

KUORINNAN VAIKUTUS PINON TIIVIYTEEN

MATTI KÄRKKÄINEN

SUMMARY:

THE EFFECT OF BARKING ON THE PILE DENSITY

Saapunut toimitukselle 1978-08-04

Kirjallisuuden perusteella näyttää ilmeiseltä, että karsittaessa puutavara kirveellä ja kuorittaessa se käsityövälinein kuorinta ei vaikuta pinon tiiviyteen (hyvin karsittu puutavara) tai parantaa sitä (huonosti karsittu puutavara). Reikäroottorikuorimakonetta käytettäessä oksantygät jäänevät ehjiksi, ja näin ollen kuorinta alentaa tällöin pinon tiiviyttä ainakin huonosti karsitussa puutavarassa. Moottorisahakarsinnan aikakaudelta ei ole tutkimustuloksia, mutta luultavaa on, että pinon tiiviys alenee hyvin huomattavasti kuorittaessa, koska moottorisahakarsinnassa oksat katkaistaan huolellisessakin karsinnassa kuoren eikä puun pinnasta. Tämän vuoksi kuorelliselle kuitupuulle kehitetty kiintotilavuuden mittaamenetelmä, pinomenetelmä, ei sellaisenaan sovellu kuorittuun puutavaraan.

1. JOHDANTO

Keväällä 1978 kiinnittivät Enso-Gutzeit Oy:n edustajat tämän tutkimusraportin tekijän huomiota siihen havaintoon, että kahdella, periaatteessa samanlaisen tulokseen johtavalla mittausmenetelmällä saatiin erilainen tulos. Yhtiössä oli todettu, että vähennettäessä tavanomaisella *pinomenetelmällä* (ks. Kuitupuupinon... 1975) ennen kuorintaa mitatun kuitupuupinon tilavuudesta uusimpien tutkimustulosten mukainen kuoren osuus (SAIKKU ja RIKKONEN 1976) tulokseksi ei saatu samalla pinomenetelmällä kuorinnan jälkeen mitattua tilavuutta. Yhtiön tekemien havaintojen mukaan kuorinnan jälkeen tehty pinomittaus antoi systemaattisesti suuremman tuloksen.

Mikäli väittämä systemaattisesta erosta pitää paikkansa myös yleisemmin, kuoretoman tilavuuden ero voi johtua mm. seuraavista syistä.

1. Kuoren osuus ei pidä paikkaansa.

2. Pinomenetelmällä saadaan oikea tulos kuorellisen puutavaran kiintotilavuuden mitauksessa, mutta virheellinen kuoretomassa puutavarassa. — Myös päinvastainen mahdollisuus on olemassa.

Kun mittauserojen mahdollisella systemaattisuudella ja erojen syillä on mielenkiintoa muidenkin kuin aiheen antaneen metsäteollisuusyhtiön kannalta, käsillä olevassa tutkimusraportissa tarkastellaan kysymystä sekä teoreettisesti että kirjallisuudesta saatavien tietojen perusteella.

Käsitteiden ovat lukeneet Ilkka Kallio, Olli Makkonen ja Pentti Nisula. Kiitän saamistani kommentteista.

2. KUOREN OSUUDEN JA OKSANTYNKIEN TARKASTELUA

Kuten aiemmin on mainittu, nykyisin valitseva käsitys kuitupuun kuoren osuudesta perustuu SAIKKUN ja RIKKOSEN (1976) tutkimukseen. Sen mukaan eteläsuomalaisella männnyllä kuoriprosentti on 12, kuusella samoin 12 ja koivulla 13.

Mainitun tutkimuksen kuorikäsite on aiheellista selostaa tässä yhteydessä. — Tutkimuksessa selvitettiin kuoren paksuus mittaamalla näytepölkkyjen kuorelliset läpimitat ja vastaavilta kohdilta kuorettomat läpimitat. Kaarnaisista ja osittain kaarnaisista mäntypölkkyistä mitattiin läpimitat kolmesta kohdasta, nimittäin toisesta pölkyn päästä lukien 1/6, 1/2 ja 5/6 pituuden etäisyydeltä. Pölkkyjen kuorelliset ja kuorettomat tilavuudet laskettiin näin ollen soveltamalla Huberin kaavaa kolmeen yhtä pitkään pölkyn osaan. Kaarnattomista mäntypölkkyistä sekä kuusi- ja koivupölkkyistä mitattiin ainoastaan keskusläpimitta. Kuoren osuus laskettiin kaikissa tapauksissa laskeamalla kuorellisen ja kuoretoman tilavuuden erotus prosentteina pölkyn kuorellisesta tilavuudesta (SAIKKU ja RIKKONEN 1976, s. 6).

Tutkimuksen kenttätyöohjeiden mukaan kuori pyrittiin mittaamaan mahdollisimman tuoreista pölkkyistä hakkuupaikan läheltä. Näin ollen todettiin kuoren osuuksiin ei ole vaikuttanut sen kutistuminen, joka saattaa esim. parin kolmen kesäkuukauden kuluessa olla jo huomattava (RIKKONEN 1974).

Tutkimusohjeiden mukaan kuoren määrä mitattiin yksilöllisesti jokaisesta näytepölkkyistä. Näin ollen tuloksiin ei ole voinut vaikuttaa myöskään kuoren mahdollinen puristuminen, jota voi olettaa tapahtuvan ainakin kuitupuupinon alaosan pölkkyissä yläosan pölkkyjen massan vaikutuksesta.

