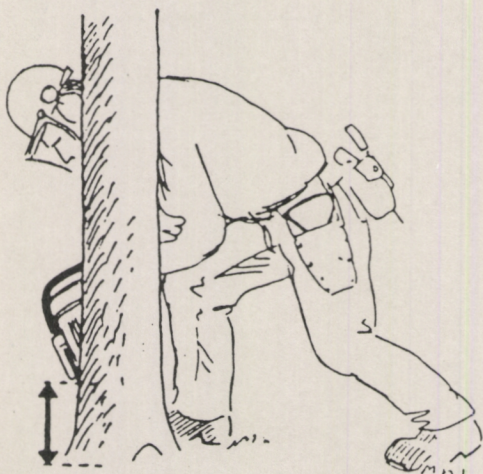
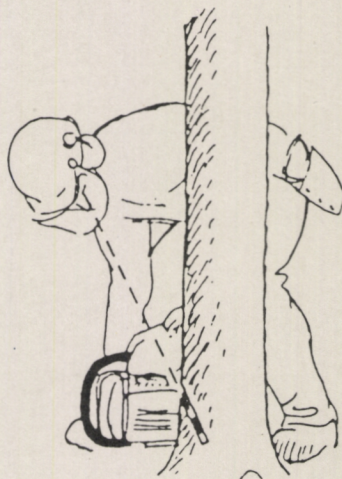




KAATOKOLO



TEE ENSIN YLÄSAHAUS



SAHAA SITTEN ALASAHAAUS

MARJA-LIISA JUNTUNEN

**VAARA-ANALYYSI METSÄNOMISTAJIEN HAKKUUTYÖSTÄ
ENNEN JA JÄLKEEN LYHYEN HAKKUUTEKNIKKAKURSSIN**

SUONENJOKI 1987

ISBN 951-40-0830-8
ISSN 0358-4283

Suonenjoen tutkimusasema

METSÄNTUTKIMUSLAITOS
Jalostusosasto

Marja-Liisa Juntunen

VAARA-ANALYYSI METSÄNOMISTAJIEN HAKKUUTYÖSTÄ ENNEN JA
JÄLKEEN LYHYEN HAKKUUTEKNIKKAKURSSIN

SISÄLLYS

1. JOHDANTO	2
2. AINEISTO JA MENETELMÄT	3
21. Koehenkilöt	3
22. Hakkuutekniikkakurssin opetuksen sisältö ...	4
23. Havaintoaineiston keräys	4
24. Vaara-analyysi	5
25. Käytetyn menetelmän kuvaus	5
3. TULOKSET	6
31. Havaitut vaaratilanteet	6
32. Havaintoajan vaikutus	10
33. Analysoijan vaikutus	12
34. Kurssin vaikutus	16
4. TULOSTEN TARKASTELU	17
KIRJALLISUUS	20

1. JOHDANTO

Hankintahakkuiden määrä on kasvanut 1980-luvulla. Korjuukautena 1985-1986 korjattiin 38% (12,3 milj.m³) yksityismetsien markkinahakkuista hankintahakkuuna (Metsätilastotiedote 1986). Metsänomistajat tekevät hankintahakkuut pääosin omatoimisena metsätyönä. Oma-toimisilla metsänomistajilla tarkoitetaan niitä metsänomistajia ja heidän perheenjäseniään, jotka tekevät metsätöitä omissa metsissään omaan lukuunsa. Hankintahakkuuta tekeviä tiloja arvioidaan vuosittain olevan noin 100 000. Korjuutyötä tekevien omatoimisten metsänomistajien lukumäärää korjuutöissä lisäävät kotitarvehakkuut (Mäkelä 1985).

Vuonna 1982 tuli voimaan maatalousyrittäjien tapaturmavakuutuslaki MaTa. Laki määrittelee maatalousyrittäjäksi sellaisen henkilön, joka harjoittaa maatilataloutta vähintään 2 MYEL-hehtaarin viljelmällä. Laki koskee myös viljelmällä asuvia ja työskenteleviä perheenjäseniä.

Maatalousyrittäjien tapaturmia on tilastoitu vuoden 1982 heinäkuusta lähtien. Vuonna 1983 maatilalan metsätöissä sattui 1803 tapaturmaa, 1984 määrä laski 1211:een, mutta vuonna 1985 lukumäärä nousi 1682:een. Kahtena ensimmäisenä vuotena noin 70% tapaturmista tapahtui puutavaran teossa ja noin 15% lähikuljetuksessa. Vuonna 1985 vastaavat luvut olivat 64% ja 24%. Noin 4% tilastoiduista tapaturmista sattui metsänhoitotöissä ja 9% muissa metsätöissä (MaTa-tilastot 1983, 1984 ja 1985).

Yhtenä syynä tapaturmiin pidetään omatoimisten metsänomistajien puutteellista hakkuutyökoulutusta. Vaikka kurssimuotoinen koulutus on yleistynyt, se tavoittaa vain pienen määrän tietoja ja taitoja tarvitsevista. Vuonna 1985 järjestettiin eri puolilla maata 64 hakkuutekniikkakurssia, joihin osallistui kaikkiaan 917 metsänomistajaa.

Tapaturmien tutkimisen rinnalle on kehitetty tapaturmavaarojen turvallisuusanalyysi (Saarela ym. 1983). Turvallisuusanalyysi on järjestelmällistä toimintaa tapaturmavaarojen tunnistamiseksi ja tapaturmien ennaltaehkäisemiseksi. Turvallisuusanalyysissä käytettävät menetelmät valitaan kohteen luonteen ja analyysin tavoitteiden mukaan.

Tässä työssä tutkitaan vaara-analyysin soveltuvuutta hakkuutyön tapaturmavaarojen tunnistamiseen sekä oma-toimisten metsänomistajien täydennyskoulutuksen vaikutusta hakkuun vaaratilanteisiin.

Tutkimus on osa Pohjoismaiden Metsätyöntutkimusneuvoston (NSR) pohjoismaista projektia "Oma-toimisten metsänomistajien työympäristö". Menetelmää kehitettiin yhdessä Työtehoseuran metsäosaston kanssa.

2. AINEISTO JA MENETELMÄT

21. Koehenkilöt

Koehenkilöt valittiin Pohjois-Savon metsäkoulun järjestämältä hakkuutekniikkakurssilta. Kahdestatoista kurssilaisesta vain tutkimukseen valitut seitsemän olivat tehneet hakkuutyötä ennen kurssia.

Kolmella koehenkilöllä oli hakkuutyökokemusta vähemmältä kuin viideltä talvelta (taulukko 1). Yhtä lukuun ottamatta koehenkilöt eivät olleet saaneet hakkuumenetelmä- tai hakkuutekniikkakoulutusta. Lähes kaikki turvavarusteet oli viidellä koehenkilöllä. Neljälle koehenkilölle oli sattunut jonkinlainen tapaturma hakkuutyössä ja viidelle läheltä piti -tilanne.

Taulukko 1. Taustatietoja koehenkilöistä.

Koehenkilö	Ikä, v	Hakkuutyö- talvia, kpl	Hakkuun kesto keskim., kk	Moottori- sahan ikä, v
1	27	5	3 - 4	1
2	55	25	1 - 3	4
3	27	2	> 4	2
4	26	2	> 4	1
5	43	15	1 - 3	2
6	36	7	1 - 3	4
7	30	3	3 - 4	3

22. Hakkuutekniikkakurssin opetuksen sisältö

Kurssi kesti neljä päivää ja opetusta annettiin 24 tuntia. Ensimmäisenä päivänä kurssilaisia opetettiin sisätiloissa. Päivän aikana tutustuttiin metsänomistajille tarjottavaan koulutukseen, esiteltiin hakkuun turvavarusteita ja käytiin teoriaopetuksen ja filmien avulla läpi hakkuun eri työvaiheet. Opetuksesta vastasi yksi metsätyönohjaaja. Kurssilaiset saivat kirjallista aineistoa, mm. 12 sivuisen kirjusen "Hakkuuopas - työvaiheet kaadosta kasaukseen".

