

**AINES- JA ENERGIAPUUN KORJUUN TEHOSTAMISKEINOT JA
NIIDEN PRIORISOINTI NUORISSA METSISSÄ**

MARKKU OIKARI

METSÄ- JA PUUTEKNOLOGIAN PRO GRADU

JOENSUU 2008

Oikari, Markku. 2008. Aines- ja energiapuun korjuun tehostamiskeinot ja niiden priorisointi nuorissa metsissä. Joensuun yliopisto, metsätieteellinen tiedekunta, metsä- ja puuteknologian pro gradu -tutkielma. 111 s.

TIIVISTELMÄ

Korkeat korjuukustannukset ovat suurin ongelma nuorten metsien puunkorjuussa. Järeämmän puuston hakkuisiin verrattuna korjuukustannukset voivat olla nuorissa metsissä jopa yli kaksinkertaiset. Tavoitteeksi asetetut aines- ja energiapuun korjuumäärät pakottavat hakkuiden lisäämiseen myös heikosti kannattavilla nuorten metsien korjuukohteilla. Nuoria kasvatusmetsiä on Suomessa yli 7,3 miljoonaa hehtaaria. Kansallisessa metsäohjelmassa 2010 on ensiharvennusten tavoitepinta-alaksi asetettu 250 000 hehtaaria vuodessa. 2000-luvulla ensiharvennusten vuotuinen pinta-ala on ollut kuitenkin vain 170 000–190 000 hehtaaria. Ensiharvennuksen on arvioitukin olevan myöhässä noin 600 000 hehtaarilla.

Nuorten metsien merkittäviä aines- ja energiapuuvaroja on hyödynnetty Suomessa heikosti. Useissa tutkimuksissa ja selvityksissä on käsitelty nuorten metsien hankalia korjuuolosuhteita sekä etsitty keinoja puunkorjuun tehostamiseksi. Saatuja tuloksia on kuitenkin sovellettu käytännön puunkorjuussa osin sangen huonosti.

Tämän tutkimuksen tavoitteena oli selvittää eri toimijoiden näkemykset esitetyistä tehostamiskeinoista. Lisäksi selvitettiin, mitkä ovat merkittävimmät ongelmat nuorten metsien puunkorjuussa. Tutkimusaineisto kerättiin henkilökohtaisilla haastatteluilla tammi-helmikuussa 2008. Yhteensä haastatteluja tehtiin 40. Vastaajat jaettiin neljään vastaajaryhmään, joista jokaisesta haastateltiin kymmentä henkilöä. Haastatellut vastaajaryhmät olivat puunhankintaorganisaatioiden edustajat, puunkorjuuyrittäjät, kone- ja laitevalmistajat sekä tutkijat. Kerätylle aineistolle laskettiin keskiarvot sekä keskihajonnat. Lisäksi aineisto analysoitiin tilastollisista menetelmistä Mann-Whitneyn U-testillä sekä Kendallin järjestyskorrelaatiokertoimella.

Haastattelujen perusteella merkittävimmät ongelmat nuorten metsien puunkorjuussa ovat hankalat korjuuolosuhteet (poistettavien puiden pieni koko, pieni hehtaari- ja leimikkokohtainen hakkuukertymä, runsas korjuuta haittaava alikasvos ja maaston heikko kantavuus) sekä ammattitaitoisten metsäkoneenkuljettajien puute. Merkittävimmät tehostamiskeinot sekä aines- että energiapuun korjuuseen löytyivät korjuuolosuhteiden ja kuljettajien taitotason parantamisessa sekä korjuumenetelmien rationalisoinnissa. Yksittäisistä tehostamiskeinoista parhaimmiksi nousivat ainespuun korjuussa alikasvoksen ennakkoarvaus, oikein suoritettu taimikonhoito, kuljettajaksi opiskelevien huolellinen valinta, puun joukkokäsittely sekä työsäöppimisen laajentaminen. Parhaimmiksi tehostamiskeinoiksi energiapuun korjuussa nousivat puolestaan kuljettajaksi opiskelevien huolellinen valinta, energiapuuharvennuksen yhdistäminen osaksi suunniteltua metsänkasvatusketjua, kuormainvaakamittaus, uusien kuljettajien koulutuksen tehostaminen sekä käsittelyn hallittu viivyttäminen.

