

# SILVA FENNICA

Vol. 12 1978 N:o 3

Sisällys  
Contents

TAPIO KLEN ja VEIKKO LOUHEVAARA: Metsurin suojavarusteiden aiheuttama lisäkuormitus <i>Summary: The additional physical strain caused by safety equipment in logging work</i>	151 159
HANNU MANNERKOSKI: Säteilymittarin m/Frankfurt soveltuvuus energiatasemittauksiin <i>Summary: Use of chemical totalizer of radiation in energy balance measurements</i>	160 178
SEPPÖ KELLOMÄKI: Recreational potential of a forest stand <i>Seloste: Metsikön ulkoilupotentiaali</i>	179 186
ANTTI HAAPANEN ja PERTTI SIITONEN: Kulojen esiintyminen Ulvinsalon luonnonpuistossa <i>Summary: Forest fires in Ulvinsalo strict nature reserve</i>	187 199
HANNU SAARENMAA: Kaarnakuoriaisten (Col., Scolytidae) esiintyminen eräässä kanadanmajavan ( <i>Castor canadensis</i> Kuhl) aiheuttaman tulvan seurauksena kuolleessa metsikössä <i>Summary: The occurrence of bark beetles (Col., Scolytidae) in a dead spruce stand flooded by beavers (Castor canadensis Kuhl)</i>	201 215
MATTI KÄRKKÄINEN: Haapatukkien lahoisuus <i>Summary: Occurrence of decay in aspen logs</i>	217 221
MATTI KÄRKKÄINEN: Kuorinnan vaikutus pinon tiivyyteen <i>Summary: The effect of barking on the pile density</i>	222 230
SEPPÖ KELLOMÄKI: Typpilannoituksen vaikutus havupuiden fotosynteesikapasiteettiin <i>Summary: Effects of some nitrogen fertilizers on photosynthetic capacity of coniferous trees</i>	231 239

# Silva Fennica

A QUARTERLY JOURNAL FOR FOREST SCIENCE

**PUBLISHER:**

THE SOCIETY OF FORESTRY IN FINLAND

**OFFICE:**

Unioninkatu 40 B, SF-00170 Helsinki 17, Finland

**EDITOR:**

MATTI KÄRKKÄINEN

**EDITORIAL BOARD:**

VEIKKO J. PALOSUO (Chairman), GUSTAF SIRÉN (Vice chairman),  
VELI-PEKKA JÄRVELÄINEN, MATTI LEIKOLA, MATTI NUORTEVA,  
HEIKKI VESIKALLIO, and KUSTAA SEPPÄLÄ (Secretary).

*Silva Fennica* is published quarterly. It is sequel to the Series, vols. 1 (1926)–120 (1966). Its annual subscription price is 30 Finnish marks. The Society of Forestry in Finland also publishes *Acta Forestalia Fennica*. This series appears at irregular intervals since the year 1913 (vol. 1).

Orders for back issues of the publications of the Society, and exchange inquiries can be addressed to the office. The subscriptions should be addressed to: Akateeminen Kirjakauppa, Keskuskatu 1, SF-00100 Helsinki 10, Finland.

# Silva Fennica

NELJÄNNESVUOSITTAIN ILMESTYVÄ METSÄTIETEELLINEN  
AIKAKAUSKIRJA

**JULKAISIJA:**

SUOMEN METSÄTIETEELLINEN SEURA

**TOIMISTO:**

Unioninkatu 40 B, 00170 Helsinki 17

**TOIMITTAJA:**

MATTI KÄRKKÄINEN

**TOIMITUSKUNTA:**

VEIKKO J. PALOSUO (puheenjohtaja), GUSTAF SIRÉN (varapuheenjohtaja), VELI-PEKKA JÄRVELÄINEN, MATTI LEIKOLA, MATTI NUORTEVA, HEIKKI VESIKALLIO ja KUSTAA SEPPÄLÄ (sihteeri).

*Silva Fennica*, joka vuosina 1926–66 ilmestyi sarjajulkaisuna (niteet 1–120), on vuoden 1967 alusta lähtien neljännesvuosittain ilmestynvä aikakauskirja. Suomen Metsätieteellinen Seura julkaisee myös *Acta Forestalia Fennica* sarjaa vuodesta 1913 (nide 1) lähtien.

Tilauksia ja julkaisuja koskevat tiedustelut osoitetaan Seuran toimistolle. *Silva Fennica*n tilaushinta on 30 mk.

