

FOLIA FORESTALIA 118

ETSÄNTUTKIMUSLAITOS · INSTITUTUM FORESTALE FENNIAE · HELSINKI 1971

PERTTI HARSTELA

MOOTTORISAHAN TÄRINÄN VAIKUTUKSESTA
TYÖNTEKIJÄN KÄSIIN

ON THE EFFECT OF MOTOR SAW VIBRATION
ON THE HANDS OF FOREST WORKER

- N:ot 1—18 on lueteltu Folia Forestalia-sarjan julkaisuissa 1—41.
 Nos. 1—18 are listed in publications 1—41 of the Folia Forestalia series.
- N:ot 19—55 on lueteltu Folia Forestalia-sarjan julkaisuissa 19—96.
 Nos. 19—55 are listed in publications 19—96 of the Folia Forestalia series.
- 1969 No 56 Terho Huttunen: Länsi-Suomen havusahatukkién koko ja laatu vuonna 1966.
 The size and quality of coniferous sawlogs in western Finland in 1966. 1,50
- No 57 Metsäntutkimuslaitoksen päätös puutavaran mittauksessa käytettävistä muuntoluvuista ja kuutioimistaulukoista.
 Skogsforskningsinstitutets beslut beträffande omvandlingskoefficienterna och kuberings-tabellerna, som används vid virkesmätning. 28,80
- No 58 Paavo Tiihonen: Puutavaralajitaulukot 2. Maan eteläpuoliskon mänty, kuusi ja koivu.
 No 59 Paavo Tiihonen: Puutavaralajitaulukot 3. Männyn ja kuusen uudet paperipuutaulukot.
 No 60 Paavo Tiihonen: Puutavaralajitaulukot 4. Maan pohjoispuoliskon mänty ja kuusi. 2,—
 No 61 Matti Aitolahdi ja Olavi Huikari: Metsäojien konekaivun vaikeusluokitus ja hinnoittelu.
 Classification of digging difficulty and pricing in forest ditching with light excavators.
- No 62 Kullervo Kuusela ja Alli Salovaara: Etelä-Pohjanmaan, Vaasan ja Keski-Pohjanmaan mestävarat vuonna 1968.
 Forest resources in the Forestry Board Districts of Etelä-Pohjanmaa, Vaasa and Keski-Pohjanmaa in 1968. 3,—
- No 63 Arno Uusvaara: Maan ja metsän omistus Suomessa v. 1965 alussa ja sen kehitys v. 1957—65.
 Land and forest ownerships in Finland 1965 and their development during 1957—65.
- No 64 Timo Kurkela: Haavanruosteen esiintymisestä Lapissa.
 Leaf rust on aspen in Finnish Lapland. 1,—
- No 65 Heikki Ravela: Metsärunko-ojien mitoitus.
 Dimensioning of forest main ditches. 1,50
- No 66 Matti Palo: Regression models for estimating solid wood content of roundwood lots.
 No 67 Terho Huttunen: Suomen puunkäyttö, poistuma ja metsätase vuosina 1967—69.
 Wood consumption, total drain and forest balance in Finland in 1967—69. 2,50
- No 68 Lauri Heikinheimo, Seppo Paananen ja Hannu Vehviläinen: Stumpage and contract prices of pulpwood in Norway, Sweden and Finland in the felling seasons 1958/59—1968/69 and 1969/70. 2,50
- No 69 U. Rummukainen ja E. Tanskanen: Vesapistooli ja sen käyttö.
 A new brush-killing tool and its use. 1,—
- No 70 Metsätilastollinen vuosikirja 1968.
 Yearbook of forest statistics 1968. 6,—
- No 71 Paavo Tiihonen: Rinnankorkeusläpimittaan ja pituuteen perustuvat puutavaralajitaulukot.
 No 72 Olli Makkonen ja Pertti Harstela: Kirves- ja moottorisahakarsinta pinotavaran teossa.
 Delimiting by axe and power saw in making of cordwood. 2,50
- No 73 Pentti Koivulehto: Juurakoiden maasta irrottamisesta.
 On the extraction of stumps and roots. 1,50
- No 74 Pertti Mikkola: Metsähukkapuun osuus hakkuupoistumasta Etelä-Suomessa.
 Proportion of wastewood in the total cut in southern Finland. 1,50
- No 75 Eero Paavilainen: Tutkimuksia levitysjankohdan vaikutuksesta nopealiukoisten lannoit-teiden aiheuttamiin kasvureaktioihin suometsissä.
 Influence of the time of application of fast-dissolving fertilizers on the response of trees growing on peat. 2,—
- 1970 No 76 Ukko Rummukainen: Tukkimiehentäin, *Hylobius abietis* L., ennakkotorjunnasta taimi-tarhassa.
 On the prevention of *Hylobius abietis* L. in the nursery. 1,50
- No 77 Eero Paavilainen: Koetuloksia suopeltojen metsittämisestä.
 Experimental results of the afforestation of swampy fields. 2,—
- No 78 Veikko Koskela: Havaintoja kuusen, männyn, rauduskuivun ja siperialaisen lehtikuusen halla- ja pakkaskuivumisvaurioista Kivisuon metsänlannoituskeokentällä.
 On the occurrence of various frost damages on Norway spruce, Scots pine, silver birch and Siberian larch in the forest fertilization experimental area at Kivisuo. 2,—
- No 79 Olavi Huikari—Pertti Juvonen: Työmenekki metsäojituksessa.
 On the work input in forest draining operations. 1,50
- No 80 Pertti Harstela: Kasausajan ja valtimonlyöntitiheyden sekä tehollisen sahausajan määrit-täminen järjestettyjen kokeiden, pulssitutkimuksen ja frekvenssianalyysin avulla.
 Determination of pulse repetition frequency and effective sawing time with set tests pulse study and frequency analysis. 1,50
- No 81 Sulo Väänänen: Yksityismetsien kantohinnat hakkuuvuonna 1968—69.
 Stumpage prices in private forests during cutting season 1968—69. 1,—
- No 82 Olavi Huuri, Kaarlo Kytökorpi, Matti Leikola, Jyrki Raulo ja Pentti K. Räsänen: Tutki-muksia taimityppiloukituksen laatimista varten. I Vuonna 1967 metsänviljelyyn käytet-tyjen taimien morfologiset ominaisuudet.
 Investigations on the basis for grading nursery stock. I The morphological characteristics of seedlings used for planting in the year 1967. 1,50

Pertti Harstela

MOOTTORISAHAN TÄRINÄN VAIKUTUKSESTA TYÖNTEKIJÄN KÄSIIN.

On the effect of motor saw vibration on the hands of forest worker.

Summary

ALKUSANAT

Selvitys kuuluu osana metsäteknologian osastossa suoritettaviin metsäergonomisiin tutkimuksiin, joiden tarkoituksena on kehittää työmenetelmiä ja -tapoja ergonomisesti edullisemmiksi. Työ on jatkoa tutkimukselle ”Työjärjestyksen vaikutus tynkäkarsitun ja likipituisen kuusikuitupuun teossa”, jossa tarkasteltiin työn jaksottamisen vaikutusta työn tuotokseen, työntekijän fysiologiseen kuormittumiseen ja tärinän altistusaikeihin.

Esimieheni, professori VEIJO HEISKANEN on antanut arvokkaita ohjeita työni eri vaiheissa. Opettajani, professori KALLE PUTKISTON kanssa käymäni keskustelut tutkimussarjan toteuttamisesta ovat olleet hyödyllisiä. DI JORMA SAARI ja lääk.lis. ILKKA KUORINKA Työterveyslaitoksen ergonomiaryhmästä ovat

lukeneet käsikirjoituksen ja esittäneet korjaus ehdotuksia, jotka olen kiitollisuudella ottanut huomioon. Lisäksi minulla on ollut tilaisuus keskustella aiheesta Unkarin metsäntutkimuslaitoksen metsäteknologian tutkimusosaston johtajan, tohtori LASZLO SZEPESEN sekä Työterveyslaitoksen apulaisylilääkäriin, tohtori TORGER KUMLININ kanssa.

