

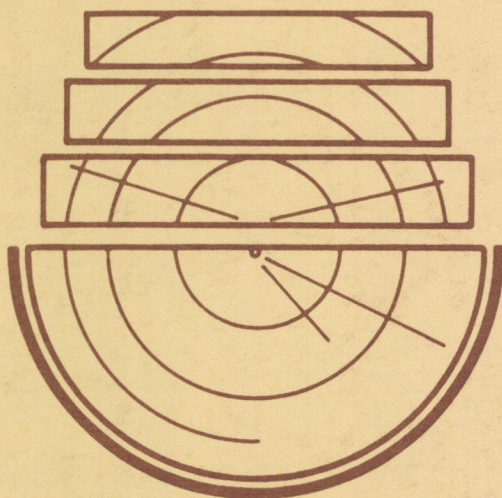
METSÄNTUTKIMUSLAITOKSEN
TIEDONANTOJA 136

METSÄTEKNOLOGIAN TUTKIMUSOSASTO
PUUNTUTKIMUSSUUNTA



Pentti Sairanen

KUITUPUUKUORMAN MITTAUS RAUTATIEKULJETUKSESSA



Helsinki 1984

METSÄNTUTKIMUSLAITOKSEN TIEDONANTOJA 136

Metsäteknologian tutkimusosasto

Puuntutkimussuunta

Pentti Sairanen

KUITUPUUKUORMAN MITTAUS RAUTATIEKULJETUKSESSA

SISÄLLYS

1. JOHDANTO	3
2. AINEISTO JA MENETELMÄT	5
3. TUTKIMUSTULOKSET	8
4. PÄÄTELMIÄ	13
KIRJALLISUUS	16
TAULUKOT	17

HELSINKI 1984

ISBN 951-40-0972-X

ISSN 0358-4283

Helsinki 1984. Valtion painatuskeskus

1. JOHDANTO

Kuitupuukuormien kiintomittaus on maassamme kuitupuuta käyttävillä tehtailla laajalti käytetty vastaanottomittausmenetelmä. Osuuskunta Metsäliitto on seurannut kiintomittauksen tuloksia tarkastusmittauksin käyttäen pölkyittäistä mittausta. Tarkastusmittauksissa on havaittu rautateitse saapuvien kuitupuukuormien kiintomittauksen eli tehtaan vastaanottomittauksen ja tarkastusmittauksen tulosten välillä merkittävinä pidettäviä eroja. Pölkyittäisessä mittauksessa ja kuorman kiintomittauksessa saadun kuorman tilavuuden ero on ollut joissakin tapauksissa jopa yli 10 %. Tarkastusmittaukset antavat keskimäärin n. 1,5 % suurempia tuloksia kuin vastaanottomittaukset.

Puutavaran tilavuutta metsäpäässä ja kuljetuksen jälkeen tehtaalla ei varsinaisesti ole verrattu keskenään. Pölkyittäisen mittauksen on oletettu antavan riittävän tarkan kuvan vastaanotetun puutavaran määrästä.

Metsäliitossa on oletettu, että mittaerot saattaisivat johtua rautatiekuljetuksen aikana tapahtuvasta kuitupuukuormien painumisesta. Nippujen painuessaan kehystilavuus pienenee, mutta pinon tiiviystekijät pysyvät pääosin vakioina. Pinon tiivistymisen voisi teoriassa huomata ainoastaan ladonnan muuttumisena. Käytäntö on kuitenkin osoittanut, että arvioinnin subjektiivisuuden vuoksi on vaikea havaita painumaa, joka syntyy pölkköjen "hakiessa" paikkaansa kuljetuksen aikana. Näin ollen metsä- ja tehdaspään kehystilavuuserosta huolimatta kuorman kiintotilavuusprosentti saate-

taan arvioida samaksi, vaikka matkan aikana olisikin tapahtunut tiivistymistä. Toisin sanoen tehdasvastaanotossa kiintotilavuusprosentti saatetaan helposti arvioida liian pieneksi ja näin ollen koko vastaanotettu puumäärä todellista pienemmäksi.

