

DET FORSTLIGE FORSØGSVÆSEN I DANMARK

THE DANISH FOREST EXPERIMENT STATION
STATION DE RECHERCHES FORESTIÈRES DE DANEMARK
DAS FORSTLICHE VERSUCHSWESEN IN DÄNEMARK

BERETNINGER UDGIVNE VED
DEN FORSTLIGE FORSØGSKOMMISSION

REPORTS — RAPPORTS — BERICHTE



BIND XXXII

HÆFTE 3

INDHOLD

ERIK HOLMSGAARD og BENT JAKOBSEN: Barktykkelser og barkprocenter for løv- og nåletræer. (Bark Thickness and Bark Percentage for Hardwoods and Conifers). S. 265—294. (Beretning nr. 251).

H. HOLSTENER-JØRGENSEN: Gødningsforsøg i seks jyske rødgran-kulturer. (Fertilizing Experiments in Six Norway Spruce Plantations in Jutland). S. 295—311. (Beretning nr. 252).

H. HOLSTENER-JØRGENSEN og N. J. LARSEN: Nedbør, afstrømning og beregnede fordampningsværdier for et mindre afstrømningsområde i Knuthenborg Park. (Precipitation, Run-off and Computed Evaporation Values for a Minor Catchment Area in Knuthenborg Park). S. 313—342. (Beretning nr. 253).

KØBENHAVN

TRYKT I KANDRUP & WUNSCH'S BOGTRYKKERI

1970

**BARHTYKKELSER OG
BARHTPROCENTER
FOR LØV- OG NÅLETRÆER**

**BARHT THICKNESS AND BARHT PERCENTAGE
FOR HARDWOODS AND CONIFERS**

AF

**ERIK HOLMSGÅRD OG
BENT JAKOBSEN**

1. UNDERSØGELSENS FORMÅL

Fra 5—20 procent af det træ, der sælges fra de danske skove, består af bark. Barkens tykkelse er meget forskellig for de forskellige træarter og afhænger desuden af træernes størrelse. Barktykkelsen for den enkelte art må endvidere antages at variere noget fra den ene egn af landet til den anden. Det synes derfor at være af nogen interesse at få disse spørgsmål belyst, så meget mere som praktisk taget alle opmålinger af vedmasse ligesom alle tilvækstmålinger, der udføres i Danmark, inkluderer barken, og man i regelen kun har økonomisk udbytte af vedmassen uden bark. I mange lande og i internationale statistikker angives vedmasser da også uden bark.

Der er her i landet kun foretaget meget få og lidet omfattende undersøgelser af barktykkelser. *Helms* (1897) angiver således barkprocenten for 5 vortebirk og 5 hvidbirk, og *Løvengreen* (1949) angiver barktykkelsen for 5 ege, ligesom der spredt i litteraturen findes andre oplysninger om enkelte eller nogle få træers barktykkelse.*)

Udenlandske erfaringstal for barktykkelsen kan kun anvendes med betydelig usikkerhed, idet en del undersøgelser viser, at den enkelte træarts barktykkelse varierer meget indenfor artens udbredelsesområde. Således angiver *Petrini* (1937) efter Riksskogstakseringen, at den dobbelte barktykkelse for store træer andrager fra 10—20 procent af brysthøjdediameteren hos skovfyr og fra 5—10 procent hos rødgran, og at de mindste barktykkelser forekommer i Nordsverige for fyrrens vedkommende, medens granen har den tyndeste bark i Sydsverige.

Den foreliggende undersøgelse har dels taget sigte på at belyse barktykkelsen i brysthøjde, til hvilken højde så stor en del af de forstlige målinger er koncentreret. Dels har den taget

*) Professor *P. Moltesen* har udført målinger af barktykkelsen hos rødgran og eg. Resultaterne heraf findes i dupliserede kompendier til brug ved undervisningen på Landbohøjskolen.

sigte på at fremskaffe tal for hele vedmassens barkmasseprocent, og endelig muliggør den skøn over enkelte sortimenters barkprocenter.

Når barktykkelsen i brysthøjde er behandlet så indgående, skyldes det, at man ved en række træarter kan danne sig et ret godt skøn over barkmasseprocenten, når man kender barktykkelsen og diameteren i brysthøjde. Endvidere har man brug for at kende barktykkelsen i brysthøjde, når man foretager tilvækstbestemmelser ved hjælp af årringsmålinger; thi hvis man ved sådanne tilvækstbestemmelser ikke tager hensyn til barkens tilvækst, vil man ved sammenligninger med tilvækstoversigter og prøveflademålinger — der hos os altid omfatter tilvæksten med bark — begå en ensidig fejl.

Ved tilvækstbestemmelser ved hjælp af boring og topskudsmåling vil man derfor kunne have nogen nytte af erfaringstal for barktykkelsen i brysthøjde — selv om det selvfølgelig ville give rigtigere resultater, om man ved enhver tilvækstbestemmelse af denne type *målte* de pågældende bevoksningers barktykkelse.

2. BARKMÅLINGEN

a. BARKMÅLINGENS UDFØRELSE.

Barkmålingerne blev udført med en barkmåler af Statens Skogsforskningsinstituts model, mærket: Skogsinstrument — A. M. J:or — Mora — Sweden. Barkmålerens udseende fremgår af figur 1.

Barkmåleren består af en ca. 18 cm lang og 7 mm tyk, cylindrisk stålstang, som delvis omsluttet af en messingskyder og bagtil har et noget tykkere tværhåndtag. Fortil er stangen i 5—6 cm's længde halvcylindrisk og hulslebet i længderetningen. Forenden er skarp og buet afslebet, således at de to hjørner rager ca. 1 mm længere frem end æggets midte. — På midten af stangen findes en mm-inddelt skala for skyderen, som fortil er forsynet med en ca. 7 cm lang og 2 cm bred anlægsplade vinkelret på målerens længdeakse.

Når barkjernet *trykkes* (ikke stødes) igennem barken, vil de to fløje på æggen trænge lidt ind i veddet, da de rammer dette parallelt med fiberretningen. Hovedparten af æggen, der rammer på tværs af fiberretningen, vil derimod standses af det relativt hårde ved. Da anlægspladen er plan, vil den målte barktykkelse

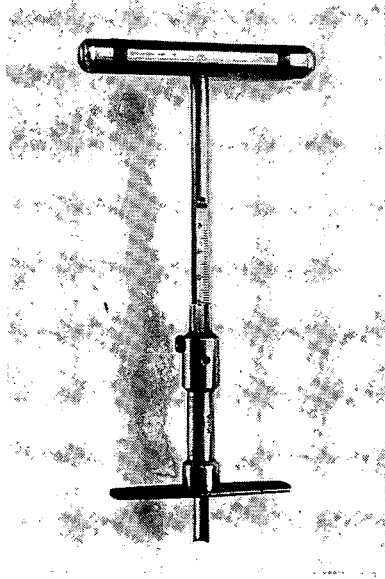


Fig. 1. Barkmåleren, som er benyttet til målingerne.
Fig. 1. The bark gauge used for the measuring.

være afstanden fra tungens vandrette æg til det højeste punkt, som den plane anlægsplade rammer. Dette svarer ganske til, at man ved klupningen af træer med uregelmæssig barkoverflade måler træets diameter på barkkammene.

Da barkmålerens skala er inddelt i millimeter, kan der aflæses med $\frac{1}{2}$ mm nøjagtighed, og denne nøjagtighed er anvendt ved undersøgelse af tyndbarkede bevoksninger. Ved den overvejende del af barkmålingerne aflæstes dog kun med 1 mm's nøjagtighed, og ved særlig tykbarkede bevoksninger blev der anvendt 2-mm-klasser.

Ved undersøgelser over barktykkelsen i brysthøjde blev der i hver bevoksning målt barktykkelse på ca. 50 træer. Træerne blev enkelt-kluppede, og på kluparmenes anlægspunkter blev barktykkelsen målt. De to mål for barktykkelse blev lagt sammen, og *angivelserne i det følgende om barkens tykkelse i brysthøjde er derfor den dobbelte barktykkelse, såfremt intet andet udtrykkeligt er bemærket.*

På en del træer bestemtes hele stammens barkmasse ved sektionsvis opmåling og kubering. Herved deltes stykket under

brysthøjde i to lige store dele, og stykket over brysthøjde deltes i ti lige store dele. For bøg og eg bestemtes endvidere relationen mellem barktykkelse og diameter på grenene, medens der ikke fandt nogen egentlig opmåling af grenmassen sted.

b. FEJL PÅ MÅLINGEN.

Man kunne formode, at barkmålingen ville blive behæftet med en ensidig fejl, når målingen foretages med et instrument, der trykkes igennem barken. Af den grund blev der i en del tilfælde målt barktykkelse på skovede effekter, og efter målingen var udført med barkmåleren (der aflæstes i disse tilfælde med 1/10 mm nøjagtighed) blev barken pillet af på det pågældende sted og målt med skydelære. Disse kontrolmålinger gav følgende resultat:

	Bøg	Rødgran
Antal kontrolmålinger	65	53
Sum af barktykkelser, mm		
barkmåler	236,8	305,5
skydelære	238,9	303,1
Differens, mm	— 2,1	2,4
Differens i procent af barkens tykkelse	— 0,9	0,8

Den eventuelle ensidige fejl ved anvendelse af en barkmåler af den pågældende type må derfor anses for at være betydningsløs.

c. ÅRSTIDENS INDFLYDELSE.

