

FOLIA FORESTALIA 437

METSÄNTUTKIMUSLAITOS·INSTITUTUM FORESTALE FENNIAE·HELSINKI 1980

PEKKA KURVINEN JA
PERTTI HARSTELA

HAKETUSTYÖN ERGONOMIA
JA TYÖN JÄRJESTELY

ERGONOMICS AND WORK
ORGANIZING OF CHIPPING WORK

- 1978 No 366 Ryynänen, Leena: Kotimaisten lehtipuiden siitepölyn laadunmäärittämisestä. Determination of quality of pollen from Finnish deciduous tree species.
- No 367 Uusitalo, Matti: Suomen metsätalous MERA-ohjelmakaudella 1965—75. Tilastoihin perustuva tarkastelu. Finnish forestry during the MERA Programme period 1965—75. A review based on statistics.
- No 368 Kärkkäinen, Matti: Käytännön tuloksia koivuviulun saannosta. Empirical results on birch veneer yield.
- No 369 Laitinen, Jorma: Raivaussahojen kantokäsittelylaitteiden vertailu filmianalysillä. Comparing clearing saw sprayers with film analysis.
- No 370 Kärkkäinen, Matti: Pienten kuusitukkien mittaus. Measurement of small spruce logs.
- No 371 Jalkanen, Risto: Maanpinnan rikkomisen vaikutus korvasienen satoisuuteen. Effect of breaking soil surface on the yield of *Gyromitra esculenta*.
- No 372 Laitinen, Jorma: Kuormatraktorin tekninen käyttöaste. Mechanical availability of forwarders.
- No 373 Petäistö, Raija-Liisa: *Pblebia gigantea* ja *Heterobasidion annosum* männyn kannoissa hakkuualoilla Suomeksiennien ja Savitaipaleen kunnissa. *Pblebia gigantea* and *Heterobasidion annosum* in pine stumps on cutting areas in Suomeksienniemi and Savitaipale.
- No 374 Kalaja, Hannu: Pienpuun korjuu TT 1000 F palstahakkurilla. Harvesting small-sized trees with terrain chipper TT 1000 F.
- 1979 No 375 Metsätalastollinen vuosikirja 1977—1978. Yearbook of Forest Statistics 1977—1978.
- No 376 Huttunen, Terho: Suomen puunkäyttö, poistuma ja metsätase 1976—78. Wood consumption, total drain and forest balance in Finland, 1976—78.
- No 377 Kärkkäinen, Matti: Koivutukkien tarkistusmittauksia. Control measurements of birch logs.
- No 378 Mäkelä, Markku: Tilasto- ja aikatutkimustuotosten vertailua ainespuun korjuussa. Output in harvesting of industrial wood based on statistical data or time studies.
- No 379 Velling, Pirkko: Erialaisten rauduskoivuprovenienssien alkukehityksestä taimitarhalla ja kenttäkokeissa. Initial development of different *Betula pendula* Roth provenances in the seedling nursery and in field trials.
- No 380 Kuusela, Kullervo & Salminen, Sakari: Suomen metsävarat lääneittäin 1971—1976. Forest resources in Finland 1971—1976 by counties.
- No 381 Hyppönen, Mikko & Norokorpi, Yrjö: Lahoisuuden vaikutus puutavaran saantoon ja arvoon Peräpohjolan vanhoissa kuusikoissa. The effect of decay on timber yield and value of the old Norway spruce stands in northern Finland.
- No 382 Paavilainen, Eero & Virtanen, Jaakko: Metsänlannoituksen vaikutuksen riippuvuus levitysmenetelmästä turvemaalla. Effect of spreading method on forest fertilization results on peatlands.
- No 383 Sirén, Matti, Vuorinen, Heikki & Sauvala, Kari: Pientraktorien heilunta. Low-frequency vibration in small tractors.
- No 384 Löytyniemi, Kari & Rousi, Matti: Lehtipuutaimistojen hyönteistuhoista. On insect damage in young deciduous stands.
- No 385 Hytönen-Kemiläinen, Riitta: Suomen sahatavaramarkkinat Länsi-Euroopassa vuosina 1950—1975 ja alueen sahatavaran kulutuksen ennustaminen. Finland's West-European sawnwood markets 1950—1975, with an econometric model for forecasting the area's sawnwood consumption.
- No 386 Parviainen, Jari: Istuttamalla perustetun männikön, kuusikon, siperialaisen lehtikuusikon ja rauduskoivikon alkukehitys. Early development of Scots pine, Norway spruce, Siberian larch and silver birch plantations.
- No 387 Teivainen, Terttu: Metsäpuiden taimien myyrätuhot metsänuudistusaloilla ja metsite-tyillä pelloilla Suomessa vuosina 1973—76. Vole damage to forest tree seedlings in reforested areas and fields in Finland in the years 1973—76.
- No 388 Teivainen, Terttu, Jukola, Eeva-Liisa, Kaikusalo, Asko & Korhonen, Kyllikki: Vesi-myyrän, *Arvicola terrestris* (L.), aiheuttamat metsäpuiden taimien juuristotuhot vv. 1973—76 Suomessa. Root damage of forest tree seedlings caused by water vole, *Arvicola terrestris* (L.), in the years 1973—76 in Finland.
- No 389 Kolari, Kimmo K.: Hivenravinteiden puute metsäpuilla ja männyn kasvuhäiriöilmio Suomessa. Kirjallisuuskatsaus. Micro-nutrient deficiency on forest trees and dieback of Scots pine in Finland. A review.
- No 390 Kaunisto, Seppo & Metsänen, Rauni: Turpeen muokkauksen ja lannoitteiden sijoittamisen vaikutus männyn taimien juuriston kehitykseen tupasvillanevalla. Effects of soil preparation and fertilizer placement on the root development of Scots pine on deep peat.
- No 391 Valtonen, Kari: Loppukäyttötiedot saha- ja puulevyteollisuuden markkinoinnissa. End-use information for marketing in sawmill and wood-based panel industries.

FOLIA FORESTALIA 437

Metsäntutkimuslaitos. Institutum Forestale Fenniae. Helsinki 1980

Pekka Kurvinen ja Pertti Harstela

HAKETUSTYÖN ERGONOMIA JA TYÖN JÄRJESTELY

Ergonomics and work organizing of chipping work

ODC 302 + 308:363.7
ISBN 951-40-0455-8
ISSN 0015-5543

KURVINEN, P. & HARSTELA, P. 1980. Haketustyön ergonomia ja työn järjestely. Summary: Ergonomics and work organizing of chipping work. *Folia For.* 437:1—25.

Tarkoituksena oli selvittää käytännön olosuhteissa haketustyön ergonomiaa ja työn organisointia. Empiirinen aineisto sisälsi 7 järeää ja 1 käsisyöttöisen palstatai väliavarastohakkurin. Ergonomisina ongelmina tulivat esiin pöly, melu, ohjaamoiden muotoilu ja huolto- ja korjaustöiden ongelmat sekä käsisyötössä työn kuormittavuus. Työn organisoinnissa tulivat esiin metsätyölle tyypilliset piirteet, erityisesti pitkät työmatkat sekä korjuuketjujen osavaiheiden riippuvuus toisistaan. Varastojärjestelyissä oli myös puutteita.

The aim was to throw light in practical conditions on the ergonomics of chipping and organization of the work. The empirical material comprised seven heavy and one manual feeded terrain and landing chippers. The ergonomic problems emerged were dust, noise, the poor design of the operator's cab, maintenance and repair problems and, in manual feeding, the strain of the work. The organization of the work revealed features typical of forest work, especially long distances to the work site and the interdependence of harvesting operations. Drawbacks were observed also in the storage arrangements.

SISÄLLYS

1. JOHDANTO	4
2. TUTKIMUKSEN MENETELMÄT	5
21. Tutkitut hakkurit	5
22. Ominaisuuksien arviointi	5
23. Äänitason ja tärinän mittaaminen	5
24. Ilman epäpuhtauksien mittaaminen	6
25. Kuljettajien haastattelu	6
3. TULOKSET	6
31. Työaikojen jakaantuminen eri hakkurityypeillä	6
32. Puiden paino käsisyötössä	7
33. Äänitaso	8
34. Tärinä	10
35. Ilman epäpuhtaudet	11
351. Pöly	11
352. Homeet	12
353. Hengitysilman kaasut	12
36. Ohjaamo	13
361. Ohjaamon mitoitus ja työskentelyasento	14
362. Pääsy ohjaamoon	14
363. Istuin	15
364. Mittaristo ja merkkivalot	15
37. Huoltotöiden ergonomia	15
38. Yleistiedot kuljettajista	18
39. Työmaaajärjestelyt	18
4. TULOSTEN TARKASTELU	20
5. TIIVISTELMÄ	22
KIRJALLISUUS	23
SUMMARY	24

1. JOHDANTO

Metsässä tai varastolla suoritettava puun haketus on yleistymässä. Hakkurit voidaan käyttöpaikan mukaan jakaa palsta-, välivasto- ja tehdashakkureihin. Hakkurit voidaan myös jakaa järeisiin hakkureihin ja ns. isännän linjan hakkureihin. Edellisissä puut syötetään yleensä koneellisesti, jälkimmäisissä käsin. Teknisistä ratkaisuista riippuen myös hakkureiden ergonomiset ominaisuudet vaihtelevat.

Tähänastisten hakkuritutkimusten tavoitteena ovat olleet lähinnä menetelmien kehittäminen ja tuotoksen ja kustannusten selvittäminen sekä hakkeen käyttöön liittyvät ongelmat. Ergonomisia mittauksia on tehty vähän. Toisaalta miltei kaikkiin hakkureihin kuuluu voiman lähteenä ja/tai alustana jokin toinen kone, jonka ergonomia on jo tutkittu.

K a l a j a (1978) on mitannut TT 1000 F -palstahakkurin prototyypin ohjaamon äänitason ja tärinän. (Ohjaamon yleinen äänitaso oli 78 dB(A).) Äänitaso vaihteli taajuudesta riippuen 60—102 dB:iin (A). Tärinän suurin kiihtyvyys hakettaessa oli noin 0,60 ms² (rms) taajuudella 25 Hz. Siirtymisen aikana tärinän kiihtyvyyssarvot olivat selvästi pienemmät.

Ruotsissa M a t t s s o n ja S u n d s t e d t (1977) ovat mitanneet kahden käsi-syöttöisen hakkurin melun. Ast-hakkurissa yleinen äänitaso oli 110 dB(A) ja Bruks 720 -hakkurissa 104 dB(A). Ast-hakkurin syöttöasento katsottiin hyväksi, sillä syöttösuppilo on noin 70 cm:n korkeudella ja puut syötetään vaakasuorassa asennossa. Bruks 720 -hakkuria syötettäessä puiden latvoja täytyy nostaa tyveä korkeammalle, jotta puut menisivät oikeassa asennossa syöttörullaan. Käsi-syöttöisillä pienhakkureilla työskentelyä haittaavat koneen ympärillä lentelevä puru ja hakepalaset varsinkin, kun haketetaan kuivaa puuta ja tuulee epäsuotuisasta suunnasta.

Norjalaisessa tutkimuksessa mitattiin ABC 1000 M -hakkurin äänitaso traktorin ohjaamosta, kun syöttö tehtiin hydraulisella

kuormaajalla sekä hakkurin vierestä, kun puut syötettiin käsin. Traktorina oli Massey Ferguson 188-4 turbo. Ohjaamon yleinen äänitaso oli 93,6 dB(A). Käsi-syötössä yleinen äänitaso oli 92,8 dB(A) (Traktormontert flishogger...).

Japanilaiset K i t a y a m a ym. (1975) totesivat, että laikkahakkurin äänitasoon vaikuttavat terän lastutusvyvyys, laikan pyörimisnopeus, hakettava puulaji ja puun poikkileikkauksen muoto sekä hakettavan puun kosteus. Tutkittavan hakkurin laikan halkaisija oli 400 mm. Lastutusvyvyden suurentaminen tai laikan pyörimisnopeuden lisääminen nostivat äänitasoa. Poikkileikkaukseltaan litteiden puukappaleiden havaittiin aiheuttavan poikkileikkauspinta-alaa kohden suurempaa melua kuin poikkileikkaukseltaan neliön muotoiset kappaleet. Äänitaso oli japaninpyökkiä hakettaessa hiljaisempi kuin sugia hakettaessa. Ilma-kuiva japaninpyökki aiheutti hakettaessa vähemmän melua kuin märkä. Sugin kohdalla asia oli päinvastoin. Joutokäynnin aikana laikkahakkurin äänitaso oli n. 20 dB alhaisempi kuin haketuksen aikana.

H a r s t e l a ja T e r v o (1977) totesivat ajoajan ja siten kuljettajan heilunta-altistuksen olevan pienempi palstahaketuksessa kuin normaalissa metsäkuljetuksessa.

Tässä tutkimuksessa pyritään antamaan yleiskuva haketustyön ergonomiasta sekä hakkureissa havaituista ergonomisista puutteista. Lisäksi tarkastellaan haketustyön organisointia sekä hakkurin kuljettajien työskentely- ja elinoloja. Työturvallisuutta tarkastellaan lähinnä ominaisuuskohtaisesti eikä konekohtaisesti. Rajoitutaan pääasiassa järeitten hakkureiden tarkasteluun, koska isännän linjan hakkureista on menossa erillinen tutkimus. Tarkoituksena ei ole korvata koneiden tavanomaisia koetuksia vaan tutkia koneiden ergonomisia ominaisuuksia käytännön oloissa. Olosuhteista johtuen kaikkia ergonomisia tekijöitä ei ole voitu mitata.

Tämä tutkimus on tehty osittain Työsuojeluhallituksen rahoittamana. Työn valvojana Työsuojeluhallituksen puolesta oli metsäneuvos V. O. Mäkinen ja työn ohjaajana Metsäntutkimuslaitokselta MMT Pertti Harstela. Käsikirjoituksen tarkastivat lisäksi ylilääkäri Kaj Husman ja professorit Pentti Hakkila ja Lauri Heikinheimo. Kuopion Alueterveyslaitos avusti mittauksen suorittamisessa ja analysoi polynäytteet. Työhön osallistivat laboratoriopäällikkö Juhani Kangas, FK Marjut Kotimaa, mittaushygieenikot Esko Turunen ja Esko Mustonen sekä fil.yo Mirja Mustonen. Englanninkielisen käännöksen teki

maisteri Päivikki Ojansuu. Tutkimuksen eri vaiheisiin osallistuivat tai työtä avustivat DI Kimmo Piirainen, kenttäestari Kari Saavalta, tutkimusapulainen Tapio Järvinen, MH Juhani Salmi, ohjelmoija Hannu Aaltio ja konekirjoittaja Aune Rytkönen. Tutkimus kuuluu osittain NSR:n yhteispohjoismaiseen "Arbetsmiljön i skogsbruk"-projektiin.

Tekijöiden kesken työ jakaantui siten, että Harstela johti tutkimuksen suunnittelua ja suoritusta ja laati lopullisen käsikirjoituksen. Kurvinen suoritti aineiston keruun ja käsittelyn sekä laati alustavan käsikirjoituksen.

2. TUTKIMUKSEN MENETELMÄT

21. Tutkitut hakkurit

Tutkimukseen yritettiin saada mahdollisimman monta hakkurityyppiä. Koneet ja niiden tutkimuspaikat olivat seuraavat:

1. TT 1500 L -autohakkuri (peruskoneena LBS 140 Super), Hyrynsalmi
2. Karhula 312 C (Fiat 1100), Säkylä
3. Karhula 312 CS (Leyland), Hauho ja Parola
4. Trelan D 60 -autohakkuri (Magirus Deutz), Kitee ja Saari
5. TT 1500 T -autohakkuri (Vanaja), Äänekoski
6. TT 1000 TU (Leyland 2100), Parola
7. TT 1000 TU -palstahakkuri (Valmet 1502), Mäntyharju
8. TT 1000 F -palstahakkuri (Lokomo 928), Särkiähti ja Miehikkälä

22. Ominaisuuksien arviointi

Tutkimuksen kohteina olivat: äänitaso, koko kehon värinä, ilman epäpuhtaudet, näkyvyys, pääsy ohjaamoon, ohjaamon tilavuus, kuljettajan istuin sekä mittaristo, merkkivalot ja hallintalaitteet.

