



FOLIA FORESTALIA

METSÄNTUTKIMUSLAITOS
THE FINNISH FOREST RESEARCH INSTITUTE
HELSINKI 1988

723

Harri Rantonen

LUMIKENKIEN KÄYTÖN VAIKUTUS HAKKUUTYÖN
TURVALLISUUTEEN JA TYÖASENTOIHIN

Snowshoes in cutting work: effects on work safety and
working postures

METSÄNTUTKIMUSLAITOS
THE FINNISH FOREST RESEARCH INSTITUTE

Osoite: Unioninkatu 40 A
Address: SF-00170 Helsinki, Finland

Puhelin: (90) 661 401
Phone:

Telex: 121286 metla sf
Telefax: (90) 625 308

Ylijohtaja: <i>Director:</i>	Professori <i>Professor</i>	Eljas Pohtila
Julkaisujen jakelu: <i>Distribution of publications:</i>	Kirjastonhoitaja <i>Librarian</i>	Liisa Ikävalko-Ahvonon
Julkaisujen toimitus: <i>Editorial office:</i>	Toimittajat <i>Editors</i>	Seppo Oja Tommi Salonen

Metsäntutkimuslaitos on maa- ja metsätalousministeriön alainen vuonna 1917 perustettu valtion tutkimuslaitos. Sen päätehtävänä on Suomen metsätaloutta sekä metsävarojen ja metsien tarkoituksenmukaista käyttöä edistävä tutkimus. Metsäntutkimustyötä tehdään lähes 800 hengen voimin yhdeksällä tutkimusosastolla ja kymmenellä tutkimus- ja koeasemalla. Tutkimus- ja koetoimintaa varten laitoksella on hallinnassaan valtionmetsiä yhteensä n. 150 000 hehtaaria, jotka on jaettu 17 tutkimusalueeseen ja joihin sisältyy kaksi kansallis- ja viisi luonnonpuistoa. Kenttäkokeita on käynnissä maan kaikissa osissa.

The Finnish Forest Research Institute, established in 1917, is a state research institution subordinated to the Ministry of Agriculture and Forestry. Its main task is to carry out research work to support the development of forestry and the expedient use of forest resources and forests. The work is carried out by means of 800 persons in nine research departments and ten research and field stations. The institute administers state-owned forests of over 150 000 hectares for research purposes, including two national parks and five strict nature reserves. Field experiments are in progress in all parts of the country.

FOLIA FORESTALIA 723

Metsäntutkimuslaitos. Institutum Forestale Fenniae. Helsinki 1988

Harri Rantonen

LUMIKENKIEN KÄYTÖN VAIKUTUS HAKKUUTYÖN TURVALLISUUTEEN JA TYÖASENTOIHIN

Snowshoes in cutting work: effects on work safety and working postures

Approved on 9.12.1988

SISÄLLYS

1. JOHDANTO	3
2. TUTKIMUSAINEISTO JA -MENETELMÄT	5
21. Aineiston hankinta	5
22. Vaara-analyysi	5
23. Työasentoanalyysi	6
24. Tutkitut hakkuumiehet	7
3. TULOKSET	7
31. Leimikkotekijät	7
32. Vaara-analyysi	8
321. Vaaratilanteet	8
322. Puun tilavuuden ja työskentelyajan vaikutus vaaratilanteisiin	10
323. Menetelmävertailu	10
324. Lumen vaikutus	11
325. Tapaturmat	11
33. Työasennot	12
4. TULOSTEN TARKASTELU	16
41. Työturvallisuus	16
42. Työasennot	18
43. Tulosten luotettavuus ja yleistettävyys	19
KIRJALLISUUS — REFERENCES	20
SUMMARY	21
LIITE — APPENDIX	22

RANTONEN, H. 1988. Lumikenkien käytön vaikutus hakkuutyön turvallisuuteen ja työasentoihin. Summary: Snowshoes in cutting work: effects on work safety and working postures. *Folia Forestalia* 723. 23 p.

Tutkimuksessa tehtiin vaara-analyysi hakkuutyöstä taltioiduista videonauhoista lumikenkien käytön turvallisuusriskien selvittämiseksi. Lisäksi tehtiin työasento-analyysi OWAS-menetelmää käyttäen. Aineisto koostui kahden hakkuumiehen työskentelystä. Tulosten yleistettävyys on heikko.

Vaaratilanteita tarkasteltiin työvaikeustekijät huomioon ottaen puuta, aikayksikköä ja puutavaran tilavuutta kohden. Myös rungon koon vaikutus vaaratilanteiden määrään selvitettiin. Eräissä lumiolosuhteissa lumikenkien käyttö vähensi vaaratilanteita pienillä ja keskisuurilla puilla. Isojen puiden hakkuussa ei menetelmien välillä havaittu eroja.

Lumikenkien käytöllä ei ollut OWAS-työasentoanalyysissä havaittavaa vaikutusta työasentoihin. Rungon koon kasvu huononsi työasentoja.

In order to find out the effect of snowshoes on work safety in motor-manual cutting in winter conditions, a risk analysis and an OWAS analysis were made from videotapes. Only two loggers were studied.

Risk situations were evaluated against the tree, its volume and the time consumed, taking into account the work difficulty factors. The effect of the stem size on the number of risk situations was also studied. In some conditions less risk situations occurred when using snowshoes at small or middle-size trees. With large trees no differences were found between the methods.

No differences were found in working postures between four working methods, but the postures were worse with large trees than with small trees.

Keywords: snowshoes, risk analysis, OWAS, working posture, risk situation, accident prevention, work safety
ODC 304+307+369+323

Correspondence: The Finnish Forest Research Institute, Suonenjoki Research Station, SF-77600 Suonenjoki, Finland.

ISBN 951-40-1031-0
ISSN 0015-5543

Helsinki 1988. Valtion painatuskeskus

1. JOHDANTO

Talviaikainen puunkorjuu kuuluu keskeisesti suomalaisen puunhankintaan. Lumesta ei konetyössä ole tiettyyn rajaan asti haittaa, mutta ihmistyönä tehtävässä hakkuussa lumi lisää sekä työajan menekkiä että työn kuormittavuutta, jotka lisääntyvät erityisesti siirtymisessä ja puun tyven raivauksessa (Hars-tela 1970, Harstela ja Valonen 1972).

Lumen haittavaikutus on suurimmillaan vähäpuustoisessa metsässä. Koska manuaalinen hakkuu säilynee toistaiseksi valtamene-telmänä mm. ensiharvennuksissa ja siemen-puiden poistossa ja kun näiden hakkuiden tarve on voimakkaasti lisääntynyt, olisi hakkuu lumisissa oloissa kyettävä hallitsemaan entistä paremmin.

Lumen vaikutusta voidaan vähentää käytämällä lumikenkiä. Ne helpottavat liikku-mista ja voivat siten vähentää työajan mene-kkiä ja työn kuormittavuutta. Mäkisen (1987) mukaan 53 % metsureista käytti lumi-kenkiä metsätyön yhteydessä. Lumikenkien käyttäjistä 58 % käytti niitä myös palstalla työskennellessään metsään kävelemisen li-säksi. Metsurit näkivät lumikenkien käytön tarkoituksenmukaiseksi erityisesti siemen-puiden poistossa ja harvennushakkuussa, siis työlajeissa, joiden osuus on lisääntymässä.

Lumikenkien käyttöön liittyy myös haitta-vaikutuksia. Niillä kävely on kömpelöä ja saattaa aiheuttaa selkä- ja jalkavaivoja aina-kin aluksi. Kaadon aikana puun tyveltä jou-dutaan lumikenkiä käytettäessä poistamaan enemmän lunta kuin ilman lumikenkiä kaa-totyöskentelyn mahdollistamiseksi. Hakkuu-työssä esiintyy vaikeita ja kuormittavia työ-asentoja. Jos hanki lumikenkien ansiosta kantaa miehen, mutta runko oppoaa lumeen, työasennot ovat erityisen huonoja. On siis mahdollista, että erityisesti selän osalta työ-asennot ovat lumikenkiä käytettäessä huonompia kuin ilman niitä (Mäkinen 1987).

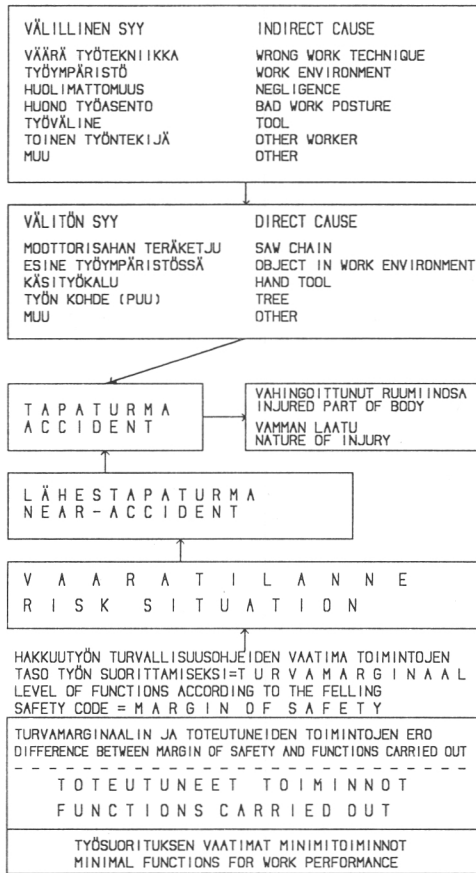
Lumikengät takertuvat helposti risuihin ja aiheuttavat horjahduksia ja kaatumisia. Lu-mikengät jalassa voi myös olla hitaampaa perääntyä puun tyveltä kaadon aikana. Kai-ken kaikkiaan on mahdollista, että lumiken-kiä käytettäessä työturvallisuus huononee. Koska metsätyö on edelleen monista ergo-

nomisista parannuksista huolimatta tapa-turma-altteimpia töitä maassamme (Metsä- ja uittotöiden... 1987), turvallisuusriskin li-sääntymiseen on suhtauduttava vakavasti.

Joitakin mainintoja lumikenkien käytön mahdollisista riskeistä on Gustafssonin ym. (1970) tekemässä tutkimuksessa. Siinä selvi-tettiin haastattelututkimuksella metsureille sattuneita lähestäpaturmia, joiksi määritettiin kaikki ne yhtäkkiset tapahtumat, jotka olisi-ivat voineet johtaa henkilövahinkoon. Myös Butora ja Höfle (1979) ovat soveltaneet edel-lä mainittua tutkimusmenetelmää metsätyön tutkimiseen. Monista eduistaan huolimatta lähestäpaturmien tutkimusmenetelmä ei so-vellu eri hakkuumenetelmien väliseen työtur-vallisuusvertailuun käsillä olevan tutkimuk-sen kaltaisessa tilanteessa.

Työn turvallisuusriskejä ja vaikutuksia työ-asentoihin voidaan tutkia ns. vaara- ja työ-asentoanalyseillä. Vaara-analyysi voidaan ymmärtää myös turvamarginaali-käsitteen avulla. Katz (1951) määritteli turvamarginaa-lin missä tahansa toiminnassa työnä, joka tehdään yli sen, mikä on välttämätöntä tuon toiminnan suorittamiseksi. Työturvallisuus on työntekijälle nimenomaan tuon turva-marginaalin ylläpitoa. Metsätyössä turva-marginaalia edustavat hakkuutyön turvalli-suusohjeet, joiden rikkominen on samalla turvamarginaalin rikkomista. Vaara-analyys-sissä lasketaan näitä rikkomisia ja arvioidaan niiden seurausvaikutuksia. Todellisuudessa työntekijän turvamarginaali ei koostu pelkä-stään turvallisuusohjeista, vaan työpaikalla on muitakin vaaratekijöitä, jotka monesti voivat olla merkittävämpiäkin kuin turvallisuusoh-jeiden rikkomiset. Hakkuutyön turvallisuus-ohjeet tarjoavat kuitenkin erään mitan, jolla vaaroja voidaan arvioida.

Kvantitatiivinen vaara-analyysi vaatisi ky-sityiskohtaisen tapaturmatutkimuksen, jossa tapaturman synty ja sen seuraukset selvitet-täisiin haastatteleamalla tapaturmien uhreja ja kuolintapauksissa työsuojeluviranomaisia. Näin saataisiin tietoa siitä, mitkä vaaratilan-teet todella ovat vaarallisia, ts. voivat johtaa tapaturmiin. Näistä ja tilastotiedoista voi-daan myös ennustaa tapaturman sattumisto-



Kuva 1. Vaara-analyysin viitekehys.
Fig. 1. Reference model of risk analysis.

dennäköisyyksiä erilaisille vaaratilanteille. Tämän jälkeen voidaan jo puhua riskianalyysistä. Riskianalyysissä vaaratilanteille on löydetty mitta, joka tekee ne vertailukelpoiksi. Yleensä mittana käytetään suuretta, joka on onnettomuuden todennäköisyyden ja sen aiheuttaman vahingon suuruuden tulo. Näin määriteltynä riski on sitä suurempi, mitä todennäköisempi onnettomuus on ja mitä kohtalokkaampia ovat sen seuraukset (Jauho 1988).

