



Norsk institutt for skogforskning
Norwegian Forest Research Institute

**Virkesegenskaper hos massevirke av gran
(*Picea abies* L. Karst.) fra Midt-Norge.**

*Properties of spruce pulpwood (*Picea abies* L. Karst.)
from Central Norway*



Av Torbjørn Okstad

1432 Ås-NLH

Forsidebilde: Fra målestasjonen på Fiborgtangen. (Foto: V. Kjesbu).

Virkesegenskaper hos massevirke av gran (*Picea abies* L. Karst.) fra Midt-Norge

Properties of spruce pulpwood (Picea abies L. Karst.) from Central Norway

Torbjørn Okstad

Seksjon treteknologi
Norsk institutt for skogforskning
1432 Ås-NLH

Sammendrag

Okstad, T. 1988. Virkesegenskaper hos massevirke av gran (*Picea abies* L. Karst.) fra Midt-Norge. (*Properties of spruce pulpwood (Picea abies L. Karst.) from Central Norway.*) Rapp. Nor. Inst. skogforsk. 9/88: 1-28

Geometriske egenskaper, kvalitetsegenskaper og virkesegenskaper er målt på et materiale av granmassevirke fra Midt-Norge. Gjennomsnittlig midtdiameter med bark for rot-, midt- og topp-stokkene var henholdsvis 17,2 cm, 16,6 cm og 10,6 cm (Tabell 1). Rot- og midtstokkene hadde en signifikant høyere midtdiameter enn toppstokkene ($t = 16,96$, $f = 394$).

Gjennomsnittlig stokklengde for dette materialet var 4,32 m, varierende fra 2,40 m til 6,68 m for de enkelte stokker (Tabell 2). Det var ingen signifikant sammenheng mellom midtdiameter og lengde ($t = 0,04$, $f = 394$).

Avsmalningen på stokkene i dette materialet var i gjennomsnitt 1,40 cm/m (Tabell 3). Midtstokkene hadde en mindre avsmalning (1,27 cm/m) enn rotstokkene (1,56 cm/m) og toppstokkene (1,39 cm/m).

Stokkenes ovalitet øker signifikant med økende diameter (Fig. 5). I gjennomsnitt er grunnflatekvotienten beregnet til 0,88, varierende fra 0,64 til 0,99 for de enkelte tverrsnitt. En måling av diameteren på fallende kant ga for dette materialet et volum som var 0,2% høyere enn når volumet ble beregnet på grunnlag av middels kant (gjennomsnittet av største og minste diameter).

Dobbel barktykkelse for rot-, midt- og toppstokkene er beregnet til henholdsvis 10,9 mm, 10,3 mm og 7,2 mm (Tabell 5). For samme diameter er det ingen signifikant forskjell i dobbel barktykkelse mellom de forskjellige stokk-kategorier ($F = 0,79$, $f = 2 - 386$). Gjennomsnittlig grunnflateveid barkvolumprosent, målt på stammeskivene, er 11,7% for rotstokkandelen, 12,0% for midtstokkandelen og 13,2% for toppstokkandelen. Den tilsvarende barkvolumprosent beregnet på grunnlag av tømmermålingens volum på og under bark (skjønnsmessig fradrag for dobbel barktykkelse) er henholdsvis 11,2%, 12,4% og 14,6% (Tabell 6).

Gjennomsnittlig volum pr. stokk er beregnet til 75,3 dm³ (Tabell 7). Rotstokkandelen har et gjennomsnittsvolum på 109,1 dm³. De tilsvarende verdier for midt- og toppstokkene er henholdsvis 90,9 dm³ og 38,0 dm³. En kubering etter tømmermålingens regler fører til en underkubering på 6,4 % i forhold til en kubikkberging på grunnlag av diameter på middels kant i cm-klasser, lengde i cm-klasser, volum i literklasser og Newtons formel.

Kvistvedandelen av det totale volum er for dette materialet beregnet til 2,0% i gjennomsnitt (Tabell 8). Av det totale antall hadde 61% av stokkene gjensittende kviststumper med en gjennomsnittslengde på største kviststump på 1,6 cm. En prosent av alle stokkene hadde en største kviststump større enn 5 cm.

Av den totale kubikkmassen under bark utgjorde tennarved 5,8% (Tabell 9). For rot-, midt- og toppstokkene var tennarvedandelen henholdsvis 8,6%, 4,5% og 2,6%.

Andelen av råteved i dette stokkmaterialet er i gjennomsnitt beregnet til 3,3% (Tabell 10).

Rotstokkene hadde en råtevedandel på 6,3%. De tilsvarende andeler for midt- og topp-stokkene var henholdsvis 1,6% og 0,3%.

Ved tømmermålingen ble 86,6% av stokkvolumet registrert som prima kvalitet, mens 6,6% var sekunda kvalitet (Tabell 11). Vrakandelen var 6,8%.

Årringbredden (veid) er i gjennomsnitt for hele materialet beregnet til 1,3 mm (Tabell 12). Den indre tredjedelen av radien hadde en årringbredde på 1,8 mm. De tilsvarende verdier for den midtre og ytre tredjedelen var henholdsvis 1,5 mm og 1,1 mm.

Gjennomsnittlig basisdensitet for dette materialet (skiver med råteved unntatt) er beregnet til 421,4 kg/m³. For de stammeskivene som hadde normal ved i snittet nærmest stokkens rotende, var den tilsvarende densitet 412,4 kg/m³.

Sammenhengen mellom basisdensitet og diameter er vist i Fig. 9. Det er en tendens til at densiteten avtar med økende diameter.

Sammenhengen mellom basisdensitet og årringbredde er illustrert i Fig. 10. Det går fram av denne figuren at basisdensiteten avtar med økende årringbredde.

Vanninnholdet (prosent av råvekt) i virket ved leveringstidspunktet er høyest om vinteren og lavest på sensommeren (Fig. 11).

Nøkkelord: Massevirke. Granvirke. Stokkegenskaper.

Keywords: Pulpwood. Spruce wood. Log properties.

Innhold

1. Innledning	2
2. Materialet	3
3. Resultater	4
3.1. Geometriske egenskaper	4
3.1.1. Stokkdiameter	4
3.1.2. Stokklengde	6
3.1.3. Avsmalning	7
3.1.4. Ovalitet	10
3.1.5. Barktykkelse	12
3.1.6. Stokkvolum	13
3.2. Kvalitetsegenskaper	20
3.2.1. Kvistved	20
3.2.2. Tennarved	20
3.2.3. Råteved	21
3.2.4. Kvalitetsklassifisering	22
3.3. Virkesegenskaper	23
3.3.1. Årringbredde	23
3.3.2. Basisdensitet	23
3.3.3. Vanninnhold	27
<i>Properties of spruce pulpwood (Picea abies L. Karst.) from Central Norway</i>	28
Etterord	28
Litteratur	28

1. Innledning

Virkesforbruket i norsk massevirkeindustri er av størrelsesorden 7,0 mill. m³ pr. år. Av dette er ca. 4,5 mill. m³ rundvirke som i mange tilfeller er den del av virkningskvantumet som er igjen når skurtømmeret er tatt ut. For produksjon av

forskjellige masse- og plateprodukter på grunnlag av dette massevirkekvantumet, er egenskapene hos råstoffet viktig. Særlig betydning har egenskaper som densitet og innhold av råteved, kvistved og tennarved. I den foreliggende undersøkelse er informasjonen om de forskjellige egenskaper hos massevirke av gran fra Midt-Norge samlet.

2. Materialet

Materialet til denne undersøkelsen er samlet inn på tømmeromta til Nordenfjelske Treforedling i Skogn. På denne terminalen blir det innmålt et norsk rundvirkekvantum på 335.000 m³ pr. år (1987). Nordenfjelske Tømmermåling har en målestasjon på denne terminalen og måler alt norsk rundvirke etter FMB-metoden.

Ved bruk av FMB-metoden blir det ved tilfeldig utvalg tatt ut prøvelass for kontroll av bedømmelse av fastmasseprosent og kvalitet. Disse prøvelassene inngikk som utvalgsobjekter i den foreliggende undersøkelsen.

Alle prøvelassene ble lagt ut i flaklagt velte og stokkene fortløpende «nummerert». Fra hvert prøvelass ble det ved tilfeldig utvalg tatt ut 2 prøvestokker. På disse prøvestokkene ble diameter med bark på fallende kant målt i mm med klave i toppenden, midt på stokken og i rotenden. Unntatt fra denne regel var registrering av rotdiameter og midtdiameter på rotstokker. Hos denne stokk-kategori ble rotdiameter registrert i et tverrsnitt 40 cm fra tverrsnittet i rotavskjær, og midtdiameter ble registrert midt mellom tverrsnittene for den registrerte rotdiameter og toppdiameter. Videre ble lengden av hver stokk registrert i cm.

Tømmermålingsvolumet med bark av den enkelte stokk ble registrert etter tømmermålingens regler med kubikk-klave. Dog ble lengden av hver stokk avrundet til nærmeste halvmeter.

Tømmermålingsvolumet under bark ble registrert tilsvarende på grunnlag av prinsippet med skjønnsmessig fradrag for dobbel barktykkelse.

Kvaliteten av den enkelte stokk ble registrert etter gjeldende regler i kvalitetsklassene prima, sekunda og vrak. I tillegg ble alle stokker som ikke holdt de fastsatte grenser for største/minste diameter/lengde registrert som vrak. Videre ble lengste kviststump, i forhold til stokkoverflaten med bark, registrert på hver stokk.

Prøvestokkene ble klassifisert i rotstokker, midtstokker og toppstokker.

Fra hver prøvestokk ble det tatt ut en ca. 5 cm tykk stammeskive i bestemte avstander fra rotenden. På den første prøvestokken var denne avstanden fra rotenden til første snittet 50 cm, for andre stokken 100 cm, for tredje stokken 150 cm osv. Når den utmålte lengden etter dette systemet var større enn lengden på den aktuelle stokken, ble det startet på nytt med en avstand på 50 cm fra rotenden. Disse avstandene var nøyaktige og ble ikke influert av kvist etc. Tverrsnittene ved disse avstandene er kalt første stammeskivesnitt.

På hver stammeskive ble fallende kant påtegnet.

Under laboratoriearbeidet ble diameter med bark målt på største, minste og fallende kant. Deretter ble all bark og bast skavet av og diameter under bark på største og minste kant ble registrert.

På første stammeskivesnitt ble arealet av kvistved og tennarved registrert i prosent av hele tverrsnittsarealet. Videre ble råtediameteren i en eventuell råtebefengt stammeskive registrert, og råtetypen ble klassifisert i fast råte, løs råte og hulråte.

