

## ALUSTAVIA MITTAUSTULOKSIA KUIVAUKSEN JA LIOTUKSEN VAIKUTUKSESTA KUORELLISEN MÄNTY- JA KUUSI-PUUTAVARAN KUOREN PAKSUUTEEN

SEPPÖ KELLOMÄKI

## SUMMARY:

PRELIMINARY RESULTS ON THE EFFECT OF DRYING AND SOAKING ON THE THICKNESS OF BARK IN SCOTS PINE AND NORWAY SPRUCE TIMBER

Saapunut toimitukselle 1980-07-17

Tutkimuksessa on suppeaan aineistoon perustuen esitetty tuloksia männyn ja kuusen kuoren paksuusmuutoksista kuorellisia kiekkoja kuivattaessa ja liotettaessa. Huoneen lämpötilassa tehty kuivaus alensi molemmissa tapauksissa kuoren paksuutta suhteessa kiekkojen kosteussuhteen alenemiseen. Runkojen eri osista otetuissa kiekkoissa alenema oli suurin rungon keskiosaa edustavissa kiekkoissa. Kuusiekkojen kuoren alenema peittyi kuitenkin käytännössä puuaineen kutistumiseen.

Myös liotuksessa sekä mänty- että kuusiekkojen kuori kutistui vastoin olettamusta. Molemmissa tapauksissa kutistuman suuruus riippui kiekon leikkauskohdasta rungolla. Suurimmillaan liotuksesta aiheutuva kutistuma oli rungon keskiosaa edustavissa kiekkoissa. Kuusiekkoissa kuoren kutistuma peittyi käytännössä puuaineen kutistumaan.

### JOHDANTO

Varastointi aiheuttaa aina puutavaran ulkoisten mittojen muutoksia. Mm. tämän vuoksi maastomittaukset antavat tavallisesti suuremman kuoriprosentin kuin tehdasmittaukset. Syinä tähän pidetään sekä kuoren kulumista että kuoren tilavuuden pienenemistä puutavaran kuivuuksessa. RIIKOSEN (1973) havaintojen mukaan kuori kutistuu kesän aikana mäntykuitupuussa 20 %, kuusikuitupuussa 17 % ja koivukuitupuussa 14 %. Kutistuman suuruus näyttää kuitenkin riippuvan siitä, mitä rungon osaa kuori edustaa. TAMMISEN (1962) tutkimusten mukaan kutistuminen tuoreesta absoluuttisen kuivaksi on männyn tyvässä 19–29 % ja latvassa jopa 51–64 %. Vastaavanlaiset vaihtelumatellit havaitaan myös

kuusen ja koivun rungoissa (TAMMINEN 1964, 1970).

Vesivarastoinnissa kuori ilmeisesti turpoaa, joskaan tästä ei ole tehty tutkimuksia. HEISKANEN ja RIIKONEN (1976) tosin viittaavat Pohjois-Suomen metsäteollisuusyritysten tekemiin kokeisiin, joiden mukaan kuoren turpoaminen olisi niin suurta, että se korvaisi kuoren irtoamisesta aiheutuneen hukan.

Tämän tutkimuksen tarkoituksena on selvittää männyn ja kuusen kuoren kutistumista ja turpoamista kuoren ollessa puussa kiinni. Erityisesti pyritään selvittämään kuoren tilavuuden muutosta kuoren kosteuden funktiona sekä kehittämään tarkoitukseen soveltuva mittausten menetelmä.

Tässä yhteydessä haluan erityisesti kiittää Leena Muronrantaa, joka on tehnyt tutkimuksessa esitellyt mitaukset. Hän on myös muutoinkin avustanut työssä, mm. piirtämällä kuvat. Matti Kärkkäinen ja Juhani Salmi ovat

lukeneet käsikirjoituksen ja antaneet arvokkaita viitteitä sen parantamiseksi. Työn puhtaaksikirjoituksen on tehnyt Aune Rytönen.

### AINEISTO JA MENETELMÄT

#### Aineisto

Tutkimusta varten kaadettiin toukokuun puolivälissä 1979 yksi mänty ja yksi kuusi, jotka kuuluivat vallitsevaan latvuskerrokseen ja joiden pituudet olivat 15,5 m ja 14,0 m sekä rinnankorkeusläpimitat 19,5 cm ja 19,0 cm. Puut kasvoivat puolukkatyyppin kasvupaikalla Metsäntutkimuslaitoksen Ruotsinkylän kokeilualueella.

Molemmista rungoista otettiin näytekiekot tyvipäästä sekä kahden metrin välein tyvilleikkauksesta lukien. Kustakin leikkauksesta sahattiin 5 kpl 3 cm paksuisia kiekkoja, jotka siirrettiin muovipusseihin suljettuina laboratorioon. Kiekkojen käsittelyssä kiinnitettiin erityistä huomiota siihen, etteivät ne päässeet kuivumaan ennen mittausten aloittamista.

Kiekot jaettiin liotettaviin ja kuivattaviin. Liottaviksi otettiin kustakin leikkauksesta kiekot 1 ja 2 sekä kuivattaviksi kiekot 4 ja 5. Kuvassa 1 esitetyn kaavion mukaisesti kunkin kiekon päähän kiinnitettiin nuppineulat pintapuuhun välittömästi kuoren alle sekä kuoren pintaosaan siten, että kiekon vastakkaisilla puolilla olevat neulaparit olivat kiekon halkaisijan muodostamalla linjalla. Neulat työnnettiin niin syväälle, että ne muodostivat tuke-

van mittauspisteen. Puun latvaosia edustavissa kiekkoissa neulat liimattiin kuoren pintaan Plastic Paddingilla.

Molemmat kiekkoryhmät, kuivattavat ja liotettavat, jaettiin kahteen osaan seuraavasti.

#### Liotettavat

Kiekko 1: ei mitään käsittelyä

Kiekko 2: kiekon päät siveltiin kuoren ulkopintaan saakka silikonivoiteella, jotta vesi ei pääsisi tunkeutumaan puuhun ja kuoreen kiekon päästä.

#### Kuivattavat

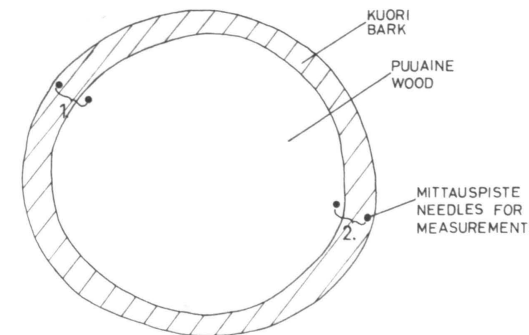
Kiekko 4: kuten kiekko 1

Kiekko 5: kuten kiekko 2

Liotettavat kiekot upotettiin painoilla vedenpinnan alle. Liotusveden lämpötila pidettiin 15–20°C:n suuruisena. Kuivattavat kiekot sijoitettiin laboratorion pöydälle vapaasti kuivumaan. Työntötulkilla mitattiin kuoren paksuus kunkin kiekon molemmista mittauspisteistä siten, että puuhun kiinnitetty neula oli tukipisteenä. Samoin mitattiin kiekon läpimitta sekä kuoreessa että puussa olevien neulojen väliltä. Mittaukset tehtiin 0,01 mm:n tarkkuudella. Tämän jälkeen kiekot punnittiin 0,1 g:n tarkkuudella. Ennen punnitusta kiekkoista poistettiin irtokaarna ym. irtoavat palaset.

Edellä kuvattuja mittauksia jatkettiin niin kauan, että kiekkojen paino ei enää muuttunut. Kaiken kaikkiaan mittaussarja kesti seitsemän viikkoa.

Kiekko 3, joka ei kuulunut kumpaankaan käsittelyryhmään, analysoitiin seuraavasti. Kiekko punnittiin ensin metsätuoreena. Tämän jälkeen se kuorittiin. Sekä kuorittu kiekko että sen kuori punnittiin välittömästi kuorinnan jälkeen. Sitten kuoresta kaavittiin irti nilakuori, joka punnittiin tuoreena kuten myös muu kuori. Kuorittu kiekko, nilakuori



Kuva 1. Mittauspisteiden sijoitus kiekossa.  
Fig. 1. Location of measuring points on the sample disk.

Taulukko 1. Tietoja mitattujen kiekkojen kosteus- ja kuorisuhteista. Mittaukset tehty metsätuoreena leikkauksen kolmannesta kiekosta.

Table 1. Some moisture and bark characteristics of the measured disks. Measured immediately after felling.

