



# TREVIRKETS KVALITET

I

Av

FINN STEMSRUD



NORGES LANDBRUKSHØGSKOLE  
INSTITUTT FOR TRETEKNOLOGI  
VOLLEBEKK



NORGES LANDBRUKSHØGSKOLE  
INSTITUTT FOR TRETEKNOLOGI

T R E V I R K E T S K V A L I T E T

av

F i n n S t e m s r u d

NORGES LANDBRUKSHØGSKOLES  
BIBLIOTEK  
~~AVD. SØRHELLINGA~~

VOLLEBEKK  
1971

Innholdsfortegnelse

	<u>Side</u>
PORORD . . . . .	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. Arringbredde . . . . .	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. Sitkagran . . . . .	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. Fjelleedelgran . . . . .	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 (KINNMAN 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 Västergötland, alder 48 år. Treantallet er satt i parentes. Formkvotienten er diameteren ved 60% av trehøyden dividert med diameteren ved 20% (etter NYLINDER 1958).

Plante- forband m x m	Diameter, cm p.b.											
	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 (5)	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. Krok 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).

Krok 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 krok 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.

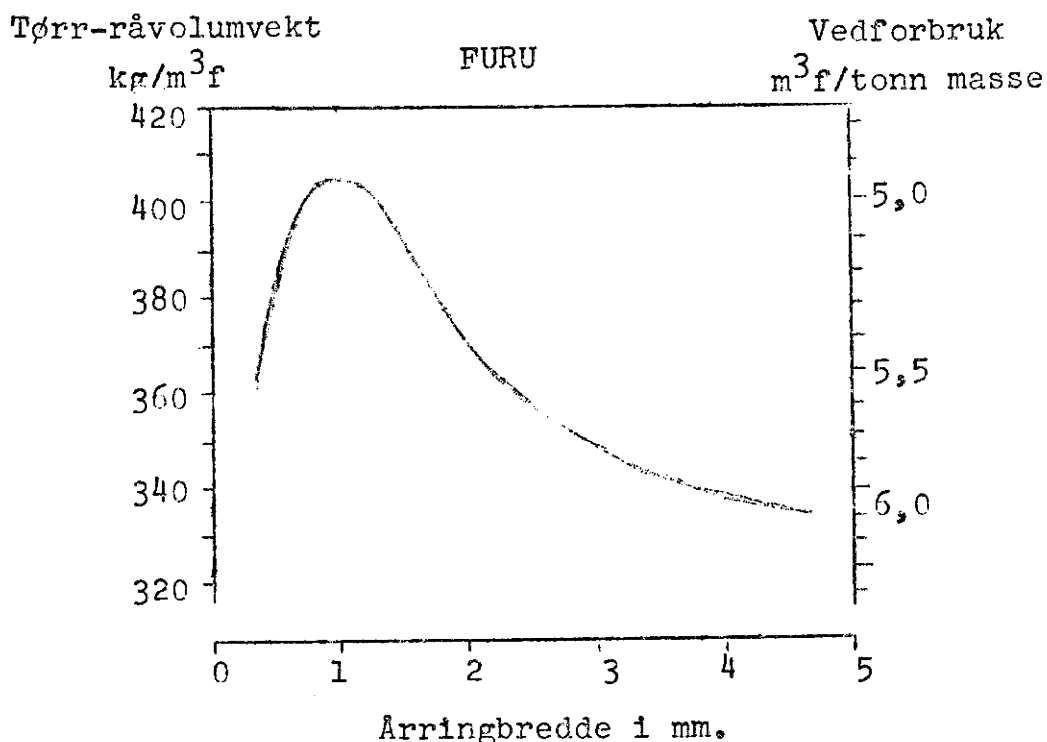
Det foreligger en rekke undersøkelser over forholdet volumvekt/årringbredde. Allerede HARTIG (1884) fant at det eksisterte en regulær sammenheng mellom disse størrelsene. Andre forskere har kommet til det motsatte resultat (CHEVANDIER/WERTHEIM 1948). SPURR/HSIUNG (1954) og HILEY (1955) hevder også at 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. vektenehet 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 hardhet.

