



# TREVIRKETS KVALITET

Av  
FINN STEMSRUD



NORGES LANDBRUKSHØGSKOLE  
INSTITUTT FOR TRETEKNOLOGI  
VOLLEBEKK



NORGES LANDBRUKSHØGSKOLE  
INSTITUTT FOR TRETEKNOLOGI

---

TRE VIRKETS KVALITET

Av

Finn Stemsrud



---

VOLLEBEKK

1971

Innholdsfortegnelse

	<u>Side</u>
FORORD . . . . .	10
I. KVALITETSKRITERIER . . . . .	11
1. Fysiske faktorer . . . . .	11
1.1. Volum . . . . .	11
1.2. Dimensjon . . . . .	11
1.3. Form . . . . .	12
1.4. Volumvekt . . . . .	14
1.5. Tørrstoffinnhold . . . . .	17
1.6. Styrke . . . . .	17
2. Anatomiske faktorer . . . . .	21
2.1. Årringbredde . . . . .	21
2.2. Vår- og sommerved . . . . .	21
2.3. Kvist . . . . .	22
2.4. Reaksjonsved . . . . .	26
2.5. Kjerneved . . . . .	27
2.6. Ungdomsved - modenved . . . . .	28
2.7. Fiberdimensjon - fibervinkel . . . . .	30
3. Kjemiske faktorer . . . . .	32
3.1. Celluloseinnhold . . . . .	32
3.2. Hemicelluloseinnholdet . . . . .	33
3.3. Lignininnhold . . . . .	34
3.4. Ekstraktinnhold - patologisk resistens . . . . .	35
3.5. Askeinnhold . . . . .	37
4. Sammendrag . . . . .	38
II. SKOGINDUSTRIENS KRAV TIL VIRKET . . . . .	41
1. Tremasse . . . . .	41
2. Halvkjemisk masse . . . . .	44
3. Sulfittcellulose . . . . .	45

	<u>Side</u>
4. Sulfatcellulose . . . . .	49
5. Trefiberplater . . . . .	52
6. Sponplater . . . . .	53
7. Trelast . . . . .	57
8. Produkter basert på spesialtømmer . . . . .	61
9. Sammendrag . . . . .	64
III. ARVEAVHENGIGE KVALITETSEGENSKAPER . . . . .	67
1. Variasjon . . . . .	67
1.1. Bartrær . . . . .	67
1.2. Lauvtrær . . . . .	69
1.2.1. Spredtporede . . . . .	70
1.2.2. Ringporede . . . . .	71
2. Arv - kvalitet . . . . .	71
2.1. Volumvekt . . . . .	72
2.2. Trakeidelengde . . . . .	74
2.3. Andre egenskaper ved trakeiden . . . . .	76
2.4. Spiralvekst (vridd vekst) . . . . .	76
2.5. Kjemisk innhold . . . . .	77
2.6. Andre vedegenskaper . . . . .	77
3. Sammendrag . . . . .	78
IV. VEKSTFORHOLD - VIRKESKVALITET . . . . .	81
1. Geografiske variasjoner . . . . .	81
2. Topografiske variasjoner . . . . .	83
3. Jordsmonnavhengige variasjoner . . . . .	84
4. Klimaavhengige variasjoner . . . . .	86
5. Sammendrag . . . . .	89

	<u>Side</u>
V. SKOGBEHANDLING - VIRKESKVALITET . . . . .	90
1. Valg av treslag . . . . .	90
2. Planteavstand . . . . .	93
3. Tynning . . . . .	98
4. Kunstig kvisting . . . . .	109
5. Gjødsling . . . . .	118
6. Sammendrag . . . . .	123
VI. NOEN TRESLAG - EGENSKAPER OG ANVENDELSE . . . . .	126
1. Gran . . . . .	126
1.1. Utbredelse . . . . .	126
1.2. Størrelse og form . . . . .	126
1.3. Bark . . . . .	126
1.4. Vedens egenskaper . . . . .	126
1.5. Tømmerets behandling og klassifisering	133
1.6. Produksjon . . . . .	134
1.7. Anvendelsesområder . . . . .	134
2. Furu . . . . .	139
2.1. Utbredelse . . . . .	139
2.2. Størrelse og form . . . . .	139
2.3. Bark . . . . .	139
2.4. Vedens egenskaper . . . . .	139
2.5. Tømmerets behandling og klassifisering	144
2.6. Produksjon . . . . .	144
2.7. Anvendelsesområder . . . . .	144
3. Edelgran . . . . .	146
3.1. Utbredelse . . . . .	146
3.2. Størrelse og form . . . . .	146
3.3. Bark . . . . .	146
3.4. Vedens egenskaper . . . . .	146
3.5. Vedens behandling . . . . .	148
3.6. Produksjon . . . . .	148
3.7. Anvendelsesområder . . . . .	148

	<u>Side</u>
4. Lerk . . . . .	149
4.1. Utbredelse . . . . .	149
4.2. Størrelse og form . . . . .	150
4.3. Bark . . . . .	150
4.4. Vedens egenskaper . . . . .	151
4.5. Anvendelsesområder . . . . .	153
5. Einer . . . . .	154
5.1. Utbredelse . . . . .	154
5.2. Størrelse og form . . . . .	154
5.3. Bark . . . . .	154
5.4. Vedens egenskaper . . . . .	154
5.5. Vedens behandling . . . . .	155
5.6. Produksjon . . . . .	155
5.7. Anvendelsesområder . . . . .	155
6. Barlind . . . . .	156
6.1. Utbredelse . . . . .	156
6.2. Størrelse og form . . . . .	156
6.3. Bark . . . . .	156
6.4. Vedens egenskaper . . . . .	156
6.5. Vedens behandling . . . . .	157
6.6. Produksjon . . . . .	157
6.7. Anvendelsesområder . . . . .	157
7. Sitka gran . . . . .	158
7.1. Utbredelse . . . . .	158
7.2. Størrelse og form . . . . .	158
7.3. Bark . . . . .	158
7.4. Vedens egenskaper . . . . .	158
7.5. Produksjon . . . . .	160
7.6. Anvendelsesområder . . . . .	160
8. Hemlock . . . . .	161
8.1. Utbredelse . . . . .	161
8.2. Størrelse og form . . . . .	161
8.3. Bark . . . . .	161
8.4. Vedens egenskaper . . . . .	161
8.5. Produksjon . . . . .	163
8.6. Anvendelsesområder . . . . .	163

	<u>Side</u>
9. Fjelleledelgran . . . . .	164
9.1. Utbredelse . . . . .	164
9.2. Størrelse og form . . . . .	164
9.3. Bark . . . . .	164
9.4. Vedens egenskaper . . . . .	164
9.5. Produksjon . . . . .	165
9.6. Anvendelsesområder . . . . .	165
10. Vrifuru . . . . .	166
10.1. Utbredelse . . . . .	166
10.2. Størrelse og form . . . . .	166
10.3. Bark . . . . .	166
10.4. Vedens egenskaper . . . . .	166
10.5. Produksjon . . . . .	167
10.6. Anvendelsesområder . . . . .	167
11. Bjørk . . . . .	168
11.1. Utbredelse . . . . .	168
11.2. Størrelse og form . . . . .	169
11.3. Bark . . . . .	169
11.4. Vedens egenskaper . . . . .	170
11.5. Vedens behandling . . . . .	172
11.6. Produksjon . . . . .	172
11.7. Anvendelsesområder . . . . .	173
12. Osp . . . . .	177
12.1. Utbredelse . . . . .	177
12.2. Størrelse og form . . . . .	178
12.3. Bark . . . . .	178
12.4. Vedens egenskaper . . . . .	178
12.5. Vedens behandling . . . . .	181
12.6. Produksjon . . . . .	181
12.7. Anvendelsesområder . . . . .	181

	<u>Side</u>
13. Svartor . . . . .	184
13.1. Utbredelse . . . . .	184
13.2. Størrelse og form . . . . .	184
13.3. Bark . . . . .	184
13.4. Vedens egenskaper . . . . .	185
13.5. Vedens behandling . . . . .	186
13.6. Produksjon . . . . .	187
13.7. Anvendelsesområder . . . . .	187
14. Gråor . . . . .	188
14.1. Utbredelse . . . . .	188
14.2. Størrelse og form . . . . .	188
14.3. Bark . . . . .	188
14.4. Vedens egenskaper . . . . .	188
14.5. Anvendelsesområder . . . . .	188
15. Selje . . . . .	189
15.1. Utbredelse . . . . .	189
15.2. Størrelse og form . . . . .	189
15.3. Bark . . . . .	189
15.4. Vedens egenskaper . . . . .	189
15.5. Produksjon . . . . .	190
15.6. Anvendelsesområder . . . . .	190
16. Rogn . . . . .	191
16.1. Utbredelse . . . . .	191
16.2. Størrelse og form . . . . .	191
16.3. Vedens egenskaper . . . . .	191
16.4. Produksjon . . . . .	191
16.5. Anvendelsesområder . . . . .	192
17. Hegg . . . . .	193
17.1. Utbredelse . . . . .	193
17.2. Størrelse og form . . . . .	193
17.3. Bark . . . . .	193
17.4. Vedens egenskaper . . . . .	193
17.5. Produksjon . . . . .	194
17.6. Anvendelsesområder . . . . .	194



	<u>Side</u>
18. Hassel . . . . .	195
18.1. Utbredelse . . . . .	195
18.2. Størrelse og form . . . . .	195
18.3. Vedens egenskaper . . . . .	195
18.4. Produksjon . . . . .	196
18.5. Anvendelsesområder . . . . .	196
19. Lønn . . . . .	197
19.1. Utbredelse . . . . .	197
19.2. Størrelse og form . . . . .	197
19.3. Bark . . . . .	197
19.4. Vedens egenskaper . . . . .	198
19.5. Produksjon . . . . .	199
19.6. Anvendelsesområder . . . . .	199
20. Lind . . . . .	200
20.1. Utbredelse . . . . .	200
20.2. Størrelse og form . . . . .	200
20.3. Bark . . . . .	200
20.4. Vedens egenskaper . . . . .	201
20.5. Produksjon . . . . .	202
20.6. Anvendelsesområder . . . . .	202
21. Bøk . . . . .	203
21.1. Utbredelse . . . . .	203
21.2. Størrelse og form . . . . .	203
21.3. Bark . . . . .	203
21.4. Vedens egenskaper . . . . .	203
21.5. Produksjon . . . . .	206
21.6. Anvendelsesområder . . . . .	206

	<u>Side</u>
22. Eik . . . . .	207
22.1. Utbredelse . . . . .	207
22.2. Størrelse og form . . . . .	207
22.3. Bark . . . . .	208
22.4. Vedens egenskaper . . . . .	209
22.5. Produksjon . . . . .	212
22.6. Anvendelsesområder . . . . .	212
23. Ask . . . . .	213
23.1. Utbredelse . . . . .	213
23.2. Størrelse og form . . . . .	213
23.3. Bark . . . . .	213
23.4. Vedens egenskaper . . . . .	213
23.5. Produksjon . . . . .	217
23.6. Anvendelsesområder . . . . .	217
24. Alm . . . . .	218
24.1. Utbredelse . . . . .	218
24.2. Størrelse og form . . . . .	218
24.3. Bark . . . . .	218
24.4. Vedens egenskaper . . . . .	218
24.5. Vedens behandling . . . . .	220
24.6. Produksjon . . . . .	220
24.7. Anvendelsesområder . . . . .	220
LITTERATUR . . . . .	221

F O R O R D

-----

Ved utformingen av dette arbeidet er det nyttet noe mer litteratur enn det fremgår av litteraturlisten. Således har professor P. Moltesens forelesninger for de danske skogbruksstudentene vært en god støtte ved utarbeidelsen av avsnittet om treslagenes egenskaper og anvendelse. Forøvrig har jeg hatt meget god hjelp av mine vitenskapelige medarbeidere. Særlig bør fremheves den hjelp jeg har hatt av vitenskapelig assistent Birger Strande.

Borregaards Forskningsfond har ydet bidrag til arbeidet.

Jeg vil hermed få overbringe min beste takk for hjelpen.

Vollebekk 1 februar 1971.

Finn Stemsrud

## I. KVALITETSKRITERIER.

I det følgende gis en oversikt over faktorer som generelt anses å være av betydning for trevirkets kvalitet. For oversiktens skyld er det foretatt en gruppering på henholdsvis fysiske, anatomiske og kjemiske kvalitetsfaktorer.

Det er bare trevirkets primære egenskaper som vil bli vurdert i det følgende. Egenskaper som er tilført virket ved transport, lagring eller annen behandling blir ikke diskutert.

Ved diskusjon av de enkelte kvalitetskriterier bør en også være oppmerksom på at det er tildels sterk korrelasjon mellom flere av de faktorer som blir nevnt. Dette gjelder f.eks. sammenhengen mellom avsmalning, årringbredde og volumvekt.

### 1. Fysiske faktorer.

#### 1.1. Volum.

Tradisjonelt har trevirket hos oss vært omsatt med volumet som enhet, noe som har ført til at en i den primære skogproduksjon i sterk grad har konsentrert seg om volumproduksjonen. Dette viser seg også i våre produksjonstabeller, som gir uttrykk for volumproduksjonen pr. arealenhet og år.

Imidlertid er en rekke andre faktorer også av betydning for trevirkets verdi. Sannsynligvis har en tidligere lagt for liten vekt på disse i forhold til volumproduksjonen. Dette synes nå å endre seg i retning av en mer variert produksjonsmålsetting (KINMAN 1923, KLEM 1934, KLEM et al. 1945, ZOBEL et al. 1965, HAKKILA 1966, BUIJTENEN 1967, LANGHAMMER 1969).

#### 1.2. Dimensjon.

Denne omfatter virkets diameter og lengde og må anses som et viktig kvalitetskriterium, da virkets verdi påvirkes sterkt av dimensjonen. Likedan er dette en av de virkesegenskaper som er lettest å påvirke gjennom skogbehandlingen.

Dimensjonens rolle som kvalitetsfaktor vil til enhver tid avhenge av prisforskjellen mellom dimensjonene, og ved hvilken dimensjon grensen for høyeste pris ligger.

For spesialtømmer er dimensjonen en meget viktig faktor, både hva lengde og diameter angår.

Dimensjonsutviklingen er avhengig av treslag, tetthet, bonitet og alder, og kan påvirkes f.eks. ved planteforband, tynning, gjødsling og grøfting.

Ved en sterk økning av diametertilveksten kan det skje en stigning i den relative barktykkelsen på grunn av at stammene utsettes for mere lys og varme. BURGER (1947) fant at barken på ubeskyttet eik ved 60 cm diameter kunne bli dobbelt så tykk som på beskyttede trær i samme bestand.

### 1.3. Form.

I begrepet form legges stammens avsmalningsforhold og dens rettvokstheth. Avsmalningen uttrykkes gjerne i cm.pr. m eller ved hjelp av formkvotienten. Hos langkrokete stammer angis kroken ved hjelp av pilhøyden.

Det er typiske variasjoner i stammeformen mellom de enkelte treslag, men også innen et enkelt treslag kan variasjonene være temmelige store. Dette skyldes delvis arvelige faktorer, men forsøk viser at også miljøet har sterk innflytelse på trærnes form. Særlig ser det ut til at glisne forband generelt gir dårligere form enn tette (KLEM 1944, BRAATHE 1953).

For gran med samme diameter fant NYLINDER (1958 b) at formkvaliteten synker svakt med stigende forband, og i forbandet stiger den med stigende diameter.

Hos furu var denne variasjonen mindre enn hos gran (tabell 1).

Tabell 1. Gjennomsnittlig formkvotient u.b. gran fra Omberg, Östergötland, alder 44 år. Furu fra Granvik, Tiveden Vestergrötland, alder 48 år. Treantallet er satt i parentes. Formkvotienten er diameteren ved 60% av trehøyden dividert med diameteren ved 20% (etter NYLLINDER 1958).

Plante- forband m x m	Diameter, cm p.p.												
	8-	10-	12-	14-	16-	18-	20-	22-	24-	26-	28-	34-	
	Formkv. D <sub>60</sub> : D <sub>20</sub>												
Gran 1,00x1,00	0,734 (2)	0,691 (7)	0,691 (3)	0,661 (9)	0,693 (6)	0,679 (2)	0,643 (5)	0,709 (1)	0,668 (1)	-	-	-	-
1,25x1,25	-	0,658 (2)	0,693 (7)	0,653 (12)	0,657 (5)	0,684 (3)	0,632 (3)	0,688 (2)	0,633 (2)	-	-	-	-
1,50x1,50	0,712 (2)	0,674 (3)	0,680 (4)	0,653 (6)	0,654 (8)	0,654 (4)	0,658 (3)	0,673 (3)	0,640 (2)	-	-	-	-
1,75x1,75	-	0,660 (3)	0,658 (3)	0,631 (5)	0,637 (7)	0,637 (4)	0,648 (3)	0,651 (3)	0,618 (4)	0,655 (1)	0,603 (1)	-	-
2,00x2,00	0,683 (1)	0,643 (2)	0,645 (4)	0,644 (4)	0,630 (13)	0,648 (11)	0,627 (3)	0,624 (3)	0,618 (3)	0,639 (1)	0,597 (1)	-	-
Furu 0,75x0,75	-	-	0,726 (2)	-	0,708 (9)	0,693 (4)	0,711 (3)	0,746 (2)	-	-	-	-	-
1,25x1,25	-	-	-	0,719 (1)	0,706 (4)	0,716 (4)	0,712 (3)	0,694 (7)	0,716 (1)	-	-	-	-
1,50x1,50	-	-	-	0,733 (1)	0,728 (5)	0,716 (6)	0,725 (6)	0,710 (1)	-	0,667 (1)	-	-	-
2,00x2,00	-	-	-	-	0,716 (5)	0,737 (3)	0,700 (5)	0,681 (3)	0,697 (2)	0,637 (1)	0,615 (1)	-	-
3,00x3,00	-	-	-	-	0,762 (1)	0,690 (2)	0,704 (2)	0,696 (4)	0,699 (4)	0,688 (6)	-	0,656 (1)	-

Det er også funnet klar sammenheng mellom stammeform og henholdsvis volumvekt og kvistmengde. Ifølge KLEM (1944), KLEM et al. (1945) og NYLINDER (1958) avtar volumvekten med økende avsmalning, mens kvistmengden øker under de samme forhold.

Krok er en kvalitetsfeil som delvis kan være genetisk betinget, men som like gjerne kan skyldes vekstforholdene og skader som er påført treet under veksten. Krokete virke inneholder som regel reaksjonsved.

Stammeformen må sies å være av størst betydning for spesialtømmer og virke til sagbruksindustrien. Ved skur er det toppdiameteren som er bestemmende for postningen, og følgelig vil skurutbyttet i sterk grad avhenge av avsmalningen. KLEM og KARLSEN (1950) fant at en stigning i avsmalningen på 0,4 cm pr. m ga en nedgang i skurutbyttet på ca. 5%. Et dansk forsøk viser derimot ingen vesentlig variasjon i skurutbyttet hos gran i avsmalningsintervallet 0,8 - 1,2 cm pr. m (MOLTESEN 1957).

Krokete virke reduserer også skurutbyttet. Ifølge SKJELMERUD (1967) viser en undersøkelse fra Finland - der det skjæres skarpkantet last - at tømmerbehovet steg 10% ved 5 cm langkrok og 30% ved 10 cm langkrok.

Ved flishogging har krokete virke tendens til å gi flis med redusert kvalitet. Dessuten vil krok kunne vanskeliggjøre barkingen.

#### 1.4. Volumvekt.

Dette er en fellesbetegnelse for trevirkets vekt pr. volumenhet. Mer eksakt kan den uttrykkes ved råvolumvekten  $r_u$ , tørr-råvolumvekten  $R$  eller tørrvolumvekten  $r_o$ .

Råvolumvekten angir råvekten pr. volumenhet målt i rå tilstand. Tørr-råvolumvekten er tørrvekten pr. volumenhet målt i rå tilstand, mens tørrvolumvekten defineres som tørrvekten pr. volumenhet målt i tørr tilstand.

Når begrepet volumvekt blir brukt i det følgende, tenkes det enten på tørrvolumvekt eller tørr-råvolumvekt. Sammenhengen mellom disse er slik at dersom verdien av den ene er kjent, kan den andre lett regnes ut ved hjelp av bestemte formler.

Da celleveggsubstansens spesifikke vekt er noenlunde konstant (ca.  $1,5 \text{ g/cm}^3$ ), vil trevirkets volumvekt variere med forholdet mellom celleveggsubstans, intercellulærvolum og intracellulærvolum.

Volumvekten varierer ikke bare mellom de ulike treslagene, men også fra tre til tre innen samme treslag. Innen ett og samme tre varierer også volumvekten i de forskjellige stammedeler.

Dette kan tilskrives dels arv og dels det miljø trærne vokser i.

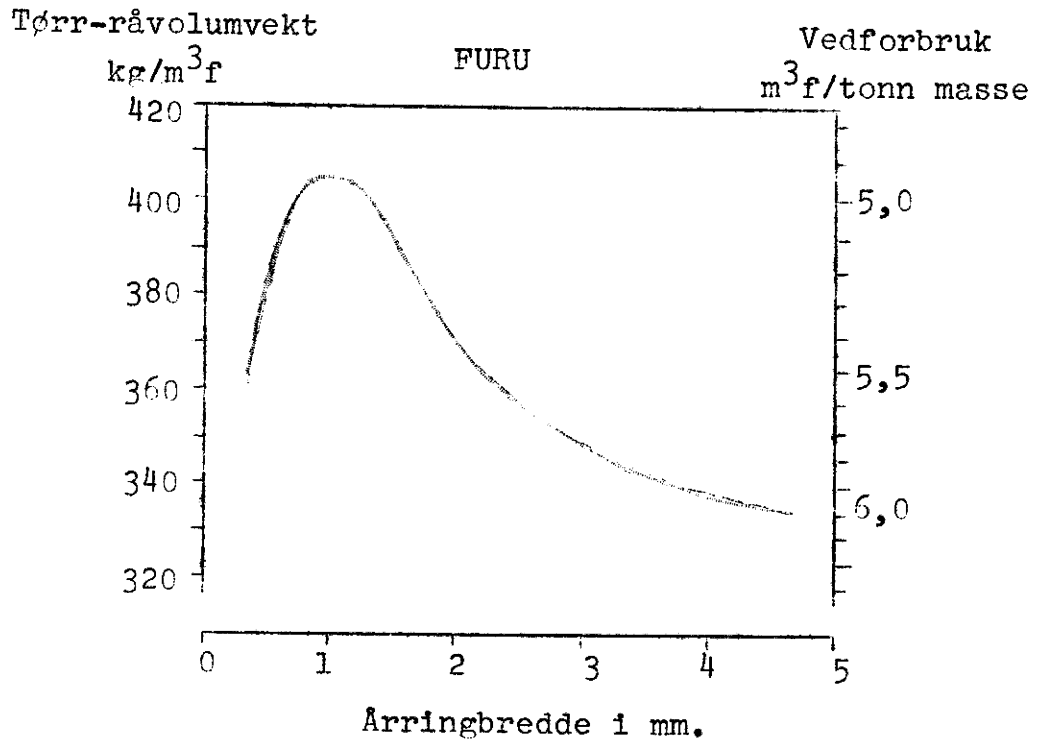
Det foreligger en rekke undersøkelser over forholdet volumvekt/årringbredde. Allerede HARTIG (1884) fant at det eksisterte en regulær sammenheng mellom disse størrelsene. Andre forskere har kommet til det motsatte resultat (CHEVANDIER/WERTHEIM 1948). SPURR/HSIUNG (1954) og HILEY (1955) hevder også at det ikke er årringbredden, men alder og tre-diameter ved dannelsen av virket som er bestemmende for volumvekten. I dag hersker det imidlertid stort sett enighet om at årringbredden har en vesentlig innflytelse på volumvekten (KOLLMANN 1951, KLEM 1934 og 1952, VENET 1953, BURGER 1951 og 1953, HILDEBRANDT 1954, NYLINDER/HÄGGLUND 1954, ALRIDGE/HUDSON 1955, NYLINDER 1955, TRENDELENBURG/MAYER-WEGELIN 1955).

Hos de fleste bartrær er det funnet negativ korrelasjon mellom volumvekt og årringbredde. Denne synes å være langt sterkere hos gran enn hos furu (TRENDELENBURG/MAYER-WEGELIN 1955, HAKKILA 1966).

De ringporede lauvtrær viser en positiv korrelasjon mellom volumvekt og årringbredde, mens sammenhengen hos de spredtporede lauvtrærne er noe uklar.



Figur 1 viser volumvektens variasjon med årringbredden hos furu. Samtidig antyder den sammenhengen mellom volumvekt og tømmerforbruk ved masseframstilling.



Figur 1. Et eksempel på forholdet mellom vedens tørr-råvolumvekt og årringbredde hos furu. Det angitte vedforbruk forutsetter 50% utbytte av tørr masse, regnet av vedens tørrvekt (etter ERICSON 1968).

For trevirkets kjemiske og tekniske egenskaper er volumvekten en faktor av vesentlig betydning.

Med tiltagende volumvekt hos gran er det funnet stigende utbytte av cellulose, såvel etter sulfat- som etter sulfittprosessen, både når det gjelder utbytte pr.  $\text{m}^3$  og pr. vektenhet absolutt tørt virke (NYLINDER/HÄGGLUND 1954). Samme tendens er også funnet for bøk (KLAUDITZ 1948).

Ser en på massens kvalitet er forholdet mer komplisert, idet slitelengde, sprengstyrke og falsetall synker med stigende volumvekt mens rivstyrken stiger (KLEM 1951, NYLINDER/HÄGGLUND 1954).

Også ved tremasseproduksjon er det påvist at utbyttet øker med virkets volumvekt. KLEM et al. (1945) fant at tremasseutbyttet - med små avvik - er direkte proporsjonalt med tørrstoffmengden pr. volumenhet.

Det samme forhold har en funnet mellom trevirkets styrkeegenskaper og volumvekten, vel og merke når en ser bort fra kvist, tennar og andre feil som svekker virket (KOLLMANN 1951). Det er dette som ligger til grunn for den såkalte T-virke sortering for trelast til konstruksjonsformål.

#### 1.5. Tørrstoffinnhold.

Tørrstoffinnholdet er produktet av trevirkets tørrvolumvekt og dets volum målt i tørr tilstand, eller sett på en annen måte, produktet av tørr-råvolumvekten og volumet målt i fuktig tilstand.

Tørrstoffinnholdet henger altså nøye sammen med volumvekten. Ut fra det som er nevnt i forrige avsnitt er da masseutbyttet ved treforedling tilnærmet proporsjonalt med vektmengden av tørrstoff.

For den skogindustri som omsetter sine produkter etter vekt, er derfor tørrstoffinnholdet et godt verdikriterium for råstoffet.

At en i praksis også begynner å innse dette, understrekes av den adgang som i medhold av "Lov om måling av skogsvirke og skurlast av 4. juni 1965", er gitt til omsetning av massevirke etter vekt.

Denne utviklingen vil sannsynligvis føre til at skogbruket i framtida må legge mindre vekt på ensidig volumproduksjon, og i stedet gå inn for en mer intensivert tørrstoffproduksjon.

#### 1.6. Styrke.

Ved hjelp av treprøver og standardiserte styrketester kan en finne uttrykk for trevirkets forskjellige styrkeegenskaper som f.eks. bøyfasthet, strekkfasthet, trykkfasthet, skjærfasthet og hårdhet.

Feilfritt trevirke kjennetegnes ved høy styrke i forhold til vekten. De feil som vanligvis forekommer, slik som kvist, tennar og andre uregelmessigheter, fører imidlertid til store variasjoner i styrken. På denne måten svekkes trevirkets posisjon som konstruksjonsmateriale. Tabell 2 angir innflytelsen av forskjellige virkesfeil på bøyfastheten hos gran.

Trevirkets styrke er avhengig av dets anatomiske struktur. Således er celletype, cellediameter, celleveggtykkelse og celleveggmorfologi grunnleggende for styrkeegenskapene.

Generelt har sommervedfibre større styrke enn vårvedfibre (JAYNE 1959). Dette skyldes først og fremst den større veggtykkelsen i sommerveden. Da sommervedandelen i årringene hos de fleste bartreslag i absolutt mål er temmelig konstant, vil virke med smale årringer ha relativt mye sommerved, høy volumvekt og stor styrke. KOLLMANN (1951) fant at styrken i de fleste tilfelle er direkte proporsjonal med volumvekten. Det er også av styrkemessig betydning at årringene er jevne. Ved skarpe overganger i årringbredden vil det under tørking oppstå store spenningsforskjeller i veden p.g.a. ulik krymping. Dette fører ofte til sprekkdannelse og nedsatt styrke.

Det er tidligere nevnt at en i dag har en såkalt T-virke sortering for konstruksjonsvirke. Her blir virket klassifisert i tre grupper, T 390, T 300 og T 210, hvor tallene angir den bøybelastning virket er regnet å tåle. Innenfor hver klasse stilles det så bestemte krav til maksimal årringbredde, minimal sommervedandel og til maksimal kvistmengde:

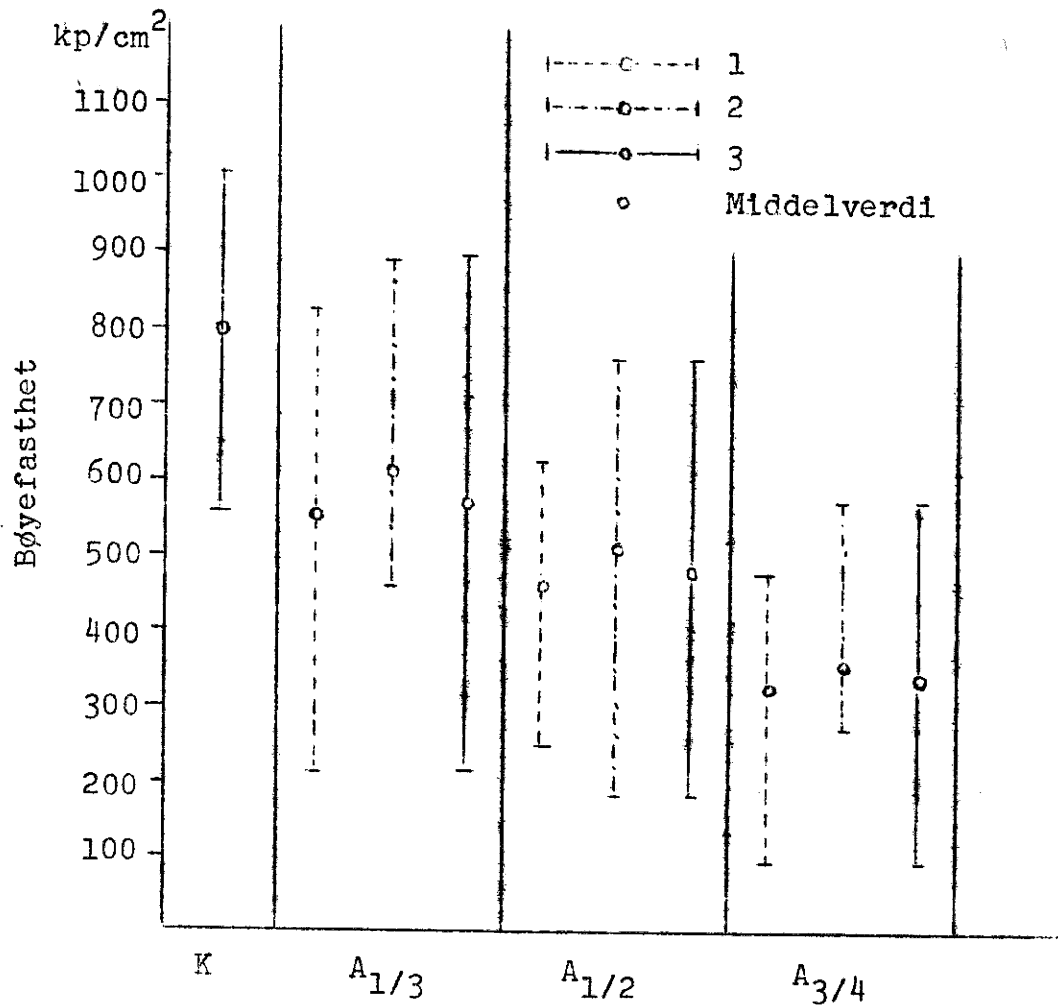
Kvalitetsfaktor	Klasse		
	T 390	T 300	T 210
Max. årringbredde i mm.	3	5	ubegrenset
Min. sommervedandel i %	1/4	1/6	- " -
Max. kvistinnhold i plankens kantside i % av tykkelsen	25	33	50

Det settes dessuten bestemte krav til kvistansamlinger.

Tabell 2. Innflytelsen av forskjellige virkesfeil på bøyefastheten hos gran. Middelerverdier og forholdstall (etter KUCERA 1970).

Feilens art	Feilens omfang	Feilens plassering, side	Bøyefasthet	
			kp/cm <sup>2</sup>	% av feilfrie prøver
Kontroll-Feilfrie prøver	-	-	792	100
Fast kvist	1 kvist <1/3 av prøvens tykkelse og bredde	Strekk Trykk Trykk+strekk	550 607 569	69,4 76,6 71,8
	1 kvist <1/2 av prøvens tykkelse og bredde	Strekk Trykk Trykk+strekk	459 510 475	58,0 64,4 60,0
	1 kvist <3/4 av prøvens tykkelse og bredde	Strekk Trykk Trykk+strekk	319 349 330	40,3 44,1 41,7
"Flikking" av kvisthull etter løse kvister	1 kvist <1/3 av prøvens tykkelse og bredde	Strekk Trykk Trykk+strekk	529 528 529	66,8 66,7 66,8
	1 kvist <1/2 av prøvens tykkelse og bredde	Strekk Trykk Trykk+strekk	440 416 434	55,6 52,5 54,8
	1 kvist <3/4 av prøvens tykkelse og bredde	Strekk Trykk Trykk+strekk	322 298 319	40,7 37,6 40,3
Tørkesprekker	<1/3 av prøvens tykkelse og lengde	Strekk	828	104,6
	>1/3 av prøvens tykkelse og lengde	Strekk	670	84,6
Farge-skadesopp	<1/3 av prøvens tykkelse og lengde	Strekk	754	95,2
	>1/3 av prøvens tykkelse og lengde	Strekk	762	96,2
Reaksjonsved (tennar)	<1/10 av prøvens bredde	Strekk	723	91,3
	<1/4 av prøvens bredde	Strekk	747	94,3
	>1/4 av prøvens bredde	Strekk	807	101,9
Vridd vekst	10% vridning	Strekk	635	80,2
Marg	Gjennomskåret	Strekk	540	68,2
	Ugjennomskåret	Strekk	573	72,4

At kvisten har stor styrkemessig betydning, går fram av figur 2, som viser bøyestyrkens variasjon med kvistens størrelse og beliggenhet.



Figur 2. Bøyefasthetens variasjon med kvistinnhold hos gran. Middelverdier og spredning (etter KUCERA 1970).

1. Bøyefasthetsvariasjon med kvist i prøvens underside (strekkside).
2. Bøyefasthetsvariasjon med kvist i prøvens overside (trykkside).
3. Midlere bøyefasthetsvariasjon (middel av 1 og 2).

A<sub>1/3</sub> - kvisten <1/3 av prøvens tykkelse og bredde  
A<sub>1/2</sub> - " - <1/2 - " - " - " - " - "  
A<sub>3/4</sub> - " - <3/4 - " - " - " - " - "  
K - kontroll (kvistfrie prøver)

## 2. Anatomiske faktorer.

### 2.1. Årringbredde.

Under våre klimaforhold angir årringbredden diameterveksten pr. år. Variasjoner i denne egenskapen er dels av arvelig karakter, dels framkommer de som aldersvirkning og i meget sterk grad er de et resultat av treets vekstbetingelser. Det er derfor en egenskap som er lett å påvirke ved skogskjøttmessige tiltak.

Tidligere er nevnt at det er påvist sammenheng mellom årringbredde og volumvekt både hos bartrær og ringporede lauvtrær. Det samme er tilfelle for forholdet årringbredde/sommervedprosent.

WEGELIUS (1946) har funnet at rask vekst fører til synkende sommervedinnhold, slik at sommervedprosenten er omvendt proporsjonal med årringbredden.

Virkets optimale årringbredde vil variere mye med hva det skal brukes til og med treslaget.

Generelt kan sies at bartrevirke med forholdsvis smale årringer og lauvtrevirke med brede årringer blir foretrukket til de fleste formål. I alle tilfelle er det viktig at det ikke forekommer store sprang i årringbredden.

### 2.2. Vår- og sommerved.

Innen en årring er det vanligvis tydelig forskjell på vår- og sommerved.

Vårveden består av tynnveggede, forholdsvis myke prosenkymceller. I sommerveden er cellene mer tykkveggede, med mindre cellehulrom.

For bartrær under våre vekstforhold definerer MORK (1928) sommerveden som den del av årringen der fellesveggen mellom to trakeider er større eller lik halvparten av cellelumen, målt i radial retning.

Normalt tiltar celleveggtykkelsen hos bartrevirke med avtagende årringbredde, idet sommervedens absolutte bredde er noenlunde konstant. Hos ringporede lauvtrær øker sommervedinnholdet med årringbredden, mens det hos de spredtporede ikke er funnet noen klar sammenheng.

Den sammenheng som tidligere er omtalt mellom årringbredde og volumvekt, kan altså for en stor del føres tilbake til forholdet vårved/sommerved.

For gran varierer forholdet mellom volumvekten av sommerved og vårved fra 1,6 - 2,8 og for furu fra 2,4 - 3,0 (KOLLMANN 1951, TRENDELENBURG/MAYER-WEGELIN 1955).

Mengden av sommerved og tykkelsen av celleveggene øker vanligvis fra marginen og utover. Hos furu skjer økningen noe raskere, og sommervedandelen kommer også noe høyere enn hos gran (HAKKILA 1966). Det kan også nevnes at overgangen fra vår- til sommerved er noe jevnere hos gran enn hos furu.

Foruten genetiske faktorer og treets alder, ser det ut til at sommervedinnholdet særlig avhenger av vekstbetingelsene. FOSLIE (1963) fant at celleveggtykkelsen i furu fra Pasvik var vesentlig mindre enn på Østlandet. Etter vanlig definisjon var det heller ikke sommerved i Pasvik-furua.

Det er antatt at god tilgang på fuktighet i siste del av vekstperioden gir økt sommervedandel.

### 2.3. Kvist.

For trevirke til de fleste formål må kvist anses som en kvalitetsreduserende faktor. Riktignok kan frisk kvist betraktes som en positiv egenskap i enkelte paneler, men til de fleste andre formål vil den virke nedsettende på styrkeegenskaper og utbytte. Kravene til spesialtømmer av bar- og lauvtre er særlig strenge med hensyn til kvist. For å illustrere hva kvisten betyr i slike tilfelle, nevner MOLTESEN (1957) at forholdet mellom prisene for en kvistfri og en kvistholdig eikestokk i Danmark er ca. 5:1.

Kvistved kjennetegnes av et relativt høyt tennar- og lignininnhold. Det er særlig på undersiden av kvisten at det utvikles tennarved. BOUTELJE (1966) fant at tørrvolumvekten og harpiksinholdet var høyere i kvistveden enn i greinen utenfor stammen. Fuktigheten derimot var lavest i kvistveden.

Et tres kvistmengde varierer med arv og miljø. WEGELIUS (1946) oppgir 2-4% som midlere kvistmengde for finsk massevirke. For hagemarksgran har han funnet kvistvolum på opptil 10%. For plantet gran og furu angir NYLINDER (1958) et midlere kvistvolum på 0,6 - 0,7% ved 45 års alder. Granved inneholder vanligvis ikke over 2 vektprosent kvist (DAHM 1960).

Det er av flere forskere funnet sammenheng mellom kvistmengde, årringbredde, avsmalning og veksthastighet. KLEM (1934 og 1944) og NYLINDER/HÄGGLUND (1954) slår fast at kvistmengden stiger med økende årringbredde og avsmalning. Økt veksthastighet gir også mere kvist.

Trernes kvistmengde kan delvis reguleres gjennom skogskjøtselmessige tiltak. Det er bl.a. funnet at en stigning i planteforbardet gir økt kvistmengde (KLEM 1934, NYLINDER 1958) (tabell 3). Ikke bare kvistmengden, men også kvistens størrelse øker med planteavstanden. Denne virkningen blir mindre merkbar ved høyere alder.

WEGELIUS (1946) mener at det særlig er bestandets tetthet i ungdommen som er avgjørende for kvistmengden.

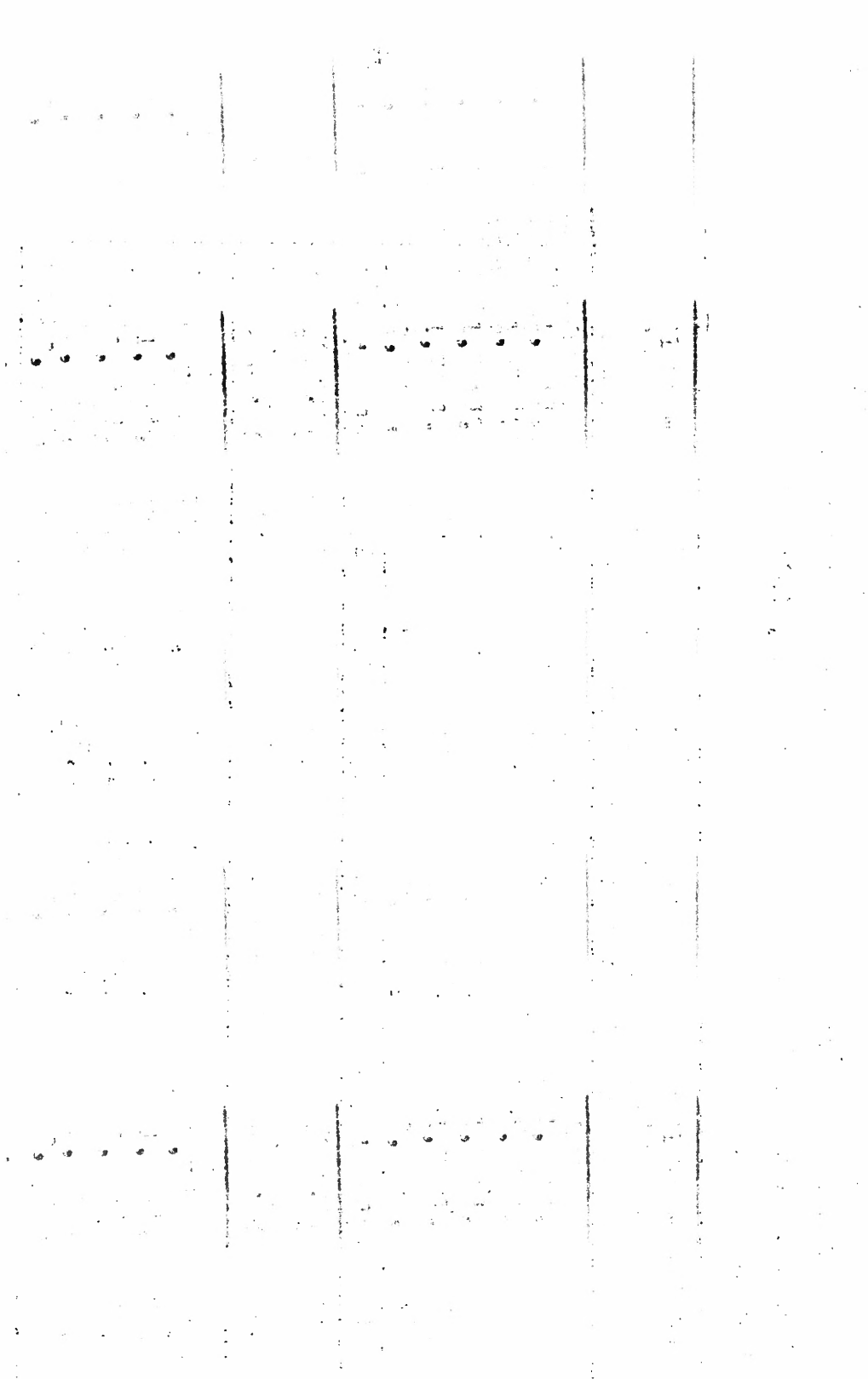
Når kvistrensingen avsluttes i en seksjon av stammen, forblir det absolutte kvistvolum konstant, mens det relative kvistvolum avtar så lenge treet vokser.

Det relative kvistvolum avtar altså med stigende alder. Derimot øker det oppover stammen, til det når maksimum ved 80-90% av stammehøyden (tabell 3). Denne økningen går raskere hos furu enn hos gran, noe som skyldes furuas raskere kvistrensing.

Det relative kvistvolum øker også med stigende planteforband, og innen forbandet fant NYLINDER (1958) at det stiger med brysthøydiameteren (tabell 3 og 4).







Tabell 4. Kvistmengdens gjennomsnittlige størrelse hos gran og furu ved ulike planteforband. Gran fra Omberg Östergötland, alder 44 år. Furu fra Granvik, Tiveden, Västergötland, alder 48 år. Treantallet er satt i parentes (etter NYLINDER 1958).

Plante- forband  m x m	Diameterklasse p.b.												
	8-	10-	12-	14-	16-	18-	20-	22-	24-	26-	28-	34-	
	Kvistvolum i % av stammens volum												
Gran													
1,00x1,00	0,60 (2)	0,56 (7)	0,50 (3)	0,48 (9)	0,57 (6)	0,50 (2)	0,62 (5)	0,78 (1)	0,54 (1)	-	-	-	
1,5x1,25	-	0,67 (2)	0,51 (7)	0,54 (12)	0,62 (5)	0,56 (3)	0,62 (3)	0,75 (2)	0,72 (2)	-	-	-	
1,50x1,50	0,65 (2)	0,55 (3)	0,70 (4)	0,54 (6)	0,68 (8)	0,82 (4)	0,63 (3)	0,64 (3)	0,66 (2)	-	-	-	
1,75x1,75	-	0,47 (3)	0,61 (3)	0,78 (5)	0,85 (7)	0,76 (4)	0,65 (3)	0,84 (3)	0,65 (4)	0,67 (1)	1,01 (1)	-	
2,00x2,00	0,57 (1)	0,48 (2)	0,57 (4)	0,69 (4)	0,64 (3)	0,73 (11)	0,70 (3)	0,93 (3)	0,91 (3)	0,96 (1)	0,84 (1)	-	
Middelverdi	0,61 (5)	0,54 (17)	0,57 (21)	0,59 (36)	0,68 (29)	0,71 (24)	0,64 (17)	0,79 (12)	0,72 (12)	0,82 (2)	0,93 (2)	-	
Furu													
0,75x0,75	-	-	0,41 (2)	-	0,42 (9)	0,41 (4)	0,42 (3)	0,48 (2)	-	-	-	-	
1,25x1,25	-	-	-	0,49 (1)	0,41 (4)	0,39 (4)	0,43 (3)	0,58 (7)	0,50 (1)	-	-	-	
1,50x1,50	-	-	-	0,42 (1)	0,48 (5)	0,47 (6)	0,57 (6)	0,58 (1)	-	0,81 (1)	-	-	
2,00x2,00	-	-	-	-	0,61 (5)	0,70 (3)	0,74 (5)	0,58 (3)	0,79 (2)	0,75 (1)	0,91 (1)	-	
3,00x3,00	-	-	-	-	0,62 (1)	0,99 (2)	0,85 (2)	0,87 (4)	0,93 (4)	0,94 (6)	-	1,28 (1)	
Middelverdi	-	-	0,41 (2)	0,46 (2)	0,48 (24)	0,53 (19)	0,60 (19)	0,63 (17)	0,83 (7)	0,90 (8)	0,91 (1)	1,28 (1)	

Det foreligger få opplysninger om hva som påvirker den naturlige kvistrensingen.

Som nevnt inntreer den før hos furu enn hos gran. Dette synes å komme av at furuas kvistved har lavere tørrvolumvekt enn granas, og følgelig råtner hurtigere. NYLINDER/HÄGGLUND (1954) oppgir grankvistens tørrvolumvekt til ca.  $1,08 \text{ g/cm}^3$ . BOUTELJE (1966) fant hos kvistved der harpiksen var ekstrahert, tørrvolumvekter på  $0,95 \text{ g/cm}^3$  og  $0,65 \text{ g/cm}^3$  for henholdsvis gran og furu.

Det synes ellers som om greinvinkelen har betydning for kvistrensingen, idet greiner som sitter i spisse vinkler på stammen ikke faller av så fort som greiner med større vinkler.

#### 2.4. Reaksjonsved.

Dette er en fellesbetegnelse for tennar- og strekkved. Ved siden av kvist er tennar- og strekkved en av de vanligste og mest betydningsfulle kvalitetsfeil hos trevirket.

Tennarveden er brunaktig, og består som regel av brede årringer. På et stammetverrsnitt av tennarved vil margin vanligvis ligge eksentrisk i og med at årringene på tennarsiden er flere ganger bredere enn på den motsatte side. Den enkelte årring inneholder overveiende sommerved, og overgangen mellom vår- og sommerved er meget utydelig. Tennarved dannes overalt hvor det oppstår større trykkspenninger i kambiet, eller når treet har kommet ut av den vekstretning som er normal ifølge de geotropiske vekstlover.

Spesielt for tennarveden er at den krymper og sveller flere ganger så meget som normal ved i lengderetningen, noe mindre i radial og tangential retning. Der hvor tennar- og normal ved finnes side om side, oppstår ekstra sterke spenninger, og slikt virke er sjelden i ro.

Frisk tennarved har opptil 100% større trykkfasthet enn normal ved, mens den i tørr tilstand har lavere trykkfasthet enn normal ved.

Tennarvedens fibre er korte og stive og inneholder mer lignin enn normal ved. Da denne veden også er meget hard, egner den seg dårlig både til tremasse- og celluloseframstilling.

Strekkved er egentlig betegnelsen på den reaksjonsved som dannes hos lauvtrær. En skal imidlertid være oppmerksom på at den unormale veden, som finnes på motsatt side av tennarveden hos bartrær, også blir kalt strekkved. Denne er imidlertid forskjellig fra den egentlige strekkveden hos lauvtrær. Strekkved er vanskelig å se med det blotte øye da den skiller seg lite fra normal ved. Den forekommer helst i brede årringer, men kan først påvises ved bruk av fargereagenser eller ved gjennomlysning av anatomiske snitt.

I motsetning til bartrær, reagerer lauvtrær på strekkspenninger i kambiet. Strekkved blir derfor dannet på oversiden av greiner og hellende stammer. Også hos lauvtrær dannes reaksjonsved for å regulere treets vekst i henhold til geotropiske lover. I slike tilfelle er reaksjonsved ikke en følge av, men årsaken til statiske spenninger.

Strekkved krymper og sveller meget lite i lengderetningen. Strekkved har i frisk tilstand høyere strekkfasthet enn normal ved, i tørr tilstand lavere. Grunnet disse variasjoner og de indre spenninger, er strekkveden dårlig egnet til skurlast. Selv om den har større celluloseinnhold enn vanlig ved, er den også lite egnet til masseframstilling da strekkveden som regel forekommer i forbindelse med kvistrøtter, krok eller eksentrisk vekst.

#### 2.5. Kjerneved.

Dannelse av kjerneved, som forekommer mer eller mindre tydelig hos de forskjellige treslag, er i stor grad et aldersfenomen. Når vanntransporten i de indre stammedeler opphører, dør parenkymcellene i dette området. Samtidig skjer ofte en sekundær forandring idet kjernevedens farge forandres samtidig som dens ekstraktinnhold øker (HILLIS 1968 a og b). MORK (1966) mener således at kjerneved av furu kan inneholde inntil 15% harpiks, regnet av vedens tørrvekt, mens tilsvarende for yteved er inntil 4%.

Gran har vesentlig lavere harpiksinnhold, ca. 1-2%. Likevel synes gran å inneholde mer kjerneved enn furu under ellers like forhold (NYLINDER 1959).

Kjernevedinnholdet er funnet å stige med treets alder og med stigende diameter. Derimot synker det med stigende årringbredde i splinten.

Mengden av kjerneved varierer også i stammens lengderetning. Hos furu stiger den prosentvise kjernevedandel fra stubben til 20-30% av trehøyden, for så å avta mot toppen. Hos gran finner en generelt den maksimale kjernevedprosent nærmere stubben (TAMMINEN 1962 og 1964).

Kjernevedinnholdet synes også å variere med vekstforholdene. Således har WERBERG (1930) hos furu funnet synkende kjernevedandel med stigende bonitet.

TAMMINEN (1962) hevder at mengden av kjerneved er lavere på fuktig mark enn på tørr. Derimot fant han ingen tydelig sammenheng mellom bonitet og kjernevedinnhold.

Hos furu er det vanlig antatt at herskende trær har mindre kjerneved enn undertrykte.

Foruten ved det høye ekstraktinnholdet, skiller kjerneveden seg fra yten ved at den inneholder mindre fuktighet. Begge disse forhold gjør den til en viss grad resistent mot råte- og fargeskadesopper.

## 2.6. Ungdomsved - modenved.

Det finnes ingen klar definisjon som skiller ungdomsved fra modenved. Med ungdomsved menes imidlertid den veden som ligger nærmest margen. Det viser seg at denne på mange måter er forskjellig fra veden nærmere kambiet.

Da det ikke kan påvises noen skarp overgang mellom ungdomsved og modenved, regner flere forskere overgangssonen med til ungdomsveden (BOUDELJE 1968, HALLOCK 1968).