On myös korostettava, että SAIKKUN ja RIKKOSEN (1976) tarkoittama kuoren osuus prosentteina pölkyn kuorellisesta tilavuudesta on tarkasti ottaen jotakin muuta kuin kuorinnassa poistuvan aineksen osuus. Jälkimmäistä käsitettä on sanottu kuorimishukaksi erotukseksi varsinaisesta kuoriprosentista (ARO 1929, s. 15).

Kun kuorimishukka ilmoitetaan pölkyn kiintotilavuudesta, tavanomaisessa puoli-putaaksi kuorinnassa se on käsityövälinein työtä tehtäessä alhaisempi kuin kuori-

prosentti (ARO 1929, s. 22—23). Konekuorinnassa tulos riippuu kuorimistarkkuudesta ja kuorimakoneen toimintaperiaatteesta. Nykyaikaisella reikäroottorikuorimakoneella puutavaraa kuorittaessa on kiintotilavuudesta ilmoitettu kuorimishäviö likimain sama kuin kuoriprosentti (esim. ARVESEN 1965, RIKKONEN 1968, s. 8). Eroja saattaa kuitenkin syntyä olosuhteiden (kuivunut kuori, jäätynyt kuori) sekä mm. pölkkyjen oksaisuuden, mutkien ja lenkouden vuoksi. Esim. SALMINEN (1958) totesi laajaan havu-puuaineistoon perustuen, että kuoriutuminen oli täysin oksattomilla pölkkyillä 95,4 %, jonkin verran oksaisilla 94,1 % ja hyvin oksaisilla 88,7 %. Vastaavat luvut olivat suorilla pölkkyillä 95,0 % ja enemmän tai vähemmän lengoilla pölkkyillä 93,0 %. Myös myöhemmässä tutkimuksessa SALMINEN (1964 b, s. 26) mainitsee oksien huonontavan kuorintajälkeä reikäroottorikuorimakonetta käytettäessä. — Kun puuaineen hukka on reikäroottorikuorimakoneilla pieni, nämä tulokset merkitsevät sitä, että mm. oksaisessa puutavarassa kiintotilavuusmääräinen kuorimishukka pyrkii jäämään pienemmäksi kuin kuoriprosentti.

Tutkimusohjeiden mukaan ei oksan tai epämuodostuman kohdalla mitattu läpimittoja, vaan mittauskohtaa siirrettiin vuorotellen tyveen ja latvaan päin normaaliin kohtaan. Ohjeen voi tulkita siten, että kaikki kuorimittaukset tehtiin ehyen kuoren kohdalla.

Tämä keskittyminen ehjän kuoren kohdalle ei ole kuitenkaan voinut vaikuttaa todettuun kuoren osuuteen millään olennaisella tavalla. Kun tutkimusajankohtana (1972—73) sekä metsäteollisuusyhtiöiden (SAVOLAINEN 1972) että metsänomistajien omilla (MÄKELÄ ja OLLIKAINEN 1973, s. 27) työmailla karsittiin pääasiassa moottorisahalla, oksien vuoksi kuoreton vaippapinta on alaltaan vähäinen. Moottorisahalla karsittaessa sallitaan nimittäin oksan leikkaaminen kuoren päältä (esim. Hakkuuohjeet... 1970, s. 5) myös pinnanmyötäisessä karsinnassa tynkäkarsinnasta puhumattakaan, kun taas perinteisessä kirveskarsinnassa vaadittiin aikoinaan oksan poistaminen aivan runkopuun pintaa myöten siten, että melkoinen osa kuorta poistui jokaisen oksan

kohdalta (esim. RONKANEN 1950, s. 425, Metsätyönjohtajan ohjekirja 1955, s. 14).

KÄRKKÄISEN (1972) esittämien tulosten perusteella voidaan arvioida, että oksien poikkileikkauspinnan osuus pölkyn vaippapinnasta on suuruusluokaltaan korkeintaan 1...2%. Jos esimerkkinä tarkastellaan keskimääräistä pölkkyä, jonka läpimita on 100 mm ja kuoren paksuus 4 mm, oksien vuoksi puuttuva kuoren määrä on likimain sama 1...2% kuoren tilavuudesta, koska kuoren paksuus suhteessa koko pölkyn paksuuteen on vähäinen. Näin ollen oksien vaikutus kuoren osuuteen on tavallisesti ja ainakin keskiarvolukuihin merkityksetön. — Olennaista virhettä mahdollisen siirtymismenetelyn vuoksi ei siis voi olettaa, vaikka periaatteessa tarkempi tulos kuoren osuudesta olisikin saatu mittaamalla kuorelliset ja kuorettomat läpimitat oksien sijainnista riippumatta.

Kuten edellä on todettu, moottorisahakarsinnassa oksat leikataan poikki kuoren päältä toisin kuin vanhojen ohjeiden mukaisessa kirveskarsinnassa. Jos karsinta on huolellisesti kuoren pinnan suuntainen eikä kuori puristu olennaisesti pinossa, kuorelliset pölkkyt lepäävät toisiinsa nähden kuori kuorta vasten. Näin ollen kuoren sisässä olevat oksantynget eivät vaikuta pinon tiiviyyteen (kiintotilavuuden ja irtotilavuuden suhde) ainakaan suoranaisesti.