Ohjaamoiden ja hallintalaitteiden työturvallisuusominaisuuksia arvosteltiin käyttäen apuna Ruotsin työsuojeluhallituksen siirto- ja käsittelykoneiden ergonomista tarkistuslistaa (Amionoff ym. 1974).

Jokaisesta hakkurityyppistä tutkittiin vain yhtä konetta. Tuloksia ei voi yleistää, vaan ne ovat vain viitteellisiä.

23. Äänitason ja värinän mittaaminen

Hakkureiden melu on peräisin moottorista, voimansiirtolaitteista ja pakoputkista, ohjaamoiden tuuletus- tai lämmityslaitteista sekä suurelta osalta hakkurin teristä, kun ne pirstovat puuta sekä haktorvesta ja terien suojuksista, kun hakepalaset iskeytyvät niihin.

Teollisuuden tarkkailu-, mitta- ja valvontatehtävissä saisi melun yläraja erään suosituksen mukaan olla 70 dB(A) (Wuolijoki 1977). 75 dB(A):ta voidaan pitää rajana, jonka alapuolella merkittävää haittaa ei synny. Tällöin myös radion kuuntelu olisi mahdollista ilman kuulovaurion riskiä (Wuolijoki 1977). Standardin SFS 2940 mukaan metsäkoneen melutaso ei saa ylittää 88 dB(A) ja 1.1.1980 jälkeen 85 dB(A). Ohjaa-

mon äänitasoa on helppo verrata ohjearvoihin, mikäli halutaan arvioida pelkästään kuulovaurion riskiä. Sen sijaan äänen muun haitallisuuden selvittäminen on vaikeampaa (Wuolijoki 1977).

Tässä tutkimuksessa arvioitiin kuulovaurion riskiä pelkästään mittauksin. Mittauksissa käytettiin seuraavia laitteita:

- mikrofoni Brüel & Kjaer 4165
- impulssitarkkuusmittari Brüel & Kjaer 2209
- oktaavisuodatin Brüel & Kjaer 1613
- kalibrintilaite Brüel & Kjaer 4230

Mittaukset tehtiin sekä A-painotussuodatuksella että oktaavianalyysillä.

Äänitaso mitattiin yhtä poikkeusta lukuunottamatta ovien ja ikkunoiden ollessa suljettuina hakkureiden normaaleissa työolosuhteissa. Paitsi ohjaamosta melutaso mitattiin myös ulkoa koneen sivulta. Mittaukset tehtiin sekä haketuksen että joutokäynnin aikana. Ohjaamosta mitattaessa mikrofoni kiinnitettiin noin 5 cm:n päähän kuljettajan korvasta eteen- ja alaspäin suunnattuna. Mittauksessa käytettiin jatkokaapelia, joten mittaja seiso i koneen vieressä.

Ulkoa mitattaessa mittaja oli koneen vieressä, mutta jatkokaapelia ei tarvittu. Mikrofon i suojattiin tuulisuojaime lla. Laitteisto kalibroitiin välittömästi ennen mittauksia.

Ihmisen koko kehoon kohdistuva värähtely voidaan jakaa taajuutensa perusteella värinään (taajuus = 20 — 300 Hz) ja heiluntaan (f = 0,5 — 20 Hz). Värinä aiheutuu tavallisimmin koneen moottorista ja voimansiirtolaitteista.

Tässä tutkimuksessa käytettiin vertailukohtana ISO:n standardia 2631. Värinän mittauksessa käytettiin seuraavia laitteita.

- kiihtyvyyssanturi Brüel & Kjaer 4366
- vahvistin Brüel & Kjaer 2561
- modulaattori Panica FM
- nauhuri Stellavox SP-7
- kiihtyvyyssanturin kalibraattori Brüel & Kjaer 4291

Kiihtyvyyssanturi kiinnitettiin ruuvilla pyöreään metallilevyyn, jonka halkaisija oli 30 cm. Mittauksen aikana levy oli kuljettajan istuimella ja kuljettaja istui sen päällä. Värinän kiihtyvyy s mitattiin pysty-, sivu- ja pituussuuntaan.

24. Ilman epäpuhtauksien mittaaminen

Leijaileva pöly mitattiin hakkurin kuljettajan (tai känsinsyöttäjän) hengitysvyöhykkeestä. Järeiden koneiden osalta pölynäyte otettiin myös ohjaamon ulkopuolelta. Tarkoituksena oli saada karkea kuva ohjaamon pölyneristyskyvystä. Homesienten itiöiden esiintymisen selvittämiseksi muutamista pölynäytteistä tehtiin myös homeanalyysi.

Hengitysvyöhykkeen pölyä mitattaessa tutkimuskohteenä oleva henkilö kantaa valjaissa (lantiolla) pölypumpua, joka imee koehenkilön hengitysvyöhykkeelle valjaisiin kiinnitetyn suodatinkapselin lävitse ilmaa. Mitattava pöly jää suodatinpaperille, joka on kuivattu ja punnittu ennen näytteen keräämistä. Näytteenoton jälkeen suodatinpaperi kuivataan ja punnitaan uudelleen. Punnitusten erotuksena saadaan suodattimella olevan pölyn paino. Näytteenoton aikana mitataan myös suodattimen läpi kulkenut ilmamäärä, joten punnitustuloksen perusteella saadaan ilman pölypitoisuus mg/m^3 .

Ohjaamon ulkopuolelta pölynäyte otettiin samoilla laitteilla kuin sisältä. Suodatinkapseli pyrittiin sijoittamaan ohjaamon hakkurinpuoleiseen (etu-) seinään, mutta sijoituspaikan määräsivät lopulta kuitenkin pumppu ja suodatinkapselin kiinnitysmahdollisuudet.

Muutamista pölynäytteistä pyrittiin homeanalyysin avulla määrittämään haketuksessa syntyvän pölyn homesieni-itiöt. Suodattimella ollut pöly suspendoitiin 100 ml:aan tislattua vettä, josta tehtiin laimennossarja. Kustakin laimennoksesta otettiin 1 ml/petrimalja, ja näytettä kasvatettiin huoneen lämpötilassa viikon ajan. Valomikroskooppisesti laskettiin itämiskelpoisten

itiöiden määrä kpl/m^3 . Yhdestä pölynäytteestä määritettiin myös pölyn hiukkaskokojakauma. Kaikki tässä luvussa mainitut varsinaiset laboratoriotyöt tehtiin Kuopion aluetyöterveyslaitoksella.

Muutamien hakkureiden ohjaamon ilmasta mitattiin hiilimonoksidin (CO), nitroosikaasujen (NO + NO₂) ja typpidioksidin (NO₂) pitoisuudet. Mittauksessa käytettiin Drägerin ilmaisinputkilaitetta ja Drägerin ilmaisinputkia eli ampulleja. Kokeessa ampullin läpi pumpataan ohjaamon ilmaa kuljettajan hengitysvyöhykkeestä, jolloin ampullin värjäytyminen näyttää suoraan mitattavan kaasun pitoisuuden ppm:inä. Kullekin yllä mainitulle kaasulle on oma ilmaisinputkensa.

25. Kuljettajien haastattelu

Kuljettajien haastattelu jakaantui kahteen osaan. ”Haketustöiden organisointi” -lomakkeella kerättiin taustatietoja (ikä, työkokemus jne.) kuljettajista, esitettiin työmaajärjestelyihin liittyviä kysymyksiä sekä kartoitettiin kuljettajien suhtautumista työhönsä.

”Hakkureiden huolto” -lomakkeella kartoitettiin huolto- ja korjaustöiden yhteydessä esiin tulevia ergonomisia haittoja ja osin eräitten huoltoon liittyvien käytännön seikkojen järjestelyä.

Käsityötoisen hakkurin käyttäjää haastateltiin käyttäen em. lomakkeitten lisäksi ruotsalaista pienhakkureiden tarkistuslistaa (Mattsson & Sundstedt 1977).

3. TULOKSET

31. Työaikojen jakaantuminen eri hakkurityypeillä

Hakkurinkäyttäjien kohdistuvan melun, värinän ja ilman epäpuhtauksien altistuksen päivittäistä kestoa ei mitattu, vaan sitä tarkastellaan vain kirjallisuudesta saatujen hakkureiden työaikajakaumien perusteella.

Altistusten laatu ja kestoaika riippuvat hakkurityypistä ja työmenetelmästä. Esimerkiksi käsityötoisen hakkurin syöttäjä työskentelee aivan erilaisessa työympäristössä kuin järeän hakkurin ohjaamossa istuva kuljettaja. Työvaiheet ja siten altistusten kesto eroavat, kun hakkuri toimii esimerkiksi välivaraston sijasta tehdasvarastolla tai kun se hakettaa vaihtolavalle tai suoraan auton lavalle.

Koska monet työhygieniset haittatekijät esiintyvät pahimmillaan varsinaisen haketuksen aikana, altistusten kestoajoja tarkastellaan seuraavassa lähinnä haketuksen keston perusteella.

Palstahakkurilla TT 1000 F kului 70—85 % tehoajasta varsinaiseen haketukseen (Melkkö 1977, Kalaja 1978). Lukuun sisältyvät myös haketusvaiheen siirtymiset ajouralla. Siirtymisen osuus tehoajasta on noin 10 %, mutta siirron aikana saateetaan hakettaa edellisen työpisteen viimeistä taakkaa, joten puhtaan siirtymisen osuudeksi jää vajaat 2 % tehoajasta (Melkkö 1977). Kun tehoaikaan lisätään 20 % keskeytysten osuutena, varsinaisen haketuksen osuudeksi työmaa-ajasta jää 55—70 %. Koska puiden syöttö hakkuriin ei tapahdu yhtäjaksoisesti, hakkurin terät pyörivät tyhjänä osan aikaa. Puuta hakkurissa on noin 56 %:n aikana tehoajasta (Melkkö 1977). Työmaa-ajasta tämä on 40—50 %. Tällöin tyhjänäpyörimisajan osuus työmaa-ajasta on noin 15—20 %.

Autoalustaisilla välivarastohakkureilla haketuksen osuus työmaa-ajasta on 47—50 % silloin kun haketetaan auton lavalle (Simola & Kalaja 1976, Salakka-

ri 1978, Folkema 1977). Tyhjänäpyörimisajan osuus tehollisesta haketusajasta on 40 % (Simola & Kalaja 1976, Salakari 1978). Siis 60 %:n aikana tehollisesta haketusajasta hakkuri ”syö” puuta. Työmaa-ajasta vastaava osuus on 30 %. Haketuksen osuus on suurempi kun hakkuri toimii tehdasvarastolla tai voi muuten haketaa suoraan maahan. Tällöin ei synny yhtä paljon keskeytyksiä, esimerkiksi autojen odottelua. Välivarastohaketuksessa on haketusajan osuus samaa suuruusluokkaa kuin seuraavassa lämpökeskuksella tapahtuvassa haketuksessa (esim. Harstela ja Tervo 1977).

Käsisyöttöisen Karhula 312 C -hakkurin käyntiaika välivarastohaketuksessa oli 55—60 % ja lämpökeskuksella tapahtuvassa haketuksessa 72—74 % työmaa-ajasta. Varsinaisesta haketusajasta oli kuitenkin tyhjäkäyntiä 44 %. Siten hakkuri haketti puuta välivarastohaketuksessa 21—34 %:n aikana ja lämpökeskuksessa 40—41 %:n aikana koko työmaa-ajasta, kun hakkurissa ei ollut kuljetinta (Heiskanen 1963). Kuljettimen ansiosta haketuksen tehoyöaika/m³ pienentyi 25 % verrattuna ilman kuljetinta tehtyyn syöttöön, kun hakettiin pinon varastoituja sahausjätteitä (Heiskanen 1964). Kuljettimen ansiosta lyhenee lähinnä hakkurin tyhjänäpyörimisaika mutta toisaalta myös haketusai-ka, sillä kuljetin mahdollistaa kahden tai useamman puun yhtäaikaisen syötön.

Taulukko 1 esittää eri hakkurityyppien päivittäisen työmaa-ajan jakautumisen sekä

Taulukko 1. Eri hakkurityyppien päivittäisen työmaa-ajan jakaantuminen. Työvaiheiden %-osuudet ja kestot (h), kun työpäivän pituus on 8 tuntia

Table 1. Distribution of daily work-site time of the different chipper types. Per cent shares and durations (h) of the work phases for an 8-hour day

Hakkurityyppi Chipper type	Työvaihe — Work phase		
	Hakkuri ”syö” puuta Chipper ”eats” wood	Hakkuri käy tyhjänä Chipper runs idle	Muut työvaiheet Other work phases
	Työvaiheen osuus, % työmaa-ajasta/tuntia päivässä Share of work phase, % of work-site time/hours per day		
Palstahakkuri Terrain chipper	40—50 %/3—4 h	15—20 %/1—1,6 h	30—40 %/2,4—3 h
Välivarastohakkuri (haketus suoraan autoon) Landing chipper (chipping directly into the truck)	30 %/2,4 h	20 %/1,6 h	50 %/4,0 h
Käsisyöttöinen hakkuri lämpökeskuksella Manually operated chipper at the heating centre	40 %/3,2 h	30 %/2,4 h	30 %/2,4 h

eri työvaiheiden %-osuudet ja keston, kun työpäivän pituus on 8 tuntia. Työvaiheen ”muut työvaiheet” aikana hakkuri ei pyörinyt, sillä se sisältää hakkurin siirrot, hakekonttien tyhjentämisen jne. Välivarastohakkurin ”muut työvaiheet” osuus pienenee, kun hakkuri toimii tehdasvarastolla.

32. Puiden paino käsisyötössä

Pienhakkureilla fyysistä kuormittumista aiheuttaa lähinnä käsin tehtävä syöttö. Kuormittumiseen vaikuttavat puiden paino ja oksaisuus sekä syöttäjän työasento. Seuraavassa tarkastellaan hakkurin käsin tehtävän syötön kuormittavuuteen vaikuttavia männyn ensiharvennuspuun painoja haketuksessa.

Pelkässä haketuksessa Ast-hakkurin tuottavuus on ollut 12,3 i-m³/h (4,9 m³/h) (Kalaja & Salakari 1976). Puiden keskiläpimitta oli 5,5 cm ja puun keskikoko 12,4 l kokopuuta. Taulukosta 2 voi päätellä syöttötyön kuormittavuutta hakettavan puun koon funktiona. Puiden tilavuudet ja painot ovat Hakkilan ym. (1977) tutkimuksen mukaisia.

Taulukosta 2 saadaan D_{1,3} 8—9 cm rajaksi, jolla ylitetään Työterveyslaitoksen suositus maksimitaakasta jatkuvassa nostotyössä. Tätä suuremmat puut tulisi kaadon yhteydessä katkaista. Siirrettävän puumäärän paino on 12 i-m³ tuntituotoksella noin 4 500 kg/h.

Taulukko 2. Tuoreen männyn tilavuus ja paino ensiharvennuspuun haketuksessa.

Table 2. Volume and weight of trees in the chipping of first-thinning timber of green pine.

$d_{1,3}$ cm Dbh. cm	Puun pituus, Tree height, m	Kokopuun tilavuus, Volume of whole tree, dm^3	Puun paino, Tree weight, kg
3	5	3,5	3,3
4	6	6,8	6,3
5	6	11,2	10,3
6	7	17,2	15,9
7	7	24,2	22,2
8	8	33,3	30,6
9	9	44,3	40,4
10	9	55,8	50,9

Männikön ensimmäisessä harvennuksessa korjataan puita, joiden rungon keskikoko on yleensä 25—35 dm^3 (Hakkila ym. 1977). Koko maanpäällisen osan tilavuus on tuolloin noin 35—45 dm^3 . Tuoreiden kokopuiden keskimääräinen paino on siten noin 31—41 kg, samaa luokkaa kuin Työterveyslaitoksen yllä mainittu enimmäistaakkasuositus. Tällöin kuitenkin osa puista ylittää enimmäispainosuosituksen, ellei niitä katkaista kahteen osaan ennen haketusta. Puun painot eivät kuitenkaan yksin kuvaa käsisyötön kuormitusta. Erityisesti puitten tarttumisen oksista toisiinsa ja niiden työntäminen hakkuriin syötön katketessa kuormittavat työntekijää.

Pinojen pohjalta puita joutuu nostamaan kuljettimen reunan yli, joka tavallisimmin on noin 70—80 cm:n (vaihteluväli 50—100 cm) korkeudella maasta. Pölkkyjen pudottelu korkeiden pinojen päältä on melko kevyttä, mutta kumara työasento on hankala.