På grunn av manglende eksakt definisjon fastsettes ungdomsvedsonen dels på grunnlag av avstanden eller antall årringer fra margen, dels ut fra endringer i vedens og fibrenes egenskaper. Forskjellige forfattere oppgir således antall årringer i ungdomsveden til mellom 6 og 20. Denne variasjonen kommer av at ungdomsvedsonen er fastlagt noe forskjellig i de ulike treslag.

Generelt karakteriseres ungdomsveden av tynne cellevegger og lite sommerved. Dessuten er overgangen mellom vår- og sommerved, iallfall hos furu, jevnere enn i modenveden (BOUTELJE 1968). Selv om sommervedinnholdet som nevnt er lavt, synes det å øke fra marginen og utover, innen ungdomsveden. Samtidig avtar årringbredden (HAKKILA 1966, DIETRICHSON 1964).

Anatomisk skiller ungdomsveden seg fra modenveden ved at den har både kortere og smalere trakeider (ZOBEL/RHODES 1956, WHEELER et.al. 1965).

BOUTELJE (1968) har funnet at fiberlengden hos gran er omtrent dobbelt så stor i modenved som i ungdomsved. Fiberstivheten er 4-7 ganger større i modenveden. Samme forfatter nevner forøvrig at spiralfortykkelse i det indre cellevegglaget kan brukes som kriterium på ungdomsved hos gran.

I samsvar med de forskjeller som er nevnt mellom ungdomsved og modenved, er volumvekten ofte funnet å være lavere i ungdomsveden. Spesielt tydelig er dette hos de forskjellige furuartene.

Det har vist seg at ungdomsveden har unormalt høy krymping og svelling i lengderetningen. BOUTELJE (1968) mener dette kommer av at mikrofibrillene, særlig i det midterste sjiktet av sekundærveggen, danner større vinkel med fiberretningen jo nærmere de ligger marginen.

Ungdomsvedsonens diameter avtar vanligvis fra rot mot topp i en stamme. Det relative ungdomsvedinnhold ser derimot ut til å øke med stammehøyden. Mellom avsmalning og mengde av ungdomsved er det foreløpig ikke funnet noen sammenheng. En vet heller ikke hvordan forholdet mellom ungdomsved og modenved påvirkes av vekstbetingelsene eller hvilken betydning det egentlig har som kvalitetsfaktor.

## 2.7. Fiberdimensjon - fibervinkel.

Fibrenes dimensjon varierer med en rekke forhold, slik som treslag, alder, plassering i treet, årringbredde m.m. Som middelerverdier oppgir TRENDELENBURG/MAYER-WEDELIN (1955) trakeidelengden til 3,4 mm for gran og 3,1 mm for furu. MORK (1966) oppgir at trakeidelengden hos bartrær kan bli inntil 4 mm. Generelt kan furufibre sies å være kortere og bredere enn granfibre.

Hos bartrær stiger fiberlengden, iallfall innenfor visse grenser, med avtagende årringbredde (BISSET/DADSWELL/WARDROP 1951, NYLINDER/HÄGGLUND 1954).

Fiberlengden varierer også med alderen slik at den øker raskt med denne i trets ungdom. Senere øker den langsommere og ved høy alder vil fiberlengden ofte være avtagende (KOLLMANN 1951, BOUTELJE 1968). Det er også markert forskjell på fiberlengden i vår- og sommerved.

STEMSRUD og NAGODA (1962) nevner således at vårvedfibre gjennomsnittlig er 11% kortere enn sommervedfibre hos våre bartrær.

Fiberveggenes tykkelse oppgis av JOHANSSON (1940) til 1,54 $\mu$  i middel for vårved, og henholdsvis 2,38 $\mu$  og 3,38 $\mu$  for sommerved av gran og furu. Midlere trakeidediameter hos gran og furu oppgis av TRENDELENBURG/MAYER-WEDELIN (1955) til henholdsvis 0,031 mm og 0,035 mm.

Den gjennomsnittlige celleveggtykkelsen hos bartrær øker normalt med avtagende årringbredde, da sommervedens absolutte bredde er noenlunde konstant. Både fiberdiametere og celleveggtykkelse tiltar også fra margen og utover. Ved høy alder kan forholdet være motsatt (BOUTELJE 1968, McMILLIN 1968 b).

Om lauvtrærnes fibre kan generelt sies at de er kortere og har mindre diameter enn bartrefibrene.

Cellenes tverrsnitt påvirkes hos lauvtrærne av årringbredden slik at den radiale diameter øker med denne, mens den tangentielle diameter forblir noenlunde konstant.



Fibre med tynne cellevegger, slik som vårvedfibre, er mykere og mer elastiske enn de tykkveggede sommervedfibrene (BOUTELJE 1968). Granas fibre er også lengre og mykere enn de tykkere furufibrene.

Ved masseframstilling gir denne mykheten en større kontaktflate mellom fibre og bedre fiber-til-fiber binding.

Styrken er vanligvis størst hos sommervedfibre (JAYNE 1959). Dette beror på disses større veggtykkelse, og særlig på at midtsjiktet i sekundærveggen, hvor fibrillene er orientert noenlunde parallelt med fiberaksen, er tykkere i sommerveden.

Ved siden av fibrenes dimensjon, er fibervinkelen av betydning for trevirkets kvalitet - kanskje særlig for styrkeegenskapene. Med fibervinkel menes trakeidenes vinkel i forhold til stammens lengdeakse - sett i tangentialsnittet. Blir fibervinkelen unormalt stor, fører det til at treet får vridd vekst eller spiralvekst.

Hos bartrær i ung alder går denne vridningen i de fleste tilfelle mot venstre inntil den når et maksimum, for så å avta. Deretter begynner en vridning mot høyre som synes å øke med alderen (NOSKOWIAK 1963).

Det ser ut til at vridd vekst oftest forekommer under dårlige klimatiske forhold, men forøvrig vet en lite om årsakene til dette fenomenet.

Kvalitetsmessig har spiralveksten betydning ved at den gir dårlige styrkeegenskaper der den forekommer i særlig grad. Dessuten vil slikt virke vri seg sterkt ved forandring av fuktighetsforholdene.

### 3. Kjemiske faktorer.

#### 3.1. Celluloseinnhold.

Det gjennomsnittlige celluloseinnholdet er temmelig konstant innen ett og samme treslag, og heller ikke mellom de treslagene som forekommer vanligst hos oss, er variasjonene svært store. For gran og furu regner en vanligvis med at celluloseinnholdet ligger mellom 40 og 42%, regnet av vedens tørrvekt. De vanligste lauvtreslagene avviker heller ikke mye fra disse tallene, når en unntar osp og bøk som synes å inneholde noe mer cellulose.

Cellulosen finnes i celleveggen, og er her særlig knyttet til de to innerste sjiktene i sekundærveggen. Spesielt er sekundærveggens midtsjikt, det såkalte S<sub>2</sub>-laget, rikt på cellulose (NAGODA 1968).

Mens KLEM (1951) mente at trevirkets kjemiske sammensetning var noenlunde uavhengig av volumvekten, hevder andre forskere det motsatte.

HIETT et al. (1960) fant f.eks. at  $\alpha$ -celluloseinnholdet økte med stigende volumvekt hos Pinus eliottii. For Pinus taeda har BYRD et al. (1965) kommet til tilsvarende resultater.

Ellers synes celluloseinnholdet innen en og samme årring å variere med sommervedandelen. KLEM (1951) peker således på at sommerved stort sett har høyere celluloseinnhold enn vårved.

Samme resultat er funnet av BYRD et al. (1965), som også fant at  $\alpha$ -celluloseinnholdet økte med økende celleveggtykkelse i sommerveden.

Ifølge samme forfatter er celluloseinnholdet lavere i ungdomsved enn i modenved. Dette er funnet i forsøk med Pinus taeda. At celluloseinnholdet stort sett er lavere ved marginen enn lenger ut, ble også funnet av KINNMANN (1923).

Mens HIETT et al. (1960) i sitt forsøk med Pinus eliottii fant avtagende celluloseinnhold mot toppen av treet, kunne ikke BYRD et al. (1965) finne noen tilsvarende sikker sammenheng.

Hos ungskog og rasktvoksende skog synes celluloseinnholdet å være forholdsvis lavt, mens lignininnholdet er relativt høyt i slik skog.

### 3.2. Hemicelluloseinnhold.

Hemicellulose er i likhet med cellulose, polysakkarider som er bygd opp av enkle sukkerarter. Hemicellulosene lar seg imidlertid lettere løse opp i vanlige oppløsningsmidler enn cellulose, noe som i første rekke skyldes at den opptreer i amorf tilstand mens cellulosen er krystallinsk.

Hemicellulosen skiller seg også fra cellulosen ved en mye lavere polymerisasjonsgrad. STAUDINGER und REINECKE (1939) definerer hemicellulose, eller vedpolyoser som det også kalles, som alle polysakkarider i trevirket bortsett fra cellulosen.

Innholdet av hemicellulose i gran og furu ligger stort sett mellom 20 og 25% av tørrvekten. Hos våre vanligste lauvtrær ser det ut til å variere fra 18 til 28% (HÄGGLUND 1951). Hos bartrær kan en generelt si at heksosaner utgjør hoveddelen av hemicellulosen med en andel som stort sett varierer mellom 12 og 17% av tørrvekten.

Hemicellulose fra lauvtrær domineres av pentosaner. Hos våre vanligste lauvtrær varierer dette innholdet fra 15 til 22%.

Hemicelluloseinnholdet er noe avhengig av vedens egenskaper. Høy volumvekt synes således å henge sammen med lavt innhold av hemicellulose (HIETT et al. 1960, BYRD et al. 1965). Likedan ser det ut til at hemicelluloseinnholdet er relativt lavt i virke med tynne cellevegger.

### 3.3. Lignininnhold.

Lignin er den av trevirkets hovedbestanddeler som en har minst kjennskap til. I dette begrepet legger en vanligvis polymere, amorfe virkesbestanddeler som ikke hydrolyserer ved innvirkning av syrer.

Hos våre viktigste treslag utgjør ligninet mellom 20 og 30% av tørrstoffet.

For gran og furu kan det dreie seg om 28-30%.

Ligninet synes å forekomme i størst mengde i de treslag som har minst innhold av pentosaner. I samsvar med dette inneholder bartrærne noe mere lignin enn lauvtrærne.

Det er funnet at midtlamellen og primærveggen generelt har det høyeste lignininnhold, og at en finner minst i sekundærveggen (FREUDENBERG 1929, LANGE 1945, WARDROP/BLAND 1958). Ligninets fordeling varierer også med celletypen. Således er lignininnholdet i trakeider funnet å avta jevnt fra midtlamellen mot cellelumen. I libriformcellene, som særlig finnes hos lauvtrær, er derimot det alt vesentlige av ligninet konsentrert i midtlamellen, bare små mengder synes å forekomme i sekundær- og tertiærveggen. Det er derfor vanlig oppfatning at ligninet finnes jevnere fordelt i bartrær enn i lauvtrær.

Tennarved utmerker seg ved ekstra høyt lignininnhold. En finner her et isotropt sjikt med høy ligninkonsentrasjon innenfor det ytre lag av sekundærveggen. Indre del av sekundærveggen viser derimot en jevn fordeling av lignin.

Det viser seg at vårveden har det høyeste lignininnhold. Vårveden har jo tynnere cellevegger enn sommerveden, mens midtlamellens tykkelse er temmelig konstant uansett celleveggtykkelse. Dette forklarer vårvedens relativt høyere lignininnhold (BAILEY 1936).

Da volumvekten avtar med stigende andel av vårved, er det logisk å anta at lignininnholdet vil stige med synkende volumvekt. At denne antakelsen er riktig, bekreftes av KLEM et al. (1945).

Det synes som om lignininnholdet er størst i ungdomsveden. Dette er også logisk, sett på bakgrunn av det som tidligere er nevnt om ungdomsvedens relativt høye lignininnhold. På samme grunnlag kan en forklare det faktum at rasktvoksende virke generelt inneholder mer lignin enn virke som har hatt en noe dårligere vekst.

#### 3.4. Ekstraktinnhold - patologisk resistens.

Begrepet ekstraktstoffer er en fellesbetegnelse for en rekke kjemiske forbindelser som forekommer i trevirke som f.eks. garvestoffer, harpiks, voks, fettstoffer, stivelse, fargestoffer, alkaloider og gummi. Dette er stoffer som kan ekstraheres ved hjelp av vann, alkohol, eter eller svake alkaliske oppløsninger.

I gjennomsnitt utgjør ekstraktstoffene ca. 10% av vedens tørrvekt.

Hos ett og samme treslag er den kvalitative sammensetning av ekstraktstoffer temmelig konstant. Det totale innholdet kan derimot variere betydelig både fra treslag til treslag og innen ett og samme treslag. Også i stammen vil innholdet variere fra marg mot bark og fra rot til topp.

ZANKOFF (1943) fant således at harpiksinholdet hos kjerneved av furu var hele 20% ved rotavskjær, men det avtok meget raskt opp gjennom stammen til ca. 5% ved 5 meters høyde. Herfra holdt det seg noenlunde konstant opp gjennom stammen. I yten var det derimot små variasjoner i harpiksinholdet som her lå på 3-4%.

Hos gran og andre harpiksførende treslag er det mye mindre variasjon mellom harpiksinholdet i kjerne- og yteved. Her finner en heller ikke så store variasjoner i stammens lengderetning som hos furu. KLEM (1951) opplyser at harpiksinholdet hos gran er noenlunde konstant og at det stort sett varierer mellom 1 og 2%. MORK (1966) oppgir harpiksinholdet hos gran til ca. 3,5 %. For furu angir han et harpiksinhold på ca. 4% i yten, mens han i kjerneveden hos furu har funnet inntil 15% harpiks. Ved undersøkelser av harpiksinholdet for ulike virkeskategorier, vurdert etter bl.a. kvistinnhold og stammeform, er det slått fast at virke med feil har det høyeste harpiksinhold.

BOUTELJE (1966) fant således ekstra mye harpiks i kvistved. For grankvist oppgir han harpiksinholdet til 8-16% av tørrvekten, mens tilsvarende for furukvist er 25-35%.

Når det gjelder ekstraktinnholdets variasjon i stammens tverretning, ser det ut til at det er større i ungdomsved enn i modenved. Dette er bl.a. funnet av BYRD et al. (1965) for Pinus taeda.

Ekstraktstoffene kan sette sterkt preg på flere av trevirkets kvalitetsegenskaper, f.eks. lukt og farge. Også egenskaper som hardhet, styrke, svelling og krymping kan påvirkes av ekstraktinnholdet (LUXFORD 1931, NARAYANAMURTI 1957).

Det er nær sammenheng mellom trevirkets varighet og innholdet av ekstraktstoffer. Hos ett og samme treslag er vanligvis kjerneveden mer varig enn yteveden. Dette kan skyldes innleiring av uorganiske stoffer som f.eks. kalsium eller silicium i cellelumen. Det kan også skyldes innhold av kompliserte organiske forbindelser, hovedsakelig fenoler og fenolderivater. Enkelte av disse stoffene kan selv om de forekommer i svært små mengder, gjøre trevirket meget motstandsdyktig mot sopp- og insektangrep (ERDTMAN 1939, RENNERFELT 1956, RUDMAN/DA COSTA 1959). Et slikt stoff er bl.a. pinosylvin som finnes i kjerneveden hos furu.

Det er funnet at ekstraktinnholdet i en viss utstrekning varierer med trærnes arveanlegg (HILLIS 1962). Mulighetene til gjennom vekstforedlingsarbeid å komme fram til treraser med høyere naturlig resistens, er derfor tilstede.

Det er vanlig antatt at det relative kjernevedinnholdet avtar med økende veksthastighet. Da ekstraktinnholdet i stor grad er knyttet til kjerneveden, kan det derfor til en viss grad også påvirkes gjennom skogskjøtselmessige inngrep.

### 3.5. Askeinnhold.

Hos våre viktigste skogstrær varierer askeinnholdet mellom 0,1 og 1,0% av virkets tørrvekt.

Aske inneholder en rekke mineralstoffer. Disse forekommer som oftest i små mengder, men de er en absolutt betingelse for trærnes vekst.

Lauvtrær har nærmere dobbelt så stort askeinnhold som bartrær, men det relative innhold av de forskjellige stoffer er derimot temmelig likt.

Askeinnholdet varierer med treets alder slik at yngre trær som regel inneholder mer aske enn eldre. I kjerneved er askeinnholdet vesentlig lavere enn i yteved. Dessuten er askens sammensetning noe forskjellig i kjerne og yte, da kjerneveden har stort innhold av kalsium mens yteveden utmerker seg ved høyt fosfor- og kaliuminnhold.

Disse forskjeller i askeinnhold har sannsynligvis også betydning for vedens resistens mot sopp- og insektangrep. Da flere av disse stoffene ikke deltar i oppbyggingen av celleveggene, men ligger avleiret i cellelumen, kan de danne det nødvendige næringsgrunnlag for organismer som trenger inn i veden.

Ekstra stort askeinnhold, i form av harde mineralsalter som  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{MgCO}_3$  og enkelte silikater, kan gjøre virket vanskelig å bearbeide. Dette er tilfelle med enkelte tropiske lauvtreslag.

4. Sammendrag (s. 11-37).

De faktorer som er av betydning for trevirkets kvalitet, kan deles inn i fysiske, anatomiske og kjemiske faktorer.

Det meste av tømmeret omsettes fortsatt med volumet som enhet. Men andre faktorer av betydning for virkets verdi, som f.eks. virkets tørrstoffinnhold, tillegges etter hvert større vekt. Dimensjonen er nær knyttet til volumet, og virkets verdi påvirkes sterkt av denne. Dimensjonsutviklingen kan påvirkes ved planteforband, tynning, gjødsling og grøfting.

Treets form uttrykkes ved avsmalningen som angis i cm pr. m. Formen er betinget dels av arv og dels av miljø og har størst betydning for spesialtømmer og virke til sagbruksindustrien. Skurutbyttet avtar bl.a. med økende avsmalning og med økende mengde krok. For masseindustrien skaper krok særlig vanskeligheter under barkingen og kan gi flis med redusert kvalitet. Volumvekten sammen med tørrstoffinnholdet synes stadig å få større betydning når trevirkets verdi skal fastsettes, særlig for massevirke. Hos bartrærne øker vanligvis volumvekten med avtagende årringbredde. For gran stiger utbyttet av sulfat- og sulfittcellulose med stigende volumvekt. Slitlengde, sprengstyrke og falsetall viser synkende tendens, mens rivstyrken øker med økende volumvekt. Tremasseutbyttet stiger også med økende volumvekt. Det samme gjelder styrken hos feilfritt virke.

Tørrstoffinnholdet henger nær sammen med volumvekten, og masseutbyttet ved treforedling er tilnærmet proporsjonalt med vektmengden av tørrstoffet.

Trevirkets styrke er avhengig av vedens anatomiske oppbygning. Sommervedfibre har større styrke enn vårvedfibre, og da sommervedandelen i absolutt mål varierer lite fra årring til årring, vil styrken øke med avtagende årringbredde. Økende innhold av kvist og sprekk i trelasten nedsetter styrken.

Blant de anatomiske faktorer som er avgjørende for kvaliteten av virket, er årringbredden. Volumvekt og relativ sommervedandel øker med synkende årringbredde hos bartrær.



Forholdet somerved/vårved er av betydning for trevirkets styrke og for tørrstoffinnholdet. Mengden av somerved og tykkelsen av celleveggene øker vanligvis fra marginen mot yten. Kvist ansees som en kvalitetsreduserende faktor til de fleste formål. Kvistmengden stiger med økende årringbredde, avsmalning og planteavstand.

Reaksjonsved omfatter tennar- og strekkved. Tennarved krymper og sveller mye mer i lengderetningen og noe mindre i radial og tangential retning enn normal ved. Dens fibre er korte og stive og inneholder mer lignin enn normal ved, og den egner seg dårlig til tremasse og celluloseframstilling.

Strekkved er reaksjonsved hos lauvtrær og dannes i motsetning til tennarved på oversiden av greiner og hellende stammer. Den krymper lite i lengderetningen og har i tørr tilstand lavere strekkfasthet enn normal ved. Strekk- og tennarved egner seg dårlig til skurlast p.g.a. spenninger i veden som utløses etter skuren.

Kjernevedinnholdet stiger med treets alder og med stigende diameter, men synker med stigende årringbredde i yten. I stammens lengderetning stiger den prosentvise kjernevedandel hos gran og furu fra stubben til en viss høyde for så å avta mot toppen. Kjerneved har ofte stort ekstraktinnhold. Dette gjør den mer resistent mot råte- og misfargingsopper. Ungdomsved skiller seg fra modenved ved tynnere cellevegger, mindre somerved og ved kortere og smalere trakeider. I lengderetningen har ungdomsveden særlig stor krymping og svelling.

Fiberdimensjonen varierer med treslag, plassering i treet, alder, årringbredde m.m. Granfibre er lengre enn furufibre (3,4 og 3,1 mm i middel). Hos bartrær stiger fiberlengden med avtagende årringbredde og stiger med treets alder inntil en viss grense. Vårvedfibre hos våre bartrær er gjennomsnittlig kortere enn somervedfibre. Fibertykkelsen har nær sammenheng med celleveggtykkelsen som øker med avtagende årringbredde og øker fra marginen mot yten.

Tynne cellevegger, som hos vårved, gir mykere og mer elastiske fibre enn tykkveggede somervedfibre, noe som er viktig ved fiber-til-fiber binding ved masseframstilling. Fibervinkelen er av betydning for styrkeegenskapene, og en særlig stor vinkel kan føre til vridd vekst.

Kjemiske faktorer av betydning for virkets kvalitet er cellulose-, hemicellulose-, lignin- og ekstraktinnhold. Celluloseinnholdet er temmelig konstant innen et og samme treslag og varierer også lite mellom treslagene. For gran og furu regnes det til 40 og 42% ut fra tørrvekten. Cellulosen er særlig knyttet til de to innerste sjiktene i sekundærveggen. Sommerved har høyere celluloseinnhold enn vårved, og fra marginen mot yten avtar innholdet.

Hemicellulosen opptrer i amorf tilstand og er derfor lettere oppløselig i vanlige løsningsmidler enn cellulosen, som for det meste er krystallinsk. Videre har hemicellulosen en lavere polymerisasjonsgrad enn cellulosen. Hemicelluloseinnholdet i gran og furu varierer mellom 20-25% regnet av tørrvekten, og det synes å avta med stigende volumvekt.

Lignin består av polymere, amorfe virkesbestanddeler som ikke lar seg hydrolysere i syrer. Innholdet av lignin utgjør hos våre vanligste treslag mellom 20 og 30% av tørrstoffet. I den enkelte cellen har midtlamellen og primærveggen høyest lignininnhold. Hos bartrær synes ligninet å være jevnere fordelt på tvers av celleveggen enn hos lauvtrær hvor ligninet er konsentrert i midtlamellen. Lignininnholdet er høyere i vår- enn i somerved, og det stiger med synkende volumvekt fordi midtlamellens tykkelse er temmelig konstant.

Vedens ekstraktinnhold består av en rekke organiske forbindelser som harpiks, voks, fettstoffer, stivelse, garvestoffer, alkaloider, gummi og fargestoffer. De fleste kan ekstraheres ved vanlig løsningsmidler og utgjør ca. 10% av vedens tørrvekt. Av harpiksførende treslag har særlig furu store variasjoner i harpiksinnhold regnet fra rotavskjær til topp og fra marg til yte. Trevirkets varighet øker som regel med økende ekstraktinnhold, særlig gir fenoler og fenolderivater god beskyttelse mot sopp og insektangrep.

## II. SKOGINDUSTRIENS KRAV TIL VIRKET.

Etter å ha omtalt trevirkets grunnleggende kvalitetsegenskaper, vil en i det følgende gi en oversikt over hvilke av disse kriterier som synes å være av størst betydning for de forskjellige industrigreners krav til råstoffet.

Da skogindustriens råstoffkostnader utgjør fra 50 til 75% av produksjonskostnadene, er det viktig å være klar over hvilke virkesegenskaper som blir tillagt betydning ved produksjonen. Disse vil variere alt etter produksjonsprosess og sluttprodukt, og det er rimelig å anta at et bedre kjennskap til disse forhold både vil kunne føre til bedre utnyttning av råstoffet og større utbytte og kapasitet ved foredlingsprosessen.

### 1. Tremasse.

En vesentlig del av den produserte tremasse videreføres sammen med en mindre andel cellulose til avis- og magasinpapir. Det er derfor ikke bare tremassen og tremasseproduksjonen, men i like stor grad det endelige sluttprodukt som stiller bestemte krav til råstoffet.

Når det gjelder avspapir er det viktig at det har høy styrke, slik at brudd i papirbanen unngås. Likedan bør det ha lav vekt av hensyn til forsendelse og protoutgifter. Andre krav er god trykkbarhet, høy hvithet og høy opasitet.

Tremasseindustrien baserer seg hovedsakelig på gran som råstoff. Denne er godt egnet på grunn av relativt lange fibre, stor lyshet og lite ekstraktinnhold. Bruk av furu begrenser seg til en viss innblanding i flis fra bakhon som blir brukt til raffinørmasse. Dette dreier seg imidlertid om relativt beskjedne kvanta. De fleste lauvtreslagene våre er, når en unntar osp, lite egnet til tremasseframstilling.

Dette skyldes at de har meget hard ved, som gir masse med mye ødelagte fibre, samtidig som produksjonen krever et uforholdsmessig høyt kraftforbruk.

Generelt foretrekker tremasseindustrien ferskt virke da dette fordrer mindre kraftforbruk for at fibrene skal skilles fra hverandre. Dessuten gir ferskt virke høy hvithet og god styrke i massen.

Denne industrigren setter små krav til tømmerets dimensjon. Maskinutstyret setter riktignok grenser for øvre og nedre diameter, men intervallet her dekker stort sett de dimensjoner som vanligvis forekommer. Små dimensjoner kan til en viss grad tenkes å føre til økte håndterings- og produksjonskostnader her som i andre industrigrener.

Det foretrekkes forholdsvis rettvekst virke til tremasseindustrien fordi dette letter barkingen. Krokete virke inneholder tennarved, som krever større kraftforbruk og gir redusert utbytte ved sliping. Virke med liten avsmalning foretrekkes også, da dette har vist seg å gi både høyere utbytte og høyere produksjon enn virke med stor avsmalning. Dessuten har kvalitetsegenskaper som slite- og sprengstyrke hos papiret vist seg å øke med synkende avsmalning ved samme behandling av massen.

Det høyere masseutbytte kan tilskrives sammenhengen mellom liten avsmalning, lavt kvistinnhold og høy volumvekt.

Volumvekten regnes som en av de viktigste virkesegenskaper for masseframstilling.

Det har vist seg at tremasseutbyttet er nær proporsjonalt med mengden av tørrstoff pr. volumenhet (KLEM et al. 1945). Dette er en kjensgjerning som i svært liten grad er ivaretatt ved tradisjonell volummåling. KLEM (1931) fant også at kraftforbruket under sliping var lavest for virke med høy volumvekt - forutsatt normal ved. Transportmessig byr også høy volumvekt på fordeler, iallfall så lenge transporten betales pr. volumenhet.

Nå skal en også være oppmerksom på at den harde sommerveden i virke med høyt tørrstoffinnhold kan gi mye melstoff ved sliping, og følgelig et noe redusert masseutbytte (KINNMANN 1923, KLEM 1931). Et slikt tap vil imidlertid i de fleste tilfelle oppveies av den høyere tørrstoffprosenten.

Den sammenheng som tidligere er omtalt mellom årringbredde og volumvekt, skulle tilsi at tremasseindustrien ikke ønsker virke med brede årringer.

På den annen side øker slipetiden med avtagende årringbredde og økende sommervedprosent (WEGELIUS 1946).

Da de mykere og mer elastiske vårvedfibrene gir bedre fiber-til-fiber binding i massen enn sommervedfibre, er det heller ikke sikkert at for smale årringer er gunstige for denne produksjonen.

En faktor av større betydning enn årringbredden er kvistinholdet. Den harde kvistveden, med korte og lignifiserte fibre, gir mye melstoff og fiberfragmenter i massen og følgelig redusert utbytte. Samtidig krever den stort kraftforbruk, og slipesteinene slites raskere. KLEM (1931) fant at det trengtes 30-50% mer kraft pr. tonn våt masse til sliping av grovkvistet kubb med lav volumvekt enn til kvistfri kubb med høy volumvekt. En kan derfor si at kvist i større utstrekning er uønsket til tremasseframstilling. Det samme er tilfelle med tennarved.

Heller ikke råte i noen form bør forekomme i råstoffet. Særlig vil råte i et mer framskredet stadium virke nedsettende både på masseutbyttet og på styrkeegenskapene. I tillegg vil den ofte gi misfarging av massen.

Som nevnt ser det ut til at forholdsvis lange og myke fibre, slik en finner dem hos gran av god kvalitet, gir den beste tremassen. Det kjemiske innholdet antas å være av mindre betydning da alle hovedbestanddelene kommer med i massen. Imidlertid er virke medhøyt ekstraktinnhold, som f.eks. furu, uønsket idet det kan forårsake harpiksansamlinger og redusert hvithet hos papiret.

## 2. Halvkjemisk masse.

Halvkjemisk masse går hos oss vesentlig til framstilling av fluting i bølgepapp, men enkelte kvaliteter brukes også til produksjon av trykkpapir.

Skal det produserte papir ha høy stivhet, noe som kreves av midtsjiktet i bølgepapp, er det nødvendig med råstoff av høy kvalitet. Det samme gjelder dersom massen skal viderefor- edles til trykkpapir.

Lauvved er spesielt godt egnet til produksjon av halvkjemisk masse. Her er størstedelen av ligninet (ca. 90%) konsentrert i midtlamellen. Dette gjør ligninet lettere tilgjengelig for kokevasken og lar seg derfor løse ut hurtigere enn barvedlignin.

Derved reduseres koketiden og den videre defibrering lettes.

Lauvtrevirke inneholder også mer hemicellulose enn bartre- virke, og mesteparten av hemicellulosen beholdes i massen ved denne framstillingsmetoden.

Av lauvtreslagene er bjørk, osp og or mest brukt til denne produksjonen hos oss. I Danmark og Tyskland er også bøk et vanlig råstoff.

Bruk av bartrær til halvkjemisk masseframstilling krever en hardere kjemisk behandling, og byr derfor ikke på de samme fordeler som bruk av lauvtrær. Både gran og furu blir imidler- tid i noen utstrekning brukt som råstoff til halvkjemisk masse.

Selv om de enkelte treslag hver for seg kan være et utmerket råstoff, er det vanskelig å framstille brukbar masse av flere treslag i blanding. Dette beror på at de ulike treslagene ikke er like mottagelige for den behandlingen de utsettes for ved masseframstillingen.

Denne industrigrenens ønsker med hensyn til ferkst eller lagret virke varierer en del, alt etter hvilket sluttprodukt det tas sikte på. Dersom hvitheten er en avgjørende kvalitetsfaktor, er det ønskelig med ferskt virke. Er derimot styrkeegenskapene av større betydning, er en viss lagringsperiode å foretrekke. Lagringstiden kan forkortes vesentlig ved flislagring, sammen- lignet med lagring av rundvirke.

Ved produksjon av halvkjemisk masse stilles ikke andre krav til virkets dimensjon enn de begrensninger maskinutstyret setter. Riktignok må en anta at smått virke medfører noe større håndteringskostnader pr. fm<sup>3</sup> enn grovt virke. Det samme kan vel også sies om ekstra krokett virke. Med hensyn til reaksjonsved, som alltid forekommer i krokett virke, er imidlertid ikke denne produksjonen særlig ømfindtlig. Høyt kvistinnhold skaper helleringen store problemer, bortsett fra at det kanskje krever et noe stort kraftforbruk ved defibrering av massen

Den direkte betydning av virkets avsmalning er også nokså liten ved framstilling av halvkjemisk masse. Indirekte spiller avsmalningen imidlertid stor rolle ved sin nære sammenheng med virkets volumvekt. Det samme er tilfelle med årringbredden.

Også ved produksjon av halvkjemisk masse har trevirkets volumvekt stor betydning for masseutbyttet. Høy volumvekt gir høyt utbytte pr. innkjøpt volumenhet.

Innen den halvkjemiske masseindustri, hvor relativt mange forskjellige treslag kan nyttes som råstoff, vil en også finne store utbyttevariasjoner, basert på de ulike treslags volumvekter. Den midlere tørrvolumvekt hos råstoffet kan f.eks. variere fra 0,43 g/cm<sup>3</sup> for osp til 0,61 g/cm<sup>3</sup> for bjørk. Videre vil framskredet råde redusere både masseutbyttet og styrkeegenskapene.

### 3. Sulfittcellulose.

Sulfittfabrikkene er den del av celluloseindustrien som setter de høyeste krav til råstoffkvaliteten. Dette henger sammen med de krav som stilles til de endelige sluttprodukter, idet sulfittcellulose i stor grad anvendes til finere kvaliteter innen skrive- og trykkpapirsektoren.

Tradisjonelt har Ca-bisulfitt vært anvendt som kokevæske ved sulfittkoking. Til denne prosessen er furu uegnet som råstoff da kokingen må foregå ved meget høy surhetsgrad, nærmere bestemt ved pH <2.

I så surt miljø (pH <3,5) vil fenolstoffer i furuas kjerneved reagere med ligninet og hindre ligninutløsningen. Av denne grunn er gran nærmest enerådende som råstoff for sulfittcelluloseframstilling.

I de senere år er det blitt mulig også å framstille sulfittmasse av furu. Dette krever bruk av kokevæske med magnesium, natrium eller ammonium som base. pH i kokevæsken kan da holdes på et så høyt nivå at reaksjonene mellom fenol og lignin unngås. I Norge er det foreløpig bare to sulfittfabrikker som koker etter dette prinsippet. Anvendelsen av furu er derfor meget liten i sulfittindustrien.

Når en unntar eik, som har meget høyt garvestoffinnhold, er de fleste av våre lauvtreslag brukbare til sulfittkoking. De er imidlertid meget lite anvendt, kanskje først og fremst p.g.a. at de tilbys i beskjedene kvanta og at det er vanskelig å basere produksjonen på en blanding av flere treslag.

Angående sulfittindustriens ønsker med hensyn til lagring av virket, må en generelt kunne si at en viss lagringsperiode foretrekkes. Dette vil imidlertid være avhengig av en rekke faktorer som f.eks. hvilken kokeprosess som benyttes, hvilke krav som stilles til det ferdige produktet, om massen skal blekes eller ikke og ikke minst av lagringskostnadene.

Når en viss lagring ser ut til å bli foretrukket, er det på grunn av at det foregår en harpiksmodning, eller i det hele tatt at mengden av ekstraktstoffer avtar ved lagringen. Sett på denne bakgrunn er lagringen av størst betydning der det kokes med Ca-bisulfitt. En kokeprosess basert på Mg eller Na er ikke så harpiksømfindtlig. Ønsket om lagret virke avhenger også tildels av om massen skal blekes eller ikke, da det er mulig å fjerne en del harpiks i blekeprosessen.

I de tilfelle kravet til hvithet er høyt prioritert, er ferskt virke å foretrekke som råstoff. Dette gjelder for masseframstilling generelt.



Ellers vil som nevnt lagringskostnadene virke sterkt inn på bedriftens ønsker med hensyn til virkets ferskhet.

I de tilfelle lagring av sulfittvirke blir funnet ønskelig, må det også avveies om råstoffet skal lagres som rundvirke eller flis.

Heller ikke sulfittindustrien setter spesielle krav til virkets dimensjon og form. Det er likevel ønskelig med god form, som igjen henger sammen med høy volumvekt og høyt masseutbytte. Krokete virke kan gjøre barkingene vanskelig og gi flis av redusert kvalitet.

Celluloseutbyttet er gjennomgående lavere i øvre del av stammen enn i nedre. Slitelengden og sprengstyrken avtar også mot toppen (NYLINDER/HÄGGLUND 1954).

KLEM (1944) fant at celluloseutbyttet avtok med økende årringbredde. WEGELIUS (1946) mener at celluloseutbyttet for granvirke, målt på vektbasis, er størst ved normal årringbredde, og at hurtigvokst virke gir et noe lavere utbytte. NYLINDER/HÄGGLUND (1954) fant at masseutbyttet varierer lite med årringbredden. En liten nedgang i utbyttet ved stigende årringbredde kunne de imidlertid registrere, idet masseutbyttet i kg pr. m<sup>3</sup> viste seg å være ca. 25 kg høyere ved 1 mm årringbredde enn ved 3 mm.

Som tidligere påpekt er det hos bartrær påvist økende sommervedinnhold med avtagende årringbredde.

Således er årringbredden indirekte av betydning ved sulfittcelluloseframstilling. Det er vist at rivstyrken øker med økende sommervedinnhold, mens slitelengde, sprengstyrke og oftest falsetall avtar (WEGELIUS 1946, KLEM 1951).

Det har også vist seg at papirets bulk og opasitet øker med stigende sommervedinnhold.

Sommervedens fibre kjennetegnes ved høy styrke, samtidig som de er temmelig stive. Dette gjør at kontaktflaten mellom fibrene blir liten, og fiber-til-fiber bindingen forholdsvis svak.

Sommervedfibrene er imidlertid relativt lange. Dette gir høy styrke i massen i og med at påkjeningene fordeles over et større antall fiberbindinger (DINWOODIE 1965). Ved fiberlengder under 1,5 mm vil massens styrke reduseres vesentlig (KLEM 1951).

Videre er også fibrenes bredde av betydning, idet rivstyrken synker med stigende fiberbredde (NYLINDER/HÄGGLUND 1954).

Kort kan en si at de viktigste fiberegenskaper er sammenhengen mellom fibertykkelsen, cellelumens diameter og celleveggtykkelsen, fordi disse faktorene - sammen med fiberlengden - påvirker fiber-til-fiber bindingen (KLEM 1951, DINWOODIE 1965).

Trevirkets volumvekt blir på grunn av tørrstoffinnholdets betydning for masseutbyttet, ofte betraktet som den viktigste egenskap hos massevirke. Utbyttets variasjon med volumvekten avhenger indirekte av variasjoner i årringbredde, sommervedinnhold osv. I samsvar med dette fant NYLINDER/HÄGGLUND (1954) stigende masseutbytte med stigende volumvekt, både pr. m<sup>3</sup> og pr. vektenhet absolutt tørt virke.

Det høye celluloseutbyttet kan i stor grad forklares ved at virke med høy volumvekt inneholder relativt lite lignin (KLEM 1951, DAHM 1960). Virke med høy volumvekt blir også foretrukket fordi det gir høyere fylling regnet på vektbasis og høyere produksjon.

KLEM (1949) antyder imidlertid at slikt virke trenger noe lengere koketid for å gi samme klortall.

Sulfittmassens styrkeegenskaper varierer også med volumvekten, slik at rivstyrken øker mens slitelengde, sprengstyrke og falsetall avtar med denne.

Kvist blir vanligvis ikke oppløst ved cellulosekoking. Kvisten må derfor sorteres ut ved siling av massen. Kvistveden betyr følgelig en reduksjon i masseutbyttet på 1-4% (KLEM 1951). Imidlertid kan kvisten males til kvistmasse og brukes til fyllstoff i mindre krevende papir- og kartongprodukter. Selv om slik kvistmasse gir en redusert pris, kan ikke et normalt kvistinnehald sies å ha noen stor betydning utbyttmessig.

Kvalitetsmessig kan det bety noe mer idet det representerer en forurensningsfare i form av f.eks. innvokst bark og svartkvist. Spesielt ved produksjon av gode papirkvaliteter er det derfor ønskelig med et lavt kvistinnhold.

Tennarved er mindre egnet også til sulfittkoking da den virker nedsettende både på massekvaliteten og utbyttet. Det samme kan sies om vekstfeil som føyrer, harpikslommer etc.

Av råte tåles også svært lite til denne produksjonen. Råte nedsetter styrken, reduserer masseutbyttet og kan forårsake mørkfarging av massen.

Med hensyn til trevirkets kjemiske sammensetning, ønsker sulfittindustrien lavest mulig lignininnhold, noe som gir høyt celluloseutbytte og lavt kjemikalieforbruk (DAHM 1960).

Det er også ønskelig med et lavt ekstraktinnhold - særlig når det gjelder harpiks.

Ligninet utnyttes i meget liten grad av sulfittindustrien, selv om enkelte fabrikker anvender en del til vanilinproduksjon.

#### 4. Sulfatcellulose.

Generelt kan en si at sulfatmasse har bedre styrkeegenskaper enn sulfittmasse. Sulfatcellulose anvendes derfor i stor grad til sterke papirsorter for emballasjeformål. I bleket form brukes den også til innblanding i skrive- og trykkpapir. Halvbleket sulfatmasse brukes av enkelte fabrikker sammen med tremasse til avis-papir.

Både gran og furu er godt egnet som råstoff for sulfatproduksjon.

Vedens harpiks- og fettinnhold danner grunnlaget for talloljen som er et viktig biprodukt ved denne kokeprosessen. Furu gir derfor det høyeste talloljeutbyttet pr. m<sup>3</sup>.

Forøvrig kan de fleste bartreslag og alle våre vanlige lauv-treslag brukes til sulfatproduksjon. Men også her byr sams koking på problemer. En liten lauvvedinnblanding i barveden, som i de fleste tilfelle utgjør hovedråstoffet, kan likevel tolereres.

Spesielt for sulfatindustrien er at den utnytter vedens ekstraktinnhold i stor utstrekning. Av denne grunn blir ferskt virke foretrukket til sulfatprosessen da ekstraktinnholdet, og dermed utbyttet av tallolje og andre biprodukter, øker med fuktigheten i virket.

En ulempe ved bruk av ferskt virke er at det gir stor harpiksavsetning på virer og duker, sett i forhold til lagret virke, der ekstraktinnholdet er redusert på grunn av hydrolyse av fett, stoffskifteprosesser i veden, oksydasjon av fett- og harpikssyrer samt mikrobiologisk nedbrytning.

Sulfatindustrien setter i likhet med de andre masseindustrier små krav til virkets dimensjon og form. Også her gir forholdsvis rettvekst virke det største utbytte, da det gir mindre tennar og bedre fliskvalitet enn krokett virke. Tømmerets avsmalning er av underordnet betydning når en ser bort fra den tidligere omtalte sammenheng med volumvekten.

Det synes også som om årringbredden i seg selv er av liten betydning for sulfatindustrien.

WEGELIUS (1946) fant at granvirke ga størst masseutbytte regnet på vektbasis ved normal årringbredde. Ekstra brede årringer og smale årringer med hungerved ga lavere utbytte. Derimot synes fiberegenskaper og kjemisk innhold å endre seg noe med årringbredden. Det er tidligere nevnt at brede årringer inneholder mye vårved og følgelig en stor andel tynnveggede fibre. Stor årringbredde gir derfor et glatt og tett papir med stor slite- og sprengstyrke, men med forholdsvis lav rivstyrke.

Smale årringer, med høyt sommervedinnhold, gir et mere porøst ark med høy bulk og rivstyrke, men med lavere slitestyrke og sprengstyrke.

Det hersker tildels ulike syn på fiberlengdens betydning for papirkvaliteten. At fibreene bør ha en viss minstelengde for å fordele påkjenninger over et større areal av arket synes imidlertid klart (DINWOODIE 1965).

Det er også rimelig å anta at slitelengde, rivstyrke og sprengstyrke øker med fiberlengden, når fibrenes øvrige egenskaper holdes konstante. DINWOODIE (1966) mener imidlertid at det først og fremst er forholdet mellom celleveggtykkelse og cellediameter som er avgjørende for massekvaliteten. Jo tynnere celleveggene er i forhold til cellenes tverrsnittsdimensjoner, desto mykere og mer elastiske blir fibreene.

Volumvekten må for sulfatindustrien som for de andre masseindustrier, betegnes som den viktigste virkesegenskap, da masseutbyttet er positivt korrelert med tørrstoffmengden. Som tidligere nevnt fant NYLINDER/HÄGGLUND (1954) at masseutbyttet steg med volumvekten både regnet pr. m<sup>3</sup> og pr. kg absolutt tørt virke.

Når det gjelder massens kvalitetsegenskaper er forholdet litt mer komplisert, idet slitelengden og sprengstyrken vanligvis avtar med stigende volumvekt, mens rivstyrken og papirets bulk øker. (JOHANSSON 1940, HIETT et al. 1960).

Med hensyn til kvist gjelder stort sett de samme ønsker for sulfat- som for sulfittindustrien. Kvist i normal mengde spiller liten rolle, mens ekstra kvistrikt virke vil redusere utbyttet i noen grad. Det samme gjelder tennarved.

Føyrer og innvokst bark kan til en viss grad, avhengig av hva massen skal brukes til, tåles i sulfatproduksjonen. Papir for emballasjeformål er mindre ømfindtlig for slike forurenninger enn trykkpapir.

Kvaeansamlinger i veden er av mindre betydning for sulfatindustrien, da ekstraktstoffene som nevnt blir videreforedlet til tallolje og andre produkter.

Råte i noen utstrekning er i like liten grad ønskelig til sulfat- som til sulfitt- og tremasseproduksjon.

Ved celluloseframstilling er det generelt en fordel med lavt lignininnhold i råstoffet da dette vanligvis betyr større celluloseutbytte.

Spesielt ved sulfatkoking er det også ønskelig med et høyt ekstraktinnhold i virket, fordi ekstraktstoffene som nevnt blir videreforedlet og er av økonomisk betydning for denne prosessen. For selve masseegenskapene betyr de kjemiske variasjoner i veden relativt lite, sett i forhold til fibrenes egenskaper (ELLWOOD 1967).

### 5. Trefiberplater.

Dette produktet leveres i flere kvaliteter med varierende volumvekt og hardhet. Platene brukes i stor utstrekning til innvendig kledning f.eks. i form av panelplater, og til isolasjon. Møbel- og innredningsindustrien avtar også store kvanta trefiberplater.

Fiberplateindustrien baserer seg i stor grad på råstoff som er lite anvendelig til andre produkter. Småvirke og sagbruksavfall utgjør således en stor del av råstoffet. Gran og furu er de mest anvendte treslag her i landet, men det er også mulig å blande inn litt lauvved. Generelt stilles det høyere krav til råstoffet ved produksjon av porøse plater enn ved framstilling av hardere kvaliteter. Således er furu- og lauv-trevirke dårligere egnet til porøse plater enn granvirke. Barkinnblanding i særlig grad er heller ikke ønskelig i porøse plater, da kundene som regel foretrekker høyest mulig hvithet. Da det har vist seg at lagret, tørr bakhon gir vanskeligheter ved produksjon av porøse plater, bør det brukes ferskt virke med forholdsvis høy og jevn fuktighet.

Ved produksjon av harde platekvaliteter stilles ikke så store krav til råstoffet. Her tåles en del barkinnblanding, samtidig som lauvved kan brukes i ganske store mengder uten at styrkeegenskapene nedsettes.

Men også ved produksjon av harde plater søker en å holde lauvvedinnblandingen på et rimelig nivå da den fører til økt vannabsorpsjon hos platene.

I og med at det stort sett anvendes mindreverdige råstoff til fiberplater, er de kvalitetskrav som stilles temmelig beskjedne. De fleste dimensjoner aksepteres, så sant de ikke skaper problemer i flishoggeren. Det er forøvrig vanlig at disse bedriftene har flere flishoggerlinjer, basert på henholdsvis småvirke, rundvirke og bakhon.

Krokete virke mottas også i den utstrekning det ikke skaper problemer ved håndtering og flishogging.

Det er imidlertid ønskelig med minst mulig krocket virke, da det alltid vil fordyre transporten når den betales pr.  $\text{lm}^3$ .

Årringbredde og volumvekt har liten direkte innflytelse på trefiberplatenes egenskaper. Høy volumvekt hos trevirket er imidlertid også her en fordel, da det gir høyere utbytte pr. innkjøpt volumenhet enn virke med lavt tørrstoffinnhold.

Kvist, tennar, føyrer, harpikslommer og innvokst bark vil kunne forringe platekvaliteten noe, men er ikke av større betydning enn at slike feil aksepteres.

Den feil som virker sterkest verdireduserende, og som derfor er uønsket ved fiberplateframstilling, er råte. I mer framskredet form representerer den et direkte fibertap. Dernest forårsaker den en betydelig reduksjon av defibreringsutbyttet. Råte skaper også vanskeligheter i produksjonsprosessen, da det ved defibrering og raffinering av råteskadet virke dannes store mengder finstoff, noe som nedsetter massens avvannings- evne og senker produksjonshastigheten.

## 6. Sponplater.

Sponplater har i de senere år fått økt anvendelse på en rekke områder, og konkurrerer med fiberplatene til mange formål. Sponplater blir i stor utstrekning brukt av møbel- og innredningsindustrien, men også innen bygningssektoren har de funnet stor anvendelse. Til og med til gulv blir de brukt i form av spesielle gulvplater.

Sponplatene utmerker seg ved like egenskaper i alle retninger langs overflaten. De sveller og krymper også likt i alle retninger. Dette gjør at platene kan utnyttes godt da en ikke trenger å ta hensyn til retningen ved tilskjæring.

Opprinnelig var sponplateproduksjonen her i landet basert på lauvtrevirke, som det ikke fantes annen avsetning for. Etter hvert har en også gått over til å bruke bartrevirke, og særlig har sagbruksavfall i form av bakhon, sag- og høvelflis vunnet stadig større anvendelse til sponplateproduksjon.

Det kan nevnes at lauvved jevnt over gir glattere og jevnere spon enn barved, noe som bir god utnyttelse av limet og bedre sammenheng mellom sponene (MØRKVED 1961).

Sponplateindustrien foretrekker virke med høy fuktighet. Tørt virke gir en ru sponoverflate som fordrer mye lim. Ved sponing av tørt virke dannes også mye støv og finpartikler, som skaper vanskeligheter i produksjonen og senker utbyttet. I tillegg sløves stålene raskt ved sponing av slikt virke. Dette krever hyppig knivbytte med tilsvarende lav kapasitet på sponmaskinen.

Også når det gjelder sponplatevirke har dimensjon og rettvoksthet betydning for transport og håndtering. Dessuten vil utbyttet av brukbar spon synke med avtagende diameter i de fleste sponmaskiner. Dette skyldes at det av hver stokk blir igjen en liten skalk som slipper mellom kniv og motstål, og som derfor ikke blir sponet skikkelig.

I krokete virke vil knivene tildels kutte stokken på tvers av fiberretningen og gi spon med liten eller ingen styrke i lengderetningen. Slik spon vil ofte bli ødelagt ved den vicere transport gjennom rør, mølle, tørke o.s.v. og således gi utbyttetap.

Problemet med krokete virke kan reduseres noe der virket blir kappet opp i korte lengder før sponingen.

Årringbredden er av liten direkte betydning også for sponplatevirke, men har indirekte sammenheng med volumvekten.



Råstoffets volumvekt er vesentlig ved sponplateproduksjon, da plater av samme dimensjon og egenvekt får bedre styrkeegenskaper jo lavere råstoffets volumvekt er (MØRKVED 1961).

De vanlige sponplater har nemlig en volumvekt på ca.  $600 \text{ kg/m}^3$ . Skal disse presses av et råstoff med volumvekt på ca.  $400 \text{ kg/m}^3$  vil det si at selve tresubstansen må komprimeres i betydelig grad. Dette fører til større press mellom sponene og en bedre avbinding av limet. I henhold til dette skulle bjørk, som har relativt høy volumvekt, gi plater med redusert kvalitet. Dette er likevel ikke tilfelle, da lauvtrær som nevnt gir glattere og jevnere spon med bedre sammenbindingsevne enn bartrær.

En ulempe er at virkesforbruket i  $\text{m}^3$  pr. tonn plater øker når det brukes virke med lav volumvekt.

Det er ønskelig med lavest mulig kvistinnhold i sponplatevirke. Kvisten og den omliggende veden vil p.g.a. fiberforstyrrelser skilles ut som støv ved soldingen og gir således nedsatt utbytte. I tillegg sløves knivene raskt ved sponing av kvistrikt virke. Likevel må en kunne si at kvistinnholdet i sponplatevirke er av relativt underordnet betydning. Det samme gjelder reaksjonsved og andre virkesfeil.

Råte i større grad er derimot uønsket i sponplatevirke. En del trevirke som på grunn av mugg- og blåvedskader er uegnet til andre formål, anvendes likevel av sponplateindustrien. Sterke angrep av mugg- eller blåvedsopper kan forstyrre tørkeforløpet i sponen, men forårsaker ingen vesentlig reduksjon av virkets fasthetsegenskaper.

Sterke angrep av råtesopp vil derimot gi tap i form av støv og finpartikler, og reduserer sponens og platenes styrkeegenskaper.

Tabell 5 gir en oversikt over den norske sponplateindustriens produksjon og råstoff-forbruk.

Tabell 5. Råstoff-forbruk og plateproduksjon for den norske sponplateindustrien 1970.

