

FOLIA FORESTALIA⁴⁵⁸

METSÄNTUTKIMUSLAITOS · INSTITUTUM FORESTALE FENNIAE · HELSINKI 1981

MATTI KÄRKKÄINEN JA
JUHANI SALMI

LÄNSI-UUDENMAAN RANNIKON
MÄNTYTUKKIEN OMINAISUUDET
ERÄÄLLÄ SAHALAITOKSELLA

PROPERTIES OF PINE LOGS IN A COASTAL
SAWMILL IN SOUTHERN FINLAND



METSÄNTUTKIMUSLAITOS
THE FINNISH FOREST RESEARCH INSTITUTE

Osoite: Unioninkatu 40 A
Address: SF-00170 Helsinki 17, Finland

Puhelin: (90) 661 401
Phone:

Ylijohtaja: <i>Director:</i>	Professori <i>Professor</i>	Olavi Huikari
Yleisinformaatio: <i>General information:</i>	Tiedotuspäällikkö <i>Information Chief</i>	Tuomas Heiramo
Julkaisujen jakelu: <i>Distribution of publications:</i>	Kirjastonhoitaja <i>Librarian</i>	Liisa Ikävalko-Ahvonen
Julkaisujen toimitus: <i>Editorial office:</i>	Toimittaja <i>Editor</i>	Seppo Oja

Metsäntutkimuslaitos on maa- ja metsätalousministeriön alainen vuonna 1917 perustettu valtion tutkimuslaitos. Sen päätehtävänä on Suomen metsätaloutta sekä metsävarojen ja metsien tarkoituksenmukaista käyttöä edistävä tutkimus. Metsäntutkimustyötä tehdään lähes 800 hengen voimin yhdeksällä tutkimusosastolla ja yhdeksällä tutkimus- ja koeasemalla. Tutkimus- ja koetoimintaa varten laitoksella on hallinnassaan valtionmetsiä yhteensä n. 150 000 hehtaaria, jotka on jaettu 17 kokeilualueeseen ja joihin sisältyy kaksi kansallis- ja neljä luonnonpuistoa. Kenttäkokeita on käynnissä maan kaikissa osissa.

The Finnish Forest Research Institute, established in 1917, is a state research institution subordinated to the Ministry of Agriculture and Forestry. Its main task is to carry out research work to support the development of forestry and the expedient use of forest resources and forests. The work is carried out by means of 800 persons in nine research departments and nine research stations. The institute administers state-owned forests of over 150 000 hectares for research purposes, including two national parks and four strict nature reserves. Field experiments are in progress in all parts of the country.

FOLIA FORESTALIA 458

Metsäntutkimuslaitos. Institutum Forestale Fenniae. Helsinki 1981

Matti Kärkkäinen ja Juhani Salmi

LÄNSI-UUDENMAAN RANNIKON MÄNTYTUKKIEN
OMINAISUUDET ERÄÄLLÄ SAHALAITOKSELLA

Properties of pine logs in a coastal sawmill in southern Finland

ODC 526 + 852:174.7 *Pinus sylvestris* (480)
ISBN 951-40-0503-1
ISSN 0015-5543

KÄRKKÄINEN, M. & SALMI, J. 1981. Länsi-Uudenmaan rannikon mänty-tukkiainaisuudet eräällä sahalaitoksella. Summary: Properties of pine logs in a coastal sawmill in southern Finland. *Folia For.* 458:1—20.

Suomenlahden rannikolla sijaitsevalta sahalta kerättiin 3333 mäntytukin aineisto, joka luokiteltiin tukin ulkoisen laadun mukaan. Lisäksi tehtiin mittauksia läpimitoista, pituudesta ja latvakuoresta.

Tukkiainesten keskipituus oli 468 cm, mikä on vähemmän kuin yleensä Etelä-Suomessa. Pituus aleni laadun heiketessä. Tarkka pituus oli keskimäärin 3 cm enemmän kuin nimellispituus. Mittausohjeiden mukaisissa toleranssirajoissa ± 3 cm oli 51 % tukeista. Pituudeltaan alimittaisia tukkeja oli 7,9 %.

Kuorettomat latvaläpimitat keskittyivät hiukan enemmän läpimitaluokan alkuun ylärajalle. Tämä osoittaa, että 2 cm luokkaväliä käytettiin hyväksi mittaus-tulokseen vaikuttamisessa.

Tukin latvassa kuorta oli keskimäärin saman verran kuin yleensä Etelä-Suomessa, mutta riippuvuus läpimitasta oli erilainen. Tähän vaikutti mahdollisesti kuoren kutistuminen.

Epäpyöreys oli suurempaa kuin yleensä Etelä-Suomessa, mutta paljon vähäisempää kuin Pohjois-Suomessa tai lehtipuilla. Tukkiainesten kapeneminen oli tavannomaisista voimakkaampaa, joskin kuoren kutistumisella on saattanut olla osuutta tulokseen. Tukkiainesten yleinen laatu oli heikko. Huomattavan osan tukkiainesten välisestä vaihtelusta selitti se, oliko kyseessä tyvitukki vai muu tukki.

A material consisting of 3333 pine logs was collected in a sawmill on the coast of southern Finland. The logs were graded according to appearance. In addition, the diameters, length and bark on the top section were measured.

The mean length of the logs was 468 cm which is less than the normal length in southern Finland. The length decreased with the quality of the logs. The actual length was 3 cm more on average than the nominal length marked on the log. Fifty one per cent of logs were within the tolerance limits of ± 3 cm. The proportion of logs not reaching the nominal length was 7,9 %.

The top diameters under bark were concentrated a little more near the lower than the upper border of the diameter class. This shows that the diameter interval of 2 cm was used to affect the measurement result.

The average bark percentage of the top section was normal. However, the effect of log diameter was different. A possible explanation can be shrinkage of the bark.

The out-of-roundness of the logs was more than the usual value for southern Finland, but less than in northern Finland or in hardwood logs. The taper was high, possibly partly because of shrinkage of the bark. The quality of the logs was low. A great part of the variation between logs was explained by the location in the stem, i.e. whether the log was a butt log or other log.

SISÄLLYS

1. JOHDANTO	4
2. AINEISTO	4
3. TULOKSET JA NIIDEN TARKASTELUA	5
31. Pituus	5
32. Läpimittojen keskittyminen	9
33. Kuori	11
34. Epäpyöreys	14
35. Kapeneminen	15
36. Laatu	15
37. Tilavuussuhteet	17
4. YHDISTELMÄ	18
KIRJALLISUUTTA	19
SUMMARY	20

1. JOHDANTO

Suomessa on tehty lukuisia mäntysahatukien ominaisuuksia käsitteleviä tutkimuksia, joissa on selvitetty mittauksen perusteiden lisäksi myös laatua ja siihen vaikuttavia tekijöitä. Otannallisesti tyydyttäviä aineistoja on kuitenkin vähän, eikä tätä nykyä itse asiassa tarkoin tiedetä, millaisia sahojen saamat tukit ovat. Nykyaikaisten tukkimittareiden käyttö on tosin muuttanut tilannetta sahalaitoskohtaisesti. Tällöin tiedetään varsin tarkoin läpimitta- ja pituusjakaumat sekä kapeneminen ja sen riippuvuus tukin dimensioista. Laatuksymykset on kuitenkin vielä tällöin selvittävä erikseen.

Edustavien aineistojen hankintaa vaikeuttaa kehittyvä tekniikka ja usein muuttuvat mitta- ja laatuvaatimukset. Osa vaatimusten muutoksista on lisäksi implisiittisiä: ne havaitaan lähinnä vaatimusten liukumina (esim. Eskelinen ja Pennanen 1980, s. 14). — Näin ollen tilanne on erilainen kuin puuston mittauksessa, koska ihmisen käyttäytyminen vaikuttaa paljon vähemmän ja hitaammin puustoon kuin rungoista tehtyihin tukkeihin.

Tukkitietoja tarvitaan mitta- ja suunnittelutehtävien lisäksi myös erilaisten teoreettisten ratkaisujen kontrolloimiseksi. Niinpä kun pystymittauksen nimellä tunnetussa puuston arviointimenetelmässä aptee-

rataan runko tukeiksi tietyn logiikan mukaisesti, tulosta on voitava verrata todella tehtyihin ratkaisuihin. Tämän vuoksi tarvitaan mm. tilastoja tukkien eri ominaisuuksien jakaumista.

Käsillä olevan tutkimuksen tarkoituksena on antaa tietoja Suomenlahden rannikko-seudun mäntysahatukien ominaisuuksista verrattuna muihin eteläsuomalaisiin tietoihin. Lisäksi tavoitteena on selvittää, millainen on tukin todellinen pituus suhteessa siihen merkittävään nimellispiteuteen. Edelleen pyritään selvittämään läpimittajakau-maa ja mahdollista spekulointia luokkavälin sisällä. Yhtenä tavoitteena on myös tarkastella yksittäisten tukkien laadun ennustamis-mahdollisuuksia mitattavien tekijöiden avulla.

Kirjoittajien kesken työ jakautui siten, että Salmi vastasi aineiston keräyksestä ja Kärkkäinen laskennasta sekä molempien hankkiman kirjallisuuden pohjalta alustavan käsikirjoituksen laadinnasta. Se muokattiin lopulliseen muotoonsa yhdessä.

Varsinaisen kenttäaineiston keräsi Tauno Oittinen työryhmineen. Aune Rytönen ja Raija Siekkinen huolehtivat tietokonekirjoituksesta ja Leena Muronranta piirroksista. Englanninkieliset tekstit tarkisti L.A. Keyworth. Käsikirjoituksen lukivat Metsäntutkimuslaitosta varten Pentti Hakilla ja Pentti Nisula. — Kiitämme saamastamme avusta.

2. AINEISTO

Suomenlahden rannalla sijaitsevalta sahalaitokselta kerättiin 12.5.—19.6.1980 kaikkiaan 3333 mäntytukkia käsittävä aineisto. Mittaukset tehtiin mittauserittäin, joista kukin edusti yhtä erillistä kauppaa tai kuljetus-toimitusta. Eriä oli kaikkiaan 38. Jokaisesta erästä selvitettiin, mistä se oli peräisin. Näin voitiin varmistua, että mitatut tukit edustivat rannikko-oloja. Tavoite myös saavutettiin, sillä kauimpana rannikosta ollut erä tuli 38 km päästä sisämaasta. Leimikoiden keski-etäisyys rannikolle oli 11 km.

Tukit mitattiin satunnaisotannalla kustakin mittauserästä. Mitattavat tukit sijaitsivat hajoitettuina nip-puina sahan varastoalueella.

Jokaisesta tukista mitattiin tarkka pituus 1 cm tarkkuudella katkaisupintojen välisenä lyhimpänä etäisyytenä. Vesenne sai olla 1/3 tyviläpimitasta. Jos se oli suurempi, pituutta lyhennettiin vastaavasti. —

Tarkan pituuden lisäksi mittausslomakkeelle merkittiin tukkiin kirjoitettu nimellispituus. Jos se puuttui tai oli epäselvä, tukkia ei otettu aineistoon.

Kuorelliset läpimitat mitattiin tukin tyvestä, pituuden puolivälissä ja latvasta samassa suunnassa 1 mm tarkkuudella. Lisäksi mitattiin samalla tarkkuudella latvaleikkauksesta suurin ja pienin kuorellinen läpimitta sekä läpimitta kuoren alta.

Tukeista todettiin, oliko kyseessä tyvitukki vai muu tukki. Jälkimmäisiksi katsottiin myös sellaiset tyvytyt tyvitukit, joissa leikon pituus ylitti arvion mukaan 1,5 m. Tukit luokiteltiin neljään luokkaan ulkoisten ominaisuuksien perusteella. Tällöin otettiin huomioon ainoastaan tukin näkyvä osa, ts. tukkia ei käännetty. Tämän vuoksi laatuarviot ovat pikemminkin yli- kuin aliarviointeja. — Käytetty luokitus oli seuraava.