Feilspritt 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:

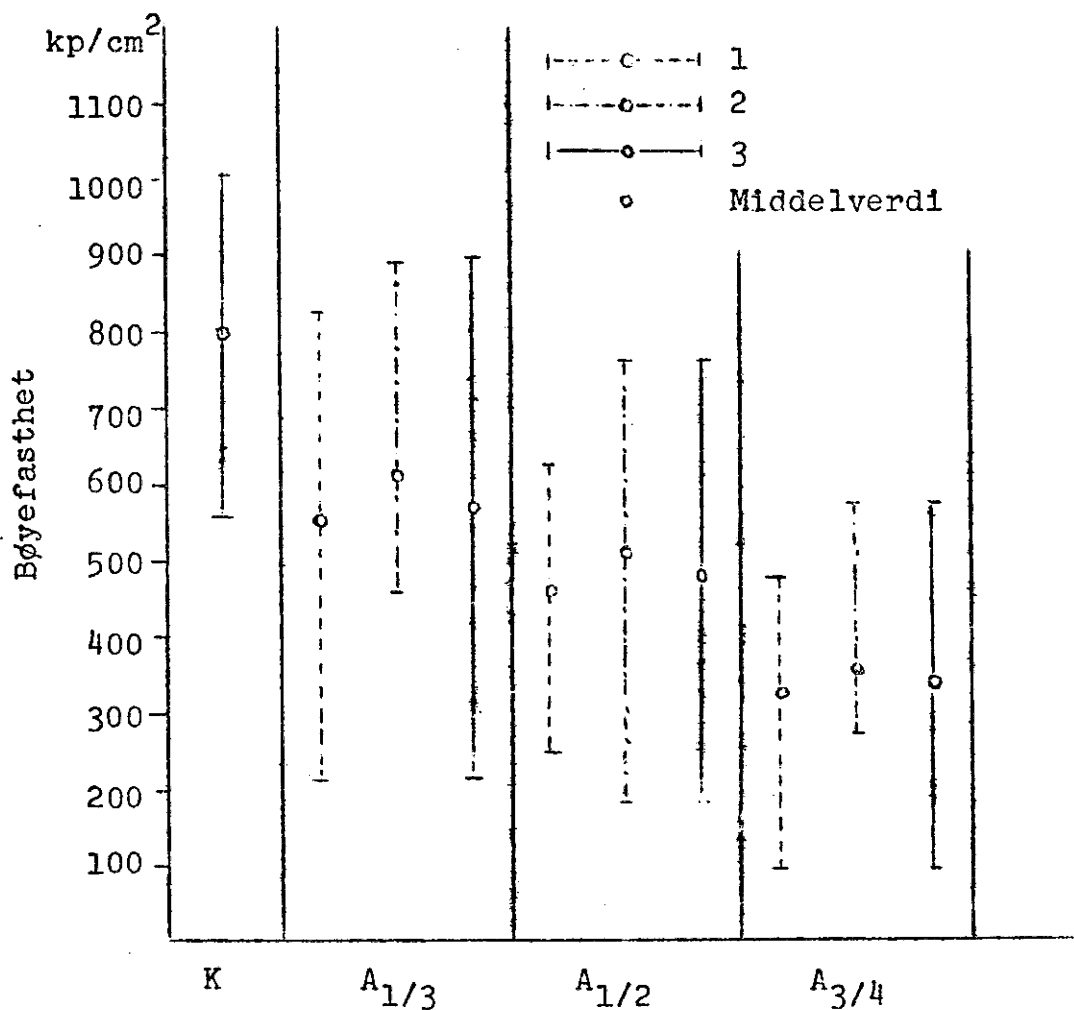
Kvalitetsfaktor	Klasse		
	T 390	T 300	T 210
Max. årringbredde i mm.	3	5	ubegrenset
Min. sommervedandel i %	1/4	1/6	- " -
Max. kvistinnhold i plankens kantside i % av tykkelsen	25	33	50

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
Vridde 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. Middelerdier 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 skogskjøtselmessige 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 kvalitetsreducerende 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 harpiksinnholdet 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.

