

Kuljettajaa opastavien järjestelmien tarve ja hyötypotentiaali koneellisessa puunkorjuussa

**Rami Ylimäki, Kari Väätäinen, Sami Lamminen, Matti Sirén,
Jari Ala-Ilomäki, Heikki Ovaskainen ja Antti Asikainen**

Metlan työraportteja / Working Papers of the Finnish Forest Research Institute -sarjassa julkaistaan tutkimusten ennakkotuloksia ja ennakkotulosten luonteisia selvityksiä. Sarjassa voidaan julkaista myös esitelmiä ja kokouskoosteita yms.

Sarjan julkaisut ovat saatavissa pdf-muodossa sarjan Internet-sivuilta.

<http://www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/>
ISSN 1795-150X

Toimitus

PL 18, 01301 Vantaa
puh. 010 2111
faksi 010 211 2102
sähköposti julkaisutoimitus@metla.fi

Julkaisija

Metsäntutkimuslaitos
PL 18, 01301 Vantaa
puh. 010 2111
faksi 010 211 2102
sähköposti info@metla.fi
<http://www.metla.fi/>

Tekijät Ylimäki, Rami, Väätäinen, Kari, Lamminen, Sami, Sirén, Matti, Ala-Ilomäki, Jari, Ovaskainen, Heikki ja Asikainen, Antti			
Nimeke Kuljettajaa opastavien järjestelmien tarve ja hyötypotentiaali koneellisessa puunkorjuussa			
Vuosi 2012	Sivumäärä 70	ISBN 978-951-40-2352-1 (PDF)	ISSN 1795-150X
Alueyksikkö / Tutkimusohjelma / Hankkeet Joensuun toimipaikka / EffFibre-tutkimusohjelma / Älykkäät kuljettajaa opastavat järjestelmät koneellisessa puunkorjuussa			
Hyväksynyt Henrik Heräjärvi, PUU-ohjelman johtaja, 1.2.2012			
Tiivistelmä / Abstract <p>Koneellisessa puunkorjuussa kuljettajan vaikutus työn tuottavuuteen on merkittävä. Samanlaisella kalustolla ja yhdenmukaisissa korjuuolosuhteissa kokeneiden hakkukoneenkuljettajien tuottavuus kokemattomiin verrattuna voi olla kaksin- tai jopa kolminkertainen. Myös työurallaan pitkään toimineiden, kokeneiden kuljettajien tuottavuustasojen on todettu poikkeavan jopa 40 % samanlaisilla leimikoilla. Keinoja kokemattomien ja osin kokeneiden kuljettajien tuottavuuden ja työjäljen parantamiseksi sekä työssäoppimisen tehostamiseksi kaivataan kipeästi.</p> <p>Kuljettajaa opastavilla järjestelmillä voidaan antaa kuljettajalle lisäinformaatiota ja tukea vaihtelevissa päätöksentekotilanteissa ja esimerkiksi ehdottaa kuhunkin työtilanteeseen paremmin soveltuvia ja tehokkaampia työtekniikoita. Opastavien järjestelmien avulla voidaan vähentää työn psyykkistä kuormitusta, pienentää kuljettajien tuottavuuseroja ja lyhentää työssäoppimisaikaa.</p> <p>Kyselytutkimuksella selvitettiin kuljettajaa opastavien järjestelmien tarvetta ja hyötypotentiaalia, koneellisen puunkorjuun ongelmia sekä kokemattomien kuljettajien keskimääräistä työssäoppimisaikaa ja tuottavuuseroa kokeneisiin kuljettajiin verrattuna. Kyselyn kohderyhmänä oli metsäkoneenkuljettajia, puunkorjuuyrittäjiä sekä koneellisen puunkorjuun kuljettajakoulutusta tarjoavien oppilaitosten opettajia ja opiskelijoita.</p> <p>Tutkimuksen perusteella metsäkoneenkuljettajaa opastaville järjestelmille on tarvetta. Kyselyssä esitetyt opastuskohdat saivat vastaajilta arvioita arvosoilla ”hieman tarpeellinen,..., erittäin tarpeellinen”. Yksikään esitetty kohta ei saanut vastaajilta arviota ”ei lainkaan tarpeellinen”. Tarpeellisimmiksi opastuskohdiksi hakkuutyössä vastaajat nostivat erityisesti kohtia, joihin on jo tarjolla opastusta metsäkoneissa. Näitä olivat muun muassa erityiskohtien sijainnit sekä leimikon ja kuvion rajat. Lähikuljetuksessa vastaajat kokivat tarpeellisimmiksi ajouraston kulkukelpoisuuden opastuksen, puutavaran paikannuksen leimikolla sekä tienvarsivarastojen sijaintien opastuksen. Yrittäjävastausten perusteella kokemattoman kuljettajan työssäoppimisaika oli keskimäärin 15,6 kuukautta ja tuottavuus noin 40 % kokeneen kuljettajan vastaavasta.</p> <p>Kuljettajat halusivat enemmän palautetta työstään, sillä heidän on vaikea arvioida esimerkiksi oman työtekniikkaansa tehokkuutta. Opastuksesta hyötyisivät eniten uudet ja vähän kokemusta omaavat kuljettajat, joilla ei vielä ole työkokemuksen tuomaa rutiinia päätöksentekotilanteissa ja koneen kuljettamisessa.</p> <p>Cut-to-length (CTL) harvesting with sophisticated forest machines in Nordic logging conditions requires high level of operator expertise and skill. On-the-job learning period to reach the ultimate level of productivity can be up to 1 to 2 years.</p> <p>Intelligent operator tutoring systems could ease the work and improve its quality especially for inexperienced operators, although more experienced operators are also expected to benefit in some areas of the work. In varying situations and conditions of logging, operator tutoring system is seen as a potential instrument for a) decreasing decision making related strain and uncertainty, b) promoting cost efficient work methods and techniques, and c) guiding the operator towards efficient yet gentle way to operate the machine.</p> <p>The aim of the study was to point out the potential of computer-based assistance in several elements of the harvesting operation - both in cutting and forwarding. A survey was conducted amongst forest machine operators, logging entrepreneurs, as well as students and teachers of vocational schools for mechanized harvesting. According to the results, forest machine operators were fairly willing to receive real-time intelligent assistance and guidance. Harvester operators preferred tutoring and guidance in locating protected areas on logging sites, locating cutting borders and monitoring harvesting damages. Forwarder operators needed guidance in locating roadside storages, information on the trafficability of strip road network and assistance in locating cut timber on the site.</p>			
Asiasanat / Keywords opastavat järjestelmät, metsäkoneenkuljettaja, koneellinen puunkorjuu, tuottavuus operator tutoring system, forest machine operator, mechanised logging, productivity			

Julkaisun verkko-osoite http://www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/2012/mwp224.htm
Tämä julkaisu korvaa julkaisun
Tämä julkaisu on korvattu julkaisulla
Yhteydenotot Kari Väätäinen, Metsäntutkimuslaitos, Itä-Suomen alueyksikkö, Yliopistokatu 6, PL 68, 80101 Joensuu Sähköposti: kari.vaatainen@metla.fi
Muita tietoja Tutkimus kuului Metsäklusterin alaiseen EffFibre ohjelman WP3-hankekokonaisuuteen nimeltä ” Operational efficiency of intensified wood production and supply” ja sen sisällä hankkeeseen ”Intelligent operator tutoring systems for wood harvesting”. Ohjelman ja hankkeen kesto on 3 vuotta ja päättyy kesällä 2013. Rami Ylimäki laati Metsäntutkimuslaitoksen vetämässä hankkeessa tässä raportoidusta haastattelututkimuksesta pro gradu -työn (Koneellisen puunkorjuun ongelmat sekä kuljettajaa opastavien järjestelmien tarve ja hyötypotentiaali) Itä-Suomen Yliopistolle.

Selitteet

HAM	Human Adaptive Mechatronics
HAMC	Human Adaptive Mechatronics and Coaching
HMI	Human-Machine Interface
ICS	Intelligent Coaching System
ITS	Intelligent Tutoring System

Sisällysluettelo

1	Johdanto	6
1.1	Tutkimuksen tausta	6
1.2	Tietojärjestelmät avuksi kuljettajan opastukseen	7
1.2.1	Tiedonkeruujärjestelmien hyödyntäminen puunkorjuussa	7
1.2.2	Kuljettajaa opastavat järjestelmät	8
1.2.3	Asenteet ja kokemukset kuljettajaa opastavista järjestelmistä	10
1.3	Tutkimuksen tavoitteet	12
2	Aineisto ja menetelmät	13
2.1	Tutkimusaineisto	13
2.2	Tutkimusmenetelmät	18
3	Tulokset	19
3.1	Koneellisen puunkorjuun ongelmat	19
3.1.1	Hakkuun ongelmat	19
3.1.2	Lähikuljetuksen ongelmat	22
3.1.3	Yrittäjäkohtaiset ongelmat koneellisessa puunkorjuussa	24
3.2	Kuljettajaopastuksen tarve koneellisessa puunkorjuussa	26
3.2.1	Kuljettajaopastuksen tarve hakkuutyössä	26
3.2.2	Kuljettajaopastuksen tarve lähikuljetuksessa	28
3.2.3	Vastaajaryhmien yhteiset kysymykset kuljettajaopastuksen tarpeesta	30
3.3	Uusien ja kokemattomien kuljettajien työssäoppiminen	32
4	Tulosten tarkastelu	34
4.1	Tutkimuksen aineisto	34
4.2	Koneellisen puunkorjuun ongelmat	35
4.3	Opastavien järjestelmien potentiaali koneellisessa puunkorjuussa	37
4.4	Kokemattoman kuljettajan työssäoppiminen	39
4.5	Johtopäätökset	40
	Kirjallisuus	42
	Liitteet 1–13	45–70

1 Johdanto

1.1 Tutkimuksen tausta

Koneellinen puunkorjuu on henkisesti kuormittavaa ja haastavaa työtä. Kuljettajan vastuulle ovat tulleet monet asiat työnsuunnittelusta puunkorjuuseen ja korjuujäljen seurannasta leimikkotietojen päivitykseen. Työ ei siis ole pelkästään koneen ohjaamista, vaan hyvältä metsäkoneenkuljettajalta vaaditaan useiden osa-alueiden hallintaa ja päätöksentekokykyä (Juntunen 1999, Väättäinen ym. 2005). Metsäkoneenkuljettajan vastuulla ovat koneen kannattava ja konetta säästävä käyttö, korjuutyön jälki ja kokonaistehokkuus sekä myös intressiryhmien näkemysten huomioon ottaminen kestävän kehityksen periaatteella (Ranta 2004, Väättäinen ym. 2005). Koneellisen puunkorjuun työn fyysinen kuormittavuus on vähentynyt merkittävästi koneiden ja laitteiden sekä ergonomian kehittymisen myötä, mutta runsas päätöstenteko kaikissa työvaiheissa yhdistettynä nopeaan työtahtiin sekä nosturin tarkkaan käsittelyyn aiheuttaa edelleen työn korkean psyykkisen kuormituksen (Juntunen 1999, Kariniemi 2006). Altistuminen korkealle psyykkiselle kuormitukselle saattaa vaarantaa kuljettajan terveyden, vähentää uusien kuljettajien hakeutumista ammattiin, heikentää työn laatua ja puunkorjuujärjestelmien toimivuutta sekä vaikeuttaa ikääntyvän kuljettajan selviytymistä työssään (Kariniemi 2006).

Hakkuukoneenkuljettajan vaikutus työn tuottavuuteen on merkittävä. Operoitaessa yhdenmukaisella kalustolla, samanlaisissa korjuuoloissa erot kokeneiden ja kokemattomien hakkuukoneenkuljettajien välillä voivat olla yli kaksinkertaisia (Peltola 2003, Kariniemi 2006). Monitoroinen, vastuullinen sekä tehokasta informaation hallintaa ja päätöksentekokykyä vaativa koneellinen puunkorjuu edellyttää metsäkoneenkuljettajalta poikkeuksellisen pitkän työssäoppimisaajan, jonka kuluttua kuljettaja saavuttaa normaalin kokonaisvaltaisen suoritustasonsa (Gellerstedt 2002, Purfürst 2010). Työn vaativuudesta riippuen työuransa aloittaneella kuljettajalla työssäoppimisaika, työsuoritteiden kaiken aikaa kasvaessa, kestää 0,5–1,5 vuotta työn tuottavuustason ollessa alussa noin 50 % oppimisaikavälillä saavutetusta tasosta (Gellerstedt ym. 2005, Purfürst 2010). Myös työurallaan pitkään toimineiden, kokeneiden kuljettajien on todettu poikkeavan toisistaan tuottavuudessa jopa 40 % samanlaisilla leimikoilla (Sirén 1998, Ryyänen & Rönkkö 2001, Väättäinen ym. 2005). Toisaalta osa parhaista valmistuneista opiskelijakuljettajista on saavuttanut ammattikuljettajan tason jo opintojensa loppuvaiheessa (Ovaskainen 2009).

Useat sosiaalipsykologiset teoriat osoittavat ihmisen haluavan palautetta suorituksestaan (Huang ym. 2005). Metsäkoneenkuljettajat saavat vain harvoin palautetta työskentelystään saman työpäivän aikana. Palautteen ja sitä koskevan leimikon välillä voi olla pitkiäkin aikoja ja useita työkohteita. Palautetta tulisi antaa mahdollisimman pian suorituksen jälkeen, jolloin vastaanottaja voisi yhdistää palautteen suoritukseen ja palaute olisi tällä tavoin mielekkäämpää (Peltonen

& Ruohotie 1991). Palautteen puuttumisen vuoksi kuljettajien voi olla hankala arvioida esimerkiksi oman työtekniikkansa tehokkuutta tai taloudellisuutta. Vihottulan (2010) mukaan metsäkoneenkuljettajista 53 % on saanut esimieheltään rakentavaa palautetta, 22 % kuljettajista on saanut positiivista ja 21 % kuljettajista on saanut negatiivista palautetta. Ainoastaan 4 % metsäkoneenkuljettajista ei ole saanut lainkaan palautetta työstään.

Monesti koneellisen puunkorjuun perustaidot on opittu alan koulussa tai joku on ne neuvonut uran alussa, mutta tekemällä ja kokeilemalla oppiminen on ollut kuitenkin pääasiallinen tie hyväksi metsäkoneenkuljettajaksi. Toisaalta puunkorjuuryrittäjilläkään on harvemmin resursseja asettaa kokenutta kuljettajaa aloittelevan kuljettajan opastajaksi tarjoamaan tälle osaamista ja hyviä käytäntöjä. Henkilökohtaisen opastuksen ja palautteen tarjoaminen kokemattomille kuljettajille on koettu liian kalliiksi, vaikka ne monen mielestä ovatkin parhaita keinoja kokemattoman kuljettajan kehittämiseen työssään.

1.2 Tietojärjestelmät avuksi kuljettajan opastukseen

1.2.1 Tiedonkeruujärjestelmien hyödyntäminen puunkorjuussa

Puunkorjuukoneet ovat kehittyneet monella tavoin parin viime vuosikymmenen aikana. Kehitys on johtanut tilanteeseen, jossa tuottavuuden rajoitteena on koneen asemesta yhä useammin kuljettaja, hänen osaamisensa ja yksilölliset ominaisuutensa. Puunkorjuukoneiden tietojärjestelmät ovat kehittyneet siinä määrin, että konetoiminnoista ja kuljettajan hallintalaitteiden käytöstä kerättyä raakatietoa voidaan analysoida ja hyödyntää yhä paremmin työntutkimuksessa ja konekehityksessä (Kariniemi & Vartiamaa 2010). Kehityksessä voidaan nähdä myös mahdollisuus keventää kuljettajien kokemaa psyykkistä kuormitusta sekä saada heikoimpienkin kuljettajien tuottavuutta lähemmäs parhaiden kuljettajien tasoa, ja näin pienentää kuljettajien välisiä tuottavuuseroja. Lisäinformaatio ja opastus päätöstentekotilanteissa keventäisi kuljettajan psyykkistä kuormitusta ja nopeuttaisi varsinkin aloittelevien kuljettajien työssäoppimista. Pelkästään perinteisen konekehityksen kautta, eli esimerkiksi hakkuulaitteen, nosturin tai koneen komponentteja kehittämällä ja lisäämällä, koneellisen puunkorjuun tuottavuuden parantaminen on paljon kalliimpaa ja haastavampaa.

Nykyisten metsäkoneiden toiminnasta kerättävissä olevan tiedon määrä on hyvin suuri. Periaatteessa kaikista koneen liikkeistä ja toiminnoista, kuljettajan hallintalaitteiden käytöstä sekä josain määrin ympäristöstäkin on mahdollista tallentaa informaatiota. Koneen prosessitiedonkeruuta, -käsittelyä ja -hallintaa käyttävien opastavien järjestelmien kehitystä rajoittaa erityisesti se, että kuljettajan aikeita ei pystytä vielä kovin hyvin ennakoimaan ja mittaamaan (Palmroth 2011). Entistä vaikeammaksi tämän tekevät kuljettajien väliset yksilölliset eroavaisuudet tai-

doissa, tiedoissa ja työtekniikoissa. Pisimmälle vietynä kaiken kerätyn tiedon analysoinnilla ja hyödyntämisellä voitaisiin nähdä mahdollisuus automaattiseen kuljettajapalautteeseen ja opastukseen esimerkiksi paremmista ja tehokkaammista työskentelymalleista.

Uutta teknologiaa käyttöönotettaessa on kuitenkin otettava huomioon, että se on myös uusi potentiaalinen vikälähde. Tästä syystä uuden teknologian on aidosti parannettava tuottavuutta ja kokonaistehokkuutta, jotta sen käyttöönoton tuomat riskit kannattaa ottaa (Asikainen ym. 2009). Tämä on erityisen tärkeää koneellisessa puunkorjuussa, jossa koneiden suuret pääoma- ja korjauskustannukset eivät salli pitkiä työkeskeytyksiä.

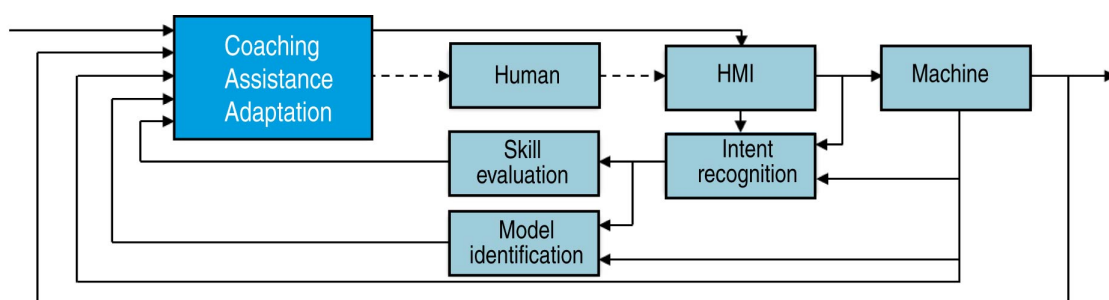
1.2.2 Kuljettajaa opastavat järjestelmät

Kuljettajaa opastavilla järjestelmillä ja päätöksenteon tukijärjestelmillä tarkoitetaan elektronisia laitteita tai järjestelmiä, jotka auttavat kuljettajaa päätöksenteossa ja helpottavat koneen tai laitteen käyttöä opastamalla kuljettajaa eri työvaiheissa (Hall 1995, van der Heijden & van Wees 2001). Opastus voi tapahtua joko äänin tai visuaalisesti merkkivaloin, kuvakkein ja tekstein (Hall 1995). Myös haptiset eli tuntoaistiin perustuvat opastuskeinot ovat mahdollisia, kuten ohjaimien tai polkimien värinä tai liikkeen vastustus. Tietyillä toimialoilla kuten lento- ja laivaliikenteessä sekä armeijan ajoneuvoissa opastavien järjestelmien ja automaation käyttö on jo hyvin pitkälle edennyt ja kuljettajia avustavat järjestelmät ovat vakiintuneet toimijoiden käyttöön. Lentoliikenteessä autopiloteilla ja päätöksentekoa avustavilla järjestelmillä vähennetään lentäjälle kuuluvien yksinkertaisten valvontatehtävien ja paljon toistoa vaativien tehtävien määrää, jolloin lentäjä voi keskittyä muihin enemmän tarkkuutta ja huomiota vaativiin tehtäviin (Rong ym. 2005). Periaatteena on, että päätöksentekoa avustavilla järjestelmillä ja autopiloteilla minimoidaan inhimillisistä virheistä tai väsymyksestä aiheutuvia turvallisuusriskejä. Samalla yleensä helpotetaan ja parannetaan kulkuneuvojen ja koneiden käytettävyyttä sekä tehostetaan järjestelmän suorituskykyä. Henkilöautoliikenteessä erilaisten automaattisten turvajärjestelmien ja kuljettajaa opastavien järjestelmien käyttö on viime vuosina lisääntynyt voimakkaasti. Nykyisin jo käytössä olevia järjestelmiä ovat esimerkiksi kaistanvaihtoavustin (Audi 2011), automaattinen hätäpuhelu (BMW 2011) törmäyksenesto- ja varoitusjärjestelmä (Volvo 2011) ja kuljettajan vireystilan tarkkailu (Mercedes-Benz 2011). Näitä järjestelmiä löytyy pienin eroin ja erinimisinä monilta muiltakin autonvalmistajilta.

Edellä kuvatuilla tavoilla opastaminen reaaliaikaisesti on kuljettajan aktiivista opastusta, jolloin järjestelmä reagoi joko kuljettajan virheisiin tai hyviin suorituksiin toiminnan aikaisella palautteella. Passiivisessa opastuksessa tietoa työsuorituksesta, tuotoksesta, tehostamiskeinoista ym. on saatavilla järjestelmästä jälkikäteen (Väättäinen 2011). Lisäksi voidaan puhua älykkäistä kuljettajaa opastavista tai ohjaavista järjestelmistä (ICS, ITS), jolloin opastus edellyttää tietojärjes-

telmältä jonkinasteista kuljettajan aikomusten ja suunnitelmien tunnistamista ja ennakoitua (Palmroth ym. 2009). Esimerkiksi koneellinen puunkorjuu vaihtelevissa tilanteissa saattaa sisältää useita yhtä hyviä tai lähes yhtä hyviä toimintamalleja. Jos tietojärjestelmältä halutaan aktiivista, toiminnan aikaista opastusta näihin tilanteisiin, sen täytyisi pystyä ennakoimaan kuljettajan toimintaa niissä (Palmroth ym. 2009). Läheisesti näitä järjestelmiä tukee ihmisadaptiivinen mekatroniikka (HAM), jolla pyritään mukauttamaan kone tai prosessi siten, että se ottaa huomioon käyttäjän taitotason pyrkien parantamaan suoritusta ja nopeuttamaan oppimisprosessia (Harashima & Suzuki 2006). Tästä seuraava askel on ihmisen toimintaan mukautuva valmennusjärjestelmä (HAMC) (kuva 1), joka on suunniteltu erityisesti työkoneolosuhteisiin ja antamaan palautetta kuljettajan taidoista, työtavoista ja mahdollisista kehitysalueista (Tervo 2010).

Ensiaskeleita metsäkoneenkuljettajaa opastavien järjestelmien kehittämistyössä on otettu tutkimmalla kuljettajan työskentelyä koneen hallintalaitetietojen avulla sekä laatimalla kuljettajien työsuorituksen analyysimalleja (Tervo 2010, Palmroth 2011). Tervon (2010) tutkimuksessa esittämä kokeellinen järjestelmä, jossa ensin tunnistetaan hallintalaitteiden käytön perusteella tilastollisen mallin avulla kuljettajan aikeita, arvioidaan kuljettajan taitotaso, tunnistetaan kuljettajatyyppejä ja lopulta palautteena annetaan kohdat, joissa kuljettajalla olisi parantamisen varaa, on ensimmäisiä kehitysovelluksia pyrittäessä älykkäisiin opastaviin/valmentaviin tietojärjestelmiin metsäkoneissa. Järjestelmä ei kuitenkaan vielä pysty esittämään kuljettajalle sitä, millä nimenomaisilla tavoilla suoritusta voitaisiin parantaa. Tutkimus- ja kehitystyö älykkäiden opastavien järjestelmien kehittämiseksi edistyy kuitenkin jatkuvasti.



Kuva 1. Ihmisen toimintaan mukautuva valmennusjärjestelmä (HAMC) (Tervo 2010).

Koska metsäkoneiden opastavat järjestelmät perustuisivat hyvin pitkälti koneissa jo oleviin tieto- ja tiedonkeruujärjestelmiin, kustannukset konevalmistuksessa eivät juuri lisääntyisi (Palmroth 2011). Tällöin panos-tuotos -hyödyt voisivat olla merkittävästi suuremmat kuin perinteisessä metsäkoneen komponenttien kehittämisessä ja lisäämisessä. Metsäkoneissa jo pitkään käytettyjä järjestelmiä ovat hakkuukoneen katkonnanohjaus ja siihen liittyvä runko- ja hakkuutieto, kartta- ja GPS-paikannusovellukset sekä uusimmista koneista löytyvät vianpaikannusjärjestelmät. Kaikilla suurimmilla konevalmistajilla on koneissaan omat tietojärjestelmänsä, joista saattaa löytyä jo osin opastaviakin piirteitä. Esimerkiksi John Deeren TimberLink -järjestelmä on ollut olemassa 2000-luvun alusta lähtien. Kyse on metsäkoneen suorituskyvyn ja kunnan valvontajärjestelmästä, josta saatavien tietojen avulla voidaan epäsuorasti päätellä, missä vaiheissa kuljettajallakin voisi olla parannettavaa. Järjestelmästä saatavia tietoja ovat esimerkiksi koneajan jakautuman seuranta, polttoaineen kulutus ja eri työvaiheiden/toimintojen vaikutus polttoainetaloudellisuuteen, prosessointiajan/päätyövaiheiden seuranta, tuottavuuden seuranta, hakkuulaitteen kunnan ja toiminnan seuranta, ajonopeuden ja -matkan seuranta, kuljettajakohdainen raportointi, päivittäisen käyttöajan seuranta ja usean koneen tuottavuuden ja kunnan seuranta ja vertailu (John Deere 2011).

1.2.3 Asenteet ja kokemukset kuljettajaa opastavista järjestelmistä

Kuljettajien kokemuksia opastavista ja kuljettajaa tukevista järjestelmistä löytyy kirjallisuudesta varsin niukasti. Raskaan tieliikenteen ja maanrakennuskoneiden kuljettajilta kokemuksia ja käsityksiä toimintaa helpottavista, älykkäistä järjestelmistä ovat kysely- ja haastattelututkimuksilla kartoittaneet muun muassa Huang ym. (2005) ja Meriläinen (2010).

Huang ym. (2005) tutkivat raskaan ajoneuvoyhdistelmän kuljettajien saamaa palautetta nykyisessä työympäristössä sekä kuljettajien asenteita palautteen saamiseen ja kuljettajia opastaviin järjestelmiin. He totesivat tutkimuksessaan, että raskaan ajoneuvoyhdistelmän kuljettajat halusivat saada enemmän palautetta omasta työstään ja kokevat positiivisen palautteen hyödyllisemmäksi kuin negatiivisen. Vaikka kuljettajat ottivat palautetta mieluiten vastaan toiselta kuljettajalta tai esimieheltään, he eivät vastustaneet kuljettajia opastavien järjestelmien käyttöönottoa, jos se tarjosi suoraa palautetta heidän ajosuorituksestaan. Opastavien järjestelmien ohella he kuitenkin halusivat saada edelleen palautetta esim. esimiehiltään tai asiakkailtaan (human feedback). Merkittävää eroa sen suhteen, missä muodossa tai millä aikavälillä kuljettajat mieluiten ottavat palautteen vastaan, ei vastausten perusteella syntynyt (Huang ym. 2005).

Meriläisen (2010) opinnäytetyössä haastateltiin maanrakennuskoneenkuljettajia ja tietyömaan työnjohtajia työkoneautomaation käyttökokemuksista maanrakennustyömaalla sekä sen mahdollisista ongelmakohtista ja eduista. Vastaajista 65 % ilmoitti työkoneautomaation toimivan hyvin. Samoin 65 % ilmoitti sen vaikuttaneen työvuoron työsuoritteeseen. Yksi koneenkuljettajista halusi tehdä töitä ilman automaatiota. Enemmistön (64 %) mielestä työn tuottavuus oli noussut. Työnjohdon näkökulmasta työkoneautomaatio oli koettu työtehtäviä helpottavaksi tekijäksi (78 %). Enemmistö vastaajista oli myös sitä mieltä, että koneiden tehollinen työaika oli kasvanut ja työmaalle oli taloudellista hyötyä työkoneautomaation käytöstä. Sen sijaan 77 % työnjohtajista koki huonon satelliittigeometrian aiheuttavan ongelmia työkoneiden toiminnalle (Meriläinen 2010).

Vastaavasti henkilöautoliikenteen puolelta käyttäjätutkimusta älykkäistä palautejärjestelmistä ovat tehneet muun muassa Carsten ja Fowkes (2000) ja Tapio ym. (2003). Carstenin ja Fowkesin (2000) tekemien haastattelujen sekä käyttäjätutkimusten mukaan vapaaehtoista nopeudensäätelyjärjestelmää pidettiin parempana kuin pakottavaa järjestelmää. Testiajojen jälkeen käyttäjien tyytyväisyys kasvoi molempia järjestelmiä kohtaan. Kenttäkokeissa konfliktitilanteiden ja onnettomuuksien määrä laski molempia järjestelmiä käytettäessä. Pakottavan järjestelmän käyttäjät kiinnittivät enemmän huomiota ajoonsa ja heillä oli enemmän aikaa liikennetapahtumiin liittyvään päätöksentekoon. Järjestelmät myös laskivat polttoaineen kulutusta erityisesti taajamissa (Carsten & Fowkes 2000). Tapion ym. (2003) mukaan henkilöautojen älykkäiden nopeudensäätelyjärjestelmien hyväksyntä oli käyttäjien keskuudessa varsin korkea. Tapion ym. (2003) tekemien asiantuntijakyselyiden mukaan mahdollisia negatiivisia sivuvaikutuksia olisi eniten pakottavalla nopeudensäätelyjärjestelmällä. Näitä olisivat lisääntyvät ohitukset (mikäli kaikilla ei ole kyseistä järjestelmää), pienentyneet turvavälit, kuljettajien vireystilan lasku sekä väärät nopeusvalinnat huonoissa liikenne- tai sääolosuhteissa. Informoiva ja varoittava järjestelmä saattaa häiritä kuljettajan tarkkaavaisuutta ja lisätä ajotapahtuman henkistä kuormittavuutta. Rekisteröivä järjestelmä sekä sen aiheuttama ”isoveli valvoo” -asetelma voivat lisätä kuljettajan stressiä (Tapio ym. 2003).

