

Ajettavien työkoneiden kulkuteiden turvallisuus II

Juha Suutarinen, Janne Väänänen, Tiina Mattila,
Timo Leskinen, Jouni Lehtelä, Pekka Plaketti
ja Pekka Olkinuora



Maa- ja elintarviketalous 18
69 s., 2 liitettä

Ajettavien työkoneiden kulkuteiden turvallisuus II

Juha Suutarinen, Janne Väänänen, Tiina Mattila,
Timo Leskinen, Jouni Lehtelä, Pekka Plaketti
ja Pekka Olkinuora

ISBN 951-729-720-3 (Painettu)
ISBN 951-729-721-1 (Verkkajulkaisu)
ISSN 1458-5073 (Painettu)
ISSN 1458-5081 (Verkkajulkaisu)

<http://www.mtt.fi/met>

Copyright

MTT

Juha Suutarinen, Janne Väänänen, Tiina Mattila, Timo Leskinen,
Jouni Lehtelä, Pekka Plaketti ja Pekka Olkinuora

Julkaisija ja kustantaja

MTT

Jakelu ja myynti

MTT maatalousteknologian tutkimus (Vakola), 03400 Vihti

Puhelin (09) 224 251, telekopio (09) 224 6210

sähköposti: julkaisut@mtt.fi

Julkaisuvuosi

2002

Kannen kuva

Tapani Rinta-Karjanmaa

Ajettavien työkoneiden kulkuteiden turvallisuus II

Juha Suutarinen¹⁾, Janne Väänänen³⁾, Tiina Mattila¹⁾, Timo Leskinen²⁾, Jouni Lehtelä²⁾, Pekka Plaketti²⁾ ja Pekka Olkinuora¹⁾

¹⁾MTT (Maa ja elintarviketalouden tutkimuskeskus), maatalousteknologian tutkimus (Vakola), Vakolantie 55, 03400 Vihti, juha.suutarinen@mtt.fi, tiina.mattila@mtt.fi, pekka.olkinuora@mtt.fi

²⁾TTL Työterveyslaitos, työturvallisuusosasto, Topeliuksenkatu 41a A, 00250 Helsinki, timo.leskinen@ttl.fi, jouni.lehtela@ttl.fi, pekka.plaketti@ttl.fi

³⁾TTL Työterveyslaitos, nykyinen osoite janne.vaananen@keva.fi

Tiivistelmä

Kulkutiellä tarkoitetaan varusteita koneen työskentely-, tarkastus- tai huolto- tasojen ja maanpinnan välistä nousemista ja laskeutumista varten (SFS-EN ISO 2860).

Tutkimuksen tavoitteena oli tuottaa tietoa ja menetelmiä kulkuteiden turvallisuuden kehittämiseen, tutkia kulkuteiden turvallisuuteen vaikuttavia ominaisuuksia ja selvittää turvallisen kulkutien vaatimukset. Hankkeeseen sisältyi konevalmistajien tuotekehitystä tukevaa yhteistyötä. Tutkimus oli jatkoa hankkeelle ”Ajettavien työkoneiden kulkuteiden turvallisuus I” (Suutarinen ym. 2001).

Kirjallisuus-, kysely- ja tapaturmatutkimuksen lisäksi työkoneiden kulkuteiden käyttöä simuloitiin laboratorio-olosuhteissa. Simulaatiomittaukset olivat teknisesti työläitä, mutta niiden avulla saatiin tietoa ihmisen voiman- ja ajankäytöstä kulkuteillä sekä koehenkilöiden subjektiivinen arvio kulkuteiden ominaisuuksista. Kulkutien mitoitus ja sijoittelu vaikuttivat huomattavasti koettuun käyttömukavuuteen. Askelmavälin merkitys korostui varsinkin ohjaamosta poistuttaessa. Korkealla sijaitseva ala-askelma puolestaan lisäsi käsi- ja jalkavoimien tarvetta ja vähensi käyttömukavuutta. Porraskulman jyrkkyys lisäsi käsivoimien tarvetta.

Turvallisen kulkutien suunnittelussa lähtökohtana ovat selkeys, vaivattomat liikeradat ja kolmipistekontaktin mahdollisuus eli mahdollisuus käyttää kulkutiellä samanaikaisesti kahta kättä ja yhtä jalkaa tai kahta jalkaa ja yhtä kättä. Toisaalta tavoitteena tulisi olla liikkumistarpeen vähentäminen toimivien tuotanto- ja teknologiaratkaisujen avulla.

Hankkeessa luotiin kulkuteiden arviointia ja suunnittelua varten tarkastuslista, jossa selvitetään yksityiskohtaisesti eri standardien vaatimukset ja tutkimuksen perusteella syntyneet suositukset (Liite 2).

Asiasanat: ajettavat työkoneet, työturvallisuus, kulkutiet, tapaturmat, suunnittelu, häiriöt

Safety of access paths of mobile machinery II

Juha Suutarinen¹⁾, Janne Väänänen³⁾, Tiina Mattila¹⁾, Timo Leskinen²⁾, Jouni Lehtela²⁾, Pekka Plaketti²⁾ ja Pekka Olkinuora¹⁾

¹⁾Agrifood Research Finland, Agricultural Engineering Research (Vakola), Vakolantie 55, FIN-03400 Vihti, Finland, juha.suutarinen@mtt.fi, tiina.mattila@mtt.fi, pekka.olkinuora@mtt.fi

²⁾Finnish Institute of Occupational Health, Department of Occupational Safety, Topeliuksenkatu 41 a A, FIN-00250 Helsinki, Finland, timo.leskinen@ttl.fi, jouni.lehtela@ttl.fi, pekka.plaketti@ttl.fi

³⁾Finnish Institute of Occupational Health, present address janne.vaananen@keva.fi

Abstract

The aim of the study was to develop research methods and to study problems related to the access paths of mobile machinery. The study was a continuation of the previous study ‘Safety of access paths of mobile machinery I’ (Suutarinen et al. 2001).

In addition to traditional literature, inquiry, and accident research, the use of access paths was also simulated under laboratory conditions. The simulation measurements were technically rather troublesome. However, the simulation made it possible to measure the forces and times used by the testees on the access paths.

Basic principles in designing safe access paths include providing the possibility of easy movement and of three-point contact. The latter means simultaneous use of two hands and a foot or of two feet and a hand when mounting or dismounting a machine. Good visibility and the clarity of access paths are also important characteristics. According to the results, the distance between steps is of great importance, especially when coming down from the cab. A small distance (216 mm) was rated awkward to use despite the fact that it demanded less force compared to larger distances (270 and 305 mm). It was also noticed that steep steps caused a larger need of hand forces.

High location of the lowest step increased both the hand and foot forces required and also reduced the ease of access.

Index words: mobile machinery, occupational safety, accesses, accidents, design, impairments

Alkusanat

Tämä tutkimus toteutettiin vuosina 2000-2002 Työsuojelurahaston tuella jatkohankkeena vuosina 1999-2000 toteutetulle samannimisen hankkeen ensimmäiselle vaiheelle. Tutkimus tehtiin Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskuksen (MTT) maatalousteknologian tutkimuksen (Vakola) ja Työterveyslaitoksen (TTL) Työturvallisuusosaston yhteistyönä. Hankkeessa olivat mukana seuraavat yritykset: Ed Design Oy, Valtra Oy ja Velsa Oy.

Hankkeen johdosta vastasi Hannu Haapala ja vastuuhenkilönä toimi Juha Suutarinen MTT/Vakolasta. Työterveyslaitoksen tutkimusryhmä, johon kuuluivat Janne Väänänen, Timo Leskinen, Jouni Lehtelä ja Pekka Plaketti, vastasi simulaattorimittauksista, tarkastuslistan kokoamisesta ja testaamisesta sekä käyttäjäkyselyistä. MTT/Vakolan tutkijat Juha Suutarinen ja Tiina Mattila vastasivat teoriatarkastelusta ja tapaturmatutkimuksesta. Pekka Olkinuora MTT/Vakolasta osallistui hankkeeseen maatalouskoneiden standardisoinnin asiantuntijana. Kulktiesimulaattorin suunnitteluun ja rakentamiseen osallistuivat myös Matti Serenius, Sergei Tretjakov ja Reino Mykkänen MTT/Vakolasta.

Hankkeen ohjauksesta vastanneen johtoryhmän puheenjohtaja oli Peter Rehnström Työsuojelurahastosta, muita jäseniä olivat Markus Pyykkönen Sosiaali- ja terveysministeriöstä, Kari Ojanen Kuopion aluetyöterveyslaitokselta, Petri Saaranen Oulun Yliopistosta, Harri Alanen, Ed Design Oy:stä, Jouko Polojärvi Valtra Oy:stä ja Martti Wihinen Velsa Oy:stä. Työterveyslaitoksen tutkimusryhmän puolesta johtoryhmän kokouksiin osallistui Timo Leskinen, ja muut tutkimusryhmän jäsenet tarvittaessa asiantuntijoina. Tutkimusryhmä kiittää johtoryhmää hankkeen kuluessa saadusta tuesta ja ohjauksesta. Lisäksi kiitämme kulktiesimulaattorikokeisiin osallistuneita koehenkilöitä, muita tutkimusta avustaneita sekä raportin viimeistelystä auttaneita Tuovi Laaksosta ja Marja Kallioniemeä MTT/Vakolasta.

Tämä hanke on osa valtakunnallista "Työturvallisuus kohti maailman kärkeä" työtaturmaohjelmaa 2001-2005, jolla halutaan nostaa suomalainen työturvallisuus maailman kärkeen alan kaikkien toimijoiden yhteistyönä. Lisätietoja: <http://www.tyotaturmaohjelma.fi/index.htm>

Vihdissä marraskuussa 2002

Tutkija Juha Suutarinen



Työturvallisuus
kohti maailman kärkeä

Sisällysluettelo

1	Johdanto	8
2	Tutkimuskysymykset.....	9
3	Mikä ohjaa oikeaan toimintaan - teoriatarkastelu	9
3.1	Johdanto.....	9
3.2	Toiminta kulkutiellä	9
3.3	Liike.....	10
3.4	Aistit ja liikkuminen	11
3.5	Kognitiiviset prosessit; havaitseminen	11
3.6	Virhearvio ja riskinotto.....	12
3.7	Kulhutien rakenne	15
3.8	Yhteenvedo.....	18
4	Kulutusimulaattorimittaukset	19
4.1	Menetelmät.....	19
4.1.1	Kulutusimulaattori	19
4.1.2	Mittausjärjestelyt	20
4.2	Aineisto.....	21
4.2.1	Käytetyt muuttujat ja tulosten esittäminen	22
4.3	Tulokset.....	24
4.3.1	Mittaustulokset	24
4.3.2	Porraskulman vaikutus.....	28
4.3.3	Askelmavälin muutos	32
4.3.4	Alimman askelman korkeus.....	34
4.3.5	Kaide-etäisyys.....	38
4.4	Yhteenvedo.....	40
5	Kulutietapaturman tutkinta.....	42
5.1	Tapaturman tutkinta.....	42
5.1.1	Tutkintamenetelmä ja -tapa.....	42
5.2	Normaali toiminta.....	42
5.2.1	Työ, koneet ja välineet.....	42
5.2.2	Tapahtumaympäristö	42
5.2.3	Henkilö	42

5.3	Tapahtumainkulku.....	43
5.4	Tapaturmatekijät.....	43
5.4.1	Toiminta- ja menettelytavat (työ ja työvälineet).....	43
5.4.2	Koneet ja laitteet.....	43
5.4.3	Tapahtumaympäristö	45
5.4.4	Henkilö	45
5.5	Yhteenvedo ja kaavio tapaturmatekijöistä ja tapahtumainkulusta	46
5.6	Torjuntatoimenpiteet	48
5.6.1	Toiminta- ja menettelytavat.....	48
5.6.2	Koneet ja laitteet.....	48
5.6.3	Tapahtumaympäristö	49
5.6.4	Henkilö	49
6	Eri koneiden kulkuteiden analysointi	49
6.1	Käytössä olevat kulkutierakenteet.....	49
6.2	Tarkastuslistaehdotus	49
6.3	Kehittämistarpeet.....	52
7	Käyttäjäkysely.....	53
7.1	Menetelmät ja aineisto.....	53
7.2	Tulokset.....	55
7.2.1	Toiminta ja valinnat kulkuteillä.....	55
7.2.2	Portaat.....	55
7.2.3	Käsijohteet ja kaiteet	57
7.2.4	Ovi ja oviaukon mitoitus	58
7.2.5	Muut ominaisuudet.....	59
7.2.6	Käytön epämukavuus tai mukavuus	60
7.3	Yhteenvedo.....	60
8	Tulosten tarkastelu	61
9	Kirjallisuus	65
10	Liitteet	70

1 Johdanto

Kulkutiellä tarkoitetaan varusteita koneen työskentely-, tarkastus- tai huolto-
tasojen ja maanpinnan välistä nousemista ja laskeutumista varten (SFS-EN
ISO 2860).

Tämä tutkimus on jatkoa tutkimukselle "Ajettavien työkoneiden kulkuteiden
turvallisuus (TSR 99035)". Tutkimuksen käynnistämisen pääsyitä olivat kul-
kuteihin liittyvät työturvallisuusriskit, jotka ilmenevät suhteellisen yleisinä ja
vakavinakin työtapaturmina. Jatkohankkeen käynnistämisen pääsyitä olivat
tarve selvittää riskitekijät kattavammin sekä syvemmän taustatiedon tuotta-
minen kulkuteiden suunnittelutyön tueksi. Lähestymistavaksi näihin ongel-
miin valittiin monitieteinen tutkimusote. Useita näkökulmia yhdistämällä
pyrittiin saamaan aiempaa kattavampi kuva ongelmista ja ratkaisumahdollis-
uuksista.

Ajettavia työkoneita käytetään mitä moninaisimmissa työtehtävissä eri ympä-
ristöolosuhteissa. Ajoneuvo- ja työkonetekniikan kehittyminen sinällään on
parantanut työolosuhteita mullistavasti, mutta ne ovat tuoneet mukanaan
myös omia erityisongelmiaan, joista ajettaviin työkoneisiin kiipeäminen ja
niistä poistuminen on yksi. Tulevaisuudessa tämä ongelma tulee vain pahe-
nemaan koneiden koon kasvaessa koko ajan. Koneiden käytön lisäksi niiden
valmistus alihankintaketjuineen on kansantaloudellisesti merkittävää toimin-
taa ja moni suomalainen konevalmistaja on merkittävä tekijä myös maail-
manmarkkinoilla omassa tuoteryhmässään.

Ajettavien työkoneiden kulkutietutkimuksessa aloitettiin uudentyypinen
simulaattoritutkimus laboratorio-olosuhteissa, mikä on kansainvälisestikin
varsin harvinaista. Luonteeltaan se oli osaksi uuden tutkimusmenetelmän
pilotointia, mutta tarjosi samalla uuden näkökulman ja mahdollisuuden uu-
denlaisten koeasetelmien toteutukseen. Tulevaisuuden suunnittelutyössä vir-
tuaalisuunnittelun osuus ja merkitys tulee lisääntymään jo pelkästään teknis-
ten valmiuksien parantuessa, mutta tämä tuskin poistaa tarvetta tällaisille
reaalisovellutuksille - pikemmin ne täydentävät toisiaan.

Tutkimuksen tulosten perusteella pystytään karkeasti tarkastelemaan eri
muuttujien vaikutusta kiipeämiseen ja laskeutumiseen koneen kulkuteitä pit-
kin. Näille rakennemuuttujille voidaan asettaa joitain "ihannearvoja" ja niitä
voidaan suhteuttaa standardeissa esitettyihin vaatimuksiin. Ihmisten luontai-
sista liikkumis- ja käyttäytymistavoista on myös ammennettavissa vinkkejä
suunnittelutyön tueksi. Kokonaisuudessaan tuloksissa pyritään kiteyttämään
hyvän kulkutien vaatimukset.

2 Tutkimuskysymykset

Ajettavien työkoneiden kulkuteiden turvallisuus II -tutkimuksen tavoitteena oli vastata seuraaviin tutkimuskysymyksiin:

- Mitkä ovat sopivia menetelmiä, joiden avulla voidaan selvittää ja kehittää ajettavien työkoneiden kulkuteiden turvallisuutta?
- Mitkä ovat kulkuteiden turvallisuuteen vaikuttavat kulkutien ominaisuudet?
- Mitkä ovat hyvän kulkutien vaatimukset?

3 Mikä ohjaa oikeaan toimintaan - teoriatar- kastelu

3.1 Johdanto

Tutkimuksen ensimmäisessä osassa (Suutarinen ym. 2001) osoitettiin, että kulkuteiden käyttöön liittyy paljon ongelmia, esimerkiksi häiriöitä ja tapaturmia. Kulkuteiden kehittäminen todettiin tarpeelliseksi. Tutkimuksessa suositeltiin, että kulkuteiden suunnittelussa olisi otettava paremmin huomioon ihmisen luontaiset käyttäytymis- ja liikkumistavat.

Tämän osuuden tarkoituksena on selvittää käyttäytymisessä ja päätöksenteossa vaikuttavia prosesseja ja niiden merkitystä turvallisuuden kannalta. Tavoitteena on myös tutkia, kuinka ihmisen luontaisia käyttäytymis- ja kulkutapoja voitaisiin ottaa huomioon suunnittelussa. Lisäksi pohditaan, voitaisiinko kulkutie muotoilun ja mitoituksen avulla paremmin sovittaa yhteen ihmisen luontaisen käyttäytymisen kanssa ja minkälaisia keinoja kehitystyössä voitaisiin käyttää. Kehitystyön avulla pyritään vähentämään kulkuteillä tapahtuvien tapaturmien määrää ja parantamaan työskentelymukavuutta.

3.2 Toiminta kulkutiellä

Karlssonin (1996) mukaan ihmisen ja artefaktin eli ihmiskäden luomuksen välillä voidaan erottaa fyysinen, henkinen, kokemuksellinen ja sensomotorinen suhde. Templer (1994) puolestaan jakaa toiminnan kulkutiellä liikkeen, kognitiivisiin prosesseihin ja aistiprosesseihin. Tässä tekstissä käytetään Templerin jaottelua.

3.3 Liike

Askeetus portailla on epävakampaa kuin tasamaalla. Tämä johtuu tasapainoilusta yhdellä koukistuneella jalalla, kun toinen heilahtaa eteenpäin. Myös tarkkuusvaatimus on suurempi. Tasamaalla kävellessä askel astutaan useimmiten kantapää edellä. Askelmia laskeuduttaessa päkiä koskettaa yleensä ensin alustaa, koska kantapää edellä meneminen aiheuttaisi tärähdyksen. Kehon asento vaihtelee niin, että noustessa tapahtuu kallistus eteenpäin ja laskeuduttaessa taaksepäin, jotta painopiste pysyy jalkojen päällä (Templer 1994).

Ihmisen luontevin liikkumistapa on eteenpäin (Nevala ja Väyrynen 1988). Esimerkiksi poistuessaan traktorin ohjaamosta, kuljettaja yleensä valitsee etuperin laskeutumisen peruuttamisen sijaan (Suutarinen ym. 2001). Lisäksi tavallisesti käytetään vain kahta tukipistettä, vaikka turvallisempi ja suositeltavin tapa poistua ohjaamosta olisi takaperin kolmipistekontaktia käyttäen (Nevala ja Väyrynen 1988, Patenaude ym. 2001, Suutarinen ym. 2001). Etuperin laskeutuminen on helpompaa, jos askelmat ovat porrasmaiset ja riittävän syvät. Tällaisten porrasmaisten askelmien sijoittaminen työkoneeseen on kuitenkin joskus vaikeaa.

Porrasmaisuus vähentää yläraajojen voimankäyttöä. Loivia tikkaita kiivetessä jaloilla työnnetään kehoa eteenpäin ja käsillä lähinnä ylläpidetään asentoa. Mitä jyrkempi nousukulma askelmissa on, sitä enemmän tehdään töitä käsillä. (Nevala ja Väyrynen 1988) Lisäksi, mitä pienempiä askelmat ovat, sitä vaikeampaa on kulkeminen, koska jalan sijoittaminen vaatii enemmän tarkkuutta (Bottoms 1980). Myös kiire vaikuttaa liikkeen tarkkuuteen (Gerard ym. 2000).

Koska askellus on erilaista nousuissa ja laskuissa, myös niissä tapahtuvat onnettomuudet ovat erilaisia. Laskeuduttaessa tapahtuvat onnettomuudet aiheuttavat yleensä vakavampia vammoja. (Templer 1994) Koska ohjaamosta poistumista pidetään vaarallisempänä kuin sinne nousua, yleensä suositellaan rakentamaan kulkutie erityisesti laskeutumista ajatellen (Kvanström 1977, Väyrynen 1987, Nagata 1991). Käytännössä näyttää kuitenkin siltä, että nousu on huomioitu työkoneiden kulkuteissa paremmin kuin laskeutuminen (Suutarinen ym. 2001). Irvine ym. (1990) havaitsivat tutkimuksessaan, että laskuissa ja nousuissa ei ollut merkittävää eroa, kun haarukoitiin sopivia mittoja askelmien koolle ja nousukulmalle. Käytännössä askelmien olisi tällöin oltava riittävän porrasmaiset. (Irvine ym. 1990)

Ihmisten motorisissa taidoissa on myös eroja. Lisäksi liikkeiden säätelyssä voi ilmetä häiriöitä. Säätelyhäiriöitä on todettu muun muassa sekä akuutin että pitkittyneen selkävun yhteydessä. Selkävaivaisilla lihasten toiminta voi olla puutteellista, mikä lisää riskiä liikehäiriöille erityisesti kuormituksen yhteydessä. (Taimela ja Luoto 1999) Tuki- ja liikuntaelinsairaudet ovat yleis-

siä esimerkiksi maataloustyössä (Perkiö-Mäkelä 2000). Tämän vuoksi olisi hyvä, jos kulkutie on mahdollisimman vähän kuormittava ja mahdollistaa tuen ottamisen käsihoiteista.

3.4 Aistit ja liikkuminen

Näkökyky, tasapainoasti ja asentoaistit ovat tärkeitä aisteja liikkumisessa. Näkökyvyn avulla arvioidaan askelten mittoja ja suuntaa sekä ohjataan liikkeen mukautumista (Patla 1991). Näkökyvyn vahvuus onkin, että se auttaa ennakoimaan olosuhteita ja muutoksia. Tuntoaistiin perustuva liikkeen sopeuttaminen sen sijaan vaatii, että henkilö on jo astunut esimerkiksi liukkaalle alustalle ja tuntenut sen liukkauden (Grönqvist 1995). Liikkuessaan epätaisisessa maastossa ihmisen on ylläpidettävä tasapainoa ja sopeutettava askeluksensa arvioimalla jalan sopiva orientaatio (askeleen pituus, leveys, korkeus ja kulma) sekä heilahdusliike. Lisäksi on arvioitava kitkaa jalan noustessa ja laskeutuessa alustalle ja yleensä minimoitava energiankäyttöä (Warren 1995).

Näkökykyyn vaikuttavia fyysikaalisia tekijöitä ovat muun muassa valo, väri, kontrasti, etäisyys ja kulma (Prussia 1991). Näkökentässä voi olla haittaavia tekijöitä. Silmälasien sangat saattavat häiritä tai kaksiteholasien käyttäminen askelmia laskeuduttaessa voi lisätä harha-askeleen riskiä (Davies ym. 2001). Myös tehtävän kesto ja unen puute vaikuttavat näkökykyyn (Prussia 1991).

Suunniteltaessa tiloja ja kulkuteitä joillekin erityisryhmille, otetaan yleensä monipuolisemmin ja tarkemmin huomioon sekä ihmisten tarpeet että aistien monipuolisuus. Esimerkiksi kuurosokeille rakennettaessa esteettömän rakentamisen perusasioita ovat selkeys, hyvät erot, kontrastit ja pehmeät muodot. Selkeät värit auttavat erottamaan esimerkiksi kahvat ja rappuset taustasta. Kosketuspinnan muutokset, kuten erilaiset pintamateriaalit tai tuntoaistilla havaittavat merkit seinissä ja lattioissa, auttavat näkövammaista henkilöä liikkumaan, suunnistamaan tilassa ja toimimaan. Merkkejä voivat olla pienet kohoumat tai materiaalin ja värin vaihtuminen, kun tila vaihtuu toiseksi. Valaistuksen on oltava hyvä, mutta se ei saa häikäistä. Valojen on sijaittava sopivalla korkeudella, eikä pään korkeudella pidä sijaita mitään vaarallisia esineitä tai teräviä kulmia, joihin voi törmätä. (Suomen Kuurosokeat ry 2002) Vaikka ajettavien koneiden suunnittelussa ei tarvitse huolehtia, miten kuurosokea selviää koneen kulkutiestä, voi näistä ohjeista saada vihjeitä hyvän kulkutien toteuttamiseen.

3.5 Kognitiiviset prosessit; havaitseminen

Havainnot syntyvät aktiivisessa vuorovaikutusprosessissa, jossa sekä aivojen tila että ympäristöstä tulevat ärsykkeet voivat olla määrääviä tekijöitä. Käy-

tännössä tämä tarkoittaa, että sama fysikaalinen ärsyke voi synnyttää hyvin erilaisen reaktion muiden tekijöiden ja olosuhteiden vaihdellessa. Tarkkaavaisuudella, motivaatiolla, tunnetilalla sekä aikaisemmalla kokemuksella on merkitystä siinä, miten aistinärsykkeet vaikuttavat. (Hari ja Salenius 1999) Järvilehto (1994) selittää, että tiettyä ärsykettä välittömästi seuraavat tapahtumat eivät ole yksinään tämän ärsykkeen synnyttämiä, vaan ne kuvastavat toiminnan tuloksen muodostumista ja toisaalta siirtymistä mukaan uusien toimintajärjestelmien toimintaan. Liikkuessaan, aistiessaan ja ajatellessaan ihminen oppii mahdollisuuksia toimia yhteistyössä kulloisenkin ympäristön kanssa.

Tarkastellessamme kulkutietä, jota aiomme käyttää, teemme havaintoja ja valitsemme sopivan käyttäytymismuodon. Käsitteen muodostumiseen vaikuttavat muun muassa askelmien muoto ja nousu-syvyys vaikutelma, esteet, valo-olot ja käsijohteiden sijainti. Esimerkiksi jäisillä portailla joudumme ehkä harkitsemaan vähän kauemmin sopivaa toimintatapaa kuin puhtailla portailla (Templer 1994). Ennako-oletuksemme vaikuttavat myös siihen, miten tarkasti tutkimme kulkutietä. Liukastumisriski riippuu siitä, kuinka huolestunut henkilö subjektiivisesti on liukkauden mahdollisuudesta (Grönqvist 1995). Sisätiloihin ja rakennettuun ympäristöön luotetaan yleensä helpommin ja sen turvallisuudesta oletetaan enemmän kuin ulkona ja maastossa kuljettaessa (Templer 1994).

Ongelmia aiheutuu, jos käsityksemme kulkutiestä on väärä, emme ole tarkastelleet sitä riittävän huolellisesti, olemme tulkinneet sitä väärin tai liikkumiseen tarvittavat taidot pettävät. Sekä virheoletukset että virhearvioinnit aiheuttavat usein putoamisia muun muassa mittasuhteiden vaihtelun yhteydessä. Portaat eivät myös yleensä ole sellainen tekijä ympäristössämme, joka herättäisi erityistä mielenkiintoa. Templer (1994) vertaa niitä taustamusiikkiin, joka silloin tällöin on voimakkaammin tietoisuudessamme. Tällainen ”epähuomio” on kuitenkin ihmiselle hyvin tavallinen ja normaali olotila, joka olisi otettava huomioon kulkuteitä suunniteltaessa.

3.6 Virhearvio ja riskinotto

Turvallisuuden kannalta kriittiset käyttäytymismuodot voidaan jakaa kahteen luokkaan: tahattomat virheet ja tietoinen riskinotto. Turvallisuuden kannalta hyvässä toiminnassa ei oteta riskejä eikä tehdä virheitä. Tällainen käyttäytyminen vaatii tietoa, kykyä ja motivaatiota. (Sundström-Frisk 1999) Yleisesti ottaen virheellisellä toiminnalla tarkoitetaan toimintaa, jonka tulos ei ole odotusten ja pyrkimysten mukainen (Hollnagel 1998). Göbelin ym. (1997) mukaan inhimillisiä virheitä tapahtuu aina, vaikka työolot olisivat asianmukaiset. Tehtävän voi yleensä suorittaa ongelmitta, ’oikein’, lukuisilla eri tavoilla ja samoin sen voi suorittaa myös ’virheellisesti’ monin eri tavoin, eri asteisesti ja erilaisin kielteisillä seurauksin. Hollnagel (1998) mainitsee, että

yksinkertaisten virhemekanismien etsiminen ei ole järkevää, koska virheellisenkin toiminnan alkuperä on prosesseissa, jotka tuottavat käyttökelpoisen ja joustavan toiminnan useimpiin arkipäivän tilanteisiin. Ennemmin kannattaa keskittyä analysoimaan havaitsemisen ja tilanteen tai tapahtumayhteyden välistä monimutkaista vuorovaikutusta.

