

92

*Juha Suutarinen,  
Timo Leskinen, Jouni Lehtelä,  
Pekka Olkinuora, Janne  
Väänänen, Pekka Plaketti ja  
Hannu Haapala*

**Ajettavien työkoneiden  
kulkuteiden turvallisuus**



*Juha Suutarinen, Timo Leskinen, Jouni Lehtelä, Pekka Olkinuora,  
Janne Väänänen, Pekka Plaketti ja Hannu Haapala*

---

# **Ajettavien työkoneiden kulkuteiden turvallisuus**

**The safety of access paths of mobile machinery**

---

**Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus**

ISBN 951-729-598-7 (Painettu)  
ISBN 951-729-601-0 (Verkkajulkaisu)  
ISSN 1239-0852 (painettu)  
ISSN 1239-0844 (Verkkajulkaisu)  
<http://www.mtt.fi/asarja>

*Copyright*

MTT

Juha Suutarinen, Timo Leskinen, Jouni Lehtelä, Pekka Olkinuora,  
Janne Väänänen, Pekka Plaketti ja Hannu Haapala

Julkaisun valokuvat ovat kirjoittajien ottamia

*Julkaisija*

MTT, 31600 Jokioinen

*Jakelu ja myynti*

MTT, Tietopalveluyksikkö, 31600 Jokioinen  
Puhelin (03) 4188 2327, telekopio (03) 4188 2339  
sähköposti [julkaisut@mtt.fi](mailto:julkaisut@mtt.fi)

*Painatus*

Jyväskylän yliopistopaino 2001

Sisäsivujen painopaperille on myönnetty pohjoismainen Joutsenmerkki.  
Kansimateriaali on 75-prosenttisesti uusiokuitua.

<sup>1)</sup> MTT, Maatalousteknologian tutkimus, Maatalousteknologia, Vakolantie 55, 03400 Vihti, [juha.suutarinen@mtt.fi](mailto:juha.suutarinen@mtt.fi)

<sup>2)</sup> Työterveyslaitos, Työturvallisuusosasto, Topeliuksenkatu 41 a A, 00250 Helsinki, [timo.leskinen@occuphealth.fi](mailto:timo.leskinen@occuphealth.fi), [jouni.lehtela@occuphealth.fi](mailto:jouni.lehtela@occuphealth.fi), [janne.vaananen@occuphealth.fi](mailto:janne.vaananen@occuphealth.fi), [pekka.plaketti@occuphealth.fi](mailto:pekka.plaketti@occuphealth.fi)

<sup>3)</sup> MTT, Maatalousteknologian tutkimus, Mittaus ja standardisointi, Vakolantie 55, 03400 Vihti, [pekka.olkinuora@mtt.fi](mailto:pekka.olkinuora@mtt.fi)

<sup>4)</sup> MTT, Maatalousteknologian tutkimus, Vakolantie 55, 03400 Vihti, [hannu.haapala@mtt.fi](mailto:hannu.haapala@mtt.fi)

## Tiivistelmä

---

*Avainsanat: työkoneet, turvallisuus, ergonomia, kulkutiet, liikkuminen*

---

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää ajettavien työkoneiden kulkuteihin liittyviä ongelmia ja käytettävissä olevien tutkimusmenetelmien soveltuvuutta niiden ratkaisemiseen. Kulkutiellä tarkoitetaan koneen sisään- ja ulosmenoreittiä, ts. portaita ja ovi-aukkoa.

Aluksi tehtiin kirjallisuuskatsaus kulkuteistä ja niiden käytössä todetuista keskeisistä ongelmista. Lisäksi selvitettiin kulkuteihin liittyvät standardivaatimukset. Maatalousyrittäjien eläkelaitokselta (MELA) hankittiin tapaturmatilastoja maatalousalan kulkutietapaturmista. Tilastotietokannasta selvitettiin yleisimmät tapaturmatyypit ja tarkasteltiin niiden syitä. Tyypillinen kulkutietapaturma on alaraajan tai selän venähdys, kun koneen kuljettaja ohjaamosta poistuessaan liukastuu tai hyppää alas.

Tutkimusta varten haastateltiin yhteensä 16:ta työkoneiden suunnittelijaa ja 14:ää käyttäjää. Kokonaisuutena suunnittelijat olivat verrattain tyytyväisiä koneiden kulkuteihin, mutta tunnistivat kuitenkin koneissaan turvallisuus- ja ergonomiaongel-

mia. Käyttäjähastatteluilla kartoitettiin käyttäjien kokemuksia ja tietoja kulkuteiden toimivuudesta ja mahdollisista riskitilanteista. Lisäksi käyttäjien liikkumista koneiden kulkuteillä kuvattiin videolle.

Videonauhat osoittivat, että käyttäjien liikkua joko ylös tai alas kulkutiellä, ei kolmipistekontakti toteutunut toivotulla tavalla. Kolmipistekontaktilla tarkoitetaan, että yksi jalka ja kaksi kättä tai yksi käsi ja kaksi jalkaa on koko ajan kontaktissa kulkutiehen. Käyttäjät tulivat useimmiten ohjaamosta alas etuperin. Tällöin kolmipistekontaktin säilyttäminen tuottaa vaikeuksia, koska käsijohteisiin on vaikea tarttua selkä koneeseen päin, toisin sanoen ohjaamosta etuperin poistuttaessa.

Liikeanalyysin mahdollisuuksia testattiin kuvaamalla kahden koehenkilön liikkumista Lännen 860 S -kaivurikuormaajan kulkutiellä. Peak Motus -liikeanalyysijärjestelmällä pystytään mallintamaan ihmisen liikkuminen kolmiulotteisena tikkuukkomallina samanaikaisesti eri suunnista kuvatuista videokuvista. Liikeanalyysin perusteella esimerkiksi tutkitun koneen jous-

tava alin askelma osoittautui turvallisuusriskiksi.

Saatujen tulosten perusteella kulkuteiden suunnitteluun kannattaa panostaa. Suuret suhteelliset häiriö- ja tapaturma-

frekvenssit osoittavat kulkuteiden kehitystarpeen. Näitä tarpeita tulisikin sisällyttää myös koneiden ja kulkuteiden turvallisuus- ja ergonomiastandardeihin.

---

**Suutarinen, J.<sup>1)</sup>, Leskinen, T.<sup>2)</sup>, Lehtelä, J.<sup>2)</sup>, Olkinuora, P.<sup>3)</sup>, Väänänen, J.<sup>2)</sup>, Plaketti, P.<sup>2)</sup> & Haapala, H.<sup>4)</sup>** 2000. The safety of access paths of mobile machinery. MTT publications. Serie A 92. Jokioinen: MTT Agrifood Research Finland. 60 p. + 3 app. ISSN 1239-0852 (Printed version), ISSN 1239-0844 (Electronic version), ISBN 951-729-598-7 (Printed version), ISBN 951-729-601-0 (Electronic version). <http://www.mtt.fi/asarja>

- <sup>1)</sup> MTT Agrifood Research Finland, Agricultural Engineering Research, Agricultural Engineering, Vakolantie 55, FIN-03400 Vihti, Finland, [juha.suutarinen@mtt.fi](mailto:juha.suutarinen@mtt.fi)
- <sup>2)</sup> Finnish Institute of Occupational Health, Department of Occupational Safety, Topeliuksenkatu 41 a A, FIN-00250 Helsinki, Finland, [timo.leskinen@occuphealth.fi](mailto:timo.leskinen@occuphealth.fi), [jouni.lehtela@occuphealth.fi](mailto:jouni.lehtela@occuphealth.fi), [janne.vaananen@occuphealth.fi](mailto:janne.vaananen@occuphealth.fi), [pekka.plaketti@occuphealth.fi](mailto:pekka.plaketti@occuphealth.fi)
- <sup>3)</sup> MTT Agrifood Research Finland, Agricultural Engineering Research, Testing and Standardization, Vakolantie 55, FIN-03400 Vihti, Finland, [pekka.olkinuora@mtt.fi](mailto:pekka.olkinuora@mtt.fi)
- <sup>4)</sup> MTT Agrifood Research Finland, Agricultural Engineering Research, Vakolantie 55, FIN-03400 Vihti, Finland, [hannu.haapala@mtt.fi](mailto:hannu.haapala@mtt.fi)
- 

## Abstract

---

*Key words: access path, mobile machinery, safety, ergonomics, moving*

---

The aim of the study was to examine the problems related to moving on the access paths of mobile machinery, and the applicability of available research methods in solving them. Access path means the access and the exit path of the machine, i.e. stairs and doorways.

The research began with the literary research concerning access paths, and the main problems and disorders associated with their use. Also the standards related to the access paths were clarified.

Statistics from the Farmers Social Insurance Institution of Finland in 1997 formed the base material for the analysis of accidents on the access paths of the mobile machinery used in agriculture. The most usual accident types and their causes were analysed. A typical result of an accident on an access path was a strain or a sprain in the lower extremity or back when the machine's driver would jump from, or slip while exiting the cabin.

Fourteen users and sixteen designers of the machines were interviewed as part of the

research. As a whole, the designers were quite satisfied with the access paths of the machines designed by themselves but all of them also recognised that there were safety and ergonomic problems that should be improved.

The user interviews were used to record users' experiences, knowledge and opinions on the functionality, problems and risk situations on access paths. Also the movements of users on the access paths were recorded on video.

The recordings illustrated that the users' ability to maintain so called three point contact, i.e. to have at least three of the limbs supported, at any time while moving up and down was limited. Users preferred to face forwards while stepping down from the cockpit. This would make it more difficult to maintain three point contact because it is hard to grip a handrail while the back towards the machine. In other words exiting the machine by coming down the stairs facing forwards.

The possibilities of motion analysis were

tested with a video camera, which recorded the movements of two subjects on the pathways of a Lännen 860 S -backhoe loader. With a Peak Motus motion analysis system it is possible to model human movement as a three-dimensional stick figure taken from synchronous video camera recordings, and recorded from different directions. Motion analysis showed for example that the elastic attachment of the lowest step of the ma-

chine was a safety risk.

According to these results, it is worthwhile investing in access path design. High relative disorder and the frequency of accidents indicate that the access paths still need development work. These needs should also be part of the machinery and access path safety and ergonomic standardisation.

## Alkusanat

Ajettavien työkoneiden kulkuteiden turvallisuutta koskevan tutkimuksen tekivät Maatalouden tutkimuskeskuksen Maatalousteknologian tutkimus (MTT/Vakola) ja Työterveyslaitoksen (TTL) Työturvallisuusosasto. Tutkimus oli pääosin Työsuojelurahaston rahoittama. Tämä raportti käsittelee tutkimuksen alkuosaa, joka kesti puoli vuotta 1.9.1999–29.2.2000. Hankkeelle on haettu Työsuojelurahastosta jatkorahoitusta.

Tutkimuksessa olivat mukana seuraavat konevalmistajat: Lännen Engineering Oy, Patria Vammas Oy, Ponsse Oyj, Sampo-Rosenlew Oy, Timberjack Group Oy, Valtra Oy ja Vilakone Oy. Valintaperusteina tutkimukseen olivat konevalmistajien ja konemallien kotimaisuus ja Suomessa tehtävän suunnittelutyön osuus, jolloin koneiden ominaisuuksiin voidaan todella vaikuttaa. Lisäksi tutkimuksen tämän osan selvitysluonteen kannalta tärkeää oli koneiden

erilaisuus, millä tavoiteltiin mahdollisimman kattavaa kuvaa ajettavien työkoneiden kulkuteiden turvallisuuteen vaikuttavista tekijöistä.

Tutkijaryhmä kiittää tutkimukseen osallistuneita konevalmistajia ja heidän suunnittelihoitaan sekä käyttäjähaastatteluihin osallistuneita koneiden käyttäjiä ja liikemittauksiin osallistuneita koehenkilöitä. Erityisesti on syytä kiittää Lännen Engineering Oy:tä, joka toimitti kaivurinsa koneen käyttäjien liikkeiden mittaamista varten MTT/Vakolaan.

Kiitämme myös Maatalousyrittäjien eläkelaitosta, joka luovutti tutkimukseen maatilatalouden kulkutietapaturmia koskevan tilastoaineiston.

Tutkimuksen tuloksia esiteltiin ”Ajettavien työkoneiden kulkuteiden turvallisuus ja standardisointitilanne” -seminaarissa 20.1.2000 Vihdissä. Tämä loppuraportti kattaa seminaarijulkaisun aineiston.



# Sisällys

Tiivistelmä . . . . .	3
Abstract . . . . .	5
Alkusanat . . . . .	6
1 Johdanto . . . . .	9
2 Tausta . . . . .	9
2.1 Työkoneiden käyttömääriä . . . . .	9
2.2 Kulkutiet tutkimusten valossa . . . . .	11
2.2.1 Kulkutietapaturmat . . . . .	11
2.2.2 Tapaturmatekijät . . . . .	13
2.2.3 Kulkutieongelmien ratkaisusuuntia . . . . .	16
2.3 Kansainväliset ja eurooppalaiset määräykset ja standardit . . . . .	18
2.3.1 Ergonomiastandardit . . . . .	18
2.3.1.1 Standardien taustaa . . . . .	18
2.3.1.2 Ergonomiastandardien sisällöstä . . . . .	18
2.3.2 Ajettavien työkoneiden kulkutiestandardit . . . . .	20
2.3.2.1 Perusstandardi . . . . .	20
2.3.2.2 Muita standardeja . . . . .	24
2.3.3 Maatalous- ja metsäkoneiden kulkutiestandardit ja määräykset . . . . .	25
2.3.3.1 Traktorit . . . . .	25
2.3.3.2 Maatalouskoneet . . . . .	27
2.3.3.3 Metsäkoneet . . . . .	30
3 Tavoitteet . . . . .	31
4 Kulkutietapaturmat maataloudessa vuonna 1997 . . . . .	31
5 Kulkuteiden ominaisuudet haastattelujen valossa . . . . .	35
5.1 Suunnittelijahaastattelut . . . . .	35
5.2 Käyttäjähastattelut . . . . .	36
6 Asiantuntijanäkemykset ja kulkuteiden mittaukset . . . . .	39
6.1 Kulkutiet asiantuntijan silmin . . . . .	39
6.2 Kulkuteiden mittaukset . . . . .	44
7 Käyttäjien luontaiset liikkeet kulkuteitä käytettäessä . . . . .	47
7.1 Kulkutien käyttö – kohteena messuvieraat . . . . .	47
7.2 Kolmipistetuennan toteutuminen . . . . .	48
7.3 Liikeanalyysijä kaivurikuormaajan kulkutien käyttökokeista . . . . .	51
8 Pohdinta . . . . .	52
8.1 Tutkimusmenetelmien arviointi . . . . .	52
8.2 Jatkotutkimustarpeet . . . . .	55
Kirjallisuus . . . . .	56
Määräyksiä ja standardeja . . . . .	59
Liitteet	



# 1 Johdanto

Tutkimuksen käynnistämisen syynä oli ajettavien työkonoiden kulkuteihin liittyvien työturvallisuusriskien suuri määrä ja tapaturmien vakavuus. Kulkutietapaturmien määrä on suuri suhteessa kulkuteillä vietettyyn aikaan. Kulkuteiden ei enää pitäisi olla huonoja, koska turvallisuusajattelu on lisääntynyt ja käyttömukavuuteen panostetaan nykyään myös työkonoiden suunnittelussa, mutta käyttötilanteet voivat olla vaikeita ja ennalta-arvaamattomia. Ajettavia työkononeita ja niiden käyttäjiä on Suomessa eri toimialoilla satoja tuhansia.

Esiselvityksessä tutkittiin, millaisia kulkutiet ovat, miten niitä käytetään, millaisia ongelmia ja häiriöitä esiintyy ja mitä vaikeuksia kulkuteiden suunnittelussa on. Kulkuteiden ongelmia selvitettiin alan kirjallisuuden, standardien, tapaturmatilastojen, suunnittelija- ja käyttäjähaastattelujen, video- ja valokuvauksien, teknisten mitauksien sekä asiantuntija-arvioiden avulla. Tutkimuksen toisessa vaiheessa on tarkoitus tarkentaa ensimmäisen vaiheen aikana havaittuja ongelmakohtia ja viedä tuloksia käytäntöön.

Saatujen tulosten perusteella on ilmeistä, että kulkuteiden suunnitteluun kannattaa panostaa. Kulkutietapaturmien aiheuttamat työkyvyttömyysjaksot olivat tutkimuksen tilastoanalyysin mukaan varsin pit-

kiä. Suuret suhteelliset häiriö- ja tapaturmafrequenssit osoittavat kulkuteiden kehittytarpeen. Kulkutiet olisivat oletettavasti turvallisempia, jos niiden suunnittelussa otettaisiin huomioon ihmisten luontaiset käyttäytymis- ja liikkumistavat. Hyvä kulkutie voi esimerkiksi pakottaa käyttäjänsä turvalliseen liikkumiseen (ns. kognitiivisen ergonomian teoria).

Jatkohankkeissa pyritään ratkaisemaan mukaan lähtevien yritysten tuotteisiin liittyviä omia erityisiä kulkutieongelmia. Tavoitteena on integroida kulkuteiden suunnittelu lujemmin tuotteiden suunnitteluprosessiin ja nostaa kulkutien turvallisuus sille kuuluvaan tärkeään asemaan.

## 2 Tausta

### 2.1 Työkonoiden käyttömääriä

Useimmilla teollisuudenaloilla, kuten metalli- ja rakennusteollisuudessa sekä maanrakennuksessa ja tienpidossa, käytetään monentyyppisiä ajettavia työkononeita aineiden ja tavaroiden siirtoon tai muokkaukseen. Tällaisia ovat esimerkiksi kuormaajat, trukit ja maansiirtokoneet. Kuntien ja kaupunkien alueiden ylläpitotöissä käytetään pientraktoreita ja muita pientyökononeita sekä traktoreita. Metsissä käytetään ajettavia metsäkoneita. Työkonoiden ja niiden



Valtra 8750 -maataloustraktori



Lännen 860 S -kaivurikuormain

**Kuva 1.** Esiselvityksessä mukana olevia koneita. Lisää kuvia seuraavalla sivulla.



Ponsse Buffalo S 16 -kuormatraktori



Timberjack 1270 -harvesteri



Patria vammas Rg 181 -tiehöylä



Sampo-Rosenlew 2085 -leikkuupuimuri.



Vilakone Wille 655 -monitoimikone

**Kuva 1.** Esiselvityksessä mukana olevia koneita.

käyttäjien määrät lasketaan sadoissa tuhansissa.

Ajoneuvohallintakeskuksen rekisterissä (Rekisteröidyt ajoneuvot 31.12.1999) traktoreita oli vuoden 1999 lopussa 326 627 (lisäystä vuodesta 1998 yht. 2 032 kpl = 0,63 %) ja moottorityökoneita 27 191 (lisäystä vuodesta 1998 yht. 1 853 kpl = 7,31 %). Traktorien ensirekisteröintejä tehtiin 1999 4 669 (muutos vuodesta 1998 yht. -786 kpl = -14,41 %) ja moottorityökoneiden ensirekisteröintejä 1 697 (lisäystä vuodesta 1998 yht. 99 kpl = 6,2 %). Koska maatalouskäytössä on traktoreita 225 000, on muussa käytössä noin 100 000 traktoria ja traktorikaivuria.

Päivitetty tilasto ei ollut vielä helmikuussa 2000 valmistunut. SML:n Tapani Karosen ja Raimo Kandolinin mukaan

**Taulukko 1.** Suomen Maarakentajien Keskusliiton (SML) jäsenyritysten konekaluston määrä (SML:n tilasto tammikuulta 1999).

Konetyyppi	Kpl
tela-alustainen kaivukone	1 450
pyöräalustainen kaivukone	1 250
pyöräkuormaaja	1 100
traktorikaivuri (kaivurikuormaaja)	850
ajoneuvonosturi	350
puskutraktori (puskukone)	330
jyrä	120
tiehöylä	115
paalutuskone	80
telakuormaaja	40
muut (kompessori, lavetti, murskauslaitos, dumpperi ym.)	1 700
yhteensä	7 385

(suullinen tiedonanto 1999) koko Suomen konekanta on noin kaksinkertainen SML:n jäsenistön konekantaan verrattuna, joten maanrakennusalalla on käytössä noin 15 000 työkonetta.

Käytössä olevien trukkien lukumäärä on noin 30 000 (Työterveyslaitos, logistiikkaryhmä, suullinen tiedonanto 1999).

Yleensä jokaisella koneella on useita käyttäjiä joko niin, että koneella tehdään useita työvuoroja päivän mittaan tai niin, että samalla koneella on monta tilapäiskäyttäjää. Maanrakennusalalla ja teollisuudessa on siten karkeasti arvioiden 100 000 koneenkäyttäjää.

Vuonna 1998 maataloudessa työskenteli 22 000 työsuhteista työntekijää. Traktoreita oli käytössä 230 000 ja leikkuupuimureita 31 000 (Tietovakka 1999). Metsäkoneen kuljettajia on nykyisin noin 2 700 (Köhler 1998). Vuonna 1998 oli metsäkoneita 1 591 ja hakkuukoneita 1 296 (Metsätilastollinen vuosikirja 1999). Kotimaisia ajettavien metsäkoneiden valmistajia on noin kymmenen (Sinisalo, R., MTT/Vakola, henkilökohtainen tiedonanto, 2000). Metsätalouden piirissä työllisiä oli kaikkiaan 24 000 vuonna 1998. Metsäteollisuus työllistää noin 72 000 henkeä (Metsätilastollinen vuosikirja 1999).

## 2.2 Kulkutiet tutkimusten valossa

Nykyaikaisten työkonoiden käyttöturvallisuus ja -mukavuus ovat suhteellisen korkealla tasolla sikäli kuin työ voidaan tehdä ohjaamossa. Ajettavien työkonoiden ja ajoneuvojen käyttäjän työpäivään sisältyy monenlaisia vaiheita, jotka edellyttävät poistumista ohjaamosta. Tällaisia ovat mm. tauot, häiriöt ja monet aputyövaiheet, kuten esimerkiksi työkohteen tarkastelu, huollot ja koneiden kiinnitykset. Tutkimusten mukaan ohjaamoon ja ohjaamosta kulkeminen on käytettyyn työaikaan nähden suhteellisesti vaarallinen työvaihe.

Portaiden käytön ongelmat ovat ajettavien työkonoiden ja ajoneuvojen kulkuteillä lähtökohdiltaan samoja kuin muuallakin rakennetussa ympäristössä. Portaiden pitäisi olla mitoitukseltaan sellaiset, että ne sallivat käyttäjä- ja tilannekohtaisesti vaihtelevan käytön. Siksi seuraavassa katsauksessa on mukana myös muissa kuin koneessa esiintyviin kulkuteihin liittyviä tutkimuksia. Niiden tuloksia voidaan käyttää apuna ja lähtökohtana myös työkonoiden kulkutietutkimuksessa.

### 2.2.1 Kulkutietaturmat

Tapaturmat ovat näkyvin kulkutieongel-

mien aiheuttama haitta. Muut huonon kulkutietä-ergonomian fyysiset seuraukset ovat vähemmän näkyviä ja myös vähemmän tutkittuja. Käyttöominaisuuksiltaan huono kulkutietä vaivaa käyttäjiä fyysisesti ja psyykkisesti päivittäin. Ongelmat koetaan luultavasti sellaisiksi, ettei niihin voida vaikuttaa. Käytön hetkellisyys aiheuttaa todennäköisesti myös sen, että puutteellisen kulkutietä haitat unohdetaan nopeasti, ellei kulkutietä käytetä hyvin usein tai ellei kulkutietä ole poikkeuksellisen huono.

Vuonna 1995 palkansaajille sattuneista tapaturmista yli 8 000 johtui koneista ja kuljetus- ja nostolaitteista (Työtapaturmat 1995). Jos arvioidaan, että näistä aiheuttajista 6 000 on ollut ajettavia työkoneita ja kulkutietätapaturmien osuus niiden tapaturmista on 30 %, päädytään 1 800 tapaturmaan. Jos kulkutietätapaturman seurauksena oletetaan samaksi kuin kaikissa työpaikkatapaturmissa keskimäärin, tulee yksi tapaturma maksamaan 30 000 markkaa (Työolot ja taloudellinen ajattelu 1998). Yhteiskunnan ja yritysten taloudelliset menetykset ovat tällöin laskettavissa kymmeniksi miljooniksi markkoiksi. Lisäksi koneiden kulkutietäillä sattuu tapaturmiin verrattuna moninkertainen määrä muita häiriöitä, joiden haittoja on vaikea arvioida: lähes-tapaturmia, tuki- ja liikuntaelämäntapaturmista yms. Hammerin (1989) lähes-tapaturmatutkimuksesta (n = 237) kävi ilmi, että nykyaikaiset turvaohjaamolliset traktorit eivät vähennä kulkutietätapaturman riskiä. Työkoneiden koon kasvu yhdessä puutteellisen suunnittelun kanssa voi aiheuttaa kasvavan tapaturmariskin kulkutietäillä.

Metsäkoneen käytön työoloselvityksestä (Hänninen et al. 1995) kävi ilmi, että työkoneeseen noustiin päivän aikana keskimäärin seitsemän kertaa. Yksi tai useampia askelmia puuttui 35 %:ssa koneista. Koneesta laskeutumisen tai siihen nousun yhteydessä sattui 72 %:lle liukastumisia tai kompastumisia vähintään muutaman kerran vuodessa. Vähintään kerran kuukaudessa tämä sattui 13 %:lle. Koneeseen nousua ja sieltä laskeutumisesta helpottavat askelmat ja erilaiset tarttumakahvat ehkäise-

vät tutkijoiden mukaan kulkutietätapaturmia.

Nicholson ja David (1985) tutkivat polttonesteiden ja nestekaasun jakeluautojen kuljettajille sattuneita tapaturmia. Tutkimukseen osallistuvien yritysten kuljettajista 1,75–2,5 %:lle sattui vuoden aikana poissaoloon johtaneita tapaturmia, jotka johtuivat liukastumisista, kompastumisista tai putoamisista noustessa ajoneuvoon tai poistuttaessa sieltä. Nämä tapaukset muodostivat noin neljäsosan kaikista ko. yritysten poissaoloon johtaneista tapaturmista. Tapauksista 71–89 % oli sattunut ohjaamosta poistuttaessa, joten poistumiseen liittyi selvästi suurempi tapaturman riski kuin ohjaamoon nousemiseen.

Kulku traktoriin ja traktorista on havaittu usein turvallisuusongelmaksi. Vaittisen (1973) selvityksen mukaan traktoritapaturmista 17 % oli sattunut traktoriin noustessa tai siitä poistuttaessa. Myös Hongisto (1980) on päätenyt samansuuntaiseen tulokseen (18 %). Norjassa tehdyn pienen otoksen perusteella 18 % traktoritapaturmista sattui traktorista hypättäessä (Advisory information 1991). Jääskeläinen ja Häkkinen (1977) havaitsivat 25:n työsuhteiselle työntekijälle vuonna 1976 sattuneen traktoritapaturman otoksessa, että 28 % tapauksista sattui kuljettajan noustessa ohjaamoon tai poistuttaessa sieltä. Samaan lukuun päätyi Lindén (1986) ruotsalaisessa tutkimuksessa.

Lähes-tapaturmatutkimus Ruotsissa (Ålund 1972) osoitti ohjaamoon ja ohjaamosta kulkemisen osuudeksi 26 % traktoritöiden lähes-tapaturmista. Springfieldtin (1993) mukaan ajanjaksolla 1962–71 ja vuosina 1973, 1974, 1978 ja 1982 maatalustraktoriin liittyvistä vammautumisista Ruotsissa 20 % sattui ohjaamosta poistuttaessa ja sinne noustaessa. Saksassa on todettu, että traktoritapaturmia sattuu liikenne- ja tieonnettomuuksia lukuun ottamatta eniten traktorista poistuttaessa, 26 %, tai sinne noustaessa, 11 % (Heidt 1980). Näiden kulkutietätapaturmien osuus kaikista traktoritapaturmista kohosi Saksassa 31 %:sta noin 50 %:iin vuosina 1979–85



(Hammer et al. 1990).

Traktorista poistuminen tai traktoriin nouseminen on siis syynä 17–50 %:ssa traktorityön tapaturmista (Ålund 1972 Vaittinen 1973, Jääskeläinen & Häkkinen 1977, Hongisto 1980, Lindén 1986, Hammer et al. 1990, Advisory information 1991, Springfeldt 1993, Suutarinen 1996). Suurehko vaihtelu eri tutkimusten tuloksissa lienee seurausta tutkimusten erikokoisista otoksista, otospopulaatioista, käytetyistä määritelmistä ja tutkimusten ajankohdista. Varsinkin turvaohjaamoita koskevat määräykset eri maissa ja eri aikoina sekä tekninen kehitys aiheuttavat eroja. On kuitenkin havaittu, että tämän työvaiheen tapaturmaisuus on kasvanut koneiden koon kasvun myötä (Hammer et al. 1990, Renius 1994, MTT/Vakolan tilasto 1995).

Pyöräkuormaajilla, kaivukoneilla ja kaireilla sattui noin 40 % kuljettajien tapaturmista kuljettaessa koneen ohjaamoon tai poistuttaessa sieltä (Niskanen et al. 1984).