## METSURIN SUOJAVARUSTEIDEN AIHEUTTAMA LISÄKUORMITUS

TAPIO KLEN JA VEIKKO LOUHEVAARA

*SUMMARY:*

*THE ADDITIONAL PHYSICAL STRAIN CAUSED BY SAFETY EQUIPMENT IN LOGGING WORK*

Saapunut toimitukselle 1978-04-10

Hakkuumiehen suojavarusteiden aiheuttamaa lisäkuormitusta pyrittiin arvioimaan kolmen koehenkilön sydämen syketaajuuden ja hapenkulutuksen mittauksilla. Mittaukset tehtiin juoksumatolla laboratoriossa sekoittavien tekijöiden eliminoimiseksi. Suojavarusteet kumiturvasaappaineen ja varustevyö nostokoukkuineen painoivat n. 3 kg enemmän kuin normaali työvaatetus, johon kuului tavalliset kumisaappaat. Suojavarusteet ja varustevyö lisäsivät fyysistä kuormittumista keskimäärin 3–11 % sydämen sykkinnästä ja 4–8 % hapenkulutuksesta arvioituna. Turvallisuuden edistäminen avulla lisää työntekijän kuormittumista työmäärän pysyessä ennallaan. Tämä on epäedullista sikäli, että hakkuutyössä muutenkin ylitetään ylikuormittumisraja varsin usein. Liikkuvassa työssä kuormittumista voidaan kuitenkin säädellä työtahdin muutoksilla.

### 1. JOHDANTO

#### 1.1. Tutkimuksen tausta ja tarkoitus

Metsurin suojavarusteet ja varustevyö painavat enemmän kuin normaali työvaatetus. Tästä johtuen tuntuisi ilmeiseltä, että työtahdin pysyessä samana suojavarusteet lisäävät työntekijän kuormittumista varsinkin paljon liikkumista vaativassa hakkuutyössä. Suojavarusteiden ja varustevyön lisäksi metsurin on kannettava mukanaan moottorisahaa ja kaatovippaa sekä joskus bensiini- ja öljyastioita. Varustevyössä pidetään yleensä viilaa, tulppavainta, mittaa ja ensiapusidettä.

Urakkapalkatussa hakkuutyössä suojavarusteiden aiheuttama mahdollinen työtahdin hidastuminen laskee teoriassa työn-

tekijän ansiota. Tämä saattaisi johtaa suojavarusteiden käytön laiminlyöntiin, jos ansiotason säilyttäminen koettaisiin tärkeämmäksi kuin turvallisuustason lisääntyminen. Tämän esitutkimuksen tarkoituksena oli alustavasti selvittää

1. lisäävätkö metsurin suojavarusteet työntekijän kuormittumista työmäärän pysyessä vakiona
2. suuntaa-antavasti arvioida kuormittumisen lisäyksen suuruusluokka, jos suojavarusteet lisäävät kuormittumista
3. juoksumatolla suoritettun hapenkulutuksen ja sydämen syketaajuuden mittausten soveltuvuus suojavarusteiden aiheuttaman lisäkuormituksen arviointimenetelmänä



Aineisto kerättiin työterveyslaitoksen fysiologian osaston kliinisen fysiologian laboratoriossa. Laboratoriokoheet tehtiin erikoislääkäri Ritva Harjulan valvonnassa. Puhtaaksikirjoituksesta ovat huolehtineet toimistosihteerit Anja Faven ja Pirjo Pulkkinen-Närhi. Kielentarkastaja Georgianna Oja on tarkastanut englanninkielisen lyhennelmän kieliasun. Dos. Pekka Oja on antanut neuvoja kokeen järjestelyistä ja tulosten laskennasta. Käsikirjoituksen ovat lukeneet vs. professorit Pertti Harstela ja Matti Kärkkäinen. Kaikille yllä mainituille esitämme parhaimmat kiitoksemme.

## 1. 2. Suojavarusteiden käyttö ja suojausvaikutus

Työsuojeluhallituksen ohjeiden perusteella työnantajan on kustannuksellaan varattava työntekijän käyttöön puunkorjuutyössä suojakypärä, kuulonsuojaimet ja silmänsuojain eli nk. kypäräpaketti. Metsäalan työmarkkinaosapuolten sopimuksen nojalla työnantaja kustantaa puolet lähinnä vakinaisten metsureiden kerran vuodessa hankkimista turvajalkineista, turvakäsineistä ja suojapuvusta (Turvavarusteista sovittu 1976, s. 12).

Suojakypärän ja kuulonsuojainten käyttö moottorisahalla työskenneltäessä on jo arviolta yli 90-prosentista, mutta silmänsuojainta käyttää vain runsaat puolet hakkuumiehistä. Turvasaappaiden, -rukkasten sekä polven- ja säärensuojainten käyttö on viime vuosina vielä ollut huomattavasti muita suojaimia vähäisempää.

Ruotsalaisen suojainten käyttötutkimuksen mukaan yrityksen koolla ei ollut selvää yhteyttä suojainten käyttötiheyteen (LINDSTRÖM ja SUNDSTRÖM-FRISK 1975, s. 64). Sen sijaan ammattiyhdistystoiminnassa aktiivisesti toimivat käyttivät muita enemmän suojaimia ruotsalaisen tutkimuksen aineistossa (LINDSTRÖM ja SUNDSTRÖM-FRISK 1975, s. 75).

