

FOLIA FORESTALIA 311

METSÄNTUTKIMUSLAITOS·INSTITUTUM FORESTALE FENNIAE·HELSINKI 1977

SAULI TAKALO ja KARI SAUVALA

HAVAINTOJA METSURIN SUOJAINTEN
KESTÄVYYDESTÄ JA SEN MITTAAMISESTA

OBSERVATIONS ON THE DURABILITY AND
TESTING OF PROTECTIVE CLOTHING FOR
CHAIN SAW WORKERS

- No 235 Seppo Kaunisto: Jyrsintämuokkaus ja lannoitus männyn ja kuusen kylvön yhteydessä turvemaalla.
Rotavation and fertilization in connection with direct seeding of Scots pine and Norway spruce on peat. Greenhouse experiments.
- No 236 Veijo Heiskanen ja Juhani Salmi: Kuitupuupinon kiintotilavuuden määrittäystä koskevia tutkimuksia. Mutkainen lehtikuitupuu, järeä kuitupuu sekä likipituinen havukuitupuu. Studies on the determination of the solid volume of a pulpwood pile. Crooked broadleaved pulpwood, large-sized pulpwood and coniferous pulpwood of approximate length.
- No 237 Markku Mäkelä: Oksaraaka-aineen kasausta ja kuljetusta.
Bunching and transportation of branch raw material.
- No 238 Mirja Ruokonen: Lehtien kautta annetun fenoksiherbisidin käyttäytyminen kasvilla. Kirjallisuuteen perustuva tarkastelu.
The behaviour of leaf-applied phenoxy-herbicides in plants. A study based on literature.
- No 239 Eero Paavilainen: Koetuloksia lannoituksen vaikutuksesta korpikuusikossa.
On the response to fertilizer application of Norway spruce growing on peat.
- No 240 Pentti Hakkila, Hannu Kalaja ja Markku Mäkelä: Kokopuunkäyttö pienpuuongelman ratkaisuna.
Full-tree utilization as a solution to the problem of small-sized trees.
- No 241 Victor Ipatiev ja Eero Paavilainen: Lannoituksen vaikutuksen kesto aika vanhassa tupasvillärämeen männikössä.
Duration of the effect of fertilization in an old pine stand on a cuttongrass pine swamp.
- No 242 Pertti Harstela: Työn tuotos ja työntekijän kuormittuminen vyöhykekasausmenetelmää käytettäessä.
The effect of bunching into zones on productivity and strain of the worker cutting pulpwood.
- No 243 Paavo Valonen: Tekomiehen fyysinen kuormitus kehittyneissä työvaltaisissa kuitupuun tekomenetelmissä.
The physical strain on the logger in advanced labour intensive pulpwood preparation methods.
- No 244 Eero Lehtonen: Kourakuormauksen oppiminen.
Learning of grapple loading.
- No 245 Pentti Nisula: Kantoloukku.
Stump Crusher.
- No 246 Hans G. Gustavsen ja Erkki Lipas: Lannoituksella saatavan kasvunlisäyksen riippuvuus annetusta typpimäärästä.
Effect of nitrogen dosage on fertilizer response.
- No 247 Yrjö Vuokila: Nuoren istutuskusikon harvennus puuntuotannollisena ongelmana.
Thinning of young spruce plantations as a problem of timber production.
- No 248 Timo Kurkela ja Yrjö Norokorpi: Kuusen lumikaristesien (*Lophophacidium hyperboreum* Lagerb.) esiintyminen Suomessa.
Occurrence of spruce snow blight fungus, *Lophophacidium hyperboreum* Lagerb. in Finland.
- No 249 Pentti Hakkila ja Markku Mäkelä: Pallarin vesakkoharvesteri.
Pallari Bushharvester.
- No 250 Veijo Heiskanen ja Pentti Rikkinen: Havusahatukien kuoren määrä ja siihen vaikuttavat tekijät.
Bark amount in coniferous sawlogs and factors affecting it.
- No 251 Veijo Heiskanen: Havusahatukkeja koskevia arvolaskelmia vuosina 1974–1975.
Value calculations for softwood sawlogs in 1974–1975.
- No 252 Jyrki Raulo ja Eino Mälikönen: Koivun luontainen uudistuminen muokatulla kangasmaalla.
Natural regeneration of birch (*Betula verrucosa* Ehrh. and *B. pubescens* Ehrh.) on tilled mineral soil.
- No 253 S.-E. Appelroth: Työntutkimus Lamu-kylvökoneesta.
Work Study of the Lamu Seeding Machine.
- No 254 Matti Kärkkäinen: Havutukien kiintomittausmenetelmän seurantajärjestelmä.
A control method for the measurement of pine and spruce logs.
- No 255 Metsätalastollinen vuosikirja 1974.
Yearbook of forest statistics 1974.
- No 256 Pentti Hakkila, Hannu Kalaja ja Yrjö Schildt: Bobcat M-721 kaatokasauskone männikön ensiharvennuksessa.
Bobcat M-721 feller-buncher in early thinning of Scots pine.
- No 257 Pirkko Velling: Mänty- ja kuusiprovenienssin puuaineen tiheyden vaihtelusta.
The wood basic density variation of pine and spruce provenances.
- No 258 Pentti Nisula: Muovihuoneen sadetuskone.
A sprinkler for a plastic greenhouse.
- No 259 Matti Uusitalo: Puun kasvatuksen kulut vuosina 1972 ja 1973.
Costs of timber production in Finland in 1972 and 1973.
- No 260 Pertti Harstela: Työn tuotos ja työntekijän kuormittuminen tehtäessä kuitupuuta liukupuomikuormausta varten.
Work output and the worker's strain in cutting pulpwood for slide-boom loading.

FOLIA FORESTALIA 311

Metsäntutkimuslaitos. Institutum Forestale Fenniae. Helsinki 1977

Sauli Takalo ja Kari Sauvala

HAVAINTOJA METSURIN SUOJAINTEN KESTÄVYYDESTÄ
JA SEN MITTAAMISESTA

Observations on the durability and testing of protective clothing
for chain saw workers

ODC 304:307
ISBN 951-40-0277-6
ISSN 0015-5543

TAKALO, S. & SAUVALA, K. 1977. Havaintoja metsurin suojainten kestävyyydestä ja sen mittaamisesta. Abstract: Observations on the durability and testing of protective clothing for chain saw workers. *Folia For.* 311: 1–10.