Useita tässä tutkimuksessa esitettyjä tehostamiskeinoja on mahdollista käyttää huomattavasti nykyistä laajemmassa mittakaavassa. Tehostamiskeinoja onkin ryhdyttävä aikailematta soveltamaan nykyistä tehokkaammin, jotta tavoiteltuihin korjuumääriin voidaan päästä kustannustehokkaasti. Tehostamiskeinojen oikealla käytöllä voidaan saavuttaa jopa usean kymmenen prosentin säästöt korjuukustannuksissa verrattuna nuorten metsien puunkorjuun nykytilanteeseen.

Avainsanat: ainespuu, energiapuu, energiapuuharvennus, ensiharvennus, korjuukustannukset, nuoret kasvatusmetsät, puunkorjuu

Oikari, Markku. 2008. Ranking the approaches to increase the cost-efficiency of pulpwood and energy wood harvesting in young stands. University of Joensuu, Faculty of Forest Sciences, master's thesis in Forest Engineering and Forest Product Technology. 111 p.

ABSTRACT

High harvesting costs are the main problem in young stands when harvesting pulpwood and energy wood. Compared to older stands, harvesting costs can be even more than doubled. In order to achieve the intended harvesting volumes of pulpwood and energy wood, it is essential that harvesting volumes are also raised in less profitable young stands. There are more than 7.3 million hectares of young stands in Finland. According to the National Forest Programme, the area of first thinnings in Finland should be 250 000 hectares per year. During the 2000's, however, only 170 000–190 000 hectares were thinned annually. First thinnings are estimated to be late on total area of 600 000 hectares.

There is significant amount of poorly utilized small-sized pulpwood and energy wood in young stands. Several research papers have discussed the problems of harvesting small-sized wood in early thinnings. There are also many good guidelines for more cost-effective harvesting of pulpwood and energy wood from young stands. Many of those guidelines are, however, quite poorly utilized in Finland.

The objective for this study was to find out how different parties see those mentioned guidelines. Secondary objective was to determine which are the most serious problems when harvesting pulpwood and energy wood in young stands. The study was implemented by conducting personal interviews. Research data was collected during January and February in 2008. In total 40 interviews were done for the research. Interviewees were divided in four groups: officers in wood procurement organizations, wood harvesting contractors, forest machine manufacturers, and wood harvesting researchers. The collected data was statistically analysed using Mann-Whitney's U-test and Kendall's rank correlation analysis. Averages and standard errors were also calculated from the data.

According to the respondents, the biggest problems of harvesting wood in young stands are difficult harvesting conditions (small stem sizes, low removal, dense undergrowth and poor carrying capacity of terrain) and lack of professional machine operators. The most significant approaches to increase the cost-efficiency of pulpwood and energy wood harvesting are to improve the harvesting conditions and know-how of the operators. The interviewees underlined also that harvesting methods can be rationalised. According to the respondents, the best approaches to increase the cost-efficiency when harvesting pulpwood are pre-clearance of dense undergrowth, effective tending of seedling stands, careful selection of operator candidates, multiple-tree handling and widening the learning in practice. In energy wood harvesting the best approaches are careful selection of operator candidates, energy wood harvesting as a part of wood production chain, grapple scale measuring, boosting the training of new operators and delaying harvesting operation in a controlled manner.

Many of the most significant approaches for increasing the cost-efficiency of wood harvesting can be utilized much better than how it is done these days. The most profitable guidelines presented in this study should be properly utilized immediately to achieve intended harvesting volumes. Significant savings in harvesting costs can be gained with proper implementation of presented guidelines. In some cases, cost savings can be tens of percents compared to current harvesting costs in early thinnings.

Keywords: costs, early thinnings, energy wood, harvesting, pulpwood, young stands

ALKUSANAT

Tämä tutkimus on osa Metsäteho Oy:n Aines- ja energiapuun korjuun tehostaminen nuorista metsistä -tutkimusprojektia. Minun osaltani tutkimus alkoi syyskuussa 2007, jolloin ryhdyin tekemään kirjallisuuskatsausta esitetyistä puunkorjuun tehostamiskeinoista.

Tutkittava aihe osoittautui hyvin mielenkiintoiseksi ja ajankohtaiseksi. Saman havaitsivat haastateltavat, jotka lähtivät mielellään mukaan tutkimukseen. Kaikille haastatteluihin osallistuneille kuuluukin suuri kiitos.