I træernes vækstperiode trænger barkmåleren ikke blot igennem barken, men også igennem de bløde nydannede ved-elementer. Ifølge *Ladefoged* (1952) finder veddannelsen i brysthøjde for alle træarter sted i perioden maj—september (inklusive), og celle væggenes tykkelsesvækst slutter først 2—4 uger efter celledelingen. Det er i god overensstemmelse hermed, at der ved måling med barkmåler af 50 ca. 80-årige bøge og 50 ca. 40-årige graner i Jægersborg Hegn i 1954 fandtes de på figur 2 viste forhold.

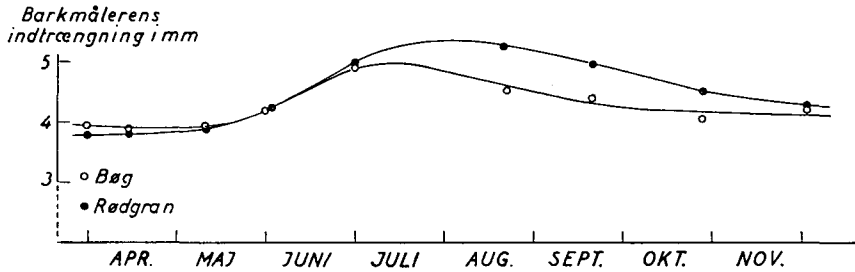


Fig. 2. Figuren viser barkmålingens årstidsbetingede variation, der skyldes, at barkmålerens tunge trænger ind i vedlegemet i vækstperioden. Figuren er baseret på gentagne målinger af 50 bøge (●) og 50 rødgraner (○) i tiden april til november.

Fig. 2. The figure shows the seasonal variations of the bark measurements caused by the blade of the bark gauge penetrating into the sapwood during the growing season. (The figure is based on repeated measurements of 50 beeches (○) and 50 Norway spruces (●) in the period April-November.)

Barkmålerens indtrængning i mm = Ingress of bark gauge in mm
 Bøg = Beech
 Rødgran = Norway spruce

Det fremgår af figuren, at man kun bør måle barktykkelser i perioden november til april (inklusive). Måler man uden for denne periode, får man mere med end barken.

d. HAR HUGSTEN NOGEN INDFLYDELSE PÅ BARKTYKKELSEN?

Hugststyrken kunne tænkes at øve indflydelse på barktykkelsen. For rødgranens vedkommende er spørgsmålet undersøgt ved målinger i et udhugningsforsøg på Skjoldenæsholm skovdistrikt (Møller og Holmsgaard, 1947). Der forekom tre hugstformer i dette forsøg, nemlig svag hugst, Frijsenborghugst og hugst fra toppen. For målematerialet for hver af disse tre hugstformer er der beregnet regressionslinier. Af de tre herved fremkomne linier var Frijsenborghugst og hugst fra toppen faktisk sammenfaldende, medens svag hugst lå en lille smule under de to andre. Hele forskellen drejede sig om ca. 3 % af barktykkelsen for de mindste dimensioner og ca. 5 % for de større dimensioner, altså en ganske ringe forskel, således at man nok i almindelighed vil kunne se bort fra hugstbetingede variationer i barktykkelsen, når denne angives som funktion af diameteren.

For bøgens vedkommende er hugststyrkens indflydelse undersøgt ved målinger af barktykkelsen på urskovsprøvefladen

på Brahetrolleborg skovdistrikt samt på den op til urskovsprøvefladen liggende bevoksning af samme alder. Denne bevoksning har været gennemhugget som distriktets øvrige bevoksninger og har følgelig en langt større middeldiameter end urskovsprøvefladen. Af de to sæt målinger er der beregnet regressionslinier, og de to linier er faktisk helt sammenfaldende.

Vi må derfor konkludere, at hugststyrken ikke har nogen indflydelse på barktykkelsen i brysthøjde udover den indflydelse, der kommer til udtryk gennem diameterafhængigheden.

3. DOBBELT BARKTYKKELSE I BRYSTHØJDE

a. MATERIALET OG DETS BEARBEJDNING.

Barktykkelsen i brysthøjde kan angives som en retliniet eller næsten retliniet funktion af træets diameter for så godt som alle træarter. Bearbejdelsen af målingerne har derfor kunnet ske efter samme retningslinier for alle arter. Den efterfølgende beskrivelse af denne er derfor i det væsentligste indskrænket til en enkelt art, nemlig rødgran.

Man får et ganske godt udtryk for den dobbelte barktykkelse i de forskellige diameterklasser i en bevoksning ved at måle barktykkelsen på ca. 50 træer.

Sådanne målinger af dobbelt barktykkelse er udført i det i tabel 1 angivne antal bevoksninger.

På figur 3 er indlagt de fundne diameterklassevise gennemsnitsværdier for 10 rødgranbevoksninger på Vallø. Det fremgår af figuren, at barktykkelsen i den enkelte bevoksning med ret god tilnærmelse kan afbildes som en lineær funktion af træernes diameter. Endvidere ses det af figur 3, at hele materialet fra Vallø kan udjævnes ved en ret linie, der skærer ordinataksen ved ca. 2 mm.

Ved en lidt nøjere betragtning af figur 3 vil man se, at der er en tilbøjelighed til, at barktykkelsens stigning med stigende diameter er en lille smule mindre i de enkelte bevoksninger end den stigning, som den fælles udjævningslinie for hele materialet angiver, — et forhold, som vi skal vende tilbage til på side 279. Forskellen mellem de bevoksningssvise udjævningslinier og udjævningslinien for hele materialet er dog af ringe størrelse. Det vil sige, at man i praksis kan bruge den optrukne udjæv-

T a b e l 1. Antal bevoksninger, hvor der er målt barktykkelse i brysthøjde, fordelt på skovdistrikter.

T a b l e 1. Number of stands, in which bark thickness at breast height was measured, distributed to forest districts.

Træart <i>Species</i>	Antal målte bevoksninger på skovdistrikt <i>Number of measured stands in forest district</i>								
	Vallø	Nødebo	Buderupholm	Frijsenborg	Wedellsborg	Giesgård	Randbøl	Palsgård	Ialt <i>Total</i>
Bøg (<i>Fagus sylvatica</i>)	16	9	8	7	7	—	—	—	47
Eg (<i>Quercus robur</i>)	7	9	1	4	5	—	—	—	26
Ask (<i>Fraxinus excelsior</i>)	7	5	—	2	2	—	—	—	16
Birk (<i>Betula verrucosa</i> et <i>B. pubescens</i>)	6	4	—	—	—	—	—	—	10
Ær (<i>Acer pseudoplatanus</i>)	—	—	—	—	3	—	—	—	3
Rødel (<i>Alnus glutinosa</i>)	5	—	—	—	—	—	—	—	5
Rødeg (<i>Quercus borealis</i>)	—	—	—	3	—	—	—	—	3
Rødgran (<i>Picea abies</i>)	11	9	10	6	6	—	10	10	62
Sitka (<i>Picea sitchensis</i>)	—	1	2	2	4	1	—	—	10
Douglas (<i>Pseudotsuga menziesii</i>)	2	2	1	3	2	1	—	—	11
Ædelgran (<i>Abies alba</i>)	—	1	2	3	1	1	—	—	8
Grandis (<i>Abies grandis</i>)	—	—	1	3	—	—	—	—	4
Skovfyr (<i>Pinus silvestris</i>)	—	—	—	—	5	—	—	—	5
Østr. fyr (<i>Pinus nigra</i> var. <i>austriaca</i>)	—	—	—	—	3	—	—	—	3
Jap. lærk (<i>Larix leptolepis</i>)	1	2	2	4	—	—	—	—	9
Europ. lærk (<i>Larix decidua</i>)	—	3	—	—	—	—	—	—	3
Ialt <i>Total</i>	55	45	27	37	38	3	10	10	225

ningslinie for hele Vallømaterialet til at skønne over såvel barktykkelsen for bevoksningens middeltræ som for de enkelte diameterklasser i bevoksningerne.

Materialet fra de øvrige undersøgte lokaliteter frembyder lignende forhold som Vallømaterialet (figur 3). Der synes derfor ikke noget betænkeligt i, at man for hvert distrikt (materialegruppe) slår alle målte barktykkelser sammen diameterklassevis uden hensyn til, om træerne er dominerende eller undertrykte. Sådanne diameterklassemiddeltal for dobbelt barktykkelse er vist på figur 4 for 7 skovdistrikter.

På figuren er der af hensyn til overskueligheden kun medtaget punkter indenfor de intervaller, hvor der er målt 10 eller flere træer i diameterklasserne.