Kun kuori poistetaan reikäroottorikuorimakoneella, kuoren sisässä olleet oksantynget säilyvät ainakin pääosin ehjinä. Sama koskee myös taskukuorintaa (MAKKONEN 1966, s. 12) ja ilmeisesti myös rumpukorintaa. Näin ollen ne voivat vaikuttaa kuorettoman kuitupuupinon tiiviyyteen, koska pölkkyt eivät enää lepää kaikin osin toisiinsa nähden kuoreton pinta kuoretonta pintaa vasten. Tilanne on siis periaatteessa erilainen kuin silloin, kun joko käytetään huolellista kirveskarsintaa tai sellaisia kuorimakonetyyppejä, jotka poistavat myös oksantynget (esim. laikkakuorimakoneet, ks. SALMINEN 1964 c, s. 13, mahdollisesti myös kutterikuorimakoneet, ks. SALMINEN 1964 a).

Tässä yhteydessä mainittakoon, ettei reikäroottorikoneen työpölkkyä ole muutenkaan aiheellista pitää samana kuin käsinkuorinnan jälkeä, vaikka esim. kuorimishukka olisikin sama. On mm. todettu, että reikäroottorikuorimakoneella kuoritut pölkkyt kuivuvat

hitaammin kuin käsin kuoritut. Syynä saattaa olla ainakin osittain pihkatiehaiden ja ydinsäteiden päiden deformaatio kuorintaa (NYLINDER 1958, 1959). Myös sinistymisen ja lahoutumisen ja konekuorituissa pölkkyissä vähäisempää kuin käsin kuorituissa (HENNINGSSON ja TAMMINEN 1961). — Saattaa olla, että konekuorinnan ja miesvoimaisen kuorinnan jotkut erot vaikuttavat mittauksessakin.

Edellä olevan perusteella voidaan olettaa, että käytettäessä moottorisahakarsintaa kuitupuun irtotilavuus alenee pinossa *vähemmän* kuin mitä kuoren osuus edellyttää. Edellytyksenä on, että kuori poistetaan reikäroottorikuorimakoneella tai muulla tavalla, joka ei poista kuoren sisässä olleita oksantynkiä. Teoreettisessa ääritapauksessa pinon irtotilavuus ei lainkaan alene kuoren poistamisesta huolimatta. Näin voi tapahtua silloin, kun oksia on niin tiheässä, että ne vastaavat kaikissa kohdin toisiinsa. — Käytännössä näin ei voi sattua oksaisimmassakaan puutavarassa, mutta mahdollisesti kuitenkin niin, että jokainen pölkkyjen välinen kosketus käy oksantynkien kautta. Tällöin pinon irtotilavuus alenee noin puolet siitä, mitä olettaisi pelkästään kuoren osuuden perusteella.

Edellä on oletettu, että pölkkyt on karsittu huolellisesti kuoren pintaa myöten ja ettei kuori puristu kokoon. Jos näistä oletuksista luovutaan, oksantynkien merkitys pysyy kuitenkin samana. Voidaan nimittäin ajatella, että erityisesti vinosti karsitut kuoren pinnasta ulkonevat terävät oksantynget tunkeutuvat naapuripölkkyjen kuoreen. Myös tällöin kuoren poistaminen pölkkyistä alentaa pinon irtotilavuutta vähemmän kuin kuoren osuuden perusteella olettaisi, ts. pinon tiiviys alenee kuorinnan vuoksi.

Eräät tutkimustulokset tukevat edellä esitettyä hypoteesia. Useiden käsinkuorinnan aikakaudella tehtyjen tutkimusten mukaan kuorinta ei juuri vaikuta pinon tiiviyyteen (ARO 1931, s. 19, Vid virkesmätning... 1923, s. 73, EKLUND 1948, s. 18). Toisaalta on usein mainittu, että jos puutavara on huonosti karsittua, pinon tiiviys *paranee* kuorinnassa oksantynkien poistumisen vuoksi. Vaikutus saattoi olla käytännön työmailla huomattava: esim. ARO (1958) totesi Pohjois-Suomessa, että irtotilavuudesta ilmoitettu kuorimishäviö oli noin kaksinker-

tainen huonoimmassa karsintaluokassa parhaaseen verrattuna. — Vielä Puutavaran mittauskomitea (Puutavaranmittauskomitean... 1965, s. 104) mainitsee, että kuorinnassa pinon tiiviys saattaa parantua, jos puutavara on karsittu huonosti. Tällöin on ilmeisesti kuorinnan ajateltu olevan lähinnä käsinkuorintaa tai sitä vastaavaa.

Sen sijaan monet reikäroottorikuorimakoneista tehdyt tutkimukset viittaavat siihen, että kuorittaessa pinon tiiviys *huononee*. Norjassa ARVESEN (1965, s. 446) totesi, että hyvin karsitulla kaksimetrisellä puutavaralla tiiviys aleni arvosta 0,707 arvoon 0,695. Oksikkaalla kolmimetrisellä latvuspuutavaralla aleneminen oli ymmärrettävästi suurempi: vastaavat tiiviyydet olivat 0,696 ja 0,641. NYLINDER ja PETERSON (1967, s. 24) havaitsivat tiiviyyden alenevan selvästi kaikilla tutkituilla puulajeilla pölkkyjen pituuden ollessa 3 m. Myös RIKKONEN (1968) havaitsi kaksimetrisellä havupuutavaralla tiiviyyden heikkenevän kuorinnan vaikutuksesta, joskin vähän. Edelleen NYLINDERillä (1972, s. 3: 56) on sama käsitys kuorinnan vaikutuksesta.