E erityiset kiitokset haluan esittää erikoistutkija, dosentti Kalle Kärhälle Metsäteho Oy:stä sekä professori Teijo Palanderille Joensuun yliopiston metsätieteellisestä tiedekunnasta. Heistä on ollut merkittävä apu työn etenemisessä sen kaikissa vaiheissa. Lisäksi kiitän kaikkia muita tahoja jotka ovat edesauttaneet työn valmistumista sekä Metsäteho Oy:tä minulle annettusta mahdollisuudesta tämän työn tekemiseen.

Joensuussa toukokuussa 2008

Markku Oikari

SISÄLLYSLUETTELO

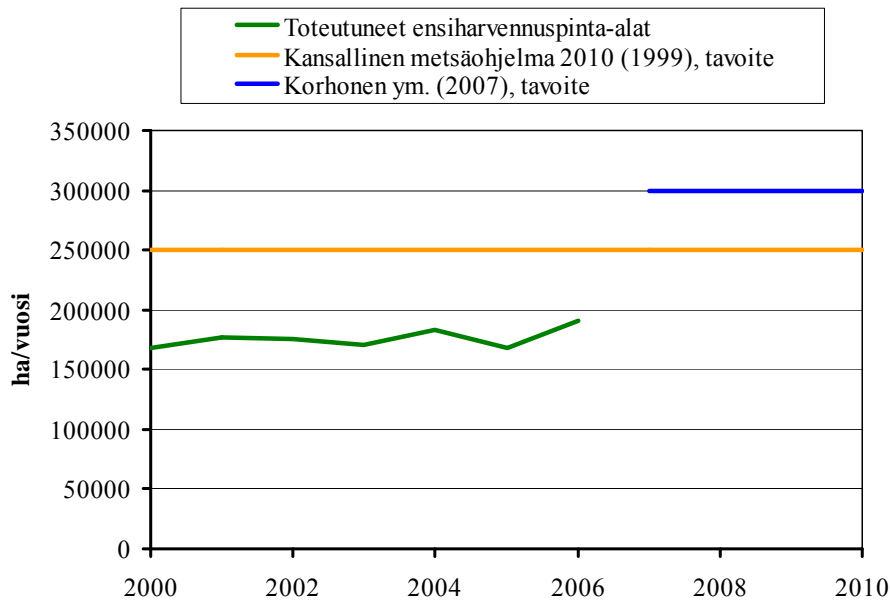
1 JOHDANTO.....	6
1.1 Tutkimuksen tausta.....	6
1.2 Nuoret metsät.....	10
1.3 Nuorten metsien puunkorjuu ja sen ongelmat.....	10
1.4 Nuorten metsien puunkorjuun tehostamiskeinot.....	14
1.4.1 Korjuuolosuhteiden parantaminen.....	15
1.4.2 Korjuumenetelmien rationalisointi.....	16
1.4.3 Korjuukaluston tehokkaampi käyttö.....	19
1.4.4 Työtapojen ja kaluston kehittäminen.....	21
1.5 Tutkimuksen tavoitteet.....	24
2 AINEISTO JA MENETELMÄT.....	25
2.1 Haastattelut.....	25
2.2 Haastattelulomake.....	26
2.3 Tutkimusmenetelmät.....	27
3 TULOKSET.....	29
3.1 Taustatiedot.....	29
3.2 Nuorten metsien puunkorjuun ongelmat.....	32
3.2.1 Ainespuun korjuun ongelmat.....	33
3.2.2 Energiapuun korjuun ongelmat.....	36
3.3 Nuorten metsien aines- ja energiapuun korjuun tehostamiskeinot.....	41
3.3.1 Ainespuun korjuun tehostamiskeinot.....	41
3.3.2 Ainespuun korjuun tehostamiskeinojen lisäyspotentiaali.....	45
3.3.3 Energiapuun korjuun tehostamiskeinot.....	48
3.3.4 Energiapuun korjuun tehostamiskeinojen lisäyspotentiaali.....	51
3.3.5 Tärkeimmät tehostamiskeinot nuorten metsien puunkorjuussa.....	53
3.4 Väittämiä ja tulevaisuuden näkymiä.....	55
3.4.1 Nuorten metsien puunkorjuun nykytila ja tulevaisuus.....	56
3.4.2 Korjuumäärien kehittyminen nuorissa metsissä vuosille 2010 ja 2015.....	64
3.4.3 Tulevaisuuden suurimmat ongelmat ja tärkeimmät kehittämiskohteet.....	67
4 TARKASTELU.....	69
4.1 Aineisto.....	69
4.2 Menetelmät.....	70
4.3 Tutkimustulokset.....	71
4.3.1 Ainespuun korjuun tehostaminen.....	72
4.3.2 Energiapuun korjuun tehostaminen.....	74
4.4 Johtopäätökset.....	75
4.5 Jatkotutkimuksen tarve.....	78
LÄHDELUETTELO.....	79
LIITTEET.....	86