Seuraavana päivänä koulutus jatkui metsässä. Koulu antoi kurssilaisten käyttöön moottorisahat. Ne kurssilaiset, joilta puuttui henkilökohtaisia suojaimia, saivat suojaimet koululta kurssin ajaksi.

Päivä aloitettiin moottorisahaan tutustumalla. Aamupäivällä kaksi työnohjaajaa opettivat vuorotellen kurssilaisryhmille apteerausta ja myrskytuhojen käsittelyä. Opetusmuotona käytettiin ohjaajien työnäytöksiä ja yhteistä pohdintaa. Iltapäivällä ohjaajat esittelivät työmenetelmän. Kurssilaisille jaettiin hakkuupalstat, joiden puusto oli järeää kuusta.

Kaksi viimeistä päivää kurssilaiset hakkasivat omalla palstallaan ja työnohjaajat neuvoivat ja opastivat vuorotellen heitä. Tärkeitä asioita kerrattiin myös ryhmässä.

23. Havaintoaineiston keräys

Jokaisen koehenkilön hakkuutyöskentelyä tallennettiin videonauhalle ennen ja jälkeen kurssin noin kahden tunnin ajan. Kuvaukset tehtiin tiloilla koehenkilöiden omilla hakkuutyömailla. Koehenkilöt olivat juuri siirtyneet peltotöistä metsään. Kurssia edeltävä kuvauspäivä oli kaikilla vasta toinen tai kolmas työpäivä hakkuulla. Kurssin jälkeiset kuvaukset venyivät pitkälle ajanjaksolle. Neljä koehenkilöä oli kurssin jälkeen ennen kuvausta hakannut noin 30 päivää, kolmella koehenkilöllä hakkuu oli jäänyt muutamaan päivään.

Koehenkilöiden hakkuutyömaat olivat lähinnä melko varttuneiden kasvatusmetsien harvennuksia. Vain yksi koehenkilö työskenteli samalla palstalla sekä ennen kurssia että sen jälkeen. Kaksi koehenkilöä hakkasi

ennen kurssia pääasiassa polttopuuta ja yksi koehenkilö työskenteli kurssin jälkeen kuvauksen aikana vain avohakkuualalla.

24. Vaara-analyysi

Työn turvallisuusanalyysi on systemaattisesti etenevää työmenetelmien, koneiden ja työympäristöjen tutkimusta, jonka tavoitteena on tapaturmavaarojen löytäminen ja työturvallisuuden parantaminen (Saarela ym. 1983). Työn turvallisuusanalyysissä työtehtävä jaetaan pieniin osiin ja jokaiselle työosalle etsitään siihen liittyvät vaarat, vaarojen syyt ja vaaroista aiheutuvat seuraamukset. Lopuksi suunnitellaan parannustoimet vaarojen poistamiseksi tai niiden vähentämiseksi (Suokas ym. 1982, Mäkijärvi ja Ihonen 1987).

Vaarojen tunnistaminen ja syiden etsiminen on analyysin tärkein vaihe, mutta myös vaikea, koska on kyse vaaratilanteiden subjektiivisesta arvioinnista. Analysoijan hyvä työn tuntemus ja selkeät selvitykset tapaturmien kulusta antavat perustan, mutta vilkas mielikuvituskaan ei välttämättä heikennä tulosta (Suokas ym. 1982).

Jotta tapaturmien torjunta voitaisiin kohdentaa oikein, olisi vaarojen tunnistamiseen hyvä liittää vaaroihin sisältyvän tapaturmariskin arviointi. Tavallisesti vaarat luokitellaan niistä aiheutuvan tapaturman esiintymistodennäköisyyden ja vakavuuden mukaan. Riskin suuruus saadaan tapaturman sattumistaajuuden ja sen seurausten tulona.

Tässä tutkimuksessa puhutaan vaara-analyysistä, koska tutkimus keskittyi enemmän vaarojen etsintään kuin vaarojen syiden ja seurausten määrittelyyn.

25. Käytetyn menetelmän kuvaus

Vaara-analyysin videonauhoilta teki neljä erilaisen koulutuksen saanutta analysoijaa. Analysoija I:llä ei ollut metsäalan koulusta eikä hän itse ollut koskaan tehnyt hakkuutyötä. Analysoija II oli saanut metsänhoitajakoulutuksen, pääaineenaan metsäteknologia. Analysoija III oli suorittanut yksivuotisen työnjohtajakoulun. Molemmilla oli hakkuutyökokemusta alle

vuosi. Analysoija IV oli hakkuutyön opettaja ja hän oli työskennellyt ammattimetsurina useita vuosia.

Analysoija I tarkisti nauhamateriaalin ja jakoi jokaisen nauhan 10-20 minuutin jaksoihin. Kuvauksellisesti epäonnistuneet kohdat poistettiin. Jokaiselta nauhalta analysoija I havainnoi vaaratilanteita tunnin ajalta. Muut analysoijat katsoivat tästä aineistosta noin puolet. Analysoija I tiesi nauhoitusajankohdan, mutta muut analysoijat eivät tienneet, oliko nauha kuvattu ennen vai jälkeen kurssin. Analysoija IV ei ollut lainkaan perillä tutkimusasetelmasta.

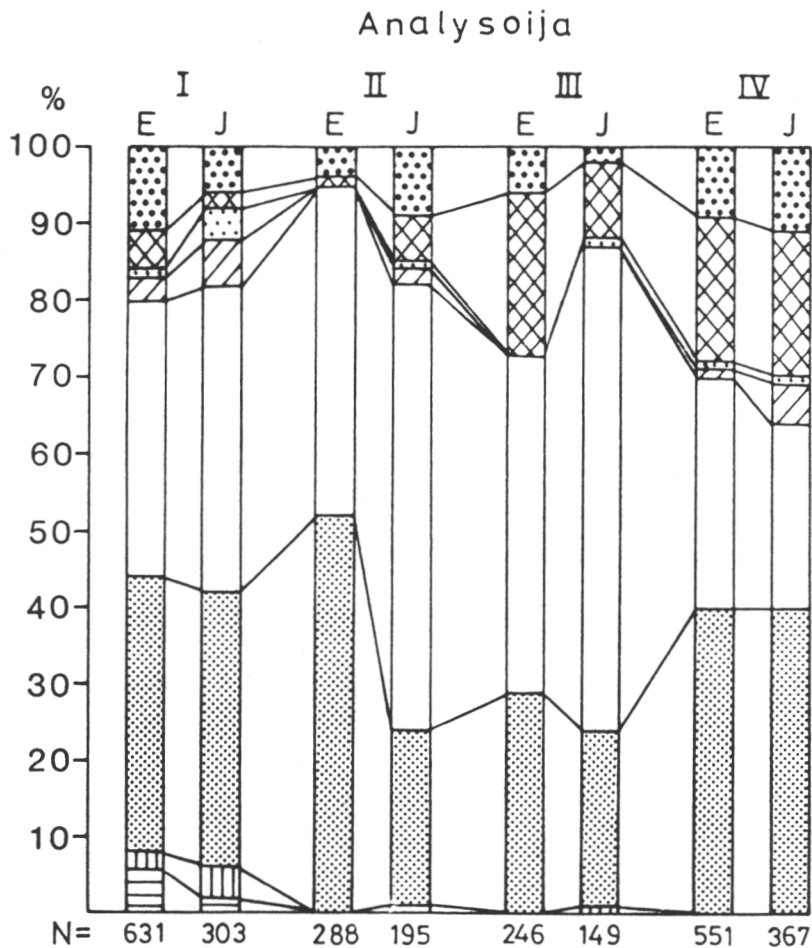
Vaaratilanteiden havainnointi tehtiin Mäkijärven ja Ihosen (1987) kehittämällä ja kuvaamalla tavalla. Vaaratilanteiden tunnistamisessa käytettiin apuna työoppaita sekä Mäkijärven ja Ihosen (1987) laatimaa tarkistuslistaa, jota täydennettiin analyysien yhteydessä. Vaaratilanteet kirjattiin työvaiheittain, joita oli määritelty 20. Työvaiheen lisäksi merkittiin muistiin tapaturman aiheuttaja (alkusyy), tapaturmatyyppi (lopullinen vahingoittumistapa), vahingoittunut ruumiinosa ja vamman laatu. Luokittelu muiden muuttujien kuin työvaiheen osalta noudatti Maatalousyrittäjien eläkelaitoksen tilastojen luokittelua.

