg Nordskov, F.694 Salten Langsø
- Kårede danske frøavlsbevoksninger af dansk oprindelse til vedproduktion og værn- og læformål: F.755a og F.755b Linnebjerg (afprøvet), F.706 Ormstrup, F.826 Løvenholm
- Kårede danske frøavlsbevoksninger af dansk oprindelse kun til værn- og læformål: F.212 Løvenholm, F.695 Løndal, F.750a, F.750b, F.750c Stenholt (afprøvet), F.754 Hørbylunde, F.799 Bannedanmark Tange, F.815 NST Kronjylland Hald Ege.

Af udenlandsk materiale kan Agder kyst/Syd norge ligesom vintereg fra Spessart i Tyskland anbefales til vedproduktion. De danske frøkilder F.771, F.772 og F.773 Nørlund er afkom fra Agder kyst, og F.642 NST Trekantsområdet Lystrup er afkom fra Spessart.

Se også Videnblad 3.3-47 om plantevalg, samt Videnblad 3.3-17 og 3.3-41 om proveniensforsøg i Danmark.

Konsultér også plantevalg.dk og NaturErhvervstyrelsens hjemmeside.

J. Bo Larsen

### Litteratur

- Butin, H. 1995:** Tree Diseases and Disorders. Oxford University Press. 252 s.
- Larsen, J.B. ed. 1997:** Træarts- og proveniensvalget i et bæredygtigt skovbrug. DST 82: 82-97.
- Patočka, J.; Křištín, A.; Kulfan, J. Zach, P. 1999:** Die Eichenschädlinge und ihre Feinde.



# Træartsvalget 20. Ædelgran

## *Abies alba* L.

Almindelig ædelgran er skyggetål-som og forynger sig villigt, hvilket kan give den fordele i fremtidens skovbrug, især ved en mere natur-nær drift baseret på blandingsbe-voksninger og selvforyngelse. To nye skadevoldere, en svamp og en barkbille, kan dog blive et problem.

### Naturlig udbredelse og successionsmæssig rolle

Ædelgran forekommer naturligt i Central- og Sydosteuropas bjergregi-oner, hvor den optræder i blanding med bl.a. bøg, ær, rødgran og til dels lærk. Den forekommer så godt som aldrig naturligt i renbestand. Uden for sin naturlige udbredelse har den fået en vis betydning i de kystnære områder i Nordtyskland og Danmark. Optællinger i den danske skovstatistik viser, at ædel-gran optræder på knap 1 % af skov-arealet svarende til ca. 5.500 ha.

Forskellige racer af ædelgranen har i forsøg vist så store forskelle i dyrk-ningssegnehed, at det får afgørende betydning for valg af proveniens. I det danske oceaniske klima har pro-veniens fra det sydlige Italien (Ca-labrien over 1.600 meter) vist en helt overlegen sundhed og vækst. Sammen med bøg og rødgran danner den mange steder i Central- og Øst-europa typiske klimakssamfund.

Almindelig ædelgran er nok den mest udprægede klimaks- og skyg-getræart af alle vores nåletræer. Den forynger sig villigt i skygge af andre træer og kan faktisk overleve i årtier nærmest uden adgang til sol-lyset. Dens store skyggetålsomhed



Ædelgranens naturlige udbredelse (EUFORGEN).

og evne til villig selvforyngelse er også et af træartens største aktiver.

### Krav til klima

Ædelgranen er med sit tidlige ud-spring meget udsat for forårsfrost, hvilket betinger, at den næsten ude-

lukkende forynges i et allerede eksis-terende skovklima (under skærm eller i rande). Efter renafdrift eller ved skovrejsning kræver den en for-kultur, idet ammetræer sjældent er tilstrækkeligt. Ædelgranen kræver desuden relativ megen nedbør (over



Frøplantage FP242 »Bækkelund« (Hald ved Viborg) med calabrisk ædelgran.



