

FOLIA FORESTALIA 514

METSÄNTUTKIMUSLAITOS · INSTITUTUM FORESTALE FENNIAE · HELSINKI 1982

MATTI KÄRKKÄINEN JA JUHANI SALMI

KUITUPUUPINOJEN PAINUMINEN

SHRINKAGE OF PULPWOOD PILES



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-Ahvonon
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 valtion-metsiä yhteensä n. 150 000 hehtaaria, jotka on jaettu 17 kokeilualueeseen ja joihin sisältyy kaksi kansallis- ja viisi 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 five strict nature reserves. Field experiments are in progress in all parts of the country.

FOLIA FORESTALIA 514

Metsäntutkimuslaitos. Institutum Forestale Fenniae. Helsinki 1982

Matti Kärkkäinen ja Juhani Salmi

KUITUPUUPINOJEN PAINUMINEN

Shrinkage of pulpwood piles

SISÄLLYS

1. JOHDANTO	3
2. AINEISTO	3
3. TULOKSET	5
4. TULOSTEN TARKASTELUA	7
KIRJALLISUUS	8

KÄRKKÄINEN, M. & SALMI, J. 1982. Kuitupuupinojen painuminen. Abstract: Shrinkage of pulpwood piles. *Folia For.* 514:1—8.

Talvella 1980...1981 järjestettiin 30 mänty- ja 30 koivukuitupuupinoa käsittävä koe pinon painumisen selvittämiseksi. Pinon kummallekin puolelle sijoitettuina mittauspisteinä toimivat pystysuorassa suunnassa samalla kohdalla olevien pölkkyjen päihin lyödyt naulat, joiden välistä etäisyyttä mitattiin 10, 14 ja 28 viikon kuluttua kokeen aloittamisesta. Koe käynnistettiin alkuvuodesta ja lopetettiin alkusyksystä.

Kokeen kestäessä koivupinot painuivat keskimäärin 3,3 % ja mäntypinot 6,8 %. Rungon painuminen johtui ilmeisesti osittain poikkeuksellisen lumisesta talvesta, jonka vuoksi pinojen sisään tuli pinotessa lunta tavanomaisista enemmän. Lisäksi pinojen alle jäänyt lumi lisäsi sulaessaan pinon liikkumista ja sen aiheuttamaa pinon tiivistymistä.

Pinon painuminen lisääntyi maassa pinoamishetkellä olleen lumen paksuuden kasvaessa sekä pinon pölkkyjen ladonnan heikentyessä. Mäntypinot painuivat koivupinoja enemmän. Mäntypinoista painuivat runkokuusta tehdyt pinot enemmän kuin latvuspuutavaraa sisältäneet pinot.

In the winter 1980...1981 an experiment was made with 30 pine and 30 birch piles to determine the amount of pile shrinkage. Each height measurement was made from two nails hammered into bolts that were one above the other at some distance apart. The distances were measured 10, 14 and 28 weeks after the beginning of the experiment. The experiment began in the winter and ended in the early autumn.

During that time the birch piles shrank 3,3 % and pine piles 6,8 %. The high shrinkage was probably partly caused by the heavy snow that particular winter as there was an abnormal amount of snow in the pile. On the other hand, thick layers of snow under the piles caused when the thaw came tilting of piles which also made them denser.

The shrinkage increased as the snow cover increased. The density of the piles also influenced the shrinkage. If the pile density was low, the pile shrank more. Pine piles shrank more than birch piles, and pulpwood made of the tops of trees less than that made of butt parts of the stems.

ODC 527:861.0
ISBN 951-40-0566-X
ISSN 0015-5543

Helsinki 1982. Valtion painatuskeskus

1. JOHDANTO

Mitattaessa kuitupuuta muutoin kuin pölkyyttain määritetään tavallisesti mitattavan erän pinotilavuus, joka muunnetaan kiintotilavuudeksi yleiseen käyttöön vakiintuneella menetelmällä (Kuitupuupinon... 1981). Pinon mahdolliseen pinotilavuuden muuttumiseen varastoinnin aikana ei ole otettu muuta kantaa kuin mainitsemalla, että pinossa olevan lumen, jään tai muun vieraan aineen aiheuttama lisäys otetaan vähennyksenä huomioon pinon korkeutta mitattaessa. Menettely on puutavaran mitaussäännön mukainen.

Selvää kuitenkin on, että pino mataloituu varastoinnin aikana. Epäsuorasti voidaan olettaa, että nykyisin sovellettu pinomittausmenetelmä onkin tarkoitettu lähinnä vain tuoreelle puutavarakkeelle, jota ei ole varastoitu pitkään. Tämä ilmenee mm. sen tutkimuksen aineistosta, johon sovellutusohjeet perustuvat: ylivuotisia pinoja ei sisältynyt aineistoon (Nikkilä ym. 1974, s. 37).

Tiedot pinojen painumisesta ovat niukat. Joitakin tietoja on kuorittuun kuitupuun painumisesta oloissa, jolloin kosteus alenee puun syiden kyllästymispisteen alapuolelle. Tällöin painumiseen vaikuttaa mm. puuaineen kutistuminen. Kiintoisin havainto on, että pino painuu vähemmän kuin puun kutistuminen edellyttäisi, ts. pino harvenee (Wuoti 1933). Kun kyseessä ovat käsin tai muutoin huolellisesti ladotut pinot, muuttaman kesäkuukauden aikana puun kutistumisesta erotettu painuminen on prosentin suuruusluokkaa ja kuorellisellakin puulla

yleensä alle 2 % (esim. Pinopuutavaran... 1934, Nylinder 1957, 1972, Salminen 1958, Čudinov ja Sokolov 1971, Heiskanen ja Riikonen 1973).