Testauksissa ovat apulaisina toimineet metsät.yo. TIMO KALLIOLA, metsät.yo. PAAVO VALONEN ja harjoittelija YRJÖ HUUSKO.

Laskentatöissä on auttanut yo. SINIKKA AIROLA, piirroksia tehnyt yo. TARJA KALLIALA ja konekirjoituksesta huolehtinut rouva AUNE RYTKÖNEN.

Kaikille edellä mainituille parhaat kiitokseni.

Helsingissä kesäkuun 24 päivänä 1971.

Pertti Harstela

SISÄLLYSLUETTELO

	Sivu
ALKUSANAT	1
1. JOHDANTO	4
11. Työn tarkoitus	4
12. Tärinävauriot ja niiden syntyyn vaikuttavat tekijät	4
13. Moottorisahan aiheuttama tärinä	5
2. TÄRINÄN YHTÄJAKSOISEN ALTISTUSAJAN VAIKUTUS TYÖNTEKIJÄN KÄSIIN .	6
21. Katsaus tutkimuksiin	6
22. Lyhytaikaisen altistuksen pituuden vaikutus käden manipulaatiokykyyn	7
221. Aineiston määrä ja laatu	7
222. Testin tulokset	8
23. Tärinäaltistuksen ja elpymisajan erilaisen jaksottamisen vaikutus käden manipulaatioky-	
kyyn	10
231. Aineiston määrä ja laatu	10
232. Testitulokset	10
24. Tulosten tarkastelua	12
3. TIIVISTELMÄ	13
KIRJALLISUUSLUETTELO	14

SUMMARY

The purpose of the study was to analyse the arrangement of the saw-handling time and bunching time in the preparation of pulpwood with reference to the risk of damage caused by vibration. The analysis was based on the literature and concise tests measuring the manipulation capacity of the hand.

According to the literature, the mechanism of production of the TVD is not known. It is therefore also impossible to state the relationship of the indicators used here to the origin of white fingers. It may be concluded from the

lowering of the temperature of the hand-skin, the sensation threshold and manipulation capacity that the vibration effect originates faster than recovery from it. The recovery times depending on the indicator varied from 2 to 15 min. or were even longer. Hence, it was not possible to show that a certain order of work would be better than another for vibration effect if it is desired to keep the bunching time short in order to reduce the so-called stress peak.

1. JOHDANTO

11. Työn tarkoitus

Aikaisemmassa tutkimuksessa (HARSTELA 1971, Folia Forestalia 105) käsiteltiin kolmen erilaisten työjärjestyksen vaikutusta työn tuotokseen, kuormittavuuteen ja yhtäjaksoisiin tärinän altistus- ja elpymisaikoihin tynkäkarsitun kuitupuun teossa ajouran varteen. Yhtäjaksoiset altistusajat vaihtelivat työjärjestyksen mukaan keskimäärin 0,5–7 minuutin välillä ja elpymisajat 0,2–1,5 minuutin välillä. Työjärjestykselle yksi olivat luonteenomaisia pitkät altistusajat ja vastaavasti pitkät elpymisajat. Työjärjestystä kolme käytettäessä altistusajat ja vastaavasti elpymisajat olivat lyhimpiä. Työjärjestys kaksi oli edellä mainittujen välimuoto. Elpymisajoilla ei tässä tarkoiteta varsinaisia taukoja, jotka jäävät tarkastelun ulkopuolelle, vaan puutavaran kausta, joka on sinänsä erittäin raskasta työtä.

Työn tuotoksessa eri työjärjestyksiä käytet-

täessä ei havaittu merkitsevää eroa. Työntekijän sykkeen avulla mitattu kuormittuminen oli suurinta työjärjestystä yksi ja pienintä työjärjestystä kolme käytettäessä. Tämän selvityksen tarkoituksena on tarkastella työjärjestyksen ts. työn erilaisen jaksottamisen vaikutusta moottorisahan tärinästä aiheutuvaan vaurioitumisriskiin erityisesti ”valkosormisairauden” eli TVD (Traumatic Vasopastic Disease) kannalta, joka on yleisesti metsätyömiehillä tavattava tauti. Yhteenvedon taudin esiintymisestä ovat esittäneet mm. AXELSSON 1967 ja HASAN 1970. Jos tärinävaikutuksen suhteen havaitaan samanlainen riippuvuus altistus- ja elpymisajasta kuin ns. happivelan syntymisessä, on työn samanlainen jaksottaminen edullista molempien vaikutusten kannalta.

12. Tärinävauriot ja niiden syntyyn vaikuttavat tekijät

Pienitaajuuselle tärinälle alttiiksi joutuminen aiheuttaa ihmisessä biomekaanisia, psykofyysisiä, fysiologisia, biokemiallisia ja patologisia ilmiöitä. Kädessä pidettävien tärisevien työkalujen on todettu aiheuttavan verenkierron häiriintymistä, luuston ja nivelten muutoksia, ääreishermoston toiminnan häiriöitä, pehmeiden kudosten vaurioita ja biokemiallisia epänormaalisuuksia. (PIETILÄ 1967, HASAN 1970)

Käsien verenkierron häiriintyminen (”valkoiset sormet”, traumatic vasopastic disease eli TVD) on useiden tutkijoiden mukaan yleisin kädessä pidettävien tärisevien työkalujen aiheuttama vaurio (HAGEN 1961, GROUNDS 1964, TREIBERG ym. 1964, HELLSTRØN og VIK 1970). Tauti johtuu toistuvien mekaanisten töytäisyjen aiheuttamasta ajoittaisesta suonien supistumisesta ja siitä johtuvasta verenkierron heikkenemisestä tai pysähtymisestä (pallor). Taudin synnyn mekanisme ei toistaiseksi tarkemmin tunneta. (TREIBERG ym. 1964, HASAN 1970).

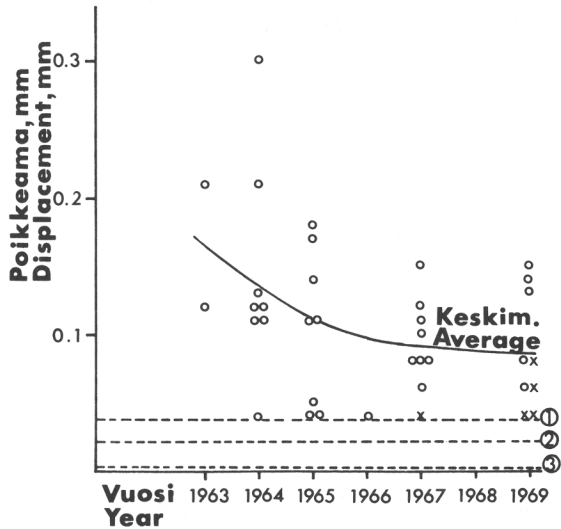
Valkoisten sormien syntyyn vaikuttavat tärinän taajuus, kiihtyvyyys ja amplitudi. Tärinän

taajuusalueella alle 600 Hz on todettu syntyvän TVD-tautia, taajuuksia 40–125 Hz on pidetty erityisen vaarallisena. Amplitudin merkitys on erilainen eri frekvensseillä. Varteenotettavan riskin on katsottu olevan eri normien mukaan silloin, kun värähtelyn amplitudi on esim. taajuusalueella 125 Hz yli 0,05–0,4 mm. (AGATE ym. 1947, AXELSSON 1967, MIURA ym. 1967, AHO 1970, HASAN 1970).

Valkosormisuudesta kärsivä voi saada taudin oireet kylmän ja mahdollisesti myös henkisen stressin vaikutuksesta. Niinpä esim. lepotauon tai moottoripyörällä suoritettujen kotimatkan aikana voi valkosormisuutta esiintyä (BRUCH ym. 1963, KYLIN ym. 1968). TVD-tautia on todettu esiintyvän enemmän vanhoilla kuin nuorilla työntekijöillä, ja moottorisahan käyttövuosien lisääntyessä myös taudista kärsivien määrä lisääntyy (KYLIN ym. 1968). Ammattimaisen (yli 4 tuntia/päivä) sahan käytön on todettu aiheuttavan varteenotettavan riskin tärinävaurioiden syntymiseen nykyisillä moottorisahoilla. Vastustuskyky tärinävaurioiden suhteen vaihtelee selvästi henkilöstä toiseen. (TUFVESSON 1966, AXELSSON 1967).