Etäisyys kannosta Distance from stump level	Kosteussuhde, % — Moisture content, %				Kuoriprosentti — Bark percentage	
	Mänty — Pine		Kuusi — Spruce		Mänty Pine	Kuusi Spruce
	Puuaine Wood	Kuori Bark	Puuaine Wood	Kuori Bark		
0	69	85	106	79	10,3	15,0
2	72	116	101	139	6,8	9,8
4	83	207	107	153	3,7	10,1
6	93	218	111	159	3,7	11,1
8	99	218	127	189	4,6	10,8
10	96	225	134	195	5,1	11,4
12	99	242	137	175	6,1	13,3

ja muu kuori kuivattiin (48 h, 105°C) ja punnittiin 0,1 g:n tarkkuudella. Myös muut kiekot käsiteltiin samalla tavalla kokeen lopettamisen jakeen.

## Laskenta

Mittausten perusteella laskettiin kunkin kiekon kokonaiskuoriprosentti sekä ulkokuoren ja nilakuoren osuudet kuoren kokonaisuudesta. Laskelmat tehtiin biomassamittausten perusteella kuivapainoista. Samoin laskettiin kiekkojen kosteussuhde eli veden massan ja kiekon kuivan massan suhde. Se laskettiin koko kiekkoa käsittävänä jokaiselle mittauskerralle. Kunkin leikkauksen kolmannelle kiekolle laskettiin kosteussuhde erikseen puuainella, ulkokuorelle ja sisäkuorelle. Näitä arvoja käytettiin ko. leikkauksen muiden kiekkojen lähtöarvoina. Vastaavat laskelmat tehtiin myös muista kiekkoista kokeen päätehetkeä edustavien mittausten pohjalla. Tuloksia on esitetty taulukossa 1.

Kuivauksen ja liotuksen vaikutusta kuoren

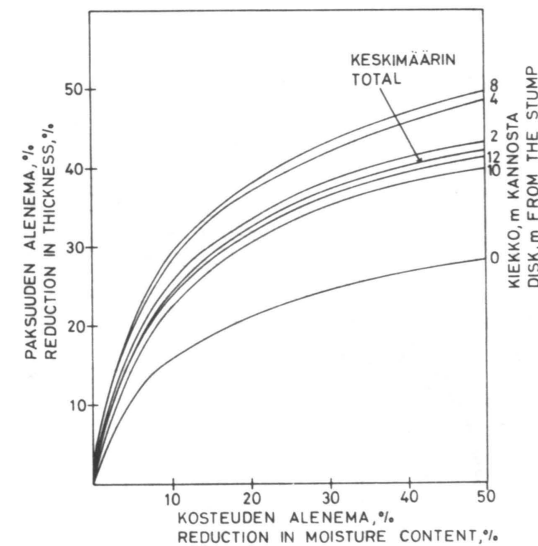
paksuuteen ja muihin kiekkojen mittoihin analysoitiin tutkimalla kunkin dimension muutosta alkuperäisestä arvostaan suhteessa vastaavaan kosteussuhteen muutokseen. Kiekkojen kokoeroista ja muista ominaisuuksista aiheutuvat erot eliminoitiin ilmaisemalla muutos prosentteina alkuperäisestä tilanteesta, jolla tarkoitetaan metsätuoreen kiekon mitta-arvoja välittömästi käsittelyä edeltäneessä mittauksessa.

Tutkittavan dimension muutoksen ja kosteussuhteen muutoksen välistä suhdetta tutkittiin regressioanalyysillä, jossa kosteussuhteen muutos sisällytettiin malliin logaritmisessa muodossa. Mittojen muutosta tutkittiin myös aikasarjana, mutta tulokset eivät olleet rohkaisevia verrattuna em. menettelyyn. Laskettujen regressiomallien ominaisuuksia tutkittiin edelleen suhteuttamalla kunkin kiekon regressiokerroin kiekon alkuperäistä kosteussuhdetta ja kuoren ominaisuuksia kuvaaviin tunnuksiin. Laskelmat tehtiin sekä kuivaetuille että liotetuille kiekkoille. Silikonikäsiteltyt kiekot yhdistettiin käsittelemättömiin kiekkoihin laskennassa, sillä mitään olennaisia eroja ei käsittelyryhmien välillä ollut.

## Kuivauksen vaikutus mäntykiekkojen mittoihin

Kuivauksen vaikutus männyn kuoren paksuuteen on esitetty kuvassa 2 siten, että kullakin taulukossa 2 esitetylle regressioyhtälölle on esitetty oma kuvaajansa. — Kussakin kiekossa kuoren paksuus alenee selväpiirteisesti kiekon kosteuden alentuessa. Riippuvuutta kuvaa hyvin logaritminen funktio, kuten taulukossa 2 esitetyt regressiotunnukset ja selityssaste osoittavat. Korkea selityssaste tosin johdattaa osittain siihen, että yhtälö pakotettiin origon kautta. Ilman tätäkin menettelyä yhtälöiden selityssasteet olisivat olleet korkeita.

Alimmassa tyvikiekossa kuoren paksuuden alenema oli 28 % alkuperäisestä kuoren paksuudesta, kun kiekon kosteus oli saavuttanut tasapainon ympäristön kosteuden kanssa eli kosteuden alenema oli noin 50 % kiekon alkuperäisestä painosta. Kuoren paksuuden alenema lisääntyy selväpiirteisesti kahdeksan metrin korkeudelta otettuun kiekkoon saakka. Tässä kiekossa alenema on noin 50 % kuoren alkuperäisestä paksuudesta. Tosin kuuden metrin korkeudelta otetun kiekon mit-



Kuva 2. Männyn kuoren paksuuden alenema kiekon kosteuden aleneman funktiona.

Fig. 2. Reduction of bark thickness in pine disks as a function of reduction in moisture content of disks.

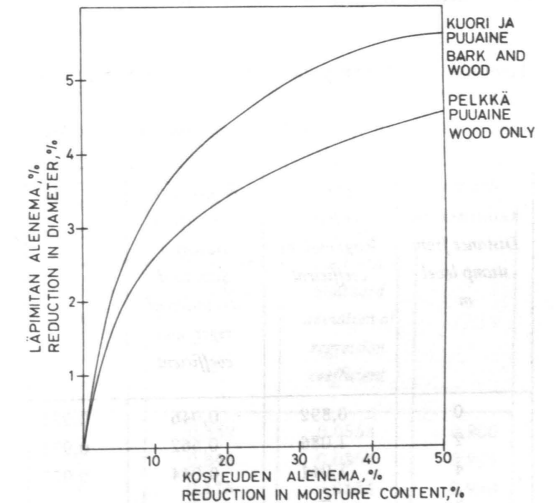
## TULOKSET

tauksen epäonnistumisen vuoksi ei tiedetä, olisiko alenema tässä kiekossa ollut edellistäkin suurempi. Joka tapauksessa näyttää sel-

Taulukko 2. Männyn kuoren kutistumisen regressiomalleja.

Table 2. Regression equations for the shrinkage of pine bark.

Etäisyys kannosta, m Distance from stump level <i>m</i>	Regressiokerroin Regression coefficient	Regressiokertoimen hajonta Standard deviation of regression coefficient	R <sup>2</sup>
0	7,190	0,158	0,995
2	11,119	0,213	0,996
4	12,354	0,686	0,961
6	—	—	—
8	12,528	0,499	0,981
10	10,282	0,716	0,941
12	10,674	0,846	0,935
Keskimäärin Mean	10,803	0,306	0,942



Kuva 3. Mäntykiekkojen kuorellisen ja kuorettoman läpimitan keskimääräinen alenema kiekon kosteuden aleneman funktiona.

Fig. 3. Reduction of diameter of pine disk outside and inside bark as a function of reduction in moisture content of disks.

vältä, että aivan latvaosassa kuoren paksuuden alenema on hieman pienempi kuin rungon keskellä. Keskimäärin alenema oli noin 42 %.

Kuivauksen vaikutus pelkän puuaineen sekä puuaineen ja kuoren mittoihin ilmenee kuvasta 3. Tällöin on esitetty ainoastaan pel-

Taulukko 3. Männyn puuaineen ja kuoren kutistumisen regressiomalleja.

Table 3. Regression equation for the shrinkage of pine bark and wood.

Etäisyys kannosta, m Distance from stump level m	Regressio-kerroin Regression coefficient	Regressio-kertoimen hajonta Standard deviation of regression coefficient	R <sup>2</sup>
0	1,294	0,056	0,980
2	1,312	0,074	0,965
4	1,334	0,062	0,973
6	—	—	—
8	1,421	0,064	0,976
10	1,582	0,063	0,979
12	1,689	0,080	0,976
Keskimäärin Mean	1,443	0,031	0,965

Taulukko 4. Männyn puuaineen kutistumisen regressiomalleja.