Myöskään HEISKASEN ja KOIVULEHDON (1964) saama tulos ei ole varsinaisesti ristiriidassa edellä esitetyn teorian kanssa. Heidän tutkimallaan koivulla tiiviys aleni parissa tapauksessa ja kohosi yhdessä, mutta mikään ero ei ollut tilastollisesti merkitsevä. Olennaista on kuitenkin tässä yhteydessä se, että oksantynkiä lienee ollut hyvin vähän: tutkimusohjeiden mukaan pölkkyjen piti olla karsittu puun pintaa myöten.

Ainoat ristiriitaiset tiedot reikäroottorikuorimakoneen vaikutuksesta pinon tiiviyyteen ovat ajalta, jolloin vaadittu karsintalaatu oli vielä hyvä. Esim. ARO ym. (1958) totesivat, että metrin mittaisen kuusikuutupuun tiiviys kohosi arvosta 0,747 arvoon 0,755 kuorinnan seurauksena. Kun otetaan huomioon, että metrin pituisella puutavaralla oksien vaikutus on kaikissa oloissa vähäinen, ARON ym. saamat tulokset eivät riitä hypoteesin kumoamiseen.

Itse asiassa myös käsinkuorinnasta on tuloksia, joiden mukaan pinon tiiviys saattoi heikentyä kuorinnassa. Tämä voi johtua siitä, että oksantynget jätettiin kuorinnassa poistamatta. Ainakin HEMMILLÄ (1965, liitteet 23...25) on tällainen tulos Lapin oloista. Mahdollisesti aineisto edustaa moot-

torisahakarsintaa (HEMMI 1965, s. 19).

Ilmeisesti valtaosa edellä selostettujen reikäroottorikuorimakonetta koskevien tutkimusten aineistosta on karsittu kirveellä. Uusin RIKKONEN (1968) aineisto on vuodelta 1966, NYLINDERIN (1972) ajalta ennen vuotta 1960. Vielä hankintavuonna 1966/67 oli metsäteollisuusyhtiöiden ja metsähallituksen työmailla kirveskarsinta yleisempää kuin moottorisahakarsinta (SAVOLAINEN 1967), ja tutkimustulokset puolsivat tällaista hakkuumiesten ratkaisua (MAKKONEN ja HARS-TELA 1969).

Nykyhetken karsintatilannetta vastaavia tuloksia kuorinnan vaikutuksesta pinon tiiviyyteen ei ole. Tilanteen on kuitenkin täytynyt muuttua olennaisesti, koska kirveskarsintaa ei juuri enää ole yhtiöiden ja metsähallituksen työmailla (SAVOLAINEN 1974), ja sen osuus on ratkaisevasti vähentynyt myös yksityisten metsänomistajien toimitushakkuissa (MÄKELÄ 1977, s. 36).

On vaikea arvioida, kuinka paljon enemmän nykyiset oksantynget vaikuttavat pinon tiiviyyden alenemiseen kirveskarsinnan oksantynkiin verrattuna. Ei edes oksantynkien pituudesta ole tutkimuksia. Mainittakoon kuitenkin, että ruotsalaisten ohjeiden mukaan hyvin karsitussa (väl kvistad) puutavarassa oksantynget ovat kuoren alta oksan kärkeen mitaten korkeudeltaan alle 15 mm (Mätninginstruktioner... 1977, s. 30). Kun suomalainen käytäntö lienee samanlainen, oksantyngeillä täytyy olla huomattavaa merkitystä pinon tiiviyyden alenemiseen kuorittaessa reikäroottorikuorimakoneella. — Ilmeistä myös on, että sama oksantynkien pituus merkitsee enemmän pieniläpimittaisessa puutavarassa kuin suuriläpimittaisessa. Tähän on kiinnitetty huomiota jo käsinkuorinnan aikakaudella (JALAVA 1929, s. 16, TUOVINEN 1948, s. 11). Mm. latvuspölkkyjen vuoksi voi olettaa, että läpimitan pieneneminen merkitsee yleensä oksaisuuden merkityksen lisääntymistä. Poikkeuksena on luonnollisesti mm. oksaton pieniläpimittainen runkopuu (esim. MAKKONEN 1958, s. 30).

Oksantynkien merkitystä koskevien hypoteesien testaaminen empiirisen materiaalin avulla on vaikeaa ilman tutkimusteknisesti hankalia mittauksia. Joka tapauksessa on selvää, ettei hypoteesia osoita ainakaan vääräksi se, jos voidaan havaita, että kuo-

rittaessa pinon irtotilavuus alenee vähemmän kuin kuoren osuus pölkkytän tarkastellen on. Tämä voi johtua myös pölkkyjen erilaisesta latomisesta kuorinnan jälkeen, pitkien oksien yms. vieraan aineksen lisääntyessä kuorinnan yhteydessä yms. syistä, mutta nämä mahdollisuudet eivät ole yhtä todennäköisiä kuin oletamus oksantynkien vaikutuksesta. Päin vastoin voi-

3. PINOMENETELMÄN TARKASTELUA

Nykyisin käytössä oleva menetelmä pinossa olevan puutavaran kiintotilavuuden selvittämiseksi perustuu Metsäntutkimuslaitoksen johdolla tehtyihin tutkimuksiin, joita on kuvattu NIKKILÄN ym. (1974) tutkimusraportissa.