Vihottulan (2010) kysyessä metsäkoneenkuljettajilta tietotekniikan kehittymisen vaikutuksista työssäviihtymiseen 21 % vastaajista vastasi tietotekniikan kehittymisen vaikuttavan positiivisesti, 28 % hieman positiivisesti ja 40 % mukaan sillä ei ole vaikutusta. Vastaajista vain 2 % vastasi tietotekniikan kehittymisen vaikuttavan työssä viihtymiseen negatiivisesti (Vihottula 2010).

1.3 Tutkimuksen tavoitteet

Lukuisissa tutkimuksissa on havaittu metsäkoneenkuljettajan merkittävä vaikutus työn tuottavuuteen, taloudellisuuteen ja työpöjälkeen. Tekemällä oppiminen on saattanut johtaa esimerkiksi tehottomien työtöpojen omaksumiseen, joka palautteen ja opastuksen puuttumisen vuoksi ei ole korjaantunut työpöuralla myöhemminkään. Heikoimpien kuljettöjien tuottavuuden nostaminen lähemmäs parhaita kuljettöjia sekä myös uusien kuljettöjien nopeampi työssööppiminen ovat edelleen pitkälti ratkaisemattomia kysymyksiä puunkorjuussa.

Tämän tutkimuksen avulla kartoitettiin koneellisen puunkorjuun parissa toimivien henkilöiden käsityksiä metsäkoneenkuljettöjia opastavien järjestelmien tarpeesta ja potentiaalista koneellisen puunkorjuun tehostamiskeinona. Kokonaiskuva opastavien järjestelmien potentiaalista koneellisessa puunkorjuussa pyrittiin koostamaan seuraavien kolmen päätövoitteen turvin:

- 1. Selvittää puunkorjuun merkittävimmät ongelma-alueet ja niiden merkitystasot varsinaisessa puunkorjuutyössä.*
- 2. Kartoittaa koneellisen puunkorjuun tilanteita ja alueita, joissa kuljettöjan palautteenantojärjestelmällä olisi mahdollista saada merkittävimmät hyödyt.*
- 3. Selvittää kokemattomien kuljettöjien työssööppimisajan pituus sekä työpöuran alkuvaiheessa olevien kuljettöjien työsuorite- ja tuottavuuserot kokeneisiin kuljettöjiin verrattuna.*

Opastavien järjestelmien järkevö kohdentaminen puunkorjuun eri tilanteisiin ja vaiheisiin on tärkeää selvittää myös eri käyttöjryhmien näkökulmasta. Tutkimuksen käyttöjryhmittelyllö haluttiin selvittää mahdolliset erot ryhmien välillä ja arvioida syitä ilmenneille eroille. Voidaan olettaa, että kuljettöjan kokemus koneellisesta puunkorjuusta vaikuttaa opastuksen tarpeeseen korjuun eri työvaiheissa ja tilanteissa siten, että kokemattomat tarvitsevat opastusta kokeneita enemmän.

2 Aineisto ja menetelmät

2.1 Tutkimusaineisto

Tutkimuksen pääaineisto kerättiin kyselylomakkeilla (liite 1) maaliskuun 2011 aikana. Lomake lähetettiin metsäkoneenkuljettajille, puunkorjuuyrittäjille sekä koneellisen puunkorjuun kuljettajakoulutusta tarjoavien oppilaitosten opettajille ja opiskelijoille täytettäväksi. Kyselyyn osallistuivat metsäkoneenkuljettajakoulutusta antavat oppilaitokset Valtimolta, Mikkelistä, Taivalkoskelta ja Kurusta. Kuljettajien yhteystiedot saatiin Puu- ja erityisalojen liitosta (Puuliitolta) ja puunkorjuuyrittäjien yhteystiedot Koneyrittäjien liitosta. Puuliiton rekisterissä on noin 1600 metsäkoneenkuljettajaa ja Koneyrittäjien liiton rekisterissä noin 800 puunkorjuuyrittäjää. Yhteystiedot poimittiin liittojen jäsenrekistereistä systemaattisella satunnaisotannalla niin, että kuljettajien yhteystietoja kerättiin 800 kappaletta ja yrittäjien yhteystietoja 280 kappaletta. Yrittäjien yhteystietoja kerätessä ehtona oli, että yrittäjällä on vähintään yksi palkattu työntekijä.

Lomakkeiden lähetysvaiheessa huomattiin mukana olevan myös muutamia metsäalalla toimivia, mutta koneellista puunkorjuuta harjoittamattomia yrityksiä. Näille, esimerkiksi metsäkonekomponentteja tai haketus- ja bioenergiatoimintaa tekeville yrityksille (7 kpl) kyselyä ei lähetetty. Tällä tavalla pois karsiutuivat vain tunnetuimmat muuta kuin puunkorjuuta harjoittavat yritykset, joten joissain tapauksissa voidaan olettaa puunkorjuuyrittäjille suunnatun kyselylomakkeen jääneen täyttämättä sekä palauttamatta siitä syystä, että vastaaja ei varsinaisesti toiminut puunkorjuuyrittäjänä. Postitettuja yrittäjäkyselyitä oli lopulta 273 kappaletta.

Kyselylomake perustui pääasiassa monivalintakysymyksiin, joissa vastausvaihtoehdot oli rajattu viisiportaiselle asteikolle. Asteikon ääripäinä olivat joko vastausvaihtoehdot 1 = ”Ei lainkaan merkittävä ongelma” ja 5 = ”Erittäin merkittävä ongelma” tai 1 = ”Ei lainkaan tarpeellinen” ja 5 = ”Erittäin tarpeellinen”. Kyselylomake jaettiin kolmeen osioon:

- A. *Taustatiedot*
- B. *Koneellisen puunkorjuun ongelmat*
- C. *Opastavien järjestelmien tarpeellisuus*

Vastaajaryhmien kyselylomakkeet olivat samanlaiset kuljettajille, opettajille sekä opiskelijoille. Osioita B ja C oli ryhmitelty sen mukaan oliko vastaaja hakkuukoneen- vai kuormatraktorinkuljettaja. Opettajien ja opiskelijoiden tuli valita kysymysryhmä oman suuntautumisensa sekä kokeumuksensa perusteella. Myös sekä hakkuun että metsäkuljetuksen kysymysryhmiin vastaaminen oli mahdollista, mikäli vastaajalla oli yhtäläisesti kokemusta niin hakkuusta kuin lähikuljetuksesta.

Puunkorjuuyrittäjistä puolelle lähetettiin hakkuuta ja puolelle lähikuljetusta koskevat kysymykset. Erillisenä tarkasteluna yrittäjiltä kysyttiin lisäksi puunkorjuun ongelmakohtia erityisesti yrittäjien näkökulmasta. Yrittäjiltä haluttiin myös arvioita kokeneiden ja kokemattomien kuljettajien tuottavuuseroista sekä kokemattoman kuljettajan keskimääräisestä työssäoppimisajasta. Opastavien järjestelmien merkitystä tiedusteltiin yrittäjiltä vain puunkorjuun teematasoilla (liite 1, C.1–10). Kysymysten alakohdat (a, b,...) käsittelivät usein koneellisen puunkorjuun työskentelyä niin yksityiskohtaisesti, että koneenkuljettajana toimimattomien yrittäjien olisi ollut niihin hankala vastata. Yrittäjien kysymyslomaketta muokkaamalla ja kysymyksiä vähentämällä tavoiteltiin suurempaa vastausprosenttia mahdollisesti hyvinkin kiireisten puunkorjuuyrittäjien joukosta.

Palautuneissa kuljettajakyselyissä 2 vastaajaa ilmoitti suoraan, ettei toimi metsäkoneenkuljettajana. Siten voidaan olettaa kuljettaja-aineistossa olleen vastaamatta jättäneitä henkilöitä, jotka eivät työskentele metsäkoneenkuljettajina. Puu- ja erityisalojen liiton metsäkonealan työehtosopimus -rekisterissä on metsäkoneenkuljettajien lisäksi mukana muutamia terminaaliohjelmoijia sekä mahdollisesti joitakin tietonsa päivittämättä jättäneitä henkilöitä.

Kuljettajavastauksia saatiin yhteensä 208 kpl, jolloin vastausprosentti kuljettajien osalta oli 26. Kolme vastausta jouduttiin jättämään aineiston ulkopuolelle, koska vastaaja ei ollut metsäkoneenkuljettaja (2 kpl) tai vastauslomake oli puutteellisesti täytetty (1 kpl). Yrittäjävastauksia saatiin 47 kpl, eli yrittäjien vastausprosentti oli 17,2. Kokonaisvastausprosentiksi muodostui 23,8.

Metsäkoneenkuljettajaopiskelijoiden vastausmäärä oli 39 ja opettajien vastausmäärä oli 26. Kyselylomake lähetettiin oppilaitosten koulutuspäälliköille, jotka hoitivat järjestelyt opiskelijoiden ja opettajien kanssa. Opiskelijoiden osalta tavoitteena oli saada mahdollisimman paljon vastauksia kolmannen eli viimeisen vuoden opiskelijoilta, sillä heillä on opiskelijapopulaatiosta eniten kokemusta koneellisesta puunkorjuusta käytännössä. Kolmannen vuoden opiskelijoilla on kokemuksensa ansiosta parempi kyky ennustaa ja suunnitella tulevaa työskentelyään ja myös suurempi tuottavuus kuin toisen vuoden opiskelijoilla (Ovaskainen 2009). Kolmannen vuoden opiskelijoiden tavoittaminen muodostui kuitenkin oletettua hankalammaksi, sillä heidän opintoihinsa kuuluva työharjoittelujakso ajoittui samaan aikaan keväällä kyselyn kanssa. Oppilaitoksilta kyselyyn vastaajiksi saatiin kuitenkin melko tasaisesti 2. ja 3. vuoden opiskelijoita. Toista vuottaan opiskelevilla ei eräissä kouluissa vielä ollut kokemusta kuin lähikuljetuksesta.

Kyselyyn vastanneiden hakkuukoneenkuljettajien keski-ikä oli noin 38 vuotta ja kuormatraktoringkuljettajien 43 vuotta. Huomattavin ero oli yli 45-vuotiaiden ryhmässä, johon kuormatraktoringkuljettajista kuului yli 43 % (taulukko 1). Vastauksia saatiin kuitenkin kattavasti eri ikäluokista. Puunkorjuuyrittäjät sijoittuivat pääsääntöisesti vanhempiin ikäluokkiin ja heidän keski-ikänsä oli noin 48 vuotta. Opiskelijoista suurin osa oli 18–24-vuotiaita, kun taas opettajista enin

osa jakaantui vanhimpiin ikäluokkiin. Sekä hakkuukoneen- että kuormatraktorinkuljettajista yli puolet oli käynyt metsäalan ammattikoulun, mutta kuormatraktorinkuljettajista kohtalaisen suurella osalla ei ollut lainkaan metsäalan koulutusta. Puunkorjuuyrittäjistä kolmanneksella oli metsäalan ammattikoulutus, mutta suuremmalla osalla korkeintaan kursseja.

Hakkuukoneenkuljettajilla oli keskimäärin 13,5 vuoden kokemus koneellisesta puunkorjuusta ja 9,5 vuoden kokemus hakkuutyöstä (taulukko 2). Vastaavasti kuormatraktorinkuljettajien kokemus koneellisesta puunkorjuusta oli keskimäärin 15 vuotta ja kokemus lähikuljetuksesta 13,5 vuotta. Puunkorjuuyrittäjät olivat toimineet koneellisen puunkorjuun alalla yleisesti pitkään, keskimäärin 19,5 vuotta. Työskentelyalueet ja asuinalueet sijaitsivat todennäköisimmin Länsi- ja Itä-Suomessa niin kuljettajilla kuin yrittäjilläkin. Näillä alueilla on toki paljon puunkorjuutoimintaa ja teollisuutta, mutta saattaa olla myös niin, että käytetyissä rekistereissä alueilla asuvat ihmiset ovat yliedustettuina. Vastauksia saatiin kuitenkin melko kattavasti kaikkialta Suomesta.

Kuljettajista noin neljännes oli viime vuosina työskennellyt pääosin (75–100 % ajastaan) harvennuksilla. Harvennuksilla ja päätehakuilla tasapuolisesti (35–75 % ajastaan) oli työskennellyt hakkuukoneenkuljettajista lähes kaksi kolmasosaa ja kuormatraktorinkuljettajista kolme neljäsosaa. Pääosin päätehakuilla oli työskennellyt hyvin pieni osuus kuljettajista. Yrittäjät olivat toimineet joko pääosin harvennuksilla tai sitten tasapuolisesti molemmilla leimikkotyypeillä.

Taulukko 1. Vastajiin liittyviä taustatietoja, suhteelliset osuudet luokittain jaoteltuna.

	Hakkuukoneen- kuljettajat (N=120)	Kuormatrakto- rinkuljettajat (N=83)	Puunkor- juuyrittäjät (N=47)	Opiskeli- jat (N=39)	Opettajat (N=25)
Ikä					
Alle 31-vuotiaat	30,0	22,9	6,4	97,4	4,0
31–45 -vuotiaat	44,2	33,7	29,8	2,6	32,0
Yli 45-vuotiaat	25,8	43,4	63,8	0,0	64,0
Peruskoulutus					
Kansakoulu	17,8	37,5	29,5	0,0	42,3
Peruskoulu	78,0	58,8	59,1	100,0	46,2
Lukio	4,2	3,8	11,4	0,0	11,5
Metsäalan koulutus					
Ei alan koulutusta	8,0	29,6	12,8	0,0	0,0
Korkeintaan kursseja	30,4	15,5	43,6	0,0	11,5
Ammattikoulu	56,3	52,1	33,3	100,0	26,9
Ammattiopisto tai ylempi	5,4	2,8	10,3	0,0	61,5

Konemerkkijakauma noudatti kolmen suurimman merkin osalta melko hyvin Suomessa rekisterissä 2010 olleiden koneiden jakaumaa (Metsätrens 2011). John Deeren luvuissa on mukana myös Timberjack-koneet. Muita vastauksissa esiintyneitä konemerkkejä olivat Sampo Rosenlew, Nokka Profi ja Logset. Suurin osa vastanneista kuljettajista oli töissä yrityksessä, joka omisti kaksi tai useampia koneketjuja. Vastanneista yrittäjistä kuitenkin lähes puolella oli vain yksi kone tai koneketju.

Taulukko 2. Vastaajien työskentelyyn liittyviä taustatietoja, suhteelliset osuudet luokittain jaoteltuna.

	Hakkuukoneen- kuljettajat	Kuormatrakto- rinkuljettajat	Puunkorjuu- yrittäjät
	(N=120)	(N=83)	(N=47)
Työkokemus koneellisesta puunkorjuusta			
alle 5 v.	15,0	25,0	13,0
5–10 v.	30,0	16,7	13,0
10,1–15 v.	28,3	20,2	13,0
yli 15 v.	26,7	38,1	60,9
Työskentelyalue lääneittäin			
Etelä-Suomi	15,0	9,5	14,9
Länsi-Suomi	31,7	32,1	38,3
Itä-Suomi	29,2	44,0	31,9
Oulu	14,2	7,1	14,9
Lappi	10,0	7,1	
Hakkuutapa pääosin viime vuosina			
Harvennushakkuu	29,2	22,0	40,4
Päättehakkuu	8,3	2,4	
Yhtäläisesti harvennus- ja päättehakkuita	62,5	75,6	59,6
Käytössä oleva konemerkki			
Ponsse	46,2	48,1	
John Deere	33,3	23,5	
Valmet	14,5	13,6	
Muu	1,7	3,7	
Useita	4,3	11,1	
Työnantajan/yrittäjän korjuuketjujen lukumäärä			
0,5–1,5	18,5	22,0	46,8
2–2,5	28,6	23,2	29,8
3–4	35,3	35,4	6,4
yli 4	17,6	19,5	17,0

Kuljettajien suhtautumista työhönsä selvitettiin kyselyn alussa muutamalla taustakysymyksellä. Näistä vastauksista voidaan päätellä jonkin verran kuljettajan työmotivaatiosta ja sen mahdollisesta vaikutuksesta hänen vastauksiinsa, mikäli ne painottuvat poikkeuksellisesti kokonaistuloksiin nähden. Taulukossa 3 on eriteltynä hakkuukoneen- ja kuormatraktorinkuljettajat ryhmiin näiden taustakysymysten mukaisesti. Suurin osa kuljettajista vastasi yleensä neutraalilla keskimmaisella vaihtoehdolla. Merkittävimmät erot hakkuukoneen- ja kuormatraktorinkuljettajien välille muodostuivat työn vaativuuden ja työtahdin kohdalla. Muilta osin kuljettajat eivät poikenneet merkittävästi vastauksiltaan.

Kyselylomakkeiden alustavan analysoinnin jälkeen huomattiin monien vastaajien esittäneen mielenkiintoisia huomioita ja tarkennuksia kysymyslomakkeen ”muu, mikä” -kohdissa, sekä ”palaute/vapaa sana” -osiossa. Tähän liittyen tehtiin vielä lyhyet puhelinhaastattelut vastanneista 10:lle hakkuukoneenkuljettajalle ja 10:lle kuormatraktorinkuljettajalle (liite 11). Haastateltavat

Taulukko 3. Kuljettajien arviot omasta työskentelystään, suhteelliset osuudet luokittain jaoteltuna.

	Hakkuukoneen- kuljettajat (N=120)	Kuormatraktorin- kuljettajat (N=83)
Työnkuva		
Hyvin vaihtelevaa	17,5	15,7
Jokseenkin vaihtelevaa	45,0	41,0
Toisinaan vaihtelevaa, toisinaan yksipuolista	27,5	34,9
Jokseenkin yksipuolista	10,0	8,4
Hyvin yksipuolista		
Työn vaativuus		
Liian paljon tehtäviä ja päätöksiä kuljettajan vastuulla	33,3	9,5
Työtehtäviä ja päätöksiä on työssä sopivasti	65,0	88,1
Työtehtäviä ja päätöksentekoa saisi olla kuljettajalla lisää	1,7	2,4
Työtahti		
Hyvin nopea/ kiivas / ripeä	29,2	12,2
Jokseenkin nopea / kiivas/ ripeä	50,0	56,1
Sopiva	20,8	29,3
Jokseenkin kevyt		2,4
Kevyt		
Työn kiinnostavuus		
Erittäin kiinnostava / innostava	10,8	7,1
Hyvin kiinnostava / innostava	35,0	33,3
Kohtalaisen kiinnostava / innostava	42,5	45,2
Hieman kiinnostava / innostava	1,7	10,7
Ei lainkaan kiinnostava / innostava		3,6

valittiin mahdollisimman monipuolisesti lähtötietojensa perusteella, joita olivat ikä, työskentelyalue, työkokemus, ja kyselyssä ilmaistu opastuksen tarpeellisuus puunkorjuun eri tilanteissa. Haastatteluissa käytiin kirjekyselyä syvällisemmin muutamilla tarkentavilla kysymyksillä läpi kuljettajaa opastavien järjestelmien tarpeellisuutta ja hyötypotentiaalia sekä niiden mahdollista toteutustapaa ja -tyyliä.

2.2 Tutkimusmenetelmät

Tämä tutkimus voidaan luokitella kvantitatiiviseksi tutkimukseksi, sillä siinä selvitettiin lukumääriin ja prosenttiosuuksiin liittyviä kysymyksiä sekä eri asioiden välisiä riippuvuuksia ja analyysiä tilastollisin menetelmin (Heikkilä 2004). Aineiston keruussa käytettiin puolistrukturoitua kyselylomaketta valmiine vastausvaihtoehtoineen sekä ”muu, mikä”-kohtineen. Myös tutkimuksessa tehdyt haastattelut olivat kysymysten suhteen strukturoituja.

Aineistoa analysoitiin tilastollisin menetelmin SPSS- ja Excel-taulukkolaskentaohjelmilla. Analyseissä vertailtiin ja testattiin eri vastausryhmien antamia vastauksia. Kysymyslomakkeen useimmissa kohdissa käytetty Likertin asteikko on järjestysasteikon tasoinen muuttuja, jolle ei keskiarvoa tulisi laskea. On kuitenkin normaalia, että keskiarvoja käytetään yleiskuvan antamiseen, mutta tällöin vastausasteikon on oltava mahdollisimman tasavälinen (Heikkilä 2004). Tässä tutkimuksessa laskettiin keskiarvot ja keskihajonnat jokaiselle tekijälle vastaajaryhmittäin. Keskihajonnalla kuvattiin sitä, miten lähellä vastausryhmän vastaajien näkemykset ovat olleet toisiaan. Mitä suurempi keskihajonta, sitä enemmän vastaajien mielipiteet ovat jakautuneet kysymyksen eri vastausluokkiin ja sitä huonommin keskiarvo kuvaa vastauksia. Tällöin vastauksista saa paremman kuvan frekvenssijakaumista, jotka näyttävät vastattujen luokkien osuudet kunkin kysymyksen kohdalla. Myös näitä kuvaajia käytettiin tässä tutkimuksessa. Kullekin kyselyn kohdalle tai tekijälle lasketun keskiarvon avulla tekijät ryhmiteltiin tärkeysjärjestykseen vastaajaryhmittäin.

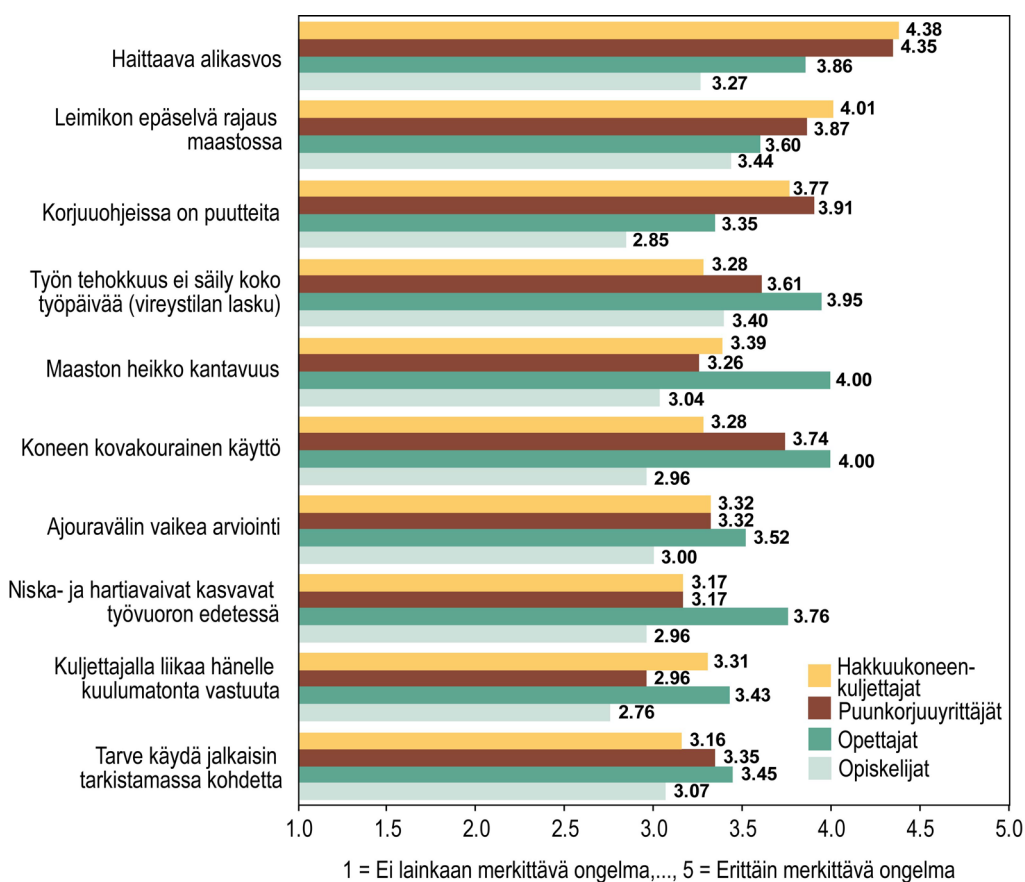
Kahden vastaajaryhmän vastausten tilastollisesti merkitseviä eroja tutkittiin Mann–Whitneyn U-testillä. Mann–Whitney on tehokkaimpia ei-parametrisia testejä järjestysasteikollisille muuttujille (Heikkilä 2004). Nollahypoteesi eli väittämä, jota testillä testataan, oli tässä tutkimuksessa vastaajaryhmien vastausten mediaanien yhtäsuuruus. Merkitsevyystasona testissä käytettiin p-arvoa 0,05. Merkitsevyystaso kertoo todennäköisyyden tehdä virheellinen johtopäätös, jos nollahypoteesi hylätään (Heikkilä 2004). Toisin sanoen merkitsevyystaso kertoo myös todennäköisyyden (tässä 5 %) jolla mediaanien ero johtuu sattumasta. Mikäli testin antama p-arvo oli alle 0,05, tulkittiin ryhmien vastausten välillä olevan tilastollisesti merkitsevää eroa. Useamman ryhmän välillä tilastollisia eroja testattiin Kruskal–Wallisin testillä. Ristiintaulukoinneissa kokemus- ja ikäryhmien välisiä eroja tutkittiin Khiin neliö riippumattomuustestillä.

3 Tulokset

3.1 Koneellisen puunkorjuun ongelmat

3.1.1 Hakkuun ongelmat

Hakkuutyöskentelyosiossa vastaajille esitettiin 35 ongelma-kohtaa, joiden merkityksestä näkemyksensä antoivat hakkuukoneenkuljettajat sekä osa yrittäjistä, opettajista ja opiskelijoista. Kuvassa 2 on esitetty kymmenen kohtaa, joita kaikkien vastaajien määrällä painotettuina keskiarvoina pidettiin nykyisin merkittävimpinä ongelmina koneellisessa puunkorjuussa hakkuun osalta. Metsäkoneenkuljettajien suuremman määrän vuoksi heidän vastauksensa vaikuttivat enemmän kokonaiskeskiarvoja laskettaessa. Osion jokaisen ongelmakohdan merkittävyys, eri vastaajaryhmien mielipiteet sekä tilastolliset erot on esitetty liitteessä 2.



Kuva 2. Hakkuun kymmenen merkittävintä ongelma-kohtaa eri vastaajaryhmillä. Vastaajien keskiarvot.

Hakkuun merkittävimäksi ongelmaksi vastaajat kokivat haittaavan alikasvoksen (ka=4,16 ja sd=1,07). Hakkuukoneenkuljettajat ja puunkorjuuyrittäjät nostivat tämän kohdan kaikkein merkittävimäksi ongelmaksi. Metsäkoneenkuljettajaopiskelijat pitivät haittaavaa alikasvosta kolmanneksi ja opettajat neljänneksi merkittävimpänä ongelmana. Alikasvoksen ennakkoraivaus olisi useiden vastaajien mukaan välttämätöntä tehokkaalle ja tuottavalle hakkuulle, mutta raivaus on vielä nykyisin valitettavan harvinaista. Hakkuukoneenkuljettajien vastaukset poikkesivat tilastollisesti merkitsevästi ($p<0,05$) opettajien sekä ($p<0,01$) opiskelijoiden vastauksista. Opiskelijoiden vastaukset poikkesivat tilastollisesti merkitsevästi myös ($p<0,01$) koneyrittäjien vastauksista.

Toiseksi merkittävimpänä ongelmana vastaajat kokivat leimikon epäselvän rajauksen maastossa (ka=3,87 ja sd=1,12). Opiskelijat arvioivat tämän kohdan kaikkein merkittävimäksi ongelmaksi, kun taas opettajat vasta kuudenneksi merkittävimmäksi. Kuljettajien mukaan leimikoiden nauhoitus on paikoin harvinaista tai puutteellisesti tehtyä. Muutamit opiskelijat kaipasivat myös luonnonsuojelu- ja erityiskohteiden parempaa merkitsemistä maastoon. Opiskelijoiden vastaukset poikkesivat tilastollisesti merkitsevästi ($p<0,05$) hakkuukoneenkuljettajien vastauksista.

Kolmanneksi merkittävin ongelma vastaajien mielestä oli korjuuohjeiden puutteellisuus (ka=3,61 ja sd=1,16). Puunkorjuuyrittäjät nostivat tämän kohdan toiseksi merkittävimäksi ongelmaksi, mutta niin opiskelijat kuin opettajatkaan eivät pitäneet tätä niin merkittävänä ongelmana. Opiskelijoiden vastaukset poikkesivat tilastollisesti merkitsevästi ($p<0,01$) kuljettajien ja yrittäjien vastauksista. Toisaalta opettajat ja opiskelijat eivät välttämättä joudu tekemisiin puutteellisten korjuuohjeiden kanssa niin paljoa kuin varsinaiset kuljettajat ja puunkorjuuyrittäjät. Kuljettajien mukaan joskus saattaa olla epäselvyyttä harvennustavasta, ristiriitoja puunostajan ja metsänomistajan ohjeissa, epäselvyyttä varastopaikan sijainnista ja sijoittamisesta sekä korjuun oikeasta ajankohdasta.

Kuljettajan terveyteen ja työssäjaksamiseen liittyvät ongelmat nousivat merkittävydeltään myös kohtalaisen korkealle. Työn tehokkuus ei säily koko työpäivää eli vireystilan lasku (ka=3,41 ja sd=1,03), niska- ja hartiavaivojen lisääntyminen työvuoron edetessä (ka=3,21 ja sd=1,15) ja kuljettajan liiallinen hänelle kuulumaton vastuu (ka=3,21 ja sd=1,24) arvioitiin kaikki 10 merkittävimmän ongelman joukkoon. Kohtalaisen merkittävänä ongelmina pidettiin myös taukojen riittämätöntä määrää työvuoron aikana (ka=3,15 ja sd=1,05) sekä tarvetta käydä tarkistamassa kohdetta jalkaisin (ka=3,20 ja sd=1,20), vaikka jälkimmäisellä todennäköisesti on positiivinen vaikutus kuljettajan terveydentilaan lisääntyneen liikunnan muodossa. Kokemuksen ja iän vaikutusta ongelman merkittävyyden kokemiseen tutkittiin ristiintaulukoinnilla käyttäen taulukon 2 työkokemusrhymittelyjä ja taulukon 1 ikäryhmittelyjä. Kuljettajan kokemuksella ei kuitenkaan ollut tilastolli-

sesti merkitsevää vaikutusta kyseisten kohtien vastauksissa. Kuljettajan ikä vaikutti merkitsevästi ($p < 0,05$) vain kohdassa kuljettajalla liikaa hänelle kuulumatonta vastuuta. Vanhemmat kuljettajat siis olivat useammin sitä mieltä, että kuljettajalla on liikaa vastuuta.