Trærnes kvistmengde kan delvis reguleres gjennom skogskjøttmessige tiltak. Det er bl.a. funnet at en stigning i planteforbandet 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 3. Kvistmengdens gjennomsnittlige størrelse hos gran og furu ved ulike plante-  
forband. Gran fra Omberg, Östergötland, alder 44 år, ialt 177 trær.  
Furu fra Granvik, Tiveden, Västergötland, alder 48 år, ialt 100 trær  
(etter NYLINER 1958).

Plante- forband	Seksjonens beliggenhet i stammen, lengde i % av trehøyden										
	1-	10-	20-	30-	40-	50-	60-	70-	80-	90-	
m x m	Kvistvolum i % av stammedelens volum										
Gran											
1,00x1,00	0,23	0,29	0,34	0,53	0,67	0,93	1,21	1,47	2,16	2,12	0,54
1,25x1,25	0,30	0,36	0,43	0,55	0,69	0,91	1,16	1,54	1,15	2,40	0,58
1,50x1,50	0,42	0,44	0,51	0,69	0,72	0,95	1,26	1,52	2,08	1,92	0,67
1,75x1,75	0,52	0,48	0,62	0,65	0,90	1,08	1,42	0,45	2,15	2,15	0,73
2,00x2,00	0,47	0,48	0,60	0,76	0,75	1,10	1,32	1,47	2,10	2,17	0,72
Middelverdi	0,39	0,41	0,50	0,64	0,75	0,99	1,27	1,49	2,11	2,15	0,65
Største verdi (1)	1,13	0,88	1,60	1,07	2,10	1,99	3,01	2,27	2,49	2,15	1,49
Minste verdi (2)	0,20	0,19	0,15	0,38	0,36	0,80	0,80	1,83	2,46	1,54	0,28
Furu											
0,75x0,75	0,11	0,11	0,18	0,34	0,52	0,74	1,14	1,63	1,77	1,55	0,44
1,25x1,25	0,14	0,18	0,25	0,43	0,61	0,74	1,16	1,69	1,87	1,66	0,48
1,50x1,50	0,20	0,25	0,30	0,44	0,53	0,88	1,09	1,69	1,94	1,92	0,52
2,00x2,00	0,32	0,50	0,52	0,62	0,80	1,05	1,33	1,69	2,11	1,80	0,69
3,00x3,00	0,55	0,71	0,75	0,97	0,98	1,23	1,51	1,97	2,26	1,98	0,92
Middelverdi	0,26	0,35	0,40	0,56	0,69	0,93	1,25	1,73	1,99	1,78	0,61
Største verdi (3)	1,04	1,18	1,71	1,28	1,56	1,45	2,16	1,57	2,02	1,28	1,37
Minste verdi (4)	0,06	0,05	0,17	0,38	0,55	0,84	1,10	1,44	2,01	1,78	0,25

(1) Diam. p.b. 22,4cm, forband 2,0x2,0m (3) Diam.p.b. 27,2cm, forband 3,00x3,00m  
(2) " " 14,0 " " 1,0x1,0" (4) " " 17,5 " " 0,75x0,75"

Tabell 4. Kvistmengdens gjennomsnittlige størrelse hos gran og furu ved ulike planteforband. Gran fra Omberg Ostergötland, 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)	-	-	-
1,25x1,25	-	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)	0,64 (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 (39)	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 mærgen 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 (BOUTELJE 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 (BOUDELJE 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).

