

DANSK SKOVFORENINGS TIDSSKRIFT

INDHOLD

	Side
<i>Nekrolog:</i>	
BENT CHRISTIAN GERDES	213
<i>Afhandlinger, artikler m.m.</i>	
MAGNUSSEN, STEEN: En tilvækstoversigt for rødgran på østersønære lerede morænejorder	215
HELLES, FINN: Stormskade på skov. En litteraturgennemgang	247
HOLMSGAARD, ERIK: Træartsvalg i dansk skovbrug	279
<i>Litteratùr:</i>	
BARNÉOUD, C., P. BONDUELLE & J. M. DUBOIS: Manuel de populiculture	288

**Dansk Skovforenings
Tidsskrift**

ISSN 0011-6475

udkommer årligt med 4
hæfter.

Eftertryk af tidsskriftets
artikler uden
redaktionens samtykke
er ikke tilladt.

REDAKTIONSUDVALG:

Hofjægermester *V. Bruun de Neergaard*, 4174 Jystrup,
Midtsjælland (formand).

Lektor lic. agro *Finn Helles*, Skovbrugsinstituttet,
Thorvaldsensvej 57, 1871 København V.
Statsskovrider *Steffen Jørgensen*, Gøddinggaard,
7183 Randbøl.

Forstfuldmægtig *Tom Nielsen*, Kongevejen 78, 3450 Allerød.
Forstander *Aa. Marcus Pedersen*, Skovskolen, Nødebo,
3480 Fredensborg.

Direktør *Jens Thomsen*, Amalievej 20, 1875 København V.

REDAKTØR: (ansvarsh.)

P. Hauberg.

**DANSK SKOVFORENINGENS SEKRETARIAT
OG TIDSSKRIFTETS REDAKTION:**

Amalievej 20, 1875 København V. Tlf. (01) 24 42 66.
Postgiro 9 00 19 64

Tryk: Scantryk, Skolegade 12 E, 2500 Valby, (01) 30 06 01.



BENT CHRISTIAN GERDES

13/6-1919 – 20/3-1983

Bent Gerdes døde den 20. marts uden forudgående sygdom i sit hjem nær Olympia i staten Washington, U.S.A.

Dermed bortgik en dansk forstkandidat, der har gjort Danmark ære og bidraget væsentligt til en forbedret frøforsyning fra de områder i Amerika, der er vigtige forsyningskilder for Europa.

Bent Gerdes var lægesøn fra København. Efter studentereksamen blev han optaget til skovbrugsstudiet ved Landbohøjskolen. Elev på Giesegård skovdistrikt hos skovrider C. V. Ipsen og sidste distriktsophold på Haderslev statsskovdistrikt hos skovrider Sv. Rix. Forstkandidat i 1949.

Efter ansættelse ved Statens tilsyn med plantagerne i Jylland emigrerede familien i 1950 til U.S.A. Gerdes fik ansættelse som forester for St. Paul and Tacoma Lumber Company, hvor han fik alsidige opgaver og blandt andet virkede for anvendelse af danske tyndningshugster i douglas.

Gerdes arbejdede med »Tree Farming« og kom i forbindelse med Dr. J. Duffield fra Industrial Forestry Association. Gennem disse forbindelser var Gerdes medvirkende ved etableringen af en af de første frøplantager af douglas i Nordvestamerika.

Gennem forbindelserne til danske kolleger blev Gerdes stadig mindet om vanskelighederne ved frøforsyningen fra U.S.A. I 1956 indledtes en livslang indsats i skovfrøhandelen, idet Gerdes blev konsulent for Manning Seed Company i Roy, Washington. Med sin forståelse af europæiske ønsker om bedre oplysninger om frøindsamlingsområder m.v. blev Gerdes i årenes løb en nøgleperson i de langvarige forhandlinger. På det lokale marked arbejdedes meget med såning fra fly.

I 1968 overtog Bent Gerdes og den meget erfarne medarbejder Jack Cameron Manning Seed Co. og førte det videre under navnet Silvaseed Company, der udvidede markedet i Europa og som hurtigt blev velkendt og respekteret. Arbejdet med etablering af frøindsamlingszoner og en uvildig herkomstkontrol blev i høj grad fremmet gennem Silvaseed og Gerdes blev da også i en periode formand for the Northwest Forest Tree Seed Certifiers Association og deltog som sådan i vigtige forhandlinger med såvel OECD som Fællesmarkedet.

Bent Gerdes virkede endvidere som Consulting Forester og var medlem af Northwest Chapter of the Association of Consulting Foresters.

Sivaseed Company videreføres af fru Ruth Gerdes og to sønner, der begge er forstkandidater og som i de seneste år har været aktive i firmaet.

H. Barner.

EN TILVÆKSTOVERSIGT FOR RØDGRAN PÅ ØSTERSØNÆRE LEREDE MORÆNEJORDER

Af
Steen Magnussen ¹⁾

Oxford class: 566

1.0 Indledning.

Rødgranens vækst på østersønære, lerede morænejorder kan karakteriseres ved en høj ungdomsvækst, der i reglen efterfølges af et stærkt fald i tilvæksten med påfølgende bestandsopløsning p.g.a. stormfald, rod- og kerneråd eller eftervirkningerne af et tørkeår (BRYNDUM 1964 og 1965). Symptomerne ved bestandsopløsningen minder iøjnefaldende om lignende fænomener hos den almindelige ædelgran i Mellemeuropa, hvor de betegnes som »Tannensterben«. Der kan ikke ses bort fra, at begge skadebilleder til dels kan være dyrknings-teknisk betinget (HENRIKSEN 1958a).

For hele det nordvesteuropæiske område, der er præget af det humide atlantiske klima, synes der at være en tendens til, at en hurtig ungdomsvækst hos rødgranen er forbundet med en påfaldende ringe stabilitet (HENRIKSEN 1955).

Hovedårsagerne til den tidlige bestandsopløsning hos rødgran på de omtalte jorder har været genstand for megen spekulation. BAVNGAARD (1962), FODGÅRD (1979) og HOLMSGÅRD (1955) fremhæver tørkeårenes indflydelse, idet de finder,

1) Forstfuldmægtig, Skovstyrelsen

at rødgranens vækst er snævert forbundet med juni-juli nedbørens størrelse, og at følgevirkningerne af et tørkeår bliver mere udprægede med alderen.

Da de østersønære lerede morænejorder ofte er grundvandsnære, er det nærliggende at søge årsagen til den ringe stabilitet i disse jorders stærkt vekslende grundvandstand, som giver sig til kende ved en mere eller mindre udpræget gleihorizont med tendenser til leral-dannelse. Undersøgelser af HOLSTENER-JØRGENSEN (1958) har vist, at rødgranen har et jordbundsføl-somt rodsystem, hvis vertikale udbredelse er stærkt påvirket af den højeste årlige grundvandstand (HOLSTENER-JØRGENSEN 1961), hvilket gør det særligt tørkefølsomt (HENRIKSEN 1960). Den af HOLSTENER-JØRGENSEN (1973) konstaterede lerned-slemning på lerede morænejorder forværrer dyrkningsbetin-gelserne yderligere.

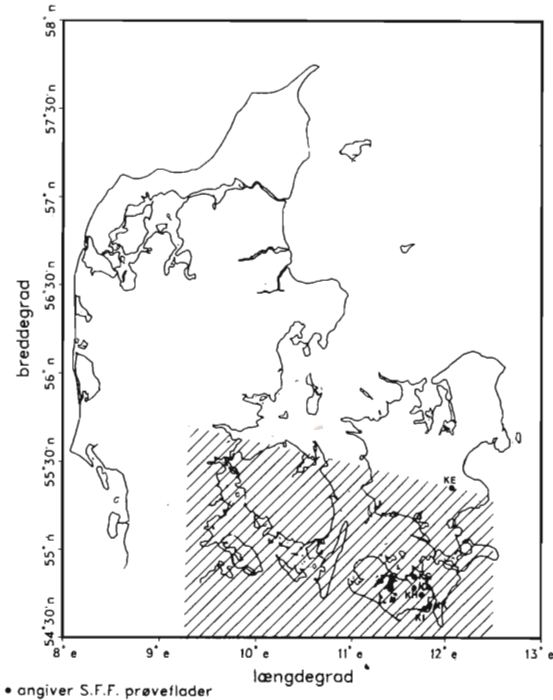
Grundene til bestandsopløsningen må – ret ubestemt – være at søge i en uheldig kombination af klimatiske og jordbunds-fysiske omstændigheder. De hidtil nærmest nedslående resul-tater af dræningsvirkningen på lerede morænejorder (HOL-STENER-JØRGENSEN og KJERSGÅRD 1982) viser, at der næppe findes nogen nemme løsninger på dyrkningsproblemet.

Trods de vanskeligheder, som dyrkningen af rødgran på de lerede, østersønære morænejorder afstedkommer, har træar-ten her som andre steder i landet øget sin arealandel i skovene gennem de sidste 100 år, idet den økonomiske gevinst ved overgang til rødgrandyrkning på de traditionelle løvtræers be-kostning har været åbenlys (HANSEN 1981, PETERSEN 1967).

Støttet på undersøgelser af bl.a. HENRIKSEN (1958b), HOLMSGÅRD & BANG (1977) og MADSEN (1974) er der i de sidste par årtier i stigende omfang på de lerede, østersønære morænejorder blevet plantet sitka- og douglasgran i stedet for rødgran. Efter de hidtidige resultater kan der med disse træ-arter opnås en noget bedre stabilitet og et bedre produktions-teknisk og økonomisk resultat. Rødgran vil dog fortsat spille en fremtrædende rolle for skovbrugets indtjeningsevne på de lerede, østersønære morænejorder.

I figur 1 er i forenklet form med skravering angivet det

område, der i denne forbindelse karakteriseres som østersø-nære, lerede morænejorder. Indenfor skraveringen er der medtaget områder især på Fyn og i det sydfynske øhav, som rent jordbundsmæssigt ikke henhører til denne kategori, men hvor rødgranens vækst på grund af den lave sommernedbør på mange punkter er sammenlignelig med væksten på de lerede morænejorder.



Figur 1.
Gyldighedsområde for tilvækstoversigten. (Angivet med skravering).

Coastlines of Denmark. The yield table is valid within the shaded area. Experimental plot of the Danish Forestry Research Station are marked with a dot.

I årene 1982-1984 står Skovreguleringen overfor at skulle udarbejde nye 15-årige driftsplaner for Fælsters, Gråsten, Haderslev, Sønderborg og Åbenrå statsskovdistrikter, hvor rødgran i de gamle løvskovegne vokser på lerede,

østesønære morænejorder med deraf følgende, førhen omtalte tidligt indsættende opløsningssymptomer. Ved den sidste gennemførte planrevision på distrikterne blev rødgrans tilvækst og udhugning bestemt ved hjælp af Carl Mar:Møllers bonitetsvise tilvækstoversigter med indgang for den potentielle bonitet, fastlagt efter bevoksningernes opnåede middelhøjde ved en given alder. Denne fremgangsmåde blev valgt, selvom det allerede ved fremkomsten af de bonitetsvise tilvækstoversigter (MØLLER 1933) og senere ved deres revision (MØLLER & NIELSEN 1953) var klart, at oversigternes højdeudvikling og tilvækstgang efter ca 30 års alderen var overvurderet, når det gjaldt rødgran i landets sydlige, kystnære egne, fordi skovreguleringen på daværende tidspunkt ikke rådede over tilstrækkeligt taksationsmateriale til udarbejdelsen af en egentlig tilvækstoversigt.

Det i forhold til C.M. Møller's bonitetsvise oversigters karakteristiske fald i tilvæksten og den noget afsvækkede højdeudvikling i 30-45-årige bevoksninger indenfor det i fig. 1 skraverede område er blevet beskrevet af bl.a. BAVNGAARD (1962), BRYNDUM (1964 og 1978), FODGÅRD (1979), HANSEN (1981) og PETERSEN (1967 og 1982).

I de seneste udgaver af MØLLER's tilvækstoversigter bliver det derfor udtrykkeligt i forordet fremhævet, at der kan begås alvorlige ensidige fejl ved tilvækstansættelsen i landets sydøstlige egne, hvis denne baseres på den potentielle bonitet.

På to sydfynske distrikter fandt BAVNGÅRD (1962), at den periodevise tilvækstansættelse og hugstbudgettering for distrikterne, beregnet ved opslag i Møllers tilvækstoversigt, førte til en overvurdering af de faktiske forhold (der kunne verificeres v.h.a. driftsbøger) på mellem 17 og 20% alt efter aldersklasseforholdene.

Med fremkomsten af beretning nr. 295 fra Det forstlige Forsøgsvæsen: »Hugstforsøg i ung Rødgran på leret Morænejord« (BRYNDUM 1978), suppleret med forsøgsvæsenets seneste upublicerede resultater fra årene 1973-1981 og med adgang til et omfangsrigt taksationsmateriale indhentet fra østersønære skovdistrikter på lerede morænejorder, er det fundet forsvarligt at sammenstille en bonitetsvis tilvækstoversigt for »sydgran«.

I de følgende kapitler vil der blive redegjort for grundmaterialet og beregningsgrundlaget for tilvækstoversigten. Da til-

vækstoversigten primært skal opfylde et aktuelt behov, er det foretrukket at bringe den i så nær overensstemmelse med hovedtrækkene i grundmaterialet som muligt, selvom oversigtens forældelse dermed hurtigt vil indtræde. En sådan forældelse må forventes, da både hugstforsøgene på Østlolland (BRYNDUM 1978) og senest de af T. HANSEN (1981) udførte beregninger synes at vise, at en aldersgraderet hugstgrad i form af en D→B hugst giver et optimalt økonomisk resultat. Der vil dog endnu hengå 15-20 år, førend denne hugstform vil blive den dominerende behandlingsform, da et skift i udhugningsprogrammet normalt vil tage sit udgangspunkt i de endnu utyndede bevoksninger. For delvis at imødekomme denne udvikling er der i tilvækstoversigten regnet med et lavere plantetal i kulturstadiet og en lidt svagere stamtalsreduktion i 35-45 års alderen, end grundmaterialet berettiger til. Der skal her ikke redegøres nærmere for de mangfoldige og vigtige problemer omkring udarbejdelsen af tilvækstoversigten baseret på en udstrakt anvendelse af engangsobservationer, men henvises til bl.a. HENRIKSEN (1958), MØLLER (1933), MØLLER & NIELSEN (1953). Skovreguleringen mener dog, at det foreliggende resultat i en kortere årrække kan afhjælpe en midlertidig mangel på en egnet tilvækstoversigt, indtil fuldt underbyggede langtidsobservationer foreligger, ud fra hvilke en verificeret tilvækstoversigt vil kunne fremstilles.

For deres beredvillige og hjælpsomme medvirken ved tilvejebringelsen af taksationsmaterialet vil jeg gerne her udtrykke skovreguleringens tak til skovriderne H.C. NISSEN (Bregentved), B.H. PETERSEN (Gjorslev) og H. STAUN (Hedeselskabet).

For den store imødekommenhed ved fremskaffelsen af forsøgsvæsenets upublicerede materiale vil skovreguleringen gerne takke afdelingsleder dr. agro H. BRYNDUM for hans aldrig svigtende hjælpsomhed og værdifulde vejledning.

2.0 Grundmaterialet.

Taksationsmaterialet består af bevoksningsvise oplysninger fra 10 skovdistrikter (tab. 1). Der er kun benyttet bevoksningsdata hidrørende fra fuld-, række- eller prøvefladetaksationer

udført i årene 1954-1981. Den mindste bevoksningsstørrelse er 0,2 hektar. Kun rene rødgranbevoksninger indgår i materialet.

Grundmaterialets anden del består af træmålingsresultaterne fra forsøgsvæsenets faste rødgranprøveflader på Østlolland (prfl. KG, KH, KI, KK) samt prøvefladen KE på Bregentved. Derudover er der ved analysen af totalproduktionens afhængighed af bevoksningshøjden blevet benyttet forsøgsresultaterne fra planteafstandsforsoget på Christianssæde (prfl. NE) og træartsforsoget på Krenkerup (prfl. KL). Udover allerede publicerede forsøgsresultater stillede forsøgsvæsenet også de senest indhøstede endnu ikke offentliggjorte træmålingsresultater til rådighed for skovreguleringen.

Bevoksningsmaterialets aldersfordeling var som forventet skæv med en overvægt af 30-40 årige bevoksninger (60% af observationsantallet). Kun ca. 40 bevoksninger havde en alder på mellem 45 og 50 år. Mellem 20 og 30 år foreligger der brugbare oplysninger fra 62 bevoksninger.

Tabel 1.

Distrikter og landsdele der indgår i grundmaterialet.

Table 1.

List of forest districts and localities from which data were collected for the yield table.

Distrikt/Landsdel	Antal bevoksn.	Bemærkninger
Bregentved	66	
Falsters	36	
Gjorslev	13	Uddrag af lokal tilvækstoversigt.
Gråsten	14	Uden plantagerne.
Haderslev	102	Uden plantagerne.
Langeland (Tranekær)	15	Uddrag af storopgave. (FODGÅRD 1979)
Stenderup	13	Nedlagt, nu del af Haderslev og Lindet distrikt.
Sønderborg	18	
Åbenrå	18	Uden plantagerne
Ialt	325	

I den videre gennemgang af træmålingsmaterialet vil der blive draget paralleller til BAVNSGAARDS oversigt for rødgran på Tåsinge og til Carl Mar: Møllers rødgran bonitet II. Den førstnævnte sammenligning foretages, fordi det viser sig, at denne oversigt på en række vigtige punkter er jævnførbar med de hidtidige forsøgsresultater fra forsøgsvæsenets østlolland-ske prøveflader.

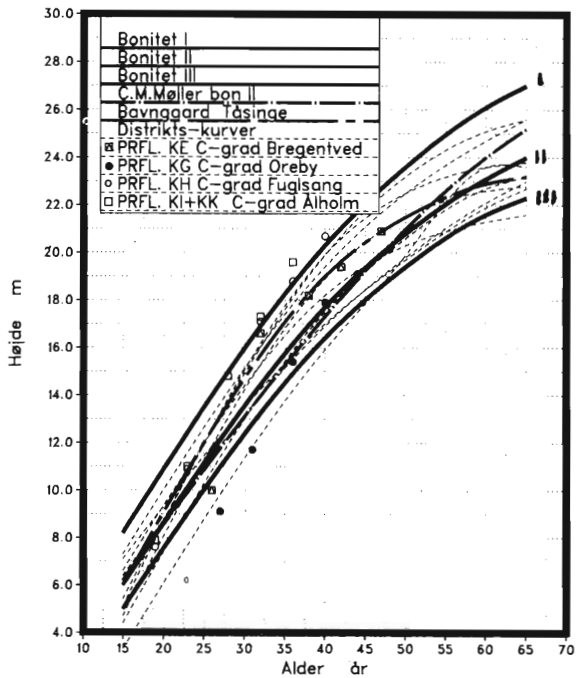
På grund af den manglende indre harmoni og delvis prognostiske karakter af BAVNSGAARDS oversigt bruges den i det videre alene til sammenligning og afprøvning.

3.0 Resultater.

3.1 Højde-alder bonitering.

De distriktsvise højde-alder kurver er vist i figur 2 sammen med gennemsnitsværdierne fra forsøgsvæsenets prøveflademålinger. Ved hjælp heraf er optrukket tre »bonitetskurver« I-III efter følgende principper: 1) Bonitet I og bonitet III er tænkt som den gennemsnitlige øvre h.h.v. nedre grænse for højden ved en given alder. 2) Forløbet af kurverne skulle udvise overensstemmelse med grundmaterialet. Det sidstnævnte princip er blevet fraveget på to mindre områder. I de helt unge år (<15 år) er kurvernes udgangspunkt og hældning højere, henholdsvis stejlere end tendenserne i distriktsmaterialet. Denne korrektion er fundet forsvarlig, idet det almindelige indtryk ved distriktsbesigtigelser er at de nuværende 10-20 årige bevoksninger gennemgående udviser en bedre ungdomsvækst end tidligere.

Den anden afvigelse fra grundmaterialet er foretaget i bonitetskurvernes forløb efter det 45. år, hvor de udviser en mere vedvarende højdevækst end de udjævnede distriktskurver. Da distriktskurverne kun er svagt underbygget efter det 45. år på grund af den fremskredne bevoksningsopløsning, afspejler bonitetskurverne højdeudviklingen i intakte bevoksninger. Det har imidlertid ikke været muligt på entydig måde at indarbejde opløsningsprocessen, der er meget lokalitets- og klimaafhængig.



Figur 2.
Højde – alder kurver.

Height-age curves. Solid line: Site index I-III. Dashed lines: Forest districts (9). Symbols in legend: Experimental plots.

En forskel imellem bonitets- og distriktkurvernes hældning hidrører delvis også fra forskelle i hugststandpunktet. Bonitetskurverne angiver status efter hugst, medens distriktsmaterialelets hugststatus er ukendt, hvilket alt andet lige giver de førstnævnte en noget stejlere hældning i de unge år.

Forløbet af bonitetskurve II er valgt således, at højdeintervallet mellem bonitet I og bonitet III deles i forholdet 2:1. Umiddelbart kan denne inddeling virke besynderlig, men da bonitetskurverne senere skal transformeres til højdekurver for hele og lige produktionsklasser (se afsnit 4.1) ved hjælp af en trinvis interpolation ud fra bonitetskurverne og de successivt

»nedefra« interpolerede værdier for produktionsklasserne, kan det godtgøres, at den gennemførte intervaldeling giver det bedste udgangspunkt for interpolationen.

De distriktvise højdekurver¹⁾ er gengivet i matematisk form i tabel 2. De gennemførte regressionsanalyser tjener i denne forbindelse alene skovreguleringens ønske om at vurdere »WEIBULL«-modellens egnethed og egenskaber. Interessen for »WEIBULL«-funktionen skyldes dens behagelige egenskaber: 1) Den går gennem punktet (0.0). 2) Kurveforløbet afbilder godt det typiske vækstforløb hos skovtræer. 3) Der findes en uddybende litteratur vdr. modellens matematiske og statistiske egenskaber (de afledede funktioner går ligeledes igennem origo). 4) Parameterbestemmelsen er forholdsvis enkel (BURY 1975).

Som det fremgår af tabel 2, kan modellen anvendes med tilfredsstillende resultat. Udenlandske erfaringer (NOKOE 1980, YANG et al. 1978) peger i samme retning.

¹⁾ Tilstandskurver.