Tutkimuksessa tarkastellaan metsurin varusteissa käytettyjen suojainkudosten sekä turvasaappaiden kestävyyttä moottorisahan teräketjun raapaisuja vastaan. Kestävyyydet todettiin sekä läpisahausajan että teräketjun liikkeen pysäyttämiskyvyn perusteella. Lisäksi tarkastellaan niitä periaatteita, joita koetuksissa tulisi soveltaa.

Sahaukset suoritettiin koepenkkiin kiinnitetyllä moottorisahalla useisiin eri kudosvaihtoehtoihin ja kahden valmistajan kumisiin turvasaappaisiin. Koetuksessa käytetyt ketjunopeudet olivat 13, 15, 16 ja 26 metriä sekunnissa. Terän kuormituksena oli 2, 2,5, 3 ja 10 kg. Teräketjun pudotuskorkeus suojaimeen yläpuolelta oli 1 cm, 10 cm ja 20 cm.

Parhaan suojan teräketjun normaalityönopeudella antoi nailonkudos, joka purkautui terän mukana ja pysäytti ketjun. Saappaista parhaan suojan tarjosi jalkine, jonka suojaimeksi oli 8-kertainen nailonkudos. Edellä mainitusta kudoksesta on mahdollista valmistaa käyttöolosuhteisiin sopiva polvisuojain, joka pysäyttää teräketjun sen tavanomaisilla nopeusalueilla.

Saappaan turvallisuutta arvioitaessa ajanottolaitteen käyttö on mahdollista, joskin suurta tarkkuutta vaativaa. Kuitenkin saattaa olla, että suojaimeen turvallisuuden arvioimisessa on ajanottoalite tarpeeton pyrittäessä suojaimeen, joka pysäyttää teräketjun liikkeen. Koetusmenetelmä olisi kehitettävä mahdollisimman paljon aitoa onnettomuustilannetta muistuttavaksi, jotta tulokset olisivat luotettavia. Nykyiset menetelmät eivät ilmeisesti ole tyydyttäviä.

The durability of the safety boots and leg shields worn by forest workers to the saw chain of motor saws is examined in this study. Durability was measured by determining the ability of these articles of clothing to arrest the movement of the saw chain and also the time taken to cut through the material. In addition, the principles applied in the testing are examined. A number of different types of fabric and the rubber safety boots produced by two manufacturers were tested using a motor saw fixed to a test bench. Chain speeds of 13, 15, 16 and 26 meters a second were used in the tests. The chain load was 2, 2.5, 3 and 10 kg. The saw chain was dropped onto the test material from heights of 1 cm, 10 cm and 20 cm.

Nylon fabric was found to give the best protection against the saw chain at normal running speeds. The teeth became tangled in the fabric and the chain stopped. Of the footwear tested the most protection was given by the boot reinforced with 8 layers of nylon fabric. It is possible to manufacture from the earlier mentioned fabric a leg shield suitable for practical use which is capable of stopping a saw chain running at normal speed.

It is possible to use a timer when boot safety is being estimated if great accuracy is obtained. However, it may be that timing equipment is unnecessary for estimating the effectiveness of a shield that would stop the saw chain. In order to obtain useful results, the testing method should be developed so as to include as many real accident situations as possible. The present methods obviously do not fulfill such requirements.

SISÄLLYS

	Sivu
1. JOHDANTO	4
2. KOETUKSELLE ASETETTAVAT VAATIMUKSET	4
3. METSÄNTUTKIMUSLAITOKSELLA KÄYTETTY MENETELMÄ JA TUTKIMUSAINEISTO	5
4. TULOKSET	7
5. TULOSTEN TARKASTELUA	9
KIRJALLISUUTTA	10

1. JOHDANTO

Sahatapaturmien yleistyttyä 1960-luvun loppupuolella huomiota alettiin kiinnittää henkilökohtaisten suojainten tarpeellisuuteen. Kun tapaturmat sattuivat yleensä sellaisiin ruumiinosiin, jotka on mahdollista suojata suojaimein ja täten estää vamma tai ainakin lieventää sitä, ajatuksena oli suojata yleisimmät vammautumiskohdat. Alussa suojainten kehittäminen ja koetukset olivat täysin moottorisahan markkinoijien ja varusteiden valmistajien varassa. On ymmärrettävää, että suojaimet olivat aluksi sekä laadultaan että käyttöominaisuuksiltaan puutteellisia. – Suojainten ensimmäisten kehittäjien ansioksi on kuitenkin luettava, että asiaan ryhdyttiin kiinnittämään huomiota.

Metsäntutkimuslaitoksella suojainkoetukset aloitettiin v. 1969 aikana. Kun voitiin todeta, että monet suojaimiksi mainostetut tuotteet olivat ala-arvoisia eivätkä antaneet olennaista suojaa, ryhdyttiin tutkimaan eri materiaaleja suojaimia varten. Kehittelytyön tuloksena päädyttiin lasikuitukudokseen, josta tulikin varsin yleinen suojainmateriaali useiden vuosien ajaksi.

Lasikuitukudoksella havaittiin käytännössä olevan kuitenkin puutteita. Se aiheutti herkästi mm. kutinaa ihossa. Tämän vuoksi on ollut tarvetta selvittää muiden materiaalien mahdollisuuksia suojainten valmistamisessa.

Käsilä olevassa tutkimuksessa tarkastellaan niitä empiiriseen aineistoon perustuvia tuloksia, joita on saatu tutkittaessa polvisuojainten sekä saappaiden kestävyyttä moottorisahan teräketjun leikkausta vastaan. Lisäksi esitetään havaintoja erilaisten koetusmenetelmien sopivuudesta sekä tarvittavasta kehittämisestä alalla.

Empiiriset koetukset suoritettiin Oy Fiskars Ab:n valmistamalla koetuspenkillä. Tutkittavat jalkineet luovutti korvauksetta Oy Nokia Ab sekä Oy Elfving Ab ja nailonkudokset Oy Fennosilk Ab.

Tekijäin kesken työ jakautui siten, että T a k a l o suunnitteli ja johti tutkimuksen sekä kirjoitti pääosan alkuperäisestä käsikirjoituksesta. S a u v a l a suunnitteli ja valmisti ajanottolaitteen, osallistui koetusten suorittamiseen sekä kirjoitti alkuperäisestä käsikirjoituksesta ajanottolaitetta koskevat osat. Tekijöiden käsikirjoituksen pohjalta Matti K ä r k k ä i n e n on luonnostellut tutkimusraportin, jonka tekijät ovat täydentäneet ja tarkistaneet. Lisäksi käsikirjoituksen ovat lukuineet Pertti H a r s t e l a ja Jorma L a i t i n e n.