Videotekniikkaan perustuvaa vaara-analyysiä on käytetty tutkittaessa maatalous-tractorilla tapahtuvan puutavaran maastokuljetuksen vaaratilanteita (Kukkonen 1984). Vaara-analyysiä ovat käyttäneet myös mm. Mäkijärvi ja Itonen (1987) tutkiessaan oma-toimisten metsänomistajien työturvallisuutta ja koulutuksen vaikutusta siihen. Juntusen (1987) tutkimuksessa lyhyen hakkuuteknikkakurssin vaikutuksesta metsänomistajien hakkuutyöhön vaara-analyysi todettiin soveltuva menetelmien väliseen vertailuun eräin rajoituksin. Kettunen (1988) tutki henkilökohtaisen neuvonnan vaikutusta oma-toimisten metsänomistajien hakkuutyöhön. Hän käytti vaara-analyysiä työn turvallisuusriskien ja työasentoanalyysiä työasentojen kartoittamiseksi ennen ja jälkeen koulutuksen todeten koulutuksella voitavan vaikuttaa myönteisesti sekä työturvallisuuteen että -asentoihin. Samanlainen tulos saatiin käytettäessä työasentoanalyysiä arvioitaessa työttekniikkaopetuksen vaikutusta työasentoihin metsureiden varhaiskuntoutuskurssilla (Väyrynen ym. 1985).

Tämän tutkimuksen tavoitteena on vaara- ja työasentoanalyysiä käyttäen selvittää lumikien käytön vaikutus metsurin työturvallisuuteen ja -asentoihin. Samalla on tarkoitus kehittää em. analyysimenetelmiä hakkuutyöhön sopiviksi. Lumikien käyttöä metsätyössä on tutkittu vähän. Tutkimus onkin osa hanketta, jossa selvitetään lumikien käytön vaikutuksia myös työajan mekaniikkaan ja työn kuormittavuuteen.

Kuvassa 1 on esitetty tämän tutkimuksen pohjana oleva vaara-analyysin teoreettinen viitekehys. Erään usein esitetyn todistamattoman teorian mukaan vaaratilanteiden, lähestapaturmien ja tapaturmien keskinäisiä suhteita voidaan kuvata pyramidilla. Pyramidin alimmalla tasolla on runsaasti vaaratilanteita, joista vain harvat johtavat lähestapaturmaan ja näistä edelleenkin vain jotkut tapaturmaan.

Työnjohtaja Kari Kautto teki OWAS-tutkimuksen havainnoinnin, tallennuksen ja alustavat analyysit, piirsi kuvat ja oli monella muulla tavalla mukana tutkimuksen teossa. FK Jarmo Matilainen ja VTK Risto Häkkinen avustivat tietojenkäsittelyssä ja työnjohtaja Antero Harstela aineiston keruussa.

Käsikirjoituksen ovat lukeneet ja arvokkaita neuvoja antaneet professori Pentti Hakkila, professori Olli Uusvaara, MMT Sven-Eric Appelroth ja MML Pekka Mäkinen. Kaikille edellä mainituille henkilöille haluan esittää parhaimmat kiitokseni. Erityisesti haluan kiittää tutkimuksessa mukana olleita metsureita ja Kajaani Oy:tä myönteisestä suhtautumisesta.

2. TUTKIMUSAINEISTO JA -MENETELMÄT

21. Aineiston hankinta

Tutkimusaineisto kerättiin 22.2.—15.4.1988 neljän eri viikon aikana Kajaani Oy:n työmaalla Suomussalmen Juntusrannalla. Seutu kuuluu Suomen lumisimpiin. Hakkuutapa oli siemenpuuhakkuu ja palstalle kasaus. Maastoluokka oli 1. Puuston järein osa koostui lähinnä männystä, mutta jonkin verran oli myös kuusta. Aluspuusto oli lähinnä mäntyä ja koivua.

Tutkittavana oli neljä eri hakkuumenetelmää: ilman lumikenkiä, pikalukollisia lumikenkiä käyttäen, remmikenkiä käyttäen ja pikalukollisia lumikenkiä käyttäen siten, että ne irrotettiin jalasta kaadon ajaksi. Remmikengät olivat Raketin valmistamat. Tämä malli on metsureilla yleisin Suomessa (Mäkinen 1987). Alumiinista valmistetut lumikengät, jotka pikalukon ansiosta voitiin nopeasti irrottaa lasketteluksen tapaan, oli suunniteltu ja valmistettu Metsäntutkimuslaitoksen Suonenjoen tutkimusasemalla (kuva 2).

Kengälle asetetut vaatimukset olivat: kevyt, riittävän kantava, nopea irrottaa ja kiinnittää, kestävä taivutusta ja moottorisahan terän lipsahduksia, ei saa olla liukas, ei saa takertua risuihin, pitävä kiinnitys. Kengän irroituksella kaadon ajaksi pyrittiin vähentämään puun tyven lapioimisen tarvetta ja parantamaan kaadon työasentoja (kuva 3).

Neljällä eri mittausjaksolla pyrittiin saamaan tutkimukseen erilaisia lumioloja lumen määrän ja rakenteen suhteen. Aikaisen kevään tulon takia paksun lumen havaintoja ei kuitenkaan saatu (taulukko 1).

Lumen määrä lisääntyi lumioloista 1 aina lumioloon 3. Lumioloissa 4 hanki oli erittäin kova, joten lumikenkien käytölle ei ollut perusteita. Aineistoa käytettiin vain työasentoanalyyseissä vertailuna.

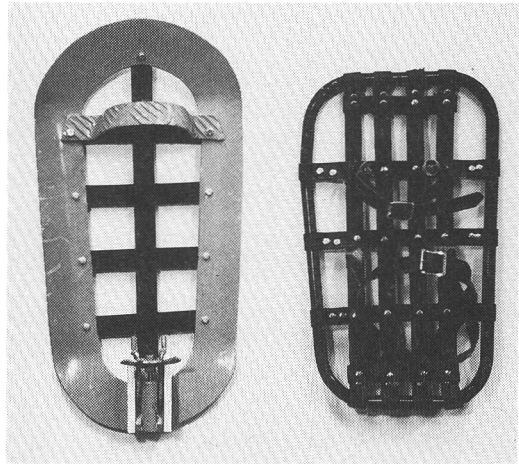
Aineiston keruupäiviä oli 19. Jokainen päivä oli jaettu kahtia siten, että iltapäivällä oli käytössä eri menetelmä kuin aamupäivällä. Lisäksi menetelmät jaettiin eri päville siten, että menetelmä tuli testatuksi sekä aamu- että iltapäivän oloissa.

Varsinaisena tutkimusaineistona oli metsurin työskentelyä kuvaava videonauha, joka koostui noin tunnin välein kuvatuista puolen tunnin jaksoista. Yhteensä vi-

deonauhaa kertyi 35 tuntia 46 minuuttia. Nauha-aineistoa tuki paikan päällä tehty suora havainnointi, jonka tulokset saneltiin nauhalle.

22. Vaara-analyysi

Työturvallisuusriskien selvittämiseksi aineistosta tehtiin vaara-analyysi. Menetelmä oli lähes sama kuin Mäkitjärven ja Ihosen (1987) kuvaama. Työsuorituksen rikkoessa hakkuutyön turvallisuusohjeita se luettiin yleensä vaaratilanteeksi (liite). Vaaratilanteessa henkilön käyttäytyminen, ympäristötekijät tai molemmat yh-



Kuva 2. Pikalukollinen alumiininenkengi ja Raketin remmikenkä.

Fig. 2. The new snowshoe with quick fastening, and the conventional snowshoe.

Taulukko 1. Lumen paksuus ja rakenne sekä lämpötilan vaihteluväli tutkimusjaksoilla.

Table 1. Snow depth, snow structure and range of daily temperature during the study period.

Lumiolo Snow condition	Jakso pvm Period date	Henkilö Logger	Lumikerros cm Snow depth cm	Tilavuuspaino g/cm ³ Snow density g/cm ³	Päivälämpötila °C Day temperature °C	Kantavuus Carrying capacity
1	22.—26.2.	1	50	0,167	-19,2 (-23,8/-14,0)	upottava sinking
2	14.—18.3.	2	65	0,145	-7,1 (-11,5/-5,0)	upottava sinking
3	21.—24.3.	1	70	—	-2,0 (-5,0/+1,0)	upottava sinking
4	11.—15.4.	2	45	—	-9,7 (-12,0/-7,0)	kantava bearing



Kuva 3. Yhdessä tutkittavista menetelmistä lumikengät irrotettiin kaadon ajaksi. Kuvassa lumikengien kiinnitys kaadon jälkeen.

Fig. 3. In one of the methods the snowshoes were taken off for the felling phase.

dessä saavat aikaan sen, että tapaturmariski on suurempi kuin normaalityöskentelyssä. Hakkuun turvallisuusohjeiden rikkomisen lisäksi luokiteltiin muutamia muitakin vaaratilannetyyppejä kuten "kaatumisvaara", jos hakkuumies kaatui, kompasteli tai horjahti selvästi sekä "väärä kaatosuunta", jos puu kaadettiin vaaralliseen suuntaan tai konkeloon.

Mäkijärven ja Ihosen (1987) käyttämien tapaturman aiheuttajan ja tapaturmatyyppien lisäksi määritettiin kustakin vaaratilanteesta mahdollisen tapaturman välillinen syy ja olosuhdetekijä. Välillinen syy hakkuumiehen esimerkiksi satuttaessa moottorisahalla jalkaansa hakkuuohjeiden vastaisen karsintatekniikan takia oli väärä työskentelytekniikka ja tapaturman aiheuttaja (välitön syy) oli silloin moottorisahan terä. Jos paksu lumi myötävaikuttii väärän työtekniikan käyttöön, nimettiin se silloin olosuhdetekijäksi. Lisäksi arvioitiin vahingoittuva ruumiin osa ja vamman laatu.

Tutkimusaineistoksi hyväksyttiin vain ne puut, joiden koko työsuoritus oli kuvattu. Jokaisen puun rinnankorkeuslähimitta ja pituus mitattiin tilavuuden määrittämiseksi. Oksaisuus vaihteli niin vähän, ettei sitä määritetty puukohtaisesti. Oksaisuusluokka vaihteli kahdesta kolmeen. Lisäksi määritettiin ajanmenekki.

Vaara-analyyssiä ei tehty hankikantoaineistosta, joten kokonaisnauha-aika oli noin 27 tuntia. Tämä jakautui eri lumioloihin ja menetelmiin melko tasaisesti. Vaara-analyyssin teki menetelmään perehtynyt metsätieteen tutkija.

23. Työasentoanalyysi

Työasentojen selvittämiseksi koko aineistosta (hankikanto mukaan lukien) tehtiin OWAS-työasentoanalyysi (Peuraniemi 1987). OWAS-tutkimuksissa työasennot luokitellaan yleensä neljään työasennon kuormittavuutta kuvaavaan ns. toimenpideluokkaan, joita tässä tutkimuksessa kutsutaan kuormittavuusluokiksi tai lyhyesti luokiksi. Kuormittavuusluokan määräsi asentokokonaisuus, joka koostui selän ja ylä- ja alaraajojen asennoista ja vastuksen painosta. Luokan kasvaessa työasennon kuormittavuus muuttuu merkityksettömästä erittäin merkittäväksi. Luokkien 3 ja 4 työasentoja ei saisi juuri esiintyä. Luokitusta muutettiin selän ja jalkojen osalta paremmin metsätööhön soveltuvaksi. Metsätöitä ei saisi tehdä koukistamatta jalkoja. Asentokokonaisuudet, joissa selkä oli suorana ja alaraajat koukistuneina, luettiin luokkaan 1, vaikka OWAS-järjestelmässä jalkojen koukistaminen pudottaisi luokan 2:een (Kettunen 1988).

Työasennon silmänräpäyshavainto tehtiin 15 sekunnin välein. Näin saatuja tietoja käyttäen tehtiin myös työaikatutkimus vaara-analyyssin tulosten laskentaa varten. Työasentoanalyysin teki OWAS-analyyssiin koulutuksen saanut metsätalousteknikko.

24. Tutkitut hakkuumiehet

Tutkittavina oli kaksi Kajaani Oy:n palveluksessa olevaa ammattimetsuria. Molempien ikä oli 32 vuotta. Hakkuumies 1 oli sahannut moottorisahalla ammatikseen 10 vuotta, eikä hänelle ollut omien sanojensa mukaan tapahtunut tapaturmia. Hakkuumies 2 oli sahannut ammatikseen 12 vuotta ja ennen ammattilaiseksi ryhtymistään useita vuosia. 1974 hän oli sahannut pol-

veensa karsinnassa, saanut viiltohaavan ja ollut tämän takia sairauslomalla 45 vuorokautta. Lisäksi hänellä oli ollut vuosina 1970—1987 useita lihasvähätyymiä selässä ja niskassa, joiden takia sairauslomaa oli ollut 1—3 vuorokautta kerrallaan. Ammattitaidoiltaan molempien hakkuumiesten arvioitiin olleen keskimääräistä parempia ainakin työansioilla mitattuna. Molemmilla oli useiden vuosien kokemus lumikenkien käytöstä hakkuutyössä.