BOUDELJE (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. BOUDELJE (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 middelverdier oppgir TRENDELENBURG/MAYER-WEGELIN (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 treet 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.

Fiberveggens 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-WEGELIN (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 (BOUDELJE 1968). Granas fibre er også lengre og mykere enn de tykkere furufibrene.

Ved masseframstilling gir denne mykheten en større kontaktflate mellom fibrene 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 moderved. 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 opptrer 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.

BOUDELJE (1966) fant således ekstra mye harpiks i ~~kjerneved~~. 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 silisium 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 lauvtre-slag.

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. Somervedfibre har større styrke enn vårvedfibre, og da somervedandelen 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 somervedandel 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 margen mot yten. Kvist ansees som en kvalitetsreducerende 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 moderved 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 margen mot yten.



Tynne cellevegger, som hos vårved, gir mykere og mer elastiske fibre enn tykkveggede sommervedfibre, 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 sommerved, 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 industrigrønens 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 videreforedles 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 rettvokst virke til tremasseindustrien fordi dette letter barkingen. Krokete virke inneholder tennarved, som krever større kraftforbruk og gir redusert utbytte ved slipingen. 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 vårvedfibre 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 kvistinnholdet. 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 med høyt 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 defibre-ring 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 årring-bredden.

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 råte 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 trykkpapirosektoren.

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 heletatt 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 påkjennningene 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. innvekst 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 vanillinproduksjon.

#### 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 avispapir.

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 eks-  
traktinnhold 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 harpiks-  
avsetning 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 forholds-  
vis rettvekst virke det største utbytte, da det gir mindre  
tennar og bedre fliskvalitet enn krokett virke. Tømmerets av-  
smalning 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 år-  
ringer inneholder mye vårved og følgelig en stor andel tynn-  
veggede 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 fibrene 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 fibreens 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 fibrene.

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.  $m^3$  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 forurensninger enn trykkipapir.

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 tales 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 verdireducerende, og som derfor er uønsket ved fiberplateframstilling, er råte. I mer framskredet form representerer den et direkte fibertap. Derneft 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 rettvokst-het 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 videre 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.

Arringbredden 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
	Bjørk Eer10% Lauv90%	Lauvtrevirke	m <sup>3</sup> m.b.	m <sup>3</sup> u.b.	m <sup>3</sup> u.b.	Finér- avfall	Bar- tre- virke	Lauv- tre- virke	Ind. av- falls- virke		
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
1.430		24.860		1.330				95,0	5,0	11.200	A/S Arbor-Hattfjelldal
		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 frambyr 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 utnyttas av enkelte sagbruk ved krokskjæring, er slike feil uønsket, da de oftest medfører reaksjonsved og andre misdannelser. Slenget og tverrkrokete 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 kroknet 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, føyrer 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 kvalitetsreducerende 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 utviklingstrinn 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 rot diameter.

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, avflekke bark, abnormt tømmer og råte.

I tømmer med midtmål over 23 cm trekkes det ikke for trest, 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 falletall 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 kokevæsken, 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 verdireduserende 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 krokete 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 kvistinnehold, 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 kvistinnehold 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 treets 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 treets 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 treets 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 treets tverr-retning og danner en vesentlig del av margstrålene.

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

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 marginen 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 lauvtreceller 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 struktur 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 årringbredden 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 treet's 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 vekstseson.

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 vårtil somerved 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 plantringer 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 sommervedtrakeidene 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 nedarvingsmønster. 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 elliotii 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 bartrecelle-nes 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 inn-deles slik:

LANGSGÅENDE CELLER	TVERRGÅENDE CELLER
A. Prosenkym	A. Prosenkym
1. Karceller	Finnes ikke hos lauv-
2. Trakeider	trær.
a) Følgetrakeider	
b) Kartrakeider	
3. Fibre	
a) Fibertrakeider	
b) Librififormfibre	
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.