Konekirjoitustyön suorittivat Aune R y t k ö n e n ja Leena T u r u n e n. Käännökset englanniksi teki John D e r o m e. Käsikirjoituksen ovat Metsäntutkimuslaitoksen puolesta tarkistaneet Olavi H u i k a r i ja Matti K ä r k k ä i n e n. Kiitämme avusta.

2. KOETUKSELLE ASETETTAVAT VAATIMUKSET

Tässä yhteydessä suojaimen kestävyydellä tarkoitetaan sen kykyä vastustaa moottorisahan teräketjun leikkaavaa voimaa siten, että suojaimen alla oleva pehmeä kudospohja säilyy mahdollisimman kauan vahingoittumattomana. Kun monista käytännöllisistä syistä suojaimia ei voida tehdä sellaisiksi, että ne kaikissa olosuhteissa estäisivät liikkuvan teräketjun tunkeutumisen suojaimen läpi, kestävyuden tutkimisessa on yleensä lähdetty siitä, että kestävyuden kriteerinä käytetään suojaimen läpisaaukseen kuluvaa aikaa. Ilmeisenä ajatuksena on, että sahausajan ollessa riittävän pitkä työntekijä ennättää tehdä jotakin liik-

kuvan teräketjun poistamiseksi välttyäkseen vauriolta. – Joskin ajatus on epärealistinen ihmisen reagoinnin hitauden vuoksi, sahausaikea kuvannee jollakin tavalla kestävyyttä.

On perusteltua olettaa, että sellaisissa moottorisahatapaturmissa, joissa teräketju uhkaa leikata työntekijää, saha ei ole työntekijän hallinnassa. Tyypillinen tällainen tapaturma on moottorisahan takapotku. Saha ei ole käyttäjän hallinnassa myöskään silloin, kun työntekijä kaatuu liikkuvan teräketjun päälle. Saha lienee tukevasti hallinnassa ainoastaan sellaisissa tapaturmissa, jolloin esimerkiksi katkontasahauksessa pit-

kää terälappaa käytettäessä sahataan puun lisäksi myös jalkaterään.

Periaatteessa suojainkoetus pitäisi järjestää siten, että koetuksessa simuloidaan tapaturmille tyypillisiä piirteitä. Tähän pyrkien tulisi tutkimukset suorittaa käytännön metsätyössä käytettävällä moottorisahalla. Sahan kiinnityksen pitäisi mahdollistaa sahan irtaantumisen sahattavasta kohdasta koetuksen aikana. Luonnollisesti tulokset poikkeavat tällöin menetel-

mästä, jossa teräketju tulee hallitusti määränopeudella suojainta kohti.

Toisaalta on myönnettävä, että koetuksissa tärkeä toistettavuus kärsii satunnaisuuden tuomisesta koetusmenetelmään. Käytännössä on vaikea kehittää sellaista koetusmenetelmää, jossa satunnaisuus saataisiin vakioituksi ja toistetuksi samalla tavalla kerrasta toiseen. — Yleensä onkin jouduttu tyytymään sellaisiin koetusmenetelmiin, jotka eivät vastaa sattuvia tapaturmia.

3. METSÄNTUTKIMUSLAITOKSELLA KÄYTETTY MENETELMÄ JA TUTKIMUSAINEISTO

Metsäntutkimuslaitoksella on edellä esitettyjä näkökohtia pyritty ottamaan huomioon siten, että koetuksessa käytetään todellista moottorisahaa (Raket 521E). Tässä suhteessa järjestelmä poikkeaa Valtion Maatalouskoneiden Tutkimuslaitoksen ja Statens Maskinprovningarin koetusjärjestelmästä, joissa molemmissa teräketjua pyöritetään sähkömoottorin avulla.

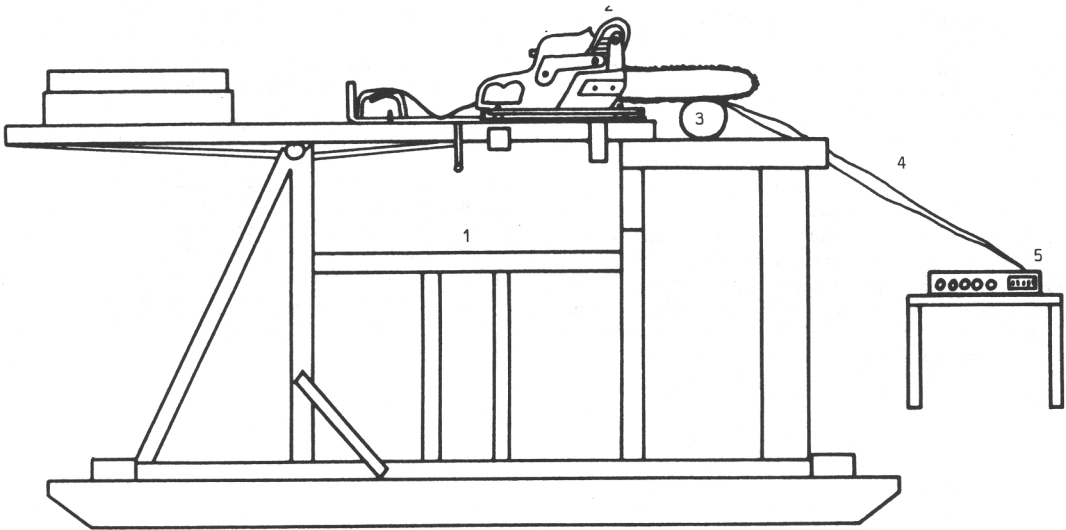
Koska eräissä tapauksissa käyttömoottorin ominaisuudet vaikuttavat tuloksiin esim. moottorin pyrkinessä sammumaan terän tukkeutumisen vuoksi, moottorisahan käyttämistä on pidettävä parempana ratkaisuna kuin teknisiltä ominaisuuksiltaan erilaista sähkömoottoria. Moottorisahan käyttämisen haittapuolena ovat sen aiheuttama kova melu ja pakokaasut, jotka vaikeuttavat työskentelyä sisätiloissa.

Metsäntutkimuslaitoksen koetusjärjestelmässä ei kuitenkaan ole voitu ottaa huomioon moottorisahan

eräänlaisen holtittomuuden vaatimusta. Käytännöllisistä syistä on jouduttu menettelemään siten, että leikkaava teräketju tulee vakiokulmassa kokeiltavaan suojukseen siten, että moottorisaha on kiinnitetty tukevasti koetuslaitteistoon. — Tietävästi muuallakaan ei ole onnistuttu simuloimaan käytännössä esiintyviä työtapaturmia tässä suhteessa.