Tukin ominaisuus	Tukin laatuluokka			
	1	2	3	4
Sijainti rungolla	Tyvitukki	ER	ER	ER
Lenkous kaaren korkeutena	1 % pituudesta	SK	SK	SK
Elävät oksat tukin lpm yli 28 cm	ES	2 kpl 50 mm ja 3 kpl 30 mm	2 kpl 70 mm ja 3 kpl 50 mm	SK
21...27 cm		2 kpl 40 mm ja 2 kpl 25 mm	2 kpl 60 mm ja 2 kpl 45 mm	SK
alle 21 cm		2 kpl 30 mm ja 2 kpl 20 mm	2 kpl 50 mm ja 2 kpl 40 mm	SK
Kuivat oksat	ES	1 kpl 35 mm ja 2 kpl 20 mm	3 kpl 40 mm	SK
Kuorelliset oksat	ES	1 kpl 25 mm	1 kpl 40 mm	SK
Laho-oksat	ES	1 kpl 20 mm	1 kpl 40 mm	SK
Laho	ES	ES	ES	SK
Lyly (tiheä)	ES	ES	SK	SK
Vesisilo	ES	ES	Ei haljennutta	SK
Sinistymä	ES	ES	ES	SK
Sydänhalkeamat	ES	ES	SK	SK
Toukanreiät	ES	ES	ES	SK

ER = ei rajoituksia

ES = ei sallita

SK = sahauskelpoinen (vika sallitaan ellei se vaaranna kestävyyttä)

Heiskasen ja Siimeksen (1959) luokitukseen verrattuna luokka 1 oli vaatimuksiltaan ankarampi, mutta muut olennaisesti lievempiä. Lisäksi heikoin tukkiluokka on määritelty epämääräisesti vain "sahauskelpoiseksi". — Epättydyttävä luokitustapa oli

sahalaitoksen kehittämä ja sitä käytettiin sen toivomuksesta. Luokitusta ei suositella laajempaan käyttöön sen epämääräisyyden vuoksi ja myös siksi, ettei sen perusteita ole selvitetty koesahauksin kuten Heiskasen ja Siimeksen (1959) tutkimuksessa.

3. TULOKSET JA NIIDEN TARKASTELUA

31. Pituus

Tukkien nimellispituuksien keskiarvo oli 468 cm ($s = 50,8$). Tukit olivat siis verraten lyhyitä eteläsuomalaiseen käytäntöön nähden, jolloin pyritään noin 490 cm keskipituuteen. Muihin rannikolta kerättyihin aineistoihin nähden tulos ei kuitenkaan ollut poikkeuksellinen. Esim. Rauman rannikolta kerättyissä mäntytukkiaineistoissa keskipituus oli samaa luokkaa (Kärkkäinen 1980 a) tai eräissä tapauksissa jopa parikymmentä senttimetriä alhaisempi (Kärkkäinen 1980 c).

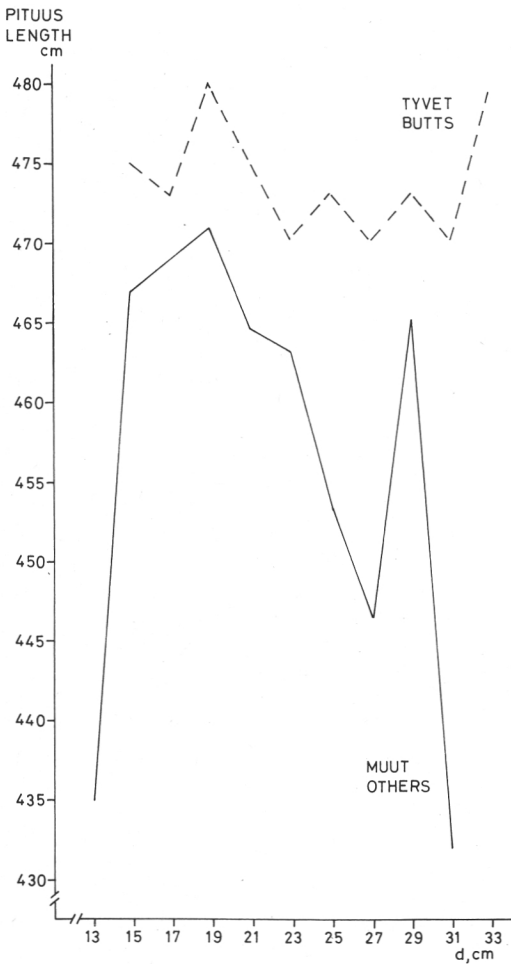
Toisaalta ei ole aiheellista sulkea pois sitäkään mahdollisuutta, että laatuluokituksen käyttö hinnoittelun perusteena on alentanut tukkien keskipituutta. Tähän mahdollisuuteen viittaavat ruotsalaiset kokemukset. Niinpä Ruotsissa onkin otettu yleisesti käyttöön erillinen pituuslisä vaikutuksen vähentämiseksi (Sandsström 1980).

Laatuluokituksen tukkeja lyhentävää vaikutusta eivät kuitenkaan tue tulokset eri laatuluokkien tukkien keskipituuksista. Laadun heiketessä keskipituus nimittäin aleni sekä tarkasteltaessa tyvitukkeja ja muita tukkeja erikseen että koko aineistossa. Tämä

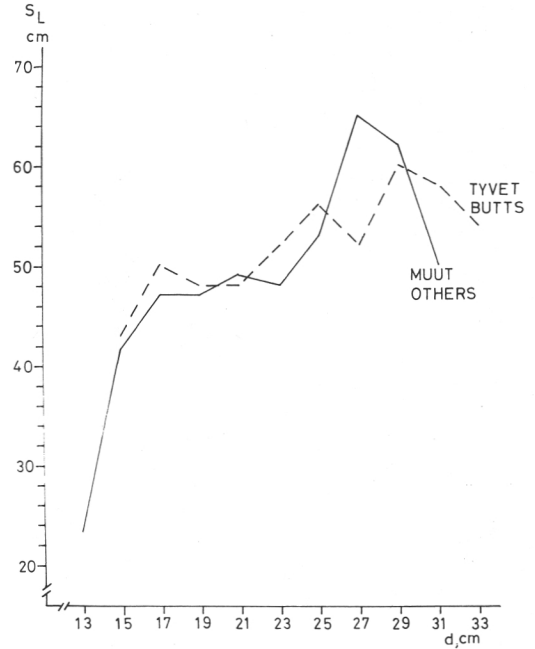
ilmenee seuraavasta jaotelmasta, jossa on esitetty tarkkojen pituuksien keskiarvot ja standardipoikkeamat.

Laatuluokka	Tukin pituus, cm				Yhteensä	
	Tyvitukit x	s	Muut tukit x	s		
1	496	45,9	—	—	496	45,9
2	475	50,0	474	52,0	475	50,1
3	471	54,7	466	47,8	467	50,3
4	447	50,1	454	52,9	453	52,1

Tyvitukit olivat pidempiä kuin muut tukit (kuva 1). Tämä on havaittu myös aiemmissa tutkimuksissa (esim. Heiskanen 1970, 1971). Huomiota kiinnittää erityisesti pieniläpimittaisten muiden tukkien lyhyys.



Kuva 1. Tyvitukkien ja muiden tukkien tarkka pituus kuoretoman latvaläpimitan mukaan.
Fig. 1. Actual length according to the top diameter under bark in butt logs and other logs.



Kuva 2. Tyvitukkien ja muiden tukkien tarkkan pituuden keskihajonta s_L kuoretoman latvaläpimitan mukaan.
Fig. 2. Standard deviation s_L of the actual length of the logs according to the top diameter under bark in butt logs and other logs.

Myös tämä ilmiö on havaittu aiemmissa tutkimuksissa (Heiskanen 1970). Se osoittaa tiettyä liioiteltua pyrkimystä ottaa talteen rungon sahatukkikelpoinen osa. Samaan viittaa myös tukkien lyheneminen laadun heiketessä. — Myös Eskelinen ja Pennanen (1980) ovat kiinnittäneet huomiota siihen, että järeyden mukaista tukkiosaa otetaan talteen enemmän kuin laatu edellyttää.

Tukkien pituusvaihtelu kasvoi järeyden lisääntyessä (kuva 2). Tämä lienee heijastusta apteerausvaihtoehtojen lisääntymisestä tukin latvaläpimitan kasvaessa, koska tällöin ovat kyseessä monitukkiset rungot. — Puutavaran mittauksen täsmällisyyttä ajatellen tästä on ilmeisenä käytännön seurauksena se, että suuriläpimittaisten tukkien kappaleittainen mittaus latvaläpimitan perusteella on enemmän alttiina pituusvaihtelun aiheuttamille epälineaarisille muotolukujen muutoksille kuin pienempien tukkien mittaus. Hajonnan kasvaessa keskimääräinen muotoluku ei nimittäin ole välttämättä harhaton.

Tarkka pituus oli keskimäärin suurempi kuin nimellispituus. Ero oli 3,2 cm ($s =$

7,4). Jakauma oli likimain symmetrinen keskiarvon suhteen, mutta huipukkuus oli suurempi kuin normaalijakaumassa (kuva 3).

Mittaustarkkuutta ei voi pitää hyvänä ottaen huomioon, että suosituksen mukaan toleranssi on ± 3 cm (Uudistuva... 1973). Rajojen sisälle jäi ainoastaan 50,8 % tukkien lukumäärästä ja likimain saman verran tilavuudesta. Kaksinkertaisen toleranssin sisälle (± 6 cm) jäi sentään 77,7 % tukeista. Koivutukeissa mittaustarkkuus on havaittu vielä heikommaksi (K ä r k k ä i n e n 1979, 1980 b).

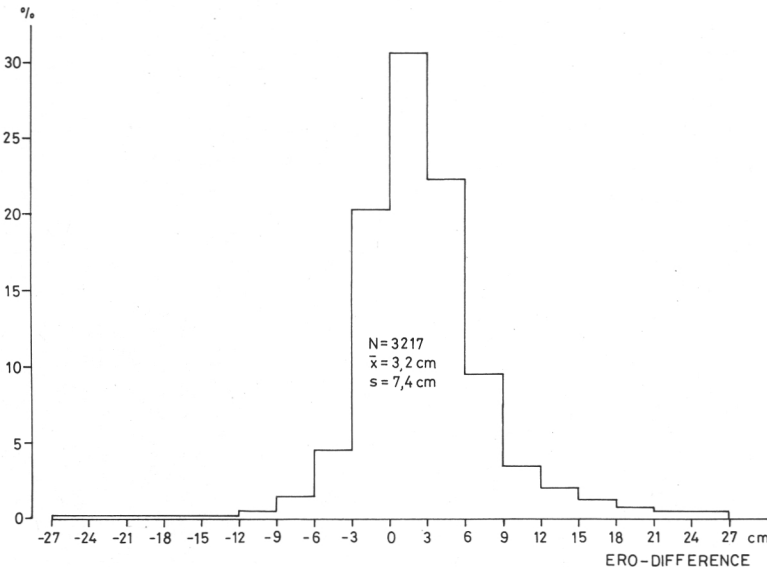
Sahateollisuuden kannalta olennaista ei ole kuitenkaan nimellispituuden ylitys vaan alitus, koska tukkien tasausvaran jäädessä riittämättömäksi sydäntavaraa joudutaan lyhentämään seuraavaan moduulipituuteen. Kun sahatavaran pituusmoduuli on 30 cm, muutaman senttimetrin riittämättömyys tasausvarassa saattaa vaikutukseltaan moninkertaistua.

Riittävä tasausvara riippuu tilanteesta. Jossakin yksittäistapauksessa jopa 2 cm saattaa riittää, ts. tällöin tukin nimellispituuden alitus on peräti 8 cm, kun tukkien moduulipituudet ovat 10 cm suuremmat kuin sahatavaran vastaavat pituudet. Suurimassa osassa tällaisista tapauksista sydäntavaraa joudutaan kuitenkin lyhentämään peräti 32 cm kelvollisen sahatavaran saamiseksi.

Tuoreita tutkimuksia riittävästä tasausvarasta ei ole käytettävissä. Vanhempien tietojen mukaan näyttää kuitenkin siltä, että tukin nimellispituuden alittuessa 3 cm todellinen tasauksen pituus alkaa jo nousta minimiarvostaan, ja 6 cm alitus merkitsee useimmissa tapauksissa tasausta edellisen pituusmoduulin mukaan (A s i k a i n e n 1968, s. 22). Näihin tietoihin nähden seuraavia tuloksia nimellispituuden alituksista voi pitää korkeina. — Prosenttiluvut ovat kumulatiivisia.

Nimellispituuden alitus cm	Tukkeja kokonaisuudesta %
yli 30	0,5
27...30	0,6
24...27	0,7
21...24	0,9
18...21	1,0
15...18	1,2
12...15	1,4
9...12	2,0
6...9	3,5
3...6	7,9

Alimittaisuuden taloudellisesta vaikutuksesta koko tukkijoukkoa ajatellen voidaan esittää laskelmia olettaen, että sydäntavaran keskipituus on 460 cm ja alle 4 cm tasausvara (nimellispituuden alitus yli 6 cm) merkitsee sydäntavaran katkaisua alemman moduulipituuden mukaan. Tällöin menetetään sy-



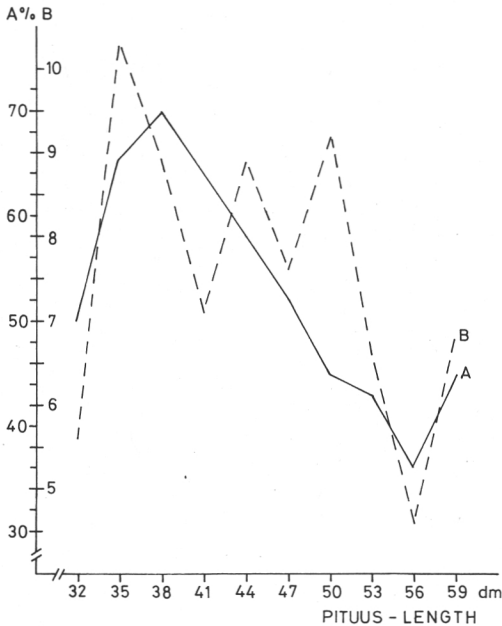
Kuva 3. Tukin tarkan pituuden ja siihen merkityn nimellispituuden eron histogramma.