13. Moottorisahan aiheuttama tärinä

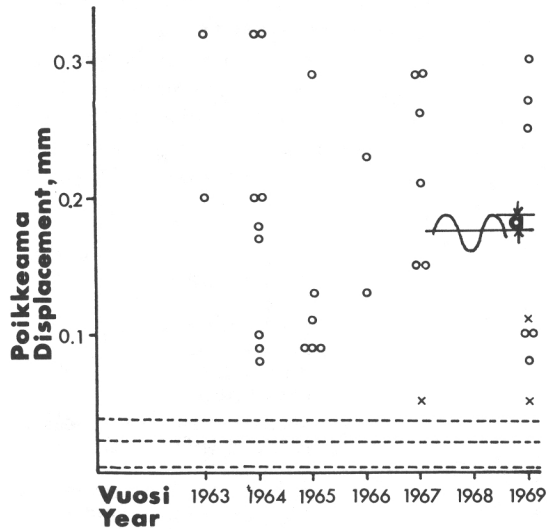
Moottorisahojen tärinän taajuus tehokäynnillä liikkuu 100–125 Hz välillä. Tärinän amplitudi vaihtelee 0,04–0,30 mm (Valtion ... 1969). Valtion maatalouskoneiden tutkimuslaitoksen kokeiden mukaan 125 Hz taajuudella tärinän amplitudi on etukädensijassa pienentynyt viimevuosina, mutta sekä etu- että takakädensijassa amplitudi ylittää U.S.S.R. standardin 626–66 käsityökaluille, S. E. Thomsonin tutkimuksen ja VDI-ohjeen VDI 2057 (liitteet 1 ja 2). Tarkastelu on rajoitettu 125 Hz taajuuksiin, koska pieni taajuus ja suuri amplitudi on yhtä haitallinen kuin suuri taajuus ja pieni amplitudi. (AHO 1970)



Liite 1. Tärinän poikkeaman amplitudi moottorisahan etukädensijassa 125 cps frekvenssillä. Numeroille 1, 2 ja 3 merkityt poikkeamat esittävät maksimimääriä tärinälle U.S.S.R. standardin käsityökaluille 626–60, S. E. Thomsonin tutkimuksen ja VDI-Richtlinien VDI 2057 mukaan, (AHO 1970).

Appendix 1. Displacement amplitude of vibration at the front handle of chain saws, measured at a frequency of 125 cps. The broken lines numbered 1, 2 and 3 represent the maximum vibration permitted by U.S.S.R. standard 626–60 for hand tools, S. E. Thomson's investigation and the VDI-Richtlinien VDI 2057, respectively. (AHO 1970).

Käytännön metsätyössä sahan teho- ja joutokäynti vaihtelevat verraten lyhyinä muutaman minuutin jaksoina. Sahan nopeus ei sen sijaan yleensä laske hitaaksi joutokäynniksi varsinaisen sahausken eikä myöskään karsinnan aikana. Erilaisissa työmenetelmissä sahan jouto- ja tyhjäkäyntiosuudet vaihtelevat, mutta yleensä kädessä tapahtuvaa joutokäyntiä esiintyy melko runsaasti (HARSTELA 1971). Parhaissa tärinävaimennetuissa sahoissa joutokäyntitärinä on vaarallisempaa kuin tehokäyntitärinä. Paras tärinävaimennettu saha on AHON (1971) mukaan jo sellainen, että sen käyttö kohtuullisin tauoin on vaaratonta.



Liite 2. Tärinän poikkeaman amplitudi moottorisahan takakädensijassa 125 cps frekvenssillä. Numeroille 1, 2 ja 3 merkityt poikkeamat esittävät maksimimäärät tärinälle U.S.S.R. standardin käsityökaluille 626–66, S. E. Thomsonin tutkimuksen ja VDI-Richtlinien VDI 2057 mukaan (AHO 1970).

Appendix 1. Displacement amplitude of vibration at the rear handle of chain saws, measured at a frequency of 125 cps. The broken lines numbered 1, 2 and 3 represent the maximum vibration permitted by the U.S.S.R. standard 626–66, for hand tools, S. E. Thomson's investigation and the VDI-Richtlinien VDI 2057, respectively. (AHO 1970).

2. TÄRINÄN YHTÄJAKSOISEN ALTISTUSAJAN VAIKUTUS TYÖNTEKIJÄN KÄSIIN

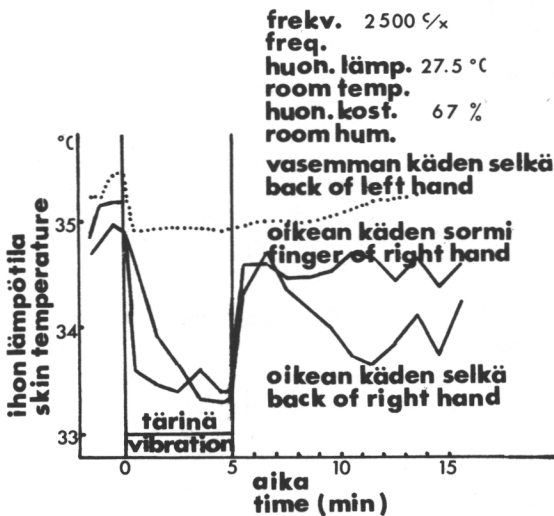
21. Katsaus tutkimuksiin

Johdannossa mainitut työjärjestykset eroavat tärinävaikutusten kannalta toisistaan siten, että yhtäjaksoiset tärinän altistus- ja elpymisaikojen pituudet vaihtelevat työjärjestyksestä toiseen. Yhteenlasketut altistus- ja elpymisajat ovat kuitenkin päivän kuluessa eri työjärjestyksiä käytettäessä suunnilleen saman pituisia. Tärinähaittojen kannalta on se työjärjestys suositeltavin, jossa yhtäjaksoiset altistus- ja elpymisajaksot ovat edullisimmin jaksottuneet työntekijän vaurioitumiseen nähden. Olisi siis selvitettävä kuinka käsien verenkiertoelimestö reagoi altistusajan yhtäjaksoiseen pituuteen ja kuinka nopeasti elpymistä tapahtuu, sekä kumuloiutuko tärinävaikutus lyhyistä tauoista huolimatta.

Koska TVD-taudin syntyy johtavaa mekanisme ei tunneta, on vaikea selvittää lyhytaikaisten tärinän altistus- ja elpymisaikojen vaikutusta taudin syntyy. On vaikea tulkita lyhytaikaisten koetilanteiden fysiologisten ilmiöiden yhteyttä pitkäaikaisen altistuksen yhteydes-

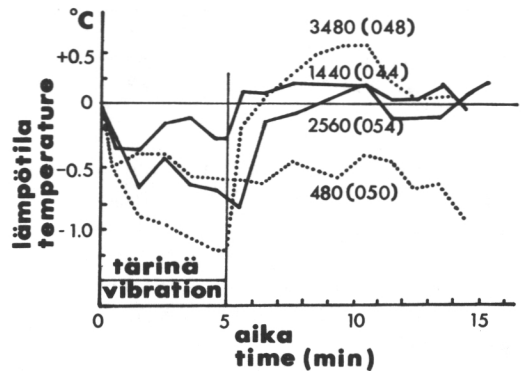
sä ilmeneviin kliinisiin seuraamuksiin. Esimerkiksi ADSONIN ja BROWNINGIN (1929) mukaan vaurioituvat verenkiertoa säätelevät hermostot ja LEWISIN (1927, 1949) mukaan pääasiallinen syy on sormien valtimoissa itsessään. HASAN (1970) arvelee, että molemmat mekanismit saattavat olla mukana taudin synnyssä siten, että toistuvat suonia supistavat sykkykset aiheuttavat vaurioita ja rakenteellisia muutoksia sormien verisuonissa, jotka sen vuoksi tulevat aremmiksi verisuonia supistavien hermojen vaikutukselle.