Største radius på fallende kant i hver stammeskive ble delt i 3 like store deler, og antallet årringer innen hver tredjedel av radien ble registrert.

Råvekten av hver stammeskive ble registrert etter at all bark og bast var fjernet. Deretter ble volumet av stammeskivene målt ved hydrostatisk veiing (neddypping i vann). Endelig ble stammeskivene tørket til fullstendig tørrhet i et tørkeskap med en temperatur på 103°C, og tørrvekten ble registrert.

Materialet til denne undersøkelsen ble innsamlet i 2 perioder fra 12.02.1986 - 01.12.1986 og fra 15.04.1987 - 28.10.1987. I disse periodene har kravene til kvalitet og dimensjon i det alt vesentligste vært de samme. Ett unntak var innmålingslengde og vrakingsgrense for største stokklengde. I 1986 var største innmålingslengde 6,00 m og vrakingsgrensen 6,10 m. I 1987 var de tilsvarende lengder henholdsvis 5,50 m og 5,90 m. Dessuten var største råtediameter 70% fra 01.09.1986 til 31.08.1987, mot 80% før og etter denne perioden.

3. Resultater

3.1. Geometriske egenskaper

3.1.1. Stokkdiameter

Ifølge gjeldende tømmermålingsreglement for 1986 og 1987 var minste tillatte diameter under bark i stokkens toppende 5 cm. Den største tillatte diameter hvor som helst på stokken er 55 cm.

For det materialet som er grunnlag for denne undersøkelsen er gjennomsnittlig aritmetisk diameter med bark på fallende kant midt på stokken (for rotstokker justert etter en avsmalning på 1,3 cm/m) beregnet til 14,4 cm. Variasjonsvidden for de enkelte observasjoner går fra 6,6 cm til 44,7 cm med et standardavvik på 5,4 cm (Tabell 1).

Frekvensfordelingen for enkeltobservasjonene er signifikant skjev i forhold til en normalfordeling ($g = 1,75$, $t = 14,58^{***}$), med en hale til høyre (Fig. 1). Ved transformasjon av verdiene for midtdiameter med bark (-5 cm) til logaritmeverdier blir skjevheten (g) redusert til 0,02. Denne verdien er ikke signifikant ($t = 0,13$).

Gjennomsnittlig midtdiameter med bark for rotstokkene er beregnet til 17,2 cm. De tilsvarende midtdiameterer for midtstokkene og toppstokkene er henholdsvis 16,6 cm og 10,6 cm. En variansanalyse med bruk av logaritmetransformasjon for midtdiameter med bark, viser at det ikke er noen signifikant differanse i midtdiameter mellom rotstokkene og midtstokkene ($t = 1,26$, $f = 239$).

En tilsvarende analyse viser at det er en signifikant differanse i midtdiameter mellom toppstokkene og resten av materialet ($t = 16,96$, $f = 394$).

Diameteren som tilsvarer gjennomsnittlig grunnflate midt på stokken er for dette materialet beregnet til 15,4 cm. For de enkelte delmaterialer er den tilsvarende diameter henholdsvis 18,6 cm for rotstokkandelen, 17,0 cm for midtstokkandelen og 10,7 cm for toppstokkandelen.

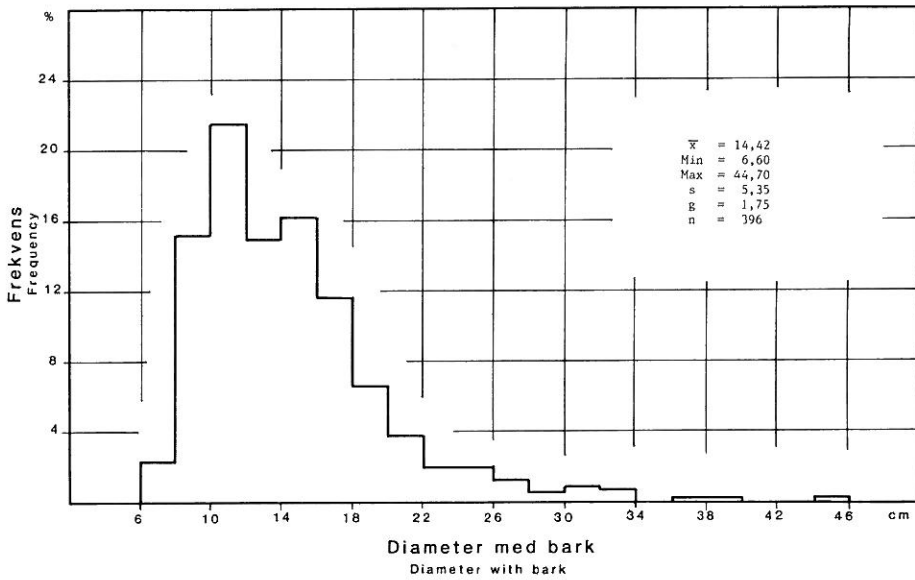


Fig. 1. Frekvensfordeling for stokkenes midtdiameter.
Frequency distribution of the logs' midpoint diameter.

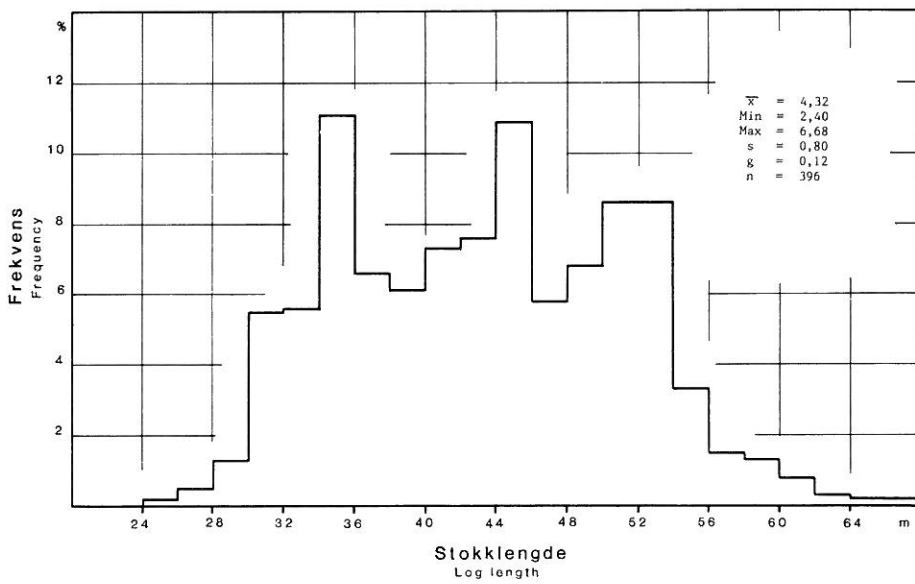


Fig. 2. Frekvensfordeling for stokklengde.
Frequency distribution of log length.

Tabell 1. Stokkdiameter med bark hos massevirke av gran fra Midt-Norge
Log diameter with bark in spruce pulpwood from Central Norway

Stokk- kategori <i>Log category</i>	Antall stokker <i>Number of logs</i>	Midtdiameter med bark (cm) <i>Diameter with bark at midpoint (cm)</i>			
		Middel <i>Average</i>	Min. <i>Min.</i>	Maks. <i>Max.</i>	St.avv. <i>St.dev.</i>
Rotstokker <i>Butt logs</i>	111	17,2	6,6	44,7	7,2
Midtstokker <i>Middle logs</i>	130	16,6	8,5	31,2	3,4
Toppstokker <i>Top logs</i>	155	10,6	6,6	17,5	1,7
Sum	396	14,4	6,6	44,7	5,4

Minste toppdiameter med bark er 2,7 cm. Dersom man regner med at minste tillatte toppdiameter med bark er 5,5 cm, er det i dette materialet 9 stokker, eller 0,6% av den totale kubikkmassen, som har for liten toppdiameter.

Største rottdiameter med bark (40 cm inn fra rotenden hos rotstokker) er i dette materialet 47,3 cm.

Ved måling av midtdiameter ved vanlig tømmermåling blir diameteren registrert i cm-klasser og volumet beregnet ut fra klassebunn + 0,25 cm. Dette fører vanligvis til en underkubering av virket i forhold til en kubering på grunnlag av en diameter registrert i mm-klasser, og med bruk av klassemidtkubering. For dette materialet utgjør denne underkuberingen 2,8%.

3.1.2. Stokklengde

Den største tillatte stokklengde (vrakingsgrensen) ifølge massevirkeordningen var 6,10 m i 1986 og 5,90 m i 1987. Kubikkmassen ble imidlertid beregnet etter en maksimumslengde på henholdsvis 6,00 m og 5,50 m (innmålingslengden). Minste tillatte lengde var 3,00 m (vrakingsgrense = 2,90 m).

Gjennomsnittslengden (aritmetisk) for stokkene i dette materialet er beregnet til 4,32 m (Tabell 2), varierende fra 2,40 m til 6,68 m for de enkelte stokker (standardavvik = 0,80 m). Frekvensfordelingen for enkeltobservasjonene er ikke signifikant skjev i forhold til en normalfordeling ($g = 0,12$, $t = 1,00$). Fordelingen har 3 topper ved 3,5 m, 4,5 m og 5,2 m (Fig. 2).

Gjennomsnittlig stokklengde for de to delmaterialene fra 1986 og 1987 var henholdsvis 4,26 m og 4,43 m. Differansen er signifikant ($t = 2,07^*$, $f = 394$).

Av den totale kubikkmassen var det 1,7% (1,5% av stokkantalet) som hadde en stokklengde større enn vrakingsgrensen de enkelte år. Ytterligere 0,7% av kubikkmassen (1,0% av stokkantalet) hadde en stokklengde mellom største innmålingslengde og vrakingsgrensen.

Tabell 2. Stokklengde hos massevirke av gran fra Midt-Norge
Log length of spruce pulpwood from Central Norway

Stokk- kategori <i>Log category</i>	Antall stokker <i>Number of logs</i>	Middel <i>Average</i>	Stokklengde (m) <i>Length of log (m)</i>		St.avv. <i>St.dev.</i>
			Min. <i>Min.</i>	Maks. <i>Max.</i>	
Rotstokker <i>Butt logs</i>	111	4,47	2,87	6,30	0,82
Midtstokker <i>Middle logs</i>	120	4,08	2,67	5,63	0,71
Toppstokker <i>Top logs</i>	155	4,41	2,40	6,68	0,81
Sum	396	4,32	2,40	6,68	0,80

Stokker med en lengde under 2,90 m utgjorde i dette materialet 1,8% av totalantallet og 0,7% av den totale kubikkmassen. Ingen av disse stokkene hadde en toppdiameter med bark under 5,4 cm.