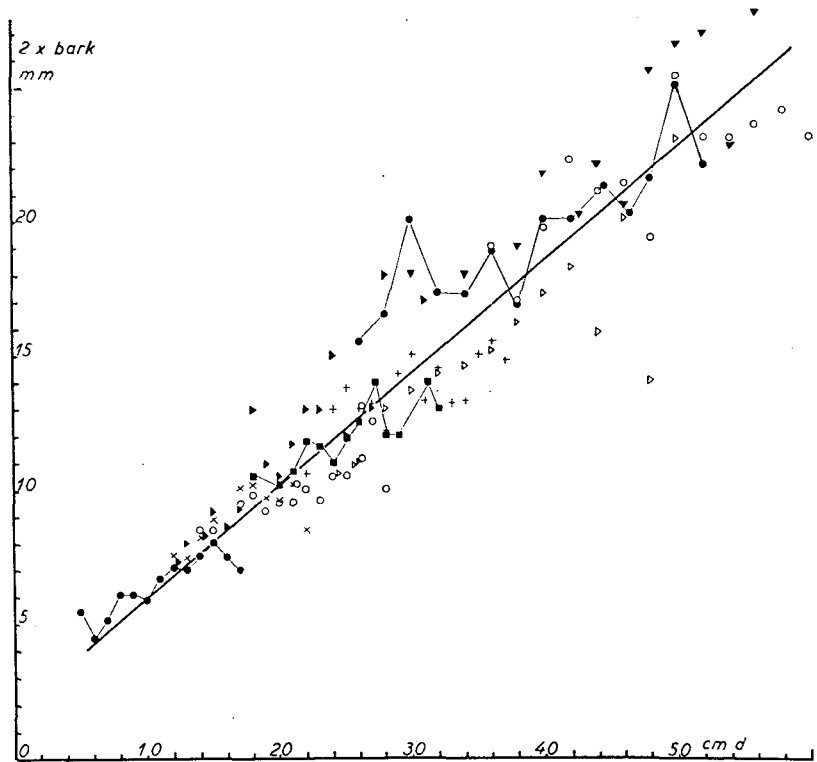


Fig. 3. Rødgran. Dobbelt barktykkelse i brysthøjde som funktion af brysthøjdediameter målt med bark. 10 bevoksninger fra Vallø skovdistrikt. Hvert punkt er middeltal af målinger ved den pågældende dimension i den enkelte bevoksning. I tre bevoksninger er punkterne forbundet for at vise forløbet i forhold til den fælles udjævningslinie.

Fig. 3. Norway spruce. Double bark thickness at breast height as a function of diameter breast-height measured over bark. 10 stands in the Vallø forest district. Each dot is the arithmetic mean of measurements at the diameter in question within one stand. In three stands the dots have been connected to show the course in relation to the common trend line.

Det fremgår af figur 4, at rødgranens dobbelte barktykkelse i brysthøjde på alle lokaliteter med ret god tilnærmelse kan udjævnnes med en ret linie. Det ses endvidere, at der er nogen forskel i barktykkelsen, idet hedeplantagerne har 25—40 % tykkere bark for samme diameter end granerne på Buderupholm.

Udjævningslinierne ligger smukt orienterede i forhold til hinanden. En undtagelse fra det ensartede forløb udgør dog Frij-

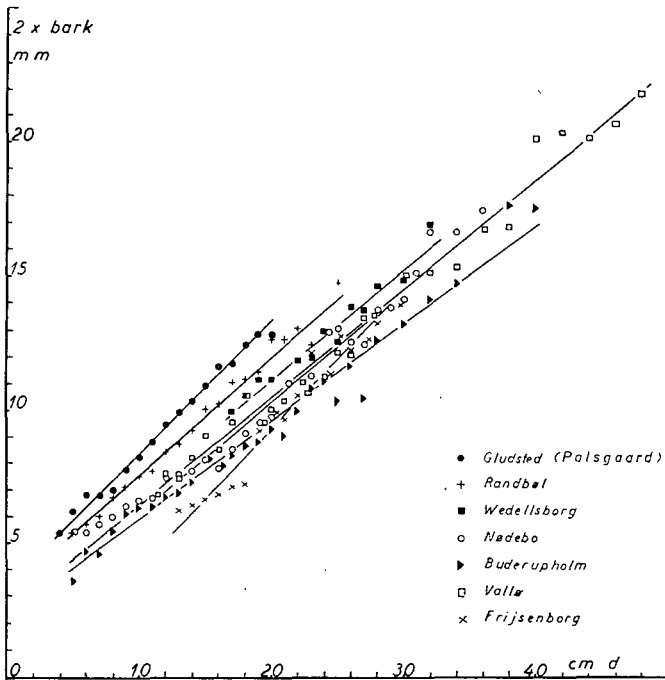


Fig. 4. Rødgran. Dobbelt barktykkelse i brysthøjde som funktion af brysthøjdediameter målt med bark. — Middelkurver for 7 skovdistrikter.

Fig. 4. Norway spruce. Double bark thickness at breast height as a function of diameter breast-height measured over bark. Mean curves for 7 forest districts.

senborgmaterialet, hvor udjævningslinien burde erstattes af 2 linier i forskellige niveauer. Årsagen hertil er dels, at materialet er lille (5 bevoksninger), dels, at disse 5 bevoksninger er af forskellig bonitet. De to yngste bevoksninger har en middelbonitet på 0,8 og de tre ældste en middelbonitet på 1,6.

b. BONITETENS INDFLYDELSE PÅ BARKTYKKELSEN.

Rækkefølgen af distriktskurverne ligesom Frijsenborg materialets fordeling tyder på, at barktykkelsen for gran er bonitetsafhængig. Middelboniteten for de bevoksninger, der indgår i det på figur 4 viste materiale var således:

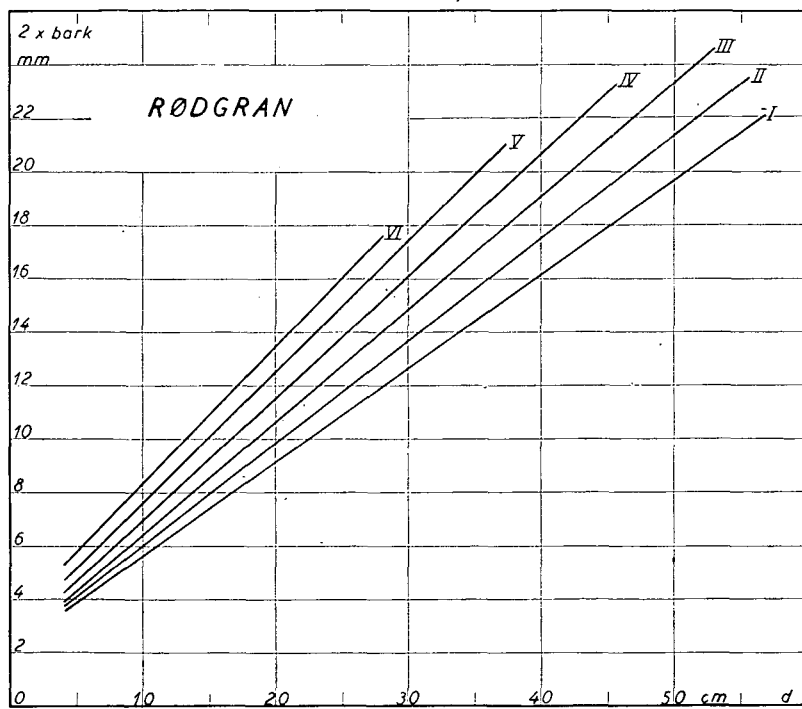


Fig. 5. Rødgran. Dobbelt barktykkelse i brysthøjde for bonitet I—VI som funktion af brysthøjdediameter målt med bark. (Bonitering efter Møller, 1933).

Fig. 5. Norway spruce. Double bark thickness at breast height for site classes I—VI as a function of diameter breast-height measured over bark. (Site classes according to Møller, 1933).

Frijsenborg (yngste)	bon. 0,8
Frijsenborg (ældste)	- 1,6
Vallø	- 2,1
Nødebo	- 2,5
Buderupholm	- 3,0
Wedellsborg	- 3,3
Randbøl	4,6
Gludsted	- 5,8

hvilket stort set svarer til distriktskurvernes rækkefølge på figur 4.

På baggrund heraf er 60 af de bevoksninger, som er målt på de 7 distrikter, fordelt til bonitetsklasser (efter Møller 1933), hvilket gav følgende fordeling:

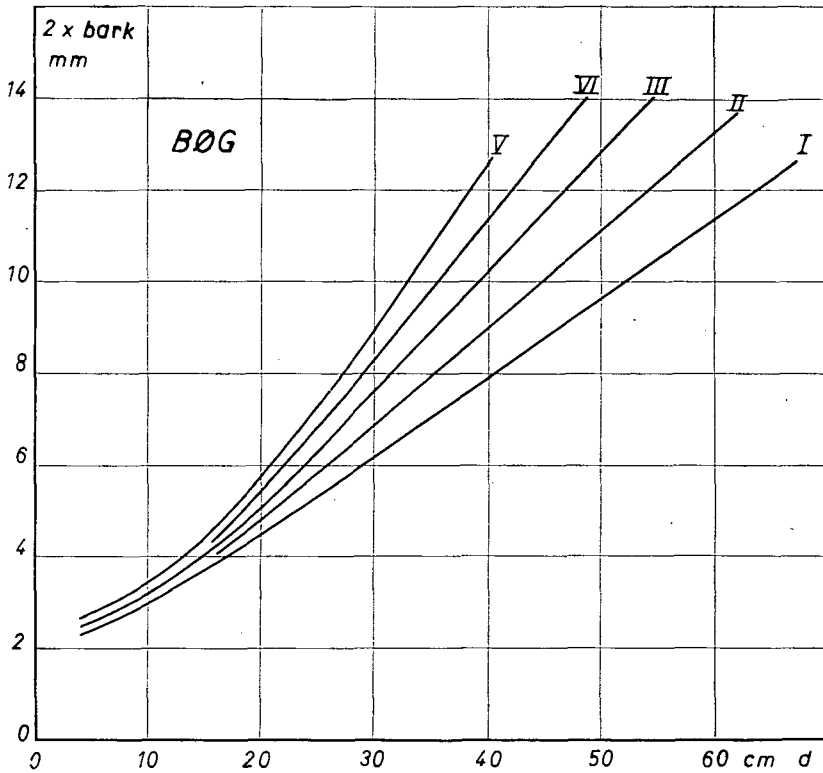


Fig. 6. Bøg. Dobbel barktykkelse i brysthøjde for bonitet I—V som funktion af brysthøjdediameter målt med bark.