Fig. 3. Histogram of the difference between the actual length of the log and the nominal length marked on it.

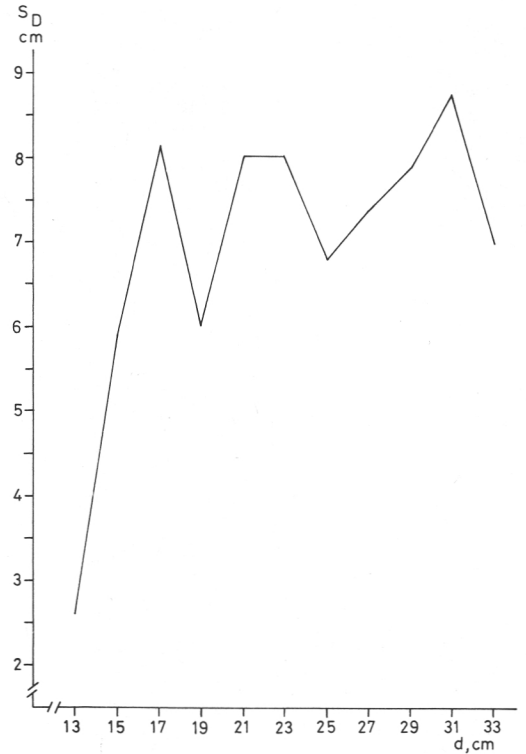
däntavaran tilavuudesta yli 0,2 % ja arvosta noin 0,2 %, kun tasauspätkien arvo hakkeena otetaan huomioon. Vaikutus ei ole siis suuri. Alimittaisia tukkeja kohti tilavuusero on 6,5 %. — Tappio on kuitenkin täysin tarpeeton, sillä alimittaisuudelta voidaan välttyä varsin tarkoin huolellisella työskentelyllä. Tätä osoittaa se, että eräessä viisi ammattimetsuria käsittäneessä kokeilussa vain 6,5 % tukeista poikkesi nimellispituudesta enemmän kuin ± 3 cm (H ä g g - b l o m ja P e n n a n e n 1980), kun käsillä olevassa aineistossa vastaava luku oli peräti 49,2 %.

Käytännössä alimittaisuuden vaikutusta pienentää se, että yli 30 cm ylittä oli 0,7 %:ssa tukkeja. Tällöin sydäntavara saadaan vastaavasti seuraavaan ylempään moduulipituuteen.

Toleranssirajojen sisällä pysyminen heikkeni tukin pituuden lisääntyessä. Toisaalta alimittaisten tukkien osuus samalla väheni (kuva 4). Järeitä tukkeja ei mitattu sen huo-



Kuva 4. Tukin tarkan pituuden ja siihen merkityn nimellispituuden eron toleranssirajojen ± 3 cm sisään jäävien tukkien osuus tukkien kokonaismäärästä tukin pituuden mukaan (A) sekä alimittaisten tukkien vastaava kuvaaja (B) (alimitta enemmän kuin 3 cm).
Fig. 4. Proportion of logs within the tolerance limits ± 3 cm in the difference between the actual length of the log and the nominal length marked on it, according to the log length (A), and the corresponding proportion of undersized logs (B) (nominal length minus actual length more than 3 cm).

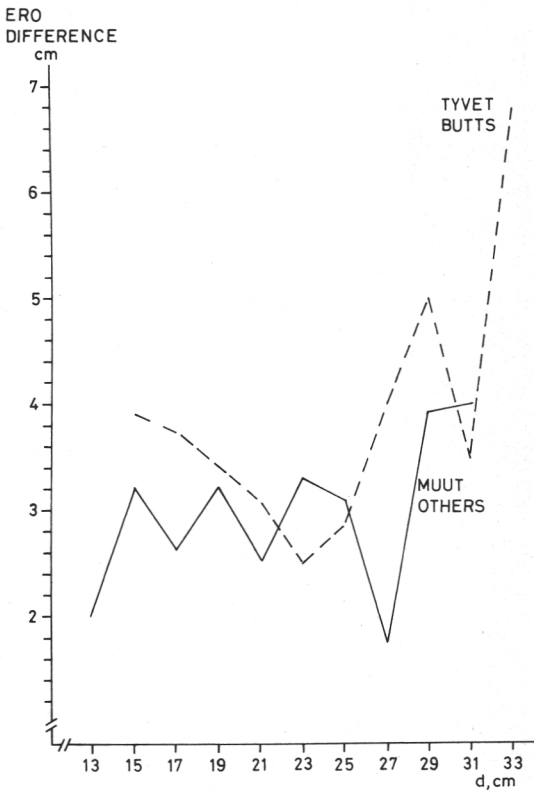


Kuva 5. Tukin tarkan pituuden ja siihen merkityn nimellispituuden eron keskihajonta S_D kuorettoman latvaläpimitan mukaan.

Fig. 5. Standard deviation of the difference between the actual length of the log and the nominal length marked on it (S_D) according to the top diameter under bark.

llemmin kuin pieniäkään tukkeja, pikemminkin päin vastoin: pituuseron keskihajonta kasvoi tukin järeytyessä (kuva 5). Sitä vastoin pituuden mittauksessa pelattiin järeytymisen myötä enemmän varman päälle: keskimääräinen tarkan pituuden ja nimellispituuden ero kasvoi hiukan tukin latvaläpimitan suuretsa sekä tyvitukeissa että muissa tukeissa (kuva 6).

Ilmeistä kuitenkin on, että tarkan pituuden ja nimellispituuden eroon vaikuttaa eniten apteraaja. Mittauserittaiset tulokset vaihtelivat voimakkaasti. Kolme erää 38:sta oli sellaisia, joissa tarkan pituuden ja nimellispituuden ero oli negatiivinen, ts. ne olivat jo keskimääräisesti alimittaisia. Yhdessä näistä ero ylitti 3 cm. Toisaalta oli useita eriä, joissa tarkka pituus oli keskimäärin yli 10 cm enemmän kuin nimellispituus. Tällaista yli 20 cm tasauseroa voi jo pitää liiallisena varovaisuutena alimittaisuuden



Kuva 6. Tyvitukkien ja muiden tukkien tarkan pituuden ja tukkiin merkityn nimellispituuden ero tukin kuorettonan latvaläpimitan mukaan.

Fig. 6. Difference between the actual length and the nominal length marked on the log according to the top diameter under bark in butt and other logs.

välttämässä. Syynä lienevät pikemminkin perinteet kuin huolimaton työskentely: vielä 1970-luvun alussa oli tapana jättää tasausvaraa parikymmentä senttimetriä (esim. Heiskanen ja Rikkonen 1971, s. 30).

32. Läpimittojen keskittyminen

Suomessa käytetään havutukkien mittauksessa lähes yksinomaan kahden senttimetrin luokkaväliä tasaavin luokin kuorettonan latvaläpimitan mittauksessa. Tällöin pituusyksikköä kohti laskettu tilavuus muuttuu esim. läpimittaluokasta 13 cm seuraavaan 15 cm läpimittaluokkaan siirryttäessä eteläsuomalaisella mäntytykilla noin 26 %. Vastaava muutos luokasta 49 cm luokkaan 51 cm on 8 %. Absoluuttinen tilavuusmuutos on edellisessä tapauksessa metriä kohti 5,4 dm³ ja jälkimmäisessä 20,3 dm³.

Helposti voidaan johtaa kaava, joka osoittaa, kuinka paljon tukkia kannattaa lyhentää, jotta voitaisiin käyttää ylempään läpimittaluokan muuntolukua (yksikkökuutiolukua). Kun tukin alkuperäinen (suurempi) pituus on a , sen läpimittaa vastaava yksikkökuutioluku c , lyhyempää tukin pituutta vastaava yksikkökuutioluku b sekä tukin lyhentäminen x , saadaan maksimaaliselle lyhentämiselle tasapainoyhtälö (1).

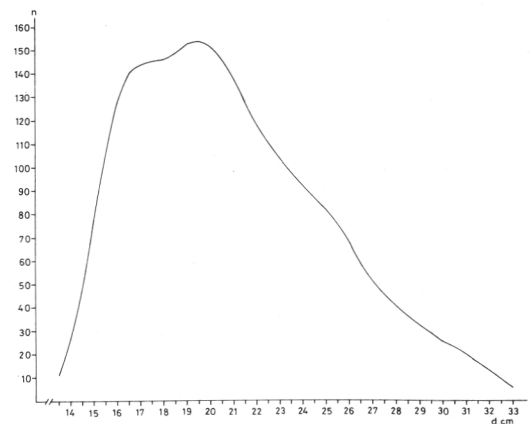
$$(1) \quad (a - x)b = ac$$

Kun se ratkaistaan lyhennyksen x suhteen, saadaan (2)

$$(2) \quad x = a(1 - c/b)$$

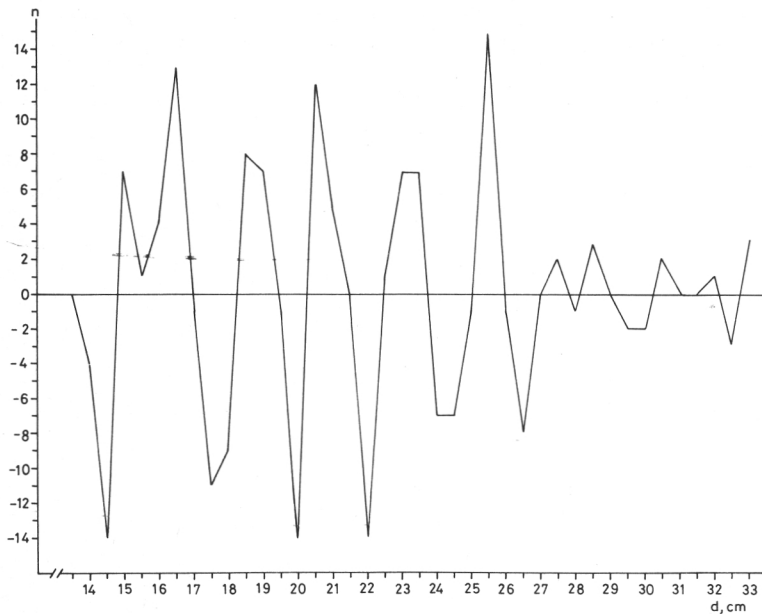
Kaavasta (2) havaitaan, että suurin kannattava lyhennys ylempään läpimittaluokkaan pääsemiseksi on sitä suurempi, mitä pitempi ajateltu tukki on. Kun kyseessä ovat eteläsuomalaisittain tavanomaiset mäntytykit (keskipituus 4,9 m), julkaistujen yksikkökuutiolukujen perusteella on helppo laskea kaavalla (2), että ylempään läpimittaluokkaan pääsemiseksi tukkia kannattaa lyhentää 3...9 dm läpimitasta riippuen. Voimakkain lyhennys kannattaa tehdä pienissä tukeissa.

Houkuttelevin tilaisuus tukin lyhennystä ajatellen on silloin, kun ilman lyhennystä läpimitta on luokkavälin ylärajan tuntu-



Kuva 7. Tukkien tasoitettu frekvenssijakauma kuorettonan latvaläpimitan mukaan (aleneva 5 mm luokitus).

Fig. 7. Frequency distribution of the logs according to the top diameter under bark (5 mm interval rounded down).



Kuva 8. Havaitun ja tasoitetun tukkiluvun ero kuoretoman latvaläpimitan mukaan (aleneva 5 mm luokitus).

Fig. 8. Difference between the observed and evened frequency of logs according to the top diameter under bark (5 mm interval rounded down).

massa. Tällöin voidaan vähänkin kapenevassa tukissa siirtyä ylempään läpimittaluokkaan pienellä tukin lyhennyksellä. Vastaavasti ylempään läpimittaluokassa tarkka läpimitta jää alarajan lähelle.