800 mm/år), som dog delvist kan erstattes af høj luftfugtighed. For ædelgranens udvikling er nedbør således vigtigere end næringsstof-forsyning. Træarten er særdeles tolerant overfor salt, hvilket sammen med behovet for høj luftfugtighed er årsagen til dens udbredte brug i klit-skovbruget. Ædelgranens forventede reaktion på de formodede klimaændringer må ses i relation til proveniensvalget. Dyrkning af de central-europæiske ædelgranprovenienser, som har en begrænset tilpasnings-evne, forventes at blive yderligere problematisk. De calabriske provenienser må derimod anses for tilstrækkeligt tilpasningsduelige på grund af en stor genetisk diversitet.

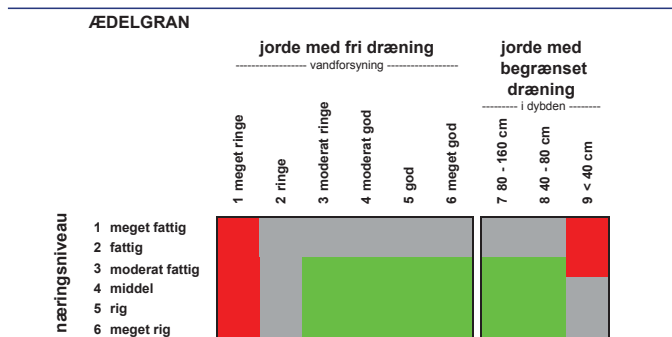
### Krav til jordbund

Ædelgranen tåler såvel stive våde lerjorde som tørre fattige sandjorde. De mest tørre jorde og meget fattige, grundvandspåvirkede jorde bør dog undgås. Træarten er følsom overfor lav nedbør og bør ikke anvendes i nedbørsfattige egne. Den vokser udmærket på kalkholdig jord og tåler manglende luftskifte bedre end gran. Rodsystemet er kraftigt og veludviklet. Det får karakter af pælerod eller hjerterod i alderdommen. På vekselvåd jord ses skader på senke- og vertikalkrødder, men ædelgran er alligevel den nåletræart, som får det dybeste rodned på dårligt drænedede jorde.

### Sygdomme og skader

Ædelgranen har forholdsvis få naturlige fjender. Den vigtigste er nok vildtet, hvis præference for træarter bevirker, at kulturer henholdsvis foryngelser ikke udvikler sig uden hegn. Ædelgran regnes i Danmark som nærmest resistent overfor rodfordærver (*Heterobasidion annosum* og *H. parviporum*), se Videnblad 8.7-3. Dette skyldes dog, at den art af svampen (*H. abietinum*), som angriber ædelgran i dens naturlige udbredelsesområde, endnu ikke findes i Danmark.

To nye og alvorlige skadevoldere har dog vist sig på *Abies*-arter i Danmark, herunder alm. ædelgran. Svampesygdommen ædelgrankræft (*Neonec-*



Jordbunds krav for ædelgran: optimale, egnede og uegnede lokaliteter.

*tria neomacrospora*) samt ædelgranbarkbille (*Cryphalus piceae*) har potentiale til at blive alvorlige trusler mod dyrkning af ædelgran i Danmark. Angreb af svampen fremmes af høj luftfugtighed, mens barkbilen formentlig vil få glæde af højere temperaturer og sommertørke. Læs mere i Videnblad 8.7-51 og 8.10-23.

### Anvendelse i skovbruget

Ædelgranen kom til landet med den tyske forstmand J. G. von Langen for over 240 år siden. Fra den tid findes stadig enkelte pragteksemplarer i de danske skove, som har opnået anseelig størrelse. I Nørreskoven ved Furesøen findes der således ædelgraner på op mod 45 meter i højden plantet i 1770-erne.

Den optræder kun i én skovudviklingstype som dominerende art og her sammen med bøg Ædelgran/grandis og bøg (71). Denne skovudviklingstype med de udprægede klimaksarter er det nærmeste, vi i Danmark kommer på »plenterwald«-strukturen med dens intensive blanding af arter og aldre. I skovudviklingstyperne Gran med bøg og ær (51), Sitkagran og fyr med løvtræ (52) og Douglasgran, rødgran og bøg (61) kan ædelgranen hhv. grandis optræde som vigtig indblanding, og her især på jorde med god vandforsyning og eller i områder med høj luftfugtighed som fx klitegnene.