Kaikista videonauhoista tehtiin myös aikatutkimus. Aikatutkimuksessa hakkuu jaettiin yhdeksään työvaiheeseen. Näille yhdeksälle työvaiheelle voitiin laskea tunnus vaaratilannetta minuutissa.

3. TULOKSET

31. Havaitut vaaratilanteet

Tuloksissa näkyivät selvimmin moottorisahan aiheuttamat vaaratilanteet. Analysoijasta riippuen 60-80 prosentissa vaaratilanteista oli tapahtumaketjun alkusyyinä moottorisaha (kuva 1). Näistä vaaratilanteista noin puolessa analysoijat arvioivat aiheuttajaksi moottorisahan takapotkun. Vaaratilanteiden alkusyyinä olivat myös väärät työasennot ja käsityövälineet. Työympäristön aiheuttamia vaaratilanteita oli vähän. Maasto aiheuttaa hakkuutyössä usein vaaratilanteita, mutta vain lähes tapaturmatyyppiset vaaratilanteet otettiin huomioon analyysissä.



Vaaratilanteen aiheuttaja:

- | | | | |
|---|-------------------------|---|--------------------|
|  | Hakk. tähteet |  | Käsiyövälineet |
|  | Maasto |  | Fyysinen ponnistus |
|  | Moottorisaha |  | Väärä työasento |
|  | Moottorisahan takapotku |  | Muu |

Kuva 1. Vaaratilanteen aiheuttaja 1. alkusyyn. Eri analysoijien tulokset ennen (E) ja jälkeen (J) hakkuukurssin.

Osa vaaratilanteista toistui samanlaisena lähes kaikilla koehenkilöillä, osa esiintyi vain joillakin koehenkilöillä. Kaadossa tyypillisimpiä vaaratilanteita aiheuttivat:

- sahan heittokäynnistys
- tyven raivaus alhaalta ylöspäin ja sahaaminen ilman rungon suojaa
- väärä kaatokolon sahausjärjestys
- kaatosahaus yhdellä kädellä
- riittämätön perääntyminen kaatuvan puun luota

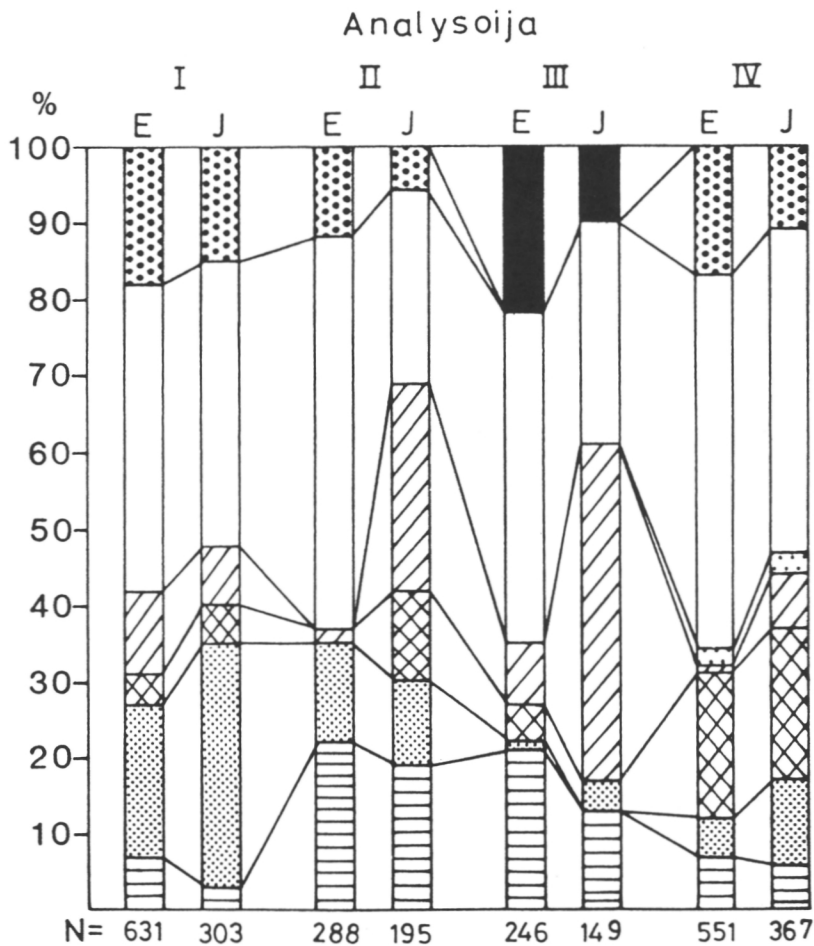
Työasennot kaadon kaikissa työvaiheissa olivat niin huonoja, että osa niistä olisi voinut johtaa tapaturmatyyppiseen vahingoittumiseen.

Karsinnassa tyypillisimpiä virheitä olivat:

- sahan vetäminen itseensä kun karsittiin samaa puolta rungosta, missä itse oltiin
- liikkuminen karsittaessa kun saha oli samalla puolella runkoa, missä itse oltiin
- pitkät, kaukaa takaa alkavat pyyhkäisyliikkeet, joihin usein liittyi sahan karkiosalla sahaaminen
- oksien siirtely pyörivän teräketjun päältä vasemmalta kädellä, kun oikea käsi oli kaasukahvalla

Rungon katkonnassa pahin virhe oli ns. koukkauskatkaisu, jota esiintyi varsinkin latvan katkaisussa. Kasauksessa väärät siirtelytottumukset saattoivat aiheuttaa jopa selän tapaturmatyyppistä vahingoittumista. Nostokoukkujen kunnossa ja käytössä oli myös puutteita.

Moottorisahan aiheuttamien vaaratilanteiden suuri määrä selittää sitä, että analysoijat arvioivat mahdollisen tapaturman aiheuttaman vamman kohdistuvan useimmiten alaraajaan (kuva 2). Moottorisahan takapotkujen aiheuttaman vamman paikkaa oli vaikeampi arvioida. Analysoija I arvioi vanhingoittuvaksi ruumiinosaksi vartalon, analysoijat II ja III sen sijaan yläraajan ja pään.