Fig. 6. Beech. Double bark thickness at breast height for site classes I—V as a function of diameter breast-height measured over bark.

Bonitetsklasse	antal bevoksninger
0,5—1,4	7
1,5—2,4	13
2,5—3,4	15
3,5—4,4	9
4,5—5,4	5
5,5—6,4	11

I hver af disse 6 bonitetsklasser er der udregnet middeltal af barktykkelsen ved den enkelte diameter, og de fremkomne resultater er for hver bonitetsklasse udjævnet ved rette linier. Disse linier er dernæst harmoniseret, og det fremkomne resultat

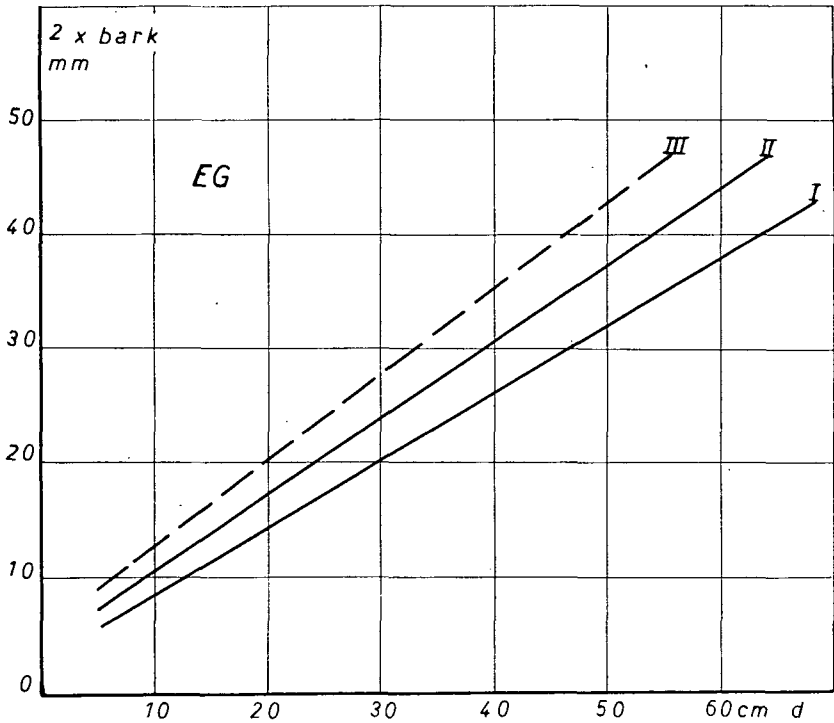


Fig. 7. *Eg* (*Quercus robur*). Dobbelt barktykkelse i brysthøjde for bonitet I og II som funktion af brysthøjdediameter målt med bark. Bonitet III er vist med stiplet linie, da dens forløb er skønnet ved at sammenholde målinger fra 2 bevoksninger med forløbet af bonitet I og II.

Fig. 7. *Oak* (*Quercus robur*). Double bark thickness at breast height for site classes I and II as a function of diameter breast-height measured over bark. Site class III is represented by a dashed line, since its course has been deduced by comparing measurements from only 2 stands with the curves of site classes I and II.

er vist i figur 5. De på tilsvarende måde beregnede bonitetskurver for bøg blev ikke retliniede, men svagt krummede (figur 6). Også for eg er der foretaget en bonitetsklassevis udjævning (figur 7).

Udover de tre hovedtræarter — bøg, eg og rødgran — er der målt barktykkelse i brysthøjde for en række af de almindeligt forekommende træarter. Kurverne for dobbelt barktykkelse i brysthøjde er for disse arter vist i figur 8 til 10. Løvtræarterne ask, birk, rødel, ær og rødeg er vist på figur 8, medens nåletræer delt på 2 figurer. De „glatbarkedede“, ædelgran, grandis og

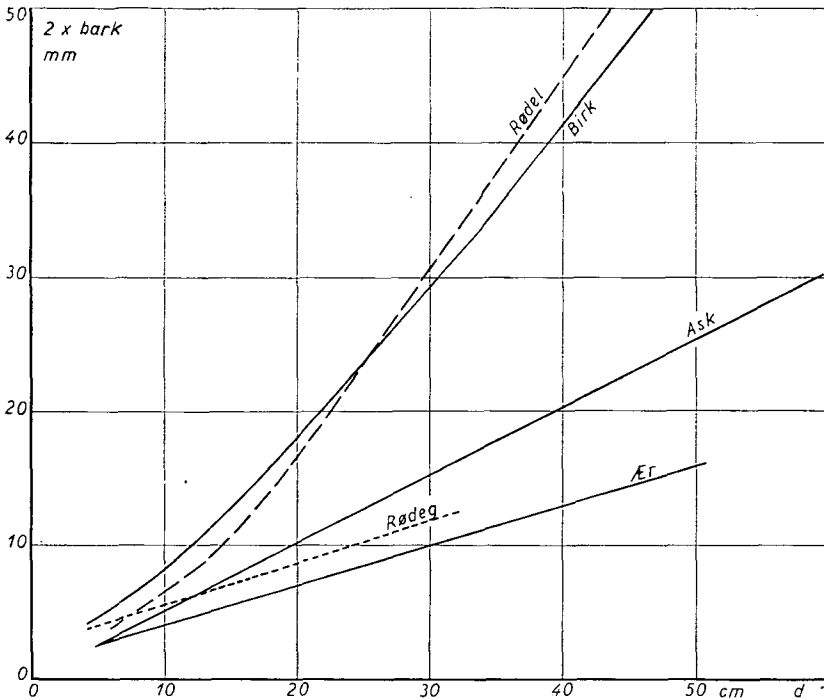


Fig. 8. Ask, birk, rødeg, rødel og ær. Dobbelt barktykkelse i brysthøjde som funktion af brysthøjdediameter målt med bark.

Fig. 8. Ash, birch, red oak, common alder, and sycamore. Double bark thickness at breast height as a function of diameter breast-height measured over bark.

(Ask = *Fraxinus excelsior*, Birk = *Betula verrucosa* and *pubescens*, Rødeg = *Quercus borealis*, Rødel = *Alnus glutinosa*, and Ær = *Acer pseudoplatanus*).

sitka, er vist på figur 9, og de skorpebarkede, skovfyr, østrigsk fyr, europ. lærk, jap. lærk og douglas er vist på figur 10. Endelig er på figur 11 vist dobbelt barktykkelse for grene af bøg og eg.

c. ALDERENS INDFLYDELSE PÅ BARKTYKKELSEN.

Det tidligere omtalte forhold, at kurverne for den enkelte bevoksnings barktykkelse er mindre stejl end fælleskurven for lokaliteten (figur 3), antyder, at barktykkelsen er aldersafhængig på den måde, at på en given lokalitet har gamle træer en større barktykkelse end yngre træer med samme diameter. Man kunne i stedet for at angive den dobbelte barktykkelse som funk-

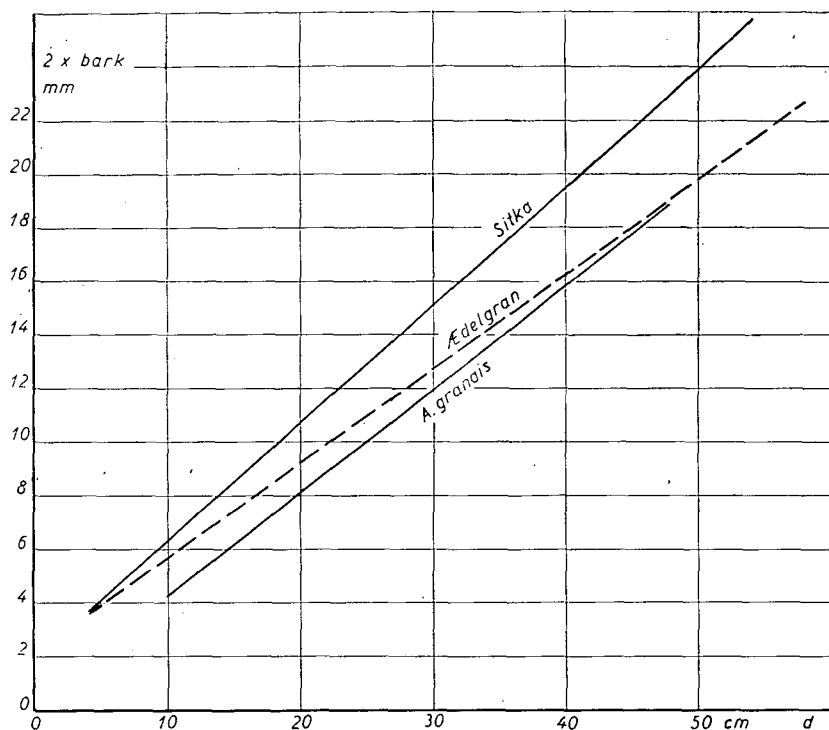


Fig. 9. *A. grandis*, sitka og ædelgran. Dobbelt barktykkelse i brysthøjde som funktion af brysthøjdediameter målt med bark.