### Proveniensenvalget

Provenienser af ædelgran fra det sydlige Italien (Calabrien) har i forsøg

vist en overlegen vækst og sundhed (se foto). Proveniensenvalget er derfor helt fokuseret på materiale af syditaliensk oprindelse: fx FP242 Bækkelund eller direkte import fra Calabrien (over 1.600 m). Den eneste anden eksisterende frøkilde i Danmark er F.770 Dover Pltg. afd. 32a HedeDanmark, hvor træerne er af ukendt oprindelse.

Konsultér også plantevalg.dk og NaturErhvervstyrelsens hjemmeside.

J. Bo Larsen

### Litteratur

Larsen, J.B. ed. (1997): Træarts- og proveniensvalget i et bæredygtigt skovbrug. DST, 82, 179-185.



De sidste rester af ædelgranproviensforsøget B-99 Børsted Skov, Bregentved. Til venstre ses den calabriske proviensens kendetegnet ved en fremragende vækst og vitalitet, mens parcellen til højre repræsenterer en typisk mellemeuropæisk herkomst.





# Træartsvalget 21. Ær

## *Acer pseudoplatanus* L.

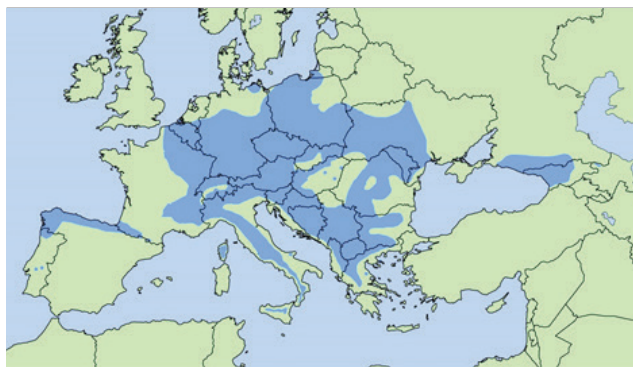
Æren stiller få krav til voksestedet. Den har en god sundhed og forventes at klare fremtidige klimænderinger uden problemer. Den opnår sin bedste udvikling i mindre grupper og forynger sig villigt i blanding med andre arter, hvorfor den har en vigtig rolle i det naturnære skovbrug.

### Naturlig udbredelse og successionsmæssig rolle

Ærens naturlige udbredelse strækker sig fra Nordspanien, Frankrig og Belgien i vest gennem Central- og Østeuropa til Kaukasus og Elbrusbjergene i Iran mod øst. Den nordligste udbredelse er med sikkerhed i Nordtyskland og dens sydligste i Calabrien (Syditalien). Den er dog blevet naturaliseret i mange andre områder. Således vokser den (og forynger sig) helt op til Tromsø.

Æren er næsten overalt associeret med bøgen (i Kaukasus dog med orientalsk bøg). Den er ikke blot knyttet til lavlandet, men er i Mellem- og Sydeuropa en typisk bjergskovsart (tysk: Bergahorn), hvor den stedvis kan gå helt op til trægrænsen. I bjergene vokser den sammen med bøg, rødgran og ædelgran og optræder her ofte med større hyppighed. Den optræder dog sjældent eller aldrig i renbestand.

Æren er i ungdommen skyggetålende, men den kræver for sin fortsatte udvikling løbende forstyrrelser (lysåbninger). Den forynger sig desuden udmærket efter større katastrofer/forstyrrelser såsom stormfald, laviner, jordskred mv. og har således også typiske pioneregenskaber. Som



Ærens naturlige udbredelse (EUFORGEN).

sådan indtager den en udpræget mellemstilling mellem pioner- og klimaksarterne.

I lavlandet optræder den ofte sammen med bøg, og som typisk gapspecialist udvikler den sig her fint sammen med bl.a. ask i et bøgedomineret skovsamfund, hvor æren dog sjældent udgør mere end 5%. Optællinger i den danske skovstatistik viser, at ær optræder på 4% af skovarealet svarende til knap 24.000 ha.

### Krav til klima

Æren stiller ikke de store krav til klimaet. Den kan i ungdommen skades noget af forårsfrost, men på grund af rask vækst vokser den hurtigt ud af disse kulturproblemer. Den har generelt en stor temperaturamplitude og trives godt selv i koldttempererede regioner. Den er relativ tolerant overfor tørke. Den vil ikke få problemer ved mindre klimænderinger.