Table 4. Regression equation for the shrinkage of pine wood.

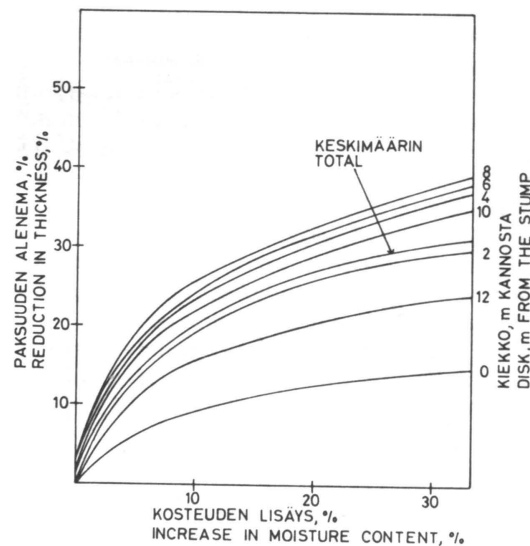
Etäisyys kannosta, m Distance from stump level m	Regressio-kerroin Regression coefficient	Regressio-kertoimen hajonta Standard deviation of regression coefficient	R <sup>2</sup>
0	0,892	0,046	0,971
2	1,086	0,562	0,971
4	1,041	0,044	0,977
6	—	—	—
8	1,307	0,059	0,976
10	0,966	0,708	0,935
12	1,659	0,076	0,977
Keskimäärin Mean	1,157	0,0375	0,926

kät rungon keskiarvokäyrät, sillä eri korkeuksia edustavien kiekkojen regressiot eivät poikenneet tilastollisesti merkitsevästi ( $p > 0,10$ ) toisistaan (vrt. taulukot 3 ja 4). Kussakin tapauksessa kosteuden aleneman ja paksuuden välisen regressioyhtälön selitysaste kohosi suhteellisen korkeaksi.

Pelkän puuaineen kutistuma oli runsaat neljä prosenttia, kun kiekon ja ympäristön kosteus saavuttivat tasapainon. Kuori ja puuaine yhdessä kutistuivat vastaavasti runsaat viisi prosenttia. Kuvasta havaitaan, että keskimääräinen kuoren kutistuma eli 40 % paksuuden alenema merkitsee noin yhden prosentin suuruista alenemaa kuorellisen kiekon läpimitassa. Pelkän puuaineen kutistuma on noin nelinkertainen pelkän kuoren kutistumaan verrattuna.

### Liottuksen vaikutus mäntykiekkojen mittoihin

Liottuksen vaikutus männyn kuoren paksuuteen ilmenee kuvasta 4 kiekon kosteuden lisääntymisen funktiona kiekkoittain. Vastavat regressioyhtälöt on esitetty taulukossa 5. Vastoin oletusta kuoren paksuus aleni myös liottuksen seurauksena. Kaikissa tapauksissa



Kuva 4. Männyn kuoren paksuuden aleneman kiekon kosteuden lisäyksen funktiona.

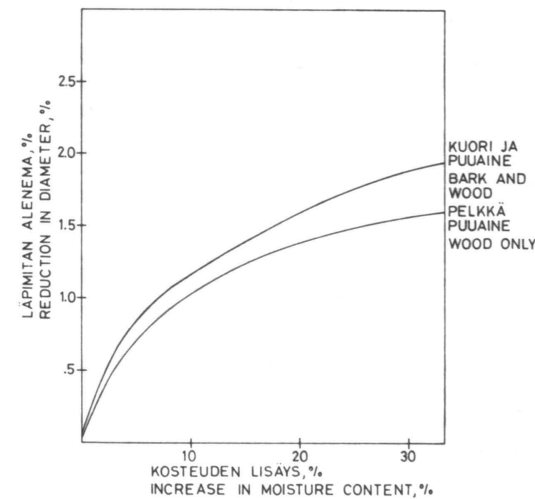
Fig 4. Reduction of bark thickness in pine disks as a function of the increase in moisture content of disks.

Taulukko 5. Männyn kuoren turpoamisen regressiomalleja.

Table 5. Regression equations for the swelling of pine bark.

Etäisyys kannosta, m Distance from stump level m	Regressio-kerroin Regression coefficient	Regressio-kertoimen hajonta Standard deviation of regression coefficient	R <sup>2</sup>
0	4,150	0,200	0,977
2	8,625	0,389	0,980
4	10,414	0,709	0,947
6	10,450	0,961	0,908
8	10,669	0,539	0,973
10	10,021	0,843	0,922
12	6,993	0,751	0,878
Keskimäärin Mean	8,840	0,347	0,884

riippuvuus on johdonmukainen, kuten regressiomallien tunnuksat osoittavat. Riippuvuus on tässäkin tapauksessa logaritminen siten, että kuoren kutistuminen tasoittuu kiekon ja ympäristön veden vaihdon vähetessä. Kuoren kutistuman suuruus kasvaa selvä-



Kuva 5. Mäntykiekkojen kuorellisen ja kuorettoman läpimitan keskimääräinen alenema kiekon kosteuden lisäyksen funktiona.

Fig 5. Mean reduction of diameter of pine disks outside and inside bark as a function of increase in moisture content of disks.

piirteisesti alimmasta tyvikiekosta kahdeksan metrin leikkausta vastaavaan kiekkoon, joten liottuksen vaikutus vastaa tässäkin mielessä kuivauksen vaikutusta. Ylimmissä kiekkoissa kutistuman suuruus on hieman pienempi kuin mainittu maksimiarvo, mutta kuitenkin selvästi suurempi kuin alinta leikkausta vastaavassa kiekossa. Suurin kutistuman arvo oli liotetuissa kiekkoissa noin 40 % ja pienin noin 15 %. Keskimäärin kuoren kutistuma oli liotetuissa kiekkoissa noin 35 %.

Liottuksen vaikutus pelkän puuaineen sekä toisaalta puuaineen ja kiekon mittoihin ilmenee kuvasta 5. Tästäkin tapauksessa on esitetty vain pelkät rungon keskiarvokäyrät, sillä eri leikkaukorkeuksia edustavien kiekkojen regressiot eivät poikenneet toisistaan määrällisesti paljонkaan, vaikka tilastollisesti merkitseviä eroja eri kiekkojen välillä esiintyikin ( $p < 0,10$ ). Yksittäisten kiekkojen regressiomallit on esitetty taulukoissa 6 ja 7.

Myös tässä tapauksessa kiekkojen läpimitan pieni liottuksen seurauksena. Kutistuminen on säännönmukaisesti sitä suurempaa mitä korkeammalta rungosta kiekko on sahattu. Kolmenkymmenen prosentin painonlisäys merkitsi keskimäärin 1,5 %:n suuruista puuaineen kutistumaa. Vastaava kuoren ja puuaineen kutistuma oli 1,8 %. Keskimääräinen

Taulukko 6. Männyn puuaineen ja kuoren turpoamisen malleja.

Table 6. Regression equation for swelling of pine bark and wood.

Etäisyys kannosta, m Distance from stump level m	Regressio-kerroin Regression coefficient	Regressio-kertoimen hajonta Standard deviation of regression coefficient	R <sup>2</sup>
0	0,339	0,0358	0,900
2	0,346	0,0359	0,903
4	0,473	0,0374	0,930
6	0,433	0,039	0,908
8	0,505	0,040	0,935
10	0,429	0,039	0,907
12	0,620	0,064	0,884
Keskimäärin Mean	0,458	0,019	0,873



Taulukko 7. Männyn puuaineen turpoamisen regressiomalleja.

Table 7. Regression equation for swelling of pine wood.

Etäisyys kannosta, m Distance from stump level m	Regressio-kerroin Regression coefficient	Regressio-kertoimen hajonta Standard deviation of regression coefficient	R <sup>2</sup>
0	0,376	0,042	0,887
2	0,363	0,038	0,897
4	0,400	0,044	0,873
6	0,414	0,039	0,903
8	0,573	0,046	0,931
10	0,699	0,054	0,933
12	0,778	0,062	0,929
Keskimäärin Mean	0,528	0,024	0,842

kuoren kutistuma eli 35 % paksuuden alenema merkitsee näin ollen 0,3 % alenemaa kuori-päällisen kiekon läpimitassa. Puuaineen kutistuma liotuksessa on kuusinkertainen verrattuna vastaavaan kuoren kutistumaan.