SRK-malli (skill, rule, knowledge –based behavior) kuvaa käyttäytymisen säätelyä taidollisella, sääntöihin perustuvalla ja tiedollisella tasolla (Rasmusen 1987). Templer (1994) käyttää tätä jaottelua selittäessään käyttäytymisen säätelyä portailla. Taitotasolla toiminta tapahtuu vasteena tuttuun tietoon tai ärsykkeeseen. Toiminta onnistuu sitä juuri ajattelematta, useimmat ihmiset osaavat esimerkiksi liikkua portaissa. Jos portailla on muita ihmisiä, siirtyy toiminta sääntötasolle. Koska muihin ihmisiin törmäily ei ole sopivaa, siirymme yleensä oikeaan reunaan. Tietotasolle siirrytään, jos ei ole tilanteeseen sopivia sääntöjä tai niitä ei voida käyttää. Tällöin toiminta perustuu tilanteen analysointiin. Kun joku vaikkapa rynnistää oikealta puolelta ohitse, on etsittävä tietotasolla nopeasti ratkaisua tilanteeseen.

Käyttäytymisen säätelyn eri tasoilla voi tapahtua myös erilaisia virheitä. Näitä käsittelevät muun muassa Hoyos ja Zimolong (1988) sekä Reason (1990). Taitotason virheet liittyvät heidän mukaansa voiman, tilan tai ajan hallintaan ja ovat tyypiltään lipsahduksia tai erehdyksiä. Sääntötason toiminta liittyy yleensä tuttuun tilanteeseen ja virheet voivat olla erehdyksiä tilanteen tunnistamisessa, luokittelussa tai toimintamallin valinnassa. Tietotason virheet taas liittyvät yksilöllisiin ja tilannetekijöihin, esimerkkinä rikkomukset. Reasonin (1990) mukaan onnettomuuksiin johtaneet virhetyypit voidaan jakaa myös aktiivisiin ja latentteihin virheisiin. Aktiivisen virheen vaikutukset näkyvät lähes heti. Latentit virheet voivat olla piileviä kunnes yhdistelmä muiden tekijöiden kanssa saa aikaan virheen vaikutuksen esilletulon.

Yksilön kyky arvioida oikein uhka ja todennäköisyys, jolla uhka toteutuu, vaikuttavat hänen käyttäytymiseensä (Cavaletto 1991). Toiminnan riskitaso riippuu siis objektiivisen riskin ja sen subjektiivisen arvioinnin välisestä suhteesta (Schmidt 1994). Erityisesti yksin tehtävässä työssä korostuvat tapaturmariskin tiedostamiseen liittyvät tekijät (Seppälä 1992). Salmisen (1992) mukaan riskiin sisältyy aina epävarmuus seurausten toteutumisesta. Tämän vuoksi esimerkiksi jo sattuneiden tapaturmien tarkastelu riskinoton kannalta on aina jossain määrin vääristynyttä. Riskinoton käsitteessä oleellista on vapaaehtoisuus eli mahdollisuus valita tai välttää tietty toiminta, tuloksen kielteisyys ja tilaisuus kielteisten seuraamusten realisointiin (Salminen 1997).

Schön ja Hammer (1984) selittävät, että virheikäyttäytymisestä johtuvia tapaturmia tapahtuu tilanteissa, joissa ihminen esimerkiksi kiireen vuoksi käyttäytyy eri tavalla kuin normaalisti sekä tilanteissa, joissa liikesarjaa tai työn kulkua ei ole mukautettu vastaamaan muuttuneita olosuhteita. Heidän mukaansa turvallisia työtapoja olisi harjoitettava kunnes ne sujuvat automaatti-

sesti. Lisäksi tekniset puitteet on sovittava totuttuihin työkulkuihin, olosuhteiden muutosten on oltava selvästi havaittavia ja ihmisille on osoitettava työn vaaratekijät ja motivoitava heitä reagoimaan niihin.

Salmisen (1992) mukaan riskinotto vaikutti huomattavasti 54 %:ssa tutkituista tapaturmista. Tärkeimmät motiivit riskinottoon ovat ajan ja vaivan säästö sekä kiire. Lisäksi esimerkiksi häiriönpoisto on työtehtävänä yhteydessä riskinottoon. Myös työvaiheen kesto on yhteydessä riskinottoon siten, että riski otetaan useammin töissä, joissa ei ole toistuvia työvaiheita. Riskien arviointi onkin vaikeampaa vaihtelevissa työtilanteissa, joissa esiintyy erilaisia häiriöitä kuin työoloiltaan vakaassa tehtävässä. (Salminen 1992) Esimerkiksi maatalous- ja metsätyössä kiire on yleistä. Piiraisen ym. (2000) mukaan noin 40 % maa- ja metsätalouden harjoittajista ilmoittaa joutuvansa kiirehtimään hyvin tai melko usein saadakseen työnsä tehdyksi. Maataloustyössä on myös muita tapaturmariskiä nostavia tekijöitä, kuten konetyön suuri osuus. Koneiden kanssa työskentely nostaa tapaturmariskin yli kolminkertaiseksi kaikkien töiden tapaturmariskiin verrattuna (Suutarinen 1996). Voidaankin perustellusti epäillä, että esimerkiksi maataloudessa konetyö, kiire ja häiriöt yhdessä lisäävät riskinottoa ja vaikuttavat myös liikkumiseen työkoneen kulkutiellä. Yksi keino vaikuttaa riskinottoon onkin työkokonaisuuden arviointi ja kehittäminen (Rundmo ja Saari 1988). Liikkuvien työkoneiden käyttöympäristön vaihtelevuus, esimerkiksi sää- ja valaistusolojen suhteen, lisää myös kulkutiesuunnittelun haasteita.

Yleisesti turvallisuusominaisuudet tuotteissa omaksutaan nopeasti vain, jos ne eivät häiritse käyttäjää tai maksa enemmän (Mohan 1997). Suutarinen ym. (2001) tekivät maatalouskonemessuilla liikkumisanalyysin messuvieraiden kulkutavoista traktorin ohjaamoon ja sieltä pois. Suurin osa (40/49) kulkijoista poistui ohjaamosta etuperin. Tämän arveltiin viittaavan ihmisten pyrkimyksiin liikkua kulkutiellä helpoimmalla mahdollisella tavalla, vaikka se tapahtuisi turvallisuuden kustannuksella. Hyppäämisen yleisyys ohjaamosta poistuttaessa johtunee samasta syystä. Lisäksi on todettu, että tapaturmiin joutuneet ovat usein aliarvioineet olosuhteiden merkityksen (Schön ja Hammer 1984). Turvallisten työskentelytapojen omaksumisen helpottaminen onkin tavallisesti tehokkaampaa kuin esimerkiksi koulutus (Sundström-Frisk 1999).

Passiiviset menetelmät kuten turvatyyny ja pakottavat vaatimukset kuten pakollinen kypärän käyttö ovat joissain olosuhteissa tehokkaita onnettomuuksien ehkäisyssä. Kaikkia riskejä ei ole kuitenkaan mahdollista ennakoida, eikä ihmistä voida suojata kaikilta haitallisilta tekijöiltä. Tämän vuoksi turvallisuus riippuu joissain tapauksissa lähinnä siitä, kuinka ihmiset ajattelevat ja toimivat. (Sundström-Frisk 1999) Ihmisiä on kuitenkin vaikea saada toimimaan jollain tietyllä tavalla. Lisäksi tavaksi muodostunutta käyttäytymistä on vaikea muuttaa (Leplat ja Rasmussen 1984). Jos jotain pakottavaa toimintaa kuitenkin käytetään, on varmistettava, että se toimii luotettavasti

halutulla tavalla (Norman 1991). Käytännössä on parempi, jos työntekijöiden omat riskinarviot saadaan vastaamaan todellisia vaaroja. Yksi keino, jolla tähän voidaan pyrkiä, on vaaroista varoittaminen esittelemällä 'läheltäpiti' – tilanteita (Salminen 1992). Myös Rundmo ja Seppälä (1988) ovat todenneet, että alhainen tai keskinkertainen uhkataso, myönteinen esimerkki, sanoman konkreettisuus ja suositeltavan toimintatavan seikkaperäinen esitys ovat suhteellisen tehokkaita keinoja turvallisuusviestinnässä. Esimerkiksi varoitustauluissa kuvavaroitukset ovat tehokkaampia kuin pelkät tekstit (Baker ja Aherin 1991).

3.7 Kulkutien rakenne

Kulkutietapaturmat aiheutuvat tyypillisesti harhaan astumisesta, putoamisesta, liukastumisesta tai hyppäämisestä sekä ulokkeisiin takertumisesta (Hammer 1991 ja Gellerstedt ym. 1999). Onnettomuuksiin liittyy useita käyttäytymis-, tilanne- ja ympäristötekijöitä (Nagata 1991, Templer 1994). Käyttäjään ja hänen toimintaansa liittyviä seikkoja ovat muun muassa pukeutuminen ja jalkineet, kiirehtiminen tai esineiden kantaminen. Käyttäjän ikään liittyvät tekijät, kuten heikentyneen näkökyvyn takia huonontunut työkyky, voivat myös olla riskitekijöitä (Browning ym. 1998, Zwerling ym. 1998).

Ympäristöön ja tilanteeseen vaikuttavat muun muassa valaistus ja askelmien liukkaus tai rikkonaisuus sekä sijoittelu ja mittasuhteet. Portaissa olevan epä säännöllisyyden epäillään olevan yhteydessä sattuneisiin onnettomuuksiin voimakkaammin kuin ulkoisten tai käyttäjään liittyvien tekijöiden (Jackson ja Cohen 1995). Epäsäännöllisyyttä askelmien ja nousujen mittasuhteissa on löydetty eniten rappusten ylä- ja alapäässä (Nagata 1991). Ongelmia aiheuttaa erityisesti se, että tällaisella mittasuhteiden vaihtelulla voi olla merkittävä vaikutus kulkijan tasapainoon ja askellukseen, mutta vaihtelun havaitseminen voi olla hankalaa. Toisaalta tottuminen kulkutien käyttöön saa aikaan sen, että emme huomaa siihen liittyviä vaaratekijöitä (Jackson ja Cohen 1995). Työkoneen kulkutiellä lisäksi työhuiput, maalaji ja märkä maa sekä vaihteleva maasto voivat lisätä onnettomuusriskiä (Hammer 1991).

Templer (1994) havaitsi, että portaissa yleensä 70 % onnettomuuksista sattuu kolmella ensimmäisellä tai kolmella viimeisellä askelmalla. Tämän epäillään johtuvan siitä, että juuri näissä vaiheissa monet orientaatiotekijät, kuten näkymä ja suunta vaihtuvat, ja askellusta täytyy muuttaa, esimerkiksi siirryttäessä tasaiselta maalta askelmille. Tilannetta voi pahentaa, jos käsijohteet puuttuvat (Templer 1994). Työkoneen kulkutiellä edetessä liikkeen suunta vaihtuu sekä pysty- että vaakasuunnassa. Askelmien selkeys, reunan erottuminen ja esimerkiksi ensimmäisen ja viimeisen askelman merkitseminen vähentää yllätyksellisyyttä ja lisää turvallisuutta (Kvanström 1977, Templer 1994). Hammer (1991) toteaa, että yhtenäisyyden pitäisi koskea askelmien

korkeutta, kallistusta ja ensimmäisen askelman korkeutta maasta sekä käsi-
kahvojen ja –johteiden järjestelyä suhteessa askelmiin.

Hansson (1991) mainitsee, että traktorin kulkutien suunnittelussa on tärkeää, että se on mukava ja turvallinen. Kuljettajan on voitava poistua hytistä nopeasti hätätilanteessa. Oven leveys, korkeus ja muoto vaikuttavat kulkemisen helppouteen ja oviaukolle annettujen minimimittojen pitäisi jatkua koko kulkutien ajan istuimelle asti (Bottoms 1980). Pohjoismaisissa metsäkoneiden ergonomiasuosituksissa (Gellerstedt ym. 1999) mainitaan muun muassa, että eripituisten kuljettajien pitää voida nousta koneeseen ja poistua sieltä ylävartaloa kääntämättä. Suositellaan myös, että kuljettajan pitää pystyä poistumaan koneesta turvallisesti etuperin. Askelmien on oltava porrasmaiset ja annettava tukea suurimmalle osalle jalkaterää. Molempia käsiä varten pitää olla kaide koko nousun tai poistumisen ajaksi.

Rakenne vaikuttaa siihen, kuinka kulkutietä käytetään. Matalat nousut saattavat houkutella ottamaan kaksi askelta kerralla. Liian lyhyet tai pitkät askelmat voivat johtaa vaaratilanteisiin. Kapeat askelmat houkuttelevat kulkemaan ilman kunnollisia askeleita, jolloin harha-askeleen ja liukastumisen vaara kasvaa. Toisaalta myöskään liian syvät askelmat eivät ole luontevia. (Jackson ja Cohen 1995) Laskeuduttaessa yritetään yleensä asettaa isompi osa kengästä askelmalle kuin noustessa. Jos askelma on kapea jalkaa usein käännetään sivuttain, jotta isompi osa siitä mahtuisi askelmalle. (Templer 1994) Jos askelmat ovat hyvin jyrkät, niiden pohjaa ei voi nähdä ennen kuin kulkija on jo askelmien päällä. Jyrkällä kulkutiellä myös polvi tai jalkaterä voi helposti peittää näkyvyyden eikä kulkija näe seuraavaa askelmaa, johon on astumassa (Nagata 1993). Tämä efekti korostuu, koska alaspäin kuljettaessa vartalon asento kallistuu yleensä aavistuksen taaksepäin painopisteen säilyttämiseksi tukipinnan takana (Templer 1994). Jos kulkija kurkottaa etuvartalolla eteenpäin nähdäkseen paremmin, on tasapaino huonompi.

Askelmien mitoille on esitetty suosituksia monissa tutkimuksissa. Irvine ym. (1990) käyttivät käyttäjälähtöistä, psykofysiikkaan perustuvaa lähtökohtaa tutkimuksessaan, jossa koehenkilöt saivat arvioida askelmat sekä noustaessa että laskeuduttaessa. Tutkimuksen mukaan paras nousu askelmissa oli 183 mm ja syvyys 279 tai 300 mm ja koehenkilöt reagoivat herkemmin muutoksiin nousuissa kuin muutoksiin askelmien syvyydessä. Tutkimuksessa selvisi myös, että askelmien nousu ja syvyys vaikuttavat koehenkilön kokemukseen voimakkaammin kuin nousukulma (samanlainen nousukulma sai hyvin eri arvioita, kun askelmien syvyys ja nousu vaihtelivat). Tästä pääteltiin, että suositusten ei pitäisi perustua pelkästään nousukulmiin. Yhdistelmä, jossa kulma oli 24 astetta, nousu 153 mm ja syvyys 330 mm sai melko paljon kannatusta. Askelmarakenteen hyväksyttävyyys yleensä kasvoi, kun nousukulma kasvoi, kunnes se saavutti 40 astetta, jonka jälkeen suosio romahti. Tutkimuksen mukaan nousemisen ja laskeutumisen välillä ei ollut huomattavaa eroa. Nagata (1995) käytti myös tutkimuksessaan menetelmää, jossa askelmi-

en syvyyttä ja korkeutta arvioitiin koehenkilöiden kokemuksen perusteella, kun koehenkilöt kulkivat portaita alaspäin. Hänen mukaansa paras yhdistelmä matalakorkoisia kenkiä käytettäessä on 290 - 300 mm syvyys ja 180 mm korkeus. Tutkimuksen perusteella askelmien mittasuhteet vaikuttivat enemmän kuin yksilölliset erot. Templerin (1994) mukaan ylöspäin mentäessä 160 - 220 mm korkea nousu porrasaskelmissa aiheuttaa vähiten harha-askeleita. Laskeuduttaessa harha-askeleet lisääntyvät, kun portaat jyrkkenevät ja askelmat kapenevat. 117 - 183 mm nousu ja yli 229 mm syvät askelmat näyttäisivät laskeuduttaessa olevan turvallisimmat erityisesti, jos kulma on matala ja kävelijä kulkee hitaasti. Kompromissina hän suosittelee, että nousu olisi 160 - 183 mm ja syvyys yli 229 mm. Jotta jalka sopii hyvin askelmalle, ei askelman pitäisi olla kuitenkaan alle 279 mm syvä. (Templer 1994) Näissä suosituksissa ei ole erityisesti huomioitu tai tutkittu työkonoiden kulkuteitä.

Roskaisuus tai liukkaus voivat olla vaaratekijänä portaisissa (Jackson ja Cohen 1995). Askelmat pitäisi eristää kohteista, esimerkiksi renkaista, jotka heittävätkä niille liukastavaa materiaalia kuten öljyä tai kuraa (Templer 1994). Myös huono valaistus voi olla syynä onnettomuuksiin. Oleellista valo-oloissa on valon jatkuvuus. Valon määrän vaihtelu, rajat ja varjot ovat vaaratekijöitä. (Templer 1994, Jackson ja Cohen 1995) Lisäksi on selvää, etteivät työkonoiden askelmat saa vahingoittua työssä (Hansson 1991). Askelmien sijoittaminen työkonoiden, kuten vaihtelevassa maastossa käytettävään metsäkonoiden, on varsin haastava tehtävä. Ulkonevat askelmat vahingoittuvat ja likaantuvat helposti, mutta toisaalta turvallinen liikkuminen edellyttää askelmilta riittävää kokoa ja porrasmaisuutta. Liukastumisriskiin vaikuttavat myös kulkutien materiaalit ja jalkineet.

Käsijohteiden tehtävä on ehkäistä tasapainon menetystä, auttaa palauttamaan menetetty tasapaino, auttaa kulkijaa vetämään itsensä askelmalle ja ohjata liikkeen suuntaa (Templer 1994). Käsijohteiden suunnittelu on yhtä tärkeä osa-alue kuin askelmien suunnittelu, jotta kolmipistekontaktin säilyttäminen olisi mahdollista. Jatkuvat käsijohteet, jotka mahdollistavat liikkeen käsijohdetta pitkin, ovat parempia kuin yksittäiset käsikahvat. (Bottoms 1980) Käsijohteen pitäisi olla rappusten molemmilla puolilla. Aikuisille sopiva korkeus on 900 mm ja lapsille 700 mm. Käsijohteeseen on hyvä merkitä rappusten alkaminen ja loppuminen jollakin tavalla. Käsijohteen jatkuminen alimman ja ylimmän askelman ohi on myös hyödyllistä. (Kvanström 1977)

Halukkuuteen käyttää käsijohdetta voivat vaikuttaa muun muassa näkyvyys, ote- ja luistomukavuus, korkeus, tuki ja kitkaominaisuudet (Jackson ja Cohen 1995). Templerin (1994) mukaan käsijohdetta käytetään noin puolessa kaikista ”matkoista”, 25 % nousuista ja 35 % laskuista. Irvinen ym. (1990) tutkimuksessa selvisi, että naiset käyttävät käsijohdetta todennäköisemmin kuin miehet ja pitkät henkilöt harvemmin kuin lyhyet.

Käsijohteen pitää olla miellyttävä käyttää ja sen pitää siirtää voimia tehokkaasti. Materiaalilta vaadittavia ominaisuuksia ovat muun muassa sopiva luisto, kimmoisuus, lämmönjohtavuus, pinnan eheys ja näkyvyys eli erottuminen taustasta. Esimerkiksi ohjauspyörältä vaaditaan saman tyyppisiä ominaisuuksia. Pehmeä ja laaja pinta vaimentavat törmäystä, jos kulkija horjautuu. Käsijohteen rakenteessa ei saa olla teräviä reunoja tai ulkonemia. Tarttumista ajatellen pyöreä, halkaisijaltaan noin 38 mm:n käsijohde on paras (Templer 1994).

3.8 Yhteenveto

Tässä kirjallisuuskatsauksessa selvitettiin kulkutien suunnittelussa huomioon otettavia, liikkumisessa ja ihmisen toiminnassa vaikuttavia tekijöitä. Työkohteiden kulkuteitä suunniteltaessa on otettava huomioon monia työympäristöstä, työntekijästä ja vaihtelevista tilanteista johtuvia tekijöitä. Useimmat kulkuteitä käsittelevät tutkimukset on kuitenkin tehty ympäristössä, joissa esimerkiksi käytettävissä oleva tila ei ole yhtä rajoittava tekijä kuin työkohteiden yhteydessä. Tutkimukset eivät siis ole suoraan sovellettavissa työkohteisiin. Niistä on kuitenkin löydettävissä ihmisen toimintaan ja liikkumiseen liittyviä yleisiä piirteitä, joihin kannattaa kiinnittää huomiota kulkuteiden turvallisuutta kehitettäessä. Simulaatiokokeilla saadaan yksityiskohtaisempaa tietoa nimenomaan työkohteiden kulkuteistä.

Suunnittelussa on hyvä lähteä liikkeelle luontaisesti vaivattomista ja vähän rasittavista liikeradoista. Esineen muodon avulla tehdään tarkoitettu toiminta mahdolliseksi, käytännölliseksi ja houkuttelevaksi (Eco 1980). Epäasiallinen kulkutie voi altistaa tuki- ja liikuntaelimistön voimakkaalle, jopa vaurioittavalle kuormitukselle. Vaurioitumisen tai kipeytymisen seurauksena liikkeen hallinta heikkenee, mikä entisestään lisää loukkaantumisriskiä. Esimerkiksi hyvin suunniteltu ja mitoitettu käsijohde antaa tukea ja ohjaa liikkumista. Käsijohteiden sopiva ja luonteva sijainti on tärkeää, jotta liikkussa on mahdollista käyttää kolmipistekontaktia. Askelmien riittävä koko ja porrasmaisuus tukevat myös turvallista liikkumista. Vaaratekijöitä kulkutiellä ovat kaikki sellaiset rakenteet, joihin voi törmätä, takertua tai horjautuessa helposti loukata itsensä.

Liikkumista voidaan tukea parantamalla näkyvyyttä ja selkeyttä. Ihmisen liikkuminen ja erityisesti esteiden, olosuhdemuutosten ja vastaavien tekijöiden ennakoiminen perustuu pääosin näköaistiin. Ohjaamosta laskeuduttaessa on kuitenkin usein vaikea nähdä askelmia ja ylläpitää tasapainoa samanaikaisesti. Valo-olot voivat olla huonot, kun työtä tehdään usein hämärässä. Vaikka olisi valoisaakin, saattaa traktorista ja kulkijasta itsestään muodostua varjoja, jotka heikentävät näkyvyyttä. Valojen käyttö on suunniteltava yhdessä värien käytön kanssa, koska ne vaikuttavat toisiinsa.

Turvallisuusvalistuksella halutaan vaikuttaa ihmisten käyttäytymiseen, saada heidät tiedostamaan riskit ja sopeuttamaan käytöksensä tilanteeseen sopivaksi. Ihmisten toiminnassa yleensä ja toisaalta eri käyttäjien välillä on kuitenkin aina eri syistä johtuvaa vaihtelua ja ihmisiä on vaikea pakottaa toimimaan halutulla tavalla, varsinkaan jos muut tavat koetaan tavalla tai toisella helpommiksi ja mukavammiksi. Virheitä ja tapaturmia tapahtuu, jos vaihtelua ei ole suunnittelussa otettu huomioon. Turvallisuutta voidaan parantaa kehittämällä kulkutie, joka sekä ohjaa toimintaa että sallii jonkin verran vaihtelua. Selkeyden ja näkyvyyden avulla voidaan yrittää vähentää toiminnassa olevaa vaihtelua ja virhearviointeja. Mahdollisimman suuri yhdenmukaisuus kulkuteissa tukee myös turvallista liikkumista. Suunnittelussa voidaan käyttää osallistuvan suunnittelun ja käytettävyytutkimuksen keinoja, jotta käyttäjien tarpeet tulevat huomioiduksi ja kulkutiestä tulee luonteva.

Työkoneiden kulkutiet ja niiden turvallisuus ovat osa maatilaa tai muun yrityksen toimintaympäristöä, jossa häiriöt vaikuttavat muun muassa työn sujuvuuteen, työntekijän kuormitukseen ja väsymykseen ja siten myös työntekijän käyttäytymiseen kulkutiellä. Töiden parempi suunnittelu ja ajanhallinta ovat keinoja riskinoton vähentämiseen. Toimintajärjestelmiä kehittämällä voidaan saavuttaa turvallisuuden paranemisen lisäksi myös taloudellista hyötyä.

4 Kulkutiesimulaattorimittaukset

4.1 Menetelmät

4.1.1 Kulkutiesimulaattori

Hankkeen käyttöön rakennettiin monitoiminen kulkutiesimulaattori, jotta voitiin tutkia ihmisen luontaista liikkumista työkoneen kulkutiellä. Simulaattorin avulla tutkittiin laboratorio-olosuhteissa kahden eri tyyppisen ja kokoisien koneiden kulkuteiden käyttöä eli nousu- tai laskeutumissuorituksia maasta koneen ohjaamoon ja ohjaamosta maahan.

Simulaattori koostui ohjaamorakenteesta, jossa kulkutien askelmat ja käsijohteet olivat kiinni, ja erillisestä ensimmäisestä askelmatasosta. Kulkutien geometriaa voitiin vaihdella säätämällä monia kulkutien osia. Säädoistä suurin osa voitiin tehdä portaattomasti. Ohjaamon lattiataason korkeus eli koko kulkutien nousukorkeus oli säädettävissä. Ensimmäinen porraskorkeus voitiin sijoittaa ja korottaa itsenäisesti riippumatta "ohjaamon" säädoistä. Myös käsijohteiden paikkoja voitiin säätää.



Kuva 1. Korkean työkonon kulkutie.

Ensimmäisessä koesarjassa simuloitiin korkean traktorityyppisen työkonon kulkutietä (Kuva 1). Ohjaamon lattiataso säädettiin korkeuteen 1650 mm ja ensimmäinen askelma korkeuteen 570 mm. Säädetäviä muuttujia olivat porraskulma ja askelmaväli. Pienimmällä askelmavälillä (216 mm) kulkutiessä oli ohjaamon lattiataso mukaan lukien kuusi askelmaa, harvemmillä viisi. Suurimmalla askelmavälillä ylin askelmaväli ohjaamoon oli 165 mm, muissa asetelmissa se oli sama muiden askelmavälien kanssa.

Toisessa koesarjassa simuloitiin matalahkon työkonon kolmiaskelmaista kulkutietä (Kuva 2). Tässä asetelmassa ei ollut varsinaista ohjaamoa, johon kuljettaisiin sisään, vaan kulkutien käyttö päättyi yläaskelman tasanteelle. Säädetäviä muuttujia olivat pystyjohteiden syvyysettäisyys alimman askelman etureunasta ja alimman askelman korkeus.



Kuva 2. Matalan työkonon kulkutie.

4.1.2 Mittausjärjestelyt

Mittausjärjestelyihin kuuluivat voimamittaukset kahdella 600 x 400 mm kokoisella voimalevyllä. Voimalevyillä saadaan mitattua niihin vaikuttavat voimat kolmiulotteisesti (pystyvoima sekä vaakavoima etu/takasuunnassa ja sivusuunnassa) ja määriteltyä painopisteen paikka levyllä. Ensimmäinen voimalevy (Kistler™ 9286AA) oli "lähtöpaikalla" maan tasolla ja toinen (Bertec™ 4060H) alhaaltapäin ensimmäisellä portaalla. Voimamittauksia tehtiin myös molemmista käsijohteista, joissa kummasakin oli kiinnitettynä kolme voima-anturia (Hottinger Baldwin Messtechnik™, HBM RSCM-100) niin, että mittausjärjestelyn avulla saatiin mitattua johteen suuntainen voima ja siihen nähden kohtisuora voima.