Lyhyesti kuvattuna tutkimuksissa on selvitetty lukuisten pinojen irtotilavuus (kehystilavuus) sekä pölkkyjen mittausten avulla kiintotilavuus. Tutkimuskohteena on ollut kaikissa tapauksissa kuorellinen puutavara, jota on varastoitu yleensä vain lyhyen aikaa hakkuun ja metsäkuljetuksen jälkeen. Ainoastaan poikkeuksellisesti empiirisenä tutkimusmateriaalina on ollut sellaisia pinoja, jotka ovat olleet varastolla kesän yli (NIKKILÄ ym. 1974, s. 37).

Kun pinomenetelmän pohjana olevat tutkimukset ovat perustuneet ainoastaan kuorelliseen puutavaraan, selvää on, ettei tutkimusten tuloksena syntynyttä pinomenetelmää ole tarkoitettu sellaisenaan sovellettavaksi kuorittuun puutavaraan. Menetelmän käyttökelpoisuudesta muulle kuin kuorelliselle puutavaraalle ei ole mitään tutkimuksiin perustuvaa käsitystä.

Näin ollen on luonnollista, että ensimmäisissä menetelmän sovellutusohjeissa pidettiin itsestään selvänä, että menetelmää käytetään ainoastaan kuorelliseen puutavaraan. Kentän ammattimiehille tarkoitetuissa lehtisissä ei itse asiassa mainita lainkaan koko kuorikysymystä (Uudistuva ... 1973).

Jostakin syystä myöhemmässä em. ohjelehtisen painoksessa kuitenkin todetaan: »Kiintotilavuusprosentit on laskettu varsinaisesti kuorellisen kuitupuun mittausta varten. Kuorettoman kuitupuun mittauksessa ko. prosentit antavat tuloksen kuorettomana.» (Kuitupuupinon ... 1975). — On

daan olettaa, että uudelleen ladottaessa pinon tiiviys on pikemminkin kasvamaan kuin alenemaan päin kuorinnan yhteydessä, koska pinossa oleva materiaali käydään pölkky pölkyltä läpi ja vieras aines näin poistetaan. — Ainakin keskimääräisiin tuloksiin tällä on ilmeisesti vaikutusta, koska vieraita esineitä sisältäviä pinoja lienee noin viidennes kaikista pinoista (NIKKILÄ ym. 1974, s. 33).

korostettava, että myönnytys kuorettoman puutavaran mittaamiseksi on tehty täysin ilman tutkimuksia.

On myös huomattava, ettei pinomenetelmässä ole otettu kiintotilavuuteen vaikuttavaksi tekijäksi oksaisuuden yms. tavalla pinon painumista. Jos pinomenetelmää sovelletaan pelkästään kuorelliseen kiintotilavuuteen, mitään ongelmia ei tarvitse syntyä. Jos nimittäin oletetaan, että painuminen johtuu kuoren määrän muuttumisesta, kiintotilavuuden ja irtotilavuuden suhde pysyy painumisesta huolimatta käytännössä tarvittavalla tarkkuudella muuttumattomana. Tarkasti ottaen tiiviys alenee hieman. — Näin ollen kiintotilavuuden aleneminen näkyy suoraan myös irtotilavuuden alenemisenä ja tulee otetuksi huomioon myös pinomenetelmää käytettäessä.

Tilanne muuttuu toiseksi, jos pinomenetelmää aletaan soveltaa myös kuorettomaan puutavaraan tai siten, että pinomenetelmällä todetusta kuorellisesta kiintotilavuudesta vähennetään keskimääräinen kuoren osuus. Tällöin tulisi voida erottaa kuoren painumisesta ja muista tekijöistä aiheutuva pinon painuminen.

Pääosa painumisesta johtunee kuoren ominaisuuksista. Painumisen suuruus ei ole kuitenkaan erityisen merkittävä. Esim. SALMISEN (1958, s. 28) tutkimuksessa pinotilavuudeltaan 4 386 m³ havupuuerä painui kevästä heinä-elokuuhun mennessä 1,4 %. HEISKASEN ja RIIKOSEN (1973, s. 11) aineistossa keskimääräinen painuminen talvesta ja kevätkesästä syksyyn oli kuorellisella puutavaraalla yli 1 %, kun kysymyksessä olivat uudelleen käsin ladotut pinot. — Kuoren merkitykseen viittaa näissä tapauksissa se, ettei puuaine ilmeisesti kutistunut kosteu-

den pysytellessä puun syiden kyllästymispisteen yläpuolella.

Myös kuoritusta puutavarasta tehty pino painuu ajan mukana. Osasyynä saattaa olla puutavaran kuivuminen ja siitä aiheutuva kutistuminen. Kaikkea painumista ei kuitenkaan voida selittää tällä tavalla, koska painuminen alkaa ennen kuin puuaine alkaa kutistua kosteuden vähennyttyä puun syiden kyllästymispisteen alapuolelle (esim. NYLINDER 1957, s. 4, kuva 3:13). Tästä voidaan päätellä, ettei kuorellisessakaan puutavarassa kaikki painuminen johdu välttämättä pelkästään kuoren määrän muuttumisesta kutistumisen ja kokoonpuristumisen vuoksi.