I forhold til en kubering med generell avrundning til nærmeste halvmeter uten hensyn til vrakingsgrensen, vil en kubering etter ovennevnte vrakingsgrenser gi en reduksjon i volumet på 2,4%.

En regresjonsanalyse med bruk av logaritmetransformasjon for diameterfaktoren viser at det ikke er noen signifikant sammenheng mellom midtdiameter med bark og stokklengde ($t = -0,04$, $f = 394$).

Ved Nordenfjelske Tømmermåling har «dimensjonsvraket» blitt beregnet ved stokkmåling av 138 prøvelass av massevirke. I dette materialet utgjorde volumet av for lange/korte stokker 1,9% og volumet av stokker med for liten toppdiameter 0,6% (KJESBU 1987).

3.1.3. Avsmalning

Avsmalningen fra rotende til toppende er, for rotstokkene, beregnet for den lengde som tilsvarer avstanden fra et tverrsnitt 40 cm fra rotende til stokkens toppende.

Gjennomsnittlig avsmalning fra rotenden til toppenden av stokkene er for dette materialet beregnet til 1,40 cm/m (Tabell 3). Midtstokkene har en mindre avsmalning (1,27 cm/m) enn rotstokkene og toppstokkene (henholdsvis 1,56 cm/m og 1,39 cm/m).

Hos rotstokkene har den halvdelen av lengden som er nærmest rotenden en signifikant større avsmalning (1,80 cm/m) enn den andre halvdelen (1,33 cm/m), ($t = 4,40^{***}$, $f = 110$). For midtstokkene har den halvdelen av lengden som er nærmest toppenden en større gjennomsnittlig avsmalning (1,33 cm/m) enn den

andre halvdel (1,20 cm/m). Differansen er ikke stor, men er signifikant på 95 prosentnivået ($t = 2,41^*$, $f = 129$). For toppstokkene viser beregningene at den halvdel av lengden som er nærmest toppenden har en signifikant større avsmalning (1,51 cm/m) enn «rothavdel» (1,26 cm/m), ($t = 6,01^{***}$, $f = 154$).

En variansanalyse viser at det ikke er noen signifikant differanse i avsmalning mellom topphalvdelen av rotstokkene, hele lengden av midtstokkene og rothavdel av toppstokkene ($F = 0,52$, $f = 2-393$). Denne avsmalningen er i gjennomsnitt 1,28 cm/m.

Rotstokkene har i dette materialet en gjennomsnittlig rot- og toppdiameter på henholdsvis 20,49 cm og 14,22 cm. Med en form som en avkortet kjegle ville denne gjennomsnittsstokken ha en midtdiameter på 17,36 cm. Den målte midtdiameteren for disse stokkene er i gjennomsnitt 16,91 cm. Rotstokkene i dette materialet har således i gjennomsnitt en form som er tilnærmet en avkortet neiloide.

For midtstokkene er gjennomsnittlig rot- og toppdiameter beregnet til henholdsvis 19,07 cm og 13,90 cm. En avkortet kjegleform for denne gjennomsnittsstokken ville gi en midtdiameter på 16,49 cm. Den målte gjennomsnittsdiameteren er for disse stokkene 16,60 cm. Midtstokkene har således i gjennomsnitt en form som er tilnærmet en avkortet kjegle.

Rot- og toppdiameter hos toppstokkene er for dette materialet henholdsvis 13,36 cm og 7,30 cm. For denne stokk-kategori ville en avkortet kjegleform gi en gjennomsnittlig midtdiameter på 10,33 cm. Den målte midtdiameter er i gjennomsnitt beregnet til 10,60 cm. Formen på toppstokkene er således i gjennomsnitt tilnærmet en avkortet paraboloide.

En regresjonsanalyse viser at for hele materialet under ett øker avsmalningen med økende midtdiameter på stokkene (Fig. 3). En funksjon med stokklengde

Tabell 3. Avsmalning hos stokker av massevirke av gran fra Midt-Norge
Log taper in spruce pulpwood from Central Norway

Stokk- kategori <i>Log category</i>	Antall stokker <i>Number of logs</i>	Middel <i>Average</i>	Avsmalning (cm/m) <i>Log taper (cm/m)</i>		St.avv. <i>St.dev.</i>
			Min. <i>Min.</i>	Maks. <i>Max.</i>	
Rotstokker <i>Butt logs</i>	111	1,56	0,53	4,23	0,79
Midtstokker <i>Middle logs</i>	130	1,27	0,30	2,30	0,39
Toppstokker <i>Top logs</i>	155	1,39	0,63	2,41	0,35
Sum	396	1,40	0,30	4,23	0,53

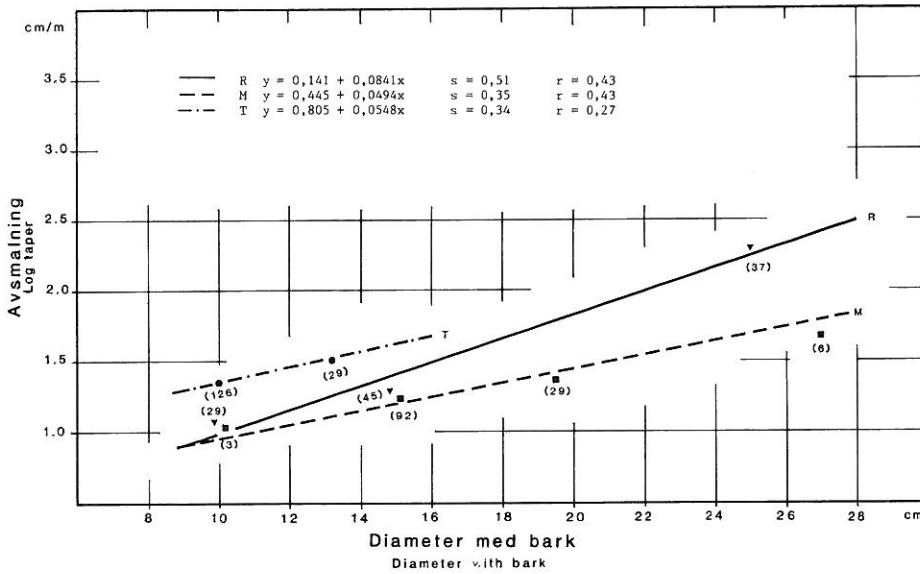


Fig. 3. Sammenhengen mellom avsmalning og midtdiameter.
The relationship between log taper and diameter at log midpoint.

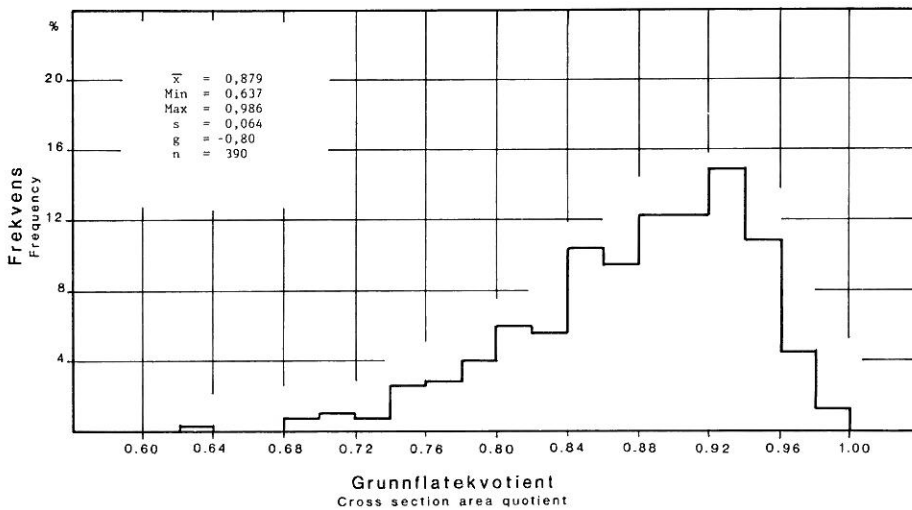


Fig. 4. Frekvensfordeling for grunnflatekvotienten (ovaliteten).
Frequency distribution of the cross section area quotient.

som uavhengig variabel i tillegg til midtdiameteren gir ikke noe signifikant bidrag til reduksjonen av residualspreddingen ($F = 2,62$, $f = 1-393$).

For rotstokkandelen øker avsmalningen fra 1,0 cm/m ved en diameter på 10 cm til 2,7 cm/m ved en tilsvarende diameter på 30 cm (0,084 cm/m/cm). Økningen er signifikant ($F = 154,37^{***}$, $f = 1-109$). Avsmalningen for stokkenes rothaldel øker imidlertid sterkere (0,113 cm/m/cm) med diameteren enn den tilsvarende avsmalning for topphalvdelen (0,055 cm/m/cm). Hos både rothaldelen ($F = 109,74^{***}$, $f = 1-110$) og topphalvdelen ($F = 40,36^{***}$, $f = 1-109$) er økningen i avsmalning med diameteren signifikant. Rothalvdelenes sterkere økning i avsmalning i forhold til diameteren er signifikant ($F = 17,57^{***}$, $f = 1-218$).

Hos midtstokkene øker den totale avsmalningen fra 0,9 cm/m til 1,9 cm/m ved en økning av midtdiameteren fra 10 cm til 30 cm (0,049 cm/m/cm). Økningen er signifikant ($F = 29,69^{***}$, $f = 1-128$). For denne stokk-kategori er økningen i avsmalning med økende diameter nesten den samme for rothaldelen (0,056 cm/m/cm) og topphalvdelen (0,043 cm/m/cm). Hos både rothaldelen og topphalvdelen er økningen i avsmalning med diameteren signifikant ($F = 21,25^{***}$, $f = 1-128$), ($F = 13,37^{***}$, $f = 1-128$). Det er ingen signifikant forskjell i avsmalningsøkning mellom rothaldelen og topphalvdelen ($F = 0,61$, $f = 1-256$).

For toppstokkene øker den totale avsmalningen fra 1,1 cm/m ved en midtdiameter på 6 cm til 1,6 cm/m ved en tilsvarende diameter på 15 cm (0,055 cm/m/cm). Økningen er signifikant ($F = 11,69^{***}$, $f = 1-153$). Det er imidlertid ingen signifikant sammenheng mellom avsmalning og midtdiameter for rothaldelen av toppstokkene ($F = 0,25^{***}$, $f = 1-153$). Stort sett hele økningen i avsmalningen med økende diameter finnes i topphalvdelen (0,100 cm/m/cm). Denne økningen er signifikant ($F = 25,07^{***}$, $f = 1-153$).