Pinotavaran painumista rautatiekuljetuksen aikana on tutkittu aiemminkin sekä halko- että kuitupuukuormilla. Ahonen (1950 ja 1956) mainitsee Piipposen suorittamista, varsin laajoista tutkimuksista, joissa seurattiin 1-metrisen puolipuhaaksi kuoritun paperipuun painumista rautatiekuljetuksessa. Painuma oli tällöin keskimäärin 3 %. Kuljetusmatkasta ei lähteessä ollut mainintaa.

Ahosen (1955 ja 1956) tutkimuksessa halkopinojen irtotilavuus pieneni rautatiekuljetuksessa 670 km matkalla umpivaunuilla keskimäärin 2,4 % ja avovaunuilla 1,8 %. Ahonen toteaa saatujen tulosten osoittavan kuitenkin painumisen vähimmäismääriä kookkaista haloista ja hyvästä ladonnasta johtuen. Toisaalta ilmeni myös yksittäisten pinojen irtotilavuuden kasvua kuljetuksen aikana, mikä Ahosen mukaan aiheutui erittäin tiiviiden pinojen löystymisestä tärinän ja töytäisyjen johdosta.

Pinojen painuminen autokuljetuksessa Ahosen (1956) kokeen mukaan 9 km matkalla oli keskimäärin 3,2 %.

Heiskasen ja Riikosen (1973) tutkimuksen mukaan 100 - 120 km kuljetusmatka on pienentänyt kehystilavuutta autokuljetuksessa keskimäärin 1,4 %.

Esillä olevan tutkimuksen tarkoituksena on selvittää Metsä-Botnian Kaskisten tehtailla vastaanottamien kuitupuukuormien painumista eripituisten kuljetusmatkojen aikana sekä tehtaan vastaanoton ja Osuuskunta Metsäliiton ja tarkastusmittausten mittaeroihin johtavia syitä.

Tutkimusaineiston keruusta vastasivat metsäteknikot Teppo Partamies ja Kari Lahdenmäki Osuuskunta Metsäliitosta. Aineiston atk-käsittelystä vastasi Hannu Aaltio ja puhtaaksikirjoituksesta Aune Rytkönen. Käsikirjoituksen ovat lukee-neet ja antaneet arvokkaita neuvoja prof. Olli Uusvaara, metsänhoitajat Pentti Rikkinen ja Juhani Salmi.

Kaikille tutkimukseen osallistuneille esitän lämpimät kiitokseni.

2. AINEISTO JA MENETELMÄT

Tutkimus suoritettiin Osuuskunta Metsäliiton ja Metsän-tutkimuslaitoksen yhteistyönä syksyn 1983 aikana. Tutkimuksesta sovittiin 8.6.1983 yhteisessä neuvottelussa edellä mainittujen osapuolten välillä.

Tutkimusaineisto käsittää kaikkiaan 58 junanvaunua, joissa kussakin kaksi nippua eli yhteensä 116 nippua. Kaikki niput olivat likipituista 3-metristä kuitupuuta. Junakuormien lähetysasemat ja kuljetusmatkat Metsä-Botnian Kaskisten tehtaalle, jossa puutavara vastaanotettiin olivat seuraavat: Myllymäki - 88 km, Niinimaa - 147 km, Inha - 189

km, Koskenkorva - 197 km, Hämeenlinna - 350 km, Muijala - 354 km, Nummela - 462 km. Lähtöasemat valittiin Metsäliitossa Metsäntutkimuslaitoksen laatimassa tutkimussuunnitelmassa määriteltyjen matkaluokkien mukaisesti. Matkaluokkia on kolme: 1. alle 150 km, 2. 150-250 km ja 3. yli 250 km. Aineisto jakautui puulajeittain ja matkaluokittain seuraavasti:

Matkalk.	Havupuu		Lehtipuu		Yht.	
	Vaunuja, kpl	m ³	Vaunuja, kpl	m ³	Vaunuja, kpl	m ³
- 150	14	290,2	10	195,2	24	485,4
150 - 250	12	241,5	7	129,0	19	370,5
250 -	10	233,2	5	100,0	15	333,2
Yhteensä	36	764,9	22	424,2	58	1189,1

Osuuskunta Metsäliiton kenttähenkilökunta teki kaikki mittaukset Metsäntutkimuslaitoksen valvonnassa.