Nykyisten puunkorjuumenetelmien mukaisten, kuorellista puutavaraa käsittävien pinojen painumisesta tiedot ovat vieläkin niukemmat. Epäsuorasti on päätelty, että painuminen saattaa olla kesän aikana 3 % luokkaa (Kärkkäinen 1979, s. 202). Pienempään painumisen merkitykseen viittaavat alustavat pohjoissuomalaiset mittaukset (Högnäs 1981, suull.), mutta varsinaisia tutkimuksia ei ole tiettävästi vielä käytävissä mistään Suomen osasta.

Kun pinotilavuuden mahdollisella muuttumisella on huomattava käytännöllinen merkitys, päätettiin selvittää, miten kuorellinen mänty- ja koivukuitupuun käyttäytyminen varastoitaessa talvella pinottua puutavaraa seuraavan kasvukauden loppuun saakka.

Työ tehtiin yhteistyössä Enso-Gutzeit Oy:n kanssa. Mitattavan aineiston hankki käyttöön yhtiön metsäosasto Ilkka Kallion johdolla. Tekijöiden kesken työ jakautui siten, että Kärkkäinen suunnitteli tutkimuksen, laski tulokset ja kirjoitti käsikirjoituksen, kun taas Salmi perehtyi kirjallisuuteen ja osallistui lopullisen tutkimusraportin laadintaan. Kenttäaineiston keräyksestä vastasi Tauno Oittinen yhdessä Jukka Lehtimäen kanssa. Raportin atk-kirjoituksesta huolehti Aune Rytönen. Painatuskuntoon saattamisessa ja oikoluvussa avustivat Pirkko Kinanen ja Raija Siekkinen. Englanninkielen tarkisti L.A. Keyworth.

Käsikirjoituksen lukivat Metsäntutkimuslaitosta varten Pentti Hakkila ja Yrjö Vuokila.

Kiitämme saamastamme avusta.

2. AINEISTO

Talvella 1980...1981 Enso Gutzeit Oy osoitti mitauksia varten yhteensä 60 pinoja, jotka sijaitsivat Imatran ja Iisalmen kaupunkien läheisyydessä sekä Ilomantsin pitäjässä. 2- ja 3-metrinen puutavaran pinoista oli 30 mäntykuitupuuta ja 30 koivukuitupuuta. Viidessä mäntypinossa oli myös kuusta arvioidun osuuden ollessa tilavuudesta 5...30 %. Keloja (kuoriutunutta puutavaraa) oli neljässätoista mänty-

pinossa osuuden ollessa tilavuudesta 5...20 %. Koivukuitupuun seassa olleita vieraita lehtipuulajeja ei eroteltu. Kaiken kaikkiaan vieraiden puutavarakkeiden merkitys oli kuitenkin kohtuullisen pieni.

Pinot pyrittiin mittaamaan välittömästi maastokuljetuksen päätyttyä, ennen kuin painuminen oli päässyt alkuun olennaisessa määrin. Pinoamishetkellä

lunta oli maassa keskimäärin 48 cm. Paljaan maan aikana tehtyjä pinoja oli 10. Suurin lumen syvyys oli peräti 100 cm (5 pinoja).

Ensi kerralla pinoja mitattaessa niistä selvitettiin yleiset ominaisuudet: puutavaralaji, vieraan puutavaralajin osuus, pinoamisajankohta, pölkkyjen keskipituus otannalla, pinon pituus molemmilta puolilta, suuntautuminen ilmansuuntiin nähden sekä maassa olleen lumen paksuus pinon ladonta-ajankohtana. Samoin sijoitettiin likimain tasaisin välimatkoin pinon kummallekin sivulle mittauspisteitä, joita oli pinon koosta riippuen sen kummallakin puolella 7...67 kappaletta. Kunkin mittauspisteen muodosti kaksi pölkkyjen keskipisteisiin lyötyä 100 mm naulaa, joiden välistä etäisyyttä mitattiin aika ajoin 1 mm tarkkuudella. Naulat sijoitettiin pystysuorassa suunnassa samalla kohdalla olevien pölkkyjen päihin. Alle kaksi metriä korkeissa pinon osissa mittauspiste käsiteltiin yhtenä kokonaisuutena. Korkeammissa pinon osissa käytettiin kolmea samalla kohdalla sijaitsevaa naulaa, jolloin saatiin erikseen selvitettyä pinon yläosan, alaosan ja koko pinon painuminen ajan kuluessa.

Pinon yläosan naulapölkkyihin piirrettiin lisäksi vaakasuora viiva pölkyn asennon muuttumisen seuraamiseksi. Mahdolliset sortumat pyrittiin havaitsemaan tällä tavalla.