Koetuspenkkiä esittää kuva 1. Koetuspenkissä olevan siirtopainon avulla voidaan säätää sitä voimaa, jolla teräketju kohtaa suojaimen. Lisäksi voidaan vaihdella teräketjun nopeutta moottorisahan kierrosluvun rajoissa sekä moottorisahan pudotuskorkeutta, josta riippuu mm. se nopeus, jolla ketju iskeytyy suojaimen.

Valtion Maatalouskoneiden Tutkimuslaitoksella (Metsurin polvisuojainten... 1976) kehitetty koetusmenetelmä poikkeaa kuvatusasta menetelmästä mm.



Kuva 1. Koetuslaitteisto: 1) Penkki, 2) moottorisaha, 3) sahattava suojain, 4) sähköjohdot, 5) ajanottolaitte.

Figure 1. The test apparatus: 1) the bench, 2) the leg shield to be tested, 4) electrical connections, 5) timer.

sikäli, että teräketju lasketaan koeteltavaan suojukseen vakionopeudella. Kun tämä nopeus on alhainen, 0,1 m/s, paksun suojaimen läpi sahaamiseen kuluva aika on pitkä riippumatta siitä, onko suojaimessa mekaanista kestävyyttä vai ei. Esimerkiksi jos sahattavana on 2,5 cm paksu huopapala, sen läpi sahaamiseen kuluu 0,25 s. — Tämä läpisahausaika on muuten samaa suuruusluokkaa kuin polvisuojusten on havaittu kestävän (Metsurin polvisuojainten... 1976). Sen sijaan Statens Maskinprovningar käyttää molempia koetusmenetelmiä.

Jossakin määrin edellä kuvattu suojainten näennäiskestävyys vaikuttaa myös Metsäntutkimuslaitoksella käytetyssä koetusmenetelmässä. Käytetty pudotuskorkeus on ollut 20, 10 ja 1 cm, jolloin liikkeen normaalin suuntainen nopeus törmäyshetkellä on 2,0, 1,4 tai 0,4 m/s. Käytetyt nopeudet ovat siis 4–20 kertaa suuremmat kuin Valtion Maatalouskoneiden Tutkimuslaitoksen menetelmässä. Vastaavasti suojainten näennäiskesto on vähäisempi.

Kuten edellä on todettu, suojainmateriaalien kestävyysrotot määritettiin läpisahausajan perusteella. Aika mitattiin digitaalisella laskimella, jonka erottelukyky oli 0,001 s. Laskinlaitteen käynnistys ja pysäytys oli järjestetty ohuilla kuparilangoilla, jotka oli liimattu suojaimen ylä- ja alapinnalle. Teräketjun iskeytyessä ylälankaan sen katkeaminen käynnisti laskimen. Tämän jälkeen ylälanka ei enää vaikuttanut laskimen toimintaan, joten mahdollinen lankojen yhdistyminen terälevyn tai metallisten tukirakenteiden kautta ei aiheuttanut virhettä. Alalangan katketessa laskin pysähtyi. Taulunäytöstä oli tällöin luettavissa sahausaika, joka säilyi laskimen muistissa aina mitaajan tekemään nollalukseen saakka.

Jäljempänä esiteltävät tulokset saatiin koetuksista, jolloin moottorisahan kierrosluku oli 12 000, 7 500, 7 000 tai 6 000 r/min (200, 125, 117 tai 100 r/s). Vastaavat teräketjunopeudet olivat 26, 16, 15 ja 13 m/s. Käytetyn teräketjun jako oli 0,325" ja tyypiltään ns. turvateräketju. Vetopyörä oli 8-hampainen Power-Mate-tyyppinen. Terälevyn pituus oli 13" ja se oli varustettu piilokärkipyörällä. Terälevyn kuormituksen suojainta vasten käytettiin 2, 2,5 ja 3 kg. Suurin kokeiltu kuormitus oli 10 kg.

Erilaisista suojaimista tutkittiin tässä yhteydessä polvisuojaimia ja turvasaappaita. Turvasaappaissa sahausia tehtiin sekä saapasvarteen että jalkaterään.

Koetusta varten polvisuojaimet ja saapasvarret kiinnitettiin ympyrän muotoisen puupalan päälle, joka oli päällystetty 2 cm vaahтомуovilla. Puupalan läpimitta oli 9 cm. — Jalkaterän koetusta varten saapas kiinnitettiin pohjasta telineeseen, joka oli varustettu säätömahdollisuuksilla eri kohtien sahausta varten. Koetuksessa käytettiin kahta menettelytapaa.

Toisessa jalkaterä oli tyhjä ja toisessa tungettiin jalkaterään terän täyttävä puutuki eli lesti. Kaikki materiaalit olivat kuivia ja lämpötila noin 18 C. Sahauksien aikana teräketjun syöttönopeutta ei rajoitettu, vaan terän annettiin pureutua kudokseen omalla luontaisella nopeudellaan. Kaasuvivun asento oli jatkuvasti vakio.

Tukea käytettäessä läpisahausajat olivat erittäin lyhyitä. Kun otetaan huomioon, ettei käytännön olosuhteissa metsurin jalka täytä tiiviisti saapasta, tyhjän saappaan kärjen sahaamisella saadaan ilmeisesti paremmin käytännön olosuhteita muistuttavia tuloksia. Kun käytännön olosuhteita vastaavia mittauksia ei ole tehty, olettamuksen pätevydestä ei ole näyttöä.

Koetuksessa olleet polvisuojainkudokset olivat yleensä nailon- tai lasikuitukudosta. Näiden lisäksi kokeiltiin eräitä kudoslaitteita, jotka oli valmistettu Brinailonista tai voimahihnoissa käytetystä puuvillasta. Markkinoilla olevien jalkineiden suojaimena oli Oy Nokia Ab käyttänyt 8-kerroksista nailonkudosta. Sen sijaan ruotsalainen Tretorn Lumber on vahvistanut jalkineen lisäämällä paikka paikoin kumikerroksen vahvuutta.

Jäljempänä esitettävät numeeriset tulokset ovat useimmissa tapauksissa yhden mittauksen arvoja. Jos mittauksia on ollut useita, on laskettu keskiarvot.