Työterveyslaitoksen päätaturmatutkimuksessa yleisimmäksi syyksi päänsuojainten käytön laiminlyöntiin mainittiin työtä haittaava ominaisuus. Eniten haittoja nähtiin silmänsuojaimessa (KLEN 1977, s. 71).

Ruotsalaisessa suojaintutkimuksessa mainitaan turvasaappaiden käyttämättömyyden

syiksi mm. se, että ne ovat liian raskaat, jäykät, kalliit ja alentavat työtulosta (LINDSTRÖM ja SUNDSTRÖM-FRISK 1975, s. 54). Myös polvensuojaimia pidettiin jäykkinä sekä kömpelöinä ja niidenkin väitettiin heikentävän ansiota urakkatyössä (LINDSTRÖM ja SUNDSTRÖM-FRISK 1975, s. 59).

Ensimmäinen edellytys ei -pakollisten suojainten käytölle oli yrityksen taloudellinen tuki. Se ei vielä taannut käyttöä, jos suojain oli epämukava ja hidasti työtä pudottaen ansiota (LINDSTRÖM ja SUNDSTRÖM-FRISK 1975, tiivistelmä).

Kokonaisuudessaan suojaruusteiden ja moottorisahan turvalaitteiden täydellisellä käytöllä voitaisiin ilmeisesti estää tai lieventää puolet hakkuuvaiheen tapaturmavammoista verrattuna tilanteeseen, jossa mitään suojaimia ei käytettäisi. Tässä kohdin aineisto on tosin niin pieni, että suojausteoharvioita on pidettävä vain suuntaantavina (Ennakkotulos työterveyslaitoksen tapaturmien kustannustutkimuksesta). Edellä olevat laskelmat on tehty sillä oletuksella, että tapaturmamäärä ei kasva suojainten tai turvalaitteiden käytön johdosta.

Metsäntutkimuslaitoksessa on kehitetty suojaruusteita ja niiden kestävyiden mittaamenetelmiä, joilla voidaan tarkastella metsurin varusteissa käytettyjen suojainkudosten ja turvasaappaiden kestävyyttä moottorisahan raapaisuja vastaan. Parhaan suojaustehon normaalityönopeudella omaisi nailonkudos, joka purkautui terän mukana ja pysäytti ketjun. Saappaista paras oli 8-kertaisella nailonkudoksella varustettu jalkine (TAKALO ja SAUVALA 1977, s. 2).

Vakolassa (Valtion maatalouskoneiden tutkimuslaitos) on tehty sähkömoottorikäyttöinen koetuslaitte, joka on samantyyppinen kuin Ruotsissa. Metsäntutkimuslaitoksen koetuslaitteen voimanlähteenä on moottorisaha. Vakola on suorittanut mm. polvensuojainten koetuksen ja päätynyt samaa suuruusluokkaa oleviin vähimmäiskestävyys suosituksiin kuin Ruotsissakin (Metsurin suojaruusteiden ... 1977, s. 5 ja Metsurin polvisuojusten ... 1976, s. 4).

Mahdollisten haittaavien ja työtä hidastavien ominaisuuksien vastapainoksi suojaimilla on tärkeä merkitys tapaturmavammojen vähentämisessä.

## 2. AIKAISEMPIA TUTKIMUKSIA

Kolmen lääkärin ryhmä on Yhdysvalloissa Milwaukeeessa tutkinut kemikaaleilta suojaantumiseen tarkoitettua koko kehon peittävän suojaruusteen vaikutusta energiankulutukseen (LEVY ym. 1976, s. 12). Koehenkilöitä oli neljä. Kuormittumiseroja selvitettiin juoksumattotestillä. Maton nopeus oli 3,2 km/h ja nousukulmat 0 % ja 10 %. Tutkimuksen mittauksen kulku oli seuraava:

- 10 minuutin paikallaanolo seisten. Kahden viimeisen minuutin jaksolta kerättiin uloshengitysilmanäyte ja sydämen sykintä rekisteröitiin.
- 10 minuutin kävely matolla (3,2 km/h) 0 %:n nousukulmalla. Sykinnän ja uloshengitysilman näyte kuten kohdassa 1.
- 10 minuutin lepo istuen.
- 10 minuutin kävely matolla (3,2 km/h) 10 % nousukulmalla. Sykinnän ja uloshengitysilman näyte kuten kohdassa 1.