3. TULOKSET

31. Leimikkotekijät

Taulukossa 2 on esitetty vaara- ja työasentoanalyysissä mukana olleiden puiden keskitilavuudet lumioloittain ja menetelmittäin. Taulukossa termi ”ilman” tarkoittaa työskentelyä ilman lumikenkiä, ”pika” työskentelyä pikalukollisia lumikenkiä käyttäen, ”remmi” työskentelyä Raket-remmikenkiä ja ”irrotus” työskentelyä pikalukollisia lumikenkiä käyttäen siten, että kengät irrotettiin kaadon ajaksi.

Keskitilavuudet poikkesivat lumioloissa 1

ja 3 tilastollisesti merkitsevästi. Poikkeamat olivat niin suuria, että ne aiheuttivat ristiriitaisia tuloksia laskettaessa vaaratilanteita puuta, aikayksikköä tai tilavuusyksikköä kohden. Tämän takia aineisto ryhmiteltiin kolmeen tilavuusluokkaan: alle 100-litraiset, 100—300-litraiset ja yli 300-litraiset puut. Ryhmittely perustui puun läpimitan määrittämiin kaatoteknisiin eroihin. Puun keskitilavuudet näissä luokissa olivat jo lähellä toisiaan. Aineistoa ei ryhmitelty puulajin mukaan. Puulajiosuudet olivat taulukon 3 mukaiset. Koivu sisältää kaikki lehtipuut.

Taulukko 2. Puun keskitilavuus, m³. Suluissa puiden lukumäärä.
Table 2. Mean stem volume, m³. Number of trees is in parentheses.

Lumiolo Condition	Menetelmä Method				
	Ilman Without	Pika New	Remmi Old	Irrotus Release	Yhteensä Total
1	0,107 (59)	0,132 (55)	0,141 (31)	0,168 (31)	0,132 (176)
2	0,175 (40)	0,182 (47)	0,162 (35)	0,162 (30)	0,172 (152)
3	0,158 (33)	0,089 (54)	0,112 (45)	0,244 (25)	0,134 (157)
4	0,118 (126)	0,152 (23)	0,102 (25)	0,125 (20)	0,121 (194)

Without = Without snowshoes.
New = With new quick fastening aluminium snowshoes.
Old = With conventional snowshoes.
Release = With new snowshoes but taken off for felling.

Taulukko 3. Puulajiosuudet tilavuudesta menetelmittäin ja lumioloittain, %.
Table 3. The proportions of tree species by volume for different methods and snow conditions, %.

Lumiolo Condition	Menetelmä Method															
	Ilman Without				Pika New				Remmi Old				Irrotus Release			
	Mä Pi	Ku Sp	Ko Bi	Yht. Tot.	Mä Pi	Ku Sp	Ko Bi	Yht. Tot.	Mä Pi	Ku Sp	Ko Bi	Yht. Tot.	Mä Pi	Ku Sp	Ko Bi	Yht. Tot.
1	34	53	13	100	45	30	25	100	12	69	19	100	85	4	11	100
2	65	31	4	100	83	12	5	100	71	20	9	100	38	52	10	100
3	47	48	5	100	39	47	14	100	76	17	7	100	100	0	0	100
4	44	52	4	100	47	38	15	100	39	60	1	100	25	75	0	100

Pi = Scots pine
Sp = Norway spruce
Bi = Birch

Lumioloissa 1 ja 3 eli hakkuumiehellä 1 irrotusmenetelmän puulajisuusudet erosivat muista menetelmistä huomattavasti. Lumiolon 4 eli hankikannon menetelmien välisillä puulajieroilla ei ollut merkitystä, koska vertailuja siellä ei tehty. Irrotusmenetelmän erilainen puulajijakauma johtui siitä, että menetelmää kannatti käyttää vain isoilla puilla, jotka pääosin olivat mäntyjä. Lumioloissa 1 ja 3 myös remmikenkämenetelmä poikkesi puulajijakaumaltaan muista. Tämä ero taasoittui yhdistettäessä pikalukollisten ja remmikenkien menetelmät. Tilavuusluokittelu jonkin verran vähensi puulajin aiheuttamaa vaihtelua ja paransi irrotusmenetelmän vertailtavuutta muihin menetelmiin. Silti puulajierot saattoivat vaikuttaa tuloksiin.

32. Vaara-analyysi

321. Vaaratilanteet

Vaara-analyysissä todettiin 27 erilaista vaaratilannetyyppeä ja kaikkiaan 3251 vaaratilannetta (taulukko 4). Yleisin oli sahan kannattelu tai käyttö yhdellä kädellä takakahvasta. Hakkuumiehellä 1 tätä vaaratilannetta oli noin kolmannes kaikista havaituista vaaratilanteista, hakkuumiehellä 2 vajaa puolet. Vaaratilanteiden jakautuminen eri työvaiheisiin on esitetty taulukossa 5.

Erot hakkuumiesten välillä olivat suuret. Eniten vaaratilanteita oli kaadossa ja karsinnassa. Hakkuumiehellä 1 suurin osa vaaratilanteista todettiin kaadossa. Hakkuumiehellä 2 kaadossa ja karsinnassa oli lähes yhtä paljon vaaratilanteita. Kaadon vaaratilanteista yleisimpiä olivat kaatosahaus yhdellä kädellä, puun työntäminen yhdellä kädellä selkä

Taulukko 4. Vaaratilanteiden jakaumat menetelmittäin eri lumioloissa, %. Selitykset liitteessä.

Table 4. Distribution of risk situations by methods and different snow conditions, %. Explanations of the codes are in appendix.

Vaaratilanne* Risk situation*	Lumi 1 (hakkuumies 1) Condition 1 (logger 1)				Lumi 2 (hakkuumies 2) Condition 2 (logger 2) Menetelmä Method				Lumi 3 (hakkuumies 1) Condition 3 (logger 1)			
	Ilman Without	Pika New	Remmi Old	Irr. Rel.	Ilman Without	Pika New	Remmi Old	Irr. Rel.	Ilman Without	Pika New	Remmi Old	Irr. Rel.
A1.	0,9	1,4	4,0	0,7	2,3	1,0	2,3	2,8	0,0	0,3	0,4	0,7
B1.	2,4	0,7	1,7	0,7	2,1	2,0	2,0	1,7	1,4	0,0	0,4	0,0
B2.	0,9	1,4	2,3	0,0	1,4	0,5	0,7	0,7	1,4	0,7	0,9	0,0
B3.	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
B4.	0,0	0,3	0,0	0,0	5,1	5,8	5,6	4,9	0,5	0,0	0,0	0,0
B5.	0,0	0,3	0,6	0,0	0,5	0,5	1,6	1,0	0,5	0,0	0,0	0,0
B6.	0,0	0,0	0,6	0,0	0,2	0,0	0,7	0,3	0,0	0,3	0,4	0,0
B7.	0,3	0,3	0,6	0,7	0,0	0,0	0,7	1,0	0,0	1,3	0,9	0,0
B8.	15,7	16,2	14,7	19,9	7,0	9,8	9,2	8,4	12,2	15,8	16,6	12,8
B9.	14,8	15,5	15,3	19,1	5,6	7,8	7,2	6,3	11,3	15,1	15,3	14,9
B10.	16,6	18,2	16,9	21,3	8,8	11,4	11,4	10,1	14,4	17,4	19,7	15,6
C1.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0
C2.	1,5	0,3	0,0	0,0	0,2	0,8	0,3	0,0	0,0	0,3	0,4	0,0
C3.	2,7	0,3	0,6	0,7	6,0	5,1	3,9	7,3	1,4	2,0	3,9	2,8
C4.	0,0	0,7	0,6	0,0	0,2	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
C5.	0,0	0,0	0,0	0,0	1,4	2,5	3,3	3,1	0,5	1,3	0,0	0,0
D1.	8,3	4,8	4,5	2,2	6,7	3,0	3,6	6,3	9,0	5,7	6,1	5,0
E1.	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0
E2.	0,3	1,7	0,6	0,0	0,7	0,3	0,7	0,3	0,5	1,0	0,0	0,7
F1.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,7	0,0	0,0	0,3	0,4	0,0
F2.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
F3.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,3	0,3	0,0	0,3	0,4	0,0
G1.	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,5	0,7	0,0	1,4
G2.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,3	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0
G3.	0,3	2,1	5,1	1,5	0,7	1,8	2,3	1,4	2,3	2,7	1,3	2,8
G4.	0,6	0,7	0,0	0,7	3,0	1,5	1,0	0,3	9,0	0,7	1,3	4,3
G5.	34,4	33,8	31,9	2,5	47,7	43,6	42,2	3,5	35,1	33,4	31,2	39,0
Yht. Total	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

* Katso liite/See appendix/

Taulukko 5. Vaaratilanteiden jakautuminen eri työvaiheisiin, %.
Table 5. Distribution of risk situations to different work phases, %.

Työ- vaihe Work phase	Lumi 1 (hakkuumies 1) Condition 1 (logger 1)				Lumi 2 (hakkuumies 2) Condition 2 (logger 2) Menetelmä Method				Lumi 3 (hakkuumies 1) Condition 3 (logger 1)			
	Ilman Without	Pika New	Remmi Old	Irr. Rel.	Ilman Without	Pika New	Remmi Old	Irr. Rel.	Ilman Without	Pika New	Remmi Old	Irr. Rel.
Siirtym. Moving	0,0	0,3	1,1	0,0	3,0	2,0	1,3	1,0	0,9	0,3	0,0	0,7
Käynnist. Starting	0,9	1,4	4,0	0,7	2,3	1,0	2,3	2,8	0,0	0,3	0,4	0,7
Kaato Felling	66,2	67,7	63,2	72,8	38,0	46,6	50,7	43,0	50,4	66,3	66,4	51,8
Karsinta Trimming	24,0	23,4	26,6	22,8	48,1	46,5	37,9	46,3	38,3	23,5	24,9	40,4
Katkonta Cross- cutting	8,3	5,5	4,5	3,7	7,7	3,3	3,9	6,3	9,5	6,0	6,6	5,0
Kasaus Bunching	0,6	1,7	0,6	0,0	0,7	0,3	1,3	0,3	0,9	2,3	0,0	1,4
Konkelo Lodged tree	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,3	2,6	0,3	0,0	1,3	1,7	0,0
Yht. Total	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Taulukko 6. Vaaratilanteiden määrä minuuttia kohti työvaiheittain.
Table 6. Number of risk situations per minute by work phases.

Hakkuu- mies Logger	Menetelmä Method	Siir. Moving	Kaato Felling	Kars. Trim.	Katk. Cross- cutting	Kasaus Bunching	Yht. Total
1	Ilman — Without	0,2	5,5	1,4	1,7	0,1	2,2
	Kenkä — Shoe	0,2	6,0	1,2	1,0	0,2	2,1
	Irrotus — Release	0,1	2,7	1,0	0,4	0,1	1,3
2	Ilman — Without	1,6	4,9	2,5	2,0	0,2	2,7
	Kenkä — Shoe	0,7	5,2	2,4	0,9	0,2	2,6
	Irrotus — Release	0,6	3,7	2,2	1,4	2,2	2,3

Shoe = The methods of new and conventional snowshoes combined.

kiertyneenä ja riittämätön perääntyminen puun tyveltä sen kaatuessa. Viimeksi mainitusta vaaratilanteesta nähtiin muutamia ”läheltä piti” -tilanteita puun tyven ponnahtaessa yllättävästi maastokohdan tai latvuksen muodon takia.

Hakkuumies 1 kaatoi muutaman kerran vasten puun luontaista kaatumissuuntaa sahaamalla ensin kaatosahauksen, laittamalla väkärin sahausrakoon ja sahaamalla lopuksi kaatokolon. Tällöin pitopuun paksuutta on vaikea kontrolloida. Yksi tällainen vaaratilanne johti lähes tapaturmaan puun alkaessa kaatua hakkuumiehen sitä huomaamatta hänen päälleen.

Hakkuumies 2 sahasi aina kaatokoloa tehdessään ensin alahasauksen, mitä pidetään piilosahausmahdollisuuden takia vaarallisenä työskentelytapana.

Karsinnassa tyypillisimmät vaaratilanteet olivat, paitsi sahan kannattelu takakahvasta, sahan vetäminen itseensä päin sahanterän ollessa samalla puolen runkoa ja oksien karsiminen liikkeessä samalta puolen runkoa. Molempien määrittäminen oli tulkinnanvaraista, siksi mukaan otettiin vain selvät tapaukset.

Latvan katkaisu koukkaamalla oli yleinen katkontatyövaiheessa esiintyvä vaaratilanne. Kaatumisvaara esiintyi kaikissa työvaiheissa lukuun ottamatta sahan käynnistystä; erityisen runsaasti sitä oli karsinnassa ja kasauksessa. Työvaiheiden erilainen kesto osaltaan vaikuttaa vaaratilanteiden jakautumiseen eri työvaiheisiin. Jaettaessa vaaratilanteiden määrä työvaiheeseen kuluvalle ajalla saadaan osittain erilainen kuva. Taulukossa 6 pikaluokollisten kenkien ja remmikenkien aineistot on yhdistetty kenkämenetelmäksi.

Taulukko 7. Rungon tilavuuden vaikutus vaaratilanteisiin.
 Table 7. The effect of stem volume on risk situations.