Bartre- virke	Skogsvirke (m <sup>3</sup> m.b.)			Industriavfallsvirke			Sortsandel %			Spon- plate- produkt. i tonn	Sponplate- fabrikkene
	Blån- dings- virke Eer10% Løv90%	Lauvtrevirke		m <sup>3</sup> m.b.	m <sup>3</sup> u.b.	m <sup>3</sup> u.b.	Bar- tre- virke	Lauv- tre- virke	Ind. av- falls- virke		
		Bjørk	Andre lauvtre- slag								
3.650	2.770	10.490	12.420	15.500	10.410		7,1	46,0	46,9	23.600	A/L Orkla Skogindustri Orkanger
11.000	60	4.270		3.500	7.470		41,8	16,4	41,8	11.000	- " - Røros
7.900	730	5.500	2.240	5.410	11.830		23,7	25,0	51,3	16.700	- " - Kvam
960		11.330	610	4.680			5,5	67,9	26,6	7.000	- " - Salten
590		19.560	290	1.060			2,7	92,3	5,0	10.700	Ø.Namdal Skogindustri A/S, Namsskogan
800		20.350	20.350	8.380	12.100	1.550	1,3	64,1	34,6	30.200	Agnes Fabrikker A/S, Larvik
3.250		2.450	3.130	2.040	2.500		24,3	41,7	34,0	6.400	H.A. Hellenæs, Larvik
14.150		120	20		24.760		36,2	0,4	63,4	13.600	A/S Hunton Bruk, Gjøvik
8.550		950					90,0	10,0	-	3.700	Trysil Sponplater A/L, Nybergsund
		24.860		1.330				95,0	5,0	11.200	A/S Arbor-Hattfjelldal
1.430		6.740		2.900	8.210		7,4	35,0	57,6	8.500	Henry Johansen Lumber Co. A/S, Kristiansand S.
52.280	3.560	98.930	39.060	44.800	77.280	1.550	16,7	45,8	38,0	142.600	Industrien samlet

## 7. Trelast.

Også for skurtømmerets vedkommende må kravet til kvalitet sees i sammenheng med det foredlede produkt - trelasten. Hva som forstås med trelastkvalitet vil også variere, alt etter hvilken type last det gjelder og hva den skal brukes til. Ved produksjon av last til konstruksjonsformål må det f.eks. stilles høye krav til styrke, mens dette er mindre vesentlig for last som skal ha kledende, dekorativ eller emballerende funksjon.

Ved konsumentens bedømmelse av trelast vil det også i mange tilfelle bli lagt vekt på faktorer som ikke kan føres tilbake til råstoffkvaliteten. Det kan gjelde egenskaper som lastens tørrhetsgrad, måten den frambyes på til salg, eller utførelsen av skuren. Dette er kvalitetsegenskaper som er tilført lasten gjennom den behandling den har fått på sagbruket, og som ikke har noen sammenheng med råstoffkvaliteten.

Det har i de senere år vært en stigende tendens i de kvalitetskrav som stilles til skurtømmeret. Ikke minst det nye reglementet for kvalitetsmåling har bidratt til dette. Samtidig har også etterspørselen etter de dårligere trelastkvaliteter vært stadig synkende. Kvaliteter som rupanel og forskalingsbord får stadig sterkere konkurranse, særlig av ulike plateprodukter.

Trevirkets dimensjon er av større betydning for sagbrukene enn for masseindustrien. I den forbindelse er det vist at det kvantitative skurutbyttet øker med stigende toppdiameter inntil en viss grense, for så å avta igjen (KLEM/KARLSEN 1950). Det ble her funnet et optimalt toppmål på ca. 25 cm. Dette vil imidlertid i stor grad avhenge av sagbruksmaskineriet. Det er likevel grunn til å anta at mange bruk har en urasjonell produksjon på grunn av for smått tømmer, som gir relativt lavt utbytte og stor avfallsprosent (SOMMERFELT 1960).

Råstoffverdien vil som nevnt i stor grad avhenge av sagbrukets maskiner og utstyr. Eksempelvis er bruk som har to skurtømmerlinjer, hvorav en spesiell småtømmerlinje, lite dimensjonsømfindtlige.

Det samme kan sies om bruk der tømmeret forhåndssorteres slik som ved rammeskur.

Tømmerets form er også av avgjørende betydning for sagbruksindustrien, idet sterk avsmalning nedsetter skurutbyttet, som jo begrenses av toppdiameteren.

Nå skal en imidlertid være klar over at avsmalningens betydning også til en viss grad påvirkes av den pris som til enhver tid kan oppnås for bakhog og flis.

Likevel tilsier sammenhengen mellom avsmalning og andre kvalitetsegenskaper som årringbredde, volumvekt og kvistinnhold at tømmer med liten avsmalning er å foretrekke til skurlastproduksjon (SOMMERFELT 1960).

Krokete virke vil også bety en reduksjon i det kvantitative skurutbyttet. Som oftest vil det også gi trelast av nedsatt kvalitet.

Selv om langkrokete virke kan utnyttes av enkelte sagbruk ved krokskjæring, er slike feil uønsket, da de oftest medfører reaksjonsved og andre misdannelser. Slenget og tverrkroket tømmer er absolutt ikke egnet til skur.

Tømmerets årringbredde er av betydning ved trelastproduksjon i den grad lasten skal brukes til konstruksjonsformål. Hos bartrær er det styrkemessig en fordel med smale årringer, som inneholder en relativt stor andel tykkveggede sommervedfibre. Hos lauvtrær vil derimot brede årringer generelt gi størst styrke.

For T-virke er som nevnt i kap. 1.6, styrkeklassifiseringen delvis gjort avhengig av årringbredden. Til trelastproduksjon er det også meget viktig at virket har jevn årringbredde. Sprang i årringbredden fører lett til kolvsprekker fordi krympingen i tverretningen varierer med sommervedinnholdet og følgelig med årringbredden. Til trelast hvor styrken ikke er avgjørende, er ikke årringbredden av så stor betydning.

I samsvar med det som er nevnt om årringbreddens betydning, er trevirkets styrkeegenskaper også funnet å øke med virkets volumvekt.

KOLLMANN (1951) fant tilnærmet proporsjonal sammenheng mellom volumvekt og styrkeegenskaper når han så bort fra kvist og andre feil som kan svekke virket. Til konstruksjonsvirke er det derfor ønskelig med høyest mulig volumvekt.

For annen trelast er volumvekten av mindre betydning, bortsett fra at den har nær sammenheng med årringbredde, stammeform og kvistinnehald.

Trelast er utsatt for stadig sterkere konkurranse fra andre materialer både til konstruktive, isolerende og kledende formål.

Ifølge FAO's prognoser synes det som om det først og fremst er til konstruktive formål trelasten vil ha sin berettigelse i framtida. Ut fra dette synspunkt er det naturlig at sagbrukene stadig i sterkere grad baserer sine råstoffkrav på styrkemessige kvalitetskriterier.

En meget viktig faktor i dette henseende er trevirkets kvistinnehald.

Generelt må en si at det er ønskelig med minst mulig kvist i trelasten, men samtidig må en ikke glemme at en viss kvistmengde er nødvendig for trærnes livsfunksjoner. Det er derfor ingen grunn til å stille høye krav til kvistrenhet i de tilfelle kvisten ikke gjør noen skade. I paneler f.eks. vil frisk kvist neppe medføre tekniske ulemper, og kan her ha en dekorerende virkning.

Kvistens skjønnhets- og styrkemessige betydning avhenger også i stor grad av hvordan den er og hvor den sitter i veden. Frisk, ikke for stor kvist som sitter jevnt fordelt, trenger ikke å redusere kvaliteten vesentlig.

Svartkvist, store, friske kvister og kvistansamlinger vil derimot kunne redusere styrkeegenskapene ganske kraftig. I målereglementet for skurtømmer er derfor kvisttype, kviststørrelse og kvisttetthet viktige kvalitetskriterier. Det samme er tilfelle ved skurlastmåling, der kvisten er den faktor som betyr mest for nedslag i kvalitet. Ifølge "sorteringsregler for Østlandets Skurlastmåling for planker, battens og totoms" betinger store, friske kvister og svartkvist nedslag til V-sort. I IV-sort kan bare godtas noen større, friske kvister samt små, mørke og faste kvister.

Reaksjonsved er heller ikke ønsket i skurtømmer da den som regel gir krocket eller vindskjev last. Tennar fører også til reduksjon av vedens styrkeegenskaper og straffes derfor hardt ved skurtømmermålingen.

Andre virkesfeil som gammel toppbrekk, frostsprekker, margsprekker, vassved, fører osv. reduserer også skurverdien betraktelig, eller gjør tømmeret uskikket til skur. Skjører og kolvsprekker godtas f.eks. ikke i III og IV sort skurlast - heller ikke brent og markhull.

Enhver form for råte betraktes som kvalitetsreduserende for trelasten. Selv i kvaliteter som rupanel og forskallingsbord tåles svært lite feil da disse som nevnt møter stadig sterkere konkurranse fra andre produkter.

Selv om fargeskadesopper ikke har noen særlig innflytelse på vedens styrkeegenskaper, blir slike skader hardt straffet i sorteringsreglementet for skurlast. Ifølge dette må blåved ikke forekomme i III sort. I IV sort tåles flekker etter bind og striper av tørkeblått i baksiden. Tømmerblått tåles ikke. Blåved ut over det som her er nevnt, fører til nedslag i V og VI sort. Det er et spørsmål om blåveden burde straffes noe mildere etterhvert som dens dekorative effekt i paneler og kledninger blir mer anerkjent.

Råte på et tidlig utviklingsstrinn har lite å si for vedens styrkeegenskaper. Men etterhvert som råteangrepet skrider fram, reduseres styrken i virket langt raskere enn tørrstoffinnholdet. I III og IV sort skurlast tåles således ikke råte eller anilinfarget ved i noen form. Enkelte flekker med fast råte eller anilinfarget ved godtas i V sort, men kun på en side.

Løs råte vrakes også i VI sort.

Når trelastens kvalitetsfeil, som i det foregående er blitt illustrert ved hjelp av sorteringsreglementet for skurlast, hører det også med å nevne prisforholdet mellom de ulike kvalitetsklasser. Det vanlige er at det fastsettes en basispris for IV sort.

For III sort gis 12,5% tillegg til denne prisen, mens det for V sort gis 12,5% fradrag. For VI sort er fradraget hele 21,25%.

Dette viser at de omtalte feil også økonomisk er av stor betydning.

#### 8. Produkter basert på spesialtømmer.

I begrepet spesialtømmer legges vanligvis først og fremst finerfuru og furustolper. Men også kvaliteter som svilletømmer og ospetømmer til fyrstikkfabrikasjon må regnes med i denne gruppen.

Spesielt for disse sortimenter er at det stilles relativt strenge krav til form og dimensjon, samtidig som det tales svært lite feil i form av krok, kvist, reaksjonsved, sprekk og råte. Også her er det sluttproduktet som setter skranker med hensyn til råstoffkvaliteten. Til stolper er det derfor tømmerets styrkeegenskaper som er avgjørende, mens det for finer og fyrstikktømmer også må stilles store krav til f.eks. kvistinnhold og årringbredde.

Når det gjelder svilletømmer, er det først og fremst dimensjonen som er avgjørende, mens det f.eks. stilles mindre krav til kvistinnhold.

Generelt kan en si at det er til finerfuru de strengeste krav stilles. Det er her en fordel med grovt, rettvokst tømmer, med minst mulig avsmalning. Minimumskravet til toppmål er 22 cm på bar ved. Videre heter det i målereglementet at tømmeret skal være rotstokker av rettvokst, frisk, råtefri, godt rundbarket furu, fri for synlig kvist og skikket til finer.

Midtstokker som oppfyller disse kravene, kan også leveres med. Kvistrenhet er særlig viktig ved finerproduksjon. Selv om det bare kreves at stokken skal være fri for synlig kvist, er det derfor et ønske at også det indre av stokken er mest mulig kvistren. Den sikreste måten å oppnå dette på er gjennom kunstig kvisting i trærnes ungdom.

I finerfuru er også årringbredden av stor betydning, da brede årringer og spesielt ujevn årringbredde vanskeliggjør produksjonen og gir nedsatt finerkvalitet. I hurtigvokst virke oppstår ofte sprekkdannelser under finerskrellingen, og fineren har lett for å slå seg. Det antas at en årringbredde på 1,5-2 mm er mest idell for finerproduksjon.

I samsvar med dette er det også ønskelig med relativt høy volumvekt hos finertømmeret. Råte må ikke forekomme i dette sortimentet.

For stolpetømmer stilles også høye krav til dimensjon og form. Dessuten straffes styrkereduserende faktorer som kvist og vekstfeil hardt. Råte godtas heller ikke i dette sortimentet. Det heter i målereglementet at stolper skal være rotstokker og leveres godt rundbarket. Stolpene skal være av god, frisk, tettvokst furu med rimelig avsmalning. Videre skal de være rette og fri for store, skadelige kvister, store føyrer og andre feil.

Avhengig av stolpenes lengde, stilles det bestemte krav til diameteren 1,5 m over rotavskjær.

Av styrkemessige hensyn er det også ønskelig med smale, jevne årringer og høy volumvekt i stolpetømmer.

Når det gjelder ospetømmer til fyrstikkfabrikasjon, stilles det meget bestemte krav til dimensjon og form, i og med at det i målereglementet er angitt minimalverdier for toppmål og midtmål, samt maksimal rotdiameter.

Det er også her ønskelig med en jevn årringbredde og minst mulig kvist og andre feil. Under målingen skal det således gjøres trekk for grov kvist, kvistansamlinger og overvokst kvist. Likedan skal det trekkes for tverrkrok, mishandlet tømmer, føyrer, gamle sår, kolv, vridd vekst, avflekket bark, abnormt tømmer og råte.



I tømmer med midtmål over 23 cm trekkes det ikke for fast, gjennomgående sentralråde opp til 5 cm på største kant. Det tåles altså noe sentral råde i fyrstikktømmer, men hulråde og råde som er for løs til å gi feste for medbringeren i dreiebenken må vrakes. Det samme er tilfelle med eksentrisk råde. Det er også et krav at fyrstikktømmeret skal være ferskt, ubarket og hogget etter lauvfall, men før sevjen går om våren.

Til svilletømmer godtas bare furu med toppdiameter over 25 cm, og den overveiende del av partiene skal ha lengder på 5, 10 eller 15 hm. Lite framskredet råde godtas til dette sortiment. Gjennomgående mørk råde fører imidlertid til vraking. Også sterkt krokete tømmer og mishandlet tømmer vrakes. Andre feil kan godtas, men medfører innkorting. En kan forøvrig merke seg at kvist ikke anses som kvalitetsreduserende faktor i svilletømmer.

9. Sammendrag (s. 41-63).

Siden råstoffkostnadene utgjør den største delen av produksjonskostnadene i skogindustrien, bør virkesegenskapenes betydning for produksjonen presiseres.

Av den tremassen som produseres, foredles det meste til avis- og magasinpapir. Slikt papir bør ha høy styrke, lav vekt, god trykkbarhet, høy hvithet og høy opasitet. Gran er derfor et godt egnet råstoff til tremasse med sine lange fibre, store lyshet og lave ekstraktinnhold. Furu med sitt høye ekstraktinnhold, og de fleste lauvtreslag ved sin hardhet, egner seg dårligere.

Tremasseindustrien foretrekker ferskt virke, og setter generelt små krav til tømmerets dimensjoner.

Utbyttet av tremasse er nær proporsjonalt med tørrstoffmengden pr. volumenhet og volumvekten er derfor en viktig virkesegenskap. Årringbredde og kvistinnehald utgjør viktige faktorer idet volumvekten øker med avtagende årringbredde, mens rikt kvistinnehald gir mye melstoff og lavere utbytte. Råte setter ned utbyttet og styrkeegenskapene hos massen.

Halvkjemisk masse brukes mest til fluting i bølgepapp noe som skjerper kravene til høy stivhet. Som råstoff egner lauvved seg godt p.g.a. at ligninet her er konsentrert i midtlamellen. Dette letter defibreringen. Bjørk, osp og or er mest benyttet hos oss.

Stor hvithet på massen krever ferskt virke, men lagret virke gir massen større styrke.

Mye krok på virket gir større håndteringskostnader, og stor avsmalning gir lav volumvekt som igjen senker utbyttet.

De høyeste krav til råstoffkvalitet har sulfittfabrikkene. Gran er det av våre treslag som suverent er mest benyttet som råstoff. Ved bruk av Ca som base i kokevæsken, kan furu vanskelig benyttes, fordi kokingen skjer i meget surt miljø (pH <2). Fenolstoffer i furuas kjerneved vil reagere med ligninet og hindre utløsning av dette. Sulfittmasse kan imidlertid framstilles av furu ved bruk av andre baser. Unntatt

eik egner de fleste av våre lauvtreslag seg til sulfittmasseframstilling. Forat mengden av ekstraktstoffer (særlig harpiks) skal avta, ønsker sulfittindustrien en viss lagring av virket. Krav til høy hvithet på produktene prioriterer imidlertid ferskest mulig virke.

Masseutbyttet stiger med økende volumvekt, som igjen er betinget av øket tørrstoffmengde og øket sommervedinnhold.

Virke med høy volumvekt har også relativt lite lignin.

Papirets rivstyrke øker med økende sommervedinnhold, mens slitelengde, sprengstyrke og falsetall avtar.

Kvist siles ut av massen og gir reduksjon i utbyttet.

Råte nedsetter styrken, reduserer masseutbyttet og fører til misfarging av massen.

Sulfatmasse har generelt bedre styrkeegenskaper enn sulfittmasse og anvendes ofte i sterke papirsorter. Gran og furu er godt egnet som råstoff. Furu gir et viktig biprodukt i talloljen som utvinnes av kokevæskan, og p.g.a. ekstraktinnholdets utnyttelse ønskes ferskest mulig virke.

Papirets rivstyrke øker med avtagende årringbredde, mens slitelengde og sprengstyrke avtar. Slitelengde, riv- og sprengstyrke synes å øke med fiberlengden.

Masseutbyttet øker med volumvekten.

Kvist i normal mengde nedsetter utbyttet i liten grad.

Råte er uønsket og som for sulfittmasseframstilling er virke med lite lignin ønskelig fordi det vanligvis betyr øket utbytte.

Småvirke og sagbruksavfall benyttes mye til trefiberplater, og av våre treslag er gran og furu mest anvendt. Det settes strengere råstoffkrav til porøse enn til harde plater. Porøse plater krever bl.a. høyere hvithet og derfor mindre barkinnblanding.

Det settes små krav til virkets dimensjoner, da bedriftene ofte har flere flishoggerlinjer.

Årringbredde og volumvekt på virket har liten direkte betydning for platenes egenskaper.

Råte virker sterkt verdireducerende og er uønsket ved fiberplateframstilling.

Sponplater brukes mye til møbler og innredninger og utmerker seg ved like egenskaper i alle retninger langs overflaten. Her i landet går en mer over til å bruke bartrevirke som råstoff, særlig i form av bakhon, sag- og høvelflis. Virke med høy fuktighet foretrekkes av hensyn til sponing og beliming.

Sponutbyttet senkes med avtagende diameter på virket i de fleste sponmaskiner, og svært krocket virke gir ofte spon med liten styrke i lengderetningen.

Råstoffets volumvekt er av stor betydning for sponplateframstilling. Ved en bestemt volumvekt på den ferdige platen vil mer tresubstans komprimeres jo lavere volumvekten av virket er. Dette fører til mer komprimerte plater og bedre avbinding av limet, men høyere forbruk av virke.

Råte i virket gir tap i form av støv og finpartikler og reduserer sponens og platenes styrkeegenskaper.

Kvalitetskravene til skurtømmer avhenger av hva det foredlede produkt skal brukes til. Til konstruksjonsformål er f.eks. virkets styrke av største betydning, mens den spiller mindre rolle om lasten skal anvendes til kledning, dekorasjon eller emballering.

Tømmerdimensjonens betydning for sagbruksindustrien er avhengig av sagbrukenes maskiner og utstyr.

Stor avsmalning reduserer skurutbyttet og, sett i sammenheng med andre kvalitetsegenskaper som årringbredde, volumvekt og kvistinnhold, er tømmer med liten avsmalning å foretrekke.

I "T"-virkessorteringsreglementet graderes styrkeegenskapene bl.a. etter årringbredden, idet styrken øker med avtagende årringbredde. Styrken øker også med volumvekten hos feilfritt virke.

Kvist i virket nedsetter kvaliteten der det settes store krav til styrken.

Reaksjonsved og råte er uønsket i skurtømmer.

For virke til spesialtømmer som finerfuru, furustolper, svilletømmer og fyrstikkosp, er kravene til form og dimensjon strenge. Dessuten tåles lite av krok, kvist, reaksjonsved, sprekk og råte. Tømmer til stolper må ha stor styrke, mens finer- og fyrstikktømmer setter spesielle krav til kvistinnhold og årringbredde.

### III. ARVEAVHENGIGE KVALITETSEGENSKAPER.

Mange av de kvalitetskriterier som er omtalt i kapittel I er dels av arvelig karakter.

I det følgende vil de arvemessig betingede variasjoner bli nærmere omtalt, slik de gir seg utslag i forskjellige egenskaper hos ulike treslag og grupper av treslag.

Innen ett og samme treslag finnes arvelig betingede variasjoner, f.eks. i form av ulike raser. Innen én og samme rase vil en også finne at hvert enkelt tre har sine spesifikke egenskaper, og endelig vil arvemessige faktorer påvirke variasjonene innen det enkelte tre, slik som endring i virkesegenskapene fra rot til topp, fra marg til bark og med treetts alder.

#### 1. Variasjon.

##### 1.1. Bartrær.

Bartrærne har en forholdsvis enkel oppbygning idet 90-95% av veden består av trakeider. Dette er døde celler som hovedsakelig ligger orientert i treetts lengderetning.

Trakeidene tjener som ledningsbaner for vann, samtidig som de har til oppgave å gi treet den nødvendige styrke.

Det finnes også en del trakeider som er orientert i treetts tverr-retning. Disse såkalte tverrtrakeider eller trakeidale margstråleceller er knyttet til margstrålene hvor de transporterer vann i stammens tverr-retning.

Ved siden av trakeider inneholder bartrærne 5-10% parenkymceller. Dette er levende celler som stort sett løper i treetts tverr-retning og danner en vesentlig del av margstrålene.

En del langsgående parenkym finnes også, særlig i form av eptielceller omkring harpiksgangene hos treslag hvor slike finnes.

4 Parenkymcellene tjener til transport og lagring av næringsstoffer i treet.

STEMSRUD/NAGODA (1962) gir følgende oversikt over bartre-cellenes inndeling etter posisjon i stammen.

LANGSGÅENDE CELLER	TVERRGÅENDE CELLER
A. Prosenkym	A. Prosenkym
1. Trakeider	1. Margstråle-trakeider
2. Streng-trakeider	
B. Parenkym	B. Parenkym
1. Langsgående	1. Margstråleparenkym
2. Epitél-parenkym, utsondringsceller	2. Epitél-parenkym, utsondringsceller

De fleste bartrær, bortsett fra einer, barlind og edelgran, har harpiksganger. Disse dannes ved at enkelte cellevegger viker fra hverandre. Rundt harpikskanalene ligger epitélceller som produserer harpiks av karbohydrater tilledet gjennom margstrålecellene. Harpiksgangene utgjør hos bartrærne fra 0,1-1,0% av vedens volum. Følgende tabell viser bartrærnes innhold av de ulike celleformer.

Tabell 6. Celleformenes andel i % av barvedens volum (etter TRENDELENBURG/MAYER-WEGELIN 1955).

Treslag	Trakeider	Margstråler	Parenkym	Harpiksganger
Gran	93-95	5- 7	-	0,2-0,3
Edelgran	91-94	6-10	-	-
Furu	91-95	5- 8	-	0,5-1,0
Douglas-gran	93	7	lite	0,2
Lerk	89	9	0,9	0,1

Mengden av de forskjellige celletyper er arvelig bestemt, og spesifikk for de enkelte treslag. Mengdeforholdet varierer også med treets alder, avstand fra margen og med trehøyden. Dessuten vil vekstvilkårene påvirke forholdet.

### 1.2. Lauvtrær.

Lauvveden er mye mindre ensartet enn barveden, da den består av flere celleformer. De ulike celleformer forekommer også i sterkt vekslende blandingsforhold hos de forskjellige treslag, noe som gjør det anatomiske bilde av lauvved svært varierende. Det som kjennetegner lauvveden, er innholdet av kar. Dette er rør lignende dannelser som består av brede, sammenvokste karceller, hvis oppgave er å lede vann. Videre inneholder lauvtrærne trakeider og libriformceller som har styrkemessig funksjon, samt parenkymceller som sørger for transport og lagring av næringsstoffer.

STEMSRUD/NAGODA (1962) gir følgende inndeling av lauvtrecceller etter form og posisjon i stammen.

LANGSGÅENDE CELLER	TVERRGÅENDE CELLER
A. Prosenkym	A. Prosenkym
1. Karceller	Finnes ikke hos våre lauvtrær
2. Trakeider	
a. Følgetrakeider	
b. Kartrakeider	
3. Fibre	
a. Fibertrakeider	
b. Libriformfibre	
B. Parenkym	B. Parenkym
1. Parenkymstreng	1. Margstråleceller
2. Fiberparenkym	a. Stående
3. Epitelparenkym	b. Liggende
	2. Epitelceller

Karene kan ifølge TRENDELENBURG/MAYER-WEGELIN (1955) utgjøre inntil ca. 30% av vedens volum, mens trakeidene og libriformcellenes andel varierer mellom 30 og 75%. Margstrålene utgjør gjennomsnittlig en adskillig større del av volumet hos lauvtrær enn hos bartrær.

Prosenkymcellene er hos våre lauvtrær bare orientert i stammens lengderetning, mens parenkymet forekommer både i lengde- og tverr-retning.

Følgende tabell viser andelen av de forskjellige celletyper hos noen lauvtreslag.

Tabell 7. Celleformenes andel i % av lauvvedens volum (etter TRENDELENBURG/MAYER-WEGELIN 1955).

Treslag	Kar	Libriformceller og trakeider	Margstråleparenkym	Lengdeparenkym
Bjørk	25	65	10	lite
Ask	12	62	15	11
Osp	26	61	13	-
Bøk	31	37	27	5

Andel og fordeling av de forskjellige celleformene er arvelig betinget og gjerne typisk for de forskjellige artene. Beliggenhet i stammen, treets alder og vekstvilkårene påvirker også disse forholdene.

På grunnlag av karenes beliggenhet i årringen - slik dette viser seg på tverrsnittet - er det vanlig å inndele lauvtrærne i grupper. Vanligvis brukes betegnelsene spredtporede og ringporede lauvtrær. Da enkelte treslag er vanskelig å henføre til én bestemt av disse gruppene, blir også uttrykket halvringsporede lauvtrær brukt.

#### 1.2.1. Spredtporede.

I de spredtporede lauvtreslagene er karene så små (5-150 $\mu$ ) at de ikke kan sees med det blotte øyet.

Karene ligger mer eller mindre jevnt spredt over hele årringen, men det er en tendens til at antall og størrelse avtar noe utover i sommerveden.



De spredtporede lauvtrærne har ofte sammensatte kar eller kar som ligger i grupper med tettstilte linseporer på fellesveggene. Spesielt for disse treslagene er en temmelig ensartet sturktur da vår- og sommerved skiller seg lite fra hverandre og går jevnt over i hverandre. Typiske representanter for de spredtporede lauvtreslagene er bjørk, osp, bøk, lønn, rogn og Salix-arter. Det har vært vanskelig å påvise noen fast sammenheng mellom årringbredde og volumvekt for treslagene i denne gruppen.

### 1.2.2. Ringporede.

Til denne gruppen regnes lauvtrær med svært store kar i vårveden og små kar i sommerveden.

Karene i vårvedsonen kan som regel sees med det blotte øyet, da de har en diameter på opptil 400 $\mu$ . De små karene i sommervedsonen er ofte samlet i grupper som er omgitt av vedparenkym og trakeider.

På grunn av den forskjellige karstørrelsen i vårved og sommerved, har de ringporede lauvtrærne tydelig markerte årringer. Da vårvedsonen ikke synes å variere stort i bredde enten årringen er bred eller smal, vil brede årringer inneholde relativt mye sommerved. Denne er som nevnt fattig på kar og domineres av tykkveggede libriformceller. Ringporede lauvtrær med brede årringer har derfor høyt tørrstoffinnhold og høy volumvekt. Hos oss er alm, ask og eik de viktigste treslagene innen denne gruppen.

## 2. Arv og kvalitet.

I de senere årene har det i skoggenetikken blitt lagt mest vekt på å øke treets produksjon, bedre dets form og gjøre det mer resistent mot sopper og insekter, samt finne fram til raser som kan tåle nye og fremmedartede forhold. Først i det aller siste har det blitt lagt større vekt på vedegenskapene, og da i første rekke på egenskapenes variasjoner innen treet, mellom trær og mellom ulike geografiske raser.

Genetisk uttrykt er treet på sitt voksested en fenotype som er avhengig av arvemasse (genotype) og miljø. Fordi arvemasse og miljø er forskjellig fra tre til tre, snakker en om fenotypisk og genotypisk variabilitet mellom trær innen et område.

Arv er vanskelig å definere eksakt, men forklares ofte med uttrykket arvbarhet. Forenklet er arvbarhet forholdet mellom den arvbare delen av variasjonen for en bestemt karakter, og den totale variasjon for samme karakter.

I den skoggenetiske litteratur er det ofte referert til andre begrep når det gjelder arvbarhet. En skiller også mellom arvbarhet i trang og vid betydning. Denne forskjellen kan forklares på følgende måte:

Arvbarhet i vid betydning ser på den totale genetiske variasjon, mens arvbarhet i trang betydning bare ser på den additive delen av den genetiske variasjon i forhold til den fenotypiske variasjon.

Begge begrepene har vært benyttet i litteraturen, og det er viktig for den som leser å forstå og for den som skriver å understreke, om arvbarheten er brukt i vid eller trang betydning.

Arvbarheten er ikke konstant under alle forhold. Den vil variere med trets omgivelser og alder. Fordi estimatet for arvbarhet bygger på totalvariasjon, vil alt som bevirker større variasjon automatisk påvirke arvbarhetstallene. Siden arvbarhet påvirkes av omgivelsene og alderen, burde man alltid for å gjøre resultater sammenlignbare, angi under hvilke forhold forsøkene er gjort og hvilken alder trærne har (FIELDING/BROWN 1960).

### 2.1. Volumvekt.

Til i dag er volumvekt den vedegenskap som er mest undersøkt. Årsaken er at den har stor økonomisk betydning samtidig som den er forholdsvis lett å måle.

Følgende generelle regler for volumvektvariasjoner er akseptert:

1. Volumvekten avtar fra rotavskjær mot toppen.
2. Volumvekt og bøyestyrke avhenger av høyde over marka treets alder, sommervedprosent, proveniens og voksested.

Ut fra dette er det funnet en tilnærmet lineær sammenheng mellom volumvekt og bøyestyrke.

Volumvekt regnes som en enkelt egenskap hos veden påvirket av en rekke faktorer. Eksempler på dette er sommervedprosent og celledimensjon som inkluderer veggtykkelse og cellediameter. Hver faktor som påvirker volumvekten er genetisk sett av kompleks karakter, men til tross for dette angir all publisert litteratur den som en enhet, og arvbarheten blir sammensatt av et utall faktorer.

Det er gjort mange forsøk for å påvise hvordan arv kan påvirke volumvekten hos avkommet. ZOBEL/RHODES (1957) viste at avkom fra vindpollinert frø fra foreldretrær med høy volumvekt hadde høyere volumvekt enn avkom fra foreldretrær med lav volumvekt, opp til 4-12 års alder.

BROWN/KLEIN (1960) beskriver 17 krysninger mellom 8 trær av høy og lav volumvekt. De foretok en sammenligning mellom volumvekt for avkommene og gjennomsnittsverdiene for foreldrene. Regresjonen var signifikant på 1%-nivået, og dette viser at det er virkelig sammenheng mellom volumvekt hos foreldretrærne og volumvekt hos avkommet i de krysningene som er testet. De fant at en femtedel av variasjonene var genetisk overført.

For å kontrollere den genetiske betydning for volumvekten hos forskjellige geografiske raser, må man la dem vokse under like forhold.

ECHOLS (1958) fant signifikant forskjell mellom geografiske raser av Pinus silvestris når de vokste under like betingelser.

Mellom forskjellige provenienser av Pinus taeda fant THORBJORNSEN (1960), under ellers like forhold, signifikante forskjeller. Imidlertid forandret rekkefølgen seg, slik at frø fra naturlige bestand med den høyeste volumvekten ikke produserte trær med den høyeste volumvekten når de vokste utenfor sitt naturlige utbredelsesområde.

KLEM (1957) fant at en tysk proveniens av Picea abies hadde høyere volumvekt enn den norske proveniensen når vekstbetingelsene var de samme. Dette forklares ved at tysk gran har høyere sommervedprosent enn norsk, noe som antagelig skyldes lengre vekstsesong.

I Sverige fant ERICSON (1960) at tørr-råvolumvekten samvarierer med årringbredden og temperaturen på vokseplassen. Det ble funnet en positiv sammenheng mellom mortrærnes og podetrærnes (klonenes) tørr-råvolumvekt. Relativ tørr-råvolumvekt kan derfor nyttes til å si om et tre skal danne lett, middels eller tung ved under gitte klimaforhold. Ut fra tørr-råvolumvekten kan altså genotypiske plusvarianter m.h.t. denne karakteren velges ut.

Uten hensyn til veksthastighet og geografisk variasjon, er det en bestemt genetisk kontroll av volumvekt hos de enkelte individer (trær) som er stor nok til å ha en signifikant effekt på denne egenskapen. Den genetiske gevinst gjennom generativ formering er ikke stor, men den er klar og kan bli enda større desto flere tregenerasjoner som blir håndtert. Gevinsten kan med en gang bli større der vegetativ formering er mulig.

## 2.2. Trakeidelengde.

Variasjoner i trakeidelengden innen og mellom trær beror oftest på et samspill mellom faste arvemønstre og omgivelsene treet vokser i. Innen treet hos fartrær øker fiberlengden fra vår- til sommerved innen samme årring. Økningen i trakeidelengde utover årringen er ikke jevn. Trakeidelengden varierer også med avstanden fra marginen. SAINO (1872) hevder at trakeidelengden øker fra marg mot bark. Imidlertid synes alderen å ha

betydning idet maksimal trakeidelengde i plantinger nås allerede ved 10-20 års alder for så å avta mot slutten av treets levealder.

Undersøker en trakeidelengden innen samme årring, finner en at den tiltar fra rotavskjær til en bestemt høyde, for så å avta mot toppen. Reduksjonen i fiberlengde mot toppen er større enn mot rotavskjær regnet fra det punkt i stammen fiberen er lengst.

Trendene som her er trukket opp, bygger på forsøksresultater gjennom mange år, men allerede i 1872 satte KARL SAINO opp visse regler for trakeidelengdens variasjon hos furu. Disse kalles SAINOS's lov og gjelder generelt for bartrær.

Foruten det som her er nevnt, hevder han at trakeidelengden er mindre i greinene enn i stammen og at den i greinene først øker for så å avta mot greinspissene.

Det kan også være stor variasjon i trakeidelengden hos arter innen samme slekt og denne variasjonen kan skyldes forskjeller i genotyp. NYLINDER/HÄGGLUND (1955) fant signifikante forskjeller i trakeidelengden hos forskjellige grantyper. Lengst fibre fant de i gjennomsnitt hos kamgran og kortest hos bandgran.

Ved undersøkelser av trakeidelengdens genetiske variasjon hos Pinus elliottii og Pinus taeda, fant JACKSON/GREEN (1957,1958) at den var sterkt influert av arv. De fant at mortreet hadde mer å si enn fartreet for fiberlengden hos avkommet, og at avkom fra foreldretrær med lange trakeider hadde lengre trakeider enn tilsvarende foreldretrær med korte trakeider. For hybrid lerk (Larix eurolepis) fant CHROWDHURY (1931) at vårvedtrakeidene hos avkommet var mest influert av mortreet, mens somervedtrakeidene var mere indifferente.

Flere undersøkelser viser variasjon i trakeidelengden med geografisk rase (proveniens).

I U.S.A. viste ZOBEL et al. (1960) at trakeidelengden for Pinus taeda økte fra syd mot nord.

ECHOLS (1958) fant at det er en bestemt sammenheng mellom breddegrad og trakeidelengde hos Pinus silvestris.

### 2.3. Andre egenskaper ved trakeiden.

Mange andre karakterer ved trakeiden enn lengden er blitt undersøkt, men svært lite er kjent med hensyn til deres ned-arvingsmønster. PILLOW et al. (1953) nevner at fibrillvinkelen er sterkt korrelert med årringbredden. Dette viser seg å stemme godt innen et tre, men mellom trær er ikke bildet så klart. En vet de trær som vokser raskest, ikke alltid er de trær som har flatest fibrillvinkel. Siden diametertilveksten viser stor arvbarhet, hevder flere forskere at også fibrillvinkelen skulle gjøre det.

Når det gjelder trakeidekarakterer som veggtykkelse, trakeidevidde, cellelumen m.fl. er lite kjent om disse, enten det gjelder variasjoner mellom trær eller det gjelder arvbarheten. Større kjennskap til disse karakterene er svært viktig, da de danner grunnlaget for mer komplekse karakterer, som f.eks. volumveksten.

### 2.4. Spiralvekst (vridd vekst).

Om den genetiske kontrollen av spiralvekst er det kanskje utført flere arbeider enn for noen annen vedegenskap. JENNINGS (1957) påstår at spiralvekst er genetisk betinget. KADAMBI/DABRAL (1955) har summert de arbeider som er gjort om vridd vekst på Pinus longifolia. De viser at for frøplanter er egenskapen vridd vekst sterkt nedarvet, og den kan sees allerede i kotyledonen hos spirende frø. De fant at selvpollinerte frø fra vridd Pinus longifolia produserte 68-82% vridde frøplanter, og konkluderte med at vridd vekst er en dominerende karakter.

Vridd vekst er, i likhet med volumvekt, av sammensatt og kompleks karakter. NOSKOWIAK (1960) viste bl.a. at graden av vridd vekst endret seg med alderen på treet.

## 2.5. Kjemisk innhold.

Variasjonene i kjemisk innhold i veden er blitt registrert, men bortsett fra variasjonene i cellulose- og lignininnhold mellom trær, er lite kjent. I de siste årene er det blitt lagt en del vekt på variasjons- og arvbarhetsmønstre for cellulose hos forskjellige arter som Picea abies, Pinus taeda og Pseudotsuga taxifolia, og det er funnet betydelige variasjoner fra tre til tre. SCHÜTT (1958) studerte raser av Pinus contorta, og i tillegg til store individuelle variasjoner mellom trær, fant han også forskjeller mellom avkom fra ulike frøkilder. KLEM (1957) fant ingen forskjell på norsk og tysk gran hva angikk lignin, eterestrakt og aske, når årringbredden ble lagt til grunn for sammenligningen.

## 2.6. Andre vedegenskaper.

Egenskaper som stammeform og kvistmengde er lite undersøkt, men bør likevel nevnes i denne forbindelse. For unge trær av Pinus taeda fant PERRY (1960) at stammeformen var sterkt genetisk kontrollert. Avkom fra foreldretrær med krocket stamme var signifikant mer krocket enn avkom fra foreldretrær med rett stamme. I en studie av Pinus elliottii fant McWILLIAM/FLORENCE (1955) at frø fra gode fenotyper resulterte i dobbelt så mange akseptable stammer pr. da. Angående kvistmengde konkluderer KLEM (1957) at der er liten forskjell i kvistmengde hos tysk og norsk gran når trærnes avsmalning er den samme. Bestandstettheten, særlig i ungdommen, synes å ha størst betydning for kvistmengden.

3. Sammendrag (s. 67-77).

Bartrærne er enkle i sin oppbygning. De består for det meste av trakeider (90-95%) som danner ledningsbaner for vann og gir treet styrke. Av levende celler utgjør parenkymcellene 5-10% av veden. De forestår transport og lagring av næringsstoffer. Følgende inndeling kan settes opp over bartrecellenes posisjon i stammen:

LANGSGÅENDE CELLER	TVERRGÅENDE CELLER
A. Prosenkym	A. Prosenkym
1. Trakeider	1. Margstråletrakeider
2. Streng-trakeider	
B. Parenkym	B. Parenkym
1. Langsgående	1. Margstråleparenkym
2. Epitel-parenkym	2. Epitel-parenkym
Utsondringsceller	Utsondringsceller

Mengden av celletyper er arvelig bestemt, men forholdet mellom dem varierer også med treet's alder, avstand fra marginen og med trehøyden.

Lauvtrærne har flere celleformer og er mindre ensartet enn bartrærne. Etter form og posisjon i stammen kan cellene inndeles slik:

LANGSGÅENDE CELLER	TVERRGÅENDE CELLER
A. Prosenkym	A. Prosenkym
1. Karceller	Finnes ikke hos lauvtrær.
2. Trakeider	
a) Følgetrakeider	
b) Kartrakeider	
3. Fibre	
a) Fibertrakeider	
b) Libriformfibre	
B. Parenkym	B. Parenkym
1. Parenkymstreng	1. Margstråleceller
2. Fiberparenkym	a) Stående
3. Epitelparenkym	b) Liggende
	2. Epitelceller



Lauvtrærne regnes som spredtporede eller ringporede etter karenes plassering og størrelse i årringen. Siden vårvedsonen i årringen hos ringporede er noenlunde konstant, vil brede årringer bety høyt tørrstoffinnhold og høy volumvekt (mye sommerved).

Med arvbarhet menes forholdet mellom den arvbare delen av variasjonen for en bestemt karakter og den totale variasjon for den samme karakter. I skoggenetikken skiller en mellom arvbarhet i vid og trang betydning. Arvbarhet i vid betydning er den totale genetiske variasjon, mens den i trang betydning er definert som den additive delen av den genetiske variasjon i forhold til den fenotypiske.

Arvbarheter er ikke en konstant faktor, men vil variere med treets omgivelser og alder.

Som generelle regler for volumvektens variasjoner gjelder:

1. Volumvekten avtar fra rotavskjær mot toppen av treet.
2. Volumvekt og bøyestyrke avhenger av høyde over marka, treets alder, sommervedprosent, proveniens og voksested.

Forsøk viser at volumvekten ved arv overføres avkommet fra foreldretrær. Ved planting av treslag av samme art, men av forskjellig geografisk rase på samme sted og under samme betingelser, fant en signifikant forskjell i volumvekten hos rasene. Svenske undersøkelser viser samvariasjon mellom tørr-råvolumvekten og årringbredden og temperatur på vokseplassen. Den genetiske kontroll av volumvekten er stor nok til å ha signifikant effekt på denne egenskap selv om den genetiske gevinsten gjennom generativ formering ikke er stor. Størst er gevinsten ved vegetativ formering.

Hos bartrær øker fiberlengden fra vår- til sommerved i samme årring. Den øker fra marg mot bark til et vist punkt for så å avta.

Trakeidelengden innen samme årring tiltar fra rotavskjær til en bestemt høyde og avtar deretter mot toppen.

Flere undersøkelser viser også at trakeidelengden varierer med geografisk rase.

Av andre karakterer ved trakeiden som henger sammen med nedarvingsmønstrer, kan nevnes fibrillvinkelen som er sterkt korrelert med årringbredden.

Vridd vekst synes å være genetisk kontrollert, selv om denne egenskap er av sammensatt og kompleks karakter.

Variasjon og arvbarhet for de forskjellige kjemiske stoffer i veden er lite kjent.

Lite undersøkt er arvbarhet av egenskaper som stammeform, greinvinkel og greistørrelse. Forsøk med furu (Pinus sp.) viser imidlertid at stammeformen er sterkt genetisk betinget.

#### IV. VEKSTFORHOLD - VIRKESKVALITET.

Det er tidligere påpekt at virkeskvaliteten delvis kan tilskrives arvelige egenskaper. I tillegg vil det miljø trærne vokser opp i øve sterk innflytelse på virkets egenskaper. Blant de faktorer som bidrar til å skape dette miljøet, spiller trærnes vekstforhold en stor rolle.

I det følgende vil vekstforholdenes innflytelse på virkeskvaliteten bli diskutert, idet det legges spesiell vekt på faktorer som voksestedets geografiske og topografiske beliggenhet, jordsmonnets egenskaper og klimaets betydning for de ulike kvalitetsegenskaper.

##### 1. Geografiske variasjoner.

Det er gjennom flere undersøkelser slått fast at trevirkets kvalitet forandres noe med voksestedets geografiske beliggenhet. Variasjonene kan være mer eller mindre betydelige - alt etter hvilke egenskaper det legges vekt på.

NYLINDER/HÄGGLUND (1954) fant f.eks. at kroneforholdet og barktykkelsen hos gran viser stigende tendens med økende nordlig bredde. Samtidig synes stammeformen å bli dårligere jo lenger nord en kommer.

Nordlige voksesteder ble også funnet å gi større innhold av kjerneved enn sydlige.

Da dårlige vekstvilkår generelt gir smale årringer, må en anta at årringbredden vil avta med nordlig utbredelse selv om jordboniteten er konstant. Dette bekreftes av FOSLIE (1963) som sammenlignet furu fra Pasvik og fra Østlandsområdet. For årringbredden fant han gjennomsnittsverdier på 1 mm i Pasvik, 1,2 mm i Solør og 1,7 mm på Rena. Sommervedprosenten var imidlertid høyere i Solør enn i Pasvik.

Også fiberegenskapene synes å forandre seg med den geografiske beliggenhet.

SCHULTZE-DEWITZ (1965) fant synkende fiberlengde med økende breddegrad ved en sammenligning av furu fra Mellom-Europa og Syd-Finland.

Fiberbredden avtar også med økende breddegrad når andre faktorer holdes konstante, og reduksjonen er relativt sterkere for fiberbredden enn for lengden.

Når det gjelder en viktig egenskap som volumvekten, synes den å stige til en viss nordlig bredde, for så å avta jo lenger nord en kommer. FOSLIE (1963) fant at den midlere volumvekt lå 13% lavere for Pasvik-furu enn for Østlands-furu. Dette strider mot den sammenheng som tidligere er omtalt mellom år-ringbredde og volumvekt.

Årsaken må søkes i det lave sommervedinnhold hos Pasvik-furua, og i de dårlige vekstforhold som gir mye lett ved og hungerved. Det kan nevnes at NYLINDER/HÄGGLUND (1954) i sin undersøkelse fant høyest tørrvolumvekt hos gran fra Midt-Sverige.

Samme undersøkelse viser synkende celluloseutbytte med stigende breddegrad og at lignininnholdet når sitt minimum ved ca. 60° nordlig bredde.

Aske- og ekstraktinnholdet så ut til å variere lite, men en svak økning med stigende geografisk bredde kunne registreres.

Trevirkets styrkeegenskaper er som tidligere nevnt i stor grad avhengig av år-ringbredde og volumvekt. En skulle derfor tro at styrkeegenskapene ville bli bedre jo lenger nord en kommer men dette viser seg å gjelde bare inntil en viss grense.

Når vekstforholdene blir svært dårlige, reduseres styrkeegenskapene noe, delvis på grunn av kvalitetsreduksjoner i celleveggen og delvis på grunn av trærnes høye alder.

FOSLIE (1963) fant at de viktigste styrkeegenskaper hos trevirket i gjennomsnitt lå betydelig lavere hos Pasvik-furu enn hos Østlands-furu.

Styrkeegenskapene blir imidlertid sterkt influert av feil i trevirket. Da kvistmengden ser ut til å øke med økende breddegrad, vil dette redusere styrken ytterligere hos trevirke som vokser langt mot nord.

Det har imidlertid vist seg at dersom stammeformen er lik, avtar kvistmengden med økende nordlig bredde (NYLINDER/HÄGGLUND 1954).

På grunnlag av det som her er nevnt må en kunne si at trevirkets egenskaper for de fleste utnyttelsesformål blir dårligere jo lenger mot nord det vokser. Dette gjelder ikke absolutt, da f.eks. høyden over havet også vil være av betydning. Dette skal diskuteres nærmere i neste avsnitt. Holdes imidlertid alle andre faktorer konstante, gir nordlige vokseplasser generelt dårligere kvalitet enn sydlige. Når en nærmer seg nordgrensen for treslagenes utbredelse blir tendensen særlig utpreget.

## 2. Topografiske variasjoner.

De forskjellige kvalitetsegenskaper hos trevirket viser i stor grad samme variasjonstendens med økende høyde over havet som med økende nordlig bredde.

Trærnes form blir generelt dårligere med stigende høydelag. Særlig ekstreme utslag i denne retning finner en nær skoggrensen. Det samme er tilfelle når det gjelder trærnes innhold av kvist og reaksjonsved, som også synes å stige med økende høyde over havet.

Tidligere er det nevnt at årringbredden under ensartede vekstvilkår øker med økende kvistmengde og avsmalning. Men samtidig er årringbredden avhengig av vekstvilkårene, slik at spesielt dårlige vekstforhold gir smale årringer.

Generelt vil derfor årringbredden avta opp mot fjellet, selv om jordboniteten er den samme.

Ifølge det som tidligere er nevnt, øker volumvekten vanligvis med avtagende årringbredde. Ut fra dette skulle en vente tiltagende volumvekt med økende høyde over havet.

NYLINDER/HÄGGLUND (1954) fant imidlertid synkende tørrvolumvekt med økende høydelag når andre faktorer var konstante.

Dette må henge sammen med at de dårlige vekstforhold ikke bare gir smale årringer, men også liten sommervedandel og lett ved.

Totalt vil sannsynligvis volumvekten øke inntil en viss høyde over havet, for så å avta når vekstforholdene blir merkbart dårligere.

Trevirkets styrkeegenskaper henger nøye sammen med volumvekten og vil derfor følge samme variasjonsmønster som beskrevet for denne. Dette betyr at trevirke som har vokst høyt opp mot fjellet, egner seg dårlig til konstruksjonsformål, både på grunn av at vedens styrke er redusert, og fordi kvistinnholdet er høyere.

NYLINDER/HÄGGLUND (1954) fant også at trevirkets kjernevedinnhold tiltok med økende høyde over havet.

Dette er i samsvar med WERBERG (1930) som fant synkende kjernevedandel med stigende bonitet.

Da kjerneveden øker trevirkets patologiske resistens, skulle altså høytvoksende virke være mer motstandsdyktig mot soppangrep enn lavtvoksende.

Med hensyn til trevirkets kjemiske innhold, fant NYLINDER/HÄGGLUND (1954) synkende ekstraktinnhold med stigende høydelag.

Dette virker lite logisk, da ekstraktmengden vanligvis har nær sammenheng med kjernevedinnholdet.

Samme forfatter opplyser også at celluloseinnholdet avtar med voksestedets høyde over havet.

### 3. Jordsmonnavhengige variasjoner.

Det synes klart at faktorer som årringbredde og volumvekt, har nær sammenheng med jordsmonnets egenskaper. Høy bonitet gir stort sett trevirke med bredere årringer enn lav bonitet. Samtidig faller som tidligere nevnt, volumvekten noe med økende årringbredde.

For bartrær generelt går det fram av litteraturen at boniteten sannsynligvis har en svak innflytelse på volumvekten. Midlere og svake boniteter synes således å gi de høyeste volumvekter. For granvirke fant KLEM (1934) følgende sammenheng mellom bonitet og tørrvolumvekt.

Tabell 8. Bonitetens innvirkning på granas tørrvolumvekt, (etter KLEM 1934).

Bonitet	Tørrvolumvekt (middel)
Høy	404 g/cm <sup>3</sup>
Middels	447 "
Lav	443 "

Tørrvolumvekten for gran er ifølge disse tall noe lavere på høy bonitet enn på middels og lav. Dette gjelder ikke ved ekstremt dårlige jordbunnsforhold, der en ofte finner trevirke med tynne cellevegger og lav volumvekt, såkalt hungerved. Det er slike forhold som kan forårsake synkende volumvekt opp mot fjellet, selv om årringbredden avtar.

Det har vist seg at fiberegenskapene hos trevirket også er avhengige av jordsmonnet. MORK (1928) fant størst fiberlengde hos virke som hadde vokst på god bonitet.

Senere er det for gran funnet at midlere boniteter gir de største fiberlengder (NYLINDER/HÄGGLUND 1954).

Jordbunnen er også av betydning for trærnes kvistrensing. Hos gran går kvistrensingen bedre og raskere på god bonitet enn på svak. For furu synes det som om kvistrensingen er best på middels god jord.

NYLINDER (1951) fant f.eks. høyere tørrgrensgrense for furu på middels bonitet enn på høy og lav.

Trærnes kjernevedinnhold er vanligvis høyest på de dårligere markslag. Kjernevedandelen er avhengig av hvor store vannmengder stammen må transportere for å opprettholde treets livsfunksjoner. Dette gjør at kjerneveddannelse og tilvekst står i et motsatt forhold til hverandre, og forklarer hvorfor en finner mest kjerneved på de svakere boniteter. Det underbygger også de resultater TAMMINEN (1962) kom til, og som antyder at det dannes mer kjerneved på tørre marker enn på fuktige.

Kjernevedandelens variasjon med jordsmonnet må antas å ha konsekvenser for trevirkets patologiske resistens, slik at denne er størst på de lavere boniteter. Forholdet er også av betydning for vedens ekstraktinnhold som i stor grad er knyttet til kjerneveden.

#### 4. Klimaavhengige variasjoner.

Skal en vurdere klimaets innflytelse på trevirkets kvalitet, er det nødvendig å betrakte virkningen av de enkelte klimafaktorer hver for seg. Det gjelder faktorer som vind, temperatur, nedbør, fotoperiodisitet, lyseffekter og vekstsesongens lengde, som alle øver en viss påvirkning på virkets forskjellige kvalitetsegenskaper.

Vinden gir seg først og fremst utslag i trærnes form. En australsk undersøkelse viste at trær som var utsatt for vind og fikk svaie fritt, hadde større diametertilvekst nær rota enn trær som var bardunert og avstivet slik at de ikke ble utsatt for svaing (JACOBS 1954). Svaingen fører altså til økt vevproduksjon nederst på stammen, og dette medfører større avsmalning enn normalt.

I samme undersøkelse ble det funnet at vinden fører til eksentrisk vekst som vanligvis følger hovedvindretningen. Også på denne måten fører altså vedvarende vindtrykk til dårligere form. Dessuten forårsaker det dannelse av reaksjonsved i stammen.