Edellä kuvattu koe tehtiin tämän jälkeen suojaruusteella. Pukuun johdettiin ilmaa 141,5 l/min. Puvun sisälämpötila mitattiin. Tulosten mukaan kokokehon suojaruusteissa joissakin tapauksissa nousee fyysisen työn raskautta seuraavaksi ylempään luokkaan (kevyestä keskiraskeaksi jne. = from light to moderate and so on). Lämpötila puvun sisällä pysyi sekä levossa että kävelyssä 30° C tasolla. Kokokehon suojaruusteen käyttö nosti sydämen syketaajuutta keskimäärin

levossa 3,6 %, 6,9 % juoksumatolla nopeudella 3,2 km/h 0 %- nousukulmalla ja 9,7 % 10 %- nousukulmalla (LEVY ym. 1976, s. 13).

Hapenkulutus lisääntyi suojaruusteen vaikutuksesta juoksumatolla kävellessä keskimäärin 0 % kulmalla 12,9 % ja 10 %- kulmalla 15,5 %. Levossa lisääntymistä ei ollut (LEVY ym. 1976, s. 13).

Keuhkojen ilmanvaihto (minuuttivaihtuvuus = 1/min) nousi suojaruusteen käytettäessä keskimäärin levossa 11 %, juoksumatolla kävellessä 0 %- kulmalla 32,9 % ja 10 %- kulmalla 30,3 % (5) (LEVY ym. 1976, s. 13).

LEVANTO ja TURKKILA (1977, s. 37) ovat tutkineet metsurin työvaatetuksen lämpimyyttä. Lämpimiä talvi- ja kesävarusteita käytettäessä syketaajuusarvot nousivat sekä kylmässä että lämpimässä työskenneltäessä hieman muita enemmän. Kehon lämpö nousi lämpimillä vaatteilla -15° C lämpötilassa työskenneltäessä hieman enemmän kuin kevyellä vaatetuksella lämpötilassa +20° C. Lämmön nousun erot saattoivat syntyä tutkijoiden mukaan varusteiden vaikutuksesta. Tällöin tietty merkitys voi olla vaatetuksen paksuudesta tai materiaalista johtuvan jäykkyyden ja esimerkiksi jalkineiden painon (turvasaappaat-kumisappaat-kengät) aiheuttamalla ylimääräisellä voimantarpeella eli niiden vaikutuksella energiankulutukseen.

## 3. AINEISTO JA MITTAUSMENETELMÄ

### 3. 1. Koehenkilöt

Koehenkilöinä oli kolme tervettä toimistotyötä tekevää miishenkilöä (taulukko 1), joista kaksi harrasti säännöllisesti kuntoliikuntaa. Jokainen koehenkilö oli jo aikaisemmin osallistunut 1-2 vastaavatyypiseen kuormituskokeeseen juoksumatolla.

### 3. 2. Kokeen järjestelyt

Suojavarusteiden aiheuttamaa lisäkuormitusta arvioitiin sydämen syketaajuuden ja hapenkulutuksen mittauksilla. Mittauk-

set tehtiin laboratoriossa juoksumatolla. Juoksumatolla kävely muistuttaa liikkuamista vaativaa hakkuutyötä, joten tuloksia voitaneen tietyin varauksin soveltaa myös käytännön metsätyöhön. Laboratoriokokeella pyrittiin poistamaan maastosta, lämpötilasta, työtahdista, työtavasta yms. sekoittavista tekijöistä johtuvat erot.

Ensimmäinen kuormituskoe suoritettiin normaaleissa kesätyövaatteissa ilman suojaruusteita ja toinen 2-3 vuorokauden kuluttua suojaruusteiden kanssa. Ennen ensimmäistä koetta koehenkilöiltä otettiin normaali 12 kytkenän lepo-EKG. Molemmat kuormituskokeet tehtiin laboratoriossa

Taulukko 1. Koehenkilöt  
Table 1. Subjects

Koehenkilö Subject	Ikä, v Age (years)	Paino, kg Weight (kg)	Pituus, cm Length (cm)	Leposyke ilman suojavarusteita Pulse rate/min rest, without safety equipm.	Leposyke suo- javarusteiden kanssa Pluse rate/min rest, with safety equipm.
A	29	79,0	174	70	65
B	31	80,0	184	64	82
C	33	60,5	171	54	53

sähkökäyttöisellä, hydraulisesti nostettavalla juoksumatolla samalla tavalla. Koehenkilöt kävelivät seitsemän 4 min asteittain nousevaa kuormitusjaksoa jatkuvana 28 min suorituksena. Kävelynopeus oli koko ajan 5 km/h ja kuormituksen lisäys tapahtui maton nousukulmaa nostamalla. Nousukulman nostoprosentit määräytyivät koehenkilöiden fyysisen suorituskyvyn mukaan siten, että viimeisen työkuorman aikana saavutettiin vähintään 85 % koehenkilön arvioidusta maksimaalisesta syketaajuudesta suoritettaessa koe ilman suojavarusteita.