Pinojen kehystilavuuden ja tiiviyden muutosten seuraamiseksi suoritettiin lähtö- ja tehdaspäissä kuormien kehysmittaus voimassaolevan ohjeen mukaisesti (Kuitupuukuorman ..., 1981). Tehtaan vastaanotossa mitattiin kuljetuksen jälkeinen pinon kehystilavuus ilman vähennyksiä eli ns. tehtaan bruttoirtotilavuus. Pinon kiintotilavuudesta tehtiin muutamissa tapauksissa laatu vähennyksiä alimitan takia, jolloin saatiin nettotilavuus tehtaalla.

Tiivistymistä seurattiin myös määrittämällä kuorman painuminen ns. naulamenetelmällä seuraavasti (Kärkkäinen ja Salmi, 1982). Pinojen kummallekin sivulle, likimain tasavälein (n. 1 m) sijoitettiin mittauspisteet. Kunkin mittauspisteen muodosti kaksi pölkkyjen keskipisteisiin lyötyä 150 mm naulaa, joiden väliset etäisyydet mitattiin lähtö- ja tehdaspäissä 1 mm tarkkuudella. Naulat sijoitettiin pystysuunnassa samalla kohdalla olevien pölkkyjen päihin. Naulojen etäisyys toisistaan mitattiin niiden pölkynpuoleisesta päästä. Jokaisessa pinossa oli kolme mittauspistettä kumpaakin päätä kohden: yksi pinon keskellä ja yksi molemmilla reunoilla. 52 havupuu- ja 36 lehtipuupinosta mitattiin lisäksi ylimmäisten naularivien laitimaisten naulojen etäisyys toisistaan, eli vaakamitta. Tämän avulla pyrittiin selvittämään leviämisestä johtuvaa pinon mataloitumista.

Pinojen pölkyittäinen- eli tarkastusmittaus tehtiin lähtöpäässä lukuun ottamatta tapausta, jossa mittaus tapahtui tehtaalla. Mittaus toimitettiin elektronisella puutavaran mittaus- ja laskentalaitteella - "Visaksilla" pölkkyjen keskeltä käyttäen kolmimetrisen kuitupuun muuntokerointa 1,024. Kertoimen käyttö edellytti kuitenkin, että mittauserässä oli tyviä vähintään 25 % tilavuudesta. Mikäli niitä oli alle 25 % kertoimia ei käytetty. Pölkkyjen pituus määritettiin otannalla joka 10:stä pölkystä. Koska otosta pidettiin riittävän edustavana, keskipituus laskettiin aritmeettisena keskiarvona järeytluokilla painottamatta. Useissa kuormissa tehtiin alimitan vuoksi laatu vähennys tarkastusmitasta.

3. TUTKIMUSTULOKSET

Tilavuusmuutosten ja painumien selvittämiseksi suoritettiin lähtö- ja tehdaspään tietojen vertailua matkaluokittain. Kaikissa kehystilavuutta koskevissa laskelmissa on tehdaspään tilavuutena käytetty tehtaan vastaanoton tilavuuksia, mikäli ei toisin mainita. Tarkastusmittaustuloksia on ollut käytettävissä ainoastaan kolmannen matkaluokan osalta. Tämä johtuu tutkimuksen kenttätöiden järjestelyissä ilmenneistä puutteellisuuksista. Myös lähtöpään kehystilavuustiedot puuttuvat kokonaan 2. matkaluokan lehtikuitupuulta, minkä syyksi on ilmoitettu junan ennaaikainen lähtö. Kehystilavuuden muutos rautatiekuljetuksen aikana eri matkaluokissa nähdään taulukosta 1.

Tutkimuksen mukaan havu- ja lehtikuitupuukuormien tilavuus pieneni kuljetuksen aikana keskimäärin 2,55 ja 3,78 %. Tuloksia tarkasteltaessa, ilmenee kuitenkin, että alle 150 km matkalla havukuitupuukuorman keskimääräinen kehystilavuus on kasvanut 1 %:n verran (taulukossa kasvu on osoitettu miinusmerkillä). Vertailu taulukoiden 2 ja 3 tuloksiin osoittaa sitä vastoin, että naulamittausten mukaan on tapahtunut nippujen lievää tiivistymistä. On vaikea sanoa varmasti, kumpi tuloksista on lähempänä oikeaa arvoa, koska tehdaspään kehysmitan tarkastusmittausta ei suoritettu. Näin ollen mahdolliset vastaanottomittauksessa syntyneet virheet jäivät toteamatta. Naulamittauksen tuloksiin ei voida suhtautua varauksetta, koska tutkimuksen aikana havaittiin nippujen ja yksittäisten pölkköjen siirtymistä pituussuunnassa. Näin ollen naulamittauksen tulokset saat-