Tabel 2.

Distriktvise højde-alder¹⁾ Kurver.

Table 2: Height-age curves for the districts and localities.

Model:

$$H = H_{\max} \times (1 - e^{-(b \times A^c)})$$

H = Højde (height). A = alder (age).

b, c = regressionsparametre.

R = Korrelationskoefficient.

H_{max} = maximal opnåelig overhøjde
(= skønnet²⁾ asymptotisk højde).

S_{H/A} = spredning omkring regressionen.
(std. dev. on regression)

Distrikt	n	H _{max} m	b	c	R ²	S _{H/A} cm
Bregentved	66	24,5	0,0012	1,9050	0,9285	1,06
Falsters	36	25,5	0,0006	2,0405	0,9759	1,30
Gjorslev	13	22,0	0,0044	1,6237	(0,9861)	(1,57)
Gråsten	14	29,0	0,0073	1,3596	0,9128	2,03
Haderslev	102	28,0	0,0116	1,1895	0,9446	1,90
Langeland	15	24,0	0,0010	2,0380	(0,9924)	(0,33)
Stenderup	13	26,5	0,0015	1,8438	0,9540	0,87
Sønderborg	18	28,0	0,0080	1,2857	0,9602	1,25
Åbenrå	48	23,0	0,0009	2,0553	0,8741	3,07

¹⁾ Fra frø. ²⁾ Skønnet ud fra grafisk oplægning af enkeltobservationer.

De statistiske beregninger og alle senere anførte er udført på det regionale EDB-center på Århus universitet (RECAU) under benyttelse af programpakken SPSS-8.0 (NIE et al. 1975).

Figur 2 gengiver de grafiske billeder af distrikts-kurverne.

De maximale overhøjder ($H_{\max.}$) er ansat efter grafiske opstillinger af taksationsmaterialet.

Sammenlignet med Carl Mar:Møller's bonitet II for rødgran udviser bonitetskurverne en noget stærkere højdevækst indtil ca 30 års alderen, hvorefter et med alderen stadig kraftigere bonitetsfald i forhold til Møller's oversigter karakteriserer udviklingen. Bonitetskurverne I-III forløber konformt med den Bavgaard'ske højdekurve indtil omkring 40 års alderen, hvorefter den sidstnævnte viser en betydelig svagere stigning, delvis bestemt af den tidligere omtalte bevoksningsopløsning.

3.2 Højde-diameter forhold.

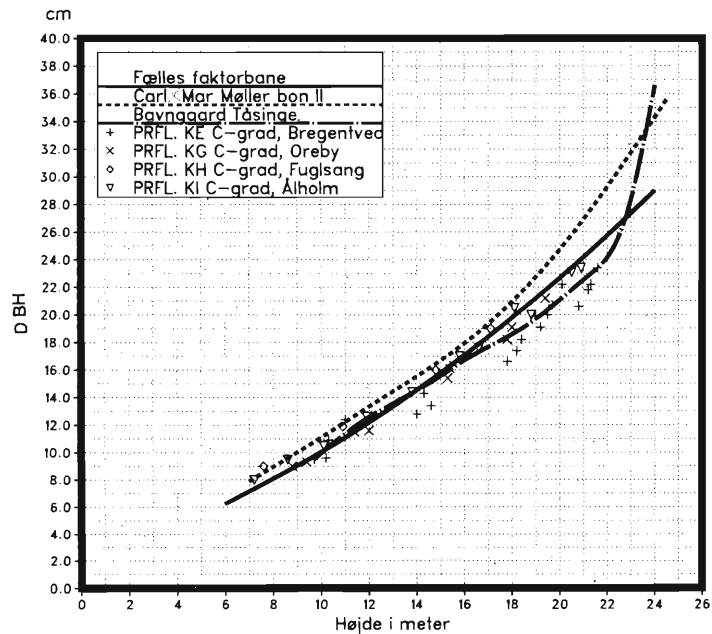
Sammenhængen mellem bevoksningshøjden og den dertil svarende middeldiameter (DBH) er vist i figurerne 3a og 3b. Den forholdvis lille spredning mellem distriktskurverne og forsøgsvæsenets målinger tillader en antagelse om en bonitetsuafhængig og fysiologisk ensartet hugstbehandling ved konstruktionen af tilvækstoversigten; eller med andre ord fastlæggelsen af en fælles højde-diameter kurve (HENRIKSEN 1958a, MØLLER 1933).

Fig. 3a og 3b viser den fælles faktorbane, der er fremkommet ved en regressionsanalyse foretaget på det samlede materiale og med samme model som ved distrikts-regressionerne.

I begge figurer er abscissen højden efter hugst. Forsøgsvæsenets højder er grundfladevejede middeltal (Lorey), medens de øvrige angiver højden i grundflademiddeltræet (H_g); forskellen er dog anset for uvæsentlig i nærværende sammenhæng. Idet distrikternes hugststatus forenklet er blevet antaget for at være »mellem hugst« (H_m, D_m) er niveauekorrektionen af distriktsmaterialet til status »efter hugst« (H_e, D_e) foretaget efter analyse af forsøgsvæsenets forsøgsresultater på følgende måde:

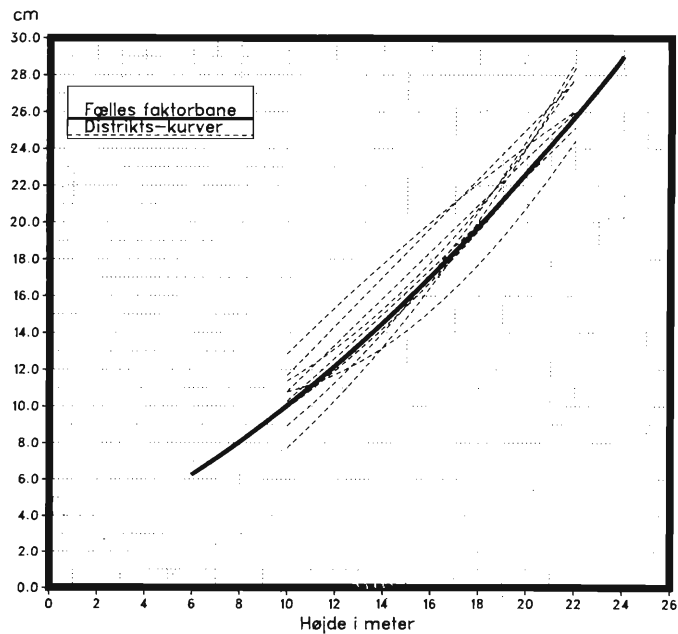
$$H_e = -0.34 + 0.053 \times H_m - 0.0014 \times H_m^2$$

$$D_e = 1.02 \times D_m$$



Figur 3a.
Højde – diameter forhold.

*Relationship between breast height diameter (down) and height (across).
Solid line: Site Index I-III. Dashed lines: Forest districts.*



Figur 3b.
Højde – diameter forhold.

*Relationship between breast height diameter (down) and height (across). Solid
line: Site Index I-III. Dashed lines: C. M. Møller's site index II.
Chain-dot: Bavngaard, Tåsinge.*

I tabel 3 er gengivet en matematisk formulering af de distriktsvise faktorbaner og nogle statistiske teststørrelser. Den fælles faktorbane for bonite-terne I-III er beregnet ud fra en regressionsanalyse på alle enkeltobservati-onerne efter anvendelse af ovenstående korrekturformler for hugststatus. Ved beregningerne blev forsøgsvæsenets resultater givet den dobbelte vægt af de distriktsvise oplysninger.

I forhold til Carl Mar: Møller's faktorbane for rødgran bon II ligger den fælles faktorbane indtil 18 m's højde lavere. Forskellen svarer til 1 cm DBH. Herefter vokser forskellen, og ved en højde på 22 m udgør den 3 cm DBH. Niveauforskellene skyldes den forventede stærkere hugst hos Møller, hvilket klart kommer til udtryk under bemærkningerne om den stående vedmasse (afsnit 3.4) og grundfladeniveauet (afsnit 4.2). Til og med en bevoksnings-højde på ca 16 m er den fælles faktorbane sammenfaldende med den Bavngaard'ske. Herefter optræder der frem til en højde på ca 23 m forskelle på 0.5-2 cm, hvorefter den Bavngaard'ske faktorbane får et meget stejlt forløb på grund af den reducerede højdevækst, og en fortsat god tykkelses-vækst. Da det Bavngaard'ske materiale i lighed med skovreguleringens er svagt underbygget ved højder over 22 m, skal denne afvigelse ikke kommenteres nærmere.

Som påpeget af LØVENGREEN (1935) afhænger faktorbanens niveau og hældning i høj grad af træernes kronelængde og dermed af den stedfundne hugstbehandling.

Tabel 3. Distriktsvise faktorbaner.

Table 3: Relationship between breast height diameter and tree height.

$$\text{Model: } D_{1.3} = a_0 + a_1 \times H_e + a_2 \times H_e^2$$

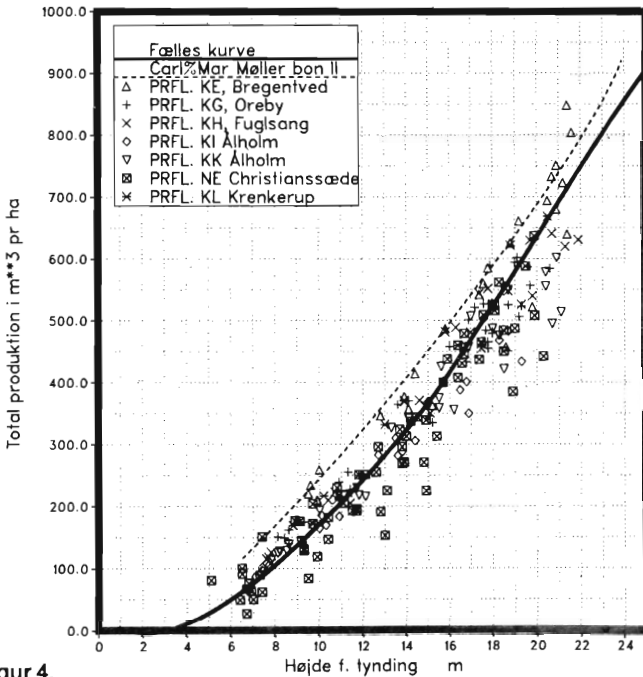
a_0, a_1, a_2 : regressionskoefficienter

R,S som i tab. 2 (*R,S as in tab. 2*)

distrikt/landsdel	a_0	a_1	a_2	R^2	S_D/H (cm)
Bregentved	14,1261	-1,0044	0,0669	0,9232	1,37
Falsters	-0,5906	1,0185	0,0068	0,9919	0,81
Gjorslev	-1,8854	1,2690	---	(0,9969)	(0,20)
Gråsten	0,0031	0,3411	0,0431	0,9269	3,29
Haderslev	2,7800	0,1425	0,0470	0,9468	2,51
Langeland	-1,4609	1,5806	-0,0149	(0,9995)	(0,19)
Stenderup	8,4748	-0,2030	0,0492	0,9594	1,56
Sønderborg	3,6068	0,3089	0,0321	0,9860	1,39
Åbenrå	-1,7098	1,3389	---	0,8815	1,53
Alle (incl. SFF prfl.).	2,0586	0,5783	0,0235	0,9133	2,48

3.3 Højde-totalproduktion.

Forholdet mellem højden og rødgranens samlede vedmasseproduktion opnået ved en given bevoksningshøjde kunne kun fastlægges ud fra forsøgsvæsenets materiale. I figur 4 er resultaterne fra de enkelte prøvefladeparceller (ialt 219 stk. inkl. Christianssæde- og Krenkerup-forsøgene) oplagt grafisk. Der er overalt tale om sammenhørende værdier for hugstgrader svarende til en »C«-hugst. Den fedt optrukne fælleskurve er udjævnet efter bedste skøn. Der bemærkes en betragtelig spredning på ca 50 m³ omkring denne kurve. Den store spredning betyder en øget usikkerhed på beregningen af den tidsmæssige udvikling af den løbende tilvækst, både hvad angår niveauet og forløbet.



Figur 4.
Højde – totalproduktion.

Relationship between annual increment (down) and height (across). Solid line: Site Index I-III. Dashed line: C. M. Møller. Symbols of the experimental plots are shown in the legend.

En statistisk analyse af enkeltresultaterne fra parcellerne i en prøveflade viste, at sammenhængen mellem totalproduktion og bevoksningernes middelelhøjde tilnærmelsesvis er retliniet. En kovariansanalyse (WINER 1971) gav som resultat, at de enkelte prøvefladeregressioner med stor sandsynlighed (95%) ikke er forskellige m.h.t. deres hældningskoefficienter og deres niveauer. Enkelthederne fra kovariansanalysen fremgår af nedenstående.

Omkring de enkelte regressionslinier andrager spredningen 28-57 m³ svarende til 3-10% på gennemsnittet.

I forhold til Carl Mar: Møller's tilvækstoversigter ligger den udjævnedes fælleskurve gennemsnitlig 50-60 m³ lavere. Bortset fra nogle enkelte prøveflademålinger ligger alle forsøgsvæsenets observationer under Carl Mar: Møller's. Da Møller's forntal alt andet lige ligger et par procent over de af forsøgsvæsenet anvendte (NÄSLUND) er de anførte forskelle i realiteten noget større.

Tabel 4.

Kovariansanalyse af det retliniede forhold mellem prøvefladernes totalproduktion og deres højde.

Table 4: Co-variance analysis of total stemwood production. Covariate is stand height.

df : frihedsgrader (degrees of freedom) MS: middelsum (mean square)
SS : kvadratsum (sum of squares) F : F-værdi (F-value)

Variationsårsag (source of var.)	regr. Koeff. (regr. coeff)	df	Afvigelser fra regressionen (Dev. from regression lines)		
			SS	MS	F
Bregentved	35.6	25	34964	1399	
Oreby	32.7	34	29331	863	
Fuglsang	33.1	28	27761	991	
Ålholm	30.7	49	38811	792	
Christianssæde	30.5	67	128478	1917	
Krenkerup	33.1	4	13343	3336	
Alle (total)		207	272688	1317	
Fælles regression (common regression)	32.0	217	296941	1401	
Forskelle mellem hældninger (Var. between regressions)		5	24253	4851	3.46 n.s.
Var. mellem og indenfor prfl. (Var. between and within plots)		218	323626	1527	
Forskelle mellem niveauer (Var. due to regression levels)		5	26685	5337	3.81 n.s.

3.4 Højde-Vedmasse.

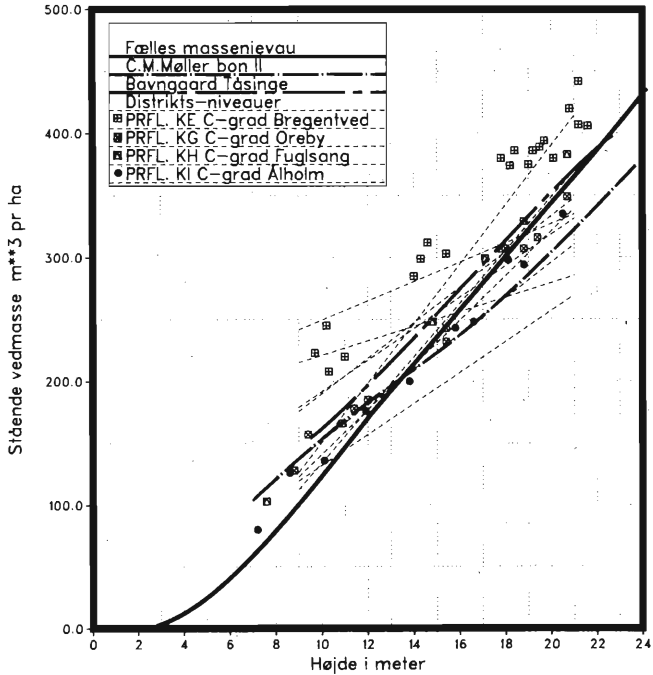
Tilvækstoversigtens behandlingsdel er fastlagt ud fra størrelsen af det stående vedforråd ved en given højde. At det er denne størrelse, der her bruges til at fastlægge behandlingsdelen og ikke grundfladen, som teoretisk betragtet er en bedre størrelse (MØLLER 1933, HENRIKSEN 1958a), skyldes, at den stående vedmasse er en variabel, der kræves oplyst i »SR-plan«-systemet ved beregninger af tilvækstoversigter til skovreguleringens planlægningsrutiner (forrådsplanlægning).

Som ventet var spredningen stor i det distriktsvise taksationsmateriale (forskelle i hugststatus og formtal har desuden øget de ægte distriktsforskelle), og det var ikke muligt på tilfredstillende måde at tilvejebringe formelle sammehænge mellem bevoksningernes højde og deres vedforråd. For overskuelighedens skyld er distriktsmaterialet i fig 5 gengivet som retliniede, stiplede linier (korrelationskoefficient på distriktniveau 0.55-0.79; spredning omkring regressionerne: 34-71 m³). Bortset fra Bregentved-prøvefladen (hvor der i realiteten er ført en B/C-hugst), der ligger på et klart højere niveau, følger de øvrige af forsøgsvæsenets prøveflader en fælles udviklingslinie med ringe indre spredning.

Det fælles masseniveau følger fra en højde på ca 14 m udviklingen på prøvepladerne KG, KH og KI. I højdeintervallet mellem 6 og 14 m er det fælles masseniveau ansat lavere end i både distriktsmaterialet og på forsøgsvæsenets prøveflader, hvilket betyder, at tilvækstoversigten forudsætter en stærkere ungdomshugst end normalt for »C-hugstgrad«.

At en del af distriktskurverne nærmest går på tværs af det fælles masseniveau, skyldes dels det relativt svage grundlag, som de udjævnedes distriktskurver hviler på (lav korrelationskoefficient og dermed også en lav hældningskoefficient), samt en tendens til sent indsættende førstegangstyndinger i statskovene.

Det grafisk udjævnedes fælles masseniveau ligger i forhold til Møller's oversigter for rødgran (bon II) ca 20-40 m³ lavere i ungdommen, men ca 30-40 m³ højere i bevoksninger over 18 m. Lignende tendenser træder frem ved en sammenligning



Figur 5.
Højde – vedmasse forhold.

Volume-height curves. Solid line: Site Index I-III. Dashed lines: Forest districts. Chain-dot: C. M. Møller site index II.

med Bavngaards tilvækstoversigt, men her udlignes forskellene gradvis med stigende bevoksningshøjde for at forsvinde helt ved højder på 21-22 m.

4.0 Tilvækstoversigten.

De hidtil omtalte forhold sammenholdt med adgang til passende stammemasse-formtal (her: OLSEN 1976) muliggør tilvejebringelsen af en bonitetsvis tilvækstoversigt i traditionel forstand.

I planlægningsammenhænge er bonitetsbegrebet dog min-

dre velegnet, da en talmæssig bearbejdning og sammenligning af boniteter er besværlig og undertiden misvisende. Det samme gælder interpolationer mellem boniteterne. Skovreguleringen er derfor gået over til at bruge det i udlandet kendte produktionsklassesystem (Engl.: »Yield class«. Tysk: »DGZ-max« (Durchschnittlicher maximaler Gesamtzuwachs, (KRAMER 1976)). I korthed angiver en produktionsklasse den maksimale gennemsnitlige årlige tilvækst over en omdrift for en given træart (regnet fra anlæg).

I skovreguleringen er hovedparten af de danske og en enkelt svensk tilvækstoversigt blevet omsat til et system af produktionsklasseoversigter. For at gøre systemet ækvivalent benyttes kun hele, lige produktionsklasser. Generelt set er produktionsklasseinddelingen mere informativ end bonitetsinddelingen, der ofte defineres forskelligt, alt efter hvilken oversigt der er tale om, idet den direkte med et operationelt begreb fortæller noget om en træarts ydeevne, der umiddelbart kan sammenlignes med andre træarter. Det ækvivalente produktionsklassesystem tillader endvidere interpolationer og meningsfulde gennemsnitsdannelser for grupper af administrative enheder.

4.1 Omsætningen fra boniteter til produktionsklasser.

Først er den gennemsnitlige tilvækst fra anlægsalder (=alder fra frø = 4 år) udregnet for de tre højdeboniter I-III med følgende resultat:

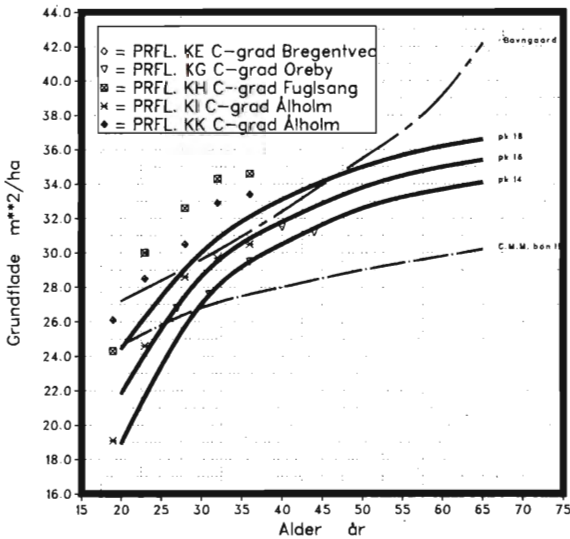
Bon:	I	II	III
Max gns. tilvækst:	18.4	15.0	13.4
Alder ved. max.:	40	44	48

Omsætningen til hele lige produktionsklasser (14,16 og 18 m³/ha/år) skete via interpolation ud fra de tre højdealder bonitetskurver idet disse – jævnfør det ovenfor anførte – tre kurver svarer til produktionsklasserne 18.4, 15.0 og 13.4. De søgte højdeværdier for de hele lige produktionsklasser ved en given alder blev beregnet via en såkaldt LAGRANGE interpolation (GELLERT et al 1977) med henholdsvis 3, 4 og 5 givne punkter. Først blev højdeværdierne for »PK-14« fastlagt på denne måde, hvorefter fastlæggelsen af »PK-16« og »PK-18«

fandt sted under benyttelsen af de forudgående interpolationsresultater.

Eftersom både diameteren, det stående vedforråd og totalproduktionens størrelse er fastlagt ud fra bevoksningshøjden, er ovennævnte transformation til hele, lige produktionsklasser tilstrækkelig til at kunne tilvejebringe tilvækstoversigten i sin helhed (gengivet i appendix).