Lyhytaikaisissa koetilanteissa tärinän keston vaikutusta sormiin on tutkittu mm. sormien lämpötilan (MIURA ym. 1966), tuntokynnyksen (MIURA ym. 1966, BJERKER ym. 1970) ja manipulaatiokyvyn (BAILEY 1963, REYNARD 1963, KAMINSKY 1964, AXELSSON 1967) suhteen. Kuitenkaan ei tiedetä varmasti näiden indikaattorien yhteyttä tärinävaurioiden syntyy.



Liite 3. Käden ihon lämpötilan muutos potilailla, joilla on Raynaudin ilmiö, tärinän aikana ja sen jälkeen (MIURA ym. 1966).

Appendix 3. Change of Skin Temperature of Hand in a Patient with Raynaud's Phenomenon during and after the Vibration (MIURA etc. 1966).



Liite 4. Oikean käden ihon lämpötilan muutos suhteessa tärinän taajuuteen (MIURA ym. 1966).

Appendix 4. The Change of Skin Temperature of Right Hand in Relation to Vibration Frequency. (MIURA etc. 1966).

MIURAN ym. (1966) mukaan sormen ihon lämpötila laski tärinän vaikutuksesta hyvin nopeasti noin minuutin ajan. Sen jälkeen lasku oli vähäisempää. Viiden minuutin altistuksen jälkeen lämpötila palasi vajaan minuutin aikana lähelle normaalia, mutta TVD-taudista kärsivillä se ei vielä 15 minuutinkaan aikana saavuttanut normaalitilaa. Myös ihon lämpötilan ja ”tuntokynnyksen” välillä havaittiin riippuvuus siten, että noin 22,5°C alapuolella tuntokynnys poikkesi normaalista (liite 3 ja 4).

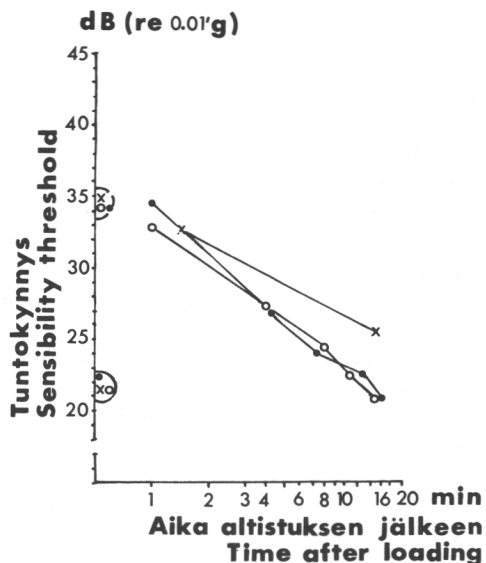
BJERKERIN (1970) mukaan ”tuntokynnyksen” alenemiseen ei merkittävästi vaikuttanut kestäkö altistus 5, 10 vai 15 minuuttia. Myös tuntokynnyksen palautuminen oli kaikkien altistusajojen jälkeen suunnilleen yhtä nopeaa. Palautuminen tapahtui lineaarisesti suhteessa ajan logaritmiin ja kesti noin 15 minuuttia (liite 5). On siis todettava, ettei maitunpituisia altistusajoja käytettäessä havaittu sellaista biologista vastareaktiota altistusajan pituuden suhteen kuin esim. melun vaikuttaessa kuuluelimiin.

KAMINSKYN (1964) mukaan 5 minuutin moottorisahan tärinä alentaa selvästi käden manipulaatiokykyä, jota mitattiin ns. O’Connor-testillä. Myös ns. piirtämistestillä on todettu manipulaatiokyvyn heikentyneen. Manipulaatiokyky oli palautunut entiselleen 5–10 minuutin levon jälkeen.

22. Lyhytaikaisen altistuksen pituuden vaikutus käden manipulaatiokykyyn

221. Aineiston määrä ja laatu

MIURAN ym. (1966) tulokset sormien ihon lämpötilan muutoksista TVD-tautisilla koehenkilöillä viittaavat siihen, että tärinän ”vaikutus” kehittyy hyvin nopeasti ja sen jälkeen pysyy suunnilleen tasaisena. Lämpötila taas nousee verraten nopeasti määrätasoon, jonka jälkeen toipuminen vie kauan. Tulos on hieman ristiriitainen BJERKERIN ym. (1970) tulosten kanssa toipumisen osalta. Bjerkerin ym. mukaan tuntokynnys palautuu 15 minuutin aikana suhteessa ajan logaritmiin. Miuran ym. mukaan taas tuntokynnys korreloi ihon lämpötilan kanssa niin, että tuntokynnys heikkenee lämpötilan laskiessa alle 22,5°C, ja lämpötila altistuksen jälkeen ei laskenut kuin n. 35°C.



Liite 5. Tärinän tuntokynnyksen keskiluvut testitaajuudella 400 Hz ennen tärinää ja eri elpymisaikojen ja altistusajojen jälkeen: x (400 Hz, 10 g, 5 min), o (400 Hz, 10 g, 10 min) ja • (400 Hz, 10 g, 15 min). (BJERKER ym. 1970). *Appendix 5. Median values for the threshold of vibration sensation for the test frequency 400 Hz before and different times after the following stimulations: x (400 Hz, 10 g, 5 min), o (400 Hz, 10 g, 10 min), and • (400 Hz, 10 g, 12 min) (BJERKER etc. 1970).*

Koska manipulaatiokyvyn muutoksista erilaisten lyhyiden altistusajojen jälkeen ei löytynyt tutkimustuloksia, suoritettiin suppeita kokeita käyttäen Partner R 18 tärinävaimennettua moottorisahaa.

Testinä käytettiin O’Connor- ja Minnesota Rate of Manipulation -testien tapaan puulevyä, jossa oli 20 reikää ja niissä läpimitaltaan 16 mm tapit, joiden pituus oli 20 mm. Tapit olivat 10 mm levyn pinnan ulkopuolella. Testattaessa koehenkilö otti tapin vasemmalla kädellä reiästä ja käänsi tapin ylösalaisin ja asetti sen oikealla kädellä takaisin reikään. Testisuureena oli tappien kääntämiseen ja takaisin asettamiseen kulunut aika. Ennen testausta koehenkilöt pyrittiin harjaannuttamaan testin suoritukseen.

Kokeet suoritettiin käyttäen 30 cmin, 200 cmin ja 600 cmin altistusajoja. Testaus tapahtui kunkin altistuksen jälkeen 15 cmin, 50 cmin, 150 cmin ja 200 cmin elpymisaikojen jälkeen. Palautumisaikana testien välillä oli 20 minuuttia. Kaikkia kolmea altistusajaa käytettiin peräkkäin kuitenkin niiden keskinäistä järjestystä vaihdellen. Saha pidettiin "tappitestissä" pöydällä värinäaltistuksen aikana, jotta staattisesta jännityksestä johtuva manipulaatiokyvyn muutos, jonka mm. AXELSSON (1967) on todennut, ei vaikuttaisi tuloksiin. Tuntuu mahdolliselta, että staattisesta työstä johtuva verenkierron heikkeneminen korostaisi myös värinän vaikutusta, mutta kyseisten testien yhteydessä ei voitane päätellä mikä osa käsittelykyvyn heikkenemisestä on katsottava staattisesta työstä ja mikä osa värinästä aiheutuvaksi, jos molempia esiintyy yhtäaikaan. Jouto- ja tehokäyntivärinää altistuksesta oli yhden suhteessa kolmeen.

Kokeiltavana testissä oli kaksi henkilöä, jotka eivät olleet ammattimaisesti käyttäneet

moottorisahaa. Aineiston koko käy ilmi oheisesta taulukosta.

Taulukko 1. Aineiston määrä.
Table 1. Volume of material

Toistoja Repetition	Työntekijä 1 Worker 1			Työntekijä 2 Worker 2		
	Altistus aika, cmin Stimulation time, cmin					
	30	200	600	30	200	600
	8	8	8	8	8	8

222. Testin tulokset

Taulukossa 2 on esitetty testin suorittamiseen kuluneiden aikojen keskiarvot ja -hajonnat eri altistus- ja elpymisaikojen jälkeen.