3.1.4. Ovalitet

Ovaliteten for stokkenes tverrsnitt er målt på stammeskiver og beregnet som forholdet mellom de to grunnflatene som tilsvarende henholdsvis minste og største diameter under bark (grunnflatekvotienten). I gjennomsnitt er grunnflatekvotienten for dette materialet beregnet til 0,879 (Tabell 4), varierende fra 0,637 til 0,986 for de enkelte stammeskiver (standardavvik = 0,064). Frekvensfordelingen for enkeltobservasjonene (Fig. 4) er signifikant skjev i forhold til en normalfordeling med en hale til venstre ($g = -0,80$, $t = 6,43^{***}$). Ved transformasjon av verdiene for grunnflatekvotienten til arcsin-verdier blir denne skjevheten (g) redusert til -0,22. Denne skjevhetsverdien er ikke signifikant forskjellig fra 0 ($t = 1,79$).

En kovariansanalyse med bruk av arcsin-transformasjon for grunnflatekvotienten og logaritmetransformasjon for diameter under bark, viser at det er en signifikant nivåforskjell mellom stokk-kategorier når det gjelder den lineære sammenhengen mellom grunnflatekvotient og diameter ($F = 3,42^*$, $f = 2-386$). Rotstokkene har en litt lavere grunnflatekvotient enn midt- og toppstokkene ved samme diameter. Det er ingen signifikant differanse mellom stokk-

Tabell 4. Ovalitet hos stokker av massevirke av gran fra Midt-Norge
Log ovality in spruce pulpwood from Central Norway

Stokk- kategori <i>Log category</i>	Antall stokker <i>Number of logs</i>	Middel <i>Average</i>	Grunnflatekvotient <i>Basal area quotient</i>		St.avv. <i>St.dev.</i>
			Min. <i>Min.</i>	Maks. <i>Max.</i>	
Rotstokker <i>Butt logs</i>	107	0,857	0,637	0,986	0,072
Midtstokker <i>Middle logs</i>	129	0,874	0,716	0,984	0,060
Toppstokker <i>Top logs</i>	154	0,899	0,682	0,985	0,055
Sum	390	0,879	0,637	0,986	0,064

kategoriene når det gjelder stigningsforholdet for overnevnte funksjon ($F = 0,54$, $f = 2-384$).

Sammenhengen mellom grunnflatekvotient og diameter under bark er for dette materialet gjengitt i Fig. 5. Beregningene viser at en 2.gradsfunksjon med transformasjon av grunnflatekvotient og diameter under bark til henholdsvis arcsin-verdier og logaritmeverdier, ikke gir noe signifikant bidrag til reduksjonen av residualspreddningen i forhold til en lineær funksjon ($F = 2,98$, $f = 1-387$). Den lineære funksjonen har følgende formel (x i cm):

$$y = 0,940 - 0,00451 \cdot x \quad s = 0,059$$

Det går fram av Fig. 5 at i gjennomsnitt avtar grunnflatekvotienten (ovaliteten øker) med økende diameter. Av totalvariasjonen i grunnflatekvotienten forklarer diametervariasjonen 13% ($r = 0,37$).

For et materiale av skurtømmer fra Trøndelag (OKSTAD 1983) avtok grunnflatekvotienten fra 0,889 til 0,804 når diameteren økte fra 13 cm til 30 cm. I det foreliggende materialet av massevirke avtok grunnflatekvotienten fra 0,881 til 0,805 innenfor de samme diametergrenser (Fig. 5).

Ved måling av tømmer etter de gitte regler blir diameteren målt på såkalt fallende kant dvs. at klavelinjalen skal holdes vannrett ved registrering. Gjennomsnittlig diameter (aritmetisk) målt på fallende kant er for dette materialet beregnet til 14,3 cm. Ved kubering av stokkene på grunnlag av diameter på fallende kant vil volumet bli 0,2% høyere enn en tilsvarende kubering på grunnlag av diameter på middels kant (gjennomsnitt av største og minste diameter). Ved 100% »utnyttelse» av bredkant blir det registrerte volum 7,0 % høyere enn ved måling på middels kant.

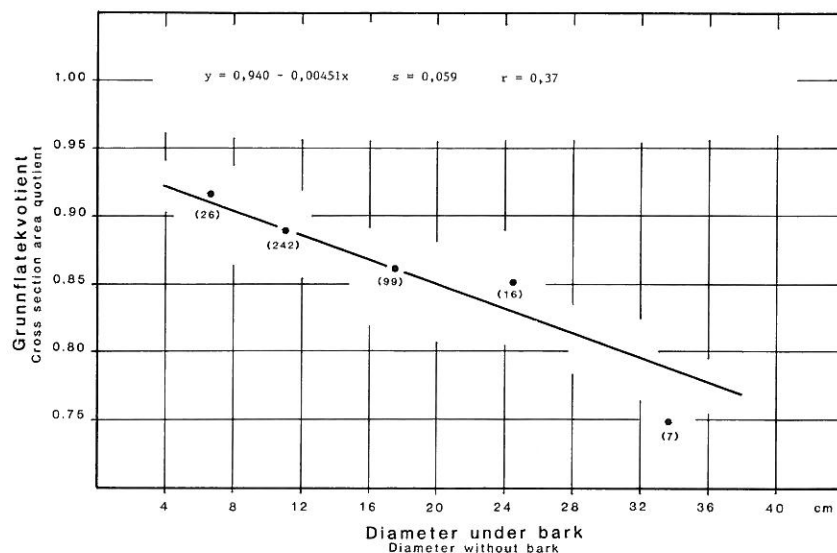


Fig. 5. Sammenhengen mellom ovalitet og diameter.
The relationship between ovality and diameter.

En regresjonsanalyse med transformasjon av diameterfaktoren til logaritmeverdier viser at det ikke er noen signifikant sammenheng mellom «utnyttelse av bredkant» og diameteren på virket ($t = 0,60$, $f = 388$).

Dersom tverrsnittarealet beregnes ut fra en ellipse, med største og minste diameter som de to aksene i ellipsen, vil det beregnede volum bli 0,2% lavere enn ved en kubering som tidligere nevnt på middels kant.

3.1.5. Barktykkelse

Barktykkelsen er beregnet på grunnlag av klavemålinger på og under bark på stammeskiver. I gjennomsnitt er dobbel barktykkelse for dette materialet 10,9 mm (rotstokkandelen), 10,3 mm (midtstokkandelen) og 7,2 mm (toppstokkandelen) (Tabell 5). Frekvensfordelingen for enkeltobservasjonene er signifikant skjev i forhold til en normalfordeling ($g = 0,89$, $t = 7,42^{***}$) med en hale til høyre. Ved transformasjon av verdiene for dobbel barktykkelse (+ 4 mm) til logaritmeverdier blir skjevheten (g) 0,08. Denne verdien er ikke signifikant ($t = 0,64$). En kovariansanalyse med bruk av logaritmetransformasjon for både diameterfaktoren og dobbel barktykkelse viser at det ikke er noen signifikant nivåforskjell mellom de enkelte stokk-kategorier når det gjelder den lineære sammenhengen mellom dobbel barktykkelse og diameter med bark ($F = 0,79$, $f = 2-386$). Det er heller ikke noen signifikant forskjell når det gjelder stigningsforholdet i regresjonsfunksjonene ($F = 0,57$, $f = 2-384$).

Tabell 5. Barktykkelse (målt på stammeskiver) hos massevirke av gran fra Midt-Norge
Bark thickness (measured on discs) of spruce pulpwood from Central Norway

Stokk- kategori <i>Log category</i>	Antall stokker <i>Number of logs</i>	Dobbel barktykkelse (mm) <i>Double bark thickness (mm)</i>			St.avv. <i>St.dev.</i>
		Middel <i>Average</i>	Min. <i>Min.</i>	Maks. <i>Max.</i>	
Rotstokker <i>Butt logs</i>	107	10,9	2,0	22,0	4,8
Midtstokker <i>Middle logs</i>	129	10,3	5,0	22,5	3,0
Toppstokker <i>Top logs</i>	154	7,2	2,0	15,0	2,4
Sum	390	9,2	2,0	22,5	3,8

Beregningene viser at en 2. gradsfunksjon ikke gir noe signifikant bidrag til reduksjonen av residualspredningen i forhold til en funksjon av 1. grad for beskrivelsen av forholdet mellom dobbel barktykkelse og diameter med bark ($F = 1,51$, $f = 1-387$). Funksjonen av 1. grad (Fig. 6) har følgende formel ($y =$ dobbel bark i mm, $x =$ diameter med bark i cm):

$$y = 2,30 + 0,487 \cdot x \quad s = 2,69$$

Barkvolumprosenten beregnet på grunnlag av stammeskivenes diameter med og uten bark, er i gjennomsnitt (grunnflateveid) 11,7% for rotstokkandelen, 12,0% for midtstokkandelen og 13,2% for toppstokkandelen. Den tilsvarende barkvolumprosent beregnet på grunnlag av tømmermålingens volum på og under bark (skjønnsmessig fradrag for dobbel barktykkelse), er henholdsvis 11,2%, 12,4% og 14,6% (Tabell 6).

3.1.6. Stokkvolum

Etter tømmermålingens regler måles stokkvolumet (dm^3) etter Hubers formel på grunnlag av midtdiameter på fallende kant (cm), og lengde (dm), og er som følger:

$$V = \frac{L \cdot (d_m)^2}{400}$$

Diameterinngangen i denne formelen er etter tømmermålingens regler klassebunn (cm-klasser) + 0,25 cm, lengdeinngangen er klassemidt (50 cm-klasser), og volumet avrundes til nærmeste hele dekaliter.