Interpolationen mellem de oprindelige bonitetskurver betyder, at ydergrænserne for PK-værdierne i området må forventes at ligge over 18 m³ pr ha og h.h.v. under 14 m³ pr ha og år. En ekstrapolation til PK 12 og en PK 20 ville sandsynligvis indfange den totale produktionsklasse variation i oversigtens gyldighedsområde, men det stærkt begrænsede grundmateriale tillader næppe en sådan udvidelse.



Figur 6.
Grundflade niveauer.

Development of the basal-area with increasing age. Solid lines: Yield classes (M.A.I.) of 14, 16 and 18 cu. m. per hectare. Chain-dot: C. M. Møller site index II. Chain-dash: Bavngaard, Tåsinge. Legend symbols: Experiments plots.

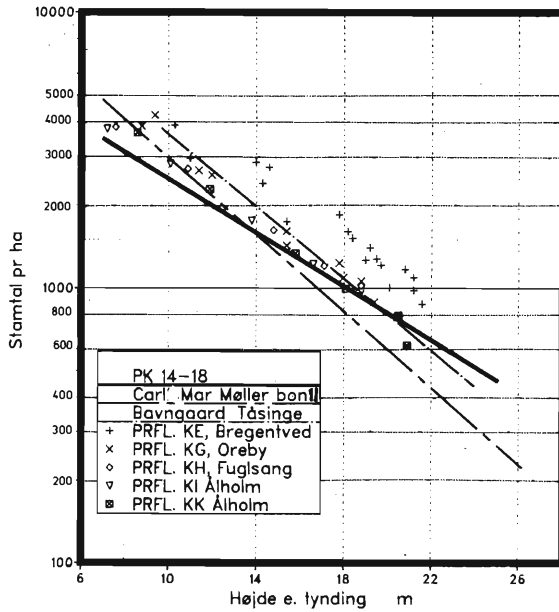
4.2 Grundfladeniveau og stamtalsafvikling.

Den beregnede grundfladeudvikling (efter hugst) for de tre produktionsklasser er vist i figur 6; heri ses en god overensstemmelse med udviklingen på prøvefladerne KG og KI. Mindre god er overensstemmelsen med de øvrige prøveflader, der ligger på et 2-3 m² højere niveau. Den betragtelige spredning omkring den udjævnede kurve for stående vedmasse og den forventede relativt stærke førte hugst i ungdommen betinger disse afvigelser. Den hos Carl Mar: Møller forudsatte vedvarende stærke hugst, der står i modsætning til den med alderen faldende hugststyrke i nærværende oversigt, gør, at grundfladeniveauet for PK 14-18 ved omdriftens afslutning ligger 4-7 m² højere. Den store stigning i grundfladen i BAVNGAARD's oversigt efter det 45. år er tilsyneladende først og fremmest udtryk for nogle forventninger, da både vedmasse og stamtal ved 40-45 års alderen er sammenlignelige med egne resultater.

Stamtalsforløbet¹⁾ (e.h.) i figur 7 starter med et stamtal på ca. 4000 og ender ved et stamtal på ca. 500-600 ved 50 års alderen. Indtil en højde på 14 m ligger stamtallet en smule under stamtallet på forsøgsvæsenets prøveflader, hvorefter forskellene mindskes. Møller's kurve viser, jævnfør det tidligere sagte, et højere udgangsamtal og en hurtigere afviklingstakt. Bavngaard's stamtalskurve udviser lighedspunkter med Møller's, men slutter indenfor en normal omdriftstid på 45-50 år med et stamtal noget nær det samme som forudsat for de tre produktionsklasser.

Da både stamtallet og grundfladeudviklingen i oversigten er afledede størrelser af massefaktorerne, kan de tjene som kontrol for rimeligheden af de hidtil antagne forudsætninger. Selv om begge størrelser ser rimelige ud i deres forløb og niveau, kan der spores en vis systematisk afvigelse fra grundmaterialet, hvilket medfører, at der i alderen indtil ca 24 år ikke kunne

¹⁾ $\text{Stamtal (e.h.)} = \text{Vol. (e.h.)} \times 40.000 / (F_g \times H_g \times (\phi) \times D_g^2)$



Figur 7.
Stamtalsafvikling.

Stem number per hectare at varying values of stand height. Solid line: Yield classes (M.A.I.) of 14, 16 and 18 cu. m. per hectare. Chain-dash: C. M. Møller site index II. Chain-dot: Bavngaard, Tåsinge. Legend symbols: Experiments plots.

opnås fuld indre harmoni i oversigten. Til praktiske formål er disse forhold dog uden betydning.

Da vedmasseligningen¹⁾ er gyldig indenfor meget vide hugstrammer, ligger der i den her gennemførte regnetekniske afledning af stamtal og grundflade et betydeligt usikkerhedsmoment.

¹⁾ $V_{i+t} = V_i + I \times t - t \times H$ (V=vol.; I årlig tilv.; H=årlig hugst; t=år)

4.3 Løbende tilvækst og hugst.

Tilvækst- og hugstforløbet er entydigt blevet fastlagt ud fra forholdet mellem højde og alder samt forholdet mellem højde, totalproduktion og stående vedmasse. Resultaterne er vist i figur 8 og 9. Det bør dog rettelig nævnes, at både niveauet og forløbet af tilvækst som hugsten er særdeles følsomt over for selv mindre ændringer i grundstørrelserne. Tilvækst- og hugstforløbet i de helt unge aldre skal derfor tages med forbehold.

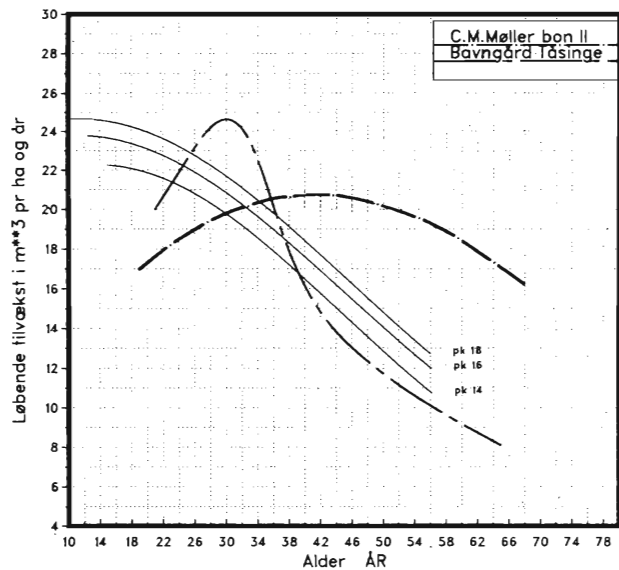
Tilvækstforløbet viser det forventede stærke fald i forhold til Møller's oversigt, der begynder ved ca. 30 år's alderen. Indtil dette tidspunkt har tilvæksten været større. Tilvækstforløbet hos Bavngaard udviser stor lighed med forløbet hos PK 14-18. Da tilvæksten i begge oversigter er afledede, ikke målte størrelse, bør de konstaterede forskelle, der ved første øjekast forekommer substantielle, ikke tages som udtryk for en vækstmæssig afvigelse.

Udhugningsforløbet (D_{uh} er ca. $0.8 \times D_{bb}$) i figur 9 viser i forhold til referenceoversigterne principielt de samme forskelle som tilvækstforløbet; dog er reduktionen af hugststyrken i forhold til Carl Mar: Møller endnu mere udpræget.

Ifølge figur 7 skulle den løbende tilvækst kulminere før det tyvende år. En nøjagtig fastlæggelse af kulminationstidspunktet er næppe i praksis mulig, idet tilvæksten over en årrække er mere afhængig af klimatiske faktorer end af alderen (BRYNDUM 1978, HOLMSGÅRD 1955). Undersøgelser af FODGÅRD (1979) peger i retning af en kulmination af højdevæksten allerede omkring 13 års alderen.

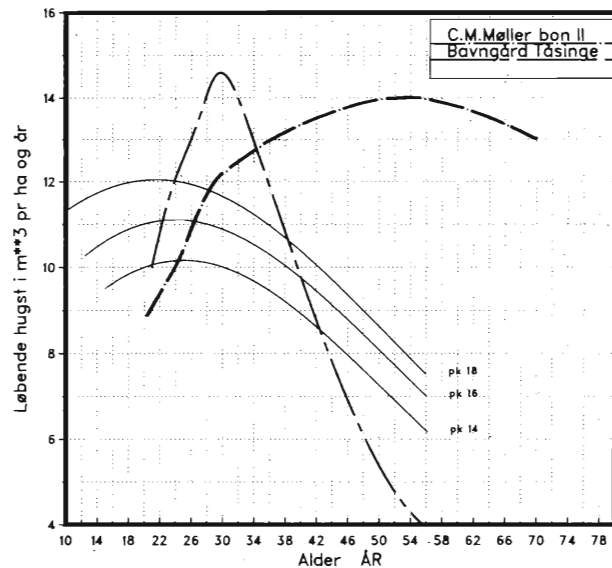
5.0 Plankonsekvenser.

For at belyse den betydning, det i planlægningssammenhænge kan have at benytte CARL MAR: MØLLER's tilvækstoversigt for rødgran i et område, hvor rødgranens vækst svarer til angivelserne i nærværende oversigt, er der gennemført en række planberegninger af stående vedmasse, tilvækst, hugst og økonomiske udbytter på to fiktive lige store skovdistrikter. Det enkelte distrikts samlede rødgran areal var ligeligt fordelt



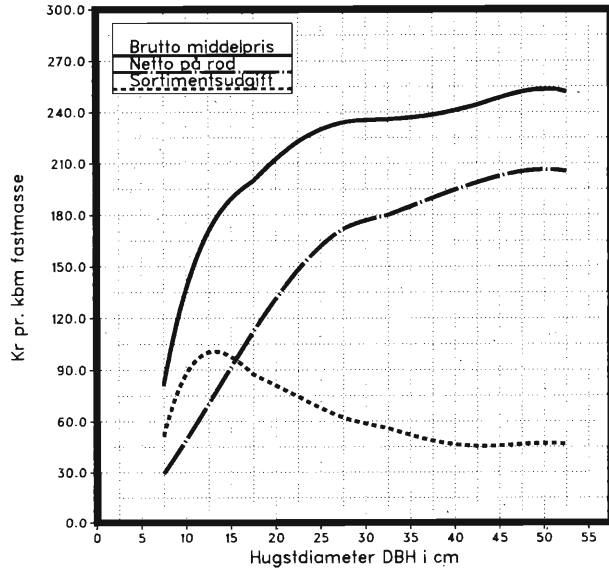
Figur 8.
Løbende tilvækst. RGR på østersønære morænelersjorder.

Annual Increment curves in cu. m. per hectare (down). Across: Age (years). Solid lines: Yield classes (M.A.I.) of 14, 16 and 18 cu. m. per hectare. Chain-dot: C. M. Møller site index II. Chain-dash: Bavngaard, Tåsinge.



Figur 9.
Årlig hugst. RGR på østersønære morænelersjorder.

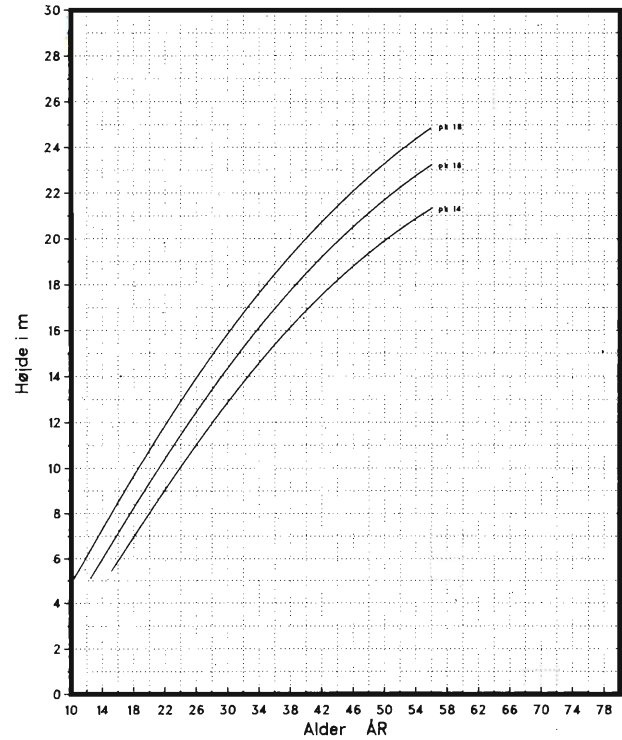
Annual cuttings in cu. m. per hectare (down). Across: Age (years). Solid lines: Yield classes (M.A.I.) of 14, 16 and 18 cu. m. per hectare. Chain-dot: C. M. Møller site index II. Chain-dash: Bavngaard, Tåsinge.



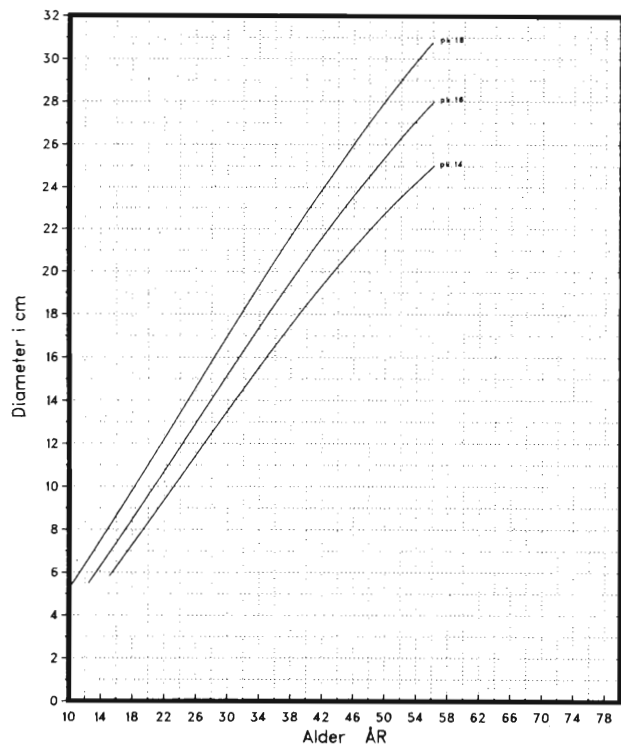
Priser gældende pr. 1981

Figur 10.
Priskurver for Ø-gran.

Relationship between price per cu. m. solid volume (down) and breast height diameter of felled trees (across). Solid line: Mean Gross price. Chain-dot: Net revenue. Dashed line: Variable costs. Price level 1981.

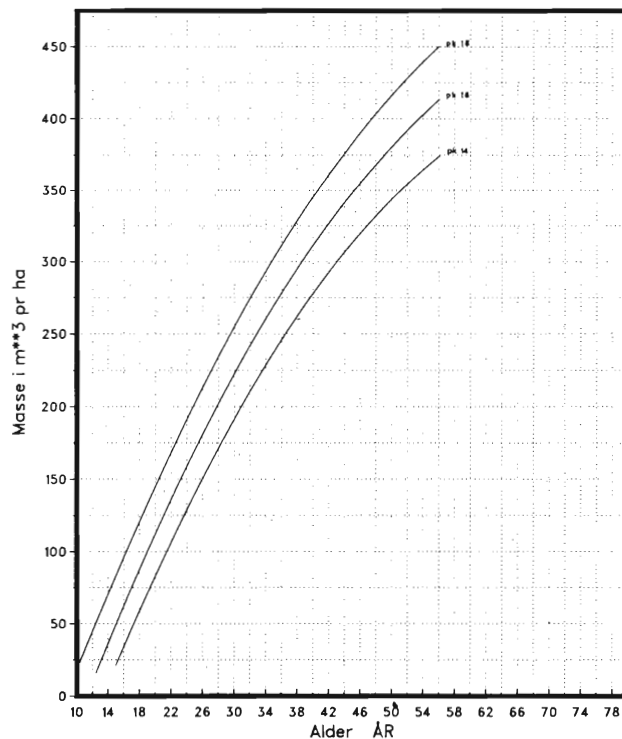


Figur 11.
Højde – alder udvikling. RGR på østersønære morænelersjorder.
Height curves for Yield classes (M.A.I.) of 14, 16 and 18 cu. m. per hectare.



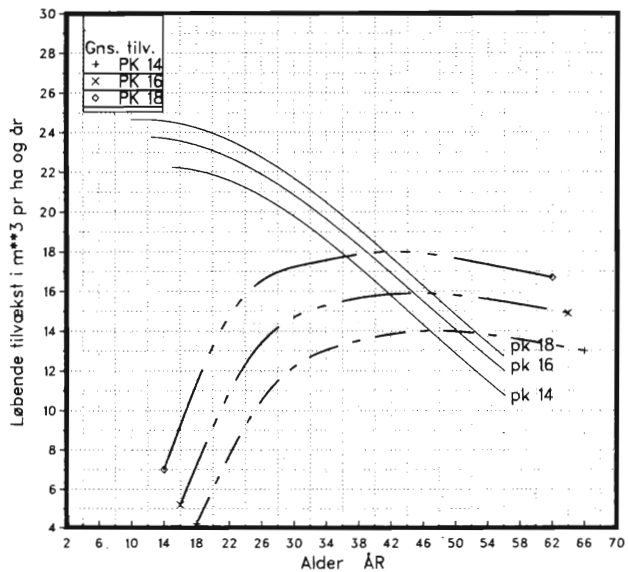
Figur 12.
Diameter – alder udvikling. RGR på østersønære morænelersjorder.

Breast height diameter curves for Yield classes (M.A.I.) of 14, 16 and 18 cu. m. per hectare. Down: breast height diameter in cm. Across: Age in Years.



Figur 13.
Stående vedmasse. RGR på østersønære morænelersjorder.

Volume curves (after thinning) for Yield classes (M.A.I.) of 14, 16 and 18 cu. m. per hectare. Across: Age in Years.

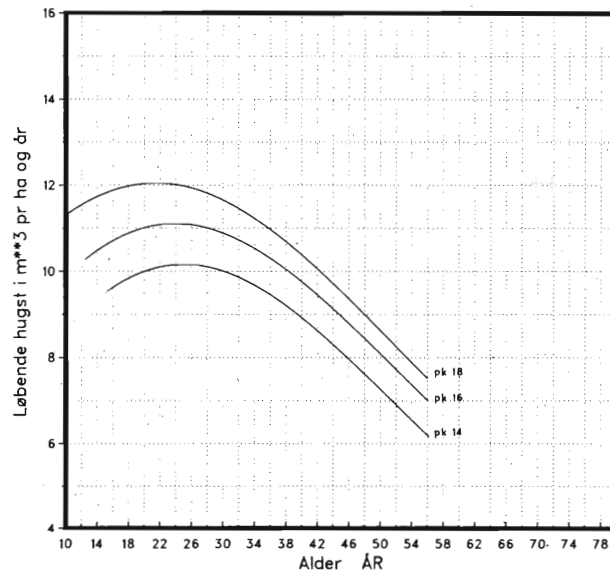


Gns. tilvækst er fra kulturanlæg (4 ÅR)

Figur 14.

Årlig og gennemsnitlig tilvækst. RGR på østersønære morænelersjorder.

Annual and mean increment for the Yield classes (M.A.I.) of 14, 16 and 18 cu. m. per hectare. Down: Increment in cu. m. per hectare. Across: Age in Years. Solid lines: C.A.I. Chain-dashed lines: M.A.I. since stand establishment.



Figur 15.

Årlig udhugning. RGR på østersønære morænelersjorder.

Annual cuttings for the Yield classes (M.A.I.) of 14, 16 and 18 cu. m. per hectare. Down: Thinning. Across: Age in Years.

til produktionsklasser og indenfor disse igen ligeligt fordelt til 10-årige alderklasser (0-45 år = omdriftsalder). På begge distrikter svarer højde og diameterudviklingen til nærværende oversigts angivelser. På det ene distrikt blev nu vedmassen, tilvæksten m.v. for en tiårig periode beregnet ud fra Møller's oversigt og efter »Syd-gran« oversigten på det andet.

Det økonomiske resultat er blevet beregnet v.h.a. af de i figur 10 viste priskurver, der er beregnet ud fra skovstyrelsens hugstanalyser i tilvækstoversigtens gyldighedsområde (fig. 1).

For at lette sammenligningen redegøres der her blot for de relative forskelle i budgettallene, idet værdierne for »Syd-gran« distriktet sættes i forhold til resultaterne fremkommet ved benyttelse af Møller's oversigt.

Man ser heraf, at den stående vedmasse indtil 20-års alderen er lavere end hos Møller, hvorefter den bliver 5-11% større. Tilvæksten er i alderen 11-20 år noget større, men synker derefter ved stigende alder til omkring 70% ved omdriftsalderen. Udhugningen falder fra 80-87% i

Tabel 5

Relative budgettall (=*»Syd-gran«*/Carl Mar: Møller \times 100).

Table 5: Relative planning figures obtained by using the current yield table instead of Carl Mar: Møller's (assuming the same age dependency of height and diameter).

»Syd-gran«-PK M.A.I.	Vedmasse (volume) pr.m ³			Årl. løb. tilv. (ann. Incr.) pr.m ³			Hugst ¹⁾ (cutting) pr.m ³			Hugstnetto (revenue) pr.m ³		
	14	16	18	14	16	18	14	16	18	14	16	18
AKL: (age class):												
11-20	65	79	93	112	105	100	87	83	80	81	84	80
21-30	95	100	107	94	89	85	77	72	71	74	69	68
31-40	105	106	110	82	78	75	67	65	63	65	62	60
41-45	105	106	110	75	73	70	63	61	60	61	58	54
45 ²⁾	109	109	111	72	71	68	109	109	111	96	97	99

¹⁾ pr kfm. (per cu.m solid volume).

²⁾ Hovedskovning (clear cutting).

de unge aldre til ca 60% umiddelbart før hovedskovningen (HS). Hugstnettoet forholder sig stort set som udhugningsstyrken, dog ligger gennemsnittet et par procent lavere.

Der ses i alle de anførte forhold en tydelig afhængighed af produktionsklasseforholdene. Det relative vedmasseniveau stiger med stigende PK, medens de relative størrelser for tilvæksten og hugsten udviser faldende tendens. En opgørelse af hugstnettoet pr. m³ viste ubetydelige forskelle på 1-3%.

5.1 Afsluttende bemærkninger.

Af konsekvensberegningerne og de grafiske sammenligninger med den udarbejdede tilvækstoversigt ses det, at der i forhold til Carl Mar: Møller's oversigt for rødgran er tilvejebragt et reelt alternativ, der bedre afspejler væksten og den nugældende hugstpraksis for rødgran på østersønære, lerede morænejorder.