Fig. 9. *A. grandis*, Sitka spruce, and silver fir. Double bark thickness at breast height as a function of diameter breast-height measured over bark.

(*A. grandis* = *Abies grandis*, Sitka = *Picea sitchensis*, and Ædelgran = *Abies alba*).

tion af diameter og bonitet have angivet den som funktion af diameter og alder.

For at undersøge om alderen har nogen selvstændig indflydelse udover, hvad der kommer til udtryk i dimensionen og boniteten, er der for bøg og gran foretaget en nærmere undersøgelse af den dobbelte barktykkelses aldersafhængighed i de enkelte bonitetsgrupper. Undersøgelsen viste, at en eventuel aldersafhængighed i materialet er så ringe, at den er helt underordnet i forhold til den spredning, man finder mellem bevoksningerne.

Disse resultater svarer nøje til, at man ved svenske undersøgelser (Östlin 1963) har konstateret, at rødgranens barktyk-

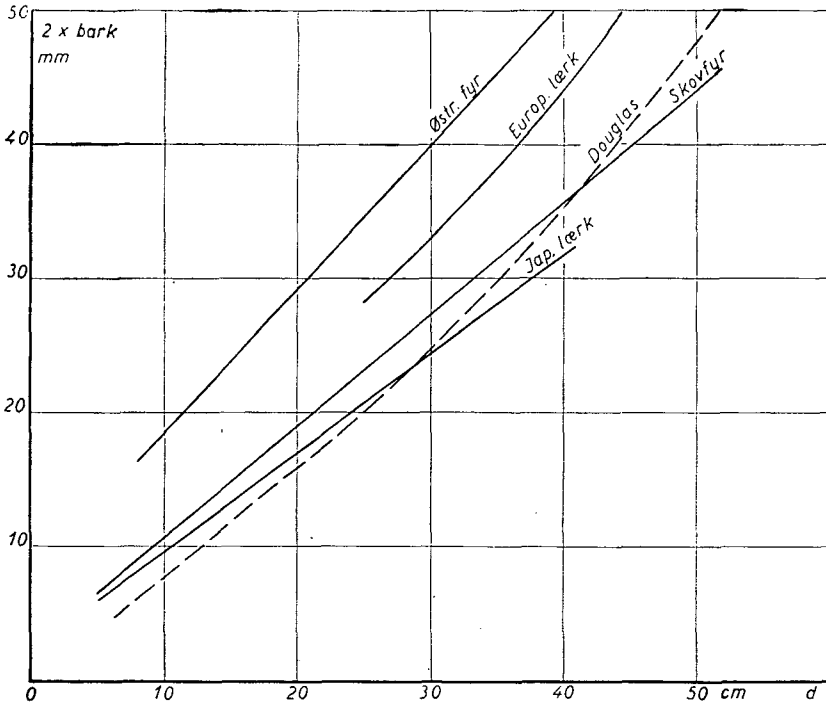


Fig. 10. Douglas, europæisk lærk, japansk lærk, skovfyr og østrigsk fyr. Dobbelt barktykkelse i brysthøjde som funktion af brysthøjdediameter målt med bark.

Fig. 10. Douglas fir, European larch, Japanese larch, Scots pine, and Austrian pine. Double bark thickness at breast height as a function of diameter breast-height measured over bark.

(Douglas = *Pseudotsuga menziesii*, Europ. lærk = *Larix decidua*, Jap. lærk = *Larix leptolepis*, Skovfyr = *Pinus silvestris*, and Østr. fyr = *Pinus nigra* var. *austriaca*).

kelse er stærkt korreleret med boniteten, og at alderen spiller en mindre rolle, dog er der en svag tendens til større barktykkelse med stigende alder ved en given diameter.

d. SKORPEBARKENS INDFLYDELSE PÅ BARKTYKKELSEN.

Barktykkelsens variation med diameteren er som tidligere vist hos flere træarter en simpel, retliniet funktion — hos andre en krumliniet. Man kunne måske vente, at kurverne for barktykkelsen hos skorpebarkede arter skulle have et knæk eller en bøjning ved den dimension, hvor skorpebarkdannelsen indtræffer. Dette gælder vel også for det enkelte træ. På en kurve, der

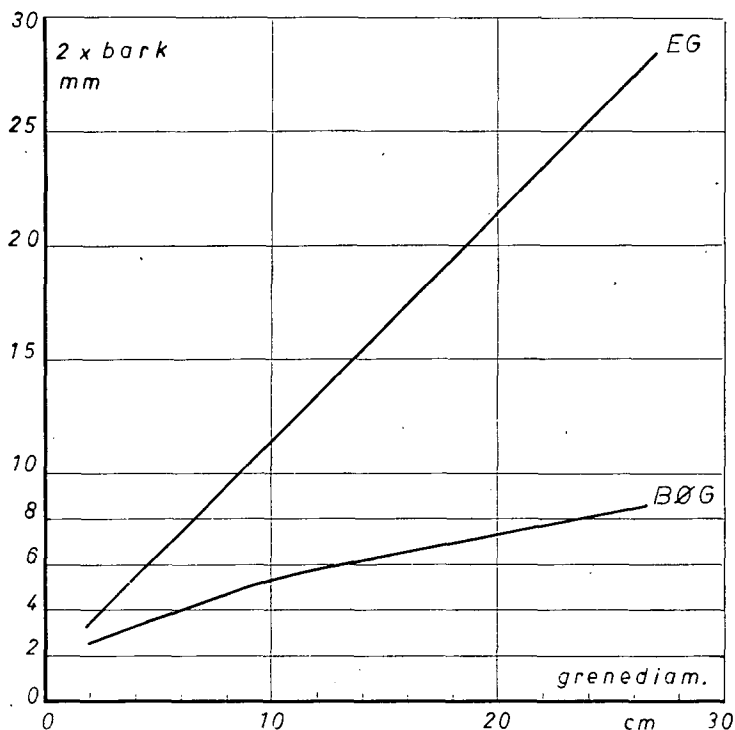


Fig. 11. Grene af bøg og eg. Dobbelt barktykkelse som funktion af grenenes diameter målt med bark.

Fig. 11. Branches of beech and oak. Double bark thickness as a function of the diameter of the branches measured over bark. (grenediam. = diameter of branches).

udtrykker forholdene i en bevoksning, vil forholdet udviskes på grund af variationen mellem individerne, og man ser da også, at der kun for nogle af de skorpebarkede arter (figur 7—10) er tale om en krum udjævningslinie. Figurerne viser, at skorpebarkede arter væsentligst adskiller sig fra de glatbarkede ved den større barktykkelse.

4. BARKPROCENT PÅ VEDMASSE FOR HELE TRÆER ELLER BEVOKSNINGER

Den mest nærliggende fremgangsmåde til bestemmelse af barkprocenten på vedmasse ville være at foretage sektionsvise opmålinger, over og under bark, af nogle hundrede træer og sortere disse træer i bonitets- og diameterklasser på lignende

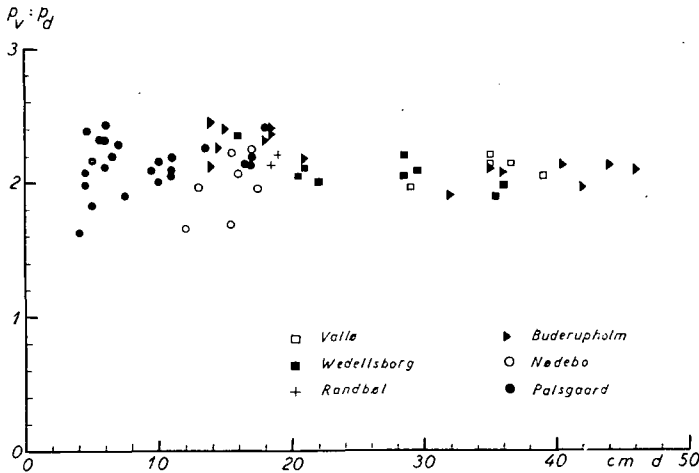


Fig. 12. *Rødgran*. $p_v : p_d$ som funktion af brysthøjdediameteren målt med bark. (p_v = barkmasseprocent for hele stammen, p_d = barkprocent på brysthøjdediameteren).

Fig. 12. *Norway spruce*. $p_v : p_d$ as a function of diameter breast height measured over bark. (p_v = percentage bark of total stem volume, p_d = percentage bark of diameter breast-height).

måde, som det er gjort i det foregående ved undersøgelsen af barktykkelsen i brysthøjde. Sektionsvise opmålinger og beregninger er imidlertid kostbare, medens målinger af barktykkelsen i brysthøjde er overordentlig hurtige og billige at udføre. Da det ved målingerne har vist sig (jvf. figur 12 i forbindelse med figur 4), at træer, som er tykbarkedede ved brysthøjde, også er tykbarkedede på andre steder af stammen, kan man skyde den genvej at basere undersøgelsen over barkmasseprocenterne på resultatet af undersøgelsen af barktykkelsen i brysthøjde (figur 5—7). Man skal blot finde sammenhængen mellem barkprocenten på brysthøjdediameteren og stammens barkmasseprocent.