Nedbøren er av betydning for trevirkets vekst og årringdannelse. Fuktige somre vil vanligvis gi noe bredere årringer enn tørre. Tørke nedsetter altså diametertilveksten, som i ekstreme tilfelle kan stoppe helt opp på grunn av vannmangel.

I en undersøkelse over klimaets innvirkning på årringbredden hos gran og furu i Nord-Sverige fra 1900 til 1944, ble det funnet at disse treslagene registrerer de årlige klimavariasjoner på forskjellig måte (EKLUND 1954).

For furu ble det funnet korrelasjon mellom det aktuelle års årringbredde og det foregående års klima. For gran var denne sammenhengen ikke signifikant. Forfatteren mener at denne forskjellen mellom gran og furu kan tilskrives forskjellig omsetningshastighet for den assimilerende barmassen, i og med at nålene sitter på i flere år hos gran enn hos furu.

Dette gjør at virkningen av de årlige klimavariasjoner i større grad jevnes ut hos grana.

Årringdannelsens avhengighet av foregående år hos furu synes også å bli sterkere jo lenger nordover en kommer.

Endringer i høydelaget synes derimot ikke å være av betydning.

For gran fant EKLUND (l.c.) at årringbredden er avhengig av konglesettingen, som igjen reguleres av klimaet. Sammenhengen mellom årringdannelse og konglesetting er negativ. Hos furu var det ikke mulig å påvise noen slik sammenheng.

Kvalitetsfaktorer som trakeidelengde, celleveggtykkelse og cellelumens diameter, påvirkes også av klimaet og spesielt av faktorer som temperatur, lysintensitet og daglengde.

På cellenes lengde har særlig temperaturen og lysintensiteten vist seg å ha positiv innflytelse, mens daglengdens betydning er mere uklar.

SCHULTZE-DEWITZ (1965) sammenlignet furu fra steder med forskjellig vegetasjonstid (Nord- og Syd-Finland, Syd-Tyrol og Eberswalde), og fant positiv korrelasjon mellom fiberlengden og vegetasjonstiden. De gjorde også den oppdagelse at mens fiberlengden er størst på stammens sydside hos nordlig vokst furu, så er forholdet det motsatte for furu som har vokst i Mellom-Europa. Dette mener forfatterne kan tas som en indika-

sjon på at forskjellen i fiberlengde mellom stammens nord- og sydside ikke først og fremst skyldes temperaturen, men snarere variasjon i den ultrafiolette strålingen.

Celleveggenes tykkelse påvirkes også av temperatur, lys og daglengde. Denne virkningen kan føres tilbake til klimaets innflytelse på fotosyntesen, men sammenhengen er meget innviklet. I sommerveden er forøvrig veggtykkelsen sterkt avhengig av vegetasjonsperiodens lengde.

Cellediameteren øker også med temperaturen. Lysintensiteten synes ikke å ha noen innvirkning på denne faktoren.

Det er antatt at klimaets virkning på trevirkets fiberegenskaper skjer ved hjelp av vekststoffer i treet. Sannsynligvis er det særlig vekststoffet auxin som blir påvirket av de enkelte klimafaktorer, og som igjen virker inn på celledannelsen.

5. Sammendrag (s. 81-88).

Ved diskusjon av vekstforholdenes innflytelse på virkeskvaliteten spiller bl.a. voksestedets geografiske beliggenhet en viktig rolle.

Årringbredden synes å avta med nordlig utbredelse. For furu (Pinus sp.) er funnet at fiberlengde og fiberbredde avtar med økende breddegrad.

Volumvekten stiger inntil en viss nordlig bredde for så å avta. Nedgangen skyldes antagelig lavt sommervedinnhold og hungerved. Celluloseutbyttet synker med nordligere voksested, mens aske- og ekstraktinnhold varierer lite med breddegraden. På grunn av dårligere vekstforhold vil styrken hos virket avta jo lenger nord en kommer. Økt kvistmengde med økende nordlig bredde vil også nedsette styrken.

Topografiske variasjoner fører også til ulike kvalitetsegenskaper. Trærnes form blir dårligere samtidig som innholdet av kvist og reaksjonsved synes å øke med stigende høyde over havet. Med stigende høydelag blir gjerne vekstforholdene dårligere, noe som fører til avtagende årringbredde og volumvekt. Variasjon i trevirkets styrkeegenskaper følger gjerne volumvektens variasjonsmønster.

Ekstraktinnholdet i veden avtar også med stigende h.o.h.

Trærnes årringbredde og volumvekt henger nøye sammen med jordsmonnets egenskaper. For bartrær har boniteten svak innflytelse på volumvekten. Gran synes å ha høyest volumvekt på midlere og dårligere boniteter.

Fiberlengden øker med bedring av boniteten, mens kjernevedinnholdet synes å være høyest på dårligere markslag.

Av klimafaktorer som påvirker trevirkets kvalitet, spiller vinden stor rolle, idet den påvirker trærnes form. Den kan også forårsake eksentrisk vekst og reaksjonsved.

Nedbør synes å virke sterkest på årringbredden, fordi fuktige somre vanligvis gir bredere årringer enn tørre.

Trakeidelengden og celleveggenes tykkelse påvirkes spesielt av temperaturen, lysintensiteten og daglengden.

Auxin er det av vekststoffene som særlig påvirkes av de enkelte klimafaktorer.

## V. SKOGBEHANDLING - VIRKESKVALITET.

På bakgrunn av den diskusjon som er foretatt i de foregående kapitler om hvilke kvalitetskriterier som generelt legges til grunn for trevirke til ulike formål, hvilke ønsker skogindustrien har med hensyn til råstoffet og hvordan arv og miljø er med og bestemmer trevirkets kvalitetsegenskaper, skal en i det følgende ta for seg de muligheter den aktive skogbruker har til å utnytte denne viten. Gjennom skogbehandlingen gis det mulighet til å påvirke de fleste virkesegenskapene f.eks. gjennom skogkultur, tynningsprogrammer, kunstig kvisting, gjødsling og andre inngrep.

Her skal bare påkes på de muligheter som er tilstede, og hvilke konsekvenser de har.

Så må det bli skogbrukerens målsetting som avgjør hvilke egenskaper han ønsker å framelske hos virket.

### 1. Valg av treslag.

Skogbrukeren har til en viss grad mulighet for å velge hvilke treslag han vil basere produksjonen på. Etter hvert som fremmede treslag blir mer utprøvd under våre forhold, kan dette bli mer aktuelt enn det hittil har vært.

Spesielt hvis de blir dyrket i så stor målestokk at skogindustrien etter hvert går over til å anvende de utradisjonelle treslagene i produksjonen, vil det være av betydning å kjenne til hvilke egenskaper disse har.

En må da legge vekt på faktorer som volumproduksjon, tørrstoffproduksjon, masseutbytte, styrkeegenskaper og resistens mot skader.

I Norge er endel fremmede bartreslag prøvd med tildels gode resultater, særlig på Vestlandet, hvor f.eks. Sitkagrana har vist høy produksjon.

VETHE (1963) undersøkte enkelte av disse treslagenes egenskaper med hensyn til sulfittcelluloseframstilling. Han fant at hemlock, sitka- og edelgran oppfører seg omtrent som vanlig norsk gran ved sur sulfittkoking. Massekvaliteten blir også omtrent den samme.

Douglas og lerk lar seg, i likhet med furu, vanskelig løse opp ved koking med kalsiumbisulfitt. Magnesiumkoking er derimot mulig, men fører til sterk gulfarging av massen.

Ved en sammenligning av virke med samme volumvekt, fant VETHE (l.c.) varierende utbytte for de forskjellige treslagene. Sitka ga 2-3% høyere masseutbytte enn gran og edelgran, som igjen lå ca. 10% høyere enn hemlock. Forfatteren mener disse forskjellene i stor grad kan tilskrives forskjellig lignininnhold hos de nevnte treslagene.

Framstilt etter magnesiumbisulfittprosessen lå masseutbyttet for douglas og lerk på omtrent samme nivå som anført for hemlock, med samme volumvekt. Hos disse treslagene er det antakelig det høye ekstraktinnholdet som gjør masseutbyttet relativt lavt.

I stedet for å vurdere utbyttet på basis av treslagenes volumvekter, kan det være mer aktuelt å foreta en utbyttmessig sammenligning av treslagene på grunnlag av deres vekstbetingelser.

Den nevnte undersøkelse viser da at hemlock har betraktelig høyere volumvekt enn sitka og gran på samme bonitet. Dette gjør at det midlere masseutbyttet for hemlock og sitka vokst under samme forhold, ligger like høyt. For vanlig gran og edelgran på tilsvarende bonitet er utbyttet 6-7% lavere regnet pr. m<sup>3</sup>.

For alle treslagene gjelder at de gir god massekvalitet. Sitka gir gjennomgående noe lysere masse med høyere riv- og slitestyrke enn de andre. Masse av hemlock, sitka- og edelgran er dessuten noe lettere å bleke enn vanlig granmasse.

Undersøkelsen viste at douglas og lerk gir noe lavere celluloseutbytte enn gran. Styrkeegenskapene for disse massene var også - med unntak av rivstyrken - betydelig lavere enn tilsvarende for de andre treslagene.

En kan av disse forsøkene slutte at hemlock, sitka- og edelgran er meget godt egnet til sulfittframstilling, idet de gir til dels høyere masseutbytte og bedre kvalitet enn vanlig gran. Særlig gjelder dette for sitkagran.

For douglas og lerk er ikke resultatene så gunstige, og disse treslagene kan for mange egenskapers vedkommende sammenlignes med furu til masseframstilling.

Også til trelastproduksjon kan hemlock, sitka- og edelgran sammenlignes med vanlig gran, da styrkeegenskapene som tidligere vist, har nær sammenheng med virkets volumvekt. Douglas og lerk kan også til dette formål sammenlignes med furu. De egner seg derfor godt som råstoff for sagbruksindustrien, men foreløpig er de lite anvendt her i landet.

Ikke bare fremmede treslag behøver å komme i betraktning i en valgsituasjon. Det kan like gjerne gjelde valg mellom flere av våre vanlige bar- og lauvtreslag. I slike tilfelle må en selvfølgelig ta hensyn til hvilket treslag som kan utnytte stedets produksjonsmuligheter best, men også andre momenter som omløpstid og forventet virkespris, må veie tungt. Trolig bør en i framtiden legge større vekt på treslagets tørrstoffproduksjon enn en hittil har gjort. I det hele tatt bør vel kvalitetsproduksjon tillegges større betydning enn hva som har vært tilfelle hittil, selv om dette skulle vise seg å gå ut over volumproduksjonen, som det tradisjonelt har vært tatt mest hensyn til.

## 2. Planteavstand.

Gjennom planteavstanden har en i kulturskogbruket mulighet til å regulere plantenes livsrom og deres tilgang på fuktighet, næring og lys. På denne måten kan en i noen utstrekning påvirke kvalitetsegenskaper som dimensjon, form, årringbredde, volumvekt, kjerneveddannelse og kvistmengde. Indirekte har disse inngrepene også virkning på anatomiske egenskaper som henger sammen med de nevnte faktorer, eksempelvis sommervedandel og fiberegenskaper.

Det foreligger få undersøkelser som i tall kan belyse planteavstandens betydning. Imidlertid synes det klart at stor planteavstand har en negativ innflytelse på virkets form. Særlig i tiden før bestandets sammenslutning synes denne tendens å gjøre seg gjeldende. For granvirke fant KLEM (1944) at avsmalningen økte fra 6 mm/m ved planteavstand 1,25 m til 16 mm/m når forbandet var 3,50 m.

Samtidig økte kvistarealet i prosent av stokkoverflaten fra 0,2% til 0,9%, mens sommervedandelen sank fra 16% til 5%. Senere har KLEM (1952) funnet midlere avsmalning hos gran på henholdsvis 0,98 cm/m og 1,26 cm/m for planteforband på 1,25 m x 1,40 m og 3,50 m x 3,50 m.

I en svensk undersøkelse over formkvotientens variasjon med planteavstanden hos gran og furu, ble det funnet svakt synkende formkvotient med stigende forband når diameteren var konstant. Innen forbandet sank formkvotienten med stigende diameter (NYLINDER 1958). Resultatene framgår av tab. 1, som også viser at variasjonene er mindre hos furu enn hos gran.

Årringbredden som kvalitetsfaktor er diskutert tidligere. Diametertilveksten øker vanligvis med planteavstanden. Denne sammenhengen vil som regel eksistere inntil avstanden blir så stor at det ikke lenger er næringskonkurransen mellom plantene.

Det er tidligere pekt på den korrelasjon som eksisterer mellom årringbredde og volumvekt.

Ved de såkalte Fossumforsøkene fant KLEM (1952) at diameter-tilveksten var svært ensartet for alle planteforbandene etter at bestandene hadde sluttet seg.

Noe tilsvarende ble funnet for volumvekten, som ble mer og mer utjevnet etter hvert som sammenslutningen tiltok.

En fant til slutt ingen sikker forskjell på tørrvolumvekten for hele stammen mellom forbandene 1,25 m x 1,40 m og 2,0 m x 2,0 m. Større forband innebar en svak reduksjon av volumvekten (KLEM l.c.).

Det er altså den ulike tørrstoffproduksjon før sammenslutningen som bevirker en eventuell forskjell i den totale produksjon av tørrstoff mellom planteforbandene. Planteavstanden influerer på den tid bestandet trenger for å slutte seg. Da virket som produseres i denne perioden har relativt lav volumvekt, er forbandet indirekte av betydning for bestandets totale tørrstoffproduksjon.

Følgende tabell viser et eksempel på hvordan volumvekten og tørrstoffproduksjonen varierer med planteforbandet.

Tabell 9. Tørr- råvolumvektens og tørrstoffproduksjonens variasjon med planteforbandet (etter NYLINDER 1959).

Forband m	GRAN		FURU	
	R kg/m <sup>3</sup>	Tørrst.prod. tonn/ha.	R kg/m <sup>3</sup>	Tørrstoffprod. tonn/ha.
0,75 x 0,75	-	-	416	99
1,00 x 1,00	377	75	-	-
1,25 x 1,25	375	-	412	99
1,50 x 1,50	373	90	411	102
1,75 x 1,75	369	78	-	-
2,00 x 2,00	367	89	-	-
3,00 x 3,00	-	-	398	94



Tørr-råvolumvekten viser her avtagende tendens med stigende forband, mens tørrstoffproduksjonen både for gran og furu er størst ved et kvadratforband på 1,50 m.

Det er forøvrig relativt liten forskjell i tørrstoffproduksjonen mellom de "normale" planteforband. Ved avstander over 2 m må en imidlertid regne med avtagende produksjon med stigende forband.

I en undersøkelse over planteavstandens betydning i et 43-årig granbestand, fant BØRSET (1947) 4% høyere tørrstoffproduksjon ved forband 1,25 m enn ved 1,50 m.

Ved 2 meters forband ble det produsert 12% mindre tørrstoff enn ved 1,5 m og ved 2,5 m avstand var den tilsvarende produksjon hele 19% lavere.

På basis av de refererte undersøkelser må en kunne si at en gjennom planteavstanden har stor mulighet til å regulere trevirkets volumvekt og tørrstoffinnhold, selv om det vesentlig er i tiden før bestandets sammenslutning disse faktorene influeres av plantenes livsrom. For gran og furu ser avstander på 1,5 m - 2,0 m ut til å være de gunstigste, men dette vil selvsagt variere noe med treslag, bonitet og miljø forøvrig.

Det er kjent at trevirkets kvistmengde også i noen grad henger sammen med planteavstanden. Dette er indirekte påvist av flere forskere idet de har funnet positiv korrelasjon mellom kvistmengde, årringbredde og avsmalning (KLEM 1934, NYLINDER/HÄGGLUND 1954). WEGELIUS (1934) mener at det særlig er bestandets tetthet i ungdommen som påvirker kvistmengden, Det samme hevder KLEM (1952) som sier at den positive sammenheng mellom forband og kvistmengde avtar etter bestandets sammenslutning.

I en undersøkelse over forbandets betydning for kvistinnholdet hos plantet gran og furu, konstaterte NYLINDER (1958) at det relative kvistvolum i gjennomsnitt for hele treet stiger med stigende forband. I forbandet stiger det med stigende brysthøydiameter, mens det relative kvistvolum innen stammen

stiger med høyden over bakken. Dette går fram av tabellene 2 og 3, som også viser at kvistvolumets økning med stammehøyden går raskere hos furu enn hos gran. Dette skyldes den langsommere kvistrensingen hos gran.

Av samme grunn er det relative kvistvolum høyere i de nederste stammedeler hos gran enn hos furu når forbandet er det samme.

Når kvistrensingen avsluttes i en seksjon av stammen, forblir det absolute kvistvolum konstant, mens det relative kvistvolum fortsetter å avta så lenge treet vokser. Forskjellen i relativt kvistvolum mellom de ulike planteforbandene avtar raskt med stigende høyde i stammen. Ved 80-90% av stammehøyden synes det relative kvistvolum å være størst.

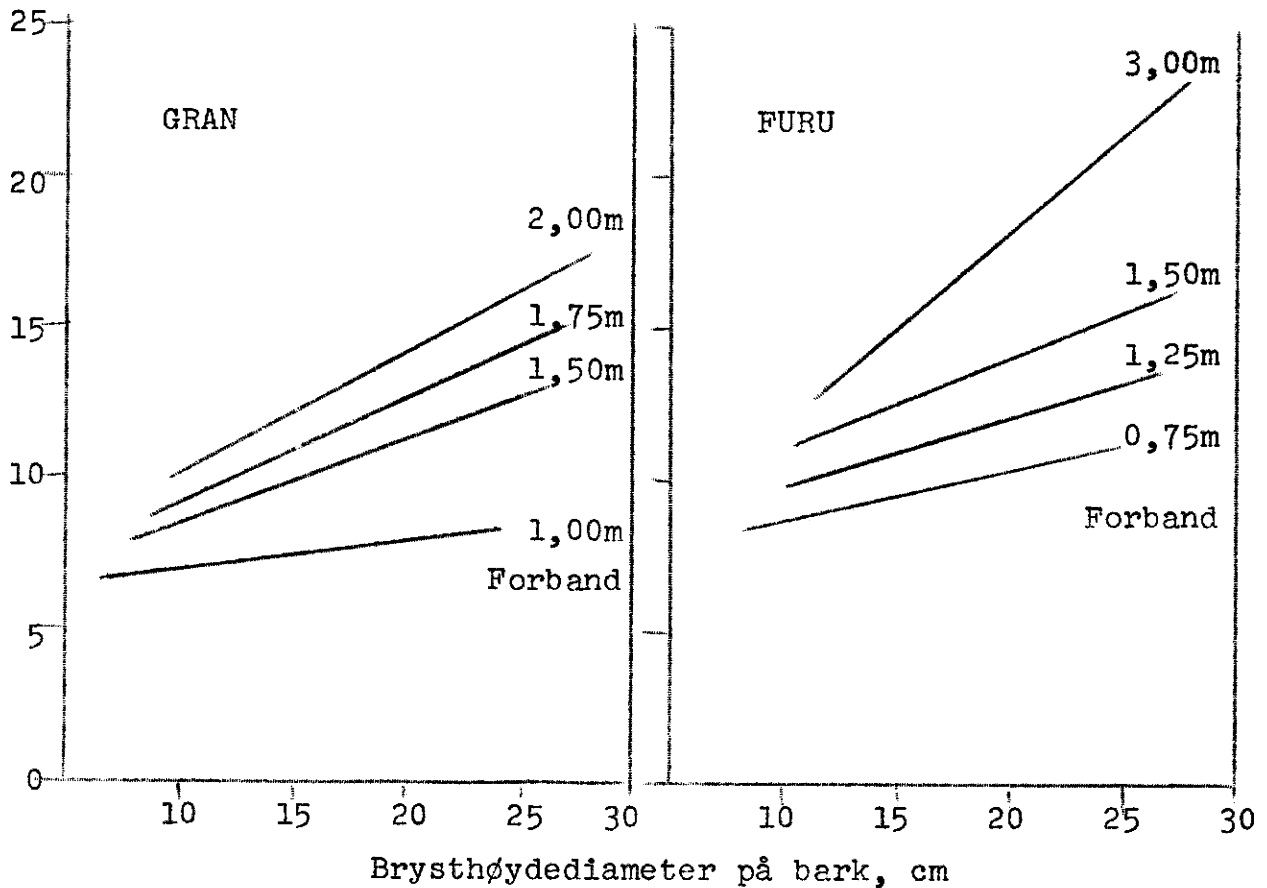
Ikke bare det relative kvistvolumet, men også kvistens tykkelse øker med planteforbandet (BRAATHE 1952). Av denne grunn betyr store planteavstander at virkets verdi som skurtømmer reduseres.

Forbandets innflytelse på greintykkelsen avhenger noe av trærnes brysthøydediameter og alder, slik at forskjellen i greinstørrelse mellom de ulike forband stiger med stigende diameter, mens forbandets betydning avtar med alderen.

Figur 3 viser et eksempel på greintykkelsens variasjon med planteavstand og diameter.

Figuren viser at den midlere greinstørrelse 1,5 m over bakken stiger med økende diameter og med planteforbandet. Forskjellen i greindimensjon mellom de ulike forband stiger også med diameteren, men synes å utjevnes noe med stigende høyde i stammen.

Greindiam. under bark  
ved 1,5 m over bakken,  
mm



Figur 3. Gjennomsnittlig greindiameters variasjon med plante-  
forband og brysthøydiameter (etter NYLINDER 1958).

Ved siden av at planteforbandet påvirker kvistmengde og kvist-  
dimensjon, har det også innflytelse på greindød og greinrensing  
hos trærne.

Denne innflytelsen er tydeligere hos furu enn hos gran, noe  
som går fram av tabell 10.

Tabell 10. Gjennomsnittlig tørrgreingrense og kronegrense for  
gran og furu i ulike planteforband (etter NYLINDER  
1958).

Forband m	GRAN		FURU	
	Tørrgreingr. m	Kronegrense m	Tørrgreingr. m	Kronegr. m
0,75 x 0,75	-	-	2,2	10,0
1,00 x 1,00	0,20	7,0	-	-
1,25 x 1,25	0,12	6,7	1,4	10,1
1,50 x 1,50	0,09	6,5	0,7	10,1
1,75 x 1,75	0,06	6,0	-	-
2,00 x 2,00	0,07	6,6	-	-
3,00 x 3,00	-	-	0,6	9,0

Tørrgreingrensen - avstanden fra bakken til laveste tørre grein - er en av de viktigste kvalitetsbestemmende faktorer, idet andelen av kvistren yteved er større jo høyere denne grensen ligger. Hos furu viser tabellen at den synker raskt med avtagende tetthet. I planteforbandet stiger den med stigende trediameter.

For å illustrere planteavstandens betydning for trevirkets råstoffverdi med tanke på trelastindustrien, skal en i det følgende referere noen resultater fra et svensk forsøk med gran (WIKSTEN 1965). I dette forsøket ble stammens kvalitet bedømt okulært ved 54 års alder. For samtlige trær av tømmerdimensjon ble rotstokkene henført til kvalitetsklassene o/s, kvinta eller massaved. Fordelingen for de forskjellige forband går fram av tabell 11.

Tabell 11. Granvirke fra ulike planteforband prosentisk fordelt på kvalitetsklasser (etter WIKSTEN 1965).

Kvalitetsklasse	Kvadratforband, m			
	1,00	1,50	1,75	2,00
o/s	64	8	10	10
Kvinta	8	17	19	23
Massaved	28	75	71	67

Når forbandene 1,75 m og 2,00 m viser seg å gi mindre andel masseved og mer skurtømmer enn et forband på 1,50 m, skyldes det antakelig at det tåles grøvre kvist i sagtømmeret jo større stokkdiameteren er.

### 3. Tynning.

Mye av det som i forrige kapittel er anført angående planteavstandens betydning for virkeskvaliteten, kan også legges til grunn ved vurdering av tynningens kvalitetseffekter. Det er stort sett de samme egenskaper hos trevirket som påvirkes ved variasjon i henholdsvis planteforband og tynningsstyrke.

Den faktor som vel er lettest å regulere ved slike inngrep, er dimensjonen, og spesielt tykkelsestilveksten. Dette synes å gjelde både for bar- og lauvtrær. BORNEBUSCH (1940) nevner således at han i tynningsforsøk med 88-årig bøk fant en middeldiameter på 34,4 cm i den utynnede delen av bestandet, mens diameteren i den sterkt tynnede delen var hele 45,9 cm.

I et tilsvarende dansk forsøk med sitkagran er det funnet middeldiameterer på henholdsvis 22,9 cm og 35,0 cm på utynnede og sterkt tynnede felter (HENRIKSEN 1951).

Det kan også nevnes at EIDE/LANGSÆTER (1941) ved sine produksjonsundersøkelser i granskog fant tilsvarende sterk sammenheng mellom tynningsstyrke og dimensjon. Ifølge disse undersøkelser gir 10% økning i tynningsgraden hele 24% høyere årlig diameterstilvekst.

Endelig skal nevnes produksjonstabellene for furu som, ved siden av å fortelle at den største middeldimensjon kan framelskes ved lavtynning, også viser at middeldimensjonen er minst i utynnede bestand. Dette gjelder for alle boniteter untatt E, hvor den minste dimensjon ifølge tabellene oppnås etter en tynning (BRANTSEG 1969).

I tilknytning til det som er nevnt om tynningens innflytelse på dimensjonen, bør det gjøres oppmerksom på at også den relative barktykkelse øker noe etter tynning hos enkelte treslag. Dette skyldes at stammen får rikere tilgang på lys og varme, og det kan - ved måling utenpå bark - føre til at vedens tilvekst overvurderes.

Ikke bare tømmerets tverrsnittsdimensjon, men også lengden av den nyttbare stammedel påvirkes av tynningsinngrepene. Det er kjent at sterk tynning vanligvis gir lavere kroneansats enn svak. Dette kan føre til reduksjon av den nederste kvistfrie stammedel, som eventuelt kunne gitt kvalitetstømmer.

Sterk tynning bevirker også gjennom økt avsmalning en kvalitetsforringelse og redusert utnyttelse av stammen. For en gitt toppdiameter får en p.g.a. økt avsmalning kortere stokker i sterkt tynnete bestand enn i svakt tynnete, om brysthøydiameteren er den samme.

En har i det foregående gått ut fra at sterk tynning har uheldig innflytelse på trærnes form. Dette er vanlig antatt ut fra det resonnement at omtrent samme tilvekst som før tynning, skal fordeles på færre trær med omlag samme høyde.

Det finnes imidlertid også forsøk som kan tyde på at stammeformen ikke har noen sterk sammenheng med tynningsstyrken.

BORNEBUSCH (1940) fant i det nevnte forsøket med bøk at diameteren ved 7,3 m høyde i et urørt bestand var 86,9% av diameteren i brysthøyde. Den tilsvarende diameter i den normalt tynnete del av bestandet var 85,4% av brysthøydiameteren.

Likedan undersøkte HENRIKSEN (1951) den relative diameter i meget svakt og meget sterkt tynnete bestand av sitkagran. Han fant at diameteren midt på stammen utgjorde henholdsvis 69,8% og 65,7% av brysthøydiameteren. Dette tilsvarer en avsmalning på 7,4 og 10,9 mm/m.

Ifølge de refererte forsøk har altså tynningsstyrken relativt svak innflytelse på trærnes avsmalning. Dette er også i samsvar med LANGSÆTER (1944) som hevder at sterkere tynning gir en beskjeden forringelse av trærnes form så lenge de tynningsstyrker som sammenlignes kan karakteriseres som rasjonelle. Sammenlignes derimot svakt tynnet og meget sterkt tynnet skog, er forskjellen i trærnes form betydelig.

Skal en ved tynning ta spesielt hensyn til trærnes form, er det viktig å sørge for en jevnest mulig fordeling av de gjestående trær, slik at disse får en harmonisk kroneutvikling. Et rett tre med en ubalansert krone kan vokse seg skjævt, noe som blant annet kan føre til reaksjonsved i stammen.

En annen kvalitetsfeil som gjerne følger med skjev kroneutvikling, er kjernesprekker. Hos furu er det vist at disse som regel forekommer vinkelrett på kronens hellingsretning (VOLKERT 1940).

Gjennom tynningen har en også mulighet til å forbedre bestandets formkvalitet såvel som dets andre kvalitetsegenskaper gjennom fjerning av de dårligste individer i den grad dette er mulig ut fra andre hensyn.

Det er klart at trærnes kvistutvikling også influeres av tynningsstyrken, men det hersker tildels ulike syn på påvirkningsgraden. WEGELIUS (1934) hevder således at det vesentlig er bestandets tetthet, særlig i ungdommen, som er avgjørende for oppkvistingen. En av de relativt få undersøkelser over tynningens innvirkning på kvistinnholdet i trelast, viser at det var både større og flere kvister i veden fra glisne bestand enn fra tette, etter skjæring av Pinus taeda (CUNO 1939).

Da flere andre faktorer slik som jordbunn, klima, rase og seleksjonseffekter, også påvirker kvistmengden, er det vanskelig å fastslå tynningsgradens betydning eksakt. ARNOLD (1932) mener f.eks. at bonitetsforskjeller har mer å si for kvistutviklingen enn variasjoner i planteavstander opp til 1 fot. Danske forsøk tyder også på at individuelle forskjeller har større betydning for kvistmengden enn tettheten. Størst rolle synes seleksjonen ved fjerning av de kvistrikeste trær å spille (MOLTESEN 1957). Faktorer som arv og miljø, er også med og bestemmer greinutviklingen.

Da det alltid vil være et bestemt forhold mellom rot- og greinutvikling, slik at kronestørrelsen øker jo mer rota får utvikle seg, vil både kviststørrelse og kvistfrekvens øke med avtagende tetthet.

Men det er ikke bare kvistsettingen og kvistutviklingen som kan tenkes å påvirkes av hogstinnngrepene. Minst like viktig er den naturlige greinrensingen. Denne kan sies å foregå i tre faser, nemlig greindød, greinavfall og overvoksning.

Greinens livslengde er avhengig av hvor lenge baret deltar aktivt i assimilasjonsprosessen, og er normalt kortere hos furu enn hos gran. Greinavfallet har vist seg å gå raskest ved høy tilvekst, noe som skulle tale til tynningens fordel. Sterk tynning gir også gode muligheter for vind og nedbør til å påskynde kvistrensingen. Svak tynning derimot vil ofte bevirke at greinene dør, men ikke faller av. Dette skyldes at greinene etter svake hogster er tynne og tørker fort ut, slik at de angripes lite av mikroorganismer (PAUL 1928).

Av denne grunn mener PECHMANN (1951) at det er små muligheter til å oppnå vesentlig oppkvisting gjennom tynningshogster. Han anbefaler i stedet kunstig kvisting der en under skogproduksjonen ønsker å ta hensyn til denne kvalitetsegenskapen. Også KLEM (1952) uttaler at mulighetene for naturlig oppkvisting gjennom tynningshogster er dårlige. Etter hans mening er det ingen grunn til å la hensynet til kvistmengde påvirke tynningsstyrken.

Hos lauvtrær kan oppkvistingen drives langt om bestandet holdes tett sluttet. Men ofte kan det være like gunstig å fjerne de kvistrikeste trærne ved en tidlig og sterk tynning. Derved kan en kanskje oppnå god oppkvisting, samtidig som en får færre trær og noe høyere diametertilvekst.

For å oppnå hurtig overvoksning av kvistsårene er det viktig at trærne vokser godt under greinrensingen. Dette minsker eventuell misfarging og destruksjon i og omkring greinstumpene.

Den diameterøkning som er nødvendig for overvoksning av greiner med samme tykkelse, er temmelig konstant. Overvoksningstiden er derfor avhengig av årringbredden, og kan nedsettes betydelig ved kraftige tynninger. De minst gunstige forhold for greinrensing og overvoksning finner en i bestand som har vært svært glisne i ungdommen. Disse har som regel vokst godt og utviklet kraftige greiner. Når slike bestand slutter seg, avtar imidlertid årringbredden raskt og overvoksningen av de store kvistsårene går langsomt.



Ved tynning av lauvtrær og enkelte bartrær er ofte faren for vannrisdannelse tilstede. Både manglende tynning og for sterk tynning kan medføre vannris. Særlig er enkelte lauvtreslag - spesielt eik - ekstra ømfintlige.

Den beste behandlingsmetode for å motvirke vannrisdannelse er hyppige og moderate tynninger.

En undersøkelse av PECHMANN (1954) viser at av faktorer som arv, vekstlokalitet og skogbehandling, har skogbehandlingen klart den største innflytelse på årringbredden og derved også på flere andre viktige kvalitetsegenskaper hos trevirket.

Best kvalitet finner en generelt hos trær som i ungdommen har stått skyggefullt og trangt i bestand som har hatt svak hogst, stigende med alderen.

Slike trær får jevne årringer med tilnærmet konstant bredde og høyt sommervedinnhold, noe som gir tett, tungt og homogent virke.

Vanligvis påvirkes årringbredden av trærnes kronestørrelse, slik at trær med store kroner produserer brede årringer med mye vårved. Tidligere er nevnt at kronestørrelsen delvis avhenger av rotutviklingen og følgelig av bestandstettheten. Det er derfor logisk at en i urørte bestand generelt finner synkende årringbredde med økende diameter.

På bakgrunn av det som er nevnt, ville det være rimelig å tro at tynning alltid fører til økt årringbredde og nedsatt sommervedinnhold hos bartrær. At dette ikke er tilfelle, går fram av en svensk undersøkelse som viser at i furuved dannet etter tynning, var sommervedprosenten jevnt over like høy på aktivt tynnete som på selvtynnete felter (ERICSON 1966).

Ved forsøk med tynning i stavagran er det derimot funnet en nedgang i sommervedandelen på 5% etter tynning (NÄSLUND 1935).

Finske forsøk med fristilling av gran på torvmarker viste at sommervedandelen og volumvekten steg i den nederste stammedel, likedan at sommervedinnholdet varierte med årringbredden (SIREN 1952).

Det er vanskelig å trekke noen entydig konklusjon angående tynningens innvirkning på årringbredden. Samvirke mellom skogbehandling og andre faktorer gjør at forskjellige forsøk gir ulike resultater. Den generelle oppfatning er imidlertid at årringbredden og diametertilveksten øker med trærnes livsrom.

Tynningens innvirkning på årringbredden gir seg indirekte utslag også i volumvekten.

Det finnes mange undersøkelser som belyser forholdet mellom årringbredde og volumvekt, mens den direkte sammenheng mellom tynning og volumvekt er dårligere klarlagt. Det later imidlertid til at volumvekten hos bartrær generelt er fallende med avtagende tetthet.

Danske undersøkelser viste at det - selv under de dårligste vekstforhold - ikke var tendens til synkende volumvekt ved de smaleste årringer.

En dansk undersøkelse (tabell 12) over tørrvolumvektens avhengighet av tynningen hos gran viste at den midlere tørrvolumvekt hos prøvetrærne sank med stigende tynningsstyrke. Dette var tilfelle både på gode og svake boniteter.

Tabell 12. Tørrvolumvektens variasjon med bonitet og tynningsstyrke hos gran (MOLTESEN upubl., etter ERICSON 1966).

Tynningsstyrke	Tørrvolumvekt kg/m <sup>3</sup>	
	Bon. 1,5 (MØLLER) Alder 47 år	Bon. 5,5-6,0 (MØLLER) Alder 58 år
Selvtynning		0.511
Svak tynning	0.436	0.493
Middelssterk tynning		0.485
Sterk tynning	0.383	0.480

På grunnlag av et tysk forsøk angående tynningsintensitet og tørrstoffproduksjon hos gran, hevder HILDEBRANDT (1954) at produksjonen av renvedsubstans i et bestand er høyere ved middels tynning enn ved sterk.

Samme tendens synes til en viss grad å gjøre seg gjeldende i følgende tall (tabell 13), som stammer fra danske prøveflater anlagt på god bonitet (MOLTESEN 1957).

Tabell 13. Virkningen av svak og sterk tynning på god bonitet. Gran 47 år (etter MOLTESEN 1957).

	Svakt tynnet	Sterkt tynnet
Diameter, cm	23,4	31,3
Grunnflate, m <sup>2</sup> /ha	41,3	34,0
Volumproduksjon, m <sup>3</sup> /ha/år	36,1	31,9
Tørrstoffproduksjon, tonn/ha/år	13,2	10,4

Tabell 14 viser tilsvarende tall fra danske prøvefelter anlagt på dårlig bonitet. Det er her sterkt tynnede og utynnede bestand som er sammenlignet.

Tabell 14. Virkning av selvtyning og sterk tynning på dårlig bonitet. Gran 58 år (etter MOLTESEN 1957).

	Utynnet	Sterkt tynnet
Diameter, cm	7,8	15,8
Grunnflate, m <sup>2</sup> /ha	36,0	17,0
Volumproduksjon, m <sup>3</sup> /ha/år	7,7	9,0
Tørrstoffproduksjon, tonn/ha/år	3,3	3,7

Både volumproduksjonen og tørrstoffproduksjonen er i dette tilfellet noe høyere i de sterkt tynnede enn i de svakt tynnede bestandene.

Av disse tall, og av andre danske undersøkelser slutter MOLTESEN (1957) at hos bartrær under bedre vekstforhold, vil volumproduksjonen innenfor de normale tynningsintensiteter være tilnærmet konstant. Volumvekten vil derimot falle så sterkt med stigende årringbredde at tørrstoffproduksjonen synker med stigende tynningsgrad. Hos bartrær under meget

dårlige vekstbetingelser, vil derimot volumproduksjonen ofte stige med økende tynningsstyrke, slik at en også får stigende tørrstoffproduksjon på tross av stigende årringbredde og fallende volumvekt.

I en svensk undersøkelse av tørrvolumvektene på aktivt tynnede og selvtynnede flater, ble tørrvolumvekten på de selvtynnede flater satt til 100. Det viste seg da at tørrvolumvekten for de tynnede flater også ble 100 for furu, mens forholdet for granas vedkommende var 93.

Forsøket viste liten forskjell i volumvekt mellom de ulike tynningsmetoder (ERICSON 1966).

At tørrvolumvekten ikke sank ved tynning av furu, kan muligens tilskrives nungervedeffekter i de selvtynnede bestand.

HILDEBRANDT (1954) har funnet at årringbredden hos gran øker med stigende høyde i stammen, slik at volumvekten innenfor den enkelte årringkappe avtar med økende stammehøyde. Da tynningsgraden til en viss grad påvirker stammens avsmalningsforhold, skulle den således være av betydning for volumvekten. Selv om svak tynning vanligvis gir liten avsmalning, kan altså denne fordelene tildels oppveies av de vertikale volumvektvariasjoner, som her kan være større enn i sterkt tynnede bestand.

Ifølge nevnte forfatter økte volumvekten fra marginen og utover i tynnede granbestand, mens årringbredden avtok. Hvis ikke årringbredden avtok, var volumvekten uregelmessig, men generelt økte den med alderen.

Ved siden av skogbehandlingen, viste både bonitet og vekstregion seg å påvirke volumvekten. Hard tynning ga generelt lett ved, mens moderate hogstinnngrep medførte både større volum og tettere virke enn sterke tynninger, slik at det totale tørrstoffutbyttet økte.

For lauvtrær synes forholdet mellom tynningsgrad og tørrstoffproduksjon adskillig mer komplisert enn for bartrær.

Når det gjelder eik, er det antatt at sterk tynning gir økt tørrstoffproduksjon også noe utover den grense hvor volumproduksjonen når sitt maksimum.

I et tynningsforsøk med bøk fant HENRIKSEN (1951) ingen klar sammenheng mellom tynningsgrad og volumvekt. Tørrstoffproduksjonen fulgte stort sett volumproduksjonen som avtok ved meget sterk tynning.

Volumvektens forløp opp gjennom stammen kan også her påvirkes av tynningsstyrken. For bøk fant ANDERSEN/MOLTESEN (1955) at volumvekten i de svakest tynnede bestand avtok jevnt fra rot til topp. Etter middels sterk tynning falt den fra rot til ca. 4 m høyde, hvoretter den var temmelig konstant. I sterkt tynnede bestand var tendensen fallende volumvekt opp til ca. 4 m og deretter jevn stigning mot toppen.

Som nevnt er de fleste slutninger om tynningens virkning på volumvekten trukket på grunnlag av dens innflytelse på årringbredden. Det er imidlertid en rekke forhold som er medbestemmende for sammenhengen mellom årringbredde og volumvekt. Dels hersker det også ulike oppfatninger om denne sammenhengen. KLEM (1934) hevder således at samme årringbredde gir størst volumvekt på den dårligste bonitet innen et distrikt, mens BURGER (1947) fant et motsatt forhold.

Hos bartrær er det stort sett enighet om at volumvekten avtar med stigende årringbredde. Dette medfører fallende tørrstoffproduksjon med stigende tynningsstyrke.

Under dårlige vekstvilkår vil stigende tynningsgrad som oftest føre til økt volumproduksjon. I slike tilfelle vil som regel hardere tynning også medføre økning av bestandets totale tørrstoffproduksjon, selv om årringene blir bredere.

Også tynningens innflytelse på flere av trevirkets anatomiske egenskaper, må vurderes på bakgrunn av årringbreddens variasjon. Sammenhengen mellom årringbredde og anatomiske forhold hos trevirket er diskutert i kapittel II. Her skal en på dette grunnlag forsøke å peke på noen sammenhenger mellom tynning og anatomiske egenskaper.

Fiberlengden har vist seg å stige med avtagende årringbredde hos gran (NYLINDER/HÄGGLUND 1954). Generelt kan den da sies å avta med økende tynningsstyrke. Det samme er funnet for en rekke andre bartreslag. At dette likevel ikke er tilfelle under alle forhold, går fram av en russisk undersøkelse der en fant stigende trakeidelengde etter tynning av furu (SAVINA 1956).

Cellenes tverrsnittsdimensjon påvirkes også av tynningsstyrken i den grad denne gir seg utslag i endret årringbredde. Den radiale cellediameter stiger nemlig med stigende årringbredde, mens dimensjonen i tangential retning påvirkes lite.

Celleveggenes tykkelse tiltar hos bartrevirke vanligvis med avtagende årringbredde og altså i de fleste tilfelle ved redusert tynningsintensitet. Hos de ringporede lauvtrær er tendensen motsatt.

Det er hos lauvtrær kjent at det innbyrdes mengdeforhold mellom celletypene påvirkes av tynningsgraden. Hos bøk fører økt årringbredde til økt produksjon av styrkeceller som danner den tyngste veden. Ved avtagende årringbredde produseres derimot en større andel margstråleceller, mens karene finnes jevnest fordelt i de bredeste årringer (KLAUDITZ 1948).

Ifølge ERICSON/LAMBERT (1958) ser det ut til at tynningen betyr lite for innholdet av henholdsvis lignin, holocellulose, aske og ekstraktstoffer. Undersøkelsen gjelder douglasgran.

Trærnes innhold av kjerneved påvirkes også i noen grad av hogstinnngrepene, selv om JUNCKER (1936) hevder at kjerneveddannelsen er treets reaksjon på ugunstig vannbalanse og et normalt aldersfenomen.

For furu gjelder generelt at herskende trær har lavere kjernevedprosent enn undertrykte. Det samme er tilfelle for eik, og den røde kjerneveden hos bøk påvirkes også av tynningsintensiteten.

ERICSON (1966) fant et gjennomsnittlig kjernevedinnhold i brysthøyde hos furu på 33% av stammetverrsnittet i aktivt tynnede bestand. I selvtynnede bestand utgjorde kjernevedandelen 40%. For gran var forskjellen enda større - det vil si at kjerneveden utgjorde 36% av stammetverrsnittet på aktivt tynnede, og 46% på selvtynnede felter.

Kjerneveden inneholder organiske og uorganiske stoffer som gjør den delvis resistent mot råteangrep.

På grunn av lavt fuktighetsinnhold er den også mindre utsatt for lagringsråter enn annen ved.

Gjennom tynningen har en altså mulighet til å påvirke kjerneveddannelsen, samtidig som hogstingrepene også påvirker treets naturlige resistens via volumvekten.

#### 4. Kunstig kvisting.

Hensikten med kunstig kvisting er i første rekke å produsere kvistfritt, verdifullt trevirke på kortest mulig tid. Dessuten kan denne formen for kvisting også ha andre positive effekter. Fjerning av kvisten fører f.eks. til bedre lystilgang til eventuelle underbestand og hindrer greinpisking. For enkelte treslags vedkommende kan også kvistingen kombineres med produksjon av pyntegrønt. Videre kan hensikten med slike inngrep være å lette ferdselen i skogen, eller å bidra til jevn beskjeftigelse i skogbruket, idet dette arbeidet kan utføres til alle årstider.

Her skal kunstig kvisting vurderes med sikte på kvalitetsproduksjon av trevirke. Et vesentlig moment i denne sammenheng er overvoksningen av kvistsårene.

I henhold til ROMELL (1937) foregår denne i to stadier - den såkalte innvoksning og den egentlige overvoksning av kvisten. Innvoksningen varer til stammens kambium er på høyde med kvistenden, mens overvoksningen varer fra dette stadium og til veden dekker kvisten fullstendig. Det kan bare skilles skikkelig mellom de to stadier når kvisten er kuttet rett over.

Overvoksningen kan skje på to forskjellige måter, avhengig av hvilket treslag det dreier seg om.

Rullende overvoksning finner en hos furu, bjørk, osp, bøk, eik, lind og lønn. Det dannes da en "tapp" på kvistenden ved at det utskilles ekstraktstoffer i såret. Denne tappen har liten tangentiell utstrekning, mens den er lengere i radiell retning. Overvoksningen foregår hurtig fra sidene, saktere ovenfra og nedenfra. Dette gjør at såret etter hvert framtrer som en vertikal søm.

Ved skytende overvoksning skjer ingen tappdannelse, men nydannet vev skyter inn over såret, jevnt fra alle kanter, og såret blir nærmest stjerneformet. Denne form for overvoksning finnes bl.a. hos gran, lerk og ask.

Etter kvisting dannes ikke fellfri ved umiddelbart utenfor den dimensjon treet hadde ved kvistingen. Såret må først overvokses fullstendig. Overvoksningstiden avhenger bl.a. av treslaget. Ved rullende overvoksning dannes en utbulning på stammen som gjør overvoksningstiden lengere enn ved skytende overvoksning.

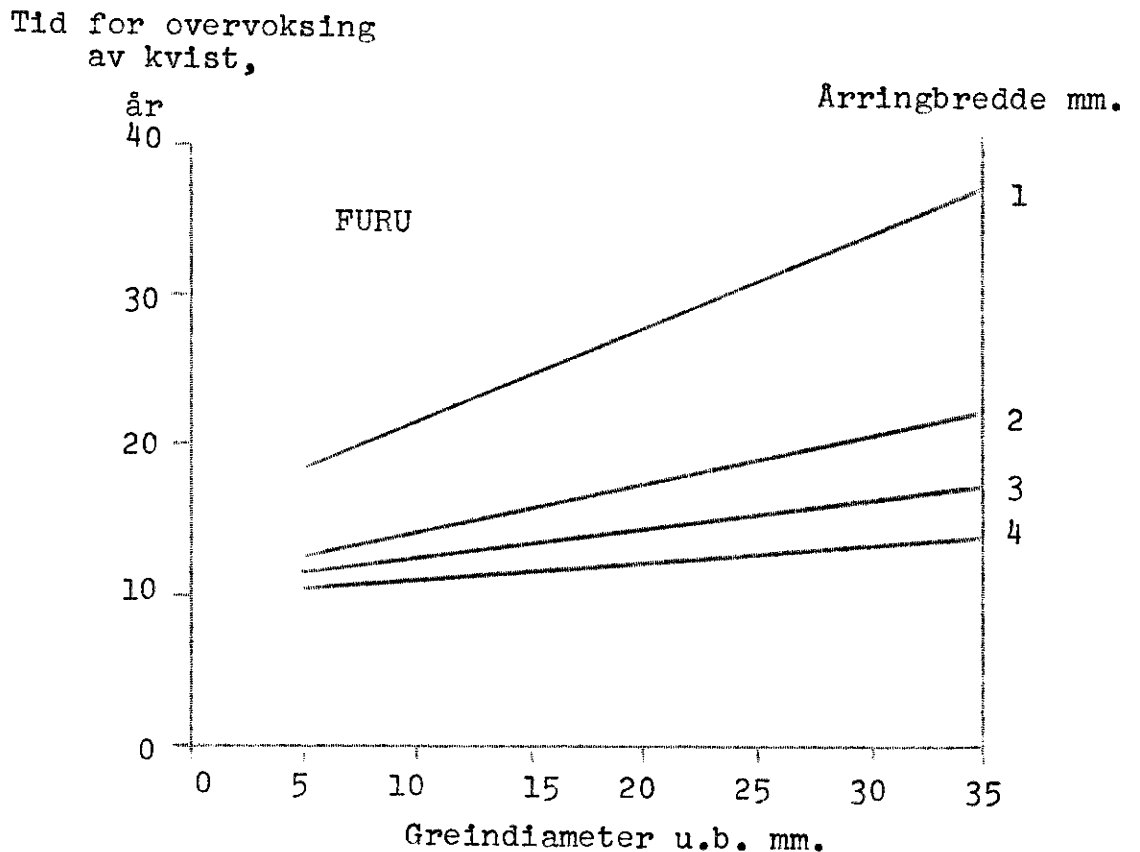
Videre gjelder generelt at lauvtrær har hurtigere overvoksning enn bartrær. Overvoksningstiden er naturlig nok kortere på god enn på dårlig mark, da den er avhengig av treetts veksthastighet. Særlig er tykkelsestilveksten i det år kvistingen foregår, av stor betydning for et godt resultat. Kvistens størrelse og kvistingens utførelse er også viktige faktorer. Vertikale snitt så nær stammen som mulig, gir det beste resultat, så sant barken ikke skades.



Overvoksningstiden ser ut til å være kortere etter grønnkvisting enn etter tørrkvisting. MAYER-WEGELIN (1952) fastsatte den til 7 år ved grønnkvisting og 8-10 år ved tørrkvisting av gran. NYLINDER (1952) gir følgende anslagsvise tall for overvoksningstid etter grønnkvisting:

Ask inntil 5 år, gran lerk, osp og eik 4-8 år.

Noe lengere tid trenger bøk, lønn og lind, mens bjørk og furu etter hans erfaring trenger lengst tid. De tall som oppgis vil imidlertid avhenge av de faktorer som tidligere er nevnt. Særlig vil nok kvisttykkelse og veksthastighet være av stor betydning. Figur 4 viser overvoksningstiden for furu som en funksjon av greindiameter og årringbredde.



Figur 4. Tiden for overvoksning av kvist som en funksjon av greindiameter og årringbredde før kvisting. Stammens diameter ved kvisting 80 mm. Furu. (Etter ANDERSSON 1967).

Nedenfor gis en tabelarisk oversikt over de gjennomsnittstall for overvoksningstiden som er funnet ved Det norske Skogforsøksvesens kvistingsforsøk.

Tabell 15. Midlere overvoksningstid for noen treslag (etter ZUMER 1966).

Treslag	Midlere overvoksn.-tid år	Midlere kvistdiam. mm
Furu	10	10
Gran	6	10,5
Bjørk	4,5	10 - 15
Osp	5	15
Ask	4	10
Eik	5	15

Bortsett fra gran, der den oppgitte tiden gjelder både innvoksning og overvoksning, omfatter de verdier som er ført opp bare overvoksningsstadium II etter ROMELL (1937).

Hos furu fant ZUMER (1966) at overvoksningen gikk litt raskere høyt oppe på stammen fordi kvistingen førte til en høyere diametervekst der. Uregelmessig og forsinket overvoksning viste seg i de fleste tilfelle å skyldes ujevn avskjæring av kvistene og/eller senere også harpiksmengden og dens fordeling over sårflaten.

Hos gran ble det konstatert at overvoksningsårringene vokser raskere sidelengs over kvistsårflaten enn hos andre treslag. Den harpiksen som samler seg på sårflaten, blir etter hvert skjøvet ut, og vil ved lukkede sårflater befinne seg helt ute på barkoverflaten.

Det viste seg også at overvoksningen hos gran gikk noe langsommere etter høstkvisting, enn etter kvisting til andre årstider.

Hvilke skader kan så kvistingen tenkes å forårsake?

Ved tørrkvisting er det som regel allerede dannet en beskyttelsessone når kvistingen foretas, men ofte er dette bare delvis tilfelle. Faren for infeksjon gjennom kvistsåret er derfor tilstede selv ved tørrkvisting.

Foretas tørrkvisting lenge etter at kvisten har tørket, vil kviststumpen allerede ha vokst noe inn i stammen. Den er da årsak til en betydelig virkesfeil.

Ved grønnkvisting dannes det ikke umiddelbart noen beskyttelsessone, og råtefaren er da svært avhengig av overvoksnings-tiden. Har kvisten dannet kjerneved, vil den ofte være inngangsport for råte.

Misfarging forekommer gjerne i veden rundt kviststumpen, særlig er dette tilfelle hos osp.

Det er en generell tendens ved grønnkvisting at råte og misfarging bare oppstår i den vedsylinderen som ligger innenfor kvisteårets årring (NYLINDER 1952).

Samme forfatter hevder at råtefaren øker med kvistdiameteren. Hos trær som lett angripes av råte, må en regne med angrep ved større kvistdiametere enn 2 cm. Dette gjelder særlig osp og bjørk, men også alm, ask og lønn kan være sterkt utsatt. Eik er derimot meget resistent.

Generelt er råtefaren liten hos bartrær sammenlignet med lauvtrær.

ZUMER (1966) fant ingen tilfeller av råte etter kvisting av furu. For gran ble det i 3,7% av de undersøkte kvistprøver funnet råte eller antydning til infeksjon i stammeveden rundt kvistene. Det var spesielt på langsomt voksende trær at dette forekom.