Hakkuumies Logger	Puulaji Tree species	Puiden lkm Number of trees	Korr. Corr.	Riskitaso Risk level	Regressiosuora Regression line
1	Mänty — Pine	130	0,321	0,001	$y = 4,6 + 4,4x$
	Kuusi — Spruce	125	0,366	0,001	$y = 5,3 + 7,8x$
	Koivu — Birch	78	0,198	0,082	$y = 4,1 + 6,2x$
	Kaikki — All	333	0,309	0,001	$y = 4,8 + 5,3x$
2	Mänty — Pine	86	0,516	0,001	$y = 6,7 + 12,7x$
	Kuusi — Spruce	46	0,726	0,001	$y = 5,9 + 31,6x$
	Koivu — Birch	20	0,476	0,033	$y = 4,6 + 25,6x$
	Kaikki — All	152	0,547	0,001	$y = 6,5 + 16,5x$

Kaadossa sattui vaaratilanteita aikayksikköä kohden laskettuna eniten. Kasauksessa niitä oli vähiten.

322. Puun tilavuuden ja työskentelyajan vaikutus vaaratilanteisiin

Rungon koon ja vaaratilanteiden välistä yhteyttä selvitettiin regressioanalyysin avulla. Molemmilla hakkuumiehillä rungon koon kasvaessa myös vaaratilanteet lisääntyivät. Korrelaatiokertoimet olivat kuitenkin melko pieniä, varsinkin hakkuumiehellä 1 (taulukko 7).

Hakkuumiehellä 2 tilavuuden ja vaaratilanteiden välinen regressio oli jyrkempi ja korrelaatio korkeampi kuin hakkuumiehellä 1. Molemmilla hakkuumiehillä korkein korrelaatio oli kuusella, pienin koivulla.

Mahdollisen vaaratilanteiden päivärytmin olemassaoloa tutkittiin työskentelyajankohdan ja vaaratilanteiden välisellä regressioanalyysillä. Työskentelyajankohdalla ei todettu olevan vaikutusta vaaratilanteiden määrään.

323. Menetelmävertailu

Vertailtavina oli kolme menetelmää kolmessa eri lumioloissa. Puut oli jaettu kolmeen tilavuusluokkaan. Vaaratilanteiden keskiarvoja testattiin varianssianalyysillä ja jakaumien vinouden vuoksi myös ei-parametrisellä Kruskal-Wallis testillä. Vaaratilanteita tarkasteltiin puuta, aikayksikköä ja tilavuutta kohti laskettuna. Nämä eri laskentatavat antoivat jossain määrin erilaisia tuloksia. Tilavuusluokittelusta huolimatta keskitilavuudet poikkesivat eri menetelmissä toisistaan, joskaan eivät tilastollisesti merkitsevästi. Tila-

vuuksien erot aiheuttivat joissain tapauksissa vaikeuksia tulosten tulkinnessa laskettaessa vaaratilanteiden määriä aika- tai tilavuusyksikköä kohti. Johtopäätösten teossa eniten painoarvoa saikin puukohtaisten vaaratilanteiden tarkastelu. Tilavuusluokittelu ja puun tilavuuden ja vaaratilanteiden heikko korrelaatio mahdollistivat tämän tarkastelutavan käytön.

Erot vaaratilanteiden määrissä olivat pääosin lumikenkämenetelmien eduksi (taulukko 8), kun sellaiseksi luetaan myös irrotusmenetelmä. Leimikkotekijöiden valossa tarkasteltuna lumikenkämenetelmissä oli vähemmän vaaratilanteita kuin hakkuussa ilman lumikenkiä lumioloissa 1 pienillä puilla sekä lumioloissa 2 ja 3 keskisuurilla puilla. Muissa olosuhteissa tilastollisesti merkitseviä eroja ei ollut tai ne olivat vain suuntaa antavia ($p < 0,10$). Irrotusmenetelmässä useimmiten oli kaikkein vähiten vaaratilanteita. Hakkuumiehellä 2 isoilla puilla havaittu tilastollisesti merkitsevä ero vaaratilanteissa jaettuna tilavuudella selittyy samaan suuntaan vaikuttavilla vaaratilanteiden määrillä ja keskitilavuuksilla sekä vähäisellä havaintomäärällä.

Edellä mainitut erot eri menetelmien välillä syntyivät katkontavaiheessa. Myös karsinnassa, kaadossa, kasauksessa ja siirtymisessä havaittiin samansuuntaisia eroja, mutta ne eivät olleet tilastollisesti merkitseviä.

Suurin osa vaaratilanteista oli menetelmävertailun kannalta merkityksettä. Katkonnassa havaittu merkitsevä ero menetelmien välillä aiheutui koukkauskatkaisun yleisyydestä työskenneltäessä ilman lumikenkiä.

Perääntymisessä puun tyveltä kaadossa menetelmien välillä ei havaittu eroja. Kaatuvan puun tyveä väistettiin liian vähän kaikissa menetelmissä. Myöskään karsinnassa ha-

Taulukko 8. Vaaratilanteiden keskiarvojen vertailu eri menetelmissä. Varianssi-analyysi ja Kruskal-Wallis test.

Table 8. Comparison of the means of risk situations between the methods. Variance analysis and Kruskal-Wallis test.

Lumi Cond.	Mies Logger	Tilavuus, m ³ Volume	Lasketatapa Calculation method	Ilman Without	Kenkä Shoe	Irritus Release		
1	1	—0,1	vaaratil./puu — risks/stem	5,0	4,8	3,7 *		
			vaaratil./min — risks/min	4,3	3,2	2,6**		
			vaaratil./m ³ — risks/m ³	132,5	90,8	93,5**		
		0,1—0,3	vaaratil./puu — risks/stem	6,8	5,8	4,7		
			vaaratil./min — risks/min	2,0	1,6	1,5		
			vaaratil./m ³ — risks/m ³	47,2	36,2	28,9		
		0,3—	vaaratil./puu — risks/stem	7,8	7,4	5,6		
			vaaratil./min — risks/min	1,1	1,3	0,8		
			vaaratil./m ³ — risks/m ³	20,1	20,1	14,1		
		2	2	—0,1	vaaratil./puu — risks/stem	7,5	6,5	7,1
					vaaratil./min — risks/min	4,6	4,4	4,1
					vaaratil./m ³ — risks/m ³	141,7	134,5	139,7
0,1—0,3	vaaratil./puu — risks/stem			13,1	9,4	9,0 *		
	vaaratil./min — risks/min			2,8	2,6	2,0 *		
	vaaratil./m ³ — risks/m ³			67,7	54,6	53,4		
0,3—	vaaratil./puu — risks/stem			12,4	11,8	17,8		
	vaaratil./min — risks/min			1,9	1,9	2,1		
	vaaratil./m ³ — risks/m ³			29,4	27,8	42,8 *		
3	1			—0,1	vaaratil./puu — risks/stem	6,2	5,1	4,8
					vaaratil./min — risks/min	4,7	4,3	3,7
					vaaratil./m ³ — risks/m ³	187,7	148,7	144,0
		0,1—0,3	vaaratil./puu — risks/stem	7,1	5,6	4,8 *		
			vaaratil./min — risks/min	2,0	1,7	1,2 *		
			vaaratil./m ³ — risks/m ³	45,2	36,8	26,1		
		0,3—	vaaratil./puu — risks/stem	6,8	6,6	7,1		
			vaaratil./min — risks/min	1,3	1,0	1,2		
			vaaratil./m ³ — risks/m ³	18,3	14,2	17,7		

* (p < 0,1)
** (p < 0,01)

vaittujen yksittäisten vaaratilanteiden suhteen ei havaittu eroja. Moottorisahan vetäminen itseensä päin sahan ollessa hakkuumiehen puolella runkoa oli yhtä yleistä menetelmästä riippumatta. Sahalla kurkottelun suhteen ei havaittu tilastollisesti merkittävää eroa, ehkä pienen aineiston takia. Kurkottelua näytti aineistossa esiintyvän enemmän työskenneltäessä ilman lumikenkiä.

Rungon päällä kävely luettiin vaaratilanteeksi silloin, kun putoamisvaara oli olemassa. Se oli yleisempää ilman lumikenkiä kuin lumikenkien kanssa työskenneltäessä. Ero oli tilastollisesti erittäin merkitsevä (p < 0,001) keskisuurilla puilla.

Yhdistettäessä molempien hakkuumiesten tulokset saatiin kaatumistilanteiden määrän suhteen suuntaa antavia eroja menetelmien välille siten, että kaatumisvaara oli lumikenkiä käytettäessä kaksinkertainen verrattuna työskentelyyn ilman lumikenkiä. Laskettaessa hakkuumiehet erikseen hakkuumiehellä 1 ero oli merkitsevä mutta hakkuumiehellä 2 ei. Kaatumisvaaratilanteissa lumikenkä oli osasyllisenä 46 %:ssa tapauksista.

324. Lumen vaikutus

Lumipeitteen paksuuden mahdollista vaikutusta tutkittiin vertaamalla lumiolo 1:n ja lumiolo 3:n vaaratilannemääriä menetelmittäin ja tilavuusluokittain. Erot olivat vastakaissauntaisia eivätkä ne olleet tilastollisesti merkitseviä. Tarkastelu voitiin tehdä vain toiselle hakkuumiehelle.

325. Tapaturmat

Vaaratilanteisiin liittyvät tärkeimmät tapaturmatyypit, tapaturmien välilliset ja välittömät syyt (tapaturman aiheuttajat), vahingoittuvat ruumiin osat ja vammojen laatu on esitetty taulukoissa 9—11 työvaiheittain. Tulkinvaraisissa tapauksissa on esitetty useita vaihtoehtoja. Sahan käynnistämässä, siirtymisessä ja konkelon purkamisessa sattuneet vaaratilanteet on tässä tarkastelussa jätetty huomiotta.

Yleisin tapaturmatyyppi oli kosketus moottorisahan terään. Karsinnan ja katkonnan

vaaratilanteista yli 90 %:n katsottiin voivan johtaa siihen. Kaadossa yleisiä olivat myös kaatuvan puun tyven isku ja yllirasittuminen. Kasauksessa yleisiä olivat koukkujen iskut ja kaatumiset.

Kaadossa olivat yleisimmät tapaturman aiheuttajat puu (33 %) ja takapotku (27 %). Sen sijaan takapotku ei ollut yleinen karsinnassa ja katkonnassa, vaan yleisimmäksi näissä katsottiin muu kontrolloimaton sahan liike kuin takapotku. Kasauksessa yleisimmät tapaturman aiheuttajat olivat työvälineet ja työympäristö.

Välilliseksi syyksi katsottiin kaadossa, karsinnassa ja katkonnassa yleensä väärä työtekniikka. Kasauksessa ei työtekniikan virheistä johtuvia vaaratilanteita juuri ollut, ellei niiksi lueta huonoa työasentoa. Työvälineen tylsyys tai huolimaton käyttö oli välillisenä syynä valtaosassa kasauksen vaaratilanteita. Lumikenkä oli välillisenä syynä 18 %:ssa kasauksen vaaratilanteita. Kasauksessa sattui kuitenkin vaaratilanteita vain vähän.

Vahingoittuva ruumiinosa oli kaadossa yleisimmin ylävartalo ja pään seutu, mutta muutkin ruumiinosat olivat ajoittain vaarassa vahingoittua. Karsinnassa vaara kohdistui pääasiassa raajoihin. Katkonnassa oli koukkauksien takia eniten vaarassa vasen alaraaja, kasauksessa vasen reisi (koukku vasemmassa kädessä, saket oikeassa) ja selkä.

Kaadossa vammat olivat pääosin haavoja (42 %) tai sitten puun iskun aiheuttamia vammoja, jotka saattoivat olla hyvinkin vakavia. Karsinnassa pääosa vammoista oli erilaisia haavoja (92 %), samoin katkonnassa. Kasausvammat olivat lieviä: revähdyksiä, pinnallisia haavoja tai repeämiä (85 %).

33. Työasennot

Työasentohavainnot tehtiin kaikkiaan 8014. Ne jakautuivat kuormittavuusluokkiin eri lumioloissa ja menetelmissä taulukon 12 osoittamalla tavalla.

Kuormittavuusluokkaa 1 oli havainnoista 29—44 %. Luokkaan 2 kuuluvia havainnotia oli eniten, 44—67 %. Luokkiin 3 ja 4 kuuluvia havainnotia oli yhteensä 4—13 %. Luokkiin 3 ja 4 kuuluvien asentokokonaisuuksien kuormittavuuden katsotaan olevan sitä luokkaa, että parannusratkaisun olisi pikaisesti löydettävä.

Taulukko 9. Vaaratilanteisiin liittyvät tapaturmatyypit työvaiheittain.
Table 9. Types of accidents according to risk situations.