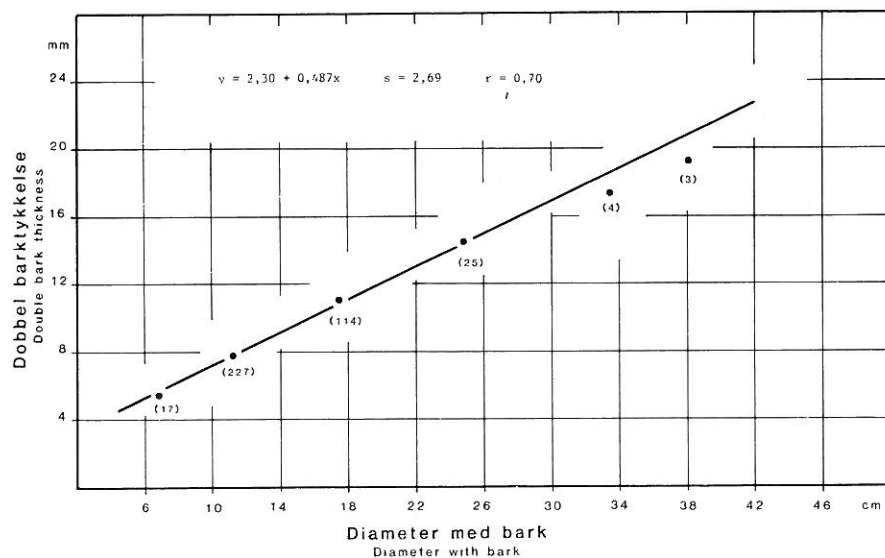


Fig. 6. Sammenhengen mellom dobbel barktykkelse og diameter.
The relationship between double bark thickness and diameter.

Tabell 6. Barkvolumprosent (aritmetisk) hos massevirke av gran fra Midt-Norge (målt etter tømmermålingsforeningens regler)
Bark volume percentage in spruce pulpwood from Central Norway (measured according to the rules of measurement society)

Stokk- kategori <i>Log category</i>	Antall stokker <i>Number of logs</i>	Middel <i>Average</i>	Barkvolumprosent <i>Bark volume percentage</i>		St.avv. <i>St.dev.</i>
			Min. <i>Min.</i>	Maks. <i>Max.</i>	
Rotstokker <i>Butt logs</i>	111	11,2	0	50,0	10,9
Midtstokker <i>Middle logs</i>	130	12,4	0	28,6	6,8
Toppstokker <i>Top logs</i>	155	14,6	0	50,0	13,8
Sum	396	12,3	0	50,0	11,1

Gjennomsnittlig stokkvolum med bark, målt av tømmermålingen, er for dette materialet beregnet til 75,3 dm³ (Tabell 7), varierende fra 10,0 dm³ til 520,0 dm³ for de enkelte stokker (standardavvik = 69,1 dm³). Frekvensfordelingen for stokkvolumet (Fig. 7) er signifikant skjev i forhold til en normalfordeling ($g = 2,98$, $t = 19,86^{***}$) med en hale til høyre. For de enkelte stokk-kategorier har rotstokkandelen et gjennomsnittlig stokkvolum med bark på 109,1 dm³. De tilsvarende verdier for midtstokkandelen og toppstokkandelen er henholdsvis 90,9 dm³ og 38,0 dm³ (Tabell 7).

Beregnet volum med bark på grunnlag av målt midtdiameter (justert for rotstokker etter en avsmalning på 1,3 cm/m) og lengde, og forøvrig i henhold til reglementet som ovenfor nevnt når det gjelder avrunding av diameter og lengde, samt kuberingsmåte (0,25 cm over klassebunn og avrunding av volum til nærmeste 10 liter), er beregnet til 76,7 dm³ pr. stokk. Variasjonsvidden for de enkelte stokker går fra 10,0 dm³ til 460,0 dm³.

For at Hubers formel skal gi et «riktig» stokkvolum, må stokken ha form av en avkortet paraboloid. Som tidligere vist har toppstokkene i gjennomsnitt en tilnærmet paraboloidisk form. Formen er imidlertid sterkt avhengig av midtdiameteren. Stokker med små midtdiametre vil ha en tilnærmet neiloideform mens de større diametre har en utpreget paraboloidform.

Midtstokkene har en form tilnærmet en avkortet kjegle. For denne stokk-kategori er formen relativt lik for alle midtdiametre.

Rotstokkene har i gjennomsnitt en tilnærmet neiloideform. Neiloideformen forsterkes med økende midtdiameter.

Hubers formel vil på grunnlag av avsmalningsberegningene underkubere rotstokkene på grunn av neiloideformen, og underkuberingen vil være større for store dimensjoner i forhold til små dimensjoner. Midtstokkene vil bli underkubert litt på grunn av en tilnærmet kjegleform. Denne underkuberingen vil være lite avhengig av midtdiameteren. Toppstokkene vil i gjennomsnitt bli kubert tilnærmet «riktig» etter Hubers formel. Det vil imidlertid skje en relativt sterk underkubering av små dimensjoner (diametre) og en relativt sterk overkubering av større dimensjoner.

Som ovenfor nevnt tar Hubers formel utgangspunkt i bare midtdiameteren ved siden av lengden ved beregning av stokkvolumet. En annen formel for kubering av stokker er Newtons formel. Denne formelen forutsetter måling av rotdiameteren (D), midtdiameteren (dm) og toppdiameteren (d), alle i cm, samt stokklengde (L) i dm (volum (V) i dm³) og er som følger:

$$V = \frac{L \cdot (D^2 + 4(d_m)^2 + d^2)}{2400}$$

En kubering av det foreliggende materialet etter Newtons formel (rotdiameter for hver rotstokk justert i forhold til en beregnet avsmalning for stokkens rothalvdel), gir et volum som er 2,2% større enn det tilsvarende volum beregnet etter Hubers formel. Differansen er signifikant ($t = 6,38^{***}$, $f = 395$).

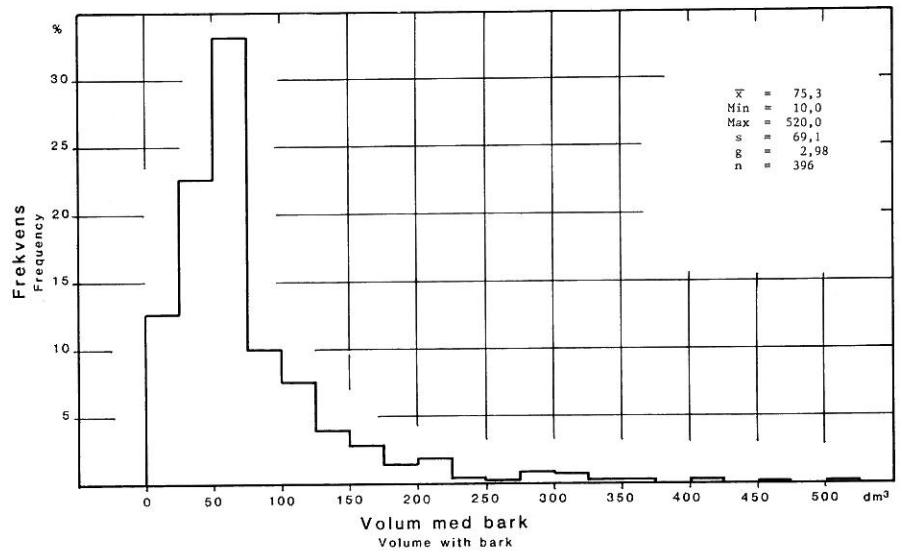


Fig. 7. Frekvensfordeling for volum med bark pr. stukk.
Frequency distribution of volume with bark per log.

Tabell 7. Volum pr. stukk med bark hos massevirke av gran fra Midt-Norge
Volume per log with bark in spruce pulpwood from Central Norway

Stokk- kategori <i>Log category</i>	Antall stokker <i>Number of logs</i>	Middel <i>Average</i>	Volum med bark (dm ³) <i>Volume with bark (dm³)</i>		St.avv. <i>St.dev.</i>
			Min. <i>Min.</i>	Maks. <i>Max.</i>	
Rotstokker <i>Butt logs</i>	111	109,1	10,0	520,0	99,4
Midtstokker <i>Middle logs</i>	130	90,9	20,0	420,0	54,1
Toppstokker <i>Top logs</i>	155	38,0	38,0	110,0	17,3
Sum	396	75,3	10,0	520,0	69,1

For et materiale av «loblolly pine» fra USA er det funnet volumdifferanser, ved bruk av henholdsvis Newtons formel og Hubers formel som kuberingsmåte, av samme størrelsesorden som ovenfor nevnt for materialet fra Fiborgtangen (PHILLIPS & TARAS 1987).

En tredje formel for stokk-kubering er Smalians formel som forutsetter måling av rottdiameter (D) og toppdiameter (d), begge i cm, samt stokklengde i dm for beregning av stokkvolumet (V) i dm³:

$$V = \frac{L \cdot (D^2 + d^2)}{800}$$

Kubert etter Smalians formel gir det foreliggende materialet et volum som er 6,7% høyere enn tilsvarende volum beregnet etter Hubers formel. For rotstokkandelen er denne forskjellen 13,3%. Forskjellen for midt- og toppstokkene er henholdsvis 1,6% og 3,3%.

I svenske tømmermålingsregler benyttes en modifisert form av Smalians formel (topprotmåling). Den registrerte toppdiameter skal imidlertid representere et tverrsnitt 10 cm fra toppenden. Den registrerte rottdiameteren skal videre representere et tverrsnitt 45 cm og 10 cm fra rotenden for henholdsvis rotstokker og midt/toppstokker. Ved kubikkberegningen benyttes følgende modifiserte formel:

$$V = \frac{L \cdot (0,485 \cdot D^2 + 0,515 \cdot d^2)}{400}$$

En kubering av det foreliggende materialet på grunnlag av ovennevnte formel gir et volum som er 3,2% høyere enn det tilsvarende volum beregnet etter Hubers formel. For rotstokkandelen er denne forskjellen 6,8%. De tilsvarende forskjeller for midtstokkandelen og toppstokkandelen er henholdsvis 0,5% og 1,2%.

Av de tre nevnte kuberingsformlene er det bare Newtons formel som tar hensyn til stokkens form i lengdesnittet. Denne formelen er således den som gjengir stokkvolumet mest mulig korrekt. I Fig. 8 er derfor over/underkuberingen ved bruk av Hubers og Smalians formler satt opp i forhold til en kubering ved bruk av Newtons formel.

Det går fram av Fig. 8 at Hubers formel underkuberer rotstokkene relativt sterkt. Denne underkuberingen øker med økende diameter fra ca. 1,5% ved en midtdiameter på 7 cm til ca. 4,5% ved en tilsvarende diameter på 26 cm. Underkuberingen skyldes hovedsakelig neiloidformen på stokkene og at denne forsterkes med økende midtdiameter.

For midtstokkene gir Hubers formel en svak underkubering i forhold til Newtons formel. Denne underkuberingen øker litt med diameteren (Fig. 8).