Hos bjørk ble det ved de samme undersøkelser konstatert en del misfarging og råte i de innvokste kvistene og i stammeveden. Omfanget av råten økte med stigende kronereduksjon.

Osp viste seg også noe infisert, og særlig førte kvisting i november til en del råte og misfarging hos dette treslaget.

Hos ask ble det funnet misfarging i stammeveden der det var fjernet relativt store kvister. Ellers bredte fargen seg ikke utover kvistveden. Hos dette treslaget forekom også noen få vannris etter kvistingen, spesielt etter sterk kronereduksjon.

Hos eik ble det registrert sterkere eller svakere vannrisdannelse på alle kvistede trær, sterkest ved kraftig reduksjon av kronen. Misfarging forekom i stammeveden bare etter fjerning av store kvister.

Råte-skadene etter grønnkvisting utvikles forskjellig hos de ulike treslag. Hos bjørk, lind og lønn har råtesonen liten utstrekning i tangentiell retning, mens den er større hos gran og osp. Utbredelsen i lengderetningen er mer varierende, og det er funnet råte opptil 3 m over kvistsåret.

Kvistingens utførelse har også mye å si for råtefaren. Gunstigst er vertikale, glatte snitt helt inntil stammen, uten at den skades.

For sterk kvisting kan ifølge MAYER-WEGELIN (1952) føre til solbrann hos de kvistede trærne på grunn av økt lystilgang. Sterkt redusert barmasse kan også føre til endret vekst, med derav følgende kolvsprekker eller radiære sprekkdannelser.

Tørrkvisting har ingen innflytelse på trærnes vekst. Ved grønnkvisting endres derimot trærnes assimilasjonsapparat. En har sjelden kunnet registrere noen økning i tilveksten etter kvisting, som regel avtar den sterkere jo større barmasse som fjernes (MAYER-WEGELIN 1952).

ZUMER (1966) fant at høydetilveksten hos furu ble lite påvirket av kvistingsinngrepet, men på trær med bare 3 gjensatte kvistkranser sank den noe de første årene etter kvisting. Diametertilveksten i brysthøyde avtok derimot tydelig ved så sterk kvisting.

Nedsatt diametertilvekst ble også registrert ved 4 og 5 gjensatte kvistkranser på svakere boniteter.

Også ved kvisting av gran ble høydetilveksten noe redusert. Det samme gjaldt diametertilveksten. Forsøk med dette treslaget viste også at en del av trærne tørket ut ved sterk kvisting. Dette var tilfelle for 30% av forsøkstrærne ved 2 gjensatte kvistkranser og for 10% ved 3 gjensatte kranser.

Bjørk viste ingen nedsatt tilvekst ved moderate inngrep. Etter fjerning av 75% av kronen var imidlertid både høyde- og tykkelsestilvekst i brysthøyde tydelig redusert.

Hos osp forandret høydetilveksten seg ubetydelig, mens diametertilveksten var noe avhengig av kronereduksjonen. Ved 75% reduksjon, var den således sterkt nedsatt. Dette var ikke tilfelle for hybridosp.

Etter meget sterk kvisting av osp (90% kronereduksjon) døde de fleste trærne ut i løpet av 2 år.

Ask viste helt ubetydelige tilvekstforandringer etter kvisting. I den utstrekning en kunne registrere variasjoner, syntes 75% kronereduksjon å gi høyere tilvekst enn både svakere og sterkere inngrep.

For eik ble det tilsvarende konstatert bedret høydetilvekst og en reduksjon av diametertilveksten i brysthøyde hos trær med 75% kronereduksjon, i forhold til andre kvistingsgrader.

Furu, ask og eik viser altså de minste utslag i tilvekst på grunn av kvisting. Det er også funnet at unge trær tåler større oppkvisting enn eldre.

Ved grønnkvisting av bartrær synker som regel diametertilveksten nederst på stammen, mens den forandres lite eller øker høyere oppe. Dette fører til en svak formforbedring for de kvistede trærne (ZUMER l.c.).

Som nevnt kan kunstig kvisting utføres til alle årstider. Det hersker imidlertid en del ulike synspunkter på hvilken tid som er gunstigst med tanke på de kvistede trærnes kvalitet. Dette vil delvis avhenge av treslaget.

Ved tørrkvisting spiller tidspunktet ingen rolle såfremt barken ikke skades. Gran er imidlertid svært ømfindtlig for barkskader, og en bør derfor i alle tilfelle være forsiktig med å kviste denne i sevjetiden. For lauvtrær er grønnkvisting i sevjetiden forbundet med mindre fare, men en skal være oppmerksom på at sevjeutfloed i denne tiden kan gi et godt spireleie for soppsporer.

Generelt for alle treslag er det naturlig å tro at den gunstigste tiden for grønnkvisting er de siste 5-6 uker før lauvsprett. Overvoksningen vil da gå raskest.

MAYER-WEDELIN (1952) hevder også at den beste kvistetid generelt er sen vinter eller tidlig vår.

NYLINDER (1952) framholder derimot midtsommeren, like etter sevjetiden som det beste tidspunkt.

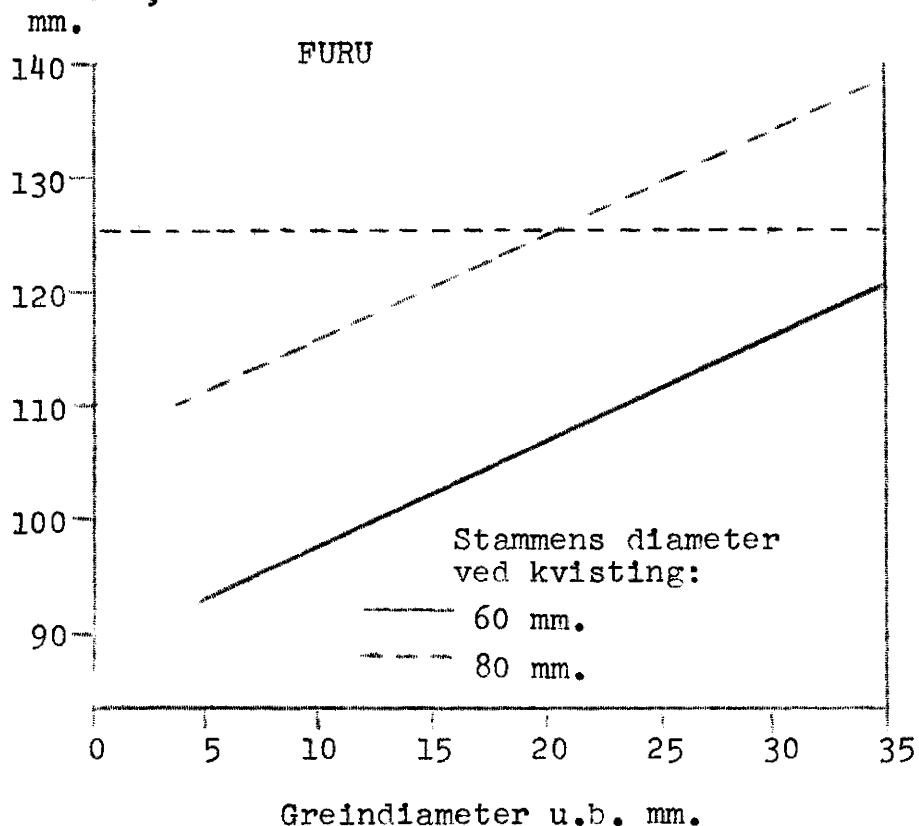
Kvistingen bør foretas fra trærne er ganske små, 4-5 cm i brysthøyde. De har da liten greindiameter og ingen utsvelling ved greinbasis. Kvistsåret blir derfor lite, overvoksningen går raskt og råtefaren er redusert. En bør aldri foreta grønnkvisting når greinene er tykkere enn 2-3 cm.

Figur 5 gir et eksempele på hva stammediameter ved kvisting og greindiameteren betyr for den stammedimensjon som må oppnås før det igjen produseres feilfri ved over kvistsåret.

En noe spesiell kvistem metode som bare anvendes på furu, er den såkalte knoppkvisting. Den består i at sideknoppene hvert år knipes av, slik at bare toppskuddet får vokse videre. Behandlingen foretas fra ca. 70 cm høyde og oppover. Det bør settes igjen minst et par kvistkranser nederst. Skal resultatet bli vellykket, må denne behandlingen utføres i treets hvileperiode. Metoden har forøvrig gitt noe motstridende resultater.

Ved russiske forsøk har en således registrert en betydelig økning både i diameter- og høydetilvekst for de kvistede trærne. MAYER-WEDELIN (1952) anbefaler derimot ikke metoden i Tyskland.

Stammens diameter  
u.b. når kvisten  
er overvokset,



Figur 5. Forholdet mellom stammens diameter når kvisten er blitt overvokset, og greindiameteren og stammediametere ved kvisting. Furu. Årringbredden før kvisting 2 mm. Den prikkede, vannrette linje angir den gjennomsnittlige tykkelsen i rå tilstand av 2 std.  $2\frac{1}{2}$ " sentrumuthytte (etter ANDERSON 1967).

HUSE (1957) beskriver et forsøk med knoppkvisting, der det etter 4 år ble funnet at diameter- og høydetilveksten iallfall ikke var blitt nedsatt. Han kunne iaktta en utvikling av svært lange nåler på årsskuddet, samtidig som de nederste greinene utviklet seg kraftig og vokste seg vertikale. Året etter behandlingen ble det dannet svært mange knopper i vekstpunktet. Forfatteren mener en må regne med stor fare for insektskader, toppbrekk og dyreskader etter slik behandling. Derimot synes råtefaren ved knoppkvisting å være mindre enn ved grønnkvisting.

## 5. Gjødsling.

Først i de senere år er det blitt vanlig med gjødsling av skog i større grad. Det materialet hittil har hatt å bygge på ved forsøk med gjødsling, er derfor temmelig tynt, og dette er en årsak til at det foreligger relativt få undersøkelser over gjødslingenes virkning på trevirkets egenskaper.

De undersøkelser som fins er også i mange tilfelle beheftet med svakheter, og den foreliggende litteratur er stort sett av orienterende art. Resultatene må derfor tas med et visst forbehold.

Det en oppnår ved gjødsling er en høyning av markas produksjonsevne, altså en bonitetsforbedring. Dette betyr i de fleste tilfelle at trærnes tilvekst øker. For gran, furu og bjørk har N- og NPK-gjødsel vist seg å ha positiv virkning på høydetilveksten. Denne virkningen kulminerer 3-5 år etter gjødsling, men er merkbar i 6-9 år (HAGBERG 1966).

Ifølge samme forfatter viser diametertilveksten alltid positiv reaksjon på nitrogenholdig gjødsel.

Dette ble også funnet av POSEY (1964), som forsøkte gjødsling av Pinus taeda med 13 forskjellige gjødselslag. Det viste seg i dette forsøket å være sterk sammenheng mellom vekst og tilført nitrogenmengde.

PECHMANN (1962) fant etter kalk-, fosfat- og gjentatte nitrogen-gjødslinger av gran, at den løpende tilvekst økte med 26%. Han registrerte bare en svak økning i høydetilveksten. Lignende resultater er også funnet av VIRO (1961) og ZOBEL (1961).

Av den nevnte undersøkelse av HAGBERG (1966) går det fram at gjødslingen ikke førte til merkbar forandring i trærnes form, uttrykt ved absolutt formkvotient.

PECHMANN (1962) uttaler også at stammeformen hos gran, på tross av rotutsvelling, ikke blir vesentlig påvirket av gjødsling med kalk, fosfat og nitrogen.



Det er nevnt at den tilvekstøkning som følger av gjødsling, vesentlig registreres som økt diameter-tilvekst. Gjødslingen påvirker altså årringbredden, og det er særlig vårvedsonen som øker.

Dette er slått fast gjennom flere undersøkelser. Blant annet fant WILLIAMS/HAMILTON (1961) at den gjennomsnittlige årringbredden økte med 26% etter gjødsling av Pinus eliottii med ammoniumnitrat og fosfat.

I en norsk undersøkelse er det funnet at de mest virkningsfulle gjødselslag og -mengder hos gran kan gi økning i årringbredden på 50% og fall i sommervedandelen på 30% (KLEM 1964).

Hos gran er det nemlig påvist en betydelig forskyvning i forholdet vårved/sommerved etter gjødsling, idet den absolutte vårvedandelen øker, mens sommervedens absolutte volum er tilnærmet det samme eller øker i mindre grad.

KLEM (1964) fant at det prosentvise sommervedinnhold sank på samtlige prøvetrær etter gjødsling, mens sommervedens bredde var nær konstant, og utgjorde 0,3-0,4 mm av årringen. Det hevdes også at grensen mellom vår- og sommerved er mindre skarp etter gjødsling enn før.

WILLIAMS/HAMILTON (1961) fant i de nevnte forsøk med Pinus eliottii at det relative sommervedinnhold sank med 2,8% etter gjødsling.

Ved forsøk med Pinus taeda, registrerte POSEY (1964) at sommervedandelen for de kraftigst gjødslede feltene, uten unntak, var større 7. og 8. år etter første gjødsling, enn på kontrollflatene. Dette var noe overraskende, da en ifølge andre forsøk skulle ha grunn til å vente konstant eller nedsatt sommervedinnhold etter gjødsling.

Blant annet fant ERICSON/LAMBERT (1958) at sommervedandelen var uforandret etter gjødsling av douglas, mens den avtok etter gjødsling kombinert med tynning. Etter gjødsling av furu med kalk, fosfat og nitrogen, kunne ikke PECHMANN/WUTZ (1960) påvise noen forskyvning i forholdet mellom vår- og sommerved. For gran kunne imidlertid også disse forfattere registrere de nevnte tendenser til økt vårvedinnhold og lavere relativt sommervedinnhold etter gjødsling.

Økningen i vårvedinnhold og årringbredde synes å henge sammen med at gjødslingen forårsaker enkelte endringer i trevirkets anatomiske oppbygning. BRANTSEG (1963) sier at cellenes størrelse og fasong forandres lite etter gjødsling av furu, men antall trakeider øker i samme forhold som årringbredden. Samtidig synes celleveggens tykkelse å avta noe. Dette er en reaksjon som også er iaktatt hos gran (KLEM 1964).

For Pinus taeda fant POSEY (1964) at også cellenes dimensjon ble noe forandret. Han fant således at den midlere trakeidelengde var 5-6% kortere på gjødslede enn på ugjødslede felter. Likedan kunne han registrere en nedgang i celleveggtykkelsen. Den dobbelte radiale veggtykkelse i sommerveden sank betydelig. Reduksjonen utgjorde hele 22% på hans forsøksmateriale. Det viste seg også at den radiale veggtykkelse på de gjødslede feltene lå under kontrollflatene 7-8 år etter første gjødsling. For den tangentielle trakeidediameter kunne det ikke påvises noen forandringer som følge av gjødslingen.

På grunn av den økte årringbredden, økt vårvedandel og tynnere cellevegger, er det rimelig at trærnes volumvekt vil avta noe etter gjødsling. En rekke forsøk har også vist at dette er tilfelle. KLEM (1964) fant at tørrvolumvekten hos gran sank i samsvar med økningen i årringbredde, og fallet var av størrelsesorden 5-10%.

Samme tendens er funnet av ERICSON (1962) og av BRANTSEG (1963), som fant en gjennomsnittlig reduksjon av tørrvolumvekten på 5% for det furumaterialet han undersøkte. En rekke andre forskere har også vist at gjødsling fører til en reduksjon av tørrvolumvekten av samme størrelsesorden som skissert ovenfor (WILLIAMS/HAMILTON 1961, PECHMANN/WUTZ 1960, PECHMANN 1962, VIRO 1961, SEIBT 1963).

POSEY (1964) mener at den spesifikke vekt for trevirke påvirkes av sommervedprosent, trakeidenes veggtykkelse, deres diameter og kanskje av trakeidelengden. Pinus taeda viste ved hans undersøkelser markert nedgang i spesifikk vekt etter gjødsling. Opptil 14-15% reduksjon ble registrert. Nedgangen syntes å henge sammen med tilført nitrogenmengde, men nitrogen sammen med fosfor bevirket enda sterkere og mer vedvarende nedgang.

Også ZOBEL (1961) forsøkte å behandle Pinus taeda med NPK-gjødsel, og fant at den spesifikke vekt avtok med inntil 16%. Han påpeker imidlertid at det var meget store individuelle forskjeller mellom trærne.

Gjødsling kan i enkelte tilfelle ha positiv virkning på volumvekten. Dette gjelder først og fremst hos sentvoksende furu som har dannet hungerved, og er påvist av bl.a. PECHMANN/WUTZ (1960).

I de fleste tilfelle reagerer imidlertid trærne på gjødsling med fallende volumvekt, og det er undersøkelser som tyder på at fallet er sterkere jo høyere volumvekten før gjødsling er. Tilsvarende reaksjoner er funnet for trakeidelengde og dobbelt radial veggtykkelse (POSEY 1964).

I og med at gjødsling kan sies å føre til bonitetsforbedring, mener PECHMANN/WUTZ (1960) at granas trestruktur og bolumtetthet etter gjødsling, vil nærme seg samme verdier som for rasktvoksende gran på gode boniteter innen samme område.

Selv om volumvekten hos det enkelte tre avtar etter gjødsling, viser de fleste undersøkelser at netto tørrstoffproduksjon pr. dekar og år øker. Gjødslingen fører til en økning i volumproduksjonen som kompenserer fallet i volumvekt, slik at samlet tørrstoffmengde som produseres på et felt vanligvis er større etter gjødsling enn før. Dette er påvist for flere treslags vedkommende (ERICSON/LAMBERT 1958, SEIBT 1963, KLEM 1964).

Det er naturlig å spørre hvilke effekter gjødslingen har på trevirkets styrkeegenskaper. De få forsøk som er gjort i dette øyemed, tyder på at veggstyrken i den enkelte fiber ikke påvirkes av de tilførte næringsstoffer. Dette hevdes av PECHMANN/WUTZ (1960), som har gjort forsøk med gran og furu, og av PECHMANN (1962) etter nærmere studier av gran.

Når det gjelder trevirkets totale styrkeegenskaper er det likevel ting som tyder på at disse reduseres etter gjødsling. I allfall fant KLEM (1964) at bøyefastheten hos gran sank med 6-12% etter at gjødslingen hadde redusert tørrvolumvekten med 5-10%.

Indirekte kan gjødslingens innflytelse på kvistsetting og greinrensing også være en betydning for styrkeegenskapene. Ved behandling av yngre, rasktvoksende bestand, mener PECHMANN/WUTZ (1960) at gjødslingen kan føre til kraftig utviklet kvist, og følgelig sen og dårlig kvistrensing.

Flere forskere har påvist at det relative lignininnholdet stiger noe etter gjødsling (ERICSON/LAMBERT 1958, ERICSON 1962, KLEM 1964).

Ved undersøkelse av celluloseinnholdet hos douglas, fant ERICSON/LAMBERT (l.c.) at innholdet av holocellulose falt svakt på grunn av gjødslingen, men de understreker at materialet ikke var stort nok til at det kan trekkes generelle konklusjoner.

Det ser foreløpig ikke ut til å være noen fare for at gjødsling skal gjøre trevirket til et mer egnet vekstsubstrat for skadeorganismer av forskjellig art. PECHMANN/WUTZ forsøkte å infisere gran og furu med soppene Polyporus vaporarius og Coniophora puteana. Resultatene tyder ikke på nedsatt resistens etter gjødsling.

Derimot synes gjødslingen å ha en viss innflytelse på masseutbytte og -kvalitet ved foredling av trevirke. KLEM (1964) fant at gjødslingen førte til en reduksjon i celluloseutbyttet på 5-10%, regnet i  $\text{kg/m}^3$ .

POSEY (1964) har ut fra den alminnelige kjennskap til vedegenskaper og massekvalitet, forsøkt å trekke generelle konklusjoner med hensyn til gjødslingens innvirkning. Vanligvis forårsaker gjødslingen avtagende volumvekt, økt vårvedandel, avtagende radial veggtykkelse og synkende trakeidelengde. Dette burde etter forfatterens mening resultere i en masse med større tetthet, lavere opasitet og bedre fiber-til-fiber binding, noe som gir økt slitelengde og sprengstyrke, men mindre rivstyrke.

6. Sammendrag (s. 90-122).

Ved valg av treslag kan skogbrukeren til en viss grad påvirke virkeskvaliteten. Valget kan skje ut fra hvilke egenskaper hos virket han ønsker å framdrive.

Hittil lite dyrkede treslag som hemlock, sitka- og edelgran, har omtrent de samme massekvalitetsegenskaper som vanlig norsk gran ved sur sulfittkoking.

Douglas og lerk lar seg i likhet med furu løse opp ved nøytral-sulfittkoking, men vanskeligere ved bruk av Ca som base i kokevasken.

På samme bonitet ligger masseutbyttet av hemlock og sitkagran på samme nivå og 6-7% høyere enn for vanlig gran og edelgran regnet pr. m<sup>3</sup>. Douglas og lerk gir noe lavere celluloseutbytte enn gran, og med unntak av rivstyrken, er også styrkeegenskapene hos masse av disse treslagene dårligere enn tilsvarende masse fra andre treslag. Både hemlock, sitkagran, edelgran, douglas og lerk synes å ha styrkeegenskaper som gjør dem egnet til trelast.

Treslagenes tørrstoffproduksjon synes stadig å få større betydning, og dette bør det derfor tas hensyn til ved valg av treslag.

Planteavstanden er av direkte betydning for kvalitetsegenskaper som dimensjon, form, årringbredde, volumvekt, kjerneveddannelse og kvistmengde. Indirekte påvirkes sommedvedandel og fiber-egenskaper.

Økt planteavstand gir vanligvis økt diametertilvekst, og avsmalningen såvel som kvistareal i prosent av stokkoverflaten, øker med økende avstand mellom plantene.

Fossum-feltene viser at diametertilveksten, volumvekten og derav tørrstoffproduksjonen jevnes ut etter at bestandene slutter seg. Nedgang i total tørrstoffproduksjon med økende planteavstand skyldes den lavere produksjon før bestandene slutes.

For gran og furu synes avstander på 1,5-2,0 m å være gunstigst m.h.t. volumvekt og tørrstoffproduksjon.

Relativt kvistvolum og kvistenes tykkelse øker med tiltagende planteforband, mens virkets verdi som skurtømmer reduseres.

Virkets kvalitetsegenskaper kan også påvirkes ved tynninger. Dimensjonen og spesielt tykkelsestilveksten influeres av tynning. Middeldiameteren er større i tynnede enn i utynnede bestand.

Sterk tynning kan gi økt avsmalning, lavere kroneansats og derved skurtømmer til redusert verdi. Imidlertid viser forsøk at midlere tynningsstyrke har liten innflytelse på trærnes avsmalning. Foruten av hogstinnngrepene vil kvistutviklingen bestemmes av trærnes individuelle forskjeller og av boniteten. I hvilken grad kvistrensningen påvirkes av tynninger, er det ulike meninger om blant forskerne. Det er viktig at overvoksning av kvistsår etter kvistrensning skjer hurtig. Sterkere tynninger kan redusere denne tiden, fordi en raskere økning i årringbredden gir raskere overvoksning.

Volumvekten hos bartrær avtar vanligvis med avtagende tetthet. Danske forsøk viser at for bartrær under gode vekstforhold vil volumproduksjonen innenfor normale tynningsstyrker være tilnærmet konstant. Volumvekten derimot avtar så sterkt med stigende årringbredde at tørrstoffproduksjonen synker med stigende tynningsstyrke. Under svært dårlige vekstforhold vil imidlertid volumproduksjonen stige med sterkere tynning slik at en også oppnår økende produksjon av tørrstoff tross avtagende volumvekt.

Tynning ser ut til å bety lite for mengdeforholdet mellom lignin, holocellulose, askestoffer og ekstraktstoffer. For gran og furu synes kjernevedinnholdet å avta med sterkere tynning.

Kunstig kvisting gir mulighet for produksjon av kvistfritt virke på kortest mulig tid. Overvoksningen av kvistsårene som bør skje hurtigst mulig, kan foregå på to måter avhengig av treslaget. Rullende overvoksning fins hos furu, bjørk, osp, bøk, eik, lind og lønn, mens skytende overvoksning bl.a. forekommer hos gran, lerk og ask.

Hos lauvtrær skjer overvoksningen raskere enn hos bartrær, og sår etter grønnkvisting overvokses hurtigere enn sår etter tørrkvisting.

Ved tørrkvisting er faren for infeksjon av råtesopper mindre enn ved grønnkvisting, da det i sistnevnte tilfelle ikke er dannet noen beskyttelsessone.

Ved grønnkvisting vil råte bare oppstå i den vedsylindren som ligger innenfor kvisteårets årring, og råtefaren synes å øke med kvistdiameteren.

Generelt er faren for råte ved kunstig kvisting mindre hos bar- enn lauvtrær.

Kunstig kvisting kan utføres hele året, men grønnkvisting ansees gunstigst de siste 5-6 uker før lauvsprett.

Kvistingen kan foretas når treets brysthøydiameter er 4-6 cm, men aldri etter at greinene er tykkere enn 2-3 cm.

Undersøkelser over gjødslingens innvirkning på trevirkets egenskaper er få og ofte beheftet med svakheter.

Generelt kan en si at gjødsling fører til en bonitetsforbedring og for det enkelte tre til økt årringbredde og vårvedandel, mens celleveggenes tykkelse avtar. Volumvekten vil derfor avta, men økt volumproduksjon vil som regel kompensere for dette slik at tørrstoffproduksjonen på et felt oftest er større etter gjødsling enn før.

Trevirkets totale styrkeegenskaper synes å avta svakt med gjødsling.

Ved gjødsling øker vedens relative lignininnhold.

Avtagende årringbredde, økt vårvedandel, avtagende radialveggtykkelse og avtagende trakeidelengde som gjødsling fører med seg, burde gi masse med større tetthet, lavere opasitet og bedre fiber-til-fiber binding, noe som igjen gir økt slitelengde og sprengstyrke, men mindre rivstyrke.

## VI. NOEN TRESLAG - EGENSKAPER OG ANVENDELSE.

1. Gran, Picea abies (L.) Karst. Synonym: Picea excelsa  
(Lam.) Link.

Engelsk: Norway Spruce, European Spruce.

Tysk: Fichte, Rotfichte.

Fransk: Epicea.

### 1.1. Utbredelse.

Grana forekommer ikke viltvoksende i den vestlige del av Europa. I syd går den til Pyreneene og Alpene, i nord til det nordligste Skandinavia, og i øst til Ural. Øst for Ural forekommer nærslektede arter eller varianter helt til Stillehavet.

### 1.2. Størrelse og form.

Granas krone er dannet av regelmessige greinkranser. Ingen av våre andre innenlandske treslag kan måle seg med grana i høyreist vekst. I Hurdal ble det i 1872 hogd en gran som var ca. 40,75 m høy og som i brysthøyde målte 1,07 m i tverrmål. "Ankergrana" ved Sund i Aremark målte 37,5 m og hadde et tverrmål på 1,30 m.

### 1.3. Bark.

På yngre trær på god til middels god bonitet, er barken rødlig. Med dårligere bonitet blir fargen grårød til grå. Barken holder seg lenge glatt, men med alderen utvikles skorpebark som faller av i runde, flate skjell. Barktykkelsen vokser nesten rettlinjet med diameteren uavhengig av høyden over bakken. Barktykkelsen er sterkt kombinert med boniteten, slik at den er stigende med fallende bonitet. Barkens innhold av garvestoffer er høyt, ofte over 10%.

### 1.4. Vedens egenskaper.

Utseende. De viktigste kjennetegn på granveden er følgende: Gulhvit splint av varierende bredde. Kjerneveden er ikke farget, men den har hos trær i frisk tilstand et lavere vanninnhold enn splinten og vil derfor kunne virke noe lysere.



I frosset tilstand vil splinten anta en tydelig mørkere farge enn kjerneveden. Årringene er tydelige med jevn overgang fra vårved til sommerved. Vårvedsonen er ofte bredest. Av våre bestandsdannende treslag har gran sammen med osp det letteste virket.

Virkets utseende, med tanke på kledning, møbler osv., overgår av en rekke andre treslag. De tydelige årringene, den jevne overgangen mellom vår- og sommerved og de glinsende margstrålene på lengdesnittet kan dog gi veden en pen glans. Når gran nyttes til slike formål, er det ikke på grunn av utseende, men på grunn av sin relativt lave pris, og at den som regel males eller gis annen overflatebehandling.

Lukt og smak. På grunn av et forholdsvis høyt harpiksinnhold har nyskåret last av gran en kraftig lukt og smak som gjør det uegnet til emballasje til visse næringsmidler. Den kraftige harpikslukten gjør det mulig å skille gran fra edelgran, så lenge den ikke har vært utsatt for lengre tids lagring.

Anatomi. Veden er sammensatt av 93-95% trakeider, 5-7% margstråler og 0,2-0,3% harpikskanaler. De først avsatte trakeider nærmest marginen er bare ca. 1 mm lange. Lengden stiger til ca. 3 mm etter ca. 20 år for deretter å vokse langsomt til ca. 4 mm ved ca. 80 år. Sommervedtrakeidene er litt lenger enn vårvedtrakeidene slik at ved med smale årringer vanligvis har litt lengere celler enn ved med brede årringer. Trakeidelengden stiger med treets høyde inntil kronegrensen for deretter å falle mot toppen, og herskende trær har lengre fibre og høyere og flere margstråler enn undertrykte trær. Da de herskende trær samtidig har brede årringer, kan dette synes å være i strid med det som er sagt foran, men for trær med samme stilling i bestandet er det overensstemmelse mellom de to observasjoner. For gran regnes en gjennomsnittlig fiberlengde på 3,5 mm med en variasjonsbredde fra 1,1 til 6,0 mm.

Som nevnt tidligere danner grana ikke farget kjerne, og da det ikke er forskjell mellom kjernens og splintens kjemiske innhold eller anatomiske oppbygning, adskiller kjernen seg kun fra splinten med det lave vanninnholdet, som ligger omkring fibermetningspunktet ca. 35%, mot splintens meget høye vanninnhold på opptil 200%. Videre er porene lukket i kjerneveden. Bredden på splinten varierer mellom ca. 20 og ca. 50mm og er størst i trær med brede årringer.

Kjemisk sammensetning. Vedens kjemiske sammensetning varierer med en lang rekke faktorer, spesielt vekstvilkår og alder. Følgende generelle sammensetning for gran kan gis:

Cellulose	Hemicellulose		Lignin	Acetyl	Harpiks, aske
%	Hexoser	Pentoser	%	%	og diverse
	%	%			%
41,5	16,2	8,1	28,0	1,4	4,8

Askeinnholdet ligger normalt omkring 0,2-0,25%. Hovedparten består av  $K_2O$  (37,7%),  $CaO$  (21,3%) og  $P_2O_5$  (11,0%), men såvel mengde som sammensetning er naturligvis sterkt avhengig av jordbunnen.

#### Fysiske egenskaper.

Volumvekt. Av de mange faktorer som påvirker volumvekten, er veksthastigheten den som har størst betydning. Stigende veksthastighet målt som volumproduksjon ved årringbredden, gir lavere volumvekt. Det er bl.a. påvist at for samme årringbredde faller volumvekten med bedring i boniteten. Videre gir stigende planteavstand og sterkere tynning fallende volumvekt. Arvens betydning for volumvekten er ennå noe ukjent, men den tillegges langt mindre betydning enn vekstlokaliteter og skogbehandling. Danske undersøkelser har vist at volumvekten synker fra ca.  $425 \text{ kg/m}^3$  til ca.  $350 \text{ kg/m}^3$  når boniteten veksler fra VI til I, dvs. en reduksjon på ca. 18%. Forskjellen mellom bonitetens vekstytelse er altså mindre når den måles i tørrstoff enn når den måles i volum. Ved sterk hogst kan

volumvekten nedsettes vesentlig, fra svak til sterk tynning er det målt en nedgang på  $40 \text{ kg/m}^3$  eller ca. 11%. Innenfor det enkelte tre er det en betydelig variasjon i volumvekten. Kvister og greiner har spesielt høy volumvekt, ofte over  $1,0 \text{ g/cm}^3$ , og veden rundt kvistene er tyngre enn ved som ikke er påvirket av kvist. For feilfritt trevirke er det en tendens til at volumvekten øker fra marg mot bark. Dette gjelder også for ved med samme årringbredde.

Tørrvolumvekten stiger noe til ca. 10% av trehøyden, så avtar den svakt et stykke, hvorpå den stiger mot toppen.

Vanninnhold, krymping og svelling. De ytterste årringene i splinten er praktisk talt helt mettet med vann, dvs. at de inneholder opp til ca.  $0,76 \text{ g vann pr. cm}^3$  eller over 200%. Vanninnholdet faller jevnt mot splintens innerste del for deretter å falle bratt ned til ca. 35% i kjernen, som følgelig kun inneholder bundet vann. Granas råvolumvekt er derfor sterkt avhengig av kjernevedprosenten, dvs. at den er fallende med stigende diameter, og da kjernevedprosenten er størst for de trær med smale årringer, vil vanninnholdet for samme dimensjon være minst i trær med smale årringer. Undertrykte trær har et langt lavere vanninnhold enn herskende og medherskende trær.

En annen egenskap av betydning for bygningsmaterialer er trevirkets krymping og svelling. Som nevnt er det vekslingen i vanninnholdet, under fibermetningspunktet, som bevirker at trevirke "arbeider". Micellene står mer eller mindre skråstilt i trakeideveggene. Etter den teori vi har i dag, er det denne skråstillingen som forklarer at trevirket krymper og sveller i ulik grad i de ulike retninger. Størrelsen på bevegelsen må avhenge av tykkelsen på celleveggen. En tykkvegget fiber vil ved endring i vanninnholdet bevege seg mer enn en tynnvegget. Av andre forhold som også virker inn, er linseporens plassering i trakeideveggen samt tykkelsen av midtlamellen. For gran har en følgende tall for krymping i % fra frisk til absolutt tørr ved:

lengde 0,3, radiært 3,5, tangent. 7,5, vol. 12,0.  
Gran krymper noe mindre enn de fleste andre treslag.

En får av og til inntrykk av at treslag med lav tørrvekt beveger seg lite, mens tunge treslag krymper og sveller langt mer. Det er vesentlig når tørrvekten svinger innen samme treslag at volumendringer stiger med økende tørrvekt. Mellom ulike treslag er det vanskeligere å finne noen regelmessig sammenheng.

Styrke. Følgende gjennomsnittstall for styrkeegenskapene hos gran oppgis:

Elastisitetsmodul $\text{kp/cm}^2$	110.000
Trykkfasthet "	500
Bøyningsfasthet "	780
Strekfasthet "	900

Om en av disse styrkeegenskapene, f.eks. trykkfastheten, sammenlignes med virkets volumvekt, viser den oppsatte tabell at styrken øker med volumvekten.

Granved med 15% fuktighet av tørrvekten

Volumvekt i $\text{kg/m}^3$	Trykkfasthet i $\text{kp/cm}^2$
320	298
360	340
400	381
440	423
480	465
520	508

For bygningsmaterialer spiller fibrenes mykhet ikke den samme rolle som ved masseframstilling. Hvis årringbredden senkes for mye, kan fibrenes styrke i sommerveden avta. Det avsettes ikke lenger normal ved, men tennar og hungerved. Tennartrakeidene gir ved som er sprø, lignininnholdet kan gå opp i 30%.

Tennarved gir materialer som har strekk- og trykkspenninger. Tennarveden er derfor lite skikket til bygningsmaterialer, generelt sett. Hungerveden karakteriseres ved at fiberveggene er relativt tynne både i sommerved- og vårvedtrakeidene.

Veden er lett, løs og lite holdbar. Det kan imidlertid nevnes at hungerved er meget ettersøkt til musikkinstrumenter da den gir fin resonans. Det kommer av vedens jevnhet. Når det ikke er større forskjell i hardhet mellom sommer- og vårved, blir det en jevn tilbakekasting av lyden.

Regelen om at smalringet virke er bedre enn bredringet virke, gjelder bare under forutsetning av normal veddannelse. Det er heller ikke bevist at tørrstoffmengden stiger noe vesentlig om årringbredden synker under 1 mm. Den ideelle årringbredden for tømmer til bygningsmaterialer skulle ligge mellom 1-2 mm. Trykkfastheten synker raskt når fuktigheten stiger fra 0% og til fibermetningspunktet. Videre økning av fuktigheten bevirker også reduksjon av trykkfastheten, men forholdsvis mindre.

Fuktighetens betydning for trykkfastheten.

Volumvekt 0,39.

Fukt. % av tørrvekt.

Ved	0% fuktighet	er trykkfastheten	677	kp/cm <sup>2</sup>
"	10"	"	"	"
"	15"	"	"	"
"	20"	"	"	"
"	50"	"	"	"
"	200"	"	"	"

Styrkeegenskapene oppgis vanligvis ved ca. 15 eller 12% fuktighet av tørrvekten, det en kaller høvlingstørt virke.

Det er i første rekke materialer av omtrent denne fuktighet som nyttes til bygningsmaterialer.

Bearbeidingssegenskaper. Grana er lett å sage og en får et glatt snitt selv om ved med brede årringer har en tendens til å rive fibrene. Tett ved står godt for høvling, men i hurtigvokset ved er vårveden tilbøyelig til å bli komprimert under høvlingen for senere igjen å bulne opp.

Selv om det er visse uoverensstemmelser når det gjelder granas evne til å la seg trykkimpregnere, lar den seg særdeles lett impregnere ved saftfortrengningsmetoden og GEWECKE-metoden. Derimot kan veden ikke lett impregneres tilfredsstillende i tørr eller halvtørr tilstand. Grunnen er, antar man, at i granveden er de enkle porene i krysningsfeltet mellom trakeidene og margstrålecellene meget små, i motsetning til furuas vindusporer. Diffusjonsimpregnering (helt fuktig, friskt virke) eller vanlig neddypping i impregneringsvæske blir en del brukt. Grankjernen lar seg ikke impregnere ved annen metode enn langtids diffusjonsimpregnering.

Varighet. Med hensyn til den naturlige varighet er granvirke ikke så godt stillet som enkelte andre treslag. Gran har riktignok kjerneved, men denne kjennetegnes vesentlig ved lavt vanninnhold (35-45%) og ikke ved tilstedeværelsen av impregneringsstoffer, som f.eks. hos furu. Dog er splinten hos gran fra naturens side mer holdbar enn splinten hos furu.

#### Feil.

Stammeformen. Grana ansees for å være vårt best formede treslag med stor formstabilitet, og det er ikke stor forskjell mellom de forskjellige provenienser.

Kvist og vannris. Greinene hos gran har en meget lang naturlig varighet som beror på et stort harpiksinnhold og en meget høy volumvekt. Greinene blir derfor sittende meget lenge og forårsaker mørke til sorte kvister i veden. Ved sterk hogst lever greinene lenger og blir tykkere enn ved svak hogst. Bestandstettheten, spesielt i yngre bestand, er derfor avgjørende for kvistmengden. Foryngelse under skjerm som avvikles langsomt, og dyrking i uensaldrede bestand, har en heldig innvirkning på kvistdannelsen. For produksjon av spesialtømmer kan kunstig kvisting være lønnsomt. Tørrkvisting kan foretas hele året, mens grønnkvisting helst bør foretas på senvinteren, og her er det meget viktig å unngå sår i barken.

Uregelmessig fiberforløp. Vridd vekst forekommer spesielt hyppig på lokaliteter med sterk vind og stort snøfall.

Reaksjonsved. Grana utvikler som andre bartrær, trykkved for å motstå mekaniske påvirkninger. Trykkveden er lett kjennlig på sin brune farge. Den forekommer i større eller mindre halvmåner og forringer sterkt virkets verdi.

Andre feil. En sterkt verdiforringende feil hos grana er angrep av treråtesopper, bl.a. Fomitopsis annosa (Fomes annosus) mens trærne står på rot. En meget stor del av råteangrepene kan føres tilbake til mekaniske skader bl.a. i barken.

#### 1.5. Tømmerets behandling og klassifisering.

##### Hogst.

Hogsttid. Grana kan hogges hele året. Vedkvaliteten er lite avhengig av hogsttiden, men på grunn av faren for sopp- og insektangrep som er størst i den varme årstid, er det viktig at tømmeret skjæres og tørkes snarest mulig når hogsten foretas i sommertiden. Da både sagbrukene og treforedlingsindustrien nå barker en stadig stigende andel av virket selv, vil interessen for å få ferskt virke være økende. Dette begrunnes med at en uttørking av barken vanskeliggjør barkingen og at ferskt virke ubetinget er det mest verdifulle råstoff for masseindustrien.

Lagring i skog. I de tilfeller hvor det er nødvendig å lagre i skogen bør tømmeret ligge på skyggefulle plasser. Hvis det er fare for insektangrep, kan dette bekjempes ved sprøyting med insekticider. Ved lagring av ubarket grantømmer på land og i vann i sommerhalvåret får en lett tanninskade på veden. Det er tanninet i barken som diffunderer inn i veden når temperatur- og fuktighetsforhold ligger til rette for dette. Tanninimpregnert ved er bl.a. uoppløselig ved calsiumbisulfittkoking, tanninimpregnerte fibre gir flekker i massen og den nedsetter dens hvithet.

Klassifisering av tømmeret. For de prinsipielle retningslinjer ved omsetning av granvirke henvises til lov om Måling av Skogsvirke og Skurlast av 4. juni 1965.

Klassifisering av skurlast. Klassifisering av skurlast blir foretatt etter de forskjellige skurlastreglementer. Østlandets Skurlastmåling er den største og omfatter: Østfold, Akershus, Oslo, Oppland, Buskerud, Vestfold og østlige deler av Telemark. Bestemte regler for konstruksjonsvirke er gitt i Norsk Standard nr. 446-447. Disse normer har vært oppe til revisjon med henblikk på innførelse av styrkesorteringsregler etter svensk forbilde, de såkalte T-virkeregler. Denne revisjonen har ført til en skjerpelse av kvalitetskravene, slik at det er satt opp flere kvalitetsklasser etter styrke. Dette vil kunne føre til prisdifferensiering i retning av relativt høyere priser for rettvokst, slank, kvistfritt og tungt trevirke med en tilsvarende reduksjon i prisen for det styrkemessig dårligere virke.

#### 1.6. Produksjon.

Den totale norske produksjon av granvirke er beregnet til:  
7,6 mill. m<sup>3</sup>. Årlig avvirking ca. 5,6 mill. m<sup>3</sup>.

#### 1.7. Anvendelsesområder.

Størst betydning har gran som råstoff for tremasse- og celluloseindustrien. Oversikten nedenfor viser den prosentiske fordelingen av gran- og furuvirke til forskjellig bruk.

	<u>Gran</u>	<u>Furu</u>	<u>Samlet</u>
Skurtømmer . . . . .	39,9	53,9	41,1
Sliperi- og cellulose-tømmer .	58,5	35,7	53,2
Spesialtømmer . . . . .	0,1	7,4	1,8
Diverse tømmer . . . . .	1,5	3,0	1,9



Bygningsvirke. Ca. 40% av det granvirket som selges, går til sagbrukene. En rekke egenskaper ved virket gjør det godt skikket til bruk i de fleste byggearbeider. Veden er lett, og samtidig sterk i forhold til tyngden.

På grunn av de tynne celleveggene er virket lett å bearbeide, det krymper lite og det er lett å spalte og tørke uten at det oppstår skader. Av bygningsmaterialer kreves det i første rekke tre egenskaper, nemlig styrke, varighet og utseende.

En del mindre virke av gran går til framstilling av sponplater og trefiberplater. Her spiller ikke de egenskapene ved trevirket som er nevnt, så sterkt inn. En kan blande opp flisen med endel lauvtrevirke, men platenes vesentligste egenskaper skyldes i første rekke de myke og seige granfibre.

Kjemisk industri. Omdannelsen av granvirke til tremasse og cellulose skjer via en prosess hvor veden defibreres ved mekanisk eller kjemisk behandling. Ved tremasseframstillingen foregår en mekanisk sønderdeling av veden. En del av de vannløselige emner og noe av de flyktigste stoffene, som terpener og harpiks, forsvinner. I tremassen inngår 97-98% av vedens tørrstoff.

Ved koking til cellulose blir fibrene skilt fra hverandre ved at ligninet løses ut, samtidig blir vedpolyosene fjernet (dette er lettere oppløselige kullhydrater enn cellulosen). I praksis regner en med å få igjen ca. 50% av vedens tørrstoff ved celluloseframstillingen, og ca. 75% av tørrstoffet ved framstilling av halvkjemisk masse. Framstillingsprosessene er altså forskjellige, men de har det felles at det ikke blir tilført noen stoffer, massekvaliteten er i første rekke avhengig av trefibreneres opprinnelige kvalitet. De egenskaper ved granvirket som menes å være de viktigste i denne fordelingen, er følgende:

1. Trevirkets tørrvolumvekt.
2. Tørrsubstansens kjemiske sammensetning.
3. Trevirkets fiberkarakter.
4. Trevirkets jevnhet og renhet.

Granvirkets tørrvolumvekt varierer mellom 300-550 kg tørrstoff pr.  $m^3$  for frisk ved. Tørrvekten varierer altså mellom 0,30 og 0,55 kg pr.  $dm^3$ . Tørrvekten avtar med stigende årringbredde og blir større jo bedre avsmalning treet har. I dag kjøper masseindustrien i stor grad råvirket etter volum og selger sitt produkt etter vekt.

Et eksempel vil vise hvordan tørrvekten spiller inn her: Til å produsere 1 tonn tørr tremasse trengs, etter tørrstoffinnholdet, fra 1,8-3,3  $m^3$  tømmer. Til 1 tonn tørr sulfittcellulose varierer tømmerforbruket fra 3,6-6,6  $m^3$ .

Kravene til kvalitet og kravene til høyt tørrstoffinnhold kan ikke samtidig fylles helt ut. Virke med stor vårvedprosent gir smidig og sterk masse, mens høyt sommervedinnhold gir høyest tørrstoffinnhold. Granvirket bør derfor ha en slik karakter at begge disse krav blir tilfredsstilt så langt som råd er. Det vil si at en skulle tilstrebe et virke med en midlere volumvekt, fra 0,40-0,46 kg pr.  $dm^3$ , eller med årringbredder fra 1,5-2,5 mm, avhengig av boniteten.

Hvordan de kjemiske bestanddelene innvirker på massen, vet en ikke så meget om. Som nevnt blir det ved celluloseframstilling ca. 50% av tørrstoffet tilbake i form av cellulose. Dette tallet holder seg praktisk talt konstant, uansett om volumvekten er høy eller lav. Stigende lignininnhold i massen vil øke styrken. En tror også at styrken heves ved økende innhold av vedpolyoser. Halvkjemisk masse, hvor bare 25% av tørrstoffet er kokt bort, inneholder endel lignin og vedpolyoser. Denne massen er sterkere enn cellulose og nyttes blant annet til kraftpapir. En fordel ved granvirket er at det er forholdsvis harpiksfattig, og at massen er lett å bleke til en meget hvit farge. Selv ubleket er granvedmassen svært lys.

Det er likevel fibrenes oppbygning som er den vesentligste faktor for massekvaliteten. Trakeidene, fibre, utgjør vel 90 volumprosent av vedmassen i granvirke. Fibrenes lengde varierer fra 1,1-6 mm, tykkelsen fra 0,02-0,06 mm, mens veggtykkelsen svinger fra 2-8 $\mu$  (1  $\mu$  = 1/1000 mm). Veggtykkelsen i vårvedtrakeidene varierer fra 2-4 $\mu$ , i sommervedtrakeidene

fra 3-8 $\mu$ . Fiberlengden øker med avtakende avsmalning, med avstand fra marginen og med avtakende årringbredde. Videre er fibreene lengst 3-5 m oppe på stammen. Synker fiberlengden til 1-1,5 mm, vil massens styrke avta sterkt. Viktigst for massens styrke er forholdet mellom fiberlengde, fibertykkelse og tykkelsen på fiberveggene. Lange og grove fibre gir ikke sterk masse. Undersøkelser har vist at det er de bløte, smidige og tynnveggede vårvedfibreene som er best både hva angår tremasse, cellulose og papir.

Vårvedfibreene gir papir som er sterkt, tynt og glatt, og som har lav bulk. Sommervedfibreene gir papir som er tykkere, mer porøst og med grovere overflate, og som har høy bulk. Papirets bulk angir forholdet mellom tykkelse og vekt/flateenhet. Vanlige granvedfibre har en styrke som ligger mellom jern og stål. Det er derfor sjelden at en river over en fiber ved en styrkeprøve, men fibreene rives fra hverandre. Papirets styrke er avhengig av sammenføyningen mellom fibreene. Vårvedfibreene vil da gi best masse, fordi de er bløtere og smidigere og derved gir større berøringsflater innbyrdes enn de stive sommervedfibreene.

Kravet til trevirket blir etter dette en jevn kvalitet hvor fibreene mest mulig har den rette kombinasjon av lengde, tynne vegger, smidighet og bløthet. Vår gran er godt egnet også fordi den har en jevn overgang mellom vårved og sommerved.

Når en tenker på de egenskapene ved fibreene som gir en god massekvalitet, trer de viktigste feilene ved trevirket også tydelig fram, nemlig kvist, tennar, råte og innvokst bark. Her er jo fiberegenskapene forskjellig fra hva de er i feilfritt virke.

For tremasseframstillingen spiller kvisten en meget stor rolle, idet slipingen av den krever mye kraft. De korte, sterke fibreene i kvisten nedbrytes ikke på samme måte som resten av virket, men finnes igjen i massen som små, fine partikler, såkalt "melstoff", som gir svakere papir.

Kvist og tennar kan ved cellulosefabrikasjonen sees under ett, da veden også i kvistene vesentlig består av tennar. Tennarveden har fibre som er ligninrike, tykkveggede, stive og korte. Ved koking vil tennarved siles fra resten av massen, så kvist og tennar her ikke betyr mer enn en reduksjon av utbyttet i motsetning til ved tremassefabrikasjonen hvor kvist kan bety en forringelse av produktet.

Råtens betydning for masseindustrien ligger i at fibrene er destruert og at utbyttet derfor blir mindre. Dessuten vil styrkeegenskapene synke. Råte og innvokset bark vil gi en uren masse, og er årsak til det en kaller flekker i massen.

Brensel. Granvirkets brennverdi pr. volumenhet er lav, noe følgende forholdstall viser:

Gran	1,00
Osp	0,95
Furu	1,07
Bjørk	1,40
Eik	1,50
Bøk	1,55
Ask	1,60

Til slutt en del andre formål granvirke nyttes til:

Blindved i finér, treull, plastikk, emballasje for matvarer, vannledninger, bark til garvesyre og ikke å forglemme juletrær.

## 2. Furu. Pinus silvestris L.

Engelsk: Scots pine, Redwood, Baltic/Swedish/etc. redwood.

Tysk: Kiefer, Föhre.

Fransk: Pin comun.

### 2.1. Utbredelse.

Furua er utbredt over det meste av Europa og Sibir. I Norge går den til 70° nordlig bredde, i Sibir til polarsirkelen. Mot syd når den Nord-Spania, Nord-Italia, Serbia, Kaukasus og Persia. I Alpene og Pyreneene går den opp til 2 000 m. Furu finnes i tallrike lokalraser. Den beste, tyngste og mest varige furuveden fås i tette bestand i lokaliteter med klima som passer best for treslaget. I Nord-Skandinavia har vi fremdeles mye sentvoksende, tung furu i store dimensjoner. Fra de nordligste områdene kan en få sentvoksende, lett ved. Dette er hungerved.

### 2.2. Størrelse og form.

Høyder på 30-40 m er kjent, og stammer med et omfang i brysthøyde på 4-5 m. Med alderen stopper furuas topptilvekst, og kronen begynner å bre seg skjermformet ut. En gammel furu med skjermformet, uregelmessig krone og lysende rødgul bark er et av de vakreste trær som finnes.

### 2.3. Bark.

Barken blir fort skorpet og faller av i avlange flak. Skorpebarken er på stammens øvre del rødbrun, på den nedre del mere grålig. Barkprosenten på eldre trær er ca. 15. Innholdet av garvestoffer er under 15%, vanligvis mellom 4-8%.

### 2.4. Vedens egenskaper.

Utseende. Furuvirkeets viktigste kjennetegn er: Gulhvit splint, rødbrun kjerneved impregnert med harpiksstoffer, harpikskanaler, stort harpiksinnhold i veden, godt synlige margstråler og skarp overgang mellom vår- og sommerved. Veden får således en vakker, noe fettaktig glans og svært markerte

og vakre tegninger. Ifølge finske undersøkelser er kjernevedprosenten 20-40, avtagende med stigende kronestørrelse. De loddrette harpikskanalene kan på tverrsnittet sees som lyse prikker i høstveden. Harpikskanalene er lettere å se på furu enn hos lerk og gran.

Anatomi. Margstrålene har trakeidale celler øverst og nederst. I krysningsfeltene meblom de parenkymatiske margstrålecellene og trakeidene finner en store porer. De trakeidale margstrålecellene har kraftige fortykkelseslister på innersiden. Fiberlengden stiger fra marg mot bark til ca. 40-års alderen, hvorefter den holder seg konstant til omkring 80-års alderen for deretter å falle. Middellengde og spredning oppgis til 1,8-3,1-4,5 mm.

Trakeider:	ca. 93%
Margstråler:	4,4 - 5,5 - 6,7%
Parenkym:	0,0 - 1,4 - 5,8%
Harpikskanaler:	0,4 - 1,4%
Foreprosent:	42,7 - 67 - 80 - sterkt avhengig av vekstforhold.