Voimamittauksissa mittausaajuus oli 100 Hz. Kaikki mitatut voimat suhteutettiin henkilön omaan painoon. Voimista poimittiin häiriösuodatetut hetkelliset maksimiarvot. Maksimiarvot valittiin tarkasteluun, koska oletettiin, että suurimman voimankäytön hetki nousesta ohjaamoon tai laskeuduttaessa sieltä on riskialtein esimerkiksi liukastumisille. Lisäksi käytettiin suuretta

"voima-annos", joka saadaan integroimalla voima sen vaikutusajalta. Tätä käsitettä käytettiin laajentamaan voimankäyttöön tehtyä työtä, sillä pelkkä maksimivoiman tarkastelu antaa suppean ja ajallisesti erittäin rajoittuneen informaation voimankäytöstä.

Kulkutien käyttöaikojen mittaamiseksi määriteltiin kulkutien käytön alku- ja loppuhetket. Toinen näistä saatiin määriteltyä maassa olevan voimalevyn signaalista, kun voima ylitti määritellyn kynnyksarvon. Noususuorituksissa tämä piste oli lähtöpiste ja vastaavasti laskeutumisissa loppupiste. Korkean ohjaamon asetelmassa ohjaamon istuimeen kiinnitetyn valokennon signaalin avulla ilmaistiin nousun loppuhetki ja laskeutumisen alkuhetki. Matalassa asetelmassa yläaskelmatason molemmin puolin olevat valokennot ilmaisivat kummankin jalan astumisen yläporrastasolle tai siltä pois.

Mittaussignaalit kerättiin A/D muuntimen kautta tietokoneelle. Tiedonkeruussa käytettiin Peak Motus (versio 6) liikeanalyysiohjelmistoa, jonka avulla nyt analysoidut voimamittausten tulokset voidaan myöhemmin yhdistää liikeanalyysiin. Liikeanalyysit perustuvat samanaikaisesti voimamittausten kanssa tehtyihin neljän videokameran nauhoituksiin.

4.2 Aineisto

Mittaukset toteutettiin kahdessa osassa: korkean työkoneen kulkutiemittaukset kesän 2001 ja matalan työkoneen kulkutiemittaukset syksyn 2001 aikana. Korkean työkoneen kulkutiemittauksissa oli 13 koehenkilöä ja matalan työkoneen kulkutiemittauksissa 12 koehenkilöä. Osa koehenkilöistä osallistui molempiin mittauksiin. Sekoittavien tekijöiden hallitsemiseksi kaikki koehenkilöt olivat miehiä.

Koehenkilöiltä kysyttiin ikä, paino ja pituus. Lisäksi heiltä mitattiin lonkan ja olkapään korkeus maasta, jotta otekorkeus pystyttiin suhteuttamaan kehon mittoihin.

Ennen kokeen aloittamista koehenkilölle annettiin ohjeet kulkea omalla vapaalla tyylillä omaan tahtiin. Koehenkilölle annettiin "lähtölupa" jokaiseen suoritukseen. Toistoja teetettiin kaikista suorituksista yhteensä neljä kappaletta. Datamäärää rajattiin valitsemalla varsinaiseen analysointiin yksi "edustava" suoritus näistä neljästä. Käytännössä tämä toteutettiin siten, että oletusarvoisesti valittiin aina suoritusjärjestyksessä kolmas suoritus. Perusteena tähän oli se, että siinä koehenkilö oli jo ehtinyt tottua kulkutiehen ja toiminta vakiointumaan. Toisaalta viimeistä suoritusta ei valittu sen takia, että se saattoi poiketa aiemmista koehenkilön tietäessä sen olevan viimeinen suoritus ennen lepotaukoa. Mikäli kuitenkin kolmas suoritus poikkesi selvästi muista suorituksista mittaustulosten ensitarkastelussa tai siinä oli selviä häiriötekijöitä, valittiin ensisijaisesti toinen tai senkin ollessa epäonnistunut neljäs suoritus.

Nousujen ja alastulojen datan keruu järjestettiin siten, että noususuoritus alkoi maassa olevalle voimalevyllä astumisesta ja päättyi ohjaamon istuimelle istumiseen ja vastaavasti laskeutuminen alkoi istuimelta nousemisesta ja päättyi maassa olevalta voimalevyllä poistumiseen. Voiman kynnyksarvoksi oli määritelty 5 % koehenkilön painosta, joten lattian tärähdykset ja vastaavat häiriöt saatiin karsittua pois. Korkean työkoneen kulkutiemittauksissa rekisteröitiin alastuloja sekä etu- että takaperin. Alastuloa varten oli aina kiivettävä ylös, mutta ylösnousudataa ei nähty tarpeelliseksi kerätä "tuplasti", joten mittaukset aloitettiin vasta koehenkilön tullessa alas ohjaamosta.

Säätöjen yhdistelmiä oli yhteensä viisi kappaletta, toistoja kullakin säädöllä neljä kappaletta, alastulotyylejä korkean työkoneen simuloinnissa kaksi ja matalan työkoneen simuloinnissa yksi, joten kukin koehenkilö kiipesi korkean työkoneen kulkutiemittauksissa ohjaamoon yhteensä: $5 \times 4 \times 2 = 40$ kertaa ja matalan työkoneen kulkutiemittauksissa: $5 \times 4 \times 1 = 20$ kertaa. Jokaisen säädönvaihdoksen aikana oli muutaman minuutin lepotauko. Toistojen välillä mittauksien tallettaminenkin vaati noin 30 sekuntia, joka oli lepoaika koehenkilölle. Yhteensä korkean koneen koesarja kesti vajaan tunnin ja matalan koneen puolisen tuntia, eikä yksikään koehenkilö pitänyt niitä liian tai edes epämiellyttävän rasittavana.

Käsijohteet määriteltiin oikeaksi ja vasemmaksi alhaaltapäin konetta katsottaessa. Koehenkilön tullessa ohjaamosta alas etuperin, korkean koneen simuloinnissa, vasempaa kaidetta käytettiin siis oikealla kädellä ja päinvastoin. Koehenkilöiden "kätisyyskiä" ei selvitetty.

4.2.1 Käytetyt muuttujat ja tulosten esittäminen

Korkean koneen kulkutiemittauksissa koehenkilöiden kulkutien käyttö jaettiin seuraaviin suorituksiin, joita tarkasteltiin erillisinä:

- a) nousu ohjaamoon
- b) laskeutuminen ohjaamosta takaperin
- c) laskeutuminen ohjaamosta etuperin

Matalan työkoneen kulkutiemittauksissa tarkasteltiin:

- a) nousua
- b) laskeutumista takaperin

Kummassakin perusasetelmassa käytettiin kahta eri muuttujaa, joille määriteltiin kolme eri vaihtoehtoista säätöä (Taulukko 1). Korkean työkoneen kulkutien simuloinnissa alimman portaan korkeus ja kaide-etäisyys pysyivät koko ajan samoina. Matalan työkoneen kulkutien simuloinnissa porraskulma ja askelmaväli pysyivät vakioina.

Taulukko 1. Koeasetelmat

Säädettävä muuttuja Mittausasetelma	porraskulma (°)	askelmaväli (mm)	alin askelma (mm)	kaide-etäisyys (mm)
Korkea A	10	270	570	-80, -760 *
	20			
	30			
Korkea B	20	216	570	-80, -760 *
		270		
		305		
Matala A	12	285	420	150
			570	
			720	
Matala B			570	0
				150
				300

* Vasemman ja oikean käsijohteen alapäiden vaakasetäisyydet oviaukosta; vasen kaide pystysuora, oikea "ovijohde" n. 20° kulmassa vaakasuorasta; etäisyydet 1. askelmaan riippuvat porraskulmasta.

Molemmissa tapauksissa mitattiin ja laskettiin [TM8]seuraavat suuret:

1. kokonaisnousuaika tai -laskuaika
2. koehenkilöiden arvio käytön mukavuudesta/hankaluudesta
3. kokonaisvoiman maksimi eli eri suuntaisten voimien resultantti maan tasolla
4. kokonaisvoiman maksimi alimmalla askelmalla
5. voima-annos maan tasolla
6. voima-annos alimmalla askelmalla
7. alimmalla askelmalla käytetty kokonaisaika
8. maksimi käsivoima vasemmassa pystykaiteessa
9. maksimi käsivoima oikeassa ovikaiteessa
10. voima-annos vasemmassa pystykaiteessa
11. voima-annos oikeassa ovikaiteessa.

Lisäksi matalan työkoneneen simuloinnissa mitattiin otekorkeudet molemmista käsijohteista nousuun lähettäessä.

Kulkutien käytön mukavuudesta/hankaluudesta kysyttäessä käytettiin asteikkoa 0 - 20, jossa numeroarvon kasvu kertoo hankaluuden lisääntymisestä (Liite 1).

4.3 Tulokset

Keskeisten muuttujien mittaustulokset on esitetty luvussa 4.3.1. Taulukoissa ei esitetä tulosten tilastollisia merkitsevyyksiä, mutta kaikki lukuihin 4.3.2 - 4.3.5 kootut muuttuja- ja suorituskohdaiset erot ovat tilastollisesti merkitseviä ($p < 0,05$). Korkean kulkutien 13 koehenkilön keski-ikä oli 43 vuotta (kh 11,6), paino 81,7 kg (kh 10,7) ja pituus 179,4 cm (kh 5,8). Matalan kulkutien 12 koehenkilön keski-ikä oli 45,8 vuotta (kh 5,4), paino 84,2 kg (kh 9,2) ja pituus 179,7 cm (kh 5,7).

4.3.1 Mittaustulokset

Taulukoissa 2 - 6 on esitetty muuttujien keskiarvot (ka) ja keskihajonnat (kh) eri suorituksissa (nousu, alastulo takaperin, alastulo etuperin). Kulkutien käyttöön kulunut kokonaisaika sekunteina on esitetty taulukossa 2 ja hankaluusarviot taulukossa 3. Mitatut maksimivoimat on esitetty prosentteina koehenkilön painosta. Taulukossa 4 on maassa olevalla voimalevyllä mitatut voimat, taulukossa 5 alimman askelman voimalevyn mittaustulokset ja taulukossa 6 käsijohteiden voima-anturien tulokset.

Taulukoiden sarakkeille on koottu muuttujat seuraavasti:

Korkea kulkutie

Vakio: askelmaväli 270 mm. Muuttuja: porraskulma 10°, 20° tai 30°.

Vakio: porraskulma 20°. Muuttuja: askelmaväli 216, 270 tai 305 mm.

(Huom! 20° porraskulma 270 mm askelmavälillä on kummassakin sarakkeessa).

Matala kulkutie

Vakio: kaiteiden syvyysetäisyys portaan etureunasta 150 mm. Muuttuja: ensimmäisen portaan korkeus 420, 570 tai 720 mm.

Vakio: ensimmäisen askelman korkeus 570 mm. Muuttuja: kaiteiden syvyysetäisyys portaan etureunasta 0, 150 tai 300 mm.

(Huom! 150 mm kaide-etäisyys 570 mm ensimmäisen askelman korkeudella on kummassakin sarakkeessa).

Taulukko 2. Kulkutien käyttöön kulunut kokonaisaika (nousuaika tai laskuaika).

A. Korkea kulkutie

		270 mm			20°		
		10°	20°	30°	216 mm	270 mm	305 mm
nousu	ka (s)	5,9	5,9	5,8	6,6	5,9	5,8
	kh	1,1	1,2	1,1	1,5		1,1
alas	ka (s)	7,2	6,9	6,8	7,5	6,9	7,1
	takaperin kh	1,4	1,3	1,3	1,3		1,3
etuperin	ka (s)	5,9	5,4	5,4	5,7	5,4	5,4
	kh	1,4	1,3	1,0	0,8		1,0

B. Matala kulkutie

		150 mm			570 mm		
		420 mm	570 mm	720 mm	0 mm	150 mm	300 mm
nousu	ka (s)	3,3	3,4	3,8	3,4	3,4	3,5
	kh	0,4	0,4	0,8	0,5		0,6
alas	ka (s)	3,8	3,9	4,1	4,1	3,9	4,2
	takaperin kh	0,5	0,4	0,7	0,7		0,6

Taulukko 3. Kulkutiellä liikkumisen hankaluusarviot (asteikko: 1 ”unelma” – 20 ”sietämätöntä”, Liite 1).

A. Korkea kulkutie

		270 mm			20°		
		10°	20°	30°	216 mm	270 mm	305 mm
nousu	ka	11	10	8	10	10	9
	kh	3	2	3	2		3
alas	ka	13	11	9	12	11	10
	takaperin kh	2	3	4	3		3
etuperin	ka	14	11	9	12	11	10
	kh	2	2	4	3		2

B. Matala kulkutie

		150 mm			570 mm		
		420 mm	570 mm	720 mm	0 mm	150 mm	300 mm
nousu	ka (s)	7	8	13	10	8	10
	kh	3	3	3	3		4
alas	ka (s)	9	10	13	12	10	10
	takaperin kh	4	4	3	3		3

Taulukko 4. Maksimi kokonaisvoima (% koehenkilön painosta) maassa.

A. Korkea kulkutie

		270 mm			20°		
		10°	20°	30°	216 mm	270 mm	305 mm
nousu	ka (%)	130	139	155	137	139	134
	kh	25	25	26	31		28
alas	ka (%)	155	180	198	167	180	183
takaperin	kh	40	65	64	55		77
alas	ka (%)	282	283	263	262	283	273
etuperin	kh	111	89	71	63		74

B. Matala kulkutie

		150 mm			570 mm		
		420 mm	570 mm	720 mm	0 mm	150 mm	300 mm
nousu	ka (%)	123	138	154	130	138	131
	kh	10	17	22	19		16
alas	ka (%)	143	142	136	141	142	150
takaperin	kh	25	25	26	25		28

Taulukko 5. Maksimi kokonaisvoima (% koehenkilön painosta) alimmalla askelmalla.

A. Korkea kulkutie

		270 mm			20°		
		10°	20°	30°	216 mm	270 mm	305 mm
nousu	ka (%)	104	108	111	109	108	116
	kh	17	10	12	31		15
alas	ka (%)	115	124	138	115	124	144
takaperin	kh	17	13	29	12		19
alas	ka (%)	105	119	130	119	119	124
etuperin	kh	16	16	22	22		21

B. Matala kulkutie

		150 mm			570 mm		
		420 mm	570 mm	720 mm	0 mm	150 mm	300 mm
nousu	ka (%)	103	113	112	108	113	111
	kh	18	15	12	14		11
alas	ka (%)	118	106	107	103	106	113
takaperin	kh	25	11	14	12		16

Taulukko 6. Maksimi kokonaisvoima (% koehenkilön painosta) käsijohteissa.

A. Korkea kulkutie, vasen pystykaide

		270 mm			20°		
		10°	20°	30°	216 mm	270 mm	305 mm
nousu	ka (%)	34	29	20	27	29	30
	kh	7	8	8	6		10
alas takaperin	ka (%)	31	25	18	22	25	28
	kh	10	6	5	5		9
alas etuperin	ka (%)	24	21	15	18	21	19
	kh	10	13	6	8		11

B. Korkea kulkutie, oikea ovikaide

		270 mm			20°		
		10°	20°	30°	216 mm	270 mm	305 mm
nousu	ka (%)	26	24	19	24	24	24
	kh	6	4	8	5		6
alas takaperin	ka (%)	26	22	21	20	22	21
	kh	9	7	8	6		6
alas etuperin	ka (%)	26	26	25	24	26	25
	kh	12	12	12	8		13

C. Matala kulkutie, vasen pystykaide

		150 mm			570 mm		
		420 mm	570 mm	720 mm	0 mm	150 mm	300 mm
nousu	ka (%)	23	27	32	31	27	28
	kh	4	5	4	5		4
alas takaperin	ka (%)	22	25	30	26	25	23
	kh	4	5	5	3		3

D. Matala kulkutie, oikea pystykaide

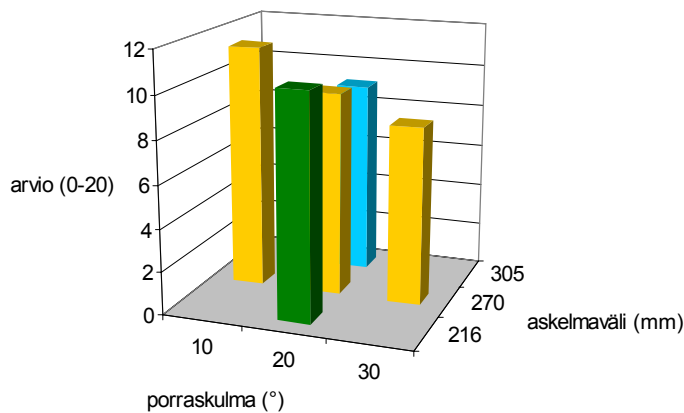
		150 mm			570 mm		
		420 mm	570 mm	720 mm	0 mm	150 mm	300 mm
nousu	ka (%)	21	25	30	30	25	23
	kh	5	4	3	3		4
alas takaperin	ka (%)	21	25	28	26	25	23
	kh	3	6	5	4		4

4.3.2 Porraskulman vaikutus

Porraskulman muutosten vaikutusta tutkittiin korkean työkoneen kulkutiellä. Alla esitetyt erot tuloksissa ovat tilastollisesti merkitseviä ($p < 0,05$).

Nousu

Kulkuteiden käytön arvioitiin helpottuvan, kun porraskulma loiveni 10°:sta 20°:een tai 10°:sta 30°:een (Kuva 3 ja Taulukko 3A). Koehenkilöiden kokemus 10° porraskulman käytöstä oli keskimäärin 'hiukan hankalaa'. Porraskulman loiventuessa 30 °:seen, arvioitiin kulkutien käyttö keskimäärin melko mukavaksi.

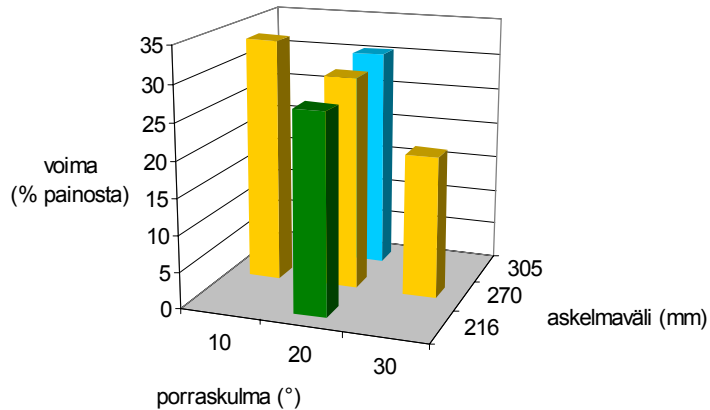


Kuva 3. Porraskulman ja askelmavälin vaikutus koehenkilöiden arvioimaan kulkutien käytön hankaluuteen (0 = unelma, 20 = sietämätön) korkean työkoneen ohjaamoon noustessa

Kokonaisvoiman maksimi maassa (Taulukko 4A) kasvoi 139 %:sta 155 %:iin henkilön painosta, kun noustessa porraskulma loiveni 20°:sta 30°:een ja 130 %:sta samaan 155 %:iin, kun porraskulma loiveni 10°:sta 30°:een. Voima oli selvästi suurimmillaan loivimmassa, 30° porraskulmassa.

Kokonaisvoiman maksimi alimmalla askelmalla kasvoi 104 %:sta 110 %:iin koehenkilön painosta, kun porraskulma loiveni 10°:sta 30°:een (Taulukko 5A).

Kokonaisvoiman maksimi vasemmassa pystykaiteessa pieneni 34 %:sta 29 %:iin koehenkilön painosta porraskulman loiventuessa 10°:sta 20°:een. Kun porraskulma loiveni 20°:sta 30°:een, pieneni kokonaisvoiman maksimi vasemmassa pystykaiteessa 29 %:sta 20 %:iin koehenkilön painosta. (Taulukko 6A, Kuva 4).

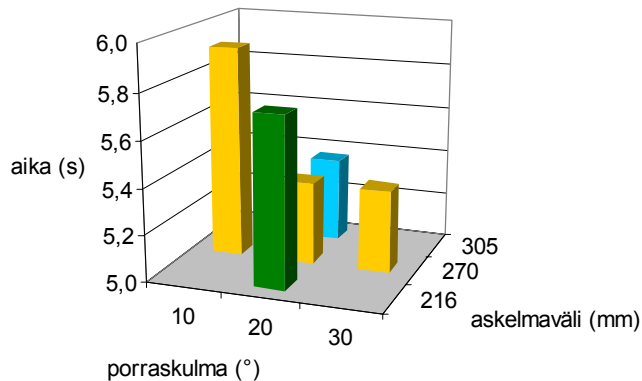


Kuva 4. Vasemmasta pystykaiteesta mitattu kokonaisvoiman maksimi koehenkilön noustessa ohjaamoon eri porraskulmilla ja askelmaväleillä korkealla kulkutiellä.

Kokonaisvoiman maksimi oikeassa ovikaiteessa (Taulukko 6B) pieneni 26 %:sta 19 %:iin koehenkilön painosta porraskulman loiventuessa 10°:sta 30°:een ja 24 %:sta 19 %:iin koehenkilön painosta porraskulman loiventuessa 20°:sta 30°:een.

Etuperin alastulo

Laskeutumisaika lyheni porraskulman loiventuessa 10°:sta 20°:een ja 10°:sta 30°:een (Taulukko 2A, Kuva 5). 20° ja 30° porraskulmilla laskeutumisaikojen keskiarvo oli täsmälleen sama. Laskeutumismatka piteni porraskulman loiventuessa, mutta 10°:een kulma portaissa vaati todennäköisesti tarkempaa laskeutumissuoritusta kuin loivempi kulma, ja vei sen vuoksi enemmän aikaa.



Kuva 5. Etuperin laskeutumiseen käytetty keskimääräinen aika eri porraskulmilla ja askelmaväleillä.

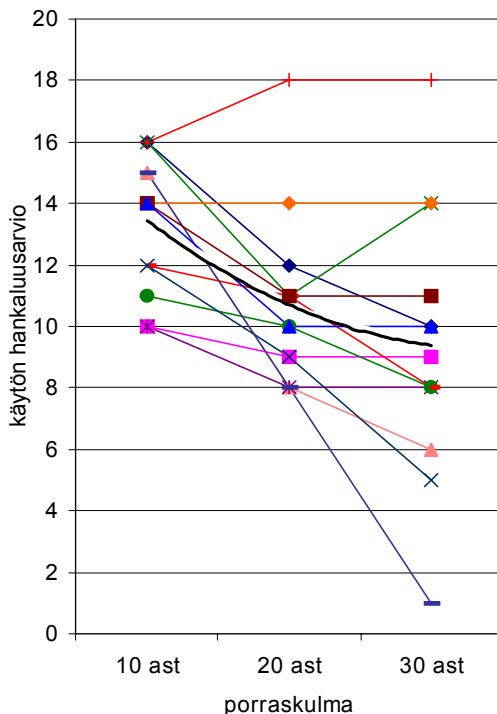
Kulkuteiden käytön arvioitiin helpottuvan, kun porraskulma kasvoi 10°:sta 20°:een ja 10°:sta 30°:een. Erityisesti etuperin alaspäin tultaessa 10° porraskulma koettiin selvästi hankalammaksi kuin 20° tai 30° porraskulma. Keskimäärin 10°:een porraskulman käyttö arvioitiin 'hankalaksi' (numeroarvo 14) (Taulukko 3A).

Kokonaisvoiman maksimi alimmalla askelmalla (Taulukko 5A) kasvoi 115 %:sta 124 %:iin koehenkilön painosta porraskulman loiventuessa 10°:sta 20°:een ja 115 %:sta 138 %:iin koehenkilön painosta kulman loiventuessa 10°:sta 30°:een.

Kokonaisvoiman maksimi vasemmassa pystykaiteessa pieneni 24 %:sta 15 %:iin koehenkilön painosta porraskulman loiventuessa 10°:sta 30°:een (Taulukko 6A).

Takaperin alastulo

Kulkuteiden käytön arvioitiin takaperin laskeuduttaessa helpottuvan, kun porraskulma loiveni (Taulukko 3A, Kuva 6). Kun porraskulma loiveni 10°:sta 30°:een, muuttui koehenkilöiden keskimääräinen kokemus kulkutien käytöstä hankalasta/hiukan hankalasta (numeroarvo 14) melko mukavaksi (numeroarvo 11).

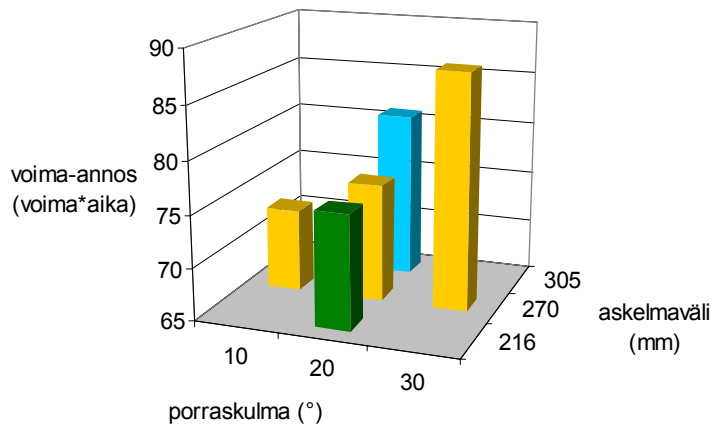


Kuva 6. Käytön hankaluusarvio (0 = unelma, 20 = sietämätön) eri porraskulmilla laskeuduttaessa takaperin. Kaareva viiva on keskiarvosovitus

Kokonaisvoiman maksimi maassa kasvoi 155 %:sta 198 %:iin koehenkilön painosta, kun porraskulma loiveni 10°:sta 30°:een (Taulukko 4A).

Kokonaisvoiman maksimi alimmalla askelmalla kasvoi 105 %:sta 119 %:iin koehenkilön painosta ja edelleen 130 %:iin koehenkilön painosta porraskulman loiventuessa 10°:sta 20°:een ja edelleen 30°:een (Taulukko 5A).

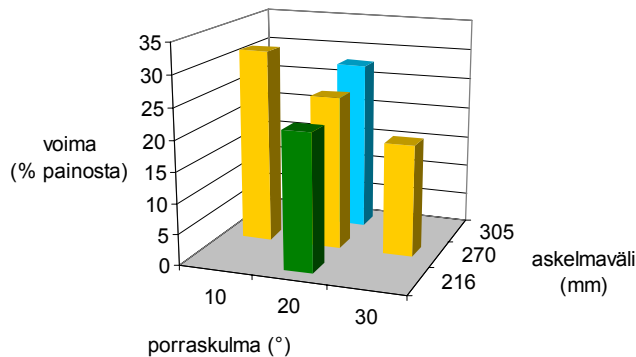
Voima-annos alimmalla askelmalla kasvoi noin 20 % porraskulman loiventuessa 10°:sta 30°:een ja 15 % porraskulman loiventuessa 20°:sta 30°:een (Kuva 7).



Kuva 7. Keskimääräinen voima-annos (voima x aika) alimmalla askelmalla eri porraskulmilla ja askelmaväleillä laskeuduttaessa takaperin.

Aika alimmalla askelmalla piteni 1,2 sekunnista 1,3 sekuntiin (noin 9 %) porraskulman loiventuessa 20°:sta 30°:een ja 1,2 sekunnista 1,3 sekuntiin (noin 7 %) porraskulman loiventuessa 10°:sta 30°:een.

Kokonaisvoiman maksimi vasemmassa pystykaiteessa pieneni 31 %:sta 25 %:iin koehenkilön painosta porraskulman loiventuessa 10°:sta 20°:een ja 25 %:sta 18 %:iin koehenkilön painosta porraskulman loiventuessa 20°:sta 30°:een (Taulukko 6A, Kuva 8).



Kuva 8. Vasemman pystykaiteen kokonaisvoiman keskimääräinen maksimi eri porraskulmilla ja askelmaväleillä laskeuduttaessa takaperin.

4.3.3 Askelmavälin muutos

Askelmaväliä testattiin korkealla kulkutiellä kolmella eri arvolla: 216, 270 ja 305 mm. Pienimmällä askelmavälillä askelmia oli ohjaamon lattiataso mukaan lukien kuusi, muilla viisi. Kokonaisnousu oli 1650 mm ja ensimmäisen askelman korkeus oli kaikissa sama 570 mm. Alla esitetyt erot tuloksissa ovat tilastollisesti merkitseviä ($p < 0,05$).

Nousu

Kokonaisvoiman maksimi alimmalla askelmalla (Taulukko 5A) kasvoi 109 %:sta 116 %:iin koehenkilön painosta, kun askelmaväli kasvoi 216 millimetristä 305 millimetriin.