Hvis barkprocenten på brysthøjdediameteren kaldes p_d , så er grundfladens barkprocent

$$p_x = 2 p_d - \frac{p_d^2}{100} \quad (\text{Petrini, 1937}).$$

Ved små barkprocenter bliver sidste led lille, og grundfladens barkprocent er da meget nær lig med $2 p_d$. Hvis barktykkelsen

var ligefrem proportional med diameteren i hele træets længde, ville barkmasseprocenten blive lidt mindre end $2 p_d$. Som det f. eks. fremgår af figur 5, er barktykkelsen imidlertid relativ størst for de små dimensioner (kurven skærer y-aksen over nul-punktet), og dette gælder også, hvis man sammenligner barktykkelsen ved forskellige højder på samme træ.*)

a. RØDGRAN.

Ved sektionsvis opmåling er barkprocenten på stammemasse bestemt på 65 træer fra forskellige lokaliteter. På figur 12 er der for disse træer vist forholdet

$$P_v : P_d$$

hvor p_v er barkmassen i procent af vedmassen med bark, og p_d er brysthøjdediameterens barkprocent. Figuren viser, at man kan regne med samme værdi for $p_v : p_d$ for alle diameterklasser, og der synes ikke at være nogen bonitetsafhængighed.

Den gennemsnitlige værdi for $p_v : p_d$ er 2,11 (middelfejlen på dette tal er $\pm 0,02$).

Herefter er det let at omforme figur 5 til at gælde for p_v . Først omregnes figuren til at give værdierne for p_d og derefter multipliceres p_d med 2,1.

Figur 14 giver barkmasseprocenten (p_v) som funktion af diameteren for de forskellige boniteter.

b. BØG.

Til bestemmelse af forholdet mellem barkprocent på vedmasse og barkprocent på brysthøjdediameteren blev der foretaget sektionsvise opmålinger af stammemasse og barktykkelse på 48 træer på Vallø og Wedellsborg skovdistrikter. Desuden målt der barktykkelse på så stor en del af grenmassen, at der kunne oplægges kurver for grenenes barktykkelse (figur 11).

Barkmassen har herefter kunnet bestemmes. For stammens vedkommende er der anvendt de direkte målte værdier. For grenenes vedkommende har det været nødvendigt at gå en omvej, da man ikke kendte grenmassen og dennes fordeling til dimen-

*) De på figurerne 5—10 viste kurver for dobbelt barktykkelse i brysthøjde kan med ret god tilnærmelse anvendes som udtryk for barktykkelse på et vilkårligt sted på stammen, men ikke for top og grene.

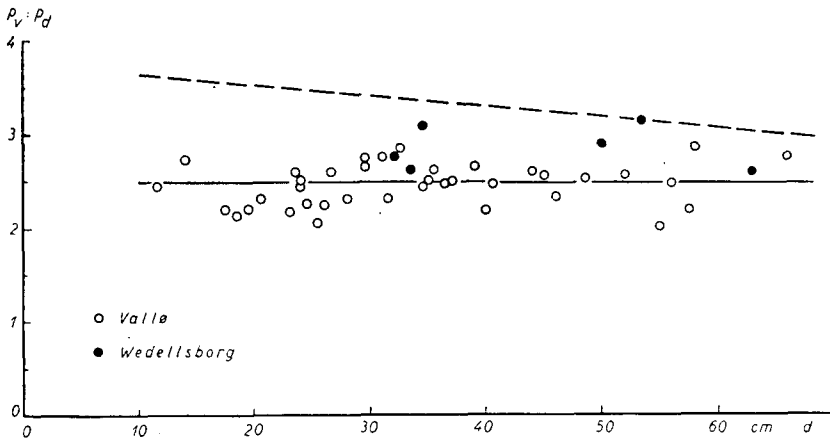


Fig. 13. *Bøg.* $p_v : p_d$ som funktion af brysthøjdediameteren målt med bark. (p_v = barkmasseprocent for hele træet, p_d = barkprocent på brysthøjdediameteren). — Masse over 5 cm.

Den stiplede linie angiver forholdet $p_v : p_d$ for totalmasse.

Fig. 13. *Beech.* $p_v : p_d$ as a function of diameter breast-height measured over bark. (p_v = percentage bark of tree volume above 5 cm, p_d = percentage bark of diameter breast-height).

The dashed line indicates the relationship $p_v : p_d$ for total volume.

sioner. Masse- og dimensionsfordeling er bestemt efter *Henriksen* (1951), og på grundlag af Henriksens tal og kurven for grenenes barktykkelse har grenenes barkmasse kunnet beregnes.

Kvotienten $p_v : p_d$ er derefter bestemt for en række aflægningsgrænser. Et eksempel herpå er vist i figur 13 for masse over 5 cm. Det fremgår af figuren, at kvotienten kan antages at være den samme i hele det undersøgte interval for brysthøjdediameter (12—70 cm). Tilsvarende gælder for de øvrige aflægningsgrænser, som er anvendt:

Aflægningsgrænse	Kvotient
3 cm	2,61
5 „	2,48
7 „	2,39
10 „	2,34
12 „	2,31
15 „	2,29

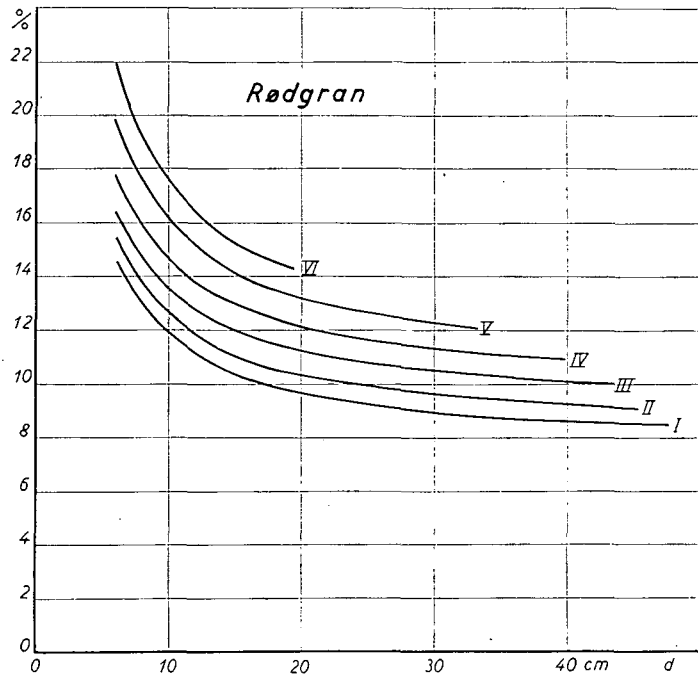


Fig. 14. Rødgran. Barkprocent på stammemasse for hele træer eller for bevoksninger for bonitet I—VI som funktion af brysthøjdediameter målt med bark.

Fig. 14. Norway spruce. Bark as a percentage of stem volume for single trees or for stands of site classes I—VI as a function of diameter breast-height measured over bark.

For totalmassen er kvotienten ikke konstant, men aftager med stigende diameter. Kvotientens forløb er vist med en stiplet linie på figur 13.

Ved hjælp af disse kvotienter kan kurverne for dobbelt barktykkelse i brysthøjde omregnes til at vise barkprocenten for et træ eller for en bevoksning, når man kender diameter (middeldiameter) og bonitet. Den således beregnede barkmasseprocent er vist for masse over 5 cm på figur 15.

Barkmasseprocenten for andre aflægningsgrænser findes let ved at danne en omsætningsfaktor af foranstående konstanter. Hvis det drejer sig om totalmasse, skal man dog benytte den stiplede kurve på figur 13 sammen med konstanterne.

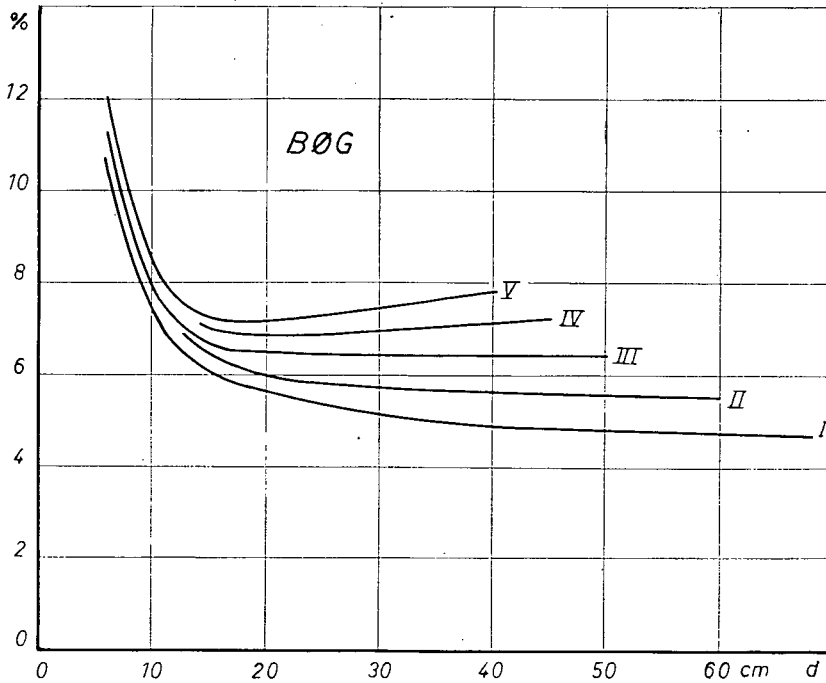


Fig. 15. *Bøg.* Barkprocent for masse over 5 cm for hele træer eller for bevoksninger for bonitet I—V som funktion af brysthøjdediameter målt med bark.