Arvbarheten 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 nedarvingsmønstret, 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 årringbredde 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 årringbredde 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 sveie 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 æssimilerende 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.

Celldiameteren 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 kvistinneholdet 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 stamme-høyden 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 absolutte 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.

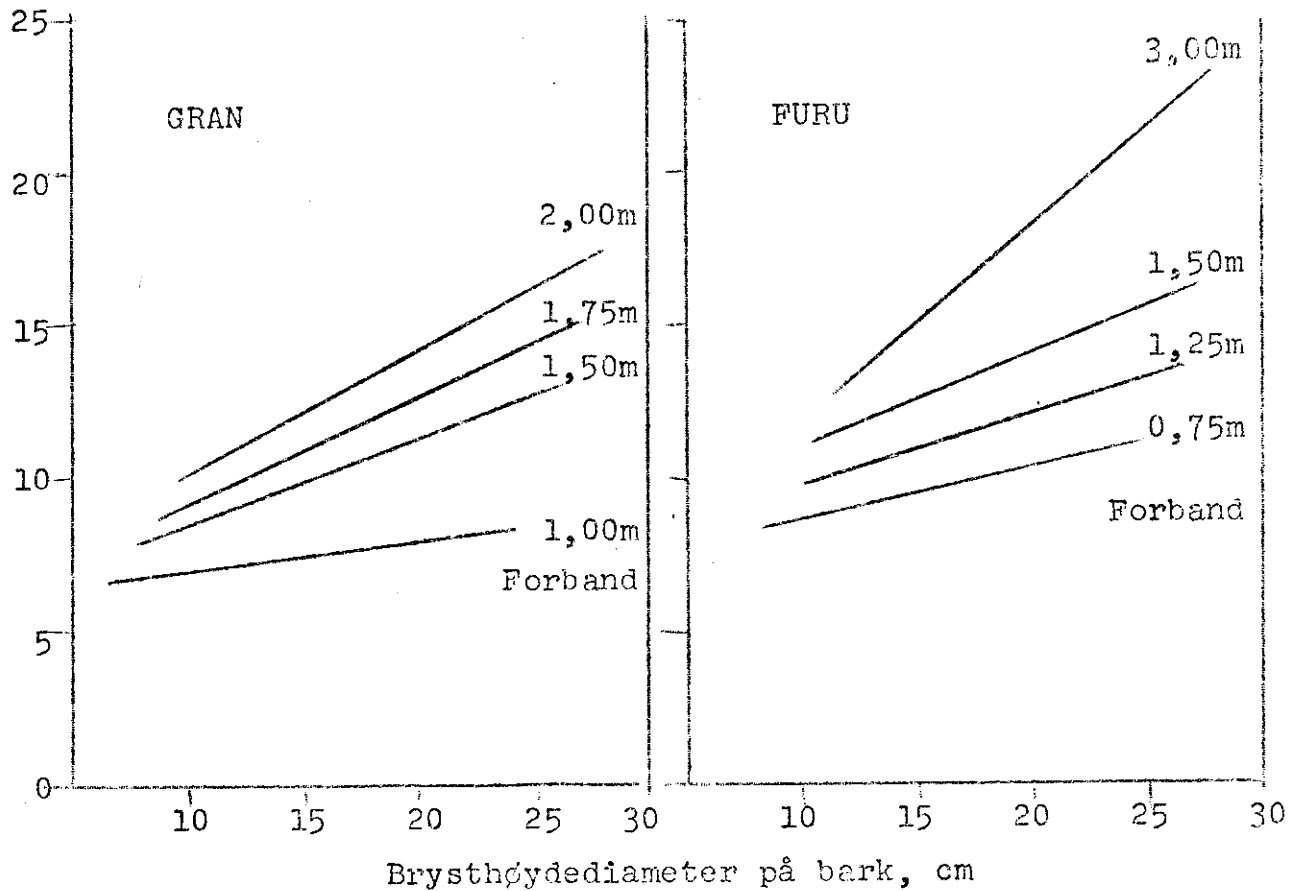
Ikke bare det relative kvistvolumet, men også kvistens tykkelse øker med planteforbandet (BRAATHE 1952). Av denne grunn betyr store planteavstander at virkets verdi som skurtømmer reduseres.