Etuperin alastulo

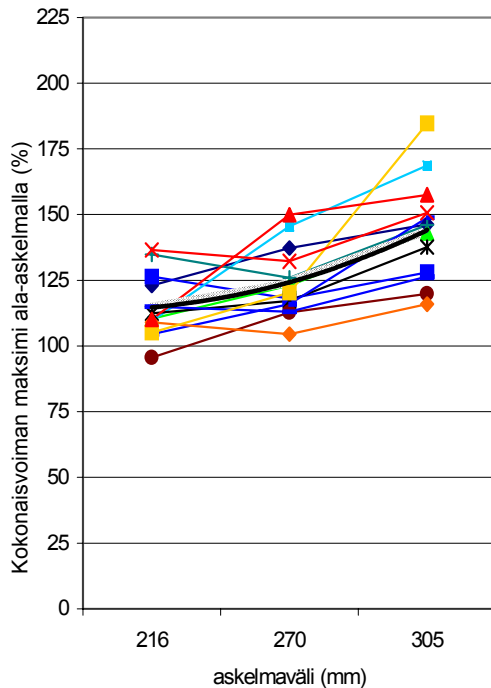
Laskeutumisaika lyheni 5,7 sekunnista 5,4 sekuntiin (noin 6 %) askelmavälin kasvaessa 216 millimetristä 270:een ja väliaskelmien vähentyessä viidestä neljään (Taulukko 2A, Kuva 5).

Kulkuteiden käytön arvioitiin helpottuvan, kun askelmaväli kasvoi 216 mm:stä 270 mm:iin. Arvosanojen keskiarvo laski 12:sta 11:een eli käytetyn skaalan "hiukan hankalasta" helpompaan ja vähemmän kuormittavaan (Taulukko 3A).

Takaperin alastulo

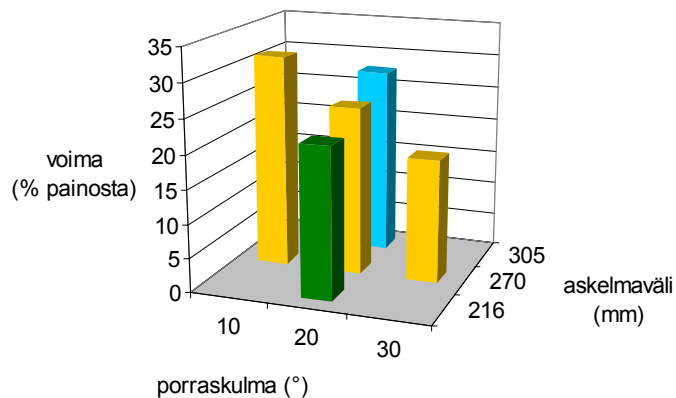
Kulkuteiden käytön arvioitiin helpottuvan, kun askelmaväli kasvoi 216 millimetristä 305:een. Arvosanojen keskiarvo laski 12:sta 10:een (Taulukko 3A).

Kokonaisvoiman maksimi alimmalla askelmalla kasvoi 115 %:sta 124 %:iin koehenkilön painosta, kun askelmaväli kasvoi 216 mm:stä 270 mm:iin ja 124 %:sta 138 %:iin koehenkilön painosta, kun askelmaväli kasvoi 270 mm:stä 305 mm:iin (Taulukko 5A, Kuva 9).



Kuva 9. Kokonaisvoiman maksimi ala-askelmalla koehenkilöittäin (% koehenkilön painosta) eri askelmaväleillä laskeuduttaessa takaperin. Kaareva viiva on keskiarvosovitus.

Kokonaisvoiman maksimi vasemmassa pystyjohteessa kasvoi 22 %:sta 25 %:iin koehenkilön painosta askelmavälin kasvaessa 216 millimetristä 270:een ja edelleen 28 %:iin koehenkilön painosta askelmavälin kasvaessa 305 mm:iin (Taulukko 6A, Kuva 10).



Kuva 10. Kokonaisvoiman keskimääräinen maksimi vasemmassa pystyjohteessa eri porraskulmilla ja askelmaväleillä laskeuduttaessa takaperin.

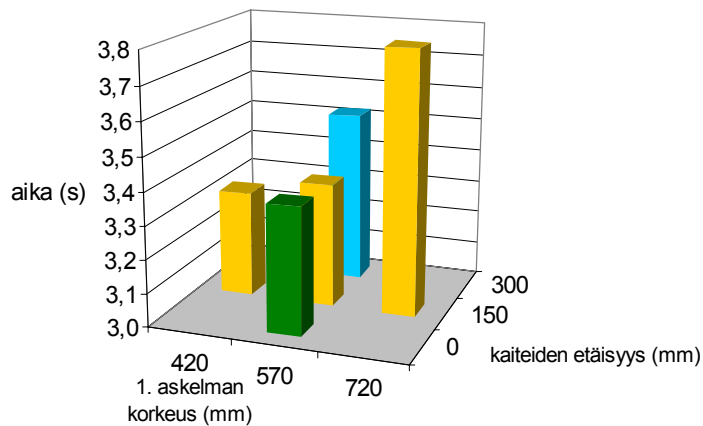
Kokonaisvoiman maksimi oikeassa ovijohteessa kasvoi 20 %:sta 22 %:iin koehenkilön painosta askelmavälin kasvaessa 216 mm:stä 270 mm:iin.

4.3.4 Alimman askelman korkeus

Matalassa kulkutiemallissa säädettiin alin askelma korkeuteen 420, 570 tai 720 mm. Alla esitetyt erot tuloksissa ovat tilastollisesti merkitseviä ($p < 0,05$).

Nousu

Nousuaika yläaskelmatasanteelle piteni keskimäärin 3,3 sekunnista 3,8 sekuntiin, kun 1. askelman korkeus kasvoi 420 mm:stä 720 mm:iin (Taulukko 2B, Kuva 11).



Kuva 11. Nousuun käytetyt keskimääräiset ajat eri säädöillä matalalla kulkutiellä.

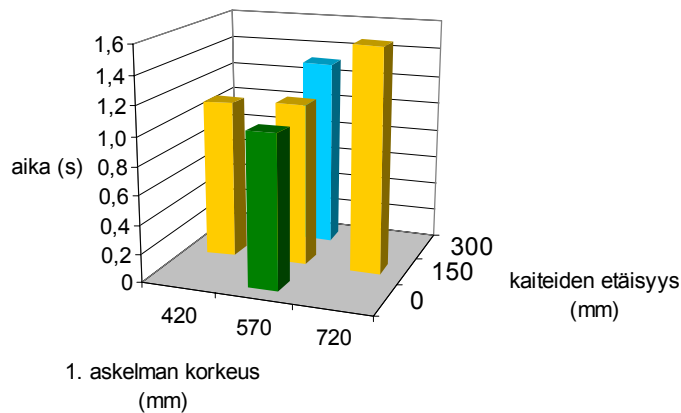
Kulkuteiden käytön arvioitiin vaikeutuvan 7:stä 13:een eli "mukavasta" - "hiukan hankalaksi", kun 1. askelman korkeus kasvoi 420 mm:stä 720 mm:iin ja lähes vastaavasti 8:sta 13:een kun 1. askelman korkeus kasvoi 570 mm:stä 720 mm:iin (Taulukko 3B).

Kokonaisvoiman maksimi maassa kasvoi 123 %:sta 138 %:iin koehenkilön painosta, kun 1. askelman korkeus kasvoi 420 mm:stä 570 mm:iin ja 154 %:iin koehenkilön painosta, kun 1. askelman korkeus kasvoi 720 mm:iin (Taulukko 4B).

Kokonaisvoiman maksimi ala-askelmalla kasvoi 103 %:sta 113 %:iin koehenkilön painosta, kun 1. askelman korkeus kasvoi 420 mm:stä 570 mm:iin. 720 mm:n ala-askelman korkeudella voima ala-askelmalla oli 112 % ja muutos alimmasta askelmatasosta oli myös tilastollisesti merkitsevä (Taulukko 5B).

Voima-annos alimmalla askelmalla kasvoi noin 26 % 66,8:sta 83,9:ään, kun 1. askelman korkeus kasvoi 420 mm:stä 720 mm:iin ja noin 8 % kun 1. askelman korkeus kasvoi 570 mm:stä 720 mm:iin.

Alimmalla askelmalla käytetty aika piteni 1,1 sekunnista 1,6 sekuntiin (noin 41 %), kun 1. askelman korkeus kasvoi 420 mm:stä 720 mm:iin ja lähes vastaavasti (noin 37 %), kun 1. askelman korkeus kasvoi 570 mm:stä 720 mm:iin.

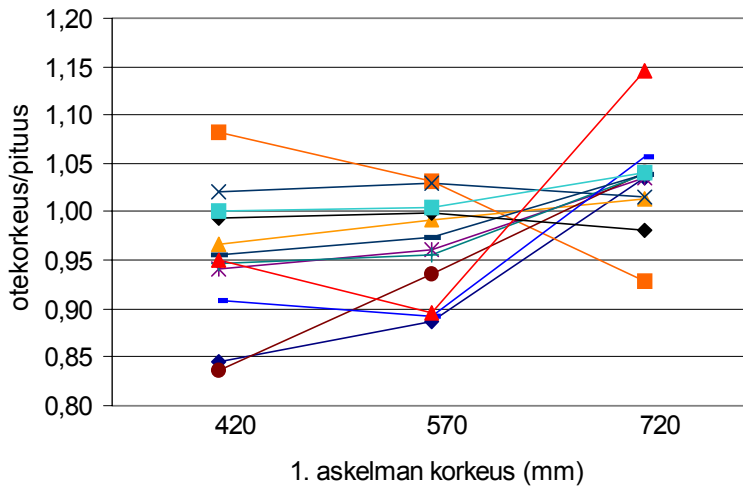


Kuva 12. Matalan kulkutien ala-askelmalla noustessa käytetty keskimääräinen aika eri ala-askelman korkeuksilla ja kaide-etäisyyksillä.

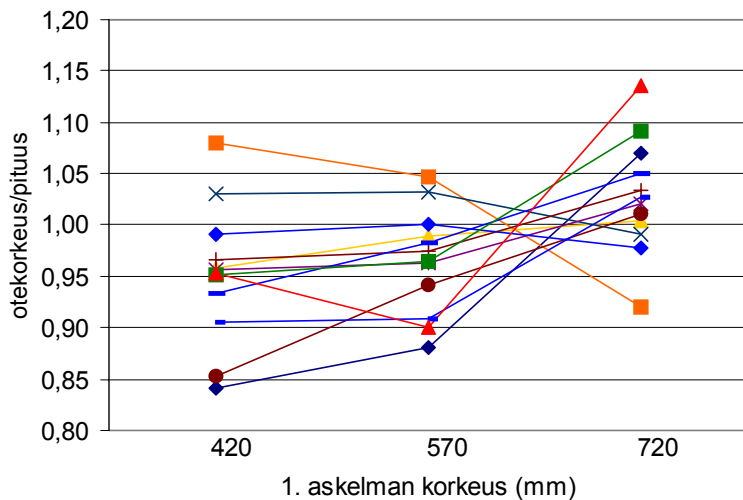
Kokonaisvoiman maksimi vasemmassa pystykaiteessa (Taulukko 6C) kasvoi 23 %:sta 27 %:iin ja edelleen 32 %:iin koehenkilön painosta, kun 1. askelman korkeus kasvoi 420 mm:stä 570 mm:iin ja 720 mm:iin.

Kokonaisvoiman maksimi oikeassa pystykaiteessa (Taulukko 6D) kasvoi 21 %:sta 25 %:iin ja edelleen 30 %:iin koehenkilön painosta, kun 1. askelman korkeus kasvoi 420 mm:stä 570 mm:iin ja 720 mm:iin koehenkilön painosta.

Molempien käsien otekorkeuksien keskiarvot (huom! kaikki neljä nousua mitattiin) kasvoivat maasta lähdettäessä 95 %:sta 103 %:iin koehenkilön pituudesta, kun 1. askelman korkeus kasvoi 420 mm:stä 720 mm:iin (Kuva 13). Ensimmäisen askelman korkeuden ollessa 520 mm otekorkeuksien keskiarvot olivat vasemmalle kädelle 95 % ja oikealle kädelle 96 % koehenkilön pituudesta.



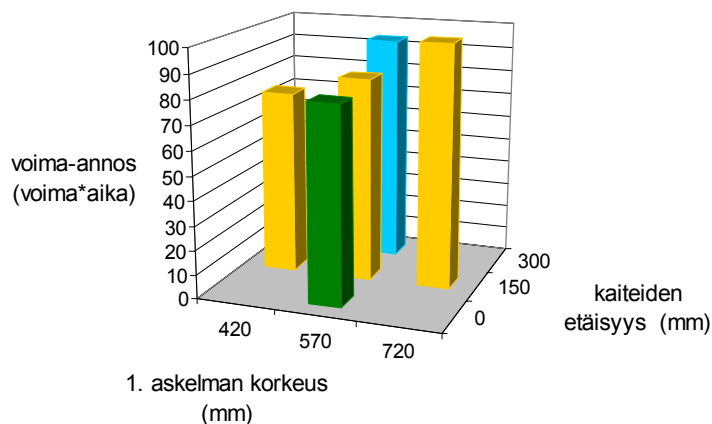
Kuva 13. Koehenkilön pituuteen suhteutettu vasemman käden otekorkeus nousuun lähdetessä matalalla kulkutiellä.



Kuva 14. Koehenkilön pituuteen suhteutettu oikean käden otekorkeus nousuun lähdetessä matalalla kulkutiellä.

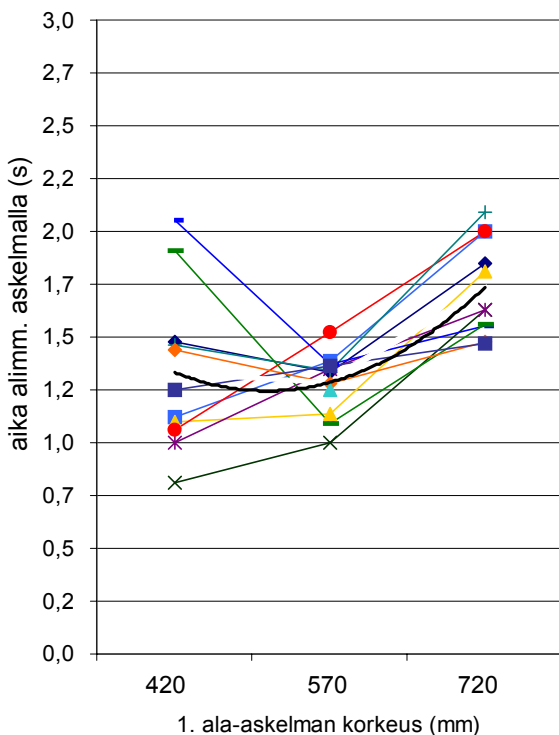
Takaperin alastulo

Kulkuteiden käytön takaperin laskeuduttaessa arvioitiin keskimäärin vaikeutuvan melko mukavasta (numeroarvo 9) hiukan hankalaksi tai hankalaksi (numeroarvo 13), kun ala-askelman korkeus kasvoi 420 mm:stä 720 mm:iin ja 10:stä 13:een kun korkeus kasvoi 570 mm:stä 720 mm:iin (Taulukko 3B).



Kuva 15. Ala-askelman korkeuden ja kaide-etäisyyden vaikutus koehenkilöiden keskimääräiseen voima-annokseen ala-askelmalla koehenkilön laskeutuessa takaperin matalaa kulkutietä.

Voima-annos alimmalla askelmalla kasvoi 75:stä 84:ään (noin 11 %) ja edelleen 100:aan (noin 32 %), kun ala-askelman korkeus kasvoi 420 mm:stä 570 mm:iin tai 420 mm:stä 720 mm:iin. Myös muutos 570 mm:stä 720 mm:iin oli tilastollisesti merkitsevä.



Kuva 16. Koehenkilöiden ala-askelmalla käyttämä aika eri ala-askelman korkeuksilla. Kaareva viiva on keskiarvosovitus.

Alimmalla askelmalla käytetty aika piteni keskimäärin 1,3 sekunnista 1,7 sekuntiin, kun 1. askelman korkeus kasvoi 420 mm:stä tai 570 mm:stä 720 mm:iin (Kuva 16).

Kokonaisvoiman maksimi vasemmassa pystykaiteessa (Taulukko 6C) kasvoi 22 %:sta (420 mm) ja 25 %:sta (570 mm) 30 %:iin koehenkilön painosta, kun ala-askelman korkeus kasvoi 420 mm:stä tai 570 mm:stä 720 mm:iin.

Kokonaisvoiman maksimi oikeassa pystykaiteessa (Taulukko 6D) kasvoi 21 %:sta 25 %:iin ja edelleen 28 %:iin koehenkilön painosta, kun ala-askelman korkeus kasvoi 420 mm:stä 570 mm:iin ja edelleen 720 mm:iin.

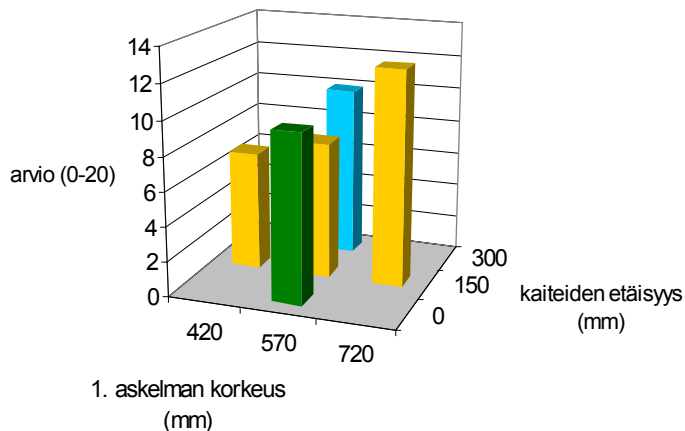
4.3.5 Kaide-etäisyys

Matalassa perusasetelmassa rappujen molemmilla puolilla olevien pystysuorien kaiteiden syvyysetäisyyttä ensimmäisen askelman etureunasta vaihdeltiin. Mittauksissa käytetyt etäisyydet olivat 0, 150 ja 300 mm. Alla esitetyt erot tuloksissa ovat tilastollisesti merkitseviä ($p < 0,05$).

Nousu

Kulkuteiden käytön arvioitiin vaikeutuvan melko mukavasta (keskiarvo 8) hiukan hankalaksi/melko mukavaksi (keskiarvo 10), kun pystysuoran kaiteen etäisyys 1. askelman etureunasta kasvoi 150 mm:stä 300 mm:iin (Taulukko 3B).

Voima-annos alimmalla askelmalla kasvoi 70:stä 78:aan kun kaide-etäisyys kasvoi 0 mm:stä 150 mm:iin ja 70:stä 80:een kun kaide-etäisyys kasvoi 0 mm:stä 300 mm:iin.

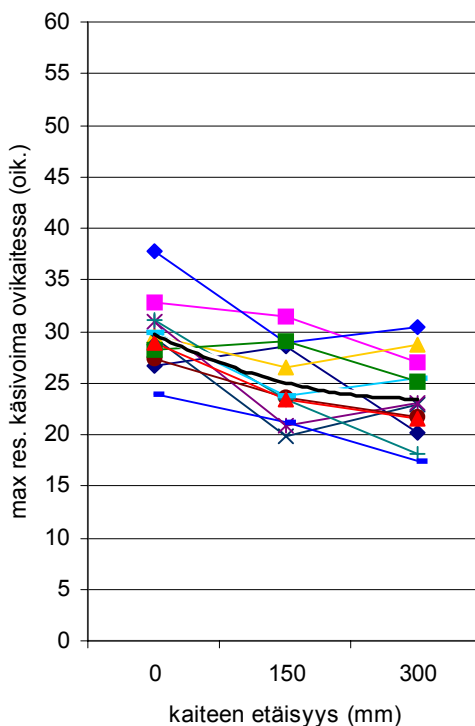


Kuva 17. Kulkuteiden käytön keskimääräiset (asteikossa 0 = unelma ja 20 = sietämätön) koehenkilöiden hankaluusarviot noustessa matalalla kulkutiellä eri ala-askelman korkeuksilla ja kaide-etäisyyksillä.

Alimmalla askelmalla käytetty aika piteni noin 1,1 sekunnista 1,3 sekuntiin (noin 16 %), kun kaide-etäisyys kasvoi 0 mm:stä tai 150 mm:stä 300 mm:iin.

Kokonaisvoiman maksimi vasemmassa pystykaiteessa (Taulukko 6C) piene- ni 31 %:sta 27 %:iin koehenkilön painosta, kun kaide-etäisyys kasvoi 0 mm:stä 150 mm:iin.

Kokonaisvoiman maksimi oikeassa pystykaiteessa piene ni 30 %:sta 25 %:iin koehenkilön painosta, kun kaide-etäisyys kasvoi 0 mm:stä 150 mm:iin (Tau- lukko 6B, Kuva 18) ja 30 %:sta 23 %:iin, kun etäisyys kasvoi 0 mm:stä 300 mm:iin.

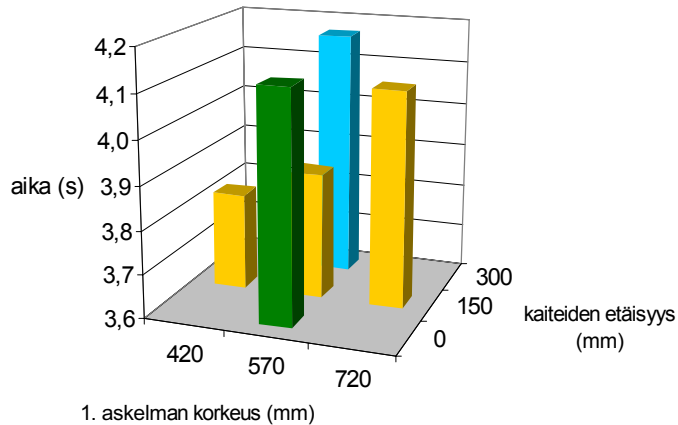


Kuva 18. Oikean pystyjohteen maksimiresultanttivoimat (% koehenkilön painosta) koehenkilöiden noustessa matalalla kulku- tiellä eri kaide-etäisyyksillä. Kaa- reva viiva on keskiarvosovitus.

Takaperin alastulo

Keskimääräinen alastuloaika lyheni 4,1 sekunnista 3,9 sekuntiin, kun kaide- etäisyys kasvoi 0 mm:stä 150 mm:iin, mutta piteni taas 4,2 sekuntiin, kun kaide-etäisyys kasvoi 300 mm:iin (Taulukko 2B, Kuva 19).

Voima-annos alimmalla askelmalla kasvoi 81:sta 94:een, kun kaide-etäisyys kasvoi 0 mm:stä 300 mm:iin ja 84:stä 94:ään kun etäisyys kasvoi 150 mm:stä 300 mm:iin.



Kuva 19. Ala-askelman korkeuden ja kaide-etäisyyden vaikutus käytettyyn keskimääräiseen aikaan laskeuduttaessa takaperin matalasta työkoneesta.

Alimmalla askelmalla käytetty aika piteni hieman eli 1,2 ja 1,3 sekunnista 1,4 sekuntiin, kun kaide-etäisyys kasvoi 0 tai 150 mm:stä 300 mm:iin.

Kokonaisvoiman maksimi vasemmassa pystykaiteessa pieneni 26:sta 23:een, kun kaide-etäisyys kasvoi 0 mm:stä 300 mm:iin.

Kokonaisvoiman maksimi oikeassa pystykaiteessa pieneni aivan samoin kuin vasemmassakin 26:sta 23:een, kun kaide-etäisyys kasvoi 0 mm:stä 300 mm:iin.

4.4 Yhteenveto

Kulkuteiden turvallisuutta ja ergonomiaa laajemmin pohdittaessa huomataan, että ne ovat hyvin monien osatekijöiden summa. Turvallisuutta ja ergonomiaa voidaan mitata monin eri tavoin, mutta parhaimmillaankin niissä käytettävät mittarit ovat epäsuoria. Lopputuloksessa eli kulkutien turvallisuudessa ja käytettävyydessä aina merkittävimmissä osassa on itse käyttö ja käyttäjän toiminta. Kulkutie yksinään harvoin aiheuttaa tapaturmia, paitsi esimerkiksi rikkoutuessaan yllättäen, mutta saattaa altistaa erilaisille riskeille jotka johtavat tapaturmaan.

Porraskulman jyrkkyydellä oli erityisen selvä merkitys käsien ja jalkojen maksimaaliseen voimankäyttöön kulkuteillä liikkumisen aikana. Tämä ilmeni siten, että jyrkemmällä porraskulmilla käytettiin käsivoimaa enemmän hyväksi ja vastaavasti loivemmillä kulmilla jalkavoimat kasvoivat, kun käsiä ei käytetty yhtä paljon hyväksi liikkumisessa. Voimankäytön tarve vaikuttaa turvallisuuteen, mutta ehkä selkeämmin suoraan ergonomiaan - suuri voimankäytön tarve koetaan yleisesti vastenmieliseksi ja epäergonomiseksi.

Askelmavälin mitoituksen merkitys korostui varsinkin ohjaamosta laskeuduttaessa. Askelmavälin muutokset vaikuttivat sekä ajan- että voimankäyttöön kulkuteillä. Pienin käytetyistä askelmaväleistä (216 mm) osoittautui koehenkilöiden mielestä hankalimmaksi, vaikka sekä jalka- että käsivoimissa vaadittiin suurempia ponnistuksia isommilla askelmaväleillä.

Ensimmäisen askelman korkeusaseman valinnalla oli suuri vaikutus toimintaan kulkuteillä ja varsinkin kulkuteiden arvioituun käyttömukavuuteen. Mitä korkeammalla ala-askelma oli sitä korkeampia olivat mitatut käsi- ja jalkavoimat.

Kulkuteiden osien mitoituksella ja sijoitteluilla voidaan vaikuttaa huomattavasti arvioituun käyttömukavuuteen. Mieltymykset ovat kuitenkin aina yksilöllisiä. Simulaattorikokeiden kaltaisilla käyttökokeilla voidaan etsiä kulkuteiden eri osien optimisijoitusalueita. Alas laskeutuminen on kulkuteiden käytössä vaarallisin vaihe, mutta ensimmäinen askelma on kuitenkin "kulkuteiden käyntikortti", jonka perusteella kokonaisarviotakin kulkuteistä muodostetaan.

Tehdyt simulaattorikokeet tarjoavat mitattua tietoa kulkuteiden ominaisuuksista. Tieto on sovellettava käytäntöön kussakin tapauksessa erikseen. Simulaattorikokeet antavat suuntaa ja lisätietoa **ihannekulkutien** suunnitteluun.

Simulaattorimittauksissa esille tulleita seikkoja on alla koottu ihannekulkutien suunnittelun "reseptiksi" eli miten tehdä hyvä kulkutie:

- Porraskulma tehdään riittävän loivaksi. Etu- tai takaperin laskeutumisen välisessä valinnassa on huomattava, että etuperin alastulo alkaa erityisesti houkutella, kun porraskulma on pystytasosta noin 20° tai enemmän.
- Alin porras lasketaan niin alas kuin olosuhteet sallivat. Joidenkin koneiden standardeissa sallittu 700 mm on selvästi liikaa, mutta toisaalta tutkimuksen tulosten mukaan lisähyöty on jo aika vähäinen, kun ollaan lähellä 400 mm.
- Tavallisesti optimi porraskulma on pieni. Koneiden jyrkähköissä portaissa askelmavälin pitää olla riittävän suuri, jotta jalka osuu varmasti askelmalta ja nouseminen tai laskeutuminen noudattaa askelrytmiä.
- Kaikki käyttäjät ylettyvät tarttumaan molemmilla käsillä käsijohteista tai kädensijoista.
- Hetkittäisiä vaaranpaikkoja ja suuria voimapiikkejä voidaan välttää järjestämällä mahdollisuus kolmipistetuentaan koko kulkuteiden käyttöajalle.

5 Kulkutietaturman tutkinta

5.1 Tapaturman tutkinta

5.1.1 Tutkintamenetelmä ja –tapa

Tutkinnassa käytettiin suomalaista tapaturmatutkimusmallia (Tapaturmatutkimusmalli 1982, Seppänen 1995) ja sen pohjalta laadittua vakavien tapaturmien tapaturma-analyysiä (Hakala 1989). Tapaturmatutkinnassa tarvittavat tiedot kerättiin haastattelemalla tapaturman uhria ja tutkimalla tapahtumapaikka, koneet sekä työhön liittyneet välineet. Tapahtumapaikka tutkittiin, koneet tarkastettiin ja uhri haastateltiin 15.9. 2000. Lisäksi tapaturman uhri sai tutkintamateriaalin tarkastettavakseen 13.5.2002.