Tyypillinen traktoreiden kulkutietapaturman seuraus on venähdys, joka kohdistuu usein alaraajaan tai selkään, kun kuljettaja ohjaamosta poistuessaan liukastuu askelmalla tai hyppää alas. Venähdysten ja nyrjähdysten aiheuttaman työkyvyttömyyden keskimääräinen kesto oli traktoritapaturmissa 26 päivää (Suutarinen 1991). Seurausten voidaan olettaa olevan samantyyppisiä kaikilla ajettavilla työkoneilla. Saksassa on todettu (Hammer & Thaeer 1988), että noin 4 % vakavista (kuolemaan tai vammautumiseen johtavista) traktoritapaturmista on kulkutietapaturmia.

## 2.2.2 Tapaturmatekijät

Kulkutietapaturmille on lukuisia riskitekijöitä, joista vain osa liittyy itse kulkutiehen. Kulkutiesuunnittelulla voidaan kuitenkin vaikuttaa kaikkiin riskitekijöihin, sillä yksittäiset riskitekijät vaikuttavat tapaturmatilanteessa yhteen kietoutuneina. Niinpä inhimilliset tekijät, ympäristötekijät tai kulkutien ominaisuudet eivät koskaan vaikuta tapaturmaan yksinään ja erillisinä.

Otetaan esimerkiksi vaikka laskeutuminen portaita alas: ympäristön valoisuus ja henkilön näkökyky vaikuttavat yhdessä portaiden ominaisuuksien kanssa siihen, kuinka turvallisesti laskeutuminen askelmalta toiselle tapahtuu. Joidenkin askelmien mitoitukset ja ympäristö voi sallia kulkutien käytön lähes jalkoihin katsomatta, kun taas toisia ei voi turvallisesti käyttää ilman esteetöntä näkyvyyttä jalkoihin.

Kaatumis- ja putoamistapaturmien yleisiä riskitekijöitä ovat selvittäneet mm. Grönqvist (1995), Jackson & Cohen (1995) Nagata (1991a, 1991b, 1995) sekä Svanström (1973). Liukastumisien ensisijaisena syytekijänä on pieni kitka jalkineen ja alla olevan pinnan välillä. Sekä jatkuvasti matala kitkataso että kitkatason nopea vaihtelu (lasku) ovat riskitekijöitä. Öljy, rasva, lika, jää, märkyys ja muut vastaavat tekijät kulkuteiden pinnoilla tai alastulokohdassa ovat merkittäviä riskitekijöitä. Muita ovat edellä mainitun valonpuutteen lisäksi esimerkiksi puutteellinen portaiden suunnittelu, korkeakorkoiset jalkineet, kädensijojen väärinkäyttö tai käyttämättömyys, huono asennon hallinta, korkea ikä, huimaus, tasapainoa heikentävä tauti, verenkiertohäiriöt, alkoholi ja rauhoittavien lääkkeiden käyttö. Nagatan (1991b) mukaan porrastapaturmat ovat lähes aina useampien syytekijöiden seurausta. Tapaturmatutkimuksissa ja koneiden suunnittelussa tulisi painottaa sitä, että virheelliseen toimintaan päädytään monen tekijän yhteisvaikutuksesta.

Vaara liukastua tai pudota poistuttaessa koneesta tai sinne noustessa uhkaa Murphyn (1992) mukaan monentyyppisten ajettavien työkoneiden ja traktoreiden käyttäjiä. Vaaraan on useita syitä: märät tai saviset jalkineet, epäsuotuisa sää, liian korkealle asetettu alin askelma, huonosti asemoidut käsijohteet, vaikeus nähdä askelmat, tavarat ohjaamon lattialla, käyttäjän kiire tai poistuminen koneesta etuperin. Suutarisen (1996) traktoritapaturmatutkimuksessa kulkutiet eivät olleet hyväksyttävissä kunnossa 40 %:ssä tapauksista (n=50). Askelmien kunto ei niissä traktoreissa, joissa oli sattunut kulkutietapatur-

ma, ollut tilastollisesti merkitsevästi huonompi kuin muissakaan traktoreissa, joissa oli sattunut ylipäättään jonkinlainen tapaturma. Useimmissa tutkituista tapaturmista askelmien kunto tai laatu ei suoranaisesti vaikuttanut tapaturman syntyyn. Sen sijaan kulkutien huonolaatuisuus (Häkkinen et al. 1988) on voinut vaikuttaa epäsuorasti tapaturman syntymiseen esim. vaikuttamalla ohjaamosta poistumisen tapaan (hyppääminen askelmien pienen etenemän takia). Useissa tutkituissa tapaturmissa ohjaamon oviaukko oli kapea ja vino, mikä on huonon hyppyasennon aiheuttajana saattanut olla tapaturmaan myötävaikuttava tekijä. Näiden tekijöiden merkitys tapaturmien synnylle ei kuitenkaan ollut tällä aineistolla sitovasti todistettavissa. Joka tapauksessa huonokuntoiset ja -laatuiset kulkutiet ovat tapaturmille altistavia tekijöitä.

Ihmisen toiminta ei ole hyvinkään suunnitellussa ympäristössä robotinomaisesti toistuvaa, vaan sisältää aina luontaista vaihtelua (Weckroth et al. 1984). Tietyn rajan ylittäviä muutoksia voidaan kutsua inhimilliseksi virheiksi (Göbel et al. 1997). ”Inhimillinen virhe” käsitteen käyttöön sisältyy kuitenkin vaara. Jos lähtökohdaksi otetaan, että ihmisen on toimittava virheettömästi (ilman vaihtelua) kuin kone (koneiden vikaantumista lukuun ottamatta), jätetään vastuu ja syy onnettomuuksista helposti työntekijän ”inhimillisille virheille”, ei esimerkiksi koneiden tai työympäristön suunnittelijalle. Kognitiiviset resurssit ja itsenäinen tiedonkäsittely voivat olla jostain syystä rajoittuneet (alkoholi, huumeet, lääkkeet, väsymys) (Göbel et al. 1997). Toiminnan vaihtelu johtuu usein myös epätasapainosta työn vaatimusten ja työntekijän suoritusedellytysten välillä. Tähän voidaan osaltaan vaikuttaa kulkuteiden mitoituksella. Portaiden ja koko kulkutien käyttö asettaa omat vaatimuksensa osana koko työtilanetta.

Käyttäjien välillä esiintyvän vaihtelun lisäksi on huomioon otettava käyttäjien ”sisällä” tapahtuva vaihtelu, joista edellä kerrottu luontainen vaihtelu on yksi tekijä. Käyttäjään ja kulkutien käyttökykyyn vai-

kuttavat erilaiset ympäristötekijät. Ensimmäisenä voidaan mainita ajettavan työkooneen ohjaamon huono ergonomia: liian suurta käyttövoimaa vaativien polkimien ja muiden hallintalaitteiden käsittely yhdistettynä kiertyneeseen asentoon saattaa puuduttaa tai kipeyttää raajat niin, että askelmia ja käsijohteita ei pystytäkään käyttämään kunnolla poistuttaessa ohjaamosta pitkäaikaisen ajorupeaman jälkeen.

Toinen esimerkki vaihtelusta on jäähtymisen vaikutus lihaksiston toimintakykyyn. Hyvin vähäinenkin kylmäältistus, 60 minuuttia +20 °C:ssa, heikentää suorituskykyä merkitsevästi (Oksa 1998, termoneutraali vertailuarvo +27 °C). Oksan mukaan tämän tasoinen jäähtyminen, keskimääräisen iholämpötilan putoaminen noin neljällä asteella, voi tapahtua hyvin helposti esimerkiksi kylmissä sisätiloissa tehtävän työn aikana. Pudotushyppy, joka vastaa hyppyä ohjaamosta tai askelmalta maahan, oli em. tutkimuksessa kaikkein herkin kylmän vaikutuksille. Hyppytestin koehenkilöt valittivat kömpelyyden tunnetta ja vaikeutunutta hyppymatolla pysymistä. Tällöin hypyn hallitsemiseksi oli ponnisteltava enemmän. Hypyn vaikeutunut hallinta merkitsee kohonnutta tapaturmariskiä, varsinkin yhdistettynä muihin mahdollisiin vaaratekijöihin, kuten alastulokohdan epätasaisuuteen, kognitiivisiin kuormitustekijöihin tai raajojen puutumiseen.

Hankalien poistumisteiden vuoksi kooneen käyttäjät voivat rappujen laskeutumisen sijasta hypätä suoraan usein melko korkealta ohjaamosta maahan. Tällaisen hypyn seurauksena on kehoon kohdistuva voimakas isku, jonka suuruus riippuu putoamiskorkeudesta, alustan ominaisuuksista ja alastulotekniikasta. Alustasta on mitattu jopa 12 kertaa vartalon painon suuruisia hetkellisiä voimia (Fathallah & Cotnam 1998). Nämä iskut aiheuttavat tuki- ja liikuntaelimestölle kuorman, jonka oletetaan aiheuttavan kudoksiin ja varsinkin selkärangan välilevyihin mikrovammoja (Nigg et al. ref. Nevala & Väyrynen 1988, Schmidtbleicher ref. Nevala ja Väyrynen



1988, Penttinen 1989, Jyrki Nuutinen, Kuopion aluetyöterveyslaitos 1999). Työkoneen ajossa todennäköinen kokokehon tärinä lisää tapaturmavaaraa aiheuttamalla ns. vibrocreep-ilmion, jossa välilevyjen ”iskunvaimennuskyky” kärsii (Penttinen 1989). Toistuva hyppääminen altistaa siis todennäköisesti kohoavalle tapaturmavamma-riskille ja mm. selkäsairauksille. Tuki- ja liikuntaelinten sairaudet ovat yleisin syy työkyvyttömyyteen (Rissa 1996).

Joissakin tutkimuksissa on havaittu, että tutussa, automatisoituneessa työssä vaarasignaalit voivat jäädä havaitsematta, kun työvaihe suoritetaan sisäisen mallin mukaan alhaisella valppaustasolla ilman tietoista tarkkaavaisuutta (Hammer 1991, Rosness 1988, Seppälä 1992). Toiminta on sitä häiriöalttiimpi, mitä pidemmälle se on automatisoitunut. Tällöin ovat yllättävät tapahtumat riskitekijöitä nimenomaan kokeneiden työntekijöiden työssä (Hacker 1982). Onkin todettu, että traktoritapaturmiin johtaneissa tilanteissa riskin havaitseminen on puutteellista ja väärä arviointi yleistä (Schön & Hammer 1984, Hammer 1991). Työkoneesta poistuminen on usein automaattisesti suoritettava työnosa. Sensorisella säätelytasolla saattaa myös syntyä liikeohjelmia, joiden avaruudelliset ja ajalliset tai molemmat ominaisuudet ovat tilanteeseen sopimattomia (Hacker 1982).

Schön ja Hammer (1984) analysoivat sattuneita traktoritapaturmia tarkemmin menetelmällä, jossa otettiin erityisesti huomioon ihminen. Mm. haastatteluun perustuvan menetelmän vaiheet ovat tapaturmatilanteen toisto, käyttäytymismallin tutkiminen, vaikutussuureiden analyysi ja vaarallisuuden arviointi. Ohjaamosta poistuttaessa voitiin erottaa kaksi tapausta: jos henkilö laskeutui takaperin, hän useimmiten liukastui askelmalta, jos taas henkilö laskeutui etuperin, oli kriittinen piste jalan osuminen maahan. Schön ja Hammer (1984) olettivat, että takaperin laskeuduttaessa vaikeinta on askelman paikallistaminen ja etuperin tultaessa osasyyllisenä ovat puuttuvat tai riittämättömät käsijohteet, mistä johtuen henkilö liukastuu tai kierä-

tää maahan.

Kun sattuneet traktoritapaturmat luokiteltiin eri käyttäytymismalleihin, osoitettiin, että kolmasosassa ohjaamoon ja ohjaamosta kulkemisissa käyttäytyminen oli tavallisesta poikkeavaa. Näissä tapauksissa oli käyttäytymisen automaatioaste siten liian matala. Kahdessa kolmasosassa kulkutietapaturmista liikesarja tehtiin kuten tavallisesti, vaikka olosuhteet olivat muuttuneet, esim. askelmat olivat likaantuneet, tiellä oli esineitä tai maa oli epätasainen. Useimmissa tapauksissa muuttuneet olosuhteet olivat selvästi havaittavissa, joten uhrin olivat aliarvioineet olosuhteiden merkityksen. Vaikutussuureiden analyysissä selvitettiin, kuinka paljon suorat ja epäsuorat vaikutukset määräävät käyttäytymismalleja. Askelmien huono tekninen toteutus, kunto, alustan ominaisuudet, vaatetus ja häiriöt vaikuttivat selvästi suoraan käyttäytymismalliin. Epäsuoria vaikutuksia ovat kiire, terveydentila, jatkuva liiallinen työmäärä ja mahdollisesti sosiaaliset ja taloudelliset ongelmat. Epäsuorista vaikutustekijöistä sääolosuhteiden aiheuttama kiire esiintyi 36 %:ssa tapaturmista ja työorganisaatorinen kiire 23 %:ssa tapauksista. Kroonisesti sairaiden ja vammaisten osuutta pidettiin tutkimuksessa suurena. Johtopäätöksenä Schön ja Hammer (1984) esittävät, että koska työkoneen huonoa tilaa ei voida aina välttää maataloudessa, olisi se otettava etukäteen huomioon koneiden suunnittelussa ja työvaatetuksessa.

Edellä referoidussa tutkimuksessa on kuvattu ihmisen virhekkäyttäytymisestä johtuvia tapaturmia, esim. työkoneen ohjaamosta ja ohjaamoon kuljettaessa, kahdella hypoteesilla:

- a: Onnettomuus tapahtuu, koska ihminen käyttäytyy eri tavalla kuin normaalisti. Erikoisissa olosuhteissa, esim. kiireessä, huonoissa sääolosuhteissa tai väsyneenä, usein nopeutetaan, lyhennetään tai yksinkertaistetaan turvallisia työvaiheita. Koska stressitilanteita ei voida välttää, olisi ”turvallisia työtapoja” harjoiteltava, kunnes ne sujuvat automaattisesti. Tämä takaa, että turvalliset lii-

- kesarjat säilyvät myös stressitilanteissa.
- b:** Onnettomuus tapahtuu, koska liikesarjaa tai työn kulkua ei muuteta vastaamaan muuttuneita olosuhteita. Tässä tapauksessa on
- tekniset puutteet, esimerkiksi kulkutien mitoitus ja muotoilu, on sovitettava totuttuihin työnkulkuihin
  - tehtävä olosuhteiden muutokset selkeästi havaittaviksi
  - motivoitava ihmistä reagoimaan näihin muutossignaaleihin, toisin sanoen osoitettava ko. työn vaaratekijät.

Maataloustraktoreiden kulkuteiden käytöstä tehty tutkimus (Ahonen et al. 1988, Ojanen 1991) osoitti, että kulkuteitä käytetään harvoin, 6 %:ssa poistuttaessa ohjaamosta, oikeaoppisesti. Yleisiä ongelmia ja virheitä ovat askelmien ja käsijohteiden jättäminen käyttämättä, hyppääminen ja selän kiertynyt asento. Pieni askelmien etenemä vaikeuttaa askelmien näkemistä poistuttaessa sekä pakottaa astumaan niille jalkaterä ja selkä vinossa (poistuttaessa ohjaamosta etuperin, selkä ajoneuvoon päin). Oviaukon vinous aiheuttaa myös selän vinoja asentoja, nojaamista ja tarvetta käyttää käsiä. Ojansen (1991) mukaan koko kulkutie näyttää suunnitellun pikemminkin pääsytieksi kuin poistumistieksi. Valtaosa kulkutietapaturmista sattuuakin poistuttaessa ohjaamosta (Ojanen 1991, Suutarinen 1996). Ajettavien työkoneiden kohdalla tapaturmista noin kaksi kolmasosaa (traktorit: Hammer et al. 1990) sattuu ohjaamosta poistuttaessa. Rakennetun ympäristön porrastapaturmia koskevissa tutkimuksissa on havaittu, (Kvarnström 1977, Nagata 1991b) että valtaosa tapaturmista sattuu portaita laskeuduttaessa.

Tutkimustiedot (Jääskeläinen & Häkkinen 1977, Ahonen et al. 1988, Häkkinen et al. 1988, Suutarinen 1996) viittaavat siihen, että kulkuteiden mitoitusvirheet, (askelmien) puutteellinen kestävyys ja likaantumisen ovat vaikuttaneet suureen osaan traktoritapaturmia. Kaikista työsuhteisille työntekijöille sattuneista traktoritapaturmissa Suomessa (432 kpl) olivat yleisimpiä

tapaturmatyyppinä astuminen esineiden päälle tai esineisiin satuttaminen ja putoamiseen alemmalle tasolle (Työtapaturmat 1987, 1988). Tapaturmat sattuivat useimmiten kuljettajan poistuessa ohjaamosta. Saksassa oli tällaisen tapaturman yleisin tyyppi liukastuminen (Schön & Hammer 1984).

Ohjaamoon ja ohjaamosta kulkemisen lähes-tapaturmien merkittävimpiä syitä olivat Ruotsissa tuulen aiheuttama oven isku, jonka syynä oli puutteellinen oven hidadistin/aukilukitus, askelman huono muotoilu, jonka seurauksena oli liukastuminen sekä ahtauden aiheuttama huono kulkuasento (Ålund 1972). Puoleen niistä lähes-tapaturmista, jotka sattuivat ohjaamoon tai ohjaamosta liikuttaessa, liittyi tavallista kovempi työtahti. Joka kymmenennessä tapauksessa oli myös poikettu normaalista työtavasta. Näissä tapauksissa inhimillinen tekijä oli siten merkitsevänä tekijänä aiheuttamassa lähes-tapaturmaa, kun koneenkäyttäjää nopeutti työtään tai muutti työskentelytapaansa (Ålund 1972). Springfeldtin (1993) mukaan ohjaamosta hyppääminen saattaa aiheuttaa useimmat tämän ryhmän vammautumiset.

Traktoritapaturmatutkimuksessa on havaittu, että tapaturmat ja lähes-tapaturmat liittyvät työmenetelmän muutokseen (Ålund 1972, Schön & Hammer 1984). Kun monissa traktoritöissä työnopeutta ei voida lisätä ajonopeutta lisäämällä, häiriötilanteissa lisätään työnopeutta usein nopeuttamalla ohjaamosta ja ohjaamoon kulkua, koneen säätöä tai kytkentää. Juuri näissä työvaiheissa sattuu paljon tapaturmia. Tapaturmien syiksi on havaittu häiriötilanteet työssä sekä stressi, väsymys ja kiire (Hammer 1989). Väsymys ja kiire vaikuttavat myös välillisesti, sillä ne vaikuttavat tunteisiin ja motivaatioon, joilla on oma vaikutuksensa käyttäytymiseen.

### 2.2.3 Kulkutieongelmien ratkaisusuuntia

On todettu, että *”ihmisen ja koneen yhteistoiminnan onnistuminen, turvallisuus, helppous ja*

*tebokkuus riippuvat ihmisestä, koneesta ja niiden vuorovaikutuksesta. Käytännön tilanteessa toimintatavat eli tiedon, taidon ja asenteiden ilmentyminen ovat tärkeitä. Myös ympäristö vaikuttaa kokonaisuuteen. Usein vain kone- ja toimintakomponenttiin voidaan vaikuttaa. Esimerkiksi koneen ohjaamoon nousun ja sieltä laskeutumisen turvallisuutta voidaan parantaa tekemällä koneen kulkutie mahdollisimman hyväksi sekä varmistamalla riskitön ja taitava käyttäytyminen noustessa ja laskeutuessa.”* (Häkkinen et al. 1988.)

Grönqvistin (1995) mukaan olisi liukastumisesta johtuvien tapaturmien vakavuuden ja määrän vähentämiseksi tutkimusta kohdistettava pikemminkin ympäristötekijöiden ja tuoteturvallisuuden kehittämiseen kuin pelkästään inhimillisten virheiden korjaamiseen. Voitaneen myös suositella, että tutkimusta kohdennettaisiin kulkuteiden ominaisuuksien kehittämiseen. Uusimmissa koneissa on yleensä entistä parempi ergonomia, mutta koneet ovat suuria, jolloin ohjaamon lattia on aika korkealla ja askelmia entistä useampia. Näin koneiden koko on heikentänyt sitä vaikutusta, jonka parantunut ergonomia on tuonut tullessaan.

Mikään yksittäinen tekijä ei saa aikaan turvallisia portaita. Yleensä portaiden turvallisuudesta tehdyn kirjallisuustutkimuksen (Davies et al. 1997) mukaan suuri osa portaiden turvallisuustutkimuksesta on keskittynyt suorien portaiden mittojen selvittämiseen. Askellusvirheiden (missteps) määrää on kirjallisuudessa käytetty yleisimmin osoittamaan objektiivisesti portaiden turvallisuutta.

Koneiden välillä ei saisi olla suuria eroja portaiden mitoituksessa ja muotoilussa, sillä vaihtelu ja yllätykset lisäävät tapaturmariskiä (Kvarnström 1977, Nagata 1991b). Tällä on merkitystä varsinkin sellaisilla työpaikoilla ja sellaisissa työtehtävissä, joissa konetta joudutaan vaihtamaan päivän aikana. Portaiden ensimmäisen ja viimeisen askelman tulisi olla hyvin näkyviä ja erottuvia, mikä vähentää yllätyksiä.

Käyttäjän fyysiset ominaisuudet, joihin vaikuttaa mm. ikä, tulisi ottaa huomioon suunnittelussa. Takeda et al. (1997) ovat

suositelleet ikääntyneiden kompastumisia tutkittuaan, että askelmien korkeuserojen vaihtelu portaiden välillä ei saisi ylittää 5 %:a. Vaihtelu portaiden mitoissa on arvioitu tapaturmatekijäksi muissakin tutkimuksissa (Jackson & Cohen 1995, Cohen & Jackson 1997). Myös liikuntarajoitteisten kulkuteille asettamat vaatimukset olisi otettava huomioon.

Portaiden oikeana käyttötapan suositellaan kolmipistekontaktin käyttöä, jolloin yksi käsi ja kaksi jalkaa tai kaksi kättä ja yksi jalka on koko ajan kontaktissa kulkutiehen. (Couch ref. Häkkinen et al. 1988). Työkoneiden ohjaamo- ja kulkutiesuunnittelussa olisi paneuduttava paremman poistumistien suunnitteluun. Kvarnströmin (1977) mukaan kehon liikkeet ovat merkittävästi erilaiset noustessa ja laskeutuessa.

Jotta kulkuteiden suunnittelulle voitaisiin asettaa perusteltuja vaatimuksia, pitäisi selvittää, miten ihminen luontaisesti käyttäytyy kulkuteillä ja mitkä ovat tyypilliset virheet, joita hän kulkuteillä tekee. Näitä vaatimuksia tarvitaan myös koneiden ja kulkuteiden turvallisuuden ja ergonomian standardeissa. Suomi on valinnut aktiivisen roolin standardisointiin; voimme näin vaikuttaa EU:n sisällä omien kansalaistemme turvallisuuteen.

Likaantumisen vaikutuksen vähentämiseksi voitaisiin traktoreiden askelmat muotoilla avarammiksi. Lisäksi turvallisuutta voidaan parantaa takalokasuojien paremmalla muotoilulla ja mitoituksella sekä etulokasuojien käytöllä nelivetoisissa traktoreissa. Jotta kulkutien askelmat täyttäisivät sekä helpon kuljettavuuden että esimerkiksi metsäajon asettamat maavara- ja kestävyysvaatimukset, olisi tutkittava teleskoopipisten, automaattisesti oven sulkeutuessa sisään vetäytyvien askelmien teknisiä ja taloudellisia toteuttamismahdollisuuksia. Lisäksi täysipitkät käsijohteet lisäävät turvallisuutta (Schön & Hammer 1984). Myös askelmat ja maan pinnan alastulokohdalta valaiseva kohdevalo edistäisi kulkuturvallisuutta pimeällä (Häkkinen et al. 1988).

## 2.3 Kansainväliset ja eurooppalaiset määräykset ja standardit

### 2.3.1 Ergonomiastandardit

#### 2.3.1.1 Standardien taustaa

Turvallisuudessa ovat EU:n alueella nykyään lähtökohtana EU:n direktiivit. Suomessa niitä vastaavat yleensä valtioneuvoston päätökset. Konepuolella peruspaperi on valtioneuvoston päätös koneiden turvallisuudesta 1314/1994, jota koneen suunnittelijan, valmistajan ja toimittajan on noudatettava. Konepäätös kattaa myös liikkuvat työkoneet, lukuunottamatta maatalous-traktoreita. Työnantaja velvoittaa vastavasti valtioneuvoston päätös työssä käytettävien koneiden ja muiden työvälineiden hankinnasta, turvallisesta käytöstä ja tarkastamisesta 856/1998.

Direktiivejä yksityiskohtaisemmat tiedot esitetään standardeissa. Koneen katsotaan täyttävän sille määrätyt vaatimukset, jos se on suunniteltu, rakennettu ja varustettu sitä koskevien yhdenmukaistettujen eurooppalaisten EN-standardien mukaisesti. Tällaisen standardin esipuheesta (aina liitteestä ZB) löytyy teksti: *standardi tukee EU:n direktiivien olennaisia vaatimuksia*. Standardit ovat sinänsä vapaaehtoisesti noudatettavia ohjeita, mutta tuon suhteen takia SFS-EN-standardeja on syytä yrittää noudattaa. Kansainvälisten ISO-standardien suhteen samanlaista velvoittavuutta ei ole.

CENin (Comité Européen de Normalisation / European Committee for Standardization) standardisointiorganisaation tekninen komitea 122 hoitaa ergonomiastandardointia. Työryhmien nimien mukaiset toiminta-alueet ovat mm.: antropometria, ergonomisen suunnittelun periaatteet, biomekaniikka, signaalit ja ohjaimet ja liikkuvien koneiden ergonomiset suunnitteluperiaatteet. Näistä tosin viimeinen liikkuvia koneita koskeva ryhmä ei ole toiminut vuosiin. Suurin osa ergonomiastandardointityöstä on kohdistunut 90-luvulta alkaen

koneturvallisuuteen liittyviin kysymyksiin. Standardien laadinta ryöpsähti EU:n turvallisuusvaatimusten myötä moninkertaiseksi.

Suomessa ergonomiastandardointia seuraavan ja koordinoivan kansallisen komitean sihteeristö on METissä (Metalliteollisuuden standardisointikeskus). METin www-sivut löytyvät osoitteesta:

<http://www.met.fi/standard/index.html>.

Kansallisessa komiteassa ja ergonomiastandardoinnissa yleensä ei Suomessa ole runsaastikaan yritysten, esimerkiksi konevalmistajien edustajia, mikä on tulevien standardien käyttökelpoisuuden kannalta selvä puute.

Ergonomiastandardit ovat eurooppalaisella tasolla oikeastaan B-tason standardeja, joita kutakin konetta tai laitetta koskevien C-standardien tekijöiden pitäisi käyttää. Kaikista laitteista ei C-tason standardeja koskaan tehdä, ja muutenkin tilanne näyttää käytännössä olevan sellainen, että C-standardeissa ohitetaan ergonomialausella: *Ergonomian subteen sovelletaan standardeja EN 614-1*. Tämä johtaa siihen, että suunnittelijan on kahlattava läpi myös ergonomiastandardit.

#### 2.3.1.2 Ergonomiastandardien sisällöstä

Ergonomian perusstandardi on SFS-EN 614-1 Koneturvallisuus. Ergonomiset suunnitteluperiaatteet. Osa 1: terminologia ja yleiset periaatteet (Safety of machinery. Ergonomic design principles. Part 1: Terminology and general principles). Standardissa ergonomia-asiat käsitellään oppikirjamaisella ja periaatteellisella tasolla: listataan ne asiat, joihin huomio on kiinnitettävä, antamalla täsmällisiä arvoja, minimejä tai maksimejä. Seuraavassa kaaviossa on standardin periaatteiden otsakkeita ja lyhyitä poimintoja niiden sisällöstä.

- Kehon mitat

Suunniteltaessa työvälinettä tarkoitettulle käyttäjäryhmälle sopivaksi on käytettävä vähintään 5- ja 95-prosenttipisteen aluetta.

- **Asennot**  
On vältettävä hankalia työasentoja (esim. kehon kiertymistä tai taipumista) sekä pitkäkestoisia kehoa väsyttäviä toimintoja. Asentoa on voitava muuttaa.
- **Kehon liikkeet**  
Erityisesti on huolehdittava siitä, että käyttäjän ei tarvitse tehdä toistuvia tai kauan kestäviä liikkeitä nivelten äärialueilla.
- **Fyysinen voima**  
On vältettävä pitkäaikaista statista lihasjännitystä (esim. käsien pitämistä ylhäällä).
- **Henkiset kyvyt**  
Kaikkien työtehtävän suorittamisessa tarvittavien tietojen on oltava käyttäjän välittömästi ulottuvilla.
- **Näytöt, signaalit ja hallintaelimet**  
Käyttäjän kohtaamien epäselvien tilanteiden ja niistä johtuvien virheiden välttämiseksi on hallintaelimet mahdollisuuksien mukaan sijoitettava samalla tavalla, kun käyttäjä siirtyy käyttämään toista samantyyppistä tai saman toiminnon suorittavaa konetta.