Dannelse av kjerneved hos furu er avhengig av blant annet treets alder, bonitet og veksthastighet. Treet tørker ut i kjernen når det ikke lenger er behov for denne delen som vannledningsbane. De stoffer som furukjernen innsettes med, dannes i de levende parenkymceller. Når den indre delen av stammen er i ferd med å tørke ut, vil parenkymcellene før de selv tørker, produsere stoffer som ved oksydasjon og andre kjemiske prosesser, frambringer de impregnerende og konserverende stoffer som furukjernen inneholder. Kjerneveden gjør stammen mer varig, men dette mener en ikke skyldes kjerneveddannelsen, men at disse cellene opprinnelig er sterkere enn de som avsettes senere.

I alle fall kan det sies at kjerneveddannelsen ikke hever vedens styrkeegenskaper i samme grad som tørrvekten stiger. Harpiks er i seg selv et sprøtt materiale og terpenene kan til dels ha samme virkning som fuktighet. Spesielt bør en derfor være forsiktig med å nytte svært gammel malmfuru i konstruksjoner som er utsatt for sterke belastninger.

Kjemisk sammensetning. Askeinnholdet er ca. 0,19% i splintveden og ca. 0,15% i kjerneveden. Askens innhold av Ca og Mg ligger betydelig høyere enn hos vanlig gran. Som nevnt har furu kjerneved som er impregnert med harpiksstoffer. Til sammenligning med andre treslag viser nedenstående oversikt harpiksinnholdet i % av tørrvekten:

	<u>Splinten ca.</u>	<u>Kjernen ca.</u>
Furu . . . . .	4,0	6,8 - i ekstreme tilfelle opp-til 15.
Lerk . . . . .	2,5	4,6
Gran . . sjelden	1,0	omtrent som splint
Edelgran . . . . .	0,6	1,2

Selv om tallene er noe usikre, viser de likevel tendensen i harpiksinnholdet for de ulike bartrærne. Vedens innhold av hemicellulose og lignin er omtrent som hos vanlig gran, dog er celluloseinnholdet normalt litt lavere.

Fysiske egenskaper.

Volumvekt. Volumvekten,  $r_0$ , oppgis for furu å være 0,31-0,48 - 0,63. Vedens råvekt fra 700 til 1000 kg/m<sup>3</sup>. Volumvekten faller sterkt med stigende årringbredde i intervallet 2-4 mm, over 4 mm er fallet lite og mellom 1-2 mm nesten konstant.

Vanninnhold, krymping og svelling. Vanninnholdet i splinten er ca. 130% av tørrvekten, i kjernen bare ca. 30%. Krymping i % fra frisk til absolutt tørr ved: lengde 0,3, radiær 4,0, tangent. 8,0, volum 12,5. Tallene er middeltall for kjerne og splint. Splinten krymper mere enn kjerneveden. Kjerneveden arbeider sent fordi den opptar og avgir vann langsommere enn yten. Furuved arbeider noe mer enn granved, men forskjellen er liten. Som for gran øker styrken med volumvekten og den synker med stigende fuktighet. Det siste vil dog ikke gi så stort utslag som for gran, da furuas kjerneved ikke vil oppta og avgi fuktighet i samme grad som granas kjerne. Fibrenes egenskaper er stort sett de samme som for gran, men som tyngden tilsier er de på furu noe mer tykkveggete.

Styrke. Følgende styrketall oppgis for små feilfrie prøver av furu ved 12% fuktighet.

	$r_o = 0,49 \text{ g/cm}^3$	$r_o = 0,43 \text{ g/cm}^3$
	<u>Furu</u>	<u>Gran</u>
Bøyningsfasthet $\text{kp/cm}^2$	1 000	780
Trykkfasthet "	550	500
Elastisitetsmodul "	120 000	110 000
Hårdhet (JANKA)	250	160

Av andre egenskaper ved furuvirket kan nevnes at det er lett å spalte og bearbeide. Brennverdien og slitestyrken er noe bedre enn hos gran.

Bearbeidingsegenskaper. Veden er lett å bearbeide, men i hurtigvokst ved kan fibre lett rives opp. Furu holder ikke så godt på maling på grunn av harpiksinnholdet. Splintveden kan i tørr tilstand lett innsettes med tjære-olje og vannopløselige salter.



Når en sier at furu lar seg impregnere, gjelder dette bare splinten. I kjerneveden er alle porer tettet igjen så væsken ikke kan trenge inn. En finner ofte impregnerte sviller hvor malmen er råtnet før den impregnerte splinten. Tidligere var det først og fremst jernbanesviller og telegrafstolper som ble impregnert, men i dag er det også meget alminnelig i impregnere andre materialtyper.

Følgende oversikt viser varigheten av trevirke som er impregnert:

Furu	varer	uimpr.	i	jord	ca.	7	år,	impr.	står	den	20-30	år
Bøk	"	"	"	"	"	4	"	"	"	"	30-40	"
Bjørk	"	"	"	"	"	4	"	"	"	"	15-20	"

Jevnt over økes varigheten av trevirket ved impregnering 3-5 ganger. Varigheten veksler sterkt med lokalitet og jordtype.

Varighet. Fra naturens side har furu og lerk samme varighet. Kjerneveden har betydelig lengre varighet enn splinten som igjen er dårligere enn for gran. Kjernevedens varighet er sterkt avhengig av vedens tyngde, harpiksinnhold og innhold av pinosylvin. Harpiksinnholdet avtar fra rot mot topp. Råte betyr noe mindre for furu enn for gran når trærne står på rot. Mens det hos gran ved råteangrep ofte er stammens mest verdifulle deler som ødelegges, er det hos furu vesentlig den øvre delen av stammen og kronen som blir angrepet. En infeksjon som furutømmeret imidlertid lett utsettes for, er angrep av blåvedsopper. Disse forårsaker fargeskader, en vesentlig feil på virke som skal nyttes til paneling osv.

#### Feil.

Selv om den nedre delen av stammen har en meget lav kvistprosent, er kvisten uten sammenligning den mest betydningsfulle feil furuvirket er beheftet med. For å få et begrep om kvistens innvirkning på tømmerkvaliteten, kan det nevnes at kvistprosenten hos gran kan variere mellom 0,2-1,5%, mens den for furu vanligvis er lavere når en regner med hele stammen.

Tallene angir kvistprosent i sluttede bestand. Som nevnt har furu heller mindre kvist enn gran, men den lille mengden som er, spiller en svært stor rolle, nettopp på grunn av de formål furuvirket nyttes til. Om en sammenligner kvistprosentene hos toppstokker av gran og furu, vil nok prosenten svinge over til granas fordel. Videre bør en være oppmerksom på at fibrene har meget uregelmessig forløp omkring kvistene.

#### 2.5. Tømmerets behandling og klassifisering.

Tømmeret bør ikke ligge lenge i skogen før skur og bør ikke hogges i sevjetiden av hensyn til blåvedsoppene. For å unngå blåved bør skurlasten få en hurtig nedtørking. Ved lagring i vann kan det forekomme utvasking av harpiksstoffer. Det påstås at dette letter impregnerbarheten, bl.a. av stolper, men dette kan også skyldes angrep av mikroorganismer.

#### 2.6. Produksjon.

Den årlige produksjon av furu i norske skoger er ca. 3,6 mill. m<sup>3</sup>. Avvirkning til salg og industriell produksjon ca. 1,8 mill m<sup>3</sup>. I tillegg kommer heimeforbruk og avfall.

#### 2.7. Anvendelsesområder.

Ca. 65% av det årlig avvirkede furutømmer for salg går til skur og spesialtømmer.

Bygningsvirke. Såfremt kvisten er liten og veden ikke altfor hurtigvokst, er furuvirket velegnet som snekkervirke til dører, gulver, vinduer, lister og paneler. Forøvrig er det velegnet som konstruksjonsvirke.

Furu er videre vårt hovedtreslag når det gjelder bygging av trefartøyer. Videre anvendes det kun impregnert furuvirke til telefon- og elektrisitetslinjer og jernbanesviller. De dårligere kvalitetene kan anvendes til kassematerialer.

Møbler. Vedens glans og vakre tegninger er ikke den vesentligste årsak til at furu nyttes så mye i møbelindustrien og til snekkermaterialer. Virkets kvistrenhet, og beskaffenheten av den kvisten som finnes, har mer å si. Furuqvist er ikke så hard mot eggstålet. Furuvirket er jo også langt billigere enn annet virke som brukes på grunn av sitt utseende, f.eks. mahogny og teak.

Kjemisk industri. Når det gjelder et treslags brukbarhet innen masseindustrien, må følgende faktorer bedømmes: Utbytte, fiberlengde, veggtykkelse, harpiksinnhold, hvor lett fibrene lar seg løse opp ved koking, hvordan massen forholder seg overfor bleking m.m. Furu har en begrenset anvendelse innen masseframstillingen hos oss. Hva utbyttet og fiberkvaliteten angår, kan furu praktisk talt sidestilles med gran. Det er det høye harpiksinnholdet og kjerneveden som er de innskrenkede faktorer. Trakeidenes dimensjoner hos våre viktigste bartrær:

	<u>Lengde:</u>	<u>Bredde:</u>
Gran . . . . .	3,4 mm	0,031 mm
Furu . . . . .	3,1 "	0,035 "
Lerk . . . . .	3,5 "	0,038 "
Edelgran . . . . .	3,7 "	0,038 "

Tallene er middeltall.

Ved tresliperiene har man forsøkt å blande inn furuvirke med gran, men selv mindre enn 10% furu bevirker en kvalitetsforringelse av papiret. Til sulfittcellulose kan furu nyttes, men da bare ved en særskilt behandling eller kokeprosess, og den må likeledes blekes spesielt. Furu er mest anvendbar til sulfatcellulose. Den nyttes i første rekke til kraftpapir og mørke papirtyper.

3. Edelgran. Abies alba (Mill.) Synonym: Abies pectinata D.C.

Engelsk: Silver fir (white wood).

Tysk: Weisstanne (Tanne, Edeltanne).

Fransk: Sapin.

3.1. Utbredelse.

Stammer fra Mellom-Europas fjellområder. I Norge er den plantet på lavlandet og i dalførene, bl.a. rundt Hamar og på Hedmarken. Videre er det plantet en del i Trøndelag, bl.a. i Bymarka. I vårt klima er den ofte utsatt for frostska-der da dens temperaturkrav er det samme som for våre varmekjære lauv-trær.

3.2. Størrelse og form.

Formen er gjennomgående dårligere enn for vanlig gran: ikke så rett, og sterkere avsmalning.

3.3. Bark.

Barken holder seg lenge glatt. Fargen er gråbrun. I yngre bark finnes harpiksganger og ofte harpiksblærer. Barkprosenten er litt høyere enn hos vanlig gran, nemlig ca. 11% mot vanlig gran ca. 10%. Garvestoffinnholdet er lavt.

3.4. Vedens egenskaper.

Utseende. Vedens utseende kan minne om veden hos vanlig gran, men er noe gråere i farge. Edelgrana har ikke farget kjerneved og da margstrålene er usynlige, får veden dårlig glans og et matt utseende. Askegrå vassved eller vasskjerne forekommer hyppig i stammens nederste del. Harpikskanaler forekommer ytterst sjelden.

Lukt og smak. Veden inneholder ikke så mye harpiks som vanlig gran: 0,6% i yteveden og 1,2% i kjerneveden mot 1,95% og 1,49%, og er derfor mer nøytral med hensyn til lukt og smak.

Anatomi. Trakeidene utgjør 91-94% av edelgranveden mot 93-95% hos vanlig gran. Edelgran har enlagede margstråleceller og ikke harpikskanaler. Den har noe lengre og grovere fibre enn gran.

Hos edelgran forekommer ofte vasskjerne som skiller seg sterkt fra den øvrige veden på grunn av sin mørke, askegrå farge. Vasskjernens vanninnhold er like så høyt som ytens, 200-250% vann. Den finnes alltid i stammens nederste del og går alt etter årstiden til forskjellige høyder og da høyest om vinteren. Vasskjernen inneholder ifølge danske undersøkelser, alltid bakterier.

Kjemisk sammensetning. Vedens sammensetning av cellulose, vedpolyoser og lignin er noenlunde som for vanlig gran. Askeinnholdet ligger på ca. 0,27%. Asken inneholder, sammenlignet med vanlig gran, mer kalium, magnesium og mangan, men mindre jern.

#### Fysiske egenskaper.

Volumvekt. Vedens egenskaper kan sies å være noe dårligere enn hos vanlig gran. Veden er lettere,  $r_0 = 0,41$  mot 0,43 for vanlig gran. Ved samme årringbredde synes imidlertid edelgran å ha litt høyere volumvekt enn vanlig gran.

Vanninnhold, krymping og svelling. Vanninnholdet er litt høyere enn i vanlig gran. Fibermetnigspunktet ligger på ca. 34%. Krympingen hos edelgran er noe mindre enn hos vanlig gran.

Styrke. Styrkeegenskapene varierer en del. Hårdheten hos edelgran er ofte noe større, mens trykkfastheten, bøyingsfastheten og skjærfastheten er noe mindre enn for gran.

		<u>Edelgran:</u>	<u>Vanlig gran:</u>
Bøyingsfasthet	kp/cm <sup>2</sup>	730	780
Trykkfasthet	"	470	500
Elastisitetsmodul	"	110 000	110 000
Hårdhet	"	340	270

Korte og plutselige brudd skal være alminneligere hos edelgran enn hos vanlig gran. Den brukes derfor lite til grubetømmer. Veden er spesielt lett å kløyve. Slitestyrken er lav, men er naturligvis sterkt avhengig av volumvekten.

Bearbeidingssegenskaper. Bearbeidingsegenskapene er dårligere enn hos vanlig gran, fordi fibrene lett rives opp. Derimot volder kvistene mindre vanskeligheter. Ved med brede årringer er vanskelig å høvle. Edelgran er derfor ikke så god til bearbeiding og polering som vanlig gran.

Varighet. I kontakt med jord har edelgran samme varighet som vanlig gran, men noe mindre varighet i atmosfæren, såvel i det fri som under tak.

I Mellom-Europa foretrekkes dog edelgran til kar i fuktige rom, drivhusbenker o.l. på grunn av erfaringsmessig større naturlig varighet enn vanlig gran. Edelgranas største fordel ligger i dens store motstandsevne mot skogsråte.

Feil. Edelgranas stammeform er dårligere enn hos vanlig gran, bl.a. ødelegges toppskuddet ofte. Edelgran renser seg bedre for kvist. Frostsprekker er meget vanlig. Reaksjonsved i form av trykkved forekommer ofte.

### 3.5. Vedens behandling.

Veden behandles som vanlig gran. Den tørker lett og hurtig uten noen spesiell tendens til vridning, men får lett løse kvister og tørkesprekker.

### 3.6. Produksjon.

Edelgranproduksjonen er liten hos oss.

### 3.7. Anvendelsesområder.

I Mellom-Europa, hvor edelgran forekommer hyppigst, nyttes den praktisk talt som gran hos oss. Edelgran er mye brukt som råstoff til masseindustrien. Den har noe lengre og grovere fibre enn gran. Massen er tyngre å bleke, men nyttes til de samme papirtyper som vår gran. De saktevoksende kvalitetene brukes i store mengder til møbel- og bygningsvirke, spesielt til vindus- og dørkarmer. De fineste kvalitetene ansees for det beste materialet til resonanstre i pianoer.

4. Lerk.

A. Europeisk Lerk. Larix decidua Mill.

Synonym: Larix europaea D.C.

Engelsk: European larch.

Tysk: Europäische Lärche.

Fransk: Méléze d'Europe.

B. Sibirisk lerk. Larix sibirica Led.

Engelsk: Siberian larch.

Tysk: Sibirische Lärche.

Fransk: Méléze de Sibirie.

C. Vestamerikansk lerk. Larix occidentalis Nutt.

Engelsk: Western larch.

Tysk: Westamerikanische Lärche.

Fransk: Méléze d'Amérique de l'Ouest.

D. Japansk lerk. Larix lentolepis Gord.

Synonym: Larix kaempferi Sarg.

Larix japonica Carr.

Engelsk: Japanese larch.

Tysk: Japanische Lärche.

Fransk: Méléze du Japon.

4.1. Utbredelse.

Som en ser skjelnes det mellom flere lerkearter.

- A. Opprinnelig for Europa er europeisk lerk, L. europaea. Denne art har et forholdsvis lite naturlig utbredelsesområde, nemlig Alpene, Karpatene, Schlesien, Mähren og i Polen. Det er et utpreget fjellandstre. Det går i Karpatene til 1500 m.o.h., i Sveits mellom 400 og 700 m og i Tyrol mellom 2300 og 2400 m.o.h.

- B. Den sibiriske lerk har sin egentlige og største utbredelse i det nordlige Russland etter en linje fra Det hvite hav over Onega Nissnej - Nowgorod opp til Perm og så over Ural til Sibir. I Sibir er denne lerkart det alminneligste skogstre fra Ob ( $68^{\circ}$ ) og østover, hvor det når opp til ca.  $72^{\circ}$  n.br. Her forekommer den i buskform, ofte blandet med furu og bjørk, og tildels med gran. I Sibir kan jorden være telebunden til ca. 1 m dyp.
- C. Vestamerikansk lerk forekommer fra  $51^{\circ}$  n.br. i Britisk Columbia og til ca.  $44^{\circ}$  n.br. i Idaho og Oregon samt i Washington og vestlige Montana i høyder av 600-2100 m.o.h.
- D. Japansk lerk vokser særlig på øya Nippon eller Hondo, mellom  $34^{\circ}$  og  $38^{\circ}$  n.br. Den trives best mellom 1700 og 2000 m.o.h.

#### 4.2. Størrelse og form.

Lerk er et rasktvoksende treslag. I Sibir finnes trær på 62 m og diam. 1,25 m. Den japanske lerk kan ved 20-års alderen være 15 m, ved 50 år vel 26 m og ved 150 år over 39 m. Den vestamerikanske lerk kan bli opptil 80 m høy og 2,7 m i diam. I Britisk Columbia er det alminnelig med trær mellom 30-48 m's høyde og med tykkelse fra 0,60 til 1,20 m. L. occidentalis er den største og flotteste av alle amerikanske lerkearter og oppnår en alder av 600-700 år.

#### 4.3. Bark.

Barken er tynn, rødbrun og skjullet på overflaten hos unge trær. På eldre trær blir den 4" til 6" tykk. Barkmassen kan da variere mellom 13 og 25% av samlet kubikkmasse.



#### 4.4. Vedens egenskaper.

Utseende. Smal, gulhvit splint, rødbrun kjerneved. Vanskelig å skille fra furu, særlig i tørr tilstand. Overgangen mellom vår- og sommerved i årringene er meget skarp. Den sjokoladebrune sommerveden opptar i alminnelighet en større del av årringen enn både hos gran og furu, hvor den lyse vårvedsonen dominerer. Årringene er meget tydelige. På tverrsnittet er margstrålene vanskelig å se, likeledes harpiksgangene som også er færre enn hos furu. På radialsnittet er margstrålene synlige som glinsende, smale striper.

Lukt og smak. Veden er uten karakteristisk lukt eller smak, men overflaten kan virke oljeaktig og fet.

Anatomi. Anatomisk er Larix så lik Picea at de er vanskelig å skjelle fra hverandre. Men en skal merke seg at hos Larix finner en ofte i vårveden tvillingporer på trakeidene, dvs. det står to og to linseporer i samme høyde ved siden av hverandre på radialveggene. Harpikskanalene har tykkveggede epitelceller, ofte med tylldannelse i kjerneveden. Trakeidene er opptil 60 $\mu$  (gj.snitt 38-50) i diameter. I sommerveden forekommer skråstripning i trakeideveggene.

#### Fysiske egenskaper.

Volumvekt. Veden er en del tyngre og hardere enn furu.

Tørrvolumvekten er: . . . 0,42 - 0,55 - 0,70 g/cm<sup>3</sup>  
ca. 15% fuktighet: . . . 0,44 - 0,58 - 0,75 "  
Frisk: . . . . . 0,65 - 0,85 - 1,00 "

Vanninnhold, krymping og svelling. Veden krymper lite i forhold til vekten, men sprekker lett under tørking.

Krymping (middeltall):

	Lengde	Radiært	Tangen- tialt	Volum
I % fra frisk til absolutt tørr . . . . .	0,3	4,0	8,0	12,5
I % fra frisk til ca. 15% fuktighet . . . . .	0,1	3,0	4,5	7,0

Styrke. Styrkeegenskaper:

<u>Hardhet:</u>	<u>Trykkfasthet:</u>	<u>Bøyningsfasthet:</u>
kp/cm <sup>2</sup>	kp/cm <sup>2</sup>	kp/cm <sup>2</sup>
u ca. 15%	u ca. 15%	u ca. 15%
i fiberretning	(u over 30%)	540-960-1320
220-380-700	350-530-800	
på tvers av	(190-250-460)	
fibrene		
- 350 -		

<u>Skjærfasthet:</u>	<u>Elastisitetsmodul ved bøyningsforsøk:</u>
kp/cm <sup>2</sup>	kp/cm <sup>2</sup>
u ca. 15%	u ca. 15%
45-90-100	(u over 30%)
	63000-138000-200000
	(97000)

Bearbeidingssegenskaper. Veden er lett å spalte og lett å bearbeide. Veden sprekker lettere for spiker enn f.eks. furu- virke. Dette kan være uheldig f.eks. til jernbanesviller.

Splinten lar seg i samme grad som furu, impregnere ved vanlig trykkimpregnering.

Varighet. Vedens naturlige varighet er bedre enn for furu, og går under gruppen meget varig.

Feil.

Stammeform. Den er meget stormsterk, men blir ofte krum, "sabelformet", som av noen ansees for å være arvelig, et rase- merke, men som av andre derimot betraktes som en følge av stadig vindtrykk, snetrykk, innklemt stilling, ugunstig vokseplass, hindret rotutvikling og av soppangrep. Den euro- peiske arten har vist seg å ha mindre heldig utvikling her i landet. Derimot er den sibiriske art sterkt anbefalt, men en bør huske at den er et kontinentalt tre, som viser mindre trivsel nær kysten. De to artene som passer best for våre forhold er japansk lerk i kyststrøkene og vestamerikansk lerk i det østlandske skogbruk.

#### 4.5. Anvendelsesområder.

Alle lerkearter gir et utmerket og verdifullt virke som har vært for lite påaktet i det norske skogbruk. Den krever dog gode avsetningsforhold og lettvinte transportforhold, spesielt på grunn av sin tyngde, og at tømmeret er vanskelig å fløte; i hvert fall over lengre strekninger.

Lerkevirket er spesielt godt egnet til kantskårne gulvbord på grunn av vedens hardhet. Videre egner den seg godt til innvendig panel på grunn av vedens pene tekstur og farve.

Brennverdien gran:lerk er 1:1,25. Den tenner lett og brenner hurtig, ofte med sotet flamme. Andre utnyttelsesformer for virket er: Gjerdematerialer, sviller, båtmaterialer, mine-tømmer, telegraf- og telefonstolper.

5. Einer. *Juniperus communis* L.

Engelsk: Juniper, Ground Cedar.

Tysk: Wacholder.

Fransk: Génévrier.

5.1. Utbredelse.

Einer forekommer naturlig over hele den nordlige halvkule.

5.2. Størrelse og form.

Normalt er eineren lav og buskeformet opptil 2-3 m, men i visse områder f.eks. grenseområdene mellom Norge og Sverige, opptrer det ofte søyleformede einer (f. *sneolica*) som kan bli adskillig høyere, opptil 17 m. På Vestlandet treffer en ofte på treformede einer.

5.3. Bark.

Relativt tykk og trevlet.

5.4. Vedens egenskaper.

Utseende. Yteveden er smal, lys orange til hvit, kjernen gulbrun, ofte rødlig eller blåfiolett. Årringgrensen er tydelig og har et bølget forløp.

Lukt og smak. Vedens innhold av forskjellige oljer gir det en karakteristisk behagelig lukt, som bl.a. møllen skyr.

Anatomi. Harpikskanaler finnes ikke i veden.

Kjemisk sammensetning. Stort innhold av eteriske oljer som tidligere ble gjort til gjenstand for utvinning.

Fysiske egenskaper.

Volumvekt. Tørrvolumvekten ligger omkring 0,45-0,65 g/cm<sup>3</sup>. Sikre styrketall finnes ikke, men veden er tungtspaltelig, seig, har lav elastisitet og krymper lite. Brennbarheten er god, og den utvikler en røyk med behagelig lukt.

Varighet. Einer ansees for å være ett av de mest varige bartreslagene vi har.

Feil. Uregelmessig stammetverrsnitt. Dårlig form.

#### 5.5. Vedens behandling.

Bearbeideligheten er god, spesielt er veden lett å skjære med kniv, og snittflatene er glatte og pene. Tørkingen er lett uten spesielle problemer.

#### 5.6. Produksjon.

Den norske produksjon av einerved er kommersielt meget liten.

#### 5.7. Anvendelsesområder.

Einer er et spesielt godt gjerdemateriale på grunn av dens store naturlige varighet, og fordi dens seighet tillater fletting. Tidligere ble einer brukt til spaserstokker, pipe-rør og forskjellige dreide artikler. Her i landet har einer vært anvendt til melkekar og øltønner, fordi erfaringer har vist at den holder melken og ølet friskt. Dessuten renser en melkekarene med einerlåg. Einerbar brukes fremdeles nye til røyking av kjøtt og fisk. Einerbarolje utvinnes fremdeles i visse land av bær og nåler. Den brukes medisinsk og til framstilling av genever.

6. Barlind. Taxus baccata L.

Engelsk: Yew, British Yew.

Tysk: Eibe.

Fransk: If.

6.1. Utbredelse.

Europa, Nord-Afrika, Lilleasia, Kaukasus, vestlige Russland og vestkysten av Amerika.

6.2. Størrelse og form.

I Hardanger finnes i visse områder, Varaldsøy og ved Ålvik, noen av de største og antagelig eldste barlinder i Europa. Det er funnet barlindtrær med store, udelte stammer, som i brysthøyde måler hele 5 m i omfang. I Hordaland kjennes over 100 trær med stammeomfang over 2 m. Hos barlind vokser ofte flere stammer sammen. Formen er vanligvis dårlig, og stamme-tverrsnittet sterkt uregelmessig.

6.3. Bark.

Barken er mørk rødlig og skaller lett.

6.4. Vedens egenskaper.

Utseende. Yteveden er meget smal og lys hvit eller gulhvitt. Kjerneveden varierer i farge fra orangebrun til mørk rødbrun. Lys ved har ofte sorte striper. Årringgrensen er tydelig markert av en smal sone av tett høstved. Årringbredden varierer sterkt, hvorved årringgrensen får et uregelmessig bølget forløp.

Lukt og smak. Veden er luktfri.

Anatomi. Margstrålene er utelukkende enlaget og usynlige for det blotte øyet. Alle trakeider har skrueformede fortykkelseslister. Harpikskanaler mangler, men harpiks forekommer i trakeider og parenkymceller.

### Fysiske egenskaper.

Volumvekt. Barlind regnes for å være det tyngste av alle bartreslag, kanskje med unntakelse av særlig tung Pitch pine. Tørrvolumvekten ligger mellom 0,67 - 0,76 g/cm<sup>3</sup>. Det finnes ingen sikre tall for styrken, men veden er usedvanlig hard, seig og tungtkløyvelig. Krympingen er liten og bearbeidings-egenskapene gode. Uregelmessig vekst ved er tilbøyelig til å sprekke. Veden brenner godt, uten lukt.

Varighet. Barlind ansees for å være det mest varige av alle europeiske bartreslag.

Feil. Stammeformen er ofte rett, men stor kvistdannelse forårsaker en sterk uregelmessig sidelinje, liksom sammenvoksnin-gen av flere stammer kan ødelegge formen. Vridd vekst er alminnelig, likeså uregelmessig tverrsnitt. Kvistfrie stykker er sjeldne.

#### 6.5. Vedens behandling.

Veden tørker hurtig og er stabil ved tørk.

#### 6.6. Produksjon.

Ubetydelig.

#### 6.7. Anvendelsesområder.

Spilte i middelalderen en stor rolle som buetre, spesielt i England, hvor det en tid var dødsstraff for eksport av barlind. Kopper og kar som ble funnet i Osebergskipet, var av barlind. Nå anvendes barlind til diverse sportsartikler, f.eks. golfkøller og buer, finere snekker-, dreie- og billedskjærerarbeider. Barlind brukes ofte som erstatning for ibenholt. Bær og nåler skal være meget giftige for hester, men ikke for drøvtyggere. Det er diskutert om bærene er giftige for mennesker.

7. Sitkagran. Picea sitchensis Carr.

Engelsk: Sitka spruce.

Tysk: Sitka Fichte.

Fransk: Épicéa de Sitka.

7.1. Utbredelse.

Sitkagran stammer fra Nord-Amerikas vestkyst. Utbredelsesområdet er fra California i sør til Alaska i nord. Hos oss er sitkagran plantet vesentlig i kyststrøkene.

7.2. Størrelse og form.

I sitt hjemland er sitkagrana den Picea-arten som når den største høyden. Den kan bli opptil 75 m. Her i landet blir sitkagran omlag like stor som vår gran.

7.3. Bark.

Barken er tykkere enn for vanlig gran. På eldre trær skaller den av i flak. Garvestoffinnholdet er høyt, omlag 25%.

7.4. Vedens egenskaper.

Utseende. Veden er glinsende. Yteveden er hvit til gulhvitt. Kjerneveden litt mørkere, svakt rødlig eller blek brun. Teksturen er noe grovere enn hos vanlig gran.

Lukt og smak. Veden er uten harpikslukt og smak.

Anatomi. Fiberlengden er 1,8 - 3,7 - 5,4 mm. Harpikskanalerne i veden er usedvanlig lange, men tynne og fåtallige. Til forskjell fra vanlig gran er årringgrensen skarp, og det er rikelig med tverrtrakeider.

Kjemisk sammensetning. Noenlunde det samme som for vanlig gran.



Fysiske egenskaper.

Volumvekt. Tørrvolumvekten for sitka varierer mellom 0,25-0,42 - 0,62 g/cm<sup>3</sup>, dvs. som for vanlig gran. Tørr-råvolumvekten er funnet til 350 kg/m<sup>3</sup>.

Krymping. Sitkagran har litt større krymping enn vanlig gran, og følgende tall i prosent viser en sammenligning av disse to:

	<u>Sitkagran:</u>	<u>Vanlig gran:</u>
$\beta_t$	7,5	7,8
$\beta_r$	4,3	3,6
$\beta_l$	0,4	0,3
$\beta_v$	12,2	11,9

Styrke. Styrketallene for små feilfrie prøver av sitkagran og vanlig gran viste følgende tall:

		<u>Sitkagran:</u>	<u>Vanlig gran:</u>
Bøyefasthet	kp/cm <sup>2</sup>	720	780
Trykkfasthet	"	390	500
Elastisitetsmodul	"	110 000	110 000
Slagbruddstyrke	"	0,35	0,46
Torsjonsfasthet	"	150	90
Hardhet	"	350	270

Bearbeidingsegenskaper. Den myke vårveden har en tendens til å flises opp av skjærende verktøy. Disse må derfor holdes skarpe for å få en glatt snittflate. Med hensyn til vridning av skåret last er den omlag som for gran.

Sitkagran lar seg ikke trykkimpregnere.

Varighet. Varigheten er som for vanlig gran.

Feil. Vridd vekst er vanligere hos sitkagran enn hos vanlig gran. Sitkagran er like utsatt for rødråte som vanlig gran. Vannris utvikles ofte og kan være verdiforringende.

Vedens behandling. Sitkagran bør behandles som vanlig gran. En må likevel tørke den litt mere forsiktig, for den har tilbøyelighet til vridning, sprekkdannelse og køllaps.

#### 7.5. Produksjon.

Produksjonstall foreligger ikke, men den har vist meget lovende vekst i ungdommen i kyststrøkene.

#### 7.6. Anvendelsesområder.

Den kan anvendes på de samme områder som vanlig gran. Slipmasse av sitkagran er mere gullig grå enn slipmasse av vanlig gran og derfor mindre verdifull.

Flyindustrien anvendte tidligere sitkagran i betydelige mengder til propeller m.m.

Til årer anses sitkagran å være et av de beste treslag.

8. Hemlock. Tsuga heterophylla (Raf.) Sarg.

Engelsk: Western Hemlock.

Tysk: Westamerikanische Hemlock-Tanne.

Fransk: Tsuga de Californie; Spruce de l'ouest.

8.1. Utbredelse.

Den stammer fra kyst- og øyområdet i Vest-Amerika. Dens utbredelsesområde er fra California i sør til Alaska i nord og innover i landet går den til Washington, Idaho, Vancouver og Montana. Treet nyttes en del i skogreisningen i kyststrøkene hos oss. Den er et skyggetålende treslag og kan benyttes som underplanting.

8.2. Størrelse og form.

I sitt hjemland blir hemlock normalt mellom 40 og 55 m høy, og når opp i en diameter på 65 til 130 cm. Her i landet vokser den omtrent som vanlig gran. Stammeformen er gjennomgående god.

8.3. Bark.

Barken på unge trær er rødbrun og skjullet, hos eldre trær blir barken furet og fargen er mørk rødbrun. Barken har et høyt garvestoffinnhold, opptil 15%, og alle hemlock-artene regnes i U.S.A. som den viktigste tregruppen til garvestoffindustrien.

8.4. Vedens egenskaper.

Utseende. Veden har lys brunlig farge med svak glans og er som regel rettfibret. Den anvendes ofte til dekorative formål fordi den har pene og regelmessige tegninger. Overgangen fra vår- til sommerved er skarp.

Lukt og smak. Fersk ved har en syrlig lukt som forsvinner helt ved tørking og lagring. Veden inneholder ikke harpiks og derfor brukes den til emballasje for matvarer.

Anatomi. Veden har bare enlagete margstråler og mangler harpikskanaler. Margstrålene har både parenkymatiske og trakeidale margstråleceller.

Fysiske egenskaper.

Volumvekt. Tørrvolumvekten er ca. 10% høyere enn for vanlig gran.

Vanninnhold, krymping og svelling. Krymping og svelling er omlag som for vanlig gran eller litt høyere p.g.a. den høyere volumvekten.

Styrke. Styrkeegenskapene er ca. 10% lavere enn for douglas. Stivheten er ca. 30% lavere og seigheten er ca. halvparten så stor som for douglas.

Bearbeidingsegenskaper. Veden er lett å sage og høvle, men den løse vårved har lett for å bli "ullen". Ved av hemlock lar seg vanskelig eller ikke impregnere.

Varighet. Under skiftende fuktighetsforhold er varigheten dårlig. Ved konstante forhold enten tørt eller vått, er varigheten som for gran.

Feil. Harpikslommer forekommer. Likeledes harpiksstriper ved sårved og denne gir veden en mørkere farge. Kvistene er meget harde og sprø, og dette kan gi vanskeligheter ved bearbeiding av virket.

Vedens behandling. Felletider o.l. er som for gran. Nyhogd virke har et høyt vanninnhold som kan medføre vanskeligheter ved tørking bl.a. i form av overflatesprekker.

Veden har forøvrig ingen tendenser til å arbeide.

#### 8.5. Produksjon.

I Nordvest-Amerika er den en av de fire viktigste tømmertrærne. Hos oss har vi ingen produksjonstall for den, men det er stilt store håp til den i kyststrøkene.

#### 8.6. Anvendelsesområder.

I Amerika anvendes hemlock mye som bygningsmaterialer og den skal bl.a. være god som golvbord. Den anvendes ikke som konstruksjonsvirke. Veden har dårlige spikringsegenskaper, men den anvendes en del til emballasje spesielt der hvor det kreves luktfrie materialer.

Veden av hemlock er velegnet til alle former for masseframstilling såvel mekanisk som kjemisk. Denne anvendelsen har etter hvert blitt den viktigste i U.S.A.

9. Fjelledelgran. Abies lasiocarpa.

Engelsk: Subalpine fir (Alpine fir).

Tysk: Westamerikanische Balsamtanne.

Fransk: Sapin concolore.

9.1. Utbredelse.

Et av de vestamerikanske treslag som har størst utbredelse, fra 60° n.br. i Alaska gjennom Britisk Columbia til Arizona i syd. Det er et innlandstre som vokser i de kjøligere og fuktige liene nær tregrensen. I Alaska fins den mellom 900-1200 m.o.h. og i Kaskade-fjellene opptil 2300 m.o.h. Den danner sjelden rene bestand.

9.2. Størrelse og form.

Trærne kan i skogdannende samfunn nå en høyde på 18-30 m med en diameter fra 25-60 cm. Under normale forhold har trærne tette, nærmest pyramideformede kroner og stammen har temmelig sterk avsmalning. Den kan være kvistfri 10-12 m oppover, men kvistsetting helt ned til marka er vanlig. Treslaget har sterkeste høydevekst mellom 20 og 40 år og maksimal diameter-tilvekst mellom 30 og 70 år. Treet blir 200-250 år gammelt.

9.3. Bark.

Barken hos unge trær er askegrå eller gråbrun. Hos eldre trær er barktykkelsen 1-1½". Den er hard og på store trær er den sterkt furet med skjelldannelse nær stammebasis. Fargen er hos gamle, glattbarkedede trær også grubrun, men i furene er den blek brun og under barkskjellene er den rødbrun. Barkprosenten ligger litt høyere enn hos vanlig edelgran, ca. 11-12%.

9.4. Vedens egenskaper.

Utseende. Veden er løs, lett og gulhvit til lys brun uten farget kjerneved. Teksturen er fin. Vårveden er hvitaktig, sommerveden bruaaktig. Overgangen fra vår- til sommerved innen en årring er gradvis, men kan være skarp.

Lukt og smak. Veden inneholder ikke så mye harpiks som vanlig gran og den kan sies å være uten lukt og smak.

Anatomi. Trakeidene utgjør hoveddelen av veden. Fjelledelgran har enlagete margstråler og er følgelig uten harpikskanaler. Margstrålene er høyere enn hos vanlig edelgran, og de enkelte margstrålecellene er forholdsvis små og tverrtrakeidene er glattveggede.

Veden er uten synlig forskjell på kjerne- og yteved.

#### Fysiske egenskaper.

Volumvekt. Vedens egenskaper er noe dårligere enn for vanlig gran. Veden er mye lettere og  $r_0 = 0,32 \text{ g/cm}^3$  mens  $R = 310 \text{ kg/m}^3$ .

Vanninnhold, krymping og svelling. På grunn av den lavere volumvekten hos fjelledelgran vil også krymping og svelling bli noe mindre enn hos vanlig edelgran.

Styrke. Styrkeegenskapene varierer noe og ut fra den lave volumvekten må en anta at disse er forholdsvis lave.

Bearbeidingsegenskaper. Bearbeidingsegenskapene er dårligere enn for vanlig gran fordi fibrene lett rives opp i den løse veden. Veden er også svært kvistrik.

Varighet. Ved av alle edelgranartene har samme varighet som vanlig gran i kontakt med jord, men mindre varighet i atmosfæren.

Feil. Stammeformen og kvistrensingen er dårlig selv i tette bestand. Derfor fins det mange og store kvister i veden helt ned til rota.

#### 9.5. Produksjon.

Fjelledelgran er et typisk fjelltre og har liten produksjon. Dette til tross, er det kanskje det tre som hos oss passer best i fjellstrøkene.

#### 9.6. Anvendelsesområder.

Fjelledelgran nyttes i sitt hjemland til bygningsartikler, kassebord, gruvetømmer og som råstoff i massefabrikasjonen.

10. Vrifuru, Marryana-furu, Contorta-furu. Pinus contorta

Engelsk: Lodgepole pine (innlandsform). (Laud).  
Shore pine (kystform).

Tysk: Drehkiefer.

Fransk: Pin lodgepole.

10.1. Utbredelse.

Forekommer i det vestlige Nord-Amerika fra Alaska til California og fra Stillehavet til Colorado. Her i landet har den vært brukt til plantinger over store deler av landet.

10.2. Størrelse og form.

I Nord-Amerika kan innlandsformen bli opp til 30 m høy og med diameter opp til 55 cm. Formen kan være meget varierende (kyst- og innlandsform) fra korte, vridde stammer til rette, slanke stammer. Hos oss har vi bare forholdsvis unge plantinger av tree'.

10.3. Bark.

Barken er forholdsvis tynn, rødbrun og skjellet.

10.4. Vedens egenskaper.

Utseende. Kjerneveden er gulbrun og yteveden som ofte er bred, har gulhvit farge, men det er ofte liten forskjell mellom kjerne- og yteved.

Anatomi. Trakeideveggene middels tykke. Liten overgang mellom vår- og sommerved. Epitelcellene rundt harpikskanalene er tynnveggede og tverrtrakeidene er mer tykkveggede enn de øvrige margstrålecellene. I krysningsfeltet mellom en parenkymatisk margstrålecelle og en trakeide får en ikke her en vinduspore, men en fårgjerne flere porer i krysningsfeltet. En og to middels store porer er vanligst.



Fysiske egenskaper.

Volumvekt. Ifølge kanadiske undersøkelser er tørrvolumvekten 0,45 g/cm<sup>3</sup>.

Vanninnhold, krymping og svelling. Vanninnholdet i kjerneveden angis til 41% og i yteved til 120%, alt basert på tørrvekt.

Krympingen i de forskjellige retninger angis til

$$\beta_r = 4,5\% \quad \beta_t = 6,7\% \quad \beta_v = 11,5\%$$

Styrke.

Bøyningsfasthet	kp/cm <sup>2</sup>	705
Trykkfasthet	"	405
Hardhet	"	215
Elastisitetsmodul	"	105 000

Bearbeidingsegenskaper. Som for sitkagran kan de mange og harde kvistene skape vanskeligheter særlig ved høvling.

Varighet. Liten varighet.

Feil. Vridd vekst forekommer ofte hos kystformen. Kystformen har store og harde kvister.

10.5. Produksjon.

Produksjonstall fins ikke for treslaget, men det har vist lovende vekst i ungdommen hos oss.

10.6. Anvendelsesområder.

I sitt hjemland anvendes innlandsformen til sviller, telefonmatter, minetømmer og papirmasse. I det hele synes virket å kunne anvendes som vår furu.

11. Bjørk.

A. Lavlandsbjørk. Betula verrucosa Ehrh.

Engelsk: Swedish birch, Silver birch.

Tysk: Gemeine Birke, Varzenbirke.

Fransk: Bouleau verruqueux.

B. Vanlig bjørk. Betula pubescens Ehrh.

Synonym: Betula odorata Bechst.

Engelsk: Mountain birch.

Tysk: Nordische Birke, Fjeldbirke.

Fransk: Bouleau des montagnes.

C. Dvergbjørk. Betula nana L.

Engelsk: Dwarf birch.

Tysk: Zwergbirke.

Fransk: Bouleu nair.

11.1. Utbredelse

Betula verrucosa forekommer ned til Sicilia,  $37^{\circ}$  -  $38^{\circ}$  n.br. Videre finnes den i nordlige Spania, England og Skotland. I Sverige går den til  $65^{\circ}$  n.br. Hos oss regner vi at Betula verrucosa er viltvoksende opp til Snåsa i N. Trøndelag. Det er imidlertid funnet spredte forekomster i Saltdalen og Pasvikskogene. De nordligste forekomster som er funnet, er ved Sammeltielven  $69^{\circ} 30'$  n.br.

Betula odorata er mere alminnelig i Mellom-Europa, men den finnes ikke sønnenfor Karpatene eller Alpene. Den utgjør den overveiende del av bjørkeskogene i Finland og Russland. Den er videre det eneste tre på Island  $66\frac{1}{2}^{\circ}$  n.br. og på Grønland til  $62^{\circ}$  n.br., men kun som forkrøblet kratt. Her i landet går den i nord til  $70^{\circ} 40'$  n.br. ved Syltefjord, en arm av Trollfjorden. Her er verdens nordligste bjørkeskog. Som busk finnes den på Magerøya  $71^{\circ} 7'$  n.br. Som skogstre når den i Dovretraktene ikke over 1100 m. Den har tidligere hatt en betydelig større utbredelse enn nå. Det var særlig i det 16. og 17. århundre at den ble mishandlet på grunn av stor avvirkning, ved neverflekking, risbryting, skogbrann og rein-gjerder.

Betula nana er buskformig og finnes alminnelig i våre høyere-liggende trakter. Den er også alminnelig på Island, Færøyene og Grønland. Den kan i det sydlige av landet vokse i lavere trakter, særlig på myr og går helt til 1800 m.o.h. I det nordlige går den også helt ned til sjøen.

### 11.2. Størrelse og form.

Betula verrucosa finnes i rene bestand i holt og enkeltvis i annen skog. Den kan på frisk, næringsrik jord bli over 25 m høy. Det ermålt høyder på 31 m. Eldre trær har ofte hengende greiner, og tykk oppsprukken bark på nedre stammedel. B. verrucosa blir derfor ofte kalt hengebjørk. Stammen blir slank og godt oppkvistet i rene velpleiete bestand. Den er vårt mest verdifulle lauvtre.

Betula odorata forekommer i store, rene bestand, særlig opp mot fjellet, i de nordligste fylker og på Vestlandet. Under like vekstbetingelser blir den mindre enn B.verrucosa. Den kan på god jord i lavlandet bli opptil 15-18 m høy. Den har glatt bark helt ned, og kan i velpleiete bestand få en slank og godt oppkvistet stamme.

### 11.3. Bark.

Barken er i ungdommen glatt, tynn og brunlig. Omkring 10-15 års alderen blir barken hos B.verrucosa hvit, og omtrent samtidig begynner dannelsen av oppreven skorpebark som blir mest utpreget og tykkest på stammens nedre del. Som regel strekker skorpebarken seg 2-4 m opp på stammen.

Barken hos B. odorata er også til 10-15 års alderen brunlig og blir deretter hvit, men med en mere matt og krittaktig farge.

Den danner ikke egentlig skorpebark. Barkprosenten i 50-års alderen kan for B.verrucosa settes til 10-18% og for B.odorata til 8-14%. Barken hos de to artene inneholder fra 3-5% garvestoffer.

#### 11.4. Vedens egenskaper.

I den videre redegjørelse behandles begge arter under ett. De nyttes stort sett til det samme. Av B.verrucosa kan man på grunn av dens størrelse få mer kvistren ved enn det er mulig å få av B.odorata. Derfor er større bjørkeplanker og finervirke ofte av B.verrucosa. Ser man på egenskaper som tyngde, krymping og vanlige styrkeegenskaper, er det ikke funnet noen sikker forskjell mellom artene, når man sammenlikner ved av samme veksthastighet. Det er likevel B.verrucosa som har vært gjenstand for de fleste undersøkelser.

Utseende. Veden er lys gulhvit til svakt brunlig uten kjerneved. I frisk tilstand kan innerveden være like fuktig som ytterveden. Karene er spredt over hele årringen, men for små til å sees med det blotte øyet. Margstrålene kan så vidt sees på tverrsnittet. Veden har fin glans. Årringgrensene er ikke tydelige, men kansom regel sees. Karene viser seg på radialsnittet som glinsende fine striper. Disse glinsende striper sammen med vedens tyngde skiller den fra lind, som den likner noe på. I årringgrensene sees ofte små brune flekker eller streker opp til et par millimeter lange, som løper parallelt med årringen. Disse brune streker lages av en flue, Dizygomyza betulae, og må ikke forveksles med de mere sjeldne uregelmessige, gråbrune til sorte tegninger som danner valbjørk. Valbjørk er antagelig et sykdomsfenomen under celledannelsen. Hva som forårsaker denne celleforandring i veden er ennå ikke klarlagt. Bjørkeveden, særlig B.verrucosa, kan være vakkert flammet. Både flammebjørk og valbjørk kan forekomme i samme stamme. Disse to typer av bjørkevirke er særlig verdifulle.

Lukt og smak. Bjørkeveden er nesten uten lukt og smak.

Anatomi. Karene ligger spredt enkeltvis eller i grupper på 2 og 3. Karene har stigeformet perforasjon. Karprosent ca. 25. Vedfibrene 0,8 - 1,6 mm lange. Fiberprosent ca. 65. Margstrålene fra 1 til 3 rekker brede, vanligvis 2. Falske margstråler forekommer ikke. Margstråleprosent ca. 10.

Kjemisk sammensetning. Askeinnhold, 0,20 - 0,40%.  $K_2O$  -15%,  $P_2O_5$  - 14%,  $CaO$  - 46%,  $MgO$  - 12%,  $Fe_2O_3$  - 1%,  $SO_3$  - 3%,  $Na_2O$  - 9%,  $SiO_2$  - 1%.

De organiske bestanddelene forekommer i følgende mengdeforhold:

	<u>Cellulose</u>	<u>Hemicell.</u>	<u>Lignin</u>	<u>Annet</u>
Bjørk . . . . .	40,9	27,1	27,3	4,7
Bøk . . . . .	45,4	22,2	22,7	9,7

Fysiske egenskaper.

Volumvekt. Bjørkeveden er tung.

Tørrvolumvekten er . . . . .	0,46 - 0,61 - 0,80	$g/cm^3$
Ved 15% fuktighet . . . . .	0,51 - 0,65 - 0,83	"
Frisk . . . . .	0,85 - 1,00 - 1,15	"

Vanninnhold, krymping og svelling. Krymping (middeltall):

	<u>Lengde</u>	<u>Radiært</u>	<u>Tangen- tialt</u>	<u>Volum</u>
I % fra frisk til absolutt tørr . . . . .	0,5	5,4	8,5	14,5
Fra frisk til 15% fuktighet . . . . .	0,3	3,0	5,0	8,0

Styrke.

		<u>u ca. 15%</u>	<u>u over 30%</u>
Bøyningsfasthet	$kp/cm^2$	650-1250-1400	600
Trykkfasthet	"	325- 430- 850	230
Hardhet	"	370- 490- 630	250
Elastisitetsmodul	"	165 000	130 000
Skjærfasthet	"	120	70

Veden er spesielt seig og vanskelig å kløyve.

Bearbeidingsegenskaper. Bearbeidingsegenskapene er gode, men uregelmessig fiberforløp kan gi ullen snittflate. Bjørkeveden lar seg lett bøye, spesielt hvis den er behandlet med varmt vann eller damp. Veden har lett for å bli grå ved damping. Vedens tegninger kommer særlig godt fram ved polering. Polert flammebjørk ansees av mange for å være det vakreste treslag som finnes. Videre lar den seg lett beise og impregnere.

Varighet. I bearbeidet stand har bjørkeveden liten naturlig varighet. Selv i friluft under tak regnes ikke varigheten mer enn til 20 år. Derimot kan varigheten lett økes ved impregnering. Bjørkeveden tar lett opp impregneringsvæske slik at den i impregnert tilstand bør komme mer til anvendelse enn tilfellet er. Det er få farer for produksjonen da treet er meget hårdført. Stivelsen i treet omdannes om høsten til fettoljer, og derved økes motstanden mot kulde. I sommerhogd bjørkeved er det målt 0,75% fettstoffer mot 2% i vinterhogd ved.

Blant insektene er det endel som ved masseopptreden kan gjøre stor skade. De grønne larvene til fjellbjørkmåleren Oporinia autumnata avløver treet. Bladvæpser og midder angriper løvet. Av tresopper skal en merke seg Piptoporus betulinus, Fomes fomentarius og Phellinus igniarius.

På bladene opptrer rustsoppen Melampsorium betulinum.

Feil. Bjørka har ofte en meget dårlig form og stor avsmalning. De brune strekene i veden som lages av flua Dizygomyza betulae, kan nedsette vedens verdi. Larver av trevepsen Xiphydria camelus kan beskadige veden.

#### 11.5. Vedens behandling.

Da veden er lett angripelig av tresopper, bør den helst hogges i den kalde årstiden, med mindre det treffes spesielle beskyttelsesforanstaltninger. I sommerhalvåret kan hogsten med fordel utføres som syrefelling.

#### 11.6. Produksjon.

Bjørkeskogarealet, som her i landet settes til ca. 25% av samlet skogareal eller ca. 1½ mill. ha, antas i Finnmark å utgjøre 64%, i Troms 87%. I Nordland er det nesten like stort som furu- og granskogarealet, nemlig ca. 30%. På Østlandet regnes 9-10%, på Sørlandet 18-19% på Vestlandet 66% og i Trøndelag 30%. Samlet kubikkmasse: ca. 40 mill m<sup>3</sup>. Årlig tilvekst ca. 1,2 mill. m<sup>3</sup>.

## 11.7. Anvendelsesområder.

Møbler og finér. Flammebjørk er særlig verdifull som møbelvirke. Valbjørk til finere snekkerarbeider, handtak og prydgjenstander. Flammebjørk og valbjørk forekommer spesielt i Finland, hvor den selges for en gjennomsnittspris av 1100 - 1200 kr/m<sup>3</sup>. Til finér brukes kun de beste kvaliteter. I Finland produseres det meget store mengder bjørkefinér og kryssfinér som eksporteres i betydelige mengder.

Bjørkeveden lar seg lett farge og beise og kan brukes som en erstatning for dyrere tresorter.

Ski. I alle de nordiske land er de beste bjørkekvaliteter ettertraktet til ski.

Dreietre. Bjørk er på grunn av sin hvithet, kløyvfasthet og homogenitet velegnet til dreide emner som f.eks. kuler, tråruller, remskiver, kjegler o.s.v.

Trekullbrenning. Bjørkeveden gir godt trekull, men det inneholder for mye fosfor til jernbehandling. Det eksporteres en betydelig mengde bjørketjære fra Finland. Den er ikke egnet til treimpregnering, da den er vannoppløselig.

Bark. I alle de nordiske land har bjørkebarken (never) i stor utstrekning vært brukt til takdekking. Den er nesten ugjennomtrengelig for vann og kan holde seg frisk i over 100 år.