Fig. 15. *Beech.* Bark percentage for volume exceeding 5 cm for single trees or for stands of site classes I—V as a function of diameter breast-height measured over bark.

c. *Eg.*

Ved bestemmelse af egens barkmasseprocent er der anvendt samme fremgangsmåde som for *bøg*. Der er foretaget sektionsvis opmåling af 38 træer, og til bestemmelse af grenenes masse og dimensionsfordeling er anvendt et upubliceret materiale over egens dimensionsfordeling udarbejdet af *H. Bryndum*.

Det viste sig, at kvotienterne $p_v:p_d$ lagt op over diameteren ikke kunne udjævnes efter en ret linie, men man får for alle dimensionsgrænser en varierende kvotient. Disse kvotienter findes i tabel 2.

På figur 16 er egens barkmasseprocent for masse over 5 cm vist for bonitet 1, 2 og 3. For bonitet 3 er kurven tegnet med stiplede linie, hvilket ligesom på figur 7 betegner, at kurveforløbet er delvis skønnet.

Tabel 2. Eg. Barkprocent på vedmasse divideret med barkprocent på brysthøjdediameter ($p_v : p_d$) for forskellige aflægningsgrænser.

Table 2. Oak. Bark as a percentage of tree volume divided by bark as a percentage of diameter breast-height ($p_v : p_d$) for total volume and for different diameter limits.

Bryst- højde diam. cm	Total masse	Aflægningsgrænse			
		3 cm	5 cm	10 cm	15 cm
Diameter breast- height cm	Total volume	Diameter limit			
		3 cm	5 cm	10 cm	15 cm
15	2.25	2.10	2.06	—	—
20	2.52	2.18	2.15	2.09	—
25	2.62	2.28	2.24	2.18	—
30	2.68	2.36	2.31	2.25	—
35	2.71	2.42	2.39	2.32	2.21
40	2.73	2.47	2.43	2.35	2.28
50	2.75	2.53	2.49	2.42	2.36
60	2.77	2.55	2.53	2.45	2.41
70	2.79	2.58	2.55	2.48	2.43

Barkmasseprocenten for andre aflægningsgrænser kan findes ved hjælp af kvotienterne i tabel 2.

d. ANDRE ARTER.

Der er ikke foretaget sektionvise målinger til bestemmelse af barkmasse hos de øvrige træarter, men for nogle af de nåletræarter, hvor der er målt barktykkelse i brysthøjde, foreligger der brugbare udenlandske undersøgelser over barkmasseprocenter. Det gælder for douglas (Göhre 1958), for europæisk og japansk lærk (Schober 1953) og for skovfyr (Östlin 1963).

For douglas er der fuld overensstemmelse mellem Göhres og vore målinger i brysthøjde, Tilsvarende overensstemmelse er fundet for skovfyr, hvor vore målinger i brysthøjde ligger omtrent midt imellem type A og B hos Östlin. For disse to træarter må man derfor antagelig også kunne anvende de fundne barkmasseprocenter på danske forhold.

For japansk lærk er der nogen forskel i den konstaterede barktykkelse i brysthøjde. Schobers målinger ligger ca. 40 % over vort materiale ved 10 cm brysthøjdediameter, hvorefter de i en svagt nedadkrummet kurve skærer vort materiale ved ca.

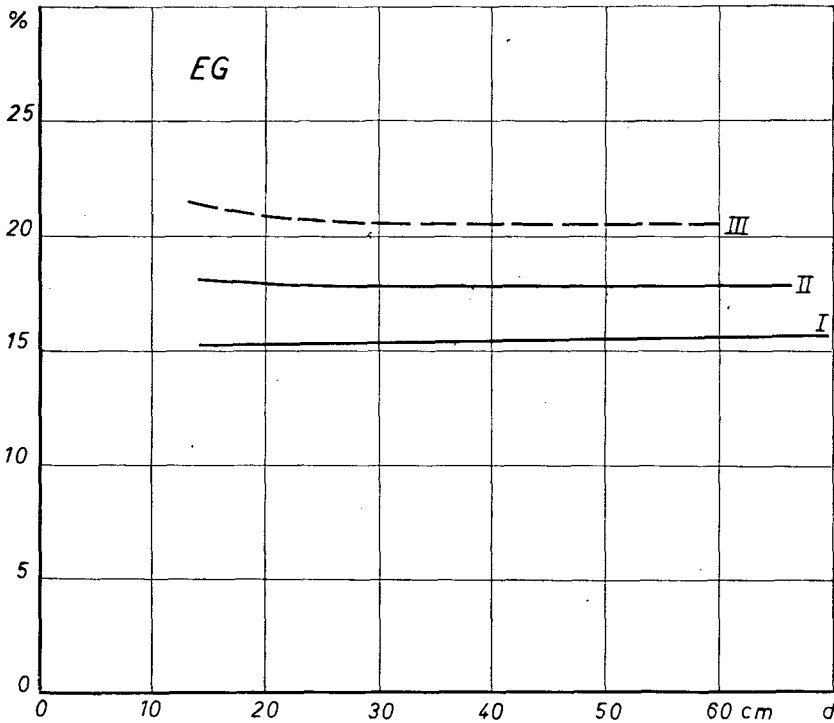


Fig. 16. Eg. Barkprocent på masse over 5 cm for hele træer eller for bevoksninger for bonitet I og II som funktion af brysthøjdediameter målt med bark.

Bonitet III er vist med stiplede linie fordi dens forløb er delvis skønnet (jvf. figur 7).

Fig. 16. Oak. Bark as a percentage of volumes exceeding 5 cm for single trees or for stands of site classes I and II as a function of diameter breast-height measured over bark.

Site class III is represented by a dashed line, since its course is based partly on an estimate (cp. Fig. 7).

30 cm og ligger 11 % under vore målinger ved 35 cm. Schobers tal bygger dog på et så stort materiale, at hans barkprocenter for hele træer må antages at give et bedre grundlag for at skønne over barkprocent på vedmasse end vore målinger giver. For europæisk lærk har Schober ikke angivet barktykkelse i brysthøjde, men hans barkmasseprocenter på enkelttræer er også for denne træart baseret på et stort antal målinger.

De „gladbarkede“ nåletræarter — ædelgran, grandis og sitka — har en barktykkelse i brysthøjde som i flere henseender meget minder om rødgrans. Man begår antagelig derfor ingen

Tabel 3. Diverse nåletræer. — Barkmasseprocent for hele træer eller for bevoksninger ved varierende brysthøjdediameter. (Delvis efter tyske og svenske undersøgelser).

Table 3. Various conifers. — Bark-volume percentage for single trees or for stands at various diameter breast-height. (Partly based on German and Swedish investigations).

Brysthøjde- diameter m. bark cm Diameter breast-height over bark cm	Ædelgran (<i>Abies alba</i>)	Grandis (<i>Abies grandis</i>)	Silka (<i>Picea sitchensis</i>)	Douglas* (<i>Pseudotsuga menziesii</i>)	Skovfyr** (<i>Pinus silvestris</i>)	Jap. lærk*** (<i>Larix leptolepis</i>)	Eur. lærk*** (<i>Larix decidua</i>)
5	16	—	18	—	24	—	—
10	12	9	13	—	18	23	26
15	10	9	12	9	15	20	24
20	10	9	11	9	14	19	23
25	9	8	11	9	13	18	22
30	9	8	11	11	12	16	21
35	9	8	10	12	11	15	21
40	9	8	10	12	11	15	20
45	8	8	10	15	10	14	20
50	8	8	10	—	—	—	—
55	8	—	10	—	—	—	—

* Efter Göhre (1958)
From Göhre (1958)

** Efter Östlin (1963)
From Östlin (1963)

*** Efter Schober (1953)
From Schober (1953)

større fejl ved at benytte kvotienten, $p_v : p_d$, for rødgran, hvis man vil skønne over barkmasseprocenten for hele træer eller for bevoksninger for disse 3 træarter.

I tabel 3 er disse skønnede tal sammenstillet med de foran omtalte tal for douglas, skovfyr, jap. lærk og europ. lærk.

5. BARKMASSEPROCENTER FOR DELE AF TRÆET

Når der i det foregående har været tale om barkmasseprocenter, har det været barkmassen af hele træer eller barkmassen af bevoksninger. Hvis man ønsker at bestemme barkmasseprocent eller barkmasse for et rummetereffekt eller for en afkortet del af træet, kan disse tal ikke anvendes, men man må i stedet enten foretage en direkte måling af barktykkelsen eller bruge barkprocenterne fra tabel 4 og 5.

Tabel 4 og 5 viser barkprocent på grundfladen i brysthøjde beregnet ud fra de i figur 5—10 viste kurver for dobbelt barktykkelse i brysthøjde. Disse barkprocenter kan for de fleste arter bruges som udtryk for barkmasseprocenten på stammede, fordi barktykkelsens variation med diameteren med ret god tilnærmelse er den samme på et vilkårligt valgt sted af stammen som i brysthøjde (se side 284). Arter med kraftig skorpebarkdannelse, som douglas, skovfyr, europ. lærk og birk, har dog forholdsvis tykkere bark på det nederste stammestykke (Göhre 1958, Östlin 1963). For disse arter kan tallene fra tabel 4 og 5 kun bruges til at skønne over barkprocent på den nederste stammedel eller på den del af stammen, hvor den kraftige skorpebark findes.