### Krav til jordbund

Æren har en ret stor amplitude hvad angår nærings- og vandforsyning, men udvikler sig bedst på næringsrige, kalkrige, dybgrundede jorde med en god vandforsyning. Vi har meget beskednen erfaring med dyrkning af æren på næringsfattig sand-



Kåret bevoksning af ær F.804, Vestskov.

jord. Formodentlig vil den klare sig her, men dog næppe med nogen imponerende vækst. Dens løv omsættes let.

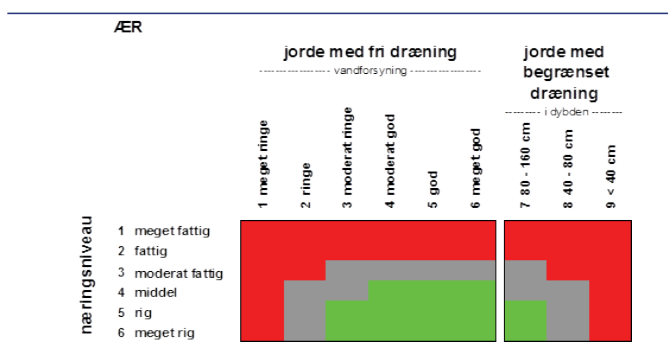
Ær kræver høj vand- og næringsstofforsyning for at nå høje vækstydelser. Samlet set er ær en anelse mere kræsen end bøg og kræver en højere vand- og næringsstofforsyning for at opnå de højeste vækstydelser. Rødderne tåler ikke kompakte jorde eller grundvandspåvirkning, men foretrækker god jordstruktur og godt luftskifte. Undgå tørvejorde og dårligt dræned, fede lerjorde (vandforsyningstype 9, og de vådeste i type 8), hvor væksten ofte stagnerer ved hård hugst.

### Sygdomme og skader

Æren har forholdsvis få naturlige fjender. Den bliver efterstræbt af vildtet – især råvildt, som dog under normale forhold ikke vil være en forhindring i kulturfasen, henholdsvis forhindre den naturlige opvækst. Diverse bladsygdomme, som kan være ganske iøjnefaldende, har ingen betydning for sundheden. Af potentielle fremtidige trusler kan nævnes de asiatiske træbukke (*Anoplophora* sp.), se Videnblad 8.10-17 - 8.10-20.

### Anvendelse i skovbruget

Det er fortsat uklart, om æren er naturligt vildtvoksende i Danmark, men den blev naturaliseret i parker tidligt i 1700-tallet, og først brugt i



Jordbundskrav for ær: optimale, egnede og uegnede lokaliteter.

skoven af den tyske forstmand J. von Langen fra 1760-erne. Da den spreder sig meget villigt, har den efterhånden vundet indpas i de fleste østdanske skove, ikke mindst på muldrig jord, hvor den ofte forynges sig i store mængder under bøg. Af samme grund kaldes den for »von Langens fodspor«.

Med sin store foryngelsesvillighed på et vidt spektrum af lokaliteter, sin gode evne til at associere med andre arter og generelt gode økologiske egenskaber, har æren en vigtig rolle i det naturnære skovbrug. Ærens rolle som indblandingsart i en langt række naturlige skovsamfund giver den en tilsvarende rolle i en række skovudviklingstyper. Således optræder den i Bøg (11), Bøg med ask og ær (12) og Gran med bøg og ær (51) med op til 20 %, samt i en række andre skovudviklingstyper: 13, 14, 61 og 71 som »mindre« indblandingsart.

### Proveniensvalget

Der findes en lang række gode danske frøklidder, hvorfor disse som hovedregel bør vælges.

Alternativt kan man bruge frøklidder fra vore sydlige nabolande.

- Kårede danske bevoksninger: fx F.511, F.530, F.531 og F.648 Bregentved, F.338 Boller Nederskov, F.818 Damsbo, F.640 Ganløse Ore, F.679 Gjorslev, F.745 Lunds-gård, F.382 Margaard, F.669 Langesø, F.778 Orenæs, F.733 Ravnholt, F.718 Boller, F.566 Selsø Lindholm, F.804 Vestskoven,
- Nordtyske og hollandske frøplanter og kåringer.