### 3.3. Kuormittumismittaukset

Kuormituksen aikana rekisteröitiin EKG joka työminuutin viimeisen 15 sekunnin aikana. Hapenkulutus mitattiin Douglas-säkkimenetelmällä jokaisen seitsemän työkuorman aikana siten, että uloshengitysilman kerääminen aloitettiin 2,5 minuuttia kunkin työkuorman alkamisen jälkeen. Hengitysnäytteiden keräysaika oli keskimäärin yksi minuutti. Näytteistä rekisteröitiin keräysaika, tilavuus sekä happi- että hiilidioksidipitoisuus. Jokainen näyte analysoitiin välittömästi uloshengitysilman keräyksen jälkeen ja hapenkulutus laskettiin standardikaavoilla korjattuina vakioilämpötilaan ja -ilmanpaineeseen.

### 3.4. Tulosten laskentamenetelmä

Koehenkilöiden syketaajuus- ja hapenkulutusarvoista ilman suojavarusteita ja suoja-

varusteiden kanssa muodostettiin havaintoparit samoilta työkuormitusjaksoilta (taulukot 4–6). Syketaajuuden osalta yhden havaintopisteen muodosti jokaisen työjakson kahden viimeisen minuutin keskiarvo. Syketaajuuden ja hapenkulutuksen ero työskenneltäessä ilman suojavarusteita ja suojavarusteiden kanssa testattiin t-testillä koehenkilöittäin ja laskien yhteen koko aineisto. Tulosten käsittely suoritettiin Hewlett-Packard-pienoistietokoneella. Myös hapenkulutuksen ja syketaajuuden yhteyttä kuvaavat lineaariset regressioyhtälöt määritettiin.

### 3.5. Käytetyt varusteet ja niiden ominaisuudet

Turvavarusteet sisältäen kumiturvasaappaat ja varustevyön lisäävät metsurin varusteiden painoa kolmisen kiloa verrattuna tavallisiin kumisaappaisiin ja normaaliin työvaatetukseen. Nahkaiset turvasaappaat painavat suunnilleen yhtä paljon kuin tavalliset kumisaappaat, mutta nahkaturvasaapas ei suojaa teräketjun aiheuttamilta vammoilta yhtä tehokkaasti kuin kotimainen kumiturvasaapas. Vakolan mittausten mukaan moottorisahan teräketju puhkaisee nahkaturvasaappaan monta kertaa nopeammin kuin kotimaisen kumiturvasaappaan (Metsurin suojaappaiden kestävyys 1977, s. 5). Turvavarusteet tekevät liikkumisen myös tavallisia varusteita jäykemmäksi ja kankeammaksi.

Kokeessa käytettyjen ja eräiden muiden varusteiden painot selviävät taulukosta 2.

Taulukko 2. Varusteiden punnitut painot  
Table 2. The weights of equipments

Varuste Equipment	Koko Size	Paino, kg Weight, kg	Painon lisäys verrattuna normaaliin varustukseen, kg Additional weight compared with normal equipm., kg
Nahkaturvasaappaat <sup>1)</sup> Leathern safety boots .....	43	n. 2,2	0,2
Kumiturvasaappaat Rubber safety boots .....	43	2,8	0,8
Tavalliset kumisaappaat Normal rubber boots .....	43	2,0	—
Turvapuku (sis. polvisuoj.) Safety colthing (includ. knee protector)	52	1,5	0,6
Työpuku (ilman polvisuoj.) Work clothing (without knee protector)	52	0,9	—
Kypäräpaketti <sup>2)</sup> »Helmet package» .....		0,6	0,3
Varustevyö nostokoukkuineen Belt with lifting hooks .....		1,0	1,0
Turvavarukaset Safety gloves .....		—	—
Yhteensä — Total .....		5,9	2,9

(Nahkaturvasaappaat eivät sisälly summaan) — (Leathern safety boots do not include total).

<sup>1)</sup> Ei ollut kokeessa mukana — They were not used in this test.

<sup>2)</sup> Sisältää suojakypärän, kuulosuojaimet ja silmänsuojaimet. — Comprises safety helmet, ear protector and eye protector.

## 4. MITTAUSTULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU

### 4.1. Kuormittumiserot koehenkilöittäin

Turvavarusteet ja varustevyö nostokoukuilla lisäsi koehenkilöiden kuormittumista keskimäärin 3–11 % syketaajuuden ja 4–8 % hapenkulutuksen perusteella arvioituna. Parhaimman suorituskyvyn omaavalla (arvioituna Cooperin 12 min testin perusteella) koehenkilö C:llä syketaajuus lisääntyi suojavarusteiden vuoksi keskimäärin vain 3 %, mutta hapenkulutus jopa 8 %. Hyväkuntoisen koehenkilö A:n syketaajuus kasvoi keskimäärin 11 % ja hapenkulutus 7 %. Kuntoliikuntaa harrastamattoman koehen-

kilö B:n syketaajuus nousi keskimäärin 6 % ja hapenkulutus 4 % (taulukko 3). Taulukon 3 syketaajuusluvuihin on eliminoitu leposykkeen vaikutus pois ennen kuormittumisen lisäysprosenttien laskemista.