Voidaan helposti arvioida, että jos läpimitoilla spekuloiija saa hyväkseen hakkuupalkan lisäksi myös kantohinnan, hänen kannattaa uhrata keskikokoisessa rungossa useita minuutteja apterauksen suunnitteluun, vaikka hän pyrki korkeaan tuntiansioon harkinnallaan. Tähän nähden on kiintoisa kysymys, voidaanko sahalla havaita tukkien keskittymistä läpimittaluokkien ylä- ja alarajoille odotetulla tavalla. Aineisto on sikäli otollinen, että kyseessä olivat toimintakauppoina myydyt tukit.

Kun tällaisia tutkimuksia ei ole Suomessa tietyksi tehty, ongelman alustavaksi selvittämiseksi tasoitettiin kuoretomien läpimittojen jakauma M i l n e n (1949, s. 278) esittämällä menetelmällä. Kun lähtöarvoina olivat alenevalla 5 mm luokituksella saadut frekvenssit, tasoitettu kuvaaja oli kuvassa 7 esitetty. Tämän jälkeen laskettiin havaitun ja käyrällä tasoitetun tukkiluvun ero, joka esitettiin läpimitan funktiona (kuva 8).

Kuvasta 8 havaitaan, että mitatuissa tukeissa todella esiintyi pyrkimystä saada läpimitta mieluummin luokkavälin ala- kuin yläreunalle. Kuvaajan huiput ja laaksot vastaavat varsin hyvin olettamusta sekä luku-

määrältään että sijainniltaan.

Tukkien taulukoista saatavaa tilavuutta ajatellen ilmiöllä ei ollut olennaista vaikutusta: läpimittojen vaihtelevasta jakaumasta tasoitettuun verrattuna aiheutui tilavuuteen 0,14 % muutos. Koko mittauseriä ajatellen spekuloinnilla ei juuri voiteta.

Vertailun vuoksi pyydettiin eräältä eteläsuomalaiselta sahalaitokselta käyttöön tilasto kuorittujen tukkien latvaläpimitan jakaumasta. Tässä 782 000 tukkia käsittävässä, automaattimittarilla mitatussa aineistossa käytettiin 1 cm alenevaa luokitusta. Kun jakauma tasoitettiin samalla tavalla kuin käsillä olevan tutkimuksen aineistossa, havaittiin tulosten tukevan em. johtopäätöksiä. Parillisissa luokissa (esim. 14, 16, 18 cm jne.) tukkeja oli enemmän kuin piti olla tasoitetun jakauman mukaan, parittomissa (15, 17, 19 cm jne.) taas vähemmän. Ilmiö oli kohtalaisen selvä, vaikka tukit saatiin kyseisessä tapauksessa pääasiassa pystykaupoista: parillisissa luokissa tukkeja oli yhdeksässä tapauksessa tasoitettu arvoa enemmän ja kahdessa vähemmän, parittomissa taas neljässä tasoitettua enemmän ja seitsemässä vähemmän.

Kiintoisa päätelmä koskee tilannetta, jolloin tukit mitataan kuorellisen latvaläpimitan perusteella (H e i s k a n e n 1976 b) eikä kuoretoman, kuten nykyisin sovelletussa menetelmässä tehdään. Lienee selvää,

että kuorellisia läpimittoja käytettäessä läpimitan valintaan on aivan toiset mahdollisuudet kuin nykyisin, jolloin apteerauksessa joudutaan arvioimaan kuoren paksuus ja päättelemään sen perusteella kuoreton, mittauksen pohjana oleva läpimitta. Se, että jo nykyisin voidaan havaita läpimitan valintaa, viittaa siihen, että paremman mahdollisuuden tullessa ilmiöllä olisi suuri vaikutus.

33. Kuori

Kaksinkertainen latvakuoren paksuus oli keskimäärin 7,77 mm ($s = 4,83$ mm). Latvakuoriprosenttien keskiarvo oli vastaavasti 6,67 ($s = 3,18$). Jakauma oli huomattavan vino (kuva 9). Näin ollen maksimaalinen virhe on vakiokuoriprosenttia huomattavasti suurempi ylöspäin kuin alaspäin.

Latvakuoriprosenttien keskiarvot olivat likimain samat kuin Heiskasen ja Rikkosen (1976) aineistossa, joka perustui lähes 3000 mäntytkiä käsittävään, eteläsuomalaiseen leimikkonäytteeseen. — Paksuus oli siinä nimittäin keskimäärin 7,0 mm ja kuoriprosenttien keskiarvo 6,9. Standardipoikkeamat olivat kuitenkin selvästi pienemmät, paksuudessa 3,5 mm ja kuoriprosentissa 2,5. Sahalla mitattu aineisto oli siis vaihtelevampaa.

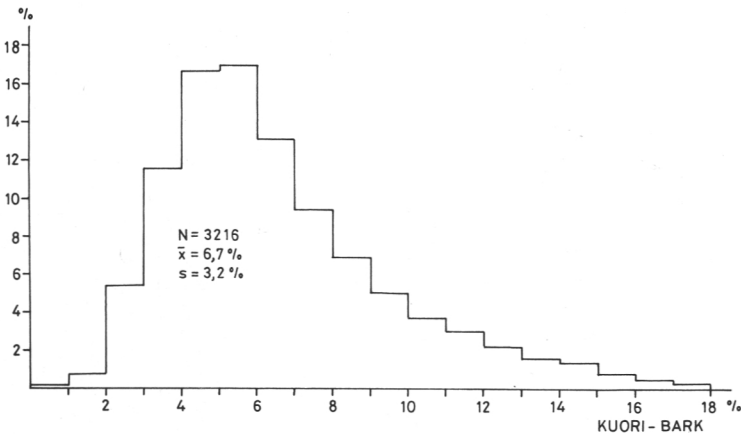
Tarkemmassa vertailussa löydettiin kuitenkin olennaisia eroja. Kun tukkien latvakuoriprosenttia tarkasteltiin kuorettoman latvaläpimitan mukaan, tyvitukeilla latvakuoren osuus kasvoi sahalla mitatussa aineistossa, mutta maastossa mitatussa Heiskasen ja Rikkosen (1976)

aineistossa laski (kuva 10). Muilla tukeilla latvakuoren osuus laski kummassakin aineistossa läpimitan suuretessa, mutta sahalla mitatussa aineistossa lasku oli selvästi hitaampaa (kuva 11). Erilaisia tukkeja erottelematta latvakuoren osuus kohosi sahan aineistossa selvästi tukin suuretessa, mutta oli maastossa mitatussa aineistossa likimain vakio (kuva 12).

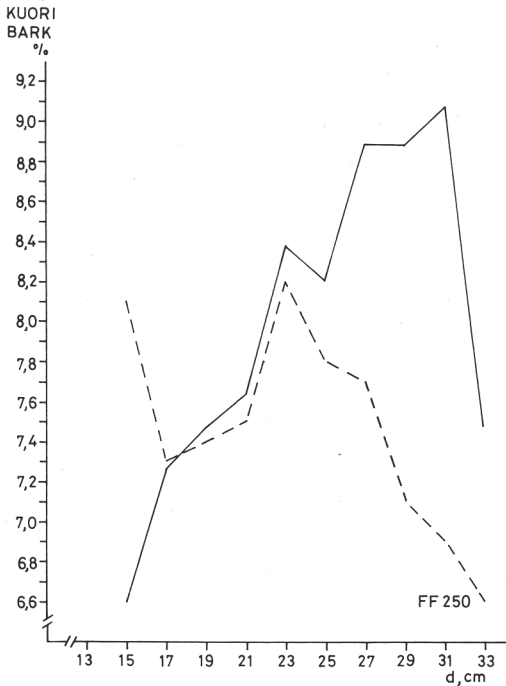
Kun kumpikin aineisto oli suuri, 3000 tukin luokkaa, kaikki mainitut regressiot läpimitan suhteen ovat tilastollisesti merkitseviä. Johtopäätös on, että populaatiot poikkeavat käyttäytymiseltään toisistaan, vaikka keskimääräinen latvakuoren osuus onkin sama.

Epätodennäköiseltä vaikuttaa, että kyseessä olisi rannikolla kasvaneiden puiden poikkeaminen näin olennaisella tavalla Etelä-Suomessa tavanomaisesta. Pikemminkin on aiheellista olettaa, että populaatioiden olennainen ero on siinä, että Heiskasen ja Rikkosen (1976) aineisto mitattiin leimikoilla pian puiden kaadon jälkeen, kun taas sahalla mitatut tukit saattoivat olla keväällä jopa useita kuukausia vanhoja.

Todennäköisin eron syy lienee kuoren kutistuminen. Jos oletetaan, että pienten tukkien kuori on kutistunut enemmän kuin suurten, keskiarvokuvaajien muodon poikkeaminen aiemmin havaitusta tulee hyvin selitetyksi. Luultavaa on, että kutistumaton latvakuori olisi myös sahan aineistossa laskenut läpimitan kasvaessa sekä tyvitukeilla että muilla tukeilla ja ollut likimain vakio tukkeja erottelematta. Aiempaan aineistoon verrattuna olisi kuitenkin ollut



Kuva 9. Histogramma latvakuoren osuudesta.
Fig. 9. Histogram of the bark percentage measured from the top of logs.



Kuva 10. Tyvitukkien latvasta mitattu kuoren osuus kuorettoman latvaläpimitan mukaan (ehyt viiva) sekä vertailu aiempiin tuloksiin FF 250 (katkoviiva).
 Fig. 10. Bark percentage measured from the top of butt logs according to the top diameter under bark (solid line) and comparison with the earlier results of FF 250 (broken line).

tasoero: kuorta olisi ollut enemmän rannikon tukeissa kuin Etelä-Suomessa keskimäärin.

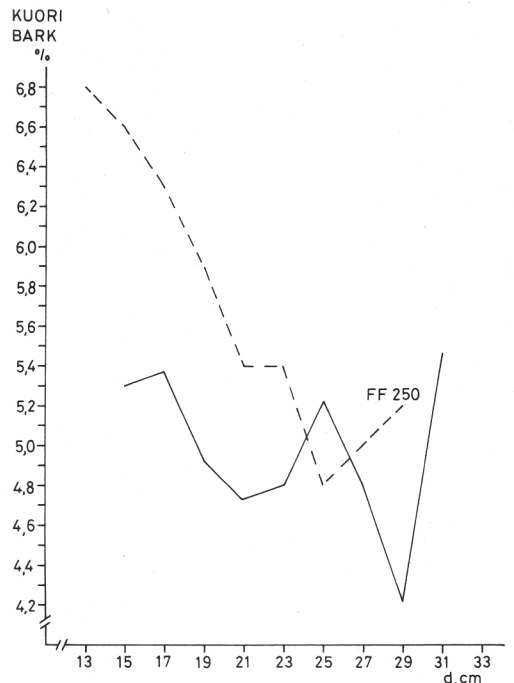
Oletusta kuoren kutistumisen vaikutuksesta pyrittiin testaamaan tarkastelemalla latvakuoren osuutta mittausajankohdan mukaan. Kun kuitenkin tyvitukkien osuus ja tukkien järeys — jotka vaikuttavat latvakuoren osuuteen — vaihtelivat erittäin, niiden vaikutus kunkin mittauspäivän tuloksiin pyrittiin eliminoimaan. Tätä tarkoitusta varten laskettiin latvaläpimitan ja valemuuttujan suhteen lineaarinen latvakuoren osuuden regressio, joka kuvasi tyvitukin arvolla 0 ja muun tukin arvolla 1. Laskenta tehtiin kutakin mittauspäivää varten erikseen. Regressio-kertoimet vaihtelivat erittäin varsin paljon. Kun latvakuoren osuus ilmoitettiin prosentteina, olivat korjauskertoimet keskimäärin seuraavat.

Selittävä tekijä	Regressio-kertoimin	t-arvo
Latvaläpimita kuoretta, mm	0,00621	4,7
Valemuuttuja tyvi — muu (0,1)	—2,733	25,6

Kun em. kertoimia käyttäen latvakuoren osuus muunnettiin kunakin mittauspäivänä samaan tasoon läpimitan ja tyvien suhteen, saatiin kuvassa 13 esitetyt tulokset ensimmäisestä mittauspäivästä (12.5.1980) alkaen. — Viimeinen mittaus tehtiin 19.6.1980.

Kuvan mukaan kuoren osuus laski aluksi varsin jyrkästi, mutta alkoi kohota uudelleen kesäkuun alussa olleen minimin jälkeen. Uudelleenkuoamasta ei pystytty sitomaan luotettavasti sään muutokseen, jota on kuitenkin pidettävä yhtenä mahdollisena syynä.