1 JOHDANTO

1.1 Tutkimuksen tausta

Suomen metsämaan pinta-alasta yli kolmannes eli noin 7,3 miljoonaa hehtaaria on nuoria kasvatusmetsiä (Metsävarat metsäkeskuksittain... 2007), joissa puunkorjuun kustannukset ovat huomattavasti korkeammat kuin järeämissä metsiköissä. Nuorten metsien ominaisuuksista johtuen hakkuun tuottavuus jää matalaksi, jolloin korjuun yksikkökustannukset nousevat. Kansallisessa metsäohjelmassa 2010 (1999) asetettiin tavoitteeksi lisätä kotimaisen ainespuun käyttöä 5–10 miljoonalla kuutiometrillä vuoteen 2010 mennessä. Uudemmassa Kansallisessa metsäohjelmassa 2015 (2008) ainespuun korjuumäärien tavoitteet on asetettu vielä korkeammalle 65–70 milj. m³:iin vuodelle 2015. Tämä tarkoittaa noin 10–15 milj. m³:n lisäystä toteutuneisiin 2000-luvun korjuumääriin nähden. Jotta näihin tavoitteisiin päästäisiin, on puuta korjattava entistä tehokkaammin myös hankalilta nuorten metsien korjuukohteilta.

Kansallisessa metsäohjelmassa 2010 (1999) asetettiin vuotuiseksi ensiharvennustavoitteeksi 250 000 hehtaaria vuoteen 2010 saakka. Korhonen ym. (2007) päätyivät laskelmissaan vielä suurempiin tavoitepinta-aloihin asettaessaan seuraavan kymmenvuotiskauden ensiharvennusten tavoitteeksi 300 000 hehtaaria vuodessa. Vähintäänkin yhtä suuret ensiharvennuspinta-alamatavoitteet on asetettu Kansallisessa metsäohjelmassa 2015 (2008), jossa vuosien 2006–2015 ensiharvennustarpeeksi on arvioitu 2,2-kertainen ensiharvennuspinta-ala verrattuna edeltäneenä kymmenvuotiskaudella tehtyihin työmääriin. 2000-luvulla vuotuinen ensiharvennuspinta-ala on kuitenkin ollut vain 170 000–190 000 hehtaaria (Västilä & Herrala-Ylinen 2001–2005, Salakari ym. 2006, Juntunen & Herrala-Ylinen 2007). Tavoitepinta-aloista on jäätyä tuntuvasti (kuva 1) ja ensiharvennus onkin myöhässä jo lähes 600 000 hehtaarilla (Korhonen ym. 2007). Nuoren metsän ensiharvennuksen tai energiapuuharvennuksen laiminlyöminen heikentää merkittävästi puuston kehitystä ja lisää metsikön herkkyyttä eri tuhonaiheuttajille.



Kuva 1. Toteutuneet ensiharvennuspinta-alat Suomessa 2000-luvulla sekä Kansallisen metsäohjelman 2010 (1999) ja Korhosen ym. (2007) esittämät tavoitepinta-alat.