Interesserede vil kunne rekvirere tilvækstoversigten hos Skovreguleringen/(Skovstyrelsen). Endvidere er tilvækstoversigten stillet alle brugere af plansystemet »SR-plan« til rådighed. I dette system er oversigten indlagt som et funktionssæt udtrykt ved koordinaterne til en »logistisk«-model.

En gennemgående og velkendt svaghed ved denne og alle hidtil offentliggjorte danske tilvækstoversigter er, at de forudsætter et bestemt behandlingsprogram hele omdriften igennem. Desforuden er tilvækstoversigternes gyldighed meget tvivlsom ved en ægte afvigende højdeudvikling.

Indenfor det sidste par år er det i Danmark lykkedes at udarbejde hugstuafhængige tilvækstmodeller (WUNSCH 1981), der indenfor det frie hugststyrkeinterval kan tilpasses alle mulige hugstformer. I dens nuværende udviklingsstadium er modellen meget svært gennemskuelig for ikke matematisk sagkyndige, men det er Skovreguleringens håb, at der vil blive arbejdet videre ad disse baner, så det med tiden vil blive muligt med en relativt beskedne indsats at tilvejebringe tilpas detaljerede lokale tilvækst- og behandlingsmodeller ved den rutinemæssige planrevision, der kan beskrive udviklingen fra en given tilstand til et efterstræbt ideal.

6.0 Summery.

Title of the paper is: Yield Table for Norway spruce on clay-rich coastal soils in southern Denmark.

The growth of Norway spruce on coastal clay-rich soils in the southern parts of Denmark is characterized by a vigorous youth growth followed by a marked decline beginning at an age of 30-40 years. Due to signs of deterioration and a lack of stability the stands are often felled before they reach maturity.

The main reason for this growth pattern is seen in a combination of soil properties and dry summers.

The existing general yield tables for Norway spruce in Denmark are not appropriate on these sites. Therefore a new yield table mainly for planning purposes within the Danish Forestry Service is constructed based on inventory data from 9 state and private forest districts and from experimental plots belonging to the Danish Forest Research Institution.

The new yield table has three yield classes: 14, 16 and 18 cu.m. per year and hectare (M.A.I.). The yield classes have a common height-diameter, height-standing volume curve. The production class is on the average 50 m³ lower than in the general yield table (Moeller 1933).

A comparison between the new yield table and a common used one (Moeller 1933) showed a more pronounced decline in height growth in medium aged spruces and a significant lower annual increment and thinning intensity. On the average of a 45 years rotation span the difference in increment was 5% and differences in thinnings amounted to 10%. Comparable results were obtained from the economical analysis. The yield table and results are illustrated throughout the paper with 15 figures and 5 tables.

7.0 Litteratur.

- BAVNGAARD, Aa., 1962: »Rødgranens produktion«. Dansk Skovforenings Tidsskrift. Bind 47. Side 4-20.
- BRYNDUM, H., 1964: »Forsøgsvæsenets afsluttende Rødgran Prøveflader«. Statens Forstlige Forsøgsvæsen. Bind 28. Side 261-397.
- , 1965: »Produktionsundersøgelser i Rødgran«. Dansk Skovforenings Tidsskrift. Bind 50. side 175-192.
- , 1978: »Hugstforsøg i ung Rødgran på leret Morænejord«. Statens Forstlige Forsøgsvæsen. Bind 36. side 1-180.
- BURY, K.V., 1975: »Statistical Models in Applied Science«. John Wiley & Sons.
- GELLERT, W.; KÜSTNER, H.; HELLWICH, M.; KÄSTNER, H., 1977: »The VNR concise Encyclopedia of Mathematics«. Van Nostrand Reinhold.
- FODGARD, S., 1979: »En Højdevækstanalyse for Rødgran på Langeland«. Storopgave, Skovbrugsinstituttet.
- HAMILTON, G. J.; CHRISTIE, J.M., 1971: »Forest Management Tables«. Forestry Commission Booklet no 34. London.

- HANSEN, T., 1981: »Rødgrandyrkningens økonomi på de stive lerjorder«. Dansk Skovforenings Tidsskrift. Bind 66. Side 24-48.
- HENRIKSEN, H.A., 1955: »Nåletræernes Produktion og Stabilitet«. Dansk Skovforenings Tidsskrift. Bind 40. Side 571-591.
- , 1958a: »Om Abies Arternes Vækst«. Dansk Skovforenings Tidsskrift. Bind 43. Side 495-502.
- , 1958b: »Sitkagranens Vækst og Sundhedstilstand i Danmark«. Statens Forstlige Forsøgsvæsen. Bind 24. 1-372.
- , 1960: »Døende Graner«. Dansk Skovforenings Tidsskrift. Bind 45. Side 580-582.
- HOLMSGARD, E., 1955: »Årringsanalyser af Danske Skovtræer«. Statens Forstlige Forsøgsvæsen. Bind 22. Side 1-246.
- , BANG, C., 1977: »Et Træartsforsøg med Nåletræer, Bøg og Eg de første 10 År«. Statens Forstlige Forsøgsvæsen. Bind 35. Side 161-196.
- HOLSTENER-JØRGENSEN, H., 1958: »Undersøgelse af Rodsystemet hos Eg, Bøg og Rødgran på grundvandspåvirket Morænejord«. Statens Forstlige Forsøgsvæsen. Bind 25. Side 225-290.
- , 1961: »Undersøgelse af Træarts- og alders indflydelsen på Grundvandstanden i Skovtræbevoksninger på Bregentved«. Statens Forstlige Forsøgsvæsen. Bind 27. Side 233-480.
- , 1973: »Om Lærnedslønning på Dansk Moræne«. Statens Forstlige Forsøgsvæsen. Bind 33. Side 329-344.
- , KJERSGARD, O., 1982: »Foreløbige Resultater af et Dræningsforsøg i ung Rødgran«. Statens Forstlige Forsøgsvæsen. Bind 38. Side 77-83.
- KRAMER, H., 1976: »Begriffe der Forsteinrichtung«. Schriftenreihe der Forstlichen Fakultät Göttingen. Band 48.
- LØVENGREEN, J.A., 1935: »Undersøgelse over den tidlige og hyppige Udhugnings Virkninger på Rødgranens Vækst«. Dansk Skovforenings Tidsskrift. Bind 20. Side 549-594.
- MADSEN, S.F., 1974: »Et Forsøg med Nåletræer på Giesegård Skovdistrikt«. Statens Forstlige Forsøgsvæsen. Bind 34. Side 163-262.
- MØLLER, C.M., 1933: »Bonitetsvise Tilvækstoversigter for Bøg, Eg og Rødgran i Danmark«. Dansk Skovforenings Tidsskrift. Bind 18. Side 457-623.
- , NIELSEN, J., 1953: »Afprøvning af de Bonitetsvise Tilvækstoversigter af 1933 for Bøg, Eg og Rødgran i Danmark«. Dansk Skovforenings Tidsskrift. Bind 38. Side 1-176.
- NIE, N.H.; HULL, C.H.; JENKINS, J.G.; STEINBRENNER, K.; BENT, D.H., 1975: »SPSS-Statistical Package for the Social Sciences«. McGraw Hill.
- NOKOE, S., 1980: »Nonlinear Models Fitted to Stand Volume-age Data Compare Favourably with British Columbia Forest Service Hand Drawn Volume-age Curves«. Canadian Journal of Forest Research. Bind 10. Side 304-307.
- OLSEN, H.C., 1976: »Vedmasse tabel for Rødgran i Danmark«. Statens Forstlige Forsøgsvæsen. Bind 34. Side 361-409.

- PETERSEN, B.H., 1967: »Bøgens Fremtid i Danmark«. Dansk Skovforenings Tidsskrift. Bind 52. Side 116-139.
- , 1981: »Erfaringerne fra over 40 års Virke på samme Distrikt«. Dansk Skovforenings Tidsskrift. Bind 66. Side 240-267.
- WINER, B.J., 1971: »Statistical Principles in Experimental Design«. McGraw-Hill.
- WUNSCH, K., 1981: »En Hugstuaafhængig Tilvækstmodel, Verificeret for Rødgran«. Meddelelser fra Skovbrugsinstituttet. No 11.
- YANG, R.C.; KOZAK, A., SMITH, J.H.G., 1978: »The Potential of Weibulltype Functions as Flexible Growth Curves«. Canadian Journal of Forest Research. Bind 8. Side 424-431.

Appendix.

Tilvækstoversigt PK = 14.

(Status efter hugst; Vedmasse=Total stammemasse). Alle angivelser pr. ha.

Yield Table: M.A.I. = 14 cu.m. per hectar. Total stemwood after thinning. All numbers are per hectar values.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Alder	Stamtal	Højde	Diam.	Grund-	Masse	Årl. løbende	hugst	Akkumuleret	hugst	Gns. fra 4 år	hugst	
år	stk.	m	cm	flade	m ²	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	
18		7.0	7.2			59	22.1	9.8	59	00	4.2	0.0
20		8.1	8.3			83	21.9	10.0	103	20	6.4	1.2
22	3130	9.1	9.3	21.3	106	21.6	10.1	146	40	8.1	2.2	
24	2770	10.1	10.4	23.1	129	21.2	10.2	189	60	9.4	3.0	
26	2450	11.1	11.4	24.6	150	20.8	10.2	231	81	10.5	3.7	
28	2140	12.0	12.4	25.9	171	20.3	10.1	272	101	11.3	4.2	
30	1910	12.9	13.5	27.0	191	19.8	10.0	312	121	12.0	4.7	
32	1710	13.8	14.5	27.9	210	19.2	9.9	351	141	12.5	5.0	
34	1540	14.6	15.5	28.7	228	18.6	9.7	389	161	13.0	5.4	
36	1390	15.4	16.5	29.4	246	17.9	9.5	425	179	13.3	5.6	
38	1260	16.2	17.4	30.0	262	17.2	9.2	460	198	13.5	5.8	
40	1150	16.9	18.4	30.5	278	16.5	8.9	494	216	13.7	6.0	
42	1060	17.6	19.3	31.0	293	15.8	8.6	526	233	13.8	6.1	
44	980	18.2	20.2	31.5	306	15.1	8.3	557	251	13.9	6.3	
46	900	18.8	21.1	31.9	320	14.3	8.0	587	267	14.0	6.4	
48	850	19.4	21.9	32.2	332	13.6	7.6	615	283	14.0	6.4	
50	810	19.9	22.7	32.6	343	12.9	7.3	641	298	13.9	6.5	

1: age. 2: Stem number/ha. 3: Stand height. 4: Mean diameter. 5: Basal area. 6: Total stem volume. 7: C.A.I. 8: C.A. Thinning. 9: Cumulative volume production. 10: Cumulative Thinning. 11: M.A.I. 12: M.A. Thinning.

Tilvækstoversigt PK = 16.

(Status efter hugst; Vedmasse = Total stammemasse). Alle angivelser pr. ha.

Yield Table: M.A.I. = 16 cu.m. per hectare. Total Stemwood after thinning. All numbers are per hectare values.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Alder	Stamtal	Højde	Diam.	Grund-	Masse	Årl.	løbende	Akkumuleret	Gns. fra 4 år		
år	stk.	m	cm	flade	m ³	vækst	hugst	vækst	hugst	vækst	hugst
				m ²		m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³
16		7.1	7.3		62	23.6	10.7	62	00	5.2	0.0
18		8.2	8.4		88	23.4	10.9	109	21	7.8	1.5
20	3080	9.3	9.6	21.8	112	23.1	11.0	156	44	9.8	2.8
22	2691	10.4	10.7	23.7	136	22.8	11.1	202	66	11.2	3.7
24	2340	11.4	11.8	25.2	159	22.4	11.1	247	88	12.3	4.4
26	2050	12.4	12.9	26.5	181	21.9	11.1	291	110	13.2	5.0
28	1790	13.4	14.0	27.6	202	21.4	11.0	334	132	13.9	5.5
30	1600	14.3	15.2	28.6	223	20.9	10.9	377	154	14.5	5.9
32	1430	15.2	16.3	29.4	242	20.3	10.7	418	176	14.9	6.3
34	1280	16.1	17.4	30.1	261	19.6	10.5	458	197	15.3	6.6
36	1150	16.9	18.5	30.7	278	19.0	10.3	496	218	15.5	6.8
38	1050	17.7	19.5	31.3	295	18.3	10.0	534	239	15.7	7.0
40	950	18.4	20.6	31.8	311	17.6	9.8	569	258	15.8	7.2
42	880	19.2	21.6	32.3	327	16.9	9.5	604	277	15.9	7.3
44	820	19.8	22.6	32.8	341	16.2	9.1	637	296	15.9	7.4
46	760	20.5	23.5	33.1	355	15.5	8.8	669	314	15.9	7.5
48	710	21.1	24.5	33.5	368	14.8	8.4	699	331	15.9	7.5
50	660	21.7	25.4	33.8	380	14.1	8.1	728	348	15.8	7.6

1: age. 2: Stem number/ha. 3: Stand height. 4: Mean diameter. 5: Basal area. 6: Total stem volume. 7: C.A.I. 8: C.A. Thinning. 9: Cumulative volume production. 10: Cumulative Thinning. 11: M.A.I. 12: M.A. Thinning.

Tilvækstoversigt PK = 18.

(Status efter hugst; Vedmasse = Total stammemasse). Alle angivelser pr. ha.

Yield Table: M.A.I. = 18 cu.m. per hectare. Total Stemwood after thinning. All numbers are per hectare values.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Alder	Stamtal	Højde	Diam.	Grund-	Masse	Årl. løbende	hugst	Akkumuleret	hugst	Gns. fra 4 år	hugst
år	stk.	m	cm	flade	m ³	vækst	m ³	vækst	m ³	vækst	m ³
				m ²		m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³
14		7.3	7.5		70	24.6	11.7	70	00	7.0	0.0
16		8.5	8.7		96	24.4	11.9	119	23	9.9	1.9
18	2980	9.7	9.9	22.5	120	24.2	12.0	168	48	12.0	3.4
20	2570	10.8	11.1	24.4	145	24.0	12.0	216	71	13.5	4.4
22	2220	11.9	12.3	25.9	168	23.6	12.1	264	96	14.7	5.3
24	1930	12.9	13.5	27.2	191	23.2	12.0	311	120	15.5	6.0
26	1690	13.9	14.7	28.3	213	22.8	11.9	357	144	16.2	6.5
28	1490	14.9	15.9	29.2	234	22.3	11.8	402	168	16.7	7.0
30	1320	15.9	17.1	30.0	255	21.7	11.7	446	191	17.2	7.3
32	1180	16.8	18.2	30.8	274	21.1	11.5	488	214	17.4	7.6
34	1060	17.6	19.4	31.4	293	20.5	11.2	530	237	17.7	7.9
36	960	18.5	20.6	32.0	311	19.8	11.0	570	259	17.8	8.1
38	880	19.2	21.7	32.6	329	19.1	10.7	609	280	17.9	8.2
40	800	20.0	22.8	33.1	345	18.4	10.4	647	302	18.0	8.4
42	740	20.7	23.9	33.5	361	17.7	10.1	683	322	18.0	8.5
44	690	21.4	25.0	33.9	376	17.0	9.7	718	342	17.9	8.5
46	640	22.1	26.1	34.3	390	16.3	9.4	751	361	17.9	8.6
48	600	22.7	27.1	34.6	403	15.5	9.0	783	380	17.8	8.6
50	560	23.3	28.1	35.0	416	14.8	8.6	813	397	17.7	8.6

1: age. 2: Stem number/ha. 3: Stand height. 4: Mean diameter. 5: Basal area. 6: Total stem volume. 7: C.A.I. 8: C.A. Thinning. 9: Cumulative volume production. 10: Cumulative Thinning. 11: M.A.I. 12: M.A. Thinning.

STORMSKADE PÅ SKOV EN LITTERATURGENNEMGANG

af
FINN HELLES
Oxford class.: 421.1

Denne artikel er en omarbejdet version af et notat (HELLES 1982), skrevet som led i et forskningsprojekt: »Skovstruktur og stormfald«. Projektet udføres ved Skovbrugsinstituttet og har til formål at analysere stormfaldet i november 1981 med henblik på at udrede eventuelle sammenhænge mellem skovstrukturen og stormfaldet. Arbejdet, der forventes afsluttet primo 1984, støttes økonomisk af Statens jordbrugs- og veterinærvidenskabelige Forskningsråd, Carlsen-Langes Legatstiftelse og Dansk Skovforening, og det muliggøres i øvrigt ved en stor imødekommenhed fra Skovstyrelsen.

Indholdsfortegnelse:	side
1. Indledning	248
2. Storm og stormfald	248
3. Jordbundsforhold	251
3.1 Jordbunden som forankringsmedium	252
a. Vandmættet jord	252
b. Ikke-vandmættet jord	253
3.2 Jordbundens påvirkning af rodudviklingen	255
4. Træart	256
5. Bevoksningens udviklingsgrad	257
6. Bevoksningsstrukturen	259
7. Tynding	262
8. Bevoksningsranden	267
8.1 Selvstændigt læbælte	268
8.2 Opbygning af stabil bevoksningsrand	269
8.3 Behandling af pludseligt eksponeret bevoksningsrand	270
9. Afsluttende bemærkninger	272
10. English summary	274
11. Citeret litteratur	274

1. Indledning.

Formålet med denne artikel er at præsentere foreliggende viden om stormfald, der kan have praktisk interesse for dansk skovbrug. Litteraturen om stormfald er så omfattende, at det er nødvendigt at sortere den, og det her foretagne valg af kilder kan naturligvis diskuteres. Et hovedprincip ved udvælgelsen har været, at publikationer fra før 1960 kun undtagelsesvis skulle med. Vel findes der ældre, værdifulde bidrag til stormskadeforskningen, men de er – i det omfang hvor de ikke indgår i nyere fremstillinger – behandlet i et forholdsvis tilgængeligt værk, nemlig PERSSON (1975): »Stormskador på skog«.*)

De klimatiske og biologiske forhold, som fører til stormfald, kan være uhyre komplekse, og billedet bliver endnu mere broget, når samspillet med topografi og eksposition iøvrigt samt med bevoksningskarakteristika skal udredes.

Mange læsere har uden tvivl gjort iagttagelser, som ikke stemmer overens med denne artikel – forvirringen er stor på området, se fx. OPPERMANN (1894) og GANDIL (1934).

2. Storm og stormfald

Blandt de mange faktorer, som er bestemmende for omfanget af stormfald, kan nævnes: stormens styrke og varighed samt de enkelte vindstøds kraft, topografiske forhold, jordbundstyper og -tilstand, og en lang række karakteristika for den vindpåvirkede bevoksning såsom træart, højde, tidspunkt siden sidste tynding o.m.m.

Det ses undertiden anført, at en storm af en given styrke – eventuelt på en given årstid – har en bestemt cyklus, fx. 50 år. Dette betyder ikke, at en sådan storm kan forventes at optræde een gang i løbet af en periode på 50 år, men derimod at der er en sandsynlighed på 0,02 for, at den optræder i et hvilket som helst år.

*) Denne store undersøgelse er anmeldt af BRYNDUM i DST 1975.

Uanset problemets kompleksitet nævnes der ofte en kritisk vindhastighed på 20 m/sek., svarende til styrke 8 på Beaufortskalaen (fx. PRIEN & LEYDOLPH 1974). Skoven har næppe store chancer for at blive stående ved vindhastigheder på 120-140 km/h (33-39 m/sek.) (OTTO 1976).

En almindelig iagttagelse er, at træerne vænner sig til vind fra den fremherskende retning, men at de til gengæld er sårbare, når stormen kommer fra en anden side.

Voldsomme stormstød er måske årsag til større ødelæggelser i skov end stormens dominerende hastighed og varighed (fx. HÜTTE 1967a), men spørgsmålet synes ikke at være afklaret. Selvom vindhastigheden nedsættes indover land, kan de enkelte stormstød meget vel være stærkere end ved kysterne (BUSBY 1965).

Turbulenseffekt er farlig*). Den kan dannes vertikalt ved, at vinden bremses fx. af et skovbryn, hvorefter den presses opad for at slå ned igen som en bølge længere fremme i vindretningen. Også horisontal turbulens kan forekomme, fx. hvor vinden bremses af en fremspringende bevoksningsrand langs en renadrift.

Stormens virkning forøges, hvor den ledsages af stærke og vedholdende regnskyl, fx. sommerstormen 1931 (GANDIL 1932), eller af tøsne, fx. februarstormen 1952 (JAKOBSEN & RASMUSSEN 1952). Løvtræerne er selvfølgelig mest udsatte i

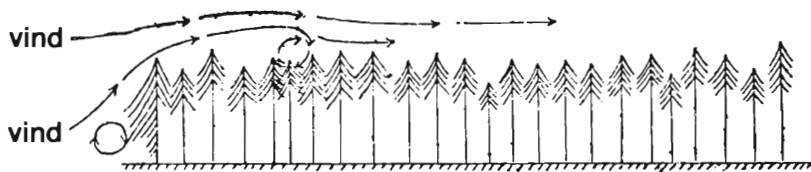


Fig. 1: Illustration af vertikal turbulens. (BAGULEY 1962, s. 157).

*)Turbulens er en opløsning af vindens strømningshastighed i flere komponenter med hhv. større og mindre hastigheder end i udgangstilstanden; hertil kan komme opløsning i forskellige vindretninger.

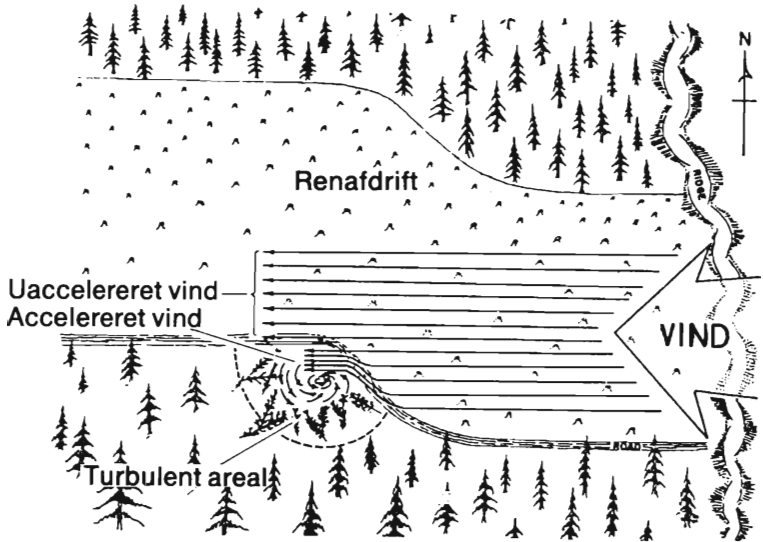


Fig.2: Illustration af horisontal turbulens. (ALEXANDER 1964, s. 135).

den bladbærende tid, fx. oktoberstormen 1967 (THOMSEN 1971).