tavat siirtymien vuoksi jonkin verran poiketa todellisista arvoista. Siirtymien johdosta olisi odotettavissa naulavälien kasvu kuljetuksen aikana, mutta kaikissa matkaluokissa (myös ensimmäisessä) naulamittausten osoittaa siirtymistä huolimatta nippujen tiivistymistä eli naulavälien pienenemistä. Toisaalta tästä ilmenee, että siirtymät ovat olleet keskimäärin vähäisiä, joten naulamittausten antamat tulokset eivät todennäköisesti poikkea kovin paljon todellisista arvoista.

Taulukosta 1 nähdään kehysmitan muutoksen kasvu matkan kasvaessa. Havupuulla matkaluokassa 150 - 250 km havaittu suuri kehystilavuuden muutos johtunee puolestaan lähtöpään muita matkaluokkia huomattavasti alhaisemmasta keskimääräisestä kiintotilavuusprosentista (taulukko 4). Matkan lisäksi on siis otettava huomioon myös alkuperäinen nippujen tiiviys, jotta painumia voitaisiin verrata toisiinsa. Koska eri matkaluokilla on ollut eri vastaanottomittausajat, on myös todennäköistä, että tämä on vaikuttanut nippujen tiivistymistä kuvaavien lukujen keskinäisiin suhteisiin.

Koska kehystilavuuden muutokset on määritetty tehtaan vastaanoton tilavuutta hyväksikäyttäen, saattavat tulokset olla liian suuria. Tähän viittaisivat tulokset, jotka laskettiin kolmannen matkaluokan (yli 250 km) tarkistusmittausten perusteella (ks. taulukko 1 suluissa). Havupuulla kolmannen matkaluokan kehystilavuuden muutos on tarkistusmittaustulosten perusteella laskettuna 1,88 prosenttiyksikköä pienempi kuin tehtaan vastaanoton mittauksiin perustuva luku. Lehtipuulla vastaava ero on vielä suurempi eli

7,12 prosenttiyksikköä. Myös seuraava asetelma osoittaa että tehtaan vastaanotossa puutavaran tilavuus on mitattu pienemmäksi kuin tarkastusmittauksessa.

	Tarkastusmittaus Kehystilavuus, m ³	Vastaanottomittaus Kehystilavuus, m ³	Ero %
Havupuu	34,030	33,340	- 1,92
Lehtipuu	34,886	32,374	- 7,16

Alimittausprosentti vastaa siis suunnilleen kehystilavuuden muutoksen yliarviointia.

On täysin mahdollista, että muidenkin matkaluokkien tulokset ovat liian suuria. Näin ollen on syytä olettaa, että taulukossa 1 esitetyt tulokset eivät välttämättä anna oikeata kuvaa kehystilavuuden muutoksen suuruudesta.

Taulukoissa 2 ja 3 on havaittavissa myös kuljetusmatkan vaikutus painumaan. Naulamittausten perusteella voitiin määrittää nippujen kehystilavuuden muutos prosenteissa 1. ja 2. matkaluokalle. Kolmannesta matkaluokasta laskelmia ei voitu tehdä koska naulavälien vaakamittausta kyseisissä nipuissa ei tehty. Taulukossa 3 esitetyt naulavälien pystymittamuutokset osoittavat kuitenkin painuman kasvun, kun lehtipuulla otetaan lisäksi huomioon nippujen vaakamittamuutokset. Karkeasti ottaen voidaan olettaa, että tietyn suuruinen nipun vaakamittamuutos aiheuttaa suunnilleen vastaavan suuruisen, mutta vastakkaissuuntaisen pystymittamuutoksen. Esimerkiksi, ensimmäisessä matkaluokassa lehtipuuniput ovat levinneet keskimäärin 0,46 %. Jos oletetaan, ettei leviämistä olisi tapahtunut, olisi pystymittamuutosprosentti vastaavasti saman verran pienempi, eli todetun

1,380 sijasta 0,920. Mikäli vastaava korjaus tehdään molemmilla puulajeilla kaikissa matkaluokissa, ovat näin saadut luvut paremmin verrattavissa taulukon 2. lukuihin ja tiivistyminen on havaittavissa saman suuntaisena kuin taulukossa 1. Tämä ilmenee verrattaessa seuraavan asetelman lukuja edellä mainittuihin taulukoihin.