Edellä esitetyn mukaan pinon painuminen on suuruusluokaltaan noin 1 %. Täl-

4. JOHTOPÄÄTÖKSIÄ

Kirjallisuudesta saatavien tietojen perusteella näyttää ilmeiseltä, että reikäroottori-kuorimakonetta käytettäessä kuorimishukka on ainakin hyvin karsitulla puutavaralla suotuisissa oloissa likimain kuoriprosentin suuruinen, kun molemmat tunnuksat määritetään kuorellisesta kiintotilavuudesta. Olen-naista merkitystä ei ole myöskään sillä, että kuoriprosentti on yleensä määritetty ottamatta huomioon oksien vuoksi puuttuvaa kuorta. Suhteellisen vähäinen merkitys on myös pinon painumisella mm. kuoren kutistumisen vuoksi. — Näin ollen voisi olettaa, että ns. pinomenetelmää voitaisiin soveltaa sekä kuorelliseen että kuorittuun puutavaraan. Periaatteessa pinomenetelmällä todettu kuorellinen kiintotilavuus, josta vähennetään kuoren osuus, tulisi olla pinomenetelmällä määritetyn kuoritun puutavaran tilavuus.

Näin ei kuitenkaan ole tehtyjen havaintojen mukaan. Mitkään saatavissa olevat tiedot eivät ole ristiriidassa sen hypoteesin kanssa, jonka mukaan syynä on karsintaja kuorimismenetelmien muuttuminen.

Vuosikymmeniä sitten tehdyt tutkimukset osoittivat, että kuorittaessa käsityövälinein puutavaran tiiviys joko *parani* (huonosti karsittu puutavara) tai *pysyi entisellään* (hyvin karsittu puutavara). Karsinta tehtiin tällöin kirveellä, jolloin ohjeiden

lainen painuminen on mittauksen kokonaisu-tarkkuutta ajatellen niin vähäinen, ettei se sinänsä vielä estä pinomenetelmän käyttöä. Voidaan ajatella, että kuitupuupino mitataan tavanomaiseen tapaan ennen kuorintaa, ja kuoreton kiintotilavuus saadaan vähentämällä pinomenetelmän kiintotilavuus-tuloksesta kuoriprosentin osoittama tilavuus. Painumisen aiheuttama virhe lopputulokses-sa lienee tällöin vain 1 % suuruusluokkaa. Sen sijaan pinomenetelmää ei voida soveltaa ilman muuta kuorittuun puutavaraan, koska oksien merkitys on muuttunut kuorelliseen puutavaraan verrattuna. Ellei kuorellisen puutavaran kiintotilavuustuloksia ole käytettävissä, kuorittua puutavaraa sisältävän pinon kiintotilavuus on määritettävä muulla tavalla kuin käyttämällä pinomenetelmää.

mukaan oksa piti poistaa puuaineen pintaa myöten. Myöhemmin tehdyt tutkimukset alkoivat viitata siihen, että reikäroottori-kuorimakonetta käytettäessä tiiviys alkoi *heiketä* kuorinnan vuoksi etenkin silloin, kun kyseessä oli huonosti kirveellä karsittu puutavara. Mitään erityisen hätkähdyttäviä tuloksia muuttuneesta tilanteesta ei kuitenkaan ole, koska kaikki saatavilla olevat, reikäroottori-kuorimakoneen vaikutusta koskevat tulokset perustuvat ilmeisesti valtaosaltaan tai yksinomaan kirveellä karsittuun aineistoon. Moottorisahakarsinnan yleistymisen jälkeen tehtyjä tutkimuksia ei ole.

On hyvin luultavaa, että siirtyminen puun pintaa myöten tehdystä karsinnasta (kirves-karsinta) kuoren pinnasta tehtyyn karsintaan (moottorisahakarsinta) on edelleen muuttanut kehitystä samaan suuntaan: oksantynkien vuoksi kuorinta heikentää pinon tiiviyttä. Teoreettisesti voi olettaa, että oksantynkien vaikutus on suurinta luonnollisesti oksikkaassa ja pieniläpimittaisessa puutavaraassa. Teoreettisesti mahdollisessa ääritapauksessa pinon irtotilavuus ei muutu kuorinnasta huolimatta. Käytännössäkin lienee mahdollinen tapaus, jolloin irtotilavuus alenee vain puolet siitä, mitä kiintotilavuudesta lasketusta kuorimishukan perusteella voisi olettaa.

Kun pinomenetelmää ei edellä olevan perusteella voida soveltaa kuorittuun puutavaraan, ohjelehtisistä on aiheellista poistaa tätä tarkoittava maininta. Se on tullut mukaan ilman mitään tutkimuksia, ja edellä olevan perusteella mainintaa voi pitää virheellisenä.

Käytännössä tarvitaan kuitenkin menetelmä, jolla voidaan todeta kuoritun puutavaran kiintotilavuus. Ennen sellaisen aikaan-

saamista on tyydyttävä mittaamaan pinomenetelmällä ainoastaan kuorimatonta puutavaraa, ja jos tarvitaan tietoa kuoritun puutavaran määrästä, vähennettävä kuorimattoman tavaran määrästä kuoriprosentin osoittama kuoren osuus. Vanhoissa pinoissa kuoriprosenttia tulisi harkinnanvaraisesti alentaa kuoren kutistumisen, puristumisen ja poistumisen vuoksi.