Jokaisesta mittauspisteestä selvitettiin pysyvät tiedot kuten pölkkyjen keskiläpimitta, ladonta, karsinta ja mutkaisuus tavanomaisen pinomittausmenetelmän mukaan (ks. Kuitupuupinon... 1981). Käytännössä osoittautui, etteivät mainitut pinotiheytekijät juuri vaihdelleet mittauspisteestä toiseen ja näin ollen käytettiin koko pinolle samoja arvoja vähäisin poikkeuksin. Sitä vastoin pinosta toiseen oli runsasta vaihtelua: ladontaluokka oli 1...4, karsintaluokka 2...4, mutkaisuusluokka 1...3 ja keskiläpimitta 91...181 mm. Vaikuttavien tekijöiden suuren vaihtelun vuoksi aineisto soveltuu erinomaisesti monimuuttujamenetelmien käyttöön.

Mainittujen tekijöiden lisäksi mitattiin pinon todellinen korkeus mittauspisteen määrittämällä alueella sekä pinon yläreunan kaltevuus prosentteina pinon pituus-suunnassa. Pinojen suurin korkeus oli välillä 113...434 cm (keskiarvo 249 cm) keskikorkeuden ollessa 185 cm. Suurin kaltevuus oli 94 % kaikkien mittauspisteiden keskiarvon ollessa 19 % (lasku tai nousu yhden metrin matka!la oli 19 cm).

Neljänä ajankohtana selvitettiin naulojen välinen etäisyys. Ensimmäinen mittaus tehtiin mahdollisimman aikaisessa vaiheessa pinon perustamisen jälkeen, toinen ennen lumen sulamista maasta keskimäärin 10 viikkoa pinon teosta laskien, kolmas lumen sulamisen jälkeen keväällä (keskim. 14 viikkoa pinon teosta) ja neljäs kokeen päättyessä loppukesällä (keskim. 28 viikkoa pinon teosta). Jokaisena ajankohtana todettiin etäisyyden lisäksi myös mahdollisen lumivähennyksen suuruus, jos pinon sisässä oli lunta, sekä pinon päällä olevan lumen paksuus. Lumivähenny-

nystä tehtiin jonakin ajankohtana (ensimmäisellä tai toisella mittauskerralla) 13 pinossa. Yleisempää merkitystä lumivähennyksellä ei ollut, joskin suurin pinon sisässä olleen lumen vahvuus oli peräti 30 cm. Pinon päälle lunta kertyi 10...70 cm kokeen alkuvaiheen aikana.

Mittauskelpoisten mittapisteiden lukumäärä aleni koko kokeen ajan erilaisten syiden vuoksi (pinon kaatuminen, naulojen varastaminen ym.). Hävikki ei kuitenkaan ollut epätavallisen suuri. Kaikkiaan tehtiin 5727 etäisyysmittausta.

Taulukossa 1 on esitetty tärkeimmät pinoja koskevat tiedot.

Tuloksia laskettaessa vähennettiin alkuperäisestä naulojen välisestä etäisyydestä lumivähennys, jotta eri mittauspisteet saataisiin vertailukelpoisiksi keskenään. Lumivähennyksen merkitys osoittautui kuitenkin vähäiseksi, kuten aiemmin todettiin.

Tulokset laskettiin mittauspisteittäin ja pinoittain. Mittauspisteittäin seurattiin, kuinka naulojen välinen etäisyys muuttui suhteessa alkuperäiseen etäisyyteen ajan funktiona. Pinokohtaisesti laskettiin tilavuusmääräisesti oikea tulos laskemalla eri aikoina tehdyt etäisyyshavainnot yhteen ja suhteuttamalla muutos tutkimuksen alussa todettuun naulojen välisten etäisyyksien summaan. Näin menetellen matalat pinonosat vaikuttivat suhteellisesti vähemmän kuin korkeat osat. Mikäli pinon pää oli sortunut, muutokset laskettiin vain niiden havaintojen perusteella, joihin sortuma ei ollut vaikuttanut. Subjektiiivisuutta pyrittiin välttämään tarkkailemalla pölkyn päähän piirretyyn viivan asennon muuttumista ajan kuluessa. Kuitenkin osoittautui, että jopa pinon keskiosassa viivan suunta oli saattanut muuttua, vaikka mitään sortumaa ei ollut tapahtunut. Tämän vuoksi ei voitu täysin luotettavasti eliminoida mahdollisuutta, etteikö jokin määrä pinon korkeuden alenemisesta aiheutunut vastaavasta pinon pituuden kasvusta. Kokonaistuloksen kannalta virheen mahdollisuus arvioitiin kuitenkin vähäiseksi.

Taulukko 1. Tärkeimmät tutkimuspinojen ominaisuudet.

Table 1. Most important characteristics of the study piles.

Ominaisuus Characteristic	Mäntykuitupu Pine pulpwood	Koivukuitupu Birch pulpwood
Pinoja, kpl Number of piles	30	30
Pölkkyjen keskipituus, cm Length of bolts, cm	286	225
Pinon pituus, dm Length of pile, dm	151	146
Pinon korkeus, cm Height of pile, cm	178	183

3. TULOKSET

Silmiinpistävin piirre tuloksissa oli, että pinot painuivat koko tutkimusajan ilman selvästi havaittavia äkillisiä muutoksia. Jo ennen lumen sulamista painumista esiintyi, eikä se loppunut keväällä lumien sulamiinseen vaan jatkui syksyyn saakka, jolloin tarkkailu lopetettiin. Tämä ilmenee seuraavasta jaotelmasta.