Standardissa SFS-EN 614-1 käsitellään myös suunnitteluprosessin aikaisia ergonomiatoimia. Tavoitteena on tuoda ergonomia-aiheet selkeämmin esille suunnittelun yhteydessä. Suunnittelun aikana pitää tehdä mm. tehtäväanalyysi (tutki nykyisiä työtapoja, simuloi, kysy käyttäjiltä), listata tarvittavat ergonomiatiedot ja arvioida sopivilla menetelmillä yhdessä käyttäjien kanssa suunnitelman kelvollisuus.

Ergonomian perustandardin uusiminen on alkamassa, vaikka se on peräisin vasta 90-luvun puolivälistä. Perusteena on mm. sen käyttökelpoisuuden parantaminen ja alueella olevien standardien päällekkäisyys. Myös ISO on mukana, siellä on standardeina ISO 6385: 1981 Ergonomic prin-

ciples of the design of work systems, ISO 10075-1:1991 Ergonomic principles related to mental work-load – Part 1: General terms and definitions ja ISO 10075-2:1996 Ergonomic principles related to mental workload – Part 2: Design principles.

Ergonomian perustandardiin 614 ollaan tekemässä toistakin osaa: prEN 614-2 Safety of machinery. Ergonomic design principles. Part 2: Interactions between the design of machinery and work tasks, joka nimensä mukaisesti käsittelee sitä, että koneen suunnittelijan on mietittävä koneen käyttäjän työtehtäviä entistä tarkemmin jo suunnittelun yhteydessä: Onko tehtävät ”jaettu” sopivasti koneen ja sen käyttäjän kesken, ovatko käyttäjän tehtävät tasapainossa ihmisen toimintamahdollisuuksien kanssa? Tämän standardin käyttökelpoisuus on herättänyt hämmennystä.

**Ihmisten voimia, työasentoja ja työliikkeitä** (biomekaniikka) koskeva standardisarja on pitkään ollut työn alla. Lähes samoja standardeja ollaan tekemässä myös ISO:n piirissä:

- prEN 1005-1:1998. Safety of machinery. Human physical performance. Part 1: Terms and definitions.
- prEN 1005-2:1998. Safety of machinery. Human physical performance. Part 2: Manual handling of objects associated to machinery.
- prEN 1005-3:1998. Safety of machinery. Human physical performance. Part 3: Recommended force limits for machinery operations.
- prEN 1005-4:1998. Safety of machinery. Human physical performance. Part 4: Evaluation of working postures in relation to machinery.
- prEN 1005-5 Safety of machinery - Human physical performance – Part 5: Risk assessment for repetitive handling at high frequency.

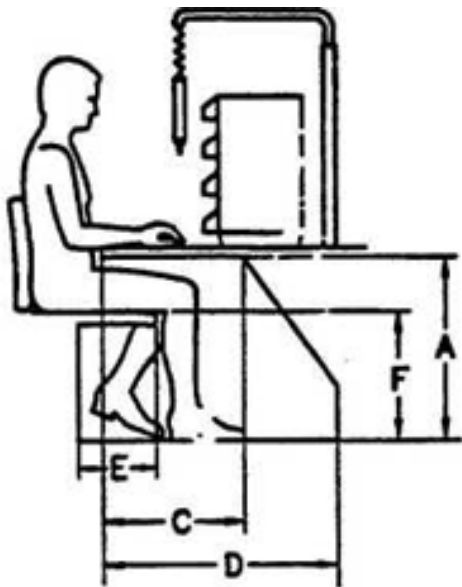
Osassa 2 annetaan rajat käsin tapahtuville nostoille koneiden käytön yhteydessä. Maksimitaakka hyvässäkin nostotilanteessa jää 25 kg:n paikkeille. Standardi perustuu NIOSH:n nostokaavan nimellä tunnettuun



laskentatapaan. Osa 3 sisältää nimensä mukaisesti koneiden käytön yhteydessä sallittavia maksimivoimia: paljonko kädellä voi työpäivän aikana tai hetkellisesti työntää, vetää tai nostaa. Osa 4 antaa ohjeita käden kohotusasentoa, niskan kiertoa, vartalon kumarrusta jne. varten. Toistotyötä koskeva osa 5 on vasta alkutekijöissään.

Koneiden yhteydessä olevien työpisteiden mitoitus suunnittelua koskeva standardi on melko valmis: prEN ISO 14738 Safety of machinery – Anthropometric requirements for the design of workstations at machinery (ISO/FDIS 14738:1999). Tämä standardi on Suomessa osoittautunut hyödylliseksi jo luonnosvaiheessaan, kun on haluttu päästä yhteiseen käsitykseen tuotantolinjojen yhteydessä olevien työpisteiden mitoituksesta.

Tutkimuksen kirjallisuusluettelossa on edellisten lisäksi muita saman alueen standardeja. Parhaimman kokonaiskuvan standardeista saa SFS:n käsikirjan 93 ”Koneiden



**Kuva 2.** Koneturvallisuutta koskevassa työpistestandardissa prEN ISO 14738 annetaan sekä numeroina että antropometriatietojen avulla mitoitusohjeita työpisteen vaaka- ja pystylayoutille. (Kuva: prEN ISO 14738)

turvallisuus” avulla. Käsikirjaa joudutaan nykyään uusimaan vuosittain, kun uusia standardeja on tulossa jatkuvasti.

## 2.3.2 Ajettavien työkoneneiden kulkutiestandardit

### 2.3.2.1 Perusstandardi

Ajettavien työkoneneiden kulkuteiden perusstandardi on vahvistettu 1999: SFS-EN ISO 2867 Maansiirtokoneet. Kulkutiet. Tosin samansisältöinen ja -numeroinen ISO-standardi on vuodelta 1994 Earth-moving machinery. Access systems. Seuraavassa on poimintoja standardista.

#### Soveltamisala

Standardi koskee käyttäjän työtilaan ja huoltopisteisiin johtavia kulkuteitä standardin ISO 6165 (SFS-ISO 6165:1989 Maansiirtokoneet. Perustyyppit. Sanasto) tarkoittamissa maansiirtokoneissa niiden ollessa pysäköitynä valmistajan ohjeiden mukaan.

#### Määritelmät

Jotta standardin vaatimuksia voi soveltaa oikein, on syytä tuntea standardin terminologia:

- **Kulkutiet:** Varusteet koneen työskentely-, tarkastus- tai huoltotasojen ja maanpinnan välistä nousemista ja laskeutumista varten. **Kulkutasoja** pitkin voidaan kulkea koneen eri osien välillä ja vaakasuuntaisilla tasoilla tehdään erilaisia työtehtäviä. **Työskentelytaso**-nimitys on standardissa varattu koneen ohjauspaikalle, siis yleensä ohjaamolle.
- **Kulkuaukko** on kulkutien sisääntulo- tai ulosmenoaukko henkilön kulkemisen varten – siis ovi. **Ensisijaisesta kulkuaukosta** kuljetaan normaalisti ja **vaihtoehtoisista kulkuaukkoista** käytetään hätätilanteessa, jos ensisijaisesta aukosta ei voi mennä.

- **Käsijohde ja kädensija** ovat kulkutien osia, joihin voidaan tarttua kädellä kehon tukemiseksi ja tasapainon säilyttämiseksi. **Käsijohdetta** pitkin kättä voidaan kuljettaa irrottamatta kättä rakenteesta; **kädensijaan** voidaan tarttua yhdellä kädellä.
- Nousuteistä erotellaan **pystytikkaat**, joiden kaltevuuskulma on vaakatasoon nähden  $75^{\circ}$ – $90^{\circ}$ , **kaltevat tikkaat**, joiden kaltevuuskulma on vaakatasoon nähden  $50^{\circ}$ – $75^{\circ}$  sekä vielä **portaat**, jonka kaltevuuskulma vaakatasoon nähden on suurempi kuin  $20^{\circ}$  ja enintään  $50^{\circ}$  ja jotka koostuvat vähintään neljästä askelmasta.
- **Askelma** on tikkaiden tai portaiden osa tai muu rakenne, jossa on sija yhdelle tai molemmille jaloille. Tikkaissa voi olla myös **puolia**.
- **Nousu** on kahden peräkkäisen askelman tai puolan välinen korkeusero astinpinnalta seuraavalle astinpinnalle ja **etenemä** vastaavasti kahden peräkkäisen askelman etureunojen välinen vaakasuora etäisyys. **Askelman syvyys** on askelman etu- ja takareunan välinen etäisyys.
- **Liukueste** on kulkutason tai luiskan pinnalle lisätty pitoa parantava rakenne.
- **Kolmipistetuenta** on kulkutien piirre, jonka ansiosta kulkuteillä liikuttaessa on mahdollista käyttää kahden käden ja yhden jalan tai kahden jalan ja yhden käden otetta samanaikaisesti.

### Kulkutiestandardin vaatimuksia

Yleisinä vaatimuksina standardissa esitetään:

- On minimoitava sellaiset rakenteet ja ulkonemat, joihin voi epähuomiossa jäädä kiinni kehon osista tai vaatetuksesta tai joihin voi kompastua.
- Kulkuteiden oikean käytön on oltava itsestään selvää ilman erityistä koulutusta.
- Kulkuteiden pitää olla sellaisia, että ne ohjaavat käyttämään kolmipistetuenta, kun ollaan vähintään 1 m:n korkeudella

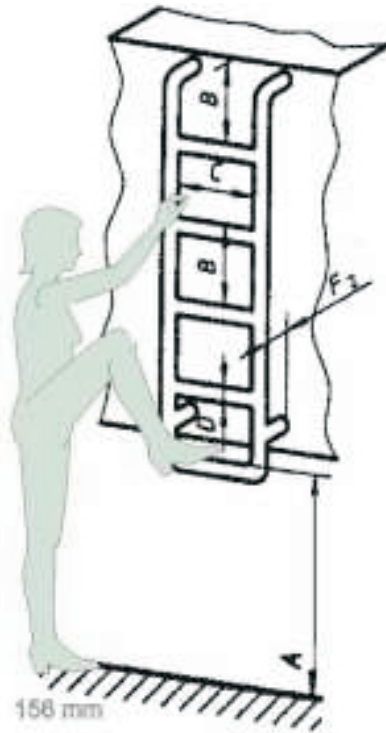
maanpinnasta.

- Koneessa on oltava vaihtoehtoinen uloskäyntitie, ja se on tarvittaessa merkittävä selvästi.
- Kulkuteiden kaikkien pintojen (myös kulkutienä käytettävien laitteiden ja rakennneosien pintojen) on oltava liukastumista estäviä.
- Käsille tarkoitettujen tartuntapintojen on oltava sileitä, eikä niissä saa olla teräviä kulmia tai ulkonemia, jotka voisivat aiheuttaa käsiin vammoja.

### Askelmat

Askelmien on oltava kuvassa 3 esitettävien mittojen mukaiset. Kaikissa askelmissa olisi oltava sija molemmille jaloille.

- Etäisyys maasta:  
max 700, opt 400



**Kuva 3.** Tikkaiden ja askelmien mitoitusta. Kuvan P5 nainen yrittää nousta 700 mm:n korkeudelle.

- Tikasaskelmien nousu **B**:  
min 230, max 400, opt 300
- Askelman leveys **C** yhdelle jalalle: min 160, opt 200  
kahdelle jalalle: min 320, opt 400
- Puolamaisen astinpinnan halkaisija/leveys **D**: opt 60  
ja sen takana oleva vapaa tila  $F_2$ : min 150, opt 200
- Tasomaisen astinpinnan syvyys  
min 130, opt 200

Muita askelmien vaatimuksia:

- Kun tikkailta on siirryttävä sivusuunnassa vieressä olevalle tasolle, saa siirtymisehtäisyys olla enintään 300 mm.
- Askelmien yhteydessä on oltava asianmukaisesti sijoitetut käsijohteet ja kädensijat.
- Mikäli jalka voi ulottua askelman ohi ja koskea liikkuvaa osaa, on askelman taakse asennettava suojus.
- Askelman rakenteen on minimoitava jalan sivusuuntaisen liukastumisen mahdollisuus.
- Askelman astinpinta ei saa olla tarkoitettu käytettäväksi myös kädensijana.
- Askelman rakenteen on oltava mahdollisimman vähän likaa keräävä ja sen on vieläpä irrotettava likaa jalkineiden pohjista.
- Askelman on oltava sellainen, että askelmia käytettäessä jalka osuu niille luonnollisesti tai sitten askelmien on oltava selvästi näkyvissä.
- Joustavia askelmia olisi vältettävä. Mikäli niitä käytetään, standardissa annetaan joustavuudelle raja-arvo, jonka muotoilu tosin on vähintäänkin hämmentävä. Maanpinnasta katsottuna ensimmäinen askelma saa olla vapaasti heiluva.

- Portaiden askeljako määräytyy siten, että etenemän ja kahdella kerrotun nousun summa on optimitilanteessa 600 ja maksimissaan 800 mm.

## Portaat

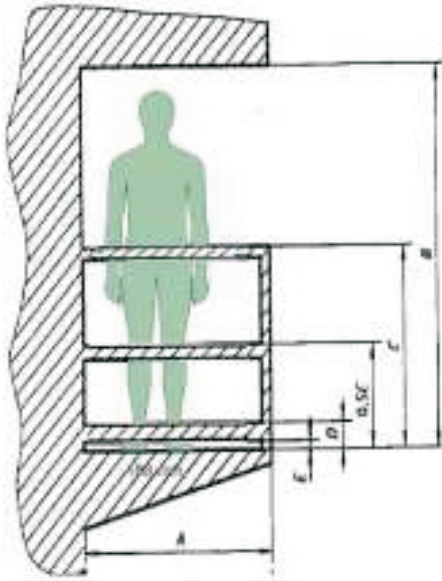
Portaissa täytyy olla vähintään neljä askelmaa. Portaissa askelman syvyyden on oltava vähintään yhtä suuri kuin askelman nousu. Peräkkäisten nousujen ja peräkkäisten askelman syvyyksien on oltava tasamittaisia. Portaissa pitää olla ainakin yksi käsijohde.

## Käsijohteet ja kädensijat

Käsijohteille ja kädensijoille annetaan seuraavia mittoja ja vaatimuksia:

- Tikkaiden ja kulkutasojen käsijohteiden halkaisija: min 16, max 38 ja opt 25 mm, portaissa max 80 ja opt 50 mm.
- Yhden kädensijan oteosan (suoran osan) pituus min 150 ja opt 250 mm.
- Käsijohteen tai kädensijan alla oleva käsitila min 75 mm.
- Käsijohteen alapään korkeus tasosta max 1600, opt 900 mm.
- Kulkutiet on varustettava tarkoituksenmukaisesti sijoitetuilla käsijohteilla ja kädensijoilla, joista kulkuteillä liikkuva henkilö voi ottaa jatkuvasti tukea ja säilyttää tasapainonsa.
- Käsijohteiden ja kädensijojen poikkileikkauksen olisi oltava pyöreä tai ainakin pyöristetty.
- Käsijohteiden ja kädensijojen pään pitää muodollaan estää otteen luiskahtaminen.
- Tikkaissa on suositeltavaa käyttää käsijohteita. Kädensijoja käytettäessä on niiden sijoitusvälin vastattava askelmien väliä.





**Kuva 4.** Kulkutasojen ja kaiteiden mitoitusta. Kuvassa iso 95 %-pisteen mies. Tason leveys on kuvassa noin 1 000 mm.

- kulkutason leveys **A**: min 300, opt 600
- vapaa korkeus **B** seisten: min 2 000
- suojakaiteen korkeus **C**: min 1000, max 1 100, opt 1 100
- jalkalistan korkeus **D**: min 50, opt 100
- jalkalistan rako **E**: max 10

#### Tasot, kulkukäytävät, kulkutasot, suojakaiteet ja jalkalistat

Tasot ja kulkutasot on varustettava kädensijoilla, käsijohteilla tai suojakaiteilla. Suojakaiteet on asennettava, jos putoamiskorkeus avonaisella sivulla olisi yli 3 m, tosin mielellään jo putoamiskorkeuden ollessa yli 2 m. Tasojen, kulkukäytävien, kulkutasojen, suojakaiteiden ja jalkalistojen on oltava kuvassa 4 esitettyjen mittojen mukaiset.

#### Kulkuaukot

Kulkuaukkojen on oltava kuvan 5 mukaisia. Koneissa, joissa ohjaamoon meno ta-

ptahtuu edestä päin (esim. liukuohjatuissa kuormajissa), on tarvittaessa oma kulkuaukkomitoituksensa. Muita vaatimuksia ovat:

- Oven on oltava avattavissa ilman, että sitä täytyy väistää.
- Oven avaamisessa tai sulkemisessa tarvittavan voiman olisi oltava korkeintaan 135 N.
- Oven ulkoreunan ja muun kiinteän rakenteen kuin ovenkehysten välillä on oltava kättä varten vähintään 80 mm:n vapaa tila.

oviaukon leveys **A** min 450, opt 680

oviaukon korkeus **B**

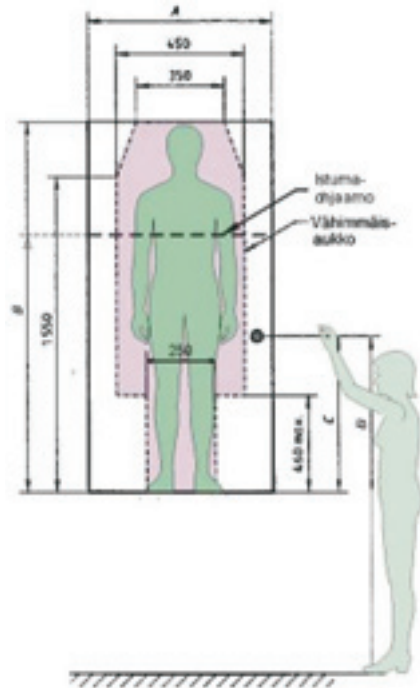
istumaohjaamossa: min 1 300

seisomaohjaamossa: min 1 800

sisäpuolisen ovenkahvan **C**

istumaohjaamossa:

min 350, max 850



**Kuva 5.** Oviaukon mittoja. Standardissa olevan kuvan aukko ei ole oikean muotoinen, vaan noin 200 mm liian leveä. Kuvassa 5 %-pisteen nainen ja 95 %-pisteen mies.

ulkopuolinen ovenkahva **D**  
korkeus seisomatasosta  
max 1 500, opt 900  
maasta avattaessa max 1 700

vähimmäisaukon kapean alaosan korkeus voi olla 770 mm, jos leveys on 300 mm

Vaihtoehtoinen kulkuaukko:  
min  $\approx$  650, min 600x600 tai min 470x650 mm

### 2.3.2.2 Muita standardeja

Koska maansiirtokoneille on oma kulkutiestandardinsa, ei ole tarpeen noudattaa yleistä kulkutiestandardia, joka sekin on koneturvallisuuden alalla syntyessä. Koska koneiden kulkutiet ovat hankalammin toteutettavissa, saattaisi kuitenkin olla hyödyllistä katsoa vaatimuksia silloin, kun voidaan vaatia enemmän. Standardisarjassa ”prEN 12 437 Safety of machinery – Permanent means of access to machines and industrial plants. Koneturvallisuus. Koneiden ja teollisuuslaitosten kiinteät kulkutiet” on tulossa neljä osaa:

- Part 1: Choice of fixed means of access between two levels  
Osa 1: Kahden tason välisen kiinteän kulkutien valinta
- Part 2: Working platforms and gangways  
Osa 2: Työskentelytasot ja kulkutasot
- Part 3: Stairways, stepladders and guard-rails  
Osa 3: Portaat, porrastikkaat ja suojakaiheet
- Part 4: Fixed ladders.  
Osa 4: Kiinteät tikkaat

Myös ohjaamon mitoitus liittyy kulkuteiden käyttöön. Ohjaimien sijoittelu tai istuma-asento vaikuttaa siihen, miten turvallisesti kulkutielle voidaan siirtyä. Ohjaamomitoitusta esitetään kahdessa standardissa:

- SFS-ISO 3411:1988. Earth-moving

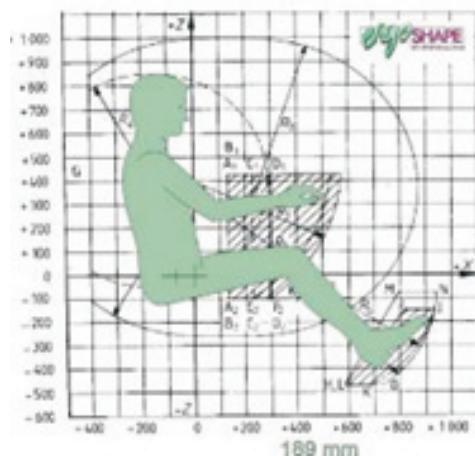
machinery. Human physical dimensions of operators and minimum operator space envelope. Maansiirtokoneet. Kuljettajien mitat ja vähimmäistila.

- SFS-ISO 6682 EN ISO 6682: Maansiirtokoneet. Hallintalaitteiden optimi- ja ulottumisalueet. 1995. Earth-moving machinery. Zones of comfort and reach for controls.

Viimeisen standardin nimi kertoo sen alueen. Ohessa on standardista yksi kuva ergoSHAPE-ihmismallijärjestelmän ison miehen (P95) kanssa.

Standardissa käytetään referenssipisteenä SIPIä (Seat Index Point), joka vastaa likimain lonkkaniveltä. SIP on kuitenkin ohjaamon ominaisuus eikä se liiku penkin mukana. SIP määritellään standardissa ”(SFS-EN ISO 5353: 1999 Traktorit, maansiirtokoneet ja työkonet. Istuimen mittapisteen, SIP, määrittäminen. 1985. 8 s. (ISO 5353: 1995 Earth-moving machinery - Seat index point (SIP))”.

Koneiden huoltotyöhön vaikuttaa huoltoaukkojen mitoitusta koskeva standardi ”SFS-EN ISO 2860 Maansiirtokoneet. Aukkojen vähimmäismitat. Earth-moving



**Kuva 6.** Hallintalaitteiden optimi- ja ulottumisalueita standardin SFS-ISO 6682 EN ISO 6682 mukaan. Standardin mukaan sallittaisiin kuitenkin aika makuavakin työskentelyasento.

machinery. Minimum access dimensions (ISO 2860:1992)”, jonka suomenkielinen versio on vahvistettu vuoden 2000 alussa. Vastaava standardi on koneturvallisuuspuolella SFS-EN 547 Koneturvallisuus. Ihmisen mitat, jossa on kolme osaa: Osa 1: Koneiden kulkuaukkojen mittojen määrittämisperiaatteet, Osa 2: Työskentelyaukkojen mittojen määrittämisperiaatteet ja Osa 3: Antropometriset tiedot.

### 2.3.3 Maatalous- ja metsäkoneiden kulkutiestandartit ja määräykset

#### 2.3.3.1 Traktorit

Suomessa on traktoreiden kulkuteistä määrätty turvallisuusmääräyksiä, ja siksi voimassa ei ole ollut niitä koskevia standardeja. Euroopan Unionissa, nyt myös Suomessa, traktoreiden kulkuteistä on määrätty suoraan traktoridirektiiveissä ja siksi traktoreille ei valmistella EN-standardeja. Kulkuteistä on ohjeita kansainvälisissä ISO-standardeissa.

#### Turvallisuusmääräykset

Suomessa annettiin ensimmäinen traktoreita koskeva velvoittava päätös vuonna 1967: *valtioneuvoston päätös työturvallisuuslain soveltamisesta traktoreihin ja niiden tarkastukseen, VNp 128/67*. Siinä määrättiin turvakehys tai -katos pakolliseksi yli 500 kg:n traktoreihin. Päätös tuli voimaan 1.7.1969, ja se koski voimaantulopäivämäärän jälkeen ensimmäistä kertaa käyttöön otettavia traktoreita. Tämän päätöksen perusteella tuli myös kulkuteitä koskevia vaatimuksia, ks. alla. Turvaohjaamot olivat tuolloin kotimaisia jälkiasenteisia ohjaamoita, missään traktorissa ei sellaista ollut vakiovarusteena.

Edellä mainittua päätöstä täydennettiin vuonna 1970. Sosiaali- ja terveysministeriön vahvistamissa ohjeissa *Teknilliset turvallisuusohjeet N:o 14 4-pyörätraktorit* asetettiin kulkuteille jo seuraavia vaatimuksia:

– helppo pääsy ohjaamoon molemmilta si-

vuilta

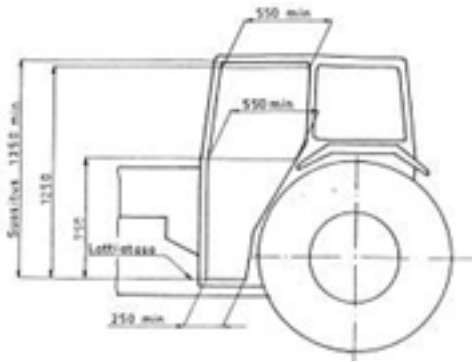
- tarpeelliset jalan- ja kädensijat
- alin askelma enintään 55 cm:n korkeudella maasta; alahuomautuksena oli vaatimus, ettei jalansijojen väli saisi olla suurempi kuin 30 cm
- jalansijat eivät saa olla liukkaat eikä niille saa kerääntyä maata, lunta tai jäätä
- ohjaamon tuli olla riittävän tilava
- ohjaamon jalkataso ei saa olla liukas ja se on voitava helposti pitää puhtaana maasta ja lumesta; alahuomautuksessa oli tavoitteena mahdollisimman tasainen lattiataso.

Päähuomio oli kiinnitetty kaatumisenkestävään turvaohjaamoon, eikä ohjeissa ollut vielä vaatimuksia jalansijojen leveydelle, askelmien syvyydelle eikä ohjaamon oviaukon mitoille. Suurta keskustelua aiheutti ohjeissa alahuomautuksena ollut melurajana kriteeriokäyrä N 95, joka tuli voimaan 1.7.1971. Jälkiasenteisten turvaohjaamoiden suurin ongelma oli melu, mutta ongelmallisia olivat myös kulkutiet.

Seuraava versio teknillisistä turvallisuusvaatimuksista oli vuodelta 1976; *Työsuojeluhallituksen turvallisuusmääräykset ja -ohjeet 14. Traktorit*. Niissä kulkuteille esitettyjä uusia vaatimuksia olivat:

- oven ja muun kulkutien vähimmäisleveys on 550 mm
- lattian läheisyydessä kulkutien leveys vähintään 250 mm
- jalansijojen etureunan piti olla oviaukon alareunan tasoa ulompana
- oviaukon kohdalla ei saanut olla kynnystä paitsi pyörätelejä käytettäessä
- ovien piti avautua niin paljon, että kulku traktoriin on esteetön, ja ovien piti pysyä avattuina.

Ovien leveyden määrittelyllä pyrittiin parantamaan kulkutietä ohjaamoon, mutta mittavaatimuksen toteuttaminen ei ollut aivan yksinkertaista. Ovea oli helppo suurentaa, mutta pääsy ovelta istuimelle yli polkimien oli edelleen ongelmakohta. Alahuomautuksena sallittiin ”erityisistä ergonomisista tai muista vastaavista syistä



**Kuva 7.** Vuonna 1985 voimaantulleiden työsuojeluhallituksen traktoriohjeiden 1984, edellyttämät oven vähimmäismitat (Kuva: TSH:n traktoriohjeet 1984).

helppo pääsy ohjaamoon yhdeltä sivulta”, eli hyväksyttiin em. poikkeustapauksissa vain yksi ovi, käytännössä ei juuri koskaan.

Traktorimääräysten seuraava vuonna 1984 annettu versio tuli voimaan 1.7.1985, *Työsuojeluhallituksen turvallisuusmääräykset 14. Traktorit*. Edellä mainitut mitat olivat ennallaan, mutta nyt mittoja oli ensimmäisen kerran selvennetty kuvin, kuva 7. Uutta oli askelman minimileveys, 250 mm. Nämä määräykset ovat edelleenkin voimassa silloin, kun traktorille myönnetään kansallinen tyyppihyväksyntä.