Työvaihe Work phase	Tapaturmatyyppi Type of accident	%
Kaato <i>Felling</i>	Kosketus moottorisahan terään <i>Hit by saw chain</i>	46
	Kaatuvan puun tyven isku <i>Hit by tree butt</i>	26
	Yllirasittuminen <i>Overstrain</i>	21
	Päälle kaatuva puu tai kaatuvan tai rullaavan puun tyvi <i>Hit by falling tree, tree butt or rolling tree butt</i>	6
	Muu <i>Other</i>	1
		100
Karsinta <i>Trimming</i>	Kosketus moottorisahan terään <i>Hit by saw chain</i>	93
	Putoaminen tai kaatuminen <i>Slipping or falling</i>	6
	Muu <i>Other</i>	1
		100
Katkonta <i>Cross-cutting</i>	Kosketus moottorisahan terään <i>Hit by saw chain</i>	99
	Putoaminen tai kaatuminen <i>Slipping or falling</i>	1
		100
Kasaus <i>Bunching</i>	Käsiyövälineen aiheuttama isku <i>Hit by hand tool</i>	50
	Putoaminen tai kaatuminen <i>Slipping or falling</i>	39
	Kasattavan pölkyn aiheuttama isku <i>Hit by bolt</i>	11
		100

Menetelmien välillä ei havaittu tilastollisesti merkitsevää eroa työasentojen suhteen missään olosuhteissa (χ^2 -testi, G^2 -testi). Vertailuaineistona käytetty hankikanto (lumi 4) poikkesi selvästi niistä lumioloista, joissa lumi oli upottavaa (lumet 1—3). Työasennot olivat hankikannossa muita lumiolosuhteita huonompia. Työvaiheissa kaato, karsinta ja katkonta luokka 1:n osuus oli hankikannossa kaikissa puun tilavuusluokissa pienempi kuin upottavassa lumessa. Erityisen huonoja työasennot olivat isojen yli 300 litran puiden kaadossa: kuormittavuusluokka 1:n osuus oli vain 17 % ja luokkien 3 ja 4 yhteenlaskettu osuus 20 %. Katkonnassa luokka 1:n osuus oli vain 2—8 %. Sen sijaan kasauksessa työasennot olivat hankikannolla hieman parempia kuin upottavassa lumessa. Kaikki työvaiheet yhteenlaskettuna hankikannossa oli kuormittavuusluokkaa 1 vain noin 29 % eli 10 %-yksikköä vähemmän kuin upottavissa olosuhteissa (taulukko 12).

Taulukko 10. Vaaratilanteisiin liittyvien tapaturmien välittömät (tapaturmien aiheuttajat) ja välilliset syyt työvaiheittain.

Table 10. Direct and indirect causes of accidents in different work phases according to risk situations.

Työvaihe <i>Work phase</i>	Välitön syy <i>Direct cause</i>	%	Välillinen syy <i>Indirect cause</i>	%
Kaato <i>Felling</i>	Kaadettava puu <i>Tree</i>	33	Väärä työtekniikka <i>Wrong work technique</i>	98
	Takapotku <i>Kick of power saw</i>	27	Huolimattomuus tai muu <i>Negligence or other</i>	2
	Kontrolloimaton sahan liike <i>Uncontrolled movement of saw</i>	19		100
	Muu <i>Other</i>	21		
		100		
Karsinta <i>Trimming</i>	Kontrolloimaton sahan liike <i>Uncontrolled movement of saw</i>	92	Väärä työtekniikka <i>Wrong work technique</i>	97
	Työympäristö <i>Work environment</i>	6	Lumikenkä <i>Snowshoe</i>	1
	Takapotku <i>Kick of power saw</i>	2	Lumi <i>Snow</i>	1
		100	Työympäristö <i>Work environment</i>	1
				100
Katkonta <i>Cross-cutting</i>	Kontrolloimaton sahan liike <i>Uncontrolled movement of saw</i>	98	Väärä työtekniikka <i>Wrong work technique</i>	99
	Työympäristö <i>Work environment</i>	1	Huono asento <i>Bad posture</i>	1
	Takapotku <i>Kick of power saw</i>	1		100
		100		
Kasaus <i>Bunching</i>	Nostokoukut <i>Lift hooks</i>	50	Koukkujen tylsyys <i>Dullness of hooks</i>	57
	Työympäristö <i>Work environment</i>	39	Lumikenkä <i>Snowshoe</i>	18
	Kasattava pölkky <i>Bolt</i>	11	Huono asento <i>Bad posture</i>	14
		100	Lumi <i>Snow</i>	11
			100	

Rungon koon kasvaessa kuormittavuusluokka 1:n osuus väheni ja luokka 2:n osuus vastaavasti kasvoi. Kuvassa 4 edellä mainittu asia on esitetty ilman siirtymistyövaiheen havaintoja, joten luokka 1:n osuuden vähentyminen ei johtunut siirtymisajan suhteellisesta lyhenemisestä puun suurentuessa. Työasennot siis vaikeutuivat rungon koon kasvaessa. Työvaiheittaisessa tarkastelussa muutos oli havaittavissa kaadossa ja karsinnassa mutta ei katkonnassa eikä kasauksessa. Kasauksessa luokan 1 osuus päinvastoin näytti lisääntyvän rungon kasvaessa.

Lumikenkiä käytettäessä houkutus käyttää niitä lumen poistoon puun tyveltä on ilmeisesti suuri. Tämä käytötapa, johon lumikenkiä ei ole suunniteltu, kuormittaa selkää (kuva 5). Työvaiheittaisessa tarkastelussa selän asennot poikkesivat toisistaan vain katkonnassa, jossa hyvien selän asentojen osuus ilman lumikenkiä työskenneltäessä oli

pienillä puilla vain kolmannes siitä, mitä se oli lumikenkiä käytettäessä. Huonojen eli luokkien 3 ja 4 selän asentojen osuus oli kaksinkertainen (14 %) lumikenkämenetelmiin verrattuna (5 %). OWAS-tutkimuksessa selän asennoissa ei kuitenkaan havaittu tilastollisesti merkitsevää eroa menetelmien välillä, kun kaikki työvaiheet olivat mukana laskennassa. Sen sijaan hankikannon ja upottavan lumen olosuhteiden välillä havaittiin sama ero kuin kuormittavuusluokissakin: hankikannossa selän asennot olivat huonompia kuin upottavassa lumessa. Myös työvaiheittainen ero oli samanlainen: kaadossa, karsinnassa ja katkonnassa hankikannon työasennot olivat huonompia, kasauksessa taas parempia kuin upottavassa lumessa.

Työskentelyajankohdalla ei ollut vaikutusta huonojen työasentojen (luokat 3+4) määrään, joten väsymisen vaikutusta ei havaittu.

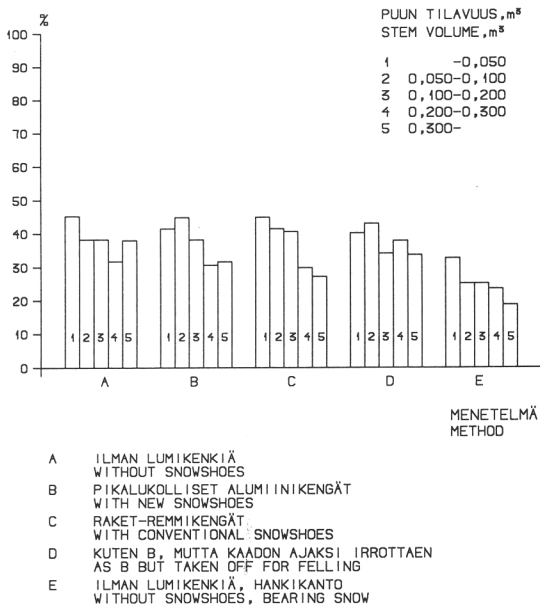
Taulukko 11. Vaarassa olleet ruumiin osat ja vamman laatu.
 Table 11. Endangered members of body and nature of injury.

Työvaihe <i>Work phase</i>	Vahingoittuva ruumiin osa <i>Injured part of body</i>	%	Vamman laatu <i>Nature of injury</i>	%
Kaato <i>Felling</i>	Pää, niska, kaula, ylävartalo <i>Head, neck, throat, trunk</i>	30	Pinnallinen tai syvä haava <i>Wound</i>	42
	Oikea alaraaja <i>Right lower limb</i>	23	Luun murtuma, invali- disoiva vamma, kuolema	32
	Selkä <i>Back</i>	21	Fracture of a bone, invalidism, death	
	Yläraajat, käsi ja sormet, alaraajat <i>Upper limbs, hand and fingers, lower limbs</i>	20	Sijoiltaan meno, revähdys, mustelma <i>Dislocation, strain, bruise</i>	21
	Selkä, pää, jalkaterä, varpaat <i>Back, head, foot, toes</i>	6	Pinnallinen tai syvä haava, kuolema <i>Wound, death</i>	4
			Muu <i>Other</i>	1
			100	100
Karsinta <i>Trimming</i>	Yläraajat, käsi ja sormet, alaraajat <i>Upper limbs, hand and fingers, lower limbs</i>	78	Pinnallinen tai syvä haava <i>Wound</i>	92
	Alaraajat <i>Lower limbs</i>	14	Sijoiltaan meno, revähdys, mustelma <i>Dislocation, strain, bruise</i>	6
	Ylävartalo, selkä, yläraajat <i>Trunk, back, upper limbs</i>	6	Pinnallinen tai syvä haava, kuolema <i>Wound, death</i>	2
	Pää, niska, kaula, ylävartalo <i>Head, neck, throat, trunk</i>	2		100
		100		
Katkonta <i>Cross-cutting</i>	Vasen alaraaja <i>Left lower limb</i>	93	Pinnallinen tai syvä haava <i>Wound</i>	98
	Yläraajat, käsi ja sormet, alaraajat <i>Upper limbs, hand and fingers, lower limbs</i>	5	Pinnallinen tai syvä haava, kuolema <i>Wound, death</i>	1
	Ylävartalo, selkä, yläraajat <i>Trunk, back, upper limbs</i>	1	Sijoiltaan meno, revähdys, mustelma <i>Dislocation, strain, bruise</i>	1
	Pää, niska, kaula, ylävartalo <i>Head, neck, throat, trunk</i>	1		100
		100		
Kasaus <i>Bunching</i>	Vasen reisi <i>Left thigh</i>	50	Sijoiltaan meno, revähdys, mustelma, pinnallinen haava <i>Dislocation, strain, bruise, superficial wound</i>	46
	Ylävartalo, selkä, yläraajat <i>Trunk, back, upper limbs</i>	39		
	Pää <i>Head</i>	11	Lihaksen tai jänteen repeämä <i>Rupture of a muscle or tendon</i>	39
		100	Silmävamma tai hampaan menetyks <i>Injury to the eye, tooth loss</i>	7
			Sijoiltaan meno, revähdys, mustelma <i>Dislocation, strain, bruise</i>	4
		Pinnallinen haava <i>Superficial wound</i>	4	
			100	

Taulukko 12. OWAS-kuormittavuusluokkajakaumat, %.
Table 12. OWAS work posture classes, %.

Lumiolo Condition	Hakkuu- mies Logger	OWAS- luokka Posture class	Ilman Without	Pika New	Menetelmä Method Remmi Old	Irrutus Release	Kaikki All
1	1	1	44,8	44,5	43,8	41,5	43,8
		2	43,5	41,7	45,2	46,1	43,8
		3	10,3	12,5	10,8	12,2	11,5
		4	1,4	1,3	0,2	0,2	0,9
		Yht. Tot.	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
2	2	1	41,0	32,6	38,2	36,5	37,0
		2	55,1	64,2	56,7	61,5	59,5
		3	3,4	3,2	4,9	1,6	3,2
		4	0,5	0,0	0,2	0,4	0,3
		Yht. Tot.	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
3	1	1	34,0	45,2	38,2	40,9	39,6
		2	57,5	48,5	53,6	50,0	52,4
		3	7,3	6,1	8,0	8,2	7,4
		4	1,2	0,2	0,2	0,9	0,6
		Yht. Tot.	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
4	2	1	28,6				
		2	67,5				
		3	3,7				
		4	0,2				
		Yht. Tot.	100,0				

LUOKKA 1:n OSUUS
PROPORTION OF CLASS 1



Kuva 4. Kuormittavuusluokka 1:n osuus tilavuusluokittain.

Fig. 4. The proportion of work posture class 1 by different methods and stem volume classes.



Kuva 5. Käytettäessä lumikenkiä lumen poistamiseen puun tyveltä joutuu selkä erityiselle rasitukselle. (Moottorisahan teräketju on liikkeessä lämpimän sään aiheuttaman polttoaineen kaasuuntumisen takia.)

Fig. 5. When snowshoes are used for the removal of snow around the stem the back of the logger is exposed to special strain. (The saw chain is running because of gasified fuel in warm weather.)

4. TULOSTEN TARKASTELU

41. Työturvallisuus

Tämä tutkimus ei tue sitä käsitystä, että lumikenkien käyttö lisäisi turvallisuusriskiä metsätyössä. Vaaratilanteiden havaittiin itse asiassa vähenevän pienillä ja keskisuurilla puilla lumikenkiä käytettäessä. Kaatumisvaara näyttää olevan suurempi lumikenkiä käytettäessä, mutta eräät muut vaarat vastaavasti vähäisempiä. Lisäksi on oletettavissa, että tutkimusolosuhteita paksummassa (yli 70 cm) lumessa lumikenkien edut tulevat selvemmin esille.

Tutkimus osoittaa, että hakkuumiesten välinen vaihtelu on suuri. Tämä tulee ottaa huomioon ainakin hakkuumiesten yksilöllisillä koulutusohjelmilla.

Pieniläpimittaisen puutavaran hakkuussa havaittiin molemmilla hakkuumiehillä huomattavasti enemmän vaaratilanteita aikayksikköä kohden mitattuna kuin järeän puutavaran hakkuussa. Silti ei ole perusteltua väittää pienikokoisen puuston hakkuun olevan vaarallisempaa kuin järeän puuston hakkuun. Vaaratilanteet tuskin ovat samanarvoisia puun koosta riippumatta. Esimerkiksi riittämätön puun tyven väistö on vaarallisempaa isoilla kuin pienillä puilla.