### Kuivauksen vaikutus kuusen kiekkojen mittoihin

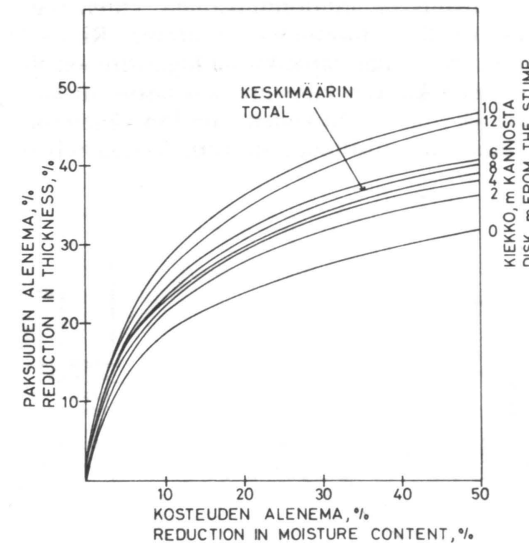
Kuivauksen vaikutus kuusen kuoren paksuuteen on esitetty kuvassa 6 ja taulukossa 8. — Myös kuusen kuoren paksuus väheni logaritmisesti kiekon kosteuden aletessa. Rungon alaosa edustavissa kiekkoissa kuoren paksuuden alenema oli hieman pienempää kuin rungon yläosan kiekkoissa. Kaikissa tapauksissa saivat origon kautta pakotetut regressioyhtälöt korkean selityksasteen. Eri kiekkojen väliset erot olivat suhteellisen pieniä, kuten myös kokonaisaineistosta lasketun regressioyhtälön ominaisuudet osoittavat.

Alimmassa tyvikiekossa kuoren paksuuden alenema oli noin 30 %, kun kiekon kosteus saavutti tasapainon ympäristön kosteuden kanssa eli kosteuden alenema oli noin 50 % kiekon alkuperäisestä painosta. Alenema oli saman suuruinen kuin vastaavassa männyn kiekossa. Kymmentä metriä edustavassa kiekossa kuoren paksuuden alenema oli noin 45

Taulukko 8. Kuusen kuoren kutistumisen regressiomalleja.

Table 8. Regression equations for the shrinkage of spruce bark.

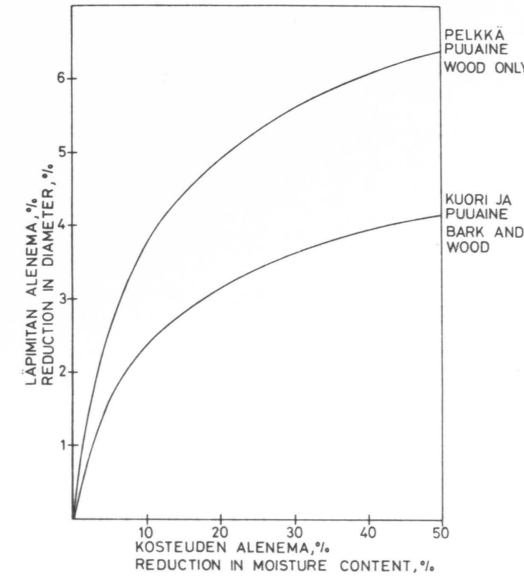
Etäisyys kannosta, m Distance from stump level m	Regressio-kerroin Regression coefficient	Regressio-kertoimen hajonta Standard deviation of regression coefficient	R <sup>2</sup>
0	8,040	0,159	0,996
2	9,166	0,541	0,960
4	9,692	0,286	0,990
6	10,564	0,141	0,998
8	10,043	0,256	0,992
10	12,016	0,707	0,963
11	11,798	0,610	0,966
Keskimäärin Mean	10,252	0,212	0,963



Kuva 6. Kuusen kuoren paksuuden alenema kiekon kosteuden aleneman funktiona.

Fig. 6. Reduction of bark thickness in spruce disks as a function of decrease in moisture content of disks.

%. Tämä maksimi arvo jäi hieman pienemmäksi kuin männyn kuoren paksuuden aleneman maksimi. Keskimäärin kuoren paksuuden alenema oli 40 % kosteuden tasapainossa eli jokseenkin sama kuin männyn kuoren kes-



Kuva 7. Kuusikiekkojen kuorellisen ja kuorettoman läpimitan keskimääräinen alenema kiekon kosteuden aleneman funktiona.

Fig. 7. Mean reduction of diameter of spruce disks outside and inside bark as a function of reduction in moisture content of disks.

kimääräinen alenema vastaavissa olosuhteissa.

Kuivauksen vaikutus pelkän puuaineen sekä puuaineen ja kuoren yhteisiin mittoihin on esitetty kuvassa 7 ja taulukoissa 9 ja 10. Puuaineen kutistuma eri kiekkoissa on lähes sama. Logaritmisesti muunnettu aineisto antoi regressioyhtälön, jonka selityksaste on korkea. Poikkeuksen muodosti kuitenkin kymmentä metriä edustava leikkaus, jossa mittaukset neulojen liikkumisen vuoksi epäonnistuivat. Myös puuaineen ja kuoren yhteisläpimitan alenemaa koskeva aineisto antoi korkean selityksasteen kymmenen metrin leikkausta lukuun ottamatta. Puuaineen ja kuoren yhteisläpimitan alenema lisääntyi selväpiirteisesti — tosin lievästi — puun latvaa kohti. Tilastollisesti merkitseviä ( $p < 0,10$ ) eroja kiekkojen välillä esiintyi, mutta niillä ei ole käytännöllistä merkitystä.

Pelkän puuaineen kutistuma oli keskimäärin runsaat kuusi prosenttia, kun kiekon ja ympäristön kosteus saavuttivat tasapainon. Kuori ja puuaine kutistuivat vastaavasti noin neljä prosenttia. Kutistumat olivat suuruudeltaan samanlaisia kuin männyn kiekkojen kes-

Taulukko 9. Kuusen puuaineen ja kuoren kutistumisen regressiomalleja.

Table 9. Regression equations for shrinkage of spruce bark and wood.

Etäisyys kannosta, m Distance from stump level m	Regressio-kerroin Regression coefficient	Regressio-kertoimen hajonta Standard deviation of regression coefficient	R <sup>2</sup>
0	0,725	0,047	0,955
2	0,831	0,062	0,937
4	0,841	0,056	0,949
6	0,899	0,065	0,939
8	1,015	0,073	0,941
10	2,075	1,066	0,256
12	0,931	0,062	0,945
Keskimäärin Mean	1,050	0,150	0,354

Taulukko 10. Kuusen puuaineen kutistumisen regressiomalleja.

Table 10. Regression equations for shrinkage of spruce wood.

Etäisyys kannosta, m Distance from stump level m	Regressio-kerroin Regression coefficient	Regressio-kertoimen hajonta Standard deviation of regression coefficient	R <sup>2</sup>
0	1,161	0,043	0,985
2	1,193	0,062	0,969
4	1,258	0,056	0,976
6	1,580	0,058	0,984
8	1,697	0,080	0,974
10	2,634	1,044	0,367
12	1,845	0,062	0,985
Keskimäärin Mean	1,637	0,149	0,575

kimääräiset kutistumat, mutta tässä tapauksessa pelkkä puuaine kutistui enemmän kuin kuori ja puuaine yhdessä, siis päinvastoin kuin mäntykiekoissa. Toisin sanoen kuusikiekkojen keskimäärin noin 40 %:n suuruinen kuoren kutistuma peittyi kokonaan pelkän puuaineen kutistumaan.



## Liotuksen vaikutus kuusen kiekkojen mittoihin

Liottuksen vaikutus kuusen kiekkojen kuoren paksuuteen on esitetty taulukossa 11. Tässäkin tapauksessa kuori kutistui liotuksen vaikutuksesta kuten männyn kuori. Eri korkeuksilta otetuissa kiekkoissa kutistuma oli varsin samanlaista, eikä mitään selvää riippuvuutta kiekon sahauskohdan ja kutistuman välillä voitu osoittaa, kuten kuusi- ja mäntykiekkojen kuivauksessa tai mäntykiekkojen liotuksessa. Kaikissa kiekkoissa kuoren kutistuman ja kiekon painon muutoksen välinen regressio antoi logaritmisessa muodossa korkean selitystasteen. Tilastollisesti merkitseviä eroja ( $p < 0,10$ ) eri kiekkojen välillä esiintyi, mutta niillä ei ole käytännöllistä merkitystä.