5.2 Normaali toiminta

5.2.1 Työ, koneet ja välineet

Tapaturmahetkellä kynnettiin sänkipeltoa maataloustraktorilla ja kyntöauroilla. Kyntötyön aloitukseen kuuluu tavallisesti aurojen säätäminen. Käytetty koneyhdistelmä koostui traktorista ja kolmesiipisistä paluuauroista, jotka oli varustettu perinteisellä kolmipistekytkenällä ja mekaanisella työntövarrella. Kuljettajalla oli yllään tavanomainen työvaatetus ja lenkkitosut. Hän ei käyttänyt käsineitä eikä käsityövälineitä.

5.2.2 Tapahtumaympäristö

Tapaturma tapahtui maatilataloudessa maatilalla, jonka päätuotantosuuntana oli kasvinviljely. Maatila oli yksityisomistuksessa ja isännällä oli sivutoimi. Toimintaympäristönä oli kuiva savespitoinen pelto, mutta traktorin askelman kohdalla oli vihreän, mahdollisesti kostean ruohon peittämä ojan piennar. Tapahtumahetkellä traktori oli hieman kallellaan vanhan vesivaon takia. Traktorin askelma oli kuiva ja puhdas. Sää oli valoisa ja poutainen, lämpötila noin 20 °C. Käynnissä oleva traktori aiheutti taustamelua.

5.2.3 Henkilö

Tapaturmassa loukkaantui 32-vuotias mies. Hänellä on akateeminen, tekninen koulutus ja kokemusta sekä maataloustöistä yleensä että kyntötyöstä vastaaventyypisillä koneilla 17 vuoden ajalta. Kyntötyö ja aurojen säätö oli kauden ensimmäinen työkerta.

5.3 Tapahumainkulku

Viljelijä NN oli aloittamassa syyskyntöjä omalla tilallaan. Kyntö alkoi pellon kulmasta, ojan reunasta. Aurojen säätötarve ilmeni jo muutaman metrin ajon jälkeen. Aurojen säätämisen takia ohjaamosta piti poistua. Säätö ja siihen liittyvä ohjaamoon nouseminen ja ohjaamosta poistuminen toistuivat neljä kertaa muutaman minuutin välein. Kun NN oli nousemassa viidettä kertaa ohjaamoon, jalka lipesi ensimmäiseltä askelmalta, jolloin NN kaatui ja putosi oikea kylki edellä. Kylki osui ohjaamon lattian kulmaan. Kaksi kylkiluuta murtui, ja seurauksena oli kolmen viikon sairausloma.

5.4 Tapaturmategijät

Tapaturmategijöitä tarkastellaan tässä kappaleessa erillisinä, tapaturman syntyyn myötävaikuttavina tekijöinä, joihin vaikuttamalla tapaturman sattumisen todennäköisyys pienenesi tai seurausten vakavuus vähentyisi tai molempia. Yhteenvedossa ja kaaviossa tarkastellaan tapaturmategijöiden välisiä suhteita.

5.4.1 Toiminta- ja menettelytavat (työ ja työvälineet)

Sivutoimen takia NN ei kynnä itse koko peltoalaa. Siitä huolimatta sivutoimen maataloustöille aiheuttama aikapaine saattoi lisätä kiirehtimisen tarvetta. Tapaturmahetkellä käytössä olivat vähemmän tutut laina-aurat. Myöskään traktori ei ollut tavallisesti kyntötyössä käytettävä. Nämä seikat saattoivat lisätä aurojen säätötarvetta. Käytettyjen jalkineiden pohjat olivat kuluneet.

5.4.2 Koneet ja laitteet

Kyntöaurat olivat toimivat, mutta eivät omat. Aurojen asennon säätäminen mekaanisen työntövarren avulla edellytti tässä tapauksessa ohjaamosta poistumista. Jos käytettävissä olisi ollut hydraulinen työntövarsi, olisi säätö voitu tehdä ohjaamosta, mikä olisi poistanut ohjaamosta poistumisen tarpeen tai ainakin vähentänyt sitä. Traktori osoittautui tarkastuksessa yleisesti ottaen hyväkuntoiseksi. Kulkutien askelmat olivat lievää kulumaa lukuun ottamatta kunnossa eikä joustavia askelmia ollut. Kulkutien erillinen arviointi osoitti kuitenkin puutteita, joista ainakin osa todennäköisesti myötävaikutti tapaturman sattumiseen tai sen seurauksiin. Havaitut tapaturmaan liittyvät puutteet olivat :

1. askelmien pinnassa ei ole karhennusta tai kiviointia liukuesteenä
2. kiillottunut kuluma askelman reunassa heikensi kitkaa
3. askelmat eivät ole oviaukon keskellä
4. askelmarakenne ei ole takaa suljettu, sivuilta osittain

5. askelmien havaittavuus on osittain puutteellinen
6. kädensijojen muotoilu on puutteellinen, yhtenäinen käsijohte puuttuu, jolloin tarttuminen ei ole helppoa
7. kädensijojen määrä ja sijoitus ovat puutteellisia
8. kulkureitti on vino.

Kulkutien vaatimustenmukaisuuden arviointi

Käytetyn traktorin kulkuteiden olennaisimmat rakenteet mitattiin ja niiden standardienmukaisuus tarkastettiin. Tarkastusperusteena käytettiin standardia SFS-EN 1553:1998: "Maatalouskoneet. Itsekulkevat, nostolaitekiinnitteiset, puolihinattavat ja hinattavat koneet. Yhteiset turvallisuusvaatimukset". Kyseinen standardi ei koske traktoreita, mutta sen arvioitiin kuitenkin olevan käyttökelpoinen traktorin kulkuteiden arvioinnissa. Standardin SFS-EN 1553 mukaiset mitat alimman askelman korkeudesta (maksimi 550 mm) ja askelmavälistä (maksimi 300 mm) ovat samat kuin traktoreiden turvallisuusmääräyksissä (Työsuojeluhallitus 1984), mutta standardin SFS-EN 1553 mukaan askelmien leveyden minimimitta on 300 mm, kun se traktoriohjeessa on 250 mm. Kulkuteitä tarkasteltiin myös hieman varsinaista standardia laajemmin pohjautuen muuhun tutkimustietoon kulkuteistä.

Kulkutien rakenteet ja varsinkin niiden muotoilu oli yksi monista tapaturmaan myötävaikuttaneista tekijöistä.

Askelmat olivat hyvin merkitykselliset tapaturman synnyssä. Askelmien osalta standardin vaatimukset kuitenkin täyttyvät:

- alin askelma on traktorissa 520 mm maasta (standardin maksimiarvo 550 mm)
- askelmien etenemä noudattaa standardin vaatimusta (2 x nousu + etenemä < 700 mm)

Askelmat täyttivät standardin vaatimukset, mutta niissä oli useita edellä mainittuja puutteita, jotka heikensivät olennaisesti niiden turvallisuutta.

Käsijohteiden ja kädensijojen osalta standardin vaatimus 25-35 mm:n poikkileikkausläpimitasta ei toteutunut. Toisaalta tällaista vaatimusta ei ole missään traktoreita koskevissa ohjeissa. Koneen rungossa oleva kädensija oli muotoiltu kulmikkaasta putkesta, jonka poikkileikkausprofiilin mitat olivat 19 x 13 mm. Ovikaidekin oli kulmikas. Ohjaamon ulkopuolelta puuttui kahva kokonaan. Ohjaamon sisäpuoliset kahvat ovat pieniä, mikä vaikeuttaa tarttumista nopeassa, tämän tapaturman tyyppisessä tilanteessa, jossa NN hyppäsi ovi-aukkoon.

Oven ja oviaukon standardivaatimukset täyttyivät traktorissa. Kuitenkaan oveen ja oviaukkoon liittyvät tekijät eivät olleet kovin merkityksellisiä tapaturman kannalta, koska NN liukastui jo selvästi ennen oviaukkoon siirtymistä.

Traktorin kulkutiet olivat kädensijan liian pientä poikkileikkausläpimittaa lukuun ottamatta 15 vuotta valmistusajankohtaansa myöhemmin voimassa-olevien vaatimusten mukainen, mutta niiden turvallisuustasossa oli lukuisia puutteita.

5.4.3 Tapahtumaympäristö

Toimiala

Tapaturmatilanteen työ on maataloudessa yleistä. Tästä syystä myös useimmat tapaturmatekijät, kuten kulkutien ominaisuudet, ovat tuttuja. Sen sijaan vaara voi olla huonosti tunnettu. Tämäntyyppinen tapaturma on kuitenkin traktorin käyttöön liittyen tyypillinen.

Yritys

Tapaturmatilanteen työ oli tilalla tuttua, samoin kuin tapaturmatekijät. Ei kuitenkaan varsinaisessa tapaturman syytekijä –mielessä vaan tunnettuina työn osatekijöinä. Putoamiseen ja pieneen kitkaan liittyviä vaaroja ei tunnistettu. Liukkaus ei ollut kovin selkeästi havaittavissa. Tapaturmariski aliarvioitiin.

Työympäristö

Tapaturman sattuessa sää oli hyvä. Kulkureitti kulkutien ja kyntöauran välillä oli kuitenkin ruohoista ojan piennarta, jonka reunassa pellon puolella oli matalahko painauma vanhan vesivaon kohdalla. Alusta ei siis ollut tasainen. Pientareella ruoho saattoi olla kosteaa. Vanhan vesivaon takia traktori oli hieman kallellaan.

5.4.4 Henkilö

Viljelijän terveys ja työkyky olivat normaalit. Tapaturman mahdollisuus oli koulutuksen ja työkokemuksen perusteella periaatteessa tiedossa, mutta vastaavaa tapaturmaa ei ollut sattunut aiemmin. Todennäköisesti riski aliarvioitiin, eikä vaaraa käytännössä havaittu ja tiedostettu. Vaikka työ oli tuttua, kyntökerta oli ensimmäinen tapaturman sattumisvuonna, minkä johdosta työrutiinit eivät olleet vielä vakiintuneet. Tästä syystä se, että käytetyt koneet eivät olleet normaalisti tässä työssä käytettyjä, ei todennäköisesti ollut merkittävä tilannekokemukseen vaikuttava tekijä. Henkiseen tilaan ja työtapaan

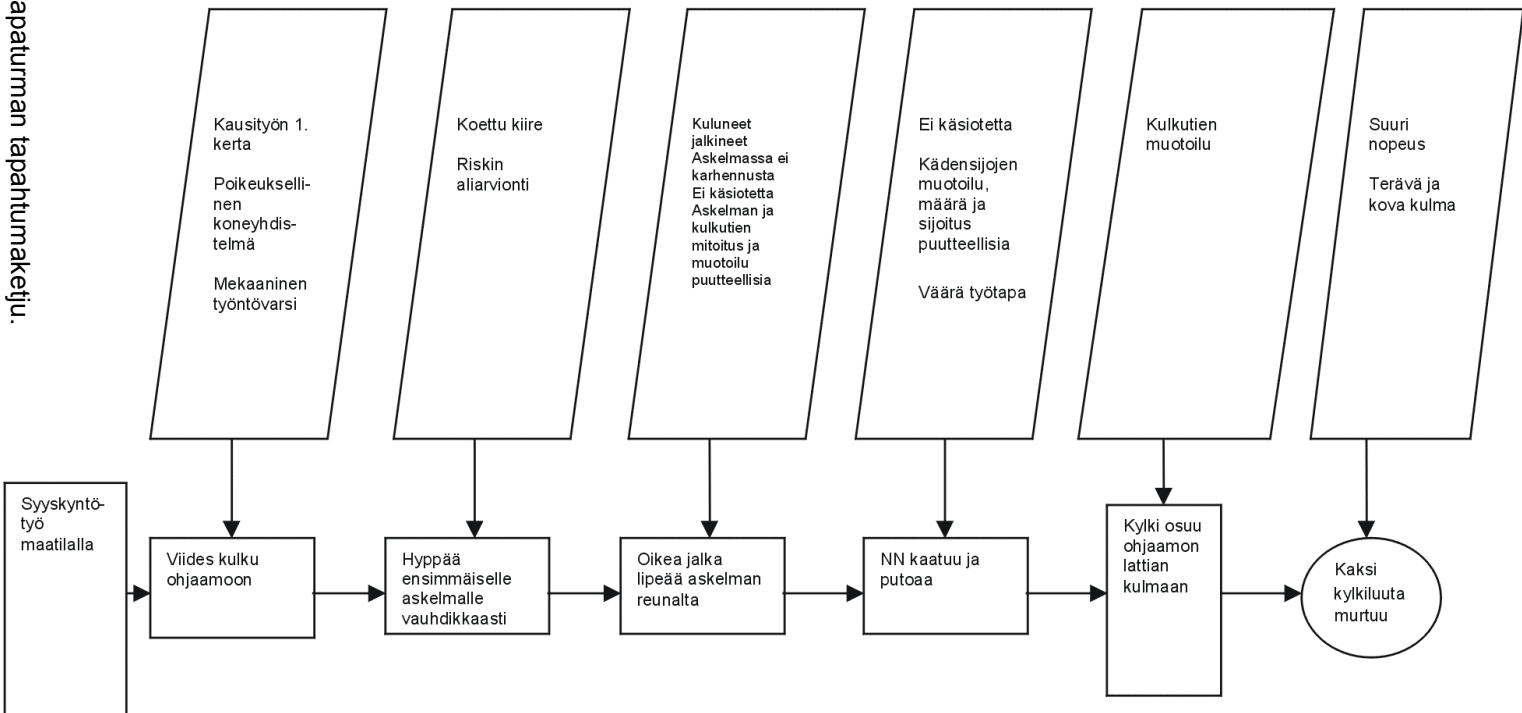
olivat vaikuttamassa työpaine ja koettu kiire syyskylvöjen ja sivutoimen takia sekä varsinkin usean säätö- ja kulkukerran aiheuttama tilannekohtainen ärsyyntyminen. Ohjaamoon nousussa käytetty työtapa oli väärä, nousu tapahtui nopeasti, osin hyppäämällä, eikä käsillä otettu tukea mistään.

5.5 Yhteenveto ja kaavio tapaturmatekijöistä ja tapahtumainkulusta

Tapaturman syntyyn vaikutti useita, osin yhtä aikaa vaikuttaneita tekijöitä. Näitä tekijöitä voitiin paikallistaa koneissa, työntekijässä, toiminta- ja menettelytavoissa sekä toimintaympäristössä. Tapahtumaketjuja (kuva 20) oli tässä vain yksi, työntekijän toimintaan liittyvä tapahtumaketju. Tämä johtuu siitä, että vammauttava energia sisältyi työntekijään ja työtapaan, eikä työympäristöön tai koneeseen tai niiden muutoksiin. Vamman aiheuttaneen kohteen eli kulkutien muodostuminen voitaisiin kuvata rinnakkaisella tapahtumaketjulla, mutta sen aikajänne olisi niin paljon suurempi, että kulkutietä tarkastellaan vain pysyvänä työympäristötekijänä. Tapahtumainkulun oleellisia vaiheita ja tekijöitä olivat:

- toistunut kulkutarve ohjaamosta perinteisen teknologian takia
- tämän aiheuttama kiireen ja turhautumisen tunne
- riskin aliarviointi
- jalan lipeäminen askelman ja jalkineen välisen riittämättömän kitkan takia
- putoaminen, koska käsillä ei ollut otetta käsijohteesta
- vamma terävän kulman aiheuttamana.

Kuva 20. Tapaturman tapahtumaketju.



Tapaturman keskeiset, välittömät tekijät löytyivät kulkutien puutteellisen muotoilun ja työntekijän käyttäytymisen yhteisvaikutuksesta. Työtapaan ja työhön liittyviin ongelmiin löytyi selittäviä tekijöitä toiminnan yleiseltä tasolta. Kulkutien puutteellisen muotoilun syitä ei pohdita tässä tarkemmin. Olenaisia tekijöitä olivat kulkutien käyttöön liittyvät väärät työtavat, liian suuri nopeus ja käsijohteiden käyttämättä jättäminen. Käsijohteiden käyttämättä jättämiseen sekä hyppäämiseen myötävaikuttivat todennäköisesti käsijohteiden ja askelmien puutteellinen sijoitus, mitoitus ja muotoilu (Kuva 20). Liuksastumisen syynä oli suuren vauhdin lisäksi puuttunut karhennus. Lisäksi on todennäköistä, että jalka osui askelman reunaan sen mitoituksen ja kulkutavan yhteisvaikutuksesta johtuen. Muitakin tapaturmatekijöitä on esitetty kuvassa 20. Yleisenä johtopäätöksenä voidaan todeta, että tapaus on malliesimerkki siitä, kuinka työympäristön mitoitus, muotoilu ja muut ominaisuudet vaikuttavat tapaturmariskiä käyttäytymisen muuttuessa: kulkutien muotoilu ei salli nopeutettua kulkutapaa ja toisaalta se johdattaa vääriin tai puutteellisiin toimintatapoihin, kuten käsijohteiden käyttämättä jättämiseen kiireessä tai hyppäämistarpeeseen suuren askelmakorkeuden takia.

5.6 Torjuntatoimenpiteet

Seuraavassa on esitetty yleisemmin tekijöitä, joilla vastaavatyypisten tapaturmien todennäköisyyttä voidaan vähentää. Torjuntatoimenpiteitä voidaan lisäksi johtaa kuvan 20 tapaturmatekijöiden eliminoinnista, sikäli kuin niitä ei ole esitetty seuraavassa.

5.6.1 Toiminta- ja menettelytavat

Myönteisiä turvallisuusasenteita sekä riittäviä tietoja vaaroista olisi edistettävä myös omaa työtään tekevien mikroyrityksissä. Kun työtavat ja –menetelmät muotoutuvat usein koneiden ehdoilla ja pienyritykset vaikuttavat itse eniten toimintaympäristöönsä esimerkiksi valitsemalla käytettävät koneet, tämä vaatimus korostuu. Kiireen välttämiseksi olisi painotettava toiminnan suunnittelun merkitystä. Työvaatetuksen, kuten jalkineiden merkitys työviihtyvyyden ja -turvallisuustekijänä saattaa olla aliarvioitu.

5.6.2 Koneet ja laitteet

Vaikka traktori olisi valmistusajankohtansa vaatimusten mukaisessa kunnossa, voi sen ergonomia ja turvallisuustaso olla puutteellinen. Konevalmistajien tulisi laatia koneen elinkaarin palvelujärjestelmä, jonka avulla koneen turvallisuustason päivitys olisi mahdollista haluttaessa.

5.6.3 Tapahtumaympäristö

Liikkuvien työkoneiden toimintaympäristö vaihtelee laajasti. Varsinkin mikroyrityksissä kuten maatilataloudessa konekanta, koneiden käyttäjät ja työympäristö vaihtelevat paljon. Konevalmistajien olisi tunnettava kaikki vaihtelevat vaatimukset käyttöön sopivien koneiden suunnittelemiseksi. Eri alojen järjestöt, viranomaiset ja tiedotusvälineet voisivat välittää tietoa kulkuteiden käyttöön liittyvistä vaaroista, koska tapaturmariskin aliarviointi vaikuttaa yleiseltä.

5.6.4 Henkilö

Koulutus ja työkokemus eivät välttämättä lisää tietoisuutta riskeistä toivotulla tavalla. Asenteiden kehittyminen ja turvallisuusjohtamisen opetus olisi sisällytettävä laajemmin varsinkin ammatilliseen koulutukseen.

6 Eri koneiden kulkuteiden analysointi

6.1 Käytössä olevat kulkutierakenteet

Kulkutiet ovat kehittyneet hyvin paljon 1970- ja 80-lukujen rakenteista. Koneiden suunnittelijat osaavat nykyisin kiinnittää huomiota myös kulkutierakenteiden muotoiluun ja käyttömukavuuteen. Lisäksi monien koneiden ostajat ja käyttäjät ovat alkaneet vaatia lisäominaisuuksia myös kulkuteiltä. Tämä onkin erittäin myönteinen ilmiö ja omiaan kehittämään kulkuteitä kokonaisuudessaan.

Monien ajettavien työkoneiden käyttöikä on kuitenkin pitkä ja vanhat kulkutierakenteet ovat käytössä vielä hyvin yleisesti. Esimerkiksi maataloudessa käytetään paljon vanhoja traktoreita hyvin vaihtelevissa työtehtävissä. Käytössä olevat kulkutierakenteet saattavat usein olla hyvinkin kuluneita tai jopa rikkoutuneita.

6.2 Tarkastuslistaehdotus

Hankkeessa tehtiin tarkastuslista lähinnä kulkuteiden suunnittelun tueksi (Liite 2). Siinä on selvitetty yksityiskohtaisesti eri standardien vaatimuksia ja tutkimusten pohjalta syntyneitä suosituksia. Tarkastuslistan vaatimuksiin tutustuttaessa saattaa olla tarpeellista tutustua myös asianomaisiin standardeihin. Esimerkiksi kulkutien mitat voi olla määritelty siten, että niitä sovellettaessa vaaditaan oikeiden käsitteiden ymmärtämistä. Kansainvälisiä ja eurooppalaisia ergonomia- ja kulkutiemääräyksiä ja standardeja on käsitelty

laajasti myös Ajettavien työkoneiden kulkuteiden turvallisuus –hankkeen ensimmäisen osan loppuraportissa (Suutarinen ym. 2001).

Tarkastuslista on suunniteltu käytettäväksi joko käytössä olevan koneen tai prototyypin arvioinnissa tai suunnittelutyön edetessä. Lista on varsin kattava ja siitä saattaa olla hyötyä myös käyttäjäkoulutuksessa.

Tarkastuslistan yhteensä 59 arviointikohdetta on jaettu 11 osioon:

	Osio	Arviointikohteita
1	Toiminta	8
2	Askelmat	11
3	Askelmamateriaali	3
4	Toiminnallisuus	6
5	Ovi	6
6	Varaueloskäynti	2
7	Käsijohteet ja kädensijat	9
8	Kulktasot	5
9	Ohjaamo	4
10	Kulktien vapaus	3
11	Kulktien lujuusvaatimuksia	3

Tarkastuslistan testauksissa arviointikohteita oli muutama enemmän, mutta listaa tiivistettiin testien perusteella. Listan suositusten ja vaatimusten toteutumista kohteessa arvioidaan asteikolla "toteutunut", "osittain toteutunut", "ei toteutunut" tai "ei osaa sanoa".

Tarkastuslistaa testattiin keväällä 2002 Kalmar TRX182 terminaalitraktorin (Kuva 21) kulkuteiden arvioinnissa. Kone on satamissa konttien vetämiseen tarkoitettu terminaalitraktori. Sen kulkuteissa on useita työskentelyympäristön aiheuttamia erityisvaatimuksia. Muun muassa koneen ulkonevat rakenteet ovat minimaalisia ja konetta ajetaan paljon molempiin kulkusuuntiin. Koneessa on kääntyvä istuin. Lisäksi kuljettajan työnkuvaan kuuluu tiheä liikkuminen ohjaamon ulkopuolelle, liikuteltavan kontin luokse, ja takaisin ohjaamoon. Yleensä kuljettajan ei kuitenkaan tarvitse käydä maassa asti.

Koko koneen ja kulkuteiden rakenteilta vaaditaan kolhujenkestävyyttä ja tukevia rakenteita. Konetta käytetään enimmäkseen tasaisella alustalla ja sivukallistukset ovat pieniä. Koneen käyttöympäristössä on paljon ahtaita paikkoja, joissa näkyvyys on rajoittunut, kuten rahtilaivojen ruumat. Kontin ja ohjaamon välinen tila on erittäin ahdas kontin ollessa kiinnitettynä, mikä

vaikeuttaa kulkutiellä liikkumista huomattavasti. Käsikaiteita ei ohjaamon takaa poistuttaessa ole kuin toiselle kädelle. Kulkureitti maasta ohjaamoon tai päinvastoin sisältää 90° kulman. Ohjaamossa on ovi myös kulkusuunnassa vasemmalla puolella. Sen käyttö on hankalaa ahtauden ja portaiden jyrkkyyden vuoksi.



Kuva 21. Kalmar TRX182 terminaalitraktori.

Tarkastuslistaa testattiin myös kesällä 2002 Valtra T190 traktorin kulkuteiden arvioinnissa. Kone on maatalouskäyttöön tarkoitettu kookas ja korkea traktori. Koneita käytetään maasto-olosuhteissa, joten kestävyysvaatimukset ovat suuret. Lisäksi sitä käytetään kaltevilla pinnoilla, mikä vaikuttaa kulkuteiden käyttöominaisuuksiin. Koneessa on kaksi samanlaista ovea ja kulkutiet ovat muiltakin osin melko samanlaiset molemmilla puolilla. Kulkusuuntaan nähden oikean puoleisella kulkutiellä ohjaamon hallintalaitteet kuitenkin vaikeuttavat liikkumista huomattavasti.

Koska terminaalitraktoreille ei ole omaa standardia, ovat listan suositukset sen osalta sovelluksia muista standardeista. Ne voivat osittain olla epätarkoituksenmukaisiakin ottaen huomioon kyseisen konetyypin erityisvaatimukset. Annettua suositusta tulkittaessa onkin otettava tarkkaan huomioon eri koneiden erilaiset toimintaympäristöt. Esimerkiksi työskentelyolosuhteet, joihin terminaalitraktori ja maataloustraktori on suunniteltu, poikkeavat täysin toisistaan.

Kalmar TRX182 terminaalitraktorin kulkuteillä tarkastettiin yhteensä 66 tarkastuslistan suositusta. Kolme tarkastuslistan kohtaa oli sellaisia, ettei niitä voinut tässä koneessa tarkastella. Yhteenveto suosituksista:

Suositus	määrä	osuus
"Toteutunut"	39 kpl	58 %
"Osittain toteutunut"	16 kpl	24 %
"Ei toteutunut"	11 kpl	16 %
"Ei osaa sanoa"	1 kpl	1 %

Kohtia, joihin tuli kaksi eri arviota, oli 2 kpl. Näin tapahtui esimerkiksi silloin, kun koneen kaksi eri kulkutietä täyttivät vaatimukset eri tavoin.

Valtra T190 traktorin kulkuteillä tarkastettiin yhteensä 64 tarkastuslistan suositusta. Viisi tarkastuslistan kohtaa oli sellaisia, ettei niitä voinut tässä koneessa tarkastella. Yhteenveto suosituksista:

Suositus	määrä	osuus
"Toteutunut"	43 kpl	67 %
"Osittain toteutunut"	16 kpl	25 %
"Ei toteutunut"	2 kpl	3 %
"Ei osaa sanoa"	3 kpl	5 %

6.3 Kehittämistarpeet

Kulkuteihin liittyy useita erityistarpeita ja -vaatimuksia, jotka ovat edellytyksenä hyvän kulkutien toteutukselle. Koneiden kulkutiet ovat nykyisin jo varsin hyviä ja turvallisia, mutta muutamien seikkojen huomiointi tekisi niistä vielä turvallisempia. Tutkimushankkeen eri vaiheissa ja tarkastuslistan käytön yhteydessä yleisimpiä ja/tai pahimpia havaittuja puutteita tai virheitä olivat:

- Kolmipistetuenta ei ole mahdollista koko kulkutien käytön ajan. Kun kulkutietä noustaan etuperin tai laskeudutaan takaperin, kolmipistetuenta on useimmiten mahdollista. Etuperin laskeuduttaessa käsijohteet loppuvat yleensä kesken.
- Kulkuteiden käyttöä ei ole opastettu käyttö- ja huolto-ohjeissa.
- Kääntyminen ohjaamossa takaperin laskeutumista varten on esteinen, päätä voi kolhia tai jaloille on kompastumispaikkoja.

- Oveen kiinnitetyt käsijohteet ovat liikkumisen kannalta useimmiten oikeassa paikassa, kunhan ovi on riittävän tukeva ja käsijohteet oikean muotoiset.
- Ohjaamon säilytystilat ovat puutteellisia.
- Kulkutiellä on kulmia, ulokkeita ja lisävarusteita, joita pitää varoa tai joihin voi kolhia itsensä.
- Käsijohteet ovat liian ahtaat tai pienet ja käsijohteiden paikka voi olla sellainen, että käden asento ei ole luonteva, jolloin käsijohdetta ei käytetä.
- Askelmia ei ole suojattu riittävästi esimerkiksi pyörästä lentävältä loalta.