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 masseved. 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 tynnede bestand enn i svakt tynnede, 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 tynnede del av bestandet var 85,4% av brysthøydiameteren.

Likedan undersøkte HENRIKSEN (1951) den relative diameter i meget svakt og meget sterkt tynnede 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 krontvilling. Et rett tre med en uhalansert 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 11 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 hogstingrepene. 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 steck 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 dømfintlige.

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 tynnede som på selvtynnede 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 $\text{kg/m}^3$	
	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 renvæds substans 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 hungervedeffekter 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 fordelten 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 vekst-region seg å påvirke volumvekten. Hard tynning ga generelt lett ved, mens moderate hogstinggrep 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 cellytypene 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 jevnt 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 hogstingrepene, 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 hogstinngrepene 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 beskjefteigelse 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.

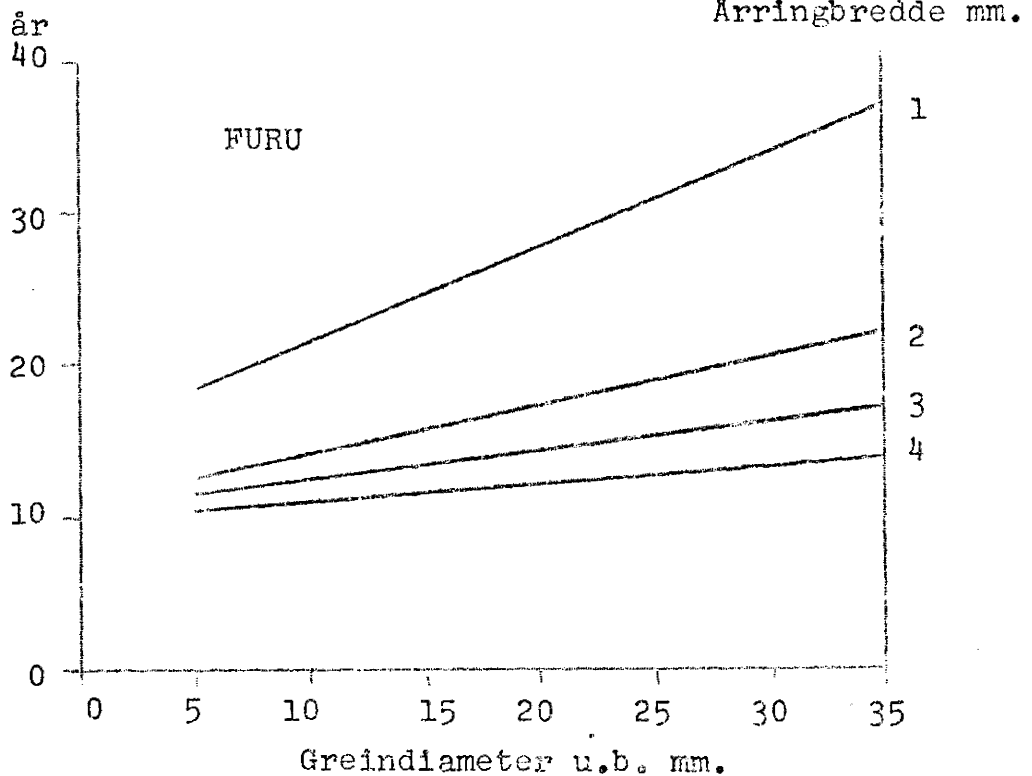
Videre gjelder generelt at lauvtrær har hurtigere overvoksning enn bartrær. Overvoksningstiden er naturlig nok kortere på god enn på dårlig mark, da den er avhengig av treetts veksthastighet. Særlig er tykkelsestilveksten i det år kvistingen foregår, av stor betydning for et godt resultat. Kvistens størrelse 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.