Kuvassa 8 on esitetty kuoren paksuuden keskimääräinen alenema kiekon sijainti korkeuden lisääntymisen funktiona. Kiekkojen kosteuden maksimiarvossa kuoren paksuuden keskimääräinen alenema oli 20 % kuoren alkuperäisestä paksuudesta. Mäntykiekoissa vastaava arvo oli 35 % eli kuusen kiekkoissa kuoren keskimääräinen kutistuma jäi selvästi pienemmäksi.

Liottuksen vaikutus kiekkojen pelkän puuaineen sekä puuaineen ja kuoren yhteisiin mittoihin on esitetty taulukossa 12 ja 13. Molemmilla tapauksissa kiekon mitat pienenevät

Taulukko 11. Kuusen kuoren turpoamisen regressiomalleja.

Table 11. Regression equations for the swelling of spruce bark.

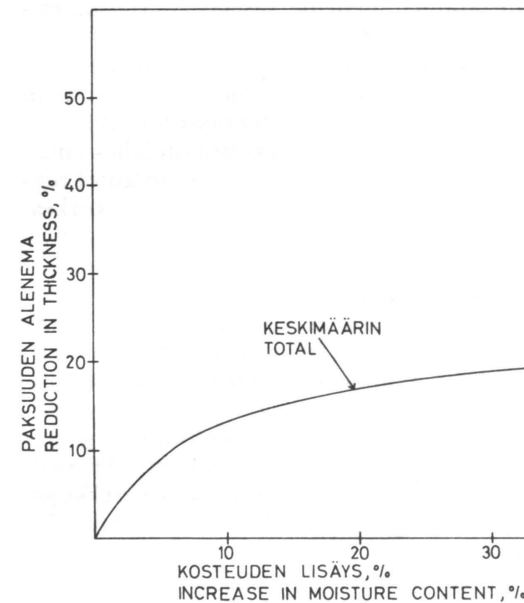
Etäisyys kannosta, m Distance from stump level m	Regressio-kerroin Regression coefficient	Regressio-kertoimen hajonta Standard deviation of regression coefficient	R <sup>2</sup>
0	5,930	0,244	0,983
2	5,552	0,442	0,935
4	3,591	0,308	0,925
6	4,055	0,315	0,938
8	7,335	0,473	0,956
10	5,780	0,282	0,977
12	8,159	0,786	0,900
Keskimäärin Mean	5,725	0,234	0,879

Taulukko 12. Kuusen puuaineen turpoamisen regressiomalleja.

Table 12. Regression equations for swelling of spruce wood.

Etäisyys kannosta, m Distance from stump level m	Regressio-kerroin Regression coefficient	Regressio-kertoimen hajonta Standard deviation of regression coefficient	R <sup>2</sup>
0	0,366	0,044	0,872
2	0,358	0,038	0,887
4	0,476	0,040	0,926
6	0,369	0,038	0,895
8	0,444	0,046	0,894
10	2,011	0,063	0,990
12	0,636	0,045	0,943
Keskimäärin Mean	0,624	0,059	0,576

liotuksen seurauksena. Kutistuman ja kiekon painon lisäyksen välinen regressio saa kaikissa tapauksissa suhteellisen suuren selitystasteen,



Kuva 8. Kuusiekkojen kuoren paksuuden keskimääräinen alenema kiekon kosteuden lisäyksen funktiona.

Fig. 8. Mean reduction of bark thickness in spruce disks as a function of increase in moisture content of disks.

Taulukko 13. Kuusen puuaineen ja kuoren turpoamisen regressiomalleja.

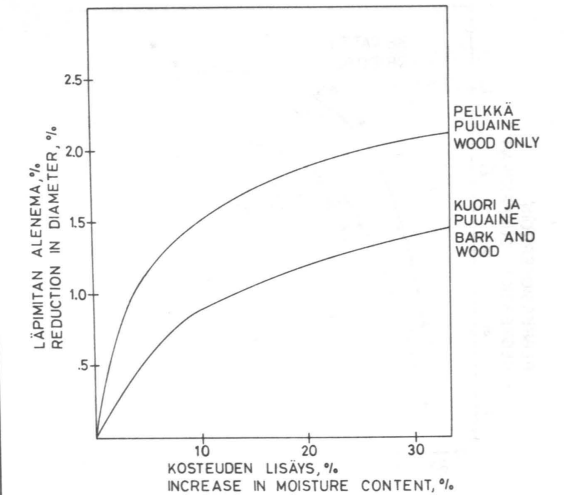
Table 13. Regression equations for swelling of spruce bark and wood.

Etäisyys kannosta, m Distance from stump level m	Regressio-kerroin Regression coefficient	Regressio-kertoimen hajonta Standard deviation of regression coefficient	R <sup>2</sup>
0	0,336	0,034	0,903
2	0,393	0,040	0,897
4	0,376	0,042	0,878
6	0,367	0,039	0,885
8	0,485	0,040	0,927
10	0,455	0,048	0,898
12	0,560	0,052	0,904
Keskimäärin Mean	0,421	0,017	0,875

kun painon lisäys sisällytetään yhtälöön logaritmisessa muodossa.

Puuaineen kutistuma on kaikissa kiekkoissa lähes saman suuruista. Poikkeuksen muodostaa kuitenkin kymmenen metrin leikkausta edustava kiekko, jossa kuoren paksuuden muutoksen ja kiekon painon muutoksen regressiokerroin oli useita kertaluokkia suurempi kuin muissa kiekkoissa. Myös puuaineen ja kuoren regressiomallit ovat eri kiekkoilla hyvin samanlaisia, tosin kutistuman suuruus on latvakiekoissa suurempi kuin tyvikiekoissa. Eri kiekkojen väliset erot ovat tilastollisesti merkitsevyydestään ( $p > 0,10$ T huolimatta vailla käytännöllistä merkitystä.

Kuvassa 9 on esitetty liotuksen keskimääräinen vaikutus kiekkojen puuaineseen sekä puuaineseen ja kuoreen. Kiekkojen maksimipainossa oli va taava puuaineen kutistuma noin kaksi prosenttia sekä kuoren ja puuaineen kutistuma noin puolitoista prosenttia. Arvot ovat suuruudeltaan samanlaisia kuin mäntykiekoissa, mutta järjestykseltään päinvastaisia. Kuivatettuihin kuusiekkoihin verrattuna liotuksen vaikutus molempiin mittoihin oli samanlainen eli pelkkä puuaine kutistui enemmän kuin puuaine ja kuori yhteensä. Pelkän kuoren kutistuminen peittyi siis kokonaan puuaineen kutistumaan, kun kuusiekkoja liotettiin.



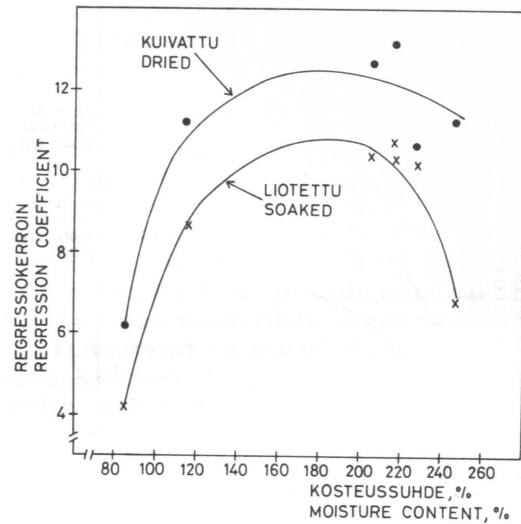
Kuva 9. Kuusiekkojen kuorellisen ja kuorettoman läpimitan keskimääräinen alenema kiekon kosteuden lisäyksen funktiona.

Fig. 9. Mean reduction of diameter of spruce disks outside and inside bark as a function of increase in moisture content of disks.