Hakkuun ongelmakohtien loppupään mukaan koneet eivät ole nykyään kovin vaikeasti hallittavia/käytettäviä ($ka=1,81$ ja $sd=0,94$). Myöskään ajourien linjaus ja sijoittelu eivät ole ongelmallisia tasaisissa/normaaleissa olosuhteissa ($ka=1,63$ ja $sd=0,89$) muille kuin opiskelijoille, joiden vastaukset poikkesivat tässä kohdassa tilastollisesti merkitsevästi ($p < 0,01$) kaikkien muiden vastaajaryhmien vastauksista. Ristiintaulukoinnin jälkeen voitiin todeta, että kuljettajan iällä tai kokemuksella ei ollut merkitystä ajourien linjauksen ongelmallisuuteen. Kokemus ei vaikuttanut myöskään siihen, koettiin nykyiset hakkuukoneet vaikeasti hallittaviksi. Kuljettajan ikä näytti kuitenkin vaikuttavan siten, että vanhemmat kuljettajat kokivat koneet hieman vaikeammin hallittaviksi/käytettäviksi. Tässä kohdassa vastausryhmän pieni koko kuitenkin estää tekemästä pidemmälle vietyjä päätelmiä tilastollisesta merkitsevyydestä.

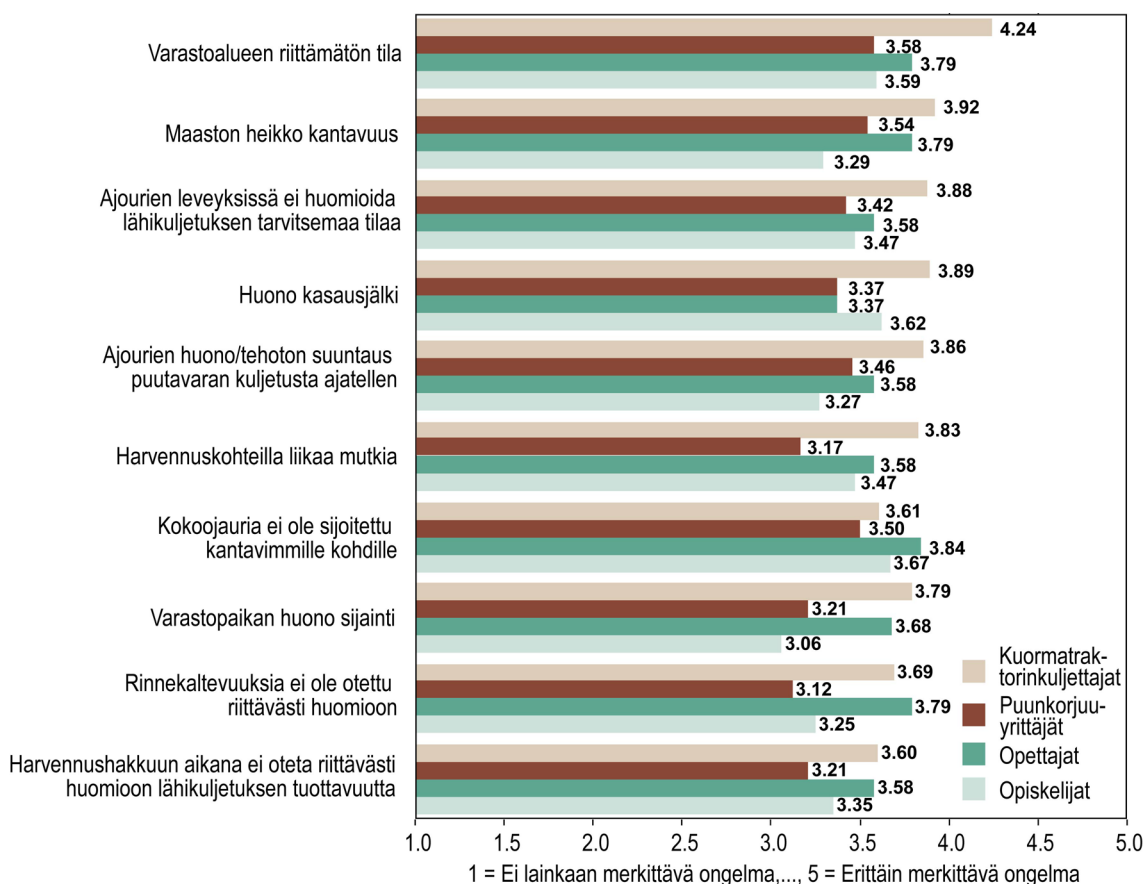
Hakkuukoneenkuljettajien antamilla arvioilla oman työnsä kiinnostavuudesta oli selkeä yhteys eräissä kysymyksissä annettuihin vastauksiin. Työn erittäin kiinnostavaksi kokeneet kuljettajat arvioivat seuraavia ongelmia merkittävämmiksi kuin kuljettajat, jotka kokivat työn vain hieman kiinnostavaksi: harvennushakkuun aikana ei oteta riittävästi huomioon kuormatraktorin suoritetta, päätehakkuun aikana ei oteta riittävästi huomioon kuormatraktorin suoritetta, kohteen puustokertymän jakautumisesta leimikolle ei ole riittävästi tietoa, tiedonvaihto hakkuukoneen- ja kuormatraktorinkuljettajien välillä puutteellista ja tarkkaa tietoa työskentelyn vaikutuksesta polttoaineenkulutukseen ei ole.

Muissa kohdissa oli enemmän itsestäänselvyksiä, kuten esimerkiksi kuljettajat, joiden mielestä työssä on liikaa päätöksentekoa ja vaativuutta, pitivät muita merkittävämpinä ongelmina kohtia: kuljettajalla liikaa hänelle kuulumatonta vastuuta, työn tehokkuus ei säily koko työpäivää (vireystilan lasku), taukoja ei tule pidettyä riittävästi työvuoron aikana ja rungon apterauksen toteuttaminen kaikkia osapuolia miellyttävästi on vaikeaa. Ne kuljettajat, joiden mielestä työ on jokseenkin yksipuolista, arvioivat muita useammin, että työn tehokkuus ei säily koko työpäivää (vireystilan lasku). Ne kuljettajat, jotka kuvasivat työtahtiaan hyvin nopeaksi, arvioivat merkittävämmäksi ongelmaksi muita useammin kohdan, ”kuljettajalla liikaa hänelle kuulumatonta vastuuta”.

3.1.2 Lähikuljetuksen ongelmat

Lähikuljetusosion 43 ongelmakohdan merkittävyyteen vastasivat kuormatraktorinkuljettajat sekä osa yrittäjistä, opettajista ja opiskelijoista. Kuvassa 3 on kymmenen kohtaa, joita kaikkien vastaajien vastaajamäärien mukaisesti painotettuina keskiarvona pidettiin merkittävimpinä ongelmina nykyisin. Osion jokaisen ongelmakohdan merkittävyys, eri vastaajaryhmien mielipiteet sekä tilastolliset erot on esitetty liitteessä 3.

Lähikuljetuksessa merkittävimmäksi ongelmaksi nykyisin vastaajat arvioivat varastopaikan riittämättömän tilan ($ka=3,99$ ja $sd=1,06$). Puunkorjuuyrittäjät olivat arvioineet tämän kolmanneksi merkittävimmäksi ongelmaksi. Suurimmaksi ongelmaksi yrittäjät nostivat haittaavan alikasvoksen, mutta todennäköistä on, että he ovat tällöin miettineet myös hakkuutyötä. Kuten kuljettajavastauksista ilmenee, niin haittaava alikasvos on merkittävämpi ongelma hakkuutyössä kuin lähikuljetuksessa. Myös varastopaikan huono sijainti ($ka=3,60$ ja $sd=1,10$) oli vastaajien mukaan merkittävä ongelma. Varastopaikan riittämättömän tilan ja myös huonon sijainnin kohdalla



Kuva 3. Lähikuljetuksen kymmenen merkittävintä ongelmakohtaa eri vastaajaryhmillä. Vastaajien keskiarvot.

kuljettajien vastaukset poikkesivat tilastollisesti merkitsevästi ($p < 0,01$) yrittäjien ja ($p < 0,05$) opiskelijoiden vastauksista. Varastopaikan huono sijainti oli hieman merkittävämpi ongelma iäkkäiden sekä kokeneempien kuljettajien mielestä kuin nuorempien ja kokemattomien, mutta tilastollisen merkitsevyyden toteaminen on mahdotonta pienten vastausmäärien vuoksi. Opiskelijat nostivat merkittävimmäksi ongelmaksi puutavaran jäämisen metsään ja siinä heidän vastauksensa poikkesivat tilastollisesti merkitsevästi ($p < 0,05$) niin kuljettajien kuin puunkorjuuyrittäjien vastauksista.

Toiseksi merkittävimpänä ongelmana vastaajat näkivät maaston heikon kantavuuden ($k_a=3,76$ ja $s_d=1,11$). Kohtalaisen merkittäviä tähän liittyviä ongelmia olivat myös, ettei kokoojauria ole sijoitettu kantavimmille kohdille ($k_a=3,63$ ja $s_d=1,24$), kohteen kantavuudesta ei ole riittävää ennakkotietoa ($k_a=3,39$ ja $s_d=1,14$) ja kaluston puutteellinen varustelu kantavuuden suhteen ($k_a=3,30$ ja $s_d=1,17$). Näistä kohdista eri vastaajaryhmät olivat hyvin yksimielisiä.

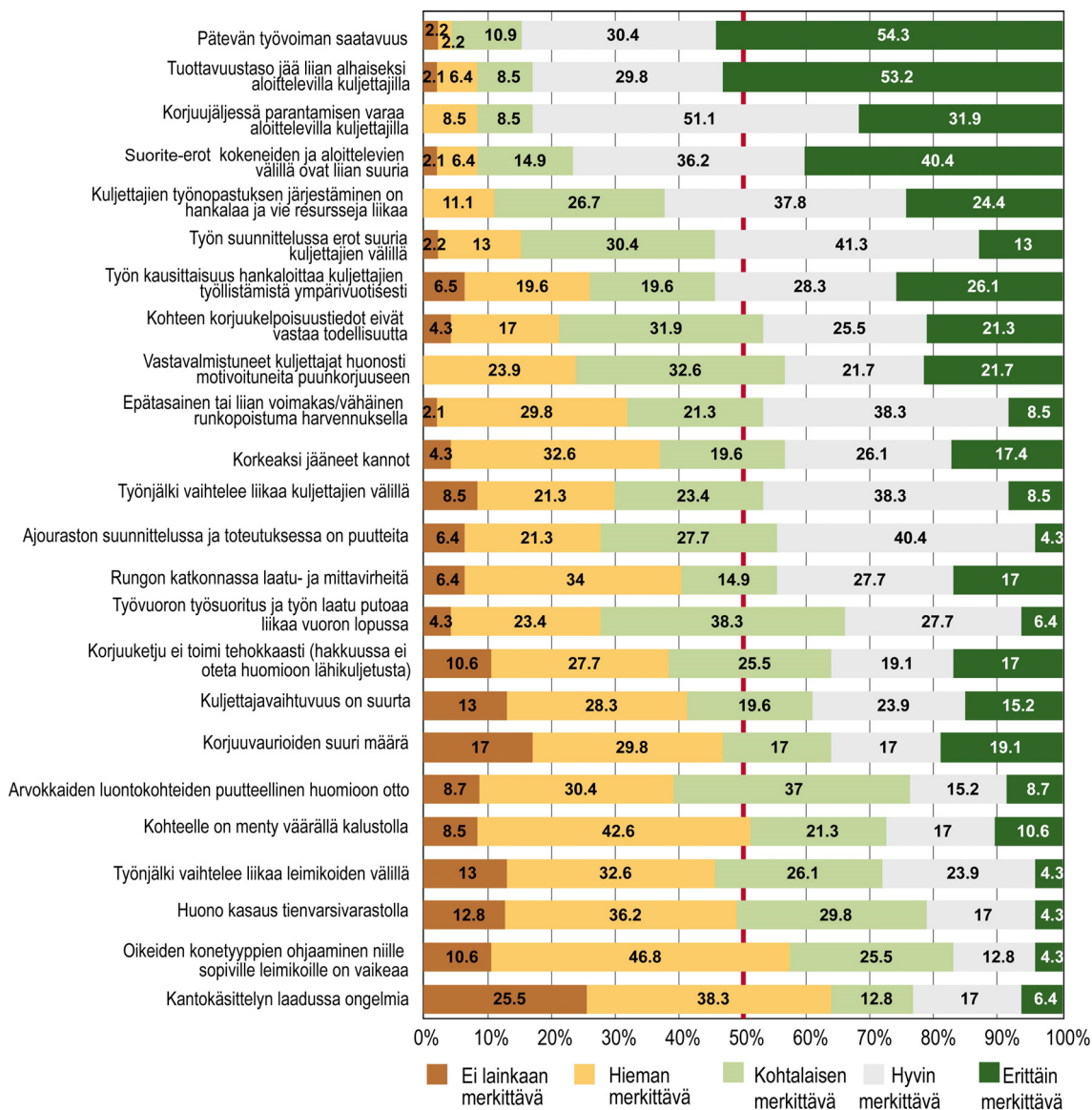
Monet merkittävimpien ongelmien joukkoon nousseet kohdat liittyivät melko suoraan hakkuukoneen työpöytä ja sen kuljettajan kykyyn ottaa lähikuljetus työskentelyssään huomioon. Esimerkiksi ajourien leveydessä ei oteta huomioon lähikuljetuksen tarvitsemaa tilaa ($k_a=3,71$ ja $s_d=1,11$), huono kasausjälki ($k_a=3,70$ ja $s_d=1,25$) tai ajourien huono/tehoton suuntaus puutavaran lähikuljetusta ajatellen ($k_a=3,69$ ja $s_d=1,15$). Vastaajaryhmien välillä tilastollisesti merkitseviä eroja syntyi huonon kasausjäljen kohdalla kuljettajien ja yrittäjien ($p < 0,05$) välillä sekä ajourien huono/tehottoman suuntauksen kohdalla kuljettajien ja opiskelijoiden ($p < 0,05$) välillä.

Viimeisiksi jääneitä kohtia vastaajat pitivät vähiten merkittävänä ongelmina. Esimerkiksi koneet ovat nykyään vaikeasti käytettäviä/hallittavia ($k_a=2,05$ ja $s_d=1,04$) ja kone tarjoaa liikaa tietoa, jota ei tarvita työskentelyssä ($k_a=2,21$ ja $s_d=1,00$) arvioitiin keskimäärin vain hieman merkittäviksi ongelmiksi, joten ne jäivät listan häntäpäähän. Vastaajaryhmien tai kuljettajien kokemusluokkien välillä ei ollut tilastollisesti merkitseviä eroja näissä kysymyksissä. Ainoastaan ”koneet ovat nykyään vaikeasti käytettäviä/hallittavia” -kohta oli hieman suurempi ongelma vanhemmilla kuljettajilla, mutta havaittu ero ei ole tilastollisesti merkitsevä.

Kuormatraktorikuljettajien pienemmän vastaajamäärän vuoksi on vaikea selvittää vastausten ja kuljettajien kokeman työnkuvan, -tahdin, vaativuuden tai kiinnostavuuden välisiä riippuvuuksia. Kuitenkin kuljettajat, jotka kokivat työn erittäin/hyvin kiinnostavaksi, pitivät kohtia ”haittaava alikasvos” ja ”kuljettajalla liikaa hänelle kuulumatonta vastuuta” hiukan merkittävämpinä ongelmina kuin kuljettajat, jotka kokivat työn vain hieman kiinnostavaksi. Kuljettajat, jotka kokivat työnkuvan hyvin/jokseenkin vaihtelevaksi, arvioivat varastopaikan huonon sijainnin muita vastaajia merkittävämmäksi ongelmaksi. Työtahdin ja työn vaativuuden osalta kuljettajat jakautuivat melko samoihin vastaajaluokkiin, joten eroja on vaikea löytää.

3.1.3 Yrittäjäkohtaiset ongelmat koneellisessa puunkorjuussa

Puunkorjuuyrittäjiltä kysyttiin edellisten kohtien lisäksi 24 heitä koskevan ongelmakohdan merkittävyyttä viime aikoina (kuva 4). Näitä kohtia ei kysytty muilta vastaajaryhmiltä, joten kysymykset olivat jo lähtökohdiltaan puunkorjuuyrittäjille suunnatut.



Kuva 4. Puunkorjuuyrittäjien mielipiteet heitä koskevista ongelmakohdista koneellisen puunkorjuun tehokkaassa ja laadukkaassa toteuttamisessa.

Kaikkein merkittävimäksi ongelmaksi puunkorjuuyrittäjät kokivat pätevän työvoiman saataavuuden (keskiarvo 4,33 ja keskihajonta 0,92). Yrittäjien mukaan ammattitaitoisten kuljettajien löytäminen on jopa erittäin vaikeaa nykyisin. Kuusi kaikkein merkittävintä ongelmakohtaa liittyivät läheisesti aloitteleviin tai kokemattomiin kuljettajiin. Heitä palkatessaan yrittäjä ottaa usein tietoisesti riskin siitä, että tuleva työntekijä ei läheskään kaikilta osin pääse kokeneempien kuljettajien tasolle esim. työnjäljessä tai tuottavuudessa. Monien yrittäjien mukaan uusien kuljettajien henkilökohtainen työnopastus on usein liian kallista (ka=3,76 ja sd=0,96). Ongelmia joissain tapauksissa on ollut myös nuorten työmotivaatiossa ja asenteessa työntekoon (ka=3,41 ja sd=1,09).

Loput esitetyt ongelmakohdat liittyivät puunkorjuutoimintoihin. Esimerkiksi kohteen korjuukelpoisuustiedot eivät aina vastaa todellisuutta (ka=3,43 ja sd=1,14). Korjuuajankohdalla on suuri vaikutus korjuuvaurioiden ja urapainumien syntyyn silloin, kun heikosti kantavalle, vain talvikorjuuseen soveltuvalle leimikolle mennään muulloin kuin talvella. Yrittäjät eivät kuitenkaan pitäneet kovinkaan merkittävänä ongelmana kysymystä ”kohteelle menty väärällä kalustolla” (ka=2,79 ja sd=1,16). Pienemmillä yrittäjillä ei välttämättä ole koneen suhteen valinnan mahdollisuuttakaan, mutta monien vastaajien mukaan Suomen korjuuolosuhteissa ei realistisesti ajatellen voi edes käyttää kovin monta konekokoluokkaa. Luultavasti tästä syystä kohtaa ”oikeiden konetyyppien ohjaaminen niille sopiville leimikoille vaikeaa” (ka=2,53 ja sd=1,00) ei pidetty merkittävänä ongelmana vaan se jäi toiseksi viimeiseksi. Vähiten merkittävä ongelma koneyrittäjien mukaan oli kantokäsittelyaineen ruiskutuksen laatu (ka=2,4 ja sd=1,23). Kantokäsittelyaineen ruiskuttaminen on siis vastanneiden yrittäjien mukaan onnistunut useimmiten ongelmattomasti tai melko vähillä ongelmilla.

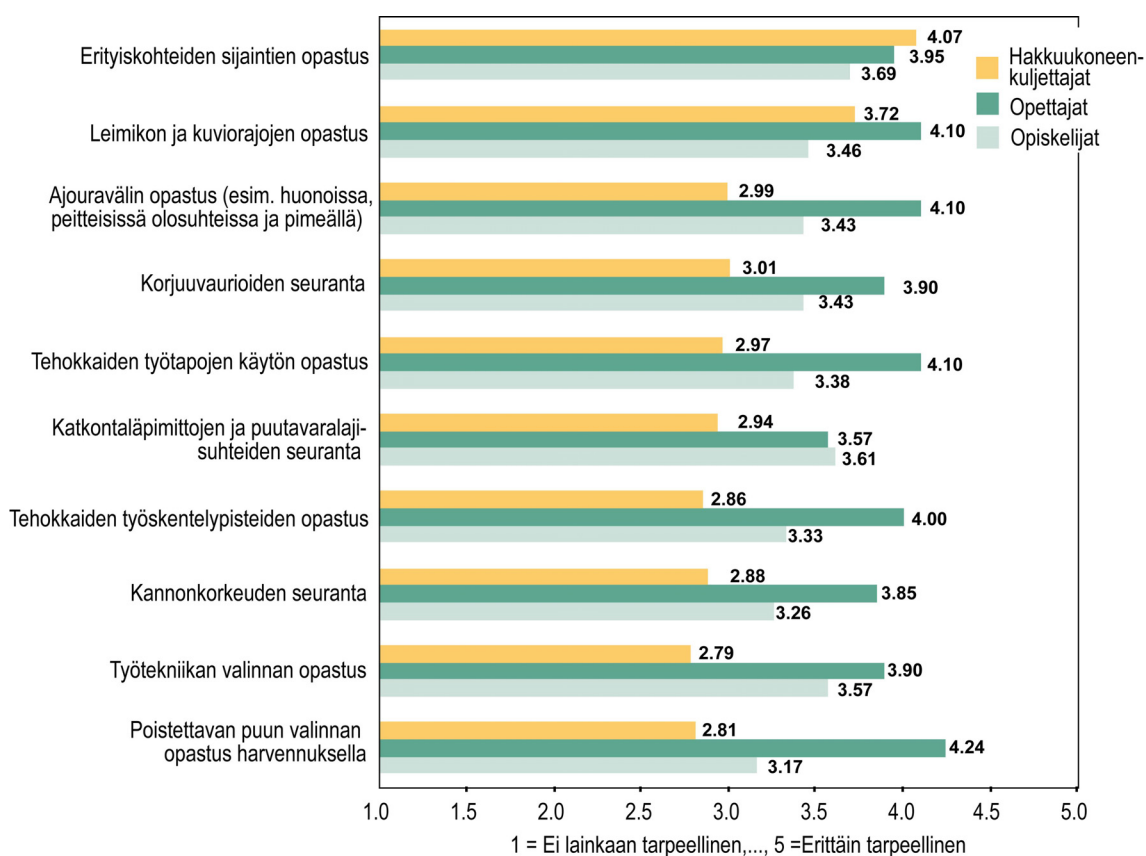
Vastanneiden puunkorjuuyrittäjien painottuminen iäkkäisiin ja kokeneisiin yrittäjiin, yhdessä melko pienen vastausmäärän kanssa, tekee ikä- ja kokemusluokkavertailujen tutkimisen tässä tapauksessa ongelmalliseksi.

3.2 Kuljettajaopastuksen tarve koneellisessa puunkorjuussa

3.2.1 Kuljettajaopastuksen tarve hakkuutyössä

Hakkuutyössä 10 tarpeellisinta, vastaajamäärillä painotettujen keskiarvojen perusteella järjestettyä kuljettajaopastuksen kohtaa on esitetty kuvassa 5. Kaikkien 23 kohdan tarpeellisuus vastaajaryhmittäin eriteltyä on esitetty liitteessä 4.

Tarpeellisimmaksi kuljettajanopastukseksi hakkuutyössä vastaajat kokivat ympäristöltään merkittävien erityiskohteiden sijaintien opastuksen (ka=3,99 ja sd=0,98). Erityiskohteiden suojeleluun ja oikeanlaiseen käsittelyyn on nykyisin kiinnitetty paljon huomiota jo ennakkosuunnittelussa, mutta toteuttamisvastuu on siirtynyt kuljettajille. Erityiskohteiden sijaintien opastuksen kokivat tarpeellisimmaksi kuljettajat sekä opiskelijat. Kuljettajien ja opiskelijoiden vastaukset erosivat kuitenkin tilastollisesti merkitsevästi ($p < 0,05$) toisistaan. Kuljettajien vastauksia ristiintaulukoidalla ei löytynyt tilastollisesti merkitseviä riippuvuuksia vastauksen ja iän tai kokemuksen välillä. Kokeneiden kuljettajien joukossa on kuitenkin useammin sellaisia henkilöitä, joiden mielestä erityiskohteiden sijainnin opastus on vain hieman tarpeellista tai ei lainkaan tarpeellista.



Kuva 5. Opastuksen tarve hakkuutyössä eri vastaajaryhmillä, kymmenen tarpeellisinta kohtaa. Vastaajaryhmien keskiarvot.

Toiseksi tarpeellisimmaksi opastukseksi vastaajat nostivat leimikon ja kuviorajojen opastuksen (ka=3,73 ja sd=1,23). Leimikkorajojen sijaintitieto on erityisen tärkeää hakkuukoneenkuljettajalle. Nykyään kuljettajilla on useimmiten käytettävissä tietokonepohjaiset ja GPS-avusteiset karttaohjelmat, mutta leimikoiden epäselvä rajausta maastossa ja huono nauhoitus koettiin silti myös toiseksi suurimmaksi ongelmaksi (kuva 2). Opettajien ja opiskelijoiden vastaukset erosivat tilastollisesti merkitsevästi ($p<0,05$) leimikon ja kuviorajojen opastuksen osalta.

Tarpeellisimpien opastusten joukkoon nousi myös ajouravälin opastus esim. huonoissa, peitteisissä olosuhteissa ja pimeällä (ka=3,20 ja sd=1,30). Kuljettajien mukaan tarpeeseen vaikuttavat melko paljon työskentelyolosuhteet. Ojitetuilla turvemailla ajourasijoittelu riippuu ojaiston rakenteesta ja näin vaihtoehtoisia uraratkaisuja ei juuri synny. Kuljettajien vastaukset erosivat tilastollisesti merkitsevästi ($p<0,01$) opettajien vastauksista ja opettajien vastaukset ($p<0,05$) opiskelijoiden vastauksista. Kuljettajan iällä eikä kuljettajan kokemuksella ollut tilastollisesti merkitsevää vaikutusta vastauksiin. Tosin vanhemmat kuljettajat pitivät suhteellisesti useammin ajouravälin opastusta ”ei lainkaan tarpeellisenä”. Ajourien sijoittelun opastukselle (ka=2,66 ja sd=1,30) taas ei koettu kovin suurta tarvetta, varsinkaan kuljettajien mukaan, vaan tämä kohta jäi listan häntäpäähän. Kuljettajien vastaukset erosivat tilastollisesti merkitsevästi ($p<0,01$) opettajien ja opiskelijoiden vastauksista. Myös opettajien vastaukset erosivat opiskelijoiden vastauksista ($p<0,05$). Kuljettajien kokemuksella tai iällä ei ollut vaikutusta ristiintaulukoitaessa vastauksia.

Tehokkaiden työtapojen käytön opastuksen (ka=3,17 ja sd=1,29) tarve nousi vastauskeskiarvoissa korkealle. Tehokkaiden työtapojen omaksuminen on usein paljolti metsäkoneenkuljettajan itseoppimista työtä tehdessä. Lisäksi kuljettajakoulutusta antavien koulujen opettajat opettavat opiskelijoilleen aina jossain määrin oman työtapansa, koska ei ole vielä olemassa vakioituja malleja työtavoista. Kuljettajien mukaan onkin vaikea arvioida onko oma työtapo tehokkain tai paras mahdollinen. Kuljettajan kokemuksella tai iällä ei ollut vaikutusta vastauksiin, mutta vastausryhmistä yrittäjien vastaukset poikkesivat tilastollisesti merkitsevästi ($p<0,01$) sekä kuljettajien että opiskelijoiden vastauksista.

Työtekniikan valinnan opastus (ka=3,05 ja sd=1,44) liittyy osin tehokkaiden työtapojen valinnan opastukseen, mutta sillä erotuksella, että valintaa useiden mahdollisten työtekniikoiden välillä opastetaan esimerkiksi olosuhde- ja ympäristötekijöistä riippuen, kun taas tehokkaita työtapoja opastetaan eri työtekniikoiden sisällä. Kuljettajien vastaukset poikkesivat tilastollisesti merkitsevästi ($p<0,01$) opettajien ja ($p<0,05$) opiskelijoiden vastauksista.

Pienin opastuksen tarve vastausten mukaan oli puuston jakautumisesta leimikolle (ka=2,84 ja sd=1,13), ajourien sijoittelulle (ka=2,66 ja sd=1,30) ja kantokäsittelyn peittävyuden seurannalle

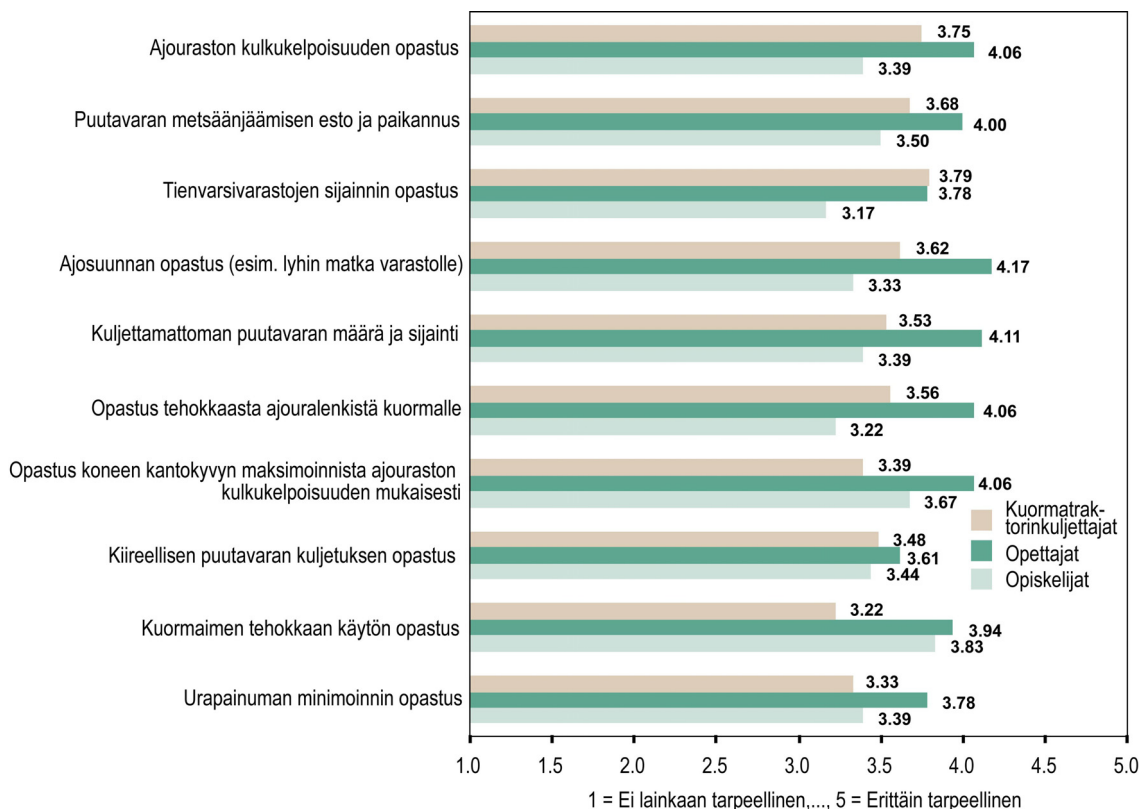
($ka=2,58$ ja $sd=1,22$). Puuston jakautumisen leimikolle opastus koettiin vastaajaryhmien, sekä kuljettajien kokemus- ja ikäryhmien kesken lähes yhtä tarpeelliseksi, eikä tilastollisia eroja tässä kohdassa syntynyt. Kantokäsittelyn peittävyuden seuranta saattaa kuljettajien mukaan onnistua riittävän hyvin nykyisinkin ilman mitään opastavaa järjestelmää, koska heidän vastauksensa poikkesivat tilastollisesti merkitsevästi ($p<0,01$) niin opettajien kuin opiskelijoiden vastauksista.