Matkaluokka	korjattu pystymitan muutos, %	
	havupuu	
alle 150		0,767
150-250		1,053
yli 250		-
	lehtipuu	
alle 150		0,920
150-250		1,557
yli 250		-

Kuten edellä mainittiin, naulamittauksen mahdollisista epätarkkuuksista johtuen todellinen painuma saattaa olla jonkin verran mitattua suurempi. Nippujen tiivistymisestä sekä lähtö- ja tehdaspään kiintotilavuusprosentteista (taulukot 4 ja 5) on kuitenkin nähtävissä matkan vaikutus kiintotilavuusprosenttiin. Kuormien lähtöpään kiintotilavuusprosentit on laskettu tarkastuskehystilavuutta hyväksikäyttäen. Tehdaspään kiintotilavuusprosentit perustuvat tehtaan vastaanottomittauksen kehystilavuuksiin, jotka, kuten aiemmin jo mainittiin, ovat liian pieniä. Näin ollen taulukoissa esitetyt, tehtaalla mitatut kiintotilavuusprosentit (taulukko 4) ja vastaavat muutokset (taulukko 5) ovat liian suuria.

Esimerkiksi kolmannessa matkaluokassa tarkastusmittauksen perusteella laskettu tehdaspään kiintotilavuusprosentti on havupuulla 1,401 ja lehtipuulla 4,453 prosenttiyks-

sikköä pienempi kuin vastaanottomittaukseen perustuva kiintotilavuusprosentti. Myös kuljetuksen aikana tapahtuva muutos on täten pienempi: havupuulla 2,853:n sijasta 1,452 prosenttiyksikköä ja lehtipuulla 4,840:n sijasta 0,387 prosenttiyksikköä. Mikäli tarkastusmittaukseen perustuva kiintotilavuusprosentti pienenisi vastaavasti myös muissa matkaluokissa, eivät kuljetuksen aikana tapahtuvat painumat olisi todellisuudessa niin suuria kuin taulukot 1, 4 ja 5 osoittavat.

Jos tarkastusmittauksen kehystilavuus on määritetty oikein, on tehdaspään kiintotilavuusprosentti kolmannen matkaluokan havupuulle keskimäärin 68,5 ja lehtipuulle 57,3. Seuraavasta asetelmasta ilmenee, että sekä tehtaan vastaanotto- että tarkastusmittaajat ovat arvioineet kiintotilavuusprosentit ko. matkaluokassa keskimäärin liian pieniksi. Tästä johtuen myös kehystilavuuksista muunnetut kiintotilavuudet ovat vastaavasti liian pieniä.

Keskimääräiset vaunukohtaiset kiintotilavuudet ja kiintotilavuusprosentit tehdaspäässä (matkalk. - yli 250 km)

	Keskimääräinen tilavuus, m ³ ,			Laskettu kiinto- tilavuus- prosentti
	kiintomittausmenetelmällä tehtaan vastaanotossa	tarkastus- mittauksessa	pölkkyittäin mittauk- sessa	
Havupuu	21,3(63,9) ¹⁾	21,6(63,5)	23,32	68,5
Lehtipuu	17,7(54,8)	19,3(55,2)	20,00	57,3

1) Sulkeissa keskimääräinen arvioitu kiintotilavuusprosentti.