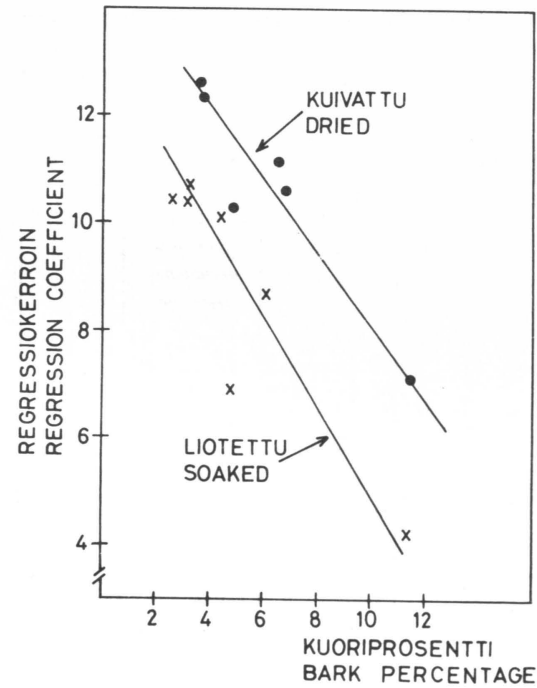
## Kuoren kutistuman riippuvuus kuoren ominaisuuksista

Kuoren kutistuman riippuvuutta kuoren ominaisuuksista tutkittiin suhteuttamalla kosteuden muutoksen ja kuoren paksuuden muutoksen välisen regressioyhtälön regressiokerroin vastaavan leikkauskorkeuden kosteussuhteeseen, kuoriprosenttiin sekä nilan osuuteen kuoresta. Kosteussuhteen mittalukuna oli tällöin leikkauskohdan kolmannen kiekon arvot (vrt. taulukko 1). Saman kiekon kuoriprosenttia ja nilakuoren osuutta kokonaiskuoresta käytettiin edustamaan mittauskiekkojen vastaavia arvoja. Nilan osuus on painoprosentti kuoren kokonaiskuivapainosta. Tulokset on esitetty kuvissa 10–15.

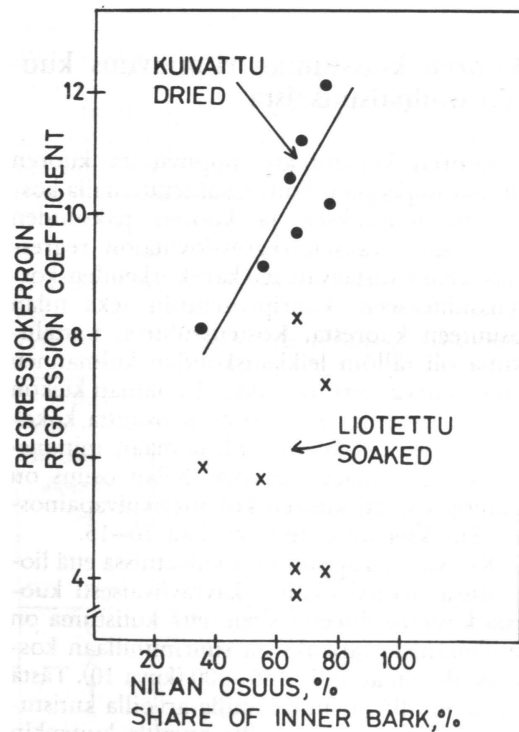
Kutistuma riippuu sekä kuivatuissa että liotetuissa mäntykiekoissa käyräviivaisesti kuoren kosteussuhteesta siten, että kutistuma on molemmissa tapauksissa suurimmillaan kosteussuhteen arvoilla 180–200 (kuva 10). Tästä pienemmällä ja suuremmilla arvoilla kutistuma on pienempi, suurilla arvoilla kuitenkin suurempi kuin pienillä. Myös kuivatuissa kuusiekkoissa havaittiin sama riippuvuus, tässä tapauksessa kuitenkin suoraviivaisena (kuva 11). Liottetuissa kuusiekkoissa ei kutis-



Huva 10. Mäntykiekkojen kuoren paksuuden alenema kiekon alkuperäisen kosteussuhteen funktiona.  
Fig. 10. Reduction of bark thickness in pine disks as a function of original moisture content of disks.



Kuva 12. Mäntykiekkojen kuoren paksuuden alenema kiekon kuoriprosentin funktiona.  
Fig. 12. Reduction of bark thickness in pine disks as a function of bark percentage.

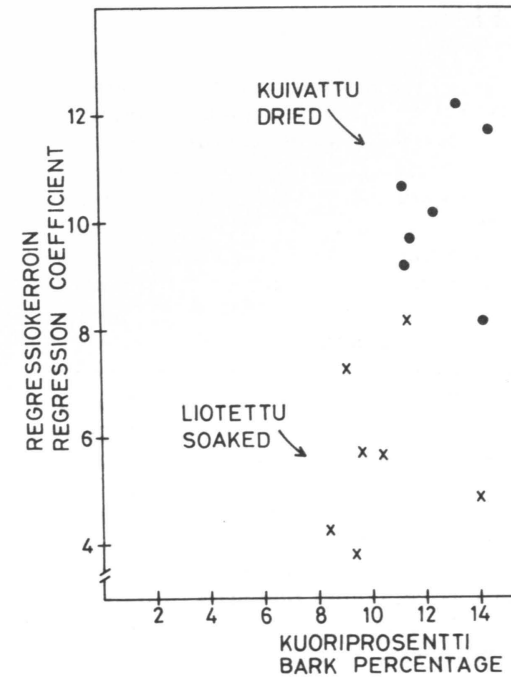


Kuva 11. Kuusikiekkkojen kuoren paksuuden alenema kiekon alkuperäisen kosteussuhteen funktiona.  
Fig. 11. Reduction of bark thickness in spruce disks as a function of original moisture content of disks.

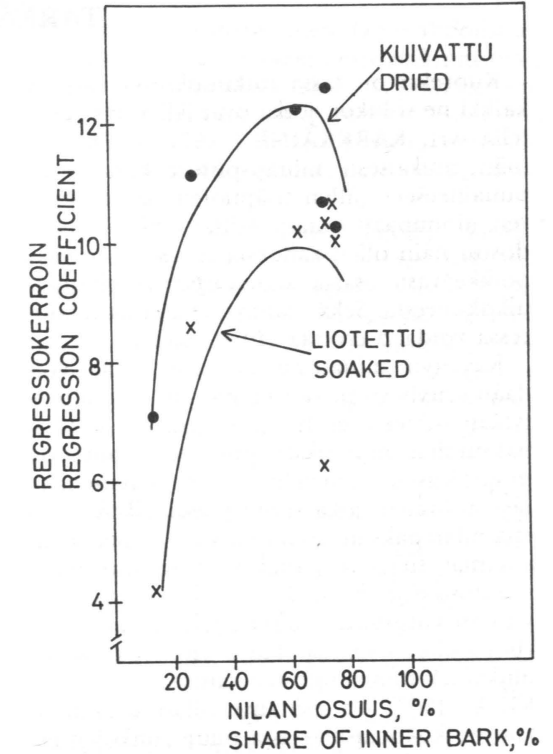
tuman suuruuden ja kuoren kosteussuhteen välillä ole mitään selvää riippuvuutta.

Männyn kuoren kutistuman ja kuoriprosentin välillä oli selvä lineaarinen riippuvuus siten, että suuri kuoriprosentti merkitsi pientä kutistumaa ja päinvastoin (kuva 12). Tämä riippuvuus esiintyi sekä kuivatuissa että liotetuissa kiekkoissa. Kuusikiekoissa ei kuoren kutistuman ja kuoriprosentin välillä esiinny mitään selvää riippuvuutta (kuva 13).

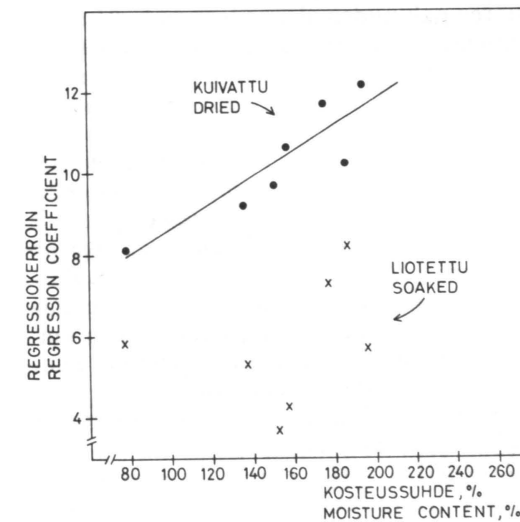
Mäntykiekoissa nilan osuuden suureneminen merkitsee kasvavaa kuoren kutistumista aina 60 % nilakuoren osuuteen saakka (kuva 14). Tätä suuremmilla arvoilla kutistuma oli hieman pienempää kuin lineaarinen riippuvuus näiden tekijöiden välillä edellyttäisi. Samanlainen riippuvuus esiintyi sekä kuivatuissa että liotetuissa kiekkoissa. Kuusikiekoissa nilan osuus korreloi kuivuvan kiekon kuoren kutistumaan lineaarisesti siten, että kutistuma oli sitä suurempi, mitä suurempi oli nilakuoren osuus (kuva 15). Liotetuissa kuusikiekoissa ei nilakuoren osuuden ja kutistuman välillä esiintynyt riippuvuutta.