Ajankohta	Aika pinoamisajan- kohdasta, viikkoa	Painuminen, % Mänty- kuitupu	Koivu- kuitupu
Talvi, lunta maassa	10	0,93	0,35
Kevät, lumi sulanut	14	3,92	1,59
Syksy	28	6,76	3,25

Jaotelmasta havaitaan myös se, että mäntykuitupuupinot painuivat olennaisesti voimakkaammin kuin koivupinot.

Puutaveralajin lisäksi vaikutti huomattavasti myös lumen määrä: mitä enemmän maassa oli lunta pinon tekoheikellä, sitä suurempia olivat painumat kaikkina ajankohtina, ts. 10, 14 ja 28 viikkoa pinoamisajankohdasta (kuva 1).

Kun suoraviivaisella lineaarisella regressioanalyysillä selvitetiin painumisen riippuvuutta lumen paksuudesta, saatiin seuraavat tulokset. Malli oli $y = a + bx$, jos y on pinon painuminen % ja x on lumen paksuus cm.

Ajankohta viikkoa	Puutavara- laji	Vakio a	Kerroin b	Korrelaatio- kerroin
10	Mänty	0,490	0,00914	0,371
	Koivu	-0,190	0,0114	0,434
14	Mänty	3,43	0,0105	0,172
	Koivu	-1,07	0,0584	0,619
28	Mänty	4,64	0,0463	0,461
	Koivu	0,205	0,0723	0,713

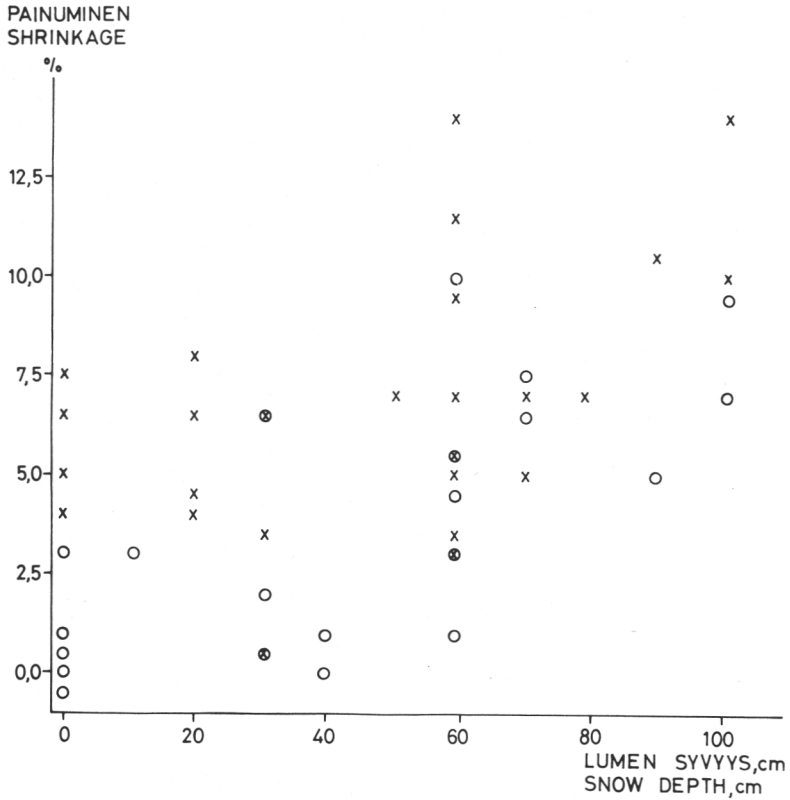
Homogeenisia ryhmiä eivät muodostaneet lumettomana aikana (5 mänty- ja 5 koivupino) tai lumiolosuhteissa ladotut pinot (25 + 25), vaan jälkimmäisessä ryhmässä painuminen lisääntyi lumen määrän kasvaessa. Tuloksen voi tulkita kahta tietä. Yksi mahdollisuus on, että tehtäessä pinot lumen päälle pino saa lumen sulaessa sitä suurempia painumista lisääviä rasituksia,

mitä enemmän lunta on jäänyt pinon alle. Toisaalta pinon sisään joutuu lunta sitä todennäköisemmin, mitä enemmän lunta on maassa ja mm. kourakasojen päällä.

Vakiotermin oli negatiivinen 10 ja 14 viikkoa varastoiduissa koivupinoissa, ts. 0 viikkoa varastoidun pinon tulisi yhtälön mukaan painua negatiivisesti eli paisua. Vakiotermin negatiivisuus ei johtunut tässä tapauksessa tavanomaisesta estimointivirheestä, vaan siitä, että lukuisat koivupinot olivat todella paisuneet alkuperäiseen verrattuna sekä 10 että 14 viikon varastoinnin jälkeen. Ensimmäisenä ajankohtana paisuneita pinoja oli 10 ja jälkimmäisenä 6, kun koivupinojen kokonaismäärä oli 30. Vielä kokeen lopussakin yksi pino oli korkeampi kuin ensimmäisellä mittauskerralla.