Hubers formel underkuberer de mindre dimensjoner av toppstokkandelen. For de større dimensjoner i denne stokk-kategori skjer det en overkubering i forhold til Newtons formel ved bruk av Hubers formel (Fig. 8). Denne utviklingen i forhold til diameteren skyldes hovedsakelig endringer i stokkenes form over diameterskalaen.

Det er en sammenheng mellom volumene beregnet etter de 3 nevnte formlene slik at når volumet etter 2 av formlene er gitt, er også volumet etter den 3. forme-

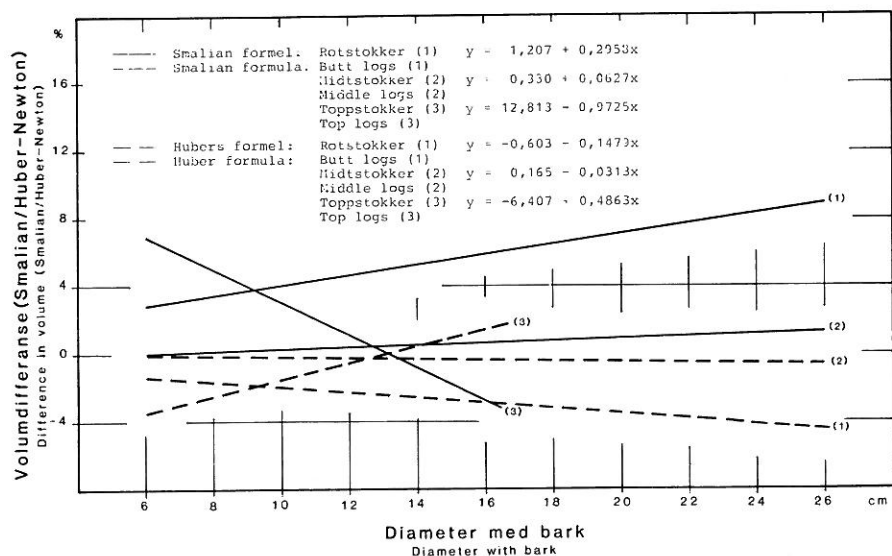


Fig. 8. Sammenhengen mellom volumdifferanse (Smalian/Huber-Newton) og diameter.
The relationship between difference in volume (Smalian/Huber - Newton) and diameter.

len gitt uten at man har informasjon om diameter og lengde. Dette medfører at f.eks. en over/under-kubering i forhold til Newtons formel ved bruk av Hubers formel, gir en tilsvarende over/under-kubering med motsatt »fortegn», og med dobbelt så stor verdi, ved bruk av Smalians formel. Som det går fram av Fig. 8 overkuberer Smalians formel rotstokkene relativt sterkt, med en økning i overkuberingen fra ca. 3% ved en diameter på 7 cm til ca. 9% ved en diameter på 26 cm.

Da Hubers formel gir en liten underkubering i forhold til Newtons formel for midtstokkene, vil Smalians formel gi en overkubering som i størrelse er dobbelt så stor, men fortsatt av liten størrelsesorden (Fig. 8). For midtstokkandelen betyr det således lite hvilken av de 3 formlene som benyttes ved kuberingen.

For toppstokkandelen vil Smalians formel overkubere de mindre dimensjonene relativt sterkt. For de større dimensjonene vil Smalians formel gi en underkubering i forhold til Newtons formel (Fig. 8).

I tillegg til bruk av formel ved beregning av stokkvolumet, vil også grupperingen av diameteren, lengden og volumet i klasser, samt klassegrunnlagene for beregning av volumet, ha betydning for kubikkberegningen. Etter de regler som gjelder ved stokkmåling av prøvelass ved FMB-måling, skal midtdiameteren måles i cm-klasser og kuberingen skal skje etter klassebunn + 0,25 cm. Lengden skal måles i 50 cm-klasser, og kubering skal foregå på grunnlag av klassemid (hele og halve metre). Det beregnede volum skal avrundes til nærmeste hele dekaliter.

I forhold til en kubering på grunnlag av diameter registrert i mm-klasser (klassemidtkubering), vil en kubering etter ovennevnte regler som brukes av tømmermålingen, vanligvis føre til en underkubering for et tømmerparti. Størrelsen på denne underkuberingen vil være avhengig av dimensjon og fordeling av stokkdiametrene innenfor cm-klassene. Ved 10 cm-klassen (10,0 - 10,9 cm) og en lik fordeling av stokkene på hver mm-klasse innenfor cm-klassen, vil tømmermålingens kuberingsmåte føre til en underkubering på 4,8%. Ved en diameterklasse på 20 cm (20,0 - 20,9 cm) vil den tilsvarende underkuberingen være 2,4%. I det foreliggende materialet er gjennomsnittlig (veid) diameter ca. 15,5 cm og den tilsvarende beregnede underkubering for denne dimensjonen er 3,2%.

Ved ordinær tømmermåling blir volumet som tidligere nevnt registrert i volumklasser med klassevidde 10 liter (dekaliter). Klassemidt er hele dekaliter. Eksempelvis går klassen med klassemidt 3 dekaliter fra 25,0 liter til 34,9 liter. Denne måten å avrunde volumet på fører vanligvis til en underestimering av kubikkinnholdet i et tømmerparti. Dette skyldes delvis at det er relativt få kombinasjoner av diameterklasser og lengdeklasser innenfor hver volumklasse. Som det vil framgå senere vil derfor valg av midtklasse ha betydning for kubikkberegningen. Når lengden varierer mellom 3 og 6 meter, vil det f.eks være 10 mulige kombinasjoner av diameterklasser og lengdeklasser som ligger mellom 25,0 liter og 34,9 liter. Med en stokk i hver av disse kombinasjonene vil gjennomsnittsvolumet utgjøre 30,5 liter. Med en avrunding av volumet av hver stokk til nærmeste hele dekaliter vil det tilsvarende volum være 30 liter, eller 1,7% lavere enn det «virkelige» volum. Et liknende forhold (underestimering) eksisterer for de fleste andre volumklassene opp til 10 dekaliter. Eneste unntak er volumklassen med klassemidt 4 dekaliter hvor det er en tilsvarende overestimering på 0,5%.

I tillegg til de ovennevnte forhold vil også fordelingen av stokker på de enkelte kombinasjoner av diameterklasser og lengdeklasser innenfor de enkelte volumklasser ha betydning for om volumklassefaktoren over/underestimerer kubikkmassen. For det foreliggende materialet er det beregnet at denne volumklassefaktoren underestimerer totalvolumet signifikant med 1,3% ($t = 5,11^{***}$). For de delene av materialet som har stokker med et volum mindre enn 105 liter (321 stokker) og mindre enn 35 liter (91 stokker), er den tilsvarende underestimering henholdsvis 2,1% ($t = 6,05^{***}$) og 5,1% ($t = 4,19^{***}$). For den delen av materialet som har stokker med et volum større enn 105 liter (75 stokker) er denne underestimeringen minimal (0,2%) og ikke signifikant ($t = 1,13$).

Som tidligere nevnt vil valg av klassemidt for volumklassene ha betydning for resultatet av kubikkberegningen. For å få et bilde av dette er det foretatt en beregning hvor klassemidt er 1,5 dekaliter, 2,5 dekaliter, 3,5 dekaliter osv. I dette systemet går eksempelvis klassen med klassemidt 2,5 dekaliter fra 20,0 liter til 29,9 liter. Ved en slik bruk av volumklassesystemet vil det foreliggende materialet bli overestimert med 0,2% i forhold til det «riktige volum». Ved således å endre klassemidt fra hele dekaliter til «halve» dekaliter vil det beregnede volum for det foreliggende materialet bli 1,5% høyere.

Dersom stokkvolumet (Hubers formel) beregnes på grunnlag av diameter målt i mm-klasser (klassemidt), lengde målt i cm-klasser (klassemidt) og volumet utregnet i liter, blir gjennomsnittsvolumet for dette materialet 80,17 dm³. Dette er 4,5% mer enn det beregnede volum etter tømmermålingens regler for «justering» av diameter, lengde og volum. Av dette skyldes 2,8% diameterklassefaktoren, 0,4% lengdeklassefaktoren og 1,3% volumklassefaktoren. At diameterklassefaktoren fører til mindre underkubering enn ovenfor beregnet (3,2%), skyldes at det er en viss opphopning av stokker på de lavere mm-klasser innenfor de enkelte cm-klasser i dette materialet.

En siste faktor som har betydning for kuberingen av et lass av massevirke, er «utnyttelsen» av bredkant. Som tidligere vist utgjør denne «utnyttelsen» for dette materialet 0,2% i forhold til en registrering av diameteren på middels kant.

En kubering som er utført på grunnlag av en registrering av diameter på middels kant i mm-klasser, lengde i cm-klasser og en kubikkregistrering i liter beregnet etter Newtons formel (klassemidt for diameter og lengde), vil gi et volum som er 6,5% høyere i forhold til en kubering etter tømmermålingens regler som ovenfor nevnt (Hubers formel). Av dette skyldes volumformelfaktoren +2,2%, diameterklassefaktoren +2,8%, lengdeklassefaktoren +0,4%, volumklassefaktoren +1,3% og fallende kant-faktoren -0,2%. For den delen av materialet som omfatter stokker mindre enn 35 liter (91 stokker) var den tilsvarende forskjell i volum 13,5% (2,0% skyldes volumformelfaktoren, 7,1% skyldes diameterklassefaktoren, -0,3% skyldes lengdeklassefaktoren, 5,1% skyldes volumklassefaktoren og -0,4% skyldes fallende kant-faktoren).

3.2. Kvalitetssegenskaper

3.2.1. Kvistved

Kvistvedandelen er målt på tverrsnitt tatt på bestemte steder på stokken. I gjennomsnitt er grunnflateveid kvistandel for dette materialet beregnet til 2,0%, med en variasjonsvidde for de enkelte tverrsnitt fra 0% til 25% (Tabell 8). Kvistvedandelen er størst hos rotstokkene (2,3%). De tilsvarende tall for midt- og topp-stokkene er henholdsvis 2,0% og 1,5%.

På hver stokk ble lengden på største kviststump registrert. Av det totale stokk-tallet var 39% uten kviststumper. På de stokkene som hadde kviststumper, var gjennomsnittlig lengde av største kviststump 1,6 cm, varierende fra 0,1 cm til 10,0 cm for de enkelte stokker.

Av totalantallet stokker var det 4 som hadde en kviststump større enn 5 cm.