Ristiintaulukoimalla kuljettajien vastauksia ja heidän kokemuksiiaan työn kiinnostavuudesta, vaativuudesta, työnkuvasta ja työtahdistista ei havaittu yhteyksiä näiden kohtien välillä.

3.2.2 Kuljettajaopastuksen tarve lähikuljetuksessa

Lähikuljetuksen 10 tarpeellisinta, vastaajamäärällä painotettujen keskiarvojen mukaisesti järjestettyä kuljettajaopastuksen kohtaa on esitetty kuvassa 6. Kaikkien 17 kohdan tarpeellisuus vastaajaryhmittäin eriteltyinä on esitetty liitteessä 5.

Vastaajat arvioivat opastuksen kohdat lähikuljetuksen osalta melko tasavahvoiksi tarpeeltaan. Tarpeellisimmaksi opastuksen kohdaksi vastaajat nostivat ajouraston kulkukelpoisuuden opastuksen ($ka=3,74$ ja $sd=1,05$). Kuormatraktorinkuljettajat arvioivat tämän kohdan toiseksi tar-



Kuva 6. Opastuksen tarve lähikuljetuksessa eri vastaajaryhmillä, kymmenen tarpeellisinta kohtaa. Vastaajaryhmien keskiarvot.

peellisimmaksi. Kuljettajat mainitsivat ajouraston kulkukelpoisuuden ja huomionarvoisten kohtien selviävän tavallisesti hakkuukoneenkuljettajan kanssa keskustelemalla. Opettajien vastaukset erosivat tilastollisesti merkitsevästi ($p < 0,05$) opiskelijoiden vastauksista. Kuljettajien vastauksissa myöskään kuljettajan iällä tai kokemuksella ei ollut vaikutusta, tosin tilastollisen merkitsevyyden selvittämistä ristiintaulukoinnissa vaikeuttaa vastaajien pieni määrä.

Tarpeeltaan suureksi opastuksen kohdaksi vastaajat nostivat puutavaran metsäänjäämisen eston ja paikannuksen lumipeitteen alta ($ka=3,70$ ja $sd=1,18$). Kuljettajat kokivat, että kaiken puutavaran löytäminen voi olla vaikeaa erityisesti talvella, jos hakkuun ja lähikuljetuksen väillä on ajallista eroa ja lunta ennättää sataa puutavarakasojen päälle. Tämän kysymyksen kohdalla vastaajaryhmät ja vastaajat olivat hyvin yksimielisiä. Tähän kohtaan liittyy myös tarpeeltaan merkittävä kuljettamattoman puutavaran määrän ja sijainnin opastus ($ka=3,60$ ja $sd=1,17$). Kuljettajien mukaan tällaisen tiedon tai opastuksen avulla olisi helpompi suunnitella kuormausreittejä ja kuormattavia puutavaralajeja. Nykyisin puutavaralajimäärät ja sijainnit selviävät vasta leimikolla ajettaessa tai mahdollisesti etukäteen hakkuukoneenkuljettajalta. Opettajien vastaukset poikkesivat tilastollisesti merkitsevästi ($p < 0,01$) opiskelijoiden vastauksista.

Kolmanneksi tarpeellisin opastuksen kohta vastaajien mielestä oli tienvarsivarastojen sijainti ($ka=3,69$ ja $sd=1,11$). Kuljettajat nostivat tämän kohdan kaikkein tarpeellisimmaksi. Siksi ei ole yllätys, että niin hakkuukoneen- kuin kuormatraktorinkuljettajatkin totesivat varastopaikkaan liittyvän usein erinäisiä ongelmia suunnittelun, sijainnin ja koon suhteen. Opiskelijoiden vastaukset poikkesivat tilastollisesti merkitsevästi ($p < 0,01$) kuljettajien ja ($p < 0,05$) opettajien vastauksista.

Neljänneksi tarpeellisimmaksi opastuksen kohdaksi vastaajat arvioivat ajosuunnan opastuksen ($ka=3,66$ ja $sd=1,21$). Opettajat nostivat tämän kohdan kaikkein tarpeellisimmaksi. He luultavimmin peilasivat vastaustaan, kuten muitakin vastauksiaan, opiskelijoihinsa. Opiskelijoilla saattaa olla hankaluuksia hahmottaa lyhintä reittiä varastolle. Kokeneemmat kuljettajat kuljettavat puuta loogisesti varastoa kohti, tavallisesti leimikon perältä aloittaen. Suurin tarve ajosuunnan opastukselle olisi vastaajien mukaan kaikkein suurimmilla leimikoilla, joilla olisi useampia varastopaikkoja.

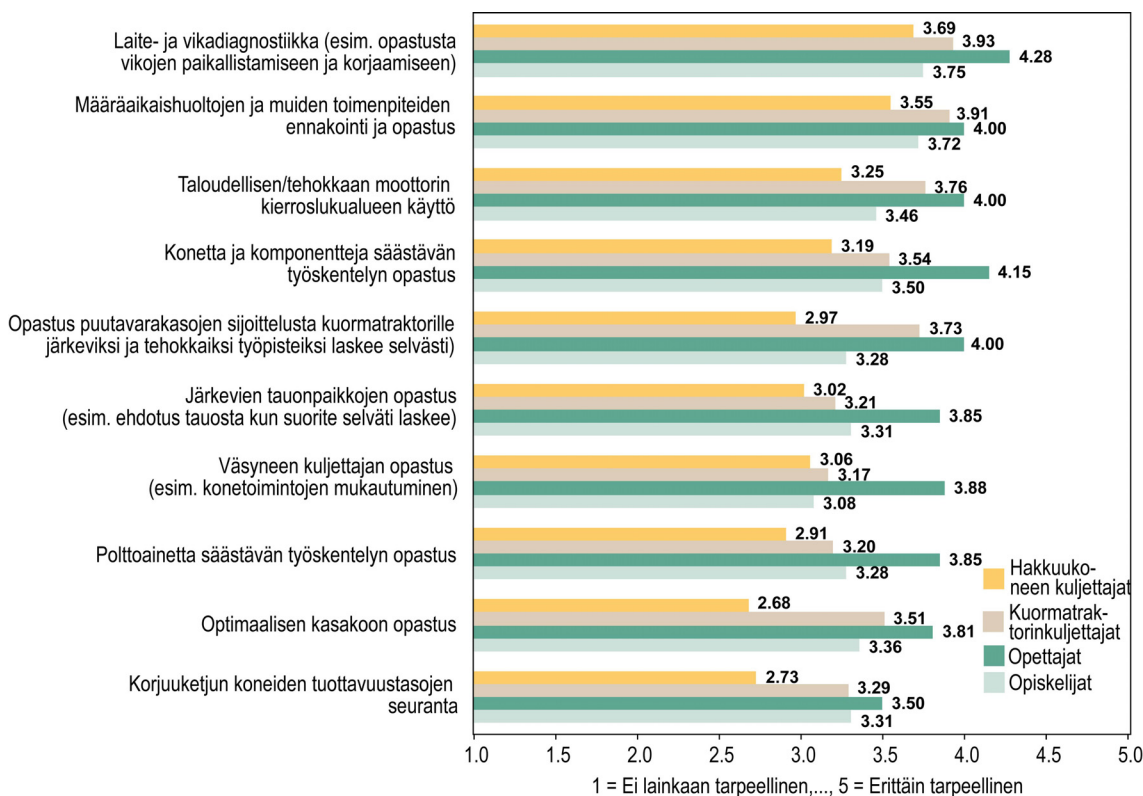
Vähiten tarvetta opastukselle vastaajien mukaan olisi kohdissa ”opastus puumäärän ja puutavaralajien jakautumisesta leimikolle” ($ka=3,19$ ja $sd=1,10$) ja ”jäljellä olevan ajoajan ennuste” ($ka=2,96$ ja $sd=1,22$). Puumäärän ja puutavaralajien jakautumisen leimikolle jääminen häntäpähän on kenties hieman ristiriidassa kuljettamattoman puutavaran määrän ja sijainnin suuremman tarpeen kanssa. Opettajien vastaukset poikkesivat tilastollisesti merkitsevästi ($p < 0,01$) kuljettajien ja ($p < 0,05$) opiskelijoiden vastauksista. Kuljettajien vastauksia ristiintaulukoimalla

huomataan kokeneiden kuljettajien kaipaavan opastusta hieman vähemmän kuin kokemattomien, mutta tilastollista merkitsevyyttä ei kuitenkaan ilmennyt. Jäljellä olevan ajoajan ennustetta kuljettajat pitivät huonona siitä syystä, että silloin syntyisi kuljettajalle lisää paineita tuottavuudesta ja ennusteajoissa pysymisestä. Ristiintaulukoinnilla huomataan kokeneiden ja iäkkäiden kuljettajien kokevan opastuksen tarpeen pienemmäksi kuin kokemattomat ja nuoret kuljettajat, mutta ei tilastollisesti merkitsevästi.

Ristiintaulukoimalla kuljettajien vastauksia ja heidän kokemuksiaan työn kiinnostavuudesta, vaativuudesta, työnkuvasta ja työtahdista ei havaittu selkeitä yhteyksiä juuri yhdenkään kohdan välillä. Kuljettajat, jotka pitivät työtä erityisen/hyvin kiinnostavana, kokivat ajoajan ennusteen tarpeellisemmaksi kuin kuljettajat, jotka kokivat työn vain kohtalaisen/hieman kiinnostavaksi.

3.2.3 Vastaajaryhmien yhteiset kysymykset kuljettajaopastuksen tarpeesta

Vastaajamäärillä painotettujen keskiarvojen mukaisesti järjestetyt yhteiset 10 kysymystä kuljettajaopastuksen tarpeellisuudesta on esitetty kuvassa 7. Kaikkien 10 kohdan vastaajaryhmittäiset sekä kaikkien vastaajien keskiarvot, vastausmäärät, keskihajonnat ja vastaajaryhmien väliset tilastollisesti merkitsevät erot on esitetty liitteessä 6.



Kuva 7. Opastuksen tarve, yhteiset kysymykset eri vastaajaryhmillä. Vastaajaryhmien keskiarvot.

Tarpeellisimmaksi opastuksen kohdaksi vastaajat nostivat laite- ja vikadiagnostiikan opastuksen (ka=3,83 ja sd=1,04). Konekehityksen myötä laite- ja vikadiagnostiikka on lisääntynyt niin hakkuukoneissa kuin kuormatraktoreissakin. Joidenkin kuljettajien mukaan kaikkia nykyisten koneiden toimintoja ja säätömahdollisuuksia on lähes mahdotonta oppia käyttämään ja hyödyntämään, koska niitä on niin paljon. Ristiintaulukoinnilla selvisi, että kaikki ikäryhmät kuljettajissa kaipaavat opastusta tähän kohtaan, samoin kuin eri kokemusryhmien kuljettajat. Monet iäkkäät kuljettajat mieltävät tämän vain iäkkäiden ongelmaksi, mutta vastausten perusteella myös nuoret kaipaavat opastusta näissä asioissa. Hakkuukoneenkuljettajien vastaukset erosivat tilastollisesti merkitsevästi ($p<0,05$) opettajien vastauksista ja opettajien vastaukset ($p<0,05$) opiskelijoiden vastauksista.

Toiseksi tarpeellisin opastus vastaajien mukaan olisi määräaika- ja muiden huoltojen ennakointi ja opastus (ka=3,73 ja sd=1,14). Hakkuukoneenkuljettajien vastaukset erosivat tilastollisesti merkitsevästi ($p<0,05$) kuormatraktorinkuljettajien vastauksista. Määräaikaishuollot, kuten monet muutkin huollot, jätetään nykyään yhä useammin valtuutettujen huoltoliikkeiden ja korjaajien tehtäväksi. Kuljettajan vastuulla oleviin huolto- ja korjaustoimenpiteisiin saatava opastus koettiin tarpeelliseksi. Useilla konevalmistajilla on tosin jo olemassa mahdollisuus huoltohenkilölle muodostaa etäyhteys koneeseen tietoverkon kautta, paikallistaa vika ja mahdollisesti neuvoa kuljettajaa sen korjaamisessa. Huoltoja voitaisiin ennakoida lähinnä koneen ja komponenttien toimintaa ja käyttötunteja tarkkailemalla.

Viidenneksi tarpeellisin kohta oli hakkuukoneenkuljettajan opastaminen puutavarakasojen sijoittelussa kuormatraktorille järkeviksi ja tehokkaiksi työpisteiksi (ka=3,35 ja sd=1,31). Tämä kohta liittyy koko korjuuketjun tuottavuuden parantamiseen. Kuormatraktorinkuljettajat kertoivat työskentelevänsä monenlaisten hakkuukoneenkuljettajien kanssa, joista osa ottaa lähikulttuurin hyvin huomioon hakkuun aikana ja osa ei juuri lainkaan. Useiden vastaajien mukaan hakkuukoneenkuljettaja voi monilla pienillä, omaa tuottavuutta ajatellen merkityksettömillä asioilla joko huomattavasti helpottaa tai vaikeuttaa kuormatraktorinkuljettajan työskentelyä. Kuormatraktorinkuljettajien vastaukset poikkesivat tilastollisesti merkitsevästi ($p<0,01$) hakkuukoneenkuljettajien ja ($p<0,05$) opiskelijoiden vastauksista. Opettajien vastaukset poikkesivat tilastollisesti merkitsevästi ($p<0,01$) niin hakkuukoneenkuljettajien kuin opiskelijoiden vastauksista.

Yksi tarpeellisimmista opastettavista asioista oli työskentelytaukojen oikea ajoittaminen (ka=3,20 ja sd=1,24). Osa kuljettajista työskentelee pitkään ilman taukoja, jopa kokonaisia työvuoroja, jaloittelematta lainkaan tai pitämättä juuri muitakaan taukoja. Tämä saattaa aiheuttaa väsymystä ja keskittymisen herpaantumista ja sitä kautta työn tuottavuus voi laskea ja virheitä tapahtua. Opettajien vastaukset erosivat tilastollisesti merkitsevästi ($p<0,05$) kaikkien muiden vastaajaryhmien

vastauksista. Väsyneen kuljettajan opastus ($ka=3,18$ ja $sd=1,20$) liittyy osin edelliseen, mutta tässä oletetaan kuljettaja jo valmiiksi väsyneeksi. Kuljettajan vireystilan tarkkailu on mahdollista auto-teollisuudessa jo käytössä olevilla järjestelmillä (Mercedes-Benz 2011). Väsynyt kuljettaja on alttiimpi virheille, joten konetoimintojen mukautuminen olisi yksi mahdollisuus välttää niitä tässä tilanteessa. Kaikkein paras vaihtoehto olisi kuitenkin tauko tai lepo.

Seuraavat kaksi kohtaa vastaajat arvioivat opastuksen tarpeeltaan samanarvoisiksi. Ensimmäinen kohta oli polttoainetta säästävän työskentelyn opastus ($ka=3,14$ ja $sd=1,16$). Koneita ja niiden moottoreita kehitetään jatkuvasti vähäpäästöisemmiksi, taloudellisemmiksi ja samalla mahdollisimman tehokkaiksi, jolloin erilaisten työtekniikoiden ja -tapojen vaikutukset polttoaineta- loudellisuuteen korostuvat. Toinen kohta oli optimaalisen kasakoon opastus ($ka=3,14$ ja $sd=1,28$), joka liittyy koko korjuuketjun tuottavuuden parantamiseen. Optimaalisin kasakoko olisi kuormatraktorin kouraa vastaava, jolloin kaikki kasan pölkyt saataisiin kuormattua yhdellä taakalla. Lähikuljetuksen tuottavuuden kannalta yksittäisten pölkyjen kasoja ja hakkuun tuot- tavuuden kannalta liian isoja kasoja, joihin hakkuukone joutuu keräämään puita suhteellisen isolta alueelta, tulisi välttää.

Viimeisenä kohtana on korjuuketjun koneiden tuottavuustasojen seuranta ja siihen liittyvä opas- tus ($ka=3,06$ ja $sd=1,20$). Tämän kohdan mahdolliset hyödyt tulisivat esiin koko korjuuketjun työskennellessä yhtä aikaa samalla leimikolla. Tällöin esimerkiksi hakkuukoneenkuljettaja voisi olosuhteiden ja leimikon suomien mahdollisuuksien rajoissa ottaa paremmin huomioon tuotta- vuudeltaan eroavaa lähikuljetusta sopeuttamalla työtekniikkaa korjuuketjun tuottavuustasapai- non saavuttamiseksi tai vaihtamalla työskentelyaluetta. Osa kuljettajista epäili tällaisen tuotta- vuuden seurannan aiheuttavan liikaa paineita kuljettajalle, eivätkä siksi kannattaneet sitä.

Ristiintaulukoimalla kuljettajien vastauksia ja heidän kokemuksiaan työn kiinnostavuudesta, vaativuudesta, työnkuvasta ja -tahdista, ei havaittu selkeitä yhteyksiä yhdenkään kohdan välillä.

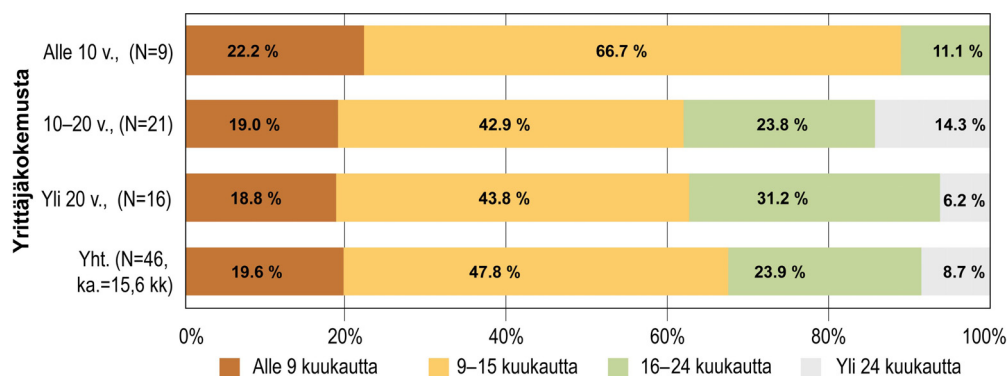
3.3 Uusien ja kokemattomien kuljettajien työssäoppiminen

Tässä kohdassa pyydettiin puunkorjuuyrittäjiä arvioimaan työkuukausina kokemattoman kuljet- tajan työssäoppimisaikaa, jonka kuluessa aloittelevan kuljettajan tuottavuus ja työnjälki nouse- vat kannattavalle tasolle (kuva 8). Lisäksi tiedusteltiin yrittäjien arvioita kokeneen ja kokemat- toman kuljettajan välisestä tuottavuuserosta (kuva 9).

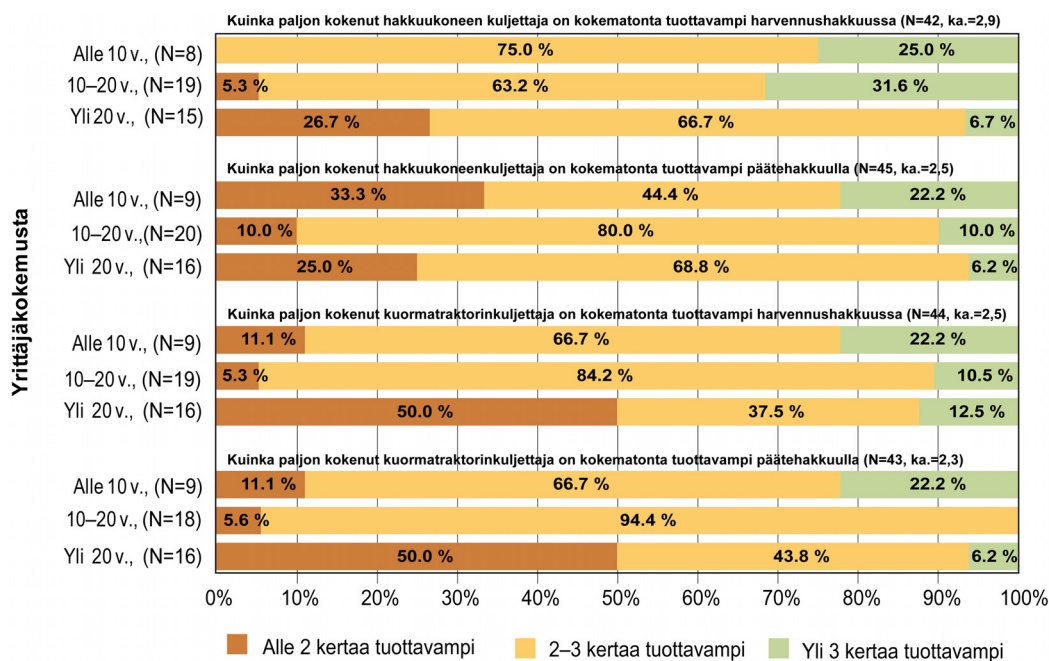
Yrittäjien arviot kokemattomien kuljettajien työssäoppimiseen kuluvasta ajasta olivat alimmil- laan 3–4 kuukautta ja ylimmillään 36–60 työkuukautta. Vaihtelua oli paljon ja keskiarvoksi

muodostui 15,6 työkuukautta. Alle 10 vuotta yrittäjäkokemusta omaavat puunkorjuuyrittäjät arvioivat työssäoppimiseen kuluvan ajan useammin lyhyemmäksi kuin kokeneemmat yrittäjät.

Puunkorjuuyrittäjät arvioivat kokemattomien hakkuukoneenkuljettajien sekä kuormatraktorin kuljettajien tuottavuuseroja kokeneisiin kuljettajiin harvennuksella ja päätehakuulla. Keskimäärin kokenut kuljettaja arvioitiin 2,5-kertaa tuottavammaksi kuin kokematon kuljettaja. Suurin ero oli hakkuukoneenkuljettajilla harvennuksella (2,9-kertainen) ja pienin ero kuormatraktorinkuljettajilla päätehakuulla (2,3-kertainen). Puunkorjuuyrittäjät, joilla oli vähäinen yrittäjäkokemus, arvioivat kuljettajien välisen tuottavuuseron usein suuremmaksi kuin pitkään alalla toimineet yrittäjät (kuva 9).



Kuva 8. Puunkorjuuyrittäjien arviot kokemattoman kuljettajan työssäoppimiseen kuluvista työkuukausista.



Kuva 9. Puunkorjuuyrittäjien arviot, kuinka paljon tuottavampia kokeneet kuljettajat ovat kokemattomiin verrattuna.

4 Tulosten tarkastelu

4.1 Tutkimuksen aineisto

Tutkimuksen aineisto oli riittävä tulosten yleistämiseksi useimpien vastaajaryhmien osalta. Kuljettajapopulaatiota hyvin edustava metsäkoneenkuljettaja-aineisto saatiin Puuliiton noin puolet Suomen metsäkoneenkuljettajista kattavasta jäsenrekisteristä. Rekisterin ulkopuolella olevat kuljettajat ovat joko järjestäytymättömiä, jonkin toisen liiton työehtosopimusta noudattavia tai esimerkiksi yrittäjien alaikäisiä lapsia, jotka työskentelevät metsäkoneenkuljettajana osaaikaisesti (Juusola 2011). Kaluston määrän ja liikevaihdon suhteen isoimpia yrittäjiä on Koneyrittäjien liiton rekisterissä kattavasti. Puunkorjuuyrittäjinä toimii myös paljon maatalousyrittäjiä ja muita sivutoimisia puunkorjuuyrittäjiä, jotka eivät useinkaan kuulu Koneyrittäjien liittoon. Toteutettuun kyselyyn vastasivat rekisterissä vähemmistönä olevat pienet, yhden koneen tai korjuuketjun yrittäjät suhteellisesti runsaslukuisemmin kuin suuremmat yrittäjät.

Vastaajaryhmien vastausprosenttien alhaisuudesta huolimatta kyselyllä saatua aineistoa voidaan kuitenkin pitää hyvänä, kun otetaan huomioon vastaajapopulaatioiden koot. Noin 3000 metsäkoneenkuljettajan kokonaispopulaatiosta vastausmäärä 208 (edustus n. 7 %) on suhteellisen hyvä verrattuna moniin nykyisiin, isoja populaatioita koskeviin kyselytutkimuksiin (vrt. Kuluttajabarometri 2011; vastaajia 1500, kun populaationa kaikki Suomen 15–74-vuotiaat asukkaat (Kuluttajatutkimuskeskus 2011), Suomalainen metsänomistaja 2010; vastaajia 6317 ja metsänomistajapopulaatio n. 300 000 → edustus n. 2 % (Hänninen ym. 2011) sekä useat Kuluttajatutkimuskeskuksen tutkimukset). Ainoastaan yrittäjiltä saatu vastausmäärä jäi huomattavan pieneksi verrattuna koko puunkorjuuyrittäjäkuntaan. Muuten aineistoa voidaan pitää riittävän laajana yleiskuvan ja ”kentän” mielipiteen esiintuomiseen kuljettajaa opastavista järjestelmistä. Esimerkiksi pelkillä haastatteluilla ei olisi saatu kerättyä nykyisenlaajuista aineistoa.

Koneellisen puunkorjuun kuljettajakoulutusta antavista oppilaitoksista mukaan poimittiin neljä suurinta, joista saatiin useita opiskelija- ja opettajavastauksia kerralla. Opiskelijat olivat varsin yhtenäinen joukko samanikäisiä ja heillä oli lähes yhtäläinen kokemus koneellisesta puunkorjuusta. Opettajissa oli enemmän vaihtelua iän, käytännön työkokemuksen ja opetuskokemuksen mukaan. Kyselyyn olisi toki voitu ottaa mukaan vielä muitakin vastaajaryhmiä, kuten esimerkiksi kone- ja laitevalmistajat tai alan tutkijat. Mielipiteitä metsäkoneenkuljettajia opastavista järjestelmistä haluttiin kuitenkin nimenomaan alalla työskenteleviltä ja työhön mahdollisimman läheisesti liittyviltä henkilöiltä.

Kyselylomakkeen huonona puolena haastatteluun verrattuna voidaan pitää sitä, että haastateltavalle ei pystytä antamaan tarkentavaa lisätietoa häntä mahdollisesti askarruttavissa kysymyksis-

sä. Tämä olisi ehkä ollut välillä tarpeen näin uuden ja osin vieraan aihepiirin ollessa kyseessä. Osa vastaajista on esimerkiksi ajatellut vastatessaan ihmisopastusta, vaikka lomakkeessa oli useasti mainittu kyseessä olevan tietojärjestelmäpohjainen opastus. Tämä ei kuitenkaan vaaranna tulosten käytettävyyttä, sillä kyselyssä kartoitettiin nimenomaan opastuksen tarvetta, joka selviää molemmissa tapauksissa. Kun tarve on saatu selville, voidaan opastavia järjestelmiä kehittää näitä tarpeita vastaaviksi.

Kysymyksissä pyrittiin huomioimaan kattavasti koneellinen puunkorjuu hakkuun suunnittelusta lähikuljetuksen tienvarsivarastolle ja leimikolta toiselle siirtymiseen saakka, mutta silti jokin kohta on kyselystä voinut unohtua tyystin. Myös vastaajan kyky mieltää opastuksen muoto, hyödyllisyys ja tarve puunkorjuun eri tilanteissa vaikuttaa hänen vastauksiinsa. Lisäksi tuloksissa tekijöiden merkitysten väliset vertailut pohjautuivat vastaajakeskiarvojen perusteella ryhmiteltyyn tärkeysjärjestykseen, vaikka vastaajat eivät erikseen määrittäneet eri tekijöitä keskenään tärkeysjärjestykseen. Nämä seikat on myös otettava huomioon tuloksia tarkastellessa ja niitä yleistettäessä.

4.2 Koneellisen puunkorjuun ongelmat

Koneellisen puunkorjuun ongelmakohtia kartoittamalla saatiin tukea opastavien järjestelmien tarpeellisuudesta, ja samanaikaisesti vastaajien arvioimia merkittävimpiä ongelmakohtia voitiin peilata opastuksen tarpeeseen vastaavankaltaisissa aihealueissa. Ajatuksena oli, että jos jokin kohta nousee vastauksissa merkittäväksi ongelmaksi, siihen ratkaisun löytäminen voisi olla mahdollista opastavien järjestelmien avulla. Kaikissa tapauksissa näin ei luultavasti ole, mutta täysin varmasti ajatusta ei voida tyrmätäkään.

Ongelmakohtien vastaajaryhmäkohtaisia eroja tarkasteltaessa huomataan kokemuksen vaikutus vertaamalla varsinaisia kuljettajia ja opiskelijoita. Haittaavan alikasvoksen ja monien muiden tekijöiden vaikutuksen jokapäiväiseen työskentelyyn huomaa varmimmin ammattikuljettaja, kun opiskelijan huomio kiinnittyy usein esimerkiksi koneen hallintaan ja käyttöön. Merkittävimmäksi ongelmaksi hakkuutyöskentelyssä nousi haittaava alikasvos. Havainto oli samansuuntainen myös Oikarin (2008) tutkimuksessa, jossa haittaavan alikasvoksen ennakkoraivaaminen koettiin kaikkein merkittävimmäksi keinoksi parantaa nuorten metsien ainespuun korjuun kustannustehokkuutta. Merkittävä ongelma oli myös leimikon epäselvä rajausta maastossa. Tässä kohdassa ongelmat liittyivät yleensä leimikon huonoon tai puutteelliseen merkitsemiseen maastossa. Useissa hakkuukoneissa on jo GPS-paikannusjärjestelmään perustuva karttaohjelma, mutta se saattaa myös lisätä ongelmia, jos kartan näyttämä on ristiriidassa maastomerkintöjen kanssa, tai jos paikannustarkkuus ei ole riittävä.