Mittausvirheet pyrittiin eliminoimaan niin huolellisesti, etteivät kyseessä voineet olla huolimattomuudesta johtuneet virheelliset havainnot. Yksittäisten pinojen tietoja tarkistettaessa havaittiin, että paisuneita olivat useissa tapauksissa erittäin huolellisesti ladotut pinot (ladontaluokka 1), ja usein pinot oli pystytetty lumettomalle maalle. Nämä tekijät eivät kuitenkaan yksin selittäneet pinojen paisumista: joukossa oli myös huonommin ladottuja pinoja, joiden ei olisi odottanut paisuvan missään oloissa.

Todennäköisin syy koivupinojen yleiseen paisumiseen ja toisaalta havupuuta vähäisempään keskimääräiseen painumiseen oli ilmeisesti pakkaneen. Kirjallisuuden perusteella tiedetään, että erityisesti lehtipuut ja niissä lähinnä niiden kuori supistuvat voimakkaasti pakkasessa (esim. Romell 1925, s. 113, Kinnman 1925, s. 35, Solbraa 1939, s. 132, Small ja Monk 1959, s. 232, Winget ja Kozlowski 1964, s. 336, Kübler ja Traber 1964, Huikari ja Paarlahti 1967, s. 37, Leikola 1969, s. 52, Pook ja Hall 1976). Jos ensimmäisellä mittauskerralla pölkyt olivat supistuneet pakkasen vaikutuksesta äärimmilleen, on mahdollista, että lauhemalla säällä ja kesällä saatiin naulojen välinen etäisyys suuremmaksi kuin pahimman pakkasen vallitessa. Varmuutta ilmiön syys-



Kuva 1. Mäntypinojen (risti) ja koivupinojen (ympyrä) painuminen (%) 28 viikon aikana pinoamishetkellä maassa olleen lumen syvyyden mukaan.
 Fig. 1. Shrinkage of pine (cross) and birch (circle) piles during 28 weeks according to the snow depth during piling time.

tä ei kuitenkaan voitu saada, koska pölyttäisiä mittauksia ei tehty.

Myös pinon ladonta vaikutti painumiseen: mitä heikommin pino oli ladottu, sitä suurempi oli painuminen ajan myötä. Tämä on hyvin ymmärrettävää tiivistymismahdollisuuksia ajatellen: jos pino on alussa harva, erilaiset kuivumisen ja pinon liikkumisen aikana syntyvät voimat saattavat helpommin aiheuttaa tiivistymistä kuin jo valmiiksi tiiviissä pinossa.

Mäntykuitupuupinoissa havaittiin pienehkö ero runkotavaran ja latvustavaran kesken. Luonnollinen selitys lienee kuoren osuus: latvuspuutavarassa on niin vähän kuorta, ettei kuoren kutistumisella ja oksantynkien painumisella siihen voi olla merkitystä pinon tiivistymisessä.

Kaikkina aikoina tulokset vaihtelivat paljon, vaikka mittauspisteitä oli runsaasti

pinoa kohti ja pinokohtainen arvio painumisesta siis sängen luotettava. Ilmeisesti painuminen on niin satunnainen ilmiö, ettei sen selittäminen pinokohtaisilla muuttujilla ole helppoa. Esimerkiksi pölkkyjen satunnainen ristikkäisyys, siitä aiheutuvan jännityksen purkautuminen pinon satunnaisen liikahtamisen johdosta lumen sulaessa pinon alta sekä myös sisältä jne. selittävät eräissä tapauksissa havaitut huomattavat painumiset. Maksimiarvo oli yli 12 % yhdessä pinossa 28 varastointiviikon aikana.

Kokonaiskuvan saamiseksi laskettiin eri aikoina tehdyistä painumishavainnoista regressioanalyysi. Potentiaalisina selittäjinä kokeiltiin varastointiajan lisäksi aiemmin kuvattuja tekijöitä, niiden erilaisia muunnoksia sekä ristituloja. Lopullisen mallin muodostivat selittäjät, jotka olivat kaikki ristituloja ajan (viikkoa kokeen alusta) kans-

sa. Malli sai seuraavan muodon.

$$y = -1,19 + 0,133x_1x_2 - 0,0210x_1x_3 + 0,187x_1x_4 + 0,0425x_1x_5$$

Muuttujat olivat seuraavat:

- y = pinon painuminen, %
 x_1 = aika pinoamisesta, viikko
 x_2 = valemuuttuja, 0 = lehtipuu, 1 = havupuu
 x_3 = valemuuttuja, 0 = runkotavara, 1 = latvustavara
 x_4 = lumen paksuus maassa pinoamishetkellä, cm
 x_5 = ladontaluokka 1...4

Yhtälön selityssaste oli 58,9 % ja jäännöshajonta 2,07 prosenttiyksikköä. F-testin tunnusluku oli 52,2 (4,146).

Tulomuotoisista selittävästä tekijöistä seuraa, että kunkin painumiseen vaikuttavan tekijän vaikutus on absoluuttisesti sitä suurempi, mitä pidempi aika on kulunut pinoamisesta. Ensimmäiseen syksyyn mennessä ei ollut havaittavissa merkkejä lineaarisuuden katoamisesta. Luultavaa kuitenkin on, että jatkossa pinojen painuminen olisi hidastunut ja tulomuotoisten tekijöiden lisäksi yhtälöön olisi kaivattu toisen asteen ristitulotekijöitä.