Kun käytetty kovarianssitekniikka oli lineaarinen, saatuja tuloksia tarkistettiin erottelemalla tyvitukit ja muut tukit omiksi ryhmikseen ja valitsemalla sellainen läpimittaluokka, jossa oli runsaasti havaintoja. Tällaiseksi läpimittaluokaksi osoittautui 181...220 mm. Kun kummallekin ryhmälle laskettiin painotettu regressioanalyysi Kärkkäisen (1973) esittämällä tavalla, selitysaste oli tyvitukeilla 31,4 % ja muilla tukeilla 26,8 %. Kuvaajien muoto

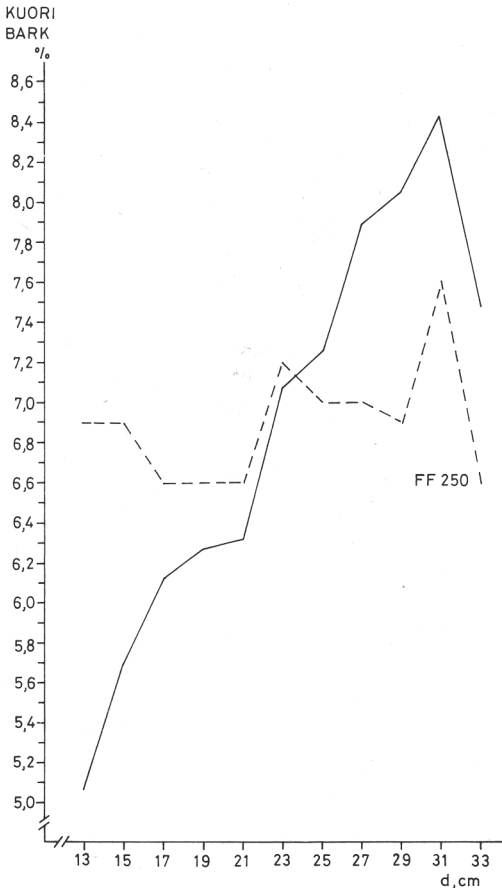


Kuva 11. Muiden kuin tyvitukkien latvasta mitattu kuoren osuus kuorettoman latvaläpimitan mukaan (ehyt viiva) sekä vertailu aiempiin tuloksiin FF 250 (katkoviiva).

Fig. 11. Bark percentage measured from the top of other than butt logs according to the top diameter under bark (solid line) and comparison with the earlier results of FF 250 (broken line).

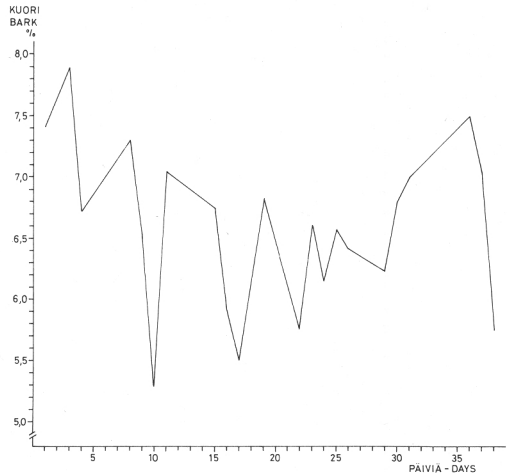
oli sama kuin kuvassa 13. Tasoitettu maksimiarvo oli tyvitukeilla 8,6 % ja minimi 7,7 %. Muilla tukeilla vastaavat arvot olivat 5,6 % ja 4,8 %. Kutistumisen vaikutus oli siis selvä jo lyhyenä mittausaikana.

Aiempien tutkimusten perusteella tiedetään, että nilakuoren osuus on pieniläpimittaisissa tukeissa suurempi kuin isommissa (H a k k i l a 1967, K e l l o m ä k i 1980). Samoin tiedetään, että kutistuminen lisääntyy nilan osuuden kasvaessa (K e l l o m ä k i 1980). Näiden tietojen pohjalta on ymmärrettävää, että kutistuminen on voinut olla suhteellisesti sitä suurempi, mitä pienemmästä läpimittaluokasta on kyse. —



Kuva 12. Latvasta mitattu kuoren osuus kuoretoman latvaläpimitan mukaan (ehyt viiva) sekä vertailu aiempiin tuloksiin FF 250 (katkoviiva).

Fig. 12. Bark percentage measured from the top of logs according to the top diameter under bark (solid line) and comparison with the earlier results of FF 250 (broken line).



Kuva 13. Latvakuoren osuus erittäin mittausajankohdan mukaan. Mittaukset aloitettiin 12.5.1980 (päivä 1).

Fig. 13. Bark percentage of logs measured from the top of the logs. The measurements were begun on May 12, 1980 (day 1).

Tähän säännönmukaisuuteen viittaa myös G i s l e r u d i n (1973) tulos, jonka mukaan kuoren kutistuminen oli välitukeissa suurempi kuin tyvitukeissa ja tukin latvassa suurempi kuin keskellä tai tyvessä. Käsitystä tukevat myös T a m m i s e n (1962) laboratorio-oloissa saamat tulokset.

Tulosten perusteella voidaan päätellä, että erikokoisten tukkien kuorisuhteet riippuvat siitä, onko kyseessä kaatotuore vai varastoitu erä. Kun kutistuminen näyttää nyt mitatun aineiston perusteella olevan varsin voimakas samoin kuin G i s l e r u d i n (1973) aineistossa, tulos viittaa siihen, että tukkien kappaleittainen mittaus kuorettoimaan latvaläpimitaan perustuen antaa vähemmän vaihtelevan tuloksen kuin mittaus kuorellisen läpimitan perusteella. Jälkimmäisessä tapauksessa on myös vaikea tyydyttää vaatimusta, että mittausulos olisi sama mittausajankohdasta riippumatta.

Kun latvakuoren osuuden vaihtelu oli suurempi kuin aiemmassa H e i s k a s e n ja R i k k o s e n (1976) aineistossa, korrelaatiotekniikkaa käyttäen pyrittiin löytämään vaihtelua lisääviä tekijöitä. Ennalta arveltiin, että etäisyys meren rannasta saattaisi olla yksi vaikuttava tekijä. Mitään vaikutusta ei kuitenkaan pystytty havaitsemaan, kun vaihteluväli oli 0...38 km. Myös muut kokeillut tekijät jäivät käytännössä merkityksettömiksi. Näin ollen pääteltiin,

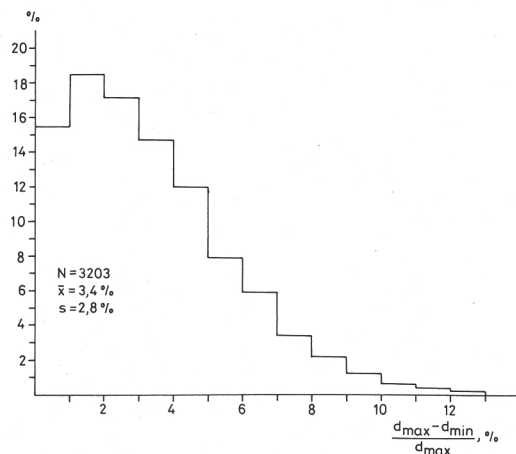
että kuoren osuuden suuri vaihtelu johtui lähinnä aineiston heterogeenisuudesta: mukana oli sekä kaatotuoreita että kuoreltaan kutistuneita tukkeja.

34. Epäpyöreys

Epäpyöreyttä mitattiin tukin latvaleikkauksesta suurimman ja pienimmän kuorellisen läpimitan avulla. Absoluuttinen läpimittojen ero oli keskimäärin 7,7 mm ($s = 6,6$). Suhteellinen läpimittojen ero oli suuremmasta läpimitasta keskimäärin 3,4 % ($s = 2,8$). Jakauma oli hyvin vino: moodi kuului luokkaan 1...2 % eli oli hyvin kaukana keskiarvosta (3,4 %) vasemmalla. Suurin sahalta mitattujen tukkien läpimittojen ero oli 101 mm eli 40 % suuremmasta läpimitasta. Yli 10 % läpimittojen erot olivat kuitenkin harvinaisia, noin 1 % suuruusluokkaa (kuva 14).

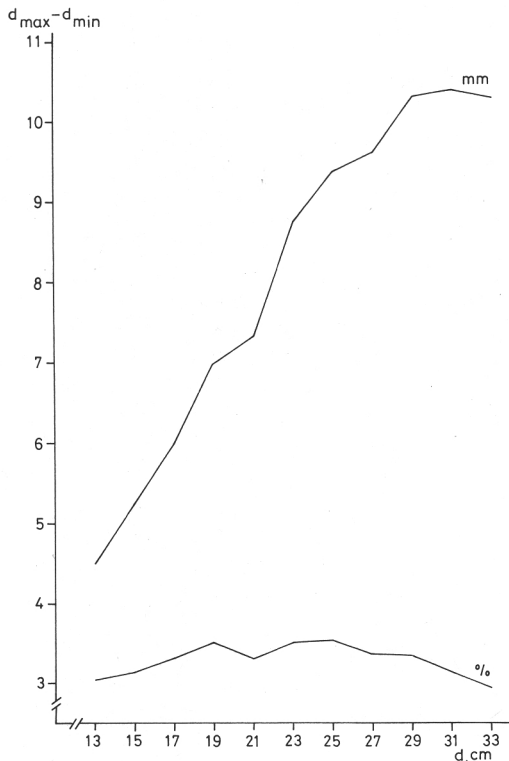
Absoluuttinen läpimittojen ero kasvoi likimain lineaarisesti tukin järeytyessä. Suhteellinen ero oli käytännöllisesti katsoen vakio, joskin maksimissaan keskikokoisissa tukeissa (kuva 15).

Tyvitukkien ja muiden tukkien välillä ei ollut suuria eroja. Keskimäärin tyvitukkien suhteellinen epäpyöreys oli kuitenkin vähäisempää kuin muiden tukkien. Tältä osin tulokset tukevat lievästi näkemystä, jonka mukaan epäpyöreys on keskirungossa vähä-



Kuva 14. Histogramma suurimman ja pienimmän kuorellisen latvaläpimitan erosta prosentteina suurimmasta läpimitasta.

Fig. 14. Histogram of the difference between the largest and smallest top diameter over bark in per cent of the largest diameter.

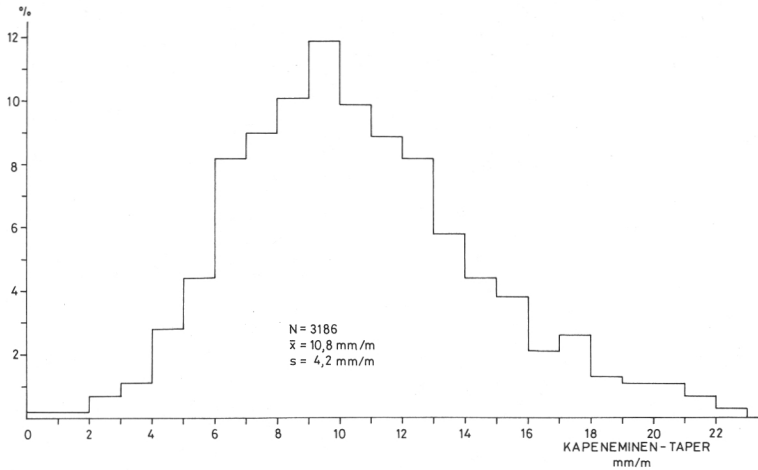


Kuva 15. Suurimman ja pienimmän kuorellisen latvaläpimitan ero mm ja % suurimmasta läpimitasta kuoretoman latvaläpimitan mukaan.

Fig. 15. Difference between the largest and the smallest top diameter over bark in mm and in per cent of the largest diameter according to the top diameter under bark.

sempää kuin ylempänä rungossa (Tiihonen 1961, s. 52—53). Absoluuttinen läpimittojen ero oli tyvitukeissa luonnollisesti suurempi järeydestä johtuen.

Nyt mitatun aineiston suhteellinen epäpyöreys, 3,4 % suuremmasta läpimitasta, on selvästi pienempi kuin mitä on havaittu pohjoissuomalaisissa kuoretomissa mäntytukeissa (4,8 %) (Kärkkäinen 1975). Norjalaiset tulokset ovat tämän kanssa yhdenmukaisia (Bøhm 1935). Toisaalta rannikkotukkien epäpyöreys näyttää olevan korkeammalla tasolla kuin Etelä-Suomessa yleensä päätellen siitä, että Heiskasen ja Tiihosen (1958, s. 29) tutkimuksessa 6 m korkeudella mäntyrungoissa valitseva ero oli vain 2,6 % pienemmästä läpimitasta. — Rinnantasalla läpimittojen eron on kuitenkin yleisesti havaittu olevan 5...6 % luokkaa (Heikkilä 1913 a, b).



Kuva 16. Latvakapenemisen histogramma.

Fig. 16. Histogram of the taper from the middle length of the log to the top.

— Lehtipuilla epäpyöreys on tunnetusti voimakkaampaa kuin havupuilla (esim. Kärkkäinen 1975, 1976, 1979, 1980 b).