Suurin osa näistä havaituista puutteista on yksityiskohtia koko kulkutietotutuksen kannalta - eikä niiden laiminlyöntiä välttämättä voida perustella edes kustannussyillä. Kysymys on pitkälti asenteista ja kulkuteiden merkityksen ymmärtämisestä. Kulkuteiden käyttöastehan on kuitenkin suuri lähes koneessa kuin koneessa ja yhteys koneturvallisuuteenkin on jo aiemmin todettu ilmeiseksi. Kulkutiesuunnittelun painoarvon nostaminen suunnitteluprosessissa onkin välttämätöntä suotuisamman kehityksen saavuttamiseksi.

7 Käyttäjäkysely

7.1 Menetelmät ja aineisto

Tutkimuksen yhtenä osana tehtiin käyttäjille suunnattu kysely. Tällä pyrittiin kartoittamaan ihmisen luontaisia toimintatapoja ja kulkuteiden eri tekijöitä, jotka vaikuttavat toiminnan ohjautumiseen. Tutkimushankkeen ensimmäisessä vaiheessa käyttäjien kokemuksia ja mielipiteitä kerättiin haastattelemalla. Tällöin haastateltavat olivat kokeneita koneidenkäyttäjiä ja analysointi keskittyi heidän pääsääntöisesti käyttämäänsä koneeseen tai koneryhmään.

Nyt tiedonkeruumenetelmänä oli kyselylomake ja tiedusteltavat asiat liittyivät enemmän omiin henkilökohtaisiin valintoihin kulkutiellä liikuttaessa. Kyselyyn osallistui Hämeen ammatti-instituutin Mustialan yksikön maatalousalan perustutkinnon opiskelijoita ja muutama heidän ohjaajansa. Heitä voidaan pitää siis tulevaisuuden koneenkäyttäjinä. Nuorten koneenkäyttäjien toimintamalleihin ja turvallisuusasenteisiin on yleensä helpompi vaikuttaa kuin kymmeniä vuosia koneita käyttäneiden vastaaviin. Kaikilla kyselyyn vastanneilla oli jonkin verran kokemusta maataloustraktoreista ja muista maataloudessa käytettävistä koneista. Kyselyyn vastasi opastetussa ryhmätilaisuudessa traktorin äärellä 5 naista ja 3 miestä.

Kyselytilaisuudessa oli paikalla Valmet 705 maataloustraktori. Tätä traktori-mallia valmistettiin 1990-luvun alkuun asti ja sitä käytetään yleisesti suomalaisilla maatiloilla. Sen ovi on saranoitu moottorin puolelta eli ovi aukeaa samantyyllisesti kuin normaaleissa autoissa. Tämä poikkeaa nykyisin yleisesti käytettävästä "kaapparimallisesta" ovien saranoinnista. Lisäksi traktori on varsin matala ja pienikokoinen, ja kulkutierakenne on äärimmäisen pelkistetty.

Kyselyssä oli tarkoitus tarkastella nimenomaan käyttäjien toimintaa. Kysymyksien yksityiskohtaisuudella tavoiteltiin vastaajan paneutumista asiaan ja mahdollisesti suhteuttamista myös muihin koneisiin. Kysymyksiin vastaamisen ohessa kaikilla oli mahdollisuus kokeilla kulkuteitä ja käyttää niitä näin vastaamisen tukena. Kyselyyn vastaamiseen annettiin ohjeet ja paikalla oli koko ajan hankkeen tutkija tarkentamassa kysymyksiä, mikäli niissä ilmeni epäselvyyksiä.

Kyselyyn osallistuneiden naisten ikäjakauma oli 17-20 vuotta ja miesten 17-50 vuotta. Naisten keskipituus oli 167,6 cm ja -paino 70,6 kg ja miesten keskipituus 175,6 cm ja -paino 81,7 kg. Otoskoko oli pieni, eikä otosta voi suoraan rinnastaa mihinkään perusjoukkoon.

Kysely sisälsi viiteen eri osioon jaettuna valintakysymyksiä asteikolla 1-5, kuusi avointa kysymystä sekä kyseisen koneen kulkutien käyttömukavuuden arvioinnin samalla arviointiskaalalla kuin simulaattorimittauksissa käytettiin (Liite 1). Arvioinnit pyydettiin erikseen nousulle, laskeutumiselle etuperin ja laskeutumiselle takaperin.



Kuva 22. Käyttäjäkyselyssä käytetty Hämeen ammatti-instituutin Mustialan yksikön Valtra 705 maataloustraktori.

7.2 Tulokset

7.2.1 Toiminta ja valinnat kulkuteillä

Toimintaa ja valintoja kulkuteillä tarkasteltiin kahvoista tarttumisen, oven aukaisemisen, askelmien käytön ja laskeutumisen kulkusuunnan valitsemisen kautta. Valintojen yleisyyttä omassa käyttäytymisessä arvioitiin: "aina", "usein", "50/50", "joskus" ja "en koskaan" -kuvauksilla.

Vastausten perusteella rutiininomaisinta ja yleisintä oli ohjaamoon noustessa oven avaaminen maassa seisten sekä noustessa jokaisen askelman käyttö. Hyppääminen alas astumatta alimmalle askelmalle oli vastausten mukaan varsin harvinaista. Käsikahvojen käyttö arvioitiin selvimmin "50/50" -luokkaan eli siinä esiintyi eniten henkilökohtaista vaihtelua.

Osioon kuuluneessa avoimessa kysymyksessä tiedusteltiin syitä ohjaamosta laskeutumiselle etuperin. Syyksi mainittiin:

- ”On helpompi tulla alas etuperin.”
- ”Ehkä nopeus, kätevyys”
- ”Nopeammin pääsee jatkamaan hommiaan.”
- ”Kiire”
- ”Siitä on tullut tapa. Se on jotenkin luonnollisempaa.”
- ”Poistuminen on nopeampaa etuperin. Ja näkee varmasti minne on astumassa”
- ”Ei ehkä laiskuuden takia vaivaudu kääntymään ahtaassa tilassa.”
- ”Nopeammin perillä, ei tarvi enää kääntyä maassa.”

7.2.2 Portaat

Portaiden ominaisuuksia tarkasteltiin porraskulman, mittojen ja ominaisuuksien arvioinnilla. Mittoina arvioitiin ensimmäisen askelman korkeutta, askelmien korkeuseroa, askelmien leveyttä ja askelmien syvyyttä. Ominaisuuksista arvioitiin askelmien pitoa ja havaittavuutta.

Kyselyssä mukana olleessa Valmet 705:ssä on kaksi askelmaa ohjaamon lattiatason lisäksi. Alin askelma on noin 460 mm:n korkeudella maan pinnasta. Askelmien nousut edellisestä ovat 320 ja 220 mm. Askelmien leveydet alhaaltapäin ovat 320 ja 400 mm. Askelmapintojen syvyydet ovat 95 ja 165 mm.



Kuva 23. Valmet 705:ssä on käytetty oviaukon sisäpuolella olevaa porrasta.

Traktorin porraskulma ja portaiden mitat arvioitiin lähes yksimielisesti "sopiviksi". Vaihtelu oli lähes olematonta, mutta toisaalta kyseisen traktorin kulutie on erittäin yksinkertainen ja korkeuskin melko matala, joten sen voi olettaakin karsivan ääripäät pois arvioista. Lisäksi vastaajien vähäinen kokemus eri koneista saattoi vaikeuttaa sopivan "arviointihaarukan" löytämistä.

Ominaisuuksien osalta hajontaa oli hieman enemmän ja askelmapintojen pito arvioitiin "tydyttävän" ja "hyvän" välille. Askelmien havaittavuus arvioitiin hieman tyydyttävää paremmaksi.

Osioon kuuluneessa avoimessa kysymyksessä pyydettiin parannusehdotuksia kyseisen koneen portaisiin. Sellaisiksi esitettiin:

- ”Muunneltavuus esim. metsäajo”
- ”On vaikea sanoa. Oli vain yksi porras ja askelman korkeusero oli aika suuri.”
- ”Joissakin koneissa (traktoreissa) askelmien välimatka on liian suuri.”
- ”Niitä on vaan yksi ja askelman korkeusero on aika suuri.”

7.2.3 Käsijohteet ja kaiteet

Käsijohteita ja kaiteita arvioitiin mittojen ja ominaisuuksien valossa. Lisäksi tarkasteltiin erikseen kummankin puoleisia kahvoja/kaiteita jakamalla ne "tuulilasin puoleiseen" ja "takarenkkaan puoleiseen" johteeseen tai kaiteeseen.

Kyselyssä mukana olleessa Valmet 705:ssä on yhteensä kolme käsijohdetta tai kädensijaa. Kaksi niistä on ovensa tuulilasin puolella. Ne ovat poikki-pinnaltaan pyöreitä. Lisäksi takarenkkaan puolella oviaukon sisäpuolella on yksi litteäksi muotoiltu kädensija. Käsijohteiden ja kädensijan suorien osien pituudet ovat 270 mm (oven alempi käsijohde), 680 mm (oven ylempi käsijohde) ja 230 mm (takarenkkaan puoleinen kädensija).



Kuva 24. Valmet 705:n oven käsijohteet.



Kuva 25. Valmet 705:n takarenkkaan puoleinen kädensija.

Mitoista arvioitiin käsijohteiden pituutta tai kädensijojen määrää, kädensijojen paksuutta ja käsitalan kokoa. Ominaisuuksista tarkasteltiin kädensijojen sopivuutta käteen erikseen noustessa ja laskeutuessa sekä niiden havaittavuutta.

On otettava huomioon, että kyseisessä traktorissa ohjaamon ovien saranointi on tehty tuulilasin puolelle. Nykytraktoreissa yleisempi on päinvastainen oven aukeamissuunta.

Tuulilasin eli saranapuolella mittoja pidettiin varsin yksimielisesti "sopivina" ja ominaisuuksia tyydyttävän ja hyvän välimaastossa.

Takarenkaan puolella mittoja pidettiin niinkään aivan yhtä yksimielisesti "sopivina", mutta ominaisuuksia hieman heikompina kuin tuulilasipuolella ollen kuitenkin "tydyttäviä". Tällä puolella ei ollutkaan kuin yksi käsikahva ovenpielen sisäpuolella.

Osioon kuului kaksi avointa kysymystä. Ensimmäisessä kysyttiin syitä mikäli ei käytä kahvoja molemmilla käsillä. Syiksi esitettiin:

- "Käsi on varattu tai ei ole tarvetta ottaa kiinni."
- "Kun hyppään pois traktorista, en käytä kahvoja molemmilla käsillä."
- "Kiire/laiskuus"
- "Kiire/laiskuus"
- "Toisessa kädessä on jotain tai muutenkin pääsee."

Toisessa kysymyksessä tiedusteltiin parannusehdotuksia ko. koneen käsijoh-teisiin. Sellaisiksi tarjottiin:

- "Pinnoitus"
- "Sijaitsee aika kaukana lyhytkätisille."
- "Pidän enemmän kiinteistä kädensijoista kuin ovesa olevista (liikkuvat oven mukana)"
- "Ovat ehkä hieman liukkaita!"
- "Aika kaukana lyhytkätisimmille."

7.2.4 Ovi ja oviaukon mitoitus

Ovea ja oviaukon mitoitusta arvioitiin "mitat" ja "ominaisuudet" -osioissa. Itse mitoista arvioitiin oviaukon korkeus ja leveys. Ominaisuuksista tarkasteltiin ovelle pääsyn helppoutta, oven aukaisemisen helppoutta, ovenkahvan sijoitusta (sisä- ja ulkopuolella), ovenkahvan ja lukon toimintaa sekä oven aukipysymistä.

Kyselyssä käytetyn Valmet 705:n oviaukon maksimikorkeus on 1680 mm. Oviaukon leveys alhaalta on 370 mm, oviaukon leveys korkeudella 460 mm (oviaukon alapinnasta) on 480 mm ja oviaukon leveys ylhäällä on 690 mm.



Kuva 26. Valmet 705:n oviaukon alaosan muoto on traktorille hyvin tyypillinen.

Mitat arvioitiin edelleen yksiselitteisesti "sopiviksi" olemattomalla vaihtelulla. Ominaisuuksista tyydyttävän alapuolelle jäi ainoastaan oven aukipysyminen. Kaikki muut arvioidut ominaisuudet arvioitiin "tyydyttävän" ja "hyvän" välille. Parhaimmat arvosanat saivat oven aukaisemisen helppous ulkopuolelta ja ovenkahvan sijoitus ulkopuolella.

Osion avoimessa kysymyksessä tiedusteltiin parannusehdotuksia ko. koneen oviaukkoon ja oven toimintaan. Kaikki parannusehdotukset liittyivät oven auki pysymiseen:

- ”Ovi ei oikein suostu pysymään auki.”
- ”Ovien aukipysyminen on joskus mitä sattuu.”
- ”Ovi voisi pysyä auki haluttaessa.”

7.2.5 Muut ominaisuudet

Muita ominaisuuksia, joita pyydettiin arvioimaan ja jotka eivät mahtuneet edellisten otsikoiden alle, olivat kulkutien esteettömyys ohjaamossa, kääntymismahdollisuus ohjaamossa, askelmien arvioitu puhdistettavuus, hätäpoistumistien merkintä ja ohjaamon säilytystilat.

Kulkutien esteettömyys ohjaamossa ja kääntymismahdollisuus ohjaamossa arvioitiin tyydyttäväksi tai hieman sen yli, mutta askelmien puhdistettavuus,

hätäpoistumistien merkintä ja säilytystilat ohjaamossa arvioitiin tyydyttävää heikommaksi eli lähemmäksi "huonoa". Ohjaamon säilytystilat saivat koko kyselyn kaikista ominaisuuksien arvioinneista heikoimman kokonaisarvosanan.

Avoimena kysymyksenä kysyttiin tekijöitä, jotka saisivat poistumaan ohjaamosta takaperin laskeutuen. Tekijöiksi mainittiin:

- ”Jos kääntyminen olisi helpompaa hytissä.”
- ”Jos askelmien väli on suuri ja jos raput ovat liukkaat.”
- ”Turvallisuus. (En ole aiemmin ajatellut poistumistavan turvallisuutta)”
- ”Tavaroiden ulostuomisessa hytistä poistuu takaperin”
- ”Liukkaat portaat, alastulomaa pirun epätasaista.”

7.2.6 Käytön epämukavuus tai mukavuus

Kyseisen kulkutien toistuvan käytön hankaluutta tai mukavuutta tiedusteltiin samalla asteikolla (Liite 1) kuin simulaattorikokeissa. Periaate asteikon (0-20) käytössä oli, että mitä epämukavampaa tai kuormittavampaa käyttö on, sitä suuremman numeroarvon se saa. Arvosana pyydettiin merkitsemään lomakkeeseen erikseen nousulle, alastulolle etuperin ja alastulolle takaperin.

Eri suoritukset arvioitiin seuraavasti:

nousu, keskiarvo 6 (= mukavaa) vaihteluväli 2-8

alastulo etuperin 10 (= "neutraali", ei sanallista arviota) vaihteluväli 6-14

alastulo takaperin 9 (= melko mukavaa) vaihteluväli 4-14

Koska jokainen muodostaa itse oman "haarukkansa" ei keskiarvoistaminen ole kovinkaan hedelmällistä, vaan pikemminkin saman henkilön eri suoritusten vertaaminen toisiinsa. Tämäntyyppisessä tarkastelussa ei ole kuitenkaan yhtä ja ainoaa oikeaa tapaa lähestyä asiaa, sillä itsearvioitu mielipide on periaatteessa aina oikea, eikä sitä voi selittää mittausvirheellä. Kyselyssämme käytetyn koneen kulkutiet saivatkin vastaajiltamme arvioita "erittäin mukavasta" - "hankalaan".

7.3 Yhteenveto

Käyttäjäkyselyn pienen otoksen perusteella yleistyksiä ei voida tehdä, mutta menetelmänä se on tämänkaltaisessa tutkimuksessa erittäin käyttökelpoinen. Esille tuli selvästi, että tämäntyyppisellä kenttätutkimuksella saavutetaan helposti myös valistus-vaikutus ja vastaajat saadaan tiedostamaan asioita,

joita he eivät ole aiemmin juurikaan tiedostaneet. Turvallisuuteen liittyvät asiat ja riskien tiedostaminen vaativat asiaan paneutumista ainakin hieman. Tämä voi olla hankalaa erityisesti kokemattomille koneenkäyttäjille.

8 Tulosten tarkastelu

Tutkimuksen tavoitteena oli tuottaa tietoa ja menetelmiä kulkuteiden turvallisuuden kehittämiseen, tutkia kulkuteiden turvallisuuteen vaikuttavia ominaisuuksia ja selvittää turvallisen kulkutien vaatimukset. Monipuolisella tutkimusotteella pyrittiin saamaan laaja kuva kulkuteiden turvallisuuteen vaikuttavista tekijöistä. Monipuolinen menetelmäkonsepti osoittautui hyväksi ratkaisuksi ja tutkimus pystyi vastaamaan perustellusti tutkimuskysymyksiin.

Simulaatiokokeiden perusteella jyrkkä porraskulma lisäsi käsivoimien käytön tarvetta sekä ohjaamoon noustessa että sieltä poistuttaessa. Myös Nevala ja Väyrynen (1988) toteavat, että mitä jyrkempi nousukulma kulkutiessä on sitä enemmän tehdään töitä käsillä. Ainoastaan voimankäyttö ei kuitenkaan ratkaise käyttömukavuutta. Simulaatiokokeessa koehenkilöt kokivat pienen (216 mm) askelmavälin hankalimmaksi, vaikka sen käytössä tarvittiin vähemmän jalka- ja käsivoimia kuin isommilla askelmaväleillä. Myös alimman askelman korkeus vaikutti voimankäyttöön ja käyttömukavuuteen. Mitä korkeammalla ensimmäinen askelma oli, sitä enemmän liikkuminen vaati voimaa ja käyttäjät kokivat liikkumisen hankalammaksi.

Mahdollisuus kolmipistetuentaan liikuttaessa kulkutiellä on todettu tärkeäksi monissa tutkimuksissa. Kolmipistetuenta voidaan käyttää silloin kun koneeseen nousee ja silloin kun sieltä poistutaan takaperin. Kun koneen ohjaamosta poistutaan etuperin, loppuvat käsijohteet yleensä kesken. Etuperin liikkuminen on kuitenkin ihmisille yleensä luontevampaa, ja siksi kolmipistetuenta tulisi olla mahdollista etuperin ohjaamosta poistuttaessa. Takaperin laskeutumista rajoittaa usein myös kääntymistilan ahtausta ohjaamossa.

Tutkimuksessa nousi selvästi esiin, että käyttäjät eivät kovin hyvin tiedosta kulkutiellä liikkumiseen sisältyviä riskejä. Lisäksi kiire muuttaa helposti liikkumistapaa ja riskinotto kasvaa. Otokset olivat sekä käyttäjäkyselyssä että tapaturmatutkimuksessa niin pieniä, ettei niiden perusteella voida tehdä yleistyksiä. Tulokset ovat kuitenkin samansuuntaisia kirjallisuusselvityksen kanssa. Ihmiset eivät yleensä kiinnitä erityistä huomiota portaisiin. Koska työkoneneen kulkutietä lisäksi käytetään ehkä jopa kymmeniä kertoja päivässä, perustuu liikkuminen todennäköisesti enemmän oletuksiin ja automaattisiin taitoihin kuin havaintoihin ja tilanteen analysointiin. Kulkutien tulisi ottaa huomioon myös vaihtelu ihmisen ja ihmisten toiminnassa. Käytännössä tämä tarkoittaa esimerkiksi riittävän kookkaita askelmia, hyvää näkyvyyttä, kulkutien likaantumisen estämistä ja vaarallisten ulokkeiden poistamista kulkutieltä.

Kulketietapaturman tutkinnassa tapaturmatekijöiksi osoittautuivat kulkutien ominaisuudet, kulkutien käyttäjä ja toimintaympäristö. Tapaturman multi-kausalisuus on vallitsevan tapaturmateorian mukaista (Reason 1990). Havaitut tapaturmatekijät saavat tukea sekä tämän tutkimuksen muiden osien tuloksista että aiemmasta tutkimuksesta, jota Suutarinen ym. (2001) ovat referoineet.

Tutkimushankkeessa luotiin kulkuteiden suunnittelun avuksi tarkastuslista, jotta tutkimustulokset olisivat vaivattomasti käytäntöön sovellettavissa. Listassa esitetään sekä standardien vaatimuksia että tutkimuksen aikana esiin nousseita suosituksia. Tarkistuslista on laaja esitys turvallisuuteen vaikuttavista kulkutien ominaisuuksista ja hyvän kulkutien vaatimuksista. Listaa on käytännössä testattu ja pyritty kehittämään kokemusten perusteella. Suurimmaksi ongelmaksi käyttötilanteissa on koettu listan laajuus. Toisaalta listan laajuus ohjaa suunnittelijaa tai käyttäjää arvioimaan kulkuteiden rakennetta monipuolisesti.

Maatalous- ja metsäkoneiden standardeja uusittaessa ei koneiden kulkuteille ole juuri ehdotettu uusia vaatimuksia. Entiset mitat säilynevät uusissakin standardeissa. Vanhat vaatimukset säilyvät esimerkiksi, kun standardit EN 1553 ja ISO 4254-1 uusitaan ja yhdistetään standardiksi EN-ISO. Ainoastaan isojen metsäkoneiden turvallisuusstandardia ISO 11850 uusittaessa Ruotsi on esittänyt vaatimuksia alimman askelman siirtämisestä alemmas, enintään 400 mm:n korkeudelle. Sama vaatimus esitettiin myös vastaavan EN-standardiehdotuksen käsittelyssä. Se ei kuitenkaan saanut kannatusta ja korkeudeksi jää edelleen enintään 550 mm. Koneinäyttelyissä on esitelty alempana kuin 550 mm maasta olevia työkoneiden askelmia. Monet konevalmistajat, varsinkin metsäkonevalmistajat, ovatkin kehittäneet käyttäjäystävällisiä ja turvallisia ratkaisuja. Standardeja uusittaessa suhtautuminen kulkutieratkaisuihin, erityisesti alimman askelman maksimikorkeuteen, vaihtelee eri koneryhmille standardeja laativissa työryhmissä.

Tutkimusmenetelmät

Tutkimuksessa käytettiin useita toisiaan täydentäviä tutkimusmenetelmiä. Tarkoitus oli monitieteisen tutkimusotteen avulla ja useita näkökulmia yhdistämällä lisätä tutkimuksen luotettavuutta ja tuottaa aiempaa kattavampi kuva ajettavien työkoneiden kulkuteihin liittyvistä ongelmista. Kulketietutkimus aloitti uudentyypin simulaattoritutkimuksen laboratorio-olosuhteissa, mikä on kansainvälisestikin harvinaista. Simulaatio oli uuden tutkimusmenetelmän pilotointia ja tarjosi mahdollisuuden uudelleenlaiseen koeasetelmaan. Kulketiesimulaattori oli kuitenkin vain karkea malli, jossa kaikkia kulkuteillä liikkumiseen vaikuttavia tekijöitä ei luonnollisesti saatu vastaamaan todellista käyttötilannetta. Tämä on otettava huomioon arvioitaessa laboratoriokokeiden tuloksia. Laboratoriomittauksissa oli paljon teknisiä ongelmia, jotka vaikeuttivat ja viivästyttivät kokeita. Tuloksena saatiin kuitenkin tietoa eri teki-

jöiden vaikutuksesta ihmisen voiman- ja ajankäyttöön kulkuteillä sekä koehenkilöiden kokemista hankaluuksista kulkuteitä käytettäessä. Lisäksi kokeilu tuotti arvokasta kokemusta simulaatiotutkimuksesta.

Simulaatiokokeiden yhteydessä tallennettiin dataa enemmän kuin tähän tutkimukseen varatun ajan ja resurssien puitteissa pystyttiin hyödyntämään. Tämä liittyi lähinnä menetelmän kehittämiseen, eikä vaatinut merkittävää lisätyöpanosta. Kerättyjä tietoja pystytään ehkä analysoimaan ja hyödyntämään myöhemmin sekä tutkimusmenetelmän että kulkuteiden turvallisuuden kehittämisessä. Tapaturmariskin kannalta kiinnostavia kysymyksiä aineiston jatkokäsittelyssä ovat muun muassa kitkan käyttöä selittävät vaaka- ja pystyvoimien suhteet, voiman vaikutuspisteet sekä käsi- ja jalkavoimien koordinaatio. Mittausten aikana neljällä eri suunnasta kuvaavalla kameralla tehtyjen videotaltointien avulla on mahdollista tehdä kuvatuista liikkeistä perusteellinen kolmiulotteinen liikeanalyysi.

Tapaturmien perussyyt voidaan saada selville vain tapaustutkimuksilla (Borghoff 1987, Livingston ym. 2001). Kulketietapaturman analysoinnissa käytetty suomalainen tapaturmatutkimusmalli on todettu käyttökelpoiseksi menetelmäksi tapaturmatutkimuksessa (Tuominen ja Saari 1982, Seppänen 1989). Yhden tapaturman analysointi tuotti vain siihen liittyvää tietoa, mutta sen avulla pystyttiin kuvaamaan perusteellisesti kulketietapaturman tapahtumaketjua ja mahdollisuuksia tapaturman ennaltaehkäisyyn. Laajempaan tapaturma-aineistoon perustuva tutkimus saattaisikin olla hyödyllinen kulketietaturmien ennaltaehkäisyssä.

Muut tutkimuksen menetelmät ovat yleisesti käytössä. Kirjallisuustutkimus sopii selvittämään ihmisen toiminnan ja liikkumisen yleisiä piirteitä. Keskitymällä käyttäytymistieteellisten teorioiden ja kokeellisen tutkimuksen yhdistämiseen voidaan liikkumisen analysointiin sekä koneiden ja muiden rakenteiden suunnitteluun saada uusia näkökulmia.

Kyselytutkimus osoittautui tässä tutkimuksessa kaksitahoiseksi tiedonjakajaksi. Se tuotti tutkijoille tietoa käyttäjien kokemuksista ja tapaturmariskin huonosta tiedostamisesta. Toisaalta se sai vastaajat ajattelemaan kulkuteiden käyttöä ja turvallisuutta monipuolisesti. Todennäköisesti kyselyyn vastanneet jatkossa, esimerkiksi konetta hankkiessaan, kiinnittävät aiempaa enemmän huomiota koneen kulkutien käytettävyyteen.

Jatkotutkimus- ja kehitystarpeet

Tutkimushankkeessa luotu tarkastuslista tulisi saattaa mahdollisimman laajaan käyttöön. Riskien tiedostamiseen liittyvän tutkimus- ja kehitystyön tarve nousi tutkimuksessa esiin.

Osa koneiden kulkuteiden käytön ongelmista jäi edelleen pohtimatta. Yksi suuri ongelma-alue on koneiden huoltoon ja korjaukseen liittyvä liikkuminen koneiden päällä ja ympärillä sekä turvallisesti tehtyjen huoltotöiden vaatimat kulkutieratkaisut. Myös maasto-olosuhteista johtuva epätasainen alusta ja kallistukset sekä niiden merkitys kulkutieratkaisuille ja huoltoteille tulisi ottaa tarkasteluun, samoin valojen, värien ja muotojen käyttö ja vaikutus havaittavuuteen.

Ammatti- tai koneryhmäkohtaiset kulkuteiden tarkastelut voisivat antaa syvempää tietoa tietyn konetyypin tai työtehtävän ongelmista. Samalla voitaisiin keskittyä tarkemmin myös työntekijöiden työskentelytapoihin ja asentisiin.

Syvällisempää liikeanalyysia varten on olemassa valmiina tämän tutkimuksen yhteydessä kerätty aineisto. Lisäksi olisi mahdollista tarkastella liikkeen muuttumista silloin kun kannetaan käsissä jotain. Saatujen kokemusten perusteella simulointia kannattaa jatkossakin hyödyntää. Simuloinnin kehittyminen luo uusia mahdollisuuksia ennakkoluulottomien kulkutieratkaisujen löytämiseen sekä poikkeavien ja ainutlaatuisten tilanteiden tutkimiseen. Tähän tutkimukseen rakennettua simulaattoria voidaan tarvittaessa hyödyntää jatkossa ja sitä voidaan käyttää myös muussa alaan läheisesti liittyvässä tutkimuksessa. Kaikki tässä tutkimuksessa käytetyt menetelmät ovat käyttökelpoisia jatkotutkimuksissa. Menetelmien määrää kannattaa kuitenkin tutkimuksissa rajata ja kasvattaa samalla otoskokoja, jotta tutkimustiedon luotettavuus paranee.