Regressioanalyysit osoittivat puun koon vaikutuksen vaaratilanteiden määriin riippuvan hakkuumiehestä ja myös puulajista. Molemmilla hakkuumiehillä puun suureneminen lisäsi vaaratilanteita puuta kohden laskettuna. Selitysaste oli kuitenkin varsinkin hakkuumiehellä 1 pieni. Hakkuumiehellä 2 selitysaste oli korkea kuusella. Erot hakkuumiesten välillä selittyvät erilaisilla työtavoilla. Hakkuumiehellä 1 pääosa vaaratilanteista esiintyi kaadossa, jossa puun tilavuudella oli hyvin vähän vaikutusta vaaratilanteiden lukumäärään. Hakkuumiehellä 2 kaatovaaratilanteiden lisäksi esiintyi runsaasti karsinta-vaaratilanteita, joita karsinta-ajan piteneminen puun suuretessa lisäsi.

Puun koko vaikuttaa siten vaaratilanteiden määrään lähinnä välillisesti työskentelyajan kautta. Laskettaessa tulokset aika- tai tilavuusyksikköä kohden puun koon vaihdellessa tulokset voivat johtaa harhaan. Aineisto on siis luokiteltava tai puun koko vakioi-

tava jo otannassa. Näin on tehtävä myös tarkasteltaessa vaaratilanteiden määriä puuta kohden laskettuna, koska joillakin hakkuumiehillä puun koko vaikuttaa merkitsevästi vaaratilanteiden määriin. Aikaisemmissa vaara-analyyseissä (Mäkijärvi ja Ihonen 1987, Juntunen 1987, Kettunen 1988) puun kokoa ei ole otettu huomioon.

Työskentelyajankohdan ei havaittu vaikuttavan vaaratilanteiden määriin. Tulos poikkeaa Gustafssonin ym. (1970) Ruotsissa ammattimetsureiden keskuudessa tehdyn tutkimuksen tuloksesta, jossa sekä lähestapaturmien että tapaturmien suurin tapahtumistodennäköisyys oli klo 11 ja 12 välillä. Tosin edellä mainitussa tutkimuksessa ei oltu huomioitu työskentelyaikoja, mikä voi selittää tuloksen. Toisin sanoen keskipäivällä sattuu paljon tapaturmia, koska silloin on yleisin työskentelyaika. Harstela (1975) totesi työntekijän havaitsemiskyvyn heikkenevän työpäivän lopulla. Myös Klen ja Väyrynen (1984) ovat arvelleet väsymyksen kasvattavan tapaturmariskiä iltapäivällä. Käsillä olevan tutkimuksen ammattimetsurit ilmeisesti hallitsivat työn oikean tauotuksen väsymisen estämiseksi eivätkä siten muuttaneet työskentelyään työpäivän aikana. Tapaturmatilastot tukevat käsillä olevassa tutkimuksessa saatua tulosta (Metsä- ja uittotöiden... 1987).

Menetelmien välillä havaitut erot selittyvät lähinnä koukkauskatkaisun yleisyydellä. Paksumassa lumessa liikkuminen on hankalaa. Koukkauskatkaisulla pyritään vähentämään ”turhien” askelien ottoa lumessa ja alttius tämän työskentelytavan käytölle on suurempi työskenneltäessä ilman lumikenkiä. Isoilla puilla menetelmien välillä ei havaittu eroa, koska niillä työskennellään rauhallisemmin, oksisto helpottaa lumen päällä liikkumista eikä koukkauskatkaisua juuri käytetä. Sen sijaan siihen, miksi lumioloissa 1 havaittiin ero menetelmien välillä pienillä ja lumioloissa 2 ja 3 keskisuurilla puilla, aineisto ei anna vastausta. Vaikuttavia tekijöitä voivat olla lumen määrä, jokin otannan heikkous tai satunnaisvaihtelu.

Lumikenkien käyttö ilmeisesti lisää kaatumisriskiä metsätyössä. Tämän voi päätellä jo siitä, että lähes puoleessa kaatumistilanteis-

ta lumikenkä oli osasyyllisenä. Toisaalta lumikenkien käyttö vähentää rungon päällä kävelyä.

Leimikkotekijöiden kontrolloinnista huolimatta irrotusmenetelmässä havaittiin yleensä vähiten vaaratilanteita. Ero havaittiin työvaiheittaisessa tarkastelussa myös karsinnassa, vaikka lumikenkämenetelmät eivät karsinnan osalta poikkea toisistaan. Yksi selitys voi olla, että lumikenkien irrottaminen joka puulla kaadon ajaksi hieman rauhoittaa työskentelyä myös muissa työvaiheissa. Toinen selitys on, että irrotuksen erilainen puulajikoostumus aiheutti edellä mainitut erot. Irrotusmenetelmää käytettäessä oli enemmän mäntyä kuin muissa vertailtavana olevissa menetelmissä. Tässä tutkimuksessa puulajia ei käytetty luokittelevana muuttujana.

Käynnissä olevan moottorisahan käyttö tai kannattelu takakahvasta yhdellä kädellä on varsinkin ammattimetsureilla erittäin yleistä. Tämä vaaratilanne voi johtaa lähinnä kahdentyyppiseen tapaturmaan: takapotkusta aiheutuvaan tai kaatumisesta aiheutuvaan. Kaatuessaan ihminen usein vaivastomaisesti puristaa kädessään olevaa esinettä, tässä tapauksessa moottorisahan takakahvaa. Käden puristuminen kaasuliipaisimella aiheuttaa sahan teräketjun liikkumisen ja mahdollisesti hyvin vaarallisen tilanteen. Tämä oli Gustafssonin ym. (1970) mukaan yksi yleisimmistä lähestapaturmista kaatumistilanteissa. Nykyisillä kevyillä sahoilla yhden käden työskentely onnistuu hyvin ja antaa työntekijälle runsaasti positiivista palautetta. Toivottavasti Ruotsissa kehitteillä oleva moottorisahan takakädensijan takapotkusuoja osoittautuu käyttökelpoiseksi ja yleistyy metsätyössä käytettävissä moottorisahoissa.

Puun työntäminen nurin yhdellä kädellä selkää kiertyneenä oli hyvin yleistä. Tämä työasento kaadossa voi johtaa selän vaurioitumiseen (Harstela 1971).

Vaara-analyysi ei juuri anna tietoa harvinaisista vaaratilanteista. Eräs havaittu vakava vaaratilanne oli suunnattu kaato, jossa tehtiin ensin kaatosahaus ja vasta sitten kaatokolo. Tätä menetelmää on suositellut ainakin Kärkkäinen (1986). Sen käytön yleisyydestä ei ole tietoa. Menetelmän heikkous on siinä, että pitopuun paksuutta on vaikea kontrolloida. Metsäalan oppilaitoksissa suositankin turvallisempaa menetelmää, eritasosahausta.

Vaara-analyysi on melko subjektiivinen työturvallisuuden arviointimenetelmä. Tässä

tutkimuksessa, kuten aikaisemmissakin vaara-analyyseissä (Mäkijärvi ja Itonen 1987, Juntunen 1987, Kettunen 1988), subjektiivisuutta pyrittiin vähentämään lukemalla vaaratilanteiksi lähinnä poikkeamiset hakkuutyön turvallisuusohjeista (Motorsågning 1982, Metsurin hakkuun... 1986). Tästä huolimatta tutkijan omaksuma käsitys siitä, mikä on vaaratilanne, vaikuttaa ratkaisevasti löytyvien vaaratilanteiden lukumäärään. Siksi eri tutkijat löytävät samasta aineistosta hyvin erisuuruisia vaaratilannemääriä (Mäkijärvi ja Itonen 1987, Juntunen 1987, Kettunen 1988).

Koehenkilön tottuminen tutkimuskohteena oloon vaatii aikaa. Työskentely voi siten ainakin aluksi olla tavallisesta poikkeavaa. Tosin käsillä olevassa tutkimuksessa ei erityistä alkuvaiheen jännittämistä havaittu. Joka tapauksessa mahdollisen jännittämisen ei pitäisi haitata työmenetelmien välistä vertailua, koska se otettiin huomioon jo otannan aikataulussa rytmittämällä menetelmiä.

Tämä tutkimus perustui sille olettamukselle, että saman tutkijan eri vaara-analyysien tulokset ovat keskenään vertailukelpoisia. Se ei välttämättä pidä paikkaansa, jos vain lasjetaan vaaratilanteiden lukumääriä, koska eri vaaratilanteiden tapaturmatodennäköisyydet ja tapaturmien seuraukset vaihtelevat. Todellisten työturvallisuusriskien selvittämiseksi mahdollisten tapaturmien sattumistodennäköisyyden ja seurausten selvittäminen olisi tärkeää, varsinkin jos vaaratilanteet ovat erilaisia eri menetelmissä. Tässä tutkimuksessa lähinnä laskettiin vaaratilanteiden lukumääriä ja arvioitiin mahdollisen tapaturman syntyyn vaikuttaneita tekijöitä ja seurausvaihtokutsia. Vaaratilanteesta mahdollisesti syntyvän tapaturman syiden ja seurausten kuvailu on helposti liian kaavamaisista. Syy-seuraussuhteiden selvittäminen onnistuu paremmin esimerkiksi tapaturma- tai lähestapaturmatutkimuksella.

Useimmissa toiminnoissa vallitsee motivaationaalinen ristiriita turvallisuustavoitteiden ja muiden päämäärien välillä, ts. motivaationaalinen paine pyrkii pienentämään turvamarginaaleja (Summala 1984). Metsätyössä tätä esiintyy osittain työn luonteen ja olosuhteiden ja ehkä myös urakkapalkkauksen motivoimana. Pyritään vähentämään ”turhaa” työtä, otetaan harkittuja riskejä ja totutaan vaaran läheisyyteen, tai riskejä ei edes tunnusteta. Onnettomuuden todennäköisyyden katsotaan kasvavan, kun henkilön käsitys ris-

keistä eroaa todellisesta (Pettersson ja Östberg 1975). Dunnin (1972) mukaan hakkuumiesten käsitys eri työvaiheiden tapaturmariskeistä poikkesi huomattavasti tapaturmatilastojen tiedoista eli työntekijän käsitys työssä tapaturmariskeistä ei vastannut todellisuutta. Tätä käsitystä ovat vastustaneet mm. Powell (1972), joka kritisoi Dunnin tutkimusmenetelmää puutteelliseksi, ja Östberg (1980), jonka mielestä työn riskit tunnetaan, mutta tapaturmien välttäminen on vaikeaa. Klen ja Väyrynen (1984) näyttävät kallistuneen Dunnin teorian puolelle tutkimuksessaan henkilökohtaisten suojarusteiden merkityksestä tapaturmien torjunnassa. He havaitsivat niiden lähestapaturmien perusteella lasketun tapaturmafrekvenssin, joiden kehittymisen tapaturmaksu suojain esti, olevan kolminkertaisen todella tapahtuneeseen verrattuna. Hakkuumiehet siis aliarvioivat työnsä riskejä turvavarusteita käyttäessään. Dradon (1969) teorian mukaisesti he pyrkivät alitajuisesti pitämään työnsä turvamarginaalin vakiona muuttuvissa olosuhteissa.

Jos työturvallisuuteen halutaan vaikuttaa, työntekijä on saatava tietoisiksi työhönsä liittyvistä todellisista riskeistä ja hänet olisi saatava itse kriittisesti arvioimaan sitä, missä määrin hakkuuohjeiden tuoman turvamarginaalin rikkominen tuottaa vain kuviteltua eikä todellista etua esimerkiksi työn joutuisuudessa. Tällainen arviointi voidaan tehdä videotekniikkaa hyväksi käyttäen. Videonauhaa käytetään jo nyt opetuksen apuna monissa metsäkouluissa sekä metsurien perustettä täydennyskoulutuksessa. Menetelmää sovellettaessa on vain muistettava, etteivät kaikki hyväksy työnsä arviointia varsinkaan julkisesti.

42. Työasennot

Lumikenkien käytöllä ei näytä tämän tutkimuksen perusteella olevan haitallisia eikä myöskään erityisiä hyödyllisiä vaikutuksia varsinaisiin työasentoihin. Myöskään selän asennot eivät suuresti poikkea toisistaan eri menetelmissä. Metsurien valittamat selkävut saattavatkin johtua lumikenkien vaatimasta uudenlaisesta kävelytyylistä tai niiden käyttämisestä lumen poistamiseen puun tyveltä (Mäkinen 1987).

Koukkaukskatkaisun yleisyys ilman lumikenkiä työskenneltäessä havaittiin vaaratilannetarkastelun lisäksi myös OWAS-tutki-

muksessa. Ero menetelmien välillä havaittiin vain katkontatyövaiheessa. Katkonnan lyhyt kesto aika aiheutti sen, ettei eroa havaittu tasavälein kerättyssä aineistossa, kun kaikki työvaiheet olivat mukana laskennassa.