Tarkkaa kiintotilavuusprosenttia laskettaessa on oletettu, että tarkastuksen kehystilavuus ja pölkky menetelmällä

saatu tilavuus on mitattu oikein. Käsillä olevan tutkimuksen tarkoituksena ei nimittäin ollut selvittää näiden oikeellisuutta, vaan vastaanotto- ja tarkastusmittauksen (pölkkyittäinen mittaus) välinen tilavuusero. Edellä esitetystä asetelmasta ilmenee, että tehtaan vastaanottomittaajat ovat mitanneet keskimääräisen vaunukohtaisen kiintotilavuuden kolmannen matkaluokan havupuulla keskimäärin $2,02 \text{ m}^3$ ja lehtipuulla $2,30 \text{ m}^3$ pienemmäksi kuin tarkastusmittaajat (pölkkyittäin mittauksessa). Edellä mainitun mittauksen sekä muiden matkaluokkien vastaanotto- ja pölkkyittäisten mitausten väliset erot prosentteissa käyvät ilmi taulukosta 6. Taulukossa on laskettu eroprosentit sekä tehtaan brutto- että netto- eli laatuvehennetyistä mitoista. Alimittaisten pölkkyjen vaikutus pölkkyittäistä tilavuutta suurentavana tekijänä ei liene suuri (ks. Kärkkäinen 1976), koska laatuvehennys ei juuri vaikuta mainittuun eroprosenttiin. Taulukon 6 mukaan tehtaan vastaanotto on mitannut nippujen tilavuuden havupuulla keskimäärin 2,938 % ja lehtipuulla 4,659 % todellista tilavuutta pienemmäksi. Matkaluokittaisesta jaottelusta havaitaan, että eräissä tapauksissa junakohtainen mitausvirhe on varsin huomattava, jopa 9,3 - 12,7 %. Suuret poikkeamat eri matkaluokkien tulosten välillä johtunevat pääosin jo aiemmin mainituista eri vastaanottomittaajien henkilökohtaisista arviointieroista. Kuljetusmatkalla tuskin on merkitystä taulukon 6 matkaluokittaisiin eroihin.

4. PÄÄTELMÄ

Tutkimuksen puutteellisuuksista huolimatta voidaan sen katsoa osoittaneen rautatiekuljetuksen matkan vaikuttavan

yleisesti ottaen kuitupuukuormaa tiivistävästi. Toisaalta yksittäisissä, alunperin erittäin tiiviissä nipuissa saattaa matkan aikana tapahtua tiiviyn alenemista. Kuljetuksen aikana tapahtuva tiiviyn muutos on siis riippuvainen nippujen lähtöpään tiiviyydestä.

Ottaen huomioon melkoiset mittaus- ja arviointivirheet tehtaan vastaanotossa, ovat todelliset muutokset kehystilavuudessa ja kiintotilavuusprosentteissa huomattavasti pienempiä kuin liitteistä ilmenevät. Nippujen siirtymät naulamittauksen kannalta eivät keskimäärin ole olleet suuria, joskin niiden on täytynyt vaikuttaa tuloksiin jonkin verran painumia pienentävästi. Näin ollen todelliset painumat lievenvät hieman naulamittautuloksia suurempia, mutta jäänevät kuitenkin lähemmäksi naulamittauksen kuin kehystilavuusmittauksen tuloksia. Keskimääräinen havu- ja lehtikuitupuukuormien tiivistyminen rautatiekuljetuksessa tulee todennäköisesti jäämään 1:n ja 2:n prosentin välille matkasta riippuen.

Koska tehdaspään kehystilavuuksien tarkastusmittauksia ei suoritettu kahdessa ensimmäisessä matkaluokassa ei myöskään voida arvioida vastaanoton kehystilavuuden mittausvirhettä tai kiintotilavuusprosentin aliarviointia. Alimitausta ja -arviointia on kuitenkin pidettävä tehtaan vastaanoton ja tarkastusmittauksen tilavuseroihin johtaneina syinä.

Aineiston keruussa ilmenneiden puutteellisuuksien vuoksi tutkimuksessa saatuja tuloksia voidaan pitää ainoas-

taan viitteellisinä. Näin ollen niitä ei myöskään voida soveltaa sellaisinaan käytäntöön. Käsillä oleva tutkimus on myös osoittanut puutteita tehtaalle tulevien puutavarakuormien vastaanottomittauksessa. Mittausvirheet aiheutuvat usein huonojen mittausolosuhteiden aiheuttamasta työn suurpiirteisyydestä. Jo Ahonen (1950, 1955 ja 1956) kiinnitti tähän seikkaan huomiota. Tarkempiin mittaustuloksiin pääsemiseksi olisikin kiinnitettävä huomiota mittausmenetelmien ja -olosuhteiden parantamiseen, sekä mittaajien ammattitaidon kohentamiseen. Tarkempien tulosten saamiseksi tutkimusta olisi jatkettava ja aineistoa laajennettava sekä suunniteltava tutkimus koskemaan useampia puutavaran rautatiekuljetusta käyttäviä teollisuuslaitoksia.