9 Kirjallisuus

- Baker, L. D. & Aherin, R. A. 1991. Creating Effective Product Safety Messages. Teoksessa: Roberts, D. & Becker, W. (toim.) Human Factors, A Series of Quality Instructional Materials, Module 13. St. Joseph: American Society of Agricultural Engineers. 11 s. ISBN 0-929355-18-0.
- Bottoms, D. J. 1980. Guidelines for designing operator access systems for tractors and mobile equipment. *The Agricultural Engineer*, Autumn 1980: 79 – 85.
- Borghoff, W. R. 1987. Investigating Agricultural Machinery Accidents. *ASAE Paper 87*. St. Joseph, MI: American Society of Agricultural Engineers. 5 p.
- Browning, S. R., Truszczynska, H., Reed, D. and McKnight, R. H. 1998. Agricultural injuries among older Kentucky farmers: the Farm Family Health and Hazard Surveillance Study. *American journal of industrial medicine* 33: 341-353.
- Cavaletto, R. A. 1991. Guarding Against Machine Hazards. Teoksessa: Roberts, D. & Becker, W. (toim.) Human Factors, A Series of Quality Instructional Materials, Module 12. St. Joseph: American Society of Agricultural Engineers. 17 s. ISBN 0-929355-18-0.
- Davies, J. C., Kemp, G. J., Stevens, G., Frostick, S. P. & Manning, D. P. 2001. Bifocal/varifocal spectacles, lighting and missed-step accidents. *Safety Science* 38: 211 – 226.
- Eco, U. 1980. Function and Sign, The Semiotics of Architecture. Teoksessa: Broadbent, G., Bunt, R. & Jencks, C. (toim.) Signs, Symbols, and Architecture. Chichester: John Wiley. 446 s. ISBN 0-471-99718-8.
- Gellerstedt, S., Almqvist, R., Attebrant, M., Myhrman, D., Wikström, B-O & Winkel, J. 1999. Metsäkoneiden ergonomian suositukset Pohjoismaissa. Helsinki: Työturvallisuuskeskus. 86 s. ISBN 951-810-121-3.
- Gerard, P., Galen, G. P. van & Huygevoort, M. Van. 2000. Error, stress and the role of neuromotor noise in space oriented behaviour. *Biological psychology* 51: 151 – 171.
- Grönqvist, R. 1995. A dynamic method for Assessing Pedestrian Slip Resistance. *People and Work*, Research reports 2. Helsinki: Finnish Institute of Occupational Health. 83 s. ISBN 951-802-098-1.
- Göbel, M., Suzuki, S. & Luczak, H. 1997. Psychophysiological correlates of human errors. Teoksessa: Seppälä, P., Luopajarvi, T., Nygård, C-H. & Mattila, M. (toim.) From experience to innovation, Proceedings of the 13th Triennial Congress of the International Ergonomics Association, Vol 5.

- Helsinki: Finnish Institute of Occupational Health. S. 341 – 343. ISBN 951-802-192-9.
- Hakala, J. 1989. Vakavien työtaturmien tapaturma-analyysi. Tampereen teknillinen korkeakoulu. Konetekniikan osasto, työsuojelu. Raportti 56. Tampere: TTKK. 70 s.
- Hammer, W. 1991. Safe Access to Farm Tractors and Trailers. *Journal of Agricultural Engineering Research* 50: 219 – 237.
- Hansson, J-E. 1991. Ergonomic Checklist for Agricultural Machinery and Similar Equipment. Teoksessa: Roberts, D. & Becker, W. (toim.) *Human Factors, A Series of Quality Instructional Materials, Module 2*. St. Joseph: American Society of Agricultural Engineers. 13 s. ISBN 0-929355-18-0.
- Hari, R. & Salenius, S. 1999. Aivotoiminnasta havaintoihin. *Duodecim* 115: 558 – 559.
- Hollnagel, E. 1998. Cognitive reliability and error analysis method, CREAM. Oxford: Elsevier. 287 s. ISBN 0-08-0428487.
- Hoyos, C. G. & Zimolang, B. 1988. Occupational Safety and Accident Prevention, Behavioral Strategies and Methods. *Advances in Human Factors, Ergonomics 11*. Netherlands: Elsevier Science Publishers. 218 s. ISBN 0-444-70478-7.
- Häkkinen, K., Väyrynen, S., Pesonen, J. 1988. Traktoreiden kulkuteiden arviointi. Työsuojeluhallitus. Selvityksiä 5.88. 63 s. + liitteet
- Irvine, C. H., Snooks, S. H. & Sparshatt, J. H. 1990. Stairway risers and treads: acceptable and preferred dimensions. *Applied Ergonomics* 21: 215 – 225.
- Jackson, P. L. & Cohen, H. 1995. An In-Depth Investigation of 40 Stairway Accidents and the Stair Safety Literature. *Journal of Safety Research* 26: 151 – 159.
- Järvilehto, T. 1994. Ihminen ja ihmisen ympäristö. Systeemisen psykologian perusteet. Oulu: Kirjapaino Osakeyhtiö Kaleva. 224 s. ISBN 951-749-194-8.
- Karlsson, M. 1996. User requirements elicitation. A Framework for the Study of the Relation between User and Artefact. Doktorsavhandlingar vid Chalmers Tekniska Högskola, Ny serie Nr 1181. Göteborg: Chalmers University of Technology. 152 s. ISBN 91-7197-313-3.
- Kvanström, L. 1977. Trappor, en sammanställning av delrapporter rörande trappor och trappgäendet. T3. Stockholm: Statens råd för byggnadsforskning. 85 s.

- Leplat, J. & Rasmussen, J. 1984. Analysis of human errors in industrial incidents and accidents for improvement of work safety. *Accident analysis and prevention* 16: 77 – 88.
- Livingston, A. D., Jackson, G. & Priestley, K. 2001. Root causes analysis: Literature review. *Contract research report* 325. HSE books. Norwich: Crown, Health and Safety Executive. 53 p. ISBN 0 7176 1966 4. Viitattu 09.07. 2002. Saatavissa internetistä:
http://www.hse.gov.uk/research/crr_pdf/2001/crr01325.pdf
- Mohan, D. 1997. Modern trends in accident prevention. Teoksessa: Seppälä, P., Luopajarvi, T., Nygprd, C-H. & Mattila, M. (toim.) From experience to innovation, Proceedings of the 13th Triennial Congress of the International Ergonomics Association, Vol 3. Helsinki: Finnish Institute of Occupational Health. s. 9 - 11. ISBN 951-802-190-2.
- Nagata, H. 1991. Occupational accidents while walking on stairways. *Safety Science* 14: 199 – 211.
- Nagata, H. 1993. Fatal and non-fatal falls – a review of earlier articles while descending stairs with various tread / rise combinations. *Safety Science* 21: 37 – 49.
- Nagata, H. 1995. Rational index for assessing perceived difficulty while descending stairs with various tread/rise combinations. *Safety Science* 21: 37 – 49.
- Nevala, N. & Väyrynen, S. 1988. Kiipeämisen ja hyppäämisen biomekaniikka. Teoksessa: Väyrynen, S. (toim.) Traktorin ohjaamoon ja ohjaamosta kulku poikkeavissa tilanteissa. Kuopion aluetyöterveyslaitoksen julkaisuja 1. Kuopio: Kuopin aluetyöterveyslaitos. s. 10 – 23.
- Norman, D. A. 1991. Miten avata mahdottomia ovia? Tuotesuunnittelun salakarit. Jyväskylä: Weilin+Göös. 328 s. ISBN 951-35-4677-2.
- Patenaude, S., Marchand, D., Samperi, S. & Bélanger, M. 2001. The effect of the descent technique and truck cabin layout on the landing impact forces. *Applied Ergonomics* 32: 573 – 582.
- Patla, A. E. 1991. Visual control of human locomotion. Teoksessa: Patla, A. E. (toim.) Adaptability of human gait. Implications for the control of locomotion. *Advances in psychology* 78. Netherlands: Elsevier science publishers B. V. s. 55 – 97. ISBN 0 444 88364 9.
- Perkiö-Mäkelä, M. 2000. Exercise- and ergonomics-focused promotion of health and work ability in farmers' occupational health services. Kuopion yliopiston julkaisuja D. Lääketiede 223. Kuopio: Yliopistopaino. 93 s. ISBN 951-781-803-3.

- Piirainen, H., Elo, A-L., Hirvonen, M., Kauppinen, K., Ketola, R., Laitinen, H., Lindström, K., Reijula, K., Riala, R., Viluksela, M. & Virtanen, S. 2000. Työ ja terveys haastattelututkimus v. 2000 Taulukkoraportti. Helsinki: Työterveyslaitos. 27 s. + taulukot. ISBN 951-802-378-6.
- Prussia, S. E. 1991. Dynamic Visual Inspection. Teoksessa: Roberts, D. & Becker, W. (toim.) Human Factors, A Series of Quality Instructional Materials, Module 9. St. Joseph: American Society of Agricultural Engineers. 14 s. ISBN 0-929355-18-0.
- Rasmussen, J. 1987. Cognitive Control and Human Error Mechanisms. Teoksessa: Rasmussen, J., Duncan, K. & Leplat, J. (toim.) New Technology and Human Error. Great Britain: John Wiley & Sons Ltd. 354 s. ISBN 0-471-91044-9.
- Reason, J. 1990. Human error. USA: Cambridge University Press. 302 s. ISBN 0-521-30669-8. – ISBN 0-521-31419-4 (pbk.).
- Rundmo, T. & Saari, J. 1988. Kontrollitekniikat. Teoksessa: Inhimillinen erehdys – kirjallisuuskatsaus turvallisen käyttäytymisen ohjauskeinoista. Tampereen teknillinen korkeakoulu, konetekniikan osasto, työsuojelu, Raportti 50. Tampere: TTKK. 195 s.
- Rundmo, T. & Seppälä, A. 1988. Informaatio ja kampanjat. Teoksessa: Inhimillinen erehdys – kirjallisuuskatsaus turvallisen käyttäytymisen ohjauskeinoista. Tampereen teknillinen korkeakoulu, konetekniikan osasto, työsuojelu, Raportti 50. Tampere: TTKK. 195 s.
- Salminen, S. 1992. Riskinotto vakavissa työtapaturmissa. Työ ja ihminen 6. Helsinki: Työterveyslaitos. s. 78 – 85.
- Salminen, S. 1997. Risk taking, attributions and serious occupational accidents. People and work, Research reports 13. Väitöskirja. Helsinki: Työterveyslaitos. 227 s. ISBN 951-802-180-5.
- Schmidt, L. 1994. The significance of accepted risk and responsible action for goals and methods in psychological traffic research. Teoksessa: Trimpop, R. M. & Wilde, G. J. S. (toim.) Challenges to accident prevention. The issue of risk compensation behavior. Netherlands: Styx publications. s. 45-50. ISBN 90-72371-60-7.
- Schön, H. & Hammer, W. 1984. Stand der arbeitssicherheit in der landwirtschaft und forschungsansätze zu deren verbesserung. Landtechnik 39: 40 – 44.
- Seppälä, A. 1992. Turvallisuustoiminta, sen kehittäminen ja yhteydet työtapaturmiin. Työ ja ihminen. Lisänumero 1. Helsinki: Työterveyslaitos. 190 s. ISBN 951-801-911-8.

- Seppänen, S. 1995. Tapaturmien tutkiminen. Helsinki: Työturvallisuuskeskus. 31 s.
- Sundström-Frisk, C. 1999. Understanding human behaviour: a necessity in improving safety and health performance. *Journal of occupational health and safety*, Aus NZ 15: 37 – 45.
- Suomen Kuurosokeat ry. Rakentamisen, tilan ja ympäristön hyvä suunnittelu. Päivitetty 8.5.2002. Viitattu 15.5.2002. Saatavissa internetistä: <http://www.kuurosokeat.fi/tietoa/liikkuminen/rakennus.htm>
- Suutarinen, J. 1996. Konetöiden turvallisuuden ja tehokkuuden parantaminen. Vakolan tutkimusselostus 75. Vihti: Maatalouden tutkimuskeskus/Vakola. 40 s.
- Suutarinen, J., Leskinen, T., Lehtelä, J., Olkinuora, P., Väänänen, J. Plaketti, P. & Haapala, H. 2001. Ajettavien työkoneiden turvallisuus. MTT:n julkaisuja. Sarja A 92. Jokioinen: MTT. 60 s. ISBN 951-729-598-7.
- Taimela, S. & Luoto, S. 1999. Onko selkävaivojen kroonistumisen syynä liikkeiden säätelyn häiriö. *Duodecim* 115: 1669 – 1676.
- Tapaturmatutkimusmalli 1982. Tapaturmatutkimusmallityöryhmä. Tapaturmavakuutusten liitto. Työsuojelurahasto. 32 s.
- Templer, J. 1994. *The Staircase, Studies of Hazards, Falls and Safer Design*. 2. painos. US: Massachusetts Institute of Technology. 200 s. ISBN 0-262-20083-X.
- Tuominen, R. & Saari, J. 1982. A model for analysis of accidents and its application. *Journal of Occupational Accidents* 4: 263-273.
- Työsuojeluhallitus 1984. Turvallisuusmääräykset 14, Traktorit. Tampere: Työsuojeluhallitus, Valtion painatuskeskus, Työterveyslaitos. 24 s. ISBN 951-46-8369-2.
- Warren, W. H. Jr. 1995. *Self-Motion: Visual perception and Visual Control*. Teoksessa: Epstein, W. & Rogers, S. (toim.) *Perception of Space and motion*. 2. painos. USA: Academic Press, Inc. 499 s. ISBN 0-12-240530-7.
- Väyrynen, S. 1987. FORD-maataloustraktoreiden ohjaamoon nousun ja sieltä laskeutumisen ergonominen selvitys. Raportti Henry Fordin Säätiölle. Kuopio: Kuopion työkeskus. 23 s.
- Zwerling, C., Sprince, N. L., Davis, C. S., Whitten, P. S., Wallace, R. R. and Heeringa, S.G. 1998. Occupational injuries among older workers with disabilities: a prospective cohort study of the health and retirement survey, 1992 to 1994. *American journal of public health* 88 (11): 1691-1695.

10 Liitteet

Liite 1. Hankaluusarvioinnissa käytetty arvosteluasteikko

Käytön mukavuus	Numeroarvo	
"sietämätön"	20	
	19	
erittäin hankalaa	18	
	17	
hyvin hankalaa	16	
	15	
hankalaa	14	
	13	
hiukan hankalaa	12	
	11	
	10	
	9	
melko mukavaa	8	
	7	
mukavaa	6	
	5	
hyvin mukavaa	4	
	3	
erittäin mukavaa	2	
	1	
"unelma"	0	

Liite 2. Tutkimuksessa kehitetty kulkuteiden tarkastuslista.

Kulkuteiden tarkastuslista

Listan käyttötarkoitus ja -rajaus

Tämä tarkistuslista on tarkoitettu käytettäväksi kulkutiesuunnittelussa tai valmiin kulkutien arvioinnissa. Sitä ei ole tarkoitettu huoltotasojen ja -reittien, lisälaitteiden kulkuteiden tai ajon aikaisen ohjaamoergonomian tai hallintalaitteiston arviointiin.

Kulkuteitä koskevia standardeja ja määräyksiä

Tarkistuslistassa on käytetty hyväksi seuraavissa standardeissa ja vaatimuksissa olevia tietoja:

- SFS-EN ISO 2867:1999 Maansiirtokoneet. Kulkutiet.
 - ISO-standardi vuodelta 1994 korjattuna
 - uudistus tekeillä, ISO/DIS 2867:2001 Earth-moving machinery - Access systems
 - standardiin viitataan jäljempänä taulukoissa sanoilla maansiirtokoneet
- Standardisarja SFS-EN ISO 14122 Koneturvallisuus. Koneiden kiinteät kulkutiet:
 - SFS-EN ISO 14122-1:2001 Koneturvallisuus. Koneiden kiinteät kulkutiet. Osa 1: Kahden tason välisen kiinteän kulkutien valinta.
 - SFS-EN ISO 14122-2:2001 Koneturvallisuus. Koneiden kiinteät kulkutiet. Osa 2: Työskentelytasot ja kulkutasot.
 - SFS-EN ISO 14122-3:2001 Koneturvallisuus. Koneiden kiinteät kulkutiet. Osa 3: Portaat, porrastikkaat ja suojakaiteet.
 - standardisarjan viimeinen osa, prEN 14122-4:2002 Koneturvallisuus. Koneiden kiinteät kulkutiet. Osa 4: Kiinteät tikkaat, valmistuneet 2003
 - standardisarjaan viitataan jäljempänä taulukoissa sanoilla koneiden kulkutiet
- Koneiden kulkuaukkojen mitoitus on esitetty standardissa SFS-EN 547-1:1997 Koneturvallisuus. Ihmisen mitat. Osa 1: Koneiden kulkuaukkojen mittojen määrittämisperiaatteet. Näitä ei tässä yhteydessä käsitellä.

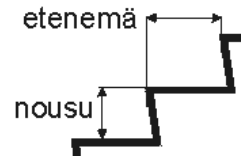
- SFS 5896:2001 Tikkaat
 - sisältää vanhan kumotun standardin SFS 5069 Koneturvallisuus. Työskentelytasot, kulkutiet, portaat ja tikkaat tikkaita koskevan osuuden
 - on voimassa kunnes prEN 14122-4 valmistuu
- SFS-EN 1553:2000 Maatalouskoneet. Itsekulkevat, nostolaitekiinnitteiset, puolihinattavat ja hinattavat. Yhteiset turvallisuusvaatimukset
 - standardi ei koske traktoreita (traktoreiden vaatimukset direktiivissä 74/150/ETY +osadirektiivit)
 - samasta aiheesta kansainvälinen standardi on ISO 4254-1:1989 Tractors and machinery for agriculture and forestry -- Technical means for ensuring safety -- Part 1: General
 - EN- ja ISO-standardista on tekeillä yhteinen uusi standardi: prEN ISO 4254-1: 2002 Agricultural machinery - Technical means for ensuring safety - Part 1: General
 - standardiin viitataan jäljempänä taulukoissa sanalla maatalouskoneet
- 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)
 - 80/720/ETY on muutettu direktiivillä 88/414/ETY ohjaamon sisämittojen vaatimuksista
 - direktiiviin viitataan jäljempänä taulukoissa sanalla traktorit
- ISO 4252:1992 Agricultural tractors - Operator's workplace, access and exit - Dimensions
 - standardiin viitataan jäljempänä taulukossa sanalla traktoristandardi
- SFS-EN 632:1995 Maatalouskoneet. Leikkuupuimurit ja rehusilppurit. Turvallisuus
 - samasta aiheesta kansainvälinen standardi on ISO 4254-7:1995 Tractors and machinery for agriculture and forestry - Technical means for ensuring safety - Part 7: Combine harvesters, forage and cotton harvesters
 - EN- ja ISO-standardista on tekeillä yhteinen uusi standardi: prEN ISO 4254-7:2002 Tractors and machinery for agriculture and forestry - Technical means for ensuring safety - Part 7: Combine harvesters, forage and cotton harvesters.

- standardin oviaukon mitoitusta käytetään tarkistuslistassa esimerkkinä siitä, kun koneen pyörärakenne ei aseta hankalia rajoituksia
- standardiin viitataan jäljempänä taulukossa sanalla leikkuupuimuri-standardi
- prEN 14386:2002 Safety of machinery - Ergonomic design principles for the operability of mobile machinery

Kulkutien määritelmiä

Seuraavassa on maansiirtokonestandardin SFS-EN ISO 2860 mukaisia määritelmiä kulkutien osista ja kulkemisesta:

- **Kulkutiet:** varusteet koneen työskentely-, tarkastus- tai huoltotasojen ja maanpinnan välistä nousemista ja laskeutumista varten.
- **Portaat:** kaltevuuskulma vaakatasoon nähden on suurempi kuin 20° ja enintään 50° ja joka käsittää vähintään 4 askelmaa.
- **Kaltevat tikkaat:** kaltevuuskulma on vaakatasoon nähden suurempi kuin 50° ja enintään 75° (SFS-EN ISO 14122:n mukaan porrastikkaat)
- **Pystytikkaat:** kaltevuuskulma on vaakatasoon nähden suurempi kuin 75° ja enintään 90° (SFS-EN ISO 14122:n mukaan tikkaat)
- **Työskentelytaso:** koneen ohjauspaikka (suomeksi siis yleensä ohjaamo)
- **Kulkutaso:** taso, jota pitkin voidaan kulkea koneen eri osien välillä
- **Askelma:** tikkaiden tai portaiden osa tai muu rakenne, jossa on sija yhdelle tai molemmille jaloille. Tikkaissa voi olla myös puolia.
- **Nousu:** kahden peräkkäisen askelman tai puolan välinen korkeusero astinpinnalta seuraavalle astinpinnalle
- **Etenemä:** kahden peräkkäisen askelman etureunojen välinen vaakasuora etäisyys.
- **Askelman syvyys:** askelman etu- ja takareunan välinen etäisyys.
- **Liukueste:** kulkutason tai luiskan pinnalle lisätty pitoa parantava rakenne.
- **Käsihohde ja kädensija:** kulkutien osia, joihin voidaan tarttua kädellä kehon tukemiseksi ja tasapainon säilyttämiseksi. Käsihohdetta pitkin kättä voidaan kuljettaa irrottamatta kättä rakenteesta ja kädensijaan voidaan tarttua yhdellä kädellä.
- **Suojakaide:** rakenne, joka suojaa vahingossa tapahtuvalta putoamiselta tai vahingossa vaara-alueelle menemiseltä ja jolla portaat, porrastikkaat, lepotasot, työskentelytasot tai kulkutasot voidaan varustaa



Tarkistuslistan sisältö

- 1 Toiminta
- 2 Askelmat
- 3 Askelmamateriaali
- 4 Toiminnallisuus
- 5 Ovi
- 6 Varauloskäynti
- 7 Käsijohteet ja kädensijat
- 8 Kulktasot
- 9 Ohjaamo
- 10 Kulkutien vapaus
- 11 Kulkutien lujuusvaatimuksia

Koneen yksilöintitiedot

koneen merkki ja malli	
vuosimalli	
valmistusnumero	
päivämäärä	
tarkastusolosuhteet	
tarkastuksen tekijät	

1 Toiminta

1.1 Kulkutiesuunnittelun perustana pitää olla erityisesti alas laskeutuminen, koska se on vaarallisempaa kuin nousu.				
onko suositus:	toteutunut <input type="checkbox"/>	osittain tot <input type="checkbox"/>	ei toteutunut <input type="checkbox"/>	ei osaa sanoa <input type="checkbox"/>
kommentti:				

1.2 Etuperin laskeutuminen on käyttäjille yleisesti luontaisempi tapa, kun porras on loivempi kuin 70°. Tämä tulee ottaa huomioon kulkuteiden osien sijoitteluissa. Minkään osan käyttäminen etuperin laskeuduttaessa ei saa olla vaikeaa.				
onko suositus:	toteutunut <input type="checkbox"/>	osittain tot. <input type="checkbox"/>	ei toteutunut <input type="checkbox"/>	ei osaa sanoa <input type="checkbox"/>
kommentti:				

1.3 Kulkutien pitäisi ohjata käyttämään kolmipistetuentaa. Kolmipistetuentaa pitää voida käyttää, kun kulkutie johtaa yli 1 m korkeudelle.				
onko suositus:	toteutunut <input type="checkbox"/>	osittain tot. <input type="checkbox"/>	ei toteutunut <input type="checkbox"/>	ei osaa sanoa <input type="checkbox"/>
kommentti:				

1.4 Kulkutietä on voitava käyttää siten kuin on suunniteltu. Lisälaitteet, koneen asento tms. eivät saa estää kulkua.				
onko suositus:	toteutunut <input type="checkbox"/>	osittain tot. <input type="checkbox"/>	ei toteutunut <input type="checkbox"/>	ei osaa sanoa <input type="checkbox"/>
kommentti:				

1.5 Kulkutien oikea käyttö pitää kertoa käyttöohjeissa ja tarvittaessa (esim. teknisten syiden takia) myös koneessa olevilla merkinnöillä. Ohjeiden pitäisi motivoida käyttäjää (esim. miksi jotain ei pidä tehdä).				
onko suositus:	toteutunut <input type="checkbox"/>	osittain tot. <input type="checkbox"/>	ei toteutunut <input type="checkbox"/>	ei osaa sanoa <input type="checkbox"/>
kommentti:				
1.6 Mahdollinen ja todennäköinen väärinkäyttö on otettava huomioon suunnittelussa siten, että sekään ei ole vaarallista.				
onko suositus:	toteutunut <input type="checkbox"/>	osittain tot. <input type="checkbox"/>	ei toteutunut <input type="checkbox"/>	ei osaa sanoa <input type="checkbox"/>
kommentti:				

1.7 Normaaliväestöstä huomattavasti poikkeavien (esim. vartalon pituuden tai tukevuuden ja liikkumiskyvyn suhteen) erityistarpeet on huomioitava suunnittelussa, jos kone on tarkoitettu myös heidän käyttöönsä. Normaalisti standardimitoitus kattaa vain 90 % käyttäjistä, ääripäät on tarvittaessa huomioitava muuten.				
onko suositus:	toteutunut <input type="checkbox"/>	osittain tot. <input type="checkbox"/>	ei toteutunut <input type="checkbox"/>	ei osaa sanoa <input type="checkbox"/>
kommentti:				

1.8 Koneenkäyttäjän tavanomaisesta poikkeava toiminta (tavaroiden kantaminen, varustus) kulkuteillä liikuttaessa on huomioitava suunnittelussa, koska se voi rajoittaa liikkumista. Esimerkiksi työkalut tai eväät voidaan ennen kiipeämistä nostaa ohjaamoon (ei kuitenkaan kulkutielle), jos sinne ulottuu sopivasti. Työkaluille on useimmiten järkevämpää tehdä säilytystila siten, että niitä ei tarvitse kuljetella pitkin kulkuteitä (esim. maassa tarvittavat työkalut sijoitetaan maasta ulotuttavaan säilöön).				
onko suositus:	toteutunut <input type="checkbox"/>	osittain tot. <input type="checkbox"/>	ei toteutunut <input type="checkbox"/>	ei osaa sanoa <input type="checkbox"/>
kommentti:				

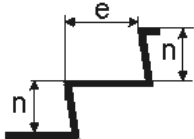
2 Askelmat

2.1 Alimman askelman tulee olla riittävän alhaalla.				
Koneiden kulkutiet	Maansiirtokoneet		Maatalouskoneet ja traktorit	
sama kuin muutkin välit	maksimi 700 mm, perusmitta 400 mm *		maksimi 550 mm	
onko suositus:	toteutunut <input type="checkbox"/>	osittain tot. <input type="checkbox"/>	ei toteutunut <input type="checkbox"/>	ei osaa sanoa <input type="checkbox"/>
kommentti:				

*Maansiirtokonestandardissa käytetään optimiarvosta nimitystä perusmitta.

2.2 Askelmat eivät saa joustaa käyttäjän painon takia niin paljon, että jalan ja vartalon asento muuttuu. Maansiirtokonestandardin mukaan joustavia portaita olisi vältettävä. Jos niitä käytetään, liike ei saa olla yli 80 mm 1000 N vaakavoimalla, alin askelma saa kuitenkin olla vapaasti heiluva.				
onko suositus:	toteutunut <input type="checkbox"/>	osittain tot. <input type="checkbox"/>	ei toteutunut <input type="checkbox"/>	ei osaa sanoa <input type="checkbox"/>
kommentti:				

2.3 Portaiden nousun ja etenemän tulee olla toimiviksi mitoitettut. Optimina pidetään 170 mm nousua ja 290 mm etenemää. Sopiva nousu ja etenemä määräytyvät lausekkeelle ($2 * \text{nousu} + \text{etenemä}$) sallituista arvoista:



Koneiden kulkutiet	Maansiirtokoneet	Maatalouskoneet
600 mm ... 2 * nousu + etenemä ... 660 mm, portaille sopivin kaltevuus on 30 - 38°	(optimi) 600 mm ... 2 * nousu + etenemä < 800 mm, pätee portaille sekä myös kalteville ja pystytikkaille	2 * nousu + etenemä < 700 mm, pätee, kun kulkutien kaltevuus alle 70°
onko suositus:	toteutunut <input type="checkbox"/> osittain tot. <input type="checkbox"/>	ei toteutunut <input type="checkbox"/> ei osaa sanoa <input type="checkbox"/>
kommentti:		

2.4 Tikkaiden askelmavälin tulee olla turvallinen ja helppo käyttää. Jyrkillä yli 75 asteen tikkailla on katsottava, ettei polvi tai sääri osu askelman reunaan.