3.2.2. Tennarved

Tennarvedandelen er målt på de samme tverrsnitt som kvistvedandelen. Andelen av tennarved er i gjennomsnitt (grunnflateveid) beregnet til 5,8%, varierende fra 0 - 80% for de enkelte tverrsnitt (Tabell 9). Tennarvedandelen er størst for rotstokkene (8,6%). For midt- og topp-stokkene er de tilsvarende andeler henholdsvis 4,5% og 2,6%.

Tabell 8. Andel av kvistved i massevirke av gran fra Midt-Norge
Proportion of knotwood in spruce pulpwood from Central Norway

Stokk- kategori <i>Log category</i>	Antall stokker <i>Number of logs</i>	Andel av kvistved (%) <i>Proportion of knotwood (%)</i>			St.avv. <i>St.dev.</i>
		Middel <i>Average</i>	Min. <i>Min.</i>	Maks. <i>Max.</i>	
Rotstokker <i>Butt logs</i>	107	2,3	0	20,0	3,4
Midtstokker <i>Middle logs</i>	129	2,0	0	14,0	3,4
Toppstokker <i>Top logs</i>	154	1,5	0	25,0	3,9
Sum	390	2,0	0	25,0	3,6

Tabell 9. Andel av tennarved i massevirke av gran fra Midt-Norge
Proportion of compression wood in spruce pulpwood from Central Norway

Stokk- kategori <i>Log category</i>	Antall stokker <i>Number of logs</i>	Andel av tennarved (%) <i>Proportion of compression wood (%)</i>			St.avv. <i>St.dev.</i>
		Middel <i>Average</i>	Min. <i>Min.</i>	Maks. <i>Max.</i>	
Rotstokker <i>Butt logs</i>	107	8,6	0	50,0	12,5
Midtstokker <i>Middle logs</i>	129	4,5	0	80,0	11,3
Toppstokker <i>Top logs</i>	154	2,6	0	40,0	6,8
Sum	390	5,8	0	80,0	10,3

3.2.3. Råteved

Råteved i stammeskivene er karakterisert som fast råte, løs råte og hulrâte. Hos rotstokkene var det 14,0% av stammeskivene som hadde fast råte. De tilsvarende tall for stammeskiver med løs råte og hulrâte var henholdsvis 0,8% og 0,6%.

Av den totale «kubikkmassen» i rotstokkandelen var andelen av fast råte 5,9%. I rotstokkandelen var det videre 0,2% løs råte og 0,2% hulrâte (Tabell 10).

Tabell 10. Andel av råteved i massevirke av gran fra Midt-Norge
*Proportion of decayed wood in spruce pulpwood from
 Central Norway*

Stokk- kategori <i>Log category</i>	Antall stokker <i>Number of logs</i>	Andel av råteved (%) <i>Proportion of decayed wood (%)</i>		
		Fast råte <i>Firm rot</i>	Løs råte <i>Loose rot</i>	Hulrâte <i>Pocket rot</i>
Rotstokker <i>Butt logs</i>	107	5,9	0,2	0,2
Midtstokker <i>Middle logs</i>	129	1,1	-	0,5
Toppstokker <i>Top logs</i>	154	0,3	-	-
Sum	390	2,9	0,1	0,3

For midtstokkandelen var det 5,4% av stammeskivene som hadde fast råte, mens 0,9% hadde hulrâte. Av den totale kubikkmassen av midtstokkene var andelen av fast råte 1,1% og andelen av hulrâte 0,5% (Tabell 10).

Hos toppstokkene var det 3,2% av stammeskivene som hadde fast råte. Ingen av stammeskivene fra toppstokkene hadde løs råte eller hulrâte. Av den totale kubikkmassen av toppstokkene var andelen av fast råte 0,3%.

Det går fram av Tabell 10 at 3,3% av den totale «kubikkmassen» i dette materialet var råteskadet. Av dette utgjorde fast råte mesteparten, eller 88%. Videre utgjorde løs råte 3% og hulrâte 9%.

3.2.4. Kvalitetsklassifisering

Massevirke klassifiseres ifølge målingsreglementet i kvalitetsklassene prima og sekunda samt vrak. I dette materialet er 91,9% av stokkantallet (86,6% av volumet) klassifisert som prima kvalitet (Tabell 11). Videre er 2,8% av stokkantallet (6,6% av volumet) klassifisert som sekunda kvalitet. Vrakandelen omfatter 5,3% av stokkantallet (6,8% av volumet).

Vrakandelen er, for det foreliggende materialet, ikke fordelt på kvalitetsvrak og dimensjonsvrak. Under pkt. 3.1.2. er imidlertid andelen av dimensjonsvraket beregnet til 2,4%. Kvalitetsvrakandelen er derfor i dette materialet av størrelsesorden 4-5%.

Ved Nordenfjelske Treforedling er det totale vrakvolum beregnet ved stokkmåling av 138 prøvelass av massevirke (KJESBU 1987). Av totalvolumet utgjorde vrakvolumet 5,7%. Kvalitetsvrakandelen utgjorde 3,2% og dimensjonsvrakandelen 2,5%.

Gruppert på de enkelte stokk-kategorier har rotstokkene, når det gjelder volum, en primaandel, sekundaandel og vrakandel på henholdsvis 73,5%, 16,3%

Tabell 11. Kvalitetsfordeling hos massevirke av gran fra Midt-Norge.
*Volume proportion of the different quality classes in spruce
 pulpwood from Central Norway*

Stokk- kategori <i>Log category</i>	Antall stokker <i>Number of logs</i>	Kvalitetsfordeling (%) <i>Proportion of different classes (%)</i>		
		Prima <i>Prime</i>	Sek. <i>Sec.</i>	Vrak <i>Cull</i>
Rotstokker <i>Butt logs</i>	111	73,5	16,3	10,2
Midtstokker <i>Middle logs</i>	130	95,4	0	4,6
Toppstokker <i>Top logs</i>	155	95,7	0	4,2
Sum	396	86,6	6,6	6,8

og 10,2%. De tilsvarende tall for midtstokkene er 95,4%, 0% og 4,6%.

For toppstokkandelen ble 95,7% av totalvolumet registrert som prima kvalitet og 4,2% som vrak.

3.3. Virkesegenskaper

3.3.1. Årringbredde

Gjennomsnittlig (aritmetisk) årringbredde er beregnet for den indre tredjedel, midtre tredjedel og den ytre tredjedel av stammeskiveradien. Disse beregningene viser at årringbredden generelt avtar fra margen og utover mot periferien (Tabell 12). For hele materialet er årringbredden i den indre tredjedelen av radien beregnet til 1,8 mm i gjennomsnitt. De tilsvarende tall for den midtre og ytre delen er henholdsvis 1,5 mm og 1,1 mm.

Gjennomsnittlig årringbredde for de enkelte stammeskiver er beregnet som en veid årringbredde for de 3 ovennevnte delene av radien. For rotstokken er gjennomsnittlig årringbredde beregnet til 1,2 mm. De tilsvarende årringbredder for midtstokker og toppstokker er henholdsvis 1,3 mm og 1,4 mm (Tabell 12).

3.3.2. Basisdensitet

Basisdensiteten er definert som forholdet mellom virkets tørrvekt og råvolum. I dette materialet er basisdensiteten målt på stammeskiver og er i gjennomsnitt (grunnflateareal) for hele materialet beregnet til 421,8 kg/m³ (Tabell 13). Variasjonsvidden for de enkelte stammeskiver går fra 278,3 kg/m³ til 590,7 kg/m³ med et standardavvik på 47,7 kg/m³.

Av det totale antallet av stammeskiver som inngår i dette materialet var det 45% som var uten «kvist», tennar og råte. Disse «rene» stammeskivene hadde en

Tabell 12. Årringbredde i indre (I), midtre (M) og ytre (Y) del av tverrsnittet hos stokker av massevirke av gran fra Midt Norge
Growth ring width in the inner (I), middle (M) and outer (O) parts of the cross section of spruce pulpwood logs from Central Norway

Stokk- kategori <i>Log category</i>	Antall stokker <i>Number of logs</i>	Antall årringer <i>Number of growth rings</i>	Årringbredde (mm) <i>Growth ring width (mm)</i>			Gj.sn. <i>Aver.</i>
			I <i>I</i>	M <i>M</i>	Y <i>O</i>	
Rotstokker <i>Butt logs</i>	107	79,7	1,5	1,4	1,1	1,2
Midtstokker <i>Middle logs</i>	129	65,6	1,9	1,5	1,1	1,3
Toppstokker <i>Top logs</i>	154	42,1	1,9	1,6	1,2	1,4
Sum	390	60,2	1,8	1,5	1,1	1,3

Tabell 13. Basisdensitet hos massevirke av gran fra Midt-Norge. Stammeskiver uten råteved
Basic density of spruce pulpwood from Central Norway. Discs without decayed wood

Stokk- kategori <i>Log category</i>	Antall stokker <i>Number of logs</i>	Middel <i>Average</i>	Basisdensitet (kg/m ³) <i>Basic density (kg/m³)</i>		St.avv. <i>St.dev.</i>
			Min. <i>Min.</i>	Maks. <i>Max.</i>	
Rotstokker <i>Butt logs</i>	87	419,5	278,3	585,4	49,4
Midtstokker <i>Middle logs</i>	117	418,7	314,6	578,1	43,0
Toppstokker <i>Top logs</i>	149	424,6	291,8	590,7	50,8
Sum	353	421,4	278,3	590,7	47,9

gjennomsnittlig grunnflateveid basisdensitet på 412,4 kg/m³, varierende fra 278,3 kg/m³ til 531,7 kg/m³ for de enkelte stammeskiver.

En kovariansanalyse viser at det ikke er noen signifikant forskjell mellom de enkelte stokk-kategorier når det gjelder den lineære sammenhengen mellom basisdensitet og diameter på virket ($F = 0,74$, $f = 2-167$ for nivå, og $F = 1,16$, $f = 2-165$ for stigningsforholdet).

Sammenhengen mellom basisdensitet og diameter på stammeskivene er for det «rene» skivematerialet vist i Fig. 9. Beregningene viser at en 2.gradsfunksjon ikke gir noe signifikant bidrag til reduksjonen av residualspreddningen i forhold til en funksjon av 1.grad ($F = 0,56$, $f = 1-168$). Den lineære sammenhengen mellom basisdensitet (kg/m^3) og diameter (cm) har følgende formel:

$$y = 435,9 - 1,943 \cdot x \quad s = 44,9$$

Av den totale variasjonen i basisdensitet forklarer diametervariasjonen bare 3% ($r = 0,17$).