KIRJALLISUUTTA

- ARO, PAAVO 1929. Tutkimuksia kuusipaperipuiden ja kaivospölkkyjen kuorimäärästä ja kuorimishukasta. Summary: An investigation into the quantity of bark and the wastage of barking in spruce pulp-wood and pit-props. Commun. Inst. For. Fenn. 14(4): 1-38.
- » - 1931. Tavallisimpien suomalaisten pinopuutavara pinotiheys. Referat: Über den Festgehalt der wichtigsten finnischen Schichtholzsortimente. Commun. Inst. For. Fenn. 14(5): 1-109.
- » - 1958. Pohjois-Suomen 2 m kuusi- ja mänty-paperipuiden pinotiheydestä, kuorimishäviöstä ja kuutiosuhteista. Referat: Über den Festgehalt der Stösse, den Entrindungsverlust und die Kubikmassenverhältnisse von 2 m Fichten- und Kiefernzellstoffholz aus Nordfinnland. Commun. Inst. For. Fenn. 50(8): 1-44.
- » - KORPELA, TAPIO & NISULA, PENTTI 1958. Tutkimuksia kuusiohutpuun ja koivupaperipuun kuorimishäviöstä. Referat: Untersuchungen über den Entrindungsverlust bei Fichtendünnholz und Birkenzellstoffholz. Commun. Inst. For. Fenn. 50(2): 1-29.
- ARVESEN, ANTON 1965. Barking av 2- og 3-meter kubb med traktormonteret barkemaskin. Tidsskr. Skogbr. 73(4): 423-451.
- EKLUND, BO 1948. Undersökningar över fastmasseprocenter, åtgångstal m.m. vid mätning av 2- och 3-meters tall- och granmassaved. Summary: Solid volume in stacked pulpwood of pine and spruce (length of sticks 2 and 3 metres) and the volume of solid rough wood (with bark) in relation to stacked volume. Medd. Stat. Skogsforsk. Inst. 37(1): 1-40.
- Hakkuuohjeet. Kyro - Nokia - Rosenlew - Serlachius. 1970. 20 s. Hämeenlinna.
- HEISKANEN, VEIJO & KOIVULEHTO, PENTTI 1964. Tutkimus 2.2 m ja 4.4 m koivupaperipuun pinotiheydestä ja kuorimishukasta VK 16-kuorimakoneella kuorittaessa. Summary: A study of the pile density of 2.2-meter and 4.4-meter birch pulpwood and their barking losses when barking with a VK 16-barker. Pienpuualan Toimik. Julk. 170: 1-33.
- » - & RIIKONEN, JORMA 1973. Kuitupuun kehysmitta ja pinotiheys autokuljetuksen eri vaiheissa. Summary: Piled measure and solid volume content of pulpwood piles in various phases of truck transportation. Folia For. 182: 1-24.
- HEMMI, LAURI 1965. Paperipuun pinotiheysmittauksia Kemijoella 1965. Uittoteho Tied. 214: 1-71.
- HENNINGSSON, BJÖRN & TAMMINEN, ZACHRIS 1961. Studier över torkning, lagringskadorna m.m. hos hand- och maskinbarkad tallmassaved. Summary: Studies of seasoning, storage defects and secondary water absorption in Scots pine pulpwood debarked manually or by machine. Rapp. Uppsats. Instn. Virkeslära Skogshögsk. 34: 1-108.
- JALAVA, MATTI 1929. Pyöreän pinopuutavaran mittaamisesta. Summary: The measuring of round piled wood. Commun. Inst. For. Fenn. 13(8): 1-64.
- Kuitupuupinon kiintomittaus. Mittausneuvoston hyväksymä ohje 1975-03-20. 1975. 16 s. Tapiola.
- KÄRKKÄINEN, MATTI 1972. Havaintoja kuusen oksaisuudesta. Summary: Observations on the branchiness of Norway spruce. Silva Fenn. 6(2): 90-115.
- MAKKONEN, OLLI 1958. Pinotiheystutkimuksia. I Koivupaperipuut, II Haapapaperipuut, III Pieniläpimittaiset kuusi- ja mänty-paperipuut. Summary: Pile density studies. I Birch pulpwood II Aspen pulpwood, III Small-sized spruce and pine pulpwood. Metsäteho Julk. 39: 1-39.
- » - 1966. Havupaperipuiden taskukuorintahäviön mittauksia. Summary: Measurement of the bag barking loss of softwood pulpwood. Metsäteho Tied. 249: 1-19.
- » - & HÄRSTELA, PERTTI 1969. Kirves- ja moottorisahakarsinta pinotavaran teossa. Summary: Delimiting by axe and power saw in making cordwood. Folia For. 72: 1-31.
- Metsätyönjohtajan ohjekirja. 1955. 51 s. Valkeakoski. Yhtyneet Paperitehtaat Osakeyhtiö.