35. Kapeneminen

Keskimääräinen kuorellinen latvakapeneminen oli 10,8 mm/m ($s = 4,2$). Jakauma oli likimain normaali, joskin vähän vino (kuva 16).

Tukin järeytyessä kuorellinen latvakapeneminen aluksi laski ja alkoi uudelleen kohota. Minimi saavutettiin tässä tapauksessa 17 cm läpimittaluokassa (kuva 17). Lähes vastaavia kuvaajia on saatu muistakin aineistoista, joskin minimi oli 21 cm läpimittaluokassa (Heiskanen 1970, Kärkkäinen 1980 a).

Vaikka keskimääräisen kapenemisen kuvaaja on muodoltaan sama eri tutkimusten mukaan, nyt tutkitussa aineistossa kapeneminen oli 1...2 mm/m suurempi. Mahdollista on, että rannikkoseudun mäntytykit kapenevat voimakkaammin kuin yleensä Etelä-Suomessa. Toisaalta on mahdollista, että kuorellisen kapenemisen suuruutta liioittelee se, että tukin latvassa kuori kutistuu enemmän kuin keskellä. — Tähän on kiinnitetty tarkemmin huomiota kuoren tarkastelun yhteydessä. — Samaan suuntaan vaikuttaa myös kuoren suurempi kuluminen latvassa kuin pituuden puolivälissä. Tunnettua nimittäin on, että kuori kuluu puunkorjuun eri vaiheissa (Salminen 1968, Heiskanen ja Riikonen 1974),

eniten ilmeisesti juuri latvasta (Heiskanen ja Riikonen 1976, s. 22). — Onkin epäilty, ettei kuorellisilla kapenemistiedoilla ole riittävää pysyvyyttä kuoren epämääräisyyden vuoksi (Heiskanen ja Riikonen 1971, s. 13).

Kapenemisen ja laadun yhteyttä tarkastellaan laadun yhteydessä.

36. Laatu

Todella hyvälaatuisia tukkeja oli tutkituissa erissä vähän, 2...4 % riippuen siitä, tarkasteltiin ko lukumäärää vai osuutta tukkien yhteistilavuudesta. Myös muissa luokissa kappalemääräiset ja tilavuusmääräiset osuudet poikkesivat toisistaan, mutta ei niin paljon kuin parhaissa tukeissa. Tämä ilmenee seuraavasta jaotelmasta.

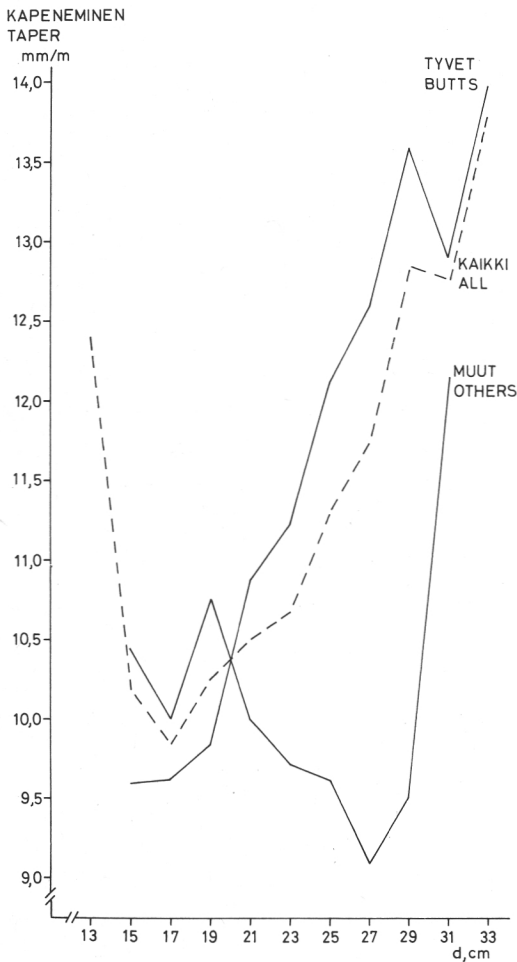
Laatuluokka	Osuus kappalemäärästä %	Osuus tilavuudesta %
1	2,2	4,1
2	35,7	38,9
3	56,6	50,9
4	5,5	6,1
Yht.	100,0	100,0

Määritelmästä johtuen kaikki luokan 1 tukit olivat tyvitukkeja. Luokissa 2...4 tyvitukien osuus oli sitä suurempi, mitä paremmista tukeista oli kyse. Tyypillinen luokka oli tyvitukeilla 2 ja muilla tukeilla 3. — Kappalemäärästä laskien tulokset olivat seuraavat.

Laatu- luokka	Osuus kappalemäärästä, %		
	Tyvi- tukit	Muut tukit	Kaikki tukit
1	2,2	—	2,2
2	32,8	2,9	35,7
3	19,1	37,5	56,6
4	1,5	4,0	5,5
Yht.	55,6	44,4	100,0

Tilavuusmääräisesti tyvitukien osuus kasvoi suuremmasta tukin keskikoosta joh-
tuen. Tulokset olivat seuraavat.

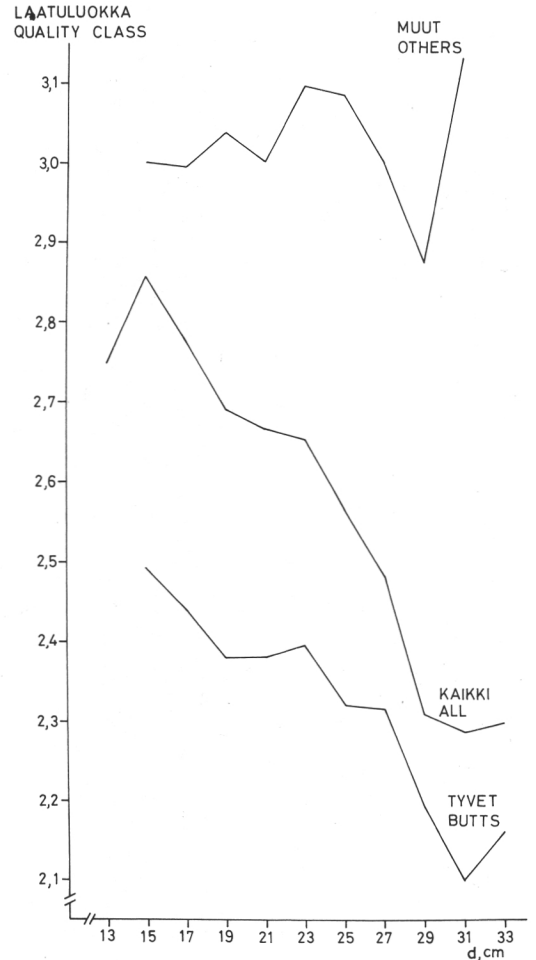
Laatu- luokka	Osuus tilavuudesta, %		
	Tyvi- tukit	Muut tukit	Kaikki tukit
1	4,1	—	4,1
2	35,7	3,2	38,9
3	20,1	30,8	50,9
4	2,0	4,1	6,1
Yht.	61,9	38,1	100,0



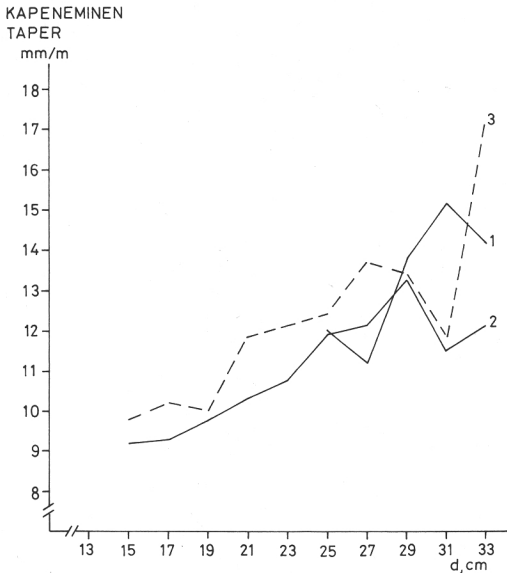
Kuva 17. Tukien latvakapeneminen kuoretoman lat-
valäpimitan mukaan.
Fig. 17. Taper from the middle length of the log to the
top according to the top diameter under bark.

Tyvitukeissa ja kaikissa tukeissa keski-
määrin laatu parani järeyden kasvaessa.
Sitä vastoin muissa tukeissa järetyminen
ei parantanut laatua (kuva 18).

Paras laadun selittäjä oli tukin sijainti
rungolla: tyvitukit olivat selvästi korkeampi-
laatuisia kuin muut tukit. Vastaava tulos on
saatu muissakin tutkimuksissa (A r o ja
R i k k o n e n 1966, s. 42, H e i s k a -
n e n 1971, A s i k a i n e n 1980,
K ä r k k ä i n e n 1980 a), ja ilmeistä on,
että tyvitukien erottaminen muusta sumas-
ta on jo tehokasta laadun mukaista luokit-
telua. — Kun tyvitukin toteaminen esim.
automaattisilla mittauslaitteilla on vaikeaa,
tyvien osuutta indikoi kohtalaisen hyvin
latvaläpimitta.



Kuva 18. Keskimääräinen tukin laatuluokka kuoretto-
man latvaläpimitan mukaan.
Fig. 18. Average quality class of the logs according to
the top diameter under bark.



Kuva 19. Männyn tyvitukkien latvakapeneminen kuorettoman latvaläpimitan ja laadun (luokat 1...3) mukaan.

Fig. 19. Taper from the middle to the top of pine butt logs according to the top diameter under bark and the quality (classes 1...3).

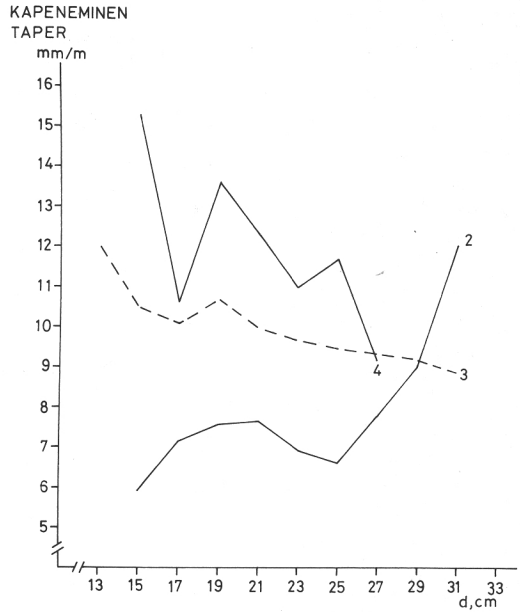
Laadun ennustamiseen soveltuvia mittauskelpoisia muuttujia ei löytynyt. Esimerkiksi tukin kuorellinen latvakapeneminen osoitautui selittävyydeltään heikoksi, kuten seuraava jaotelma osoittaa: kapeneminen oli suurin parhaissa tukeissa ja pienin toisessa laatuluokassa.

Laatu- luokka	Latvakapeneminen mm/m	
	\bar{x}	s
1	13,2	3,79
2	10,5	3,89
3	10,6	4,24
4	12,4	5,42

Jos tyvitukit erotettiin pois ja tarkasteltiin pelkästään muita tukkeja, kapeneminen indikoi laatua tyydyttävästi, kuten seuraava jaotelma osoittaa.

Muiden kuin tyvitukkien laatuluokka	Latvakapeneminen mm/m	
	\bar{x}	s
2	7,6	2,80
3	10,1	4,07
4	12,0	5,07

K ä r k k ä i n e n (1980, s. 31) sai vielä laajemmasta mäntytukkiaineistosta samanlaisen tuloksen: tyvitukeilla kapeneminen ei riippunut laadusta, mutta muilla tukeilla jokseenkin tyydyttävästi.



Kuva 20. Männyn muiden kuin tyvitukkien latvakapeneminen kuorettoman latvaläpimitan ja laadun (luokat 2...4) mukaan.

Fig. 20. Taper from the middle to the top of pine logs (excl. butt logs) according to the top diameter under bark and the quality (classes 2...4).

Käytännössä kapenemisen käyttökelpoisuutta heikentää sen riippuvuus tukin järeydestä. Tyvitukeissa kapeneminen lisääntyi tukin järeytyessä laadusta riippumatta (kuva 19). Sitä vastoin muissa tukeissa kapeneminen lisääntyi tukin järeytyessä vain hyvälaatuisten tukkien ollessa kyseessä, mutta aleni huonolaatuisilla tukeilla (kuva 20). Samanlainen ilmiö on havaittu myös parissa muussa tutkimuksessa (P e t e r s o n 1960, K ä r k k ä i n e n 1980 a).