33. Äänitaso

Kolmen autohakkurin ohjaamosta mitattu äänitaso oli hakkurin syödessä puuta 85—91 dB(A) ja hakkurin pyöriessä tyhjänä 77—90 dB(A). Keskiarvot olivat vastaavasti 88 dB(A) ja 85 dB(A).

Kahden palstahakkurin ohjaamon äänitason yleiset arvot olivat 89 ja 94 dB(A), kun hakkurissa oli puuta ja 87 ja 90 dB(A) tyhjäkäynnillä. Keskiarvot olivat 91,5 dB(A) haketuksessa ja 88,5 dB(A) tyhjäkäynnillä. On kuitenkin huomautettava, että korkeamman äänitason hakkuria mitattaessa ovi ja yksi pieni ikkuna puuttuivat. Samasta hak-

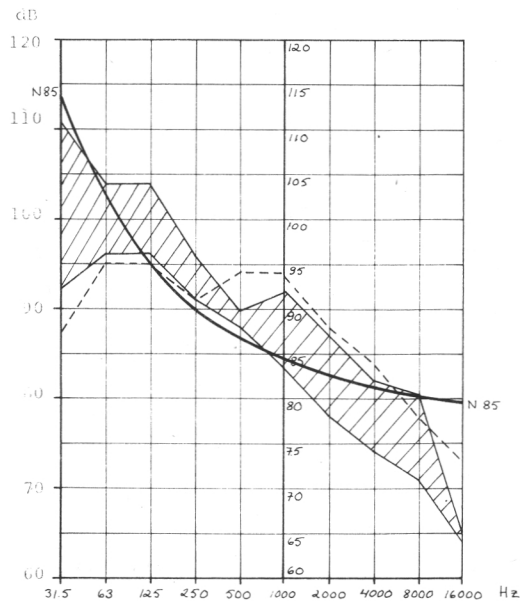
kurista on aiemmin mitattu äänitason yleiseksi arvoksi 78 dB(A) (Kallaja 1978).

Kahden maataloustraktorikäyttöisen hakkurin äänitason yleiset arvot olivat hakkurin syödessä puuta 95 ja 90 dB(A) ja tyhjäkäynnillä 86 ja 88 dB(A). Vastaavat keskiarvot olivat 92,5 dB(A) sekä 87,0 dB(A). Kummassakin hakkurissa oli vetokoneena sama traktori.

Käsisyötöisen hakkurin äänitason yleinen arvo oli 96 dB(A) hakettaessa ja 91 dB(A) tyhjäkäynnillä. Taulukossa 3 on esitetty eri hakkureiden äänitaso ja koneiden käyttäjien päivittäinen altistusaika.

Ainoastaan yksi seitsemästä hakkurista täytti tutkimushetkellä voimassa olleen standardin SFS 2940. Toisesta palstahakkurista puuttui kuitenkin mittaushetkellä ovi ja ikkuna. 1.1.1980 lähtien melun maksimiarvo on 85 dB(A), jonka yksi hakkuri likipitään täytti.

Neljästä palsta- tai välivarastohakkurista mitattiin äänitaso myös ulkoa koneen sivulta. Ulkoa mitattu äänitason yleinen arvo on ollut 8—19 dB (keskim. 11,4 dB) ohjaamosta mitattua arvoa korkeampi. Erotus kuvaa karkeasti ohjaamon meluneristyskykyä.



Kuva 1. Hakkureiden äänitason oktaavianalyysi haketuksessa. Kuvio peittää kaikkien hakkureiden äänianalyysien käyrät.

--- käsisyötöinen hakkuri

Fig. 1. Octave analysis of the sound level of chippers in chipping. The graph covers the curves for the sound analyses of all the chippers.

--- manually fed chipper

Taulukko 3. Hakkurin käyttäjän altistuminen melulle, kun työpäivän pituus on 8 tuntia
 Table 3. Exposure of the chipper operator to noise during an 8-hour day

Hakkurityyppi Chipper type	Hakkurin n:o Number of chipper	Työvaihe — Work phase Hakkuri "syö" puuta Chipper "eats" wood Äänitaso, dB(A)/altistuksen kesto, h Sound level, dB(A)/duration of exposure, h	Hakkuri pyörii tyhjänä Chipper runs idle
Palstahakkuri Terrain chipper	1 2	89 dB(A)/3—4 h 94 " / "	87 dB(A)/1—1,6 h 90 " / "
Kuorma-autoalustaiset välivarastohakkurit Lorry-based landing chipper	1 2 3	91 " /2,4 h 85 " / " 89 " / "	88 " /1,6 h 77 " /1,6 h 90 " /1,6 h
Maataloustraktori välivarastohakkuri Farm tractor — landing chipper	1 2	95 " /2,4 h 90 " /2,4 h	86 " /1,6 h 88 " /1,6 h
Käsisyöttöinen hakkuri Manually fed chipper välivarastolla at landing lämpökeskuksella at the heating centre		96 " /2,4 h 96 " /3,2 h	91 " /1,6 h 91 " /2,4 h

Taulukko 4. Hakkureiden ekvivalenttinen äänitaso (taulukon 3 mukaan)
 Table 4. Equivalent sound level of chippers (according to Table 3)

Hakkurityyppi Chipper type	Hakkurin n:o Number of chipper	Ekvivalenttinen äänitaso dB(A) Equivalent sound level dB(A)
Palstahakkuri Terrain chipper	1 2	87,0 91,6
Kuorma-autoalustaiset välivarastohakkurit Lorry-based landing chipper	1 2 3	87,0 80,2 86,4
Maataloustraktorikäyttöiset välivarastohakkurit Farm tractor — landing chipper	1 2	90,1 86,3
Käsisyöttöinen hakkuri Manually fed chipper välivarastolla at landing lämpökeskuksella at the heating centre		91,6 92,9

Taulukossa 3 olevien osamelujen summa, ns. ekvivalenttinen äänitaso (*equivalent continuous sound level*) on esitetty taulukossa 4. Ekvivalenttisen äänitason perusteella voidaan arvioida kuulovamman riskiä. Altistusajan ollessa 20 v. on kuulovaurion riski näiden lukujen mukaan 5—25 %.

Kuvassa 1 on esitetty viiden hakkurin äänitason oktaavianalyysit, kun hakkuri syö puuta. Viivoitettu alue sisältää neljän hakkurin (1 autohakkuri, 2 palstahakkuria, 1

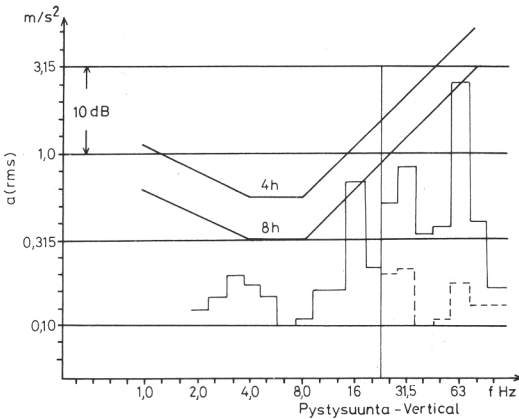
maataloustraktorikäyttöinen) oktaavianalyysien käyrät. Katkoviiva kuvaa käsisyöttöisen hakkurin melua. Kaikkien viiden koneen melutaso ylitti N-85-käyrän, jota ISO:n standardin mukaan voidaan pitää kuulovaurion riskin rajana päivittäisen altistusajan ollessa 5 h. ISO R 1996-standardin mukaisesti kolmen kuvassa 1 mainitun hakkurin melulukku (noise rating number) oli N-95 ja kahden N-90.

34. Tärinä

Kuvissa 2, 3 ja 4 on esitetty hakkureiden aiheuttaman koko kehon tärinän kiihtyvyydet kolmessa eri värähtelysuunnassa hakkurin tyhjäkäynnin tai tehollisen haketuksen aikana. Heilunnan (0,5—20 Hz) aikana ei haketusta ja hakkurin tyhjäkäyntiä voitu erottaa, sillä näin matalataajuiseen tärinään itse hakkuri ei vaikuta. Kuvissa on esitetty kullakin taajuuskaistalla vain eniten täriseen koneen arvo. Hakkureiden tärinän kiihtyvyyksien keskiarvot jäivät selvästi alle edellä olevien kuvien tason.

Kuviin on piirretty paksulla viivalla ISO:n standardin mukaiset väsymyksen ja alentuneen työtehon rajat 8 ja 4 h:n altistusajalla. Kaksi konetta ylitti 8 h:n rajan kuvassa 2: palstahakkuri taajuuskaistalla 16 Hz (=heilunta) ja autohakkuri taajuuskaistalla 63 Hz. Kuvassa 3 yksi palstahakkuri ja yksi autohakkuri (eri koneet kuin kuvassa 2) ylittivät em. ISO:n normin taajuuskaistoilla 1,6 ja 2,0 Hz. Myös pituussuunnassa (kuva 4) ISO:n normi ylitettiin matalilla taajuuksilla; tällä kertaa oli kyseessä kaksi autohakkuria.

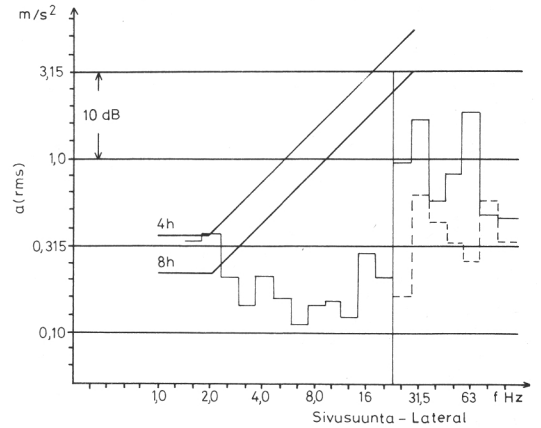
Haketusta on työmaa-ajasta 50—70 %, joten heilunnan altistusajaksi on 8 h:n työpäivän aikana 4—6 h. Kuvissa 3 ja 4 taajuuksilla 1,6 ja 2,0 Hz oleva heilunta ylittää tämän mukaan alentuneen työtehon ja väsymyksen rajan. Kysymyksessä olivat sivusuuntaisen heilunnan (kuva 3) osalta yksi



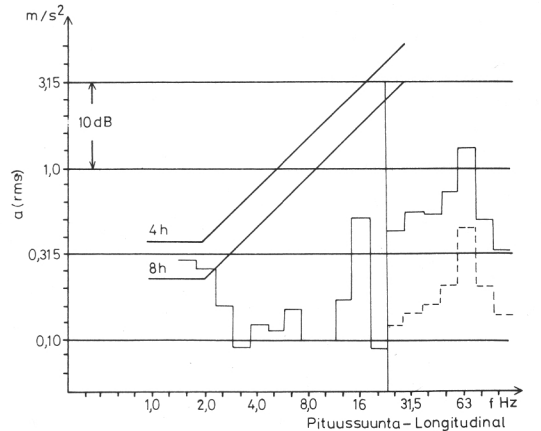
Kuva 2. Hakkureiden pystysuuntainen tärinä haketuksen aikana. Kaikki hakkurit. Vain kunkin taajuuskaistan suurin kiihtyvyys piirretty.
— haketus, - - - hakkuri tyhjänä
Fig. 2. Vertical whole-body vibration of chippers during chipping. All chippers. Only the maximum acceleration of each frequency band is plotted.
— chipping, - - - chipper runs idle

autohakkuri ja yksi palstahakkuri ja pituussuuntaisen heilunnan osalta (kuva 4) kaksi autohakkuria. Työvaihe autohakkureilla oli puiden syöttö, jonka kesto on 40—50 % työmaa-ajasta eli 8 h:n työpäivän aikana 3—4 h. Em. työvaiheeseen on tässä sisällytetty varsinaisen syötön lisäksi taakan ottaminen, kouran siirto kuormattuna ja syötön auttaminen. Kuvan 3 autohakkurin heilunta sivuaa 2 Hz:n taajuudella myös 4 h:n rajaa.

Heilunnasta on mainittava, että toinen palstahakkureista toimi tutkimushetkellä välivarastolla ja toinen tasaisella I maastoluokan männikkökankaalla.



Kuva 3. Hakkureiden sivusuuntainen tärinä haketuksen aikana.
— haketus, - - - hakkuri tyhjänä
Fig. 3. Lateral whole-body vibration of chippers during chipping.
— chipping, - - - chipper runs idle



Kuva 4. Hakkureiden pituussuuntainen tärinä haketuksen aikana.
— haketus, - - - hakkuri tyhjänä
Fig. 4. Longitudinal whole-body vibration of chippers during chipping.
— chipping, - - - chipper runs idle

35. Ilman epäpuhtaudet

351. Pöly

Taulukosta 5 nähdään, että ohjaamoista mitatut pölymäärät ovat olleet kauttaaltaan pieniä (0,1—9,7 mg/m³). Suurimmasta arvosta 9,7 mg/m³ on todettava, että hakkurin ohjaamon ovi oli poistettu ja oviaukkoa vastapäätä oleva pieni ikkuna oli auki. Ovien ja ikkunoiden kiinni ollessa (lämmitys- tai raitisilmapuhallin toiminnassa) ohjaamoiden pölymäärät ovat vaihdelleet 0,1—3,8 mg:n välillä.

Ohjaamoiden ulkopuolelta mitatut pölymäärät vaihtelivat <0,1 mg:sta 177 mg:aan/m³. Mittaustulosten suuri vaihtelu osoittanee haketettavan puun ja tuulen merkityksen pölyaltistuksessa. Suurimmat pölyarvot on mitattu pitkään varastoitua puuta haketettaessa, mutta enimmäissuosituksen ylittävä arvo on saatu myös tuoreella kokopuulla. Toisaalta on tässäkin korostettava, että lyhyen mittausajan johdosta huippuarvo on jossain määrin epävarma. Lyhyessä mittausajassa yksikin suurempi hiukkanen saattaa vaikuttaa mittaustulosta suurentavasti.

Taulukko 5. Pölymittaustulokset
Table 5. Dust measurement results

Haketuspaikka <i>Chipping point</i>	Haketettava materiaali <i>Material to be chipped</i>	Ajankohta <i>Time</i>	Mittauspaikka — <i>Measuring point</i>	Pitoisuus mg/m ³ <i>Content</i>
Välivarasto <i>Landing</i>	koivuranka, 2—3 a <i>long birch bolts</i>	14.3.	kuljettajan hengitysvyöhyke <i>operator's breathing zone</i>	0,7
”	”	14.3.	ohjaamon ulkoseinä <i>outer wall of the operator's cab</i>	0,1
”	”	15.3.	”	84,8
”	”	15.3.	kulj. hengitysvyöhyke <i>operator's breathing zone</i>	0,7
Välivarasto <i>Landing</i>	koivuohutpuu, 2 m, 1—2 a <i>small-sized birch</i>	22.3.	kulj. hengitysvyöhyke <i>operator's breathing zone</i>	0,1
Välivarasto <i>Landing</i>	leppäkokopuu, 1 a <i>alder whole tree</i>	4.4.	kulj. hengitysvyöhyke <i>operator's breathing zone</i>	— (<0,1)
”	”	4.4.	ohjaamon ulkoseinä <i>outer wall of the operator's cab</i>	—
Välivarasto <i>Landing</i>	koivukuitupuu, 2 m, 4 a <i>birch pulpwood</i>	18.4.	kulj. hengitysvyöhyke <i>operator's breathing zone</i>	—
”	”	18.4.	ohjaamon ulkoseinä <i>outer wall of the operator's cab</i>	177
Palsta <i>Terrain</i>	mäntykokopuu, tuore <i>pine whole-tree, green</i>	10.5.	kulj. hengitysvyöhyke <i>operator's breathing zone</i>	0,5
”	”	10.5.	ohjaamon ulkoseinä <i>outer wall of the operator's cab</i>	0,6
Palsta <i>Terrain</i>	mäntykokopuu, tuore <i>pine whole-tree, green</i>	31.5.	kuljettajan hengitysvyöhyke <i>operator's breathing zone</i>	9,7
Lämpö- keskus <i>Heating centre</i>	koivukuitupuu, 2 m 5—10 a <i>birch pulpwood</i>	14.6.	syöttäjän hengitysvyöhyke <i>feeder's breathing zone</i>	66,8
Tehdas- varasto <i>Mill- woodyard</i>	leppäranka, 1 a <i>long alder bolts</i>	26.9.	kuljettajan hengitysvyöhyke <i>operator's breathing zone</i>	3,8
”	”	26.9.	ohjaamon ulkoseinä <i>outer wall of the operator's cab</i>	3,0

Käsisyöttöisen hakkurin syöttäjän hengitysvyöhykkeestä mitattu 66,8 mg/m³ pitoisuus on suuri, kun sitä verrataan sosiaali- ja terveysministeriön suositteluun puupölyn enimmäispitoisuuteen 5 mg/m³. Mittaushetkellä hakettu puu oli vanhaa ja melko lahoa. Tällaisen materiaalin osuutta hakettavien puiden kokonaismäärästä ei tässä selvitetty, eikä toisaalta sitä, mitä materiaalin tuoreusaste vaikuttaa haketuksessa syntyvän pölyn määrään. Haastattelussa syöttäjä mainitsi, että pöly haittaa silmiä, pahimmillaan hengitystäkin.