Mahd. vammautuva ruumiinosa:

- | | | | |
|--|------------|--|-----------|
| | Pää, kaula | | Käsi |
| | Silmät | | Alaraaja |
| | Vartalo | | Jalkaterä |
| | Selkä | | Muu |
| | Yläraaja | | |

Kuva 2. Vaaratilanteessa mahdollisesti vammautuva ruumiinosa. Eri analysoijien tulokset ennen (E) ja jälkeen (J) hakkuukurssin.

Taulukko 2. Vaaratilanteiden määrän vaihtelu samalla koehenkilöllä lyhyiden analyysijaksojen kuluessa. Analysoijan I tulokset.

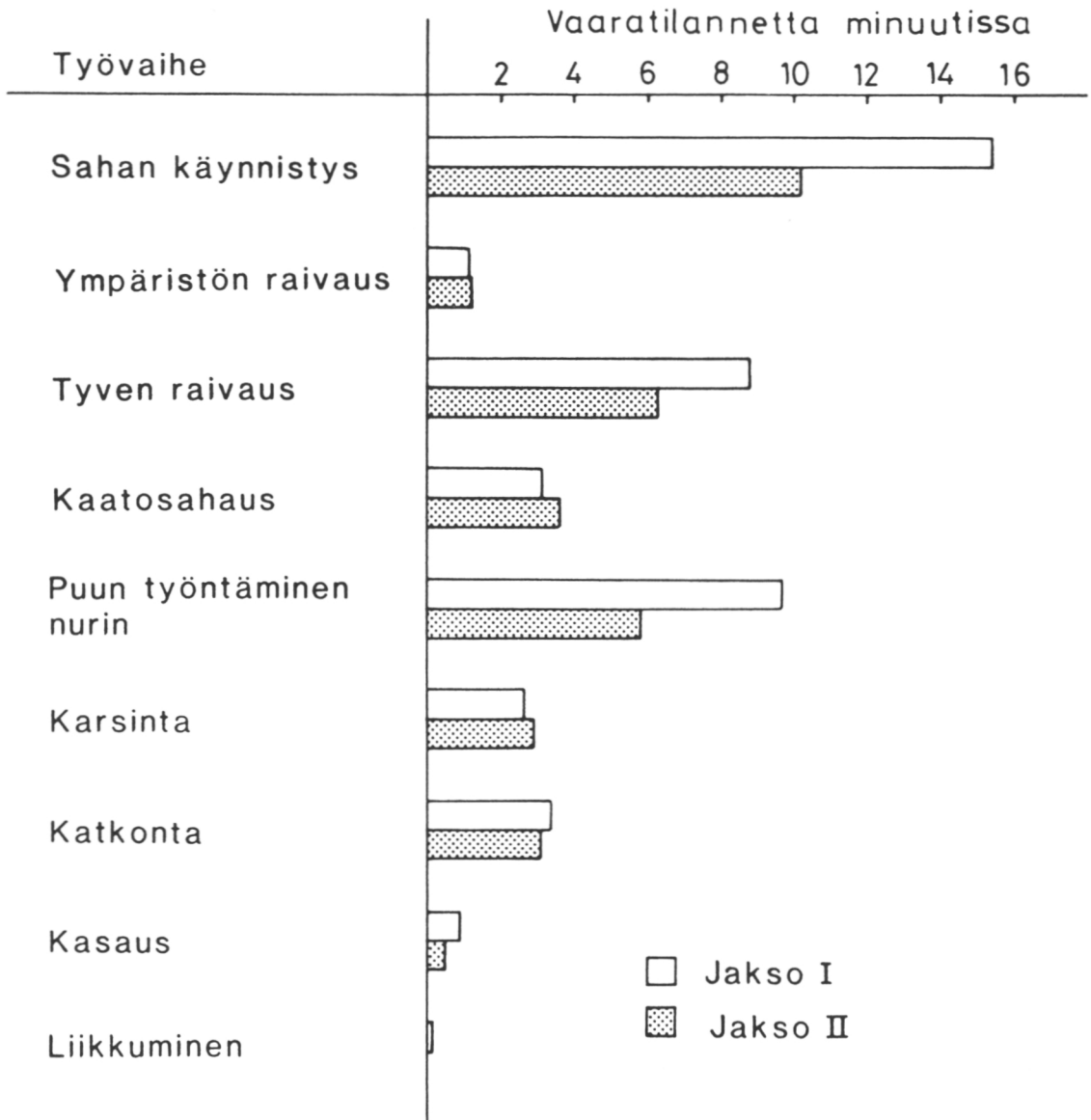
Jakso	Koehenkilö 1		Koehenkilö 3	
	Jakson kesto, min	Vaaratilan- teita/ min	Jakson kesto, min	Vaaratilan- teita/ min
I	12,0	2,9	6,7	3,4
II	10,0	2,0	6,6	2,9
III	13,4	3,4	12,7	1,4
IV	11,5	2,9	23,1	2,3
V	16,6	2,6	11,0	1,4
Koko aineisto	63,5	2,8	60,1	2,2

32. Havaintoajan vaikutus

Yksittäisen koehenkilön vaaratilanteiden määrä lyhyissä havaintojaksoissa vaihteli selvästi (taulukko 2). Osan tuloksesta selittää työvaiheiden erilainen kesto. Jos vaara-analyysin keskiarvotulokset lasketaan työvaiheittain jokaisen koehenkilön kahdesta puolentunnin analyysistä erikseen, saadaan samallakin analysoijalla hieman erilainen kuva vaaratilanteiden määrästä, varsinkin lyhytkestoisissa työvaiheissa (kuva 3).

Taulukossa 3 on esitetty työvaiheiden keskimääräinen kesto ja sen hajonta eri koehenkilöillä ja jokaisen työvaiheen kokonaiskesto siinä aineistossa, jonka kaikki analysoijat katsoivat. Tuloksista ilmenee, että lyhyitä työvaiheita oli jokaisen koehenkilön analysoiduissa työskentelyjaksoissa vain minuutista kahteen. Lisäksi hajonta on suuri eli joillakin koehenkilöillä oli ko. työvaihetta erittäin vähän tai ei ollenkaan nauhalla.

Vaikka videonauhalle tallennettujen työskentelyjaksojen kokonaiskesto oli sekä ennen että jälkeen kurssin yli kolme tuntia, niin lyhyet työvaiheet kestivät alle kymmenen minuuttia. Seurauksena on, että muutamakin havainnon ero vaaratilanteiden määrässä muuttaa tunnusta vaaratilannetta minuutissa.



Kuva 3. Koehenkilöiden (n=7) vaaratilanteiden määrän keskiarvo työvaiheittain. Saman analysoijan kahden analyysijakson (ennen kurssia) tulosten vertailu. Jakson I analyysin kesto 215 minuuttia ja jakson II kesto 222 minuuttia.

Taulukko 3. Työvaiheiden keskimääräinen kesto ja sen hajonta seitsemän koehenkilön havaintoaineistossa sekä työvaiheen kokonaiskesto vaara-analyysissä ennen ja jälkeen kurssin.