OWAS-luokituksella tarkasteltuna metsuri joutuu hakkuutyössä käyttämään yli puolet työajastaan kuormittavia työasentoja. Alle puolet työajasta metsuri käyttää työasentoja, joita voidaan pitää normaaleina, hyvinä työasentoina. Ottaen huomioon vielä sen, että OWAS-luokitusta muutettiin jalkojen koukistuksen osalta hieman lievemmäksi ja siten lisättiin 1. luokan työasentoja 2. luokan kustannuksella, ensimmäisen luokan työasentojen osuus metsätyössä on OWAS-analyysin mukaan hyvin pieni.

Silmävaraisen arvion perusteella tutkimuksessa mukana olleet hakkuumiehet olivat keskimääräistä ammattitaitoisempia myös työasentojen suhteen. OWAS-analyysi sopii ilmeisesti huonosti metsätyön kuvaukseen sellaisenaan tai sitten manuaalinen metsätyö ei ole toteutettavissa joutumatta alttiiksi kohuttomalle kuormitukselle. Samankaltaisia tuloksia analyysin sopivuudesta metsätyöhön ovat saaneet myös mm. Väyrynen ym. (1985), Castrén ja Mutikainen (1987) ja Ketunen (1988). Analyysin tuloksia voidaan myös soveltaa kiinnittämällä päähuomio toimenpideluokkiin 3 ja 4 eli pikaista parannusta vaativiin huonoihin työasentoihin. Näiden osuus on metsätyössä melkoisen suuri verrattuna moniin muihin työtehtäviin (Väyrynen ym. 1985).

Työasennot hangen kantaessa näyttävät poikkeavan työasentoista hangen upottaessa. Kuormittavuusluokka 1:n osuuden pienentyessä voidaan sanoa työasentojen tältä osin olevan hankikanto-oloissa huonompia. Toisaalta kuormittavuusluokkien 3 ja 4 huonoja työasentoja oli vähemmän hangen kantaessa kuin hangen upottaessa. Hankikantotyöskentely vastannee työasentoiltaan sulan maan työskentelyä muiden työvaiheiden paitisi kaadon osalta, jossa hangen ollessa erittäin kova työskennellään hangen pinnalla, mutta kaatosahausta tehdään alas. Tällöin työasennot ovat erittäin huonoja. Verrattaessa käsillä olevan tutkimuksen tuloksia hankikannon osalta Harstelan ym. (1987) esitutkimuksen tuloksiin työasentoista lumen paksuuden ollessa vain 30 cm todetaan niiden tukevan toisiaan. Hangen kantaessa kuormittavuusluokkien 1 ja 2 osuus oli 96,1 % ja 30 cm:n paksuisessa lumessa työskenneltäessä ilman lu-

mikenkiä 94,3 %. Seuraavassa verrataan tämän tutkimuksen tuloksia eräisiin muihin metsätyöstä tehtyihin työasentoanalyysiin ilman lumikenkiä.

OWAS-kuormittavuusluokat
1—2 3—4

Hankikanto	96,1	3,9 (hakkuumies 2)
30 cm lumikerros	94,3	5,7 (Harstela ym. 1987)
4—57 cm lumikerros	85,2	14,4 (Väyrynen ym. 1985)
50 cm lumikerros	88,3	11,7 (hakkuumies 1)
60 cm lumikerros	92,9	7,1 (Harstela ym. 1987)
65 cm lumikerros	96,1	3,9 (hakkuumies 2)
70 cm lumikerros	91,6	8,5 (hakkuumies 1)

Asetelmassa ei ole havaittavissa työasentojen systemaattista muuttumista lumikerroksen paksuuden muuttuessa. Hakkuumiesten väliset erot ovat sen sijaan selvät. Lumen paksuuden vaikutusten selvittämiseksi tarvittaisiin vielä lisää tietoa erityisesti paksun lumen oloista.

Käsilä olevassa tutkimuksessa ei havaittu saavutettavan etua työasentojen osalta käytettäessä menetelmää, jossa pikalukolliset lumikengät irrotettiin kaadon ajaksi mm. työasentojen parantamiseksi (Harstela ym. 1987).

Rungon tilavuuden suureneminen huonosi työasentoja vähentämällä kuormittavuusluokka 1:n osuutta. Työasennot näyttävät tältä osin huononevan erityisesti kaadossa ja myös karsinnassa. Työasennon huononeminen voi johtua työn tekijään kohdistuvan staattisluonteisen rasituksen keston pitenemisestä rungon koon kasvaessa. Työasentojen lievä paraneminen kasauksessa rungon tilavuuden suuretessa on myönteistä, onhan kasaus puutavaran teon raskain työvaihe, jossa huonot työasennot johtavat pahempaan seurausvaikutuksiin kuin muissa työvaiheissa, erityisesti kasattavan pölkyn ollessa kookas (mm. Harstela 1971). Rungon koon aiheuttama kuormittavuusluokkien vaihtelu osoittaa, että rungon koko on otettava huomioon

työasentoanalyysissä niin kuin yleensäkin metsätyön tutkimuksessa.

Myös OWAS-tutkimus vaatii runsaasti subjektiivista harkintaa. Toimenpideluokan määrittäminen kuvanauhalla on useissa tapauksissa erittäin vaikeaa. Itse asiassa se voi olla vaikeampaa kuin vaaratilanteen määrittäminen ja voi siten olla subjektiivisempaa. Kuitenkin OWAS-menetelmää metsätyöhön sovellettaessa on ilmeisesti käytettävä videokuvausta työtehtävien ja työasentojen nopean muuttumisen takia tulkintavaikeuksista huolimatta. Molempia em. menetelmiä — vaara- ja työasentoanalyysiä — käytettäessä on hyvä ensin analysoida nauhaa kaikilta koehenkilöiltä ennen varsinaisen aineiston analyysin aloittamista. Tällä tavalla voidaan vähentää mahdollisten tulkintaongelmien syntyä kesken varsinaisen analyysin tekoa.

43. Tulosten luotettavuus ja yleistettävyyys

Mittaushavaintojen määrä kustakin lumiololuokasta oli runsas. Tärkeimpien muuttujien suhteen tehtiin sekä parametrisiä että ei-parametrisiä testejä erojen tilastollisen merkitsevyyden testaamiseksi. Leimikkotekijöiden huomioon ottaminen oli hyvin tärkeää luotettavien tulosten saamiseksi. Havainnointia voidaan siis pitää luotettavana, mutta koehenkilöiden vähälukuisuus rajoittaa tulosten yleistettävyyttä. Kahden hakkuumiehen työstä tehtyjä havaintoja ei voida sellaisinaan yleistää koko metsurikuntaa koskeviksi, vaan tulokset ovat lähinnä suuntaa antavia. Vertailua vaikeuttaa se, että tutkimuksessa mukana olleet kaksi metsuria työskentelivät eri lumiolosuhteissa, joten koehenkilötoistoja ei voitu saada. Tämän tutkimuksen puitteissa ei kuitenkaan ollut mahdollista kerätä aineistoa riittävän laajasta hakkuumiesjoukosta yleistettävyyden parantamiseksi.

KIRJALLISUUS — REFERENCES

- Butora, V. & Höfle, H. 1979. Die Untersuchung von Beinahe-Unfällen — eine Methode der Unfallforschung in der Forstwirtschaft. *Allgemeine Forstzeitschrift* 34(42): 1153—1159.
- Castrén, M. & Mutikainen, A. 1987. Självverksamma skogsägares arbetsställningar i avverkning. *Julkaisussa: Juntunen, M-L. (toim.). Arbets säkerhet och belastning vid självverksamma skogsägares drivningsarbete — NSR slutrapport. Summary: Work safety and strain of self-employed forest owners during logging. Seloste: Työturvallisuus ja kuormittuminen omatoimisten metsänomistajien puunkorjuussa. Folia Forestalia* 688: 15—17.
- Drasdo, M. 1969. Margins of safety. *Alpine Journal* 74: 159—168.
- Dunn, J.G. 1972. Subjective and objective risk distribution. A comparison and its implication for accident prevention. *Occupational Psychology* 46: 183—187.
- Gustafsson, L., Lagerlöf, E. & Pettersson, B. 1970. Analys av olyckstillbud vid huggning. Skogshögskolan, institutionen för skogsteknik. *Rapporter och uppsatser* 37. 75 s.
- Harstela, P. 1970. The effect of winter conditions on the preparation of rough-limbed spruce pulpwood of approximate length. *Communications Institut Forestalis Fenniae* 71(4). 54 s.
- 1971. Metsätyömenetelmien ergonominen kehitys ja eräät työntekijään kohdistuvat fyysiset vaikutukset. Summary: The ergonomic development of the timber harvesting work methods and some physical effects on workers. *Folia Forestalia* 131. 22 s.
- 1975. Työajan menekkiin ja työntekijän kuormittumiseen vaikuttavat tekijät eräissä metsätyömenetelmissä. Summary: Factors affecting the consumption of working time and the strain on the worker in some forest work methods. *Communications Institut Forestalis Fenniae* 87(2). 130 s.
- , Juntunen, M-L. & Mäkinen, P. 1987. Working postures in forestry. Excursion in the Finnish Forest Research Institute, Suonenjoki. Moniste. 4 s.
- & Valonen, P. 1972. Työn tuotos, työntekijän fyysinen kuormittuminen ja värinäaltistus pelkässä kaadossa. Summary: Work output, physical load of the worker and exposure to vibration in felling. *Folia Forestalia* 151. 43 s.
- Jauho, P. 1988. Missä vaara vaanii? *Tiede* 2000, no 3: 14—19.
- Juntunen, M-L. 1987. Vaara-analyysi metsänomistajien omatoimisesta hakkuutyöstä ennen ja jälkeen lyhyen hakkuuteknikkakurssin. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 280. Suomenjoen tutkimusasema. 20 s.
- Katz, D. 1951. The psychology of the margin of safety. *Proceedings of the Thirteenth International Congress of Psychology*: 33—49.
- Kettunen, A. 1988. Työnopastuksen vaikutus metsänomistajien hakkuutyöhön sekä metsänomistajien suhtautuminen työnopastukseen. *Työtehoseuran metsäsoston monisteita* 1. 97 s.
- Klen, T. & Väyrynen, S. 1984. The role of personal protection in the prevention of accidental injuries in logging work. *Journal of Occupational Accidents* 6: 263—275.
- Kukkonen, E. 1984. Vaara-analyysi puutavaran kuljetuksesta maataloustraktorilla. Pro gradu-työ. Helsingin yliopisto, metsäteknologian laitos.
- Kärkkäinen, M. 1986. Puutavaran korjuu. Teoksessa: *Tapion taskukirja*, 20. painos. Kirjayhtymä, Helsinki. s. 459—471.
- Metsurin hakkuun työ- ja suunnitteluohje. 1986. Metsäteho. 11 s.
- Metsä- ja uittotöiden työtapaturmat vuonna 1986. 1987. Olycksfall i skogs- och flottningsarbete år 1986. *Tilastotiedotus* 6. Työsuojeluhallitus. Tampere. 53 s.
- Motorsågning. 1982. Skogsbrukarens handboken. Skogsstyrelsen. 68 s.
- Mäkijärvi, L. & Itonen, M. 1987. Vaara-analyysi metsänomistajien omatoimisesta hakkuutyöstä. Summary: Risk analysis of the cutting work of the forest owners working in their own forests. *Työtehoseuran julkaisuja* 292. 65 s.
- Mäkinen, P. 1987. Lumikenkien käyttö metsätyössä. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 259. Suomenjoen tutkimusasema. 14 s.
- Pettersson, B. & Östberg, O. 1975. Olika personalkategoriens bedömningar av riskerna vid fällning. Summary: Assessments by various personnel categories of the dangers in felling. *Forskningsstiftelsen Skogsarbeten*. 19 s.
- Peuraniemi, A. 1987. OWAS työasentojen havainnointijärjestelmä. *Työturvallisuuskeskus*. Helsinki. 12 s.
- Powell, P.I. 1972. Critical note on Dunn's comparison of subjective and objective risk distribution. *Occupational Psychology* 46: 189—191.
- Summala, H. 1984. Onnettomuusprosessien turvamarginaalimalli. *Tapaturmatutkimuksen 2. kansallinen tutkijakokous* 10.—11.11. 1983. Suomen Akatemian julkaisuja 6: 112—122.
- Väyrynen, S., Paalasmaa, J. & Könönen V. 1985. Työtekniikkaopetuksen vaikutus työasentoihin metsureiden varhaiskuntoutuskurssilla. *Työterveyslaitoksen tutkimuksia* 3.
- Östberg, O. 1980. Risk perception and work behaviour in forestry: Implications for accident prevention policy. *Accident Analysis and Prevention* 12: 189—200.

Total of 28 references

SUMMARY

Snowshoes in cutting work: effects on work safety and working postures

Work of two professional loggers was analysed in different snow conditions. The aim was to study the effects of snowshoes on work safety and working postures. A new snowshoe, developed in the Finnish Forest Research Institute, was also tested. In one logging method the logger worked without snowshoes. In three other methods two different types of snowshoe were worn. In one of the methods the snowshoes were taken off for the felling phase. The research is part of a larger study, the aim of which is to investigate also the effects of the snowshoes on time expenditure and physical load in logging work.

The risk and working posture analyses of the cutting work were made from videotape. When working deviated from the felling safety code a risk situation was recorded. Also some other situations, which were close to near-accidents, were read as risk situations (falling down for example). Causes and consequences of the potential accidents were evaluated.