Taulukossa 6 nähdään yhdestä pölynäytteestä selvitetty hiukkaskokojakauma. Tällöin hakettiin 2—3 vuotta varastoitua koivurankaa. Pienten hiukkasten suuri osuus osoittaa puupölyn leijailevaa luonnetta; hiukkaset tunkeutuvat pienistä raoista ja kulkeutuvat helposti keuhkojen perimäisiin osiin, keuhkorakkuloihin saakka.

352. Homeet

Kolmelta eri koneelta otetuista pölynäytteistä tehtiin homesienianalyysit. Kustakin näytteestä tehtiin viljelmät neljälle eri alustalle. Taulukossa 7 ovat homeanalyysien tulokset.

Suurimmasta osasta viljelmiä kasvustoa ei syntynyt lainkaan. Niissä näytteissä, joissa kasvustoja syntyi, homeitiöiden määrät olivat pieniä. Vastaavia ja suurempia määriä esiintyy normaalisti ulkoilmassa.

Kosteissa kasvimateriaaleissa kasvavien home- ja sädesienten itiöt aiheuttavat homepölykeuhko-nimistä allergista keuhkosairautta, jota esiintyy etenkin karjataloutta harjoittavassa maanviljelijäväestössä. Sairausten pääasialliset oireet ovat yskä, hengenahdistus ja kuume, jotka tyypillisimmillään, akuuttina hitaasti ohimenevänä kohtauksena esiintyvät 4—8 tunnin kuluttua homepölyaltistuksesta (T e r h o 1978).

Taudin pääasiallisena aiheuttajana on pidetty lämpöhakuisten sädesienten ryhmään kuuluvaa *Micropolyspore faenitaa*. Tämän todettiin aiheuttavan altistuskokein homepö-

lykeuhkoa muistuttavan taudinkuvan (T e r h o 1979). Suomessa ilmeisesti myös *Aspergillus glaucus* -ryhmän homesienet aiheuttavat homepölykeuhkon sekä sädesienistä *Thermoactinomyces vulgaris* (T e r h o 1978). Homepölykeuhkoa on todettu myös lämpökeskusten hakevarastoissa työskentelevillä ja sahatyöntekijöillä. Hakevarastoissa onkin todettu homepölyä (T u r k k i l a 1980).

353. Hengitysilman kaasut

Kuljettajan hengitysvyöhykkeestä mitattiin viidestä koneesta hiilimonoksidin (CO) sekä typen oksidien (NO, NO₂) pitoisuudet. Mittaushetkellä koneiden ovet ja ikkunat olivat kiinni yhtä konetta lukuun ottamatta. Mittaus tehtiin sekä ilmastointilaitteiden toimiessa että kiinni ollessa.

Hiilimonoksidia ei todettu yhdessäkään mittauksessa, kun ilmastointilaitte oli kiinni. Lämmityslaitteen toimiessa yhdestä koneesta mitattiin 2—3 ppm CO-pitoisuus (maks. 50 ppm). Typen oksideja ei esiintynyt tai niiden pitoisuus oli hyvin pieni (<0,5 ppm), kun ilmastointilaitteet olivat kiinni.

Kun lämmityslaitte oli toiminnassa, yhdessä koneessa mitattiin (NO + NO₂) -pitoisuudeksi 9—10 ppm (suurin sallittava arvo 25 ppm). Tällöin ei ollut käytössä ampullia NO₂-pitoisuuden selvittämiseksi. NO₂-pitoisuuden suurin sallittava arvo on 5 ppm. Ensimmäisten mittausten aikana ohjaamon alla sijaitsevan hakkurin moottorin pakoputkissa oli vuotoja. Ohjaamon ilmanottoaukko on sijoitettu ohjaamon takaseinälle, joten pakokaasut joutuivat lämmityslaitteen toimiessa helposti ohjaamoon. Samasta koneesta otettiin myöhemmin kaikki näytteet uudelleen, mutta ko. kaasuja ei löytynyt, sillä pakoputket oli korjattu eikä vaarallisia kaasuja enää päässyt ohjaamoon. Koska pakoputkissa helposti esiintyy vuotoja, ei ilmanottoaukkoja tulisi sijoittaa niiden läheisyyteen.

Kuten pölyn ja homeitiöiden kohdalla myös kaasujen ohjaamoon ja kuljetta-

Taulukko 6. Erään pölynäytteen hiukkaskokojakauma
Table 6. Particle size distribution of a dust sample

	Hiukkaskoko, μm — Particle size, μm									
	0,5	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,25	7,5	10	12,5
%	20	30	10	8	10	12	2	3	2	1
kpl/näyte number/sample	83	136	47	38	44	56	9	12	8	4

Taulukko 7. Homeitiöt
Table 7. Mould fungus spores

Ajankohta Time	Haketettava materiaali ja varastointiaika Material to be chipped and storing period	Mittauspaikka Measuring point	Kasvatusalusta Nutrient layer	Tulos/laji Result/species	Määrä kpl/m ³ Units/m ³
15.3.	koivuranka long birch bolts 2—3 a	ulkoa outside	mallas malt nutrient hagen 40 °C	ei kasvustoa no growth ”	— —
			hagen 20 °C	Penicillium steriili sterile	1100 550
4.4.	leppäkokopuu alder whole tree 1 a	ohjaamosta in the cab	mallas malt nutrient	Penicillium ei kasvustoa no growth ”	534 —
			hagen 40 °C hagen 20 °C	valkea hiiva white yeast	— 530
				steriili sterile	534
4.4.	leppäkokopuu alder whole tree 1 a	ulkoa outside	mallas malt nutrient	Penicillium ei kasvustoa no growth ”	2975 —
			hagen 40 °C hagen 20 °C	Trichoderma	— 8330
18.6.	leppäkokopuu alder whole tree 1 a	ohjaamosta in the cab	—	ei kasvustoa no growth	—

jan hengitysvyöhykkeeseen kulkeutumisessa tuulensuunnalla ja voimakkuudella on merkitystä. Kesällä ohjaamoiden ilmasto on usein riittämätön ja koneita käytetään ovet ja ikkunat auki tai poistettuina. Tällöin ilman epäpuhtaudet ovat hakkurin käyttäjälle paljon suurempina vaarana kuin viileämpänä ajankohtana.

36. Ohjaamo

Näkyvyys arvesteltiin sekä varsinaisen haketustyön että siirtymisten aikana. Näkyvyydestä annettiin vain kaksi arvosanaa: hyvä tai huono. Arviot ovat lähinnä kuljettajien mielipiteitä. Joitakin kohteita arvesteltiin kuitenkin yhdessä tutkijan kanssa.

Kuudesta testatusta koneesta kolme oli rakennettu kuorma-auton alustalle. Siirto ja haketus tehtiin eri ohjaamosta. Kuorma-auton ohjaamo jätettiin tämän ergonomisen tarkastelun ulkopuolelle. Yhden hakkurin vetokoneena käytettiin tavallista maataloustraktoria. Sen ergonominen tarkastelu jäi vähemmälle huomiolle, koska hakkurin voimanlähteenä voidaan käyttää miltei mitä maataloustraktoria tahansa.

Varsinaisessa haketuksessa näkyvyys eri

ohjaamoista arvesteltiin seuraavasti:

	hyvä	huono
näkyvyys maahan	3	3
näkyvyys ylöspäin	3	3

Näkyvyys ylöspäin ei ole kovin tärkeä tavallisissa työskentelyoloissa. Kun työskennellään ahtaissa paikoissa (korkeat kasat, pystypuut, puhelinlangat jne.) näkyvyyden olisi kuitenkin oltava myös ylöspäin hyvä. Erään hakkurin käyttäjä ilmoitti, että kuormainen asettelu ohjaamon katolle siirron ajaksi on hyvin hankalaa nimenomaan siksi, että ohjaamosta näkyy huonosti ylöspäin (joskus joutuu avaamaan kattoluukun).

Näkyvyyttä haittasivat ohjaamon kulisissa olevat tukipilarit ja niihin jälkeensä sijoitetut hakkurin mittarit, tai näkyvyys aivan koneen sivulle oli huono pienten sivuikkunoiden vuoksi. Huonon näkyvyyden syyksi ilmoitettiin myös se, että ohjaamo ei nouse tarpeeksi ylös, joten syöttöpöytä estää näkyvyyttä, kun puuta syötetään matalista kasoista.

Vain yhdessä kuudesta (aivan uusi) tutkijasta hakkurista oli hyvin toimivat lasinpyyhkijät. Kahdessa oli alunperin ollut lasinpyyhkijät, mutta tutkimusajankohtana ne puuttuivat. Kahdessa hakkurissa ei ollut ollutkaan lasinpyyhkijöitä.

361. Ohjaamon mitoitus ja työskentely- asento

Kahden kuudesta tutkitusta ohjaamosta katsottiin olevan riittävän tilava. Neljä ohjaamoa arvosteltiin ahtaaksi. Yksi ohjaamo arvosteltiin liian lyhyeksi, yhdessä taas ohjauspyörä ja kojelauta haittasivat kuljettajan kääntymistä ajoasennosta haketusasentoon.

Eriytyisen huonossa asennossa joutui työskentelemään maataloustraktorihakkurin käyttäjä. Haketuksen ajaksi traktorin istuin käännettiin eteenpäin nurin siten, että vaahdotuovilla pehmustettu istuimen selkänöja toimi istuimena. Kuormaimen käyttäminen oli varsin hankalaa.

Työasentoon vaikuttaa paljon polkimien ja säätölaitteiden sijoittelu. Näiden ominaisuuksien osalta eri ohjaamot eivät saaneet yksiselitteisiä arvosanoja. Ainoastaan maataloustraktorikäyttöisellä hakkurilla haketettaessa katsottiin polkimien ja säätölaitteiden sijainti selvästi huonoksi.

Kolmessa ohjaamossa käsivivut olivat polvien tiellä, kahdessa niiden liikeradat olivat liian pitkiä tai holtittomia, yhdessä kuormaimen vivusto oli liian alhaalla, yhdessä taas haketuksessa tarvittavat ”näppäimet” olivat liian kaukana. Yhdessä käsijarru oli sijoitettu hankalasti. Yhdessä tapauksessa polkimet oli sijoitettu kuljettajan mielestä liian lähelle istuinta, joten jalkojen asento ei ollut paras mahdollinen. Puolessa tutkituista ohjaamoista katsottiin olevan sellaisia osia, joihin kuljettaja saattaa kolhia itseään. Yhtä lukuunottamatta kaikki kuljettajat pitivät ohjaamoiden puhtaanapitoa vaikeana.

362. Pääsy ohjaamoon

Kolme kahdeksasta haastatellusta kuljettajasta piti pääsyä ohjaamoon helppona. Koneeseen pääsyä tai sieltä poistumista vaikeuttavat paitsi huonosti suunnitellut jalansijat myös varsinkin palstalla toimivissa koneissa jalansijojen rikkoutuminen.

Seitsemän kahdeksasta kuljettajasta (5 konetta) katsoi, että liukastumisvaara on olemassa koneeseen noustaessa tai sieltä poistuttaessa. Ainoastaan maataloustraktorin kuljettaja ei pitänyt sitä mahdollisena. Ohjaamoiden uloskäyntimahdollisuudet olivat seuraavat: kolmessa varastohakkurissa oli pelkästään yksi ovi, toisessa palstahakkurissa kaksi ovea sekä toisessa yksi ovi, kattoluukku ja lisäksi helposti avattava sivuikkuna. Maataloustraktorissa oli kahden oven lisäksi myös kattoluukku.

Välivarastohakkureiden ohjaamoiden uloskäyntejä on pidettävä riittämättöminä. Toisaalta tällaiset hakkurit eivät liene alttiita kaatumisille, sillä ne työskentelevät varasto-oloissa. Palstahakkurit sen sijaan liikkuvat vaihtelevissa maastoissa, jolloin korkean koneen kaatuminen on mahdollista. Eri asia on, millä tavoin korkealla sijaitsevasta kuorma-auton tai perävaunun alustalla olevasta hakkurin ohjaamosta pääsee nopeasti pois, jos tulipalo syttyy ohjaamon alla. Yhden vaahtosammuttimen paikka tässä tapauksessa on ehdottomasti hakkurin ohjaamossa.

Jalansijat olivat lujaa tekoa, mutta niiden heikkoutena on liukkaus. Askelmia oli tehty usein pyöreästä putkesta, jossa ei ole kunnollista kitkapintaa. Kädensijojen heikkoutena oli, että ne olivat liian pieniä tai heikkoja ripoja tai ne olivat liian ylhäällä.

Taulukko 8. Ohjaamon portaiden ja oviaukon ohjemitat ja hakkureista mitatut arvot
Table 8. Measurements for the cab steps and doorway and the values measured from the chippers

Ohjaamoon pääsyyn vaikuttava tekijä Factor that affects access to the cab	Ohjemitat, cm Recommended, cm	Hakkureista mitattu keskiarvo, cm Measured mean, cm	Vaihteluväli, cm Range, cm
ensimmäisen askelman korkeus maasta height of the first step from the ground	35	60	45—100 (+)
askelmien välinen etäisyys distance between the steps	20—30	31	22—60
askelmien leveys the width of the steps	30	48	22—100
oviaukon mitat doorway size	62 × 160	61 × 156	(59—63) × (150—160)

Erään autohakkurin ohjaamoon johti hyvät portaat, mutta kaide oli vain toisella puolella. Kun myös toiselle puolelle asennetaan kaide, ohjaamoon pääsy helpottuu.

Ruotsalaisen tarkistuslistan (A m i n o f f ym. 1974) suosittelemat ohjemitat ja hakureista mitatut arvot ohjaamoon pääsyyn vaikuttavista tekijöistä olivat taulukon 8 mukaiset. Ensimmäisen askelman korkeus ylitti ohjemitat reilusti, joten koneeseen nousua on pidettävä vähintäänkin epämukavana. Kolmessa hakkurissa askelmien välit sopivat ohjemittojen 20—30 cm välille, yhdessä ne olivat 32 cm ja yhdessä ne vaihtelivat 40—60 cm. Kahdessa koneessa portaiden leveydet vaihtelivat ja ne täyttivät ohjemitat reilusti.

Oviaukko mitattiin vain suorakaiteen muotoisista ovista. Kahdessa ohjaamossa ovet täyttivät ohjemitat. Monitahokkaan muotoiset ovet saattavat myös täyttää ohjemitat, mutta usein ovien epäedullinen muoto hankaloittaa ohjaamoon pääsyä.

Askelmien etäisyys seinästä mitattiin vain yhdestä koneesta, jossa se oli 27 cm. Portaitten ja askelmien rakenteessa ja etäisyydessä oli koneiden kesken suuria eroja.

363. Istuin

Kaikissa tutkituissa koneissa kuljettajan istuin oli kunnolla kiinni. Kaksi kahdeksasta haastatellusta kuljettajasta (kaksi eri konetta) piti istuinta kohtalaisen hyvänä. Heikoin istuin oli maataloustraktoriperustaisessa hakkurissa. Neljä hakkurin kuljettajaa valitti, että istuin ei anna riittävästi sivutukea. Yksi piti istuinosaa liian pitkänä, joten istuimen reuna painoi pohkeiden verisuonia. Kahden koneen istuimessa ei ollut selkänöjan kallistusmahdollisuutta. Toisessa näistä ”ajoistuimen” selkänöja ulottui seinään, joten säätöä ei voitu tehdä. Samassa koneessa ”haketustuimella” oli vailla säätömahdollisuuksia. Kaikki haastatellut valittivat, että istuin hiottaa kesällä. Yksi kuljettaja mainitsi haittana myös sen, että istuin pölyttyy helposti.