Pinon korkeus ei ollut tilastollisesti merkitsevä selittävä tekijä. Itse asiassa pinon korkeuden korrelaatio painumisen kanssa oli negatiivinen. Koska on vaikea ymmärtää, miksi matalat pinot painuivat korkeita enemmän, negatiivinen korrelaatio (sinänsä

tilastollisesti merkitsevä) lienee syntynyt sattumalta. Toinen mahdollisuus on, ettei lumivähennystä tehty niin herkästi matalissa kuin korkeissa pinoissa.

Käsitystä pinon korkeuden vähäisestä merkityksestä tuki myös havainto, että pinon alaosassa painuminen oli likimain sama kuin pinon yläosassa. Tämä näkyy seuraavasta jaotelmasta, joka perustuu 894:ään sellaiseen mittauspisteeseen, joista tehtiin havainto painumisesta samalla kohtaa sekä pinon ala- että yläosasta. Tulokset tarkoittavat ajankohtaa 28 viikkoa pinon tekemisestä.

	Painuminen,	
	mm	%
Pinon yläosa	41	3,9
Pinon alaosa	41	3,5

Pinon alaosan painumista vähensi ilmeisesti puutavaran pysyminen kosteampana ja mahdollisesti myös se, että suurempi kuormitus piti ristikkäiset pölkkyt paremmin asemissaan kuin pienempi kuormitus pinon yläosassa. Samoin pinon kallistelu lumen sulamisen myötä vaikutti vaakasuurana voimakomponenttina enemmän pinon ylä- kuin alaosassa. Pelkkää pystysuoraa kuormitusta ajatellen olettaisi, että pinon alaosa painuu yläosaa enemmän.

4. TULOSTEN TARKASTELUA

Havaittu pinojen painuminen, talvesta syksyyn keskimäärin yli 5 %, oli runsaasti enemmän kuin osattiin odottaa. Se on suuruusluokaltaan ristiriidassa vanhojen käsitysten kanssa. Tulokset ovat kuitenkin suuruusluokaltaan yhtäpitäviä julkistamattomien pohjoissuomalaisen tulosten kanssa. MH Högnäsin (Metsähallinnon kehittämissuunnitelma, 1982) antamien ennakkotietojen mukaan lumisena aikana tehdyt mäntykuittupuupinot painuivat vuoden aikana keskimäärin lähes 5 %, vaikka pinon sisään jääneen lumen vaikutus eliminoitiin.

Runsas painuminen syität on tarpeen pohtia tarkemmin ja välttää liiallista tulosten yleistystä.

Merkittävin suureen painumiseen vaikuttanut tekijä lienee ollut sää. Talvi 1980...

1981 oli erittäin luminen, jolloin lunta joutui runsaasti sekä pinon sisään että sen alle lumettomana aikana tehtyjä pinoja (10 kpl) lukuun ottamatta. Vaikka lumivähennyksen avulla pyrittiinkin ottamaan huomioon pinossa ollut lumi, tässä ei ilmeisesti täysin onnistuttu. Selvää onkin, ettei pölkkyjen pinnalla ohuella olevaa lunta ja jäätä voida käytännössä ottaa huomioon, vaan lumivähennys koskee tilanteita, jolloin pinon sisään on joutunut selviä lumilohkareita tai pinoja on korotettu vanhan pinon päällä olevan lumen päälle. Se lumi, mikä helposti tulee kourakasojen pölkkyjen mukana pinon sisään, jää vaikuttamaan huomattavaan pinon painumiseen lumen tiiviydessä ja sulaessa.

Lumen ominaisuuksista voi selittyä myös

havainto, että painumista tapahtui runsaasti jo ennen lumen sulamista. Paineen alla lumi tiivistyy runsaasti ja riittävässä paineessa jopa muuttuu vedeksi.

Talven 1980...1981 poikkeuksellisuuden vuoksi tuloksia ei voida yleistää, vaikka ilmeistä onkin, että usein myös tulevaisuudessa voidaan saada tuloksia, että lehtikuitupuu voi painua noin 3 % ja havukuitupuu yli 5 %. Tulosten yleistämisestä riippumatta nyt tehdyt havainnot osoittavat, kuinka paljon huonoissa oloissa tehdyt pinot

voivat painua.

Toisaalta esim. keskimääräinen talvivähennys pinon painumisen varalta ei ole ilman muuta paikallaan. Lukuisat koivupinot paisuivat ainakin ensimmäiseen tarkastukseen mennessä osoittaen, ettei pelkkä talvi ole olennainen tekijä. Mikäli pinon sisään ei jää lunta, merkitsevimmäksi tekijäksi saattaa tulla pölkkyjen läpimitan kasvu lämpötilan kohotessa alhaisista pakaslukemista.