Taulukko 2. Testiajan keskiarvot ja keskihajonnat eri altistus- ja elpymisaikojen jälkeen.

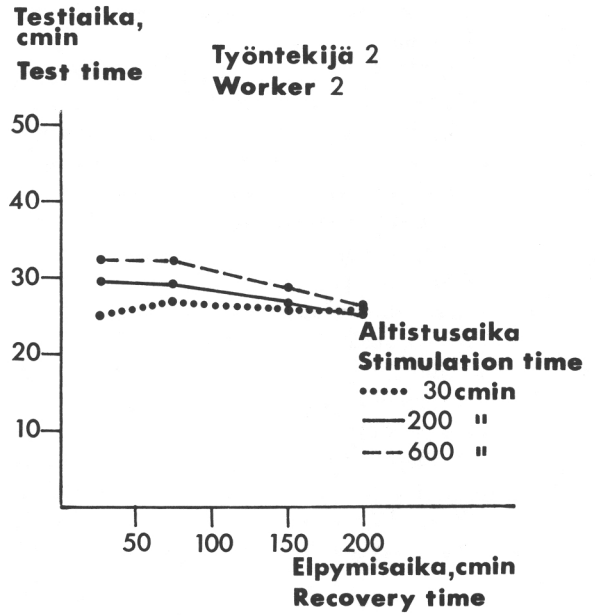
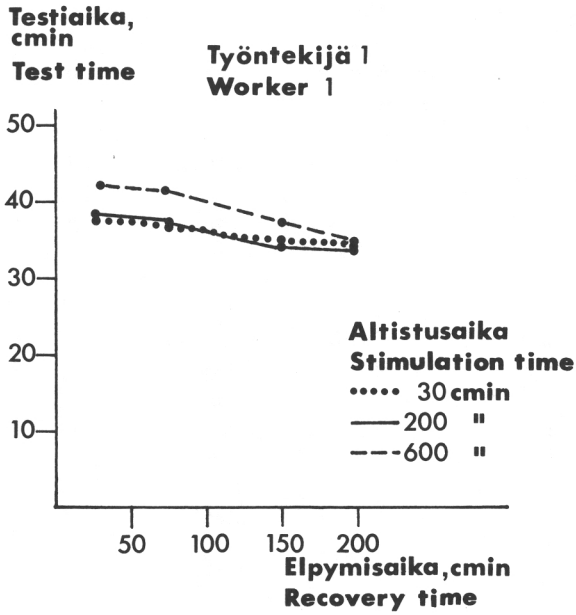
Table 2. Means and standard deviations for the test time after different stimulation and recovery times.

Työntekijä Worker	Altistus- aika, cmin, Stimulation time, cmin	Elpymisaika, smin – Recovery time, cmin									
		0		15		75		150		200	
		Testiaika, cmin – Test time, cmin									
		\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s	s	\bar{x}
1	0	34,5	0,6	—	—	—	—	—	—	—	—
	30	—	—	37,5	2,2	36,7	3,5	34,7	3,8	34,5	1,7
	200	—	—	37,5	2,2	37,0	4,7	34,5	4,1	34,5	3,3
	600	—	—	42,0	2,8	41,5	5,0	37,0	5,8	35,0	4,2
2	0	24,5	0,1	—	—	—	—	—	—	—	—
	30	—	—	25,7	3,5	27,0	4,4	26,0	3,4	26,0	3,4
	200	—	—	29,7	6,2	29,0	7,1	26,2	5,2	25,2	5,5
	600	—	—	32,2	3,8	32,0	4,2	28,5	3,6	26,0	4,9

\bar{x} = keskiarvo – mean

s = keskihajonta – standard deviation

Testituloksissa on havaittavissa selvä rakenne, joka näkyy myös oheisesta kuvasta.



Kuva 1. Testiajan riippuvuus elpymisajasta eri altistusajojen jälkeen.

Fig 1. Test times as a function of the recovery time after different stimulation times.

U-testin mukaan hypoteesi sille, että eri altistusajojen jälkeisten testitulosten välillä on ero, on voimassa seuraavan taulukon osoittamilla riskeillä. Saman altistusajan peräkkäisten havaintojen riippumattomuutta testattiin Spearmanin järjestyskorrelaatiotestillä, eikä riippuvuutta voitu havaita. Myöskin eri altistusajojen havainnot katsottiin toisistaan riippumattomiksi jo koejärjestelyn perusteella. Lisäksi suoritettiin graafista tarkastelua, jossa ei myöskään havaittu riippuvuuteen viittavaa korrelaatiota.

den arvostelu ei ollut suoritettavissa, joten päätettiin ei-parametrisen Mann-Whitneyn U-testin (ks. SIEGEL 1956) käyttöön.

Aineiston pienen koon vuoksi jakautuminen normaalisuuden ja varianssien samansuuruisuu-

U-testi on suora sovellutus kombinatoriikan laskusääntöjen mukaisesta todennäköisyyden laskemisesta ordinaaliasteikolle. Näin laskettu todennäköisyys on riippumaton jakautuman muodosta. Testi on esim. parametrisiin testeihin verrattuna "varovainen" ja epäilemättä "parempien kombinaatioiden todennäköisyyden" käyttö tunnuslukuna mahdollistaisi huomattavasti tehokkaamman vertailun, mutta laskutöiden suuriteoisuuden ta-

Taulukko 3. Mann-Whitneyn U-testin tulokset. Todennäköisyys ilmoittaa riskin, jos väitetään eri altistusajojen tulosten eroavan toisistaan.

Table 3. The Results of the Mann-Whitney U-test. Probability denotes the risk if it is claimed that the results of the different stress times differ from one another.

Vertailuryhmien altistusajat, cmin Stimulation times, cmin	Työntekijä 1 — Worker 1				Työntekijä 2 — Worker 2			
	Elpymisaika, cmin — Recovery time, cmin							
	15	75	150	200	15	75	150	200
Todennäköisyys, % — Probability								
0—30	10,0	44,3	44,3	34,3	24,3	55,7	20,0	20,0
0—200	10,0	10,0	44,3	44,3	1,4	1,4	24,3	44,3
0—600	1,4	1,4	24,3	55,7	1,4	1,4	1,4	34,3
30—200	55,7	44,3	44,3	5,7	34,3	55,7	17,1	17,1
200—600	1,4	2,9	17,1	34,3	10,0	17,1	17,1	17,1
30—600	1,4	2,9	24,3	55,7	1,4	2,9	5,7	44,3

kia ei sitä tässä tapauksessa katsottu tarkoituksenmukaiseksi.

Ks. SIEGEL 1956, KÄRKKÄINEN 1970)

Tulosten perusteella voidaan verraten pienellä riskillä todeta, että altistusajan kasvaessa työntekijöiden manipulaatiokyky on heikentynyt. Poikkeuksena ovat kuitenkin työntekijän yksi arvot lyhyillä altistusajoilla, sillä 30 ja 200 cmin altistusajojen jälkeen ei testituloksissa ole havaittavissa eroja.

Kahden minuutin elpymisajan jälkeen ei testituloksissa enää ole havaittavissa eroja eri ryhmien välillä. Tulokset eivät myöskään U-testin mukaan poikkeaa 20–55 % riskillä ilman altistusajaa saaduista testiarvoista. Nopeaan elpymiseen saattaa vaikuttaa peräkkäin suoritettut testit, jotka ovat tavallaan sormien verryttelyä. Elpymisajan 75 cmin jälkeen on työntekijällä yksi havaittavissa vielä selvä ero altistusajaa

ryhmien 200–600 ja 30–600 välillä, samoin työntekijällä kaksi ryhmien 30–600 välillä. Ryhmien 200–600 välillä on työntekijällä kaksi myös ero, mutta sen olemassaolo on jo epävarma. Elpymisajan 150 cmin jälkeen verraten pienellä riskillä voidaan väittää työntekijällä kaksi olleen eron ryhmien 30–600 välillä, mutta ryhmien 200–600 välillä havaittu ero on pieni ja olemassaololtaan epävarma. Työntekijällä yksi on havaittavissa erot ryhmien 300–600 ja 200–600 välillä, mutta niiden olemassaolo on jo epävarmaa. Tuloksista ei kuitenkaan löydy tukea hypoteesille, jonka mukaan käden manipulaatiokykyyn vaikuttava elimistö saavuttaisi lyhyen altistuksen jälkeen vakiotilan tärinävaikutuksen suhteen. Mutta ei myöskään voida selvästi osoittaa altistusajan pituuden oleellisesti vaikuttavan elpymisajan pituuteen.