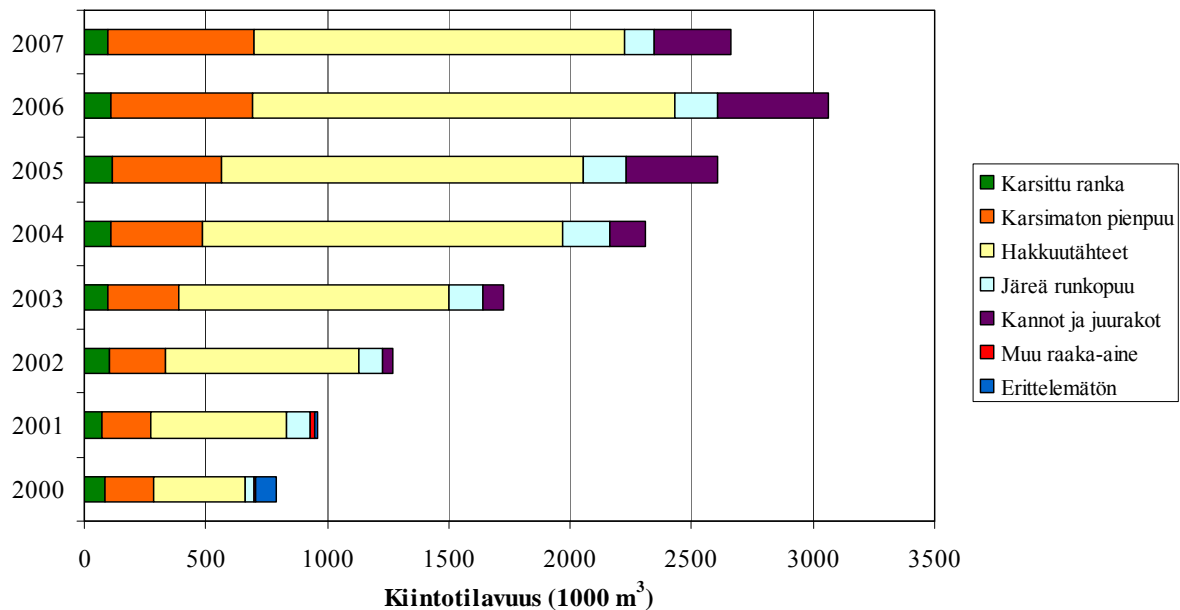
Suomessa kuiduttava metsäteollisuus tarvitsee pieniläpimittaista harvennuspuuta, vaikka sen korjaaminen on huomattavasti kalliimpaa kuin puunkorjuu päätehakuilta. Vuonna 2006 koneellinen puunkorjuu maksoi keskimäärin 8,83 €/m³. Vastaavasti ensiharvennuksilla koneellisen puunkorjuun kustannukset olivat keskimäärin 14,14 €/m³ (Kariniemi 2007). Suurin osa korjuukustannusten erosta johtuu ensiharvennusten huomattavasti korkeammista hakkuukustannuksista muihin hakkuisiin verrattuna (Metsätilastollinen vuosikirja 2006, Kariniemi 2006a). Hakkuun kustannustehokkuuden parantaminen onkin ensisijaisen tärkeää, mikäli puuta halutaan korjata nuorista metsistä nykyistä edullisemmin.

Suomi on EU:n jäsenmaana allekirjoittanut Kioton pöytäkirjan ja täten sitoutunut pitämään kasvihuonepäästönsä vuosien 2008–2012 aikana keskimäärin vuoden 1990 tasolla. Uusiutumattomat energianlähteet kuten öljy ja kivihiili lisäävät ilmakehässä olevan hiilidioksidin määrää. Puu sen sijaan uusiutuvana energianlähteenä sitoo kasvaessaan ilmakehän hiilidioksidia. Poltettaessa tämä sama hiili vapautuu uudelleen kierto. Jos energiapuun tuotannossa ja käytössä noudatetaan kestävä käytön periaatteita, ei hiilidioksidin määrä lisääny merkittävästi (Kansallinen ilmastostrategia 2001). Bioenergian käytön lisäämisen puolesta puhuvat myös päästökauppa, kohoava raakaöljyn hinta, omavaraisuuden lisääminen, työllisyyden edistäminen sekä vaikutus aluetalouteen ja energian toimitusvarmuuteen (Harstela 2004b, Järvinen ym. 2006).

Puuenergia on ylivoimaisesti merkittävin bioenergian lähde Suomessa. Puuenergia tarkoittaa puuperäisestä raaka-aineesta tai puusta jalostetusta materiaalista tuotettavaa energiaa. Puuenergia sisältää täten myös esimerkiksi sulfaattiselluteollisuuden jäteliemen, kuoren ja teollisuuden jätetuon (Hakkila & Fredriksson 1996). Energiapuun on suppeampi käsite, millä tarkoitetaan metsästä suoraan energian tuotantoon korjattavaa puuta. Energiapuuta hakettamalla valmistetaan metsähaketta.