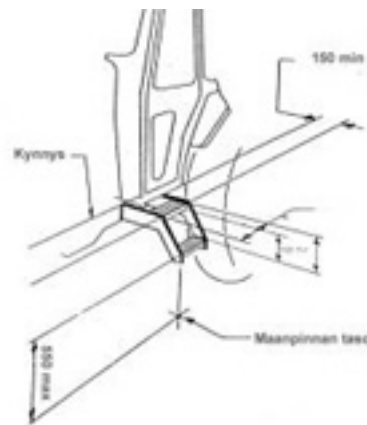
### Traktoridirektiivit

*Neuvoston direktiivi 80/720* vuodelta 1980 antaa ETY-tyyppihyväksyntävaatimukset traktorin ohjaustilalle, pääsille ohjauspai-kalle sekä oville ja ikkunoille. Sen kulkutei-tä koskevia vaatimuksia ovat, ks. kuva 8:

- sisään- ja ulospääsytettä on oltava mahdollista käyttää vaaratta
- askelmina ei hyväksytä pyörien napoja, polykapseleita tai vanteita
- ohjaamoon pääsyn eri pisteissä ei saa olla vahingoittumista aiheuttavia osia tai esim. polkimien aiheuttamien esteiden kohdalle on järjestettävä askelma tai jalkanoja
- alin askelma saa olla enintään 550 mm:n korkeudella maasta

- askelmien leveyden pitää olla vähintään 250 mm, teknisistä syistä sallitaan 150 mm
- askelmien väli saa olla enintään 300 mm, vähintään 120 mm
- askelmien on oltava tasavälein
- askelmien syvyysvara, vapaatila askelman etureunasta, on oltava vähintään 150 mm
- oltava asianmukaiset kädensijat.

Teksti puhuu askelmista tai puolista, mutta itse askelman syvyyttä ei ole määritelty. Myöskään oviaukon leveydelle, kor-



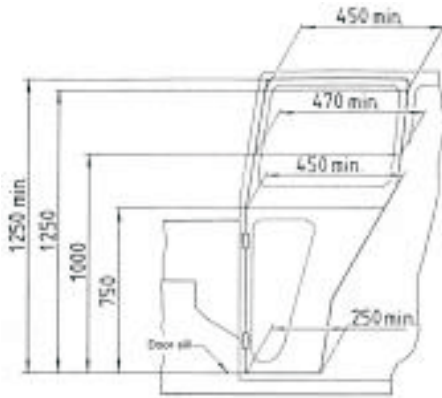
**Kuva 8.** Traktorin askelmien mitoitus, direktiivi 80/720/ETY.

keudelle tai ovien lukumäärälle ei direktiivissä ole mitään vaatimuksia.

### Kansainväliset ISO-standardit

Kansainvälinen standardisoimisjärjestö ISO valmistelee traktoreiden, maatalous- ja metsäkoneiden standardeja teknisen komitean 23, *ISO/TC 23 Tractors and machinery for agriculture and forestry*, eri alakomiteoissa, traktoristandardit valmistelee alakomitea ISO/TC 23/SC 4 ja varsinaiset turvallisuusstandardit alakomitea ISO/TC 23/SC 3.

Ensimmäisenä traktoreiden kulkuteitä koskevana ISO-standardina valmistui *ISO 4242-1983, Agricultural tractors – Access, exit*



**Kuva 9.** Traktorit: Kulkutien ja oven mitat, ISO 4252-1983, kuva 1 osittain.

and the operator's workplace – Dimensions (Maataloustraktorit – Kulkutiet, poistumistiet ja kuljettajan työpaikka – Mitat). Se määritteli selkeästi kuvien kulkuteiden ja askelmien mitat, kuva 9:

- minimileveys lattiatasossa 250 mm, 750 mm:n korkeudella 450 mm, 1000–1250 mm:n korkeudella 470 mm ja sitä ylempänä 450 mm
- alimman askelman korkeus maasta vähintään 550 mm myös suurimmalla rengaskoolla, askelmien väli enintään 300 mm, syvyys 150 mm ja leveys vähintään 150 mm, alahuomautuksessa leveyden minimiksi suositeltiin 250 mm
- askelmien pitää olla tasavälein, poikkeama tasavälistä enintään 20 mm

Standardissa käytettiin termiä kulkutie eikä oviaukko, ja kulkutien mittojen edellytettiin täyttyvän myös oven ollessa avattuna. Standardin kuvassa 9 on oviaukossa kynnys, vaikkei siitä ole mainintaa itse tekstissä.

Traktoreiden tyyppihyväksynnässä olivat ongelmana esim. oviaukon ja askelmien leveys. Suomessa oli vuodesta 1976 vaadittu 550 mm leveätä ovea, kun vuonna 1983 ilmestynyt ISO 4252 vaati oven leveydeksi vain 450/470 mm. Vuodesta 1985 Suomi vaati 250 mm leveän askelman ja kaksi vuotta aikaisemmin ilmestyneen ISO 4252:n mukaan riitti 150 mm:n levyinen

askelma.

Uusin ISO 4252:n versio on vuodelta 1992, ISO 4252:1992, *Agricultural tractors – Operator's workplace, access and exit – Dimensions (Maataloustraktorit – Kuljettajan työpaikka, pääsy- ja poistumistiet – Mitoitus)*. Siinä oviaukon mittakuva on uusittu alkuaan MTT/Vakolassa piirretyksi kuvaksi, mutta mitat ovat ennallaan. Askelmien vaatimukset on siirretty standardiin ISO 4254-1, ks. alla.

Traktoreille on myös oma ISO-turvallisuusstandardi ISO 4254-3:1992, *Tractors and machinery for agriculture and forestry – Technical means for ensuring safety – Part 3: Tractors, (Traktorit, maatalous- ja metsäkoneet – Tekniset turvallisuusvaatimukset – Osa 3: Traktorit)*, mutta siinä ei ole vaatimuksia kulkuteille.

### 2.3.3.2 Maatalouskoneet

Suomessa ei ole maatalouskoneille ollut kovinkaan monia velvoittavan taseoisia määräyksiä. Ruohonleikkukoneille, leikkupuimureille, kelasilppureille, lumilingoille ja puutarhakoneille oli julkaistu turvallisuusohjeet. Muiden koneiden osalta vedottiin vuodelta 1976 oleviin yleisiin koneohjeisiin, *Työsuojeluhallituksen turvallisuusmääräykset ja -ohjeet 1: Koneet, välineet ja tekniset laitteet*.

Työsuojeluhallitus asetti 3.2.1983 leikkupuimureille turvallisuustarkastuspakon, joka astui voimaan vuoden 1984 alussa. Kulkuteille asetettiin periaatteessa samat mittavaatimukset kuin silloisissa traktoriohjeissa. Oviaukon alareunan minimileveydeksi säädettiin 450 mm ja oviaukon korkeudeksi 1350 mm. Monet näistä vaatimuksista toteutuivat myöhemmin puimureiden ISO- ja EN-standardissa. Puimureiden tarkastuspakko poistui EU:n koneturvallisuusdirektiivin tullessa pakolliseksi vuoden 1995 alussa.

Maatalouskoneille on tullut selkeitä standardivaatimuksia vasta 90-luvulla EU:n koneturvallisuusdirektiivin, *Neuvoston direktiivi 89/392/ETY, muutoksineen*, ja sen



tueksi valmisteltujen EN-standardien muodossa. Kansainvälisiä ISO-standardeja, joissa oli kulkutieasioita on ollut voimassa jo 80-luvulla.

## Kansainväliset ISO-standardit

### Maatalouskoneet yleensä – ISO

Vuonna 1985 ilmestyi ensimmäinen kaikkien maatalouskoneiden yhteinen turvallisuusstandardi ISO 4254/1-1985, *Tractors and machinery for agriculture and forestry – Technical means for ensuring safety – Part 1: General (Traktorit, maatalous- ja metsäkoneet – Tekniset turvallisuusvaatimukset – Osa 1: Yleiset vaatimukset)*. Tähän standardiin oli siirretty askelmia koskevat asiat standardista ISO 4252-1983. Mitat pysyivät muuten samoina, mutta askelman minimileveys oli nyt 200 mm ISO 4252:ssa olleen 150 mm:n sijaan. Alahuomautuksessa sallittiin vielä 150 mm ”jos on peräkkäiset askelmat, joita käytetään vuorotellen”. Muita kulkuteitä koskevia vaatimuksia olivat:

- kädensijat ja askelmat kulkuteillä myös huolto- ja säätökohteisiin
- askelmissa oltava reunus sivuilla.

Myös työtasot oli otettu mukaan vaatimukseen:

- käyttäjän putoaminen tasolta estettävä
- tason oltava tasainen, ei liukas, oltava varvaslista sekä kaide välijohtimiseen.

Uusin ISO 4254-1:n versio ilmestyi vuonna 1989, *ISO 4254-1:1989, Tractors and machinery for agriculture and forestry – Technical means for ensuring safety – Part 1: General (Traktorit-, maatalous- ja metsäkoneet – Tekniset turvallisuusvaatimukset – Osa 1: Yleiset vaatimukset)*, mutta kulkuteiden mittavaatimukset ovat siinä ennallaan. Tässäkin versiossa kuva vielä näyttää oviaukon, jossa on kynnyks.

### Leikkuupuimurit - ISO

Leikkuupuimureita koskevan ISO-turvallisuusstandardin valmistelu kesti toistakym-

mentä vuotta. *ISO 4254-7:1995, Tractors and machinery for agriculture and forestry – Technical means for ensuring safety – Part 7: Combine harvesters, forage and cotton harvesters (Traktorit, maatalous- ja metsäkoneet – Tekniset turvallisuusvaatimukset – Osa 7: Leikkuupuimurit ja puuvillan korjuukoneet)*, ilmestyi vasta vuonna 1995 eli samana vuonna kuin vastaava eurooppalainen EN-standardi.

Tätä standardia valmisteltaessa lähdettiin liikkeelle ajatuksesta ettei puimurin ohjaamon kulkutien esteenä ole traktorin takapyörän kaltaista estettä, joten oviaukosta olisi varaa tehdä selvästi leveämpi kuin traktoreissa. ISO 4254-7:n antamat oviaukon minimimitat esitetään kuvassa (kuva 10):

- leveys 550 mm aina 1250 mm korkeuteen asti, 300 mm alle 750 mm:n korkeudella, suositus 450 mm
- oviaukon korkeus 1350 mm, mutta 1300 mm jos nousee suoraan askelmalta ohjaamoon

Askelmien mittojen osalta viitattiin ISO 4254-1:1989:n mittoihin, poikkeuksena esim. riisi-, tela- tai rinnevarustus, jolloin



**Kuva 10.** Puimurit: Oven ja kulkutien mitat, ISO 4254-7:1995, kuva 3.

alin askelma voi olla 700 mm:n korkeudessa.

Puimureiden kulkuteiden kädensijoista määrättiin asioita, joita traktoreiden standardissa ei ollut, esim:

- käsijohteet tai kädensijat kulkutien molemmilla puolin
- käsijohteen paksuus 25–35 mm
- käsijohteen alapää enintään 1600 mm:n korkeudella maasta
- kädelle oltava 50 mm:n vapaatila kädensijan ympärillä

ISO 4254-7 ei tee eroa ohjaamoon tai huoltopaikkoihin johtavien kulkuteiden välillä, vaan vaatimukset ovat samat. Myös huoltokohteiden ympärille vaaditaan kaide. Tämä vaatimus tuli selkeästi Pohjois-Amerikasta, eikä sen jättämisestä pois amerikkalaisten silloisen toteamuksen mukaan voinut edes keskustella.

Standardia ISO 4254-7:1995 uusitaan nyt ISO-CEN yhteistyönä.

## Eurooppalaiset EN-standardit

### Maatalouskoneet yleensä - EN

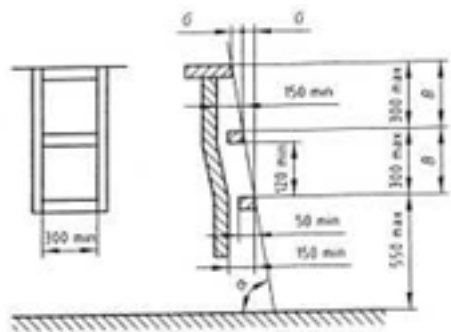
Maatalouskoneiden yhteisen turvallisuusstandardin valmistelu alkoi heti kun maatalouskoneiden tekninen komitea CEN/TC 144 *Tractors and machinery for agriculture and forestry (Traktorit, maatalous- ja metsäkoneet)* oli perustettu vuonna 1989 eli samana vuonna kuin ISO 4254-1:1989 julkaistiin. Alussa yritettiin ehdotukseen sisällyttää kaikki maatalous- ja metsäkoneet, mutta tästä oli luovuttava koneiden suuren valikoiman takia. Varsinkin Pohjoismaat ihmettelivät ääneen miksei uutta ISO-standardia 4354-1 käytetä hyväksi. Silloiset ETY-maat eivät katsoneet voivansa hyväksyä ISO-standardia edes pohjaksi, vaan vaativat erillistä EN-standardia. Tämä prosessi olikin hidas ja hankala, kaikkien koneiden yhteisten turvallisuusvaatimusten EN 1553 läpäisi lopullisen äänestyksen vasta vuonna 1999.

EN 1553:1999, *Agricultural machinery – Agricultural self-propelled, mounted, semi-*

*mounted and trailed machines - Common safety requirements (sama kuin SFS-EN 1553:2000, Maatalouskoneet. Itsekulkevat, nostolaitteihin nitteiset, puolihinattavat ja hinattavat koneet. Yhteiset turvallisuusvaatimukset)*, oli saatettava voimaan viimeistään 31.5.2000. Kulkuteiden vaatimukset, ks. kuva 11, ovat standardissa samankaltaiset kuin jo vuonna 1995 voimaan tullessa leikkuupuimureiden standardissa EN 632 (sama kuin SFS-EN 632:1995), mutta täsmällisemmät kuin ISO-standardissa:

- yli 550 mm korkeudessa olevalle tasolle oltava kulkutie
- tikkaiden kaltevuus 70–90 astetta, kuva 11
- kaava kulkutien kaltevuuden ja askelmavälin suhteen
- askelmat tasavälein, 20 mm toleranssi
- ylösnostettava kulkutie, suurin käyttövoima 200 N
- telakoneissa tela hyväksytään askelmaksi, tällöin on oltava 3-pistekontakti
- kädensijat 1500 mm:n korkeudesta lähtien, paksuus 25–35 mm, 50 mm:n vapaatila kädelle

Myös huoltokohteisiin johtaville kulkuteille on annettu yksityiskohtaisia vaatimuksia, mutta ne ovat joiltakin osin tasoltaan alhaisempia kuin varsinaisille työtasoille johtavilla kulkuteilla. Ohjaamoon johtavan kulkutien leveyden minimiksi on annettu 300 mm. Lisäksi sanotaan ettei kul-



**Kuva 11.** Maatalouskoneet: Kulkutien mitat, SFS-EN 1553:2000, kuva 2.

kutiellä saa olla hallintalaitteita lukuunottamatta mahdollista kuljettaja läsnäoloa osoittavaa laitetta.

## Leikkuupuimurit - EN

Eurooppalaisen leikkuupuimureiden turvallisuusstandardin ensimmäinen ehdotus vuodelta 1989 oli kovasti vastaavan ISO-ehdotuksen kaltainen, mutta siitäkin oli tehtävä erillinen EN-standardi, ISO 'ei kelvannut'. EN 632:1995, *Agricultural machinery – Combine harvesters and forage harvesters – Safety (sama kuin SFS-EN 632:1995 Maatalouskoneet. Leikkuupuimurit ja rebusilpuurit. Turvallisuus)*, ilmestyi kesällä 1995.

Standardin valmistelu lähti kulkuteiden osalta liikkeelle lupaavasti, esimerkiksi oviaukon alareunan minimiksi oli ehdolla 450 mm, sama kuin työsuojeluhallituksen antamissa suomalaisissa puimureiden tarkastusohjeissa. Sitten törmättiin käytäntöön. Eräs kansainvälinen puimurivalmistaja oli tuomassa markkinoille uutta ohjaamosarjaa, jonka oviaukon alareuna oli kapeampi kuin 450 mm. Seuraava työryhmän kokous sai kuulla ”tieteellis-kaupalliset perustelut” alareunastaan enintään 300 mm levyisen oviaukon paremmuudesta. Tässä työryhmässä ei päätetty yhtään asiaa sihteeristömaata Saksaa vastaan ja siksi oviaukon alareunan minimi on standardissa 300 mm.

Toisena huononnuksena vastaavaan ISO-standardiin verrattuna on ettei moottoritilan ympärillä selkeästi vaadita kaidetta, ”ei ole putoamisvaaraa”. Huoltokohteisiin johtavalta kulkutieltä edellytetään periaatteessa samaa kuin mitä SFS-EN 1553 vaatii.

Standardit ISO 4254-7 ja SFS-EN 632 on päätetty uusia ISO-CEN yhteistyönä ISO:n johdolla tavoitteena yhteinen standardi. Tätä uutta ehdotusta on käsitelty jo kolmessa kokouksessa. Ehdotuksessa on joi-takin kokonaan uusia ajatuksia kulkuteiden turvallisuuden parantamiseksi, esimerkiksi kohdevalo kulkutiellä pimeän varalta, toteamus että kulkutiellä ei saa olla hallintalaitteita sekä järjestelmä, joka istuimelta poistuttaessa pysäyttää leikkuupöydän ko-

neistot. Näyttää todennäköiseltä, että moottorin huoltotilan ympärillä tullaan nyt vaatimaan kaide.

### 2.3.3.3 Metsäkoneet

#### Kansalliset vaatimukset

Vuonna 1973 annettiin *Valtioneuvoston päätös metsätraktoreista ja niiden tarkastuksista, VNp 517/1973*. Käytännön vaatimukset annettiin standardissa *SFS 2940 Metsätraktorit. Yleiset rakennemääräykset*. Kulku-tievaatimukset olivat samat kuin traktoreil-lakin. Kyseinen metsätraktoripäätös pe-ruuntui konedirektiivin tullessa pakolliseksi vuoden 1995 alussa.

Standardin uusi painos on ilmestynyt vuonna 1990, *SFS 2940 Koneturvallisuus. Metsätraktorit ja hakkuukoneet*. Kulku-tievaatimukset olivat edelleen samoja traktorei-den vaatimusten kanssa. Monin kohdin vii-tattiin myös standardiin *SFS 5069 (1985) Koneturvallisuus. Työskentelytasot, kulkutiet, portaat ja tikkaat*. Molemmat mainitut stan-dardit ovat edelleen voimassa.

#### Kansainväliset ISO-standardit ja eu-rooppalaiset EN-standardit

ISO:n metsäkonealakomitea ISO/TC 23/SC 15 on valmistellut metsäkoneiden turvallisuuden yleisstandardin *ISO 11850: 1996, Machinery for forestry – Self-propelled machinery – Safety (Metsäkoneet – Itsekulkevat koneet – Turvallisuus)*. Sen vaatimuksissa oli pohjana pikemminkin ISO:n maansiirtokoneiden standardeja kuin ISO:n maatalous-kone- tai traktoristandardeja. Syynä tähän oli Pohjois-Amerikan käytäntö, jossa erikoismetsäkoneet ymmärretään kuuluvan kiinteästi maansiirtokoneperheeseen ja siksi niille on käytetty maansiirtokoneiden stan-dardeja, jotka on valmistellut maansiirtokoneiden tekninen komitea ISO/TC 127.

ISO 11850 käyttää kulkuteiden ohjeena maansiirtokoneiden standardia *ISO 2867: 1994, Earth-moving machinery – Access systems (Maansiirtokoneet – Kulkutiet)*. Siinä on eräi-



tä eroja traktori- ja puimuristandardeihin verrattuna. Esimerkiksi alin askelma saa olla enintään 700 mm:n korkeudella. Maatalouskoneiden vastaava enimmäiskorkeus on 550 mm, ja siitä on poikkeuksia esimerkiksi riisipuimureiden 700 mm:iin asti. Samoin metsäkoneilla hyväksytään askelmaksi telan pinta sekä telavaunun sivussa oleva syvennys, mitä maatalouspuoli taas ei hyväksy. Maansiirtokoneiden alimman askelman peruskorkeus on 400 mm.

Standardin ISO 11850 uusimisesta yhteiseksi EN-ISO standardiksi on tehty päätös ja vuoden 2000 lopulla ehdotus on toimitettu ensimmäiseen viralliseen äänestykseen.

### 3 Tavoitteet

Ajettavien työkoneiden kulkuteiden turvallisuutta koskevan tutkimuksen ensimmäisen vaiheen tavoitteina oli:

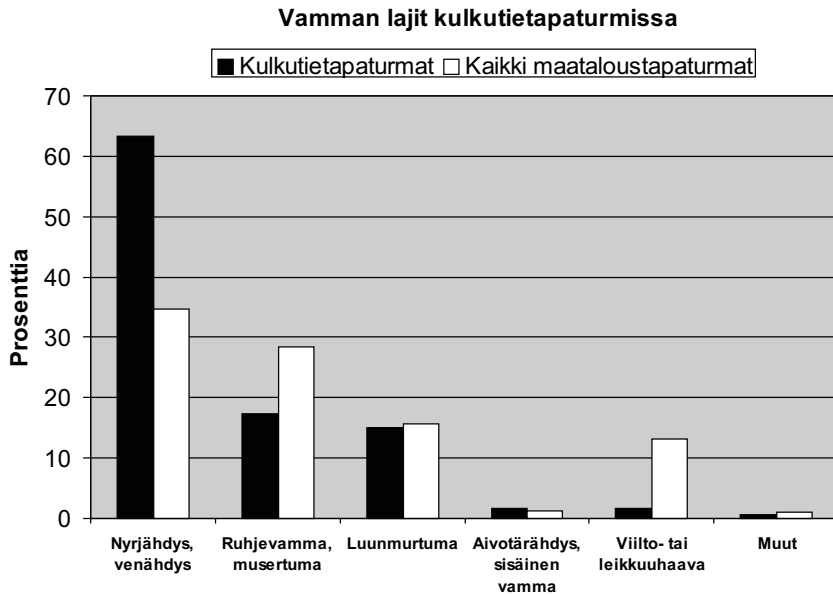
- selvittää ajettavien työkoneiden kulkuteihin liittyviä ongelmia ja turvallisuusriskejä sekä käytettävissä olevien tutkimusmenetelmien soveltuvuutta niiden ratkaisemiseen
- tuottaa ajettavien työkoneiden valmistajille ja varustajille tietoa siitä, miten kulkuteitä käytetään, mitä hyvää niissä on, mitä muutoksia tarvitaan
- kokeilla eri menetelmien soveltuvuutta tämäntyyppiseen monitieteiseen tutkimushankkeeseen ja erityisesti saman tutkimuksen mahdolliseen jatkohankkeeseen
- selvittää aiheen jatkotutkimustarpeita ja mahdollisen jatkohankkeen edellytyksiä, toisin sanoen tutkimusaiheen tärkeyttä ja esitettyjen ongelmien ratkaistavuutta valituilla menetelmillä
- selvittää konevalmistajien kiinnostusta laajempaan hankkeeseen.

## 4 Kulkutietapaturmat maatilataloudessa vuonna 1997

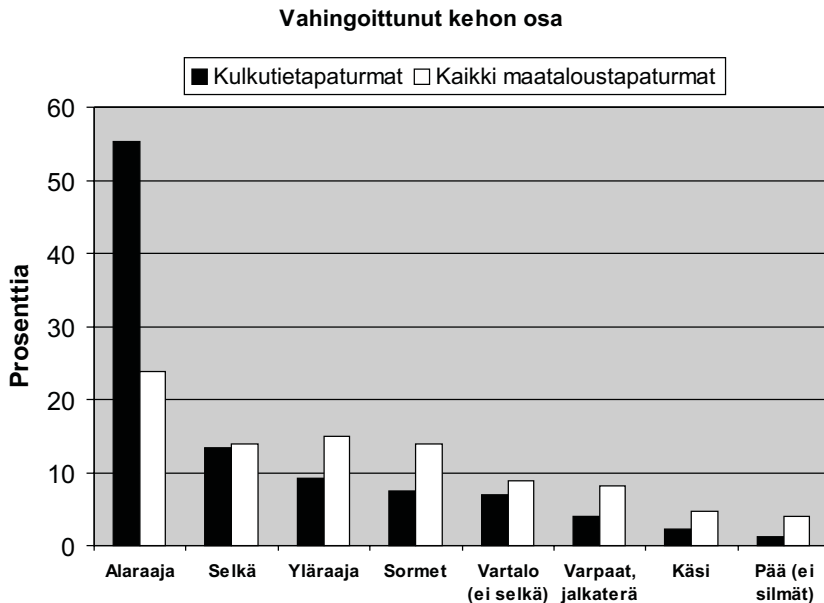
Suuri suhteellinen tapaturmariski jossakin työssä tai jollakin konetyypillä on oire ihmisen-kone-ympäristö-järjestelmän puutteellisesta yhteensopivuudesta. Esimerkiksi koneen(osan) muotoilu ja mitoitus voivat olla staattisessa tarkastelussa hyväksyttäviä ja riittäviä, mutta käytännön käyttötilanteessa työ voi olla aiottua riskialttiimpaa. Joskus ihmisen toiminnan luontainen vaihtelu ylittää koneen mitoituksen ja muotoilun sallimat rajat, minkä jälkeen sattuu tapaturma. Kuitenkin ergonomian periaatteiden mukaista olisi, että koneet ja työympäristö muotoiltaisiin toimimaan ihmisen ehdoilla, sen sijaan että ihminen pakotetaan sopeutumaan toimintaympäristöön siinä määrin, että rangaistuksena toiminnan luontaisesta vaihtelusta on tapaturma.

Erilaiset tapaturmatilastot ovat tavallisen lähtökohta jonkin ongelma-alueen tarkasteluun. Vaikka tapaturmatilastojen avulla ei saada tietoa tapaturmien perimmäisistä syistä, tapaturmien luonnetta kuvailevat tiedot voivat auttaa löytämään mahdollisten ongelmien painopisteen ja helpottaa taustalla vaikuttavien syytekijöiden pohdintaa. Tuotekehityksen avuksi voidaan haluttaessa kerätä tietoja tarkemmillä tapaturmien tapaustutkimuksilla, jolloin voidaan paremmin määritellä koneen tai laitteen ominaisuuksien merkitys kyseessä olevaa konetta käytettäessä sattuneiden tapaturmien osatekijöinä.

Kulkutietapaturmien osuus kaikista ajettavien työkoneiden tapaturmista on useisiin eri konetyyppeihin perustuvissa tutkimuksissa yleensä 17–50 %. Tämä on suuri osuus, sillä ohjaamoon ja ohjaamosta kulkemiseen käytetään vain hyvin pieni osa päivittäisestä työajasta. Näin suhteellinen tapaturmariski muodostuu kulkutiellä hyvin suureksi.



**Kuva 12.** Vamman lajit kulkutietaturmissa (n=172) ja kaikissa maataloustaturmissa vuonna 1997 (n=8 092).

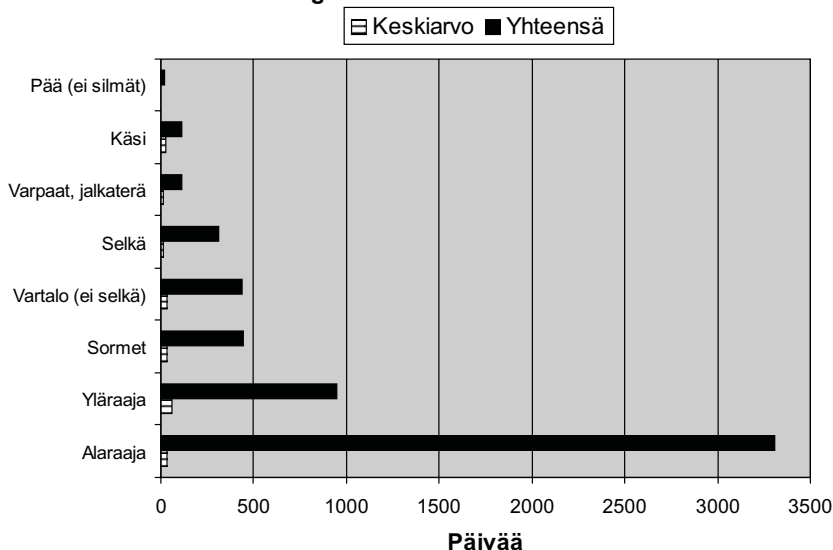


**Kuva 13.** Vahingoittunut kehonosa kulkutietaturmissa (n=172) ja kaikissa maataloustaturmissa vuonna 1997 (n=7 928).

Kulkutietaturmia sattuu merkittävästi enemmän ohjaamoista poistuttaessa kuin niihin noustaessa. Tyypillisiä tapaturmia ovat liukastumiset, putoamiset ja kom-

pastumiset. Tyypillinen seuraus on alaraajan venähdys tai nyrjähdys. Kulkutietaturmien syitä tarkastellaan viimeisessä kappaleessa.

### Kulikutietaturmien vuoksi menetetyt työpäivät vuonna 1997 vahingoittuneiden kehonosien mukaan



**Kuva 14.** Työkyvyttömyyden pituus keskimäärin ja yhteensä eri kehonosiin kohdistuneissa kulikutietaturmissa vuonna 1997 (n=172). Kuvion mustat vaakajanaat kuvaavat eri tapaturmien aiheuttamia työkyvyttömyysjaksoja kokonaisuudessaan (päivinä). Valkeat vaakajanaat ilmaisevat keskimääräisen työkyvyttömyysjakson pituuden (päivinä).