37. Tilavuussuhteet

Tukkien tilavuus määritettiin kuorettoman latvaläpimitan ja nimellispituuden mukaan käyttämällä yleisesti hyväksyttyä taulukkoa (Uudistuva... 1973). Taulukosta saadaan kuorellinen kiintotilavuus vain likimääräisesti, koska kapenemista ja yleensä tukin muotoa ei oteta siinä huomioon muuten kuin erottamalla Pohjois- ja Etelä-Suomi. Näin ollen on kiinnostavaa tietää, millainen on todellisen tilavuuden ja taulukon perustuvan tilavuuden suhde.

Hyvän arviointipohjan osuvuudelle saa

laskemalla taulukkotilavuuden ja keskustilavuuden suhteen. Keskustilavuus on sylinterin kaavalla laskettu tilavuus, jossa läpimittana käytetään pituuden puolivälistä mitattua kuorellista läpimittaa. Mainittu suhde on keskusmuotoluku silloin, kun taulukkotilavuus on tarkka kiintotilavuus.

Seuraavassa jaotelmassa on esitetty suhde kuorettoman läpimitan mukaan ja vertailuna sekä Heiskanen ja Rikkosen (1971) tutkimuksessa käytetyt keskusmuotoluvut että myöhemmin tehty tarkistus (Heiskanen 1976 a).

Läpimitta cm	Laskettu suhde	Keskusmuotoluku	
		(Heiskanen ja Rikkonen 1971)	(Heiskanen 1976 a)
15	1,005	..	1,012
17	1,038	1,018	1,024
19	1,021	..	1,033
21	1,028	1,034	1,041
23	1,032	..	1,046
25	1,035	1,044	1,051
27	1,045	..	1,056
29	1,040	1,052	1,061
31	1,045	..	1,065
33	1,063	1,052	1,068

4. YHDISTELMÄ

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää Suomenlahden rannikkoseudun mäntytukkien ominaisuuksia verrattuna muihin eteläsuomalaisiin aineistoihin. Lisäksi pyrittiin selvittämään läpimittajakaumaa ja mahdollista luokkavälillä spekulointia, tukkien pituuden poikkeamista nimellispiteudesta sekä tukkien laadun ennustamismahdollisuutta.

Aineistoon kuului 3333 sahalaitoksella mitattua tukkia. Puiden kasvupaikka oli 0...38 km meren rannasta. Kun mittaukset tehtiin touko—kesäkuussa, kuori on saattanut jo kuivua ja kutistua luonnontilaiseen kuoreen verrattuna.

Tukkien pituus oli keskimäärin 468 cm, mikä on vähemmän kuin yleensä Etelä-Suomessa. Tyvitukit olivat pidempiä kuin muut tukit. Kummassakin ryhmässä tukkien keskipituus aleni laadun heiketessä. Tämä viittaa siihen, että oli tietty liioiteltu pyrkimys ottaa tukkiosa talteen.

Tarkka pituus oli keskimäärin 3 cm suurempi kuin nimellispiteus. Suositellun mitaustoleranssin ± 3 cm sisälle jäi vain 51 % tukeista. Liian lyhyitä (yli 3 cm) tukkeja oli 7,9 %.

Jaotelman mukaan yhteensopivuus on tyydyttävän hyvä ja osoittaa, etteivät virheet rannikkoalueen tukkien mittauksessa ole muutamaa prosenttiyksikköä suuremmat. Keskusmuotoluvut ovat myös suuruudeltaan ja riippuvuudeltaan jäyrydestä yleisen käsityksen mukaisia, kuten vertailu lukuisiin tutkimuksiin osoittaa (Kärkkäinen 1974, s. 70). Toisaalta edellä ei ole otettu huomioon lyhyille tukeille yleisesti käytettyä pituuskorjausta, joka alentaa taulukkotilavuutta vajaan prosentin verran. Sen huomioon ottamisen jälkeen suhde on ilmeisesti hiukan liian pieni nykyiseen käsitykseen verrattuna.

Kuorettomat latvaläpimitat keskittyivät enemmän 2 cm luokkavälin ala- kuin yläreunalle. Tämä osoittaa, että luokkaväliä pyrittiin käyttämään hyväksi mittaustulokseen vaikuttamisessa. Havaittuun ilmiöön lienee osatekijänä se, että kyseessä olivat metsänomistajien toimituskaupat, jolloin apteraaja sai työpalkan lisäksi hyväkseen myös kantohinnan.

Keskimääräinen latvakuoren osuus oli samaa suuruusluokkaa kuin Etelä-Suomessa on yleensä havaittu. Sitä vastoin riippuvuus läpimitasta oli toinen. Syyksi oletettiin kuoren kutistuminen, joka on vähäisempää tyvitukeissa kuin muissa tukeissa sekä voimakkaampaa pienissä kuin suurissa tukeissa. Näin ollen kuivumisella voi olla osuutta läpimitan vaikutukseen.

Epäpyöreyttä mitattiin latvaleikkauksesta suurimman ja pienimmän kuorellisen läpimitan avulla. Absoluuttinen läpimittojen ero oli 8 mm ja suhteellinen 3,4 % suuremmasta läpimitasta. Absoluuttinen ero kasvoi tukin suuretessa. Suhteellinen ero oli likimain vakio tukin koosta riippumatta.

Epäpyöreys on ilmeisesti suurempaa kuin

yleensä Etelä-Suomessa, mutta selvästi vähäisempää kuin Pohjois-Suomessa tai erityisesti lehtipuilla.

Kuorellinen latvakapeneminen (tukin pitiuden puolivälistä latvaleikkaukseen) oli 11 mm/m, mikä on enemmän kuin yleensä Etelä-Suomessa. Tulokseen on kuitenkin saattanut hieman vaikuttaa latvakuoren kuluminen ja kutistuminen.

Tukkien laatu oli keskimäärin heikko. Tyvitukit olivat selvästi parempia kuin muut

tukit, ja näiden ryhmien välinen ero oli tärkein tukkien väliseen vaihteluun vaikuttava tekijä. Tyvitukeissa laatu parani järeyden lisääntyessä, mutta muissa tukeissa riippuvuutta ei ollut.

Tilavuussuhteita koskeva tarkastelu osoitti, etteivät yleisesti käytetyt tukkien tilavuus-taulukot antaneet olennaisesti virheellisiä tuloksia rannikolla kasvaneiden mäntytukkien aineistossa.

KIRJALLISUUTTA

- ARO, P. & RIKKONEN, P. 1966. Havusahatukkien latvamuotoluvut. Summary: Top form factors of softwood saw logs. *Commun. Inst. For. Fenn.* 61(7):1—77.
- ASIKAINEN, K. 1968. Tasausvara ja sahatavaran tasaus. Summary: On the trimming allowance and trimming. *Folia For.* 50:1—35.
- 1980. Tukin laadun vaikutus sahaustulokseen. Sahapuupäivät 31.1.—1.2.1980. Moniste. 11 s.
- BØHMER, J.G. 1935. Furuens flattrykning og tømmerinnhold. *Tidskr. Skogbruk* 43(12):342—352.
- ESKELINEN, A. & PENNANEN, O. 1980. Havupuiden apteeraus ja puutavaralajijakauma eri hakkuumenetelmissä. Summary: Marking for bucking of softwood and distribution into timber assortments in the different cutting methods. *Metsäteho Tied.* 358:1—21. s. 14.
- GISLERUD, O. 1973. Diameterendringer hos ubarket gran- og furutømmer ved lagring. Summary: Diameter changes during storing of unbarked logs of Norway spruce and Scots pine. *Tidskr. Skogbr.* 81(4):447—458.
- HAKKILA, P. 1967. Vaihtelumalleja kuoren painosta ja painoprosentista. Summary: Variation patterns of bark percentage by weight. *Commun. Inst. For. Fenn.* 62(5):1—37.
- HEIKKILÄ, T. 1913 a. Koealojen kaulaamisesta. *Tapio* 6(5):139—143.
- 1913 b. Koealojen kaulaamisesta ja puiden poikki-leikkauspinnan soikeudesta. *Tapio* 6(11):324—331.
- HEISKANEN, V. 1970. Sahatukkien mittaus- ja hinnoittelututkimus 1970. I. Ennakkotietoja polkyttäisten ja upotusmittausten tuloksista. *Metsäntutkimuslaitos, moniste.* 81 s.
- 1971. Tyvitukkien ja muiden tukkien koesahauksia Pohjois-Suomessa. Summary: Test sawings of butt logs and top logs in Northern Finland. *Folia For.* 116:1—23.
- 1976 a. Havusahatukkien kuorelliset keskusmuotoluvut. Summary: Middle form factors of pine and spruce sawlogs. *Folia For.* 280:1—23.
- 1976 b. Tarkistetut havusahatukkien kuorelliset yksikkökuutioluvut. Summary: The checked unit volumes for pine and spruce sawlogs. *Folia For.* 290:1—12.
- & RIKKONEN, J. 1974. Tukkien lajittelu sahauksen kuoren päältä mitatun läpimitan perusteella. Summary: Sorting of logs according to the top diameter on bark. *Folia For.* 214:1—35.
- & RIKKONEN, P. 1971. Havusahatukkien todellisen kiintomitan määrittäminen latväläpimitan perusteella. Summary: Determination of the true volume of coniferous saw logs on the basis of top diameter. *Folia For.* 128:1—42.
- & RIKKONEN, P. 1976. Havusahatukkien kuoren määrä ja siihen vaikuttavat tekijät. Summary: Bark amount in coniferous sawlogs and factors affecting it. *Folia For.* 250:1—67.
- & SIIMES, F.E. 1959. Tutkimus mäntysahatukkien laatuluokituksesta. *Paperi ja Puu* 41(8):359—368.
- & TIIHONEN, P. 1958. Rinnankorkeusläpimitaan perustuvat sahapuiden kuutioimistaulukot. Summary: Volume tables for saw timber stems based on breast height diameter. *Commun. Inst. For. Fenn.* 49(5):1—76.
- HÄGGBLUM, R. & PENNANEN, O. 1980. Hakkuumenetelmän vaikutus tukkien laatuun. *Metsätehon Katsaus* 14/1980:1—4.
- KELLOMÄKI, S. 1980. Alustavia mittaustuloksia kuivatuksen ja liotuksen vaikutuksesta männyn ja kuusen kuoren paksuuteen kuorellisessa puutavarrassa. Summary: Preliminary results on the effect of drying and soaking on the thickness of bark in Scots pine and Norway spruce timber. *Silva Fenn.* 14(4):354—368.
- KÄRKKÄINEN, M. 1973. On the properties of tree wounds due to timber transportation in thinnings. Tiivistelmä: Harvennuspuitavaran kuljetuksen aiheuttamien puustovaurioiden ominaisuuksista. *Helsingin yliopiston metsäteknologian laitos, tiedonantoja* 22:1—174.
- 1974. Keskusmuotoluvun perusteita tukkien ja kuitupuun mittaauksessa. Summary: Foundations of middle form factor in the measurement of logs and pulpwood. *Silva Fenn.* 8(1):47—88.
- 1975 a. Koivu- ja haapatukkien poikkipinta-alan mittaaminen. Summary: Measurement of the cross-sectional area of birch and aspen logs. *Silva Fenn.* 9(3):212—232.
- 1975 b. Pohjoissuomalaisten mäntytukkien soikeus. Summary: Ovalness of pine logs of Northern Finland. *Silva Fenn.* 9(4):251—258.
- 1976. Lisähavaintoja haapatukkien poikkipinta-alan mittaamisesta. Summary: Auxiliary observations on the measurement of the cross-sectional area of aspen logs. *Silva Fenn.* 10(4):257—265.
- 1979. Koivutukkien tarkistusmittauksia. Summary: Control measurements of birch logs. *Folia For.*

- 377:1—21.
- 1980 a. Mäntyukkirunkojen laatuluokitus. Summary: Grading of pine sawlog stems. Commun. Inst. For. Fenn. 96(5):1—152.
- 1980 b. Havaintoja koivutukkien epäpyöreystä ja pituusmittaeroista. Summary: Observations of the out-of-roundness and deviations from nominal lengths of birch logs. Silva Fenn. 14(3):286—293.
- 1980 c. Tuloksia Rauman alueen mäntyukkien sahausesta. Summary: Results on sawing pine logs in Rauma region, western Finland. Commun. Inst. For. Fenn. 96(7):1—43.
- MILNE, W.E. 1949. Numerical calculus. Princeton University Press. Princeton. 393 s.
- PETERSON, O. 1960. Sägtimmerkvaliteten i Kalix ådal. Rapp. Uppsats. Instn. Virkeslära Skogshögsk. 27:1—56.
- SALMINEN, T.J. 1968. Havusahatukkien kuutiointi kuoren päältä mitatun läpimitan perusteella. Summary: On cubing coniferous logs on the basis of measurements taken on the bark. Folia For. 51: 1—30.
- SANDSTRÖM, J. 1980. Vågar till bättre sågråvara. Sägverken (2):67—68.
- TAMMINEN, Z. 1962. Fuktighet, volymvikt m.m. hos ved och bark. I. Tall. Summary: Moisture content, density and other properties of wood and bark I. Scots pine. Rapp. Uppsats. Instn. Virkeslära Skogshögsk. 41:1—118.
- TIIHONEN, P. 1961. Tutkimuksia männyn kapenemistaulukoiden laatimiseksi. Referat: Untersuchungen über die Aufstellung der Ausbauchungtafeln für Kiefer. Commun. Inst. For. Fenn. 53(1):1—120.
- Uudistuva puutavaran mittaus. I Järeä puutavara. 1973. Tapiola. 6 s.