Brensel. Bjørkeveden er ettertraktet som brensel. Den brenner godt selv i frisk tilstand og tenner spesielt lett når den er tørr. Brennverdi gran:bjørk 1:1,40. Foruten disse gode egenskapene er veden pen og har en tiltalende effekt som kamin- og peisved.

Pyntegrønt. Til driving selges betydelige mengder bjørkeris. Det er kun B.verrucosa som brukes til dette formål, da riset hos B.odorata ikke lar seg drive. Klippingen kan begynne i god tid før jul. Drivingen skjer i drivhus og varer først på sesongen ca. 3 uker, senere kun 1 uke.

Medisin. Ved destillasjon kan det av bjørkeveden framstilles olje og kamfer. Unge tørrede bjørkeblad inneholder olje, harpiks og saponin, som virker urindrivende uten å skade nyrene.

Sponplater. I de senere årene har bjørkeveden kommet sterkt i skuddet som råstoff til sponplater. Store uutnyttede bjørkeområder har her i landet således fått verdi på grunn av denne industrielle utnyttelse. Dette virket var tidligere mange steder helt verdiløst, ikke bare på grunn av avsetningsvanskene, men delvis også på grunn av dårlig kvalitet. Den nyere industrielle utnyttelse av bjørk har ført til lønnsom avsetning, og et gammelt problem i norsk skogbruk er delvis falt bort.

Kjemisk industri. Bjørkeveden er velegnet både til hel- og halvkjemisk masse, spesielt på grunn av sitt høye fiberinnhold og lave innhold av margstråler. Sammenlignet med bøk kan nevnes at denne til tross for et høyere innhold av cellulose ikke er så god til disse formål som bjørk på grunn av sitt lavere fiberinnhold og høyere innhold av margstråler og parenkym. Cellelengden varierer noe mellom de ulike treslag. Også hos lauvtrærne svinger cellelengden en del med hvor høyt opp i treet og ved hvilken alder prøven er tatt.

For cellediameteren finner en tall av samme størrelsesorden som på bartrærne, 0,02 - 0,06 mm. Lauvtrefibrene blir således relativt korte og tykke, i motsetning til bartrefibrene som er lange og relativt slanke. Resultatet blir at lauvtrevirket gir et papir av en annen kvalitet enn papir av bartrevirke.

Volumenten er for de fleste lauvtrærnes vedkommende større enn for bartrærne, noe som skulle tilsi et større masseutbytte pr. m<sup>3</sup> virke.

Når det gjelder virkets jevnhet og renhet, er forholdet stort sett det samme for lauv- og bartrevirke.

Med hensyn til trevirkets kjemiske innhold kommer det imidlertid inn en del forskjeller mellom lauv- og bartrær som er av betydning for masseframstillingen.



De viktigste stoffgrupper i vektprosent:

	<u>Bjørk:</u>	<u>Gran:</u>
Cellulose . . . . .	44	42
Vedpolyoser . . . . .	35	27
Hexosaner . . . . .	5	18
Pentosaner . . . . .	25	7
Polyuronsyrer . . . . .	5	2
Lignin . . . . .	20	28
Ekstraktstoffer, aske o.a. . . . .	3	3

Tabellen viser at hos gran utgjør hexosaner 2/3 av vedpolyosene, mens hos bjørk utgjør pentosaner 2/3. Pentosanene er forholdsvis lettløselige sammenlignet med hexosanene. Det høyere tørrstoffinnholdet i lauvtrevirket kan altså mistes ved kokeprosessen. Bjørk inneholder mindre lignin enn gran. Bjørkevedens lignin er kjemisk forskjellig fra granvedens. Videre er bjørkevedens lignininnleiring forskjellig fra granvedens idet ligninet i bjørka er sterkere bundet til cellenes midtlamell. Dette bevirker at forholdsvis mer av ligninet må løses opp for at bjørkevirket skal kunne defibreres.

Innholdet av ekstraktstoffer er omtrent ens for bjørk og gran. Men ekstraktstoffer i bjørk og i gran er to vidt forskjellige ting. Det viser seg straks en skal foredle bjørk til papir. For granas vedkommende blir en kvitt ekstraktstoffene ved hjelp av natronlut og varme i forbindelse med bleking av massen. Dette lar seg ikke gjøre med bjørk. Selv bjørkesulfatmasse, hvor kokingen har foregått med forholdsvis sterk lut, inneholder store mengder ekstraktstoffer som kan forårsake vanskeligheter. Dette problemet kan imidlertid løses ved at virket lagres en tid før foredlingen. Derved endrer ekstraktstoffene karakter slik at man lettere kan bli av med dem, eller blekinger kan utføres på en spesiell måte.

Det er tidligere nevnt at det er fullt teknisk mulig å framstille lauvtremsse ved hjelp av alle de konvensjonelle masseframstillingsprosesser. Senere undersøkelser har imidlertid vist at det er to metoder som økonomisk og kvalitetsmessig står over de andre, nemlig de metoder amerikanerne kaller "Semichemical" og "Chemigroundwood".

Begrepet semichemical dekker enhver behandling hvor det inngår både en koking og en mekanisk behandling av tømmeret. Chemigroundwood er en prosess hvor tømmeret kappes opp i vanlige slipelengder og utsettes for en kjemisk forbehandling før slipingen finner sted. Amerikanerne hevder at de på denne siste måten kan framstille en masse av rent lauvtrevirke som er sterkere enn granmasse, men arkene blir noe tykkere og mer gjennomsiktige. Likeledes blir fargen på massen mørkere, men den kan lett blekes til en meget høy hvithet. Ved andre framstillingsprosesser kan blekingen være vanskeligere eller kostbarere å utføre.

Hos oss har det hittil vært lite aktuelt å framstille ren lauvtremsse i noen særlig utstrekning. Med hensyn til bruken av lauvtremsse vil en nok her i landet, og i resten av Norden, i stor utstrekning fortsette med å bruke den i blanding med bartremsse.

I Sverige, hvor det i dag i stor utstrekning nyttes tilsetting av bjørk- og ospemasse i sulfitt- og sulfatmassen, bruker de vanligvis å blande inn mellom 10 og 50% lauvtremsse.

Diverse. Utover de nevnte anvendelser kan bjørk brukes til: Emballasje, redskaper, børster, koster, vognredskaper m.a.

12. Osp.

A. Osp. Populus tremula L.

Engelsk: Trembling-aspen, European aspen.

Tysk: Aspe, Zitterpappel.

Fransk: Peuplier tremble.

B. Svartpoppel. Populus nigra L.

C. Kvitpoppel. Populus alba L.

D. Gråpoppel. Populus canescens (Ait.) Smith.

E. Hybridosp, vanligvis Populus tremula x,  
P. tremuloides eller P. grandidentata.

12.1. Utbredelse.

Populus tremula er viltvoksende i Europa. Den går ned til Nord-Afrika 35° n.br. og når opp til 71° n.br. i Norge. I Russland bl.a. ved Ladoga og Onega danner den store skoger. Her til lands danner den ikke egentlige skoger. Den finnes gjerne innblandet i barskogen og vokser også gjerne sammen med bjørk. Videre finnes den mest spredt i "lunder". I det sydlige av landet når den opp til 900 å 1000 m.o.h., men er i høyere trakter buskformig. Den finnes over hele landet, og går like høyt til fjells og langt mot nord som furua. Den vokser nær sagt på all slags jord, men krever vår beste skogsjord for å oppnå god vekst og fin kvalitet.

Populus nigra L. stammer fra Mellom- og Syd-Europa, Nord-Afrika og Vest-Asia. Den har hos oss vært nyttet innen hagebruket og i parkanlegg.

Populus alba L. stammer fra omtrent samme områder som svartpoppel og har hos oss vært benyttet som prydtre.

Populus canescens anses av noen for å være en krysning mellom vanlig osp og kvitpoppel. Den er vanlig ute i naturen hvor de to overlapper hverandre, ellers som et resultat av kontrollerte kryssninger.

De poplene som brukes i poppelplantasjene, er som regel hybrider f.eks. av svartpoppel og balsampoppel (tacamahaca).

## 12.2. Størrelse og form.

Av våre innenlandske treslag er det neppe noen som har så sterk ungdomsvekst som osp. Hvis ospeforyngelsene ikke blir utsatt for sykdom, f.eks. ospeskurv, fortsetter høydetilveksten jevnt de første 15-20 år. Et sted i aldersintervallet 15-25 år begynner høydetilveksten å avta merkbart. Likevel viser ospa en meget utholdende vekst. På en av Ingeniør F.H. Frølich's Fonds produksjonsflater har det vært målt mange toppskuddlengder på over 30 cm til tross for at trærne var 72 år gamle.

Ved Tvedestrand er det målt tre osper på henholdsvis 31,7 m, 31,2 m og 29,5 m. Her har vi etter alt å dømme Norges høyeste osp. Diameterutviklingen er sterkt avhengig av hvordan treet vokser opp. I et tett utynnet bestand blir det sjelden riktig store dimensjoner. I godt skjøttede bestand kan ospa oppnå dimensjoner på 40 cm i brysthøyde ved 70-års alderen. Poppelartene vokser vanligvis hurtigere og oppnår større dimensjoner enn ospa. Osp blir ikke noe gammelt tre. Det er sjelden en finner osp som er mer enn 100 år.

## 12.3. Bark.

Barken holder seg lenge glatt. Med tiden dannes det hos osp og flere andre arter, blæreformede forhøyninger som ved bristning danner sprekker og ujevnheter. Hos enkelte arter dannes det med tiden en meget tykk skorpebark. Barken hos enkelte arter, f.eks. P. candicans og P. trichocarpa inneholder sterkt soppdrepende stoffer.

## 12.4. Vedens egenskaper.

Utseende. Ospeveden er gulhvit, samme farge på splint og kjerneved. Kar og margstråleceller er ikke synlige. Karene som er jevnt fordelt i årringene, minker i størrelse og antall utover i sommerveden. Årringene er av den grunn nokså tydelige. Veden er på radialsnittet og tangentialsnittet nærmest matt, og uten utpregete tegninger. Alle poppelartene har kjerne. Denne adskiller seg fra splinten kun på fargen. Fargen er brunlig eller rødlig. Noen har mørk kjerne. Poppelens kjerne blir utydelig ved tørking. De forskjellige ospeartene lar seg vanskelig adskille makroskopisk.

Lukt og smak. Ospeveden har en svak lukt og smak.

Anatomi. Veden er spredtporet, karene små og spredte enkeltvis eller 2-3, sjelden 3-5 sammen. Karandel 24-33%. Margstrålene er enlagete, 0,1 - 0,7 mm høye. Forbindelse til karene gjennom store porer. Vedparenkym forekommer. Margstråleandel 10-13,5%. Vedfibrene er tynnveggete 0,7 - 1,6 mm lange. Fiberandel 56-62,5%.

Kjemisk sammensetning. Den kjemiske sammensetning av ospeveden skiller seg ikke meget fra den vi finner hos gran og bjørk når det gjelder hovedkomponentene karbon, oksygen og hydrogen. Derimot er nitrogeninnholdet markert større, nemlig 0,98 vektprosent mot henholdsvis 0,04 og 0,34. Ser en på de organiske bestanddelene, er innholdet av cellulose og lignin mindre, men av hemicellulose betydelig større enn hos gran. Askeinnholdet er 0,32%, hvorav halvdelen er  $K_2O$ .

Fysiske egenskaper.

Volument. Sammen med gran, er osp det letteste av våre treslag.

Tørrvolumvekt	0,36 - <u>0,43</u> - 0,56	g/cm <sup>3</sup>
Ved ca. 15% fukt.	0,39 - 0,47 - 0,60	"
Frisk	0,60 - 0,80 - 1,00	"
Svartpoppel (r <sub>o</sub> )	0,37 - <u>0,41</u> - 0,52	"
Kvitpoppel "	<u>0,46</u>	"

Vanninnhold, krymping og svelling. Krymping (middeltall):

I % fra frisk til abs.tørr	Lengde	Radiært	Tangen- tialt	Volum
Osp . . . . .	0,8	3,5	8,5	12,8
Kvitpoppel . . . . .	0,6	4,1	9,8	14,5
Svartpoppel . . . . .	0,3	5,2	8,3	14,3

Styrke.

		<u>Osp</u>	<u>Kvitpoppel</u>	<u>Svartpoppel</u>
Bøyningsfasthet	kp/cm <sup>2</sup>	520	550	550
Trykkfasthet	"	400	340	300
Elastisitetsmodul	"	78 000	-	80 000

Slitestyrken hos osp er meget stor. Gran:osp = 0,23:1.

Bearbeidingsegenskaper. Normal ospeved har gode bearbeidings-egenskaper. Veden er lett å spalte, lett å tørke, krymper middels og sprekker og vrir seg lite. Yteveden lar seg meget lett fullimpregnere.

Varighet. Bearbeidet ospeved har en lav naturlig varighet. Trær på rot angripes ofte av råte og insekter. I sår og sprekker angriper sopp sporer, spesielt Phellinus igniarius som forårsaker innrâte. Fruktlegemene viser seg utenpå stammen bl.a. under tørrkvistene. Sporene trekkes lett inn i sår på stammen eller ved avbrutte greiner. Sterk tynning for å øke diameterveksten, anbefales for å begrense sopp skader. Den såkalte ospeskurv, rustsopp, Melampsora tremula på bladene står i generasjonsveksel med furuas knekkesyke, Melampsora pinitorqua.

Av insekter som gjør skade på osp, bør en nevne: Den store ospebukken (Saperda carharias), den lille ospebukken (Saperda populnea), tredreperen (Cossus cossus) og Xylotrechus rusticus som angriper ubarket ospetømmer.

Feil. Reaksjonsved i form av strekkved er en hyppig feil hos osp. Innvokst kvist er en alminnelig feil hos mange poppelarter, de begrenser deres bruk i fyrstikkproduksjonen. Frostsprekker forekommer og kan gi anledning til soppangrep. Kvistmengden hos osp er normalt ikke så høy, men det vil være misfarging og råte rundt dem. Det må derfor anses som en fordel å foreta kunstig kvisting av osp. Tørrkvistingen kan foretas hele året. Grønnkvisting helst på sen vinteren. Avskjæringen må være glatt med stammen og større sår enn 5 cm bør dekkes med podedvoks.

#### 12.5. Vedens behandling.

Hogsten foretas vanligvis i den kalde årstid, oktober/februar. Ved fellingen bør en ta hensyn til at den friske veden lett knekkes. Det er en fordel å barke før skur for å avdekke eventuelle feil. Skjæringen går best med helt frisk ved, men overflaten blir lett ullen (strekkevde). Tørking og lagring av skurlast bør skje omhyggelig for å unngå tørkesprekker og misfarging.

#### 12.6. Produksjon.

Samlet kubikkmasse: ca. 5 600 000 m<sup>3</sup>. Årlig tilvekst ca. 231 000 m<sup>3</sup>.

#### 12.7. Anvendelsesområder.

Bygningsvirke. Som rundtømmer har osp aldri vært mye brukt, vesentlig fordi den råtner fort i fri luft når den ikke er impregneret. Tidligere ble det laget endel vannledningsrør av gjennomborete trestokker, og til dette formålet var osp vel skikket.

Påler av osp har vist seg fordelaktig i kaianlegg og andre forbygninger i sjøen, fordi osp er et av de treslagene som best kan motstå angrep av pelemark (Teredo). Det er mulig at barken har en beskyttende virkning.

Ved impregnering kan varigheten av virket økes meget, og det er trolig at rundvirke av osp kan få større anvendelse hvis en finner fram til billige og enkle impregneringsmetoder som kan brukes utover på gårdene.

I de rike ospedistrikter i Amerika brukes endel osp til husbygging, særlig til hytter og småhus. Undersøkelser viser at virket er godt skikket til de fleste formål der det ikke stilles for store krav til styrkeegenskapene. Da ospeveden er lys og jevn og holder fargen godt, kan den med fordel brukes til innvendig panel uten å males.

Hos oss har skårne materialer hatt størst anvendelse i stallinnredninger. Spilltauplankene bør være bløte å stå på, og de må slites jevnest mulig ned. Disse kravene fyller ospesvirket bedre enn virke av andre treslag.

Osp egner seg ikke til redskaper som er utsatt for stor mekanisk påkjenning. Da er tunge og seige treslag som bjørk, ask og eik å foretrekke. Men den kan med fordel brukes til en masse småredskaper i kjøkkenet, som sleiver, øser m.v. Dessuten blir sneller og diskroller ofte laget av osp. Store stokker var tidligere et skattet råemne til kubbestoler.

Møbler. Osp egner seg godt til finérframstilling da veden er jevn både i oppbygging og farge. Osp brukes en god del som blindtre i kryssfinér, i limet parkett og møbelplater. I de siste er det av betydning at kvisten har noenlunde samme konsistens som veden ellers slik at den ikke setter merker i dekkfinéret.

Ospesfinér brukes også meget til emballasje, særlig for matvarer som ost og smør, da veden er fri for smak og lukt.

Kjemisk industri. Som råstoff for sliperiene ble osp tatt i bruk allerede i 1870. Noen få sliperier på Sørlandet har brukt osp som sitt viktigste råstoff helt til nå. I de siste årene har flere og flere sliperier begynt å bruke osp som råstoff ved siden av gran.

Tremassen av osp er lys i fargen, og den gir et tettere papir enn granmassen. Men fibrene er kortere hos osp slik at styrken av papiret blir noe mindre. Det har vært visse vanskeligheter med oppbevaringen av ospemassen da den lettere tar skade ved lagring enn granmassen. Cellulose av osp har først i de siste år blitt framstilt her i landet. Mangel på råstoff av gran har etter hvert tvunget fabrikkene til å forsøke andre treslag. Forsøk har vist at osp er vel skikket som råstoff for suffittcellulose. En blanding av langfibret grancellulose og mer kortfibret ospesellulose gir papir med en glatt og jevn overflate som egner seg godt for trykking og skriving. Innblandingsprosenten har variert noe, men vanlig brukes 8-15% osp.



Fiberplatefabrikkene kan bruke en rekke treslag i sin produksjon, således også osp. I de senere år har også sponplatefabrikkene meldt seg som kjøpere av ospevirke.

Fyrstikker. Til fyrstikkfabrikasjon egner ospeveden seg utmerket, først og fremst fordi den er hvit, pen og rettfibret, homogen og lett å bearbeide. Viktig er det også at veden krymper og slår seg lite, og at den er lett å tørke. Veden er også som regel porøs uten harpiks og garvestoffer, slik at den lett lar seg parafinere. Fyrstikkene får en rolig og passe stor flamme som ikke oser.

Kjerneveden på osp er likevel ofte tett og vanskelig å parafinere. Når en derfor av og til ser at hodet ikke sitter godt på fyrstikken, kan det skyldes at den er laget av kjerneved som parafinen ikke har trukket seg ordentlig inn i.

En har forsøkt å lage fyrstikker av en lang rekke treslag, men alltid har en kommet tilbake til at ospevirke er det absolutt beste. De fleste nærbeslektede poppelarter gir heller ikke så godt råstoff for fyrstikkindustrien som osp.

13. Svartor. Alnus glutinosa (L.) Gaertn.

Engelsk: Common alder, black alder.

Tysk: Roterle, Schwarzerle.

Fransk: Aulne commun, Aulne noir.

13.1. Utbredelse.

Det er hos oss som i Europa forøvrig, to viltvoksende arter, nemlig svartor og gråor. Svartora er den sydligste arten og når ned til 40° n.br. Den har innvandret sydfra hos oss og forekommer mest i lavere strøk. I flatbygdene går den opp til 64° 12' n.br. (Værdalen og Snåsa). Den går gjerne ikke høyere opp enn til ca. 300 m; dog finnes den spredt opp til 430 á 470 m. Nær kysten går den ikke.

Den finnes også både i Sibir og ned til Nord-Afrika.

I Russland og i Tyskland danner den større rene bestand.

I Skotland finnes den til 450 m, i Tyrol til 1200 m, i Centralalpene til 1300 m og i Karpatene til 1100 m.o.h.

13.2. Størrelse og form.

Svartor vokser hurtig i ungdommen, men veksten stagnerer omkring 30-års alderen. Stagnasjonen gjelder især høydetilveksten. Omkring 80-års alderen når den høyder opptil 20 m, og en diameter på ca. 40 cm på middelgod bonitet. Formen er i ungdommen god, senere oppløser stammen seg i en bred krone. I ungdommen minner den i oppbygning meget om bartrærne med nesten kransstillende greiner.

13.3. Bark.

Barken er i ungdommen grønnaktig og glatt, senere brunaktig og sterkt skorpet. Garvestoffinnholdet er høyt, 9-16%, men da barken inneholder et rødt fargestoff, som virker sterkt fargende på lær, har orebarken liten anvendelse i garveindustrien.

#### 13.4. Vedens egenskaper.

Utseende. Helt nyhogd ved er gulhvit uten kjerneved, men den antar meget fort en litt mer lysebrun farge. Karene er små, jevnt fordelt i årringen og ikke synlige. Veden har såkalte "falske" margstråler, som viser seg som brede, lyse bånd på tverrsnittet. Årringgrensen er meget tydelig, også på radialsnittet.

Lukt og smak. Veden er uten karakteristisk lukt og smak.

Anatomi. Tallrike kar, dels enkeltvis, dels i grupper med kardiameter 50-65  $\mu$ . Vedfibrene er tykkveggede, ca. 1 mm lange.

Fiberandel: 46 - 58 - 74%.

Trakeidale fibre forekommer.

Margstrålene er homogene, 30-40 cellerrekker høye.

Falske margstråler er alminnelige.

Kjemisk sammensetning. Veden inneholder 1,1 - 2,4% garvestoff. Askeinnholdet er høyt, ca. 0,7% eller ca. 3 kg pr.  $m^3$ .

#### Fysiske egenskaper.

Volumvekt. Tørrvolumvekt: 0,38 - 0,50 - 0,58  $g/cm^3$ . Ved ca. 15% fuktighet: 0,42 - 0,54 - 0,62  $g/cm^3$ . Frisk: 0,90  $g/cm^3$ . Tørrvolumvekten varierer sterkt med voksestedet. Ved fra fuktige vekstområder er lettere enn ved fra tørre.

Vanninnhold, krymping og svelling. I frisk tilstand er det liten forskjell i vanninnholdet mellom ytterved og innerved. Krymping (middeltall):

	Lengde	Radiært	Tangen- tialt	Volum
I % fra frisk til absolutt tørr . . .	0,4	4,5	8,0	13,0
Fra frisk til 15% fuktighet . . . . .	0,1	2,5	4,5	7,0

Styrke. Styrkeegenskaper:

<u>Hardhet:</u>	<u>Trykkfasthet:</u>	<u>Bøyningsfasthet:</u>
kp/cm <sup>2</sup>	kp/cm <sup>2</sup>	kp/cm <sup>2</sup>
u ca. 15%	u ca. 15%	u ca. 15%
320-440-599	300-400-510	440-970-1220

<u>Skjærfasthet:</u>	<u>Elastisitetsmodul ved bøyningsforsøk:</u>
kp/cm <sup>2</sup>	kp/cm <sup>2</sup>
u ca. 15%	u ca. 15%
30-45-55	(u over 30%)
	117 600
	(77 000)

Bearbeidingssegenskaper. Veden er lett å spalte, krymper middels, lett å bearbeide, sprekker og vrir seg lite. Den blir vakker ved polering eller beising, særlig rotveden kan danne flammert ved (rived). Veden lar seg lett impregnere ved trykkimpregnering.

Varighet. Under vann har veden meget lang varighet, f.eks. skal or i flere tilfeller være brukt til pilotering under meget gamle bygninger i Venedig. Med vekslende fuktighet er varigheten liten.

De vanlige sopper på oreved er: Laetiporus sulphurens, Phellinus igniarius og P. radiatus. Veden angripes av flere forskjellige insekter. Eldre stammer kan være sterkt skadet av trevepsen (Xiphydria camelus), yngre stammer angripes spesielt av snutebiller (Crypthorhynchus lapathi). Ubeskyttet tørr ved angripes sterkt av borebiller.

13.5. Vedens behandling.

Tyskerne anbefaler å vente med barkingen til etter tørkingen for å unngå tørkesprekker.

### 13.6. Produksjon.

Samlet kubikkmasse for svartor og gråor er ca. 3,5 mill. m<sup>3</sup>, og den årlige tilvekst er anslått til ca. 130 000 m<sup>3</sup>. Det meste av tilveksten faller på gråor.

### 13.7. Anvendelsesområder.

Hos oss brukes or til brensel, finere snekkerarbeider, dreiearbeider, møbler og ellers forskjellige husflidsgjenstander. De eldste vannledninger var uthulede orestammer. Oreveden gir en lett og varm tresko, som er mere motstandsdyktig mot vann enn bøketryskoen. Derfor anvendes oretresko spesielt av fiskere og sjøfolk. Oreveden egner seg godt til dreiearbeider. Små dimensjoner ned til 7-8 cm kan brukes. Blindved i møbelplater skal være lett, homogent og rolig. Or er derfor utmerket til dette formål. Til røking anses or for å være den beste tresorten. Da oreveden lett kan gjennomfarges og beises, kan den brukes som imitasjoner for edlere tresorter.

Videre er det forsøkt - dog uten større hell - å bruke or i blyantfabrikasjon. Modeller, musikkinstrumenter (hånd- og munnharmonikaer) leketøy og andre småting utføres ofte i or.

14. Gråor. Alnus incana (L.) Moench.

Engelsk: American alder, Speckled alder.

Tysk: Weisserle, Grauerle, Bergerle.

Fransk: Aulne, Aulne blanc.

14.1. Utbredelse.

Gråor tilhører Norden, men opptrer også i Mellom-Europa ned til Alpene, hvor den går opp til 1400 å 1600 m. Den kultiveres i Sveits opp til 1700 m. I Danmark er den ikke viltvoksende. I Norge har vi den opp til Laksefjord, Oldervik og Syd-Varanger, og som buskform i Saltdalen opp til 640 m og ute på øyene i Nordland opp til 170 m.o.h. Ellers når den opp til bjørkegrensen. Til Sverige såvel som i Norge antas den å ha innvandret østfra i den senere del av furuperioden.

14.2. Størrelse og form.

Gråor blir ikke så stor som svartor. Formen er vanligvis også dårligere. I rene bestand kan den få pen stammeform, men er mest alminnelig som lavt tre eller stor busk.

14.3. Bark.

Barken er lys gråbrun i ungdommen, senere sølvgrå-glinsende.

14.4. Vedens egenskaper.

Utseende. Veden er meget lik svartor. Den er gulhvit i helt frisk tilstand, men blir fort oransjegul til brun. Den får en meget sterkere og mørkere farge enn svartor. De falske margstrålene er betraktelig bredere og ligger mer spredt enn tilfellet er for svartor.

Fysiske egenskaper.

Volumvekt. Veden er en del lettere enn svartor.

Tørrvolumvekt: 0,32 - 0,42 - 0,55 g/cm<sup>3</sup>.

Vanninnhold, krymping og svelling. Veden kan krympe mer enn svartor. Volumkrymping = 14,7%.

14.5. Anvendelsesområder.

Stort sett anvendes gråor som svartor. Dog foretrekkes svartor til de fleste formål. Til dreiearbeider egner gråor seg ikke.

15. Selje. Salix cáprea L.

Engelsk: Coat willow.

Tysk: Salweide. Palmweide.

Fransk: Saule marceau.

15.1. Utbredelse.

Pilefamilien omfatter over 200 arter som er utbredt i den tempererte og kalde klimasone, hovedsakelig på den nordlige halvkule. Av denne artsrike familie antas mellom 20 og 30 å forekomme her i landet. Selja vokser over hele landet. Den går like høyt som vanlig bjørk. Nordover går den til Troms, men finnes sjelden i Finnmark. En nordlig underart eller art er Salix coætanea, som opptrer fra Finnmark sørover til Lom.

15.2. Størrelse og form.

Størrelsen varierer sterkt like fra lave busker til trær av betydelig størrelse.

15.3. Bark.

Barken holder seg lenge glatt, men utvikler seg senere til en grov skorpebark. Barken har et høyt innhold av garvestoffer, 7-12%. Dessuten finnes forskjellige stoffer som tidligere ble brukt mye i medisinen, bl.a. Salicin.

15.4. Vedens egenskaper.

Utseende. Gulhvit, oftest bred splint, rødbrun kjerneved. Margstrålene er ikke synlige. Karene så vidt synlige i godt lys. De er jevnt fordelt over årringen. Som oftest er årringene nokså tydelige. Veden på lengdesnittet er blank og glinsende. Den har lite utpregete tegninger.

Fysiske egenskaper.

Volumvekt. Tørrvolumvekt: 0,33 - 0,52 - 0,59 g/cm<sup>3</sup>. Ved ca. 15% fuktighet: 0,36 - 0,56 - 0,63 g/cm<sup>3</sup>.

Vanninnhold, krymping og svelling. Krymping (middeltall):

	Lengde	Radiært	Tangen- tialt	Volum
I % fra frisk til absolutt tørr . . . . .	0,4	4,0	7,0	11,0
Fra frisk til 15% fuktighet . . . . .	0,2	2,0	4,0	6,0

Styrke.

Bøyningsfasthet . . . . .	370	kp/cm <sup>2</sup>
Trykkfasthet . . . . .	340	"
Elastisitetsmodul . . . . .	72 000	"
Slagbruddfasthet . . . . .	0,72	kpm/cm <sup>2</sup>

(det samme som hos ask)

Selje har en overordentlig seig ved.

Bearbeidingssegenskaper. Bearbeidingssegenskapene er gode, men snittflaten kan ofte bli ullen.

Varighet. Veden har liten naturlig varighet.

15.5. Produksjon.

Samlet kubikkmasse: ca. 641 000 m<sup>3</sup>. Årlig tilvekst ca. 21 600 m<sup>3</sup>.

15.6. Anvendelsesområder.

Virket utnyttes til: Brensel, sponplater, kurvmøbler, flettearbeider, tønneband, husflid. Brennverdi gran:selje = 1:1,20.

Band- og kurvpil. Det brukes hovedsakelig følgende arter:

Bandpil, Salix viminalis.

Kurvpil, Salix americana og Salix britzensis.

Bandpil høstes vanligvis som 2-årig, og kurvpil som 1-årig. Høstingen begynner når lauvfallet setter inn og bør være avsluttet innen jul. Bandpil som skal holde 16-24 mm i rotenden, kappes på 2 m. Reststykket kappes under forgreiningpunktet. Rotstykket brukes til tønneband, toppstykket til kurver og møbler. Produksjonen varierer fra 14-45 tonn grønne stokker pr. ha hvert annet år. Etter høsting og kapping beskyttes stokkene mot uttørking. Om vinteren settes de i vann. Når lauvspringet begynner, avbarkes stokkene i en spesiell klemme - best i mai-juni. Etter avbarking legges de hvite stokkene vanligvis i et lag for å få en hurtig uttørking. Deretter settes de i skur til ettertørking. I Europa er Holland et stort pilproduserende land. Der foregår det forsøk med dyrking av pil til tremasse. Veden er godt egnet til dette formål, men tørrstoffproduksjonen pr. arealenhet er antagelig ikke stor nok til lønnsom produksjon.



16. Rogn. Sorbus aucupária L.

Engelsk: Mountain ash, Rowantree.

Tysk: Vogelbere, Gemeine Eberesche.

Fransk: Sorbier.

16.1. Utbredelse.

Sorbus aucupária vokser over hele Europa, med unntakelse av Hellas og Tyrkia. Hos oss vokser den over hele landet og går omtrent like høyt til fjells og langt mot nord som vanlig bjørk. Den vokser på all slags jord, er lite kravfull og opptrer gjerne på åpne steder, men også blandet med andre lauvtrær.

16.2. Størrelse og form.

Som tre kan den bli ca. 12 m høy, men forekommer mest vanlig som kratt.

16.3. Vedens egenskaper.

Utseende. Karene er spredt over hele årringen. Årringene er derfor ikke tydelige. Splinten er rødlig hvit, kjerneveden utpreget rødbrun til grålig. På tverrsnittet er kar og margstråler ikke synlige, men på radialsnittet kan margstrålene ses.

Fysiske egenskaper.

Volumvekt. Veden har samme tyngde som bjørk. Tørrvolumvekt er  $0,61 \text{ g/cm}^3$ .

Veden er vanskelig å spalte, krymper middels og sprekker lett ved tørking. Videre er veden varig, meget seig, hard og elastisk. Den tar polering godt.

Brennverdi gran:rogn = 1:1,40. Bearbeidingsegenskapene er gode.

16.4. Produksjon.

Samlet kubikkmasse ca. 1 166 000  $\text{m}^3$ . Arlig tilvekst ca. 39 000  $\text{m}^3$ .

#### 16.5. Anvendelsesområder.

Rogn anvendes på områder hvor det kreves stor kløyvstyrke, seighet og homogenitet. Det er det beste treslaget til kjebler og kuler. Ellers nyttes virke til andre drelearbeider, billedskjæring, husflidsartikler, skafter på redskap og brensel. Det er et vakkert treslag til møbelvirke, når store nok dimensjoner kan finnes. Frukten, rognebær, brukes en del til dyremat og vin. Under siste krig ble det også laget mye syltetøy av rognebær.

17. Hegg. Prunus padus L.

Engelsk: Birdcherry.

Tysk: Traubenkirsche.

Fransk: Merisier á grappes.

17.1. Utbredelse.

Prunus padus tilhører de treslag som innvandret tidlig i furuperioden. Den er ikke skogdannende, men har betydning som godt letre, særlig nordpå og på Vestlandet hvor den forekommer spesielt ofte i Møre- og Romsdal. Ellers forekommer den over hele landet helt nord til Tanaelva 70° 28' n.br. Den går høyt opp mot fjellet, ofte like høyt som bjørk. På Hardangervidda er den funnet til 1200 m.o.h.

17.2. Størrelse og form.

Prunus padus er et hardført, middels stort tre, i fjelltrakter ofte buskformet. Den trives best på frisk, muldrik og kraftig jord. Ellers kan en legge merke til at den har tidlig lauvspring om våren.

17.3. Bark.

Barken er tynn, brunlig på unge trær, senere grå.

17.4. Vedens egenskaper.

Utseende. Splinten er hvit, ofte bred. Kjerneveden er mørkebrun eller grålig. Karene er ikke synlige. De ligger spredt over hele årringen. Margstrålene er godt synlige. Årringgrensen er ganske tydelig. Veden ligner lønn, men kan skilles fra denne ved at hegg har tydelig farget kjerneved.

Kjemisk sammensetning. Alle Prunus-artene utsondrer en gummiaktig substans når de såres. Det som skjer er at treets vekstlag begynner å lage tynnveggede celler i steden for de tykkveggede som normalt skulle dannes. Og disse tynnveggede cellene desorganiseres totalt: hele celleveggen og innholdet går over til en gummilignende substans.

Dette kan gripe videre inn mot nærliggende celler, og til slutt er det dannet så mye gummislime at det presser seg ut gjennom sprekker i barken.

#### Fysiske egenskaper.

Volumvekt. Veden er litt tyngre enn bjørk.  
Tørrvolumvekten er  $0,62 \text{ g/cm}^3$ .

#### 17.5. Produksjon.

Samlet kubikkmasse: Ca. 1 166 000  $\text{m}^3$ .  
Årlig tilvekst ca. 39 000  $\text{m}^3$ .

#### 17.6. Anvendelsesområder.

På grunn av sin sterke smak og duft har hegg vært anvendt medisinsk på forskjellig vis. Tidligere var det alminnelig å koke låg av heggébark, enten bare på den eller sammen med andre stoffer. Lågen ble brukt mot svuller og hevelser, mot gikt og verkesår. Heggébærene kunne også legges på brennevinn og brukes mot forskjellige sykdommer. Veden brukes til finere snekkerarbeider, brensel, husflid og piperør.

18. Hassel. Córylus avellána L.

Engelsk: European hazel.

Tysk: Hasel, Gemeine Hasel.

Fransk: Noisetier, coudrien.

18.1. Utbredelse.

Córylus avellána er meget alminnelig i Europa. I Harz går den opp til 800 m, i Sveits til 1000 á 1500 m og i Tyrol til 1600 m.o.h. I Norden hører den til de treslag som innvandret i den senere furuperioden sammen med eika, og tilhører egentlig en mildere og varmere klimaperiode. Den finnes ofte i dypere myrslag. I Sverige går den opp til  $63^{\circ} 22'$ , i Finland til  $61^{\circ}$  og i Ural til  $57^{\circ}$  n.br. Hassel er alminnelig over hele det sørlige Norge, og i nord går den opp til Steigen i Nordland. Den trives best på litt tørre, varme steder.

18.2. Størrelse og form.

På Vestlandet vokser den ofte med opprett stamme, ellers vanligvis som stor busk.

18.3. Vedens egenskaper.

Utseende. Veden hos Córylus avellána er gråhvit, ingen forskjell på splint og kjerne. På tverrsnittet er margstrålene og karene ikke synlige. Karene ligger spredt over hele årringen, og årringene er ofte mindre tydelige. Hassel har - i likhet med or - falske margstråler. På tangentialsnittet er margstrålene synlige som mørkere, matte linjer av forskjellig lengde.

Fysiske egenskaper.

Volumvekt. Veden har omtrent samme tyngde som bjørk.

Tørrvolumvekten er  $0,61 \text{ g/cm}^3$ .

Veden er sterk og elastisk.

Brennverdi gran:hassel = 1:1,40.

#### 18.4. Produksjon.

Samlet kubikkmasse: ca. 37 000 m<sup>3</sup>. Årlig tilvekst ca. 1200 m<sup>3</sup>.

#### 18.5. Anvendelsesområder.

Av forstlig betydning har vært at hassel gir utmerkede tønneband. Spesielt på Vestlandet var produksjonen av tønneband fra hassel spesialisert. Som salgsenhet brukte man en bunt, som utgjorde 20 ringer, og det var ikke uvanlig at et småbruk kunne produsere ca. 200 bunter årlig. Virket hadde gjerne en omløpstid på 3 år, men kunne strekke seg opp til 6 - 8 år.

Hassel gir spiselige nøtter. I tidligere tider ble dette tillagt stor betydning. Det kan i denne forbindelse nevnes at det i 1356 ble bestemt avgift for utførsel av hasselnøtter, og i 1561 ble det nedlagt forbud mot å hogge hassel i kongens skoger. Hassel utnyttet videre til hakeskaft, handtak på verktøy, spaserstokker, kurvfletting, husflid, brensel, sponplater og halvkjemisk masse.

19. Lønn. Acer platanoides L.

Engelsk: Norway maple.

Tysk: Spitzahorn, Leinbaum.

Fransk: Erable plane, erable de Norvège.

19.1. Utbredelse.

Acer platanoides finnes utbredt over det meste av Europa. Den opptrer ikke i det sydlige av Italia, i deler av Balkanlandene og på De britiske øyer. I Sverige hvor den kalles "skogslønn", går den i øst til  $63^{\circ}$  n.br., i Finland til  $62^{\circ}$  og i Russland til  $60^{\circ}$  n.br. I Erzgebirge går den opp i 450 m.o.h., i Sveits til 830-1650 m.o.h. og i Böhmerwald til 1188 m.o.h.

Hos oss opptrer Acer platanoides på Østlandet til Fåberg og Storelvdal (Alvdal) ca.  $61\frac{1}{2}^{\circ}$  n.br. og i syd til Spind og Lyngdal. På Vestlandet hvor den først var plantet, men senere selvsådd, går den opp til Romsdal ca.  $62\frac{1}{2}^{\circ}$  n.br. Den er plantet noe i Lofoten og i Troms, men blir her bare buskformig. Den trives best på lune, solvarme steder med god jord, helst kalkholdig.

19.2. Størrelse og form.

Acer platanoides er ikke særlig rasktvoksende, og hører nok så tidlig opp med lengdetilveksten, slik at den kan karakteriseres som et lite tre. En har dog tilfeller hvor den når opp i 22 m. Som frittstående tre får den en utbredt, stor og vakker krone. Men stammeformen er i regelen dårlig.

19.3. Bark.

Barken er lys med noe - men ikke utpreget - skorpebark.

#### 19.4. Vedens egenskaper.

Utseende. Veden hos A. platanoides er gulhvit til gulbrun helt gjennom uten noen tydelig fargeforskjell på splint og kjerne. Kjernen er likevel svakt mørkere enn splinten. Karene er små og spredt over hele årringen. På tverrsnittet er margstrålene synlige som tallrike, glinsende striper eller band.

Årringgrensene er nokså tydelige på tverrsnittet. På radialsnittet er de bare synlige som tynne linjer. Margstrålene sees her som klare, glinsende små flekker, eller band. På tangentialsnittet er margstrålene synlige som meget tallrike, kortere streker, som synes mørkere enn vedmassen omkring. Veden har en fin glans og en fin, jevn struktur.

Kjemisk sammensetning. Saften i stammen inneholder fra 1-2% sukker. Den amerikanske sukkerlønn (A. saccharum), som det utvinnes sukker og sirup av (maple-sirup), inneholder i gjennomsnittet litt over 3% sukker.

#### Fysiske egenskaper.

Volumvekt. Veden er tung. Tørrvolumvekten er 0,52 - 0,65 - 0,80 g/cm<sup>3</sup>. Ved ca. 15% fuktighet 0,56 - 0,69 - 0,84 g/cm<sup>3</sup>.

Vanninnhold, krymping og svelling. Veden krymper middels og må tørkes forsiktig for å unngå sprekker og vridninger. Krymping (middeltall):

	Lengde	Radiært	Tangen- tialt	Volum
I % fra frisk til absolutt tørr . . . .	0,5	4,5	9,0	14,0
I % fra frisk til 15% fuktighet . . . .	0,3	2,5	5,0	8,0



Styrke.

		<u>u ca. 15%</u>
Hardhet	kp/cm <sup>2</sup>	570 - <u>750</u> - 950
Trykkfasthet	"	420 - <u>530</u> - 650
Bøyningsfasthet	"	<u>1170</u>
Skjærfasthet	"	<u>90</u>
Elastisitetsmodul ved bøyningsforsøk	"	113 000

Bearbeidingssegenskaper. Veden er hard, sterk, seig, elastisk, tung å spalte, men spalter rett. Den får fin glans ved polering og fin, blank overflate ved høvling. Ved damping blir veden lett flekket. Veden er meget motstandsdyktig mot slitasje som f.eks. i gulv og trapper. Splinten lar seg lett impregnere, men kjerneveden tar impregnering mindre godt.

Varighet. Veden er fra naturens side mindre varig, og står her i klasse med bjørk, ask og gran.

19.5. Produksjon.

Samlet kubikkmasse: ca. 86 000 m<sup>3</sup>.  
Årlig tilvekst: ca. 3 000 m<sup>3</sup>

19.6. Anvendelsesområder.

De gode styrkeegenskapene gjør lønn velegnet til snekker- og dreiearbeider. Tidligere var det mye brukt til å lage lade-  
stokker og pipeholder av lønn.

Veden passer godt til møbler og finere snekkerarbeider.

Videre er den utmerket til parkett, sportsartikler, finér, vogn- og flyfabrikasjon. I dag går den også inn som råmateriale til sponplater og halvkjemisk masse.

Brennverdien for lønn er god, forholdet gran:lønn = 1:1,50.

20. Lind. Tilia cordata Mill. Synonym: T. ulmifolia Scop.

Engelsk: Lime.

Tysk: Winterlinde.

Fransk: Tilleul.

### 20.1. Utbredelse.

Tilia cordata, til vanlig også kalt vinterlind, er utbredt over hele Europa, men ikke skogdannende unntatt i Russland og Polen. Den regnes for å tilhøre den senere del av furu-perioden, og opptrådte her i Norden sammen med eika. Lind tilhører våre mer sjeldne skogstrær og forekommer helst i den sydlige del av landet. Den har tidligere vært mer utbredt enn nå, og anses for å danne nordgrensen for de mellom-europeiske lauvtreslag.

I Sverige er dens nordgrense i øst ved 63° n.br., i Finland i vest ved 63° 30', i Russland ved 62° 35' og i Ural ved 58° 50' n.br. Her i Norge går den opp til 62° 12' i Nordfjord på Sunnmøre. På Østlandet går den opp til Ørstafjell i Ringebu. Isolerte forekomster skal finnes på Brønnøy i Nordland. Den trives best i berg og ur på solsiden, med varm, gjerne litt tørr jord.

### 20.2. Størrelse og form.

Tilia cordata kan bli opp til 20 m høy og har ofte en god stammeform. Den blomstrer i juli, senest av alle våre ville trær. Den forekommer mest enkeltvis.

### 20.3. Bark.

Barken er svartgrå, holder seg lenge glatt, men blir med alderen sprukken. Den inneholder mye seig bast. På 20-25 cm tykke trær er barkprosenten ca. 13.

#### 20.4. Vedens egenskaper.

Utseende. Veden er spredtporet med lite synlige kar. Splintveden er hvit, i eldre stammer gulhvitt, ofte med et lett rødlig skjær. Kjerneveden er bare svakt mørkere enn splinten, oftest ikke til å skjelne fra denne.

Karene ligger spredt over hele årringen. Årringgrensen er utydlig, men ernoe markert med svakt mørkere ringer i overgangen fra sommerved til vårved. På tverrsnittet er margstrålene synlige. I radialsnittet sees margstrålene som inntil 2 mm høye, glinsende striper og flekker. Veden likner av utseende på bjørk, men er lettere.

Lukt og smak. Både lukt og smak mangler nesten helt.

Anatomi. Karene er smale, 0,06 - 0,07 mm i diameter med skrueformede fortykkelseslister på innerveggene. Karandel ca. 17%. Vedfibrene er ca. 0,9 mm lange. Fiberandel ca. 72%. Margstrålene er homogene, inntil 6 cellerrekker brede og 2 mm høye. Margstråleandel 8-10%. Vedparenkym forekommer i relativt stor mengde, ofte i ubrutte tangentielle bånd. Vedparenkymandel 2-3%.

#### Fysiske egenskaper.

Volumvekt. Tørrvolumvekten er 0,32 - 0,49 - 0,56 g/cm<sup>3</sup>.

Vanninnhold, krymping og svelling. Krymping (middeltall):

	Lengde	Radialt	Tangent- tialt	Volum
I % fra frisk til absolutt tørr . . .	0,3	5,5	9,1	14,9

#### Styrke.

Bøyningsfasthet . . .	1 060	kp/cm <sup>2</sup>
Trykkfasthet . . . .	520	"
Elastisitetsmodul . .	74 000	"
Hårdhet, Janka . . .	330	"

Bearbeidingssegenskaper. Veden kløyves lett, tørker lett og slår seg og sprekker lite. Bearbeidningen med skjærende verk-  
tøy gir rene og glatte snittflater. Veden er lett å beise  
og polere. Derimot blir veden lett flekket ved damping.  
Den tenner og brenner lett. Brennverdi gran:lind = 1:1,1.

Varighet. Vedens naturlige varighet er liten, men noe bedre  
enn bjørk og bøk.

Feil. Frostsprekker forekommer. På nyhogd virke framkommer  
ofte en grønnlig misfarging som skyldes oksydasjon av marg-  
stråle- og parenkymceller på grunn av innholdet av jern- og  
garvestoffer.

#### 20.5. Produksjon.

Samlet kubikkmasse: ca. 155 000 m<sup>3</sup>.  
Årlig tilvekst: ca. 5 000 m<sup>3</sup>.

#### 20.6. Anvendelsesområder.

På grunn av sin homogenitet, bearbeidingssegenskaper, stabili-  
tet og styrke er lindeveden velegnet til en lang rekke formål.  
I Tyskland regnes det for den beste og mest verdifulle veden  
til billedskjæring. Dessuten anvendes det til dreiearbeider,  
modellbygging, skipsmøbler, leketøy, osv. I Tyskland anses  
lindeveden anvendbar til blyanter og fyrstikker. Til halv-  
kjemisk masse er lind velegnet. Barken utnyttes ikke her i  
landet, men i andre land som Russland, spiller den en betydelig  
rolle.

Blomstene inneholder sukker, voks, garvestoff og en eterisk  
olje. De benyttes i medisin og i enkelte land til te.

Videre har blomstene stor betydning for biene og biavlenn.

21. Bøk. Fagus silvatica L.

Engelsk: Beech (European beech).

Tysk: Buche (Rotbuche).

Fransk: Hêtre.

21.1. Utbredelse.

Fagus silvatica forekommer naturlig over hele Europa. Den naturlige nördgrense går fra vest mot øst over England, i Norge ved Bergen, i Sverige ved Mariestad og det vestlige av Väneren. Sydgrensen går gjennom Pyreneene og Sicilia, vestgrensen langs Atlanterhavskysten og østgrensen ved Bosporus og Ukraina. De største bøkeskogarealene finnes i Jugoslavia, Karpaterlandene, Frankrike og Vest-Tyskland. Hos oss har vi bøk vesentlig i Vestfold og nedre Telemark. Det er isolerte forekomster særlig mellom Arendal og Grimstad, og ved Hosanger og Seimsstranda i Alversund nord for Bergen.

21.2. Størrelse og form.

På de beste vekstboniteter kan bøk oppnå høyder på 36-40 m. Gamle, frittstående trær kan bli opptil et par meter i diameter. Formen varierer sterkt, og den får ofte skjev vekst. Skjev vekst hos bøk antas å være arvelig. For å oppnå den beste stammeform forynges bøken helst ved planting.

21.3. Bark.

Barken hos bøk holder seg lenge glatt. Det er bare på meget gamle trær den kan få karakter av skorpebark. Bøkebarken har et høyt innhold av mineralstoffer. Barktykkelsen øker med alderen og avtagende vekstbonitet.

21.4. Vedens egenskaper.

Utseende. Bøkeveden er utpreget spredtporet med liten forskjell mellom vår- og høstved. Den har derfor en svak og utydelig tegning eller struktur. Det sikreste kjennetegn er de høye brunlige margstrålene som på tangentialsnittet framkommer som flekker og på radialsnittet som svakt glinsende bånd.

Splintveden er hvitgul til rødlig. Kjerneveden varierer i farge fra lys rødlig til brunsort. Under lysets påvirkning blir især splintveden mørkere, således at fargeforskjellen mellom splint og kjerne avtar.

Lukt og smak. Splintveden er fri for lukt og smaksstoffer, mens utpreget mørk kjerne ofte inneholder sterkt luktende stoffer.

Anatomi. I anatomisk henseende er veden karakteristisk ved sitt relativt lave innhold av vedfibre eller styrkeceller. Etter tyske undersøkelser inneholder bøk i gjennomsnitt 42% vedfibre, 31% kar, 5% trakeider, 17% margstråler og 5% vedparenkym. Det bør bemerkes at sammensetningen varierer sterkt mellom de enkelte trær, selv innenfor det samme tre. Cellelengdene varierer innenfor vide grenser: kar 0,3 - 0,8 mm, vedfibre 0,6 - 1,3 mm og margstråleceller 0,02 - 0,08 mm. Vedcellene øker i lengden til det dobbelte fra den 5. til den 45. årring.

#### Fysiske egenskaper.

Volumvekt. Veden hos bøk er tung og hard, omtrent samme tyngde som ask. Bøk og ask har det tyngste virke av våre skogdannende treslag.

Tørrvolumvekten for bøk er 0,49 - 0,68 - 0,88 g/cm<sup>3</sup>.

I tverretningen faller tørrvolumvekten normalt fra marg mot bark. I lengderetningen faller tørrvolumvekten vanligvis med stigende høyde opp til 6 - 10 m, for derfra å være konstant eller svakt stigende.

Kjerne- og splintved. Bøkens kjerne betegnes vanligvis som rødkjerne ut fra den tidligere oppfatning at det dreide seg om en "falsk kjerne", dvs. at bøken under optimale vekstvilkår ikke skulle danne kjerne. De senere års forskning har imidlertid vist at bøkens kjerne må betraktes som normal. Kjernen er rødbrun, varierende fra lys rødlig til sortbrun. Den ligger normalt sentralt i tverrsnittet med en uregelmessig bølget grenselinje mot splintveden.

Vanninnhold, krymping og svelling. Da forskjellen mellom splintens og kjernens vanninnhold ikke er stor, kan man i grovt gjennomsnitt regne bøkens råvekt til 1000-1100 kg/m<sup>3</sup>. Som følge av den høye tørrvolumvekten og mangel på kjerne- stoffer i celleveggene, har boken en meget stor krymping. Fra helt frisk til helt tørr tilstand er krympingen:

Lengde: 0,3% - Radiært: 5,8% - Tangentialt: 11,8% - Volum: 17,9%.

Styrke.

	<u>Minimum</u>	<u>Middel</u>	<u>Maximum</u>
Elastisitetsmodul kp/cm <sup>2</sup>	100 000	160 000	180 000
Trykkfasthet, langs."	410	620	990
- " - rad. "		115	
- " - tang. "		50	
Bøyningsfasthet "	740	1 230	2 100
Hardhet "	540	780	1 100

Bøk har meget høy slitestyrke. På grunn av sin homogenitet er bøkevirke mindre avhengig av sliteflatens orientering i forhold til årringen enn virke fra de fleste andre treslag.

Varighet. Bøk hører til gruppen av våre minst varige tresorter. I kontakt med jord ligger varigheten for splintveden under 5 år, men kjerneveden har betydelig større varighet, ofte det dobbelte. Under vann har bøk en meget stor varighet, kanskje over 500 år. I de senere år er man blitt oppmerksom på at vannmettet bøk kan angripes sterkt av overflateråte (Softrot, Moderfäule), som skyldes visse sekksporesopper (Ascomycetes). Angrep av overflateråte nedsetter vedens styrke sterkt, selv før det er skjedd vesentlig vekttap. Overfor Teredo og Linnoria (peleorm ogpelekrep) er bøk mere motstandsdyktig enn våre bartreslag og vanligvis litt mer motstandsdyktig enn eik og ask.