- MÄKELÄ, JOUKO 1977. Yksityismetsien puunkorjuuolot ja -menetelmät talvella 1974-75. Summary: Logging conditions and methods in private forests of Finland in winter 1974-75. Työteho-seura Julk. 193: 1-42.
- » - & OLLIKAINEN, EERO 1973. Yksityismetsätalouden puunkorjuuolot ja -menetelmät talvella 1971-72. Summary: Logging conditions and methods in Finnish private forestry in winter 1971-72. Työteho-seura Julk. 166: 1-64.
- Mättningsinstruktioner rekommenderade av Virkesmättningsrådet. 1977. 35 s. Lycksele.
- NIKKILÄ, HEIKKI, RIIKONEN, PENTTI & HEISKANEN, VEIJO 1974. Suomalaisen kuitupuun pinotiheys ja siihen vaikuttavat tekijät. Summary: The relative solid content of Finnish pulpwood and the factors affecting it. Commun. Inst. For. Fenn. 82(1): 1-96.
- NYLINDER, PER 1957. Undersökning över fastmasseprocenter, skador m.m. hos två-meters massaved i Östra Värmland. Summary: Investigation relating to the percentage solid volume of the stacked volume; damage; etc. to two-metre pulpwood in eastern Värmland. Rapp. Uppsats. Instn. Virkeslära Skogshögsk. 12: 1-21.
- » - 1958. Barkningsmetodens inverkan på massavedens torkning och vattenuptagning. Summary: The influence of the method of barking on the drying and water absorption of the pulpwood. Rapp. Uppsats. Instn. Virkeslära Skogshögsk. 14: 1-26.
- » - 1959. Fortsatta undersökningar över barkningsmetodens inverkan på massavedens torkning och vattenuptagning. Summary: Further investigations on the influence of the method of debarking on the seasoning and water absorption of pulpwood. Rapp. Uppsats. Instn. Virkeslära Skogshögsk. 25: 1-58.
- » - 1972. Virkesmätning. Kompendium Instn. Virkeslära Skogshögsk. 5: 1-n.
- » - & PETERSON, OLOV 1967. Relativa fastvolymen hos tre-meters massaved av tall, gran och björk. Summary: The solid volume percentage of piled 3-meter pulpwood of pine, spruce and birch. Rapp. Uppsats. Instn. Virkeslära Skogshögsk. 59: 1-63.
- Puutavaranmittauskomitean mietintö. Osamietintö I. 1965. 140 s. Moniste.
- RIIKONEN, JORMA 1973. Kuitupuun kuoren kutistuminen metsävarastoinnissa. Summary: The volumetric shrinkage of pulpwood bark. Folia For. 174: 1-13.
- RIIKONEN, PENTTI 1968. Havupaperipuiden kuorimishäviö VK-16 koneella kuorittaessa.

- Summary: The barking loss of coniferous pulpwood barked with VK-16 machines. Folia For. 41: 1-32.
- RONKANEN, A. J. 1950. Puutavaran hakkuu. Teoksessa: Metsäteknologia, s. 351-445. Helsinki. Keskusmetsäseura Tapio.
- SAIKKU, OLLI & RIIKONEN, PENTTI 1976. Kuitupuun kuoren määrä ja siihen vaikuttavat tekijät. Summary: Bark amount of pulpwood and factors affecting it. Folia For. 262: 1-22.
- SALMINEN, JAAKKO 1958. Tutkimuksia Cambio 35 kuorimakoneiden käytöstä. Summary: Investigations into the use of Cambio 35 barking machines. Metsäteho Tied. 146: 1-46.
- » - 1964 a. Alustavia tutkimuksia koivu-, havu- ja ohutpuiden kuorinnasta Pino-Teho -kuorimakoneella. Summary: Preliminary studies on the barking of birch, softwood and small-sized pulpwood by a Pino-Teho barker. Metsäteho Tied. 218: 1-14.
- » - 1964 b. Koivu- ja havupaperipuiden kuorintaa siirrettävällä VK 16 -kuorimakoneella. Summary: Barking of birch and softwood pulpwood by a mobile VK 16 barking machine. Metsäteho Tied. 225: 1-34.
- » - 1964 c. Havu- ja koivupaperipuiden kuorintaa Kuori-Juho -kuorimakoneella. Summary: Barking of softwood and birch pulpwood by a Kuori-Juho barking machine. Metsäteho Tied. 227: 1-21.
- SAVOLAINEN, RAIMO 1967. Puunkorjuumenetelmät ja korjuutekniset olosuhteet hankintavuonna 1966/67. Summary: Methods and technical conditions of logging in the logging year 1966/67. Metsäteho Tied. 271: 1-28.
- » - 1972. Puunkorjuumenetelmät ja korjuutekniset olosuhteet hankintavuonna 1971/72. Metsäteho Kats. 17: 1-4.
- » - 1974. Puunkorjuumenetelmät ja korjuutekniset olosuhteet hankintavuonna 1973/74. Metsäteho Kats. 23: 1-4.
- TUOVINEN, ARNO 1948. Tutkimuksia paperipuiden hankinnasta Pohjois-Suomessa. I Kuorimishukka ja kuutiosuhteet. Summary: Investigations into logging of pulpwood in North-Finland. I Barking waste and volume ratios. Metsäteho Julk. 11 a: 1-38.
- Uudistuva puutavaran mittaus. II Kuitupuun. 1973. 16 s. Tapiola.
- Vid virkesmätning erforderliga relationstal. 1923. Statens offentliga utredningar 57: 1-172.

SUMMARY:

THE EFFECT OF BARKING ON THE PILE DENSITY

According to the available literature, in older days when pulpwood limbing was made by axe and barking by hand tools, barking either had no influence on the pile density (if limbing quality was good) or increased pile density (if limbing was bad). When rotary barking machines are used, the branch stumps remain intact in barking. Therefore, if there are branch stumps in the pulpwood, barking decreases the pile density.

Nowadays when power saw limbing is a common practise in Finland, the effect of barking is presumably very great on the decrease of the pile density due to the fact that in power saw limbing branch stumps are numerous and high. Therefore, the methods to estimate the solid volume of a pile of unbarked pulpwood are not applicable to barked pulpwood without modification.