Tid for overvoksning  
av kvist,



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 diameter-tilvekst 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 inn-gangsport 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 mis-farging 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 lauv-trær.

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 sprekkdannelse.

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-WEGELIN (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.

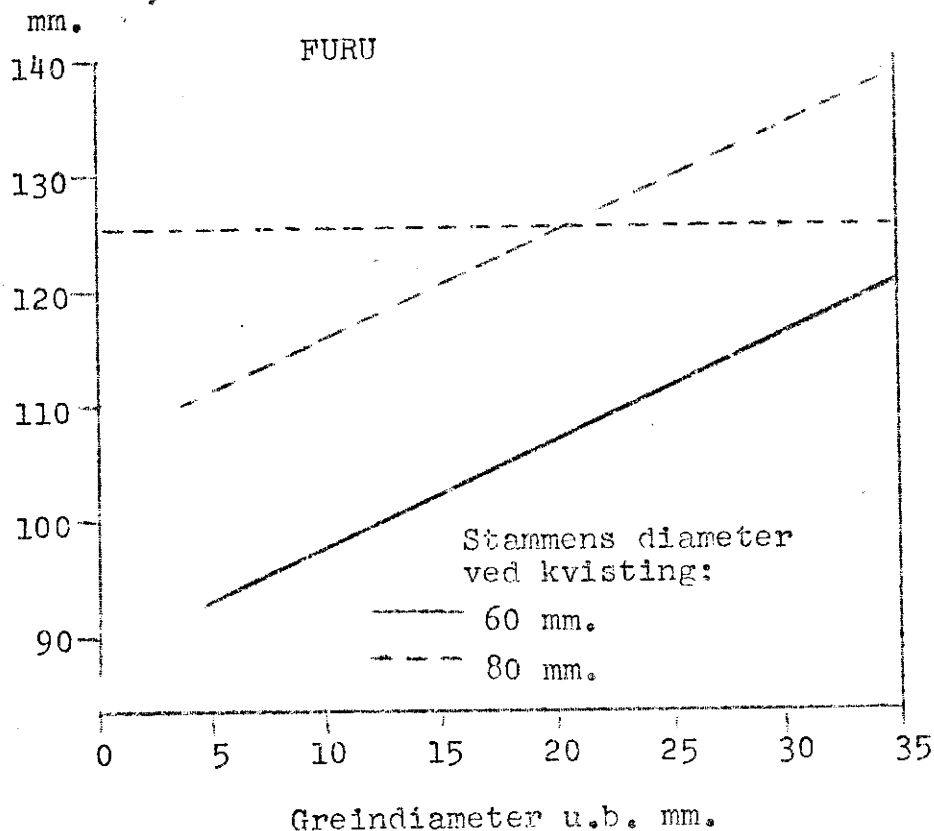
Kvistingen bør foretas fra trærne er ganske små, 4-5 cm i brysthøyde. De har da liten greindiameter og ingen utsvelling ved greinbasis. Kvistsåret blir derfor lite, overvoksningen går raskt og råtefaren er redusert. En bør aldri foreta grønnkvisting når greinene er tykkere enn 2-3 cm.

Figur 5 gir et eksempel 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-WEGELIN (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. 2½" sentrumthytte (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 en 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 trevirkningsegenskaper. 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 diameter-tilveksten 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 diametertilvekst. 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 celleveggenes 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 tangential 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 bolomtethet 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 vegtykkelse og synkende trakeidlengthe. 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 sluttet.

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 tynnete enn i utynnete 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 trernes avsmalning. Foruten av hogstinggrepene vil kvistutviklingen bestemmes av trernes 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 vedsynderen 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.