Nykyisen tapaturmatilanteen selvittämiseksi analysoitiin Maatalousyrittäjien eläkelaitoksen rekisteristä tätä tutkimusta varten haettu tapausjoukko. Maatilatalouden koneilla, lähinnä traktoreilla, sattuneet kulikutietaturmat vastannevat suhteellisen hyvin mm. monentyyppisiä kiinteistö-, kunnallis- ja maarakennusalan koneilla sattuvia vastaavia tapaturmia, koska peruskoneet ja kulkutieratkaisut ovat osin samantyyppisiä. Lisäksi maatilataloudessa koneiden käyttöympäristö ja työntekijän työympäristö ovat usein yhtä haasteellisia ja vaihtelevia kuin muilla edellä mainituilla sektoreilla.

Tässä esiselvityksessä löydettiin 172 vuonna 1997 vähintään kahden päivän työkyvyttömyyteen johtanutta ajettavalla työkonella sattunutta kulikutietaturmaa. Maatilatalouden traktoritapaturmista tämä on noin 34 %. Kuitenkin lievempiä tapaturmia, jotka eivät ilmene tilastosta, sattuu paljon enemmän.

Kulikutietaturman tyypillinen seuraus on nilkan venähdys tai nyrjähdys (Kuvat 12 ja 13). Alaraajojen vammoista kertyy myös yhteensä eniten työkyvyttömyyspäiviä (Kuva 14). Keskimäärin kulikutietaturma aiheuttaa 33 päivän työkyvyttömyyden, joka on varsinkin yksinyrittäjätoiminnassa vakava toiminnan haitta tai keskeytys. Tyypillinen tapaturma sattuu edelleen seuraavasti: kuljettaja hyppää tai pudottauteu ohjaamosta, liukastuu tai kompastuu, ja tuloksena on nilkan nyrjähdys tai venähdys.

Muutamia kulikutietaturmien kuvauksia:

- kaivinkoneen telalta hypätessään kuljettaja liukastunut ja venäyttänyt selkensä
- puintityössä puimurin päältä laskeutessaan löi polven tukirautaan
- vahingoittunut laskeutui pois traktorista, kun tuulenpuuska löi oven kiinni ja käsi jäi väliin; ranne murtui
- oli lähdössä rehua hakemaan traktorilla,

- ovi oli jässä ja sitä iskiessä sai ranteen seutuun ruhjevamman
- pudonnut traktorista, kun ote käsikahvasta petti, ja löi kylkensä
  - traktorista laskeutuessa hiha tarttunut vaihdetankoon, jolloin liukastunut astinlaudalta ja lyönyt selkensä
  - teki tukkipuiden kaatotyötä traktorilla, lähti ulos traktorista ja alas tullessa polvi rusahti
  - omalla pellolla kyntötoissa ollessaan laskeutui alas traktorista, jolloin astui askelman ohi ja putosi maahan
  - laskeutuessaan alas leikkuupuimurin päältä otti rivasta kiinni, jolloin oikean käden nimetön sormi vääntyi ja murtui
  - isäntä oli tulossa heinien hausta ladolta, kun traktorista poistumisen yhteydessä haalarin lenkki jäi kiinni traktorin oven kahvaan, jolloin hän putosi maahan jalan jäädessä kiinni askelmaan
  - nostaessaan kaivurilla lannoitesäkkiä säilöön tuuli paiskasi kaivurin oven kiinni, jolloin vasen etusormi jäi oven väliin
  - ajaessaan puita metsästä putosi traktorin portaalta
  - kyntötyöstä tullessaan hypännyt traktorista ulos kovalle betonilattialle, tällöin selkään sattui
  - siirteli traktorilla rakennusjätteitä, traktorista alas tullessa selkä nitkahti
  - kuljettajan poistuessa traktorista toisen käden ote lipsahti, joten kuljettaja putosi ja jäi toisesta kädestä roikkumaan; käsi jäi oven väliin ja murtui.

### **Yhteenveto ja johtopäätökset**

Tapaturmatilastojen ja -tutkimusten perusteella on ohjaamosta poistuminen kulkuteiden käyttöturvallisuuden tärkein ongelma-alue. Hyppääminen sen sijaan, että käyttäisi askelmia, on yleistä. Väärä toimintatapa ei tee näissä tapaturmissa työnteki-

jän käyttäytymistä ainoaksi syytekijäksi, sillä kulkutien mitoitus ja muotoilu vaikuttavat osaltaan valittuun käyttötapaan. Niinpä on pääteltävissä, että askelmat ja käsijohteet olisi pyrittävä suunnittelemaan siten, että hyppääminen on vähemmän houkutteleva (mukava, nopea) poistumiskeino kuin kulkutien tarkoituksenmukainen käyttö. Käsijohteiden riittävä pituus ja sopiva asemointi sekä alimman askelman nykyistä pienempi etäisyys maasta parantaisivat tapaturmatietojen valossa kulkuteiden käyttömukavuutta ja -turvallisuutta erimittaisille käyttäjille. Lisäksi tapaturmat antavat viitteitä siitä että oviin, lukkoihin, askelmiin ja lukuisiin muihin kulkutien yksityiskohtiin liittyy helpostikin korjattavia puutteita, joiden korjaaminen parantaisi kulkuteiden käytettävyyttä.

Tapaturmien lisäksi kulkuteiden käytöllä on muitakin terveysvaikutuksia. Ohjaamosta hypyn seurauksena on kehoon kohdistuva voimakas isku, jonka suuruus riippuu putoamiskorkeudesta, alustan ominaisuuksista ja alustutekniikasta. Alustasta on mitattu jopa 12 kertaa vartalon painon suuruisia hetkellisiä voimia. Nämä iskut aiheuttavat tuki- ja liikuntaelimistölle kuorman, jonka oletetaan aiheuttavan kudoksiin ja varsinkin selkärangan välilevyihin mikrovammoja. Työkoneen ajossa todennäköinen koko kehon tärinä lisää tapaturmavaaraa aiheuttamalla ns. ”vibrocreep-ilmion”, jossa välilevyjen iskunvaimennuskyky kärsii. Toistuva hyppääminen altistaa siis todennäköisesti kohoavalle tapaturmavammamarkille ja mm. selkäsairauksille.

Mikrovammojen ja selkäsairauksien kohoava riski korostaa hyppäämisen haitallisuutta kulkuteiden käyttöongelmana, joten siihen vaikuttamalla saavutettaisiin todennäköisesti suurin turvallisuusparannus.

# 5 Kulkuteiden ominaisuudet haastattelujen valossa

## 5.1 Suunnittelijahaastattelut

### Haastattelujen tarkoitus ja tavoitteet

Suunnittelijahaastattelujen tarkoituksena oli saada kattavaa ja ajankohtaista tietoa kulkuteiden suunnittelutyöstä, siihen käytetyistä menetelmistä ja mahdollisista ongelmista. Tämä oli tärkeää, jotta tutkimusryhmä pystyi kartoittamaan kulkuteiden suunnitteluun ja toteutukseen liittyvät mahdollisuudet ja rajoitukset. Tutkimushankkeella pyrittiin tuottamaan tietoa myös suunnittelun tueksi, joten tässäkin mielessä tiedonkeruu suunnittelutyöstä oli tarpeellista.

Suunnittelijahaastattelut tehtiin 7.9–18.10.1999. Mukana oli yhteensä seitsemän kotimaista konevalmistajaa. Yhteensä 16 suunnittelijaa tai heidän esimiestään osallistui suunnittelijahaastatteluihin. Osa haastatteluista toteutettiin yksinhaastatteluina ja osa ryhmähaastatteluina (2–4 henkilöä). Kaikille esitettiin ennalta valmistetun haastattelulomakkeen pohjalta (Liite 1) samat kysymykset. Suunnittelijat valitsivat lisäksi ”erityisesti tarkasteltavan” koneen tai konetyypin, johon kysymykset ensisijaisesti kohdistettiin. Kaikkien haastattelujen yhteydessä tutustuttiin myös valmistajan tuotanto- tai mallikoneisiin. Lisäksi koneiden kulkuteiden ominaisuuksia ja käyttöä myös mitattiin, valokuvattiin sekä videoitiin. Kysymykset jakautuivat seuraaviin aihepiireihin:

- 1) Yritystä koskevat tiedot
- 2) Suunnittelua koskevat tiedot
- 3) Ihmisen toimintaympäristöön liittyvät suunnittelumenetelmät
- 4) Käyttötilanteita ja käyttäjiä koskevat tiedot

- 5) Erityisesti tarkasteltavan koneen tai konetyypin ominaisuudet
- 6) Muut aiheeseen liittyvät taustatiedot.

### Tietoja suunnittelusta ja suunnittelumenetelmistä

Suunnitteluhenkilöstön määrä ja työnjako vaihtelivat yrityksissä suuresti, sillä mukana oli hyvin erisuuruisia valmistajia. Vastauksista ilmeni muun muassa, että lähes kaikki valmistajat käyttivät kulkuteiden suunnitteluun jonkinasteista suunnittelualihankintaa ja prototyyppiä. Kaksi- tai kolmiulotteisia ihmismalleja käytti suunnitteluun kolme valmistajaa, mutta virtuaaliodellisuutta ei varsinaisesti käyttänyt vielä yksikään valmistaja. Turvallisuusanalyysejä tehtiin lähinnä standardin ”tarkistuslistan” pohjalta, mutta kolmessa yrityksessä myös laajemmin.

### Käyttötilanteiden ja käyttäjien määrittely

Koneiden käyttötilanteet olivat luonnollisesti hyvin suunnittelijoiden tiedossa, mutta joidenkin koneiden globaalit markkinat ja/tai koneen käytön vaatima erityisosaaminen vaikeuttivat suunnittelutyötä. Yksikään valmistaja ei määritellyt yhtä tiettyä käyttötilannetta, joka hallitsisi suunnittelua. Ympäristöolot voivat olla esimerkiksi metsätyökoneiden käyttöympäristössä erittäin vaikeita. Käyttäjäryhmiä ei myöskään systemaattisesti eritelty, vaan kaikki käyttäjät pyrittiin suunnittelussa huomioimaan. Koneiden käyttäjäkirjo on hyvin laaja; esimerkiksi naiset, lapset ja lukutaidottomat koneenkäyttäjät voivat aiheuttaa suunnitteluun erityisvaatimuksia. ”Kaikki käyttäjät on pyritty huomioimaan suunnittelussa” oli suunnittelijoiden yleisin toteamus. Neljä valmistajaa keräsi käyttäjätietoja ja -palautetta kaikkien suunnittelijoiden käytettävissä oleviin tietokantoihin.

Suunnittelijahaastatteluissa tuli selvästi esille, että turvallisten kulkuteiden suunnittelussa on huomioitava monia tekijöitä. Kulkuteiden parhaimman mahdollisen

käyttömukavuuden ja turvallisuuden saavuttamista saattavat rajoittaa esimerkiksi koneen muut rakenteet, tekninen valmistettavuus, kustannukset, huollettavuus, kestävyysvaatimukset ja ulkonäkö. Turvallinen ja mukava lopputulos on siis monien osatekijöiden summa, mutta toisaalta monet tekijät rajoittavat suunnittelua pahasti. Lähes kaikki suunnittelijat kokivat näiden muiden tekijöiden rajoittavan kulkuteiden suunnittelua.

### **Pohdintoja kulkuteiden turvallisuudesta ja ergonomiasta**

Tapaturmaselvityksiä ja -tilastoja käytetään suunnittelutyössä erittäin vähän. Kaikki suunnittelijat kuitenkin tunnistivat koneissaan turvallisuus- ja ergonomiaongelmia tai mahdollisia riskitilanteita. Askelmien mitoitus ja sijoitus sekä astinpintojen materiaalit koettiin suunnittelutyön kannalta selvästi ongelmallisemmiksi kuin käsijohteet ja - kahvat. Kulkuteihin liittyvien standardien soveltaminen koettiin yleisesti vaikeaksi ja paljon soveltamista vaativaksi.

Kokonaisuutena suunnittelijat itse olivat varsin tyytyväisiä koneiden kulkuteihin, mutta kokivat myös että kehittämisen tarvetta on jäljellä. Turvallisuus- ja ergonomiatutkimuksen tarvetta tiedusteltiin sekä koko koneen että kulkuteiden osalta. Koko koneessa selvimmän esille nousivat näkyvyys, ääriääni, melu, huoltotyöt ja hallintalaitteiden käyttö. Kulkuteissa puolestaan liukkaudenesto, materiaalit, talvikäyttö sekä polkimien ja vipujen sijoittelu suhteessa kulkuteihin arvioitiin ongelmiksi, joissa olisi lisätutkimisen tarvetta.

Suunnittelijoiden mielestä turvallisuus- ja ergonomiakoulutus olisi paikallaan. Tietoa tarvittaisiin esimerkiksi:

- perusergonomiasta, anatomiasta, fysiologiasta, biomekaniikasta
- viranomais määräyksistä esim. aineistopaketteina
- case-tapauksien läpikäymistä sattuneista virheistä/tapaturmista.

## **5.2 Käyttäjähastattelut**

Käyttäjähastatteluilla puolestaan pyrittiin ”katsomaan kolikon toisellekin puolelle” eli saamaan tietoa ja mielipiteitä myös kulkuteiden varsinaisilta ammattikäyttäjiltä. Tällä yritettiin kartoittaa kulkuteiden toimivuutta, ongelmakohtia ja mahdollisia riskitilanteita käyttäjien kokemusten avulla. Myös käyttäjälähtöisiä kulkuteiden kehittämistarpeita pyrittiin saamaan esiin.

Haastattelut tehtiin 5.10–2.11.1999. Mukana oli 14 henkilöä. He olivat käyttäneet työssään yhteensä kymmentä konemallia, jotka kuuluivat tutkimukseen osallistuneiden koneenvalmistajien tuotantovalikoimaan. Osa käyttäjähastatteluista toteutettiin yksin haastatteluina ja osa ryhmähastatteluina (2–5 käyttäjää). Kaikille esitettiin samat, ennalta muotoillut kysymykset, jotka olivat aihepiiriltään suppeampia ja konekohtaisempia kuin suunnittelijoille esitetyt kysymykset (Liite 2). Kysymykset sisälsivät käyttäjäkohtaisia ja konekohtaisia kysymyksiä. Konekohtaiset kysymykset jakautuivat lisäksi koko konetta ja kulkuteitä koskeviin kysymyksiin. Käyttäjähastattelut tehtiin työpaikoilla ja työmailla työntöön lomassa, mikä osaltaan rajoitti haastattelujen laajuutta ja kestoja. Koneita valokuvattiin, ja teknisiä mittauksia täydennettiin niiltä osin, jotka jäivät suunnittelijahastattelujen yhteydessä vaillinaisiksi. Lisäksi ”oman” koneen kulkuteilla liikkumista videokuvattiin erillisen ohjelman mukaisesti.

Kaikki käyttäjät olivat kokeneita työkoneneiden käyttäjiä ja usealla oli kokemusta myös muista konemalleista tai -tyypeistä. Haastatteluissa saatiin esiin hyvinkin yksityiskohtaisia kuvauksia koneen ja/tai kulkuteiden ongelmista käyttötilanteissa.

Koko koneessa käyttäjät luettelivat yhteensä 33 ongelmaa tai huonoa ominaisuutta (0–9 kpl/kone, esimerkiksi huono näkyvyys, tuulilasien hankala puhdistus, vaikeat huoltotyöt). Kulkuteissa käyttäjät luettelivat yhteensä 27 ongelma kohtaa (0–8 kpl/kone, esimerkiksi askelmien heikko pito, vähän kädensijoja, peilit tiellä). Koko koneen ongelmia arvioitaessa nousi selvim-



min esille ohjaamoympäristö ja sen ergonomiassa. Kulkuteiden ongelmista erottuivat lähinnä astinpinnoihin ja oveen liittyvät ongelmat.

Käyttäjät löysivät koneestaan yhteensä 43 hyvää ominaisuutta (1–8 kpl/kone, esimerkiksi tehokas ilmastointi ja lämmitys, hyvä näkyvyys, riittävä valaistus) ja koneidensa kulkuteista yhteensä 22 hyvää ominaisuutta (1–4 kpl/kone, esimerkiksi astinpintojen hyvä pito, kahvojen riittävä määrä, ylös kääntyvä ratti). Koko koneesta kiitosta saivat erityisesti istuin sekä itse ajamiseen liittyvät ominaisuudet. Kulkuteiden ominaisuuksista tyytyväisimpiä oltiin kädensijoihin ja joidenkin mallien kulkuteiden valaistukseen.

Ongelmallisimmiksi käyttötilanteiksi kulkuteiden käytössä arvioitiin pimeys, nousu ohjaamoon kannettaessa mukana joutain, jäätyneen ja lumisen koneen käyttöönotto, röntä- ja kurakelit sekä kulkuteiden käyttö koneen ollessa kaltevalla tai kuoppaisella alustalla. Haastatelluille ei ollut sattunut vakavia tapaturmia kulkuteillä, mutta muutamat mainitsivat polvi-, selkä- ja hartiavaivojen haittaavan osaltaan myös kulkuteiden käyttöä. Yksi käyttäjä arveli polvikipunsa syyksi koneen huonot polkimet ja paria käyttäjää vaivasivat koneen käytöstä aiheutuvat hartianseudun lihaskivut.

Käytössä esille tulleita kulkuteiden tavallisimpia ongelmakohteita:

- käsikahvoja ja -johteita on liian vähän
- avattavaa ovea on portailla seistessä väistettävä
- kojetaulun reuna osuu jalkoihin
- hallintalaitteet tai käsituet vaikeuttavat kulkemista
- ohjaamon alareunassa on häiritsevä kynnyks
- ovi tai lukkolaite on liian raskasliikkeinen
- pään lyö peiliin, ohjaamon kattoon tai oviaukon yläreunaan
- ulokkeet ja kulmat ovat teräviä
- askelmat joustavat sisäänpäin.



**Kuva 15.** Kulkutiet ovat käytännössä toisinaan tämännäköisiä.

Kulkuteiden *erityisongelmia* olivat:

- hankala toissijainen uloskäynti
- ahtaat huoltotasot ja -tilat
- ohjaamon lattialle kerääntyvät irtotavarat
- riittämättömät säilytystilat
- likaantuminen (ja kuluminen)
- puutteelliset käyttöohjeet.

Käyttäjää pyydettiin myös antamaan arvostusasteikolla (asteikolla 4–10) käyttämänsä koneen kulkuteiden mukavuudelle. Arvosanojen keskiarvoksi tuli 8,25 (8 +), jonka perusteella voidaan sanoa haastateltujen pitävän koneidensa kulkuteiden käyttömu-kavuutta hyvänä. Kuitenkin on huomattava, että haastateltujen käyttämät koneet olivat uudehkoja, joten kulkutietkin ovat niissä kehittyneemmät kuin vanhemmissa koneissa, joita on konekannassa enemmän. Parantamisen varaa siis vielä jäi. Ongelmana voi olla myös erään haastatellun sanoin: ”kun ei oikein osaa parempaakaan vaatia”. Kuitenkin tuo ”vaatimatta jäävä” parannus saattaisi parantaa käyttömukavuutta ja laskea kulkuteiden tapaturmariskiä sen verran, että lisäpanostus kulkuteiden toteuttamiseen voisi olla perusteltua.



**Kuva 16.** Toissijaisen kulkutien käytön tulisi myös olla helppoa ja turvallista.



**Kuva 18.** Ohjaamon lattia on kulkutieturvallisuuden kannalta huono säilytystila.



**Kuva 17.** Huoltotasoilla joudutaan liikkumaan ainakin silloin, kun huoltoja tehdään maastossa.



**Kuva 19.** Säilytystilan tarve ohjaamossa on suuri.





**Kuva 20.** Likaantuminen muuttaa kulkutien ominaisuuksia heikommiksi.



**Kuva 21.** Käyttöohjeissa on harvoin mainintoja kulkuteiden käytöstä.

## 6 Asiantuntija-näkemykset ja kulkuteiden mittaukset

### 6.1 Kulkutiet asiantuntijan silmin

Suunnitteli- ja käyttäjähaastattelujen yhteydessä tutkijat tutustuivat mukana olevien konevalmistajien uusimpiin konetyyppeihin ja erityisesti niiden kulkuteihin. Tässä yhteydessä ei käytetty mitään analysointilistää. Kulkuteitä tarkasteltiin käyttäjän, turvallisuuden ja ergonomian näkökulmasta, jotka katsottiin tarpeelliseksi kirjata muistiin. Nämä esitetään seuraavassa asiantuntijamielipiteinä.

Nykyisten suomalaisten työkoneiden kulkutiet ohjaamoon kiivettäessä ovat pääosin hyviä. Vain niukalti tuli esille ratkaisuja, joissa kulkuteiden, muiden rakenteiden ja käyttöympäristön yhteensovittamisessa oli kulkuteiden turvallisuus sivuutettu. Kulkutiet eivät kuitenkaan vielä ole ominaisuuksiltaan samalla tasolla kuin ohjaamot, Suomessa kun on tunnetusti paneuduttu vuosikymmenet ohjaamoergonomiaan.

### Kulkuteiden suunnittelufilosofiasta

Onko kulkutie tehty nousua vai laskeutumista varten?

Ylöspäin nouseminen on fyysisesti rankempaa kuin alas tulo. Kiipeämisen huomaa, mutta alas tuleminen tapahtuu itsestään. Siksi kulkutiesuunnittelussa saattaa paino olla helpossa nousemisessa. Se luo myyntihetkelläkin ensituntuman koneeseen. Kuitenkin laskeutumisen miettiminen on turvallisuuden kannalta tärkeintä.

### Kulkutien luontainen käyttö

Tikasmallista rappua (kulma yli 50 astetta) ei pitäisi tulla alas etuperin. Siksi ohjaamosta poistuttaessa pitäisi oviaukon sijainnin ja huodon, tuolin kääntymisen, lattiatilan ja käsijohteiden paikan houkutella käyttäjää kääntymään ohjaamossa (tai riittävän isolla välitasanteella) ja tulemaan takaperin alas. Saattaa olla tutkimisen aihetta, mikä on merkityksellisintä tässä yhteydessä. Etuperin ja takaperin laskeutuminen vaativat kulkuteiltä erilaisia ominaisuuksia, joten sama kulkutie ei toimi kunnolla molemmilla tavoilla.



**Kuva 22.** Käännettävän, tikasmallisen rapun lukitustappi on vaikea saada osumaan kohdalleen, koska lukittumiskohtaa ei näe eikä lukittumiskohta ole ääriasento.

### Kulkuteiden mekaniikka ja luotettavuus

Rappujen mekaniikka aiheuttaa herkästi ongelmia. Heti, kun on mekaniikkaa, on toimimattomuutta. Yhdessä mukana olevista koneista oli hydraulinen rappu, joka pienen muodonmuutoksen takia ei laskeutunut joka kerta alas, jolloin kuljettajan piti hypätä maahan ja käsin auttaa rappu liikkeelle. Toisessa koneessa oli käsin käännettävä rappu, jonka lukitusmekanismi oli hankala käyttää. Tämä käytettävyyden puute on laskettava kiireisen suunnittelun syyksi.

### Askelmat

#### Alin askelma

Alimman askelman pitää olla riittävän alhaalla, vaikka siitä seuraa rikkoutumisvaara. Askelman korkeus voi epätasaisessa



**Kuva 23.** Epätasaisen maaston johdosta alin askelma on tavanomaista ylempänä. Sisäänpäinjoustava askelma ja alhaalla oleva kädensija aiheuttavat koneeseen noustessa suuren voimantarpeen.

maastossa kasvaa kovasti siitä, mitä se on standardinmukaisessa asennossa. Askelman jousto sisäänpäin koneeseen noustessa aiheuttaa käsille ylimääräistä kuormitusta varsinkin, jos kädensijat ovat liian alhaalla. Alaspäin tultaessa suurin vaara on liukastuminen. Niinpä askelma ei saa joustaa käyttäjän alla sisäänpäin. Ulospäin heilahtaminen voi sen sijaan olla vaikka miten vapaata. Pitäisikö löytää rakenne, joka joustaa/laukeaa sopivasti?

#### Askelmien väli

Rappujen käyttö on sitä helpompaa, mitä tarkemmin rappujen mitoituksessa noudatetaan kultaisia ja vakiintuneita nousu/etenemä -sääntöjä.



**Kuva 24.** Alin askelma joustaa kohtuullisesti sivusuunnassa leveiden kumikaistaleiden ansiosta. Alimman askelman reunassa on hammasrauta, seuraava askelma on jo reunastaan pyöreä.



**Kuva 25.** Hammaspintaisten valuprofiilien käyttö askelmina.



**Kuva 26.** Vaijerilla tuetun alimman rappusen kiinnityskohdasta pistää esiin teräviä ja tarttuvaisia vaijerinsäikeitä.

### Askelmien ja pintojen materiaali

Lian ja loskan pitää päästä mahdollisimman hyvin läpi askelmasta. Siksi harvarakenteinen askelma on hyvä. Rapun etureunan pitää olla pitävä. Se ei saisi olla pyöristetty levyn taite. Toisaalta tämä voi olla ristiriidassa sen kanssa, että rapussa ei saa olla mitään takertumista aiheuttavaa pintamuotoilua. Erialaisten vaihtoehtojen tutkiminen liukkaustestillä saattaisi tuottaa uusia tuloksia.

### Askelmien suojaaminen

Askelmien suojaaminen kuraantumiselta tms. on lähes yhtä hankalaa kuin alimman askelman ulottaminen riittävän alas. Suojaaminen merkitsee esimerkiksi kurasuojia, joita koneenvalmistajat näköjään välttävät niiden rikkoontumisalttiuden vuoksi. Hyväkään kurasuoja ei estä ravan kerääntymistä askelmille työskennellessä todella kuraisessa ympäristössä, joten askelmien helppo puhdistuvuus on myös tarpeen.



**Kuva 27.** Askelma on suojattu sekä lokasuojalla että erillisellä lisälevyllä, jonka ylin osa kurasta tosin pääsee suoraan. Ylin askelma muodostaa työkalulaatikon kannen. Se on umpinainen, joten mahdollinen lika ei pääse valumaan askelman läpi.



**Kuva 28.** Ovessa vaakasuorassa oleva kaide on usein liian korkealla, jos siihen halutaan tarttua heti ensimmäiselle rappuselle noustessa.

## Käsijohteet

### Käsijohteiden paikka ja muoto

Käsijohteita ja kädensijoja ei ole suunniteltu



**Kuva 29.** Tämän kaiteen suunta kääntää ranteen epä mukavaan asentoon.

samalla huolella kuin askelmia. Kädensijat ovat liian ylhäällä, ”välillä hakusessa” tottumattomalle, mikä tarkoittaa sitä, että ne eivät ole luontaisesti oikeassa paikassa. Lisäksi ne ovat usein mahdollisimman huomaamattomia, ja sulautuvat kauniisti taustansa.

Käsijohteiden muodon pitäisi olla nousu- ja laskeutumislukkeen mukainen. Näin käsi voisi olla mahdollisimman pitkään kiinni johteessa. Vaaka- tai pystysuora johde ei ole oikea.

Iso nyrkki tarvitsee ison tilan myös käsijohteen alta. Turvallinen käden liu’uttaminen johdetta pitkin on välillä vaikeaa, kun johteen kiinnityskohdat tulevat tielle. Käden (ranteen) asentokin on välillä epä mukava. Ohueen tai profiililtaan litteään kädensijaan väärästä suunnasta tartuttaessa pintapaine kättä vasten on turhan iso. Joistakin kiinnipitokohdista löytyi jopa teräviä reunojakin.

Useissa koneissa oli ”lähes kädensijoja”, jotka olivat syntyneet ilmeisesti muun rakenteen sivutuotteena. Pikku muutoksella niistä saisi oikeita tukikohtia.

## Ovi

### Oven sijainti

Oven pitäisi sijaita siten, että ohjaamoon ei tarvitse pujotella eikä mennä kallellaan. Esimerkiksi iso peili voi olla tien tukkeena aiheuttaen väistämistarpeen.





**Kuva 30.** Katon reunan kaiteesta yritetään varmasti ottaa tukea, kun lamppuja vaihdetaan. Pienellä kaiteen muutoksella otteesta saisi tukevan.



**Kuva 31.** Astinripojen päihin jää helposti teräviä särmiä, joihin kädet osuvat, kun kättä liu'utetaan johdetta pitkin.

Iso hyvä ovi aiheuttaa puolestaan sen, että sitä avattaessa joudutaan helposti väistämään, ellei ovea voi avata maasta käsin.

#### Oven avauskahva, oven avaaminen

Oven avaaminen pitäisi tapahtua hyvässä asennossa, mieluummin tukevasti maassa. Tällöin ovenkahva on vain kovasti korkeal-



**Kuva 32.** Iso ovi aiheuttaa sen, että rapulta joutuu ovea avattaessa siirtymään sivuun. Oveissa oleva peilinvarsi toimii hyvänä kädensijana, vaikka koneessa on muutenkin paljon kädensijoja.

la. Vastaavasti sisäpuolinen kahva on liian kaukana edessä. Voisiko kahvat viedä eri kohdille?

Oven sulkeminen vaatii usein liikaa voimaa. Asento on lisäksi kurrottava ja vedon suunnasta johtuen vain osa voimasta sulkee ovea. Standardin arvo ylittyi kahdessa koneessa kymmenestä.