Bevoksninger på fladgrundede jorder med tilhørende dårligt udviklet rodsystem er stormsvage. Det samme gælder, når jorden er oplødt af megen nedbør i tiden op til stormen, fx. februarstormen 1962 (MØLLER 1965).

Indflydelsen af kuperet terræn, der ligner danske forhold, er indgående studeret i Storbritannien (fx. HÜTTE 1967a). Ikke desto mindre er den foreliggende viden begrænset (BUSBY 1965), hvor det ikke drejer sig om helt indlysende situationer. Topografien har utvivlsomt betydning; i let kuperet terræn vil vinden således være tilbøjelig til at følge konturerne (SOMERVILLE 1980), hvilket er konstateret ved en hældning på indtil $20-25^\circ$ i vindsiden og $5-10^\circ$ i læsiden (GLOYNE 1968).

Topografiens indflydelse må gøre sig gældende via virkningen på vindhastigheden, og måske kan selv små højdeforskelle have betydning. De modstridende oplysninger i litteraturen

kan forklares med, at vindstrømmene jo ikke lader sig rekonstruere (fx. OPPERMAN 1894, WEISMANN 1904, GANDIL 1934, PYATT 1966, FRASER 1971, NEUSTEIN 1971, CREMER *et al.* 1977).

NIELSEN (1982) beskriver contortafyrs stabilitet på Klosterheden ved hjælp af en trækmålingsmetodik suppleret med registrering af enkelttræ-data.

De væsentligste generelle resultater af NIELSEN's undersøgelser kan formentlig resumeres således:*)

- 1) De horisontale rødder har større betydning for træets stabilitet end de vertikale rødder (også HÜTTE 1967a og BUSBY 1965), hvor rodrummet ikke er fysisk begrænset (jfr. ovenstående om fladgrundede jorder).
- 2) Røddernes tykkelsesvækst, og sandsynligvis de mindre rødders »tilvækst«, er de vigtigste behandlingsparametre.
- 3) Forholdet mellem rodarealet og vægten af de levende grene udtrykker et stabilitetsmæssigt aspekt. Iøvrigt må rod- og kroneudvikling jo i nogen grad følges ad, men der er naturligvis artskaraktéristiske og stabilitetsbestemmende forskelle med tiltagende alder (jvf. BUSBY 1965).
- 4) Stabilitetsrelevante faktorer som rodsystemets form og rod/top-forhold udvikles først efter en vis alder (højde).

Disse og andre stabilitetsmæssige forhold omtales mere udførligt i de følgende afsnit.

Som det er fremgået, er forholdet storm-stormfald et uhyre komplekst problem. Der kan nok peges på visse generelle forhold, men det må nok erkendes, at sandsynligheden for stormfald er stærkt knyttet til karakteristika ved den enkelte bevoksning.

3. Jordbundsforhold.

Empiriske undersøgelser af stormfald kan let føre til fejlslutninger, hvis ikke jordbundsforholdene i grove træk inddrages explicit (PERSSON 1975).

*) De står for min regning, idet NIELSEN fremhæver, at resultaterne ikke må tillægges almen gyldighed.

Jordbundens indflydelse på træernes vindstabilitet kan opdeles i to indbyrdes forbundne aspekter, nemlig jordbunden som forankringsmedium og jordbundens påvirkning af rodudviklingen. Som bekendt kan træer på mekanisk svage jorder i et vist omfang kompensere ved kraftigere rodudvikling.

3.1 Jordbunden som forankringsmedium.

De vigtigste fysiske faktorer, som bestemmer jordens styrke som forankringsmedium for rødderne, er kohæsionen, adhæsionen og friktionsvinklen.

Tørt sand har ingen kohæsion og fæstner rødderne ved adhæsion alene – derfor må rodudviklingen være kraftig. Ler derimod er meget kohæsivt i tør tilstand, og rodudviklingen kunne derfor være relativt begrænset, hvis ikke kohæsionen aftog progressivt med tiltagende vandindhold.

På alle jordtyper – også sand – er forankringsstyrken som helhed omvendt proportional med vandindholdet. HUTTE (1967a) har undersøgt, hvorledes rødgrans stabilitet påvirkes af, om jorden er vandmættet eller ej.

a. Vandmættet jord.

Når træet bringes i kraftig svingning, løsnes først de vertikale rødder, som i vindsiden fæstner de horisontale rødder til mineraljorden. Hvis rødderne i læsiden er svage, falder træet, så snart de vertikale rødder i vindsiden er rokket løse. Er de horisontale rødder i læsiden derimod stærke, vælter træet ikke, selv om de vertikale rødder løsnes eller rives over. I så fald overføres træets svingninger til rodkagen.

Når rodkagen hæves, strømmer der vand ind under den; når den sænkes igen, presses vandet ud sammen med opslemmede jordpartikler. Da der går lidt tid før næste stormstød, aflejres jordpartiklerne uden for rodkagen. De kommer altså ikke igen ned under denne med det tilstrømmende vand, næste gang den hæver sig – det er nye jordpartikler, som opslemmes.

Denne proces foregår nogle hundrede gange under en storm og fører til, at der langs rodkageperiferien i vindsiden aflejres

betydelige mængder finjord, som navnlig er presset ud fra undersiden af rodkagen i læsiden.

Mens processen altså starter en løsnes af vertikallødderne i vindsiden, er det den beskrevne *pumpevirkning*, der fører til træets fald. Der dannes et hulrum under rodkagen i vindsiden, finjord presses bort fra læsiden, og idet træet vælter, brækker de horisontale lødder her.

b. Ikke-vandmættet jord.

Her er forløbet anderledes. Rodkagen bevæger sig kun væsentligt ved stærke stormstød. Man finder, at brud på horisontallødderne i læsiden under disse forudsætninger optræder nær stammen (0,2-0,7 m fra stammecentrum). Heraf sluttes, at disse rodbrud er forudsætningen for, at træet vælter, mens de ved fald på vandmættet jord er en følge af faldet. På ikke-vandmættet jord er det altså udover rodkagens vægt horisontalløddernes brudstyrke, der er afgørende for, om træet vælter. Der skal stærkere stormstød til at vælte træet end på vandmættet jord – og følgelig er risikoen for stammebrud (knæk) større.

FRASER (1967) skelner mellem let og vanskeligt afvandelige jorder. Fig. 3 viser således, at der skal større vindhastighed til for at vælte et træ af en given højde på fx. brunjord end på tørveholdig gley.

Navnlig på vandmættede jorder nedsættes stormfaldsfares stærkt af frost, fordi pumpevirkningen udebliver. Stormens varighed er ikke så afgørende som i frostoffri perioder, men til gengæld har stormstødernes styrke større betydning. Vertikallødderne løsnes kun vanskeligt. Hvis disse ikke løsnes eller rives over, bliver stammebrudstyrken afgørende for fald; knækprocenten bliver altså stor. Løsnes eller brydes vertikallødderne alligevel, bliver styrken af de horisontale lødder nær stammebasis i læsiden afgørende for, om træet vælter (HÜTTE 1967a).

Tørkeperioder nedsætter stormfaldsfares betydeligt, mens perioder med længerevarende regn eller snesmeltning er sær-

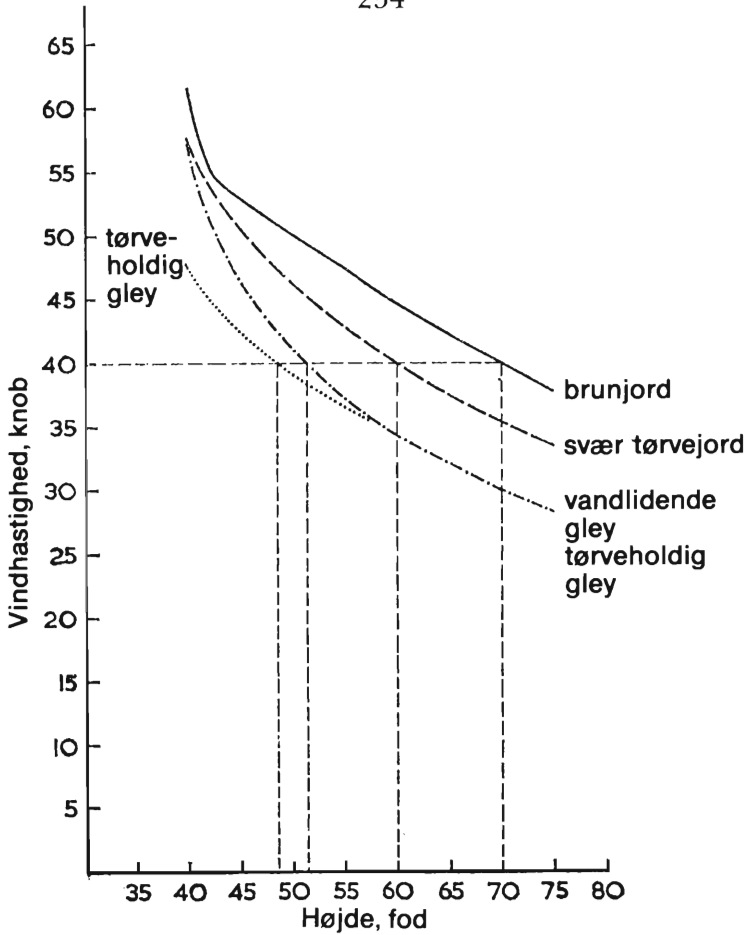


Fig. 3: Sammenhængen mellem kritisk vindstyrke og træhøjde (sgr) på forskellige jordtyper (FRASER 1967, s. 16). Kurverne er udtryk for gennemsnit fra mange lokaliteter (FRASER 1965).

lig farlige. Stormfald begynder iøvrigt ofte på fugtige steder i en bevoksning.

HAMILTON (1980) anfører som en ulempe ved rækkevis tynding, at større mængder nedbør når jorden end ved selektiv tynding af samme styrke, et forhold som naturligvis spiller størst rolle på jorder med stor vandbindingsevne.

Som påvist af HOLSTENER-JØRGENSEN (1961) kan stærke hugstindgreb føre til forsumpning, med roddød og derfor større stormfaldsrisiko til følge.

3.2 Jordbundens påvirkning af rodudviklingen.

At de af jordbunden betingede fysiske og fysiologiske vilkår i høj grad påvirker rodudviklingen (dog varierende fra træart til træart) – og dermed træernes stormfasthed – er en velkendt sag.

I Storbritannien benyttes jordbundsforholdene som en vigtig parameter ved klassificering af vækstlokaliteter m.h.t. stormfaldsrisiko. Inddelingen sker primært på grundlag af det fysisk disponible roddrum, men dette kombineres med tilbøjeligheden til vandmætning, resp. afvandingsmulighed. (BOOTH 1977 og HAMILTON 1980). En tilsvarende opfattelse af jordbundens betydning for stormfaldsfares kommer til udtryk i andre lande, fx. Østtyskland (PRIEN & LEYDOLPH 1974), Vesttyskland (HÜTTE 1968), Schweiz (BOSSHARD 1967) og New Zealand (IRVINE 1970).

WANGLER (1976) mener, at rødgranens ry for dårlig vindstabilitet overvejende skyldes, at den i særlig grad er henvist til jorder, som begrænser dens rodudvikling. SABROE (1934) anfører, at ahdannelse kan være en medvirkende årsag til fladefald.

Ifølge FRASER (1962) kan en relativt lille forøgelse af roddybden ved dræning på et tidligt tidspunkt forøge vindstabiliteten væsentligt (se også FRASER 1965).

At der ikke er ubetinget god sammenhæng mellem rodudvikling og stormfasthed, fremgår bl.a. hos VOLK (1968), NEUSTEIN (1971) og CREMER *et al.* (1977). Tætstående træer kan opnå stabilitet ved, at deres rodsystemer filtreres sammen (HOLTEN 1904, NIELSEN 1982), men hver for sig er de lidet stormfaste. I forlængelse heraf fremhæver BUSBY (1965) som en afgørende stabilitetsfaktor, at træerne ved vindpåvirkning stimuleres til at udvikle et hensigtsmæssigt rodsystem.

At jordbunden spiller en væsentlig rolle for træernes vindstabilitet, synes hævet over enhver tvivl. Forholdet er grundigt

og systematisk undersøgt i Storbritannien, hvor FRASER (1965) finder, at nogle få spadestik kan sige meget om stormfaldsrisikoen.

Når rodudviklingens betydning skal vurderes, må det iøvrigt tages i betragtning, at på gode boniteter kan fordelene ved en bedre forankring opvejes af ulempen som følge af en større højdetilvækst.

4. Træart.

En liste over forskellige træarters stormfasthed findes fx. hos MØLLER (1965). Værdien af en sådan generel rangordning af træarterne er tvivlsom, hvilket kan illustreres ved tre analyser af et og samme stormfald i Schweiz:

Ifølge BOSSHARD (1967) er rødgran klart mest stormfølsom, også når der tages hensyn til dens arealandel. BAZZIGHER & SCHMID (1969) finder – under hensyntagen til areal og jordtype – at der ikke er signifikant forskel mellem rødgran og ædelgran, mens bøg og skovfyr er tydeligt mere stormfaste. Hvor rødgranen ikke er angrebet af råd, står den lige så godt fast som de to sidstnævnte arter. PRPIC (1969) konstaterer, at rødgran tegner sig for langt størstedelen af faldet; også ædelgran og bøg stormfældes, mens bl.a. skovfyr og eg kun vælter, når de drages med af faldende rødgran.

VOLK (1968) finder, at rødgran holder forbavsende godt stand, mens ædelgran slet ikke lever op til sit ry som en stormfast træart. Hvor rødgran, ædelgran og douglasgran plantes på passende lokaliteter og plejes rigtigt, vil de næppe være forskellige m.h.t. stormfasthed. NEUSTEIN (1971) kan ikke påvise forskelle i stormfasthed blandt nåletræarterne – rødgran iberegnet – bortset fra lærk, som var nøgen ved det pågældende stormfald.

BUSBY (1965) mener, at om en træart er stormfast eller ej, afhænger af om jordbunden tillader den at udvikle sit rodsystem. På dybgrundet moræne- og sandjord er rødgran, sitkagran og skovfyr næsten lige ustabile, mens japansk og europæisk lærk er omtrent, og løvtræerne helt, stormsikre. På vandlidende jorder er japansk lærk, eg og bøg sandsynligvis

ikke mere stabile end rødgran og sitkagran. Ifølge PYATT (1966) er de fleste træarter, også rødgran og sitkagran, stormfaste på veldrænedede jorder.

Nogle danske iagttagelser skal nævnes: JENSEN (1952) mener, at rødgran og sitkagran med sunde rødder står lige så godt fast som ædelgran. HENRIKSEN (1955) kobler naturligt tra-metes- og stormfølsomhed sammen og kommer derfor til, at douglasgran er stabil, ædelgran og grandis kan vælte, mens rødgran og sitkagran er mest udsatte. At ung douglasgran er ustabil, ses dokumenteret for 1952-stormens vedkommende (JAKOBSEN & RASMUSSEN 1952). NECKELMANN (1981 & 1982) anbefaler japansk lærk som stabiliserende element i hedeplan-tagerne. HOLMSGÅRD (1982) finder stormfaldsrisikoen om-trent lige stor for Picea og Abies, mens skovfyrrer mere storm-sikker.

BRÜNIG (1973) afviser generalisering af træarternes stormfølsomhed. Den afhænger nemlig af de enkelte individers form og celleopbygning, vækstlokaliteten, bevoksningsbehandlingen, årstiden og den givne storms særegenhed. Ingen træart er sikker i orkanagtig storm (29 m/sek.), navnlig ikke på opblødt jord. Træartsvalget er derfor kun af begrænset effektivitet m.h.t. nedbringelse af stormfaldsfaren i områder som fx. Nordvesttyskland, hvor der med sikkerhed optræder mindst een orkanagtig storm i tidsrummet, fra en bevoksning over-skrider den kritiske højde (se afsnit 5) og til det ønskelige omdriftstidspunkt.

En sammenfatning synes at måtte gå ud på, at der ikke kan siges noget generelt om træarternes stormfasthed. Sunde og trivelige træer af alle arter er stormfaste, medmindre bevoksningen på een eller anden måde er destabiliseret.

5. Bevoksningens udviklingsgrad.

Det fremgår af de fleste stormfaldsbeskrivelser, at skadernes omfang vokser med bevoksningens udviklingsgrad. Men udviklingsgraden defineres forskelligt; nogle danske eksempler:
 – alder (OPPERMANN 1894, WEISMANN 1904, GANDIL 1934)

- højde (BORNEBUSCH 1937, ANDERSEN & GRAUDAL 1982)
- diameter (BRYNDUM 1978)
- vedmasse (GANDIL 1934)
- kronestørrelse (BORNEBUSCH 1937).

Det ses umiddelbart, at disse udviklingsparametre er korrelerede. De to første skal kommenteres:

Hvad *bevoksningsalderen* angår, finder MØLLER (1957) to årsager til den aftagende vindstabilitet: 1) trametesangrebet vokser, og 2) rødderne standser tidligt deres udvikling i dybden, mens højdevæksten fortsætter, hvorved balancen forringes.

BOSSHARD (1967) gør opmærksom på, at der især hos rødgran, ædelgran og eg kan foregå en aldersbetinget reduktion af rodnettet. Iøvrigt finder han – ligesom MØLLER – den aldersbetingede stormfaldsrisiko delvis forklaret ved, at forholdet mellem træhøjde og rodtybde vokser, indtil højdevæksten standser. Et yderligere forklaringsbidrag er, at kronens tyngdepunkt navnlig i dårligt plejede bevoksninger forskydes opad, også efter højdevækstens afslutning. BUSBY (1965) finder en medvirkende årsag til unge bevoksningsers stabilitet i det lave krone/rod-forhold. BRÜNIG (1973) påpeger, at der i ældre bevoksninger opstår »svage steder«, fx. huller eller skrøbelige individer. PRIEN & LEYDOLPH (1974) finder, at den stigende stormfaldsfare med tiltagende alder bliver særligt tydelig, hvis det beskadigede areal i den enkelte aldersklasse sættes i relation til dennes totalareal.

ANDERSEN & GRAUDAL (1982) har analyseret stormfalds afhængighed af *bevoksningshøjde* på materiale fra statsskovene for novemberstormen 1981. Også fx. PERSSON (1975) og KOHLSTOCK & LOCKOW (1981) har på empirisk materiale fundet udtryk for bevoksningshøjdens betydning for stormfaldsrisikoen (se afsnit 7).

Der foreligger teorier og observationer vedrørende en *kritisk højde*, over hvilken stormfaldsfaren bliver væsentlig. En sådan højde har naturligvis behandlingsmæssig interesse, fx. kunne man standse tynding ved denne grænse.

SAVILL (1976) mener, at sitkagran når den kritiske højde på det tidspunkt, hvor årligt løbende massetilvækst kulminerer.

PYATT (1968) og MACKENZIE (1974) fastslår, at sitkagrans kritiske højde*) ligger ved 10-12 m, hvorefter stormfaldsfaren stiger progressivt til omkring 17-18 m. HOLMSGAARD (1982) sætter 12-15 m som kritisk højde for nåletræerne.

Ifølge BRÜNIG (1973) er den kritiske højde 15-20 m ved vindhastighed 100 km/h (28 m/sek.) alt efter jordbundsbevoksning- og vindkarakteristika.

At en bevoksning stormfasthed aftager med stigende alder, kan ikke undre nogen – der skal dog erindres om de dårlige erfaringer med ung douglasgran i Danmark.

I Storbritannien starter vurderingen af stormfaldsrisiko på en given lokalitet med registrering af jordbundsforholdene (jfr. afsnit 3). På dette grundlag ansættes en kritisk højde (FRASER 1967). Hvis det lykkes at korrelere jordbund og kritisk højde med rimelig sikkerhed, kan perspektivet heri være at fastslå, hvilke dyrkningsmæssige tiltag der er forsvarlige, vel især tynding.

6. Bevoksningsstrukturen.

Spørgsmålet om bevoksningsstrukturen i relation til stormfaldsrisiko kan opdeles i fire sammenhængende aspekter:

- kronetagets udformning og hældning
- huller i kronetaget
- blandskov
- træernes form.

FRASER (1964) har ved vindtunnelforsøg påvist, at der i et uregelmæssigt kronetag opstår felter med meget høje vindhastigheder. Der er her langt større variation i vindtrykket på træerne end ved en regelmæssig bevoksning, og konklusionen er, at det kun er forsvarligt at skabe ujævnt kronetag på lokaliteter, hvor de udsatte træer er i stand til at kompensere ved udvikling af et større rodsystem.

Ifølge HAMILTON (1980) kan minimal ødelæggelse forventes på den utyndede bevoksning, hvor det tætte, relativt jævne kronetag tillader begrænset vindindtrængen, og hvor de enkelte træer kun kan bevæge sig lidt.

*) »on exposed surface gleys«.

På basis af omfattende undersøgelser fastslår BRÜNIG (1974), at jo mere ujævnt kronetaget er, des større turbulens opstår der, så at vindbelastningen på enkelttræerne vokser i et fleretageret kronetag.

BUSBY (1965) hævder, med en tvivlsom argumentation, at uregelmæssige bevoksninger er mest stormfaste:

»In the irregular stand typified by the Central European stem-by-stem selection forests only the larger individuals will be blown and windblow cannot be complete. This is obviously not the case in the uniform stand, and so, stand for stand, the irregular one must be the most stable.« (s. 93).

Fra rumænsk side hævdes det, at en af vejene til en stormfast skovstruktur er at skabe et stærkt uregelmæssigt kronetag. (REP. POP. ROUM. 1961). Noget tilsvarende forfægtes af WENDELKEN (1966).

En del af forklaringen på, at opfattelserne divergerer så stærkt, er måske, at individer, som rager ovenud af krontaget, i nogen grad kan vænne sig til vindpåvirkning.

FRASER'S (1964) vindtunnelforsøg viser, at *huller i kronetaget* p.g.a. veje og spor forøger belastningen på de tilgrænsende træer på begge sider meget stærkt. At stormfald kan udgå netop herfra, fremhæves af WEISMANN (1904).