Työvaihe	Kesto, minuuttia					
	Ennen kurssia			Kurssin jälkeen		
	\bar{x}	s	Σ	\bar{x}	s	Σ
Sahan käynnistys	0,3	0,1	2,5	0,4	0,2	3,0
Ympäristön raivaus	1,4	1,5	9,7	0,6	0,6	4,0
Tyven raivaus	1,5	1,2	10,3	2,2	0,7	15,2
Kaatosahaus	2,8	1,1	19,8	2,7	0,5	19,0
Puun työnt. nurin	1,0	0,6	7,1	1,4	1,0	10,1
Karsinta	14,4	2,3	101,0	13,5	2,0	94,7
Katkonta	2,3	0,9	16,0	1,3	0,4	9,3
Kasaus	4,7	2,8	32,8	4,7	1,7	33,1
Liikkuminen	2,2	0,5	15,7	1,2	0,4	8,6
	30,7	2,0	214,9	28,1	2,5	197,0

33. Analysoijan vaikutus

Analysoijien arvioinneissa oli selvä tasoero, joka oli joissakin työvaiheissa varianssianalyysillä testattuna tilastollisesti merkitsevä. Tasoero oli selvempi ennen kurssia kuin kurssin jälkeen kuvatussa aineistossa (taulukot 4 ja 5). Analysoijien I ja IV näkemykset vaaratilanteista olivat yleisesti lähellä toisiaan paria työvaihetta lukuun ottamatta, vastaavasti analysoijat II ja III näkivät vaaratilanteita työvaiheittain melko yhtäläisesti. Tasoerot ilmenivät näiden keskenään kahden samantyyppisten parien välillä.

Ennen kurssia kuvatussa aineistossa ainakin yhden analysoijan tuloksissa on erittäin merkitsevä tasoero seuraavissa työvaiheissa: koko aineisto, puun työntäminen nurin, karsinta ja kasaus. Lisäksi työvaiheissa 'puun työntäminen nurin' ja 'kasaus' ovat analysoijat nähneet vaaratilanteita koehenkilöiden työskentelyssä keskenään eri tavoin. Analysoijien näkemykset vaaratilanteista erosivat toisistaan eniten työvaiheissa 'puun työntäminen nurin' ja 'kasaus'.

Taulukko 4. Seitsemän koehenkilön vaaratilanteiden määrän keskiarvo työvaiheittain ennen kurssia. Eri analysoijien tulokset ja niiden vertailu.

Työvaihe	Analysoija				a**	b*
	I	II	III	IV		
	Vaaratilannetta minuutissa					
Sahan käynnistys	15,4	9,8	11,4	6,2	a**	b*
Ympäristön raivaus	1,0	0,2	0,4	0,7		
Tyven raivaus	8,8	8,3	6,5	7,1		b**
Kaatosahaus	3,1	1,8	3,0	1,9		
Puun työnt. nurin	9,7	0,9	0,4	14,4	a***	
Karsinta	2,7	0,9	0,5	2,0	a***	b**
Katkonta	3,4	2,4	2,0	3,2		b*
Kasaus	0,9	0,1	0,2	2,3	a***	
Liikkuminen	0,1	0,1	0,0	0,0		
Koko aineisto	2,9	1,3	1,2	2,6	a***	b*

a = analysoijien tulosten tasoerojen testaus varianssi-analyysillä

** = ainakin yhden analysoijan tulokset poikkeavat merkitsevästi muista

*** = ainakin yhden analysoijan tulokset poikkeavat erittäin merkitsevästi muista

b = analysoijien testaus Friedmanin varianssianalyysillä

* = 5 % riskillä } analysoijat nähneet koehenkilöillä vaaratilanteet samalla tavalla

** = 1 % riskillä }

Kurssin jälkeisessä aineistossa analysoijien näkemyserot olivat jälleen suurimmat 'kasauksessa'. Myös 'karsinnassa' ainakin yhden analysoijan tulokset erosivat muista erittäin merkitsevästi ja lisäksi analysoijat näkivät vaaratilanteita koehenkilöiden työskentelyssä keskenään eri tavoin tässä työvaiheessa. Analysoijien tulokset poikkesivat toisistaan eniten työvaiheissa 'karsinta' ja 'kasaus'.

Taulukko 5. Seitsemän koehenkilön vaaratilanteiden määrän keskiarvo työvaiheittain kurssin jälkeen. Eri analysoijien tulokset ja niiden vertailu.

Työvaihe	Analysoija				
	I	II	III	IV	
	Vaaratilannetta minuutissa				
Sahan käynnistys	4,2	3,6	4,3	1,5	b**
Ympäristön raivaus	3,8	1,7	1,8	3,4	
Tyven raivaus	2,5	2,6	1,8	2,4	b**
Kaatosahaus	0,9	0,6	0,9	0,4	b**
Puun työnt. nurin	3,4	1,3	0,8	4,7	
Karsinta	1,6	0,8	0,7	1,9	a***
Katkonta	1,9	1,5	1,1	1,9	b*
Kasaus	0,6	0,7	0,2	2,0	a***
Liikkuminen	0,0	0,1	0,0	0,2	
Koko aineisto	1,5	1,0	0,7	1,8	a** b**

a = analysoijien tulosten tasoerojen testaus varianssi-analyysillä

** = ainakin yhden analysoijan tulokset poikkeavat merkitsevästi muista

*** = ainakin yhden analysoijan tulokset poikkeavat erittäin merkitsevästi muista

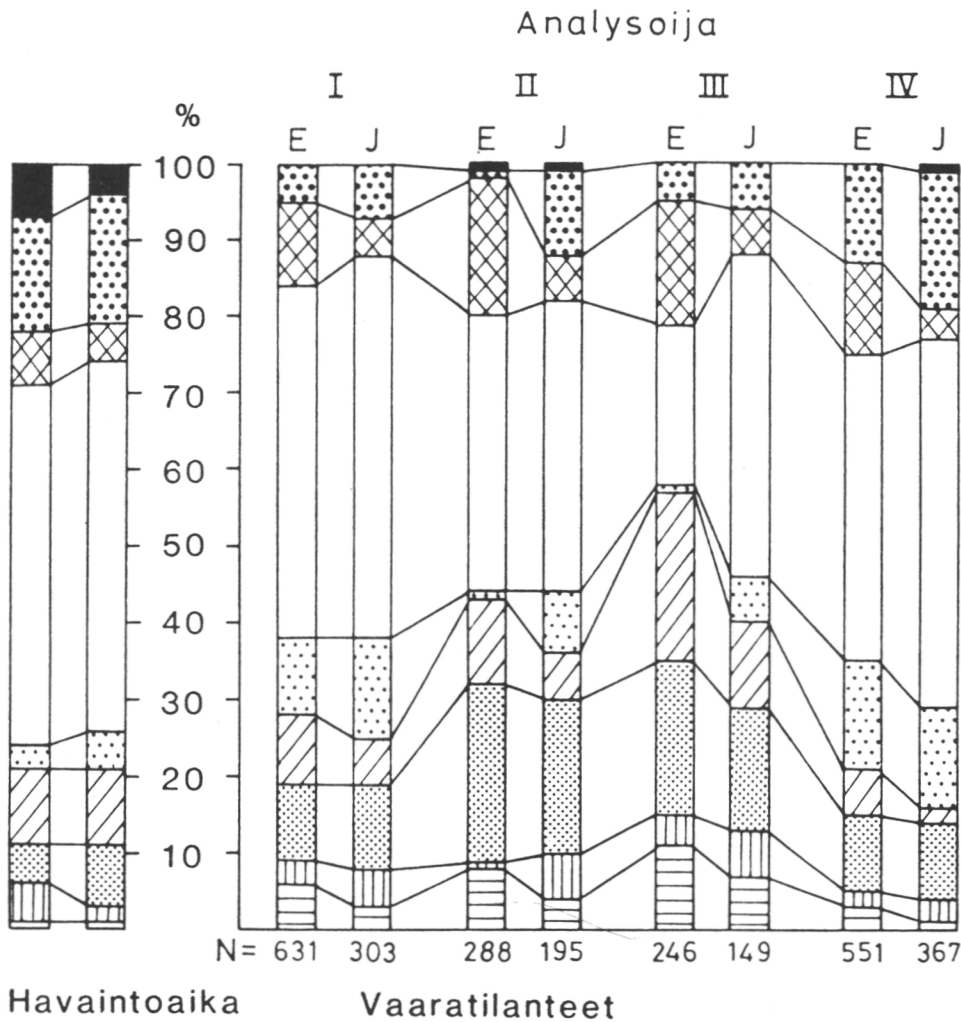
b = analysoijien testaus Friedmanin varianssianalyysillä