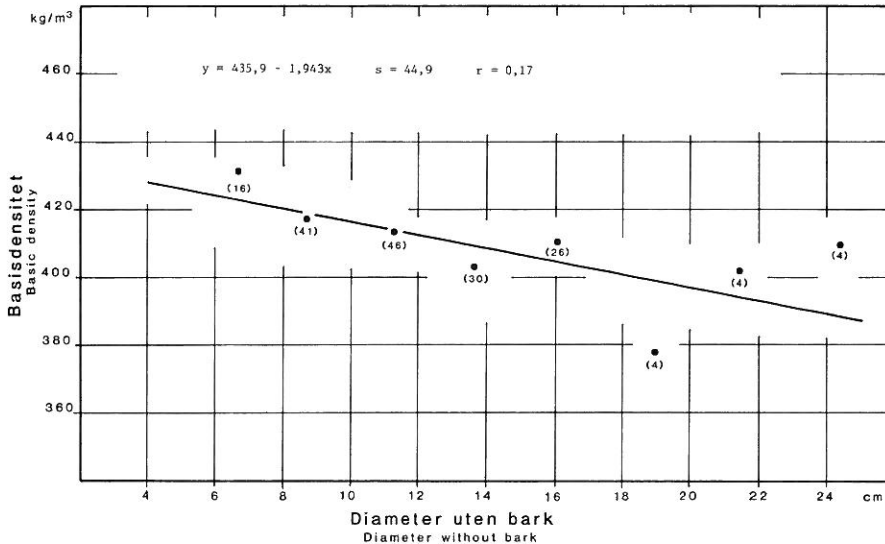


Fig. 9. Sammenhengen mellom basisdensitet og diameter. Stammeskiver uten kvistved, tennarved og råteved.
The relationship between basic density and diameter. Discs without knotwood, compression wood and decayed wood.

Sammenhengen mellom basisdensitet og årringbredde er beregnet for den delen av materialet som er fritt for kvistved, tennarved og råteved. Sammenhengen er beregnet i form av en parabelfunksjon og er gjengitt i Fig. 10. En kovariansanalyse viser at det ikke er noen forskjell mellom de forskjellige stokk-kategorier når det gjelder sammenhengen mellom basisdensitet og årringbredde ($F = 1,86$, $f = 2-167$, og $F = 0,31$, $f = 2-165$). Parabelfunksjonen er følgende formel (y i kg/m^3 , x i mm):

$$y = 295,2 + \frac{283,9}{x + 1,2} \quad s = 35,7$$

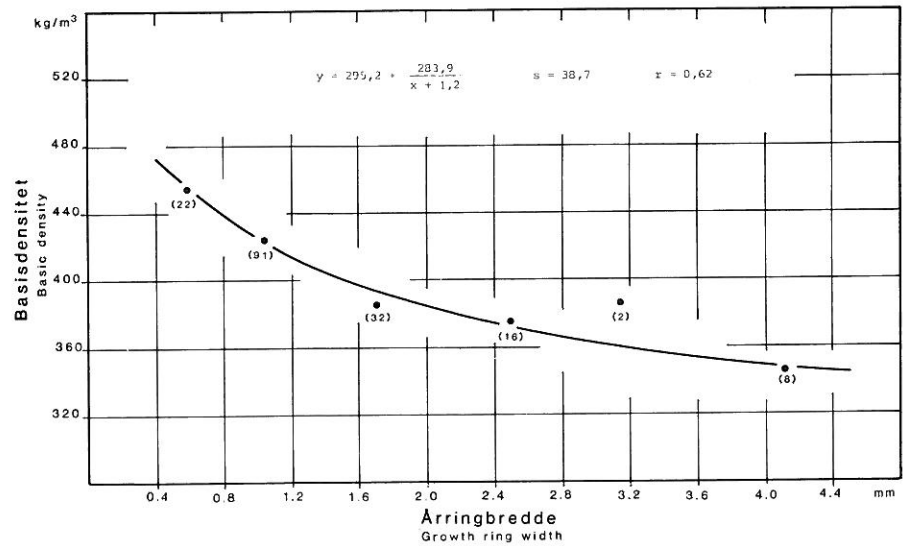


Fig. 10. Sammenhengen mellom basisdensitet og årringbredde. Stammeskiver uten kvistved, tennarved og råteved.
The relationship between basic density and growth ring width. Discs without knotwood, compression wood and decayed wood.

Tabell 14. Vanninnhold ved leveringstidspunkt i massevirke av gran fra Midt-Norge
Moisture content at time of delivery in spruce pulpwood from Central Norway

Stokk- kategori <i>Log category</i>	Antall stokker <i>Number of logs</i>	Middel <i>Average</i>	Vanninnhold (%) <i>Moisture content (%)</i>		St.avv. <i>St.dev.</i>
			Min. <i>Min.</i>	Maks. <i>Max.</i>	
Rotstokker <i>Butt logs</i>	100	41,7	27,1	62,7	6,9
Midtstokker <i>Middle logs</i>	124	42,3	25,7	57,5	6,4
Toppstokker <i>Top logs</i>	151	44,1	22,9	64,6	9,4
Sum	375	42,9	22,9	64,6	7,9

Av den totale variasjonen i basisdensiteten forklarer variasjonen i årringbred- den 38% ($r = 0,62$).

Beregningene viser at det ikke er noen signifikant sammenheng mellom basis- densitet og leveringstidspunkt ($F = 0,29$, $f = 2-380$).

3.3.3. Vanninnhold

Vanninnholdet er definert som det prosentiske forhold mellom differansen råvekt-tørrvekt og råvekt. Ved leveringstidspunktet er vanninnholdet for dette materialet i gjennomsnitt (grunnflateveid) beregnet til 42,5% (Tabell 14), med en variasjonsvidde for de enkelte stammeskiver fra 22,9% til 64,6% (standardavvik = 7,9%).

Av Fig. 11 går det fram at vanninnholdet er høyest midt på vinteren og lavest på midt- og sensommeren.

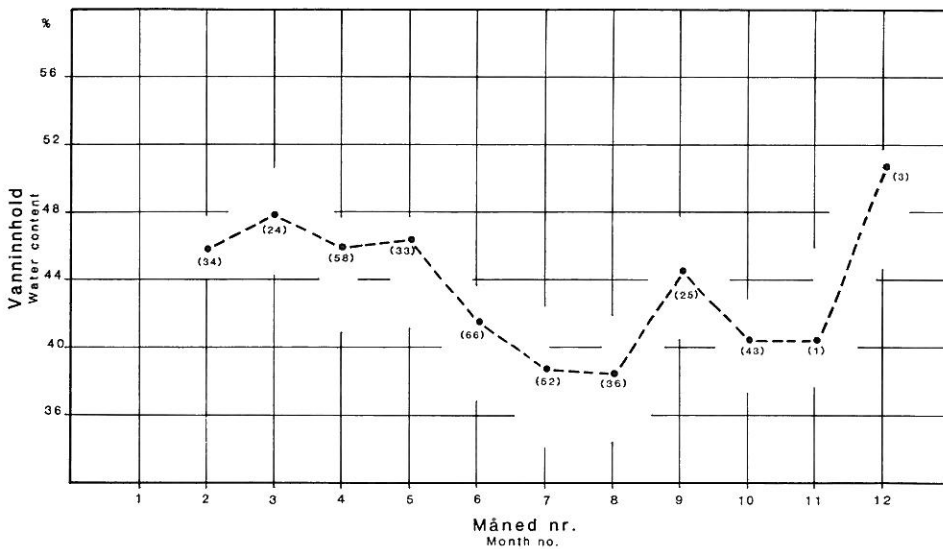


Fig. 11. Sammenhengen mellom vanninnhold og leveringstidspunkt.
The relationship between moisture content and time of delivery.

Properties of spruce pulpwood (*Picea abies* L. Karst.) from Central Norway

Geometric properties, wood properties and quality were measured in a sample of pulpwood logs from Central Norway. The average middle diameters with bark of butt logs, middle logs and top logs were 17.2 cm, 16.6 cm and 10.6 cm respectively (Table 1). The frequency distribution of the diameters is given in Fig. 1.

The average log length in this sample is 4.32 m (Table 2). The frequency distribution of the log length is illustrated in Fig. 2.

Log taper was calculated to be 1.40 cm/m on the average (Table 3). Log taper increases with increasing diameter (Fig. 3).

The ovality of the logs increases with increasing diameter (Fig. 4). The average basal area quotient is calculated to be 0.88 (Table 4).

Double bark thicknesses of the butt logs, middle logs and top logs in this sample are 10.9 mm, 10.3 mm and 7.2 mm respectively (Table 5). Average bark volume percentages are 11.7%, 12.0% and 13.2% respectively. The corresponding figures measured according to special rules by the measurement society are 11.2%, 12.4% and 14.6% respectively (Table 6).

The average log volume with bark of this sample is 75.3 dm³ (Table 7). The frequency distribution of the log volume is given in Fig. 7.

The proportion of knotwood and compression wood of the total wood volume is on the average 2.0% and 5.8% respectively (Tables 8 and 9). The proportion of decayed wood is 3.3% (Table 10).

The measurement society classified 86.6% of the total volume as first class quality, 6.6% as second class quality and 6.8% as cull (Table 11).

The growth ring width in this sample was on the average 1.3 mm (Table 12). The basic density of the logs is given in Table 13 and was on the average 415.0 kg/m³. The relationship between basic density decreases with increasing growth ring width.

The moisture content (per cent of green weight) at the time of delivery is highest in the winter and lowest in the late summer (Fig. 11).

Etterord

Denne undersøkelsen er gjennomført etter initiering av Norske Skogindustrier A/S og Nordenfjelske Tømmermåling. Arbeidet med å samle inn materialet til undersøkelsen er gjennomført av tømmermålingspersonalet fra Nordenfjelske Tømmermåling på Fiborgtangen under ledelse av forstkandidat Vidar Kjesbu.

Undersøkelsen er finansiert av Nordenfjelske Tømmermåling og Norsk institutt for skogforskning. Direktør Tor Akselsen og forstkandidat Vidar Kjesbu har lest gjennom manuskriptet og gitt verdifulle råd.

Jeg takker alle for den hjelp jeg har fått.

Litteratur

- Kjesbu, V. 1987. Resultater fra analyser av prøvelass 1986 og 1987. Nordenfjelske Tømmermåling. Intern rapport.
- Okstad, T. 1983. Måling av diameter på skurtømmer. Rapp. Nor. inst. skogforsk. 6/83: 1-22.
- Phillips, D. R. & Taras, M. A. 1987. Accuracy of log volume estimate by density and formulas compared with water displacement. Forest Prod. J. 37(10): 37-42.