Konsultér også plantevalg.dk og NaturErhvervstyrelsens hjemmeside.

J. Bo Larsen

### Litteratur

Larsen, J.B. ed. (1997): Træarts- og proveniensvalget i et bæredygtigt skovbrug. DST, 82, 105-111.

## Litteratur til kapitel 9

*Henriksen, H.A. (1988):*

Skoven og dens dyrkning. Dansk Skovforening/Nyt Nordisk Forlag  
Arnold Busck. ISBN 87-17-05937-2. 664 s.

*Jørgensen, H.; Rune, F. (2015):*

Træer og buske i Danmark. 2. udgave, Gyldendals forlag. ISBN-13:  
9788702173420. 340 s.

*Larsen, J.B. (red.) (1997):*

Træarts- og proveniensvalget i et bæredygtigt skovbrug. Dansk Skov-  
brugs Tidsskrift, 82. årgang, hæfte 1, s. 1-252.

*Moltesen, P. (1988):*

Skovtræernes ved og dets anvendelse. Skovteknisk Institut. 132 s.

*Møller, C.M. (1965):*

Vore skovtræarter og deres dyrkning. Dansk Skovforening. 552 s.

*Møller, P.F.; Staun, H. (2015):*

Danmarks træer og buske. 2. udgave, Forlag Koustrup & Co.  
ISBN-13: 9788793159112. 336 s.

*Statens forstlige Forsøgsvæsen (1990):*

Skovbrugstabeller. ISBN 87-98 34 63-1-8. 270 s.

# STIKORDSREGISTER

	Side		Side
<b>A</b>		<b>E</b>	
Afdelinger	400	Effekt	101
Aflægningsgrænse	90, 101	Efterbedring	93
Aftale om opmåling	199	Egalisering	64
Ahorn	458	Egevikler	378
Al	47	Elmesyge	375
Aldersgraderet hugst	318	Enkelttræ-stabilitet	314
Aldersklasser	405	Evighedsfaktor	392
Aldersklassetabel	406	Exploiterende skovdrift	94
Aldersklassevist skovbrug	396		
Anisotrope egenskaber	26	<b>F</b>	
Arealtabel	405	Faldende længder	192
Ask	420	Fastmasseprocent	166
Asketoptørre	375	Fastmassetal	166
Avnbøg	422	Fibermætningspunkt	27
		Flishugger	107
<b>B</b>		Forberedelseshugst	243
Barkslag	399	Forhug	159
Barrodsplanter	265	Forrentning	99
Basekationer	51	Forsuring	53
Bevoksningsliste	401	Frit hugststyrkeinterval	76
Birk	424	Frostmåler	378
Blåsplint	147	Frøplantage	259
Bogiebånd	136	Frøsætning	240
Bøg	426	Fuglekirsebær	430
		Fuldbearbejdning	225
<b>C</b>		Fælde-bunkelægger	105
Cellulose	26	Fælde-udkører	110
Cypres	256, 312	Fældningstab	177
<b>D</b>		<b>G</b>	
Dendrokronologi	71	Gley	50
Douglasgran	428	Grandis	432
Driftsklasse	194, 404	GROT	114, 366
Dækningsbidrag	95	Grundflade	67, 305
Dækrodsplanter	266	Grundvand	9