Suojavarusteista aiheutunut lisäkuormitus alkoi näkyä juoksumaton kulman nousua 5 % tasolle. Pienemmällä nousukulmalla ei eroa juuri havaittu. Kuormittumisen kasvu oli lähes suoraviivaisesti riippuvainen juoksumaton nousukulmasta. Korrelaatiokertoimet vaihtelivat 0,98–1,00 välillä, joten havaintopisteet olivat lähes lineaarisella regressiosuoralla.

Taulukko 3. Syketaajuuden ja hapenkulutuksen keskiarvot ja lisäysprosentit koehenkilöittäin.  
Table 3. The averages of pulse rate and oxygen consumption and additional percentages by subjects.

Koe- henkilö Subject	Syketaajuus ilman suojav. Pulse rate without safety equipm.	Syketaajuus suojav. kanssa Pulse rate with safety equipm.	Lisäys % Increase %	Hapenkulutus Hapenkulutus ilman suojav. suojavarus- teiden kanssa Oxygen con- Oxygen con- sumption sumption without with safety equipm. safety equipm.		Lisäys % Increase %
				VO <sub>2</sub> , ml/kg/min		
A	134 (134-70=64) <sup>1)</sup>	141 (141-70=71)	11	35,1	37,7	7
B	133 (133-64=68)	137 (137-64=73)	6	24,1	25,1	4
C	127 (127-54=73)	129 (129-54=75)	3	29,1	31,5	8

<sup>1)</sup> Sulussa on laskettu juoksumatolla kävelyn aiheuttama syketaajuuden nousu vähentämällä leposyke pois.

<sup>1)</sup> The increase of pulse rate caused by walking on tread mill is evaluated (in brackets) so that pulse rate at rest has been taken away.

#### Koehenkilö A

Koehenkilö A:n syketaajuuden taso oli suojavarusteiden kanssa keskimäärin 7 sykettä korkeampi kuin ilman suojavarusteita. Taulukosta 4 nähdään eron pysyneen melko tasaisena. Syketaajuuksien ero oli merkitsevä t-testillä testattuna ( $p < .01$ ).

Hapenkulutuksessa ero vaihteli eri kuor-

milla suhteellisesti enemmän kuin syketaajuus. Ero selkenee vasta 15 asteen nousukulmalla. Hapenkulutuksessa ei todettu tilastollisesti merkitsevää eroa.

#### Koehenkilö B

Koehenkilö B:n kohdalla syketaajuusero ei pysynyt samalla tasolla eri kuormitusta-

Taulukko 4. Koehenkilö A: syketaajuus ja hapenkulutus ilman suojavarusteita ja niiden kanssa nousevalla kuormituksella. Maton nopeus 5 km/h.

Table 4. Subject A: pulse rate and oxygen consumption. Speed of tread mill 5 km/h.

Kulma % Grade of tread mill, %	Syketaajuus ilman suojav. Pulse rate without safety equipm.	Syketaajuus suojavarust. kanssa Pulse rate with safety equipm.	Hapenkulutus ilman suojav. Oxygen consump. safety equipm.	Hapenkulutus suojav. kanssa Oxygen consump. safety equipm.
			VO <sub>2</sub> ml/kg/min	
0	87	86	15,2	14,9
5	101	108	22,6	22,7
10	121	132	29,6	32,8
12,5	138	146	36,6	36,7
15	152	160	41,6	43,2
17,5	164	171	47,9	51,9
20	176	181	52,0	61,4

Parittainen  $t = 4,55$   
Paired  $t = 4,55$   
 $P < .01$

Paritteinen  $t = 2,00$   
Paired  $t = 2,00$   
N.S.

Taulukko 5. Koehenkilö B: syketaajuus ja hapenkulutus ilman suojavarusteita ja niiden kanssa nousevalla kuormituksella. Maton nopeus 5 km/h.

Table 5. Subject B: Pulse rate and oxygen consumption. Speed of tread mill 5 km/h.

Kulma % Grade of tread mill, %	Syketaajuus ilman suojavarust. Pulse rate without safety equipm.	Syketaajuus suoja- varust. kanssa Pulse rate with safety equipm.	Hapenkulutus ilman suojav. Oxygen consump. without safety equipm.	Hapenkulutus suojav. kanssa Oxygen consump. with safety equipm.
			VO <sub>2</sub> ml/kg/min	
0	106	99	14,4	14,9
2,5	112	112	18,5	18,8
5	122	126	19,3	20,8
7,5	133	137	23,9	23,2
10	141	147	27,4	28,0
12,5	151	162	32,4	32,9
15	164	178	33,0	36,9

Parittainen  $t = 1,75$   
Paired  $t = 1,75$   
N.S.