SUMMARY

PROPERTIES OF PINE LOGS IN A COASTAL SAWMILL IN SOUTHERN FINLAND

The purpose of the study was to compare the pine logs from the coastal region of southern Finland with other materials from southern Finland. In addition, diameter distributions, speculation by diameter intervals, deviations from the nominal lengths of the logs and the quality prediction were studied.

The material consisted of 3333 logs measured in a sawmill. The logs originated from 0 to 38 km from the coast line. As the measurements were made in May and June, it is possible that the bark had dried and shrunk a little.

The average length of the logs was 468 cm, which is less than the normal length for southern Finland. Butt logs were longer than other logs. In both groups the mean length decreased as the quality declined. This suggests that there is a tendency to utilize the timber part of the stem too accurately.

The exact length was 3 cm more on average than the nominal length. Only 51 per cent of the logs were within the recommended tolerance limits of ± 3 cm. The proportion of too short logs (difference between the nominal and actual length over 3 cm) was 7,9 per cent.

A diameter class interval of 2 cm was used in the measurement as is the custom in Finland. The diameters under bark were concentrated more on the lower than the upper border of the class interval. This shows that there was a tendency to utilize class intervals for the measurement result. A partial reason may be the fact that the logs originated from delivery contracts

with forest owners.

The bark percentage measured from the top section was of the normal magnitude for southern Finland. The effect of the diameter, however, was different. The reason was assumed to be shrinkage of the bark which is relatively less in butt logs than in other logs and higher in small logs than in large logs. Thus, drying can affect the relations between bark and diameter.

The out-of-roundness was estimated by measuring the largest and the smallest diameter on bark. The average difference was 8 mm or 3,4 per cent of the larger diameter. The difference in mm increased with the diameter. In contrast, the relative difference remained the same.

Compared with other results, the out-of-roundness of pine logs seems to be higher on the coast than the normal value for southern Finland, but lower than in northern Finland or, especially, than that of hardwood logs.

The taper over bark was 11 mm/m measured from the middle length of the logs to the top. However, some overestimation may have arisen from the wear and shrinkage of the bark in the top section.

The logs were of low quality. Butt logs were clearly better than the other logs. In butt logs increasing diameter improved the quality. In other logs the diameter had no effect.

The analysis of the volume relationships revealed that the tables normally used do not give essentially biased results in the coastal region.

ODC 526 + 852:174.7 *Pinus sylvestris* (480)
ISBN 951-40-0503-1
ISSN 0015-5543

KÄRKKÄINEN, M. & SALMI, J. 1981. Länsi-Uudenmaan rannikon mäntytukkien ominaisuudet eräällä sahalaiteksella. Summary: Properties of pine logs in a coastal sawmill in southern Finland. *Folia For.* 458:1—20.

The properties of a material consisting of 3 333 pine logs from the coastal region of southern Finland were compared with other pine materials from southern Finland. Bark percentage, diameter distributions, speculation by diameter intervals, deviations from the nominal lengths of the logs and the quality prediction were studied.

Authors' address: The Finnish Forest Research Institute, Unioninkatu 40 A, SF-00170 Helsinki 17, Finland.

ODC 526 + 852:174.7 *Pinus sylvestris* (480)
ISBN 951-40-0503-1
ISSN 0015-5543

KÄRKKÄINEN, M. & SALMI, J. 1981. Länsi-Uudenmaan rannikon mäntytukkien ominaisuudet eräällä sahalaiteksella. Summary: Properties of pine logs in a coastal sawmill in southern Finland. *Folia For.* 458:1—20.

The properties of a material consisting of 3 333 pine logs from the coastal region of southern Finland were compared with other pine materials from southern Finland. Bark percentage, diameter distributions, speculation by diameter intervals, deviations from the nominal lengths of the logs and the quality prediction were studied.

Authors' address: The Finnish Forest Research Institute, Unioninkatu 40 A, SF-00170 Helsinki 17, Finland.

Tilaan kortin kääntäpuolelle merkitsemäni julkaisut (julkaisun numero mainittava).

Please, send me following publications (add numbers of the publications on the backside of the card).

Nimi
Name

Osoite
Address

Metsäntutkimuslaitos
Kirjasto/Library
Unioninkatu 40 A
SF-00170 Helsinki 17
FINLAND



Folia Forestalia _____

Communications Instituti Forestalis Fenniae _____

Huomautuksia & tiedusteluja
Remarks & calls for information

METSÄNTUTKIMUSLAITOS

THE FINNISH FOREST RESEARCH INSTITUTE

Tutkimusosastot — *Research Departments*

Maantutkimusosasto
Department of Soil Science

Suontutkimusosasto
Department of Peatland Forestry

Metsänhoidon tutkimusosasto
Department of Silviculture

Metsänjalostuksen tutkimusosasto
Department of Forest Genetics

Metsänsuojelun tutkimusosasto
Department of Forest Protection

Metsäteknologian tutkimusosasto
Department of Forest Technology

Metsänarvioimisen tutkimusosasto
Department of Forest Inventory and Yield

Metsäekonomian tutkimusosasto
Department of Forest Economics

Matemaattinen osasto
Department of Mathematics

Metsäntutkimusasemat — *Research Stations*

Parkanon tutkimusasema
Parkano Research Station
Os. — *Address:* 39700 Parkano, Finland
Puh. — *Phone:* (933) 2912

Muhoksen tutkimusasema
Muhos Research Station
Os. — *Address:* 91500 Muhos, 1 kp, Finland
Puh. — *Phone:* (981) 431 404

Suonenjoen tutkimusasema
Suonenjoki Research Station
Os. — *Address:* 77600 Suonenjoki, Finland
Puh. — *Phone:* (979) 11 741

Punkaharjun jalostuskoeasema
Punkaharju Tree Breeding Station
Os. — *Address:* 58450 Punkaharju, Finland
Puh. — *Phone:* (957) 314 142

Ojajoen koeasema
Ojajoki Experimental Station
Os. — *Address:* 12700 Loppi, Finland
Puh. — *Phone:* (914) 40 356

Kolarin tutkimusasema
Kolari Research Station
Os. — *Address:* 95900 Kolari, Finland
Puh. — *Phone:* (995) 61 401

Rovaniemen tutkimusasema
Rovaniemi Research Station
Os. — *Address:* Eteläranta 55
96300 Rovaniemi 30, Finland
Puh. — *Phone:* (991) 15 721

Joensuun tutkimusasema
Joensuu Research Station
Os. — *Address:* c/o Joensuun korkeakoulu
c/o Joensuu University
PL 111
80101 Joensuu 10, Finland
Puh. — *Phone:* (973) 28 311

Ruotsinkylän jalostuskoeasema
Ruotsinkylä Tree Breeding Station
Os. — *Address:* 01590 Maisala, Finland
Puh. — *Phone:* (90) 824 420

- No 447 Uusvaara, Olli: Pelkkahakkureilla tehdyn hakkeen ja sahatavaran pinnan laatu.
Quality of chips and surface of sawn timber made by chipper headrigs.
- No 448 Vuokila, Yrjö: Kasvatustiheyden vaikutus istutuskuusikon kasvuun ja tuotokseen.
The dependence of growth and yield on the density of spruce plantations in Finland.
- No 449 Kinnunen, Kaarlo & Mäki-Kojola, Sakari: Männyn luontaisesta uudistumisesta Pohjois-Satakunnassa.
Natural regeneration of Scots pine in western Finland.
- No 450 Isomäki, Antti & Väisänen, Jarmo: Harvennustavan vaikutus kasvatettavaan puustoon ja harvennuskertymään.
Thinning method and its influence on the remaining growing stock and on the thinning yield.
- No 451 Varmola, Martti: Männyn istutustaimistojen ulkoinen laatu. The external quality of pine plantations.
- No 452 Roiko-Jokela, Pentti: Maaston korkeus puuntuotantoon vaikuttavana tekijänä Pohjois-Suomessa.
The effect of altitude on the forest yield in northern Finland.
- No 453 Pohtila, Eljas & Timonen, Mauri: Suojajetsäalueen viljelytaimikot ja niiden varhaiskehitys.
Scots pine plantations and their early development in the protection forests of Finnish Lapland.
- No 454 Gustavsen, Hans Gustav: Talousmetsien kasvupaikkaluokittelu valtapituuden avulla.
Site index curves for conifer stands in Finland.

- No 455 Salminen, Marja-Liisa: Kuormatraktorin kuljettajan kuormittumisen arviointi psykofysiologisilla menetelmillä.
Evaluation of the strain on the forwarder driver with the help of some psychophysiological methods.
- No 456 Raitio, Hannu: Pääravinne-annoinnituksen vaikutus männyn neulasten rakenteeseen ja ravinnepitoisuuksiin ojitetulla lyhytkorsinevalla.
Effect of macronutrient fertilization on the structure and nutrient content of pine needles on a drained short sedge bog.
- No 457 Huttunen, Terho: Suomen piensahat 1980.
Small sawmills in Finland, 1980.
- No 458 Kärkkäinen, Matti & Salmi, Juhani: Länsi-Uudenmaan rannikon mäntytukkien ominaisuudet eräällä sahalaitoksella.
Properties of pine logs in a coastal sawmill in southern Finland.
- No 459 Kärkkäinen, Matti: Polttopuun rasiinkaadon ja muiden kuivausmenetelmien perusteet.
Foundations of leaf-seasoning and other drying methods of fuelwood.
- No 460 Metsätilastollinen vuosikirja 1980.
Yearbook of Forest Statistics, 1980.
- No 461 Raulo, Jyrki & Lähde, Erkki: Rauduskoivun kylvökokeita Lapissa.
Sowing experiments with *Betula pendula* in Finnish Lapland.
- No 462 Raulo, Jyrki & Rikala, Risto: Istutettujen männyn, kuusen ja rauduskoivun taimien alkukehitys eri tavoin käsitellyllä viljelyalalla.
Initial development of Scots pine, Norway spruce and silver birch seedlings planted on a forestation site prepared in different ways.
- No 463 Hyppönen, Mikko: Eräiden metsikönkasvatusvaihtoehtojen edullisuus metsähallituksen Pohjois-Suomen metsissä.
Profitability of some stand growing alternatives in the State forests of northern Finland.
- No 464 Harstela, Pertti & Piirainen, Kimmo: Esitutkimus PIKA 75 harvesterin automaatioasteen vaikutuksista tuotokseen, mittaustarkkuuteen ja kuljettajan kuormittumiseen.
Output, accuracy of measuring and strain of the driver at three automation levels of PIKA 75 harvester. A pilot study.
- No 465 Huttunen, Terho: Suomen puunkäyttö, poistuma ja metsätase 1978—80.
Wood consumption, total drain and forest balance in Finland, 1978—80.
- No 466 Harstela, Pertti & Tervo, Leo: Pitkän puutavaran esijuonto vinttureilla ja hevosella.
Bunching of timber by winches and horse.
- No 467 Hakkila, Pentti & Kalaja, Hannu: KOPO palahakejärjestelmä.
KOPO block chip system.
- No 468 Vuokila, Yrjö: Nuoren männikön kasvureaktio ensiharvennuksen jälkeen.
The growth reaction of young pine stands to the first commercial thinning.
- No 469 Rummukainen, Ukko & Voipio, Pekka: Ahavan tuhot kuusentaimissa Suonenjoen taimitarhalla keväällä 1978.
Winter wind damage on Norway spruce seedlings at Suonenjoki seedling nursery in spring 1978.
- No 470 Hallaksela, Anna-Maija & Nevalainen, Seppo: Juurikäävän torjunta urealla kuusenkannoissa.
Control of root rot fungus (*Heterobasidion annosum*) by treating Norway spruce stumps with urea.

Metsäntutkimuslaitoksen julkaisusarjoja, Communicationes Instituti Forestalis Fenniae ja Folia Forestalia, koskevat yksittäiskappaletilaukset ja vaihtotarjoukset osoitetaan laitoksen kirjastolle. Tiedonantomonisteita koskevat pyynnöt osoitetaan ao. tutkimusosastolle tai -asemalle.

Subscriptions concerning single copies of the publications, as well as exchange offers, can be addressed to the Library of the Institute.