KIRJALLISUUS

- CUDINOV, B.S. & SOKOLOV, P.V. 1971. Rascet usadki d ov pri hranenii v polennicah. Teoksessa: Issledovanie drevesiny i materialov na ee osnove, s. 74—77. Krasnojarsk.
- HEISKANEN, V. & RIIKONEN, J. 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. 24 s.
- HUIKARI, O. & PAARLAHTI, K. 1967. Results of field experiments on the ecology of pine, spruce and birch. Selostus: Kenttäkokeiden tuloksia männyn, kuusen ja koivun ekologiasta. *Commun. Inst. For. Fenn.* 64(1):1—135.
- KINNMAN, G. 1925. Studier rörande flytbarheten hos flottgods. *Skogsvårdsfören. Tidskr.* 23:1—36, 105—124, 145—182.
- KÜBLER, K. & TRABER, H. 1964. Temperatur- und Dimensionsänderungen von Baustämmen im Winter. *Forstwiss. Cbl.* 83(3/4):88—96.
- Kuitupuupinon kiintomittaus. Mittausneuvoston hyväksymä ohje 22.1.1981. Helsinki. 16 s.
- KÄRKKÄINEN, M. 1979. Pinotilavuusmääräinen kuorintahäviö koneellisesti ladotuissa pinoissa. Summary: Barking loss of mechanically loaded piles. *Silva Fenn.* 13(2):190—204.
- LEIKOLA, M. 1969. The influence of environmental factors on the diameter growth of forest trees. Auxano-metric study. *Acta For. Fenn.* 92:1—145.
- NIKKILÄ, H., RIIKONEN, P. & HEISKANEN, V. 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, P. 1957. Undersökning över fast-masseprocenter, 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.
- 1972. Virkesmätning, Kompendium Instn. Virkeslära Skogshögsk. 5:1—n.
- Pinopuutavaran mittauksesta ja ylimitoista. Komiteanmietintö. 1934. Teoksessa: Keskusmetsäseura Tapion r.y. toiminta vuonna 1933, s. 155—215. Helsinki.
- POOK, E.W. & HALL, T. 1976. Effects of freezing conditions on boles of snow gum. *For. Sci.* 22(3): 370—376.
- ROMELL, L.—G. 1925. Växttidsundersökningar å tall och gran. Resume: Recherches sur la marche de l'accroissement chez le pin et l'épicéa durant la période de végétation. *Medd. Stat. Skogsförsöksanst.* 22:45—124.
- SALMINEN, J. 1958. Tutkimuksia Cambio 35 kuorimakoneiden käytöstä. Summary: Investigations into the use of Cambio 35 barking machines. *Metsäteho Tied.* 146:1—46.
- SMALL, J.A. & MONK, C.D. 1959. Winter changes in tree radii and temperature. *For. Sci.* 5(3): 229—233.
- SOLBRAA, T. 1939. Bast og andre faktorer som influerer på tommermålingsresultat. *Tidskr. Skogbr.* 47(3):73—79, (4):120—134.
- WINGET, C.H. & KOZLOWSKI, T.T. 1964. Winter shrinkage in stems of forest trees. *J. For.* 62(5): 335—337.
- WUOTI, E. 1933. Kuusipaperipuun kutistumisesta ja kutistumisen osuudesta pinon painumiseen. Referat: Über das Schwindmass des Fichtenpapierholzes und den Anteil des Schwindens an der Verringerung der Stosshöhe. *Acta For. Fenn.* 39(6):1—45.

ODC 527:861.0
ISBN 951-40-0566-X
ISSN 0015-5543

KÄRKKÄINEN, M. & SALMI, J. 1982. Kuitupuupinojen painuminen. Abstract: Shrinkage of pulpwood piles. Folia For. 514:1—8.

In the winter 1980...1981 an experiment was made with 30 pine and 30 birch piles to determine the amount of pile shrinkage. Each height measurement was made from two nails hammered into bolts that were one above the other at some distance apart. The distances were measured 10, 14 and 28 weeks after the beginning of the experiment. The experiment began in the winter and ended in the early autumn.

During that time the birch piles shrank 3,3 % and pine piles 6,8 %. The shrinkage increased as the snow cover increased. The density of the piles also influenced the shrinkage. If the pile density was low, the pile shrank more. Pine piles shrank more than birch piles, and pulpwood made of the tops of trees less than that made of butt parts of the stems.

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

ODC 527:861.0
ISBN 951-40-0566-X
ISSN 0015-5543

KÄRKKÄINEN, M. & SALMI, J. 1982. Kuitupuupinojen painuminen. Abstract: Shrinkage of pulpwood piles. Folia For. 514:1—8.

In the winter 1980...1981 an experiment was made with 30 pine and 30 birch piles to determine the amount of pile shrinkage. Each height measurement was made from two nails hammered into bolts that were one above the other at some distance apart. The distances were measured 10, 14 and 28 weeks after the beginning of the experiment. The experiment began in the winter and ended in the early autumn.

During that time the birch piles shrank 3,3 % and pine piles 6,8 %. The shrinkage increased as the snow cover increased. The density of the piles also influenced the shrinkage. If the pile density was low, the pile shrank more. Pine piles shrank more than birch piles, and pulpwood made of the tops of trees less than that made of butt parts of the stems.

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

Tilaa kortin kääntäpuolelle merkitsemäni julkaisut (julkaisun numero mainittava).

Please send me the following publications (put number of the publication on the back of the card).