Kuva 13. Kuusikiekkkojen kuoren paksuuden alenema kiekon kuoriprosentin funktiona.  
Fig. 13. Reduction of bark thickness in spruce disks as a function of bark percentage.



Kuva 14. Mäntykiekkojen kuoren paksuuden alenema kiekon nilakuoren osuuden funktiona.  
Fig. 14. Reduction of bark thickness in pine disks as a function of percentage of inner bark.



Kuva 15. Kuusikiekkkojen kuoren paksuuden alenema kiekon nilakuoren osuuden funktiona.  
Fig. 15. Reduction of bark thickness in spruce disks as a function of percentage of inner bark.

## TARKASTELU

Kuoreksi on tässä tutkimuksessa katsottu kaikki ne solukot, jotka ovat jäljen ulkopuolella (vrt. KÄRKKÄINEN 1977, s. 76). Tämän mukaisesti mittauspisteet kiinnitettiin puuaineeseen jäljen sisäpuolelle ja ulkokuoren uloimpaan osaan. Mittauskohde muodostui näin ollen kahdesta toisistaan selvästi poikkeavasta osasta; sisäkuoresta eli nilasta ja ulkokuoresta. Sekä männyn että kuusen kuoressa voidaan erottaa samat osat.

Käytetyn mittausten menetelmän etuna voidaan erityisesti pitää sitä, että sen avulla pystytään suhteellisen hyvin erottamaan kuoren paksuuden muutokset puuaineen muodon muutoksista. Menetelmä antaa sellaisenaan nettotuloksen, joka sisältää sekä ulkokuoren että nilan paksuuden muutokset. Menetelmän antamat tulokset painottuvat selvästi nilan muutosten mukaan, kuten nilan osuuden ja kuoren kutistuman välinen selvä positiivinen vuorosuhde osoittaa. Tulos on myös yhdenmukainen niiden tulosten kanssa, joita HAKKILA (1967) on esittänyt nilan osuudesta kuoren kokonaisuudesta puun runkojen eri osissa.

Tutkimuksen esivaiheessa kokeiltiin myös menetelmiä, joissa kuorellisten ja kuorittujen kiekkojen läpimittamuutosten avulla pyrittiin tekemään päätelmiä kuoren muutoksista, kuivauksessa ja liotuksessa. Tutkimuksessa käytettiin sekä ohuita kiekkoja että lyhyitä pöllejä. Tehdyt kokeet osoittivat, että kuoren muutosta on vaikea erottaa puuaineen muutosten suuruuden vuoksi. Myös nyt esitelty koe osoittaa kuoren muutosten jäävän sekä kuivauksessa että liotuksessa suhteellisesti huomattavasti vähäisemmiksi kuin puuaineen muutosten. Esitellyn menetelmän keskeisenä vaikeutena on pikemminkin mittapisteiden riittävän hyvä ankkurointi kuin puuaineen ja kuoren erillisten reaktioiden erottaminen. Erityisesti on korostettava, etteivät puuaineen halkeamat ja muut jännitysten laukeamiseen liittyvät ilmiöt häiritse esitetyssä menetelmässä varsinaisen kuoren muutosten seuraamista kuten vertailumenetelmässä.

Esitetyt mittaustulokset edustavat ohuita kiekkoja, mikä sinänsä vaikeuttaa tulosten tulkintaa. Erityisesti veden haihtuminen ja toisaalta veden tunkeutuminen puuaineeseen ja kuoreen on varsin toisenlaista kuin normaalisti puutavarassa, kun otetaan huo-

mioon pölkkyt kokonaisuutena. Esimerkiksi JOHANSSONIN (1956) mukaan vesi tunkeutuu pitkäaikaisessa vesivarastoinnissa 20–30 cm syvyyteen puuaineeseen pölkyn poikkeileikkauspintojen kautta. Vastaava vyöhyke kuivuu taas pölkyn muita osia nopeammin kuivavarastoinnissa. Täten sekä puuaine että kuori joutuvat kiekkoissa poikkeuksellisen voimakkaan veden vaihdon piiriin, mikä sinänsä voi vaikuttaa molempien osien tilavuuden muutoksiin. Kuorellisten mutta myös kuorittujen vaippapintojen kautta veden tunkeutuminen puuaineeseen jää sen sijaan vähäiseksi ja ulottuu vain muutaman senttimetrin syvyyteen (JOHANSSON 1956).

Kuoren paksuus aleni kuivatuissa mäntykiekoissa keskimäärin 42 % ja kuusen kiekkoissa 40 % kuoren alkuperäisestä paksuudesta. Tulos vastaa tällöin tilannetta, jossa puusyyt ja ilmeisesti myös kuorisolut olivat tasapainokosteudessa ympäristönsä kanssa. Toisin sanoen sekä ilman kosteus että puuaineeseen ja kuoreen hygroskooppisesti imeytynyt kosteus olivat tasapainossa. Saatua tulos ei sellaisenaan ole vertailukelpoinen kirjallisuudesta löytyviin tuloksiin, jotka on tavallisesti esitetty kuoren tilavuuden kutistumana. Jos kiekon kuorelliseksi läpimitaksi oletetaan 20 cm ja kuorettomaksi 19 cm, merkitsee 42 % kuoren paksuuden aleneminen noin 24 % kutistumaa kuoren tilavuudessa ja noin 9 % alenemaa pinta-alasta lasketussa kuoriprosentissa, kun samalla tapahtuva puuaineen kutistuma otetaan huomioon laskelmissa.

Laskelmassa on puun ja kuoren oletettu kuivuvan suhteellisesti samalla nopeudella, sillä mittaukset eivät edusta erikseen puuta ja kuorta, vaan niiden kombinaatiota, joka on muunnettu kuoren ja puun tunnuksiksi. Koska puu on osuudeltaan hallitseva, se aiheuttaa laskelmiin epätarkkuutta, jos puu ja kuori eivät kuivu samalla tavalla kuin oletettiin. Puuta ja kuorta koskevien erillismittausten puutteessa ei mahdollisten virheiden suuruutta voida kuitenkaan arvioida.

RIIKOSEN (1973) esittämiin kuoren tilavuuden muutoslukuihin verrattuna on kutistuman suuruus lähes sama, vaikka puutavaran kuivausolosuhteet olivat varsin erilaiset. RIIKOSEN (1973) havaintojen mukaan mäntykuitupuun kuori kutistui ulkovarastoinnissa 19,5 % ja kuusikuitupuun 17,3 %. Koska tutki-

mus on tehty pelkästään aikasarjaan nojautuen, ei sen perusteella voida tehdä päätelmiä kuoren kosteussuhteen ja kutistumisen keskinäisestä riippuvuudesta. Rungon eri osista tehtyjen pölkkyjen keskimääräistä kuivumista tarkastelemalla voidaan tosin olettaa, että kuoren kosteus vaikuttaa kutistumisen suuruuteen. Tähän viittaa mm. oheinen asetelma, johon on kerätty rungon eri osista tehtyjen pölkkyjen suurimmat havaitut kutistumiarvot.

	Mänty	Kuusi
	Kutistuma, %	
Tyvipölkkyt	18	28
Välipölkkyt	25	19
Latvapölkkyt	29	21

Nyt esitetyt luvut männyn ja kuusen kuoren kutistumasta kuivauksessa jäävät luonnollisesti pienemmiksi kuin irtokuoren kuivauskokeiden antamat luvut. Esimerkiksi TAMMISEN (1962, 1964) mukaan männyn ja kuusen kuori kutistui rungon tyvellä ja latvassa seuraavasti.

	Kuoren tilavuuden pieneneminen, %	
	Mänty	Kuusi
Tyvi	19–28	31–37
Latva	51–64	47–53

TAMMISEN (1962, 1964) kokeet tehtiin laboratoriossa, ja kuori sai kuivua metsätuoreesta absoluuttisen kuivaksi. Erot RIIKOSEN (1973) esittämiin sekä nyt esitettyihin lukuihin joutuvat ilmeisesti pääosin kuoren perusteellisesta kuivauksesta TAMMISEN (1962, 1964) kokeissa.