	Side		Side
<b>H</b>		Krummestruktur	46
Hedeselskabet	13	Kulisseforyngelse	216
Hegn	285	Kulla kultivator	233
Helstammemetode	102	Kulstofbinding	10
Hemicellulose	26	Kulturanlæg	211
Herkomstregler	257	Kølelagring	270
Hjerterod	58		
Honningsvamp	374	<b>L</b>	
Hovedskovning	218	Lagerbevoksninger	395
Hugst fra neden	75, 310	Langfingerharve	289
Hugst fra oven	75, 311	Langtømmer	101
Hugsthvile	283	Lignin	26
Hugstkvtient	311	Likviditet	391
Humus	48	Lind	434
Hærdning af aske	369	Litra	400
Högläggning	234	Lysningshugst	247
Høstved	23	Lystræer	39
		Lægter	164
<b>I</b>		Lærk	436
Indløb	146		
Indslag	270	<b>M</b>	
Interception	355	Markkapacitet	50
Ionbytning	51	Marktryk	134
		Marvstråler	23
<b>J</b>		Maskinopmåling	201
Jagt	8	Micans	377
Jordbor	233	Mor	47
Jordværdi	392	Muld	47
Jumbo plov	230	Mykorrhiza	59
		Måldiameterhugst	312
<b>K</b>			
Kambium	25	<b>N</b>	
Karceller	23	Naturnær skovdrift	212
Kasserummeter	163	Nedrunding	158, 160
Kerneved	25	Netto på rod	95
Klembanke	128	Normalskov	397
Klimaks-samfund	41	Nøglebiotoper	352
Knaster	27		
Kompaktering	130	<b>O</b>	
Korttømmer	101	Oldenår	239
Kronvildtskrælning	372	Omskoling	265



	Side		Side
Omsætningsbalance	91, 391	Sitkagran	444
Oprensning	27	Sivæv	23
Overhøjde	78	Skiverod	58
Overmål	101, 159	Skovdyrkerne	19
<b>P</b>		Skovfyr	446
Parenchymceller	25	Skovklima	345
Periodeplan	411	Skovkort	400
Phloem	23	Skovningsmaskine	108
Pionérarter	41, 88	Skovregioner	383
Plantemaskiner	272	Skovstatistik	16
Planteplacering	236	Skovudviklingstyper	389
Plenterwald	212	Skyggetræer	40
Plukhugstdrift	212	Skærm	64
Priklebed	265	Skærmforyngelse	217
Pælerod	58	Social stabilitet	66, 316
<b>R</b>		Sortiment	101
Radrenser	290	Sortimentsforhold	194
Reaktionsved	29	Sortimentsmetode	102
Realiseringsværdi	95	Sortimentsomkostninger	95
Relativ træafstand	306	Spidsløn	448
Renbul	64, 330	Splintved	25
Rentefod	392	Spredtporet	24
Reolplov	227	Stager	164
Repellenter	286	Stiklinger	269
Rilleplov	229	Stilkeg	452
Ringporet	24	Stratificering	265
Rodbeskæring	265	Stribevis jordbearbejdning	229
Rodfordærver	373	Styrkeegenskaber	31
Rodposter	191	Svind	29
Rodsnøre	267	Sætte på roden	249
Rumtæthed	30	<b>T</b>	
Rødel	438	Tekstur	45
Rødgran	440	Thuja	450
Rødmarv	61	Tracheider	23
Røn	442	Traktose	130
<b>S</b>		Tsuga	256, 385
Sand salgbar masse	177	Tungmetaller	369
Sandflugt	10	Tynding	104
		Typograf	376
		Tørre-deformationer	29

	Side
<b>U</b>	
Udrensning	104, 299
Udslæbningsspil	124
Udslæbningstang	126
Ukrudt	288
Ungdomsved	29
<b>V, W</b>	
Vedborere	146, 377
Vedmassefaktorer	67
Vedmasseoversigt	407
Vejledende fortolkning	206
Vildtvenlige kulturer	357
Vintereg	454
VMF-opmåling	163
Vårved	23
Weiserprocent	393
<b>X</b>	
Xylem	23
<b>Æ</b>	
Ædelgran	456
Ær	458
<b>Å</b>	
Årringe	23

*Skovdyrkning i praksis* er en lærebog, der behandler de vigtigste aktiviteter inden for erhvervsmæssig skovdyrkning: Planlægning af skovdriften, anlæg og foryngelse af skov, pasning af bevoksninger, hugst samt afsætning af det fældede træ. Hovedvægten ligger på produktion af træ til industrien, men emner som biodiversitet, jagt og andre rekreative aktiviteter berøres også. Bogen henvender sig først og fremmest til studerende og elever på Skovskolen, hvor to af skovbrugets vigtigste uddannelser er placeret: Skov- og landskabsingeniør samt Skov- og naturtekniker. Men det er håbet, at også skovejere og andre fagfolk inden for skovdrift kan få udbytte af bogen.



Udgivelse af bogen er blevet mulig ved økonomisk støtte fra