BOSSHARD (1967) nævner faren ved huller opstået ved tidligere spredt fald, fx. på fugtige steder, og mener at hullernes omfang og form ikke spiller nogen større rolle.

Ifølge MØLLER (1957, s. 540 f.):

»skal man . . . omkring stormfaldshuller ikke afrette de flossede rande, i det væsentlige lade vinden selv tynde ud og bevare alle træer, der vil stå, selv om de er udgåede.«

Som det vil fremgå af afsnit 8.3, er dette synspunkt næppe ubetinget rigtigt.

GUILD (1968) påpeger, at driftsformen »Femelschlag« (gruppevis föryngelse) kan være risikabel derved, at de åbnede huller i kronetaget gør en ellers stormfast bevoksning udsat.

NEUSTEIN (1965) har påvist, at vel aftager vindtrykket på

bevoksningsranden med faldende afdriftsstørrelse, men dette mere end opvejes af den relativt tiltagende randlængde.

Det er en almindelig iagttagelse, at stormfald let begynder, hvor der opstår huller i kronetaget, fx. ved råd eller forsumpning eller ved nye spor.

VOLK (1968) beretter, at *blandskov* i »Femelschlag«- eller »Plenterbetrieb« har holdt bedre stand end ensartede bevoksninger, men lader to mulige forklaringer stå åbne: bedre gensidig støtte mellem træerne, eller bedre filtervirkning?

HOLTEN (1904) finder det sandsynligt, at en *blandskov* på omdriftsstadiet vil have den fordel, at arealet næppe bliver helt blottet i tilfælde af stormulykke.

HENRIKSEN (1982) nævner muligheden af, at etagerede *blandingsbevoksninger* er det vigtigste middel til forbedring af skovens stabilitet.

SCHOEPFFER (1975) oplyser, at de såkaldte »Erdmann«-bevoksninger*) har klaret sig langt bedre end rene nåletræbevoksninger.

Der er rapporteret tilfælde, hvor stormen har pillet indblandet rødgran (HOLTEN 1904, MASCHER 1965) eller andre nåletræarter (KUNER 1967) ud af bølgebevoksninger. Nåletræbevoksninger er imidlertid blevet tydeligt stabiliseret, hvis de har en løvtræindblanding på mindst $\frac{1}{5}$ af stamtallet (BOSSHARD 1967). Og blandingsbevoksninger af bøg og rødgran er blevet totalskadede side om side med bevoksninger, hvor kun rødgran er væltet (PRIEN & LEYDOLPH 1974).

Diskussionen om blandskovens større eller mindre stabilitet ville vinde ved, at begrebet »blandskov« blev defineret. Hvis det forstås som fleretagerede bevoksninger af forskellige træarter på velegnede lokaliteter, er det mit indtryk fra ekskursioner til især Vesttyskland, at der ofte opnås en skov, som er mere stabil end ensaldrende nåletræbevoksninger på samme lokalitet. Kronetags ujævnhed taler imod fleretagerede bevoksninger af

*) Skovfyr i renbestand transformeret til blanding med ædelgran, lærk, bøg og eg.

forskellige træarter, mens en eventuelt bedre sundhedstilstand taler for. En generalisering finder jeg umulig (og stabilitet kan købes for dyrt – men det spørgsmål ligger uden for denne artikels rammer).

Hvad træernes *form* angår, mener BRÜNIG (1973 og 1974) – ligesom andre forfattere, fx. PRPIC (1969) – at de mest stormtruede træer i en bevoksning er dem, der har en høj $h/d_{1.3}$ -kvote, hvilket BRYNDUM (1978) imidlertid ikke har fundet belæg for. BRÜNIG anfører (1973) en række momenter, som tilsammen taler for, at det m.h.t. stormfaldsrisiko er en fordel, at navnlig de herskende træer har stor afsmalning: sammenhængen mellem kronediameter og $d_{1.3}$ er retliniet; kronens tværsnitsareal vokser med 2.potens af kronediameteren; kronvægten vokser lineært med $d_{1.3}$; *men* bøjningsstyrken i den nederste stammedel øges med 3.potens af $d_{1.3}$.

7. Tynding.

Hos HAMILTON (1980) findes nogle *teoretiske overvejelser* over tyndings indflydelse på bevoksningens stormfasthed:

Mindst stormskade må forventes i en utyndet bevoksning – det forholdsvis jævne og tætte kronetag lader i ringe grad vinden trænge ind i bevoksningen, og samtidig støtter de tætstående træer hinanden. Tyndingen bryder disse gunstige forhold, men i hvilket omfang det sker, afhænger af tyndingsstyrke og tyndingsmåde. Yderpunkterne er henholdsvis svag tynding fra neden og rækkevis tynding. Kronetaget og træernes gensidige støtte brydes kun lidt ved førstnævnte indgreb, mens rækkevis tynding giver vinden særdeles gode muligheder for ødelæggelse.

Hvor dybt og hvor kraftigt vinden trænger ind i bevoksningen afhænger af, hvor store åbninger der skabes. Fjernelse af to rækker ad gangen må altså være farligere end fjernelse af enkeltrækker. Iøvrigt er det mere risikabelt, hvis rækkerne løber på tværs af vindretningen end parallelt med denne.

Bevoksningen er mest sårbar umiddelbart efter tynding; stabiliteten øges, efterhånden som kronetaget sluttes igen,

(vedr. rodudvikling, se nedenfor). Stærke tyndinger af en given art er derfor farligere end svage. Tidlige tyndinger må være fordelagtigere end sene tyndinger, dels fordi træernes regenerationsevne er større, og dels fordi højde og kronestørrelse – og dermed det potentielle vindtryk – er mindre.

MACKENZIE (1976) anfører – tilsyneladende generelt for nåletræer – at det tager mindst fire år, før en bevoksning er stabiliseret efter tynding.

Stærkt medvirkende til stabiliseringen er naturligvis rodnettets reaktion. FRASER (1965) viser målinger fra planteafstandsforsøg i rødgran og sitkagran: på dybgrundet jord er røddernes reaktion på tynding langsom; på fladgrundet (våd) jord er den horisontale reaktion hurtig, men den øgede vandmængde reducerer til gengæld de vertikale rødder.

Ifølge BUSBY (1965) er utyndede bevoksninger som helhed stabile, jfr. at Forsøgsvæsenets A-parceller i nåletræ klarede sig bedst i 1981-stormen. Til gengæld skulle de enkelte individer være ustabile, således at det er farligt, hvis der går hul på en utyndet bevoksning, fx. som følge af tørke eller snetryk. Der findes – man fristes til at sige: naturligvis – eksempler på, at tyndede og utyndede bevoksninger har klaret sig lige dårligt (IRVINE 1970).

FOOT (1975) gør opmærksom på, at det forøgede diskonterede udbytte af den blivende bestand ved tynding indtræder forholdsvis sent i bevoksningens liv, så hvis der er tvivl om, at bevoksningen kan overholdes relativt længe, er det muligvis økonomisk fordelagtigt helt at undlade tynding.

HENRIKSEN (1955) påpeger, at trametesinfektionen og dermed stormfaldsrisikoen antagelig er mindre ved svage hugstindgreb end ved stærke, ligesom stærke indgreb iøvrigt i sig selv forringer stabiliteten. Dette fører dog ikke umiddelbart til anbefaling af svag hugst. En hensigtsmæssig fremgangsmåde kan være stærke ungdomsindgreb og senere kun meget svag hugst.

Der er fundet to beskrivelser af *egentlige forsøg* vedrørende tyndingens indflydelse på stormfald:

- 1) HAMILTON (1980) når til følgende resultater (sitkagran):

a) Rækkevis tynding har medført 2-4 gange så stort stormfald pr. ha som selektiv tynding af nogenlunde samme intensitet.

b) Risikoen for stormfald vokser med stigende bevoksningshøjde, så hvor den første tynding er blevet forsinket, er faren for skade forholdsvis stor.

c) I utyndede bevoksninger er andelen af dominerende træer stor blandt vindfælderne. Ved selektiv tynding fra nedenuddvides størrelsesspektret, men også her er store træer i over-tal. Ved rækkevis tynding er de stormfældede træer ligeligt fordelt over størrelsesspektret.

d) Hvor jordbunden er ekstraordinært fugtig, er stormskaden størst.

e) Der er ikke tvivl om, at stormskade starter, hvor der er opstået stort hul i kronetaget:

- slæbespor i selektivt tyndede bevoksninger
- hvor fældede rækker mødes eller udmunder i spor
- i bevoksningsrand op til renafdrift.

HAMILTON's konklusion er, at rækkevis tynding fører til en mindre stabil bevoksning end selektiv tynding, navnlig p.g.a. den større påvirkning af kronetaget. Betydningen heraf er dog stærkt lokalitetsbestemt – på lidet vindudsatte steder med gode muligheder for rodudvikling skulle der ikke være betænkelighed ved rækkevis tynding.

2) KOHLSTOCK & LOCKOW (1981) finder på grundlag af et stort materiale af unge skovfyrbbevoksninger*):

a) Ved samme hugststyrke og samme bevoksningsgrad (Bestockungsgrad) efter hugst er der ingen signifikant forskel i stormskadens omfang ved forskellig tyndingsmåde: selektiv tynding, hugst af hver femte række og hugst af hver syvende række. Dette er i strid med HAMILTON's pkt. a.

b) Ved samme tyndingsmåde vokser stormskaden med hugstindgrebets styrke.

*) I det dog bemærkes, at kun godt 20% af stormskadens omfang kan »forklares«.

Ved vurderingen af resultatet fra *hugstforsøg* må det erindres, at disse ikke er anlagt primært med henblik på analyse af en eventuel sammenhæng mellem hugststyrke og stormfaldsrisiko. Ikke desto mindre foreligger der efterhånden så mange og overensstemmende resultater for rødgran, at der kan drages nogenlunde sikre konklusioner.

BORNEBUSCH (1937, s. 168) siger forsigtigt om Hastrupforsøget:

»Med Sikkerhed kan vi i alt Fald slutte, at de stærke Hugster ikke har bidraget til at forøge Bevoksningens Modstandsevne hverken overfor Trametes eller overfor Stormskade, men under de forhaandenværende Forhold og Bevoksningens Alder tværtimod har virket i modsat Retning«.

BRYNDUM (1964, s. 342) påpeger, at resultaterne af Hastrup-forsøget er blevet bekræftet af såvel udenlandske som senere danske hugstforsøg, og sammenfatter dem således:

»1) Udgangstederne for stormskaden har været i de meget stærke hugster, 2) de svage A- og B-hugster har formået at yde betydelig modstand mod skadernes videre fremtrængen, 3) stormen har overalt pillet de mest trametesangrebne partier eller enkelte træer ud og 4) ikke alene hugstgrad og sundhed, men også beliggenheden kan være afgørende«.

Af hugstforsøget i Gludsted plantage drager BRYNDUM (1969, s. 115) den konklusion

»at de hidtil indvundne resultater har sandsynliggjort, at de meget stærke hugstgrader, i hvert fald D₂ og L-graderne, har bevirket, at stabiliteten er blevet noget forringet . . .«^{*}

Om hugstforsøget på Ravnholt siges (BRYNDUM 1974, s. 99):

»Der foreligger . . . et ret stort materiale til belysning af en eventuel sammenhæng mellem hugststyrke og vindstabilitet, særlig værdifuldt i den henseende, fordi der . . . ikke har kunnet påvises nogen hugststyrkeafhængighed i de højere aldre i rådfrekvensen; alligevel er billedet ikke umiddelbart særlig klart«.

Og endelig om hugstforsøgene i ung rødgran på leret morænejord (BRYNDUM 1978, s. 124):

*) L-hugsten er med tiden, dvs. siden de kraftige indgreb, blevet stabil. Derimod har B-F-hugsten vist sig mest ustabil efter alle stærke indgreb (BRYNDUM, pers. medd.).

»Sammenfattende kan det . . . siges, at der med det samme består en vis fare for stormfald ved stamtalsreduktioner så stærke som i D- og D-B-graderne, selv når de indsættes på så tidligt et udviklingsstadium som ved bestandshøjder under 10 m. Ved fortsat meget stærk hugst stiger risikoen for stormskade kraftigt med øgende bevoksningshøjde, og den er navnlig stor i tiden umiddelbart efter hugstindgreb. Ophører de meget stærke hugstindgreb derimod, inden bevoksningshøjden bliver 15 m, opnår man at få en meget vindstabil bestand. Disse resultater er i nøje overensstemmelse med nylig fremlagte resultater fra et meget stort antal svenske hugstforsøg i unge rødgran- og skovfyrbevoksninger . . . og i nogen grad også med tyske erfaringer . . .«

Der foreligger utallige *spredte observationer*; nogle eksempler:

Storm kan naturligvis være så voldsom, at der ikke er nogen sammenhæng mellem tyndingsstyrke og skadeomfang (KUNER 1967, BRUNIG 1973). Det er også klart, at hugstindgreb er særligt farlige på fladgrundede jorder (S.W.O.A.C. 1972). Hvor en storm følger hurtigt efter udhugning, sker der uvægerligt skade – dette er vel nok den sammenhæng, hvorom der er størst enighed (OPPERMANN 1894, WEISMANN 1904, LEIBUNDGUT 1969, PERSSON 1972, NECKELMANN 1982).

Nogle forfattere mener, at tidlig og stærk hugst fremmer stabiliteten, fordi træerne vænnes til vindpåvirkning (PERSSON 1972, FOOT 1975), og fordi senere hugstindgreb ved større og derfor farligere bevoksningshøjde derved kan begrænses (MØLLER 1957, NECKELMANN 1981). JENSEN (1952 og 1954) anbefaler uden nærmere redegørelse en stærk hugst, og GANDIL (1932 og 1934) taler lige så upræcist imod en svag hugst. Der er dog også fortalere for svage og hyppige hugstindgreb (FRASER 1964, LEIBUNDGUT 1969).

Mine erfaringer peger i retning af HAMILTON's resultat, at rækkevis hugst i rødgran (og formentlig i sitkagran) kan forringe stabiliteten. Hvad hugstgraderne betyder for rødgrans stormfæstethed, kan næppe sammenfattes bedre end citatet fra BRYNDUM (1978) ovenfor. Opmærksomheden skal dog henledes på B-F-hugstens manglende stabilitet – det er jo ikke nogen ualmindelig hugstmodel i dansk skovbrug.

8. Bevoksningsranden.

Fig. 1 (s. 249) viser vindens bevægelser, når den møder en tæt bevoksningsrand: den presses tilvejs og slår ned igen et stykke inde i bevoksningen. Denne såkaldte turbulenseffekt er velkendt – randen i vindsiden holder, mens træerne bagved vælter, ofte med det resultat at der udvikles et fladefald (iøvrigt har randtræerne vænnet sig til blæsten).

Af fig. 4 fremgår, hvorledes vinden opfører sig, når den i stedet møder en relativt åben bevoksningsrand: den filtreres og taber gradvis sin kraft, så at bevoksningen snarere bliver stående end i tilfældet med den vindbremsende rand.

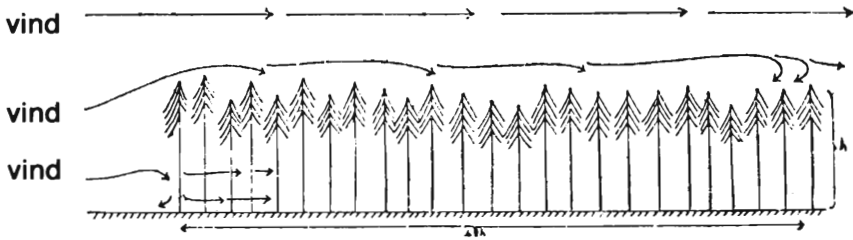


Fig. 4: Illustration af vindens filtrering i en åben bevoksningsrand (BAGULEY 1962, s. 158).

FRASER har udført omfattende modellforsøg i vindtunnel af »bevoksningsrandens« indflydelse på luftstrømmen. De kan sammenfattes således (HÜTTE 1969):

Model 1: Samme afstand mellem alle træerne, altså uden særligt udformet rand.

Bag ved de fire første trærækker aftager vindtrykket hurtigt. Derefter følger en zone, hvor lavt og højt vindtryk veksler. Efter den tiende række aftager vindtrykket langsomt.

Model 2: I de fire første rækker – en bredde svarende til bevoksningshøjden – er afstanden mellem træerne dobbelt så stor som i bevoksningen iøvrigt.

I randen aftager vindtrykket langsommere, men mere jævnt end i model 1. Et vindtryk som det laveste i model 1 opnås først

ved den 14. række, dvs. i en afstand af 3,5 gange bevoksningshøjden.

Model 3: Træerne i randen står dobbelt så tæt som i resten af bevoksningen.

Vindtrykket aftager hurtigt i den tætte rand og når det laveste niveau af alle modeller, uden at der optræder en zone med varierende vindtryk som i model 1.

Model 4: Samme afstand mellem alle træer, men i randen – de fire første rækker – stiger højden med 35° i vindretningen.

I og umiddelbart bag randen aftager vindtrykket hurtigt. Efter den 8. række, svarende til 2 gange bevoksningshøjden, er trykket mindre end i model 1 og 2, men ikke så lavt som i model 3.

FRASER (1964) konkluderer, at randens udformning spiller en stor rolle, men påpeger også at topografien måske har væsentlig betydning, og dette er ikke undersøgt. HÜTTE (1969) udleder af forsøgene, at den tætte rand giver den fordel fremfor den åbne, at vindtrykket reduceres mere. Imidlertid tyder hans egne undersøgelser på, at randtræerne kun kan vænne sig til at modstå stærkt vindtryk, hvis de har god svingningsmulighed – altså en fordel ved den åbne rand. SOMERVILLE (1980) finder resultaterne af FRASER's vindtunnelforsøg bekræftet i praksis.

Hvad angår *praktiske foranstaltninger*, kan der skelnes mellem tre situationer:

- der anlægges et selvstændigt læbælte
- bevoksningsranden behandles fra starten med henblik på stabilisering
- bevoksningen bliver pludseligt udsat for stormfaldsrisiko.

8.1 Selstændigt læbælte.

Et velkendt eksempel på læbælter af stormfaste træer som værn for nåletræbevoksninger er de ca. 10 m brede »egekapper« i hedeskovbruget (FROMSEJER 1960). En anden udbredt værnforanstaltning er at lade en smal bræmme af den afdrevne løvtræbevoksning blive stående som læ for den nye nåletræbevoksning.

Som bl.a. anført af NECKELMANN (1981) har løvtræbælter iøjnefaldende ulemper: det varer længe, før en værnvirkning opnås; etablering og pleje er dyr; og vedproduktionen er lille og af dårlig kvalitet.

Hertil kommer den fare, at de kan blive for tætte, så de forøger stormfaldsrisikoen p.g.a. turbulensvirkning. Dette fremhæves bl.a. af OTTO (1976).

SCHMIDT-VOGT (1980) peger på den ulempe ved læbælter, at den beskyttede bevoksning bliver for sart, fordi den ikke stimuleres af vindpåvirkning.

WEISMANN (1904) fandt, at løvtræbælter ingen virkning havde i 1902-stormen, mens JENSEN (1952) fandt beviser på det modsatte ved stormen 1952.

8.2 Opbygning af stabil bevoksningsrand.

KRAMER (1980) anbefaler sikring af rødgranbevoksninger ved på kulturtidspunktet at benytte stor planteafstand, fx. 3×3 m, i et 30-40 m bredt bælte i vindsiden. Dette skal følges op med en kraftig hugst, så randtræerne opnår en særlig lav $h/d_{1,3}$ -kvote, jfr. afsnit 5. I normalt tyndede rande skal afstanden til nabobevoksningen helt op på 10-13 m, før de yngste træers form påvirkes i stabiliserende retning, se fig. 5.

På basis af undersøgelser anbefaler SCHRETZENMAYR *et al.* (1974), at opbygningen af randen sker, før bevoksningen er ca. 40 år gammel. Randtræerne skal være dybkronede til alle sider og have haft plads nok til at udvikle sig til selvstændige og dermed forholdsvis stormfaste individer.

MITSCHERLICH (1973) anbefaler opkvistning og tidlig tynding som midler til opbygning af stormfaste bevoksningsrande og gør samtidig opmærksom på, at randen ikke må være smal – vindens kraft skal kunne nå at blive reduceret på vejen gennem randen.

NECKELMANN (1981) foreslår, at der i større rødgrankomplekser indlægges 20-30 m brede bælter, hvor stamtalsreduktionen sker hurtigt. Hugsten i disse bælter bør foretages i april-maj, hvor stormfaren er beskeden, og så rødderne får en vækstsæson at stabilisere sig i før efteråret.

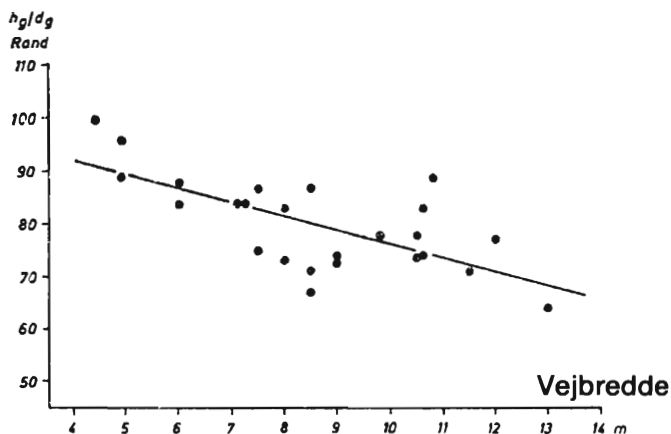


Fig. 5: Sammenhæng mellem $h/d_{1,3}$ på randtræer og afstanden til nabobevoksninger; rødgran bon. I > 50 år. (KRAMER 1975, s. 12)

8.3 Behandling af pludseligt eksponeret bevoksningsrand.

Der kendes navnlig fra Tyskland (HÜTTE 1964), men også herhjemme »mekaniske« stabiliseringsmetoder, som formentlig nu er opgivet overalt p.g.a. manglende effektivitet og for store udgifter:

- tøjrning af alle herskende træer i en 10-25 m bred rand ved hjælp af barduner fra 2/3 træhøjde til nederste del af et nabotræ
- sammenkædning af trætoppene
- belastning af rodkagen i vindsiden med sten.