Neljä kuljettajaa piti istuimen jousitusta ja vaimennusta hyvänä sekä ajo- että työskentelyasennossa. Kahdessa koneessa taas istuimet arvosteltiin huonoiksi. Toisessa kuljettaja palstalla liikkeessaan istuu apuistuimella, joka on kiinteä ja vailla mitään säätömahdollisuuksia.

Vain yksi kuljettajista piti istuimen säätömahdollisuuksia riittävinä. Yksi oli käyttänyt konetta niin vähän, ettei ollut perehtynyt istuimen säätöön. Kaksi (sama kone) kuljettajaa piti istuimen korkeussäätöä riittävänä, mutta istuinta ei saanut tarpeeksi taakse, sillä selkänöja ulottui takaseinään.

364. Mittaristo ja merkkivalot

Neljän kuljettajan (2 konetta) mielestä koneessa oli kaikki tarpeelliset mittarit. Toiseen palstahakkuriin kaivattiin öljynpaineen merkkivalon lisäksi öljynpainemittaria ja öljynpaineen alentumista osoittavaa äänimerkkiä. Samoin kaivattiin parempaa tausausyöräston lukon merkkivaloa.

Toinen palstahakkurin kuljettaja kaipasi hakkurin moottorin kierroslukumittaria sekä hydraulioöljyn paineen mittaria. Lisäksi hän kaipasi isompaa merkkivaloa ja äänimerkkiä sen merkkivalon tilalle, joka syttyy, kun hakkurin kontti koskettaa täytettävän kontin reunaa. Yhteen kuorma-autohakkuriin kaivattiin öljynpaineen hälytysvaloa ja hydraulioöljyn vuodon ilmaisevaa varoitusmerkkiä.

Kaikki kuljettajat katsoivat, että koneessa on ainoastaan tarpeellisia mittareita ja merkkivaloja. Neljä kuljettajaa piti mittareita sopivan tyyppisinä. Kumpikin palstahakkurin kuljettaja mainitsi, että peruskoneen mittarit jäävät haketettaessa selän taakse. Lisäksi toisessa palstahakkurissa eivät mittarit näy myöskään ajettaessa hyvin.

37. Huoltotöiden ergonomia

Huoltotöiden ergonomian osalta haasteltiin yhdeksää kuljettajaa. Taulukossa 9 eri tekijät esitetään haitan suuruuden mukaisesti. Arvosteluserakkeissa olevat numerot osoittavat, kuinka haastatellut ovat painottaneet kutakin tekijää.

Yhdeksästä haastatellusta viisi ilmoitti päivittäiseen huoltoon menevän aikaa noin yhden tunnin tai vähän yli, mikäli myös hakkurin terät vaihdetaan. Kahdelta meni aikaa kaksi tuntia, kun siihen sisällytetään tankkaus, öljynvaihto, rasvaus ja terien vaihto. Kaksi maataloustraktoriperustaisen hakkurin käyttäjää ilmoitti rasvaukseen menevän päivittäin aikaa 5—10 min. Terien vaihdon kanssa aikaa kului yhteensä noin puoli tuntia.

Taulukko 9. Hakkureiden huolto- ja korjaustöiden arvostelu.
Kuljettajien mielipiteet

Haittatekijä	Arvostelu ¹⁾				Missä haittatekijä on selvimmän havaittavissa
	0	1	2	3	
Suuri voiman tarve	3	5	1	—	peruskoneen pohjapanssarin aukaisu, vääntyneiden osien oikaisu, hakkurin teränsuojuksen poistaminen, terien vaihto, muttereiden kiristys ja aukaisu, kardaaniin pyöritys rasvattaessa.
Huono työasento	3	4	2	—	öljyntäyttöaukot hankalissa paikoissa, kardaaniin voitelu, koneiden alla olevien osien huolto, tuulettajan hihnojen vaihto, hakkurin syöttöketjun rasvaus.
Nostettavat painavat taakat	6	3	—	—	renkaan vaihto, teränsuojuksen, terien, terälaatikoiden ja öljytankkien nostaminen.
Puutteellinen työnopastus	7	2	—	—	yleensä
Kiire	5	1	3	—	varsinkin talvella
Kylmyys	—	—	7	2	kaikessa huoltotyössä
Sade	—	—	9	—	kaikessa huoltotyössä
Huono valaistus	5	—	3	1	murrosten ja telien rasvaus.
Huoltokohteiden sijainti	4	4	1	—	syöttölaitteiston hydrauliiikan voitelu, auton huoltokohteet, kardaaniin pultit.
Liukastumis- ja putoamisvaara koneen päältä	—	1	6	—	kuormaimen huolto
Kompastumisvaara	—	1	6	—	kuormaimen huolto
Esineiden putoaminen päälle (luukut, koneenosat)	6	1	—	—	moottorin konepelti, terien suojus
Voiteluaineiden ym. kemiallisten aineiden käsittely	6	3	—	—	käsien ihon huokoset tukossa
Käsityökalujen ym. välineiden puutteellisuudet	5	3	1	—	esim. ”letkuleikkuri” puuttuu, avaimet puutteelliset.
Työn likaisuus	—	6	2	1	rasvaus, öljynvaihto, hakkurin puhdistaminen hydrauliiikkaöljystä ja pölystä.
Palovamman vaara	5	4	—	—	pakosarja, hakkurin pakoputket.
Vaara kolhia itsensä	1	8	—	—	yleensä
Vaara saada viiltohaavoja	—	7	2	—	hakkurin terien vaihto
Sähköiskun vaara	9	—	—	—	—
Pyörivistä koneen osista aiheutuva vaara	7	2	—	—	avonaiset kardaanit, vain jos koneita ei pysäytetä (yleensä pysäytetään)
Työkalujen ”lipsahtamisen” aiheuttama vaara	1	7	—	—	—
Työkalujen säilytys	6	1	2	—	—

1) 0 = Ei haittaa
1 = Haittaa hieman
2 = Haittaa selvästi
3 = Haittaa hyvin paljon

Seitsemän kuljettajaa teki päivittäiset huollot ja pienet korjaukset mielellään itse. Kaksi olisi halunnut erilliset huoltomiehet, mutta he eivät pitäneet sellaista mahdollisena. Viisi kuljettajista oli sitä mieltä, että apumies helpottaisi huoltotöitä, mutta ei ole mitenkään välttämätön. Kaksi heistä (maaloustraktorikäyttöiset hakkurit) ei katsonut tarvitsevansa apumiestä huollossa. Vain

yksi kuljettajista piti apumiestä välttämättömänä huoltotöissä.

Viisi kuljettajaa sanoi tekevänsä huoltotyöt aina mahdollisimman turvallisesti. Kolme sanoi tekevänsä yleensä turvallisesti, mutta joskus kiireen takia jollakin nopeamman, mutta vaarallisemmalla tavalla. Yksi ilmoitti tekevänsä huollot kiireen takia miltei aina nopeasti.

Table 9. Evaluation of maintenance and repair work on chippers.
Operators' opinions

Drawback factor	Grading ¹⁾				Where is the fault most clearly perceivable
	0	1	2	3	
Great muscle strength requirement	3	5	1	—	opening the armour plating of the underside of the prime mover, straightening bent parts, removing of the knife guard of the chipper, changing knives, tightening and opening nuts, turning the drive shaft when lubricating
Poor working position	3	4	2	—	oiling points awkwardly placed, lubrication of drive shafts, maintenance of parts under the machines, changing the fan belts, lubrication of the feeding chain of the chipper
Heavy loads to lift	6	3	—	—	tyre changes, lifting the knife guard, knives, knife boxes and oil tanks
Inadequate instruction	7	2	—	—	in general
Haste	5	1	3	—	especially in the winter
Cold	—	—	7	2	all maintenance work
Rain	—	—	9	—	all maintenance work
Poor lighting	5	—	3	1	lubrication of drive shaft and bogies
Location of maintenance points	4	4	1	—	lubrication of the feeding equipment hydraulics, maintenance points in the truck, the bolts of the drive shaft
Danger of slipping and falling from the machine	—	1	6	—	maintenance of the loader
Danger of stumbling	—	1	6	—	maintenance of the loader
Falling objects (flaps, parts of the machine)	6	1	—	—	engine bonnet, knife guard
Handling of lubricants and chemical substances	6	3	—	—	clogging of the pores of the hands
Deficiencies in the hand tools and implements	5	3	1	—	e.g. no "hose cutter", imperfect keys
Dirtiness of the work	—	6	2	1	lubrication, oil changes, cleaning the chipper of hydraulics oil and dust
Danger of a burn	5	4	—	—	the exhaust manifold, the exhaust pipes of the chipper
Danger of bruising	1	8	—	—	in general
Danger of cuts	—	7	2	—	changing the chipper knives
Danger of electric shock	9	—	—	—	
Danger caused by moving machinery	7	2	—	—	open drive shafts, only if the machines are not switched off (they generally are)
Danger from a "slipping" tool	1	7	—	—	
Storing of the tools	6	1	2	—	

- 1) 0 = No fault
1 = Slight fault
2 = Definite fault
3 = Major fault

Useimmat haastatelluista olivat sitä mieltä, että huolto- ja korjaustöiden tekemistä ei ole otettu huomioon hakkureiden suunnittelussa. Ainakin yhden hakkurin osalta suurehko huolto tai korjaus on teetettävä usealla eri edustajalla, joten sen järjestäminen tuottaa hankaluuksia. Huolto- ja korjausmiesten tuloa odotellessaan yhtä lukuunottamatta kaikki ilmoittivat tekevänsä

huollon jouduttamiseksi sellaista, mihin he eivät ole saaneet koulutusta tai mihin tarvittaisiin kaksi miestä.

Parannuksina huolto- ja korjaustöiden suorittamiseksi esitettiin, että työmaalle olisi saatava enemmän varaosia ja tarvikkeita sekä monipuolisemmat ja paremmat välineet. Lisäksi korostettiin, että huolto- ja korjaustyöt olisi saatava saman katon alle,

Taulukko 10. Huoltokohteiden arvostelu. Kuljettajien mielipiteet

Table 10. Evaluation of the maintenance points. Operators' opinions

	Arvostelu ¹⁾ — Grading				
	5	4	3	2	1
Täyttöaukkojen sijainti <i>Location of feeding openings</i>		2	3		2
Öljysäiliöiden tyhjeneminen <i>Emptying oil tanks</i>		2	1		
Ilmanpuhdistimien sijainti <i>Location of air filters</i>		4		3	
Akkujen sijainti <i>Location of batteries</i>		3	3	1	
Varokkeiden sijainti <i>Location of fuses</i>	1	2	1	1	1
Hihnojen vaihto ja kiristys <i>Changing and tightening belts</i>		1	2	3	1
Sähköjohtojen sijoitus <i>Location of electric wires</i>		1	2	4	
Öljyputkien sijoitus <i>Location of oil pipes</i>		1	3	3	
Kuormaimen öljyputkien sijoitus <i>Location of the oil pipes of the loader</i>		2	1	3	1
Pohjajanssarin avattavuus <i>Access to the underside armour planting</i>					1

- 1) 5 = Erittäin hyvä — *Very good*
 4 = Hyvä — *Good*
 3 = Tyydyttävä — *Satisfactory*
 2 = Huono — *Poor*
 1 = Erittäin huono — *Very poor*

niin että niitä ei tarvitsisi teettää usealla eri korjaamolla.

Taulukossa 10 on kuljettajien esittämä arvostelu eri huoltokohteista. Huoltokohteiden arvostelun teki seitsemän kuljettajaa viidestä järeästä hakkurista. Joka ominaisuuden kohdalla ei ole seitsemää arvostelijaa, sillä joka hakkurissa ei ole ollut ko. huoltokohdetta tai sitten hakkuria on käytetty niin vähän, että huoltokohde ei vielä ole ollut esillä.

38. Yleistiedot kuljettajista

Kuljettajien ikä vaihteli 22—43 vuoteen. Kokemus hakkurin käytössä vaihteli puolestoista viikosta neljääntoista vuoteen. Keskimäärin se oli 3,2 vuotta. Neljä oli toiminut aikaisemmin metsätraktorin kuljettajana.

Kokemus tässä vaihteli reilusta kahdesta vuodesta seitsemään vuoteen.

Kukaan ei ollut saanut varsinaista ammattikoulutusta. Kolme oli ollut työkurseilla. Yksi oli käynyt 11 kuukauden maatalouskorjaajan kurssin. Yksi oli ollut 3 viikkoa hakkurikurssilla. Työsuhte oli seitsemällä vakinainen, yhdellä tilapäinen. Kahdella vakinaisista ei ollut kirjallista sopimusta.

Kuusi kuljettajaa oli työskennellyt metsätoissa edellisenä vuonna yli 200 työpäivää, yksi 150—200 työpäivää ja yksi 100—150 työpäivää. Metsätöiksi tässä on katsottu mm. puutavara-auton ajo sekä metsäkoneiden korjaus.

39. Työmaajärjestelyt

Työvuorot

Kolme haastatelluista kuljettajista työskenteli päivävuorossa, neljä kaksivuorotyössä. Yksi oli työskennellyt kahdessa vuorossa vasta yhden viikon ja oli aiemmin ollut jatkuvassa päivävuorossa noin puolitoista vuotta. Yksi työskenteli niin sanotussa laajennetussa vuorotyössä, missä konetta käytetään 10—11,5 tuntia päivässä ja kaksi tai useampi kuljettaja vuorottelee koneen käytössä. Samoin hän joskus työskenteli tilanteen vaatiessa kaksivuorotyössä.

Kuusi kuljettajaa vastasi työskentelevänsä mieluiten päivävuorossa, yksi kaksivuorotyössä. Yksi sanoi mieluiten tekevänsä normaalia päivävuoroa, jossa kuitenkin olisi joskus mahdollisuus tehdä myös yövuoroja, jotta päivisin voisi hoitaa asioitaan.

Työpäivän pituus

Neljä kuljettajaa ilmoitti voivansa itse vaikuttaa työpäivänsä pituuteen, kaksi ei (syytä jälkimmäisten kohdalla vuorotyö). Yksi ilmoitti kiireisiä aikoja lukuun ottamatta pystyvänsä vaikuttamaan päivänsä pituuteen. Yksi vastasi joutuvansa tehdasvarastolla tekemään säännöllisen pituisia päiviä, mutta välivarastolla työskennellessään hän pystyi itse vaikuttamaan työpäivänsä pituuteen. Neljällä kuljettajalla päivän pituus oli 8 tuntia, yhdellä 9—10 tuntia, yhdellä 10 tuntia, yhdellä 10—12 tuntia ja yhdellä 12 tuntia.

Työmatka

Päivittäinen työmatka vaihteli runsaasti työmaan sijainnista riippuen. Jotkut asuivat asuntovaunussa työmaan välittömässä läheisyydessä tai muutaman kilometrin päässä siitä. Joillakin työmatka vaihteli 10—200 kilometriin. Joillakin oli säännöllisen pituinen työmatka kotoa lämpökeskuksen hakevarastolle. Haastatteluhetkellä kahdeksan kuljettajan päivittäisen työmatkan pituus yhteen suuntaan oli keskimäärin 63 kilometriä. Matka tilapäismajoituksesta kotiin on vaihdellut 30—400 km:iin. Kotona käyntiin on ollut mahdollisuus kerran viikossa. Työmatkan pituuden suureen vaihteluun lienee vaikuttanut se, että haketus on vielä kokeilu-luonteista, jolloin työmaat voivat sijaita kaukana toisistaan.

Varastojärjestelyt

Varastojärjestelyt oli kolmen kuljettajan mielestä tehty haketustyötä ajatellen hyvin, kahden mielestä tyydyttävästi ja kolmen mielestä huonosti.

Useimmiten vaikeutena oli tilan puute varastoilla. Hakkurit eivät sovi kunnolla liikukumaan kontteja täytettäessä, ja varsinkaan täysperävaunuhakeautot eivät sovi kääntymään. Ne joutuvat usein huonojen varastotilojen vuoksi hakemaan kummatkin hakesäiliöt erikseen, mikä hidastaa korjuuketjun työtä. Joskus hakekonttia ei saa kyllin lähelle palstaa, joten palstahakkurille kertyy paljon ajoa.