Tehtyjen erillisselvitysten perusteella näytti ilmeiseltä, että erityisesti polvisuojaimia ja turvasaappaan varsia sahattaessa koetuksissa saadaan hyvin lähellä toisiaan olevia tuloksia. Esimerkiksi eräitä polvisuojainmateriaaleja sahattaessa kolmessa eri tapauksessa kahden eri rinnakkaiskoetuksen välinen standardipoikkeama oli läpisahausaikana 0,002 s, 0,003 s ja 0,066 s. Kun sahausajat ovat jäljempänä esitettävien tulosten mukaan suuruusluokaltaan muutamia kymmenesosasekunteja, saatuja standardipoikkeaman arvoja voi pitää pieninä.

Huomattavasti heikompia tuloksia saatiin silloin, kun sahattiin turvasaappaan kärkiosaa. Tällöin standardipoikkeama saattoi olla useita kymmeniä prosentteja keskiarvosta. Syynä on ilmeisesti se, että kuparilankojen liimaaminen täsmälleen samalle kohdalle tuottaa vaikeuksia niin ahtaassa paikassa kuin jalkineen terä on.

Joka tapauksessa jäljempänä esitettäviä tuloksia on pidettävä ainoastaan suuntaa antavina aineiston pieniuudesta johtuen. Sama huomautus tosin koskee yleensä koetuksia, jotka usein perustuvat yhteen ainoaan havaintoon eri koetusten välisestä huomattavasta varianssista välittämättä. Eräiden esimerkkien valossa näyttää ilmeiseltä, että periaatteessa samalaisten koetuksien väliseen hajontaan tulisi kiinnittää nykyistä enemmän huomiota.

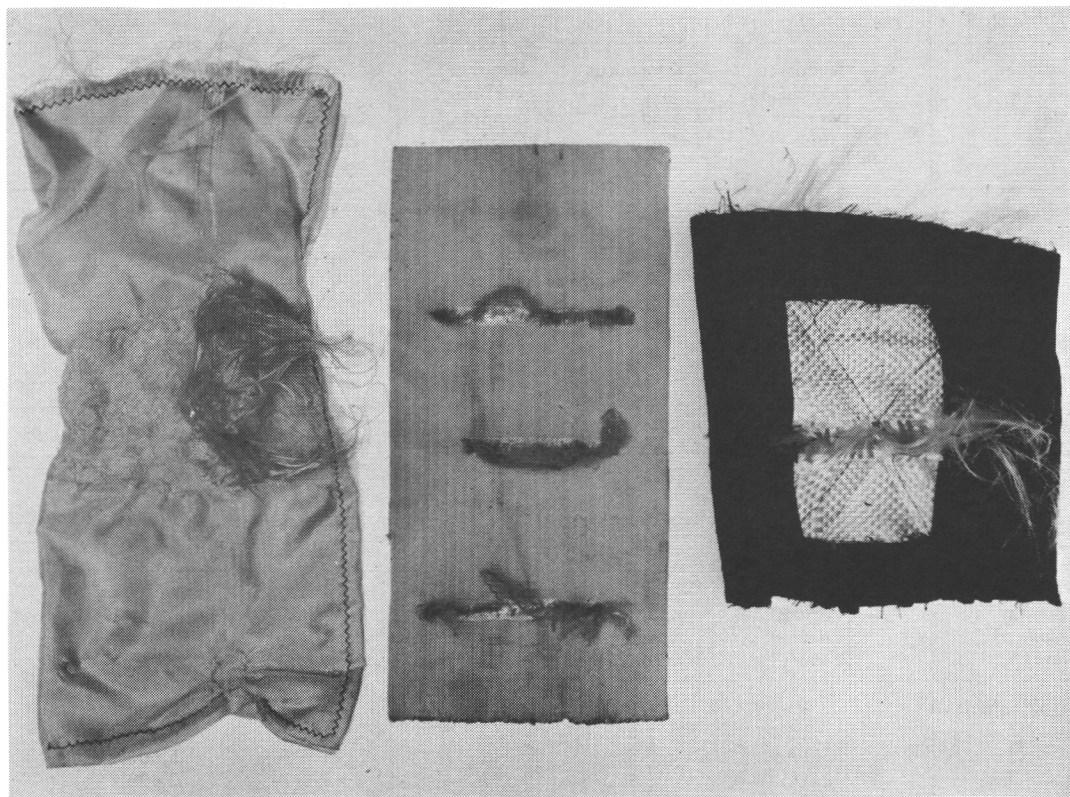
4. TULOKSET

Taulukossa 1 on esitetty polvisuojaimissa käytetyistä kudoksista saatuja tuloksia. — Kuten voidaan havaita, eräissä tapauksissa teräketju pysähtyi moottorin sammuesssa ja kudoksen säilyessä ehjänä. Moottorin pysähtyminen osoittaa, että koetuksissa on ilmeisesti aiheellista käyttää moottorisahaa tai sitä tarkasti simuloivaa laitetta käytäntöön sovellettavissa olevien tulosten saamiseksi.

Taulukosta 1 voidaan edelleen havaita, ettei yksikään testatuista suojaimeista ollut riittävän luja teräketjun huippunopeusalueella. Eri kudostyyppien väliset kestävyyserot olivat suuret.

Suojaimen kestävyys näyttää riippuvan ensisijaisesti kudonnan laadusta ja langan vahvuudesta. Tiukka kudos ei purkaannu eikä näin ollen pysäytä teräketjua (kuva 2).

Turvasaappaiden jalkaterän koetustulokset on esitetty taulukossa 2. Sahausajat on ilmoitettu erikseen ilman puutukea ja sen kanssa. — Voidaan havaita, että Nokian valmistaman saappaan läpisaaukseen kuluneet ajat ovat pitkät ja mahdollisesti riittävät käytännön onnettomuustilanteissa. Tilanne näyttää kuitenkin aivan toiselta käytettäessä puutukea turvasaappaan teräosassa. Tällöin keskimääräinen



Kuva 2. Eri polvisuojainkudoksia. Vasemmalla oleva löyhästi ommeltu nailonkudos pysäytti teräketjun. Keskellä jäykkä nailonkudos. Oikealla muovipintainen lasikuitukudos.

Figure 2. Different types of leg shield. The loosely sewn nylon fabric on the left stopped the chain. In the middle stiff nylon fabric. On the right glass fibre fabric covered with plastic.