#### Valaistus

Useissa koneissa ovat valaistuksen viivekytkin ja päävirtakytkin helposti ulottuvilla maasta käsin, joten valaistusta on tarjolla. Kulkuteille valaistusta ei kuitenkaan juuri suunnata.



**Kuva 33.** Sinällään hyvällä paikalla oleva peili on samalla kulkutiellä esteenä.

### Säilytystilat

Ohjaamoon kiivetään usein jonkun nyssykän kanssa. Miten vältetään se, että kulkuteitä käytettäessä ei käsissä ole ylimääräistä? Ulkopuolinen työkalulaatikko on oiva ratkaisu, mutta myös ohjaamoon pitää pystyä nostamaan ja asettamaan tavaraa mukavasti.

### Huoltotyöt

Huoltotöiden kulkuteissä ja tasoissa on runsaasti korjattavaa. Niitä ei ole tarpeeksi tai ne ovat liukkaita. Samoin pientä kohennusta tarvitsee vielä huoltokohteiden suunnittelu niin, että ne saadaan esille helposti ja toiminta sujuu ripeästi. Miten esimerkiksi valaisinten kiinnitys pitää tehdä, jotta lampun vaihto sujuu lyhytaikaisella kurotuskella?

## 6.2 Kulkuteiden mittaukset

Suunnittelija- ja käyttäjähaastatteluiden yhteydessä tutkimusryhmä myös keräsi mittatietoja koneiden kulkuteiden eri osista. ”Mittausominaisuudet”-lomake (Liite 3) sisälsi yhteensä 60 muuttujaa, jotka kerättiin listalle lähinnä voimassa olevien stan-



**Kuva 34.** Joihinkin huoltokohteisiin on vaikea ulottua. Jos huoltotasoa ei ole mahdollista asentaa, huoltokohde pitäisi suunnitella niin, että kurottumisaika on lyhyt eikä ole pelkoa esim. osien tippumisesta.

dardien pohjalta. Muuttujista suuri osa oli toisia muuttujia poissulkevia tai sellaisia, joita ei voitu mitata kaikista koneista ja kairentyyppisistä kulkuteistä (esimerkiksi erillisiin kulkutasoihin liittyvät muuttujat jos sellaisia ei koneessa ollut). Kaikkia 60:tta muuttujaa ei siis mistään koneesta kertynyt. Osa muuttujista mitattiin numeerisesti (esim. korkeus, leveys) ja osa kuvailemalla (esim. väritys, liukkaus). Koneiden tyyppin ja koon vaikutus kulkuteihin on ilmeistä, joten tuloksia ei ollut mielekästä verrata suoraan toisiinsa.





**Kuva 35.** Kunnan huoltotason jatkuminen koneen ympäri helpottaisi liikkumista ja tekisi siitä turvallisempaa.

Tavoitteena oli mittojen avulla saada tietoa kulkuteiden mitoituksista ja eri rakenteiden toteuttamisvaihtoehdoista sekä verrata toteutettuja ratkaisuja voimassa oleviin standardeihin. Lisäksi perustietojen ja ”vertailuvälien” kerääminen oli tärkeää ihmisten liikkumisen tarkempaa tutkimista varten.

Mittauksia ja kuvauksia tehtiin:

- 1) askelmista
- 2) käsijohteista
- 3) kulkutasoista
- 4) ensisijaisesta oviaukosta
- 5) vaihtoehtoisesta kulkuaukosta
- 6) muista ominaisuuksista.

Mittauksien tarkkuudessa on otettava huomioon, että osa koneista mitattiin kenttäolosuhteissa ja esimerkiksi epätasaisella alustalla. Osa koneista oli myös prototyyppejä tai joillakin tavoin varsinaisista tuotantokoneista poikkeavia. Mittausten tuloksia esitetään tiivistettynä olennaisimpien parametrien osalta. Tulokset on kokonaiskuvan välittämiseksi esitetty vaihteluväleinä. Yksittäisten lukuarvojen esittäminen ei olisi ollut mielekäästä, koska arvot eivät ole koneiden erilaisuuden takia vertailukelpoisia. Seuraavassa poimittuja kulkuteiden tärkeimpiä mittoja on verrattu kulkutiestandardin (SFS-EN ISO 2867 Maansiirtokoneet. Kulkutiet.) antamiin arvoihin.

## Askelmat

Alin askelma maasta: Standardin mukaan suunnittelun perusmitta on 400 mm ja maksimimitta 700 mm. Mitattujen koneiden vaihteluväli oli 470–880 mm

Alimman askelman korkeus maasta on vaikea kompromissi maastokelpoisuuden ja käyttömukavuuden välillä. Korkealla sijaitseva alin askelma kestää yleensä maastokäyttöä hyvin, mutta ohjaamoon noustessa sen käyttö on epämukavaa ja voimia vaativaa. Jo 500 mm:n korkeudessa oleva alin askelma saattaa olla pienikokoisille tai jalkojen toiminnallisesta haitasta kärsiville vaikeakulkuinen ja ponnisteluja vaativa. Kahdessa mitatussa koneessa oli joustava alin askelma (vaijeritikas). Markkinoilla on myös malleja, joissa askelmarakenteet nousevat joko ohjaamoon nousun jälkeen kokonaan hydraulisesti ylös tai vapaasti (mekaanisesti) osuessaan esteeseen. Näiden rakenteiden ongelmana on edelleen niiden kestävyys maastokäytössä.

Askelman nousu edellisestä: Mitatut kulkutiet ovat standardin mukaan tikkaita. Niiden nousun suunnittelun perusmitta on 300 mm, maksimimitta 400 mm ja minimimitta 230 mm. Askelmien väli toisistaan oli mitatuissa koneissa 235–365 mm. Kolmessa koneessa askelmien etäisyys toisistaan vaihteli samassakin koneessa niin, että koneen kaikki askelmat eivät olleet samalla etäisyydellä toisistaan.

Askelmien väliset nousut olivat kaikissa koneissa selvästi pienempiä kuin alimman askelman korkeus maasta, mutta kolmessa koneessa askelmien nousut olivat lisäksi vaihtelevia. Tosin itse kulkuliikekin on joissain koneissa niin pitkä ja epäsymmetrinen, ettei tasa-askeleisuus toteutudu käytännössä muutenkaan. Nousuvaihteluiden haitallisuuden mahdolliset raja-arvot tarvitsisivat ihmisen käyttäytymiseen perustuvia lisätutkimuksia. Ne voisivat mahdollisesti helpottaa kulkuteiden kokonaissuunnittelua ja antaa suunnitteluun pientä pelivaraa.

Askelmien leveys: Standardin mukaan suunnittelun perusmitta on kahdelle jalalle 400 mm ja yhdelle jalalle 200 mm. Vastaa-

vat minimimitat ovat 320 ja 160 mm. Mitattujen koneiden vaihteluväli oli 240–400 mm.

Askelmien leveys saattaa osaltaan vaikuttaa valittuun nousemistyyliin ja -tekniikkaan. Esimerkiksi mittaamamme minimiarvo 240 mm on niin pieni, ettei kaksi isoa työjalkinetta mahdu siihen kunnolla rinnakkain. Lisäksi esimerkiksi kompuroitaessa voi olla suurikin merkitys sillä, miten suuria pintoja jalkojen alla on.

## Käsijohteet

Käsijohteen alkukorkeus: Standardin mukaan suunnittelun perusmitta on 900 mm ja maksimimitta 1 600 mm. Mitattujen koneiden vaihteluväli oli 1 160–1 750 mm.

Käsijohteen alkukorkeus määrittelee ”otekorkeutta” sekä noustessa että laskeuduttaessa. Jos johde ulottuu alhaalta ylös asti, olisi ihanteellista, että alkukorkeus olisi mahdollisimman alhaalla. Tällöin siihen ei noustessa tarvitsisi kurottaa ja käsijohteesta voisi pitää kiinni mahdollisimman pitkään laskeuduttaessa.

Käsijohteen halkaisija: Standardin mukaan suunnittelun perusmitta on tikkaiden käsijohteille 25 mm, maksimimitta 30 mm ja minimimitta 16 mm (tai 19 mm pystylle johteelle). Mitattujen koneiden vaihteluväli oli 16,5–26 mm.

Käsijohteen halkaisija on toisaalta mukavuustekijä, toisaalta turvallisuustekijä. Useassa koneessa oli eri kohteissa käytetty myös eripaksuisia käsijohteita. Työkonekäytössä myös ulkoiset iskut voivat aiheuttaa vaatimuksia käsijohteen kestävyydelle eli lähinnä materiaalille ja sen paksuudelle.

## Oviaukko

Oviaukon pitäisi standardin mukaan olla korkeudeltaan 1 300 mm (istumaohjaamossa) ja leveydeltään 680 mm (perusmitta) tai vähintään 450 mm. Aukon alaosa saa kuitenkin olla minimissään 250 mm leveä 460 mm:n korkeuteen asti tai 300 mm 370

mm:n korkeuteen. Standardissa ei mainita mitään aukon vinoudesta.

Aukon korkeus: Standardin mukaan 1 300 mm. Mitattujen koneiden vaihteluväli oli 1 360–1 750 mm.

Oviaukon mitoitus ja muoto ohjaavat kulkutiellä liikkumista. Matala oviaukko aiheuttaa varsinkin pitkille ”pujottautumistarpeen”. Pään lyöminen oviaukon yläreunaan osoittautui käyttäjähäastatteluissa yleiseksi vahingoksi.

Aukon leveys alhaalta: Standardin mukaan perusmitta on 680 mm, minimimitta on 450 mm, mutta oviaukon kaventuminen aina 250 mm:iin saakka sallitaan. Mitattuisa koneissa oviaukon leveys oli alareunassa 245–930 mm.

Oviaukon alaosan leveyteen vaikuttaa erityisesti traktorimallisissa koneissa suuren takapyörien korkeussuunnassa vaatimata tila. Traktoreissa ovi onkin lähes säännönmukaisesti epäsymmetrisen muotoinen ja levenee ylöspäin. Alaosastaan liian kapea ovi saattaa aiheuttaa kolhimis- ja jopa kompastumisvaaran ohjaamossa liikkuvalla.

Aukon leveys 460 mm:n korkeudella: Standardin mukaan perusmitta on 680 mm, minimimitta on 450 mm. Mitattujen koneiden vaihteluväli oli 540–930 mm.

Aukon leveys 460 mm:n korkeudella mittaa lähinnä polville varattua tilaa oviaukossa. Polvien kolauttaminen oviaukon reunaan on niin ikään tavanomainen vahinko liikuttaessa kulkuteillä.

Aukon leveys ylhäältä: Standardin mukaan perusmitta on 680 mm ja minimimitta 450 mm. Mitattujen koneiden vaihteluväli oli 460–860 mm.

Oviaukon leveys mittaa päälle ja hartianseudulle varattua tilaa oviaukossa. Vartalon levin kohta on juuri hartioissa, ja liian kapea kulkuaukko aiheuttaa pujottautumistarvetta ohjaamoon. Leveä kulkuaukko on tilava ja mukava kulkea, mutta toisaalta se lisää oven kokoa, mikä tekee ovesta raskaamman ja mahdollisesti huonontaa sen käytettävyyttä.

# 7 Käyttäjien luontaiset liikkeet kulkuteitä käytettäessä

## 7.1 Kulkutien käyttö – kohteena messuvieraat

Tutkimusryhmä kuvasi 28.10.1999 Turussa Kone-Farma 99-maatalousmessuilla messuvieraiden liikkumista Valtra 8000 HiTech maataloustraktorin ohjaamoon ja sieltä pois. Messuvieraiden toimintaa seurattiin kameralla mahdollisimman huomaamattomasti, jotta heidän toimintansa olisi mahdollisimman luonnollista. Tavoitteena oli saada tietoa eri kokoisten ja konetta tuntemattomien henkilöiden liikkumiseen liittyvästä vaihtelusta ja eri toimintatavoista kulkuteillä. Kuvaus ja sen analysointi olivat tärkeitä myös tutkimusryhmän tekemää myöhempää liikeanalyysikuvausten suunnittelua ja käytännön toteutusta varten sekä tutkimuksen toiseen vaiheeseen suunniteltuja pitkäaikaisseurantakuvausksia silmällä pitäen.

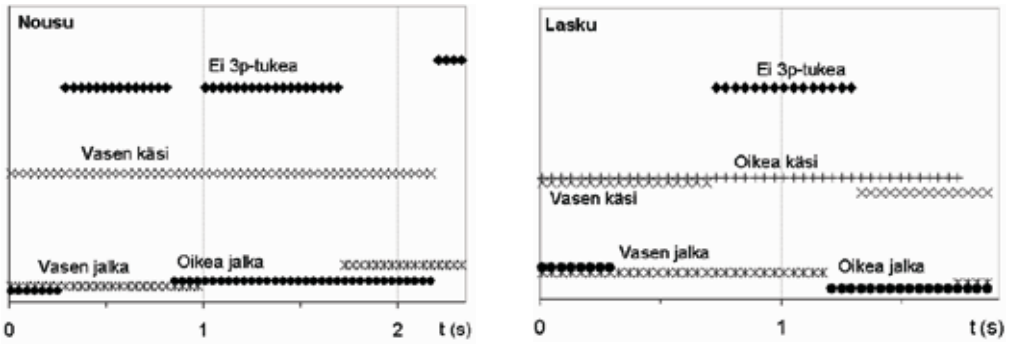
Messuyleisössä arveltiin olevan paljon nykyisiä ja tulevia työkoneiden käyttäjiä ja ostajia, mutta toisaalta myös koneisiin tottumattomia kävijöitä. Lisäksi arvelimme messutapahtuman yhteydessä tapahtuvan liikkumisen koneen ohjaamoon vastaavan tietyiltä osin ns. normaalia, spontaania liikkumista koneeseen. Messuosastolla esimerkiksi oli niin paljon väkeä ja koneita, että ihmiset joutuivat kiiruhtamaan paikasta toiseen. Tilanne vastannee kiireistä työtahtia. Useilla messuvierailla oli lisäksi kantamisiin laukku, muovikassi tai esitteitä. Ne vastasivat puolestaan ainakin osittain töissä mukana kannettavien esineiden, kuten työkalujen ja eväiden, kuljettamista mukana ohjaamoon. Normaaliikäytöstä poiketen traktorin ovea ei kuitenkaan avattu ja suljettu liikkumisen yhteydessä vaan ovi oli auki lähes koko ajan. Tämä vaikuttaa jonkin verran lähinnä liikkeiden aloittamiseen ja lopettamiseen. Vaatetus ja jalkineet eivät

myöskään vastanneet koneen normaaliikäyttöä, mutta niiden merkitys itse ohjaamoon nousuun ja sieltä poistumiseen oli vähäinen. Ohjaamoon nousijoiden ikä- ja kokohajonta oli suuri, osa messuvieraista oli nuoria opiskelijoita tai koululaisia.

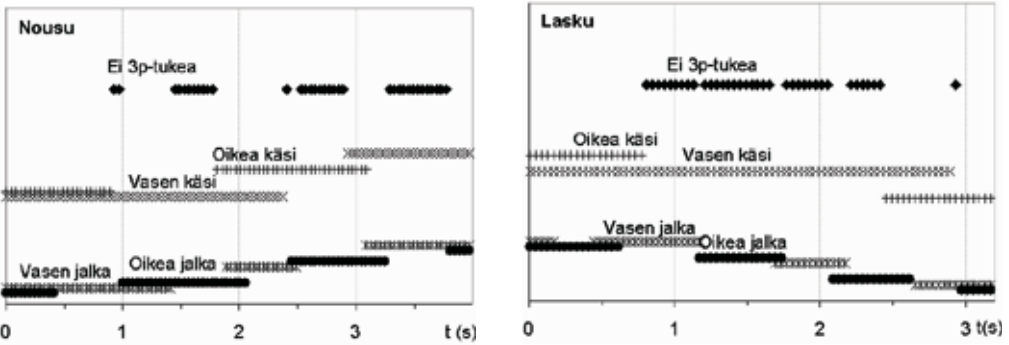
Kahden tunnin kuvausaikana kertyi yhteensä noin 15 minuutin verran materiaalia, joka sisälsi pääosin ihmisten liikkumista kulkuteillä. ”Tyhjät hetket” rajattiin pois mahdollisimman tarkasti. Ohjaamoon ja sieltä pois kiipesi tänä aikana 49 ihmistä. Tapaturmia, vahinkoja tai läheltä piti -tilanteita ei sattunut. Monissa tapauksissa normaalista poiketen ohjaamoon meni useampi henkilö kerrallaan tai toinen koneeseen tutustuja jäi ”roikkumaan” ohjaamon ulkopuolelle. Kyseessä oli Valtran suurin malli, joten ohjaamo ja kulkutiet ovat normaalitraktoria suuremmat, joten ohjaamoon mahtui kaksi ihmistä yhtä aikaa.

Küpeämissuoritukset olivat kestoltaan lyhyitä ja edellä mainittujen syiden takia hyvin vaihtelevia. Erilaisia tapoja nousta ohjaamoon ei pystytty millään kriteerillä ryhmittelemään luokiksi, ts. luokittelemaan. Kuvausmateriaalin muuttujia ei erikseen mitattu, vaan nauhat katsottiin läpi lähinnä riskinkartoitus- ja turvallisuusanalyysimenetelmin.

49:stä koneeseen nousijasta 40 poistui koneesta etuperin (kasvot koneesta pois päin) ja 9 takaperin selkä edellä. Etuperin poistuvien osuutta voi pitää suurena, sillä sitä voidaan yleisesti ottaen pitää vaarallisempänä kuin takaperin poistumista. Tämä viittaa siihen, että ihmiset pyrkivät liikkumaan kulkutiellä helpoimmalla mahdollisella tavalla, vaikka se tapahtuisi turvallisuuden kustannuksella. Helpoin tapa valitaan, kun riskejä ei tunneta eivätkä kulkutien ominaisuudet pakota tai ohjaa käyttäytymään toisella tapaa. Otos oli pieni, mutta sen perusteella naiset vaikuttavat poistuvan ohjaamosta miehiä useammin takaperin. Kyse on vain suuntaa-antavasta, sinänsä epäluotettavasta huomiosta.



**Kuva 36.** Käyttäjien raajojen tuenta ajan funktiona kuljettaessa kiinteistönhoitotruktorin (Wille) ohjaamoon ja alas. Eri raajojen kontaktit on esitetty eri symboleilla ja lisäksi eri askelmille astuminen ja eri kohdista kiinni pitäminen on osoitettu tasoeroilla. Ylimpänä olevat vinoneliömerkit osoittavat hetkiä, jolloin kulkija ei ollut tuettuna kolmesta pisteestä.



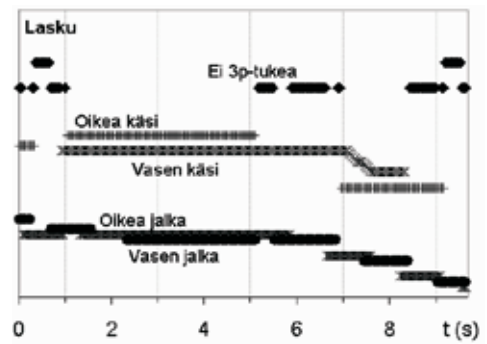
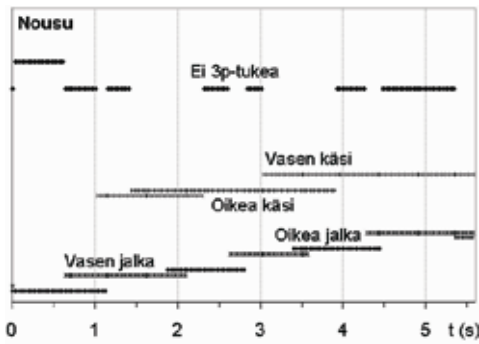
**Kuva 37.** Käyttäjien raajojen tuenta ajan funktiona kuljettaessa traktorin (Valtra) ohjaamoon ja alas.

## 7.2 Kolmipistetuennan toteutuminen

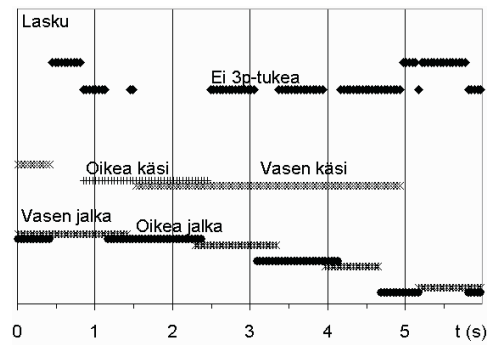
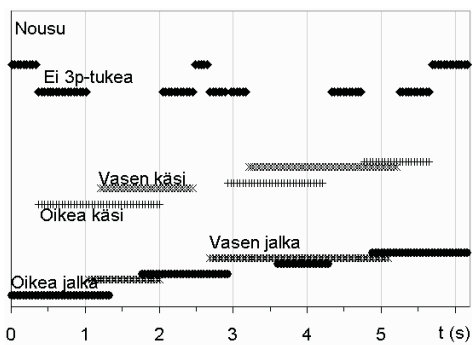
Standardit vaativat suunnittelemaan kulkutiet sellaisiksi, että ns. kolmipistetuenta on mahdollinen. Turvallisuuden kannalta tärkeää on tutkia jalkojen ja käsien kontaktia kulkutien rakenteisiin. Käyttäjä ei välttämättä käytä kulkutietä suunnitellulla tavalla. Väärä toimintatapa ei kuitenkaan tee työntekijän käyttäytymisestä ainoaa syytekijää mahdolliseen tapaturmaan, sillä kulkutien mitoitus ja muotoilu vaikuttavat osaltaan valittuun käyttötapaan. Tärkeää on myös ottaa huomioon erimittaisten käyttäjien asettamat erilaiset vaatimukset mm. askelmien ja käsijohteiden sijoittelulle.

Videotekniikan avulla pystytään tutki- maan eri ruumiinosien liikkeiden ajoittu- mista, kuten mm. raajojen tuennan toteu- tumista todellisissa käyttötilanteissa.

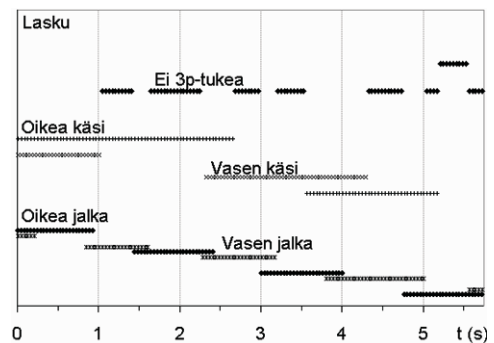
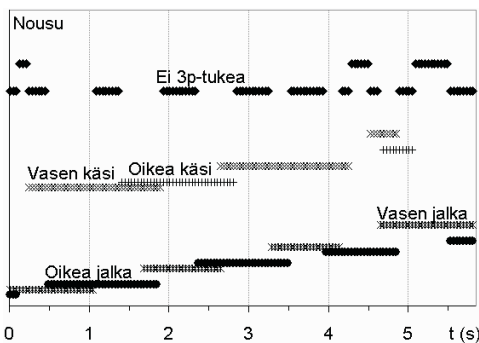
Käyttäjähäastatteluiden yhteydessä käyttäjän liikkumista työkonen kulkuteil- lä tallennettiin digitaalivideokameralla. Aineistosta analysoitiin yksi nousu ja yksi lasku konetta kohden. Analyysissä tarkas- teltiin jalkojen ja käsien kontaktia kulkut- tien rakenteisiin (askelmat, käsijohteet ym.) kuva kovalta. Vastaava analyysi tehtiin myös laboratorio-olosuhteissa MTT/Vako- lassa tehdyille kokeille. Kuvauksissa käyte- tyt koneet olivat jo markkinoilla olevia var- sin uusia koneita.



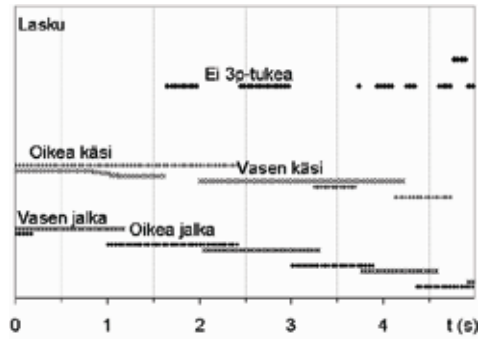
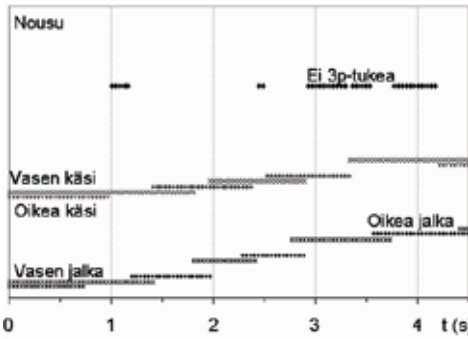
**Kuva 38.** Käyttäjien raajojen tuenta ajan funktiona kuljettaessa leikkupuimurin (Sampo- Rosenlew) ohjaamoon ja alas.



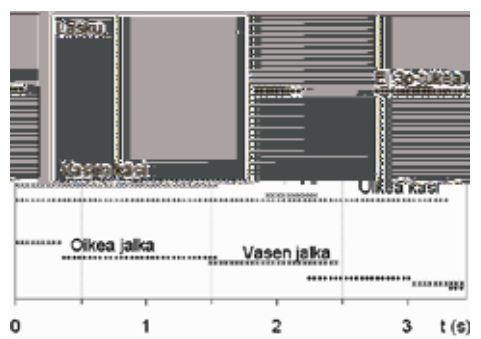
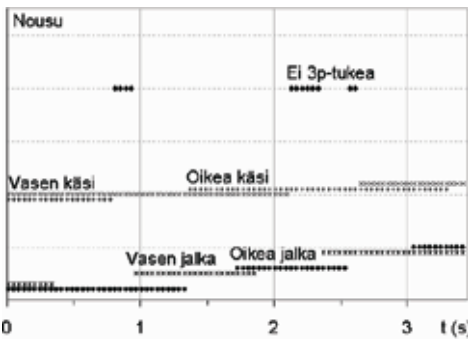
**Kuva 39.** Käyttäjien raajojen tuenta ajan funktiona kuljettaessa metsätyökoneen (Timberjack) ohjaamoon ja alas.



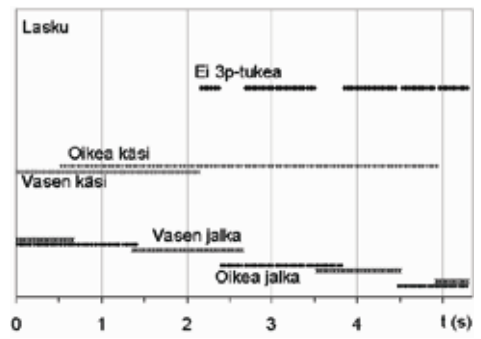
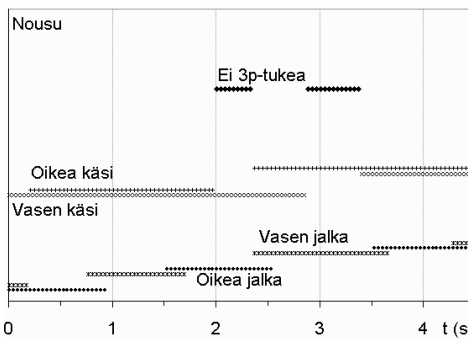
**Kuva 40.** Käyttäjien raajojen tuenta ajan funktiona kuljettaessa metsätyökoneen (Ponsse) ohjaamoon ja alas.



**Kuva 41.** Käyttäjien raajojen tuenta ajan funktiona kuljettaessa tiehöylän (Patria Vammas) ohjaamoon ja alas.



**Kuva 42.** Koehenkilön A raajojen tuenta ajan funktiona kuljettaessa kaivurikuormaajan (Lännen) ohjaamoon ja alas.



**Kuva 43.** Koehenkilön B raajojen tuenta ajanfunktiona kuljettaessa kaivurikuormaajan (Lännen) ohjaamoon ja alas.



Videokuvista havainnoidut jalkojen ja käsien kontaktit kulkutien eri osiin (maa, askelmat, ohjaamon lattia, käsijohteet, ovet, ovenpielet) eri koneiden ohjaamoihin noustaessa ja niistä poistuttaessa on esitetty kuvissa 32–37 ja 38–39. Kuvissa on eri raajojen kontaktit esitetty eri symboleilla ja lisäksi saman koneen kohdalla eri askelmille astuminen ja eri kohdista kiinni pitäminen on osoitettu tasoeroilla. Kuvissa ylimpänä olevat vinoneliömerkit osoittavat hetkiä, jolloin kulkija ei ole tuettuna kolmesta pisteestä. Tulokset osoittavat, että kolmipistetuenta toteutuu kaikkien koneiden kohdalla vain hetkittäin. Yleensä käyttäjät halusivat poistua ohjaamosta etuperin, selkä ohjaamoon päin. Kuitenkin kaikkein korkeimmilla, melko pystysuorilla kulkuteillä moni peruutti luontevasti alas selkä edellä.