Myös todettiin, että monesti varastopaikat ja tiet ovat kunnoltaan huonoja ja epätasaisia. Tästä aiheutuu varsinkin hakeautoille vaikeuksia. Eräs palstahakkurin kuljettaja huomautti, että kun varasto on hyvin epätasainen, niin hakkurin hakesäiliön tyhjentäminen vaikeutuu, sillä ”törmäysvalo”, mikä osoittaa hakkurin perän koskettavan vaihtolavan reunaa, ei sytykään palamaan. Erään autohakkurin yhteydessä mainittiin, että hakettavat puupinot on monesti varastoitu hakeautoa ajatellen väärälle puolelle tietä, vaikka tämänmallisen hakkurin syöttö voidaan tehdä vain yhdeltä puolelta.

Myös valitettiin, että pinojen aluspuut ovat huonoja. Haketuksessa hyvien aluspuiden merkitys on suuri, sillä jos aluspuut ovat huonot, kuormaajan kourassa voi joutua kiviä ja soraa hakkurin teriin. Joskus

opastus varastoilla katsottiin riittämättömäksi. Heikko opastus aiheuttaa ajanhukkaa.

Korjuuketjun häiriöt

Korjuuketjun toiminnassa sanottiin silloin tällöin esiintyvän häiriöitä, joista syntyy joko autoille tai hakkurille odotusaikoja. Useimmin syynä häiriöihin on hakkurin tai autojen rikkoutuminen. Myös huonot sääolot voivat aiheuttaa viivytystä.

Työviihtyvyys

Seitsemän kuljettajaa ilmoitti viihtyvänsä työssään hyvin, yksi erittäin hyvin. Kukaan ei sanonut viihtyvänsä huonosti. Viisi kuljettajaa viihtyi työssään niin hyvin, etteivät he katsooneet tarpeelliseksi edes vaihtelun vuoksi vaihtaa työtä välillä esim. koneelta toiselle. Kaksi kuljettajaa puolestaan halusi joskus vaihtaa työtä. Yksi ei osannut sanoa mielipidettänsä.

Pahimpana epäkohtana työssään kolme hakkurin käyttäjää piti pitkiä työmatkoja, viisi muuta työn rasittavuutta, huonoa palkkausta, tapaturmavaaraa, sääolosuhteita ja likaisuutta. Lisäksi epäkohtana esitettiin yksinäisyyttä sekä työn meluisuutta sekä ohjaamon epämukavaa lämpötilaa.

Neljä hakkurin käyttäjää piti työnsä parhaimpana puolena itsenäisyyttä, kaksi taas metsässä työskentelyä. Yksi korosti hyvää palkkausta ja yksi työn monipuolisuutta tarkoittaen lähinnä sitä, että työmaat vaihtuvat usein.

Ryhmätyöskentely

Kolme kuljettajaa työskenteli yleensä yksin, viisi yleensä ryhmänä. Ryhmä oli muodostunut kahdesta työntekijästä siten, että toiseksi ryhmään kuuluvaksi on luettu autonkuljettaja, joka avustaa hakkurin käyttäjää kuorman teossa. Käsityöllisellä hakkurilla ryhmään oli kuulunut toinen syöttäjä.

Kukaan yksin työskentelevistä ei sanonut tuntevansa oloaan turvattomaksi yksin työskennellessään. Kaksi ryhmässä työskentelevää puolestaan arveli tuntevansa turvattomuutta, jos he joutuisivat työskentelemään yksin.

Suhtautuminen työnjohtoon

Viiden hakkurin käyttäjän mielestä työnjohto valvoi riittävästi heidän työtään (yhden mielestä liikaakin). Kolme olisi halunnut työnjohdon osalta valvonnan tehostamista. Viisi kuljettajaa toivoi työnjohdolta parempaa konetietoutta. Yksi oli tyytyväinen työnjohdon tiedon tasoon. Kaksi ei ilmaissut mielipidettään.

Työn rasittavuus

Väitteeseen, että haketustyön työrytmi on liian hidas, kuusi suhtautui kielteisesti, yksi oli samaa mieltä ja yksi ei ottanut kantaa. Hakkurin käyttäjistä neljä ei tuntenut itseään yllirasittuneeksi työpäivän jälkeen. Neljä sanoi useahkosti tuntevansa itsensä yllirasittuneeksi varsinkin, jos päivittäiset työmatkat olivat pitkiä.

Hankalimpana työvaiheenaan neljä hakkurin käyttäjää piti huolto- ja korjaustöitä. Hankalimmaksi työvaiheeksi mainittiin

myös työmaan vaihdot, kaksimetristen pölylien haketus sekä suurten puiden nostaminen (käsisyöttöinen hakkuri).

Haketustyötä verrattiin metsätraktorin kuljettajan työhön. Tällöin hakkurin käyttäjän työtä piti kuudesta vastanneesta hakurimiehestä kolme (2 palsta- ja 1 autohakkurin kuljettaja) turvallisempana kuin metsätraktorin kuljettajan työtä. Kolme piti kumpaakin konetta yhtä turvallisina (kaikki autohakkureita).

Kolme hakettajaa (kaksi palsta- ja yksi autohakkurilta) piti työtään terveellisempänä kuin traktorin kuljettajan työtä. Perusteluna tähän oli, että palstahakkureilla ajetaan hitaammin ja parempia maastoja kuin metsäkoneella. Tällöin hakkurin heilunta on pienempi kuin metsätraktorissa. Yksi haasteltava ei osannut sanoa hakettajan työn terveellisyydestä mielipidettään. Yksi piti terveellisyyttä samanlaisena ja yksi huonompana kuin metsätraktorin kuljettajan työtä. Kolme viimeksi mainittua työskentelivät autohakkurilla.

4. TULOSTEN TARKASTELU

Eräs pienhakkurin ergonomisista haitoista on fyysinen kuormittuminen, kun puiden syöttö tehdään käsin. Esimerkiksi männyn ensiharvennuspuiden keskimääräinen tuorepaino on samaa luokkaa kuin Työterveyslaitoksen suositus enimmäistaakasta jatkuvassa nostotyössä. 8—9 cm:n rinnankorkeusläpimittaa voidaan pitää raja-arvona, jota suuremmat puut tulisi katkaista, ettei suositusta ylitettäisi. Talvella lumi ja kasojen jäätyminen aiheuttavat lisäkuormitusta.

Hakkureiden melutaso on niin korkea, että kuulosuojainten käyttö on välttämätöntä. Melutaso nousee voimakkaasti, kun ohjaamosta poistetaan ovia tai ikkunoita. Tämä tulee esiin varsinkin lämpimänä aikana, kun pyritään parantamaan ohjaamon ilmanvaihtoa. Toisaalta kesällä voi esiintyä huomattavaa lämpökuormitusta ilman tehokkaita tuulettimia.

Tärinässä huomio kiinnittyy lähinnä sen matalataajuiseen osaan, jonka kohdalla ISO:n määrittelemä väsymisen ja alentuneen

työtehon raja ylitettiin. Ongelma on pahin autohakkureilla, sillä niiden korkealla sijaitseva ohjaamo on altis heilunnalle puiden syöttämävaiheessa. Samoin palstahakkuri on välivarastolla altis heilunnalle, sillä puut on kourastava ”tiukoista” kasoista ja taakat ovat ilmeisesti suurempia kuin palstalla.

Pienhakkureiden käsinsyöttäjä altistuu tietyissä olosuhteissa suurille pölymäärille. Syöttäjän olisi käytettävä pienen hiukkaskoon vuoksi tehokasta (IIb) ja raskaaseen työhön soveltuvaa hengityssuojainta erityisesti ammattimaisessa haketuksessa. Tällaisissa suojaimissa hengittämistä kevennetään pienen sähkömoottorin avulla. Pölyaltistusta voitaneen vähentää myös ottamalla huomioon tuulen suunta haketusta järjestettäessä. Järeiden hakkureiden ohjaamoihin pölyä ei näytä kulkeutuvan, mutta jos esimerkiksi helteellä ohjaamon ovi tai ikkuna poistetaan, pölyä pääsee ohjaamoon helposti.

Homepölykeuhkosairautta on todettu

lämpökeskusten hakevarastoissa työskentelevillä. Lisäksi Ruotsissa on raportoitu ensimmäinen haketta polttavan omakotitalonomistajan homepölykeuhko (L u n d g r e n ja R o s e n h a l l 1979). Tästä voisi päätellä, että homeita voi esiintyä myös lahon puutavaran tai lämpöisenä aikana varastoidun tuoreen kokopuun haketusvaiheessa. Homesieniä on erittäin paljon mätänevässä kasveissa ja lahoavissa rakennuksissa. Useimmat itiöpitoisuudet saavuttavat huipunsa myöhäiskesällä ja syksyllä, jolloin kuoleva kasvusto antaa niille oivallisen kasvualustan. Tämän tutkimuksen näytteissä havaittiin kuitenkin hyvin pieniä homeitiöiden määriä. Asian selvittäminen jää myöhempien tutkimusten varaan. Tässä yhteydessä on tähdennettävä, että on erittäin vaikeaa saada luotettavaa käsitystä hengitysilmän itiöpitoisuudesta, kun näytteenotossa käytetään vyöllä kannettavaa pumpua. Epätarkkuutta esiintyy sekä näytteiden keruussa että niiden analysoinnissa.

Hakkureiden ohjaamoista mitatut vaarallisten kaasujen pitoisuudet olivat hyvin pieniä, mutta erään hakkurin pakoputkien vuotaessa mitattu typen oksidien suurehko määrä ilmentää vaaran olemassa oloa. Pakoputket ja ohjaamon ilmanottoaukot tulee sijoittaa niin, ettei pakokaasuja pääse ohjaamoon.

Peruskoneeseen kuulumattomien, uusien laitteiden (esim. hakkurin mittarit, hallintalaitteet) sijoittelussa on kiinnitettävä huomiota näkyvyyden säilymiseen. Hakkureilla näkyvyyttä heikentää ikkunoihin takertuva pöly, jonka poistamiseksi hakkureissa olisi oltava tehokkaat lasinpyyhkijät ja -pesulaitteet.

Paitsi että ohjaamo olisi tehtävä riittävän tilavaksi tulisi hallintalaitteet sijoittaa niin, etteivät ne rajoita liikkumista mutta ovat toisaalta helposti ulottuvilla.

Ohjaamoon johtavien portaiden laadussa ja sijoittelussa oli paljon korjaamista. Portaiden tulisi antaa kunnon tuki koko jalalle, ne eivät saisi olla liukkaita, askelmien välien tulisi olla tasaiset ja sopivan lyhyet. Rikkoutumisen ehkäisemiseksi olisi alin askelma tehtävä joustavaksi tai ainakin helposti vaihdettavaksi. Portaita olisi täydennettävä hyvillä kaiteilla tai kädensijoilla.

Äkillinen poistuminen autohakkurin kor-

kealla sijaitsevasta ohjaamosta voi olla vaikeaa esimerkiksi, jos alustakone syttyy tulleen. Hakkurin ohjaamossa olisi oltava vaahtosammuttaja.

Istuimiin olisi saatava kunnollinen tuki myös sivusuunnassa. Hiostavuuden poistamiseksi istuimen verhoilumateriaaliin olisi kiinnitettävä huomiota. Istuimen ympärillä tulisi olla vapaata tilaa niin paljon, että istuimen säädöt voidaan tehdä helposti. Palstahakkureiden apuistuimia olisi parannettava. Esimerkiksi erään palstahakkurin apuistuin on kiinteä, joten työpisteestä toiseen tapahtuvan siirron aikana kuljettaja istuu selkä menosuuntaan päin ja joutuu ohjaamaan konetta selkä kiertyneessä asennossa.

Mittaristoa ja merkkivaloja voitaisiin täydentää esimerkiksi äänimerkillä. Palstahakkureissa mittareiden sijoittelussa olisi huomioitava työasennon muutos ajoasennosta haketusasentoon. Hakkureiden valaistusta ei tutkittu, mutta erityisesti vuorotyössä riittävän voimakkaalla ja tasaisella valaistuksella on suuri merkitys.

Huoltotöiden pahimpia ongelmia ovat kylmyys, sade, liukastumis- tai kompastumisvaara, huono valaistus sekä huoltokohneiden hankala sijainti. Nämä ongelmat ovat tulleet esiin muissakin metsäkoneiden korjaus- ja huoltotutkimuksissa (V ä r y n e n 1979). Huoltokohteiden sijoittelussa tulisi ottaa huomioon, että pääosa huolloista tehdään maastossa. Kylmänä vuodenaikana voisi ajatella käytettäväksi jonkinlaista lämmitettävää, helposti pystytettävää huoltolettoa. Työmaille olisi saatava täydelliset työkalut ja hyvä varaosa- ja tarvikevalikoima. Korjaukset tulisi voida tehdä yhdellä yrittäjällä ettei ajanhukkaa syntyisi.

Työvuorojärjestelyissä hakkurin käyttäjille olisi varattava aikaa omien asioiden hoitoon. Milloin työmatkat ovat pitkiä, olisi varsinaista työaikaa lyhennettävä ylläpitämisestä välttämiseksi. Pitkät työmatkat lieventävät seurausta siitä, että haketus on osittain vielä kokeiluluonteista ja työmaita on tämän vuoksi harvassa.

Varastopaikat olisi tehtävä niin suuriksi ja hyväiksi, että koneiden työskentely olisi vaivatonta. Pinot olisi sijoitettava niin, että täyden hakeauton ”keula on tehdasta kohti”.

5. TIIVISTELMÄ

Tutkimuksen tarkoituksena oli antaa yleiskuva haketustyön ergonomiasta ja työn organisoinnista käytännön oloissa. Empiirinen aineisto sisälsi 8 järeää palsta- tai varastohakkuria. Osa tuloksista perustuu kirjallisuuteen.