Parittainen  $t = 1,72$   
Paired  $t = 1,72$   
N.S.

Taulukko 6. Koehenkilö C: syketaajuus ja hapenkulutus ilman suojavarusteita ja niiden kanssa nousevalla kuormituksella. Maton nopeus 5 km/h.

Table 6. Subject C: Pulse rate and oxygen consumption. Speed of tread mill 5 km/h.

Kulma % Grade of tread mill, %	Syketaajuus ilman suojavarust. Pulse rate without safety equipm.	Syketaajuus suoja- varust. kanssa Pulse rate with safety equipm.	Hapenkulutus ilman suojav. Oxygen consump. without safety equipm.	Hapenkulutus suojav. kanssa Oxygen consump. with safety equipm.
			VO <sub>2</sub> ml/kg/min	
0	97	91	12,8	15,8
5	109	104	20,5	21,1
10	120	125	27,6	28,8
12,5	126	132	28,6	32,7
15	137	142	33,6	36,6
17,5	147	150	38,3	42,7
20	156	159	42,1	42,8

Parittainen  $t = 0,84$   
Paired  $t = 0,84$   
N.S.

Parittainen  $t = 4,04$   
Paired  $t = 4,04$   
 $p < .01$

soilla. Ero kasvoi jyrkästi siirryttäessä suurimpiin kuormituksiin (taulukko 5). Kuormittumista kuvaavat regressiosuorat leikkasivat toisensa, koska mittauksen alussa syketaaso oli ilman suojavarusteita jostakin syystä korkeampi kuin varusteiden kanssa. Hapenkulutuserotkaan eivät tällä henkilöllä

olleet yhtä johdonmukaiset kuin koehenkilöllä A. Tilastollisesti merkitseviä eroja ei todettu hapenkulutuksessa eikä syketaajuudessa tällä koehenkilöllä. Jos alemmat kuormitustasot olisi jätetty laskelmasta pois, olisivat erot saattaneet muodostua tilastollisesti merkitseviksi.



### Koehenkilö C

Hapenkulutuksessa suojarusteiden kuormittava vaikutus ilmeni selkeämmin kuin syketaajuudessa. Ero oli tilastollisesti merkitsevä t-testillä todettuna. Syketaajuus pysyi vielä 20 % nousukulmallakin varsin kohtuullisella tasolla muihin verrattuna, mikä kuvasti koehenkilö C:n hyvää suorituskyyä (taulukko 6).

Hapenkulutus suojarusteiden kanssa erosi tilastollisesti merkitsevästi ( $p < .01$ ) ilman suojarusteita mitatusta arvosta tarkasteltaessa kaikkien koehenkilöiden tuloksia yhdessä. Syketaajuuden kohdalla ero ei ollut aivan yhtä selkeä ( $p < .02$ ).

Hapenkulutuksen ja syketaajuuden yhteyttä kuvaavat lineaariset regressioyhtälöt ja korrelaatiokerroimet olivat seuraavat:

*Linear regression equations and correlation coefficient between oxygen consumption and pulse rate:*

Koehenkilä A	ilman suoj. var.	
Subject A	without safety equipm.	$Y = 0,41X - 19,58, r = 1,00$
	suojav. kanssa	
	with safety equipm.	$Y = 0,45X - 27,20, r = .98$
Koehenkilö B	ilman suoj. var.	
Subject B	without safety equipm.	$Y = 0,33X - 20,32, r = .98$
	suojav. kanssa	
	with safety equipm.	$Y = 0,28X - 13,77, r = .99$
Koehenkilö C	ilman suoja. var.	
Subject C	without safety equipm.	$Y = 0,48X - 32,40, r = .99$
	suojav. kanssa	
	with safety equipm.	$Y = 0,42X - 22,60, r = .99$

Y = hapenkulutus ( $VO_2$ ) ml/kg/min  
oxygen consumption

X = syketaajuus, sykettä/min.  
pulse rate/minute

## 5. POHDINTA

Vaikka tämän esitutkimuksen aineisto ei edusta mitään tunnettua populaatiota eikä tuloksia voida yleistää, voitaneen joitakin suuntaa-antavia vertailevia arvioita tehdä.