Tutkimuksessa mukana olleet koneet vaihtelivat kooltaan melko pienistä hyvin isoihin, ja tästä johtuen myös kulkuteiden perusratkaisut olivat hyvin erilaisia. Tarkoitus ei ollut vertailla eri koneita toisiinsa, vaan saada esimerkkejä erilaisiin kulkuteihin liittyvästä liikkumisesta.

Kaikissa havainnoituissa kulkuteiden käyttötilanteissa osoittautui kolmipistetuennassa olevan paljon puutteita. Tämä kävi ilmi sekä nousuissa että laskuissa. Erityisesti koneesta laskeuduttaessa voivat puutteet johtaa putoamiseen kohtalokkain seurauksin. Kulkutiet on ilmeisesti suunniteltu pääsääntöisesti pitäen silmällä helppoa kiipeämistä koneeseen etuperin. useimmat käyttäjät haluavat myös poistua etuperin, toisin sanoen selkä ohjaamoon päin. Tällöin kolmipistekontaktin säilyttäminen tuottaa useimmissa tutkituista koneista vaikeuksia, koska se edellyttäisi reilusti koneesta ulospäin ulottuvia kaiteita tai vaihtoehtoisesti sisäänvedettyjä portaita, mikä voi olla vaikea toteuttaa.

### 7.3 Liikeanalyysijä kaivurikuormaajan kulkutien käyttökokeista

#### Koejärjestelyt ja liikeanalyysi

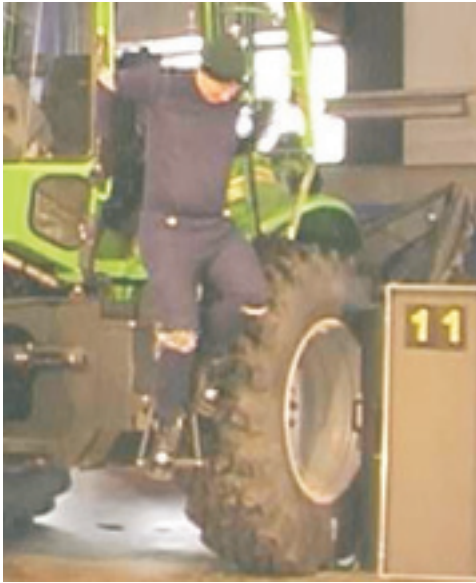
MTT/Vakolan konehallissa järjestetyissä kokeissa koehenkilöt A (pituus 184 cm) ja B (171 cm), suorittivat nousuja ja laskuja Lännen 860S kaivurikuormaajan kulkutiellä. Koehenkilöihin ja koneen kulkutien askelmiin ja käsijohteisiin kiinnitettiin heijastavia merkkejä pisteiden tunnistamiseksi videokuvista.

Käytetty kolmiulotteinen liikeanalyysijärjestelmä (Peak Motus, Peak Performance Technologies Inc.) perustuu samanaikaisesti eri suunnista kuvattujen videoiden käyttöön ja liikkeiden mittaamiseen videokuvista. Mittauksissa käytettiin neljää videokameraa, joista kaksi kuvasi koneen kulkuväylää takaviistosta oikealta ja kaksi takaviistosta vasemmalta niin, että saman puolen kameroista toinen kuvasi yläviistosta ja toinen alaviistosta.

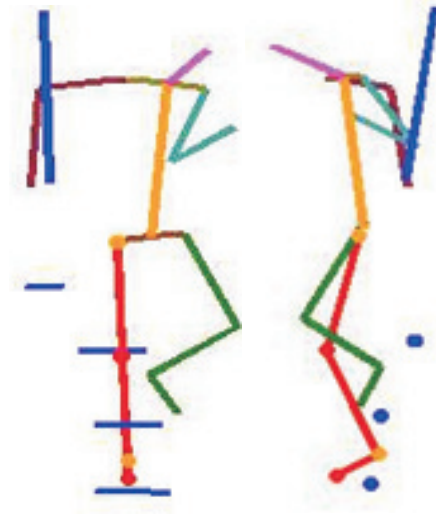
Videokuvasta digitoitiin heijastinmerkkien paikat. Havainnoitavat ja heijastimilla merkatut pisteet poimittiin liikeanalyysiohjelmistolla kuvista ja muutettiin kolmiulotteisiksi koordinaateiksi. Niiden avulla liikesarjoista voidaan laskea edelleen esimerkiksi liikkeen aikaisia ruumiinosien kulmia ja liikenopeuksia tai liikkeet voidaan esittää eri suunnista otettuina tikku-ukkokuvina. Liikemittauksista pyrittiin selvittämään mm. kuinka syvälle askelmaan astutaan, millaisessa kulmassa jalka osuu askelmaan ja millaisia nopeuksia liikkumiseen liittyy. Seuraavissa kuvissa on esimerkkejä mittaus-tuloksista.

#### Tulokset

Kuvat 44–48 esittävät kahden koehenkilön astumista joustavalle ala-askelmalle heidän poistuessaan ohjaamosta. Kuvausrajotuksista johtuen ei kantapään liikettä pystytty mittaamaan, mutta nilkan sijainti jokseenkin samalla pystysuoralla suhteessa askelmaan osoittaa, että kantapääkään ei ollut



**Kuva 44.** Koehenkilön A astuminen joustavalle alapuolalle, liikeanalyysijärjestelmän tuottamat tikku-ukkokuvat etuviistosta ja sivulta.



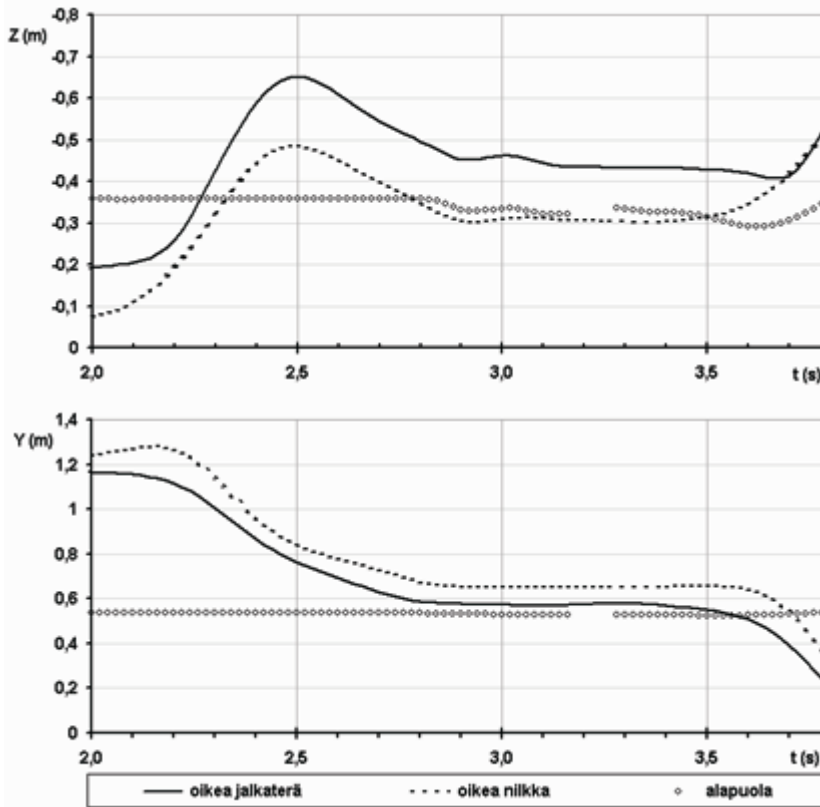
askelmassa kovin syvällä. Lisäksi jalkaterä on viimeistä askelta otettaessa melko jyrkässä kulmassa, mikä altistaa jalan luiskahdukselle. Kuvan 44 mukaan nilkka siirtyykin askelman etupuolelle ennen jalan irtoamista askelmasta. Vartalon nopeus oli suurimmillaan n. 1,5 m/s juuri ennen maahan astumista (Kuva 48). Askelmien välillä nopeus jää noin puoleen tästä. Jalkojen nopeudet olivat selän nopeuteen nähden n. kaksinkertaisia.

Liikeanalyysi osoitti, että tutkittavassa koneessa ollut joustava ala-askelma on turvallisuusriski, koska siihen ei voi etuperin poistuttaessa astua riittävän syvälle ja askelman siirtyminen kulkusuuntaan nähden taaksepäin pakottaa jalkaterän vielä keinahtamaan pystyypään asentoon. Verrattaessa kahden eripituisen koehenkilön kulkemista havaittiin, että edellä mainitut riskitekijät korostuivat lyhemmällä koehenkilöllä B askelmavälin suhteellisesti kasvaessa. Myös kolmipistetuennan ylläpito oli hänelle vaikeampaa.

## 8 Pohdinta

### 8.1 Tutkimusmenetelmien arviointi

Tutkimuksessa käytettiin useita menetelmiä. Tutkimuksen tavoitteena oli myös kokeilla eri menetelmien soveltuvuutta tämäntyyppiseen monitieteiseen tutkimushankkeeseen ja erityisesti saman tutkimuksen mahdolliseen jatkohankkeeseen. Monipuolinen tutkimusote antoi paljon informaatiota, mutta samalla olennaisimman informaation ”suodattaminen” tuli haasteellisemmaksi. Lisäksi on huomioitava erilaiset tiedon tarpeet; konesuunnittelija, koneen käyttäjä, standardisointityöhön osallistuva ja alan tutkimuksesta kiinnostunut ovat kukin kiinnostuneita asiasta omista lähtökohdistaan. Menetelmien keskinäinen vertailu on osittain mahdotontakin, sillä ne mittasivat eri asioita tai samaa asiaa eri näkökulmasta. Esimerkiksi millään teknisillä mittauksilla ei voida kiistää käyttäjän omia mielipiteitä tai kokemuksia kulkuteiden toimivuudesta tai ominaisuuksista.



**Kuva 45.** Oikean jalan ja alapuolan vaakasuora (z) ja pystysuora (y) liike koehenkilön A poistuessa ohjaamosta. Alapuola heilahtaa taaksepäin sille astuttaessa n. 4 cm ja loppuvaiheen ponnistuksessa n. 7cm. Nilkka on syvimmillään noin 2–3 cm askelman etureunan takana.

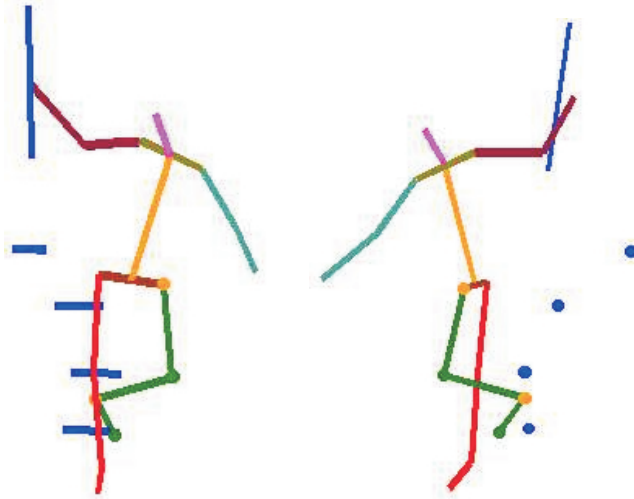
### Kokeillut menetelmät

Voimassa olevien standardien ja ohjeiden tarkastelu soveltui suunnittelua ohjaavien tekijöiden tarkasteluun sekä kulkutietaratkaisujen toteutusten arviointiin. Standardien käyttöön sisältyviä kysymyksiä esitettiin myös suunnittelijahaastatteluissa. Näin voitiin kartoittaa myös standardien toimivuutta ja jatkokehitystarpeita. Standardien soveltaminen käytäntöön osoittautui monessa tapauksessa ongelmalliseksi.

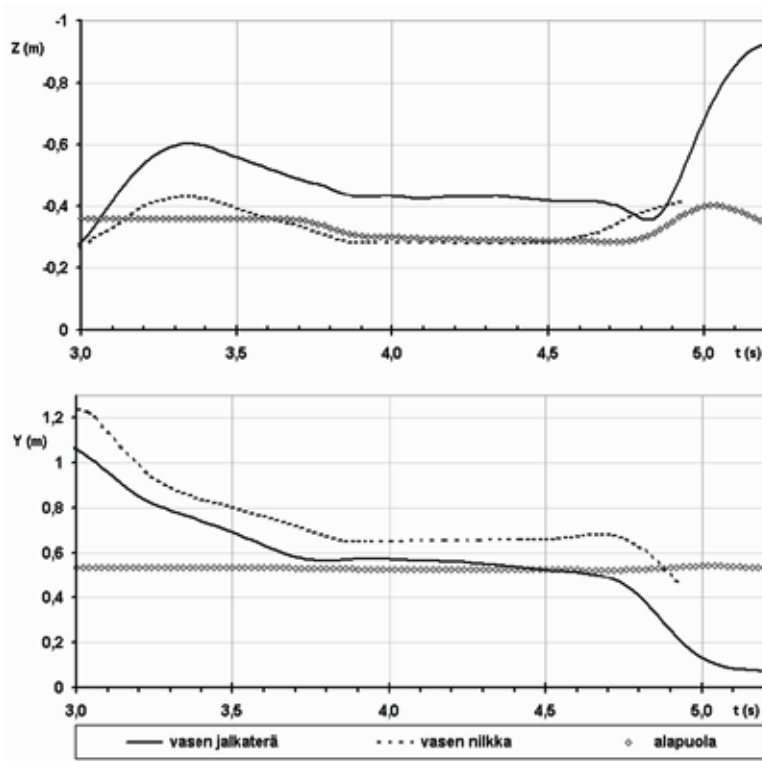
Kulkutietaturmien tilastaselvitys soveltui hyvin kulkutietaturmien frekvenssin ja tapaturmista aiheutuvien haittojen seurantaan. Tuloksia voidaan pitää varsin luotettavina, ja ne osoittavat hyvin kulku-

tietaturmaongelman laajuuden. Jatko- tutkimusta voidaan myös suunnata tarkemmin, kun tapaturmia aiheuttavia ja niille altistavia tekijöitä kyetään tunnistamaan luotettavasti. Tilastaselvityksen teko on kuitenkin erittäin työlästä ja kulkutietaturmiin liittyvät tilastoaineistot rajallisia.

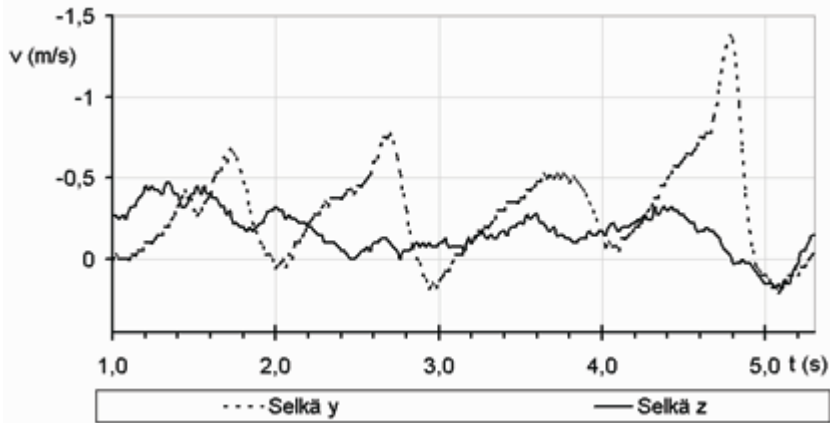
Suunnittelijahaastattelut soveltuivat parhaiten itse suunnittelun ongelmien ja rajoitusten löytämiseen mutta toisaalta myös mahdollisuuksien ja kulkuteiden tulevaisuudennäkymien hahmottamiseen. Suunnittelijahaastattelut toteutettiin laajoina teemahaastatteluina, joiden tulokset olivat monipuolisia mutta hyvin kone- ja yritys-kohtaisia, joten yleistysten tai yhteisten päähuomioiden tekeminen oli vaikeaa.



Kuva 46. Koehenkilön B astuminen joustavalle alapuolalle, tikku-ukkokuvat etuviistosta ja sivulta.



Kuva 47. Vasemman jalan ja alapuolan vaaka- ja pystyliikkeet koehenkilön B poistussa ohjaamosta. Alapuola heilahtaa taaksepäin heti sille astuttaessa n. 6 cm ja ennen jalan irtoamista heilahdus kasvaa 8 cm:iin. Nilkka on syvimmillään vain 1 cm askelman etureunan takana.



**Kuva 48.** Selän ja niskan vaaka- ja pystynopeus koehenkilön B poistuessa ohjaamosta.

Käyttäjahaastattelut soveltuivat parhaiten yksittäisten ongelmakohtien ja mahdollisten suunnitteluvirheiden löytämiseen. Nopea, työmaalla “paikan päällä” tehty haastattelu ei kuitenkaan kaikissa tapauksissa toiminut täysin ongelmitta. Häiriötekijät, kiire ja yksityiskohtien vaatima mahdollisten ongelmakohtien muistelemineen saattoivat vaikuttaa myös tulosten luotettavuuteen ja laajuuteen. Esimerkiksi tapaturmia tai läheltä piti -tapauksia ei käyttäjille tai edes heidän lähipiirissään juurikaan ollut sattunut, vaikka tilastollisesti näitäkin olisi jo voinut olla.

Havainnointipohjainen videokuvaus (kulkutiekuvaukset suunnittelijahaastattelujen yhteydessä ja Kone-Farma messuilla) soveltuu jatkotutkimuksen ideariihen materiaaliksi ja liikkumiseen liittyvän luontaisen vaihtelun havainnointiin, vaikka tilanteiden ja olosuhteiden vakioimattomuus rajoitti voimakkaasti luotettavien johtopäätösten tekemistä.

Kulkuteiden luontaisen käytön liikeanalyysi (kuvausohjelman mukaisesti käyttäjahaastattelujen yhteydessä) soveltuu hyvin muun muassa kolmipistetuen, askeltamisen ja käsiotteiden tarkempaan analysointiin. Lyhyistäkin toistetuista suorituksista pystyttiin varsin helposti poimimaan lukuisia liikkumiseen liittyviä para-

metrejä. Tämä osoittautui erittäin hyödylliseksi liikeanalyysikuvausten ja -asetelmien jatkokehittelyyn.

Tarkempia liikemittauksia tehtiin keiluluonteisesti yhdellä työkonella Peak Motus – liikeanalyysijärjestelmällä. Mittaukset olivat järjestelyiltään ja olosuhteiltaan vaativia. Mittauksilla saatava data on niin yksityiskohtaista, tarkkaa ja runsasta, että jo kuvausjärjestelyissä tulee ottaa tarkasti huomioon haluttu informaatio. Menetelmä sopii hyvin esimerkiksi jonkin kulkuteiden yksityiskohdan suunnittelun tueksi tai eri vaihtoehtojen vertailuun. Menetelmän käyttömahdollisuuksia rajoittavat sen asettamat olosuhdevaatimukset: (ei saa olla liian runsasta valaistusta tai vastavaloa, kameroille pitää löytää sopivat kuvaussuunnat kohteesta riippuen, tarvitaan heijastuksettomat pinnat, ei saa olla liian kosteaa). Vaatimukset eivät välttämättä käytännössä täyty kulkuteiden käyttötilanteissa.

## 8.2 Jatkotutkimustarpeet

Kulkuteissa on tulosten valossa vielä varsin paljon kehitettävää. Yleisesti tilanteesta lieinee vallalla liian optimistinen käsitys. Myös itse kulkuteiden painoarvo suunnittelu-prosessissa ja koneen turvallisuuden vai-

kuttavana osana vaikuttaa tapaturmamääriin suhteutettuna liian alhaiselta. Käyttäjien tarpeet tulisi välittää suunnittelijoiden tietoisuuteen siten, että saataisiin toimivampia ratkaisuja, ts. kulkutien suunnittelu olisi selvemmin integroitu työkoneen kokonaissuunnitteluun. Koneiden kulkuteiden paremman suunnittelun ja kansainväliseen standardisointiin osallistumisen pohjaksi tarvitaan lisätietoa kulkuteiden mitoituksen, materiaalien ja muotoilun käyttäjälähtöisistä vaatimuksista.

Kulkuteilla tapahtuvien häiriöiden ja tapaturmien syy-seuraussuhteet vaatisivat lisätietoa. Tulisi selvittää syvemmin sekä itse kulkuteiden että riskejä lisäävien käyttäytymistapojen – kuten hyppäämisen – vaikutuksia. Tulisi myös selvittää niitä taustatekijöitä, jotka lisäävät riskikäyttäytymistä. Käyttäytymistieteellisen tiedon yhdistäminen kulkuteiden teknisiin ominaisuuksiin saattaisi tarjota uusia mahdollisuuksia kulkuteiden turvallisuuden kehittämiseen.

Optimaalisimpien ja turvallisimpien teknisten ratkaisujen löytämiseksi myös kulkuteiden eri osien mitoitus, sijoitus ja materiaalivalinnat tarvitsisivat laajempaa ja kattavampaa analysointia. Liikkumiseen liittyvien voimien ja kitkojen tarkastelu monipuolista osaltaan kulkutieturvallisuuden tutkimista.

Kulkuteiden turvallisuuden lisäksi myös niiden ergonomia vaatisi kokonaisvaltaisempaa suunnittelua ja toteutusta yksityiskohtien tarkastelun sijaan. Metsätyöko-

neiden ergonomia-asioita käsittelevä suunnitteluopas on jo olemassa. Myös kulkutiesiioita käsittelevälle oppaalle saattaisi olla tarvetta (Gellerstedt et al., 1999). Myös ns. erityiskulkuteihin liittyvät turvallisuuskäsitteet, kuten huoltoteiden käyttö, vaatisivat lisätarkastelua.

## Tutkimuksen II vaiheen aihealueita

Jatkotutkimuksessa on tarpeen perehtyä seuraaviin aiheisiin:

- kulkuteiden normaalia käyttöä on rekisteröitävä pitkäaikaisesti, jotta käyttötilanteiden vaikutuksia voidaan analysoida aiempaa tarkemmin
- on selvitettävä ja pyrittävä ratkaisemaan riskitekijät, jotka liittyvät koneessa liikumiseen huoltotöitä tehdessä
- on selvitettävä ne tekijät, joilla kulkutien käyttäjät saadaan toimimaan kulkuteillä tarkoitettulla tavalla
- kulkuteiden rakenteille on määritettävä entistä täsmällisemmät mitat ja ominaisuudet: joissakin konetyypeissä standardimitat on vaikea saavuttaa, toisaalta joissakin kohdin turvallisuus voisi vaatia standardeja tiukempaa suunnittelua
- pitää selvittää, miten kulkutiesuunnittelua ja sen painoarvoa on mahdollista kehittää muun konesuunnittelun yhteydessä
- on selvitettävä, voiko kulkutieltä hyppäämisellä olla oletettua vaikutusta selkärangan vaurioitumiseen.

## Kirjallisuus

---

Advisory information. Statens fagtjeneste for landbruket. 1991. Faginfo 18: 1–22.

Ahonen, E., Nevala, N., & Ojanen, K. et al. 1988. Traktorin ohjaamoon ja ohjaamosta kulku poikkeavissa tilanteissa. Kuopion aluetyöterveyslaitoksen julkaisuja 1. Kuopio: Kuopion aluetyöterveyslaitos p. 1–79.

Cohen, P.L. & Jackson, H.H. 1997. Forensic aspects of slips, trips and falls: an in-depth investigation of 20 stairway accidents. In: IEA'97, Proceedings of the 13th Triennial Congress of the International Ergonomics Association, Tampere, Finland. Vol. 7: 352–354.

Davies, S., Hopkinson, N., Lawrence, K., Norris, B. & Wilson, J. R. 1997. An Evaluation of the safety



of alternative stair design. In: Seppälä, P. et al. (eds.). Proceedings of the 13th Triennial Congress of the International Ergonomics Association, Tampere, Finland, June 29-July 4. Helsinki, Finnish Institute of Occupational Health. Vol. 2: 278–280.

Ensirekisteröinnit ajoneuvolajeittain 1999. Ajoneuvohallintakeskus. Luettu: 23.2.2000. Saatavissa Internetissä: <http://www.ake.fi/ensirek.pdf>.

**Fathallah, F.A. & Cotnam, J.P.** 1998. Impact forces during exit from commercial vehicles. Proceedings of the human factors and ergonomics society 42nd annual meeting, p. 926–930.

**Gellerstedt, S., Almqvist, R., Attebrandt, M., Myhrman, D., Wikström, B.O. & Winkel, J.** 1999. Metsäkoneiden ergonomian suosituksia Pohjoismaissa. Helsinki: Työturvallisuuskeskus. 86 p.

**Grönqvist, R.** 1995. A Dynamic Method for Assessing Pedestrian Slip Resistance. People and Work. Research reports 2: 1–83.

**Göbel, M., Suzuki, S. & Luczak, H.** 1997. Psychophysiological correlates of human errors. In: Seppälä, P. et al. (eds.). Proceedings of the 13th Triennial Congress of the International Ergonomics Association, Tampere, Finland, June 29-July 4. Helsinki, Finnish Institute of Occupational Health. Vol. 5: 341–343.

**Hacker, W.** 1982. Yleinen työpsykologia. Espoo: Weilin & Göös. 446 p.

**Hammer, W.** 1991. Safe Access to Farm Tractors and Trailers. Journal of Agricultural Engineering Research 50: 219–237.

–, **Beutnagel, H., Schmalz, U. & Thær, G.** 1990. Ergonomische arbeitsplatzgestaltung zur erhöhung der arbeitssicherheit. Grundl. der landtechnik 1: 6–12.

– & **Thær, G.** 1988. Indirekte Gefährdungsanalysen mit Hilfe multivariater statistischer Verfahren: Unfälle beim Aufsteigen und Absteigen von landwirtschaftlicher Scleppern und Anhängern. Journal of Occupational Accidents 10: 39–68.

**Hankers, M. & Dieckmann, J.** 1982. Psychologische ursachen für unfälle bei landwirtschaftlichen routinearbeiten. Landtechnik 11: 520–522.

**Heidt, H.** 1980. Unfallgeschehen in der landwirtschaft und unfallverhütungsvorschriften. Landtechnik 1: 6–11.

**Hongisto, T.** 1980. Traktorin ja sen työkonien turvallisuus. Työsuojeluhallituksen tutkimus. Tampere: Työsuojeluhallitus. 96 p. Sisäinen tiedote.

**Häkkinen, K., Väyrynen, S. & Pesonen, J.** 1988. Traktoreiden kulkuteiden arviointi. Työsuojeluhallituksen selvityksiä 5: 1–63.

**Hänninen, K., Rytönen, H., & Leino-Arjas, P.** 1995. Metsäkoneyrittäjien ja metsäkoneenkuljettajien työolot. Työ ja Ihminen 2: 129–138.

**Jackson, P.L. & Cohen, H.H.** 1995. An In-Depth Investigation of 40 Stairway Accidents and the Stair Safety Literature. Journal of Safety Research 26: 151–159

**Johansson, A.** 1989. Arbetsolyckor med traktor. In: NJF-Teknik seminar nr. 142, Halmstad, Ruotsi, 8.-10.11. Summary in NJF Nr.3: 393.

**Jääskeläinen, K. & Häkkinen, K.** 1977. Työkonepatuurmat. Työsuojeluhallitus. Tutkimusraportti 20: 1–105.

**Kvarnström, L.** 1977. Trappor: en sammanställning av delrapporter rörande trappor och trappgåendet. Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm. T3: 1–85.

**Köhler, S.** 1998. Pekka Hietanen kuskien luottomies. Koneyrittäjä 8: 12-14.

**Lindén, A.** 1986. Arbetsskador i jordbruket år 1982. Information om arbetsskador 2. Arbetarskyddsstyrelsen. ISA, Sverige. 44 p.

Metsätalastollinen vuosikirja 1999. SVT. Maa- ja metsätalous 1999: 6. Metsäntutkimuslaitos. 350 p.

MTT/Vakolan tilasto. 1995. 4 p. Julkaisematon.

**Murphy, D. J.** 1992. Safety and Health for Production Agriculture. ASAE Textbook 5. American Society of Agricultural Engineers. 253 p. St. Joseph, MI.

**Nagata H.** 1991a. Analysis of fatal falls on the same level or on stairs/steps. Safety Science. 213–222.

– 1991b. Occupational accidents while walking on stairways. Safety Science. 199–211.

– 1995. Rational index for assessing perceived difficulty while descending stairs with various tread/rise combinations. Safety Science 37–49.

**Nevala, N. & Väyrynen, S.** 1988. Kiipeämisen ja hyppäämisen biomekaniikkaa. In: Väyrynen, S. (ed.). Traktorin ohjaamoon ja ohjaamosta kulku poikkeavissa tilanteissa. Kuopion aluetyöterveyslaitoksen julkaisu 1: 10–23.

**Nicholson, A. S. & David, G. C.** 1985. Slipping, tripping and falling accidents to delivery drivers. Ergonomics 28(7): 977–991.

**Niskanen, T., Könni, U., & Lehtinen, P. U.** 1984. Hydraulisten kaivukoneiden ja pyöräkuormaajien ergonomia ja työturvallisuus, Työolosuhteet 47. Helsinki: Työterveyslaitos. 77 p.