KIRJALLISUUS

- Ahonen, L. 1950. Varastoerot puutavarakirjanpidossa erikoisesti pinotavaraa silmälläpitäen. Summary: Submitted as a partial fulfillment for the degree of Master of Science (For.). Helsingin yliopiston metsätalouden liiketieteen laitos. Julkaisu n:o 2:1-119.
- 1955. Selostus pinotavaran rautatievaunumittausta koskevasta tutkimuksesta. Referat: Untersuchung über Vermessung von Schichtholz in Eisenbahnwaggons. Helsingin yliopiston metsätalouden liiketieteen laitos. Julkaisu n:o 3:1-17.
- 1956. Tutkimuksia pinotavaran käsittelystä hankinnan varastokirjanpidossa. Summary: Cordwood in inventory accounting for timber procurement. Helsingin yliopiston metsätalouden liiketieteen laitos. Julkaisu n:o 5:1-128.
- 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. 182:1-24.
- Kuitupuukuorman kiintomittaus, Mittausneuvoston hyväksymä ohje 22.1.1981. Helsinki. 11 s.
- Kärkkäinen, M. 1976. Pohjoismaalaisen koivukuitupuun tilausmittauksia. Summary: Volume measurement of birch pulpwood in northern Finland. Folia For. 286:1-24.
- Kärkkäinen, M. & Salmi, J. 1982. Kuitupuupinojen painuminen. Abstract: Shrinkage of pulpwood piles. Folia For. 514:1-8.

Taulukko 1
 Kehystilavuuden muutos rautatiekuljetuksen aikana
 matkaluokittain, (%)

Matka- luokka	Vaunuja Kpl	Keski- arvo	Keski- haj.	Var. kerroin	Pienin arvo	Suurin arvo
havupuu						
alle 150	14	-1.008	2.718	-2.695	-6.468	4.012
150-250	5	6.001	3.473	0.579	1.543	10.627
yli 250	10	4.077	2.475	0.607	0.155	7.471
(yli 250) ¹⁾	(10)	(2.197)	(1.068)	(0.486)	(0.680)	(4.144)
yht.	29	2.549	4.190	1.644	-6.468	10.627
lehtipuu						
alle 150	10	1.726	3.219	1.865	-2.841	6.563
150-250	0					
yli 250	5	7.883	2.658	0.337	6.358	12.612
(yli 250)	(5)	(0.766)	(1.630)	(2.128)	(-1.266)	(3.282)
yht.	15	3.778	4.208	1.114	-2.841	12.612

1) Sulkeissa tarkastuksen määrittämään kehystilavuuteen perustuva muutos

Taulukko 2

Naulamittauksen perusteella määritetty tilavuuden muutos
matkaluokittain, (%)

Matka- luokka	Vaunuja Kpl	Keski- arvo	Keski- haj.	Var. kerroin	Pienin arvo	Suurin arvo
havupuu						
alle 150	14	0.774	0.682	0.880	-0.125	1.888
150-250	12	1.026	1.439	1.403	-3.312	4.629
yli 250	0					
yht.	26	0.931	1.203	1.293	-3.312	4.629
lehtipuu						
alle 150	10	0.911	0.932	1.024	-0.537	2.593
150-250	7	1.714	4.356	2.541	-0.970	15.253
yli 250	0					
yht.	17	1.349	3.237	2.399	-0.970	15.253

Taulukko 3

Naulamittauksen perusteella määritetty pystymitan muutos, (%)

Matka- luokka	Vaunuja Kpl	Keski- arvo	Keski- haj.	Var. kerroin	Pienin arvo	Suurin arvo
havupuu						
alle 150	14	0.807	0.452	0.560	-0.024	1.937
150-250	12	1.483	1.012	0.682	0.510	4.034
yli 250	10	1.424	0.583	0.409	0.292	2.130
yht.	36	1.269	0.841	0.663	-0.024	4.034
lehtipuu						
alle 150	10	1.380	0.652	0.472	0.030	2.241
150-250	12	0.407	0.870	2.137	-2.036	1.278
yli 250	5	2.241	1.189	0.531	1.222	3.814
yht.	27	1.107	1.089	0.984	-2.036	3.814