Merkittävimäksi lähikuljetuksen ongelmaksi nousi varastopaikan riittämätön tila. Varastopaikkaan liittyi vastaajien mukaan myös muita ongelmia, kuten huono sijainti sekä huono merkintä maastoon ja/tai kartalle. Esitetyt varastopaikan ongelmat vaikuttavat suoraan lähikuljetuksen onnistumiseen ja tehokkuuteen, joten ne nousivat merkittävyydeltään vastauksissa korkealle. Myös maaston heikko kantavuus, ajourien leveydet ja huono kasaustyöjälki nousivat korkealle merkittävimpien ongelmien listalla. Lähikuljetuksen ongelmakohtia tarkasteltaessa on hyvä muistaa, että kuljetusta edeltävällä hakkuutyöllä ja sen laadulla on vaikutuksensa useissa kohdissa. Toiset kuormatraktorinkuljettajat ovat tyytyväisiä koneketjunsä hakkuutyöjälkeen, eivätkä pidä ongelmia merkittävänä, kun taas toiset ovat tyytymättömiä ja arvioivat ongelmia suuremmiksi. Hyvä hakkuukoneenkuljettaja ymmärtää lähikuljetuksen vaikutuksen koko korjuuketjun tuottavuuteen. Hän osaa ottaa sen huomioon, eikä pyri vain maksimoimaan omaa tuottavuuttaan.

Tämän tutkimuksen vastaajat eivät kokeneet metsäkoneiden tietotekniikkaa ja -järjestelmiä sekä niihin liittyviä kysymyksiä kovinkaan suuriksi ongelmiksi ja tätä havaintoa myös Vihottulan (2010) tulokset tukevat. Kuljettajat suhtautuvat uusiin tietojärjestelmiin useimmiten positiivisesti tai eivät ainakaan negatiivisesti (Vihottula 2010). Positiiviset kokemukset uusista järjestelmistä tai työkoneautomaatiosta kasvaneen tuottavuuden ja helpottuneen työskentelyn muodossa lisäävät halukkuutta käyttää niitä ja edelleen kasvattavat positiivista suhtautumista niihin (Meriläinen 2010).

Moniin ongelmakohtiin suoran ratkaisun löytäminen opastavista järjestelmistä saattaa osoittautua mahdottomaksi. Esimerkiksi haittaava alikasvos tai riittämätön varastopaikka ovat kohtia, joihin tehokkaimmin voidaan vaikuttaa paremmalla työn suunnittelulla ja organisoinnilla. Työn suunnittelun tukeminen taas on yksi opastavien järjestelmien perusfunktioista, joten eräiden ongelmien ratkaisu voi löytyä tätä kautta.

Puunkorjuuyrittäjien näkökulmasta kuusi merkittävintä puunkorjuun ongelmakohtaa liittyivät läheisesti aloitteleviin tai kokemattomiin kuljettajiin. Nämä puunkorjuun merkittävimmät ongelmatekijät osoittavat selkeästi sen, että keinoja kokemattomien ja työuraansa aloittavien kuljettajien tuottavuuden ja työnjäljen parantamiseen kaivataan kipeästi. Erityisesti kokemattomien kuljettajien työssäoppimisen tehostamiseksi kuljettajaa opastavilla järjestelmillä olisi tarvetta.

4.3 Opastavien järjestelmien potentiaali koneellisessa puunkorjuussa

Opastavat järjestelmät ovat yleistyneet monilla eri aloilla ja ovat yhä näkyvämmiin mukana jokapäiväisessä elämässämme esimerkiksi nykyisissä henkilöautoissa. Koneellisessa puunkorjuussa, jossa kuljettajalla on useiden tutkimusten mukaan merkittävä vaikutus työn laatuun ja tuottavuuteen, olisi mahdollista saavuttaa huomattavia hyötyjä tarjoamalla kuljettajalle yksilöllistä palautetta ja ohjausta (Palmroth 2011). Opastavat toiminnot ja toimintojen automaattinen suoritus varmistavat työn laatua varsinkin tilanteissa, joissa kuljettaja on väsynyt tai ulkoiset häiriötekijät vievät kuljettajan huomion ja haittaavat keskittymistä. Työn helpottuminen ja jouheva sujuminen sekä varmuus työn laadukkaasta toteutumisesta lisäävät työn mielekkyyttä (Suomi ym. 2006). Tutkijat uskovat teknisen edistysaskeleen olevan mahdollista yhdistämällä uudella tavalla metsäkoneen keräämä tieto konetoiminnoista, -liikkeistä sekä ympäristöstä ja tarjoamalla käsitelty tieto kuljettajalle tarkoituksenmukaisena palautteena sekä opastuksena (Asikainen ym. 2011). Tämän saavuttamiseksi on jatkossa edelleen kehitettävä mm. koneiden rakennetta, maastoliikkuvuutta, hakkuulaitteen ohjausta, automaatiota ja aistintekniikkaa, kuten konenäköä (Asikainen ym. 2005).

Kaikki kyselylomakkeessa esitetyt opastuksen kohdat arvioitiin vastaajien toimesta vähintään hieman tarpeellisiksi. Hakkuutyöskentelyssä kokemattomat opiskelijat, kokivat opastuksen lähes jokaisessa esitetystä kohdasta tarpeellisemmaksi kuin varsinaiset kuljettajat. Tämän voi osaltaan olettaa johtuvan hakkuutyön korkeasta psyykkisestä kuormituksesta, nopeista päätöksentekotilanteista ja vaatimuksesta useiden asioiden yhtäaikaiseen hallintaan ja huomioonottamiseen (Väätäinen ym. 2005, Kariniemi 2006). Tällaisessa tilanteessa aloitteleva kuljettaja mielellään vastaanottaisi opastusta päätöstensä tueksi ja työskentelynsä helpottamiseksi. Rialan (2011) mukaan suurin hyöty kuljettajanopastuksesta saataisiin erityisesti hakkuun sekä lähikuljetuksen suunnitteluvaiheissa. Näihin kohtiin kohdistui suurin opastuksen tarve myös tässä tutkimuksessa. Lähikuljetukseen liittyvissä kohdissa hakkuutyöskentelyn kaltaisia selkeitä eroja kuljettajien ja opiskelijoiden välillä ei ollut. Opiskelijoille opastuksen tarve oli samaa luokkaa kuin hakkuutyöskentelyssäkin, mutta useissa kohdissa kuljettajat kokivat opastuksen tarpeen yhtä suureksi tai jopa suuremmaksi kuin opiskelijat. Hakkuukoneenkuljettajat kokivat opastuksen tarpeen opiskelijoita suuremmaksi vain kahdessa kohdassa.

Kokonaisuudessaan suurempi opastuksen tarve lähikuljetuksessa sekä myös kuljettajien korkeampi opastuksen tarve kertoo mahdollisesti siitä, että lähikuljetuksessa olisi potentiaalia työn tehostamiseen. Lähikuljetuksessa kuljettajalla ei monesti ole paljoakaan tai lainkaan informaatiota tarjolla koneen tietojärjestelmien kautta. Hakkuukoneenkuljettajat taas luultavasti kokevat työn ja nykyisten työtä helpottavien järjestelmien jo riittävän ja suhtautuvat epäileväisemmin opastaviin järjestelmiin ja työn tehostamiseen. Monissa kuljettajavastauksissa korostettiin hak-

kuutyön olevan nykyisin jo liian kiireistä ja stressaavaa. Kieltämättä työtahti, päätöstenteon määrä, havainnointi yms. on hakkuutyössä hyvin nopeaa ja runsasta (Väättäinen ym. 2005, Kari-niemi 2006). Hakkuukoneenkuljettajat saattavat tämänkin vuoksi kokea, että kasvanut informaation määrä voi olla pikemmin haitaksi. Opastavien järjestelmien ideana kuitenkin on, että suori-tetason lisäämistä ei tehdä kuljettajan työn kuormittavuuden lisäyksen kustannuksella vaan päinvastoin. Uusien järjestelmien tulisi erityisesti helpottaa kuljettajaa työn suunnittelussa ja päätöksenteossa sekä poistaa epävarmuutta työskentelyn aikana. Kuljettajat kuitenkin halusivat saada enemmän palautetta omasta työstään ja kokivat positiivisen palautteen hyödyllisemmäksi kuin negatiivisen. Henkilökohtainen palaute ja opastus koettiin parhaaksi, mutta myös tietojär-jestelmiltä tätä oltiin valmiita ottamaan vastaan lähes missä muodossa tahansa. Tätä tukevat myös Huangin ym. (2005) tulokset.

Tämän tutkimuksen vastaajista opettajat kokivat opastavat järjestelmät yleensä kaikkein tarpeel-lisimmiksi. Heidän vastauksissaan korostui selvästi opetustyön tuoma kokemus siitä, missä kohdissa uudet kuljettajat ja opiskelijat tarvitsisivat opastusta ja mihin opetuksessa olisi eniten kiinnitettävä huomiota. Opastavat järjestelmät tukisivat osaltaan opetusta ja helpottaisivat opis-kelijoiden uusien asioiden nopeampaa sisäistämistä.

Puunkorjuuyrittäjät suhtautuivat opastaviin järjestelmiin poikkeuksetta positiivisesti. Heidän ensisijaisena tavoitteenaan on oletettavasti yrityksen kannattavuuden parantaminen, jolloin opastavista järjestelmistä saattaisi olla hyötyä yrittäjille kuljettajien tuottavuuden paranemisen seurauksena. Suurimpina hyötyinä olisivat kokemattomien ym. heikompiteasoisten kuljettajien tuottavuuden kasvu ja mahdollisesti uusien kuljettajien henkilökohtaisten työnopastajien tarpeen väheneminen. Yrittäjien vastauksista ilmenneet ongelmat aloitteleviin ja kokemattomiin kuljet-tajiin liittyen ovat yhtenä tärkeimmistä opastavien järjestelmien lähtökohdista.

Kuljettajien haastatteluissa sekä kyselylomakkeiden vapaa sana -kohdissa saatiin jonkin verran huomioita nykyisistä opastavista tai työtä helpottavista järjestelmistä. Monilla kuormatraktorin-kuljettajilla ei ollut koneessaan tietokonetta, karttasovellusta tai juuri muitakaan tietojärjestel-miä. Kuljettajat, joilla oli käytössään GPS-avusteinen karttasovellus, pitivät tätä erittäin hyödyl-lisenä apukeinona ajon suunnittelussa, leimikolla suunnistettaessa sekä puutavaraa kuljettaes-sa. Heidän oli usein myös helpompaa kuvitella muita opastuskeinoja ja opastuksen kohtia työs-sään kuin niiden kuljettajien, jotka työskentelivät ilman mitään apukeinoja. Hakkuukoneenkul-jettajilla oli muutamia poikkeuksina käytössään tietokoneet, karttaohjelmat, katkonnanohjaus sekä esimerkiksi varoitusäännet sähkölinjoista ja rajoista. Eräät kuljettajat viittasivat myös John Deeren (2011) TimberLink -järjestelmään opastavien järjestelmien yhteydessä. Harvat olivat kuitenkaan järjestelmää käyttäneet, ja he totesivatkin sen nykymuodossaan olevan enemmän puunkorjuuyrittäjien ja konevalmistajien työkalu. Hakkuukoneenkuljettajilta kuuli useammin

myös suoraa kritiikkiä järjestelmiä kohtaan, kuten ”GPS ei toimi/on liian epätarkka”, ”kartat ovat puutteellisia”, ”katkonnanohjausta ei voi käyttää puuston poikkeuksellisen runkomuodon vuoksi” ja ”varoitussänet/piippaukset ärsyttävät ja ne laitetaan pois käytöstä”. Vastaukset heijastelivat siten kyselyn tuloksia hakkuukoneenkuljettajien pienemmästä opastuksen tarpeesta. Yksikään kuljettajista ei kuitenkaan työskentelisi mieluummin ilman mitään näistä apukeinoista.

4.4 Kokemattoman kuljettajan työssäoppiminen

Työssäoppimiseen eli hyvän työpöjan ja tuottavuuden saavuttamiseen kuluva aika vaihtelee suuresti ja on hyvin henkilökohtainen. Purfürstin (2010) tutkimuksessa aloittaneen hakkuukoneenkuljettajan työssäoppimisaika kesti 0,5–1,5 vuotta työn tuottavuustason ollessa alussa noin puolet lopullisesta tasosta. Tämän tutkimuksen yrittäjävastausten mukaan kokemattoman kuljettajan työssäoppimisaika on 3–60 kuukautta ja keskimäärin 15,6 kuukautta. Purfürstin (2010) tuloksia tukien lähes 75 % yrittäjistä arvioi työssäoppimisaajan 0,3–1,5 vuodeksi. Myös yrittäjien arvio kokeneen kuljettajan noin 2,5-kertaisesta tuottavuudesta kokemattomaan nähden asettuu melko lähelle Purfürstin (2010) mittaamaa tuottavuustason kasvua kokemattomien kuljettajien kokemuksen karttuessa. Vaihteluväli yrittäjävastausten kesken oli suuri. Lisäksi on pidettävä mielessä vastausten pieni lukumäärä sekä se, että yrittäjien vastaukset perustuivat todennäköisesti omiin arvioihin tai arvauksiin eikä mitattuihin tuottavuuseroihin ja -lukuihin.

Kokemuksia kokemattomista kuljettajista on selvitetty myös muissa tutkimuksissa. Palmi (2010) selvitti opinnäytetyössään kyselyn avulla puunkorjuuyrittäjien mielipiteitä ja kokemuksia metsäkoneoppilaitosten työssäoppijoista. Työssäoppijat ovat kolmannen vuoden opiskelijoita, jotka suorittavat vähintään 20 viikon pituisen käytännön opiskelujakson puunkorjuuyrityksessä. Palmin (2010) tulosten mukaan yrittäjät kokevat työssäoppimisjaksot opiskelijan tietojen syventämistä ajatellen tarpeellisiksi. Yrittäjistä 72 % arvioi työssäoppijan taitotason hyväksi tai kohtuulliseksi jo harjoittelun alkaessa. Osaamattomista työssäoppijoista oli kokemuksia 6 % vastaajista ja 16 % osittain osaamattomista. Koneen hallintataidot olivat kuitenkin vastaajien mielestä kunnossa suurimmalla osalla (Palmi 2010).

Kaikki yrittäjät tiedostivat kokemattomien kuljettajien työssäoppimiseen kuluvan yksilöllisesti melko pitkiäkin aikoja ja tuottavuuserojen olevan suuria verrattuna kokeneisiin kuljettajiin. Ymmärrettävästi puunkorjuuyrittäjille tärkeintä olisikin saada uudet ja kokemattomat kuljettajat nopeammin kokeneiden kuljettajien tasolle tuottavuudessa ja työnjäljessä. Kokemattomien kuljettajien perusteellinen työhönopastaminen on kuitenkin monesti mahdotonta jo kustannussyistä, sillä kokeneemman henkilön asettaminen kokemattoman kuljettajan opastajaksi ei ole mahdollista. Erityisen turhauttavia yrittäjälle ovat tilanteet, joissa juuri työhön perehdytetty ja sen hallinnan oppinut kuljettaja palkataan nopeasti kilpailevaan yritykseen.

Tutkimuksen lähtökohtana oletettiin kokemattomien kuljettajien kaipaavan kokeneita enemmän opastusta. Kuljettajien kokemusryhmien välisten vastausten keskiarvojen perusteella kokemuksella ei ollut tilastollisesti merkitsevää eroa opastuksen tarpeessa (ks. liitteet 12 ja 13). Kaikkein kokemattomimpien kuljettajien eli opiskelijoiden opastuksen tarve on asettunut kohtalaisen tarpeellisen ja hyvin tarpeellisen välimaastoon, kun tarve hakkuukoneenkuljettajilla on tämän alle ja kuormatraktorinkuljettajilla tämän yli. Opiskelijat kokivat koneellisen puunkorjuun ongelmat keskimäärin yhtä merkittävänä varsinaisten kuljettajien kanssa. Kaikki eri kokemusryhmien vastaukset on esitetty liitteissä 7–10.

4.5 Johtopäätökset

Kuljettajaa opastavia älykkäitä järjestelmiä on tulossa puunkorjuukoneisiin jo olemassa olevien järjestelmien lisäksi ja tueksi. Kuljettajaa opastavia järjestelmiä on laajasti jo käytössä muilla toimialoilla (Väätäinen ym. 2012). Koneellisessa puunkorjuussa kuljettajan työn helpottamiseksi ja jouduttamiseksi ollaan parhaillaan etsimässä ratkaisuja tutkimus- ja kehityshankkeissa (Tervo 2010, Hagström-Näsi ym. 2010, Palmroth 2011). Tällä hetkellä on tärkeää saada kokonaiskuva opastavien järjestelmien tarpeesta korjuun eri vaiheissa ja toiminnoissa. Tämän tutkimuksen tehtävänä oli tuottaa kuva tarpeista, joihin kuljettajaa opastavien järjestelmien kehitystyö voidaan jatkossa suunnata. Tarpeeltaan merkittävimpien opastuskeinojen kärkeen vastaajat nostivat hakkuun ja metsäkuljetuksen suunnitteluun liittyviä kohtia. Yksilölliselle palautteelle ja kuljettajaopastukselle on puunkorjuun toimijoiden puolelta olemassa selkeä tarve. Kuljettajat kaipaavat työn suunnittelua ja päätöksentekoa helpottavia ratkaisuja, jotka vähentävät samalla kuljettajan henkistä kuormitusta, epävarmuutta ja parantavat työn tehokkuutta. Tutkimus myös vahvisti jo ennestään tunnettuja puunkorjuun ongelmakohtia ja asetti niitä tärkeysjärjestykseen.

Havaitut päätulokset ja päätelmät saavat tukea aikaisemmin tehtyjen koneellisen puunkorjuun tutkimusten tuloksista. Hakkuukonetyössä kokonaisvaltaiseen työsuoritukseen vaikuttavista tekijöistä juuri työn suunnittelulla ja päätöksenteon taidoilla on todettu olevan hyvin merkittävä vaikutus kokonaisvaltaisen työsuorituksen määrään ja laatuun (Väätäinen ym. 2005, Kariniemi 2006, Ovaskainen 2009). Esimerkiksi Väätäisen ym. (2005) tutkimuksessa merkittävin selittävä tekijä hakkuukoneenkuljettajien välisten suorite-erojen syntyyn oli ajattelun, suunnittelun ja päätöksenteon taito, joka suurelta osin on riippuvainen yksilön henkilökohtaisista ominaisuuksista ja työkokemuksesta, mutta jota voidaan koulutuksen ja opastuksen avulla kehittää.

Jatkotutkimuksissa ja opastavien järjestelmien kehitystyössä voidaan nyt aiempaa paremmin ottaa huomioon käyttäjien tarpeet ja kokemukset järjestelmiin liittyen. Käyttäjillä voi olla monenlaisia ennako-oletuksia ja -odotuksia, mutta tutkitusti enemmistö suhtautuu positiivisesti uusiin tietojärjestelmiin viimeistään onnistuneiden käyttökokemusten myötä (vrt. Meriläinen

2010, Vihottula 2010). Koneiden nykyinen kehitys on tehnyt työn fyysisesti helpommaksi, mutta henkisesti vaativammaksi, sillä samanaikaisesti tapahtuu useita asioita. Kuljettajien koulutus- tasovaatimus todennäköisesti kasvaa tulevaisuudessa, vaikka automaatio lisääntyisi. Samalla kuitenkin koneen käyttäjäystävällisyys paranee ja mm. ergonomia kehittyy. Kuljettajan työskentely koneella kehittyy kohti prosessivalvojan roolia. Koneen kehittämisessä tulisi jatkossa pyrkiä myös siihen, että konetta voi käyttää myös osaamattomampi henkilö (Asikainen ym. 2005).

Koneellisen puunkorjuutyön tulevaisuuden visiota ja tavoitetilannetta hahmotettaessa voidaan esittää, että tulevaisuudessa kuljettajan työn tuottavuuteen, työnäljen laatuun ja oppimiseen kyetään vaikuttamaan merkittävästi älykkäillä kuljettajaa opastavilla järjestelmillä. Järjestelmien käytön myötä metsäkoneenkuljettajan ammatin arvostus kasvaa aiemmasta ja motivoitunutta opiskelija-ainesta hakeutuu yhä enemmän alan oppilaitoksiin. Koulutuksessaan opiskelijat saavat yksilöllistä palautetta ja opastusta yhä useammin, koska opetusta tukemassa on opastavia järjestelmiä. Valmistuneet opiskelijat saavuttavat hyvien ammattikuljettajien työn tason ja tuottavuuden aiempaa nopeammin. Myös kuljettajien keskimääräinen tuottavuus ja työn jälki paranevat merkittävästi opastavien järjestelmien myötä.

Järjestelmien kehittämisessä suurimpina haasteina ovat metsäkonetyöhön voimakkaasti vaikuttavat moninaiset ja nopeastikin vaihtelevat ympäristö- ja olosuhdetekijät. Myös kone- ja kuljettajatekijöiden vaikutusten mukaan ottaminen samanaikaisesti ympäristön kanssa vaativat erityisiä ponnisteluja järjestelmäkehityksessä. Se, kuinka pitkälle vietyjä opastavia järjestelmiä metsäkoneisiin tullaan kehittämään, jää nähtäväksi. Osansa tähän kehitykseen on tarjoamassa Metsäklusteri Oy:n koordinoiman EffFibre-ohjelman hanke, ”Intelligent operator tutoring systems for wood harvesting”, jossa tutkitaan opastavien järjestelmien tarvetta ja hyötypotentiaalia sekä kehitetään demoversioita kuljettajaa opastavista järjestelmistä koneelliseen puunkorjuuseen (Hagström-Näsi ym. 2010).

Kirjallisuus

- Asikainen, A., Ala-Fossi, A., Visala, A. & Pulkkinen, P. 2005. Metsäteknologiasektorin visio ja tiekartta vuoteen 2020. Metlan työraportteja 8. 90 s.
- Asikainen, A., Leskinen, L., Pasanen, K., Väättäin, K., Anttila, P. & Tahvanainen, T. 2009. Metsäkonesektorin nykytila ja tulevaisuus. Metlan työraportteja 125. 48 s.
- Asikainen, A., Anttila, P., Verkerk, H., Diaz, O. & Röser, D. 2011. Development of forest machinery and labour in the EU in 2010–2030. Raport, Formec 2011. 8 s.
- Carsten, O. & Fowkes, M. 2000. External Vehicle Speed Control. Executive Summary of Project Results. Referaatti Tapion ym. (2003) tutkimusraportissa, Älykkään nopeudensäätelyn nykytila ja kehitysnäkymät.
- Gellerstedt, S. 2002. Operation of the Single-Grip Harvester: Motor-Sensory and Cognitive Work. *International Journal of Forest Engineering* 13 (2): 35–47.
- Gellerstedt, S., Lidén, E. & Bohlin, F. 2005. Health and Performance in Mechanised Forest Operations. A handbook produced by ErgoWood-project. Swedish University of Agricultural Sciences. 45 s.
- Hall, R. 1995. The architecture of transportation systems, *Transportation Research C*, Vol. 3: 129–142.
- Harashima, F. & Suzuki, S. 2006. Human adaptive mechatronics - interaction and intelligence, *IEEE International Workshop on Advanced Motion Control*: 1–8.
- Hagström-Näsi, C., Gädda, L. & Tukiainen, P. 2010. Value through Intensive and Efficient Fibre supply (EffFibre). Program Plan, Forestcluster. 67 s.
- Heikkilä, T. 2004. Tilastollinen tutkimus. Edita Prima Oy, Helsinki. 327 s.
- Huang, Y-H., Roetting, M., McDevitt, J., Melton, D. & Smith, G. 2005. Feedback by technology: Attitudes and opinions of truck drivers. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, Vol. 8, Issues 4–5: 277–297.
- Hänninen, H., Karppinen, H. & Leppänen, J. 2011. Suomalainen metsänomistaja 2010. Metlan työraportteja / Working Papers of the Finnish Forest Research Institute 208. 94 s. Saatavissa: <http://www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/2011/mwp208.htm>
- Juntunen, M-L. 1999. Metsä ihmisen työympäristönä. Teoksessa: Kanninen, K. (toim.). Metsäteknologia muuttuvassa metsätaloudessa. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 720*: 215–220.
- Kariniemi, A. 2006. Kuljettajakeskeinen hakkuukonetyön malli – Työn suorituksen kognitiivinen tarkastelu. Väitöskirja. Helsingin Yliopiston Metsävarojen käytön laitoksen julkaisuja 38. 127 s.
- Kariniemi, A. & Vartiamaäki, T. 2010. Hakkuukoneen tietojärjestelmä tutkimustiedon lähteenä. *Metsätehon raportti 212*. 19 s.
- Meriläinen, O. 2010. Työkoneautomaatio maanrakennustyömaalla. Opinnäytetyö. Savonia Ammattikorkeakoulu. 53 s.
- Metsätrans 2011. Tilastot 2010. Metsätrans –Lehti Oy 1/2011. 100 s.
- Oikari, M. 2008. Aines- ja energiapuun korjuun tehostamiskeinot ja niiden priorisointi nuorissa metsissä. Joensuun yliopisto, metsätieteellinen tiedekunta, pro gradu -tutkielma. 111 s.
- Ovaskainen, H. 2009. Timber harvester operators' working technique in first thinning and the importance of cognitive abilities on work productivity. *Dissertationes Forestales* 79. 62 s.
- Palmi, J-M. 2010. Metsäkoneurakoitsijoiden mielipide työssäoppijoiden työelämätaidoista. Opinnäytetyö. Seinäjoen Ammattikorkeakoulu. 65 s.

- Palmroth, L. 2011. Performance monitoring and operator assistance systems in mobile machines. Tampereen teknillinen yliopisto. Julkaisu 955. 115 s.
- Palmroth, L., Tervo, K. & Putkonen, A. 2009. Intelligent coaching of mobile working machine operators. Proceedings of the IEEE 13th International Conference on Intelligent Engineering Systems: 149–154.
- Peltola, A. 2003. IT –time for Mechanised Forest Work Study. 2nd Forest Engineering Conference 12-15 May 2003, Växjö, Sweden. Skogforsk Arbetsrapport 536: 107–112.
- Peltonen, M. & Ruohotie, P. 1991. Ihmisten johtaminen. Otava, Keuruu. Aavaranta sarja 24. 224 s.
- Purfürst, F.T. 2010. Learning Curves of Harvester Operators. Croatian Journal of Forest Engineering. 31(2010)2: 89–97.
- Ranta, P. 2004. Oppimisympäristöt, hakkuukoneet ja hiljainen tieto. Kupiainen, T. (toim). Teoksessa: Käsillä tehty. Pohjois-Karjalan koulutuskuntayhtymä: 117–129.
- Riala, M. 2011. Future of forest energy in 2030. Esitys Puu ja Bioenergia 2011 -messuilla, 7.-9.9.2011. Jyväskylä, Suomi.
- Rong, J., Spaeth, T. & Valasek, J. 2005. Small Aircraft Pilot Assistant: Onboard Decision Support System for SATS Aircraft. 5th Aviation, technology, integration, and operations conference: 26–28.
- Ryynänen, S. & Rönkkö, E. 2001. Harvennusharvestereiden tuottavuus ja kustannukset. Työtehoseuran julkaisuja 381. 67 s.
- Sirén, M. 1998. Hakkuukonetyö, sen korjuujälki ja puustovaurioiden ennustaminen. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 694. 179 s.
- Suomi, P., Pesonen, L., Kaivosoja, J., Haapala, H., Oksanen, T., Öhman, M., Miettinen, M. & Visala, A. 2006. AGRIX-järjestelmä - älyä, automaatiota ja tehokkuutta kasvintuotantoon. Maataloustieteiden päivät 2006. 7 s.
- Tapio, J., Peltola, H. & Wuolijoki, A. 2003. Älykkään nopeudensäätelyn nykytila ja kehitysnäkymät. Valtion teknillinen tutkimuskeskus, Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka, Liikenne, logistiikka ja yhdyskunnat, Tutkimusraportti 3906/2003. 58 s.
- Tervo, K. 2010. Human adaptive mechatronics methods for mobile working machines. Aalto University, Department of Automation and Systems Technology. 230 s.
- Van der Heijden, R. & Van Wees, K., 2001. Introducing advanced driver assistance systems: some legal issues. European journal of transport and infrastructure research EJTIR, 1 (3): 309–326.
- Vihottula, M. 2010. Metsäkoneenkuljettajien työssä viihtyminen. Opinnäytetyö. Pohjois-Karjalan Ammattikorkeakoulu. 54 s.
- Väätäinen, K. 2011. Kuljettajaa opastavat järjestelmät. Powerpoint–esitys. Metla, 13 s.
- Väätäinen, K., Ovaskainen, H., Ranta, P. ja Ala-Fossi, A. 2005. Hakkuukoneenkuljettajan hiljaisen tiedon merkitys hakkuutulokseen työpistetasolla. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 937. 100 s.
- Väätäinen, K., Ikonen, T., Ala-Ilomäki, J., Sirén, M., Lamminen, S. & Asikainen, A. 2012. Kuljettajaa opastavat älykkäät järjestelmät ja niiden käyttö koneellisessa puunkorjuussa. Metlan työraportteja #, käsikirjoitus.