Tärkeimmät tutkimustulokset olivat seuraavat:

- Tehollista haketusaikaa on työmaa-ajasta palstahaketuksessa 55—70 %, välivarastohaketuksessa suoraan auton lavalle n. 50 % ja välivarasto- tai tehdashaketuksessa maahan n. 80 %. Tyhjänäkäyntiaikaa oli 40—80 % haketusajasta.
- Käsisyötössä siirretään puuta n. 4500 kg/h. Rinnankorkeuslähimitalta 8—9 cm mäntypuut ovat raja-arvo, jolloin puun paino ylittää enimmäispainosuosituksen 35 kg.
- Kuormainsyöttöisten hakkureiden yleinen äänitaso ohjaamossa ovien ja ikkunoiden ollessa suljettuna oli haketuksen aikana 85—95 dB(A) ja hakkurin pyöriessä tyhjänä 77—90 dB(A). Jos ovet tai ikkuna olivat auki, oli äänitaso yli 90 dB(A). Ulkoa mitatut arvot olivat 8—19 dB korkeampia kuin ohjaamosta mitatut. Käsisyöttöisen hakkurin melu oli haketuksen aikana 96 dB(A) ja hakkurin pyöriessä tyhjänä 91 dB(A). Ainoastaan yksi hakkuri täytti voimassa olevan SFS 2940 standardin.
- Kokokehon tärinä ja heilunta ei ylittänyt yhdessäkään tapauksessa ISON normin vaarallisen työn rajaa. Yksi palstahakkuri ylitti em. normin väsymyksen ja alentuneen työtalon rajan 1,6—2,0 Hz ja 16 Hz taajuudella ja kaksi välivarastohakkuri 63 Hz taajuudella ja kaksi välivarastohakkuria 1,6—2,0 Hz taajuudella. Palstahaketuksen osalta on todettava, että aineistoon sisältyi ajoa vain 1. maastoluokassa.
- Ohjaamoiden sisältä mitattiin vain 0,1—3,8 mg/m³ pölypitoisuuksia silloin, kun ovet ja ikkunat olivat suljettuina. Ohjaamoiden ulkopuolella oli varsin suuria pölymääriä vaihteluvälin ollessa <0,1—177 mg/m³ riippuen tuuli- ym. oloista. Käsisyöttöisellä hakkurilla oli hengitysvyöhykkeessä 66,8 mg/m³ pitoisuus, joka ylittää varsin paljon sosiaali- ja terveysministeriön suosituksen. Alle 5 µm hiukkasia oli yhdessä pölynäytteessä 93 %, näistä 0,5 µm hiukkasten osuus oli 20 % ja 1,0 µm osuus 31 %.
- Ainoastaan kolmelta koneelta otetuista pölynäytteistä tehtiin homesieniviljelmiä. Homeitiöiden määrät olivat hyvin pieniä. Homeiden esiintymiseen vaikuttanevat olosuhteet hyvin paljon, joten näiden näytteiden perusteella ei voida tehdä pitkälle meneviä johtopäätöksiä.
- Yhden koneen ohjaamon (NO + NO₂)-pitoisuus oli 9—10 ppm. Tällöin koneen pakoputkessa oli vuotoja ja ohjaamon ilmanottoaukko sijaitsi ohjaamon takaseinällä lähellä pakoputkistoa.
- Kuljettajat arvioivat näkyvyyden maahan huonoksi 3 hakkurin ohjaamosta ja näkyvyyden ylöspäin huonoksi 3 hakkurin ohjaamosta. Näkyvyyttä sivuille haittasivat joissakin tapauksissa ohjaamon tukipilarit ja niihin sijoitetut mittarit sekä sivuikkunoiden pieni koko.
- Vain kaksi kuudesta ohjaamosta katsottiin riittävän tilavaksi. Erityisen hankala työasento oli maataloustraktorissa haketuksen aikana. Myös hallintalaitteiden sijoituksessa, mitoituksessa ja liikeraidoissa oli puutteita.
- Kolme kahdeksasta kuljettajasta piti ohjaamoon pääsyä helppona. Puutteita oli jalansijojen muotoilussa ja sijainnissa sekä oviaukon muodossa. Kolmessa välivarastohakkurissa oli vain yksi poistumistie. Erityisesti autohakkureiden korkealla sijaitsevissa ohjaamoissa olisi oltava sammuttimet tulipalojen varalle.
- Huonoin istuin oli maataloustraktorissa. Puutteita oli istuinten säätömahdollisuuksissa, mitoituksessa, pintamateriaalissa, jousituksessa ja vaimennuksessa. Erityisesti erilliset apuistuimet olivat heikkolaatuaisia.
- Mittaristoihin ja merkivaloihin toivottiin täydennyksiä. Haittana pidettiin sitä, etteivät peruskoneen mittarit näy haketuksen aikana.
- Päivittäiseen huoltoon, joka sisälsi myös terien vaihdon, kului 0,5—2 h. Useimmat kuljettajat sanoivat tekevänsä huoltotyöt ja pienet korjaukset mielellään itse. Neljä kuljettajaa yhdeksästä ilmoitti ottavansa turvallisuusriskejä huoltotoissa kiireen takia. Huoltotöiden suurimpina haittoina pidettiin kylmyyttä, huonoa valaistusta, työn likaisuutta, suurta voiman tarvetta, kiirettä, sadetta ja liukastumista- ja putoamisvaaraa. Parannuksena toivottiin enemmän varaosia ja monipuolisempia välineitä työmaalle ja sitä, että hakkurin kaikki korjaus- ja huoltotyöt voitaisiin tehdä yhdellä korjaamolla. Myös huoltokohteiden sijoitukseen haluttiin parannuksia.
- Haastatteluisissa hakkurin kuljettajista kolme työskenteli päivävuorossa, neljä kaksivuorotyössä ja yksi ns. laajennetussa päivävuorossa. Halutuinta oli työskentely päivävuorossa. Viisi kuljettajaa kahdeksasta teki säännöllisen pituisia työpäiviä. Työpäivän pituus vaihteli 8—12 h.
- Viisi kuljettajaa kävi päivittäin töissä kotoa käsin, yksi yleensä, yksi harvoin ja yksi ei juuri koskaan. Keskimääräinen työmatkan pituus yhteen suuntaan oli haastatteluhetkellä 63 km. Yleisin työmaiden välinen etäisyys oli 20—60 km ja työmaiden kesto 2—90 päivää.
- Varastojärjestelyissä oli kuljettajien mielestä puutteita viidessä tapauksessa. Yleisin haitta oli tilan puute. Myös aluspuut olivat huonoja tai pinojen sijoittelu väärä. ”Kuumissa” korjuuketjuissa aiheuttavat hakkurin tai autojen rikkoutumiset häiriöitä.
- Kuljettajat ilmoittivat viihtyvänsä työssään joko hyvin tai erittäin hyvin. Viisi kuljettajaa ei halunnut työkiertoa toisille koneille, kaksi halusi joskus

vaihtaa työtä. Kukaan kuljettajista ei tuntenut työtään turvattomaksi, mutta kahden mielestä työssä olisi turvattomuuden tunne, ellei autonkuljettaja olisi paikalla kuorman teon aikana.

- Työn pahimpana epäkohtana pidettiin pitkiä työmatkoja. Muina epäkohtina tuotiin esille työn raskaus, palkkaus, tapaturmavaara, sääolosuhteet ja likaisuus. Työn parhaana puolena pidettiin itsenäisyyttä ja muina hyvinä puolina metsässä työskentelyä, palkkausta ja työn vaihtelevuutta.
- Viisi työntekijää katsoi työnjohdon valvonnan riittäväksi ja kolme riittämättömäksi. Työnjohdolta toivottiin parempaa konetietoutta.
- Neljä kuljettajaa ei tuntenut itseään yllärittyneeksi työpäivän jälkeen ja neljä sanoi usein tuntevansa varsinkin, jos työmatkat olivat pitkät. Hankalimpina töinä pidettiin huolto- ja korjaustöitä, kaksimetristen pölkkyjen haketusta, työmaiden vaihtoa ja käsityössä suurten puiden nostamista. Käsityöt haketustyöstä metsätraktorin kuljettamiseen verrattuna menivät jossain määrin ristiin.
- Erityisesti palstahakkureiden kuljettajat näkivät

puutteita hakkurin ja peruskoneen rakenteessa. Puhelinta ei ollut käytettävissä neljällä työmaalla.

Haketuksessa syntyy suuria pölypitoisuuksia. Tämä on ilmeisesti suurin ergonominen ongelma käsityössä, jossa suurien puiden painosta johtuvaa kuormitusta voidaan vähentää katkaisemalla yli 8—9 cm rinnankorkeusläpimittaiset puut. Myös melu edellyttää kuulosuojainten käyttöä. Ohjaamossa työskennellessä on sekä pölyn että melun vuoksi ovet ja ikkunat pidettävä kiinni. Tämä taas aiheuttaa ilman tehotuulettimia kesällä lämpökuormitusta. Nykyisillä hakkureilla tarvitaan myös ohjaamossa kuulosuojaimet.

Hakkurit on rakennettu valmiisiin peruskoneisiin ja kaikissa tapauksissa ei ohjaamoiden istuinten ja hallinta- ja näyttölaitteiden sijoituksessa ja muotoilussa ole onnistuttu. Toisaalta on muistettava, että osa tutkituista hakkureista oli vanhan peruskoneen päälle rakennettuja prototyyppejä. Työn organisoinnissa on metsätyölle tyypillisiä piirteitä, tosin työmatkojen pituus on kehityksen tässä vaiheessa vielä korostunut. Useiden korjuuketjujen ”kuumuus” eli eri töiden riippuvuus toisistaan on myös erityispiirteenä. Varastojärjestelyissä oli yllättävän paljon puutteita.

KIRJALLISUUTTA

- AMINOFF, S., HANSSON, J.-E. & PETERSSON, B. 1974. Ergonomisk checklista för transport- och hanteringsmaskiner. Arbetskyddsstyrelsens arbetsmedicinska avdelning. Forsknstift. Skogsarb. och Skogshögsk. Rev. 1974 (Julk.) Stockholm. 23 s.
- FOLKEMA, M. P. 1977. Whole-tree chipping with the Morbark model 22 Chipharvester. Feric TN-16.
- HAKKILA, P. 1978. Pienpuun korjuu polttoaineksi. Summary: Harvesting small-sized wood for fuel. Folia For. 342: 1—38.
- , KALAJA, H., SALAKARI, M. & VALONEN, P. 1977. Whole-tree harvesting in the early thinning of pine. Seloste: Kokopuuna korjuu männikön ensiharvennuksessa. Folia For. 333: 1—58.
- HARSTELA, P. & TERVO, L. 1977. Männyn taimikon ja riukuasteen metsikön korjuun tuotos ja ergonomia. Kaato ja kasaus käsityövälineillä ja kokopuuhaketus. Summary: Work output and ergonomical aspects in harvesting of sapling and pole-stage stands (Scots pine). Manuel felling and bunching and whole-tree chipping. Folia For. 294:1—23.
- HEISKANEN, V. 1963. Eri koivupuupolttolajien lastutus Karhula 312 siirrettävällä hakkurilla kauokuljetusvarastolla ja lämpökeskuksella. Summary: A study of the chipping of different kinds of birch fuelwood with portable Karhula 312 type chipper at long-distance transport stores and heating center. Pienpuu. Toimik. Julk. 150:1—50.
- 1964. Kuljettimen käyttö pinon varastoitujen sahausjätteiden lastutuksessa. Summary: Use of conveyor in the chipping of piled unbarked sawmill waste. Pienpuu. Toimik. Tied. 100:1—16.
- KALAJA, H. 1978. Pienpuun korjuu TT 1000 F palstahakkurilla. Summary: Harvesting small-sized trees with terrain chipper TT 1000 F. Folia

For. 374:1—27.

- KITAYAMA, S., NAKAI, M., NAKAZAWA, H. & SUGIHARA, H. 1975. On noise analysis of disk chipper. Bull. Kyoto Univ. For. 47: 169—177.
- LAITINEN, J. 1978. Kuormatruktorin tekninen käyttöaste. Abstract: Mechanical availability of forwarders. Folia For. 372:1—13.
- LUNDGREN, R. & ROSENHALL, L. 1979. ”Fliseldarsjuka” — en ny variant av allergisk alveolit. Läkartidning 76 (51):4730—4731.
- MATTSSON, J. E. & SUNDSTEDT, E. 1977. Skogsavfall som bränsle i självverksamma skogägares bostäder. Rapp. Uppsats. Instn. Skogstekn. Skogshögsk. 121:1—40.
- MELKKO, M. 1977. TT-palstahakkuri 1000 F. Summary: TT Terrain chipper 1000 F. Metsätehon katsaus 5:1—6.
- & VESIKALLIO, H. 1978. Metsätähteen ja pienpuun korjuun ja käytön kehitysnäkymät. Summary: Development prospects of the harvesting and utilization of forest residues and small-trees. Metsätehon katsaus 12:1—4.
- PYYKKÖ, I. & FÄRKKILÄ, M. 1979. Työperäinen tärinä — haitallistako. Työ terveys turvallisuus 3:10—12.
- SALAKARI, M. 1978. Hakkurin ja hakeautojen työmaa-ajan jakaantuminen väliarastolla. Metsäntutkimuslaitos, metsäteknologian tutkimusosasto 1:1—8.
- , KALAJA, H. & SALO, E. 1978. Väliarastohaketus prototyypihakkureilla. Algol monikäyttöhakkuri, TT 1500 T ja TT 1500 L. Metsäntutkimuslaitos, metsäteknologian tutkimusosasto 3:1—42.
- SIMOLA, P. & KALAJA, H. 1976. TT-varastohakkuri 1500 T. Metsäntutkimuslaitos, metsäteknologian tutkimusosasto, tutkimusseloste.

- TERHO, E. 1978. Homepölykehko Suomessa. I Kliininen kuva. Allergiatutkimussäätiön vuosikirje.
- 1979. Homepölykehko Suomessa — serologiset löydökset. Allergiatutkimussäätiön vuosikirje.
- TOIVANEN, J. 1976. Teknillinen akustiikka 362. Teknillisen korkeakoulun ylioppilaskunta. Otanietmi: 452—455.
- Traktormontert flishogger. Manuell eller maskinell inmatning? 1977. Driftsteknisk forskning informerer. Norsk skogbr. Nr 9:17—18.
- TURKKILA, K. 1980. Homepöly ongelmana myös hakkeen käytössä. Teho 3:34—35.
- WUOLIJOKI, E. 1977. Monitoimikoneet — työturvallisuus. Summary: Multi-process machines — safety at work. Työtehoseuran julkaisuja 199:1—46.
- VÄYRYNEN, S. 1979. Metsäkoneiden huolto- ja korjaustöiden terveys- ja tapaturmavaarat. Puupäivät 14—15.11.1979. Kuopion Alueterveyslaitos. Moniste.

SUMMARY

The purpose of the study was to give an overall idea of the ergonomics of chipping and organization of the work in practical conditions. The empirical material comprised eight heavy terrain and landing chippers. Some of the results are based on the literature.

The most important investigation results were:

- Effective chipping time accounts for 55—70 % of the work-site time in terrain chipping, for about 50 % in chipping at the landing directly onto the truck platform and for approx. 80 % in landing and mill chipping onto the ground. Idle running time is 40—80 % of the chipping time.
- The amount of wood moved in manual feeding is around 4500 kg/h. Pine trees with a breast height diameter of 8—9 cm constitute the limit value at which the tree weight exceeds the maximum weight recommendation, 35 kg.
- The general sound level in the cab of loader-fed chippers when the doors and windows were closed was 85—95 dB(A) during chipping and 77—90 dB(A) during idle running of the chipper. If the doors or a window was open the sound level was over 90 dB(A). The outside values were 8—19 dB higher than those measured in the cab. The noise of the manually-fed chipper was 96 dB(A) during chipping and 91 dB(A) when the chipper was running idle. Only one chipper met the present SFS 2940 standard.
- Whole-body vibration did not exceed the ISO limit for exposure (health and safety) in a single case. One terrain chipper exceeded the limit of this norm for fatigue and decreased proficiency in the range 1,6—2,0 Hz and 16 Hz, and one landing chipper in the range 63 Hz and two landing chippers in the range 1,6—2,0 Hz. It must be noted regarding terrain chipping that only driving in terrain class 1 was represented in the material.
- The dust level was only 0,1—3,8 mg/m³ inside the operator's cabs when the doors and windows were closed. The amount of dust outside the cabs was fairly great, in the range <0,1—177 mg/m³, depending on wind, etc. With a manually operated chipper the level in the breathing zone was 66,8 mg/m³, which is considerably above the limit recommended by the Ministry of Social Affairs and Health. Share of particles of <0,5 μm was 20 % and particles of 0,5—1,0 μm was 31 %.
- Mould fungus cultures were made of dust samples from only three machines. The quantities of mould spores were very small. Conditions affect greatly the occurrence of mould fungi and thus this sampling does not warrant any far-reaching conclusions.
- The NO + NO₂ level in the cab of one machine was 9—10 ppm. In this case the exhaust pipe leaked and the air intake opening was on the back wall of the cab close to the exhaust pipes.
- The operators estimated that vision to the ground was poor from the cab of three chippers and vision upwards was poor in three chippers. Side vision was obstructed in some cases by the support pillars in the cab and by the meters placed in them and the small size of the side windows.
- Only two of six cabs were considered to be sufficiently spacious. The working position was particularly awkward during chipping in the farm tractor. The placement, dimensions and ranges of movement of the control equipment were also faulted.
- Three of eight operators regarded access to the cab as easy. Drawbacks included the design and location of the foot steps and the shape of the doorway. There was only one exit in three landing chippers. There should be fire extinguishers especially in the high cabs of truck chippers.
- The farm tractor had the worst seat. The seat adjustment controls, dimensioning, surface material, springs and muffling were faulted in some seats. Especially the seats for the feeding work were of poor quality.
- Improvements were desired in the meters. The fact that the meters of the prime mover cannot be seen during chipping was considered to be a drawback.
- Consumption of time on daily maintenance, including the changing of knives, was 0,5—2 hours. Most operators said that they liked to do the maintenance jobs and minor repairs themselves. Four of nine operators stated that they were taking safety risks on the maintenance jobs because of hurry. The greatest drawbacks of maintenance jobs were considered to be cold weather, poor light, the dirtiness of the work, heavy energy requirement, urgency, rain and the danger of slipping and falling. More spares and more versatile tools for the work site were desired and also the possibility of being able to do all

repair and maintenance work on the chipper at one and the same repair shop. Improvements were desired also in the placement of the maintenance points.