The working posture analysis was made by the OWAS method (Owako working posture analysing system). Observations were classified into four groups describing physical load on the worker. Because OWAS has been developed for industrial work its suitability for evaluating forest work is not clear.

Work difficulty factors were found to be very important. Particularly stem volume and tree species had a great influence on results. The increase in the tree size increased risk situations per stem but not to the same degree as increase in working time and stem volume. More risk situations occurred per time and volume unit with small trees than with large trees.

Good working postures reduced as trees got larger. This was observed in the felling and trimming phase, but not in cross-cutting and bunching. In bunching an opposite change was noticed.

Snow depth (snow 55–70 cm) had no influence on working postures or the number of risk situations. However, observations of really deep snow were not made.

On bearing snow good working postures were only 29 % of all observations or 10 per cent units less than in soft snow. This was observed in felling, trimming and cross-cutting but not in bunching, where working postures were a little better on hard snow than in soft snow.

Measured by the total amount of risk situations, the use of snowshoes did not increase safety risk in cutting work. With large trees no statistical differences ($p < 0.05$; variance analysis and Kruskal-Wallis test) were found between the methods. With small or middle-size trees less risk situations occurred in some conditions when using snowshoes. Least risk situations were found when snowshoes were taken off for the felling phase.

Statistically significant differences between the methods were found in cross-cutting. A dangerous cross-cutting method was remarkably more common when working without snowshoes. This was perhaps because the logger tried to avoid unnecessary steps in deep snow.

Similar differences were found also in work phases other than cross-cutting, but they were not statistically significant. A reduction in risk situations was observed in the release method also in these work phases. Because the release method did not differ from other snowshoe methods as regards work performance in trimming and in bunching, incorrect observations may have influenced on the results. It is also possible that the releasing of snowshoes calms the working a little, resulting in less risk situations in other work phases.

In moving backwards from the tree in the felling phase, no differences were found between the methods. This was also the case regarding trimming. Reaching with the power saw seemed to be more common when working without snowshoes. However, the difference was not statistically significant.

Stepping on the stem was more common when working without snowshoes ($p < 0.001$). Consequently, danger of falling down was twice as high as when working with snowshoes. However, the difference ($p < 0.10$) was not clear. In falling down situations, the snowshoes had some influence in 46 % of the observations.

No differences were found between the methods in working postures (χ^2 -test, G^2 -test). Only with small trees in cross-cutting, the postures of the back were worse when working without snowshoes. When all work phases were combined, the difference was not statistically significant because cross-cutting time was short. However, it is possible that OWAS is too rough a method for evaluating forest work.

Liite. Havaitut vaaratilanteet

Appendix. Observed risk situations

A. SAHAN KÄYNNISTYS (Starting of saw)

A1. Heittökäynnistys. Saha on käynnistettäessä ilman tukea työntekijän vasemmassa kädessä oikean käden vetäessä käynnistysnarusta.

A1. Incorrect starting of the chain saw.

B. KAATO (Felling)

B1. Nostaa sahan yli hartiatason. Työntekijä nostaa alaoksia karsiessaan sahan kokonaan hartiatason yläpuolelle, jolloin sahan hallinta on vaikeutunut ja takapotkuvaara suurentunut.

B1. Lifting saw above shoulders.

B2. Väärä raivaustekniikka. Työntekijä karsii alaoksia alhaalta ylöspäin tai ei käytä runkoa suojanaan.

B2. Wrong technique in clearing of the working area and the butt.

B3. Riittämätön raivaus. Kaadon työsuoritusta haittaavia tai vaarantavia puuntaimia, oksia yms. ei ole poistettu.

B3. Insufficient clearing of the working area and the butt.

B4. Väärä sahausjärjestys kaatokolon teossa. Työntekijä tekee ensin alasahauksen ja sitten yläsahauksen tai sahaa ensin kaatosahauksen ja sitten kaatokolon.

B4. Making the undercut in wrong order.

B5. Liian pieni kaatokolo. Kaatokolo on joko vaarallisen pieni, jolloin pitopuusta tulee lyhyt tai se on niin kapea, että pitopuu katkeaa hyvin aikaisessa vaiheessa.

B5. Too small undercut.

B6. Väärä kaatosuunta. Puu kaadetaan vaaralliseen suuntaan, useimmiten konkeloon.

B6. Wrong felling direction.

B7. Läpisahaus. Pitopuun sahaaminen kokonaan tai osittain poikki.

B7. Sawing through the beard.

B8. Kaatosahaus yhdellä kädellä. Takapotkuvaara.

B8. Using saw with only one hand when making the felling cut.

B9. Virheellinen puun työntäminen. Työntekijä työntää puuta nurin selkä kiertyneenä yhdellä kädellä toisen käden käyttäessä sahaa (katso edellä) tai kaatorautaa.

B9. Wrong technique in pushing over the tree.

B10. Riittämätön perääntyminen. Työntekijä ei väistä kaatuvaa puuta riittävästi (tässä tutkimuksessa rajana oli noin 1,5 m).

B10. Insufficient movement backwards from the falling tree.

C. KARSINTA (Trimming)

C1. Runko jalkojen välissä. Karsittava runko on työntekijän jalkojen välissä, jolloin alaraajaan satuttamisen vaara on kasvanut.

C1. Stem between the legs.

C2. Kurkottelu sahalalla. Työntekijä kurkottelee moottorisahalalla suoraksi ojennetuilla käsillä, jolloin tasapainon menettämis- ja takapotkuvaara ovat kasvanut.

C2. Reaching with the saw.

C3. Sahaa itseensä päin. Työntekijä tekee pitkän (0,5 m) sahausvedon itseensä päin sahan ollessa samalla puolen runkoa kuin hän itse. Satuttamisvaara.

C3. Logger moving the saw towards himself.

C4. Sahaus terän kärjen työntävällä osalla. Takapotkuvaara.

C4. Using the pushing part of the saw chain point.

C5. Runko ei suojana. Työntekijä karsii kävellessään oksia samalta puolen runkoa kuin hän itse on. Kompastumis- ja satuttamisvaara.

C5. Not using the stem for protection.

D. KATKONTA (Cross-cutting)

D1. Koukkaukatkaisu. Rungon katkaiseminen sahaamalla työntävällä terällä työntekijään nähden vastakaiselta puolen runkoa. Satuttamis- ja takapotkuvaara.

D1. Cross-cutting with the pushing saw chain beginning from the other side of the stem.

E. KASAUS (Bunching)

E1. Väärä työkalujen käyttö. Työntekijä käyttää käsi-työkaluja väärällä tavalla, esim. karsii oksia lyömällä nostokoukulla.

E1. Wrong use of hand tools.

E2. Luiskahtelevat nostokoukut. Satuttamisvaara.

E2. Slipping lift hooks.

F. KONKELO (Lodged tree)

F1. Pätkee konkeloa. Työntekijä sahaa konkelosta pölkkyä.

F1. Cross-cutting of a lodged tree.

F2. Sahaa tukevaa puuta. Työntekijä kaataa konkelon tukena olevan puun.

F2. Felling of a supporting tree.

F3. Menee konkelon alle. Työntekijä työskentelee konkelon alla.

F3. Passing under a lodged tree.

G. USEISSA ERI TYÖVAIHEISSA ESIINTYNEITÄ
VAARATILANTEITA (*Risk situations occurring in
more than one work phase*)

G1. Ponnistelu. Työntekijä joutuu ponnistelemaan fyysisesti suorittaakseen työtehtävän, esim. puun työntämisen nurin.

G1. Exertion.

G2. Roska silmään. Työntekijä saa silmäänsä sahanpurua, oksankappaleen tms.

G2. Foreign body in the eye.

G3. Kaatumisvaara. Työntekijä horjahtaa huomattavasti tai kaatuu.

G3. Logger is in danger of falling down.

G4. Kävely rungolla. Työntekijä kävelee ympäristöään korkeammalla olevan, mahdollisesti liukkaan, rungon päällä.

G4. Stepping on a slippery stem.

G5. Kantaa takaa. Työntekijä käyttää tai kantaa käynnissä olevaa sahaa pelkästään yhdellä kädellä sahan takakahvasta kiinni pitäen.

G5. Carrying the saw by the rear handle with only one hand.

METSÄNTUTKIMUSLAITOS

THE FINNISH FOREST RESEARCH INSTITUTE

Tutkimusosastot — *Research Departments*

Maantutkimusosasto
Department of Soil Science

Suontutkimusosasto
Department of Peatland Forestry

Metsänhoidon tutkimusosasto
Department of Silviculture

Metsänjalostuksen tutkimusosasto
Department of Forest Genetics

Metsänsuojelun tutkimusosasto
Department of Forest Protection

Metsäteknologian tutkimusosasto
Department of Forest Technology

Metsänarvioimisen tutkimusosasto
Department of Forest Inventory and Yield

Metsäekonomian tutkimusosasto
Department of Forest Economics

Matemaattinen osasto
Department of Mathematics

Metsäntutkimusasemat — *Research Stations*

Parkanon tutkimusasema
Parkano Research Station
Os. — *Address:* 39700 Parkano, Finland
Puh. — *Phone:* (933) 2912

Muhoksen tutkimusasema
Muhos Research Station
Os. — *Address:* Kirkkosaarentie, 91500 Muhos, Finland
Puh. — *Phone:* (981) 431 404

Suonenjoen tutkimusasema
Suonenjoki Research Station
Os. — *Address:* 77600 Suonenjoki, Finland
Puh. — *Phone:* (979) 11 741

Punkaharjun tutkimusasema
Punkaharju Research Station
Os. — *Address:* 58450 Punkaharju, Finland
Puh. — *Phone:* (957) 314 241

Ojajoen koeasema
Ojajoki Field Station
Os. — *Address:* 12700 Loppi, Finland
Puh. — *Phone:* (914) 40 356

Kolarin tutkimusasema
Kolari Research Station
Os. — *Address:* 95900 Kolari, Finland
Puh. — *Phone:* (9695) 61 401

Rovaniemen tutkimusasema
Rovaniemi Research Station
Os. — *Address:* Eteläranta 55
96300 Rovaniemi, Finland
Puh. — *Phone:* (960) 15 721

Joensuun tutkimusasema
Joensuu Research Station
Os. — *Address:* PL 68
80101 Joensuu, Finland
Puh. — *Phone:* (973) 151 4000

Kannuksen tutkimusasema
Kannus Research Station
Os. — *Address:* PL 44
69101 Kannus, Finland
Puh. — *Phone:* (968) 71 161

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



- No 709 Lipas, Erkki: Typpilannoituksen ajankohta kangasmetsissä.
Timing of nitrogen fertilization on mineral soils.
- No 710 Metsäntutkimuslaitoksen julkaisut 1987.
Abstracts of publications of the Finnish Forest Research Institute, 1987.
- No 711 Pajuoja, Heikki: Suomen puunkäyttö ja poistuma 1985—1987.
Wood consumption and total drain in Finland, 1985—1987.
- No 712 Rikkonen, Pentti: Etelä-Suomen pikkutukkien tilavuuden määrittäminen latvaläpimitan perusteella.
Volume determination of small sized logs in southern Finland using top diameter.
- No 713 Mattila, Eero: Suomen poronhoitoalueen talvilaitumet.
The winter ranges of the Finnish reindeer management area.
- No 714 Paavilainen, Eero & Tiihonen, Paavo: Suomen suometsät vuosina 1951—1984.
Peatland forests in Finland in 1951—1984.
- No 715 Metsätalastollinen vuosikirja 1987.
Yearbook of Forest Statistics, 1987.
- No 716 Nevalainen, Seppo & Liukkonen, Kirsi M. H.: Ilman epäpuhtauksien vaikutus bioottisiin metsätuhoihin. Kirjallisuuskatsaus.
The effects of air pollution on biotic forest diseases and pests. A literature review.
- No 717 Mäkinen, Pekka: Metsäkoneurakoitsija yrittäjänä.
Forest machine contractor as an entrepreneur.
- No 718 Valtanen, Jukka: Korkeiden maiden metsien uudistaminen Oulun läänissä.
Stand reforestation at elevated sites in Northern Finland.
- No 719 Lääperi, Ari & Löyttyniemi, Kari: Hirvituhot vuosina 1973—1982 perustetuissa männyn viljelytaimikoissa Uudenmaan-Hämeen metsälautakunnan alueella.
Moose (*Alces alces*) damage in pine plantations established during 1973—1982 in the Uusimaa-Häme Forestry Board District.
- No 720 Hyvärinen, Vesa & Sepponen, Pentti: Kivalon alueen paksusammalkuusikoiden puulaji- ja metsäpalohistoriaa.
Tree species history and local forest fires in the Kivalo area of Northern Finland.
- No 721 Uotila, Antti: Ilmastotekijöiden vaikutus männynversosyöpätuhoihin.
The effect of climatic factors on the occurrence of Scleroderris canker.
- No 722 Mikola, Jari & Sepponen, Pentti: Rinteen suunnan ja hakkuun vaikutus Tiilikjärven harjun kasvillisuuteen.
Effect of exposition and cuttings on the vegetation on Tiilikjärvi esker.
- No 723 Rantonen, Harri: Lumikenkien käytön vaikutus hakkuutyön turvallisuuteen ja työasentoihin.
Snowshoes in cutting work: effects on work safety and working postures.