Nimi
Name

Osoite
Address

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



Folia Forestalia _____

Communicationes Instituti Forestalis Fenniae _____

Huomautuksia

Remarks _____

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

Ojajoen koasema
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:* PL 68
80101 Joensuu 10, Finland
Puh. — *Phone:* (973) 28 311

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

Kannuksen energiametsätoimipiste
Kannus Energy Forestry Station
Os. — *Address:* 69100 Kannus, Finland
Puh. — *Phone:* (968) 71 161

1981

- No 491 Salo, Esko & Vuorivirta, Juha: Yksityismetsien raakapuun hakkuu-, luovutusmittaus- ja toimitustavat vuosina 1974—76.
Cutting, delivery and measurement methods of roundwood in private forests in Finland in 1974—76.
- No 492 Teivainen, Terttu, Kananen, Aino & Kuhlman, Eeva: Vesimyrän aiheuttamat tuhot männyn siemenviljelmillä Keski-Suomessa vuonna 1979/80.
Water vole (*Arvicola terrestris*) damage in Scots pine seed orchards in Central Finland during 1979/80.
- No 493 Ferm, Ari & Sepponen, Pentti: Aurasjäljen muuttuminen ja kasvillisuuden kehittyminen metsänuudistusaloilla Lapissa 10 vuoden aikana.
Development of ploughed tracks and vegetation on reforestation areas in Finnish Lapland during a period of 10 years.
- No 494 Vanhanen, Heidi & Pajunen, Leevi: Metsurin työvälinekustannukset 1980.
Forest workers' equipment costs in Finland in 1980.
- No 495 Huttunen, Terho: Suomen puunkäyttö, poistuma ja metsätase 1979—81.
Wood consumption, total drain and forest balance in Finland, 1979—81.
- No 496 Heikka, Timo & Piirainen, Kimmo: Pienhakkureiden voimankäyttö.
Power consumption of small chippers.
- No 497 Heikkilä, Risto: Männyn istutustaimikkojen tuhot Pohjois-Suomessa.
Damage in Scots pine plantations in northern Finland.
- No 498 Rantamäula, Jari: Hakkuutähteiden haketus kevyellä kalustolla.
Chipping logging residues with light-weight equipment.
- No 499 Järveläinen, Veli-Pekka: Hakkuukäyttäytyminen yksityismetsäloilla.
Cutting behaviour in Finnish private woodlots.

1982

- No 500 Puu energiaraaka-aineena. Kokousesitelmät.
Wood as a raw material for energy production. Symposium papers.
- No 501 Kärkkäinen, Matti: Pölkyittäinen kuitupuun mittaust.
Measurement of pulpwood by the bolt.
- No 502 Etholén, Kullervo & Huuri, Leena: Visakoivua käsittelevä kirjallisuus.
Bibliography on curly birch, *Betula pendula* var. *carelica* (Mercklin).
- No 503 Löytyniemi, Kari: Männyntaimikkojen hirvivahingot 1950-luvun alussa.
Moose (*Alces alces*) damage in young pine stands in Finland at the beginning of the 1950's.
- No 504 Valsta, Lauri: Istutuskuusikon kasvatustiheyksien liiketaloudellinen vertailu.
Profitability comparison of growing densities in spruce plantations.
- No 505 Petäistö, Raija-Liisa: Juurten leikkaamisen jälkeinen sienitautiriski havupuun taimilla taimitarhalla.
Risk of fungal infection on coniferous seedlings after root pruning in forest nurseries.
- No 506 Eeronheimo, Olli: Tapio-kuormainharvesteri maataloustraktorissa.
Farm tractor mounted Tapio tree harvesting head.
- No 507 Puro, Tiina: Lannoitusajankohdan merkitys eri puulajien kasvureaktiossa.
Effect of fertilization time on growth reaction of different tree species.
- No 508 Jokinen, Pekka & Kellomäki, Seppo: Havaintoja metsikön kasvutiheyden vaikutuksesta runkojen oksaisuuteen varttuneissa männyn taimikoissa.
Observations on the effect of spacing on branchiness of Scots pine stems at pole stage.
- No 509 Oker-Blom, Pauline & Kellomäki, Seppo: Metsikön tiheyden vaikutus puun latvukseen sisäiseen valoilmastoon ja oksien kuolemiseen. Teoreettinen tutkimus.
Effect of stand density on the within-crown light regime and dying-off of branches. Theoretical study.
- No 510 Metsätalastollinen vuosikirja 1981.
Yearbook of Forest Statistics 1981.
- No 511 Pelkonen, Heikki, Tuomi Pertti & Valtanen, Jukka: Männyn viljelytaimikoiden kunto 10 vuoden iällä Taivalkoskella.
Survival of pine on reforested sites in northern Finland.
- No 512 Annila, Erkki: Lindaanin käyttö männyn paperikennotaimien suojaamiseksi tukkimiehintäin tuhoilta.
Lindane treatment against *Hylobius* damage on Paper pot seedlings of Scots pine.
- No 513 Kalaja, Hannu & Rantamäula, Jari: Junkkari laikkahakkurit.
Junkkari disc chippers.
- No 514 Kärkkäinen, Matti & Salmi, Juhani: Kuitupuupinojen painuminen.
Shrinkage of pulpwood piles.
- No 515 Kärkkäinen, Matti & Uusvaara, Olli: Nuorten mäntyjen laatuun vaikuttavia tekijöitä.
Factors affecting the quality of young pines.
- No 516 Päivänen, Juhani: Hakkuun ja lannoituksen vaikutus vanhan metsäojitusalueen vesitalouteen.
The effect of cutting and fertilization on the hydrology of an old forest drainage area.

Metsäntutkimuslaitoksen julkaisusarjoja, Communicationes Institutii 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.

Myynti: Valtion painatuskeskus, Annankatu 44, 00100 Helsinki 10, puh. (90) 17 341

ISBN 951-40-0566-X
ISSN 0015-5543