* = 5 % riskillä } analysoijat nähneet koehenkilöillä vaaratilanteet samalla tavalla

** = 1 % riskillä }

Prosenttijakauma vaaratilanteista kuvaa sitä, miten yhden analysoijan havainnot vaaratilanteista jakautuivat eri työvaiheissa (kuva 4). Prosenttijakauma ei sen sijaan sovellu analysoijien väliseen vertailuun tasoerojen vuoksi.

Esimerkiksi jos tarkastellaan työvaihetta 'tyven raivaus', havaitsivat analysoijat II ja III prosenttijakaumien perusteella kaksi kertaa useammin vaaratilanteen kuin analysoijat I ja IV. Jälkimmäiset analysoijat havaitsivat kaiken kaikkiaan vaaratilanteita kuitenkin kaksi kertaa enemmän kuin edelliset, mistä johtuen kaikki analysoijat ovat nähneet 'tyven raivauksessa' yhtä paljon vaaratilanteita minuutissa.



Kuva 4. Vaaratilanteiden ja havaintoaajan prosentuaalinen jakaantuminen eri työvaiheisiin. Eri analysoijien tulokset ennen (E) ja jälkeen (J) kurssin.

Taulukko 6. Muutokset (ennen - jälkeen kurssin) seitsemän koehenkilön vaaratilanteiden määrän keskiarvoissa työvaiheittain. Eri analysoijien tulokset.

Työvaihe	Analysoija			
	I	II	III	IV
	Muutos vaaratilannetta minuutissa			
Sahan käynnistys	- 11,2**	- 6,2*	- 7,1*	- 4,7*
Ympäristön raivaus	+ 2,8*	+ 1,5	+ 1,4	+ 2,7o
Tyven raivaus	- 6,2o	- 5,7*	- 4,7	- 4,7o
Kaatosahaus	- 2,2*	- 1,2o	- 2,1	- 1,5o
Puun työnt. nurin	- 6,3**	+ 0,4	+ 0,5	- 9,7*
Karsinta	- 1,1*	- 0,1	+ 0,2	- 0,1
Katkonta	- 1,5	- 0,9	- 0,9	- 1,3
Kasaus	- 0,3	+ 0,6	+ 0,0	- 0,3
Liikkuminen	- 0,1	+ 0,0	+ 0,0	+ 0,2
Koko aineisto	- 1,4**	- 0,3	- 0,5	- 0,8o

Muutoksen testaus parittaisella t-testillä

** = merkitsevä

* = jokseenkin merkitsevä

o = suuntaa-antava

34. Kurssin vaikutus

Kaikki analysoijat havaitsivat kurssin jälkeen koehenkilöillä vähemmän vaaratilanteita minuutissa kuin ennen kurssia (taulukko 6). Analysoija I arvioi kurssin vaikutuksen suurimmaksi. Kurssin jälkeen hän havaitsi koehenkilöillä 1,4 vaaratilannetta minuutissa vähemmän kuin ennen kurssia. Analysoija II:n tuloksissa oli pienin ero, 0,3 vaaratilannetta minuutissa.

Ennen kurssia analysoija I havaitsi eniten, 2,9 vaaratilannetta minuutissa ja analysoija III vähiten, 1,2 vaaratilannetta minuutissa. Kurssin jälkeen eniten vaaratilanteita havaitsi analysoija IV, keskimäärin 1,8 vaaratilannetta minuutissa. Analysoija III näki nytkin vähiten, 0,7 vaaratilannetta minuutissa (taulukot 4 ja 5).

Ainoastaan työvaiheessa 'ympäristön raivaus' havaitsivat kaikki analysoijat kurssin jälkeen enemmän vaara-

tilanteita kuin ennen kurssia (taulukko 6). Analysoija I:n tuloksissa muutoksilla oli tilastollisesti merkitsevä ero useammin kuin muiden analysoijien tuloksissa. Varsinkin kaadon ja kaadon valmistelun työvaiheissa vaaratilanteiden määrä koehenkilöiden työskentelyssä väheni kurssin ansiosta.

4. TULOSTEN TARKASTELU

Menetelmänä hakkuutyön vaara-analyysiä on kehitettävä, jos sitä halutaan käyttää eri työmenetelmien tapaturmavaarojen vertailuun. Leimikkotekijöiden on oltava samanlaiset menetelmiä vertailtaessa. Jotta kestoltaan lyhyiden työvaiheiden vaaratilanteista saadaan luotettava kuva, on aineistoon otettava lyhyitä työvaiheita pidempinä jaksoina kuin mitä niiden prosentuaalinen osuus edellyttää. Yhdeltä koehenkilöltä pitäisi analyysissä olla vähintään tunnin aineisto. Vain yhden analysoijan tuloksia voidaan verrata, vaikka eri analysoijien näkemyksiä voidaan todennäköisesti lähentää koulutuksella ja opastuksella. Analysoijan on oltava huolellinen, ettei hän muuta arvosteluperusteitaan analyysin aikana.

Analyysin toteuttamisessa tarvitaan videotekniikkaa, koska hakkuun työvaiheet ovat nopeita. Toisaalta kaksiulotteinen videokuva vääristää tilanteita ja vaikeuttaa vaaratilanteiden arviointia. Videokuva voidaan kuitenkin katsoa uudelleen ja hidastettuna. Samanaikainen kuvaaminen kahdella kameralla parantaisi analyysien luotettavuutta.

Tutkimuksen pienestä aineistosta on vaikea arvioida vaaratilanteiden yhteyttä todellisiin tapaturmiin. Analyysi painottuu selvästi moottorisahan, käsityövälineiden ja puutteellisen työtekniikan aiheuttamiin vaaratilanteisiin. Nykyinen tietous hakkuutapaturmistaa ei riitä vaaratilanteisiin sisältyvän tapaturmariskin eli vaarasta mahdollisesti aiheutuvan tapaturman esiintymistodennäköisyyden ja tapaturman vakavuuden arviointiin. Analysoijat mm. arvioivat hyvin erilailla sen, mikä on mahdollisesti vahingoittava ruumiinosa. Vaara-analyysin tueksi tarvitaan tapaturmien nykyistä parempaa tilastointia ja analysointia, jotta työturvallisuusohjeet osattaisiin kohdistaa oikein hakkuun eri työvaiheisiin.

Taulukko 7. Vaaratilanteiden ja tapaturmien prosentuaalinen jakaantuminen eri työvaiheissa. Eri aineistot ja analysoijat.