Internet-lähteet

- Audi. 2011 [viitattu 12.8.2011].
http://www.audi.com/com/brand/en/tools/advice/glossary/audi_side_assist.html
- BMW. 2011 [viitattu 12.8.2011].
http://www.bmwk.com/com/en/insights/technology/connecteddrive/assist_emergency.html
- John Deere. 2011. [viitattu 15.11.2011].
<http://www.timberoffice.com/suomi/tuotteet/timberlink/ominaisuudet/>
- Koneyrittäjien liitto. Metsäkoneala numeroina. [viitattu 20.9.2011].
<http://www.koneyrittajat.fi/?id=56>
- Kuluttajatutkimuskeskus. Julkaisut [viitattu: 28.10.2011].
<http://www.kuluttajatutkimuskeskus.fi/julkaisut>
- Mercedes-Benz. 2011 [viitattu 12.8.2011]. http://www.mercedes-benz.fi/content/finland/mpc/mpc_finland_website/fi/home_mpc/passengercars/home/new_cars/models/cl-class/_c216/facts/safety.0002.html
- Suomen virallinen tilasto (SVT): Kuluttajabarometri [verkkajulkaisu]. ISSN=1796-864X. Helsinki: Tilastokeskus [viitattu: 28.10.2011]. <http://www.stat.fi/til/kbar/meta.html>.
- Volvo. 2011 [viitattu 12.8.2011].
<http://www.volvocars.com/fi/all-cars/volvo-xc60/details/Pages/features.aspx>

Muut lähteet

- Juusola, P. 2011. Henkilökohtainen tiedonanto. Puhelinkeskustelu Rami Ylimäen kanssa 5.5.2011. Puu- ja erityisalojen liitto, järjestösihteeri.

Liitteet

Liite 1

Vastausohje: Ympyröikää sopivin vaihtoehto (numero/kirjain) tai kirjoittakaa vastaus sille varattuun tilaan

A) Taustatiedot

1. Vastaajan syntymävuosi _____
2. Työskentelyalue
- | | |
|----------------|----------------|
| a. Etelä-Suomi | c. Itä-Suomi |
| b. Länsi-Suomi | d. Oulun lääni |
| | e. Lappi |
3. Koulutustaso
- | | |
|------------------------------|-----------------------------|
| 3a. Peruskoulutus | 3b. Metsäalan koulutus |
| a. Kansa- tai kansalaiskoulu | a. Ei metsäalan koulutusta |
| b. Keski- tai peruskoulu | b. Korkeintaan kursseja |
| c. Lukio | c. Ammattikoulu |
| | d. Ammattiopisto tai ylempi |
4. Kokemus käytännön koneellisesta puunkorjuusta _____ vuotta
5. Toiminta ja kokemus käytännön
- | | |
|-----------------------------|--------------|
| a) hakkuukonetyöskentelystä | _____ vuotta |
| b) ajokonetyöskentelystä | _____ vuotta |
6. Viime vuosien aikana työskennellyt
- | | |
|-------------------|---------|
| a) harvennuksella | _____ % |
| b) päätehakkuulla | _____ % |

7. Konemerkki ja -malli sekä vuosimalli, josta viimeaikainen kokemus pääosin

8. Kuinka monta korjuuketjua (hakkuu- ja ajokone) työnantajallanne on? _____ ketjua

9. Miten kuvailisit metsäkoneella työskentelyä osaltasi?

9a. Työnkuva

- a. Hyvin vaihtelevaa
b. Jokseenkin vaihtelevaa
c. Toisinaan vaihtelevaa ja toisinaan yksipuolista
d. Jokseenkin yksipuolista
e. Hyvin yksipuolista

9b. Työn vaativuus

- a. Liian paljon työtehtäviä ja päätöksiä kuljettajan vastuulla
b. Työtehtäviä ja päätöksiä on työssä sopivasti
c. Työtehtäviä ja päätöksentekoa saisi olla kuljettajalla lisää

9c. Työtahti

- a. Hyvin nopea/kiivas/ripeä
b. Jokseenkin nopea/kiivas/ripeä
c. Sopiva
d. Jokseenkin kevyt
e. Kevyt

9d. Työn kiinnostavuus

- a. Koen työn erittäin kiinnostavaksi/innostavaksi
b. Koen työn hyvin kiinnostavaksi/innostavaksi
c. Koen työn kohtalaisen kiinnostavaksi/innostavaksi
d. Koen työn hieman kiinnostavaksi/innostavaksi
e. En koe työtä kiinnostavaksi/innostavaksi

10. (Yrittäjille) Arvio kuljettajien suoritetasosta

10a. Jos kokemattoman hakkuukonekuljettajan suoritetasoksi harvennuksella määritetään 100, kuinka suuri tuottavuus on kokeneella hakkuukonekuljettajalla (esim. kaksi kertaa tuottavampi saa arvoksi 200 jne.)? _____

10b. Entä päätehakkuulla? _____

10c. Jos kokemattoman ajokonekuljettajan suoritetasoksi harvennuksella määritetään 100, kuinka suuri tuottavuus on kokeneella ajokonekuljettajalla? _____

10d. Entä päätehakkuulla? _____

11. (Yrittäjille) Arvioi kuinka kauan aikaa vie uuden, kokemattoman kuljettajan työssäoppiminen (tuottavuuden ja työjäljen kehittyminen) kannattavan korjuutoiminnan tasolle? _____ työkuukautta

B) Koneellisen puunkorjuun ongelmat

Tässä kohdassa pyritään selvittämään ongelma-kohtia koneellisissa puunkorjuissa. Kysymyksiä on ryhmitelty vastaajaryhmien mukaisesti, joten vastaaja vastaa vain oman ryhmänsä kysymyksiin.

B1. Hakkuun näkökulmasta 1/2 (jos et ole hakkuukoneenkuljettaja, -kuljettajaksi suuntautunut opiskelija tai opettaja, siirry kohtaan **B2**)

Kuinka merkittävänä ongelmina pidätte seuraavia tekijöitä viime aikoina (ongelmana tai esteenä sujuvalle, tehokkaalle ja laadukkaalle korjuutyölle, oma näkemys)? Ympyröikää näkemystänne vastaava numero.

a) Korjuun suunnittelu

		ei lainkaan merkittävä	hieman merkittävä	kohtalaisen merkittävä	hyvin merkittävä	erittäin merkittävä
1.	Puutteellinen karttatieto, kartassa/näytöllä ei tarpeeksi informaatiota korjuun suunnittelun tueksi	1	2	3	4	5
2.	Leimikon epäselvä rajausta maastossa	1	2	3	4	5
3.	Tarve käydä jalkaisin tarkistamassa kohdetta	1	2	3	4	5
4.	Ei riittävästi ennakkotietoa kohteen kantavuudesta (esim. sadekaudet, turvemaat)	1	2	3	4	5
5.	Maastonmuodoista ja kaltevuuksista ei riittävästi tietoa maastoltaan vaihtelevilla kohteilla	1	2	3	4	5
6.	Korjuuohjeissa on puutteita (esim. leimikkorajaus, apteerausohje, kantavuus, aliskasvos)	1	2	3	4	5
7.	Muu, mikä? _____	1	2	3	4	5

b) Ajourasto ja urien rakenne

8.	Ajourien linjaus ja sijoittelu on ongelmallista tasaisissa/normaaleissa maasto-olosuhteissa	1	2	3	4	5
9.	Ajourien linjaus ja sijoittelu on ongelmallista vaihtelevissa maasto-olosuhteissa (esim. rinteet)	1	2	3	4	5
10.	Ajouravälin vaikea arviointi (esim. kohteen peitteisyyden tai pimeän vuodenajan vuoksi)	1	2	3	4	5
11.	Pehmeiköitä vaikea ennustaa	1	2	3	4	5
12.	Muu, mikä? _____	1	2	3	4	5

c) Korjuun tehokas toteutus hyvä korjuujälki huomioiden

13.	Maaston heikko kantavuus	1	2	3	4	5
14.	Kaluston puutteellinen varustelu kantavuuden mukaan	1	2	3	4	5
15.	Haittaava aliskasvos	1	2	3	4	5
16.	Rungon apteerauksen toteuttaminen kaikkia osapuolia miellyttävästi vaikeaa	1	2	3	4	5
17.	Muu, mikä? _____	1	2	3	4	5

B1. Hakkuun näkökulmasta 2/2 (jos et ole hakkuukoneenkuljettaja, -kuljettajaksi suuntautunut opiskelija tai opettaja, siirry kohtaan **B2**)

Kuinka merkittävänä ongelmina pidätte seuraavia tekijöitä viime aikoina (ongelmana tai esteenä sujuvalle, tehokkaalle ja laadukkaalle korjuutyölle, oma näkemys)? Ympyröikää näkemystänne vastaava numero.

d) Koko korjuuketjun toiminnan tehokkuuteen vaikuttaminen

	ei lainkaan merkittävä	hieman merkittävä	kohtalaisen merkittävä	hyvin merkittävä	erittäin merkittävä
18. Harvennushakkuun aikana ei oteta riittävästi huomioon ajokoneen suoritetta (esim. kasojen ryhmittely, sijainti ja koko, ajourien sijoittelu)	1	2	3	4	5
19. Päätehakkuun aikana ei oteta riittävästi huomioon ajokoneen suoritetta (esim. kasojen ryhmittely, sijainti ja koko, ajourien sijoittelu)	1	2	3	4	5
20. Kohteen puustokertymän jakautumisesta leimikolle ei ole riittävästi tietoa	1	2	3	4	5
21. Tiedonvaihto hakkuukoneen ja ajokoneen kuljettajien välillä puutteellista	1	2	3	4	5
22. Koneiden siirtojen ajoitus ei toimi	1	2	3	4	5
23. Muu, mikä? _____	1	2	3	4	5

e) Koneita säästävä ja polttoainetaloudellinen korjuu

24. Ei tarkkaa tietoa työskentelyn vaikutuksesta polttoaineenkulutukseen	1	2	3	4	5
25. Huoltoja ei tehdä ajallaan	1	2	3	4	5
26. Koneen kovakourainen käyttö	1	2	3	4	5
27. Muu, mikä? _____	1	2	3	4	5

f) Kuormaimen ja hakkuulaitteen toiminta

28. Kuormainta ja hakkuulaitetta ei saa säädettyä mieluisaksi	1	2	3	4	5
29. Kuormaimen ja hakkuulaitteen säätäminen hankalaa	1	2	3	4	5
30. Kuormaimen ja hakkuulaitteen liikkeet eivät ole jouhevia/tasaisia	1	2	3	4	5
31. Muu, mikä? _____	1	2	3	4	5

g) Kuljettajan vireystilan säilyminen

32. Työn tehokkuus ei säily koko työpäivää (vireystilan lasku)	1	2	3	4	5
33. Taukoja ei tule pidettyä riittävästi työvuoron aikana	1	2	3	4	5
34. Kuljettajalla liikaa sille kuulumatonta vastuuta	1	2	3	4	5
35. Niska- ja hartiavaivat kasvavat työvuoron edetessä	1	2	3	4	5
36. Muu, mikä? _____	1	2	3	4	5

h) Koneen käyttö ja hallinta

37. Kone ei tarjoa riittävästi tietoa päätösten tueksi	1	2	3	4	5
38. Kone tarjoaa liikaa tietoa, jota ei tarvita työskentelyssä	1	2	3	4	5
39. Koneet ovat nykyään vaikeasti hallittavia/käytettäviä	1	2	3	4	5
40. Tuntuma maaston muuttuviin ominaisuuksiin on heikennyt (kaltevuus, pehmeiköt, ohjaamon vakautussysteemit)	1	2	3	4	5
41. Kuljettajan työskentelyä hidastaa liian monien samanaikaisten päätösten tekeminen	1	2	3	4	5
42. Koneissa jo nykyään turhankin paljon tietojärjestelmiä ja niiden hallinta hankalaa	1	2	3	4	5
43. Muu, mikä? _____	1	2	3	4	5

B2. Metsäkuljetuksen näkökulmasta 1/2 (jos et ole ajokoneenkuljettaja, -kuljettajaksi suuntautunut opiskelija tai opettaja, siirry kohtaan C)

Kuinka merkittävänä ongelmina pidätte seuraavia tekijöitä viime aikoina (ongelmana tai esteenä sujuvalle, tehokkaalle ja laadukkaalle korjuutyölle, oma näkemys)? Ympyröikää näkemystänne vastaava numero.

a) Korjuun suunnittelu

	ei lainkaan merkittävä	hieman merkittävä	kohtalaisen merkittävä	hyvin merkittävä	erittäin merkittävä
1. Puutteellinen karttatieto, kartassa/näytöllä ei tarpeeksi informaatiota korjuun suunnittelun tueksi	1	2	3	4	5
2. Tarve käydä jalkaisin tarkistamassa kohdetta	1	2	3	4	5
3. Ei tietoa ajouraverkostosta kohteella	1	2	3	4	5
4. Ei riittävästi ennakkotietoa kohteen kantavuudesta (esim. sadekaudet, turvemaat)	1	2	3	4	5
5. Maastonmuodoista ja kaltevuuksista ei riittävästi tietoa maastoltaan vaihtelevilla kohteilla	1	2	3	4	5
6. Tieto hakatuista puutavaralajeista puuttuu	1	2	3	4	5
7. Tieto puutavaralajeista leimikolla puutteellista (esim. määrät ja sijainnit)	1	2	3	4	5
8. Muu, mikä? _____	1	2	3	4	5

b) Ajourasto ja urien rakenne

9. Kokoojauria ei ole sijoitettu kantavimmille kohdille	1	2	3	4	5
10. Ajourien leveyksissä ei huomioida lähikuljetuksen tarvitsemaa tilaa	1	2	3	4	5
11. Harvennuskohteilla liikaa mutkia	1	2	3	4	5
12. Rinteen kaltevuuksia ei ole otettu riittävästi huomioon	1	2	3	4	5
13. Ajourien huono/tehoton suuntaus puutavaran ajoa ajatellen	1	2	3	4	5
14. Muu, mikä? _____	1	2	3	4	5

c) Korjuun tehokas toteutus hyvä korjuujälki huomioiden

15. Maaston heikko kantavuus	1	2	3	4	5
16. Kaluston puutteellinen varustelu kantavuuden mukaan	1	2	3	4	5
17. Kasat liian kaukana ajourasta	1	2	3	4	5
18. Huono kasausjälki (esim. päät epätasaisesti, kasat hajallaan, eri tavaralajit samassa, kasat pieniä)	1	2	3	4	5
19. Haittaava alikasvos	1	2	3	4	5
20. Puutavaran jääminen metsään	1	2	3	4	5
21. Varastopaikan huono sijainti	1	2	3	4	5
22. Varastopaikan riittämätön tila	1	2	3	4	5
23. Muu, mikä? _____	1	2	3	4	5

d) Koko korjuuketjun toiminnan tehokkuuteen vaikuttaminen

24. Harvennushakkuun aikana ei oteta riittävästi huomioon ajokoneen suoritetta (esim. kasojen ryhmittely, sijainti ja koko, ajourien sijoittelu)	1	2	3	4	5
25. Päätehakkuun aikana ei oteta riittävästi huomioon ajokoneen suoritetta (esim. kasojen ryhmittely, sijainti ja koko, ajourien sijoittelu)	1	2	3	4	5
26. Kohteen puustokertymän jakautumisesta leimikolle ei ole riittävästi tietoa	1	2	3	4	5
27. Tiedonvaihto hakkuukoneen ja ajokoneen kuljettajien välillä puutteellista	1	2	3	4	5
28. Koneiden siirtojen ajoitus ei toimi	1	2	3	4	5
29. Muu, mikä? _____	1	2	3	4	5

B2. Metsäkuljetuksen näkökulmasta 2/2 (jos et ole ajokoneenkuljettaja, -kuljettajaksi suuntautunut opiskelija tai opettaja, siirry kohtaan C)

Kuinka merkittävänä ongelmina pidätte seuraavia tekijöitä viime aikoina (ongelmana tai esteenä sujuvalle, tehokkaalle ja laadukkaalle korjuutyölle, oma näkemys)? Ympyröikää näkemystänne vastaava numero.

e) Koneita säästävä ja polttoainetaloudellinen korjuu

	ei lainkaan merkittävä	hieman merkittävä	kohtalaisen merkittävä	hyvin merkittävä	erittäin merkittävä
30. Vajaiden kuormien määrä	1	2	3	4	5
31. Ylisuurten kuormien määrä	1	2	3	4	5
32. Ei tarkkaa tietoa työskentelyn vaikutuksesta polttoaineenkulutukseen	1	2	3	4	5
33. Huoltoja ei tehdä ajallaan	1	2	3	4	5
34. Koneen kovakourainen käyttö	1	2	3	4	5
35. Muu, mikä? _____	1	2	3	4	5

f) Kuormaimen toiminta

36. Kuormainta ei saa säädettyä mieluisaksi	1	2	3	4	5
37. Kuormaimen säätäminen hankalaa	1	2	3	4	5
38. Kuormaimen liikkeet eivät ole jouhevia/tasaisia	1	2	3	4	5
39. Muu, mikä? _____	1	2	3	4	5

g) Kuljettajan vireystilan säilyminen

40. Työn tehokkuus ei säily koko työpäivää (vireystilan lasku)	1	2	3	4	5
41. Taukoja ei tule pidettyä riittävästi työvuoron aikana	1	2	3	4	5
42. Kuljettajalla liikaa sille kuulumatonta vastuuta	1	2	3	4	5
43. Niska- ja hartiaivaivat kasvavat työvuoron edetessä	1	2	3	4	5
44. Muu, mikä? _____	1	2	3	4	5

h) Koneen käyttö ja hallinta

45. Kone ei tarjoa riittävästi tietoa päätösten tueksi	1	2	3	4	5
46. Kone tarjoaa liikaa tietoa, jota ei tarvita työskentelyssä	1	2	3	4	5
47. Koneet ovat nykyään vaikeasti hallittavia/käytettäviä	1	2	3	4	5
48. Tuntuma maaston muuttuviin ominaisuuksiin on heikennyt (kaltevuus, pehmeiköt, ohjaamon vakautussysteemit)	1	2	3	4	5
49. Kuljettajan työskentelyä hidastaa liian monien samanaikaisten päätösten tekeminen	1	2	3	4	5
50. Koneissa jo nykyään turhankin paljon tietojärjestelmiä ja niiden hallinta hankalaa	1	2	3	4	5
51. Muu, mikä? _____	1	2	3	4	5

B3. Korjuuyrittäjän näkökulmasta

Kuinka merkittävänä ongelmina pidätte seuraavia tekijöitä viime aikoina (ongelmana tai esteenä sujuvalle, tehokkaalle ja laadukkaalle korjuutyölle, oma näkemys)? Ympyröikää näkemystänne vastaava numero.

a) Työn suunnittelu

	ei lainkaan merkittävä	hieman merkittävä	kohtalaisen merkittävä	hyin merkittävä	erittäin merkittävä
1. Kohteen korjuukelpoisuustiedot eivät vastaa todellisuutta	1	2	3	4	5
2. Työn suunnittelussa erot suurien kuljettajien välillä	1	2	3	4	5
3. Ajouraston suunnittelussa ja toteutuksessa on puutteita	1	2	3	4	5
4. Kohteelle on menty väärällä kalustolla	1	2	3	4	5
5. Oikeiden konetyyppien ohjaaminen niille sopiville leimikoille on vaikeaa	1	2	3	4	5
6. Muu, mikä? _____	1	2	3	4	5

b) Korjuun työjälki

7. Korjuujäljessä parantamisen varaa aloittelevilla kuljettajilla	1	2	3	4	5
8. Arvokkaiden luontokohteiden puutteellinen huomioon otto	1	2	3	4	5
9. Epätasainen tai liian voimakas/vähäinen runkopoistuma harvennuksella	1	2	3	4	5
10. Rungon katkonnassa laatu- ja mittavirheitä	1	2	3	4	5
11. Korjuuvaurioiden suuri määrä	1	2	3	4	5
12. Huono kasaus tienvarsivarastolla	1	2	3	4	5
13. Korkeaksi jääneet kannot	1	2	3	4	5
14. Kantokäsittelyn laadussa ongelmia	1	2	3	4	5
15. Työnjälki vaihtelee liikaa kuljettajien välillä	1	2	3	4	5
16. Työnjälki vaihtelee liikaa leimikoiden välillä	1	2	3	4	5
17. Muu, mikä? _____	1	2	3	4	5

c) Korjuun tuottavuus ja tehokkuus

18. Tuottavuustaso jää liian alhaiseksi aloittelevilla kuljettajilla	1	2	3	4	5
19. Työvuoron työsuoritus ja työn laatu putoaa liikaa vuoron lopussa	1	2	3	4	5
20. Korjuuketju ei toimi tehokkaasti (hakkuukone ei huomioi metsäkuljetusta tarpeeksi)	1	2	3	4	5
21. Suorite-erot kokeneiden ja aloittelevien välillä ovat liian suuria	1	2	3	4	5
22. Muu, mikä? _____	1	2	3	4	5

d) Kuljettajamateriaali

23. Kuljettajien työhönopastaminen hankalaa ja vie resursseja liikaa	1	2	3	4	5
24. Vastavalmistuneet kuljettajat huonosti motivoituneita metsäkonetyöhön	1	2	3	4	5
25. Kuljettajavaihtuvuus on suurta	1	2	3	4	5
26. Työn kausittaisuus hankaloittaa kuljettajien työllistämistä ympärivuotisesti	1	2	3	4	5
27. Pätevän työvoiman saatavuus	1	2	3	4	5
28. Muu, mikä? _____	1	2	3	4	5

C) Opastavien järjestelmien tarpeellisuus

Tässä kohdassa pyritään selvittämään, vastaajan näkökulmasta, kuljettajanopastuksen potentiaalia koneellisen puunkorjuun eri tilanteissa. Useissa kohdissa ei opastusta vielä ole olemassa. Vastaajan halutaankin pohtivan opastuksen merkitystä ja tarpeellisuutta oman työnsä ja kokemuksensa perusteella. Kysymyksiä on ryhmitelty vastaajaryhmien mukaisesti, joten vastaaja vastaa vain oman ryhmänsä kysymyksiin.

C1. Hakkuun näkökulmasta 1/2 (jos et ole hakkuukoneenkuljettaja, -kuljettajaksi suuntautunut opiskelija tai opettaja, siirry kohtaan C2)

Opastus voi esimerkiksi olla tietoa konetoiminnoista ja korjuukohteen ominaisuuksista sekä palautetta kuljettajan työsuorituksesta joko reaaliaikaisena tai saatavilla järjestelmästä erikseen avattuna.

Kuinka tarpeellisenä omalla kohdallanne pidätte kuljettajanopastusta seuraavissa koneellisen puunkorjuun kohdissa (1=*ei lainkaan tarpeellinen*, ..., 5=*erittäin tarpeellinen*)?

tarpeellisuus

1. Hakkuun suunnittelun opastus	1	2	3	4	5
(anna myös yleisarvosana koko kohdalle)					
a) leimikon ja kuviorajojen opastus	1	2	3	4	5
b) maaston muotojen ja kaltevuuksien opastus	1	2	3	4	5
c) ajourien sijoittelun opastus	1	2	3	4	5
d) erityiskohteiden sijaintien opastus	1	2	3	4	5
e) opastus puuston jakautumisesta leimikolle	1	2	3	4	5
f) muu, mikä?	1	2	3	4	5

C1. Hakkuun näkökulmasta 2/2 (jos et ole hakkuukoneenkuljettaja, -kuljettajaksi suuntautunut opiskelija tai opettaja, siirry kohtaan C2)

Kuinka tarpeellisenä omalla kohdallanne pidätte kuljettajanopastusta seuraavissa koneellisen puunkorjuun kohdissa (1=*ei lainkaan tarpeellinen*, ..., 5=*erittäin tarpeellinen*)?

tarpeellisuus

2. Hakkuun aikainen opastus (anna myös yleisarvosana koko kohdalle)	1	2	3	4	5
a) opastus turhien kuormainliikkeiden minimoinnista (esim. kaadon jälkeinen rungon siirtely)	1	2	3	4	5
b) tehokkaiden työtapojen käytön opastus (esim. työsektorit, systemaattinen työjärjestys)	1	2	3	4	5
c) tehokkaiden työskentelypisteiden opastus (esim. työskentely vähillä peruutteluilla)	1	2	3	4	5
d) poistettavan puun valinnan opastus harvennuksella	1	2	3	4	5
e) kuormaimen käyttökulmien ja liikeratojen opastus (esim. työskentely kuormaimen tehokkailla käyttöalueilla, erityisesti suuret puut)	1	2	3	4	5
f) kuormaimen liikenopeuksien opastus (esim. onko paljon korjaavia liikkeitä, kuormain liian nopea)	1	2	3	4	5
g) joukkokäsittely opastus (esim. leimikkokohtaiset työtekniikat, montako runkoa kerralla, kokopuuna vai rankana, runkokohtaisen ajanmenekin esitys)	1	2	3	4	5
h) aines- ja energiapuunkorjuun opastus (esim. leimikkokohtaiset työtekniikat, mitkä rungot aines- ja mitkä energiapuuksi)	1	2	3	4	5
i) muu, mikä? _____	1	2	3	4	5

3. Korjuun työpöytäseuranta ja opastus (anna myös yleisarvosana koko kohdalle)	1	2	3	4	5
a) tasaisen runkopoistuman opastus harvennuksella (esim. ettei harvenneta liikaa uran läheisyydestä)	1	2	3	4	5
b) harvennusvoimakkuuden opastus (esim. jäljelle jäävä puusto konenäön avulla)	1	2	3	4	5
c) ajouraveyden opastus (esim. kaltevalle uralle ja mutkiin enemmän sivuttaistilaa)	1	2	3	4	5
d) ajouravälin opastus (esim. huonoissa, peitteisissä olosuhteissa ja pimeällä)	1	2	3	4	5
e) maaston kantavuuden ja urapainuman seuranta ja opastus	1	2	3	4	5
f) korjuuvaurioiden seuranta	1	2	3	4	5
g) kantokäsittelyn peittävyden seuranta	1	2	3	4	5
h) kannonkorkeuden seuranta	1	2	3	4	5
i) katkonaläpimittojen ja puutavaralajisuhteiden seuranta (katkonnän suhde apteerausohjeeseen)	1	2	3	4	5
j) työtekniikan valinnan opastus (esim. pehmeikössä hakkuutähteet uralle)	1	2	3	4	5
k) muu, mikä? _____	1	2	3	4	5

C2. Metsäkuljetuksen näkökulmasta (jos et ole ajokoneenkuljettaja, -kuljettajaksi suuntautunut opiskelija tai opettaja, siirry kohtaan C3)

Opastus voi esimerkiksi olla tietoa konetoiminnoista ja korjuukohteen ominaisuuksista sekä palautetta kuljettajan työsuorituksesta joko reaaliaikaisena tai saatavilla järjestelmästä erikseen avattuna.

Kuinka tarpeellisenä omalla kohdallanne pidätte kuljettajanopastusta seuraavissa koneellisen puunkorjuun kohdissa (1=*ei lainkaan tarpeellinen*, ..., 5=*erittäin tarpeellinen*)?

	tarpeellisuus				
	1	2	3	4	5
4. Metsäkuljetuksen suunnittelun opastus (anna myös yleisarvosana koko kohdalle)					
a) opastus puumäärän ja puutavaralajien jakautumisesta leimikolle	1	2	3	4	5
b) ajourien sijaintien opastus	1	2	3	4	5
c) ajouraston kulkukelpoisuuden opastus (esim. pehmeiköt, kantavat kohdat)	1	2	3	4	5
d) tienvarsivarastojen sijainnin opastus	1	2	3	4	5
e) maaston muotojen ja kaltevuuksien opastus	1	2	3	4	5
f) muu, mikä? _____	1	2	3	4	5

5. Reitityksen opastus (anna myös yleisarvosana koko kohdalle)	1	2	3	4	5
a) kuormattuna ajon minimoinnin opastus	1	2	3	4	5
b) urapainuman minimoinnin opastus	1	2	3	4	5
c) kiireellisen puutavaran ajon opastus (esim. tietty puutavaralaji ensimmäisenä tienvarsivarastolle, puutavaran paikannus leimikolta)	1	2	3	4	5
d) puutavaran metsäänjäämisen esto ja paikannus lumipeitteen alta	1	2	3	4	5
e) opastus tehokkaasta ajouralenkistä kuormalle	1	2	3	4	5
f) ajamattoman puutavaran määrä ja sijainti	1	2	3	4	5
g) ajosuunnan opastus (esim. lyhin matka varastolle)	1	2	3	4	5
h) ajoajan ennuste (esim. kuormaan kuluva aika, työkohteelle kuluva aika)	1	2	3	4	5
i) muu, mikä? _____	1	2	3	4	5

6. Kuormakohtainen opastus (anna myös yleisarvosana koko kohdalle)	1	2	3	4	5
a) kuormaimen tehokkaan käytön opastus (esim. kuormaimen tehokkaat lastauskulmat, turhien liikkeiden minimointi, vajaiden taakkojen tunnistus)	1	2	3	4	5
b) opastus koneen kantokyvyn maksimoinnista ajouraston kulkukelpoisuuden mukaisesti (mahdollisimman täydet kuormat)	1	2	3	4	5
c) kuorman puutavaralajimäärien opastus (esim. ajetaanko sekakuormia vai yhtä/kahta puutavaralajia, vaikutus työskentelyyn)	1	2	3	4	5
d) tehokkaiden kuormaus- ja purkutyoipisteiden opastus	1	2	3	4	5
e) muu, mikä? _____	1	2	3	4	5

C3. Yhteinen osio (kaikki vastaavat)

Kuinka tarpeellisenä omalla kohdallanne pidätte kuljettajanopastusta seuraavissa koneellisen puunkorjuun kohdissa (1=*ei lainkaan tarpeellinen*, ..., 5=*erittäin tarpeellinen*)?

	tarpeellisuus				
	1	2	3	4	5
7. Taloudellisen hakkuun ja korjuun opastus (anna myös yleisarvosana koko kohdalle)					
a) polttoainetta säästävän työskentelyn opastus (esim. liikutetaanko konetta vai kuormainta)	1	2	3	4	5
b) konetta ja komponentteja säästävän työskentelyn opastus	1	2	3	4	5
c) taloudellisen/tehokkaan moottorin kierroslukualueen käyttö	1	2	3	4	5
d) muu, mikä? _____	1	2	3	4	5

8. Koneen huollon opastus (anna myös yleisarvosana koko kohdalle)	1	2	3	4	5
a) laite- ja vikadiagnostiikka (esim. opastusta vikojen paikallistamiseen ja korjaamiseen)	1	2	3	4	5
b) määräaikais- ja muiden huoltojen ennakointi ja opastus (esim. ilmoitus komponentin tai toiminnon heikkenemisestä, huollon ajankohdasta)	1	2	3	4	5
c) muu, mikä? _____	1	2	3	4	5

9. Vireystilan mukainen opastus (anna myös yleisarvosana koko kohdalle)	1	2	3	4	5
a) järkevien tauonpaikkojen opastus (esim. ehdotus tauosta kun suorite laskee selvästi)	1	2	3	4	5
b) väsyneen kuljettajan opastus (esim. ehdotus levosta, koneitoimintojen mukautuminen)	1	2	3	4	5
c) muu, mikä? _____	1	2	3	4	5

10. Koko koneketjun huomioiva opastus (anna myös yleisarvosana koko kohdalle)	1	2	3	4	5
a) opastus puutavarakasojen sijoittelusta kuormatraktorille järkeviksi ja tehokkaiksi työpisteiksi	1	2	3	4	5
b) optimaalisen kasakoon opastus (esim. liian isojen kasojen teko hidastaa hakkuukonetta, pienten ajokonetta)	1	2	3	4	5
c) koneketjun koneiden tuottavuustasojen seuranta (esim. hakkuu aluksi leimikolla kohtaan, jossa tuottavuus suurempi kuin kuormatraktorilla)	1	2	3	4	5
d) muu, mikä? _____	1	2	3	4	5

Palaute/vapaa sana

Kiitos vastauksistanne!