Kjernefri bøk er en av de best egnede tresorter til impregnering med såvel kreosot som vannopløselige impregneringsmidler, idet en relativt lett oppnår en fullstendig og homogen gjennomtrengning såvel ved "full-cell"- som "sparemetoden". Ved fullimpregnering med kreosot er opptaket 325-300 kg/m<sup>3</sup>, og ved sparemetoden ca. 145 kg/m<sup>3</sup>.

#### 21.5. Produksjon.

Samlet kubikkmasse: ca. 230 000 m<sup>3</sup>.  
Årlig tilvekst: ca. 8 000 m<sup>3</sup>.

#### 21.6. Anvendelsesområder.

Bøkevedens gode styrkeegenskaper, dets homogenitet, mangel på lukt og smak, impregnerbarhet, gode bearbeidingssegenskaper og høye brennverdi gjør den velegnet til en lang rekke anvendelser.

Begrensningen ligger i dens forholdsvis store krymping og hygroskopisitet, og til dekorativ anvendelse har den en lite heldig farge og manglende struktur.

Sponplater. Selv om det er mulig å framstille gode sponplater av bøk, foretrekker fabrikkene i Europa å bruke bløtere tresorter, da disse gir en sterkere og mer homogen plate. I Tyskland bruker flere fabrikker innblanding av bøk på opptil 50% fordi det ikke kan skaffes tilstrekkelige mengder bløtt tre til rimelige priser.

Parkett. Flere danske fabrikker har spesialisert seg på produksjon av bøkeparkett. Bøkeparkettfabrikasjonen i Danmark avtar nå godt over 20% av landets totale bøkehogst. Norge er i dag en stor avtager av bøkeparkett.



22. Eik.

A. Sommereik. Quercus robur L. Synonym: Quercus pedunculata Ehrh.

Engelsk: European oak.

Tysk: Stieleiche, Sommereiche.

Fransk: Chêne pédonculé.

B. Vintereik. Quercus petraea (Matt) Liebl.

Synonym: Quercus sessiliflora Salisb.

Engelsk: Durmast oak.

Tysk: Traubeneiche, Wintereiche.

Fransk: Chêne rouve.

22.1. Utbredelse.

Quercus robur forekommer i størstedelen av Europa. I syd går den til Spania og Sicilia. I øst når den til Ural, Kaukasus og Lilleasia. Av de to artene går Quercus robur lengst mot nord, i Russland ved Ladoga-traktene til 61° n.br. Quercus petraea har samme utbredelse i vest, og i syd går den til Syd-Italia og Nord-Spania, men går ikke så langt øst som Quercus robur. Spesielt opptrer Quercus robur i Donaulandene hvor det finnes rene bestand på opptil 40 000 ha. Hos oss har vi begge artene ofte i blanding. Quercus robur finnes som oftest på Østlandet opp til 60° 45' n.br. ved Mjøsa og på Vestlandet opp til Romsdal. Quercus petraea er mere et kysttre og forekommer gjerne i Kragerø/Risør-traktene og ned til Mandal. Ca. 95% av det samlede treforråd er begrenset til Vestfold, Telemark, Aust- og Vest-Agder. I Aust-Agder og Vest-Agder har vi ca. 68% av kubikkmassen. Men spredte forekomster finnes også i Østfold, Akershus, Buskerud, Rogaland, Hordaland, Sogn og Fjordane. På Sørlandet går den opp til ca. 500 m.o.h.

22.2. Størrelse og form.

På de beste boniteter kan Quercus robur nå høyder på opptil 35 m. Quercus petraea når ikke høyder over 30 m. Diameteren kan på meget gamle, frittstående eiker komme opp i 3 m i brysthøyde.

Formen er sterkt varierende fra lavkronede, krokete og knudrete natureiker til kulturskogens høystammede og rette elite-eiker. Proveniensen spiller en stor rolle for eikas form, men også jordbunn, klima og behandling er avgjørende for en tilfredsstillende utvikling.

### 22.3. Bark.

Inntil en alder av 15-20 år er barken glatt og glinsende med en lys grålig farge. Deretter dannes en utpreget skorpebark med langsgående, uregelmessige furer. Det har ofte vært hevdet at det er en sammenheng mellom barkens tykkelse og vedens kvalitet, men tyske undersøkelser har vist at det ikke er noen sammenheng mellom barkens tykkelse og struktur på den ene side og vedens egenskaper på den andre. Eikebarkens tykkelse varierer rettlinjert med diameteren. Ifølge danske undersøkelser kan det regnes med følgende tall for barktykkelse i brysthøyde:

Diameter på bark, cm	10	20	30	40	50	60	70
Barktykkelse, mm . . .	5,0	7,5	9,5	12,0	14,5	16,5	19,0
Barkprosent . . . .	19,0	14,3	12,3	11,7	11,2	10,7	10,6

Eikebarkens garvestoffinnhold avtar med stigende barktykkelse fordi den "utvaskes" av den døde skorpebarken. Det kan regnes med følgende garvestoffinnhold:

Speilbark . . . . .	16 - 20 %
Mellombark . . . . .	10 - 14 "
Skorpebark, avpusset . .	8 - 13 "
Skorpebark, ikke avpusset	5 - 8 "

Det er neppe noen forskjell på garvestoffinnholdet i de to eikeartenes bark. Når barken hos Quercus petraea foretrekkes av garvere, kan dette skyldes at denne art forekommer på varme lokaliteter, og garvestoffmengden påvirkes sterkt av temperaturen.

#### 22.4. Vedens egenskaper.

Vedens utseende. Eika har utpreget ringporet ved med mange og store kar i vårvedsonen. Quercus robur har kar med et elliptisk tverrsnitt mens karene hos Quercus petraea er nesten sirkelrunde. Veden hos de to artene adskiller seg videre ved at Quercus robur har flere (4-5) karrekker i vårvedsonen og at de går jevnere over i høstvedsonen, mens Quercus petraea har færre karrekker i regelen 2-3, i vårvedsonen, og grensen mellom vår- og høstved trer tydeligere fram. De trakeidale celler hos Quercus robur er i høstveden bredere og mer uskarpe i begrensningen enn hos Quercus petraea hvor de er ordnet i smale, tydelig radially forløpende striper. Disse kjennetegn er tydelige i ved med brede årringer. Når årringene er under 1 mm brede, sees forskjellen ikke mer. Hos begge artene er margstrålene opp til 1 mm brede og flere cm høye og derfor meget tydelige, spesielt på radialsnittet, hvor de framkommer som brede, glinsende bånd. Splintveden hos eika er gulaktig til lys grå. Fargen på kjerneveden kan veksle sterkt fra lys gulbrun til brunrød. Fargen er bl.a. sterkt påvirket av innholdet av mineralstoffer.

Lukt og smak. Nyhogd eikeved har en karakteristisk og meget sterk lukt, som stammer fra kjernens garvestoffinnhold. Da garvestoffet er lett oppløselig i vann, selv etter tørking, beholder eikeveden sin smak av garvesyre som gjør den uegnet til emballasje for en rekke varer, men til gjengjeld spesielt velegnet til vinfat.

Anatomi. Karakteristisk for eikeveden er de store karene, opptil 0,4 mm i diameter. Fibrene er litt lengre enn hos bøk, 0,6 - 1,6 mm mot 0,6 - 1,3 mm. Det innbyrdes mengdeforhold mellom de forskjellige celletyper varierer sterkt med årringbredde, alder og muligens proveniens. Med avtagende årringbredde tiltar karandelen. Meget smale årringer består således nesten bare av kar, trakeidale celler og margstråler, mens brede årringer kan inneholde opp til ca. 75% vedfibre.

Ved med brede årringer er derfor tung, hard og sterk, mens ved med smale årringer overveiende består av vårved som er mer homogent oppbygd. Det bør nevnes at denne ved er best egnet til finér. I Tyskland og Frankrike og andre land som har en betydelig produksjon av finéreik, ansees ved med årringbredde på over 2 mm for uegnet til finér som skal ha høy kvalitet. Grunnen til kravet om smale årringer i finér er dels at man anser strukturen i smalringet ved for å være den peneste og dels at ved med brede årringer ofte skaper vanskeligheter for en tilfredsstillende oppskjæring, idet fineren knekker i vårvedsonen på grunn av høstvedens større stivhet. Spesielt brede og tykke margstråler som finnes i ved med brede årringer, fører til opprivning av finéren, når det skjæres mot disse.

Eikas kjernedannelse består dels i tylldannelse i karene, dels i dannelse av kjernestoffer og da vesentlig garvestoffer, som i kjerneveden forekommer i en mengde av opp til 10% av tørrvekten. I gjennomsnitt regner en med ca. 7% garvestoffer i kjerneveden, mens splintveden bare inneholder ca. 1%. Kjerner-dannelsen begynner normalt ved 5-6 cm tykkelse, slik at hurtigvoksende trær tidligere får kjerne enn saktevoksende.

Kjemisk sammensetning. Vedens kjemiske sammensetning varierer sterkt etter vekstvilkår, alder og proveniens. Følgende gjennomsnittstall i prosent kan oppgis:

	<u>Cellulose:</u>	<u>Lignin:</u>	<u>Vedpolyoser:</u>
<u>Quercus robur</u>	40,9	28,6	18,6
<u>Quercus petraea</u>	42,8	24,9	25,5

Av disse tall må man ikke slutte at fordelingen mellom de to eikearter alltid ser slik ut. Imidlertid er det påvist at Q. petraea for samme årringbredde er tyngre og hårdere enn Q. robur, og derfor har større innhold av vedfibre. Innholdet av cellulose hos Q. petraea bør derfor være høyere enn hos Q. robur.

Fysiske egenskaper.

Volumvekt. Det oppgis samme tørrvolumvekt for de to eikearter, nemlig: 0,30 - 0,65 - 0,93 g/cm<sup>3</sup>. Men det er en betydelig forskjell på de to eikearters tørrvolumvekt ved årringbredder over ca. 1,5 mm. Dette framgår av følgende tall:

Årringbredde mm.	Tørrvolumvekt i g/cm <sup>3</sup>	
	<u>Q. petraea</u>	<u>Q. robur</u>
0,8	0,590	0,590
1,2	0,670	0,644
1,6	0,712	0,670
2,0	0,742	0,680

Vanninnhold, krymping og svelling. Rå eikeved veier ca. 1000 kg/m<sup>3</sup>. Splintens vanninnhold er normalt litt høyere enn kjernens. Fibermetningspunktet ligger på ca. 23-25%. Krymping (middeltall):

	Lengde	Radiært	Tangen- tialt	Volum
I % fra frisk til abs. tørr	0,4	4,0	8,0	13,0

Kjernevedens krymping er noe mindre enn splintens da kjerne-  
stoffene opptar noe av vannets plass i celleveggene.

Styrke. Middeltall for de to eikesorter:

	<u>Q. robur</u>	<u>Q. petraea</u>
Elastisitetsmodul kp/cm <sup>2</sup>	117 000	130 000
Bøyningsfasthet "	880	1 100
Trykkfasthet "	610	650
Strekfasthet "	900	900
Hårdhet, Janka "	650	690

Slitestyrken er god. Tyske undersøkelser viser for ubehand-  
let ved følgende relative tall for slitestyrken:

Furu 0,6    Bøk 1,6    Eik 1,8

Bearbeidingssegenskaper. Rettvokst eik gir høvlet en glatt flate. Uregelmessig fiberforløp f.eks. rundt kvist, vil ofte gi anledning til opprivninger. Eik egner seg spesielt godt til dampbøyning ved ca. 25% vanninnhold. Veden egner seg godt for maling, voksing, oljing etc. Limeegenskapene er gode. Det er bare splintveden som lar seg impregnere.

Varighet. Kjernevedens naturlige varighet er god. I kontakt med jord regnes varigheten fra 12-16 år. Jern korroderes sterkt av eiekved, derfor må man galvanisere nagler, skruer og bolter som brukes i forbindelse med eikeved.

Feil. Kvist av enhver art og størrelse er normalt sterkt kvalitetsforringende. Selv små kvister etter de tynneste vannris tolereres ikke i god finér. Uregelmessig fiberforløp vil være kvalitetsforringende med mindre det gir en god dekorativ virkning, hvilket ofte kan være tilfelle. Reaksjonsved er ikke vanlig. Indre sprekkdannelse er alminnelig hos eik. Disse feil kan i verste fall ødelegge veden så mye at den kun kan brukes til brensel.

#### 22.5. Produksjon.

Samlet kubikkmasse: Begge arter tilsammen ca. 1 600 000 m<sup>3</sup>.  
Årlig tilvekst: Ca. 56 000 m<sup>3</sup>.

#### 22.6. Anvendelsesområder.

Eika er et av våre mest verdifulle lauvtreslag. Veden er sterk, holdbar og har en pen struktur. Strukturen gjør den anvendbar til møbler, parkett, dører, trapper og finér. Virkets holdbarhet gjør det spesielt egnet til skips- og båtbygging, trekonstruksjoner under vann og i kontakt med jord, og videre til fat og tønner.

Styrken er av betydning for redskaper, eiker i hjul, vogner, innredning av jernbanevogner o.l.

Til kjemisk utnyttelse kan nevnes garvesyreframstilling. Derimot egner eikeveden seg dårlig til halvkjemisk masse på grunn av garvesyreinnholdet.

For framtiden kan en regne med at eik av høy kvalitet til finér og møbelframstilling alltid vil være lettselgelig til gode priser. Eikedyrkingens økonomi må derfor baseres på en utpreget kvalitetsproduksjon. Bruk av dårligere kvaliteter til sponplater blir undersøkt.

23. Ask. Fráxinus excélsior L.

Engelsk: Common ash.

Tysk: Esche.

Fransk: Fréne.

23.1. Utbredelse.

Fráxinus excélsior forekommer spredt over hele Europa og særlig i Ungarn og Slovenia hvor den kan opptre i rene bestand. Hos oss er den mest utbredt på Østlandet og Sørlandet og mot nord til Leksvik ved Trondheimsfjorden. På Østlandet går den til samme breddegrad som i Sverige, nemlig til 61<sup>o</sup> n.br. Plantet finnes den lengre nordover helt til Tromsø.

23.2. Størrelse og form.

Fráxinus excélsior er meget rasktvoksende inntil ca. 30 års alderen, og får fullt utviklet en regelmessig og vakker krone. I velskjøttede bestand får asken slank, kvistren stamme. Treet kan bli opp til 25 m høyt. Den fins gjerne enkeltvis og holtvis. I alderen mellom 40 og 60 år kalles den gjerne "grønnask".

23.3. Bark.

På eldre trær er barken gjerne furet, særlig på langs, men også på tvers. Barken har et høyt innhold av mineralstoffer. Det oppgitte tall er 4,1%, hvorav 80% er CaO og over 8% er K<sub>2</sub>O. Parenkymcellene har et høyt innhold av kalsiumoxalatkrystaller. Barkprosenten er 12-14.

23.4. Vedens egenskaper.

Utseende. Splinten er lys gulig til noe rødlig. Kjerneveden er lysebrun. I frisk tilstand skiller den seg ikke vesentlig fra splinten. Senere blir kjerneveden mørkere. Veden er utpreget ringporet med store kar i vårvedsonen som er lett synlige, mens de i sommerveden er små og fåtallige og vanskelige å se. Margstrålene er tallrike, men små og neppe synlige.

Vårveden er lysere og i brede årringer er den smalere enn sommerveden. Denne forskjell i bygning mellom vår- og sommerved gjør at årringene trer tydelig fram. På radialsnittet viser de store vårvedkarene seg som lange, smale furer, og på tangentialsnittet som kortere furer. Veden har tydelige tegninger.

Lukt og smak. Lukt og smak mangler nesten fullstendig.

Anatomi. Årringbredden har en avgjørende innflytelse på høstvedprosenten ved at stigende årringbredde gir stigende høstvedprosent. De enkelte cellearters andel i et tverrsnitt varierer meget ulikt som følge av nevnte variasjon i høstvedprosenten. Følgende tall angir celleartens andel i tverrsnittflaten:

	<u>Min.%</u>	<u>Middel %</u>	<u>Maks.%</u>
Kar . . . . .	3,3	12,5	34,6
Vedfibre . . .	45	63	73
Vedparenkym . .	5,7	10,6	15,1
Margstråler . .	12,6	16,2	22,0

Vedparenkymet omslutter karene, spesielt karene i høstveden, som regel i form av et cellelag tykk kappe. Margstrålene er som oftest fra 1 til 5 cellelag brede og 8 til 15 celler høye. Vedens innhold av kar spiller en meget stor rolle for dens tekniske egenskaper som følgende tall viser:

Karenes flateandel i %			Tørr- volum- vekt	Trykk- fasthet kp/cm <sup>2</sup>	E-modul kp/cm <sup>2</sup>	Slagbrudd- fasthet kpm/cm <sup>2</sup>
Vårved	Høstved	I alt				
14,8	0,9	15,7	0,64	1 030	126 000	1,70
17,6	0,6	18,2	0,71	1 050	157 000	0,87
33,7	1,3	35,0	0,55	808	82 000	0,25

Fiberlengden stiger med alderen fra 0,6 mm til ca. 1,4 mm og faller med høyden over bakken fra ca. 1,4 mm til ca. 0,8 mm.



Kjemisk sammensetning. Man regner med gjennomsnittlig 44,5% cellulose, 23,8% pentosaner og 21-30% lignin i askeved. Selv om forsøksresultatene varierer noe, ligger innholdet av mineralstoffer høyt. For 3-årig ask er det funnet 2,26% aske. En annen undersøkelse viser 1,3% aske i eldre ved og en tredje undersøkelse svingninger mellom 0,5 og 1,0%.

Kalciuminnholdet er spesielt høyt, idet CaO utgjør godt 60% av renasken mot 40% som er toptall for våre andre skogstrær.

Fysiske egenskaper.

Volumvekt. Det er liten forskjell i tørrvolumvekten hos eik og ask. Tørrvolumvekten hos ask oppgis med følgende tall: 0,41 - 0,65 - 0,82 g/cm<sup>3</sup>. Årringbredden er ikke alltid et tilstrekkelig grunnlag for å bedømme tørrvolumvekten, men den gir visse holdepunkter. Ved årringbredder under 0,75 - 1,50 mm kan omfatte nesten den totale tørrvolumvektvariasjon, men sannsynligheten for en lav tørrvolumvekt er stor. I området fra 2-3 mm forekommer den tyngste veden, men spredningen kan være stor slik at for å utelukke de laveste tørrvolumvektene må man gå over 4 mm årringbredde. Askens tørrvolumvekt tiltar med høyden over bakken, slik at den høyeste tørrvolumvekten nesten alltid finnes i kronen.

Vanninnhold, krymping og svelling. Av alle våre lauvtre-sorter har asken det laveste vanninnhold i frisk tilstand, vanlig noe rundt ca. 50%. Det er også en gammel erfaring at "grønnask brenner godt". Krymping (middeltall):

	Lengde	Radiært	Tangen- tialt	Volum
I % fra frisk til absolutt tørr . . .	0,2	5,5	8,0	13,5

Styrke. Veden er hard og seig. Den har de beste tekniske egenskaper av alle våre lauvtreslag.

	<u>Minimum</u>	<u>Middels</u>	<u>Maksimum</u>
Elastisitetsmodul $\text{kp/cm}^2$	43 000	134 000	181 000
Trykkfasthet "	200	440	680
Strekfasthet "	749	1 760	2 929
Bøyningsfasthet "	490	1 020	1 780
Torsjonsfasthet "	138	186	235
Hardhet "	410	755	1 150
Slagbruddfasthet $\text{kpm/cm}^2$	0,07	0,75	2,45

Når ask blir foretrukket til spesielle anvendelser som til skafter, sportsartikler o.l., ligger det som det framgår av den samlede oversikt over tresortenes styrkeegenskaper, ikke alene i de rene styrkeegenskapene, men i en kombinasjon av disse, og den måten veden oppfører seg på under bruddbelastningen.

Av viktighet er at ask har: 1) en stor gjennomfjæring i veden, dvs. en stor formforandring innenfor elastisitetsgrensen, 2) en usedvanlig stor seighet, dvs. at en bjelke kan yte en betydelig motstand mot forandring etter at bruddbelastningen er passert, 3) en stor torsjonsfasthet og 4) en meget høy slagbruddfasthet.

Bearbeidingssegenskaper. Selv om veden er seig, er den vanligvis lett å bearbeide. Ask egner seg godt til dampbøyning, når den er rettvokst og fri for kvist. Veden er middel tung å spalte, men spalter som oftest rett. Veden får en fin overflate ved høvling, og tar polering godt. Den krever forsiktig tørk hvis sprekker skal unngås. Veden er meget slitesterk, f.eks. til gulvbelegg og trapper. Impregnering er mulig.

Varighet. Veden er lite varig i kontakt med jord og i fuktig luft. Askeveden ligner i så måte bjørk, lønn og bøk. Derimot er veden meget motstandsdyktig overfor syrer og baser sammenlignet med andre lauvtreslag.

Feil. Hvis man skal oppnå høy pris for askevirket, stilles det strenge krav til form, kvistrenhet og rettvoksethet. Formen kan variere sterkt. Oppkvistingen bør for å unngå misfarging, skje naturlig, men forsiktig kunstig kvisting kan gjennomføres. Virke som er fritt for råte og barkinnvoksing og har en noenlunde størrelse, vil oppnå meget høye priser til finér.

### 23.5. Produksjon.

Samlet kubikkmasse: ca. 204 000 m<sup>3</sup>. Årlig tilvekst: ca. 7 000m<sup>3</sup>.

### 23.6. Anvendelsesområder.

I likhet med bjørk og eik er ask et av våre mest verdifulle lauvtrær.

Til skipsbygging anvendes ask av høy kvalitet. Forbruket faller på kystkuttere, småbåter, kanoer, o.l., hvor ask anvendes til spanter, ribber og lister.

Til møbler er anvendelsen av ask meget motepreget, slik at forbruket varierer sterkt.

Redskaper. Blant våre innenlandske tresorter er ask den beste til skafter. Den overgås på dette området kun av hickory. Det kreves rettvokst og sterk ved med minst skaftelengdens avstand mellom kvistene.

Videre brukes ask til trapper, parkett, tur- og sportsartikler, finére kasser, fat og tønner.

Kjemisk utnyttelse. Askeveden kan nyttes til cellulose- og halvkjemisk masseframstilling. Celluloseutbyttet regnet i forhold til vekten, er lavt.

24. Vanlig alm. Ulmus glabra Huds. Synonym: Ulmus montana Stokes., Ulmus scabra Mill.

Engelsk: Wych elm, Mountain elm.

Tysk: Bergulme, Ruster.

Fransk: Orme de montagne.

#### 24.1. Utbredelse.

Ulmus glabra forekommer naturlig i det meste av Europa. Den er meget utbredt i Frankrike, men treet er ikke skogdannende. I Sverige, hvor man mener den er kommet over til Jemtland fra Norge, går den opp til ca. 63° n.br. I Finland til 62° n.br. og i Russland til 60° n.br. Hos oss finnes den spredt, mest i det sydlige av landet, særlig rundt Oslofjorden. Ulmus glabra var. montana vokser særlig på Vestlandet og nordover til Beiarn. Ulmus campes'ris eller parkalm, er plantet hos oss.

#### 24.2. Størrelse og form.

Ulmus glabra kan hos oss bli opp til 20 m høy. Den forekommer helst enkeltvis i annen skog. Stammeformen er i regelen god, og den renses seg godt for kvist i sluttede bestand.

#### 24.3. Bark.

Barken ligner meget eikebark med dype langsgående furer. Fargen er vanligvis mørk, men veksler sterkt med voksested og eksponering. Barken kan anvendes til garving og gulfarging. Ekstraktstoffer av barken brukes i medisinen. Innholdet av bastfibre er stort og de er tidligere blitt brukt til binde-materiale og tauverk.

#### 24.4. Vedens egenskaper.

Splinten er oftest bred med gulhvit farge. Kjernevedens farge varierer sterkt fra lysebrunt til rødlig og fra orange til sjokoladebrunt. Grønnlige striper og flekker forekommer ofte. Kjerneveden følger ikke årringgrensen, slik at kjernen ofte har en meget uregelmessig form. På tverrsnittet ses store kar i vårveden.

De er betraktelig større enn sommervedens kar som ikke er synlige. Derved blir årringgrensen tydelig. På grunn av de store kar som er samlet i vårveden, tilhører alm sammen med eik og ask de ringporete treslagene. Særlig karakteristisk for almeveden er at høstvedens kar, som er omgitt av lyse parenkymceller, er ordnet i mindre rekker eller flekker og trer fram som tangentialløpende lyse bølgelinjer. På tverrsnittet er margstrålene vanskelig å se. På radialsnittet trer margstrålene fram som glinsende, lysebrune, korte bånd eller flekker mellom den lysere grunnmasse. Bølgelinjene som ses på tverrsnittet, er på radialsnittet synlige som likeløpende, fine linjer. På tangentialsnittet er bølgelinjene synlige som siksaklinjer, litt mørkere enn grunnmassen omkring. Veden har fine tegninger og er ofte flammet.

Anatomi. Alm er blant de av våre lauvtreslag med de lengste vedfibre, nemlig fra 0,9-2,4 mm. Karene i vårveden er som nevnt, store og til dels fylt med tyller.

Fysiske egenskaper.

Volumvekt. Tørrvolumvekten oppgis å være: 0,44-0,64-0,82 g/cm<sup>3</sup>.

Vanninnhold, krymping og svelling. Frisk ved er meget vannrik og tørker sent. Krymping (middeltall):

	Lengde	Radiært	Tangen- tialt	Volum
I % fra frisk til absolutt tørr . . . . .	0,3	4,6	8,3	13,2

Styrke.

Elastisitetsmodul . . . . .	110 000	kp/cm <sup>2</sup>
Bøyningsfasthet . . . . .	890	"
Trykkfasthet . . . . .	560	"
Strekfasthet . . . . .	800	"
Hårdhet (Janka) . . . . .	640	"

Bearbeidingssegenskaper. Bearbeidingssegenskapene er gode, omtrent som hos ask. Veden lar seg forholdsvis lett bøye ved damping. Seigheten og kløyvstyrken er meget stor, slitestyrken er god - omtrent som hos eik. Veden bør tørkes litt forsiktig for å unngå sprekker og vridninger. Ved polering får veden en fin glans. Veden er meget slitesterk f.eks. i gulv og trapper.

Varighet. Veden er meget varig i jord og under vann.

Feil. Frostsprekker kan forekomme hyppig. Vridd vekst er alminnelig. De forannevnte grønne striper og flekker som forekommer i kjerneveden, er for de fleste anvendelser en alvorlig feil.

#### 20.5. Vedens behandling.

Uskåret virke tåler ikke lengre tids lagring. Det oppstår lett endesprekk og ved uttørking av endeflatene får en lett gråning og grønnfarging. Tørkingen bør foretas langsomt, og stablene opplegges omhyggelig, og virket bør helst ligge under trykk for å unngå vridning. Margplanker bør ikke forekomme.

#### 24.6. Produksjon.

Samlet kubikkmasse: ca. 49 000 m<sup>3</sup>. Årlig tilvekst: ca. 1 700 m<sup>3</sup>.

#### 24.7. Anvendelsesområder.

Alm er et utmerket møbelvirke, men etterspørselen til denne anvendelse er sterkt varierende, antagelig fordi den karakteristiske noe uvanlige farge gjør alm til et utpreget motetre. Til gulvbord egner alm seg godt, men også til dette formål er etterspørselen varierende.

På grunn av sin gode styrke og seighet anvendes alm til redskapsskafter, geværkolber, hockeykøller, hjulnav, dreietre o.l. Almens styrke og gode naturlige holdbarhet gjør den velegnet til konstruksjoner som har kontakt med jord, og til skips- og båtbygging

Særlig høye priser kan oppnås for alm til finér og dreiearbeider.

LITTERATUR.

- ALDRIDGE, F. and HUDSON, R.H. 1955. Growing quality softwoods. Quart. f. For. 49: 109-114.
- ANDERSEN, K.F. og MOLTESEN, P. 1955. Teknologiske undersøkelser af bølgeved. Rumvægten og dens variationer. Dansk Skovf. Tidsskr. 40: 592-611.
- ANDERSON, S. 1967. Kvistningsundersøknings II. Grönkvistning av tall. Skogshögskolan. Inst.f. skogsproduktion, Rapp. och Upps. 15.
- ARNOLD, F.H. 1932. The Influence of Spacing upon Branches and Knot Development in Pure Plantations of White, Red and Scotch Pine. Forest.Prod.Lab.prog. 259-273. N.Y.Call. of Forestry.
- BAILEY, A.J. 1936. Lignin in Douglas Fir. Composition of the middle lamella. Industrial and Engineering Chemistry 8: 52-55.
- BISSET, I.J.W., DADSWELL, H.E. and WARDROPE, A.B. 1951. Factors influencing tracheid length in conifer stems. Austr. For. 15 (1).
- BORNEBUSCH, C.H. 1940. Udhugningens betydning for bøgeskovens udformning og dens værditilvækst. Dansk Skovf. Tidsskr. 25: 261-320.
- BOUTELJE, J.B. 1966. On the anatomical structure, moisture content, density, shrinkage, and resin content of the wood in and around knots in Swedish pine (Pinus silvestris L.), and in Swedish spruce (Picea abies Karst.). Svensk Papperstidn. 69: 1-10.

- BOUTELJE, J. 1968. Juvenile wood, with particular reference to northern spruce.  
Svensk Papperstidn. 71: 581-585.
- BRAATHE, P. 1952. Planteavstandens virkning på bestandsutvikling og masseproduksjon i granskog.  
Det norske Skogforsøksvesen Medd. 11: 429-469.
- BRAATHE, P. 1953. Undersøkelser over utviklingen av glissen gjenvekst av gran.  
Det norske Skogforsøksvesen, Medd. 12: 209-301.
- BRAATHE, P. og OKSTAD, T. 1964. Omsetning av trevirke basert på veiling og tørrstoffbestemmelser.  
Det norske Skogforsøksvesen, Medd. 20: 1-64.
- BRANTSEG, A. 1963. Et gjødslingsforsøk i furuskog.  
Norsk Skogbruk 1, 18-22.
- BRANTSEG, A. 1969. Furu sønnafjells. Produksjonstabeller.  
Det norske Skogforsøksvesen, Medd. 26: 291 s.
- BROWN, E.L. and KLEIN, J. 1960. Observations on inheritance of wood specific gravity in seedling progeny of Loblolly pine. Journal of Forestry 59: 898-899.
- BUIJTENEN, J.P. van 1967. Quality control begins in the woods. Proc. IV. Forest Biol.Conf. TAPPI, 102-110.
- BURGER, H. 1947. Holz, Blattmenge und Zuwachs.  
Anst.f.d. forstl. Versuchsw. 25: 211-279,
- BURGER, H. 1951. Holz, Blattmenge und Zuwachs. XI.  
Mitteilung Die Tanne. Mitt. schweiz. Anst. f.d. forstl. Versuchsw. 27: 247-286.



- BURGER, H. 1953. Holz, Blattmenge und Zuwachs. XIII.  
Mitt. Fichten im gleichalterigen Hochwald.  
Mitt. schweiz. Anst. f.d. forstl. Versuchsw.  
29: 38-130.
- BYRD, V.L., ELLWOOD, E.L., HITCHINGS, R.G. and BAREFOOT, A.C.  
1956. Wood characteristics and kraft paper  
properties of four selected loblolly pines.  
II. Wood chemical constituents and their rela-  
tionship to fiber morphology.  
Forest Prod. J. 15: 313-320.
- BØRSET, O. 1947. Valg av planteavstand.  
Tidsskr. f. skogbruk 12: 315-332.
- CHEVANDIER, de, VALDROME, E. et WERTHEIM, G. 1948. Memoire  
sur les proprietes mecaniques du bois.  
Bachelier Imprimeur - Libraire.
- CHOWDHURY, A. 1931. Anatomical studies of the wood of a  
hybrid larch. J. For. 29: 797-805.
- CUNO, J.B. 1939. An Analysis of the Knots in Secondgrowth  
Loblolly-Pine Trees as they appeared in Boards  
Sawn from the Logs.  
Forest Prod. Lab. prog. 260-262 c.l., Madison, USA.
- DAHM, H.P. 1960. Virkeskvalitetens betydning ved massefrem-  
stilling. Norsk Skogindustri 14: 92-95.
- DIETRICHSON, J. 1964. Proveniensproblemet belyst ved studier  
av vekstrytme og klima.  
Det norske Skogforsøksvesen, Medd. 19: 497-656.
- DINWOODIE, J.M. 1965. The relationship between fiber morpho-  
logy and paper properties: a review of literature.  
TAPPI 48: 440-447.

- DINWOODIE, J.M. 1966. The influence of anatomical and chemical characteristics of softwood fibers and the properties of sulphate pulp. TAPPI 49: 57-67.
- ECHOLZ, R.M. 1958. Variation in tracheid length and wood density in geographic races of Scotch pine. Yale University School of Forestry, Bull. No. 64.
- EIDE, E. og LANGSÆTER, A. 1941. Produksjonsundersøkelser i granskog. Det norske Skogforsøksvesen, Medd. 7: 355-457.
- EKLUND, B. 1954. Årringbreddens klimatiskt betingade variation hos tall och gran inom norra Sverige åren 1900-44. Skogforsk. inst. Medd. 448: 1-50.
- ELWOOD, E.L. 1967. Identification of causal relationships between fiber and sheet properties. Proc. IV. Forest Biol. Conf. TAPPI, 220-231.
- ERDTMAN, H. 1939. Die phenolischen Inhaltsstoffe des Kiefern-kernholzes, ihre physiologische Bedeutung und hemmende Einwirkung auf die normale Aufschliessbarkeit des Kiefern-kernholzes nach dem Sulfitverfahren. Liebig's Annalen der Chemie 539: 116-127.
- ERICKSON, H.D. and LAMBERT, M.B. 1958. Effects of fertilization and thinning on chemical composition, growth, and specific gravity of young Douglas-fir. Forest Science 4: 307-315.
- ERICSON, B. 1960. Studier över den ärftliga volymviktsvariationen hos tall och gran. Inst. för skogsproduktion. Skogshögskolan Rappt. och Uppsatser 4: 1-32.
- ERICSON, B. 1962. Diskusjonsinnlegg ved Svenska Skogvårdsför-eningens årsmøte. Svenska Skogsvårdsfören. Tidsskr. 60: 195-202.

- ERICSON, B. 1966. Gallringens inverkan på vedens torr-råvolumvikt, höstvedhalt og kärnvedhalt hos tall och gran. Inst. f. skogsprod. Skogshögskolan. Rapp. och Upps. 10.
- ERICSON, B. 1968. Beståndsbehandlings inverkan på virkets kvalitet. Ur "Ska vi gallra?". Sveriges Skogsvårdsförbund.
- FIELDING, J.M. and BROWN, A.G. 1960. Variations in the density of the wood of Monterey pine from tree to tree. Forestry and Timber Bur., Commonw. Australia, Leaflet No. 77, 28 p.
- FOSLIE, M. 1963. Styrkeegenskaper hos furu (Pinus silvestris) fra Pasvik og fra Østlandet. Norsk Tretekn. Inst. 24: 11 s.
- FREUDENBERG, K. 1929. Cellulose (9. Mitteilung über Lignin und Cellulose). Beruchte der deutsche Chemischen Gesellschaft 62, I, 383-386.
- HAGBERG, N. 1966. Gjødslingsforsøk i barrskog. Skogshögskolan, Rapp. och Upps. 11: 104 s.
- HAKKILA, P. 1966. Investigations on the basic density of Finnish pine, spruce and birch wood. Metsätiet. Tutkimuslait. Julk. 61.5: 98 s.
- HALLOCK, H. 1968. Observations on form of juvenile core in loblolly pine. Res. Notes Forest Prod. Lab. Madison 0188: 4 s.
- HARTIG, R. 1884. Der Einfluss des Baumalters und der Jahrringbreite auf die Beschaffenheit des Holzes. Allg. Forst.w. fagdztg., 60: 128-137.

- HENRIKSEN, H.A. 1951. Et uthugningsforsøg i sitkagran.  
Det forstl. Forsøgsv. i Danmark. 20: 403-418.
- HIETT, L.A., BEERS, W. jr. and ZACHRIASEN, H.A. 1960.  
Relationships between wood density and other  
wood and pulp properties. TAPPI 43: 169-173.
- HILDEBRANDT, G. 1954. Untersuchungen an Fichtenbeständen  
über Zuwachs und Ertrag reiner Holzsubstanz.  
Berlin.
- HILEY, W.E. 1955. Quality in Softwoods.  
Quart. Journ. of Forestry 49: 159-164.
- HILLIS, W.E. 1962. Wood Extractives and Their Significance  
to the Pulp and Paper Industries.  
Academic Press Inc. 513 s.
- HILLIS, W.E. 1968 a. Chemical aspect of heartwood formation.  
Wood Sci. Technol. 2: 241-259.
- HILLIS, W.E. 1968 b. Heartwood formation and its influence  
on utilization.  
Wood Sci. Technol. 2: 260-267.
- HUSE, S. 1957. Knoppkvisting av furu. Skogeieren 2: 55-58.
- HÄGGLUND, E. 1951. Chemistry of Wood. Academic Press Inc.  
Publishers. New York. 632 s.
- JACKSON, L.W.R. and GREENE, J.T. 1957. Hereditary variations  
in slash pine tracheids. Proc. 4th South. Tree  
Impr. Conf. Univ. of Georgia p. 23-26.
- JACOBS, M.R. 1954. The effect of wind sway on the form and  
development of Pinus radiata.  
Australian Journ. Botany. 35-51.

- JAYNE, B.B. 1959. Mechanical properties of wood fibres.  
TAPPI 42: 461-467.
- JENNINGS, S.G. Dip. For. 1957. Forest Products Research.  
An appreciation of future policy.  
Seventh Brit. Commonwealth For Conference, pp. 11-16.
- JOHANSSON, D. 1940. Über Früh- und Spätholz in schwedischer Fichte, und über ihren Einfluss auf die Eigenschaften von Sulfit- und Sulfatzellstoff.  
Holz als Roh- und Werkstoff 3: 73-78.
- JUNCKER, F. 1936. Bøgens rødmарv.  
Dansk Skovf. Tidsskr. 21: 263-272.
- KADAMBI, K. and DABRAL, S.N. 1955. On twist in Chir (Pinus longifolia Roxb.). Indian For. 81: 58-64.
- KINNMAN, G. 1923. Kvalitetsfordringar på pappersved och skogvårdsåtgärder avpassande därefter.  
Svenska Skogvårdsföreningens Tidsskr. 21 A: 201-225.
- KLAUDITZ, W. 1948. Zellulosegehalt und chemische Zusammensetzung des Lichtzuwachs Holzes einer Rotbuche.  
Holzforschung 3: 1-5.
- KLEM, G.G. 1931. Om forskjellige sorter kubb (sliperiforsøk).  
Norsk Tremassekompani A/S, Oslo 12 s.
- KLEM, G.G. 1934. Undersøkelser av granvirkets kvalitet.  
Det norske Skogforsøksvesen, Medd.5: 197-348.
- KLEM, G.G. 1944. Planteavstandens innflytelse på granvedens og sulfittcellulosens kvalitet.  
Det norske Skogforsøksvesen, Medd. 8: 257-293.

- KLEM, G.G. 1949. Specific gravity of spruce wood, its variation in wood structure and pulp degree of delignification (Sieber chlorine no.), and the effect of these factors on yield and sulphite pulp quality. Det norske Skogforsøksvesen, Medd. 10: 369-396.
- KLEM, G.G. 1951. Granvirke som råstoff for masseindustrien. Svenska Skogsvårdsföreningens Tidsskr. 49: 329-341.
- KLEM, G.G. 1952. Planteavstandens virkning på granvirkets kvalitet. Det norske Skogforsøksvesen, Medd. 11: 473-506.
- KLEM, G.G. 1957. Kvalitetsundersøkelser av norsk og tysk gran. Det norske Skogforsøksvesen, Medd. 14: 285-314.
- KLEM, G.G. og KARLSEN, O. 1950. Skurutbyttets variasjon med skurordre, tømmerdimensjon og avsmalning ved en moderne sirkelsag. Det norske Skogforsøksvesen, Medd. 11: 1-30.
- KLEM, G.G., LØSCHBRANDT, F. og BADE, O. 1945. Undersøkelser av granvirke i forbindelse med slipe- og sulfitkokeforsøk. Det norske Skogforsøksvesen, Medd. 9: 1-127.
- KLEM, G.S. 1964. Effekten av gjødsling på 3 kvalitetsegenskaper hos vanlig gran. Norsk Skogbruk 18, 491-494.
- KOLLMAN, F. 1951. Technologie des Holzes und der Holzwerkstoffe 2. Aufg. Springer - Verlag, Berlin - München 1050 s.
- KUCERA, B. 1970. Innflytelsen av enkelte virkesfeil på bøye- fastheten hos granved. Manus. under utgivelse.
- LANGE, P.W. 1944. Om ligninets natur och fördelning i granved. Svensk Papperstidn. 47: 262-265.

- LANGHAMMER, Aa. 1969. Hvor mye produserer våre treslag?  
Norsk Skogbruk 15: 41-44.
- LANGSÆTER, A. 1944. Om tynning i enaldret gran- og furuskog.  
Det norske Skogforsøksvesen, Medd. 8: 131-316.
- LUXFORD, F.R. 1931. Effect of Extractives on the Strength of  
Wood. Journ. of Agr. Res. 42: 801-826.
- MAYER-WEGELIN, H. 1952. Das Anfästen der Waldbäume.  
Hannover 92 s.
- McMILLIN, C.W. 1968. Morphological characteristics of loblolly  
pine wood as related to specific gravity, growth  
rate, and distance from pith.  
Wood Sci. Technol. 2: 166-176.
- McWILLIAM, J. and FLORENCE, R. 1955. The improvement in quality  
of slash pine plantations by means of selection  
and cross breeding.  
Jour.Inst. of For. of Australia 19: 8-12.
- MOLTESEN, P. 1957. Tyndingens indflydelse på vedkvaliteten.  
Svenska Skogsvårdsföreningens Tidsskrift 55: 1-16.
- MORK, E. 1928. Granvirkets kvalitet, særligt med sigte på  
slip- og celluloseved.  
Papirjournalen 16: 54-58.
- MORK, E. 1966. Vedanatomi.  
Johan Grundt Tanum, Oslo. 2. oppl. 69 s.
- MØRKVED, K. 1961. Sponplater.  
Skogbruksboka. Skogforlaget A/S. Oslo, 5: 263-279.
- NAGODA, L. 1968. Trevirkets kjemiske oppbygging og egenskaper.  
Inst.f.treteknologi, Norges landbrukshøgskole,  
Vollebekk. 71 s. Stensiltrykk.

- NARAYANAMURTI, D. 1957. Die Bedeutung der Holzextraktstoffe. Holz als Roh- und Werkstoff 15, 370-380.
- NOSKOWIAK, A.F. 1960. Spiral grain pattern in red pine and relationship of age and radial growth rate to change of grain angle. Ph.D. Thesis, State Univ. Coll of For. Syracuse University. N.Y.
- NOSKOWIAK, A.F. 1963. Spiral grain in trees - - - a review. Forest Prod. J. 13: 266-275.
- NYLINDER, P. 1951. Beräkning av höstvedhalt och medelårsringbredd. Statens Skogforskn.inst. Medd. 40: 10:40s.
- NYLINDER, P. 1952. Om kvisting. Norrl. Skogsv. Förb. Tidsskr. nr. 2, 1-13.
- NYLINDER, P. 1955. Kvistningsundersökningar. I. Grönkvistning av ek. Medd. från Statens Skogforskningsinst. 45, 12: 44s.
- NYLINDER, P. 1958 a. Synpunkter på produktionens kvalitet. Skogen 45: 100-102, 714-718.
- NYLINDER, P. 1959. Synpunkter på produktionens kvalitet III. Skogen 46: 54-57.
- NYLINDER, P. och HÄGGLUND, E. 1954. Ståndorts- och trärengskapers inverkan på utbyte och kvalitet vid framställning av sulfitmassa av gran. Medd. f. Statens Skogforskn.inst. 44: 1-184.
- NÄSLUND, M. 1935. Et gallringsförsök i stavagranskog. Skogförsöksanst. Stockholm. Medd. 28: 651-730.



- PAUL, H.B. 1938. Knots in Second-Growth Pine and the desirability of Pruning.  
U.S. Dep. of Agric. Miscellaneous Publ., No 207.
- PECHMANN, H.v. 1951. Grundfragen der Wertholzerziehung.  
Inst. Holzmarkt. 42, 3: 1-10.
- PECHMANN, H.v. 1954. Untersuchungen über Gebirgsfichtenholz.  
Forstwiss. Centralbl. 73: 65-90.
- PECHMANN, H.v. 1962. Die Auswirkung wiederholter Mineraldüngung auf die Holzeigenschaften oberschwäbischer Fichtenbestände.  
Forstwiss. Centralblatt 81: 101-114.
- PECHMANN, H.V. und WUTZ, A. 1960. Haben Mineraldüngung und Lupinenanbau einen Einfluss auf die Eigenschaften von Fichten- und Kiefernholz?  
Forstwiss. Centralbl. 79: 91-105.
- PERRY, T.O. 1960. The inheritance of crooked stem form in loblolly pine (*Pinus taeda* L.).  
Jour. For. 58: 943-947.
- PILLOW, M.Y., TERRELL, B.Z. and HILLER, C.H. 1953. Patterns of variation in fibril angles in loblolly pine (*Pinus taeda* L.).  
For.Prod. Lab.For.Serv. U.S. D.A. No. D. 1935, 11s.
- POSEY, C.E. 1964. The effect of fertilization upon wood properties of Loblolly pine (*Pinus taeda* L.).  
Technical Report No. 22. School of Forestry, North Carolina State.
- RENNERFELT, E. 1956. The natural Resistance to Decay of Certain Conifers. *Friesia* 5, 361-365.

- PAUL, H.B. 1938. Knots in Second-Growth Pine and the desirability of Pruning.  
U.S. Dep. of Agric. Miscellaneous Publ., No 207.
- PECHMANN, H.v. 1951. Grundfragen der Wertholzerziehung.  
Inst. Holzmarkt. 42, 3: 1-10.
- PECHMANN, H.v. 1954. Untersuchungen über Gebirgsfichtenholz.  
Forstwiss. Centralbl. 73: 65-90.
- PECHMANN, H.v. 1962. Die Auswirkung wiederholter Mineraldüngung auf die Holzeigenschaften oberschwäbischer Fichtenbestände.  
Forstwiss. Centralblatt 81: 101-114.
- PECHMANN, H.V. und WUTZ, A. 1960. Haben Mineraldüngung und Lupinenanbau einen Einfluss auf die Eigenschaften von Fichten- und Kiefernholz?  
Forstwiss. Centralbl. 79: 91-105.
- PERRY, T.O. 1960. The inheritance of crooked stem form in loblolly pine (*Pinus taeda* L.).  
Jour. For. 58: 943-947.
- PILLOW, M.Y., TERRELL, B.Z. and HILLER, C.H. 1953. Patterns of variation in fibril angles in loblolly pine (*Pinus taeda* L.).  
For.Prod. Lab.For.Serv. U.S. D.A. No. D. 1935, 11s.
- POSEY, C.E. 1964. The effect of fertilization upon wood properties of Loblolly pine (*Pinus taeda* L.).  
Technical Report No. 22. School of Forestry, North Carolina State.
- RENNERFELT, E. 1956. The natural Resistance to Decay of Certain Conifers. *Friesia* 5, 361-365.

- ROMELL, L.G. 1937. Kvistrensning och övervallning hos okvistad och torrkvistad tall.  
Svenska Skogsvårdsför. Tidsskr. 35: 299-328.
- RUDMANN, P. and DA COSTA, E.B.W. 1959. Variation in extractive content and decay resistance in the heartwood of Tectona grandis L.f.  
Journ. of the Inst. of Wood Sci. 3: 33-42.
- SAINO, K. 1872. Ueber die Grösse der Holzzellen bei der gemeinen Kiefer (*Pinus silvestris*).  
Jb. wiss. Bot. 8: 401-420.
- SAVINA, A.V. 1956. The physiological justification for the thinning of forest.  
Tappi Manograph Series No. 24, 237.
- SCHULTZE-DEWITZ, G. 1965. Einfluss der vegetationszeit auf einige anatomische Merkurale bei Kiefernholz.  
Holz als Roh- und Werkstoff. 23: 32.
- SCHÜTT, P. 1958. Variations in the cellulose and lignin content of some *Pinus contorta* strains grown in West Germany. *Silvae Genet.* 7: 65-69.
- SEIBT, G. 1963. The effect of fertilizers on wood density in Scotch pine, Japanese larch and Norway spruce.  
Aus dem Walde, Hannover 6: 51-82.
- SIRÉN, G. 1952. On the effect of releasing cutting upon wood structure of spruce on peatmoors.  
Sammuns. Inst. Forest Fenniae 40: 1-36.
- SKJELMERUD, H. 1967. Endringer i sagbruksstrukturen - form og omfang. *Norsk Skogindustri* 21: 307-313.

- SOMMERFELT, C.J. 1950. Råstoffkvalitetens betydning for trelastindustrien. Norsk Skogindustri, 14: 96-101.
- SPURR, S.H. and HSIUNG, W. 1954. Growth rate and Specific gravity in Conifers. Journ. of Forestry 52: 191-200.
- STAUDINGER, H. und REINECKE, F. 1939. Über makromolekulare Verbindungen (Über den Polymerisationsgrad verschiedener Zellstoffe). Holz als Roh- und Werkstoff 2: 321-323.
- STEMSRUD, F. og NAGODA, L. 1962. Trevirkets egenskaper. Skogbruksboka. Skogforlaget A/S, Oslo. 2: 179-212.
- TAMMINEN, Z. 1962. Fuktighet, volymvikt m.m. hos ved och bark. I. Tall. Upps. Inst. Virkeslära, Skogshögsk. R 41: 46 s.
- TAMMINEN, Z. 1964. Fuktighet, volymvikt m.m. hos ved och bark. II. Gran. Rapp. Inst. Virkeslära, Skogshögsk. 4, 47: 56 s.
- THORBJORNSEN, E. 1960. Variation in loblolly pine (*Pinus taeda* L.). Ph.D. Thesis N.C. State College, Raleigh. N.C.
- TODA, R. 1958. Variation and heritability of some quantitative characters in *Cryptomeria*. *Silvae Genet.* 7: 87-93.
- TRENDELENBURG, R. und MAYER-WEGELIN, H. 1955. Das Holz als Rohstoff. Aufl. München. 541 s.
- VENET, J. 1953. Relations existant entre la qualité du bois et la largeur des accroissement annuels. Rapp. IUFRO's XI Kongress, Rom.
- VEITHE, A. 1963. Undersøkelser over utenlandske bartreslag. PFI rapp. 12 s.

- VIRO, P.I. 1961. Fertilization of firm forest land.  
Helsinki.
- VOLKERT, E. 1940. Das Schilfern der Kiefer.  
Forstw. u. Forstwiss. 11: 173.
- WARDROP, A.B. and BLAND, D.E. 1958. The process of lignification in Woody plants. Biochemistry of Wood. Proceedings of the fourth International Congress of Biochemistry. Vienna. Pergamon Press. 2, 92-116.
- WEGELIUS, T. 1934. The presence and properties of knots in Finnish spruce.  
Acta Forestalia Fennica. 48: 1-191.
- WEGELIUS, T. 1946. Det finska granvirkets egenskaper och kvalitetsvariationer. Svensk Papperstidn. 49:51-61.
- WERBERG, K. 1930. Das Verhältnis von Kern- und Splintholz bei der Kiefer.  
Tartn. Ülik. Metsaosak. Taim 17.
- WHEELER, E.Y., ZOBEL, B.J. and WEEKS, D.L. 1965. Tracheid length and diameter variation in the bole of loblolly pine.  
Proc. III. Forest Biol. Conf. TAPPI 3-4: 19 s.
- WIKSTEN, Å. 1965. Et förbandsförsök med planterad gran. Skogshögskolan, Inst.f. skogsproduktion. Rapp. och Upps. nr. 7.
- WILLIAMS, R.F. and HAMILTON, J.R. 1961. The effect of Fertilization on Four Wood Properties of Slash Pine (*Pinus eliottii* Engelm.).  
Journ. of Forestry No. 9: 662.

- ZANKOFF, N. 1943. Untersuchungen über Harzgehalt und einige physikalische Eigenschaften des Holzes der bulgarischen Nadelhölzer. Peuce, Kiefer, und Schwarzkiefer.  
Holz als Roh- und Werkstoff 6: 100-109.
- ZOBEL, B.J. 1961. Some effects of fertilizers on wood properties of loblolly pine. TAPPI, Easton Pa.
- ZOBEL, B.J., PALSTON, J. and ROBERDS, J.H. 1965. Wood yields from loblolly pine stands of different age, site, and stand density.  
Tech.Rep. N. Carol. St. Univ. Raleigh, 26: 23 s.
- ZOBEL, B.J. and RHODES, R.R. 1956. Specific gravity estimations of mature loblolly pine from juvenile wood and seedling limb sections.  
Forest Sci. 2: 107-112.
- ZOBEL, B.J. and RHODES, R.R. 1957. Specific gravity indices for use in breeding loblolly pine.  
Forest Sci. 3: 281-285.
- ZOBEL, B.J., THORBJORNSEN, E. and HENSON, F. 1960. Geographic site and individual tree variation in wood properties of loblolly pine.  
Silvae Genet. 9: 149-158.
- ZUMER, M. 1966. Astungsversuche an Föhre, Fichte, Dirke, Aspe, Esche und Eiche.  
Det norske Skogforsøksvesen, Medd. 20: 399-581.