Kuoren kutistuminen myös liotuksessa ei vastannut tehtyjä oletuksia. Tosin em. kuorittujen ja kuorellisten kiekkojen vertailukokeessa oli saatu tähän viittaavia tuloksia. Koska tulos oli outo, seurattiin myös suuremman, noin 30 cm pituisten pölkkyjen käyttäytymistä. Tässäkin kokeessa kuori kutistui hieinan. Kuorittujen ja kuorellisten kiekkojen vertailuun perustuvassa mittauksessa ei kuitenkaan voitu saada täsmällistä mittaa kuoren kutistumiselle liotuksessa. Koe uusittiin vielä talvella 1980 siten, että tutkimusaineisto edusti paremmin talvitilassa olevia puita kuin tämän tutkimuksen aineisto. Myös tässä kokeessa, joka perustui nyt esitelyyn mittaustapaan, liotus aiheutti sekä männyn että kuusen kuoren kutistumista, tosin vähäisempää kuin

nyt raportoitu kutistuminen. On mahdollista, että saatu tulos kuvastaakin vain tutkimusmateriaalin erityisominaisuuksia. Tällöin kasvun käynnistymiseen liittyvät muutokset sisäkuoren kemiallisessa ja fysikaalisessa rakenteessa saattavat selittää liotuksessa havaitun kutistuman.

Mäntykiekkojen paksuus kutistui keskimäärin 35 % alkuperäisestä kuoren paksuudesta. Kuusikiekoilla oli vastaava arvo 20 %. Kutistuma oli tässäkin tapauksessa melkoinen, vaikka se jäi selvästi pienemmäksi kuin kuivauksessa. Arvot merkitsevät vastaavan suuruuksia alenemia kuoren tilavuudessa sekä poikkeileikkauksen pinta-alasta lasketussa kuoriprosentissa kuin mitä kuivatus aiheutti.

Liotuksen aiheuttamaa kuoren kutistumaa on vaikeaa selittää. Mäntykiekoissa se liittyi selvästi kiekon kuoriprosentin kosteussuhteen ja nilakuoren osuuteen kuten kuoren kutistuminenkin. Kuusikiekoissa ei näiden tekijöiden suhteen havaittu mitään selvää säännönmukaisuutta. Mäntykiekoissa kuivaus ja liottaminen vaikuttivat molemmat mainittujen tekijöiden suhteen varsin samalla tavalla. Kuivattavissa kuusikiekoissa kiekon kosteussuhteen ja nilakuoren osuuden suhde kuoren kutistumiseen oli samansuuruinen kuin vastaavissa mäntykiekoissa. Eri tunnusten vertailu osoittaa, että kuoren kosteussuhde ja nilakuoren osuus kuvaavat samaa kuoren ominaisuutta kuoren kuivumista ja turpoamista ajatellen. Tällöin kuoren kosteus lienee keskeisin tekijä, jota nilakuoren osuus epäsuorasti ilmaisee. Tähän viittaa mm. se, että nilakuoren kosteussuhde oli jokseenkin vakio rungon eri osissa, 260–280 männyllä ja 150–220 kuusella. Tällöin nilakuoren osuus myös säätää koko kuoren kosteussuhdetta. Itse asiassa myös kuoriprosentin ja kutistuman välinen riippuvuus mäntykiekoissa on ainakin osittain palautettavissa kuoren kosteussuhteisiin.

Kuoren kutistuminen liotuksessa voi liittyä kuoren kemiallisen koostumuksen tai kuoren fysikaalisen rakenteen ja siinä vallitsevien jännitysten muutoksiin. On huomattava, että uuteaineiden kokonaisuus havupuiden kuoreissa kohoaa usein 30–40 %:iin kuoren massasta. Vaikka liotusolosuhteet olivat esimerkiksi vahojen, rasvojen, hartsihappojen ym. vesiliukoisten aineiden uuttamisen kannalta epäsuotuisat, saattaa uuttamisella olla sikäli merkitystä, että veden vaihto kuoriso-



lukkojen ympäristön välillä oli kiekoissa tehokasta. Varsinkin nilasolukon liukoiset hiilihydraatit voivat poistua esteettä varsinaisen korkkikuoren alta hyvän huuhtelun ja solukojen rikkoutumisen vuoksi varsinkin, jos nilan soluket olivat jo aktivoituneet lähestyvän kasvukauden vuoksi. Sisä- ja ulkokuori ovatkin morfologisesti niin erilaisia, että niiden tilavuuden muutosten voisi odottaa noudattavan erilaisia säännönmukaisuuksia. Jos nilassa tapahtuu liotuksessa kutistumista, kutistuu myös koko kuori nilan hallitsevan aseman vuoksi, vaikka ulkokuoressa tapahtuisikin turpoamista. Olettamuksen tueksi ei kuitenkaan ole empiirisiä havaintoja.

Nyt esitettyjen liotustulosten sekä HEISKASEN ja RIIKONEN (1976) tekemien havaintojen välinen vastakkaisuus voi johtua myös käytettyjen koeolosuhteiden ja todellisten uutto-olosuhteiden erosta. Esimerkiksi JOHANSSON (1956) viittaa pitkäaikaisen vesivarastoinnin aiheuttamaan mikrobitoimintaan puutavarassa. Tämä voi lisätä puun sisäistä kaasunpainetta ja siten puun paisu-

mista. JOHANSSON (1956) totesi myös pitkäaikaisessa vesivarastoinnissa tukkien pinnalle kertyvän pieneliökasvustoja niin paljon, että ne saattoivat lisätä puun tilavuutta. Varsinkin luonnonvesissä, vaihtelevissa lämpö- ja ravinneolosuhteissa, tällaiset ilmiöt ovat mahdollisia.

Sekä kuivauksessa että liotuksessa havaittu suhteellisen suuret kuoren paksuuden muutokset merkitsevät varsin vähän puun kokonaismittojen muutosta ajatellen, sillä kuoren paksuuden muutokset hukkuvat lähes kokonaan puuaineen muodon muutoksiin. Näin ollen kuoren paksuuden muutoksilla verrattuna varsinaisen puuaineen muodon muutoksiin ei ole sanottavaa vaikutusta puutavaran mittaustulokseen. Tulokset ovat kuitenkin alustavia ja perustuvat varsin suppeaan aineistoon. Pitkäaikainen vesivarastointi luonnonaltaissa saattaa aiheuttaa sen, että varastoinnin alussa ilmenevä kuoren kutistuminen muuttuu turpoamiseksi. Tällaiseen viittaavat JOHANSSONIN (1956) tekemät havainnot.

## KIRJALLISUUSVIITTEET

- HAKKILA, P. 1967. Vaihtelumalleja kuoren painosta ja painoprosentista. Summary: Variation patterns of bark weight and bark percentage by weight. *Common. Inst. For. Fenn.* 62.5.
- HEISKANEN, V. & RIIKONEN, P. 1976. Havusahatukien kuoren määrä ja siihen vaikuttavat tekijät. Summary: Bark amount in coniferous sawlogs and factors affecting it. *Folia For.* 250.
- JOHANSSON, F. 1956. Studier över torkning, vattenupptagning och lagringsskador hos helbarkad sulfatved i Jämtland. Rapp. Uppsats. *Instn. Virkeslära Skoghögsk.* 7.
- KÄRKKÄINEN, M. 1977. Puu, sen rakenne ja ominaisuudet. Helsinki. 442 s.
- RIIKONEN, J. 1973. Kuitupuun kuoren kutistuminen metsävarastoinnissa. Summary: the volumetric shrinkage of pulpwood bark. *Folia for.* 174.

- 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 Skoghögsk.* 41.
- " — 1964. Fuktighet, volymvikt m.m. hos ved och bark. II Gran. Summary: Moisture content, density and other properties of wood and bark. II Norway spruce. Rapp. *Instn. Virkeslära Skoghögsk.* 63.
- " — 1970. Fuktighet, volymvikt m.m. hos ved och bark. III Björk. Summary: Moisture content, density and other properties of wood and bark. III Birch. Rapp. *Instn. Virkeslära Skoghögsk.* 63.

### SUMMARY:

#### PRELIMINARY RESULTS ON THE EFFECT OF DRYING AND SOAKING ON THE BARK THICKNESS OF SCOTS PINE AND NORWAY SPRUCE TIMBER

On the basis of a limited material, the drying of pine and spruce timber at room temperature decreased the thickness of the bark proportionally to the decrease in the moisture content. The decrease was the greatest in the middle portion of the trunk. In the spruce material, the decrease in bark thickness was exceeded by the shrinkage of the wood.

During soaking, the bark thickness of both tree species decreased, too, contrary to the presupposed hypothesis. In both cases, the shrinkage was the greatest in the middle portion of the trunk. In the spruce material, the decrease in bark thickness was exceeded by the shrinkage of the wood. Possible explanations for the phenomenon are discussed.