Liite 2

Hakkuukonetyöskentelyn ongelmakohdat. Vastaajaryhmittäiset sekä kaikkien vastaajien keskiarvot, vastausmäärät ja keskihajonnat sekä vastaajaryhmien väliset tilastollisesti merkitsevät erot.

	1 Hakkuukoneenkuljettaja			2 Metsäkoneyrittäjä			3 Metsäkoneopettaja			4 Metsäkoneopiskelija			Yhteensä			Tilastollisesti merkitsevät erot ryhmien 1,..., 4 välillä
	keski-arvo	N	keskihajonta	keski-arvo	N	keskihajonta	keski-arvo	N	keskihajonta	keski-arvo	N	keskihajonta	keski-arvo	N	keskihajonta	
Haittaava alikasvos	4,38	119	0,98	4,35	23	0,89	3,86	21	1,11	3,27	26	1,12	4,16	189	1,07	1-3*, 1-4**, 2-4**
Leimikon epäselvä rajausta maastossa	4,01	119	1,01	3,87	23	1,22	3,60	20	1,23	3,44	27	1,31	3,87	189	1,12	1-4*
Korjuuohjeissa on puutteita	3,77	119	1,05	3,91	23	1,00	3,35	20	1,31	2,85	27	1,32	3,61	189	1,16	1-4**, 2-4**
Työn tehokkuus ei säily koko työpäivää (vireystilan lasku)	3,28	117	1,05	3,61	23	1,03	3,95	21	0,87	3,40	25	0,91	3,41	186	1,03	1-3**
Maaston heikko kantavuus	3,39	119	1,13	3,26	23	1,29	4,00	21	0,89	3,04	27	1,16	3,39	190	1,15	1-3*, 3-4**
Koneen kovakourainen käyttö	3,28	117	1,48	3,74	23	1,29	4,00	19	1,29	2,96	25	1,43	3,37	184	1,45	1-3*, 3-4*
Ajouravälin vaikea arviointi	3,32	118	1,20	3,32	22	1,13	3,52	21	1,25	3,00	27	0,92	3,30	188	1,16	
Niska- ja hartiaavaivat kasvavat työvuoron edetessä	3,17	115	1,17	3,17	23	1,07	3,76	21	1,14	2,96	25	1,02	3,21	184	1,15	1-3*, 3-4*
Kuljettajalla liikaa sille kuulumatonta vastuuta	3,31	116	1,28	2,96	23	1,15	3,43	21	1,21	2,76	25	1,05	3,21	185	1,24	1-4*
Tarve käydä jalkaisin tarkistamassa kohdetta	3,16	116	1,22	3,35	23	1,30	3,45	20	1,40	3,07	27	0,83	3,20	186	1,20	
Kuormaimen ja hakkuulaitteen liikkeet eivät ole jouhevia/tasaisia	3,17	115	1,53	3,52	23	1,44	3,00	21	1,58	3,12	25	1,17	3,19	184	1,48	
Taukoja ei tule pidettyä riittävästi työvuoron aikana	3,16	117	1,05	3,09	23	0,90	3,62	21	1,16	2,84	25	0,99	3,16	186	1,05	3-4*
Ei riittävä ennakkotietoa kohteen kantavuudesta	3,04	119	1,05	3,52	23	1,04	3,35	20	1,18	3,04	27	0,85	3,13	189	1,05	
Puutteellinen karttatieto, kartassa/näytöllä ei tarpeeksi informaatiota korjuun suunnittelun tueksi	3,18	119	1,19	3,00	23	1,09	3,40	20	1,27	2,78	27	1,40	3,12	189	1,22	
Kuormainta ja hakkuulaitetta ei saa säädettyä mieluisaksi	3,16	116	1,47	3,09	23	1,41	2,95	21	1,40	2,96	25	1,51	3,10	185	1,45	
Huoltoja ei tehdä ajallaan	3,08	117	1,38	3,30	23	1,30	3,42	19	1,47	2,72	25	1,34	3,09	184	1,37	
Harvennushakkuun aikana ei oteta riittävästi huomioon ajokoneen suoritetta	3,00	117	1,16	2,91	23	1,16	3,38	21	1,16	2,76	25	1,23	3,00	186	1,17	
Rungon apteerauksen toteuttaminen kaikkia osapuolia miellyttävästi vaikeaa	3,04	119	1,13	2,87	23	1,10	2,71	21	1,15	2,56	27	0,80	2,92	190	1,10	

* p<0,05; ** p<0,01

Liite 2 jatkuu

	1 Hakkuukoneenkuljettaja			2 Metsäkoneyrittäjä			3 Metsäkoneopettaja			4 Metsäkoneopiskelija			Yhteensä			Tilastollisesti merkitsevät erot ryhmien 1,..., 4 välillä
	keski-arvo	N	keskihajonta	keski-arvo	N	keskihajonta	keski-arvo	N	keskihajonta	keski-arvo	N	keskihajonta	keski-arvo	N	keskihajonta	
Pehmeiköitä vaikea ennustaa	2,78	117	1,12	3,09	22	1,07	3,14	21	1,20	3,00	27	0,88	2,89	187	1,09	
Kaluston puutteellinen varustelu kantavuuden mukaan	2,76	119	1,14	2,91	23	1,16	3,57	21	1,25	2,85	27	1,03	2,88	190	1,16	1-3**, 3-4*
Ajourien linjaus ja sijoittelu on ongelmallista vaihtelevissa maasto-olosuhteissa	2,62	118	1,12	3,13	23	0,97	3,00	21	1,27	3,15	27	1,06	2,80	189	1,13	1-2*, 1-4*
Kuormaimen ja hakkuulaitteen säätäminen hankalaa	2,64	116	1,33	3,09	23	1,35	2,62	21	1,28	2,80	25	0,96	2,71	185	1,28	
Ei tarkkaa tietoa työskentelyn vaikutuksesta polttoaineenkulutukseen	2,57	117	1,16	3,04	23	1,19	3,16	19	1,26	2,56	25	1,04	2,69	184	1,17	
Maastonmuodoista ja kaltevuuksista ei riittävästi tietoa maastoltaan vaihtelevilla kohteilla	2,45	118	1,06	2,90	21	1,04	3,05	20	1,10	2,78	27	1,05	2,61	186	1,08	1-3*
Päätehakkuun aikana ei oteta riittävästi huomioon ajokoneen suoritetta	2,58	117	1,21	2,50	22	0,96	2,90	21	1,04	2,48	25	1,12	2,59	185	1,15	
Tiedonvaihto hakkuukoneen ja ajokoneen kuljettajien välillä puutteellista	2,54	116	1,23	2,48	23	0,95	2,71	21	1,15	2,56	25	0,87	2,56	185	1,14	
Koneissa jo nykyään turhankin paljon tietojärjestelmiä ja niiden hallinta hankalaa	2,42	117	1,30	2,78	23	1,28	3,00	21	1,30	2,25	24	0,99	2,51	185	1,27	3-4*
Koneiden siirtojen ajoitus ei toimi	2,50	115	1,22	2,70	23	1,22	2,35	20	1,09	2,44	25	0,77	2,50	183	1,15	
Kohteen puustokertymän jakautumisesta leimikolle ei ole riittävästi tietoa	2,27	117	0,94	2,65	23	1,03	2,62	21	1,20	2,64	25	1,11	2,41	186	1,02	
Kone ei tarjoa riittävästi tietoa päätösten tueksi	2,31	116	1,14	2,30	23	1,22	2,33	21	1,16	2,56	25	1,00	2,35	185	1,13	
Kuljettajan työskentelyä hidastaa liian monien samanaikaisten päätösten tekeminen	2,24	116	1,09	2,64	22	0,90	2,62	21	1,16	2,26	23	0,86	2,34	182	1,06	
Kone tarjoaa liikaa tietoa, jota ei tarvita työskentelyssä	1,97	117	0,97	2,35	23	1,27	2,19	21	1,25	2,09	23	0,79	2,06	184	1,03	
Tuntuma maaston muuttuviin ominaisuuksiin on heikennyt	1,87	117	1,04	2,32	22	1,04	1,90	21	0,94	2,12	24	0,99	1,96	184	1,03	1-2*
Koneet ovat nykyään vaikeasti hallittavia/käytettäviä	1,77	115	0,97	2,13	23	1,06	1,67	21	0,80	1,87	24	0,74	1,81	183	0,94	
Ajourien linjaus ja sijoittelu on ongelmallista tasaisissa/normaaleissa maasto-olosuhteissa	1,50	118	0,80	1,43	23	0,51	1,47	19	0,77	2,44	27	1,12	1,63	187	0,89	1-4**, 2-4**, 3-4**

* p<0,05; ** p<0,01

Liite 3

Ajokonetöskentelyn ongelmakohtat. Vastaajaryhmittäiset sekä kaikkien vastaajien keskiarvot, vastausmäärät ja keskihajonnat sekä vastaajaryhmien väliset tilastollisesti merkitsevät erot.

	1 Ajokoneenkuljettaja			2 Metsäkoneyrittäjä			3 Metsäkoneopettaja			4 Metsäkoneopiskelija			Yhteensä			Tilastollisesti merkitsevät erot ryhmien 1,..., 4 välillä
	keski-arvo	N	keskihajonta	keski-arvo	N	keskihajonta	keski-arvo	N	keskihajonta	keski-arvo	N	keskihajonta	keski-arvo	N	keskihajonta	
Varastopaikan riittämätön tila	4,24	83	0,92	3,58	24	0,97	3,79	19	1,27	3,59	17	1,28	3,99	143	1,06	1-2**, 1-4*
Maaston heikko kantavuus	3,92	83	1,04	3,54	24	1,14	3,79	19	1,27	3,29	17	1,16	3,76	143	1,11	1-4*
Ajourien leveysissä ei huomioida lähikuljetuksen tarvitsemaa tilaa	3,88	82	1,14	3,42	24	1,06	3,58	19	1,22	3,47	15	0,83	3,71	140	1,11	
Huono kasausjälki	3,89	81	1,24	3,37	24	1,14	3,37	19	1,21	3,62	16	1,46	3,70	140	1,25	1-2*
Ajourien huono/tehoton suuntaus puutavaran ajoa ajatellen	3,86	80	1,15	3,46	24	1,06	3,58	19	1,22	3,27	15	1,10	3,69	138	1,15	1-4*
Harvennuskohteilla liikaa mutkia	3,83	82	1,11	3,17	24	0,96	3,58	19	1,31	3,47	15	1,13	3,64	140	1,13	1-2**
Kokoojauria ei ole sijoitettu kantavimmille kohdille	3,61	82	1,32	3,50	24	1,10	3,84	19	1,30	3,67	15	0,98	3,63	140	1,24	
Varastopaikan huono sijainti	3,79	82	1,05	3,21	24	0,93	3,68	19	1,25	3,06	16	1,18	3,60	141	1,10	1-2**, 1-4*
Rinteen kaltevuuksia ei ole otettu riittävästi huomioon	3,69	81	1,10	3,12	24	0,99	3,79	19	1,32	3,25	16	1,24	3,56	140	1,15	1-2*
Harvennushakkuun aikana ei oteta riittävästi huomioon ajokoneen suoritetta	3,60	83	1,13	3,21	24	0,98	3,58	19	1,07	3,35	17	1,22	3,50	143	1,11	
Koneen kovakourainen käyttö	3,42	79	1,49	3,75	24	1,45	3,71	17	1,45	3,06	16	1,29	3,47	136	1,46	
Niska- ja hartiavaivat kasvavat työvuoron edetessä	3,51	79	1,27	3,42	24	1,14	3,42	19	1,31	3,41	17	1,18	3,47	139	1,23	
Ei riittävä ennakotietoa kohteen kantavuudesta	3,45	82	1,09	3,33	24	1,17	3,61	18	1,15	2,88	16	1,31	3,39	140	1,14	
Työn tehokkuus ei säily koko työpäivää (vireystilan lasku)	3,37	79	1,16	3,29	24	1,20	3,63	19	0,96	3,35	17	1,12	3,39	139	1,13	
Kuormainta ei saa säädettyä mieluisaksi	3,57	79	1,54	3,04	24	1,37	3,21	19	1,51	3,06	17	1,39	3,37	139	1,50	
Haittaava alikasvos	3,24	82	1,05	4,08	24	0,97	3,21	19	0,98	3,06	17	1,25	3,36	142	1,09	1-2**, 2-3**, 2-4*
Kuormaimen liikkeet eivät ole jouhevia/tasaisia	3,59	78	1,47	2,96	24	1,33	3,16	19	1,46	3,12	17	1,32	3,36	138	1,44	1-2*
Kaluston puutteellinen varustelu kantavuuden mukaan	3,32	82	1,11	2,96	24	1,16	3,63	19	1,34	3,35	17	1,27	3,30	142	1,17	
Huoltoja ei tehdä ajallaan	3,41	78	1,33	3,12	24	1,36	3,35	17	1,41	3,00	17	1,32	3,30	136	1,34	
Puutavaran jääminen metsään	3,21	82	1,32	2,92	24	1,32	3,42	19	1,12	3,94	17	1,35	3,27	142	1,32	1-4*, 2-4*
Ei tietoa ajouraverkostosta kohteella	3,30	81	1,21	2,59	22	1,05	3,63	19	1,12	3,19	16	1,17	3,22	138	1,20	1-2**, 2-3**

* p<0,05; ** p<0,01

Liite 3 jatkuu

	1 Ajokoneenkuljettaja			2 Metsäkoneyrittäjä			3 Metsäkoneopettaja			4 Metsäkoneopiskelija			Yhteensä			Tilastollisesti merkittävät erot ryhmien 1,..., 4 välillä
	keski- arvo	N	keski- hajonta	keski- arvo	N	keski- hajonta	keski- arvo	N	keski- hajonta	keski- arvo	N	keski- hajonta	keski- arvo	N	keski- hajonta	
Taukoja ei tule pidettyä riittävästi työvuoron aikana	3,27	79	1,03	3,00	24	1,10	3,42	19	1,02	3,06	17	1,25	3,22	139	1,07	
Tiedonvaihto hakkuukoneen ja ajokoneen kuljettajien välillä puutteellista	3,22	83	1,27	3,17	24	1,13	3,00	19	1,20	3,18	17	1,19	3,17	143	1,22	
Puutteellinen karttatieto, kartassa/näytöllä ei tarpeeksi informaatiota korjuun suunnittelun tueksi	3,17	82	1,20	3,12	24	1,08	3,47	19	1,17	2,62	16	1,09	3,14	141	1,17	3-4*
Kuormaimen säätäminen hankalaa	3,19	79	1,35	3,08	24	1,28	3,00	19	1,33	2,82	17	1,24	3,10	139	1,32	
Vajaiden kuormien määrä	3,03	79	1,29	3,04	24	1,16	3,42	19	1,07	3,06	17	1,20	3,09	139	1,23	
Päättehakuun aikana ei oteta riittävästi huomioon ajokoneen suoritetta	3,19	83	1,15	2,87	24	0,95	2,89	19	0,99	2,94	17	1,39	3,07	143	1,13	
Tieto hakatuista puutavaralajeista puuttuu	3,18	82	1,32	2,58	24	1,10	3,00	19	1,37	3,00	16	1,41	3,04	141	1,31	1-2*
Kasat liian kaukana ajourasta	3,11	82	1,37	2,42	24	1,06	3,05	19	1,08	3,14	14	1,35	2,99	139	1,30	1-2*
Maastonmuodoista ja kaltevuuksista ei riittävästi tietoa maastoilta vaihtelevilla kohteilla	2,93	82	1,09	2,83	24	0,87	3,42	19	1,17	2,75	16	1,07	2,96	141	1,07	
Tieto puutavaralajeista leimikolla puutteellista (esim. määrät ja sijainnit)	3,02	81	1,25	2,29	24	0,81	2,95	19	1,22	3,07	15	1,16	2,89	139	1,19	1-2**, 2-4*
Koneiden siirtojen ajoitus ei toimi	2,96	83	1,24	2,50	24	1,14	2,89	19	1,24	3,00	17	1,17	2,88	143	1,22	
Ei tarkkaa tietoa työskentelyn vaikutuksesta polttoainekulutukseen	2,79	78	1,10	2,87	24	0,90	3,00	17	1,23	2,65	17	1,06	2,82	136	1,07	
Kuljettajalla liikaa sille kuulumatonta vastuuta	2,61	79	1,09	2,96	24	1,12	3,05	19	1,27	2,88	17	0,99	2,76	139	1,11	
Kohteen puustokertymän jakautumisesta leimikolle ei ole riittävästi tietoa	2,76	83	1,09	2,54	24	1,06	2,73	15	0,88	2,73	15	1,28	2,72	137	1,08	
Ylisuurten kuormien määrä	2,58	79	1,09	2,58	24	1,38	2,88	17	1,22	2,65	17	1,17	2,63	137	1,16	
Tarve käydä jalkaisin tarkistamassa kohdetta	2,28	82	1,03	2,62	24	0,82	3,26	19	1,45	2,88	16	1,15	2,54	141	1,13	1-3**, 1-4*
Koneissa jo nykyään turhankin paljon tietojärjestelmiä ja niiden hallinta hankalaa	2,44	78	1,08	2,83	24	1,34	2,42	19	1,22	2,53	17	1,42	2,51	138	1,19	
Kone ei tarjoa riittävästi tietoa päätösten tueksi	2,37	79	1,15	2,42	24	1,06	2,68	19	1,06	2,71	17	1,05	2,46	139	1,11	
Kuljettajan työskentelyä hidastaa liian monien samanaikaisten päätösten tekeminen	2,23	78	0,98	2,52	23	1,31	2,58	19	1,12	2,71	17	1,11	2,39	137	1,08	
Tuntuma maaston muuttuviin ominaisuuksiin on heikennyt	2,38	79	1,04	2,04	24	1,00	2,22	18	1,06	2,47	17	1,13	2,31	138	1,05	
Kone tarjoaa liikaa tietoa, jota ei tarvita työskentelyssä	2,10	79	0,97	2,38	24	1,14	2,21	19	0,86	2,47	17	1,13	2,21	139	1,00	
Koneet ovat nykyään vaikeasti hallittavia/käytettäviä	2,05	79	1,00	2,17	23	1,30	1,95	19	0,85	2,00	15	1,13	2,05	136	1,04	

* p<0,05; ** p<0,01

Liite 4

Opastuksen tarve hakkuukonetyöskentelyssä. Vastaajaryhmittäiset sekä kaikkien vastaajien keskiarvot, vastausmäärät ja keskihajonnat sekä vastaajaryhmien väliset tilastollisesti merkitsevät erot.

	1 Hakkuukoneenkuljettaja			2 Metsäkoneopettaja			3 Metsäkoneopiskelija			Yhteensä			Tilastollisesti merkitsevät erot ryhmien 1,..., 3 välillä
	keski-arvo	N	keskihajonta	keski-arvo	N	keskihajonta	keski-arvo	N	keskihajonta	keski-arvo	N	keskihajonta	
Erytiskohteiden sijaintien opastus	4,07	118	0,97	3,95	21		3,69	26	0,93	3,99	165	0,98	
Leimikon ja kuviorajojen opastus	3,72	118	1,30	4,10	21	1-3*	3,46	26	0,99	3,73	165	1,23	2-3*
Ajouravälin opastus (esim. huonoissa, peitteisissä olosuhteissa ja pimeällä)	2,99	116	1,31	4,10	21	1,26	3,43	23	0,90	3,20	160	1,30	1-2**, 2-3*
Korjuuvaurioiden seuranta	3,01	117	1,26	3,90	21	1,04	3,43	23	1,04	3,19	161	1,24	1-2**
Tehokkaiden työtapojen käytön opastus	2,97	118	1,32	4,10	21	1,14	3,38	24	0,88	3,17	163	1,29	1-2**, 2-3**
Katkontaläpimittojen ja puutavaralajisuhteiden seuranta	2,94	115	1,25	3,57	21	1,12	3,61	23	0,94	3,12	159	1,22	1-2*, 1-3*
Tehokkaiden työskentelypisteiden opastus	2,86	118	1,28	4,00	21	1,14	3,33	24	0,76	3,08	163	1,26	1-2**, 2-3**
Kannonkorkeuden seuranta	2,88	115	1,21	3,85	20	1,31	3,26	23	1,01	3,06	158	1,23	1-2**
Poistettavan puun valinnan opastus harvennuksella	2,81	117	1,47	4,24	21	1,22	3,17	24	0,96	3,05	162	1,45	1-2**, 2-3**
Työtekniikan valinnan opastus	2,79	117	1,45	3,90	21	1,26	3,57	23	1,08	3,05	161	1,44	1-2**, 1-3*
Tasaisen runkopoistuman opastus harvennuksella	2,86	117	1,39	4,00	21	1,18	3,04	23	1,07	3,04	161	1,37	1-2**, 2-3**
Kuormaimen käyttökulmien ja liikeratojen opastus	2,80	117	1,39	3,86	21	1,24	3,17	24	1,01	2,99	162	1,36	1-2**, 2-3*
Joukkokäsittely opastus	2,81	114	1,24	3,86	21	1,06	3,08	24	0,97	2,99	159	1,23	1-2**, 2-3*
Harvennusvoimakkuuden opastus	2,81	116	1,22	3,76	21	1,34	3,17	23	1,03	2,99	160	1,25	1-2**, 2-3*
Ajouraleveyden opastus	2,75	117	1,31	3,95	21	1,32	3,30	23	0,82	2,99	161	1,31	1-2**, 1-3*, 2-3*
Kuormaimen liikenopeuksien opastus	2,68	118	1,35	3,95	21	1,24	3,21	24	0,98	2,92	163	1,35	1-2**, 2-3*
Maaston kantavuuden ja urapainuman seuranta ja opastus	2,71	116	1,18	3,90	21	1,22	3,09	23	1,00	2,92	160	1,22	1-2**, 2-3**
Aines- ja energiapuunkorjuun opastus	2,70	116	1,31	3,81	21	1,08	3,17	24	1,01	2,91	161	1,30	1-2**, 2-3*
Maaston muotojen ja kaltevuuksien opastus	2,69	118	1,15	3,76	21	1,09	3,04	26	0,92	2,88	165	1,16	1-2**, 2-3*
Opastus turhien kuormainliikkeiden minimoinnista	2,63	118	1,35	3,76	21	1,14	3,12	24	1,15	2,85	163	1,35	1-2**, 2-3*
Opastus puuston jakautumisesta leimikolle	2,73	119	1,19	3,14	21	0,96	3,08	26	0,89	2,84	166	1,13	
Ajourin sijoittelun opastus	2,36	119	1,21	3,86	21	1,32	3,08	25	1,04	2,66	165	1,30	1-2**, 1-3**, 2-3*
Kantokäsittelyn peittävyden seuranta	2,35	114	1,16	3,33	21	1,39	3,04	23	0,93	2,58	158	1,22	1-2**, 1-3**

* p<0,05; ** p<0,01

Liite 5

Opastuksen tarve ajokoneyöskentelyssä. Vastaajaryhmittäiset sekä kaikkien vastaajien keskiarvot, vastausmäärät ja keskihajonnat sekä vastaajaryhmien väliset tilastollisesti merkitsevät erot.

	1 Ajokoneenkuljettaja			2 Metsäkoneopettaja			3 Metsäkoneopiskelija			Yhteensä			Tilastollisesti merkitsevät erot ryhmien 1,..., 3 välillä
	keski-arvo	N	keskihajonta	keski-arvo	N	keskihajonta	keski-arvo	N	keskihajonta	keski-arvo	N	keskihajonta	
Ajouraston kulkukelpoisuuden opastus	3,75	83	1,09	4,06	18	1,06	3,39	18	0,70	3,74	119	1,05	2-3*
Puutavaran metsäänjäämisen esto ja paikannus lumipeitteen alta	3,68	81	1,20	4,00	18	0,97	3,50	18	1,25	3,70	117	1,18	
Tienvarsivarastojen sijainnin opastus	3,79	82	1,17	3,78	18	1,00	3,17	18	0,71	3,69	118	1,11	1-3**, 2-3*
Ajosuunnan opastus (esim. lyhin matka varastolle)	3,62	80	1,24	4,17	18	1,10	3,33	18	1,09	3,66	116	1,21	2-3*
Ajamattoman puutavaran määrä ja sijainti	3,53	81	1,25	4,11	18	0,90	3,39	18	0,92	3,60	117	1,17	2-3**
Opastus tehokkaasta ajouralenkistä kuormalle	3,56	81	1,19	4,06	18	1,06	3,22	18	1,06	3,58	117	1,17	2-3*
Opastus koneen kantokyvyn maksimoinnista ajouraston kulkukelpoisuuden mukaisesti	3,39	83	1,23	4,06	18	1,00	3,67	18	0,91	3,53	119	1,17	1-2*
Kiireellisen puutavaran ajon opastus	3,48	83	1,21	3,61	18	0,98	3,44	18	0,98	3,50	119	1,14	
Kuormaimen tehokkaan käytön opastus	3,22	83	1,28	3,94	18	1,00	3,83	18	1,15	3,42	119	1,25	1-2*
Urapainuman minimoinnin opastus	3,33	78	1,17	3,78	18	1,22	3,39	18	0,98	3,41	114	1,15	
Ajourien sijaintien opastus	3,31	81	1,14	3,83	18	0,92	3,28	18	1,23	3,38	117	1,13	1-2*
Kuorman puutavaralajimäärien opastus	3,21	82	1,23	3,89	18	1,13	3,50	18	0,92	3,36	118	1,19	1-2*
Maaston muotojen ja kaltevuuksien opastus	3,27	82	1,18	3,61	18	0,92	3,17	18	0,86	3,31	118	1,10	
Kuormattuna ajon minimoinnin opastus	3,23	82	1,11	3,83	18	1,30	3,00	18	1,09	3,29	118	1,16	1-2*, 2-3*
Tehokkaiden kuormaus- ja purkutyöpiSTEIDEN opastus	3,13	83	1,22	3,56	18	1,15	3,56	18	1,15	3,26	119	1,20	
Opastus puumäärän ja puutavaralajien jakautumisesta leimikolle	3,06	82	1,12	3,83	18	0,79	3,11	18	1,13	3,19	118	1,10	1-2**, 2-3*
Ajoajan ennuste	2,82	82	1,24	3,44	18	1,15	3,11	18	1,08	2,96	118	1,22	

* p<0,05; ** p<0,01

Liite 6

Opastuksen tarve, yhteiset kysymykset. Vastaajaryhmittäiset sekä kaikkien vastaajien keskiarvot, vastausmäärät ja keskihajonnat sekä vastaajaryhmien väliset tilastollisesti merkitsevät erot.

	1 Ajokoneenkuljettaja			2 Hakuukoneenkuljettaja			3 Metsäkoneopettaja			4 Metsäkoneopiskelija			Yhteensä			Tilastollisesti merkitsevät erot ryhmien 1,..., 4 välillä
	keski-arvo	N	keskihajonta	keski-arvo	N	keskihajonta	keski-arvo	N	keskihajonta	keski-arvo	N	keskihajonta	keski-arvo	N	keskihajonta	
Laitte- ja vikadiagnostiikka (esim. opastusta vikojen paikallistamiseen ja korjaamiseen)	3,93	82	0,99	3,69	119	1,11	4,28	25	0,74	3,75	36	1,00	3,83	262	1,04	2-3*, 3-4*
Määräaikais- ja muiden huoltojen ennakointi ja opastus	3,91	82	1,02	3,55	119	1,22	4,00	25	1,08	3,72	36	1,11	3,73	262	1,14	1-2*
Taloudellisen/tehokkaan moottorin kierroslukualueen käyttö	3,76	82	1,17	3,25	116	1,26	4,00	25	1,19	3,46	35	1,01	3,51	258	1,22	1-2**, 2-3**, 3-4*
Konetta ja komponentteja säästävän työskentelyn opastus	3,54	81	1,17	3,19	118	1,26	4,15	26	1,16	3,50	36	0,94	3,44	261	1,21	1-2*, 1-3**, 2-3**, 3-4**
Opastus puutavarakasojen sijoittelusta kuormatratkatorille järkeviksi ja tehokkaiksi työpisteiksi	3,73	82	1,14	2,97	119	1,40	4,00	26	1,10	3,28	36	1,06	3,35	263	1,31	1-2**, 1-4*, 2-3**, 3-4**
Järkevien tauonpaikkojen opastus (esim. ehdotus tauosta kun suorite laskee selvästi)	3,21	82	1,28	3,02	119	1,24	3,85	26	1,22	3,31	36	1,04	3,20	263	1,24	1-3*, 2-3**, 3-4*
Väsyneen kuljettajan opastus (esim. konetoimintojen mukautuminen)	3,17	82	1,28	3,06	119	1,21	3,88	26	1,07	3,08	36	0,91	3,18	263	1,20	1-3**, 2-3**, 3-4**
Polttoainetta säästävän työskentelyn opastus	3,20	82	1,17	2,91	119	1,14	3,85	26	1,12	3,28	36	1,00	3,14	263	1,16	1-3**, 2-3**, 3-4*
Optimaalisen kasakoon opastus	3,51	82	1,20	2,68	119	1,28	3,81	26	1,13	3,36	36	1,05	3,14	263	1,28	1-2**, 2-3**, 2-4**
Koneketjun koneiden tuottavuustasojen seuranta	3,29	82	1,19	2,73	118	1,21	3,50	26	1,14	3,31	36	0,98	3,06	262	1,20	1-2**, 2-3**, 2-4**

* p<0,05; ** p<0,01

Liite 7

Hakkuukonetyöskentelyn ongelmakohdat. Kokemusryhmittäiset vastaajien keskiarvot, vastausmäärät ja keskihajonnat sekä kokemusryhmien väliset tilastollisesti merkitsevät erot.