- Three of the chipper operators interviewed worked the day shift, four were on 2-shift work and one on the so-called continuous day shift. The day shift was the most popular. Five of eight operators worked days of regular length. The duration of the working day ranged from 8 to 12 hours.
- Five operators always went to work from their homes, one as a rule, one rarely and one hardly ever. The average distance to work in one direction at the time of the interview was 63 km. The commonest distance between work sites was 20—60 km and the duration of work sites 2—90 days.
- Five faults in the storage arrangements were reported by the operators. The commonest was lack of space. The foundation timber was also poor or the stacks were placed incorrectly. Breakdown of the chipper or trucks causes disturbances in hot harvesting schedules.
- The operators said that they were satisfied or very satisfied with their work. Five operators did not wish rotation of work to other machines, two wanted to change sometimes. None of the operators felt their work to be unsafe, but two were of the opinion that there would be some concern about safety if the driver were not present when the load was made.
- The long distances to work were regarded as the worst drawback of the job. Other negative features mentioned were the strenuousness of the work, wages, the danger of accidents, weather conditions and dirtiness. The best aspect of the work was its independence, and other good points were working in the forest, wages and the diversity of the work.
- Five workers considered the supervision by foremen

to be sufficient and three regarded it as inadequate. Better knowledge of machines was desired of the foremen.

- Four operators did not feel that they were overstrained after the day's work and four said that they often felt overstrain especially if the distance to work were long. Maintenance and repair work, chipping of 2-m bolts, changing of work sites and in manual feeding the lifting of large trees were regarded as the most cumbersome jobs. Opinions about chipping work compared with driving a forwarder were somewhat contradictory.
- Especially the terrain chipper operators found fault with the construction of the chipper and the prime mover. No telephone was available at four work sites.

High dust levels originate in chipping. This is obviously the greatest ergonomic problem in manual feeding in which strain caused by the weight of overlarge trees can be reduced by cross-cutting trees over 8—9 cm in breast height diameter. Noise, too, requires the use of ear protectors. Doors and windows must be closed during work in the cab because of dust and noise. On the other hand, this raises the heat load in the summer unless there are high-efficiency fans. Ear protectors are needed also in the cabs of present-day chippers.

Chippers are constructed for existing prime movers and the placing and design of the cab seats, controls and gauges has not always been successful. It must be remembered, on the other hand, that some of the chippers studied were prototypes built on an old prime mover. The organization of work has features typical of forest work: the length of the commuting distance is still accentuated at this juncture. The "hotness" of several harvesting schedules is also a special feature. Surprisingly many faults were found with the storage arrangements.

ODC 302 + 308:363.7
ISBN 951-40-0455-8
ISSN 0015-5543

KURVINEN, P. & HARSTELA, P. 1980. Haketustyön ergonomia ja työn järjesty. Summary: Ergonomics and work organizing of chipping work. Folia For. 437:1—25.

The aim was to throw light in practical conditions on the ergonomics of chipping and organization of the work. The empirical material comprised eight heavy terrain and landing chippers. The ergonomic problems that emerged were dust, noise, the design of the operator's cab, maintenance and repair problems and, in manual feeding, the strain of the work. The organization of the work revealed features typical of forest work, especially long distances to the work site and the interdependence of harvesting operations. Drawbacks were observed also in the storage arrangements.

Author's address: The Finnish Forest Research Institute, Suonenjoki Experiment Station, SF-77600 Suonenjoki, Finland.

ODC 302 + 308:363.7
ISBN 951-40-0455-8
ISSN 0015-5543

KURVINEN, P. & HARSTELA, P. 1980. Haketustyön ergonomia ja työn järjesty. Summary: Ergonomics and work organizing of chipping work. Folia For. 437:1—25.

The aim was to throw light in practical conditions on the ergonomics of chipping and organization of the work. The empirical material comprised eight heavy terrain and landing chippers. The ergonomic problems that emerged were dust, noise, the design of the operator's cab, maintenance and repair problems and, in manual feeding, the strain of the work. The organization of the work revealed features typical of forest work, especially long distances to the work site and the interdependence of harvesting operations. Drawbacks were observed also in the storage arrangements.

Author's address: The Finnish Forest Research Institute, Suonenjoki Experiment Station, SF-77600 Suonenjoki, Finland.

ODC 302 + 308:363.7
ISBN 951-40-0455-8
ISSN 0015-5543

KURVINEN, P. & HARSTELA, P. 1980. Haketustyön ergonomia ja työn järjesty. Summary: Ergonomics and work organizing of chipping work. Folia For. 437:1—25.

The aim was to throw light in practical conditions on the ergonomics of chipping and organization of the work. The empirical material comprised eight heavy terrain and landing chippers. The ergonomic problems that emerged were dust, noise, the design of the operator's cab, maintenance and repair problems and, in manual feeding, the strain of the work. The organization of the work revealed features typical of forest work, especially long distances to the work site and the interdependence of harvesting operations. Drawbacks were observed also in the storage arrangements.

Author's address: The Finnish Forest Research Institute, Suonenjoki Experiment Station, SF-77600 Suonenjoki, Finland.

ODC 302 + 308:363.7
ISBN 951-40-0455-8
ISSN 0015-5543

KURVINEN, P. & HARSTELA, P. 1980. Haketustyön ergonomia ja työn järjesty. Summary: Ergonomics and work organizing of chipping work. Folia For. 437:1—25.

The aim was to throw light in practical conditions on the ergonomics of chipping and organization of the work. The empirical material comprised eight heavy terrain and landing chippers. The ergonomic problems that emerged were dust, noise, the design of the operator's cab, maintenance and repair problems and, in manual feeding, the strain of the work. The organization of the work revealed features typical of forest work, especially long distances to the work site and the interdependence of harvesting operations. Drawbacks were observed also in the storage arrangements.

Author's address: The Finnish Forest Research Institute, Suonenjoki Experiment Station, SF-77600 Suonenjoki, Finland.

- No 392 Isomäki, Antti: Kuusialikasvoksen vaikutus männikön kasvuun, tuotokseen ja tuottoon. The effect of spruce undergrowth on the increment, yield and returns of a pine stand.
- No 393 Kurkela, Timo: *Lophodermium seditiosum* Minter *et al.* -sienen esiintyminen männyn karisteen yhteydessä. Association of *Lophodermium seditiosum* Minter *et al.* with a needle cast epidemic on Scots pine.
- No 394 Rikala, Risto: Lannoitteiden levitystavan vaikutus koulittujen männyn ja kuusen taimien kehittymiseen taimitarhalla. The effect of fertilizer spreading methods on the development of pine and spruce transplants in the nursery.
- No 395 Löyttyniemi, Kari, Austarå, Øystein, Bejer, Broder & Ehnström, Bengt: Insect pests in forests of the Nordic Countries 1972—1976. Tuhohyönteisten esiintyminen Pohjoismaiden metsissä 1972—1976.
- No 396 Silfverberg, Klaus: Männyn kasvuhäiriön ajoittuminen ja alkukehitys turvemaan boorinpuutosalueella. Phenology and initial development of a growth disorder in Scots pine on boron deficient peatland.
- No 397 Talkamo, Tero: Markkinapuun alueittaiset hankintamäärät ja kulkuvirrat vuonna 1976 (1964—1973). Removal and flow of commercial roundwood in Finland during 1976 (1964—1973) by districts.
- No 398 Lehto, Jaakko: Metsäalan koulutus metsäalan organisaatioiden arvioimana. Forest education evaluated by forestry organizations.
- No 399 Jokinen, Katriina & Tamminen, Pekka: Tyvilahoisten kuusikoiden jälkeen istutetuissa männyn taimistoissa esiintyvät sienituhot Keski-Satakunnassa. Fungal damage in young Scots pine stands replacing butt rot-infected Norway spruce stands in SW Finland.
- No 400 Metsänlannoitustutkimuksen tuloksia ja tehtäviä. Metsäntutkimuslaitoksen metsänlannoitustutkimuksen seminaari 15. 2. 1979. Results and tasks in forest fertilization research. Proceedings of the Finnish Forest Research Institute symposium on forest fertilization research 15. 2. 1979.
- No 401 Mielikäinen, Kari: Alaharvennusten vaikutus männikön tuotokseen ja arvoon. The influence of low thinnings on the wood production and value of a pine stand.
- No 402 Sepponen, Pentti, Lähde, Erkki & Roiko-Jokela, Pentti: Metsäkasvillisuuden ja maan fysikaalisten ominaisuuksien välisestä suhteesta Lapissa. On the relationship of the forest vegetation and the soil physical properties in Finnish Lapland.
- No 403 Kanninen, Kaija, Uusvaara, Olli & Valonen, Paavo: Kokopuuraaka-aineen mittausta ja ominaisuudet. Measuring and properties of whole tree raw-material.
- No 404 Kaunisto, Seppo: Alustavia tuloksia palaturpeen kuivatuskentän ja suonpohjan metsityksestä. Preliminary results on afforestation of sod peat drying fields and peat cut-over areas.
- No 405 Sepponen, Pentti & Haapala, Heikki: Ojituksen vaikutuksesta turpeen kemiallisiin ominaisuuksiin. On the effect of drainage on the chemical properties of peat.
- No 406 Elovirta, Pertti: Metsätyövoiman allappisyvyys 1969—1977. Permanence of forest labour in Finland 1969—1977.
- No 407 Tiihonen, Paavo: Kasvun vaihtelu valtakunnan metsien 6. inventoinnin aineiston perusteella. Variation in tree growth in Finland based on the 6th National Forest Inventory.
- No 408 Lilja, Arja: Koivun siemenen sienet ja niiden patogeenisuus. Fungi on birch seeds and their pathogenicity.
- No 409 Kallio, Tauno & Häkkinen, Risto: Juurikäävän (*Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref.) ja *Pblebia gigantean* (Fr.) Donk vaikutus pellolle istutettujen kuusen, männyn, tervalepän ja rauduskoivun taimien pituuskasvuun ja elossapysymiseen. Effect of *Heterobasidion annosum* and *Pblebia gigantea* infection on the height growth and survival rate of *Picea abies*, *Pinus sylvestris*, *Alnus glutinosa* and *Betula pendula* seedlings planted on old fields.
- No 410 Kärkkäinen, Matti: Kuitupuun kiintomittaus kourakasoissa. Measurement of solid volume of pulpwood grapple heaps.
- No 411 Huttunen, Terho: Suomen puunkäyttö, poistuma ja metsätase 1977—79. Wood consumption, total drain and forest balance in Finland, 1977—79.
- No 412 Raitio, Hannu: Boorin puutteesta aiheutuva männyn kasvuhäiriö metsitetyllä suopellolla. Oireiden kuvaus ja tulkinta. Growth disturbances of Scots pine caused by boron deficiency on an afforested abandoned peatland field. Description and interpretation of symptoms.
- No 413 Kellomäki, Seppo & Salmi, Juhani: Koivuvaneritukki kuoren määrä. Bark quantity of birch logs.
- No 414 Paavilainen, Eero: Jatkolannoitus runsastyyppisillä rämeillä. Ennakkotuloksia. Refertilization on nitrogen-rich pine swamps. Preliminary results.
- No 415 Teivainen, Terttu: Eräiden viljeltyjen pajujen kelpaavuus peltomyyrälle (*Microtus agrestis* L.) ruokintakokeiden mukaan.

- Palatability of some cultivated willows to field voles (*Microtus agrestis* L.) in feeding trials.
- No 416 Velling, Pirkko: Puuaineen tiheys kahdessa rauduskoivun jälkeläiskokeessa. Wood density in two *Betula pendula* Roth progeny trials.
- No 417 Mattila, Eero: Kangasmaiden luppometsien ominaisuuksia Suomen poronhoitoalueella 1976—1978. Characteristics of the mineral soil forests with arboreal lichens (*Alectoria*, *Bryoria* and *Usnea* spp.) in the Finnish reindeer management area, 1976—1978.
- 1980 No 418 Hakkila, Pentti & Kalaja, Hannu: Harvesting fuel chips with the Pallari swath harvester. Polttopuun korjuu Pallarin leikkuuhakurilla.
- No 419 Kinnunen, Kaarlo & Lemmetyinen, Markku: Paakkukoon vaikutus männyn taimien alkukehitykseen. Initial development of containerized pine seedlings as affected by the size of earth ball.
- No 420 Keipi, Kari & Laakkonen, Olavi: Päätehakkuikäisten metsiköiden urealannoituksen kannattavuusvertailuja. Profitability comparisons of urea fertilization in old stands.
- No 421 Lipas, Erkki & Levula, Teuvo: Urealannoitus eri vuodenaikoina. Urea fertilization at different times of the year.
- No 422 Weissenberg, Kim, von & Kurkela, Timo (Eds.): Proceedings of the meeting of the IUFRO Working Party S2.05—05, Resistance in pines to *Melampsora pinitorqua*, June 1979, Suonenjoki, Finland. IUFRO:n työryhmän S2.05—05, Versoruosteenkestävyys männyssä, kesäkuussa 1979 Suonenjoella pidetyn kokouksen esitelmät.
- No 423 Kylmänen, Pekka: Ennakkotuloksia nuorissa männyn siemenviljelyksissä syntyvän Pohjois-Suomi x Etelä-Suomi -kaukoristeytysiemenen käyttömahdollisuuksista. Preliminary results concerning usability of North Finland x South Finland hybrid seed born in young Scots pine seed orchards.
- No 424 Sievänen, Risto: A preliminary simulation model for annual photosynthetic production and growth in a short rotation plantation. Alustava lyhytkiertoviljelmän vuotuisen fotosynteesin tuotoksen ja kasvun simulointimalli.
- No 425 Kohmo, Ilkka: Metsiköiden kasvuprosentti Suomessa vuosina 1971—1976. Increment percentage of forest stands in Finland 1971—1976.
- No 426 Rautiainen, Olavi & Räsänen, Pentti K.: Männyn ja kuusen viljelytaimikoiden kehitys Itä-Savossa 1968—1976. Development of Scots pine and Norway spruce plantations in Itä-Savo in 1968—1976.
- No 427 Tiihonen, Paavo: ATK-karttamenetelmän kokeilu työkohteiden etsinnässä Pohjois-Savossa 1976—1978. Experimenting with the ADP-map method for locating working sites in northern Savo, East Finland, 1976—1978.
- No 428 Ryytänen, Leena: Männyn siemenen varastointi ja vanheneminen. Storage of Scots pine seed and seed ageing.
- No 429 Raivonen, Marjut & Leikola, Matti: Hakkuutähteiden poistamisen vaikutus istutettujen kuusen taimien alkukehitykseen. The influence of the removal of logging waste on the initial development of planted Norway spruce seedlings.
- No 430 Metsätalastollinen vuosikirja 1979. Yearbook of Forest Statistics 1979.
- No 431 Kyttälä, Timo: Puuston vaurioituminen harvennushakkuissa. — Kirjallisuustarkastelu. Stand damage during thinnings. — Literature review.
- No 432 Silfverberg, Klaus: Kuusen kasvuhäiriö ja hivenravinteet. Micronutritional growth disorder in Norway spruce.
- No 433 Hakkila, Pentti & Wójcik, Tomasz: Thinning young pine stands with the Makeri tractor in Poland. Makeri pientraktori nuoren männikön harvennuksessa Puolassa. Próba zastosowania ciągnika Makeri do pozyskiwania drewna w trzebieżach drzewostanów sosnowych w Polsce.
- No 434 Seppälä, Heikki, Kuuluvainen, Jari & Seppälä, Risto: Suomen metsäsektori tienhaarassa. Tutkimus Suomen metsäsektorin kehityksestä ja tulevaisuuden vaihtoehtoista. The Finnish forest sector at a cross road.
- No 435 Julkaisut 1979. Metsäntutkimuslaitos. Abstracts of publications, 1979. The Finnish Forest Research Institute.
- No 436 Mattila, Eero & Kujala, Matti: Utsjoen, Inarin ja Enontekiön metsävarat 1978. Forest resources of Utsjoki, Inari and Enontekiö, North Finland, in 1978.
- No 437 Kurvinen, Pekka & Harstela, Pertti: Haketustyön ergonomia ja työn järjestely. Ergonomics and work organizing of chipping work.

Myynti — Available for sale at: Valtion painatuskeskus, Annankatu 44, 00100 Helsinki 10, p. 17 341. Merkintä ODC tarkoittaa metsäkirjallisuuden kansainvälistä Oxford-luokitusjärjestelmää.