Koska suojarusteet ovat normaaleja varusteita painavampia, on selvää, että myös kuormittumistaso nousee. Kuormittumistason nousun tarkka määrittäminen vaatisi useita kymmeniä koehenkilöitä käsit-

## 4. 2. Syketaajuuden ja hapenkulutuksen yhteys

Hapenkulutus vaihteli koehenkilöiden välillä vähemmän kuin syketaajuus. Hapenkulutuksella ja syketaajuudella oli kuitenkin hyvin voimakas lineaarinen yhteys jokaisella koehenkilöllä. Tulomomenttikorrelaatiokerroin vaihteli 0.98–1.00 koehenkilöittäin. Kuormittumiseroja voitaneen tästä päätellen arvioida karkeasti myös pelkätään sydämen syketaajuuden perusteella.

tämiseen mm. materiaalivalinnoilla. Juoksumatolla saatuja tuloksia voitaneen melko hyvin soveltaa käytännön hakuutyöhön. Lumi- ja maastoesteet tosin saattavat jonkin verran muuttaa kuormituseroja laboratoriomittaukseen verrattuna. Koska suojarusteet lisäävät kuormittumista, saattaa tämä aiheuttaa työtahdin hidastumista raskaassa työssä. Näin saattaa käydä varsinkin hakuutyössä, jossa ylikuormittumiserajana pidetty keskimäärin 35-40 % maksimisuorituskyvystä usein ylitetään. Liikkuvassa metsätyössä kuormittumista voidaan säädellä mm. työtahdin muutoksilla, joten työntekijä voi pitää kuormittumistasonsa ennallaan suojarusteita käytettäessä hidastamalla työtahtia. Tämän tutkimuksen perusteella ei kuitenkaan voida arvioida työn hidastumista pidettäessä kuormittumistaso ennallaan, koska tutkimusasetelma ei siihen sovellu. Suojarusteiden lisä-

kuormituksen ja niiden aiheuttaman mahdollisen työn hidastumisen tarkempi määrittäminen olisi kuitenkin tarpeen jo esimerkiksi urakkapalkkatasojen määrittäystä varten.

Tämän esitutkimuksen perusteella voidaan päätellä, että juoksumatottesti soveltuu suojarusteiden aiheuttaman lisäkuormituksen ja ilmeisesti myös työn hidastumisen määrittämiseen. Juoksumatolla kävelyyn voitaisiin kokeilla lisättäväksi metsätyössä yleisimmin esiintyviä työliikkeitä esim. yläraajojen kuormittamista. Tällöin menetelmällä voitaisiin paremmin simuloida normaalia metsätyötä. Tämä saattaa käytännössä osoittautua kuitenkin vaikeaksi.

Nykyisessä vaiheessa yleistettävällä aineistolla suoritettua tutkimusta ei kannattane vielä tehdä, koska suojarusteet ja niiden materiaali ovat voimakkaan kehityksen alaisina.

## LÄHTEET

- KLEN, T. 1977. Henkilökohtaisten suojainten käyttö ja suojausvaikutus metsätyöntekijän päähän kohdistuneissa tapaturmissa. Summary: Use of personal protectors and their influence on accidental head injuries of lumberjacks. Työterveyslaitoksen tutkimuksia no 131. 124 s.
- LEVANTO, S. & TURKKILA, K. K. 1977. Metsätyöntekijän työvaatetuksen lämpimyyden. Summary: The warmth of work clothing of forest workers. Työtehoseuran julkaisuja 194.
- LEVY, S. A., MANGOLIS, I. & ZENZ, C. 1976. Ergonomics study shows effect of full-body suit on energy use. Int. J. occup. Health and Safety 1/1976.
- LINDSTRÖM, K.-G. & SUNDSTRÖM-FRISK, C. 1975. Faktorer som påverkar användning av personlig skyddsutrustning. Undersökningsrapport AMP 103/75.
- Metsurin polvisuojusten kestävyys. 1976. Vakola. Koetusselostus 924.
- Metsurin suojaappaiden kestävyys. 1977. Vakola. Koetusselostus 940.
- TAKALO, S. & SAUVALA, K. 1977. Havaintoja metsurin suojainten kestävyyydestä ja sen mittaamisesta. Summary: Observations on the durability and testing of protective clothing for chain saw workers. Folia For. 311.
- Turvavarusteista sovittu. 1976. Mottikone 1976 (4): 12.

## SUMMARY:

### THE ADDITIONAL PHYSICAL STRAIN CAUSED BY SAFETY EQUIPMENT IN LOGGING WORK

The safety clothing, rubber safety boots, belt with lifting hooks and personal protectors can weight about 3 kg more than the normal work clothing including rubber boots (Table 2). Safety equipments and belt with hooks increased the physical strain in logging work 3–11 % estimated from heart rate and 4–8 % based on oxygen consumption measurements (see tables 3–6). The results are rough and they cannot be applied

to the whole forest labour because the results are only based on tread mill laboratory tests performed to three 30-year old subjects (see table 1). Walking on the tread mill resembles logging work that also includes a lot of walking. Thus the results can evidently be applied to actual logging work. In order to eliminate confounding factoris (terrain, temperature and so on) the test was performed in laboratory.