Der var en overgang tilslutning til etablering af vindkanaler, dvs. rydning af bæltet – ca. to trælængder brede – parallelt med den fremherskende vindretning, ud fra den teori at vinden ville blive sluset gennem disse baner og ikke ødelægge de mellemliggende bevoksningspartier. FRÖMSDORF (1967) kender eksempler på, at vindkanaler har virket, men ifølge HÜTTE (1967b) er dette umuligt alene p.g.a. vindens struktur. Desuden skabes der nye rande, ganske vist i vindretningen – men en storm kan godt dreje 90° .

I Vesttyskland (HÜTTE 1969) er der foretaget omfattende, systematiske forsøg, som klart viser positive virkninger af en række *samtidige* tiltag i bevoksningsranden:

1) En af storm beskadiget rand skal rettes af (smlg. MØLLER's modsatte råd, afsnit 6). Ifølge MASCHER (1965) skal yderligere 6-10 m ryddes, så der ikke står »løse« træer tilbage.

2) Også døde eller svækkede (fx. tørkeskadede) træer skal fjernes. Det samme gælder undertrykte træer samt eventuelt de mindst vækstkraftige af de herskende træer – vinden skal jo filtreres i randen, ikke standses.

3) På fugtige steder skal der om muligt anlægges en grøft parallelt med bevoksningsranden, angiveligt i en afstand af 3-5 m. Dette må dog være betinget af forholdene i det konkrete tilfælde. Og iøvrigt forekommer den nævnte afstand for lille ud fra den betragtning, at selv de yderste randtræers horisontalrødder i læsiden beskadiges ved grøftegravningen.

4) Ved topkapning skabes der en gradvist stigende bevoksningsrand – samme princip som naturen selv følger på forblæste lokaliteter. Samtlige træer topkappes i et bælte på 15-35 m,*) den retningslinie kan formentlig bruges, at bredden nogenlunde skal være lig med bevoksningshøjden.

Ifølge HÜTTE skal mindst 50 og højst 60% af de yderste træers kronelængde kappes af. Kapningsomfanget må dog afhænge af træernes levende kronedybde – træerne må jo ikke gå ud. HÜTTE fremhæver da også, at mindst 1/3 af kronen (formentlig af levende kronevolumen) skal bevares. MASCHER (1965) mener, at topkapning kun kan ske uden risiko for alvorlig svækkelse af træerne, hvis kronedybden mindst udgør 1/5 af træhøjden.

Topkapningen skal aftage gradvis ind i bevoksningen og foregå så langt, at man i en afstand af to bevoksningshøjder uden for randen ikke kan se intakte kronetoppe. På fugtige steder kan det være nødvendigt at strække topkapningen længere ind i bevoksningen.

5) Vindens angrebsflade og kraftmomentet skal reduceres

*) MASCHER (1965) anbefaler 25-45 m.

yderligere ved tynding i de topkappede træers krone. Det er grene, som vender imod vinden og vinkelret herpå, der skal skæres af. Det er nemlig den såkaldte »jalousivirkning«, der skal nedbringes : i stærk blæst vender grenene sig, så de danner en tæt vifte. Også NECKELMANN (1981) anbefaler opkvistning af de topkappede træer.

Iøvrigt anfører NECKELMANN (1981 og 1982) et eksempel, hvor opkvistning *uden* topkapning har haft stabiliserende virkning. Følgende fremgangsmåde anbefales (1981, s. 308):

»Alle træer (excl. helt undertrykte) i bæltet på 15-25 m's bredde – stigende med bevoksningshøjden – opkvistes, eventuelt efter en moderat hugst for at reducere antallet af træer, som skal behandles. Der opkvistes til 2-5 m fra toppen, svarende til ca. 20% af træhøjderne fra 10-25 m.

Hvor en foryngelse ikke er umiddelbart forestående, kan det måske vise sig nødvendigt senere at følge opkvistningen op, og eventuelt føre den yderligere en halv snes meter ind i bevoksningen.«

At sådan opkvistning alene skulle virke effektivt stabiliserende, stemmer øjensynligt ikke overens med de tyske erfaringer.

6) Især i unge bevoksninger bør snitfladerne beskyttes mod svampeinfektion.

7) De som anført behandlede rande skal løbende vedligeholdes, dels ved fjernelse af døde træer, og dels ved opkvistning til imødegåelse af ny kronedannelse.

Ifølge HÜTTE (1964) kan der ved den beskrevne randbehandling opnås en sikkerhed på 70-80%.

Hvad angår de praktiske foranstaltninger til behandling af bevoksningsranden, er erfaringerne så talrige og overvejende entydige, at en sammenfatning kan indskrænkes til: *Der kan normalt gøres noget for at reducere stormfaldsrisikoen. Det skal dog fremhæves, at jeg ikke har set overbevisende eksempler på effekten af selvstændige løbælter. Såfremt særlige løbælter findes nødvendige, bør de være så brede, at de kan behandles som permanente værnskovsbevoksninger – men det kan let blive en dyr forsikring.*

9. Afsluttende bemærkninger.

Som det er fremgået, er meningene om stormfaldsårsagerne delte, undertiden i en sådan grad at diametralt forskellige

opfattelser står over for hinanden. Grunden til denne forvirring er naturligvis, at stormfald er en uhyre kompleks problemstilling, hvis der ikke er tale om helt indlysende forhold.

Stormfaldsforskningens vilkår er ikke gunstige. På den ene side skal det klimatiske fænomen »storm« analyseres, hvilket er vanskeligt:

En given, skadevoldende storm lader sig ikke genskabe, så de ønskede data kan indsamles. Der vil fra meteorologiske stationer foreligge målinger af vindhastighed og -retning, stormstødenes styrke og varighed, nedbøren, temperaturen o.m.m. Dette er imidlertid, hvad man kan kalde »makrodata«, mens »mikrodata«, dvs. målinger fra den enkelte stormfalds-lokalitet, ikke foreligger. I det nordlige England og i Skotland analyseres en given lokalitet forud for tilplantning ved hjælp af små stofflag, som vinden river itu. De således indsamlede oplysninger benyttes bl.a. til at fastsætte grænselinier for tilplantningens forsvarlighed. Hvis skoven allerede findes, som tilfældet jo normalt er i Danmark, er sådanne målinger næppe relevante.

Iagttagelser synes at vise, at selv små terrænforskelle kan betyde meget for vindens effekt. Dette kan i nogen grad analyseres ved vindtunnelforsøg; de foreligger da også, og det i så stort omfang, at det efter min opfattelse ikke er muligt at nå ret meget længere ad den vej.

På den anden side skal stormfaldsobjektet – skoven – analyseres. Vindtunnel- og trækmålinger kan bidrage til at vise, hvor store energimængder træerne maximalt kan modstå. Trods forsøg gennem mange år er den foreliggende viden om, hvordan træerne reagerer, beskeden; men det er nok rimeligt at arbejde noget videre i dette spor. Lokalitetsspecifikke forhold som fx. jordbund gør det imidlertid vanskeligt at omsætte modeltræmålinger til praktisk erkendelse.

Projekt »Skovstruktur og stormfald« søger at uddrage nogle grove retningslinier for skovopbygning af det empiriske materiale, som novemberstormen 1981 giver. De spørgsmål, der søges besvaret, er af typen: hvorfor blev nabobevoksningen til en stormfældet bevoksning stående? Det er for tidligt at sige,

om projektet kan afsløre praktisk brugbare sammenhænge mellem skovstrukturen og stormfaldsfare.

Det interessante spørgsmål: hvilken stormfaldsrisiko er det økonomisk forsvarligt at acceptere, bliver der forhåbentlig mulighed for at tage op.

10. English summary.

Forest Structure and Windthrow. A review of recent literature

In November 1981 a storm caused heavy damage to Danish forestry, throwing about 3 million cubic metres of coniferous wood, equal to three years' normal removals. This catastrophe gave rise to a research project in which possible relations between forest structure and extent of damage are analysed, the hope being to contribute to guidelines for forest management planning.

As a part of the project, Danish and recent foreign literature on the subject has been studied, and the present article summarizes the main findings of immediate interest to forestry practice.

The subjects covered are: soil conditions, tree species, stand phase (age, height, diameter, volume, crown size and form), stand structure (canopy, mixed/storied versus monoculture/even aged, stem form), thinning, and stand edge treatment.

Opinions on the subject differ very much, a fact which may partly be due to an overwhelming influence of local characteristics. The project is carried on because it looks as if these characteristics have so far not been taken into account in a sufficiently systematic way.

11. Citeret litteratur.

- ALEXANDER, R. R. 1964: Minimizing Windfall Around Clear Cuttings In Spruce-Fir Forests. – *Forest Science* (10): 130-142.
- ANDERSEN, L. & L. GRAUDAL 1982: Stormfalds hyppighed og omfang i nåletræ i Danmark. En objektiv sandsynlighedsfordeling. – Skovbrugsinstituttet, 111 s., dupl.
- BAGULEY, M. J. 1962: Thinning intensity at wood margins in coniferous even-aged crops. – *Scottish Forestry* (16): 157-159.
- BAZZIGHER, G. & P. SCHMID. 1969: Sturmschaden und Fäule. – *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen* (120): 521-535.
- BOOTH, T. C. 1977: Windthrow hazard classification. – *Research Information Note*. Forestry Commission, UK, No. 22, 4 pp.
- BORNEBUSCH, C. H. 1937: Stormskaden paa Udhugningsforsøget i Hastrup Plantage den 8. Februar 1934. – *Forstl. Fors. væs. Danm.* (14): 161-169.
- BOSSHARD, W. 1967: Erhebungen über die Schäden der Winterstürme 1976. – *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen* (118): 806-820.

- BRYNDUM, H. 1964: Forsøgsvæsenets afsluttende rødgranprøveflader. – Forstl. Fors. væs. Danm. (28): 261-397.
- 1969: Rødgranhugstforsøget i Gludsted plantage. – Ibid. (32): 1-156.
- 1974: Rødgranhugstforsøget på Ravnholt. – Ibid. (34): 1-160.
- 1975: Anmeldelse af PERSSON 1975. – Dansk Skovforenings Tidsskrift (60): 281-289.
- 1978: Hugstforsøg i ung rødgran på leret morænejord. – Forstl. Fors. væs. Danm. (36): 1-180.
- BRUNIG, E. F. 1973: Sturmschäden als Risikofaktor bei der Holzproduktion in den wichtigsten Holzherstellungsgebieten der Erde. – Mitteilungen der Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft, Reinbek, Nr. 93: 17-34.
- 1974: Das Risiko in der forstlichen Funktionenplanung, dargestellt am Beispiel der Sturmgefährdung. – Allgemeine Forst- und Jagd- Zeitung (145): 60-67.
- BUSBY, J. A. 1965: Studies on the stability of conifer stands. – Scottish Forestry (19): 86-102.
- CREMER, K. W., B. J. MYERS, F. VAN DER DUYS & I. E. CRAIG. 1977: Silvicultural Lessons from the 1974 Windthrow in Radiata Pine Plantations near Canberra. – Australien Forestry (40): 274-292.
- FOOT, D. L. 1975: Forest management at Craik. A review of current thinking with special reference to windblow. – Scottish Forestry (29): 129-134.
- FRASER, A. I. 1962: The Soil and Roots as Factors in Tree Stability. – Forestry (35): 117-127.
- 1964: Wind tunnel and other related studies on coniferous trees and tree crops. – Scottish Forestry (18): 84-92.
- 1965: The Uncertainties of Wind-damage in Forest Management. – Irish Forestry (22): 23-30.
- 1967: The uncertainties of wind-damage in forest management. – I: Fraser, A. I. & J. B. H. Gardiner: Rooting and Stability in Sitka Spruce. – Forestry Commission Bulletin No. 40: 24-28.
- 1971: Meteorology. – I: Holtam, B. W. (edit.): Windblow of Scottish Forestry in January 1968. – Ibid. No. 45: 3-7.
- FROMSEJER, Kr. 1960: Egekapper. – Hedeselskabets Tidsskrift (81): 294-301.
- FRÖMSDORF, G. 1967: Über die Verminderung von Sturmschäden in Fichtenbeständen auf wechselfeuchten Stauwasserböden. – Allgemeine Forstzeitschrift (22): 735-738.
- GANDIL, Chr. 1932: Stormen den 8.-9. Juli 1931 og dens Virkninger i danske Skove. – Dansk Skovforenings Tidsskrift (17): 35-40.
- 1934: Stormen den 8. Februar 1934. – Ibid. (19): 329-373.
- GLOYNE, R. W. 1968: The structure of wind and its relevance to forestry. – Forestry (suppl.): 7-19.
- GUILD, D. W. 1968: Windthrow in Switzerland. – Forest Society Journal, 3: 9-13.

- HAMILTON, G. J. 1980: Line Thinning. – Forestry Commission Leaflet No. 77. 27 s.
- HELLES, F. 1982: En gennemgang af den foreliggende viden om stormskader på skov. – Projekt: Skovstruktur og stormfald. Arbejdsnotat nr. 2. Skovbrugsinstituttet, 34 s., dupl.
- HENRIKSEN, H. A. 1955: Nåletræernes produktion og stabilitet. – Dansk Skovforenings Tidsskrift (40): 571-586.
- 1982: Svar fra en »forst-professor«. – Skoven (14): 156-157.
- HOLMSGAARD, E. 1982: Stormfald. – Tidsskrift for Landøkonomi: 133-138.
- HOLSTENER-JØRGENSEN, H. 1961: Undersøgelse af træarts- og aldersindflydelse på grundvandstanden i skovtræbevoksninger på Bregentved. – Forstl. Fors. væs. Danm. (27): 233-480.
- HOLTEN, A. 1904: Driftsforholdsregler mod Stormskade i Naaleskov. – Tidsskrift for Skovvæsen (16)A: 86-93.
- HÜTTE, P.: Sturmschutz in Fichtenbeständen. Einige Erfahrungen mit technischen Massnahmen. – Allgemeine Forstzeitschrift (19): 356-358.
- 1967a: Die standörtlichen Voraussetzungen der Sturmschäden. – Forstwissenschaftliches Centralblatt (86): 276-295.
- 1967b: Möglichkeiten und Grenzen der Absicherung angebrochener Fichtenbestandesränder. – Forsttechnische Information: 87-104.
- 1968: Experiments on Windflow and Wind Damage in Germany; Site and Susceptibility of Spruce Forests to Storm Damage. – Forestry (suppl.): 20-26.
- 1969: Sturmgefahr und Traufschutz. – Allgemeine Forstzeitschrift (24): 243-246.
- IRVINE, R. E., 1970: The significance of windthrow for *Pinus radiata* management in the Nelson District. – New Zealand Journal of Forestry (15): 57-68.
- JAKOBSEN, B. & C. RASMUSSEN, 1952: Stormen den 11. februar 1952. – Dansk Skovforenings Tidsskrift (37): 193-206.
- JENSEN, C. F., 1952: Orkanen den 11. februar 1952. – Ibid. (37): 290-298.
- 1954: Stormene den 11. februar 1952 og 1953 samt 21. februar 1953. – Ibid. (39): 114-118.
- KOHLSTOCK, N. & K.-W. LOCKOW, 1981: Mathematisch-statistische Untersuchungen über die Sturmgefährdung rationell gepflegter Kiefern-jungbestände – ein Beitrag zur Erhöhung der Betriebssicherheit. – Beiträge für die Forstwirtschaft (15) 1-7.
- KRAMER, H., 1975: Erhöhung der Produktionssicherheit zur Förderung einer nachhaltigen Fichtenwirtschaft. – Forstarchiv (46): 9-13.
- 1980: Tending and stability of Norway Spruce stands. – I: UNESCO/IUFRO: Stability of Spruce forest ecosystems: 121-134, Brno 1980.
- KUNER, M., 1967: Die Wintersturmschäden der letzten Jahre. – Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen (118): 435-445.

- LEIBUNDGUT, H., 1969: Erhöht eine starke Durchforstung die Windwurfgefahr? – *Ibid.* (120):110-112.
- MACKENZIE, R. F., 1974: Some factors influencing the stability of Sitka spruce in Northern Ireland. – *Irish Forestry* (31): 110-129.
- 1976: Silviculture and Management in Relation to Risk of Windthrow in Northern Ireland. – *Ibid.* (33):29-38.
- MASCHER, R., 1965: Die Sicherung sturmgeschädigter Fichten-Nachwuchsbestände durch Wipfelköpfung. – *Der Forst- und Holzwirt* (20): 284-288.
- MITSCHERLICH, G., 1973: Sturmgefahr und Sturmsicherung. – *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen* (125): 199-216.
- MØLLER, C. MAR., 1957: Stormfaldets betydning for dansk skovbrug. – *Dansk Skovforenings Tidsskrift* (42): 526-543.
- 1965: Vore skovtræarter og deres dyrkning. – *Kbh. (Dansk Skovforening)*, 550 s.
- NECKELMANN, J., 1981: Stabilisering af rande og interne læbælter i rødgranbevoksninger på sandjord. – *Dansk Skovforenings Tidsskrift* (66): 296-314.
- 1982: Stabiliseringsforsanstaltninger i rødgran – og novemberstormen 1981 – *Ibid.* (67): 77-86.
- NEUSTEIN, S. A., 1965: Windthrow on the margins of various sizes of felling area. – *Report on Forest Research, For. Comm.* (1963/64, 1965): 166-171.
- 1971: Damage to forests in relation to topography, soil and crops. – I: *Holtum, B. W.* (edit.: *Windblow of Scottish Forests in January 1968.* – *Forestry Commission Bulletin No. 45*: 42-48.
- NIELSEN, C. C. N., 1982: En stabilitetsundersøgelse i *Pinus contorta* ved hjælp af en trækmålingsmetode. – *Dansk Skovforenings Tidsskrift* (67): 1-41.
- OPPERMANN, A., 1894: Stormen d. 12te Februar 1894 og dens Virkning i de danske Skove – *Tidsskrift for Skovvæsen* (6)A: 79-120.
- OTTO, H.-J., 1976: Forstliche Erfahrungen und Folgerungen aus den Waldkatastrophen in Niedersachsen. – *Der Forst- und Holzwirt* (31): 285-295.
- PERSSON, P., 1972: Vind- och snöskadors samband med beståndsbehandlingen – inventering av yngre gallringsförsök. – *Rapp. och Upps. Nr. 23, Inst. f. Skogsprod., Stkh.*, 152 s.
- 1975: Stormskador på skog – uppkomstbetingelser och inverkan av skogliga åtgärder. – *Ibid.* nr. 36, 294 s.
- PRIEN, S. & M. LEYDOLPH, 1974: Ursachen und begünstigende Faktoren für Sturmschäden im Mittelgebirge. – *Beiträge f.d. Forstwirtschaft* (8): 69-76.
- PRPIC, B., 1969: Über den Einfluss von Stammform und Standort auf die Sturmfestigkeit der Fichte. – *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen* (120): 145-154.

- PYATT, D. G., 1966: The soil and windthrow surveys of Newcastleton Forest, Roxburghshire. – *Scottish Forestry* (20): 175-183.
- 1968: Forest management surveys in forests affected by wind. – *Forestry* (suppl.): 67-76.
- REPUBLIQUE POPULAIRE ROUMANIE, 1961: Influence de la structure des peuplements sur leurs résistance vis-a-vis du vent. – *IUFRO Proceedings*, 13. Kongres, Wien. 18 s.
- SABROE, A. S., 1934: Den sidste Februarstorm. – *Dansk Skovforenings Tidsskrift* (19): 403-406.
- SAVILL, P. S., 1976: The Effects of Drainage and Ploughing of Surface Water Gleys on Rooting and Windthrow of Sitka Spruce in Northern Ireland. – *Forestry* (49): 133-141.
- SCHMIDT-VOGT, H., 1980: Stability of Spruce-virgin forests and stabilization of artificially established Spruce stands. – I: *UNESCO/IUFRO: Stability of Spruce forest ecosystems*: 65-74. Brno 1980.
- SCHOEPPFER, H., 1975: Das Forstamt Erdmannshausen nach dem Orkan vom 13. November 1972. – *Allgemeine Forstzeitschrift* (30): 373-375.
- SCHRETZENMAYR, M., R. HAUPT & Th. ULLRICH, 1974: Zusammenhänge zwischen der Struktur des Waldrandes und dem Auftreten von Sturmschäden in der montanen Stufe des Ostharzes und sich daraus ergebende Hinweise zur Pflege der Waldränder. – *Die sozialistische Forstwirtschaft* (24): 116-120.
- SOMERVILLE, A., 1980: Wind stability: Forest layout and silviculture. – *New Zealand Journal of Forestry Science* (10): 476-501.
- S.W.O.A.C., 1972: Windthrow. – *Scottish Forestry* (26): 111-117.
- THOMSEN, H. S., 1971: Stormfaldet i de danske skove 1967 og 1968. – *Kulturgeografiske Skrifter* 8, AU, 113-131.
- VOLK, K., 1968: Über die Sturmschäden in Südbaden. – *Allgemeine Forst- und Jagdzeitung* (139): 45-56.
- WANGLER, F., 1976: Die Sturmgefährdung der Fichte in Abhängigkeit von Standort, Bestandestyp und Bestandeshöhe. – *Der Forst- und Holzwirt* (31): 220-222.
- WEISMANN, C., 1904: Julestormen 1902 og de danske Skove. – *Tidsskrift for Skovvæsen* (16)B: 18-76.
- WENDELKEN, W. J., 1966: Eyrewell Forest: A Search for Stable Management. – *New Zealand Journal of Forestry* (11): 43-65.

TRÆARTSVALG I DANSK SKOVBRUG*)

Af forstander, dr. agro
Erik Holmsgaard

Oxford class: 232.1: 651.71

I Danmark, hvor mere end 90 % af alle foryngelser sker ved plantning, er man forholdsvis frit stillet med hensyn til, hvilke træarter man vil anvende, når de gamle bevoksninger afdrives. Træartsvalget bliver derfor en af de vigtigste skovbrugsmæssige og skovbrugsøkonomiske foranstaltninger, fordi man herved former den ny skov og fastlægger jordens brug langt ud i fremtiden.

Den lange tidshorisont gør det ikke nemt at træffe det rigtige valg. For hvem ved med sikkerhed, hvilken træart der vil give det bedste økonomiske udbytte i løbet af en 60-100 årig periode? Usikkerheden, både med hensyn til prisudviklingen og den teknologiske udvikling bevirker, at man må lægge vægt på at vælge træarter, der har en stor produktion, og som samtidig kan udvikle sig til sunde bevoksninger med ringe risiko for, at produktionen afbrydes i utide.