Työvaihe	Aineisto				
	I	II	III	IV	V
	% vaaratilanteista tai tapaturmista				
Sahan käynnistys	5,2		0,4	4,8	4,4
Ympäristön raivaus	1,5			4,0	4,4
Tyven raivaus	21,6		0,8	9,6	9,1
Kaatosahaus	2,4		10,0	9,2	5,2
Puun työnt. nurin	12,7	10,7	25,1	8,5	11,2
Karsinta	35,6	38,8	25,1	49,5	53,9
Katkonta	7,2	13,1	4,2	9,1	4,7
Kasaus	12,1	30,6	25,9	5,0	7,1
Liikkuminen	1,5	6,8	8,8	0,1	0,2
n =	1099	206	239	1203	618

- I = Mäkijärven ja Ihosen (1987) aineisto, isännät
 II = Mäkijärven ja Ihosen (1987) aineisto, metsä-
 ylioppilaat
 III = Mäkijärven ja Ihosen (1987) aineisto, tapaturmat
 IV = tämä aineisto ennen kurssia, analysoija I
 V = tämä aineisto kurssin jälkeen, analysoija I

Jos tarkastellaan tapaturmien jakautumista eri työvaiheisiin (taulukko 7), niin 'tyven raivauksessa' sattuu vähän tapaturmia, sen sijaan kaikissa isäntien hakkuutyötä koskeneissa selvityksissä on tässä työvaiheessa havaittu melko paljon vaaratilanteita. 'Tyven raivausta' ei siis osata tehdä oikein, vaikka kaikissa nykyisissä turvallisuusohjeissa painotetaan ja opastetaan työvaihetta melko perusteellisesti. Tapaturmien vähäisen määrän 'tyven raivauksessa' selittänee moottorisahan takapotkusuojuksen tapaturmia ehkäisevä vaikutus. 'Tyven raivaukseen' on syytä paneutua edelleen. Tulevaisuudessa on arvioitava uudelleen, mikä painoarvo tälle työvaiheelle tulisi antaa opastuksessa ja koulutuksessa.

Lyhyen koulutuksen vaikutuksia arvioitaessa Mäkijärven ja Ihosen (1987) sekä tämän aineiston tulokset tukevat toisiaan. Koulutus parantaa kaatovaiheen työturvalli-

suutta. On kuitenkin muistettava, että kysymys on lähes kouluttamattomista työntekijöistä, joilta puuttuvat perustiedot tekniikasta. Ammattityöntekijöiden kohdalla tilanne voi olla aivan toinen, koska kuvaan saattaa tulla tahallinen riskinotto, joka koulutuksessa vaatii asenteisiin vaikuttamista.

Koulutuksen kehittäminen omatoimisille metsänomistajille on haaste monille. Metsänhoitoyhdistysten pitäisi paneutua nykyistä enemmän omatoimisten metsänomistajien koulutukseen. Jäsenkuntaa tulisi innostaa tietojensa ja taitojensa kehittämiseen. Metsänhoitoyhdistysten tulisi kehittää jäsenistön tarpeisiin soveltuvaa koulutusta ennakkoluulottomasti eri tahojen, mm. kansalaisopistojen kanssa. Esimerkiksi oikean karsintatekniikan oppiminen vaatii pitkän harjoittelun, varsinkin kun isäntien täytyy ensin unohtaa vanhat virheelliset tottumukset. Viikottainen "iltakoulu" lukukauden ajan voisi olla yksi ratkaisu.

Metsäoppilaitosten hakkuutyökurssien sisältöä kannattaisi harkita uudelleen. Kurssit voisi jakaa pienempiin osiin, jotka tietyssä järjestyksessä suorittaen kurssilainen oppii hallitsemaan hakkuutyön kokonaisuudessaan.

Kurssien opetusta tukemaan olisi luotava työnopastajajärjestelmä metsänhoitoyhdistyksiin. Työnopastaja pystyy antamaan yksilöllistä opetusta ja siten poistamaan opetettavalle tyypillisiä, toistuvia vaaratilanteita. Omatoimisen metsänomistajan on turvallista paneutua hakkuutekniikkaan ja työturvallisuuteen määrävällein työnopastajan kanssa. Omatoimiseen opiskeluun tarvitaan selkeä ja havainnollinen opaskirja hakkuutekniikasta.

Työturvallisuustyön kannalta eri koulutuksen saaneiden analysoijien erilaiset näkemykset vaaratilanteista ja niiden määrästä ovat mielenkiintoisia. Esimerkiksi työnopettaja havaitsi melkein jokaisessa työvaiheessa enemmän vaaratilanteita kuin työnjohtaja. Työnjohto on tärkeä osa työturvallisuustyön ja oikeiden työtapojen eteenpäin viemistä varsinkin ammattityöntekijöiden parissa mutta myös omatoimisten keskuudessa. Jos työnjohtajat eivät huomaa selviä puutteita työntekijöiden työtekniikassa, he eivät osaa ohjata työntekijöitä koulutukseen.

Vaara-analyysi, varsinkin videotekniikalla toteutettu-

na, soveltuu hyvin tapaturmien torjunnan työvälineeksi. Työn järjestelmällinen havainnointi paljastaa työnopettajalle, -opastajalle, -johtajalle ja -teki-
jälle parhaiten työtekniikan virheet ja niistä aiheu-
tuvat vaaratilanteet. Osa näiden ryhmien edustajista
on varmasti "sokeita" joillekin työtekniikan virheil-
le. Eri ryhmille saadaan myös yhteinen kieli, jolla
keskustella turvallisesta työtekniikasta.

KIRJALLISUUS

MaTa-tilastot 1983, 1984 ja 1985. Maatalousyrittäjien
eläkelaitos. Espoo.

Metsätilastotiedote. 1986. Metsäntutkimuslaitos, ma-
temaattinen osasto. N:o 59. 65 s.

Mäkelä, J. 1985. Yksityismetsien hankintahakkuiden
kehitys. Summary: The development of delivery
cuttings in the private forests in Finland. Teho
3:9-12.

Mäkijärvi, L. & Ihonen, M. 1987. Vaara-analyysi
metsänomistajien omatoimisesta hakkuutyöstä. Sum-
mary: Risk analysis of the cutting work of the fo-
rest owners working in their own forest. Työteho-
seuran julkaisu 292. 65 s.

Saarela, K. L., Suokas, J., Lahtela, J., Maijala, P.,
Reunanen, M., Rouhiainen, V. & Ukkola, K. 1983.
Tapaturmavaarojen turvallisuusanalyysi. Summary:
Safety analysis of occupational accident risks.
Työterveyslaitoksen tutkimuksia 195. 121 s.

Suokas, J., Rouhiainen, V., Reunanen, M. & Nordlund
K. 1982. Työn turvallisuusanalyysi. Summary:
Method description of work safety analysis. Val-
tion teknillinen tutkimuskeskus, tutkimuksia 104.
31 s.