Ved effekter af grenmasse af bøg og eg bør man anvende kolonnerne for grene i tabel 5, da grenenes barktykkelse og dermed barkprocent er større end stammens. For de øvrige løvtræarter er der ikke målt barktykkelser på grenene, men det må antages, at det også for disse gælder, at grenenes barktykkelse og barkmasseprocent er større end stammens.

Indsamling af materiale til undersøgelsen påbegyndtes i 1950, men da forfatterne blev optaget af andet presserende arbejde, har undersøgelsen først kunnet afsluttes i vinteren 1968/69.

Vi vil gerne takke *Carlsen-Langes Legatstiftelse* for den bevilling, der muliggjorde undersøgelsens iværksættelse, ligesom vi gerne vil takke administrationen på de skovdistrikter, hvor materialet er indsamlet.

6. RESUME

Undersøgelsens formål var at konstatere barktykkelse og barkprocenter hos danske skovtræarter. Til målingerne anvendtes en svensk barkmåler (fig. 1), hvis virkemåde betinger, at målingerne skal udføres udenfor vækstsæsonen (fig. 2):

Hovedvægten blev lagt på at konstatere sammenhæng mellem barktykkelse og dimension i brysthøjde (figur 3—10). For de fleste træarter fandtes en simpel, retliniet sammenhæng. Enkelte arter med skorpebark havde dog et andet forløb.

I bøg, eg og rødgran er der fundet en sammenhæng mellem bonitet og barktykkelse, således at bevoksninger af dårlig bonitet har tykkere bark end bevoksninger af god bonitet, samme diameter forudsat. Det er tillige undersøgt, om der fandtes en aldersafhængighed udover, hvad der kommer til udtryk i boniteten, og der fandtes en

Table 4. Barkprocent på grundflade i brysthøjde — nåletræ. Tabellen kan benyttes til skøn over barkmasseprocenter på stammedele og rummetereffekter.

Table 4. Bark percentage of basal area at breast height — conifers. This table may be used for estimating bark-volume percentages for log sections and cordwood.

Diam. m. bark Diameter over bark	Rødgran (<i>Picea abies</i>)						Edelgran <i>Abies alba</i>	Sitka <i>Picea</i> <i>sitchensis</i>	Douglas <i>Pseudotsuga</i> <i>menziesii</i>	Grandis <i>Abies grandis</i>	Skovfyr <i>Pinus</i> <i>silvestris</i>	Østr. fyr <i>Pinus nigra</i> var. <i>austraca</i>	Eur. lærk <i>Larix</i> <i>decidua</i>	Jap. lærk <i>Larix</i> <i>leptolepis</i>
	I	bonitet (<i>site class</i>)				VI								
	II	III	IV	V	VI									
5 cm	15	15	19	19	23	15	15	15	—	26	—	—	23	
10 „	12	12	14	15	15	12	12	15	8	21	34	—	19	
15 „	9	11	12	13	14	10	12	15	8	19	30	—	18	
20 „	9	10	11	12	12	9	11	15	8	18	27	—	16	
25 „	9	9	10	12	12	9	10	15	8	18	26	21	16	
30 „	9	9	10	11	—	9	10	16	8	18	25	21	16	
35 „	8	9	10	11	—	8	10	16	8	18	24	21	15	
40 „	8	8	9	—	—	8	10	17	8	17	24	21	15	
45 „	8	8	9	—	—	8	10	17	8	17	—	21	—	
50 „	8	8	9	—	—	8	9	18	8	17	—	—	—	
55 „	8	8	—	—	—	8	9	19	—	—	—	—	—	

ganske ringe afhængighed, som man for alle praktiske formål kan se bort fra.

Hugststyrkens indflydelse på barktykkelsen blev undersøgt i bøg og rødgran. I bøg fandtes ingen og i rødgran kun en ganske svag afhængighed.

Barkprocenten på vedmasse er beregnet for bøg, eg og rødgran. Det er sket ved, at barkmassen er bestemt for et antal træer, hvorefter der af kvotienten (barkprocent på vedmasse divideret med barkprocent på brysthøjdediameter) har kunnet findes omsætningsfaktorer, så kurverne for barktykkelse i brysthøjde har kunnet omsættes til barkprocent på masse (fig. 14—16).

For nogle af de undersøgte nåletræarter er der desuden i tabel 3 angivet barkmasseprocenter, dels ud fra egne skøn og dels efter tyske og svenske undersøgelser.

Et skøn over barkmasseprocent på dele af træet (rummetereffekter, kævler o. l.) er vist i tabel 4 og 5.

Table 5. Barkprocent på grundflade i brysthøjde — løvtræ.
 Tabellen kan benyttes til skøn over barkmasseprocenter på stamme-
 dele og rummetereffekter.

Table 5. Bark percentage of basal area at breast height — hard-
 woods.

This table may be used for estimating bark-volume percentages for
 log sections and cordwood.

Diam. m. bark Diameter over bark	Bøg (<i>Fagus sylvatica</i>)					Eg (<i>Quercus robur</i>)					Ask <i>Fraxinus excelsior</i>	Ær <i>Acer pseudo- platanus</i>	Rødeg <i>Quercus borealis</i>	Birk <i>Betula verru- cosa et B. pubescens</i>	Rødel <i>Alnus glutinosa</i>
	bonitet site class				Grene Branches	bonitet site class			Grene Branches						
	I	II	III	IV		V	I	II		III					
5 cm	9	10	10	10	10	15	23	26	32	23	12	12	15	19	12
10 "	6	6	6	6	6	10	17	21	24	21	10	8	12	15	14
15 "	5	5	5	6	6	8	16	18	22	21	10	8	9	17	14
20 "	5	5	5	6	6	7	14	16	19	20	10	7	9	17	16
25 "	4	5	5	6	6	6	14	16	18	20	10	7	8	18	18
30 "	4	5	5	6	6	—	14	15	18	—	10	7	8	18	20
35 "	4	5	5	6	6	—	13	15	17	—	10	7	—	19	21
40 "	4	5	5	6	6	—	13	15	17	—	10	7	—	20	21
45 "	4	4	5	6	—	—	13	15	17	—	10	6	—	20	22
50 "	4	4	5	6	—	—	12	15	16	—	10	6	—	20	—
55 "	4	4	5	—	—	—	12	14	16	—	10	—	—	—	—
60 "	4	4	5	—	—	—	12	14	16	—	10	—	—	—	—
65 "	4	4	—	—	—	—	12	14	—	—	—	—	—	—	—
70 "	4	—	—	—	—	—	12	14	—	—	—	—	—	—	—

7. SUMMARY

The purpose of the investigations was to determine bark thickness and bark percentages of Danish forest tree species. The measuring was made with a Swedish bark gauge (Fig. 1) the function of which necessitates the measurements to be taken outside the growing season (Fig. 2).

The main emphasis was laid on ascertaining the connexion between bark thickness and dimension at breast height (Figs. 3—10). For most tree species a simple linear relationship was found. A few species with rugose bark, however, presented a different pattern.

In beech, oak and Norway spruce a connexion was found between site class and bark thickness, in the way that stands of poorer site classes have thicker bark than stands of better site classes, provided the diameter is the same (Figs. 5—7). It was also examined whether there was any age correlation apart from that which manifests itself in the site class, and actually a minute relationship was found, which, for all practical purposes, may be left out of account.

The influence of the thinning intensity on the bark thickness was studied in beech and Norway spruce. In Norway spruce only a very faint connexion was found, and in beech none.

The bark as a percentage of the volume has been calculated for beech, oak and Norway spruce. It was done by determining the bark volume in a number of trees, after which it was possible to derive conversion factors from the quotient (bark percentage of volume divided by bark percentage diameter breast-height), so that it has been possible to convert the curves for bark thickness at breast height into bark as a percentage of tree volume (Figs. 14—16).

For some of the conifers comprised by the investigation, Table 3 moreover indicates bark-volume percentages, partly based on our own estimate, partly based on German and Swedish investigations.

An estimate of bark-volume percentages in parts of the tree (cordwood, logs, etc.) is shown in Table 4 and 5.

LITTERATURFORTEGNELSE

- Göhre, K.*, 1958: Die Douglasie und ihr Holz, Berlin.
- Helms, J.*, 1897: Birken paa Tisvilde-Frederiksværk Distrikt. Tidsskr. f. Skovv., 9.
- Henriksen, H. A.*, 1951: Dimensionsklassefordeling for Bøg. Forstl. Forsøgsv., Danmark, 20.
- Ladefoged, K.*, 1952: The periodicity of wood formation. Kgl. Danske Videnskabernes Selskab, Dan. Biol. Skr. 7, no. 3.
- Løvengreen, J. A.*, 1949: Ekstrem Udhugning i Eg. Dansk Skovforen. Tidsskr., 34.
- Møller, C. Mar.*, 1933: Boniteringstabeller og bonitetsvise Tilvækstoversigter for Bøg, Eg og Rødgran i Danmark. Dansk Skovforen. Tidsskr., 18.
- Møller, C. Mar.* og *E. Holmsgaard*, 1947: Stærk Hugst, svag Hugst, og Hugst fra Toppen. Dansk Skovforen. Tidsskr., 32.
- Petrini, S.*, 1937: Skogsuppskatning och Skogsekonomi, Stockholm.
- Schober, R.*, 1953: Die japanische Lärche, Frankfurt am Main.
- Östlin, E.*, 1963: Barkuppgifter för tall, gran, björk m. fl. Del 1 och 2. Institutionen för Skogstaxering. Rapporter och Uppsatser nr. 5 och 6.