Bortset fra *Juniperus communis* har vi i Danmark ingen naturligt forekommende nåletræer. Dog er det hos os – som næsten overalt i den nordlige tempererede zone – således, at dyrkning af nåletræer er økonomisk fordelagtigere end dyrkning af løvtræer. Dansk skovbrug har da også i over 200 år anvendt nåletræer.

*) Artiklen har i 1982 været trykt i »Tidsskrift for Skogbruk«, i et specialnummer for at hædre Ola Børset ved hans afgang som professor ved Institutt for Skogskjøtsel, Norges Landbrukshøgskole.

Plantning har i generationer været den normale foryngelsesmetode. Således anfører P.E. MÜLLER (1881), at bøgen er den eneste træart, der i nogen udstrækning forynges naturligt, og at man på daværende tidspunkt plantede halvdelen af bøgeforyngelserne. Kulturernes arealfordeling i de gamle skovegne udgjorde omkring 1880:

bøg	eg	andet løvtræ	nåletræ (hvoraf 80 % rødgran)
45 %	2 %	7 %	46 %

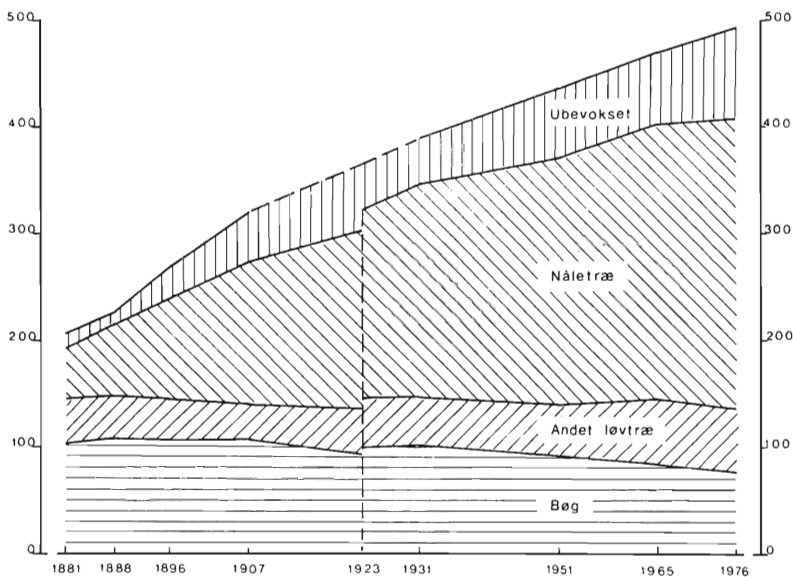
Løvtræarealet holdt sig næsten uændret fra 1880 og op til 1960, dog med betydelig stigning i ege-arealet og en tilsvarende reduktion i bøge-arealet. Men relativt er løvtræandelen faldet jævnt fra 77 % til 34 % af det bevoksede areal i de sidste 100 år, fordi de store tilplantninger på dårlig jord næsten udelukkende blev udført med nåletræer. Hovedtræk af udviklingen i arealfordelingen mellem løvtræer og nåletræer i de sidste hundrede år fremgår af figur 1.

I de gamle skovegne kultiverede man helt op til 2. verdenskrig næsten lige så meget løvtræ som nåletræ (CARL MAR: MØLLER, 1938). Det gør man ikke mere, og en meget betydelig del af de kulturer, der nu anlægges i skoven, har det formål at producere pyntegrønt og juletræer, hvortil navnlig anvendes ædelgranarterne *Abies nobilis* og *Abies nordmanniana*.

Den aktuelle situation vedrørende træartsvalget kan belyses ved, at statskovbruget på skovdistrikterne i de gamle skovegne i 1979 tilkultiverede 32 % af arealet med bøg, 10 % med eg, 7 % med andet løvtræ og 51 % med nåletræ, medens privatkovbruget, ifølge Dansk Skovforenings oplysninger, i de gamle skovegne i samme år plantede 16 % løvtræ og 84 % nåletræ (hvoraf 26 % var pyntegrønttræarter).

Den anførte procentvise arealfordeling af træarterne i de nye kulturer er ikke umiddelbart udtryk for, hvordan skoven vil komme til at se ud på langt sigt, fordi nogle af arterne, og da først og fremmest de, der anvendes til pyntegrønt og juletræer, har en meget kort produktionstid. Selv om $\frac{1}{4}$ af kulturerne i

i 1000 ha



Figur 1. Udvikling i skovarealet i Danmark i perioden 1881-1976 og arealets fordeling til bøg, andet løvtræ og nåletræ (*Danmarks Statistik 1967 og 1979*). Springet i 1923 skyldes genforeningen med Sønderjylland.

Forest area in Denmark 1881-1976 and the division between beech (bøg), other broadleaves (andet løvtræ), conifers (nåletræ) and not overgrown area (ubevokset).

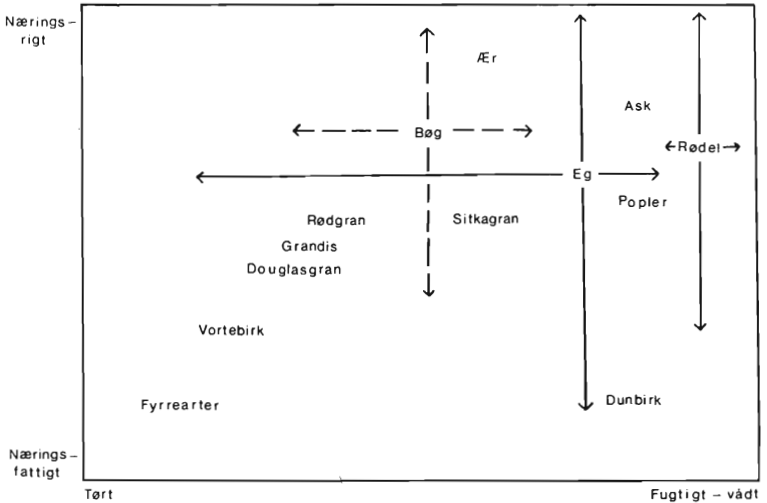
privatskovbruget for tiden anlægges som pyntegrønt- og juletrækulturer, så vil denne produktion dog kun komme til at beslaglægge nogle få procent af skovarealet, fordi omdriftstiden er så kort.

Jeg vil i det følgende begrænse mig til at diskutere anvendelsen af de træarter, der tjener vedmasseproduktionen i skovbruget, og se bort fra pyntegrønt- og juletræproduktionen, som ganske vist for tiden indbringer ca. 25% af dansk skovbrugs indkomster.

Lad os først se på de mere *generelle forhold* omkring træartsvalg, idet det indledningsvis bemærkes, at selv om Danmark er et lille land, så har vi en betydelig variation i vækstforholdene. Det skyldes navnlig, at vi har store forskelle i jordens bonitet,

der rækker fra frugtbar ler på Lolland til det fattigste sand på hedesletterne i Jylland.

I dansk skovbrugs almindelige praksis anvendes 15-20 træarter. Disse er forskellige i deres lokalitetskrav, bl.a. i deres



Figur 2. De almindeligste træarters krav til jordbundens indhold af vand og næringsstoffer. Træarterne er placeret på det sted i skemaet, hvor de har deres bedste udvikling set fra et forstligt synspunkt. Træarterne forekommer dog og kan anvendes over et langt større område end i deres optimumsområde. I skemaet er med pile vist spændvidden for den forstlige anvendelse af de 3 løvtræarter, bøg, eg og rødel (Holmsgaard 1981).

Common forest tree species placed where they have their most satisfactory development in relation to moisture and nutrient conditions (Holmsgaard 1981).

Næringsrigt	= High fertility	Fyrrearter	= Pinus sp.
Næringsfattigt	= Low fertility	Grandis	= Abies grandis
Tørt	= Dry	Popler	= Populus sp.
Fugtigt-vådt	= Moist	Rødel	= Alnus glutinosa
Ask	= Fraxinus excelsior	Rødgran	= Picea abies
Bøg	= Fagus sylvatica	Sitkagran	= Picea sitchensis
Douglasgran	= Pseudotsuga menziesii	Vortebirk	= Betula verrucosa
Dunbirk	= Betula pubescens	Ær	= Acer pseudoplatanus
Eg	= Quercus sp.		

krav til jordens næringsindhold og vandholdende evne, og træarterne udvikler sig derfor – ud fra et forstligt synspunkt – optimalt på forskellige lokalitetstyper. Nogle træarter trives kun på meget begrænsede lokaliteter, medens der for andre arter er tale om en stor spændvidde. På figur 2 er det forsøgt at indplacere nogle af vore hyppigst anvendte træarter efter, hvor de i relation til jordens næringsindhold og fugtighedsforhold udvikler sig nogenlunde godt (Jf. en noget lignende opstilling foretaget af Institutt for Skogskjøtsel, 1977).

Sammenligner vi vore tre hovedtræarter, bøgen, egen og granen, så er det sådan, at egen lykkes på både tørrere og fattigere jord, men også på vådere jord end bøgen. Der er tale om en forskel i deres spændvidder. Rødgranen, som gennemgående udvikler sig bedst og sundest på den middelhøje jord, kan vokse næsten overalt. Derimod kan en træart som rødellen (længst til højre på figur 2), og for den sags skyld også asken i renbestand, kun blive til gode bevoksninger, hvis de findes på fugtige eller våde lokaliteter.

Overvejelser om hvilke træarter, der udvikler sig sundt og stabilt samtidigt med, at de giver en stor produktion, er fundamentale for valget mellem træarterne. Det ældste og bedst oplyste træartsforsøg i Danmark er forsøget på Giesegård. Det lå på svær lerjord på Midtsjælland, indtil det væltede i orkanen i 1967. Hovedresultaterne af træartsforsøget på Giesegård kan ses af tabel 1.

Det fremgår heraf, at *Abies grandis* ved 50-års alderen var den højeste af træarterne. Det ses også, at hugsten i m³ pr. ha i perioden har været langt større i *grandis* end i nogen af de andre arter. Efter *grandis* kommer sitkagran, douglasgran (der har været stormskadet) og rødgran. – Også dækningsbidraget for *grandis* var bedst. Selv om *grandis* priserne reduceres med 20 % på grund af let ved, så giver den det bedste dækningsbidrag i kroner pr. ha pr. år.

Abies grandis, sitkagran og douglasgran har i så mange tilfælde demonstreret deres produktionsmæssige overlegenhed over for rødgranen, at de bør dyrkes i betydelig større omfang fremover. Sitkagranen navnlig ved havet og på de

Tabel 1. Træartsforsøg på Giesegaard, omdrift 50 år. Højde og gennemsnitlig årlig hugst i normalskoven samt gennemsnitlig årlig dækningsbidrag. Prisniveau 1972 (Madsen, 1975)

Species trial at Giesegaard. Height (m), average annual cut in the normal forest (m³/ha) and average annual net return from cut (kr/ha). Rotation age 50 years and price level: 1972. (Madsen, 1975).

	Højde ved 50 år m	Årlig hugst m ³ /ha	Årlig dækningsbidrag kr./ha
Grandis	32,4	25,2	2343
Douglasgran*	28,7	19,0	1364
Sitkagran	27,2	21,0	1528
Rødgran	25,5	19,2	1353
Ædelgran	23,2	(større end 9,0)	(større end 925)
Jap. lærk	23,1	13,6	915
Nordmannsgran	17,2	-	-

* Stormskadet i ungdommen.

svære lerjorder, hvor rødgranen ikke bliver gammel, douglasgran navnlig på de lettere jorder.

Rødgran vil dog af flere grunde i mange år endnu være hovedtræarten i dansk skovbrug. For det første er rødgran billigst at kultivere. Endvidere lykkes kulturen næsten altid, og rødgranen kan vokse på næsten al jord, og dens ved er let at sælge. Man må derfor erkende, at det sikre i valget mellem nåletræerne er, at rødgranen i almindelighed giver en stor og værdifuld produktion, og at den er den sikreste og billigste at kultivere. Hertil kommer yderligere, at de andre træarter, med undtagelse af sitkagran, i reglen også skal beskyttes mod vildt, ligesom der ofte er efterbedringsarbejder ved de andre arter.

Man skal derfor opnå betydelige fordele for at plante andre nåletræer end rødgran. Men der er som ovenfor nævnt klare produktionsmæssige fordele ved plantning af sitkagran og douglasgran på adskillige lokaliteter. Grandis er nok lidt mere problematisk på grund af dens lette ved, hvilket man måske kan komme ud over ved at tynde den mindre stærkt end de andre nåletræer, så årringene ikke bliver alt for brede.

Med hensyn til dyrkning af løvtræ, så er man i dansk

skovbrug ved at affinde sig med, at man særlig må dyrke løvskov, hvor der i forvejen er løvskov, som kan forynge sig selv (og hvor løvskoven tillige ofte kan blive en dyr plage i nåletrækulturerne). Det vil nok være en fordel, om vore fremtidige løvskove i højere grad fremkommer som blandede naturforyngelser. Der bliver da ikke på samme måde tale om et træartsvalg som ved nåletræplantningerne. Valget kan højst fremkomme ved, at man i udrensningshugsterne vælger mellem de naturligt forekommende træarter.

Som det fremgår, anvender vi mange træarter i dansk skovbrug. Det tager lang tid at afprøve dyrkningsværdi og dyrkningsrisiko hos en indført træart; men det er vigtigt, at man bliver ved med at afprøve de mange fremmede træarter, også fordi deres praktiske værdi ændrer sig. Vi får bedre og bedre provenienser, men sygdomme kan ændre sig, og nye komme til. Vi kan ikke være sikre på, at vi ikke en dag kan få slæbt sygdomme ind, der helt kan umuliggøre dyrkning af en af vore hovedtræarter. Sådant er det sket i Nordamerika, hvor kastanien blev udryddet, og hvor weymouthsfyrrens dyrkning næsten er umuliggjort af blærerust og *Pissodes strobi*. I de sidste år er elmesyge ved at tage livet af elmen, et naturligt dansk skovtræ. Også af sundhedsmæssige grunde kan det derfor være godt at have erfaringer med mange træarter. De mange træarter muliggør tillige – selv om processen foregår langsomt – en fortsat forøgelse af skovens produktion.

Ved træartsvalget på den enkelte lokalitet bliver en række specielle forhold af betydning. Dels kan der være helt specielle dyrkningsforhold som usædvanlig vindpåvirkning, saltstøv fra havet, stærke *Fomes-annosus*-angreb i forudgående bevoksning o.a. – Men også ejerforholdet kan have stor betydning.

Hvis skovejendommen er meget lille, så bør dette i sig selv have indflydelse på træartsvalget. Dels kan nabovirkningerne let blive særligt store i små skove, fordi man ikke i samme grad som ved store skove kan kontrollere omgivelserne. Dels bør man af afsætningsmæssige grunde holde sig til få træarter på små ejendomme, og i de egne af landet, hvor løvskov er naturlig, i væsentlig grad basere skovdriften på løvtræer, af hvilke

der også findes hurtigtvoksende arter som ær (*Acer pseudo-platanus*), ask og poppelsorter.

En privat ejer må i Danmark tage betydelige hensyn til beskatningsforhold, og hans efterkommeres arveafgifter kan være afgørende for, om man kan få ejendommen til at bestå fremover. Dette vil kunne influere på omdriftsaldre og træartsvalget. Selv om det er vigtigt, at man har et godt årligt økonomisk afkast, så er det også vigtigt, at virksomheden består.

Det har længe været en kendt sag, at nåleskov giver større økonomisk udbytte pr. hektar end løvskov; men alligevel er det sådan, at vi på gode jorder stadig har meget løvskov. Det skyldes ikke bare pietet over for vor naturlige skovtype, men det forhold, at der indgår et sikkerhedsmoment i træartsvalget. Løvskoven lider ikke nær så meget som nåleskoven ved stormfald og insekt- og svampeskader, der hos nåletræerne ofte afbryder den planlagte produktion for tidligt. Løvskoven er langt sikrere, og den er velegnet til at udgøre et stabiliserende skelet i skovene og navnlig i deres udkanter.

For den private ejer spiller tidshorizonten en betydelig rolle, og det skyldes ikke blot arveforhold. Den enkelte lever kort – målt med skovens alen – og det er tiltalende at plante arter, som man selv kan høste et vist udbytte af. I forbindelse med de hurtige ændringer i samfundet medvirker dette til, at man bevæger sig i retning at kortere og kortere omdrifter. Anvendelse af hurtigtvoksende træarter (nåletræ i stedet for løvtræ), anvendelse af stor planteafstand, stærk tyndingshugst og brug af gødning, bidrager alt sammen til at forkorte omdriften.

Løvskovens stabilitet og dens evne til på en del lokaliteter at forynge sig selv, i forbindelse med at befolkningen – og blandt den mange skovejere – nærer en særlig kærlighed til løvskoven, er samvirkende årsager til, at løvskovens samlede areal hidtil kun er reduceret meget langsomt, jf. figur 1. Udvidelsen af det danske skovareal fra 4 % til 11 %, som er sket i de sidste 200 år, er alene sket på nåletræarealet, men det er også på nåletrædyrkningens område, at man har håb om fortsat at kunne øge produktionen og det økonomiske afkast.

Summary

In the original Danish forests only hardwoods were present. However, 200 years ago, various European conifers were introduced, and since then the amount of coniferous stands has increased constantly, concurrently with the enlargement of the forest area which is now 11 pct. of the land. The hardwood area has stayed very much the same though in later years slowly decreasing, especially the area of beech, see figure 1.

More than 90 pct. of all recultivation is made by planting, and 15-20 species are commonly used. *Abies procera (nobilis)* and *Abies nordmanniana* are planted to a great extent with the purpose of short rotation production of decoration greenery and Christmas trees. The choice between wood-producing species should partly be done after consideration of their successful silvicultural and economic development, see figure 2, and partly considering costs and risks in connection with their cultivation.

Norway spruce is so cheap and safe to plant that it is by far the most frequently used conifer. Many examples show that *Abies grandis*, Sitka spruce and Douglas fir on various localities produce so much more than Norway spruce that these species should be used to a larger extent in the future, see tabel 1.

Anvendt litteratur:

- HOLMSGAARD, E., 1981: Træartsvalget. I »Drift af små skove og plantager« udgivet af Det Kgl. danske Landhusholdningsselskab.
- MADSEN, S.F., 1975: Et Forsøg med nåletræer på Giesegaard skovdistrikt. Det forstlige Forsøgsvæsen i Danmark, 34.
- MULLER, P.E., 1881: Omrids af en dansk Skovbrugsstatistik, Tidsskrift for Skovbrug, 5.
- MØLLER, CARL MAR., 1938: Skovdyrkningens Udvikling 1888-1938. I »Danmarks Skove« udgivet af Dansk Skovforening.
- Danmarks Statistik, 1967: Skove og plantager 1965.
- Danmarks Statistik, 1979: Skove og plantager 1976.
- Dansk Skovforening, Økonomisk-statistik afd., 1981: Regnskabsoversigter for dansk privatskovbrug 1979/80. Beretning nr. 35.
- Institutt for Skogskjøtsel, Norges Landbrukshøgskole, 1977: Bjørk Osp Or. Veiledning for det praktiske skogbrug.
- Skovstyrelsen, 1980: Oversigt over de danske statsskoves udbytte af ved og penge for finansåret 1979.

LITTERATUR

BARNÉOUD, C., P. BONDUELLE & J. M. DUBOIS, Manuel de populiculture. 319 sider ill. Association Forêt-Cellulose (AFOCEL), Paris 1982.

I modsætning til forholdene her i landet, interesserer man sig i det sydlige udland stærkt for dyrkning af popler. Denne interesse har været årsag til det store forædlings- og udvælgelsesarbejde, som inden for de seneste årtier har bragt mange nye og højtydende poppelsorter på markedet. Mange af de erfaringer, som er gjort i forbindelse med dette arbejde, er samlet i nærværende håndbog i poppeldyrkning.

Bogen er inddelt i 6 hovedafsnit, omfattende botanik, poplernes krav til voksestedet, frembringelse af planter, dyrkning, sygdomme og skader, samt økonomi.

Indledningsvis gives en kort, men instruktiv gennemgang af det botaniske grundlag for poppeldyrkningen, med en omtale af de arter og hybrider, som er genstand for dyrkning i Europa.

Herefter følger en beskrivelse af de krav, poplerne stiller til voksestedet (lys, vand, jordbund). Bl.a. omtales, hvilke forskelle der er på de enkelte poppelsorter i denne henseende. Yderligere drages der interessante sammenligninger mellem den naturlige vegetation og poplernes vækstmuligheder på forskellige lokaliteter. Det anbefales fortrinsvis at plante poplerne dér, hvor den naturlige vegetation omfatter arter som ask, mjødukt, dansk ingefær og ramsløg. Altså på steder, som her i landet plejer at være forbeholdt mere værdifulde afgrøder.

Tredie afsnit omhandler frembringelsen af planter ved forskellige former for stiklinger, samt planteskolepraksis. Bogens vigtigste afsnit giver anvisninger på den egentlige dyrkning af popler. Hovedsageligt beskrives poppeldyrkning i klassisk forstand, således som den finder sted i Mellem- og Sydeuropa: Intensivt drevne plantager, hvor poplerne plantes på stor afstand, og sidenhen passes med renholdelse, gødkning og beskæring. Den

dyrkningsform, som forekommer mest interessant under danske forhold, nemlig brugen af popler som indblandingstræart i skoven, omtales desværre kun meget kort og overfladisk.

Efter dyrkningsbeskrivelserne følger en grundig gennemgang af de sygdomme og skader, som kan ramme poplerne. Endelig afsluttes bogen med en omtale af de økonomiske aspekter ved poppeldyrkningen.

Hele bogen bærer præg af at komme fra et land, hvor poppeldyrkning er så indbringende, at der kan ofres store midler både på anlæg og vedligeholdelse af plantagerne. Her i landet er hverken tilvæksten eller den opnåelige salgspris af en sådan størrelse, at de kan retfærdiggøre de meget intensive dyrkningsformer, bogen anviser. Alligevel er der tale om en værdifuld håndbog, som i samlet og overskuelig form indeholder en mængde af de oplysninger, praktikerne har brug for. At bogen er på fransk, bør ikke afskrække nogen, da den er holdt i et klart og letforståeligt sprog, som suppleres af et væld af fremragende illustrationer.

Bogen kan anbefales for alle, der interesserer sig for dette specielle emne inden for skovdyrkningen.

Andreas Bergstedt