- N:o 1 Matti Leikola ja Jyrki Raulo. Tutkimuksia taimityyppiluokituksen laatimista varten II. 1972.
- N:o 2 Matti Leikola. Silmujen ja neulasten poiston vaikutus männyn ja kuusen pituuskasvuun. 1972.
- N:o 3 Kim von Weissenberg. Kokemuksia Murray männyn viljelystä Suomessa. 1972.
- N:o 4 Terttu Koponen. Peltomyyräpopulaation rakenteesta. 1972.
- N:o 5 Pentti Nisula. Erilaisten rullataimien menestymisestä viljelyaloilla. 1972.
- N:o 6 Veikko Koski ja Jyrki Raulo. Ennakkotuloksia rauduskoivun jälkeläiskokeesta. 1972.
- N:o 7 Matti Leikola. Havaintoja taimipakkauksissa esiintyvistä lämpötiloista välivarastoinnin aikana. 1973.
- N:o 8 Matti Leikola ja Jyrki Raulo. Pellolle istutettujen männyn ja kuusen ja rauduksen taimien alkukehityksestä. 1973.
- N:o 9 Etelä-Suomen metsänviljelytutkijoiden neuvottelupäivillä pidetyt alustukset. 1973.
- N:o 10 Jyrki Raulo. Rauduskoivun taimilajien 1 A + 1 A tuottaminen. 1974.
- N:o 11 Matti Leikola ja Olavi Huuri. Ennakkotuloksia Etelä-Suomen runkotutkimuksesta vv. 1970—1973. 1974.
- N:o 12 Tutkimuspäivän alustukset v. 1974. 1974.
- N:o 13 Martti Ruottinen. Suonenjoen ja Pieksämäen taimitarhojen taimitoimitukset vuosina 1971 ja 1972. 1975.
- N:o 14 Jyrki Raulo. Lannoitetun täytemaan käytöstä rauduskoivun viljelystä. 1975.
- N:o 15 Matti Leikola. Näkökohtia lyhytkiertoviljelmiä ja -kokeita perustettaessa. 1976.
- N:o 16 Risto Rikala. Jauhetun kuorihumuksen käyttökelpoisuus lumen sulattamiseen taimitarhalla. 1976.
- N:o 17 Matti Leikola ja Pekka Suolahti. Ennakkotuloksia männyn taimien välivarastointikokeesta. 1976.
- N:o 18 Matti Leikola ja Jyrki Raulo. Heinimisajankohdan vaikutus pellolle istutettujen männyn ja kuusen taimien alkukehitykseen. 1976.
- N:o 19 Matti Leikola ja Pekka Rossi. Paju- ja poppelipistokkaiden menestyminen Suonenjoen taimitarhalla kesällä 1976. 1977.
- N:o 20 Matti Leikola. Muovihiylsytaimien menestyminen Suonenjoella vv. 1971—1976. 1977.
- N:o 21 Pertti Harstela. Taimitarhatyöntekijöiden mielipiteitä työmenetelmistä ja työjärjestelyistä. 1977.
- N:o 22 Carl Johan Westman ja Päivi Hänninen. Kemiaallinen maa-analyysi paljasjuuristen taimien tuotannossa - ennakkotiedonanto. 1977.
- N:o 23 Pertti Harstela ja Leo Tervo. Kuusen taimien juurten leikkaus noston yhteydessä. 1977.
- N:o 24 Risto Rikala. Maanparannus, lannoitus ja kastelu keskustaimitarhoilla. 1978.
- N:o 25 Jari Parviainen ja Kyösti Konttinen. Männyn avomaataimien koulinta-ajankohtakoe. 1978.
- N:o 26 Pekka Rossi. Paju- ja poppelipistokkaiden juurtuminen. Tuloksia vuoden 1976 juurruttamiskokeista. 1979.
- N:o 27 Pekka Rossi. Paju- ja poppelipistokkaiden juurruttaminen taimitarhalla. Kirjallisuuteen ja havaintoihin perustuvat ohjeet. 1979.
- N:o 28 Ukko Rummukainen ja Pekka Voipio. Eräiden herbisidien käytöstä havupuiden kylvöaloilla. 1979.
- N:o 29 Leo Tervo. Havaintoja verhopuuston kasauksesta. 1979.
- N:o 30 Päivi Hänninen. Hidasliukoisten lannoitteiden käyttömahdollisuuksia kouluttujen taimien kasvatuksessa. 1979.

- N:o 31 Risto Rikala. Paljasjuuristen taimien kuljetus ja käsittely ennen istutusta. Tiedusteluun pohjautuva selvitys. 1979.
- N:o 32 Jyrki Raulo ja Leo Tervo. Rauduskoivun taimilajin 1 (Lk+A) tuottaminen Etelä-Suomessa. 1980.
- N:o 33 Jari Parviainen (toim.). Metsäpuiden taimien kasvatusta ja istutusta koskevia vii-meaikaisia tutkimuksia. 1980.
- N:o 34 Päivi Hänninen. Männyn koulintataimien kasvuerot ja niihin vaikuttaneet tekijät Suonenjoen taimitarhalla. 1980.
- N:o 35 Taimitarhan sienitautipäivä 14.8. 1980.
- N:o 36 Havaintoja Keski-Eurooppaan tehdyttä opintomatkalta 14.6.-1.7.1980. Jari Parviainen ja Leo Tervo. Metsäpuiden taimien tuottaminen. Pekka Rossi. Lyhytkiertoviljelyn puulajien lisääminen ja viljely. 1980.
"Metsänviljelyn koemasman tiedonantoja" -sarja ilmestyy vuoden 1981 alusta
"Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja" -sarjassa.
- N:o 15 Hannu Raitio ja Risto Rikala. Näkökohtia taimien ravinnetaloudesta ja lannoituksesta taimitarhalla. 1981.
- N:o 26 Pertti Harstela ja Leo Tervo. Ennakkotuloksia pistokkaiden istutuksesta avaraavilla istutuskoneilla ja käsin. 1981.
- N:o 34 Taimitarha-aineiston geneettiset ominaisuudet. Tutkimuspäivän 1981 esitelmät. 1981.
- N:o 49 Pertti Harstela ja Leo Tervo. Paljasjuuristen taimien tuotannon teknologia. 1982.
- N:o 62 Marja-Liisa Juntunen. Tuhkan levityksen terveydellisten haittojen arviointi. 1982.
- N:o 76 Pekka Rossi. Hirvien aiheuttamat satomenetykset pajuviiljelmillä. 1982.
- N:o 104 Risto Rikala ja Kimmo Vähänurmi. Kasvatusalustan vaikutus yksivuotiaiden männyn kennotaimien kehittymiseen. 1983.
- N:o 117 Ukko Rummukainen ja Pekka Voipio. Tuloksia rikkakasvien kemiallisesta torjunnasta rauduskoivun koulinta-alalla turvemaalla. 1983.
- N:o 118 Juha Lappi ja Heikki Smolander. AKTA-aineistojen kuvallisen ja tilastollisen analyysin ohjelma. 1983.
- N:o 142 Antti Maukonen. Kulotusteknologian kehittäminen. 1984.
- N:o 164 Leo Tervo. Uudelleenkierrätysperiaatteella toimiva kasvinsuojeluruisku taimitarhalla. 1984.
- N:o 181 Harvennuspuun korjuu ja metsikön tuleva tuotto. Vuoden 1984 tutkimuspäivän esitelmät. 1985.
- N:o 189 Marja-Liisa Juntunen. Työnjohto metsäyhtiöissä. Tapaustutkimus puunhankintaorganisaatioiden piirien toimihenkilöiden työjärjestelyistä. 1985.
- N:o 212 Leo Tervo. Vastukset kevyitä juontolaitteita käytettäessä. Friction in the use of light skidding equipment. 1986.
- N:o 221 Risto Rikala. Lannoituksen vaikutus männyn paakkutaimien kehittymiseen. 1986.
- N:o 241 Versosyöpä taimitarhalla ja taimitarhapäivän 1985 posterit. 1986.
- N:o 244 Antti Maukonen. Ylispuuhakkuun taimikolle aiheuttamat vauriot. 1987.
- N:o 249 Metsäpuiden kylmänkestävyys. Tutkimuspäivän 1986 esitelmät. 1987.
- N:o 259 Lumikenkien käyttö metsätyössä. Pekka Mäkinen. 1987.

Metsäntutkimuslaitos
Suonenjoen tutkimusasema
77600 SUONENJOKI
Puh. 979-11741