**Norris, B., Lawrence, K., Hopkinson, N. & Wilson, J. R.** 1997. Using ergonomics investigations to improve step ladder safety, Proceedings of 5th International Conference on Product Safety Research, Barcelona, 15-16 April.

**Nuutinen, J.** 1999. Kuopion aluetyöterveyslaitos, kirjallinen tiedonanto.

**Ojanen, K.** 1991. Ergonomic and safety aspects of tractors used in agriculture. In: Notkola, V. et al. (eds.). The First Finnish-Soviet Symposium on Occupational Health and Safety in Agriculture. Helsinki: Institute of Occupational Health. Vol. 2: 8–15.

**Oksa, J.** 1998. Cooling and Neuromuscular Performance in Man. University of Jyväskylä. Studies in Sport, Physical Education and Health 53: 1–61.

**Penttinen, J.** 1989. Viljelijän tuki- ja liikuntaelimsitön sairaudet, erityisesti selkäsairaudet ja niiden ehkäisy. In: Klemola, T. (ed.). Maatalouden ergonomiasymposium, Tampere, 27.11. Työsuojeluhallitus/Metsä- ja maatalouden työturvallisuusneuvottelukunta (MMTN). p. 17–21.

Rekisteröidyt ajoneuvot 31.12.1999. Ajoneuvohallintakeskus. Luettu 23.2.2000. Saatavissa Internetissä: <http://www.ake.fi/kanta99.pdf>.

**Renius, K.** 1994. Trends in tractor design with particular reference to Europe. Journal of Agricultural Engineering Research 57: 3–22.

**Rissa, K.** 1996. Panosta työkykyyn. Työeläkeläistosten liitto. Jyväskylä: Työturvallisuuskeskus. 160 p.

**Rosness, R.** 1988. Opetus. Inhimillinen erehdys - kirjallisuuskatsaus turvallisen käyttäytymisen ohjaukskeinoista. Tampereen Teknillinen Korkeakoulu. Konetekniikan osasto, Työsuojelu, Raportti 50. Tampere: Teknillinen korkeakoulu. p. 88–115.

**Schön, H. & Hammer, W.** 1984. Stand der arbeits-sicherheit in der landwirtschaft und forschungsansätze zu deren verbesserung. Landtechnik 39: 40–44.

**Seppälä, A.** 1992. Turvallisuustoiminta, sen kehittäminen ja yhteydet työtaturmiin. Väit. Työ ja ihminen. Lisänumero 1: 1–190.

**Sinisammal, J. & Repola, H.** (eds.) 1999. Teollisuuden pääsytiät: taustaa ja R-taso - tyyppisten pääsyteiden ergonomia-, turvallisuus- ja taloudellisuusvertailua muihin yleisiin teollisuuden pääsytiertarkaisuihin. Oulun yliopisto. 207 p.

**Springfeldt, B.** 1993. Effects of occupational safety rules and measures with special regards to injuries - advantages of automatically working solutions. The Royal Institute of Technology, Stockholm. Department of work science. Trita refr report 3: 1–127.

**Suutarinen, J.** 1991. Traktoritapaturmat 1987. Helsingin yliopisto. Maatalousteknologian laitos. Tutkimustiedote 62. Helsinki: Helsingin yliopisto p. 1–50.

– 1996. Traktoritapaturmien syyt ja torjunta. Helsingin yliopisto. Maa- ja kotitalousteknologian laitos. Lisensiaattityö. 102 p.

**Svanström, L.** 1973. Fall i trappa - en epidemiologisk olycksfallsstudie. Lund: Lunds Universitet. 132 p.

**Takeda, M., Hayashi, Y. & Tanii, K.** 1997. A Consideration on Variations Step Height of the Staircase Causing Stumbling in Skill to Ascend and Descend. In: Seppälä, P. et al. (eds.). Proceedings of 5th International Conference on Product Safety Research, Barcelona, 15.-16. April. Helsinki, Finnish Institute of Occupational Health. Vol. 5, 541–543.

Tietovakka 1999. Finfood - Suomen ruokatieto ry. Uutistoimitus. 31 p.

Työolot ja taloudellinen ajattelu 1998. Sosiaali- ja terveysministeriö. Tampere: Työsuojeluosasto. 108 p.

**Vaittinen, J.** 1973. Havaintoja työympäristön turvallisuudesta ja työtaturmista maatilataloudessa. Agronomian laudaturtyö. Helsinki: Helsingin yliopisto, Maatalousteknologian laitos. 118 p.

**Wickström G., Niskanen T. & Riihimäki H.** 1985. Strain in the back in concrete reinforcement work. British Journal of Industrial Medicine 233–239.

**Ålund, C.** 1972. En tillbudsundersökning vid traktorkörning inom jordbruket. Institutionen för Socialmedicin Lund. Jordbrukets socialmedicin. Medd. 7: 1–73.

## MÄÄRÄYKSIÄ JA STANDARDEJA

### Eurooppalaiset direktiivit

Neuvoston direktiivi, annettu 24 päivänä kesäkuuta 1980, pyörillä varustettujen maatalous- ja metsätraktoreiden ohjaustilaa, pääsyä ohjauspaikalle sekä ovia ja ikkunoita koskevan jäsenvaltioiden lainsäädännön lähentämisestä. (80/720/ETY).

Neuvoston direktiivi, annettu 14 päivänä kesäkuuta 1989, jäsenvaltioiden koneita koskevan lainsäädännön lähentämisestä (89/392/ETY) (Nykyinen numero 98/37).

### Valtioneuvoston päätökset

Valtioneuvoston päätös työturvallisuuslain soveltamisesta traktoreihin ja niiden tarkastukseen, VNP 128/1967.

Valtioneuvoston päätös metsätraktoreista ja niiden tarkastuksista, VNP 517/1973.

Valtioneuvoston päätös koneiden turvallisuudesta 1314/1994.

Valtioneuvoston päätös työssä käytettävien koneiden ja muiden työvälineiden hankinnasta, turvallisuudesta käytöstä ja tarkastamisesta 856/1998.

### Suomalaiset turvallisuusohjeet ja -määräykset

Sosiaali- ja terveysministeriön vahvistamat Teknilliset turvallisuusohjeet N:o 14. 4-pyörätraktorit. Ohjeita käyttäjille (Traktoriohjeet). Helsinki 1971.

Traktorit. Työsuojeluhallituksen Turvallisuusmääräykset 14. Tampere 1984.

Työsuojeluhallitus. Turvallisuusmääräykset ja -ohjeet 1. Koneet, välineet ja tekniset laitteet. Tampere 1976.

Työsuojeluhallitus. Turvallisuusmääräykset ja -ohjeet 14. Traktorit. Tampere 1976.

Työsuojeluhallitus. Turvallisuusmääräykset 14. Traktorit. Tampere 1984.

### Kansainväliset ISO-standardit

ISO 2867:1994 Earth-moving machinery - Access systems (Maansiirtokoneet – Kulkutiet).

ISO 4242:1983, Agricultural tractors - Access, exit and the operator's workplace – Dimensions (Maataloustraktorit – Kulkutiet, poistumistiet ja kuljettajan työpaikka – Mitoitus).

ISO 4252:1992, Agricultural tractors – Operator's workplace, access and exit – Dimensions (Maata-

loustraktorit – Kuljettajan työpaikka, pääsy- ja poistumistiet – Mitoitus).

ISO 4254/1:1985, Tractors and machinery for agriculture and forestry – Technical means for ensuring safety – Part 1: General (Traktorit, maatalous- ja metsäkoneet – Tekniset turvallisuusvaatimukset – Osa 1: Yleiset vaatimukset).

ISO 4254-1:1989, Tractors and machinery for agriculture and forestry – Technical means for ensuring safety – Part 1: General (Traktorit, maatalous- ja metsäkoneet – Tekniset turvallisuusvaatimukset – Osa 1: Yleiset vaatimukset).

ISO 4254-3:1992, Tractors and machinery for agriculture and forestry – Technical means for ensuring safety – Part 3: Tractors, (Traktorit, maatalous- ja metsäkoneet – Tekniset turvallisuusvaatimukset – Osa 3: Traktorit).

ISO 4254-7:1995, Tractors and machinery for agriculture and forestry – Technical means for ensuring safety – Part 7: Combine harvesters, forage and cotton harvesters (Traktorit, maatalous- ja metsäkoneet – Tekniset turvallisuusvaatimukset – Osa 7: Leikkuupuimurit ja puuvillan korjuukoneet).

ISO 6385:1981, Ergonomic principles of the design of work systems.

ISO 10075-1:1991, Ergonomic principles related to mental work-load - Part 1: General terms and definitions.

ISO 10075-2:1996, Ergonomic principles related to mental workload - Part 2: Design principles.

ISO 11850:1996, Machinery for forestry – Self-propelled machinery – Safety (Metsäkoneet – Itsekulkevat koneet – Turvallisuus).

### Eurooppalaiset EN-standardit

EN 474-1:1995, Earth-moving machinery. Safety. Part 1: General requirements.

EN 547-1:1997, Safety of machinery. Human body measurements. Part 1: Principles for determining the dimensions required for openings for whole body access into machinery. EN 474-1:1995, Earth-moving machinery. Safety. Part 1: General requirements.

EN 632:1995, Agricultural machinery - Combine harvesters and forage harvesters – Safety (sama kuin SFS- EN 632:1995 Maatalouskoneet. Leikkuupuimurit ja rehusilppurit. Turvallisuus).

EN 1553:1999, Agricultural machinery –Agricultural self-propelled, mounted, semi-mounted and trailed machines – Common safety requirements (sama

kuin SFS-EN 1553:2000 Maatalouskoneet. Itsekulkevat, nostolaitekiinnitteiset, puolihinattavat ja hinattavat koneet. Yhteiset turvallisuusvaatimukset).

### **Valmisteilla olevat (pr) eurooppalaiset EN-standardit**

prEN 1005-1, Safety of machinery. Human physical performance. Part 1: Terms and definitions.

prEN 1005-2, Safety of machinery. Human physical performance. Part 2: Manual handling of objects associated to machinery.

prEN 1005-3, Safety of machinery. Human physical performance. Part 3: Recommended force limits for machinery operations.

prEN 1005-4, Safety of machinery. Human physical performance. Part 4: Evaluation of working postures in relation to machinery.

prEN 1005-5, Safety of machinery - Human physical performance - Part 5: Risk assessment for repetitive handling at high frequency.

PrEN 12 437-1, Safety of machinery – Permanent means of access to machines and industrial plants – Part 1: Choice of fixed means of access between two levels.

PrEN 12 437-2, Safety of machinery – Permanent means of access to machines and industrial plants – Part 2: Working platforms and gangways.

PrEN 12 437-3, Safety of machinery – Permanent means of access to machines and industrial plants – Part 3: Stairways, stepladders and guard-rails.

PrEN 12 437-4, Safety of machinery – Permanent means of access to machines and industrial plants – Part 4: Fixed ladders.

PrEN 1553, Agricultural machinery. Agricultural self-propelled, mounted, semi-mounted and trailed machines. Common safety requirements.

PrEN 614-2, Safety of machinery. Ergonomic design principles. Part 2: Interactions between the design of machinery and work tasks.

prEN ISO 14738, Safety of machinery – Anthropometric requirements for the design of workstations at machinery.

Suomalaiset SFS-standardit:

SFS 2940:1973, Metsätraktorit. Yleiset rakennemääräykset.

SFS 2940:1990, Koneturvallisuus. Metsätraktorit ja hakkuukoneet.

SFS 5069:1985, Koneturvallisuus. Työskentelytasot, kulkutiet, portaat ja tikkaat.

SFS 5092/ISO 5353: 1985, Traktorit, maansiirtokoneet ja työkonet. Istuimen mittapisteen, SIP, määrittäminen. ISO 5353 Earth-moving machinery – Seat index point (SIP).

SFS-EN 547-1:1997, Koneturvallisuus. Ihmisen mitat: Osa 1: Koneiden kulkuaukkojen mittojen määrittämisperiaatteet.

SFS-EN 547-2:1997, Koneturvallisuus. Ihmisen mitat: Osa 2: Työskentelyaukkojen mittojen määrittämisperiaatteet .

SFS-EN 547-3:1997, Koneturvallisuus. Ihmisen mitat: Osa 3: Antropometriset tiedot.

SFS-EN 614-1:1995, Koneturvallisuus. Ergonomiset suunnitteluperiaatteet. Osa 1: terminologia ja yleiset periaatteet (Safety of machinery. Ergonomic design principles. Part 1: Terminology and general principles).

SFS-EN 632:1995, Maatalouskoneet. Leikkuupuumurit ja rehusilppurit. Turvallisuus (sama kuin EN 632:1995 Agricultural machinery – Combine harvesters and forage harvesters – Safety.)

SFS-EN ISO 2860:1999, Maansiirtokoneet. Aukkojen vähimmäismitat. Earth-moving machinery. Minimum access dimensions (ISO 2860:1992).

SFS-ISO 3411:1988, Earth-moving machinery. Human physical dimensions of operators and minimum operator space envelope. Maansiirtokoneet. Kuljettajien mitat ja vähimmäistila.

SFS-ISO 6165:1989, Maansiirtokoneet. Perustyyppi. Sanasto.

SFS-ISO 6682 /EN-ISO 6682 Maansiirtokoneet. Hallintalaitteiden optimi- ja ulottumisalueet. 1995. Earth-moving machinery. Zones of comfort and reach for controls. (ISO 1989).

**Suunnittelijahaastattelulomake**

haastattelijat:

päivämäärä:

kellonaika:

**Yritystä koskevia tietoja**

Haastateltava

Yritys (konserni)

Haastateltavan asema yrityksessä, työvuodet yrityksessä ja yleensä suunnittelussa

Haastateltavan koulutus (teknillinen koulutus)

Yrityksen valmistamat tuotetyypit, niiden käyttökohteet, valmistusmäärät ja hintaluokat

Tuotteiden historia ja tulevaisuus

**Suunnittelua koskevia tietoja**

Yrityksen suunnitteluhenkilöstö, sen työnjako,

Suunnittelun alihankinnan käyttö

Ihmisen toimintaympäristöön liittyvät suunnittelumenetelmät

standardit (mitä käytetty?),

ohjeet (saako nähdä tai peräti kopion?),

prototyyppien käyttö yleensä

prototyyppien käyttö kulkuteiden suunnittelussa,

Ihmismallit,

virtuaaliodellisuus,

turvallisuusanalyysit,

käyttäjäkeskeinen suunnittelu, osallistuva suunnittelu,

miten käyttäjätietoja kerätään suunnittelun aikana

**Miten tapahtuu käyttötilanteiden määrittely suunnittelua varten, mitkä tilanteet on mukana?**

rutiinikäyttö

häiriötilanteet

ylläpito, huolto

ympäristöolot (maasto, sää, lika, puhtaanapysyminen)

**Onko käyttäjien määrittelyä suunnittelua varten (esim. ikä, osaaminen, paino)?**

Käytetäänkö edellä olevia suunnittelun perusteena?

Miten koneita testataan?

Miten kulkuteitä testataan?

Asiakaspalaute, kerätäänkö aktiivisesti ja eritellen?

Onko tiedossa onnettomuus selvityksiä?

Onko tiedossa läheltäpiti tilanteita?

**Eräiden standardin tunteminen, käyttäminen ja ehdotukset standardin parantamiseksi?**

VNp 1314/94 Valtioneuvoston päätös koneiden turvallisuudesta  
SFS-EN 614-1 Koneturvallisuus. Ergonomiset suunnitteluperiaatteet. Osa 1:  
terminologia ja yleiset periaatteet. 1995,  
EN-ISO 2867 Maansiirtokoneet - kulkutiet,

Maataloustraktoreita koskevat:

ISO 2866

PrEN1553

Traktoridirektiivi 74/150

Turvallisuusmääräykset 14

**Haastattelussa erityisesti tarkasteltava kone/tyyppi**

Konetyyppi

Millaisessa ympäristössä ja mihin työhön käytetään?

Mitkä ovat koneen kulkutiet (askelmia, tasoja, oviaukot, kulkutiet kuormatilaan)?

Onko laadittu kulkutien käyttöohjeet?

Suunnittelussa esille tulleita käyttäjän turvallisuuteen ja ergonomiaan liittyviä valintatilanteita ja pohdintoja yleensä koneessa?

Suunnittelussa esille tulleita käyttäjän turvallisuuteen ja ergonomiaan liittyviä (ratkaisemattomia) ongelmia koneessa?

Kulkuteiden turvallisuuteen ja ergonomiaan liittyviä pohdintoja ja ongelmia?

askelmien mitoitus ja sijoitus

astinpintojen materiaali ja liukkaus (likaantumisen esto)

käsijohteiden mitoitus ja paikat

oviaukon mitoitus, esteetön kulku ovesta

oven aukaiseminen ja sulkeminen sisältä ja ulkoa



alaslaskettavat/laskeutuvat portaat  
toissijainen uloskäynti  
huoltotasot ja -tilat  
kulkuteiden luontainen oikea käyttö  
väärinkäyttöön varautuminen  
kolmipistetuenta  
koneen asennon vaikutus  
koneen ympäristöolojen vaikutus  
kulkutien valaistus  
värien käyttö huomion ohjaamisessa (esim. kahva erottuu taustasta)  
sellaiset työkoneet ja lisälaitteet, työkoneet ja työkalut, jotka vaikeuttavat  
kulkemista (esim. maataloustraktoreissa taitetut kasvinsuojeluruiskujen  
puomit tai silppurin aisa)

Onko kone-/ohjaamo-/kulkutiesuunnittelussa **lähtökohtana ollut helpon kuljettavuuden toteuttaminen**, vai onko kulkutie muotoutunut viimeiseksi sen mukaan, mitä vapausasteita kone- ja ohjaamomuotoilun jälkeen on jäänyt?

Mitä turvallisuus- ja ergonomia-asioita pitäisi tutkia lisää koko koneessa?

Mitä turvallisuus- ja ergonomia-asioita pitäisi tutkia lisää ohjaamossa?

Mitä turvallisuus- ja ergonomia-asioita pitäisi tutkia lisää kulkuteissä?

Mitkä asiat koneen suunnittelussa ovat onnistuneet hyvin, tyydyttävät suunnittelijaa?

Mitkä asiat koneen kulkuteiden suunnittelussa ovat onnistuneet hyvin?

### **Muuta**

Onko tulossa uusia konetyyppejä, joiden ominaisuuksissa voisi olla yhteiskehittämistarpeita?

Missä (ulkopuolisten tukemissa) kehityshankkeissa yritys ollut viime aikoina mukana?

Miten yrityksessä suunnittelijoiden täydennyskoulutus on toteutettu?

Onko työturvallisuuteen ja ergonomiaan liittyvää koulutusta?

Millaista turvallisuus- ja ergonomiatietoa itse tarvitsisit?

Millaista turvallisuus- ja ergonomiakoulutusta itse tarvitsisit?

## Käyttjähaastattelulomake

haastattelijat:

päivämäärä:

kellonaika

### Projektin esittely, tarkoitus ja käsitteiden määrittely (esim. kulkutiet !)

#### Käyttäjätiedot

(Yritys)

Haastateltava(t), hänen asemansa yrityksessä, työvuodet yrityksessä tällä koneella, vastaavalla koneella ja yhteensä alalla

#### Käyttäjän konetyyppi

Käyttäjän konetyyppi /-tyypit?

Ovien (poistumisteiden) määrä ja sijainti?

Mitä ongelmia on koneessa? (näkyvyys kuljettajan paikalta, istuminen, hallintalaitteet, huolto, työkoneen/-välineen vaihto/kytkentä/irrotus, käyttökuntoon laittaminen)

Mitä hyvää on koneessa? (näkeminen, istuminen, ohjaimet, huolto, ... ),

Mitä ongelmia on kulkuteissä? (askelmat, käsijohteet, ovet (aukko, paino, lukkolaitteet...)?

Mitä hyvää on kulkuteissä? (askelmat, käsijohteet, ovet (aukko, paino, lukkolaitteet...)?

Mitkä ovat ongelmalliset käyttötilanteet?

Mitkä ovat ongelmalliset käyttötilanteet (työtehtävät, ympäristöolot) kulkuteiden kannalta? Miksi?

Onko sinulle sattunut /oletko nähnyt tapaturmia kulkuteiden käytön yhteydessä?  
Millaisia ja miten vakavia?

Onko sinulle sattunut /oletko nähnyt läheltä piti tilanteita kulkuteillä?

Onko kulkuteiden käyttöohjeita?

Onko sinulla ollut jotain vaivaa, joka on haitannut koneen ja kulkuteiden käyttöä?

Tuntuuko liikkuminen kulkutiellä joskus epävarmalta, missä tilanteessa?

Voiko aina pitää kiinni, onko kolmipistetuenta tarpeen?  
(voi aina ottaa tukea molemmin jaloin ja toisella kädellä tai molemmin käsin ja toisella jalalla)

Pitääkö liikkussa kurottaa tai pujottautua jonnekin (ylöspäin, eteenpäin, taaksepäin)?

Onko jokin askelma, kahva tai käsijohde huonolla paikalla ?

Mahtuvatko jalat askelmille?  
Onko vaara jättää jalkoja jonnekin väliin?  
Voiko johonkin kompastua?

Mahtuuko kädet kahvoihin?  
Onko vaara jättää sormia jonnekin väliin?  
Onko teräviä ulokkeita?  
Onko käsi luonnottomassa asennossa missään vaiheessa?

Saako oven avattua ja suljettua helposti?  
Pysyykö ovi auki? (lukituksen ja aukipysymisen ikääntymisen vaikutus)

Jääkö jonnekin kiinni (puseron helmasta tms.), kun liikutaan kulkutiellä?  
Ovatko hallintalaitteet esteenä kulkemiselle?  
Lyökö jonnekin itsensä (polvi, kyynärpää, pää)?

Haittaako astinpintojen materiaali ja liukkaus?  
Mitä vaikutusta on ympäristöoloilla kulkuteiden käyttöön (vesi, savi, lumi, jää)?  
Mitä vaikuttaa likaantuminen?  
Onko astinpinnat helppo puhdistaa?  
Mitä vaikuttaa kuluminen?

Ovatko huoltotasot ja -tilat asianmukaiset (esim. pääsy niille, askelmat, kahvat ym.)?  
Onko kulkiessa vaarana kuumia/kylmiä pintoja?

Onko toissijainen uloskäynti helppoa (koko, avaaminen, kulkutiet)?  
Onko se merkitty?  
Oletko kokeillut sitä tai joutunut käyttämään?

Pysyykö ohjaamon lattia puhtaana ja siistinä? Onko tavaroille paikat?

Minkä arvosanan antaisit kulkutien mukavuudelle kokonaisuudessaan asteikolla 4 .. 10, jossa 4 on ala-arvoinen ja 10 erinomainen?

**Kulkuteiden mittausominaisuuksialomake**

<b>Askelmat</b>		
askelmien määrä	kpl	
alin askelma maasta	mm	
askelmien nousu edellisestä		
askelmien leveys	mm	
askelmat tarkoitettu 1/2 jalalle	kuvaus	
askelmien etenemä (syvyys)	mm	
askelmien astinpinnan syvyys	mm	
puolamaisen astinpinnan syvyys (halkaisija)	mm	
askelmien pintamateriaali	kuvaus	
askelmien vapaa korkeus	mm	
askelmien ulkonema	mm	
matka astinpinnalle viimeisen askelman reunasta	mm	
askelmien kaltevuus	astetta	
askelmien havaittavuus (väritys)	kuvaus	

<b>Kulutasot</b>	mm	
leveys	mm	
vapaa korkeus	mm	
suojakaitteen korkeus	mm	
välিকাiteen korkeus	mm	
jalkalistan korkeus	mm	
jalkalistan alareunan rako	kuvaus	
kuljetaanko normaalisti/sivuttain	kuvaus	

<b>Käsijohde</b>		
käsijohteiden ja kädensijojen määrä	kpl	
käsijohteen alkukorkeus	mm	
käsijohteen ylitys yläastinpinnalla	mm	
käsijohteen halkaisija tai leveys	mm	
käsijohteen poikkipinnan muoto	kuvaus	
käsijohteen ja pinnan väli tai kädensijan aukon syvyys (käsitila)	mm	
kädensijan (suoran osan) pituus	mm	
käsijohteiden väli /etäisyys askelman reunasta sivulle	mm	
käsijohteiden etäisyys askelman etupinnasta	mm	
käsijohteiden havaittavuus (väritys)	kuvaus	

<b>Oviaukko, ensisijainen</b>		
aukon korkeus	mm	
aukon leveys alhaalta	mm	
aukon leveys korkeudella 460 mm	mm	
aukon leveys ylhäältä	mm	
aukon leveys korkeudella 1550 mm	mm	
oven sisäpuolisen kahvan korkeus lattiasta	mm	
oven ulkopuolisen kahvan korkeus seisontapinnasta / maasta	mm	
ovelle pääsy esteettä	kuvaus	
ovelle pääsytien pienin leveys	mm	
oven avautuminen väistämättä	kuvaus	
oven avaamisvoima, kahva	N	
oven avaamisvoima, työntö		
oven pysyminen auki	kuvaus	

<b>Muuta</b>		
kääntymismahdollisuus/tarve ohjaamossa	kuvaus	
kulkutien esteettömyys ohjaamossa	kuvaus	
joustavat askelmat	kuvaus	
askelman kaltevuus käyttötilanteessa	kuvaus	
askelmien puhdistuminen	kuvaus	
askelmien näkyminen, reunan erottaminen	kuvaus	
askelmien valaistus, määrä suunta	kuvaus	





31600 JOKIOINEN

Julkaisun sarja ja numero  
MTT:n julkaisuja.  
Sarja A 92

Julkaisuaika (kk ja vuosi)  
Maaliskuu 2001

Tekijä(t) Juha Suutarinen, Timo Leskinen, Jouni Lehtelä, Pekka Olkinuora, Janne Väänänen, Pekka Plaketti ja Hannu Haapala

Tutkimushankkeen nimi

Toimeksiantaja(t)  
MTT

Nimike Ajettavien työkoneiden kulkuteiden turvallisuus.

### Tiivistelmä

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää ajettavien työkoneiden kulkuteihin liittyviä ongelmia ja käytettävissä olevien tutkimusmenetelmien soveltuvuutta niiden ratkaisemiseen. Kulkutiellä tarkoitetaan koneen sisään- ja ulosmenoreittiä, ts. portaita ja oviaukkoa.

Aluksi tehtiin kirjallisuuskatsaus kulkuteistä ja niiden käytössä todetuista keskeisistä ongelmista. Lisäksi selvitettiin kulkuteihin liittyvät standardivaatimukset. Maatalousyrittäjien eläkelaitokselta (MELA) hankittiin tapaturmatilastoja maatalous- alan kulkutietapaturmista. Tilastotietokannasta selvitettiin yleisimmät tapaturmatyypit ja tarkasteltiin niiden syitä. Tyypillinen kulkutietapaturma on alaraajan tai selän venähdys, kun koneen kuljettaja ohjaamosta poistuessaan liukastuu tai hyppää alas. Tutkimusta varten haastateltiin yhteensä 16:ta työkoneiden suunnittelijaa ja 14:ää käyttäjää. Kokonaisuutena suunnittelijat olivat verrattain tyytyväisiä koneiden kulkuteihin, mutta tunnistivat kuitenkin koneissaan turvallisuus- ja ergonomiaongelmia. Käyttäjahaastatteluilla kartoitettiin käyttäjien kokemuksia ja tietoja kulkuteiden toimivuudesta ja mahdollisista riskitilanteista. Lisäksi käyttäjien liikkumista koneiden kulkuteillä kuvattiin videolle.

Videonauhat osoittivat, että käyttäjien liikkumassa joko ylös tai alas kulkutiellä, ei kolmipistekontakti toteutunut toivotulla tavalla. Kolmipistekontaktilla tarkoitetaan, että yksi jalka ja kaksi kättä tai yksi käsi ja kaksi jalkaa on koko ajan kontaktissa kulkutiehen. Käyttäjät tulivat useimmiten ohjaamosta alas etuperin. Tällöin kolmipistekontaktin säilyttäminen tuottaa vaikeuksia, koska käsijohteisiin on vaikea tarttua selkään koneeseen päin, toisin sanoen ohjaamosta etuperin poistuttaessa.

Avainsanat työkoneet, turvallisuus, ergonomia, kulkutiet, liikkuminen

Toimintayksikkö MTT, Maatalousteknologian tutkimus, Maatalousteknologia, Vakolantie 55, 03400 Vihti

ISSN            ISBN  
1239-0852    951-729-598-7 (Painettu)  
1239-0844    951-729-601-0 (Verkkajulkaisu)

Saatavuus  
<http://www.mtt.fi/asarja>

Myynti MTT, Tietopalveluyksikkö, 31600 JOKIOINEN  
Puhelin (03) 4188 2327  
Telekopio (03) 4188 2339

Sivuja  
60 s. + 3 liitettä

Jyväskylän yliopistopaino 2001  
ISBN 951-729-598-7 (Painettu)  
ISBN 951-729-601-0 (Verkkajulkaisu)  
ISSN 1239-0852 (Painettu)  
ISSN 1239-0844 (Verkkajulkaisu)  
<http://www.mtt.fi/asarja>