23. Tärinäaltistuksen ja elpymisaikojen erilaisen jaksottamisen vaikutus käden manipulaatiokykyyn

231. Aineiston määrä ja laatu

Kuitupuun teossa erilaisia työjärjestyksiä käytettäessä elpymisajat voivat olla niin lyhyitä, ettei täydellistä elpymistä ehdi tapahtua. Tä-

män vuoksi tutkittiin käden manipulaatiokyvyn muutosten kumuloitumista seuraavissa altistus-tapauksissa.

1. altistusajaa 25 x 40 cmin, jaksojen välissä 10 cmin tauko
2. " 5 x 200 cmin, " " 50 " "
3. " 2 x 500 cmin, " " 150 " "

Altistuksen jälkeen suoritettiin aikaisemmin selostettu tappien asettamistesti 0, 50, 150 ja 200 cmin elpymisaikojen jälkeen. Muuten koejärjestely vastasi edellisessä luvussa selostettua koetta.

Koehenkilöitä oli kaksi, jotka eivät aikaisemmin olleet ammattimaisesti käyttäneet moottorisahaa. Suoritettujen toistojen määrä ilmenee oheisesta taulukosta.

232. Testitulokset

Oheisessa taulukossa 5 on esitetty testiaikojen keskiarvot ja hajonnat erilaisten altistusten ja elpymisaikojen jälkeen.

Taulukko 4. Aineiston määrä.

Table 4. Volume of material.

	Työntekijä 1 Worker 1			Työntekijä 2 Worker 2		
	Altistus — Stimulation					
	1	2	3	1	2	3
Toistoja Repetitions	11	11	11	11	11	11

Taulukko 5. Testiaikojen keskiarvot ja -hajonnat erilaisten altistusten ja elpymisaikojen jälkeen.
 Table 5. Means and standard deviations for the test time after different stimulations and recovery times.

Työntekijä Worker	Altistus Stimulation	Elpymisaika, cmin – Recovery time, cmin							
		0		50		150		200	
		Testiaika, cmin – Test time, cmin							
		\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s
1	0	32,5	3,2	—	—	—	—	—	—
	1	35,4	4,6	33,1	4,2	33,3	3,8	31,7	3,2
	2	34,9	2,5	34,6	5,5	34,0	4,8	33,5	5,3
	3	34,2	4,9	34,8	3,4	31,5	2,7	32,3	2,0
2	0	36,8	6,3	—	—	—	—	—	—
	1	39,9	8,5	40,3	7,2	36,3	4,7	36,9	6,6
	2	40,4	7,9	38,5	7,2	28,6	6,1	38,4	7,3
	3	37,6	7,2	36,7	5,8	37,1	6,3	36,8	7,9

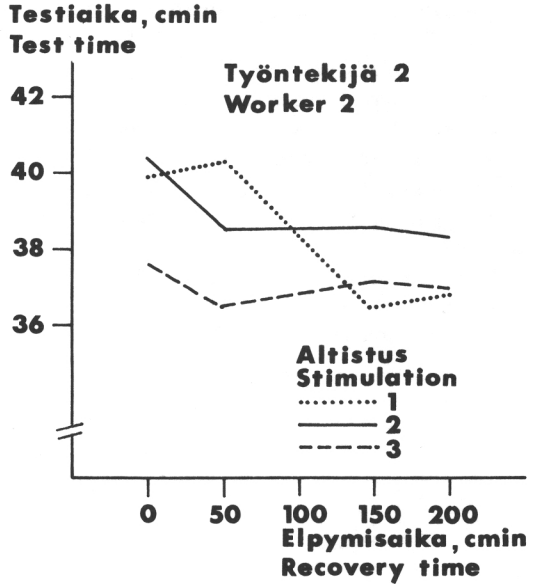
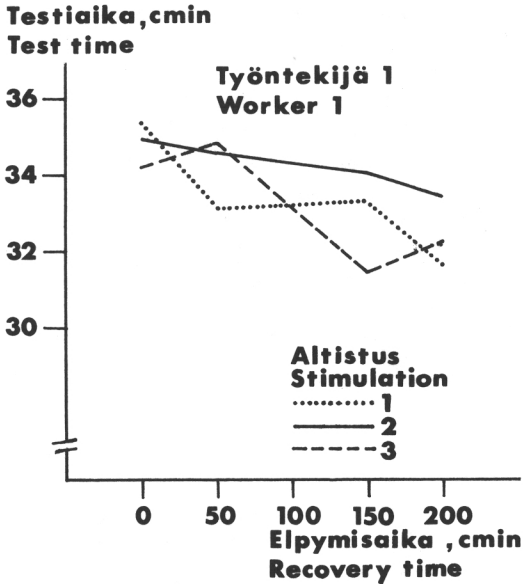
Altistus:

Stimulation:

- 1 25 x 40 cmin, jaksojen välissä – between sequences 10 cmin tauko – pause
 2 5 x 200 cmin, ” ” ” ” 50 cmin ” ”
 3 2 x 500 cmin, ” ” ” ” 150 cmin ” ”

Keskiarvoista samoin kuin kuvasta 2 nähdään, että manipulaatiokyky erilaisen altistuksen jälkeen on ollut suunnilleen samanlainen ja elpyminen altistusajan jälkeen on ollut veraten nopeaa. Toipumiseen, samoin kuin edellisessä luvussa selostetussa testisarjassa, on saatanut vaikuttaa peräkkäin suoritettujen testien ”verryttelyvaikutus”.

Testiarvoissa havaittiin graafisissa tarkaste- luissa testiarvojen riippuvuutta päivän lämpötilasta, joka vaihteli + 10°C...+ 20°C. Koska aineiston pienen koon vuoksi parametrinen testien edellytyksiä ei voitu testata, päädyttiin ei-parametriseen Wilcoxonin järjestystestin käyttöön keskiarvojen erojen testauksessa. Testi ottaa huomioon paitsi erojen suunnan myös



Kuva 2. Testiajan riippuvuus elpymisajasta eri altistusten jälkeen.

Fig 2. Test times as a function of the recovery time after different stimulations.

suuruuden. Siinä verrataan havaintoja pareittain, mikä pienentää lämpötilasta johtuvaa tulosten hajontaa (MÄKINEN 1968).

Tuloksena saatiin eri altistusajojen välille T-arvoja, jotka vaihtelivat 15–25 ja vertailtavien

hajontoparien määrä O-arvojen poistamisen jälkeen 8–10. Näin todettiin, ettei testituloksissa eri altistusten jälkeen ollut merkitseviä eroja alle 10 % riskillä.

24. Tulosten tarkastelua

MIURAN ym. (1966) tutkimukset käden ihon lämpötilasta, BJERKERIN ym. (1970) tutkimukset käden tuntokynnyksestä sekä tätä tutkimusta varten suoritettut suppeat kokeet käsien manipulaatiokyvystä viittaavat kaikki siihen, että tärinä vaikuttaa käsiin jo varsin lyhytaikaisen altistuksen jälkeen.

Tärinävaikutuksesta elpyminen on eri tutkimuksissa ja eri indikaattoreita käyttäen kestänyt 2–15 minuuttia (vrt. MIURA ym. 1966, AXELSOSN 1967, BJERKER ym. 1970). Miuran ym. tutkimuksen mukaan TVD-taudista kärsivillä koehenkilöillä ei oikean käden ihon lämpötila vielä 15 minuutinkaan elpymisen jälkeen saavuttanut normaalia.