Taulukko 1. Polvisuojainten koetustulokset
Table 1. Results for the leg shields

Kudos <i>Fabric</i>	Kudosten lukumäärä <i>Number of fabric layers</i>	Teräketjun nopeus <i>Chain speed cm/s</i>	Pudotus- korkeus <i>Dropping height cm</i>	Kuor- mitus <i>Load</i>	Sahausaika <i>Sawing time</i>	Neliömassa <i>Grammage</i>
				kg	s	kg/m ²
Nailon 847 — Nylon 847	4	13	1	2	0,156	0,202
—»—	8	13	1	2	.. 1)	»
—»—	12	15	1	2	.. 2)	»
—»—	20	26	20	10	0,045	»
—»— 816	12	15	1	2	0,171 ³⁾	0,165
—»— 860	12	13	1	2	0,033	0,085
Lasikuitu <i>Glass fibre</i>	2	13	1	2	0,046	0,650
	4	13	1	2	0,194	..
Brinylon — Brinylon	8	13	1	2	0,170	0,150
Jäykkä nailon — Stiff nylon	1	13	1	2	0,387	1,500
Puuvillakudos — Cotton fabric	4	13	1	2	0,218	..

- 1) Terä pysähtyi, neljä ehjää kudosta — Chain stopped, four solid layers
- 2) Terä pysähtyi, kuusi ehjää kudosta — Chain stopped, six solid layers
- 3) Moottori pysähtyi, suojaimeissa Ø 3 mm:n reikä — Engine stopped, ø 3 mm hole in the leg shield

Taulukko 2. Turvasaappaan jalkaterän sahauskoetukset teräketjunopeudella 13 cm/s
Table 2. Test on the foot of safety boot, chain speed 13 m/s

Jalkineen merkki <i>Make of boot</i>	Kudosten lukumäärä <i>Number of fabric layers</i>	Kuormitus <i>Load</i>	Pudotus korkeus <i>Dropping height cm</i>	Sahausaika — Sawing time	
		kg		Lestin kanssa <i>With last</i>	Ilman lestiä <i>Without last</i>
				s	s
Nokia, Metsuri	4	2,5	10	0,062	..
—»—	6	2	1	..	5,533 ¹⁾
—»—	6	2,5	10	0,080	..
—»—	6	3	10	0,135 ¹⁾	..
—»—	8	2	1	0,121	6,057
—»—	8	3	1	0,154	1,489
—»—	8	2,5	10	0,082	..
Tretorn, Lumber	..	2	1	..	1,380 ²⁾

- 1) Kahden koetuksen keskiarvo — The mean value of two tests.
- 2) Kolmen koetuksen keskiarvo — The mean value of three tests.

Taulukko 3. Turvasaappaan varren sahauskoetukset
Table 3. Test on safety boot leg

Jalkineen merkki <i>Make of boot</i>	Teräketjun nopeus <i>Chain speed cm/s</i>	Kudosten lukumäärä <i>Number of fabric layers</i>	Kuormitus <i>Load</i>	Pudotus- korkeus <i>Dropping height cm</i>	Sahausaika ¹⁾ <i>Sawing time¹⁾</i>
			kg		s
Nokia, Metsuri	13	4	2	1	4,974
—»—	13	6	2	1	5,310
—»—	13	8	2	1	5,602
—»—	16	4	2	1	2,499
—»—	16	6	2	1	2,268
—»—	16	8	2	1	3,656
Tretorn, Lumber	13	.. 2)	2	1	1,333

- 1) Kahden koetuksen keskiarvo — The mean value of two tests
- 2) Kumikerroksen paksuutta lisätty, ei nailonkudosta — The rubber thicknes has been increased, no nylon fabric.

sahausaika oli 0,135 s ketjunopeudella 13 m/s pudotettaessa 10 cm:n korkeudelta 3 kg:n kuormituksella.

Taulukossa 3 on esitetty tulokset saappaan varren sahauskoetuksista. Taulukosta on havaittavissa, että kudosten lukumäärän kasvaessa

sahausajat pitenevät jonkin verran. Nailonkudoksen moottorisahan terän pureutumista hidastava vaikutus on ilmeinen. Pelkkä kumikerroksen paksuuden lisääminen ei riitä pidentämään sahausaikojä riittävästi.

5. TULOSTEN TARKASTELUA

Käsillä olevassa tutkimuksessa käytetty koetuspenkki osoittautui tarkoituksenmukaiseksi myös läpisahausajan tutkimiseen. Koetuspenkki on alkuaan suunniteltu teräketjun leikkuutehoja takapotkumittauksia varten. Erityisen hyödylliseksi on osoittautunut säädettävä kuormitus suojainta vasten sekä pudotuskorkeus, joka määrää sahan putoamisnopeuden suojainta vasten.

Kuitenkin on huomattava, ettei tälläkään koetuspenkillä pystytä luomaan käytännön olosuhteita kuvaavaa tapaturmatilannetta mm. siitä syystä, että moottorisaha on kiinnitetty kiinteästi koetuspenkkiin. Lisäksi terän kuormitus suojainta vasten on koko sahausajan saman suuruinen ja koko ajan sahataan samaa kohtaa suojaimesta. Koetuspenkkiä tulisikin kehittää siihen suuntaan, että teräketjulla olisi mahdollisuus irroittautua sahauskohdasta, mikäli sahaan vaikuttaa sivusuuntaisia voimia. Tapaturmatilanteessa ketju tuskin koskaan sahaa samaa kohtaa, vaan terä liikkuu johonkin suuntaan ja aiheuttaa vamman usein lyhytaikaisen koske-

tuksen aikana. Kun mm. käytetyssä koetuspenkissä koetus tapahtuu samaan kohtaan sahaten, tästä saattaa olla seurauksena, että suojaimet mitoitetaan liian vahvoiksi. Tällöin nykyisiä materiaaleja käytettäessä suojaimista tulee kankeita ja hankalia käyttää.

Tulosten esittelyn yhteydessä mainitut havainnot moottorisahan käyttäytymisestä viittaavat siihen, että käytännön olosuhteita simuloivissa koetuksissa tulisi aina mahdollisuuksien mukaan käyttää oikeaa moottorisahaa. Mikäli moottorisahan moottorin sijasta joudutaan käyttämään jotakin muuta voimanlähdettä teräketjun liikkeen synnyttämiseksi tulisi huolehtia siitä, että esim. sähkömoottorin käyttäytymisen vastaa mahdollisimman tarkoin moottorisahan polttomoottorin käyttäytymistä.

Käytetty ajanmittauslaitteisto osoittautui hyväksi. Käytännössä tarkkuus riippuu siitä, kuinka hyvin käynnistys- ja pysäytyslangat on saatu liimatuksi samalle kohdalle suojaimen eri puolille. Tämä tuottaa vaikeuksia esim. saappaan teräosassa.