Koneiden kulkutiet	Maansiirtokoneet	Maatalouskoneet
tikkaat maksimi 300 mm porrastikkaat maksimi 250 mm	minimi 230 mm, perusmitta 300 mm, maksimi 400 mm	maksimi 300 mm
onko suositus:	toteutunut <input type="checkbox"/> osittain tot. <input type="checkbox"/>	ei toteutunut <input type="checkbox"/> ei osaa sanoa <input type="checkbox"/>
kommentti:		

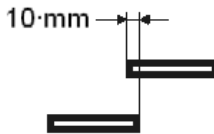
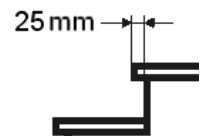
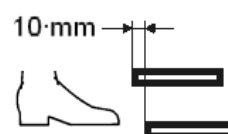
2.5 Askelmien pitää olla tasavälein (samansuuruinen nousu). Seuraavat poikkeukset sallitaan:				
Koneiden kulkutiet		Maansiirtokoneet	Maatalouskoneet	Traktorit
ala-askelman etäisyyttä maasta voidaan pienentää 15 % tai liikkuvilla koneilla kasvattaa		nousu tikkaiden ylimmältä askelmalta tasolle voi olla 150 mm, muuten minimi 230 mm	sallitaan vaihteluväli ± 20 mm	yhtä suuri, mikäli mahdollista
onko suositus:	toteutunut <input type="checkbox"/>	osittain tot. <input type="checkbox"/>	ei toteutunut <input type="checkbox"/>	ei osaa sanoa <input type="checkbox"/>
kommentti:				

2.6 Askelmien väliin jäävän varvastilan pitää olla riittävän korkea.				
Koneiden kulkutiet		Maansiirtokoneet	Maatalouskoneet ja traktorit	
		askelman etureunalla minimi 150 mm, varpaan päässä minimi 100 mm perusmitta 190 mm	minimi 120 mm	
onko suositus:	toteutunut <input type="checkbox"/>	osittain tot. <input type="checkbox"/>	ei toteutunut <input type="checkbox"/>	ei osaa sanoa <input type="checkbox"/>
kommentti:				

2.7 Askelman ja sen takana olevan vapaan tilan muodostaman varvastilan pitää olla riittävän syvä. Liian iso vapaa tila askelman takana mahdollistaa kuitenkin jalan luiskahtamisen ao. väliin. Varvastilan syvyyden (askelman etureunasta askelman takana olevaan esteeseen*) pitää olla:				
Koneiden kulkutiet		Maansiirtokoneet		Maatalouskoneet ja traktorit
tikkaat minimi 200 mm		minimi 150 mm perusmitta 200 mm		minimi 150 mm
onko suositus:	toteutunut <input type="checkbox"/>	osittain tot. <input type="checkbox"/>	ei toteutunut <input type="checkbox"/>	ei osaa sanoa <input type="checkbox"/>
kommentti:				

(* voimassa olevassa maansiirtokonestandardissa mitta on askelman tai pienan takareunasta, muutosehdotuksessa se on korjattu etureunaan tai pyöreän pienan keskiliinään)

2.8 Askelman syvyyden on oltava riittävän suuri.				
Koneiden kulkutiet		Maansiirtokoneet		Maatalouskoneet
minimi 80 mm		minimi 130 mm perusmitta 200 mm tikkaan puolamaisen askelman halkaisijan minimi 19 mm ja perusmitta 60 mm		minimi 50 mm
onko suositus:	toteutunut <input type="checkbox"/>	osittain tot. <input type="checkbox"/>	ei toteutunut <input type="checkbox"/>	ei osaa sanoa <input type="checkbox"/>
kommentti:				

2.9 Askelmien limityksen tulee olla tarkoituksenmukainen. (Huom! kuvissa esitetään eri mittoja)				
Koneiden kulkutiet	Maansiirtokoneet		Maatalouskoneet	
askelman reunan pitää olla vähintään 10 mm alla olevan askelman päällä 	askelman reuna saa tulla korkeintaan 25 mm pystyosaa ulommaksi 			
	yksittäinen askelma saa olla korkeintaan 10 mm alla olevaa ulompana 			
onko suositus:	toteutunut <input type="checkbox"/>	osittain tot. <input type="checkbox"/>	ei toteutunut <input type="checkbox"/>	ei osaa sanoa <input type="checkbox"/>
kommentti:				

2.10 Askelman pitää olla riittävän leveä.				
Koneiden kulkutiet	Maansiirtokoneet	Maatalouskoneet	Traktorit	
	minimi 320 mm, perusmitta 400 mm, jos askelma on vain yhdelle jalalle, niin mitat puolitetaan	minimi 300 mm	minimi 250, teknisistä perustelluista syistä minimi 150 mm	
onko suositus:	toteutunut <input type="checkbox"/>	osittain tot. <input type="checkbox"/>	ei toteutunut <input type="checkbox"/>	ei osaa sanoa <input type="checkbox"/>
kommentti:				

2.11 Askelman päissä pitää olla liukastumista estävä rakenne				
onko suositus:	toteutunut <input type="checkbox"/>	osittain tot. <input type="checkbox"/>	ei toteutunut <input type="checkbox"/>	ei osaa sanoa <input type="checkbox"/>
kommentti:				

3 Askelmamateriaali

3.1 Askelmamateriaalin pitää estää jalan liukastuminen. Erityisesti askelman reunan lähellä pitää olla tarttuvaa pintaa (esim. terävä hammasreuna). Askelmapinnoissa ei kuitenkaan saa olla viiltovaaraa tai takertumista aiheuttavia kohtia.				
onko suositus:	toteutunut <input type="checkbox"/>	osittain tot. <input type="checkbox"/>	ei toteutunut <input type="checkbox"/>	ei osaa sanoa <input type="checkbox"/>
kommentti:				

3.2 Askelmamateriaalin ja rakenteen pitää estää nesteiden, lumen, jään tai maa-ainesten kerääntyminen askelmalle.				
onko suositus:	toteutunut <input type="checkbox"/>	osittain tot. <input type="checkbox"/>	ei toteutunut <input type="checkbox"/>	ei osaa sanoa <input type="checkbox"/>
kommentti:				

4 Toiminnallisuus

4.1 Pääsääntöisesti käytettävän kulkutien tulee johtaa suoraan ovelle, kulkureitillä ei saa olla jyrkkiä mutkia (esim. yli 90°). Myös oven avaamisen pitää onnistua siten, että kulkutieltä ei tarvitse poistua oven aukeamisen vuoksi.				
onko suositus:	toteutunut <input type="checkbox"/>	osittain tot. <input type="checkbox"/>	ei toteutunut <input type="checkbox"/>	ei osaa sanoa <input type="checkbox"/>
kommentti:				

4.2 Kulkuteiden käyttö ei saa vaatia hankalia valmistelutoimenpiteitä käyttäjältä esimerkiksi sellaisissa tapauksissa, jos kulkutie siirretään pois paikoiltaan työn ajaksi rikkoutumisvaaran vuoksi. Liikkuvat osat eivät saa aiheuttaa leikkautumis- tai puristumisvaaraa. Maatalouskonestandardin mukaan käyttövoima ei saa ylittää 200 N.

onko suositus:	toteutunut <input type="checkbox"/>	osittain tot. <input type="checkbox"/>	ei toteutunut <input type="checkbox"/>	ei osaa sanoa <input type="checkbox"/>
kommentti:				

4.3 Kulkuteiden vahingoittumisriskin tulee olla mahdollisimman pieni normaalikäytössä (esim. suojassa oleva tai ylös nostettava kulkutie). Kulkuteiden tulee olla helposti huollettavissa ja korjattavissa (esim. vahingoittuneen alimman rappusen voi vaihtaa, kiinnityskohta säilyy ehjänä).

onko suositus:	toteutunut <input type="checkbox"/>	osittain tot. <input type="checkbox"/>	ei toteutunut <input type="checkbox"/>	ei osaa sanoa <input type="checkbox"/>
kommentti:				

4.4 Maastossa käytettävissä koneissa esim. saven ja oksien takertuminen kulkuteihin tulee minimoida ja niiden irrottamisen on oltava mahdollisimman yksinkertaista.

onko suositus:	toteutunut <input type="checkbox"/>	osittain tot. <input type="checkbox"/>	ei toteutunut <input type="checkbox"/>	ei osaa sanoa <input type="checkbox"/>
kommentti:				

4.5 Kulkutie tulee olla valaistavissa kaikissa käyttötilanteissa (myös konetta käyttöön otettaessa) joko omalla valaisimella tai osana koneen muuta työvalaistusta.

onko suositus:	toteutunut <input type="checkbox"/>	osittain tot. <input type="checkbox"/>	ei toteutunut <input type="checkbox"/>	ei osaa sanoa <input type="checkbox"/>
kommentti:				

4.6 Valaistusvoimakkuuden pitää olla riittävä ja valon suunnan ja jakautumisen sopiva niin, ettei synny haitallisia varjoja. Myös portaiden edessä olevan maan pitäisi olla valaistu.				
onko suositus:	toteutunut <input type="checkbox"/>	osittain tot. <input type="checkbox"/>	ei toteutunut <input type="checkbox"/>	ei osaa sanoa <input type="checkbox"/>
kommentti:				

5 Ovi

5.1 Ohjaamon oviaukon pitää olla riittävän tilava. Oven pitää avautua riittävästi (esim. niin paljon, että aukon kokoinen kulkutie on koko ajan käytettävissä).				
Maansiirtokoneet	Traktoristandardi		Leikkuupuimuristandardi	
<p>perusleveys 680 mm</p>				
onko suositus:	toteutunut <input type="checkbox"/>	osittain tot. <input type="checkbox"/>	ei toteutunut <input type="checkbox"/>	ei osaa sanoa <input type="checkbox"/>
kommentti:				

5.2 Oven käyttö ei saa vaatia suurta voimantarvetta ja käytön on oltava helppoa myös kaltevassa asennossa. Maansiirtokonestandardin mukaan maksimi avaamisvoiman pitäisi olla alle 135 N.				
onko suositus:	toteutunut <input type="checkbox"/>	osittain tot. <input type="checkbox"/>	ei toteutunut <input type="checkbox"/>	ei osaa sanoa <input type="checkbox"/>
kommentti:				

5.3 Oven lukkolaite ei saa vaatia liiallista voimankäyttöä. Kahvan on oltava riittävän iso niin, että sen käyttö on helppoa. Ovea avatessa käden ja ranteen asentojen tulee olla mahdollisimman luonnolliset (ei suuria nivelten taivutuksia).				
onko suositus:	toteutunut <input type="checkbox"/>	osittain tot. <input type="checkbox"/>	ei toteutunut <input type="checkbox"/>	ei osaa sanoa <input type="checkbox"/>
kommentti:				

5.4 Kädet eivät saa olla kolhiintumis- tai puristumisvaarassa ovea liikutettaessa. Maansiirtokonestandardin mukaan kättä varten pitää olla ovea liikutettaessa 80 mm vapaata tilaa oven reunan ja muiden osien kuin karmin välillä (esim. käsijohteeseen nähden).				
onko suositus:	toteutunut <input type="checkbox"/>	osittain tot. <input type="checkbox"/>	ei toteutunut <input type="checkbox"/>	ei osaa sanoa <input type="checkbox"/>
kommentti:				

5.5 Oven avaaminen pitää onnistua vartalo luontaisessa asennossa ilman kurottamisia tai väistämistä. Maansiirtokonestandardin mukaan istuma-ohjaamossa oven sisäpuolisen ovenkahvan lattiasta mitatun korkeuden minimi 350 mm ja maksimi 850 mm, oven ulkopuolisen ovenkahvan korkeuden seisomatasosta tai maasta mitattu minimi on 500 mm, optimi 900 mm ja maksimi 1500 mm tasosta tai 1700 mm maasta.				
onko suositus:	toteutunut <input type="checkbox"/>	osittain tot. <input type="checkbox"/>	ei toteutunut <input type="checkbox"/>	ei osaa sanoa <input type="checkbox"/>
kommentti:				

5.6 Ovessa tulee olla mekanismi, jolla se pysyy tukevasti auki, myös tuulesa tai kaltevalla alustalla.				
onko suositus:	toteutunut <input type="checkbox"/>	osittain tot. <input type="checkbox"/>	ei toteutunut <input type="checkbox"/>	ei osaa sanoa <input type="checkbox"/>
kommentti:				

6 Varauloskäynti

6.1 Varauloskäynnin/hätäpoistumistien tulee olla kooltaan ja sijainniltaan sellainen, että myös kookkaat ja mahdollisesti liikuntarajoitteiset käyttäjät pääsevät riittävän helposti ulos.				
Koneiden kulkutiet	Maansiirtokoneet	Maatalouskoneet ja traktorit		
	vaihtoehtoisen kulkuaukon tulisi olla samankokoinen kuin varsinainen ovi, aukon minimitat ovat: pyöreä halkaisija 650 mm, neliö sivu 600 mm, suorakaide 470 x 650 mm	vähintään ellipsi, jonka akselit ovat 440 mm ja 640 mm		
onko suositus:	toteutunut <input type="checkbox"/>	osittain tot. <input type="checkbox"/>	ei toteutunut <input type="checkbox"/>	ei osaa sanoa <input type="checkbox"/>
kommentti:				

6.2 Varauuskäynnin pitää olla helposti havaittavissa ja selvästi (kuvallisesti) merkittynä. Varauuskäynnin käytön pitää olla niin helppoa, ettei se vaadi harjoittelua tai teknistä osaamista. Mahdollisen lasin rikkomistyökalun on oltava näkyvillä.				
onko suositus:	toteutunut <input type="checkbox"/>	osittain tot. <input type="checkbox"/>	ei toteutunut <input type="checkbox"/>	ei osaa sanoa <input type="checkbox"/>
kommentti:				

7 Käsijohteet ja kädensijat

7.1 Kulkutien molemmilla puolilla on oltava käsijohteet tai kädensijat.				
onko suositus:	toteutunut <input type="checkbox"/>	osittain tot. <input type="checkbox"/>	ei toteutunut <input type="checkbox"/>	ei osaa sanoa <input type="checkbox"/>
kommentti:				

7.2 Kädensijojen ja käsijohteiden tulee selvästi erottua pinnasta, johon ne on kiinnitetty esim. värityksellä tai lisämerkinnöillä. Kulkutien vieressä ei saa olla kädensijoilta vaikuttavia rakenteita, jotka eivät ole tarttumiseen tarkoitettuja.				
onko suositus:	toteutunut <input type="checkbox"/>	osittain tot. <input type="checkbox"/>	ei toteutunut <input type="checkbox"/>	ei osaa sanoa <input type="checkbox"/>
kommentti:				

7.3 Kädensijojen ja käsijohteiden tulee olla sijoitettu siten, että niiden käyttö on mahdollisimman helppoa ja sulavaa kulkusuuntaan nähden. Käsien asennon pitää olla luonteva tartuttaessa kädensijaan tai johteeseen. Kiinnittämisen tulisi olla mahdollista koko kulkutiellä liikkumisen ajan, myös alaspäin laskeuduttaessa loppuun asti. Yhtenäinen käsijohde on kädensija turvallisempi, koska kättä ei tarvitse irrottaa kulun aikana.				
onko suositus:	toteutunut <input type="checkbox"/>	osittain tot. <input type="checkbox"/>	ei toteutunut <input type="checkbox"/>	ei osaa sanoa <input type="checkbox"/>
kommentti:				

7.4 Kädensijojen ja käsijohteiden sijoituksella ja suunnalla tulee pyrkiä minimoimaan tarvittavaa käsivoimaa. Esimerkiksi pystysuorassa liukkaassa käsijohteessa joutuu käyttämään runsaasti puristusvoimaa pystyvoimaa tarvittaessa, kun ote on keskeltä käsijohdetta.

onko suositus:	toteutunut <input type="checkbox"/>	osittain tot. <input type="checkbox"/>	ei toteutunut <input type="checkbox"/>	ei osaa sanoa <input type="checkbox"/>
----------------	-------------------------------------	--	--	--

kommentti:

7.5 Kädensijan tai käsijohteen paksuuden (poikkileikkauksen läpimitan) pitää mahdollistaa hyvä puristusote. Kun käsijohdetta käytetään vain tukeutumiseen kuten portaissa, voi käsijohde olla paksumpi kuin puristusotteessa.

Koneiden kulcutiet	Maansiirtokoneet	Maatalouskoneet
--------------------	------------------	-----------------

25 - 50 mm (portaat ja porrastikkaat)	tikkaat: minimi 16 mm (19 mm pystysuorassa otteessa) perusmitta 25 mm ja maksimi 38 mm portaat: perusmitta 50 mm ja maksimi 80 mm	25 - 35 mm
---------------------------------------	---	------------

onko suositus:	toteutunut <input type="checkbox"/>	osittain tot. <input type="checkbox"/>	ei toteutunut <input type="checkbox"/>	ei osaa sanoa <input type="checkbox"/>
----------------	-------------------------------------	--	--	--

kommentti:

7.6 Kädensijan on oltava niin pitkä, että koko käsi (rukkasineen) mahtuu kädensijaan.

Koneiden kulcutiet	Maansiirtokoneet	Maatalouskoneet
--------------------	------------------	-----------------

	kädensijan suoran osan pituus: minimi 150 mm, perusmitta 250 mm	minimi 150 mm
--	---	---------------

onko suositus:	toteutunut <input type="checkbox"/>	osittain tot. <input type="checkbox"/>	ei toteutunut <input type="checkbox"/>	ei osaa sanoa <input type="checkbox"/>
----------------	-------------------------------------	--	--	--

kommentti:

7.7 Kädensijan tai käsijohteen ympärillä olevan tilan on oltava riittävä suuri käden (ja rukkasen) otteelle.				
Koneiden kulkutiet		Maansiirtokoneet		Maatalouskoneet
minimi 100 mm		minimi 50 mm (ISO/DIS 2867) perusmitta 75 mm		minimi 50 mm
onko suositus:	toteutunut <input type="checkbox"/>	osittain tot. <input type="checkbox"/>	ei toteutunut <input type="checkbox"/>	ei osaa sanoa <input type="checkbox"/>
kommentti:				

7.8 Kädensijoja pitää olla tai kaiteen pitää ulottua riittävän alas. Maasiirtokonestandardin mukaan alimman tarttumiskohdan suosituskorkeus on 900 mm ja maksimi 1600 mm.				
onko suositus:	toteutunut <input type="checkbox"/>	osittain tot. <input type="checkbox"/>	ei toteutunut <input type="checkbox"/>	ei osaa sanoa <input type="checkbox"/>
kommentti:				

7.9 Kädensijoja pitää olla tai kaiteen pitää ulottua riittävän ylös, mutta sijoitus ei saa vaatia kurottamista. Kädensijan tai käsijohteen pystysuora etäisyys tasosta tai ylimmästä askelmasta:				
Koneiden kulkutiet		Maansiirtokoneet		Maatalouskoneet
		minimi 850 mm, perusmitta 900 mm, maksimi 960 mm		800 - 1100 mm
onko suositus:	toteutunut <input type="checkbox"/>	osittain tot. <input type="checkbox"/>	ei toteutunut <input type="checkbox"/>	ei osaa sanoa <input type="checkbox"/>
kommentti:				

8 Kulkutasot

8.1 Kaikkien kulkutasojen tulee olla mahdollisimman tasaisia ja pintojen tulee estää liukastumista. Nesteet, lumi, maa-ainekset ym. eivät saa kertyä kulkutasoille.				
onko suositus:	toteutunut <input type="checkbox"/>	osittain tot. <input type="checkbox"/>	ei toteutunut <input type="checkbox"/>	ei osaa sanoa <input type="checkbox"/>
kommentti:				

8.2 Kulku(- ja työ)tason on oltava riittävän leveä.				
Koneiden kulkutiet		Maansiirtokoneet		Maatalouskoneet
minimi 600 mm, mieluummin 800 mm, (erikoistilanteissa lyhyellä matkalla 500 mm)		perusmitta 600 mm, minimi 300 mm, alle 3 m korkeudella olevalle huoltotasolle johtavan kulkutaso minimileveys on 230 mm		
onko suositus:	toteutunut <input type="checkbox"/>	osittain tot. <input type="checkbox"/>	ei toteutunut <input type="checkbox"/>	ei osaa sanoa <input type="checkbox"/>
kommentti:				

8.3 Kulku(- ja työ)tason päällä on oltava vapaata seisomiskorkeutta riittävästi.				
Koneiden kulkutiet		Maansiirtokoneet		Maatalouskoneet
minimi 2100 mm, (erikoistilanteissa lyhyellä matkalla 1900 mm)		minimi 2000 mm, perusmitta > 2000 mm		
onko suositus:	toteutunut <input type="checkbox"/>	osittain tot. <input type="checkbox"/>	ei toteutunut <input type="checkbox"/>	ei osaa sanoa <input type="checkbox"/>
kommentti:				

8.4 Kulku(- ja työ)taso tulee varustaa suojakaiteilla, myös välikaide ja tilanteesta riippuen jalkalista ovat tarpeen.				
Koneiden kulkutiet		Maansiirtokoneet		Maatalouskoneet
kaiteen korkeus 1100 mm		kaiteen korkeus 1000 - 1100 mm, kaide tarvitaan, jos taso on 3 m korkeudella ja on suotava, kun taso on 2 m korkeudella		kaiteen korkeus 1000 - 1100 mm
onko suositus:	toteutunut <input type="checkbox"/>	osittain tot. <input type="checkbox"/>	ei toteutunut <input type="checkbox"/>	ei osaa sanoa <input type="checkbox"/>
kommentti:				

8.5 Kulkutiemateriaalin aukkokoko ei saa aiheuttaa vaaraa kulkutien alla olevalle. Jos vahingoittumisvaara on, pitää materiaalin olla reiätöntä. Muutoin aukkokoko on:				
Koneiden kulkutiet		Maansiirtokoneet		Maatalouskoneet
maksimi 35 mm, jos alla voidaan kulkea maksimi 20 mm		maksimi 40 mm, jos alla voidaan kulkea maksimi 20 mm, (satunnaisiin huoltoteihin kaksinkertaiset aukot)		
onko suositus:	toteutunut <input type="checkbox"/>	osittain tot. <input type="checkbox"/>	ei toteutunut <input type="checkbox"/>	ei osaa sanoa <input type="checkbox"/>
kommentti:				

9 Ohjaamo

9.1 Jos kulkutie on tarkoitettu laskeuduttavaksi takaperin, pitää kääntymisen onnistua ohjaamon sisällä helposti ja ilman ilmeistä kompastumis-, kolhiintumis- tai takertumisvaaraa.				
onko suositus:	toteutunut <input type="checkbox"/>	osittain tot. <input type="checkbox"/>	ei toteutunut <input type="checkbox"/>	ei osaa sanoa <input type="checkbox"/>
kommentti:				

9.2 Kulun ovelta istuimelle ja päinvastoin pitää olla tehtävissä kelvollisessa asennossa esteettömästi. Kääntyvä istuin ja sivuun käännettävät hallintalaitteet helpottavat kulkua. Niiden käytön pitää kuitenkin olla yksinkertaista ja vain vähän voimankäyttöä vaativaa. Istuimelta nousua voi tarvittaessa helpottaa yläviistossa olevalla kahvalla.				
onko suositus:	toteutunut <input type="checkbox"/>	osittain tot. <input type="checkbox"/>	ei toteutunut <input type="checkbox"/>	ei osaa sanoa <input type="checkbox"/>
kommentti:				

9.3 Ohjaamotilan lattian tulee olla tasainen (ei lattiapinnan yläpuolelle kohoavaa kynnystä) ja helposti puhdistettavissa.				
onko suositus:	toteutunut <input type="checkbox"/>	osittain tot. <input type="checkbox"/>	ei toteutunut <input type="checkbox"/>	ei osaa sanoa <input type="checkbox"/>
kommentti:				

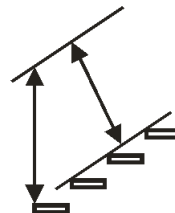
9.4 Ohjaamossa tulee olla riittävät, suljettavat säilytystilat ohjekirjoille ja henkilökohtaisille tarvikkeille sekä tarvittaville työkaluille.				
onko suositus:	toteutunut <input type="checkbox"/>	osittain tot. <input type="checkbox"/>	ei toteutunut <input type="checkbox"/>	ei osaa sanoa <input type="checkbox"/>
kommentti:				

10 Kulkutien vapaus

10.1 Kulkutiellä pitää pystyä liikkumaan normaalissa asennossa ja rintama-suunnassa varomatta päätä, käsiä, lonkkia, polvia jne. Kulkutiellä ei saa olla ulokkeita tai ulkonevia rakenteita, joihin voi kolhia itsensä.

Koneiden kulkutiestandardin mukaan vapaan leveyden pitää olla: porrastikkailla mieluummin 600 mm, sallitaan 450 - 800 mm, portaissa mieluummin 800 mm, minimi 600 mm (paitsi erikoistilanteissa lyhyellä matkalla 500 mm).

Vapaan korkeuden pitää olla: vähintään 2300 mm askelman etureunasta ylöspäin (kuva).



Vapaan tilan pitää olla: porrastikkaissa 850 mm ja portaissa 1900 mm (kuva).

onko suositus:	toteutunut <input type="checkbox"/>	osittain tot. <input type="checkbox"/>	ei toteutunut <input type="checkbox"/>	ei osaa sanoa <input type="checkbox"/>
----------------	-------------------------------------	--	--	--

kommentti:

10.2 Kulkuteiden muissa osissa paitsi askelmapinnoissa ei saa olla teräviä reunoja.

onko suositus:	toteutunut <input type="checkbox"/>	osittain tot. <input type="checkbox"/>	ei toteutunut <input type="checkbox"/>	ei osaa sanoa <input type="checkbox"/>
----------------	-------------------------------------	--	--	--

kommentti:

10.3 Kulkutiellä ei saa olla tappeja, avoimia kädensijoja, reunahampaita, kapeita tai kiilamaisia välejä, joihin vaate tai kenkä voi tarttua.

onko suositus:	toteutunut <input type="checkbox"/>	osittain tot. <input type="checkbox"/>	ei toteutunut <input type="checkbox"/>	ei osaa sanoa <input type="checkbox"/>
----------------	-------------------------------------	--	--	--

kommentti:

11 Kulkutien lujuusvaatimuksia

11.1 Kulkuteiden tulee kestää normaalikäyttöä huomattavasti raskaammatkin kuormitukset. Kulkutiestandardin mukaan kulku- ja seisomispintojen on kestävä ilman näkyviä pysyviä muodonmuutoksia 4500 N kuorma pinnalle tasaisesti jakautuneena ja 2000 N kuorma halkaisijaltaan 125 mm ympyrässä.

onko suositus:	toteutunut <input type="checkbox"/>	osittain tot. <input type="checkbox"/>	ei toteutunut <input type="checkbox"/>	ei osaa sanoa <input type="checkbox"/>
----------------	-------------------------------------	--	--	--

kommentti:

11.2 Kulkuteiden käyttöominaisuudet eivät saa oleellisesti muuttua kulumisen tai rakenteiden väsymisen takia.

onko suositus:	toteutunut <input type="checkbox"/>	osittain tot. <input type="checkbox"/>	ei toteutunut <input type="checkbox"/>	ei osaa sanoa <input type="checkbox"/>
----------------	-------------------------------------	--	--	--

kommentti:

11.3 Kulkuteiden rakenteet eivät saa joustaa käyttöä haittaavasti. Askelmien joustavuudesta on kohdassa 2.2.

onko suositus:	toteutunut <input type="checkbox"/>	osittain tot. <input type="checkbox"/>	ei toteutunut <input type="checkbox"/>	ei osaa sanoa <input type="checkbox"/>
----------------	-------------------------------------	--	--	--

kommentti:

Maa- ja elintarviketalous –sarjan Teknologia-teeman julkaisuja

- 18** Ajettavien työkoneiden kulkuteiden turvallisuus II. *Suutarinen ym.* 69 s., 2 liitettä.
- 6** Työsuojelupanostuksen kannattavuus maataloudessa. *Suutarinen ym.* 80 s., 5 liitettä.
- 4** Digitaalikuvausten ja vesiherkän paperin käyttö perunan ruiskutus-tutkimuksessa. *Suomi & Haapala.* 70 s., 5 liitettä.