On siis todettava, ettei ole voitu osoittaa, että tärinävaikutus noudattaisi samanlaista säännönmukaisuutta kuin esim. happivelan syntymiseen johtava biologinen prosessi, jolloin ”altistuksen” pidentäminen pidentää suhteessa enemmän elpymisaikaa ja altistuksen pilkkominen pieniin osiin lyhentää kokonaiselpymisaikaa (vrt. LUTHMAN ym. 1969).

Lyhyt tärinävaikutuksen syntymisaika ja verraten pitkät elpymisajat viittaavat siihen, ettei puutavaran teossa sahaus- ja kasausaikoja jaksottamalla voida oleellisesti vaikuttaa edellä esitettyjen tärinävaikutusten syntymiseen, jos samalla pyritään työssä vaadittavan energian kulutuksen minimointiin (HARSTELA 1971). Samaan viittaa edellä selostettu koe tärinä- ja elpymisaikojen jaksottamisen vaikutuksesta kä-

sien manipulaatiokykyyn. Tämä on seurausta siitä että tehtäessä kuitupuuta palstatien varteen kasausaika on noin 25 % luokkaa sahankäsitelyajasta. Kuitupuun teko voidaan kyllä suorittaa myös siten, että kasausaika muodostuu pitkäksi, jolloin toipuminen tärinän vaikutuksista saattaisi tapahtua. Tällöin kuitenkin myös kasauksen pitkän kestoajan seurauksena energian kulutuksesta johtuva rasitushuippu nousee työntekijällä suureksi. Näin ollen ainut näkyvissä oleva keino tärinävaikutuksen pienentämiseksi lienee riittävän pitkien taukojen pitäminen sahojen teknisten ominaisuuksien parantamisen ja sahaustekniikan kehittämisen lisäksi.

Edellä esitetyt päätelmät on tehty sellaisten indikaattoreiden perusteella, joiden yhteyttä TVD-taudin syntyyn ei voida osoittaa. Tämän vuoksi lääketieteellisuonteiset tutkimukset ovat tärinävaurioiden estämisen kannalta avainasemassa. Sama pätee myös moottorisahan teknisten ominaisuuksien kehittämiseen (AHO 1971) sekä oikean taukotekniiikan määrittämiseen nähden.

Tämän tutkimuksen päätelmät perustuvat järjestettyihin koetilanteisiin, joissa työn luonteen huomioon ottaminen esim. staattisen lihäsännityksen, lämpötilan ja eri työvaiheiden lihasten käytön osalta ei ollut mahdollista. Edelleen erilaisten sahojen teknisten ominaisuuksien huomioon ottamiseen on ollut vain rajoitetut mahdollisuudet. Tuloksia onkin pidettävä vain alustavina ja päätelmiä hypoteesin luonteisina.

3. TIIVISTELMÄ

Tarkoituksena on ollut tarkastella kuitupuun teossa sahan käsittelyajan ja kasausajan erilaista jaksottamista tärinän aiheuttamien vaurioiden syntymisriskin kannalta. Tarkastelu suoritettiin kirjallisuuden ja suppeiden käden manipulaatiokykyä mittaavien testien perusteella.

Kirjallisuuden mukaan TVD-taudin syntymekanismeja ei tunneta. Täten ei voida myöskään osoittaa tässä käytettyjen indikaattoreiden suhdetta valkoisten sormien syntyyn. Käden, ihon lämpötilan ja tuntokynnyksen alenemisen

sekä osittain käden manipulaatiokyvyn heikkenemisen perusteella voidaan päätellä, että tärinävaikutus syntyy nopeammin kuin siitä toipuminen kestää. Toipumisajat indikaattorista riippuen on eri tutkimuksissa kestänyt 2–15 minuuttia tai vieläkin pitempään. Näin ollen ei voitu osoittaa, että jokin työjärjestys olisi tärinävaikutuksen suhteen toista edullisempi, jos yhtäjaksoinen kasusaika halutaan pitää lyhyenä ns. rasiushuipun pienentämiseksi.

KIRJALLISUUSLUETTELO

- AGATE, J. N., DRUETT, H. A. 1947. A Study of Portable Vibrating tools in Relation to the Clinical Effects Which They Produce, Brit. I. Industr. Med. 4-141.
- AHO, K. 1970. Vibration Measurements of Chain Saws. Work-Environment-Health. Vol. 7. no. 1. Institute of Occupational Health. Helsinki.
- AHO, K. 1971. Menetelmä moottorisahan värinän mittaamiseksi ja tulosten arvostelemiseksi. Method of measuring the vibration of of chain saws and evaluating the results. Valtion maatalouskoneiden tutkimuslaitos. Tutkimuslaskelma 8. Helsinki.
- AXELSSON, S.-A. 1967. Analysis av motorsågars vibrationer. Analysis of Vibrations of Power Saws. Skogshögskolan Institutionen för skogsteknik. Rapporter och Uppsatser 31. Stockholm.
- BJERKER, N., KYLIN, B., LINDSTRÖM, I.-M. 1970. Changes in the Vibratory Sensation Threshold after Exposure to Powerful Vibration. A. Preliminary Report. Work Environment-Health, Vol. 7. no. 1. Institute of Occupational Health. Helsinki.
- BURCH, G. E., PHILLIPS, J. 1963. Peripheral Vascular Diseases - Diseases other than Atherosclerosis. Handbook of Physiology. American Physiological Society.
- GROUND, M. 1964. Raynaud's Phenomenon in Uses of Chainsaws. The Medical I. of Australia 1.270.
- HAGEN, J. H. 1961. Schäden durch Pressluftwerkzeuge und vibrierende Maschinen. Handbuch der gesamten Arbeitsmedizin.
- HARSTELA, P. 1971. Työjärjestyksen vaikutus tynkäkarsitun ja likipituisen kuusikuitupuun teossa. The effect of the sequence of work on the preparation of approximately 3-m, rough-limbed spruce pulpwood. Folia Forestalia 105. Helsinki.
- HASAN, J. 1970. Biomedical Aspects of Low-Frequency Vibration. A Selective Review. Work-Environment-Health. Vol. 6. no. 1. Institut of Occupational Health. Helsinki.
- HELLTSRØN, B. og VIK, T. 1970. "Hvite fingre" hos norske skogsarbeidere. Kliniske og eksperimentelle undersøkelser. Foreløpig arbeidsrapport. "White fingers" in Norwegian forest workers. A clinical and experimental Study. Preliminary report. Det Norske Skogforsøksvesen. Driftsteknisk rapport nr. 9. Oslo.
- KYLIN, B., LINDSTRÖM, I. M. 1968. Undersökning över vibrationskador hos skogarbetare. Arbetsmedicinska Institutet Ur. AI-rapport No. 5.
- LUTHMAN, G., ÅBERG, U., LUNDGREN, N. 1969. Handbok i ergonomi. Uppsala.
- MIURA, T., KUMURA, K., TOIMINAGA, Y., KIMOTSUKI, K. J. 1966. On the Reynaud's Phenomenon of Occupational Origin due to Vibrating Tools. Journal on Science of Labour 42.
- MIURA, T., MORIOKA, M., KIMURA, K., ISIDA, N., 1967. On the Occupational Hazards by Vibrating Tools. Report from the Institute for Science of Labor, no. 52.
- MÄKINEN, Y. 1968. Tilastotiedettä biogeille. Kurssimoniste. Turun Yliopiston kasvitieteen laitos. Turku.
- TREIBERG, B., UTBULT, B., PLEVIN, E. 1964. Om verkningar av motorsågsvibrationer i skogsarbete. Institutionen för skogsteknik. Skogshögskolan, rapporter och uppsatser nr 22. Stockholm.
- TUFVESSON, B. R. 1966. Hälsotillstånd och yrkeshygieniska problemställningar hos 122 skogsanställd i Wifstavarfs AB. (moniste). Valtion maatalouskoneiden tutkimuslaitos. 1969. Koetuslaskelma 719. Helsinki.