KIRJALLISUUS

Benskydd och skyddsstövlar. 1974. Medd. Statens
Maskinprovningar 2221: 1–6.
Metsurin polvisuojainten kestävyys. 1976. VAKOLAn
koetusselostus 924: 1–6.

ODC 304:307
ISBN 951.40-0277-6
ISSN 0015-5543

TAKALO, S. & SAUVALA, K. 1977. Havaintoja metsurin suojainten kestävydestä ja sen mittaamisesta. Abstract: Observations on the durability and testing of protective clothing for chain saw workers. *Folia For.* 311: 1-10.

The durability of the safety boots and leg shields worn by forest workers was examined in this study. The durability was estimated by the time required to saw through the material. Different chain speeds, loads and dropping heights were used. In addition, the principles which should be applied in the testing were discussed. The main problem which arose in the study is the simulation of real accident situations.

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

ODC 304:307
ISBN 951.40-0277-6
ISSN 0015-5543

TAKALO, S. & SAUVALA, K. 1977. Havaintoja metsurin suojainten kestävydestä ja sen mittaamisesta. Abstract: Observations on the durability and testing of protective clothing for chain saw workers. *Folia For.* 311: 1-10.

The durability of the safety boots and leg shields worn by forest workers was examined in this study. The durability was estimated by the time required to saw through the material. Different chain speeds, loads and dropping heights were used. In addition, the principles which should be applied in the testing were discussed. The main problem which arose in the study is the simulation of real accident situations.

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

ODC 304:307
ISBN 951.40-0277-6
ISSN 0015-5543

TAKALO, S. & SAUVALA, K. 1977. Havaintoja metsurin suojainten kestävydestä ja sen mittaamisesta. Abstract: Observations on the durability and testing of protective clothing for chain saw workers. *Folia For.* 311: 1-10.

The durability of the safety boots and leg shields worn by forest workers was examined in this study. The durability was estimated by the time required to saw through the material. Different chain speeds, loads and dropping heights were used. In addition, the principles which should be applied in the testing were discussed. The main problem which arose in the study is the simulation of real accident situations.

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

ODC 304:307
ISBN 951.40-0277-6
ISSN 0015-5543

TAKALO, S. & SAUVALA, K. 1977. Havaintoja metsurin suojainten kestävydestä ja sen mittaamisesta. Abstract: Observations on the durability and testing of protective clothing for chain saw workers. *Folia For.* 311: 1-10.

The durability of the safety boots and leg shields worn by forest workers was examined in this study. The durability was estimated by the time required to saw through the material. Different chain speeds, loads and dropping heights were used. In addition, the principles which should be applied in the testing were discussed. The main problem which arose in the study is the simulation of real accident situations.

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

- No 261 Eero Lehtonen: Pienpuun kaato moottori- ja raivaussahoihin perustuvilla laitteilla.
Felling of small-size trees with felling devices based on the chain saw and clearing saw.
- No 262 Olli Saikku ja Pentti Rikkinen: Kuitupuun kuoren määrä ja siihen vaikuttavat tekijät.
Bark amount of pulpwood and factors affecting it.
- No 263 Reino Saarnio: Viljeltyjen visakoivikoiden laatu ja kehitys Etelä-Suomessa.
The quality and development of cultivated curly-birch (*Betula verrucosa* f. *carelica* Sok.) stands in southern Finland.
- No 264 Yrjö Vuokila: Ensiharvennuskertymä.
Yield from the first thinning.
- No 265 Olavi Huuri: Kallistusilmiö istutusmänniköissä; tiedustelun tuloksia.
Tilting of planted pines; survey results.
- No 266 Proposed tree breeding programme in Finland 1976—1985.
Abbreviation of the report issued by the Tree Breeding Committee (Committee Report 1975:25).
- No 267 Jari Parviainen: Taimien juurten leikkaaminen kasvatuksen ja istutuksen yhteydessä.
Kirjallisuuteen perustuva tarkastelu.
Root pruning in the nursery and at planting. A study based on literature.
- No 268 Jari Parviainen: Männyn eri taimilajien juuriston alukehitys.
Initial development of root systems of various types of nursery stock for Scots pine.
- No 269 Heikki Seppälä: Metsäsektorin alueellinen merkitys Suomessa.
Regional importance of the forest sector in Finland.
- No 270 Jaakko Virtanen: Metsänomistaja tienrakennuttajana.
The role of the forest owners in logging roads construction.
- No 271 Pertti Elovirta: Metsätalouden työvoiman tarjonta Suomessa 1945—1974 ja ennuste vuosille 1975—1985.
Forest labour supply in Finland 1945—1974 and a forecast to years 1975—1985.
- No 272 Eero Paavilainen: Typpilannoitus ohutturpeisilla piensararämeillä.
Nitrogen fertilization on shallow-peated *Carex globularis* pine swamps.
- No 273 Paavo Simola ja Markku Mäkelä: Rasiinkaato kokopuiden korjuussa.
Leaf-seasoning method in whole-tree logging.
- No 274 Kullervo Kuusela ja Sakari Salminen: Pohjois-Karjalan metsävarat vuosina 1973—74, Etelä-Pohjanmaan, Vaasan ja Keski-Pohjanmaan vuonna 1974 sekä Kainuun ja Pohjois-Pohjanmaan vuonna 1975.
Forest resources in the Forestry Board Districts of Pohjois-Karjala in 1973—74, Etelä-Pohjanmaa, Vaasa and Keski-Pohjanmaa in 1974, Kainuu and Pohjois-Pohjanmaa in 1975.
- No 275 L. Runeberg: Driftsresultat från Skogsforskningsinstitutets företagsekonomiska forskningsskogar åren 1945—74.
The business economics result from the Forest Research Institute's research forests 1945—74.
- No 276 Pentti Iisalo, Jukka Sorsa ja Paavo Tiuhonen: Suomen metsien rakenteen seuranta-menettelmä.
Eine methode zur laufenden Überprüfung der Struktur der Wälder Finnlands.
- No 277 Terho Huttunen: Suomen puunkäyttö, poistuma ja metsätase vuosina 1973—75.
Wood consumption, total drain and forest balance in Finland, 1973—75.
- No 278 Heikki Juslin: Metsäalan toimihenkilöiden täydennyskoulutustarve.
The need for future education in forestry.
- No 279 Jyrki Raulo ja Erkki Lähde: Ennakkotuloksia rauduskoivun kylvökokeista Lapissa.
Preliminary results on sowing experiments with *Betula pendula* Roth in Finnish Lapland.
- No 280 Veijo Heiskanen: Havusahatukkien kuorelliset keskusmuotoluvut.
Middle form factors of pine and spruce sawlogs.
- No 281 Yrjö Vuokila: Karsimisen vaikutus männyn ja koivun terveystilaan.
Effect of green pruning on the health of pine and birch.
- No 282 Yrjö Vuokila: Pystypuun kairaus vikojen aiheuttajana.
The boring of standing trees as a source of defects.
- No 283 Leevi Pajunen: Metsurin työvälinekustannukset 1975—1976.
Forest worker's equipment costs 1975—1976.
- No 284 Paavo Juutinen, Timo Kurkela ja Sakari Lilja: Ruohokaskas, *Cicadella viridis* (L.), lehtipuun vioittajana sekä vioitusten sienisaastunta.
Cicadella viridis (L.) as a wounder of hardwood saplings and infection of wounds by pathogenic fungi.
- No 285 Timo Nyrhinen: Kaksivaiheisen metsän inventoinnin koe Lounais-Suomessa.
A test of two-step forest inventory in South-West Finland.
- No 286 Matti Kärkkäinen: Pohjoissuomalaisen koivukuitupuun tilavuusmittauksia.
Volume measurement of birch pulpwood in Northern Finland.
- No 287 Veijo Heiskanen ja Juhani Salmi: Koivutukkien latvamuotoluvut ja yksikkökuutiot.
Top form factors and unit volumes of birch logs.
- No 288 Matti Leikola: Taimitarhamaan lämpöolot muovihuoneessa ja avomaalla.
Soil temperature conditions in plastic greenhouse and in open nursery.
- No 289 Lehtikoinen, Tapio: Pohjois- ja Etelä-Suomen väliset kantohintaerot.
Stumpage price differences between Northern and Southern Finland.