	1. alle 5 vuotta kokemusta			2. 5-10 vuotta kokemusta			3. 10,1-15 vuotta kokemusta			4. yli 15 vuotta kokemusta			Yhteensä			Tilastollisesti merkitsevät erot ryhmien 1,..., 4 välillä
	keski-arvo	N	keskihajonta	keski-arvo	N	keskihajonta	keski-arvo	N	keskihajonta	keski-arvo	N	keskihajonta	keski-arvo	N	keskihajonta	
Haittaava alikasvos	4,28	18	1,179	4,53	36	0,91	4,27	33	1,126	4,38	32	0,793	4,38	119	0,983	
Leimikon epäselvä rajausta maastossa	4,11	18	0,9	4,06	36	1,04	3,94	33	1,059	3,97	32	1,031	4,01	119	1,013	
Korjuuohjeissa on puutteita	3,72	18	1,074	3,58	36	1,025	3,79	33	1,053	4,00	32	1,078	3,77	119	1,053	
Maaston heikko kantavuus	2,89	18	0,9	3,42	36	1,131	3,36	33	1,141	3,66	32	1,181	3,39	119	1,128	1-4*
Ajouravälin vaikea arviointi	3,72	18	0,895	3,06	35	1,305	3,3	33	1,237	3,41	32	1,16	3,32	118	1,197	
Kuljettajalla liikaa sille kuulumatonta vastuuta	3,11	18	1,367	3,38	34	1,206	3,25	32	1,32	3,41	32	1,316	3,31	116	1,281	
Koneen kovakourainen käyttö	3,56	18	1,464	3,56	34	1,44	3,12	33	1,495	3,00	32	1,503	3,28	117	1,479	
Työn tehokkuus ei säily koko työpäivää (vireystilan lasku)	3,11	18	0,832	3,38	34	0,954	3,27	33	1,281	3,28	32	1,023	3,28	117	1,049	
Puutteellinen karttatieto, kartassa/näytöllä ei tarpeeksi informaatiota korjuun suunnittelun tueksi	3,11	18	1,023	3,14	36	1,175	3,15	33	1,228	3,28	32	1,301	3,18	119	1,191	
Kuormaimen ja hakkuulaitteen liikkeet eivät ole jouhevialtasaisia	2,82	17	1,425	3,58	33	1,393	2,91	33	1,665	3,22	32	1,539	3,17	115	1,529	
Niska- ja hartiavaivat kasvavat työvuoron edetessä	3,17	18	1,295	3,09	33	1,156	3,28	32	1,143	3,16	32	1,194	3,17	115	1,172	
Tarve käydä jalkaisin tarkistamassa kohdetta	3,17	18	1,15	3,15	34	1,132	3,45	33	1,227	2,84	31	1,319	3,16	116	1,22	
Kuormainta ja hakkuulaitetta ei saa säädettyä mieluisaksi	3,11	18	1,367	3,42	33	1,37	3,03	33	1,63	3,06	32	1,48	3,16	116	1,468	
Taukoja ei tule pidettyä riittävästi työvuoron aikana	3,00	18	1,085	3,21	34	0,946	3,09	33	1,182	3,28	32	1,023	3,16	117	1,05	
Huoltoja ei tehdä ajallaan	3,11	18	1,53	3,21	34	1,149	2,91	33	1,466	3,09	32	1,467	3,08	117	1,378	
Ei riittävästi ennakkotietoa kohteen kantavuudesta	2,94	18	0,873	3,06	36	1,04	3	33	1,173	3,13	32	1,07	3,04	119	1,053	
Rungon apteerauksen toteuttaminen kaikkia osapuolia miellyttävästi vaikeaa	3,56	18	0,984	2,86	36	1,175	2,79	33	1,023	3,22	32	1,184	3,04	119	1,13	1-2*, 1-3*
Harvennushakkuun aikana ei oteta riittävästi huomioon ajokoneen suoritetta	2,67	18	0,84	2,94	34	1,153	3	33	1,323	3,25	32	1,136	3,00	117	1,16	
Pehmeiköitä vaikea ennustaa	2,61	18	1,243	2,56	34	1,078	2,85	33	1,228	3,03	32	0,967	2,78	117	1,123	2-4*

* p<0,05; ** p<0,01

Liite 7 jatkuu

	1. alle 5 vuotta kokemusta			2. 5-10 vuotta kokemusta			3. 10,1-15 vuotta kokemusta			4. yli 15 vuotta kokemusta			Yhteensä			Tilastollisesti merkitsevät erot ryhmien 1,..., 4 välillä
	keski-arvo	N	keskihajonta	keski-arvo	N	keskihajonta	keski-arvo	N	keskihajonta	keski-arvo	N	keskihajonta	keski-arvo	N	keskihajonta	
Kaluston puutteellinen varustelu kantavuuden mukaan	2,61	18	1,145	2,81	36	1,091	2,52	33	1,202	3,06	32	1,105	2,76	119	1,14	3-4*
Kuormaimen ja hakkuulaitteen säätäminen hankalaa	2,56	18	1,097	2,76	33	1,251	2,55	33	1,523	2,66	32	1,359	2,64	116	1,328	
Ajourien linjaus ja sijoittelu on ongelmallista vaihtelevissa maasto-olosuhteissa (esim. rinnemaat)	3,11	18	0,9	2,31	35	0,963	2,52	33	1,176	2,78	32	1,237	2,62	118	1,116	1-2**
Päätehakkuun aikana ei oteta riittävästi huomioon ajokoneen suoritetta	2,11	18	0,832	2,71	34	1,268	2,55	33	1,301	2,75	32	1,218	2,58	117	1,212	
Ei tarkkaa tietoa työskentelyn vaikutuksesta polttoainenkulutukseen	3,06	18	1,211	2,62	34	0,985	2,39	33	1,197	2,44	32	1,216	2,57	117	1,155	
Tiedonvaihto hakkuukoneen ja ajokoneen kuljettajien välillä puutteellista	2,67	18	1,237	2,64	33	1,194	2,33	33	1,216	2,59	32	1,292	2,54	116	1,226	
Koneiden siirtojen ajoitus ei toimi	2,72	18	1,179	2,53	32	1,107	2,21	33	1,364	2,62	32	1,212	2,5	115	1,224	
Maastonmuodoista ja kaltevuuksista ei riittävä tietoa maastoltaan vaihtelevilla kohteilla	2,44	18	0,922	2,39	36	0,766	2,66	32	1,31	2,31	32	1,148	2,45	118	1,059	
Koneissa jo nykyään turhankin paljon tietojärjestelmiä ja niiden hallinta hankalaa	2,39	18	1,335	2,56	34	1,236	2,15	33	1,253	2,56	32	1,413	2,42	117	1,301	
Kone ei tarjoa riittävästi tietoa päätösten tueksi	2,5	18	1,098	2,35	34	1,041	2,03	33	1,045	2,45	31	1,338	2,31	116	1,138	
Kohteen puustokertymän jakautumisesta leimikolle ei ole riittävä tietoa	2,39	18	0,979	2,24	34	0,855	2,33	33	1,051	2,19	32	0,931	2,27	117	0,943	
Kuljettajan työskentelyä hidastaa liian monien samanaikaisten päätösten tekeminen	2,44	18	1,199	2,21	33	0,96	2,12	33	1,139	2,28	32	1,143	2,24	116	1,092	
Kone tarjoaa liikaa tietoa, jota ei tarvita työskentelyssä	2,17	18	0,985	1,97	34	0,87	1,94	33	1,029	1,91	32	1,027	1,97	117	0,969	
Tuntuma maaston muuttuviin ominaisuuksiin on heikentynyt (kaltevuus, pehmeiköt, ohjaamon vakautussysteemit)	2,11	18	1,231	1,62	34	0,817	1,73	33	0,977	2,16	32	1,139	1,87	117	1,038	2-4*
Koneet ovat nykyään vaikeasti hallittavia/käytettäviä	1,83	18	0,985	1,73	33	0,761	1,59	32	0,837	1,94	32	1,243	1,77	115	0,967	
Ajourien linjaus ja sijoittelu on ongelmallista tasaisissa/normaaleissa maasto-olosuhteissa	1,72	18	0,895	1,23	35	0,49	1,45	33	0,869	1,72	32	0,888	1,5	118	0,803	1-2*, 2-4*

* p<0,05; ** p<0,01

Liite 8

Ajokoneyöskentelyn ongelmakohdat. Kokemusryhmittäiset vastaajien keskiarvot, vastausmäärät ja keskihajonnat sekä kokemusryhmien väliset tilastollisesti merkitsevät erot.

	1. alle 5 vuotta kokemusta			2. 5-10 vuotta kokemusta			3. 10,1-15 vuotta kokemusta			4. yli 15 vuotta kokemusta			Yhteensä			Tilastollisesti merkitsevät erot ryhmien 1,..., 4 välillä
	keski-arvo	N	keskihajonta	keski-arvo	N	keskihajonta	keski-arvo	N	keskihajonta	keski-arvo	N	keskihajonta	keski-arvo	N	keskihajonta	
Varastopaikan riittämätön tila	4,33	21	0,86	3,93	14	1,00	4,41	17	0,71	4,23	31	1,02	4,24	83	0,92	
Maaston heikko kantavuus	3,81	21	1,03	3,64	14	1,28	4,12	17	0,86	4,00	31	1,03	3,92	83	1,04	
Huono kasausjälki	3,38	21	1,24	3,86	14	1,41	4,12	17	1,11	4,14	29	1,16	3,89	81	1,24	1-4*
Ajourien leveyksissä ei huomioida lähikuljetuksen tarvitsemaa tilaa	3,90	21	1,18	3,86	14	1,10	4,00	17	1,06	3,80	30	1,22	3,88	82	1,14	
Ajourien huono/tehoton suuntaus puutavaran ajoa ajatellen	3,75	20	1,21	3,14	14	1,41	4,18	17	0,73	4,10	29	1,05	3,86	80	1,15	2-3*, 2-4*
Harvennuskohteilla liikaa mutkia	3,57	21	1,17	3,71	14	1,20	3,88	17	1,05	4,03	30	1,07	3,83	82	1,11	
Varastopaikan huono sijainti	3,76	21	1,22	3,36	14	0,93	4,12	17	0,93	3,83	30	1,02	3,79	82	1,05	2-3*
Rinteen kaltevuuksia ei ole otettu riittävästi huomioon	3,81	21	1,08	3,29	14	1,54	4,00	17	0,79	3,62	29	1,02	3,69	81	1,10	
Kokoojauria ei ole sijoitettu kantavimmille kohdille	3,81	21	1,29	3,29	14	1,54	3,53	17	1,18	3,67	30	1,35	3,61	82	1,32	
Harvennushakkuun aikana ei oteta riittävästi huomioon ajokoneen suoritetta	3,19	21	1,21	3,29	14	1,07	4,00	17	0,87	3,81	31	1,14	3,60	83	1,13	1-3*, 2-3*
Kuormaimen liikkeet eivät ole jouhevia/tasaisia	3,45	20	1,57	3,79	14	1,72	3,75	16	1,07	3,50	28	1,53	3,59	78	1,47	
Kuormainta ei saa säädettyä mieluisaksi	3,29	21	1,55	3,71	14	1,68	3,88	16	1,20	3,54	28	1,67	3,57	79	1,54	
Niska- ja hartiavaivat kasvavat työvuoron edetessä	3,38	21	1,40	3,14	14	1,35	3,44	16	1,26	3,82	28	1,12	3,51	79	1,27	
Ei riittävästi ennakkotietoa kohteen kantavuudesta (esim. sadekaudet, turvemaat)	3,67	21	1,20	3,36	14	1,08	3,41	17	1,00	3,37	30	1,10	3,45	82	1,09	
Koneen kovakourainen käyttö	3,48	21	1,44	3,29	14	1,59	3,38	16	1,41	3,46	28	1,60	3,42	79	1,49	
Huoltoja ei tehdä ajallaan	3,38	21	1,28	2,92	13	1,55	3,62	16	0,89	3,54	28	1,48	3,41	78	1,33	
Työn tehokkuus ei säily koko työpäivää (vireystilan lasku)	3,38	21	1,12	3,64	14	1,22	3,62	16	0,96	3,07	28	1,25	3,37	79	1,16	
Kaluston puutteellinen varustelu kantavuuden mukaan	3,55	20	1,15	2,71	14	1,14	3,59	17	0,94	3,29	31	1,10	3,32	82	1,11	2-3*
Ei tietoa ajouraverkostosta kohteella	3,48	21	1,37	3,43	14	1,02	3,25	16	1,07	3,13	30	1,28	3,30	81	1,21	
Taukoja ei tule pidettyä riittävästi työvuoron aikana	3,10	21	1,04	3,21	14	1,19	3,50	16	1,16	3,29	28	0,90	3,27	79	1,03	
Haittaava alikasvos	3,38	21	1,24	3,14	14	1,03	3,00	17	0,94	3,33	30	0,99	3,24	82	1,05	

* p<0,05; ** p<0,01

Liite 8 jatkuu

	1. alle 5 vuotta kokemusta			2. 5-10 vuotta kokemusta			3. 10,1-15 vuotta kokemusta			4. yli 15 vuotta kokemusta			Yhteensä			Tilastollisesti merkitsevät erot ryhmien 1,..., 4 välillä
	keski-arvo	N	keskihajonta	keski-arvo	N	keskihajonta	keski-arvo	N	keskihajonta	keski-arvo	N	keskihajonta	keski-arvo	N	keskihajonta	
Tiedonvaihto hakkuukoneen ja ajokoneen kuljettajien välillä puutteellista	3,43	21	1,40	2,93	14	1,49	3,41	17	1,06	3,10	31	1,19	3,22	83	1,27	
Puutavaran jääminen metsään	3,52	21	1,33	2,79	14	1,31	3,71	17	1,05	2,90	30	1,37	3,21	82	1,32	3-4*
Päätehakkuun aikana ei oteta riittävästi huomioon ajokoneen suoritetta	2,67	21	1,11	3,07	14	1,33	3,53	17	0,87	3,42	31	1,15	3,19	83	1,15	1-3*, 1-4*
Kuormaimen säätäminen hankalaa	3,24	21	1,34	3,21	14	1,42	3,25	16	1,18	3,11	28	1,47	3,19	79	1,35	
Tieto hakatuista puutavaralajeista puuttuu	3,10	21	1,45	3,00	14	1,24	3,24	17	1,25	3,30	30	1,34	3,18	82	1,32	
Puutteellinen karttatieto, kartassa/näytöllä ei tarpeeksi informaatiota korjuun suunnittelun tueksi	3,19	21	1,37	2,93	14	1,27	3,35	17	0,93	3,17	30	1,21	3,17	82	1,20	
Kasat liian kaukana ajourasta	3,25	20	1,29	2,86	14	1,61	3,53	17	1,18	2,90	31	1,40	3,11	82	1,37	
Vajaiden kuormien määrä	3,19	21	1,29	2,79	14	1,31	3,38	16	1,09	2,82	28	1,39	3,03	79	1,29	
Tieto puutavaralajeista leimikolla puutteellista	3,38	21	1,02	2,86	14	1,51	2,59	17	1,06	3,10	29	1,32	3,02	81	1,25	1-3*
Koneiden siirtojen ajoitus ei toimi	3,24	21	1,61	2,57	14	1,22	3,00	17	0,94	2,94	31	1,12	2,96	83	1,24	
Maastonmuodoista ja kaltevuuksista ei riittävästi tietoa maastoltaan vaihtelevilla kohteilla	3,10	21	0,83	2,93	14	1,27	2,94	17	1,03	2,80	30	1,22	2,93	82	1,09	
Ei tarkkaa tietoa työskentelyn vaikutuksesta polttoainekulutukseen	3,10	21	1,14	2,57	14	1,02	2,69	16	1,14	2,74	27	1,10	2,79	78	1,10	
Kohteen puustokertymän jakautumisesta leimikolle ei ole riittävästi tietoa	2,86	21	1,06	2,71	14	1,33	2,71	17	0,85	2,74	31	1,15	2,76	83	1,09	
Kuljettajalla liikaa sille kuulumatonta vastuuta	2,81	21	1,17	2,21	14	0,98	2,81	16	1,33	2,54	28	0,92	2,61	79	1,09	
Ylisuurten kuormien määrä	2,86	21	1,11	2,71	14	1,07	2,44	16	1,15	2,39	28	1,07	2,58	79	1,09	
Koneissa jo nykyään turhankin paljon tietojärjestelmiä ja niiden hallinta hankalaa	2,35	20	1,14	2,29	14	0,73	2,31	16	1,14	2,64	28	1,16	2,44	78	1,08	
Tuntuma maaston muuttuviin ominaisuuksiin on heikennyt (kaltevuus, pehmeiköt, ohjaamon vakautussysteemit)	2,48	21	1,03	2,43	14	1,40	2,25	16	0,86	2,36	28	0,99	2,38	79	1,04	
Kone ei tarjoa riittävästi tietoa päätösten tueksi	2,48	21	1,12	1,93	14	1,07	2,50	16	1,16	2,43	28	1,20	2,37	79	1,15	
Tarve käydä jalkaisin tarkistamassa kohdetta	2,29	21	1,06	1,93	14	0,73	2,35	17	0,93	2,40	30	1,19	2,28	82	1,03	
Kuljettajan työskentelyä hidastaa liian monien samanalaisten päätösten tekeminen	2,43	21	1,12	2,07	14	0,92	2,00	16	0,89	2,30	27	0,95	2,23	78	0,98	
Kone tarjoaa liikaa tietoa, jota ei tarvita työskentelyssä	2,38	21	0,97	1,64	14	0,84	2,06	16	1,00	2,14	28	0,97	2,10	79	0,97	1-2*
Koneet ovat nykyään vaikeasti hallittavia/käytettäviä	1,86	21	0,85	1,79	14	0,98	2,06	16	1,06	2,32	28	1,06	2,05	79	1,00	

* p<0,05; ** p<0,01

Liite 9

Opastuksen tarve hakkuukonetyöskentelyssä. Kokemusryhmittäiset vastaajien keskiarvot, vastausmäärät ja keskihajonnat sekä kokemusryhmien väliset tilastollisesti merkitsevät erot.

	1. alle 5 vuotta kokemusta			2. 5-10 vuotta kokemusta			3. 10,1-15 vuotta kokemusta			4. yli 15 vuotta kokemusta			Yhteensä			Tilastollisesti merkitsevät erot ryhmien 1,..., 4 välillä
	keski-arvo	N	keskihajonta	keski-arvo	N	keskihajonta	keski-arvo	N	keskihajonta	keski-arvo	N	keskihajonta	keski-arvo	N	keskihajonta	
Ertiyiskohteiden sijaintien opastus	3,94	17	0,75	4,11	36	0,82	4,36	33	0,78	3,78	32	1,29	4,07	118	0,97	
Leimikon ja kuviorajojen opastus	3,82	17	1,24	3,91	35	1,12	3,82	34	1,24	3,34	32	1,54	3,72	118	1,30	
Korjuuvaurioiden seuranta	2,94	18	1,26	3,00	36	1,15	3,31	32	1,42	2,74	31	1,21	3,01	117	1,26	
Ajouravälin opastus	3,06	18	1,21	3,03	36	1,32	3,19	32	1,36	2,70	30	1,32	2,99	116	1,31	
Tehokkaiden työtapojen käytön opastus	3,06	18	1,31	3,11	36	1,24	3,12	33	1,43	2,58	31	1,29	2,97	118	1,32	
Katkontaläpimittojen ja puutavaralajisuhteiden seuranta	3,35	17	1,12	3,00	35	1,24	3,12	32	1,19	2,45	31	1,29	2,94	115	1,25	1-4*, 3-4*
Kannonkorkeuden seuranta	2,83	18	1,15	3,09	34	1,14	3,06	32	1,34	2,48	31	1,12	2,88	115	1,21	2-4*
Tehokkaiden työskentelypisteiden opastus	2,89	18	1,28	2,89	36	1,06	3,00	33	1,48	2,68	31	1,33	2,86	118	1,28	
Tasaisen runkopoistuman opastus harvennuksella	2,72	18	1,45	2,86	36	1,33	3,19	32	1,47	2,61	31	1,33	2,86	117	1,39	
Poistettavan puun valinnan opastus harvennuksella	2,56	18	1,38	3,11	36	1,41	2,76	33	1,58	2,67	30	1,47	2,81	117	1,47	
Joukkokäsittely opastus	2,89	18	1,18	2,81	36	1,19	2,94	31	1,34	2,62	29	1,27	2,81	114	1,24	
Harvennusvoimakkuuden opastus	2,59	17	1,33	2,94	36	1,09	3,16	32	1,27	2,42	31	1,18	2,81	116	1,22	3-4*
Kuormaimen käyttökulmien ja liikeratojen opastus	2,89	18	1,28	2,97	36	1,42	3,06	33	1,48	2,27	30	1,20	2,80	117	1,39	2-4*, 3-4*
Työtekniikan valinnan opastus	2,33	18	1,50	3,03	36	1,42	3,13	32	1,52	2,45	31	1,31	2,79	117	1,45	
Ajouraveyden opastus	2,50	18	1,15	2,69	36	1,28	3,22	32	1,39	2,48	31	1,26	2,75	117	1,31	3-4*
Opastus puuston jakautumisesta leimikolle	3,24	17	1,25	2,33	36	0,89	2,88	34	1,25	2,75	32	1,30	2,73	119	1,19	1-2*
Maaston kantavuuden ja urapainuman seuranta ja opastus	2,61	18	1,09	2,75	36	1,13	2,94	31	1,26	2,48	31	1,21	2,71	116	1,18	
Aines- ja energiapuunkorjuun opastus	2,61	18	1,15	2,67	36	1,29	2,84	32	1,48	2,63	30	1,30	2,70	116	1,31	
Maaston muotojen ja kaltevuuksien opastus	2,76	17	0,97	2,56	36	1,05	3,06	34	1,32	2,39	31	1,09	2,69	118	1,15	3-4*
Kuormaimen liikenopeuksien opastus	2,50	18	1,20	2,69	36	1,28	3,09	33	1,42	2,32	31	1,35	2,68	118	1,35	3-4*
Opastus turhien kuormainliikkeiden minimoinnista	2,67	18	1,53	2,64	36	1,27	2,91	33	1,42	2,29	31	1,24	2,63	118	1,35	

* p<0,05; ** p<0,01

Liite 10

Opastuksen tarve ajokoneyöskentelyssä. Kokemusryhmittäiset vastaajien keskiarvot, vastausmäärät ja keskihajonnat sekä kokemusryhmien väliset tilastollisesti merkitsevät erot.

	1. alle 5 vuotta kokemusta			2. 5-10 vuotta kokemusta			3. 10,1-15 vuotta kokemusta			4. yli 15 vuotta kokemusta			Yhteensä			Tilastollisesti merkitsevät erot ryhmien 1,..., 4 välillä
	keski-arvo	N	keskihajonta	keski-arvo	N	keskihajonta	keski-arvo	N	keskihajonta	keski-arvo	N	keskihajonta	keski-arvo	N	keskihajonta	
Tienvarsivarastojen sijainnin opastus	3,90	20	0,97	3,86	14	0,86	3,94	17	0,97	3,61	31	1,50	3,79	82	1,17	
Ajouraston kulkukelpoisuuden opastus	3,90	20	0,97	3,79	14	0,98	3,94	17	0,83	3,53	32	1,32	3,75	83	1,09	
Puutavaran metsäänjäämisen esto ja paikannus lumi-peitteen alta	3,95	20	1,15	3,71	14	0,91	3,75	16	1,34	3,45	31	1,29	3,68	81	1,20	
Ajosuunnan opastus	4,10	20	0,79	3,29	14	1,20	3,88	16	1,26	3,33	30	1,40	3,62	80	1,24	1-2*
Opastus tehokkaasta ajouralenkistä kuormalle	3,80	20	0,95	3,69	13	0,95	3,63	16	1,31	3,31	32	1,36	3,56	81	1,19	
Ajamattoman puutavaran määrä ja sijainti	3,85	20	1,09	3,43	14	1,02	3,75	16	1,24	3,26	31	1,41	3,53	81	1,25	
Kiireellisen puutavaran ajon opastus	3,90	20	0,97	3,50	14	0,94	3,71	17	1,16	3,09	32	1,40	3,48	83	1,21	1-4*
Opastus koneen kantokyvyn maksimoinnista ajouraston kulkukelpoisuuden mukaisesti	3,70	20	1,13	3,71	14	0,91	3,59	17	1,12	2,94	32	1,37	3,39	83	1,23	1-4*
Urapainuman minimoinnin opastus	3,67	18	0,91	3,62	13	0,96	3,31	16	1,01	3,03	31	1,40	3,33	78	1,17	
Ajourien sijaintien opastus	3,50	20	1,28	3,29	14	0,83	3,65	17	0,70	3,00	30	1,31	3,31	81	1,14	
Maaston muotojen ja kaltevuuksien opastus	3,50	20	1,10	3,29	14	1,20	3,47	17	1,01	3,00	31	1,29	3,27	82	1,18	
Kuormattuna ajon minimoinnin opastus	3,70	20	0,73	3,36	14	1,08	3,37	16	1,15	2,81	32	1,20	3,23	82	1,11	1-4**
Kuormaimen tehokkaan käytön opastus	3,35	20	1,18	3,21	14	1,31	3,53	17	1,07	2,97	32	1,43	3,22	83	1,28	
Kuorman puutavaralajimäärien opastus	3,45	20	0,83	3,14	14	1,17	3,44	16	1,03	2,97	32	1,51	3,21	82	1,23	
Tehokkaiden kuormaus- ja purkutyöpisteiden opastus	3,35	20	0,81	2,93	14	1,00	3,24	17	1,03	3,03	32	1,58	3,13	83	1,22	
Opastus puumäärän ja puutavaralajien jakautumisesta leimikolle	3,35	20	1,04	2,93	14	1,21	3,06	17	0,90	2,94	31	1,24	3,06	82	1,12	
Ajoajan ennuste	3,35	20	1,18	3,07	14	0,92	2,81	16	1,38	2,38	32	1,21	2,82	82	1,24	1-4**

* p<0,05; ** p<0,01

Liite 11

Haastateltujen kuljettajien jakautuminen lähtötietojensa perusteella.

Hakkuukoneenkuljettajat

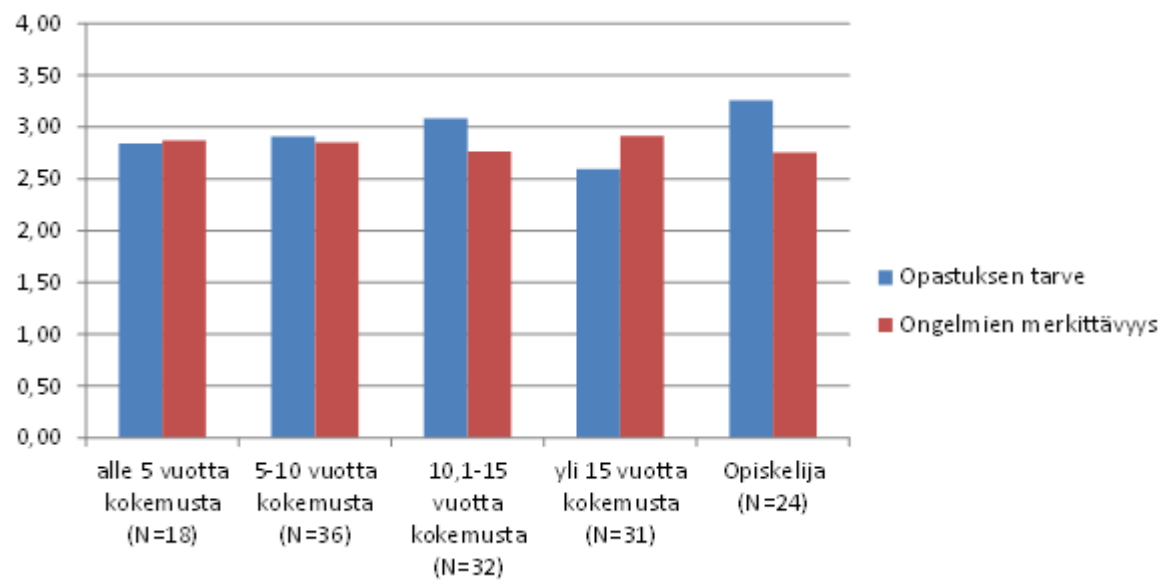
	Ikä, v	Työskentelyalue	Työkokemus, v	Opastuksen tarve kyselyn perusteella
1.	35	Itä-Suomi	12	Hieman tarpeellinen
2.	40	ent. Oulun lääni	20	Ei lainkaan tarpeellinen
3.	49	Etelä-Suomi	1	Kohtalaisen tarpeellinen
4.	25	ent. Oulun lääni	4	Kohtalaisen tarpeellinen
5.	24	ent. Oulun lääni	5	Hyvin tarpeellinen
6.	22	ent. Oulun lääni	3	Kohtalaisen tarpeellinen
7.	37	Etelä-Suomi	13	Kohtalaisen/hyvin tarpeellinen
8.	34	Etelä-Suomi	10	Hieman/kohtalaisen tarpeellinen
9.	28	Lappi	4,5	Ei lainkaan/hieman tarpeellinen
10.	35	Länsi-Suomi	15	Hyvin tarpeellinen

Ajokoneenkuljettajat

1.	54	Itä-Suomi	20	Kohtalaisen/hyvin tarpeellinen
2.	58	Länsi-Suomi	21	Hieman tarpeellinen
3.	51	Itä-Suomi	25	Hyvin tarpeellinen
4.	37	Itä-Suomi	15	Hyvin/erittäin tarpeellinen
5.	43	ent. Oulun lääni	7	Hyvin tarpeellinen
6.	42	Itä-Suomi	20	Hieman tarpeellinen
7.	22	Länsi-Suomi	1,5	Hyvin tarpeellinen
8.	30	Länsi-Suomi	7	Hyvin tarpeellinen
9.	23	ent. Oulun lääni	3,5	Hyvin/erittäin tarpeellinen
10.	26	Länsi-Suomi	5	Kohtalaisen tarpeellinen

Liite 12

Hakkuukoneenkuljettajien opastuksen tarve ja ongelmien merkittävyys kokemusluokittain keskiarvona kaikista vastauksista.



Liite 13

Ajokoneenkuljettajien opastuksen tarve ja ongelmien merkittävyys kokemusluokittain keskiarvona kaikista vastauksista.