- No 83 Ole Oskarsson: Pluspuiden fenotyypisessä valinnassa sovellettuja valinnan asteita. Selection degrees used in the phenotypic selection of plus trees. 1,50
- No 84 Kari Keipi ja Otto Kekkonen: Calculations concerning the profitability of forest fertilization. Laskelmia metsän lannoituksen edullisuudesta. 2,—
- No 85 S.—E. Appelroth — Pertti Harstela: Tutkimuksia metsänviljelytyöstä I. Kourukuokka, kenttälapio, taimivakka, taimilaukku sekä istutus koneet Heger ja LMD-1 istutettaessa kuusta peltoon. Studies on afforestation work I. The use of semi-circular hoe, the field spade, plant basket, plant bag and the Heger and LMD-1 tree planters in planting spruce in fields. 3,—
- No 86 Pertti Veckman: Metsäalan toimihenkilöiden koulutustarve 1970-luvulla. Educational requirements of professional forestry staff in the 1970s. 4,—
- No 87 Michael Jones and David Cope: Economics Research in the Finnish Forest Research Institute, 1969—1974. 4,—
- No 88 Seppo Ervasti, Lauri Heikinheimo, Kullervo Kuusela ja Veikko O. Mäkinen: Forestry and forest industry production alternatives in Finland, 1970—2015. 6,—
- No 89 Risto Sarvas: Establishment and registration of seed orchards. 2,—
- No 90 Terho Huttunen: Suomen puunkäyttö, poistuma ja metsätase vuosina 1968—70. Wood consumption, total drain and forest balance in Finland in 1968—70. 5,—
- No 91 Pertti Harstela ja Teemu Ruoste: Kokonaisten puiden esijuonto kaksirumpuvinttutililla käytävä- ja riviharvennuksessa. Laitteiden ja menetelmien kehittäely sekä tuotoskokeita. Preliminary full-tree skidding by two-drum winch in strip and row thinning. 2,50
- No 92 Pentti Hakkila ja Pentti Rikkonen: Kuusitukit puumassan raaka-aineena. Spruce saw logs as raw material of pulp. 1,50
- No 93 Kari Löyttyniemi: Havupunkin ja kuusen neulaspunkin torjunta. Control of mites *Oligonychus ununguis* and *Nalepella haarlovi* var. *piceae-abietis*. 2,50
- No 94 Paavo Tiihonen: Puutavaralajitaulukot 5. Koivun uudet paperipuutaulukot. Sortimentafeln 5. Neue Papierholztafeln für Birke. 2,50
- No 95 Jorma Rajala: Nykymetsiköiden kasvuprosentti Suomen eteläpuoliskossa vuosina 1964—68. 2,50
- No 96 Metsätilastollinen vuosikirja 1969. Yearbook of forest statistics 1969. 8,—
- No 97 Juhani Numminen: Short-term forecasting of the total drain from Finland's forests. Suomen metsien kokonaispoistuman lyhytjaksoinen ennustaminen. 1,50
- No 98 Juhani Nousiainen, Jukka Sorsa ja Paavo Tiihonen: Mänty- ja kuusitukkipuiden kuutiomismenetelmä. Eine Methode zur Massenermittlung von Kiefern- und Fichtenblochholz. 4,—
- 1971 No 99 Yrjö Vuokila: Harvennumallit luontaisesti syntyneille männiköille ja kuusikoille. Gallringsmallar för icke planterade tall- och granbestånd i Finland. Thinning models for natural pine and spruce stands in Finland. 2,—
- No 100 Esko Leinonen ja Kalevi Pullinen: Tilavuuspaino-otanta kuitupuun mittauksessa. Green density sampling in pulpwood scaling. 2,—
- No 101 IUFRO, Section 31, Working Group 4: Forecasting in forestry and timber economy. 5,—
- No 102 Sulo Väänänen: Yksityismetsien kantohinnat hakkuuvuonna 1969/70. Stumpage prices in private forests during cutting season 1969/70. 1,—
- No 103 Matti Ahonen: Tutkimuksia kanto- ja juuripuun korjuusta I. Kokeilu puiden kaatamisesta juurakkoineen. Studies on the harvesting of stumps and roots in Finland I. Experiment with the felling of trees with their rootstock. 2,—
- No 104 Ole Oskarsson: Plusmetsiköiden valintaero ja jalostusvoiton ennuste. Selection differential and the estimation of genetic gain in plus stands. 1,50
- No 105 Pertti Harstela: Työjärjestyksen vaikutus tynkäkarsitun ja likipituisen kuusikuitupuun teossa. The effect of the sequence of work on the preparation of approximately 3-m, rough-limbed spruce pulpwood. 2,50
- No 106 Hannu Vehviläinen: Metsätyömiesten moottorisahakustannukset 1969—1970. Power-saw costs of forest workers in 1969—1970 3,—
- No 107 Olli Uusvaara: Vaneritehtaan jätetuusta valmistetun hakkeen ominaisuuksista. On the properties of chips prepared from plywood plant waste. 2,50
- No 108 Pentti Hakkila: Puutavaran vaurioitumisesta leikkuuterää korjuutyössä käytettäessä. On the wood damage caused by shear blade in logging work. 2,—
- No 109 Metsänviljelykustannusten toimikunnan mietintö. Report of the committee on the costs of forest planting and seeding.
- No 110 Kullervo Kuusela — Alli Salovaara: Kainuun, Pohjois-Pohjanmaan, Koillis-Suomen ja Lapin metsävarat vuosina 1969—70. Forest resources in the Forestry Board Districts of Kainuu, Pohjois-Pohjanmaa, Koillis-Suomi and Lappi in 1969—70. 5,50

- No 111 Kauko Aho ja Klaus Rantapuu: Metsätraktorien veto- ja nousukyvyistä rinteessä.
On slope-elevation performance for forest tractors. 2,—
- No 112 Erkki Ahti: Maaveden jännityksen mittaamisesta tensiometrillä.
Use of tensiometer in measuring soil water tension. 1,—
- No 113 Olavi Huikari — Eero Paavilainen: Metsänparannustyöt ja luonnon moninaiskäyttö.
Forest improvement works and multiple use of nature. 2,—
- No 114 Jouko Virta: Yksityismetsänomistajien puunmyyntialttius Länsi-Suomessa vuonna 1970.
Timbers-sales propensity of private forest owners in western Finland in 1970. 6,—
- No 115 Veijo Heiskanen ja Pentti Rikkonen: Tukkien todellisen kiintomitan mittaamisessa käytettävät muunto- ja kuutioimisluvut. Sahatukkien mittaus- ja hinnoittelututkimukseen 1970 perustuvat taulukot. 1,—
- No 116 Veijo Heiskanen: Tyvitukkien ja muiden tukkien koesahauksia Pohjois-Suomessa.
Test sawings of butt logs and top logs in Northern Finland. 2,50
- No 117 Paavo Tiihonen: Suomen pohjoispuoliskon mäntytukkipuusto v. 1969—70.
Das Kiefernstarkholz der nördlichen Landeshälfte Finnlands i.J. 1969—70. 2,—
- No 118 Pertti Harstela: Moottorisahan tärinän vaikutuksesta työntekijän käsiin.
On the effect of motor saw vibration on the hands of forest worker. 1,50
- No 119 Lorenzo Runeberg: Plastics as a raw-material base for the paper industry in Finland.
Muovit paperiteollisuuden raaka-aineena Suomessa. 2,50
- No 120 Esko Salo — Risto Seppälä: Kiinteistöjen polttoraakapuun käytön väli-inventointi vuosina 1969/70.
Fuelwood consumption on farms and in buildings, intermediate inventory, 1969/70. 3,—
- No 121 Heikki J. Kunnas: Forestry in national accounts.
Metsätalouden kansantulo-osuuden laskenta. 2,—
- No 122 Pentti Kuokkanen: Metsänviljelytaimien kasvatuskustannukset vuosina 1969 ja 1972.
Costs of growing forest-tree seedlings in nurseries in 1969 and 1972. 2,50
- No 123 Juhani Numminen: Puulevyjen käyttö Uudenmaan talousalueella v. 1967 valmistuneissa rakennuksissa.
The use of wood-based panels in buildings completed in 1967 in the Uusimaa Economic Region. 2,50