- No 290 Heiskanen, Veijo: Tarkistetut havusahatukki kuorelliset yksikkökuutioluvut.
The checked unit volumes for pine and spruce sawlogs.
- No 291 Uusitalo, Matti: Puun kasvatuksen kulut vuosina 1972—74.
Costs of timber production in Finland in 1972—74.
- No 292 Hakkila, Pentti: Kantopuu metsäteollisuuden raaka-aineena.
Stumpwood as industrial raw material.
- No 293 Lehtonen, Irja: Puu polttoaineena. Kirjallisuuteen perustuva tarkastelu.
Wood as a fuel. A study based on literature.
- No 294 Harstela, Pertti & Tervo, Leo: Männyn taimikon ja riukuasteen metsikön korjuun tuotos ja ergonomia.
Work output and ergonomical aspects in harvesting of sapling and pole-stage stands (Scots pine).
- No 295 Metsätilastollinen vuosikirja 1975.
Yearbook of Forest Statistics 1975.
- No 296 Heiskanen, Veijo: Etelä-Suomen ja Pohjois-Suomen puutavaran laatuero.
Quality differences of timber between Southern and Northern Finland.
- No 297 Paavilainen, Eero & Virtanen, Jaakko: Metsänlannoituksen vaikutuksen riippuvuus levitysmenetelmästä.
Effect of spreading method on forest fertilization results.
- No 298 Vuokila, Yrjö: Harsintaharvennus puuntuotantoon vaikuttavana tekijänä.
Selective thinning from above as a factor of growth and yield.
- No 299 Vuokila, Yrjö: Hyvän kasvupaikan haavikoiden kasvukyvystä.
On the growth capacity of aspen stands on good sites.
- No 300 Paavilainen, Eero: Hoppoliukoisten lannoitteiden vaikutuksen riippuvuus levityssajan kohdasta turvemaalla.
Effect of application time on growth response to easily dissolving fertilizers on peatlands.
- No 301 Tiihonen, Paavo: Männyn ja kuusen tukkipuutaulukot. Tukkien minimiläpimittaluokka männyllä 13 cm ja kuusella 13 ja 15 cm.
Massentafeln für Kiefern- und Fichtenblochholz. Mindestdurchmesserklassen der Blöcher für Kiefer 13 cm und für Fichte 13 und 15 cm.
- No 302 Simola, Paavo: Pienikokoisen lehtipuuston biomassa.
The biomass of small-sized hardwood trees.
- No 303 Vuokila, Yrjö: Talvikkityyppin puuntuotannollinen asema metsätyyppijärjestelmässä.
Position of the Pyrola type in the forest site type system of Cajander.
- No 304 Puro, Tiina: Operaatio metsänlannoitus II. Tuloksia uusintalannoituksesta.
Results of the second fertilization with nitrogen.
- No 305 Virtanen, Jaakko & Ylinen, Mikko: Ojitusalueiden lentolannoitus.
Aerial spreading of fertilizers on peatlands.
- No 306 Astorga S., Luis E.: Effectuating possibilities of waste wood utilization in Finland.
Step 1.
Jätepuun käytön tehostamismahdollisuudet Suomessa. Osa 1.
- No 307 Kilkki, Pekka, Kuusela, Kullervo & Siitonen, Markku: Puuntuotanto-ohjelmat Etelä-Suomen piirimetsälautakuntien alueille.
Timber production programs for the forestry board districts of Southern Finland.
- No 308 Huttunen, Terho: Suomen puunkäyttö, poistuma ja metsätase 1974—76.
Wood consumption, total drain and forest balance in Finland, 1974—76.
- No 309 Mäkelä, Markku: Hakkuutähteen ominaisuuksien muuttuminen.
Changes in the quality of logging residues.
- No 310 Harstela, Pertti, Järvinen, Juhani, Tervo, Leo & Aholainen, Raimo: Tutkimus eräistä harvennushakkuumenetelmistä (Levälle teko ja LEKA-menetelmä).
The study of some short wood methods of cutting in thinnings (Cutting without bunching and SCAPE method).
- No 311 Takalo, Sauli & Sauvala, Kari: Havaintoja metsurin suojainten kestävydestä ja sen mittaamisesta.
Observations on the durability and testing of protective clothing for chain saw workers.
- No 312 Leikola, Matti, Metsämuuronen, Markku, Räsänen, Pentti K. & Taimisto, Erkki: Männyn viljelytaimistojen kehitys Lounais-Suomessa vv. 1967—1975.
The development of Scots pine plantations in south-western Finland in 1967—1975.
- No 313 Kolari, Kimmo, Paavilainen, Eero & Raitio, Hannu: Männyn juuristosuhteista Kivisuon kasvuhäiriöalueella.
Pine root condition and growth disturbances.