Taulukko 4
 Koekuormien lähtö- ja tehdaspään¹⁾ kiintotilavuusprosentit matkaluokittain

	Matka- luokka	Vaunuja Kpl	Keski- arvo	Keski- haj.	Var. kerroin	Pienin arvo	Suurin arvo
havupuu							
Lähtö- pää	alle 150	14	64.673	1.098	0.017	63.472	66.582
	150-250	5	59.879	2.526	0.042	57.299	64.288
	yli 250	10	67.076	3.757	0.056	60.680	73.413
	yht.	29	63.970	3.777	0.059	57.299	73.413
Tehdas- pää	alle 150	14	64.061	1.704	0.027	61.982	68.531
	150-250	12	63.494	3.478	0.055	54.314	67.050
	yli 250	10	69.929	3.610	0.052	65.473	77.825
	yht.	36	65.000	3.976	0.061	54.314	77.825
lehtipuu							
Lähtö- pää	alle 150	10	51.354	1.761	0.034	49.091	54.382
	150-250	0					
	yli 250	5	56.943	3.320	0.058	51.532	60.448
	yht.	15	53.217	3.547	0.067	49.091	60.448
Tehdas- pää	alle 150	10	52.284	1.873	0.036	50.000	55.294
	150-250	7	60.380	3.611	0.060	54.275	65.137
	yli 250	5	61.783	2.259	0.037	58.970	65.081
	yht.	22	57.830	4.994	0.086	50.000	65.137

1) Tehdaspään kiintotilavuusprosentteja laskettaessa on käytetty tehtaan vastaanoton kehystilavuuksia

Taulukko 5
 Matkan aikana tapahtunut kiintotilavuusprosentin muutos
 (tiivistyminen)

Matka- luokka	Vaunuja Kpl	Keski- arvo	Keski- haj.	Var. kerroin	Pienin arvo	Suurin arvo
havupuu						
alle 150	14	-0.612	1.749	-2.858	-4.009	2.749
150-250	5	3.852	2.314	0.601	1.007	6.936
yli 250	10	2.853	1.703	0.597	0.106	4.960
yht.	29	1.720	2.744	1.595	-4.009	6.936
lehtipuu						
alle 150	10	0.930	1.709	1.839	-1.476	3.594
150-250	0					
yli 250	5	4.840	1.477	0.305	3.887	7.437
yht.	15	2.233	2.479	1.110	-1.476	7.437

Taulukko 6
Vastaanotto- ja tarkastusmittauksen tilavuusero, (%)

	Matka- luokka	Vaunuja Kpl	Keski- arvo	Keski- haj.	Var. kerroin	Pienin arvo	Suurin arvo
havupuu							
Brutto- ¹⁾	alle 150	14	2.024	2.973	1.469	-2.358	8.780
tila-	150-250	12	0.768	5.056	6.587	-13.793	4.762
vuus	yli 250	10	9.428	5.382	0.571	2.294	21.596
	yht.	36	2.938	5.667	1.929	-13.793	21.596
Netto- ²⁾	alle 150	14	1.068	3.363	3.148	-3.302	6.829
tila-	150-250	12	1.030	5.291	5.135	-13.793	6.593
vuus	yli 250	10	9.428	5.382	0.571	2.294	21.596
	yht.	36	2.791	5.849	2.096	-13.793	21.596
lehtipuu							
Brutto-	alle 150	10	-0.773	3.420	-4.425	-4.324	4.444
tila-	150-250	7	5.659	6.060	1.071	-4.787	14.286
vuus	yli 250	5	12.720	2.668	0.210	9.195	16.201
	yht.	22	4.659	6.668	1.431	-4.787	16.201
Netto-	alle 150	10	-0.901	4.149	-4.607	-5.714	4.878
tila-	150-250	7	6.003	5.948	0.991	-4.787	14.286
vuus	yli 250	5	12.042	2.663	0.221	8.621	15.642
	yht.	22	4.664	6.682	1.433	-5.714	15.642

1) Ilman laatuvähennyksiä

2) Laatuvähennyksineen

ISBN 951-40-0972-X
ISSN 0358-4283