Vuonna 2007 Suomessa käytettiin metsähaketta energialaitoksissa sähkön ja lämmön tuottamiseen 2,66 miljoonaa kiintokuutiometriä, josta vain 0,7 milj. m³ tuotettiin nuorista metsistä saatavasta pieniläpimittaisesta ($d_{1,3} < 10$ cm) karsimattomasta kokopuusta ja karsitusta rankapuusta (kuva 2). Tämän lisäksi pienkiinteistöt käyttivät metsähaketta noin 0,4 milj.m³. Yhteensä metsähakkeesta tuotettiin energiaa 6,08 TWh, josta teollisuuden osuus oli 5,31 TWh. Kaikkiaan metsähakkeesta tuotettu energiamäärä oli vuonna 2007 noin 1,5 % kaikesta Suomessa käytetystä energiasta. Edellisvuoteen verrattuna metsähakkeen käyttö voima- ja lämpölaitoksissa väheni 13 %. Nuorista metsistä korjatun energiapuun käyttö ei kuitenkaan laskenut, vaan kasvoi hieman. Pääsyy metsähakkeen käytön vähenemiseen, oli päästöoikeuksien hintojen voimakas lasku vuonna 2007. Ensimmäisen päästökaupunkauden lähestyessä loppuaan laitoksilla oli vielä päästöoikeuksia jäljellä. Tällöin päästöoikeuksien hinnat putosivat lähes nolnaan (Ylitalo 2008).

Noin kolme neljäsosaa metsähakkeen tuotannossa käytettävästä energiapuusta korjataan päätehakkuilta, lähinnä hakkuutähteinä ja kantoina (kuva 2). Tällä hetkellä energiapuun korjuu onkin vahvasti riippuvainen ainespuun korjuusta. Korjattaessa energiapuuta nuorista metsistä korjuukustannukset nousevat tyypillisesti korkeiksi. Tämän takia koko- ja rankapuun käyttö metsähakkeen tuotannossa on kasvanut hitaasti. Nuorissa metsissä onkin edelleen merkittävä huonosti hyödynnetty energiapuupotentiaali.



Kuva 2. Energialaitosten käyttämä metsähake raaka-ainelähteittäin 2000-luvulla Suomessa (Ylitalo 2001–2008).

Energiapuun käytön lisäämistä Suomessa esitetään Kansallisissa metsäohjelmissa 2010 (1999) ja 2015 (2008), Kansallisessa ilmastostrategiassa (2001) sekä Uusiutuvan energian edistämishjelmassa 2003–2006 (2003). Vanhemman metsäohjelman tavoitteena on lisätä vuoteen 2010 mennessä energiapuun käyttö 5 miljoonaan kuutiometriin vuodessa. Tämä tarkoittaa pienpuusta tuotettavan metsähakkeen käytön kasvattamista 1–1,5 milj. m³:iin vuodessa (Kärhä ym. 2006b). Uudessa Kansallisessa metsäohjelmassa 2015 (2008) tavoitteet ovat vielä huomattavasti korkeammat. Ohjelmassa on asetettu vuoden 2015 metsähakkeen käytön tavoitteeksi 8–12 milj. m³, mikä tarkoittaa suurta lisäystä myös nuorten metsien energiapuun korjuumääriin. Nuorten metsien harvennuksilta korjattavan energiapuun tekninen korjuupotentiaali oli vuoden 2004 korjuumäärien perusteella jopa 6,9 milj. m³ vuodessa (Helynen ym. 2007). Teknistä potentiaalia ei voida tai ei ole kannattavaa hyödyntää täysimääräisesti. Raaka-aineen riittävyyden kannalta edellytykset nuorten metsien energiapuun käytön merkittävälle lisäämiselle on kuitenkin olemassa.

Mikäli kotimaisen puun käyttöä halutaan lisätä, on sen oltava kilpailukykyistä niin hinnaltaan kuin laadultaan tuontipuuhun nähden. Aines- ja energiapuun korjuuta onkin kehitettävä nykyistä tehokkaammaksi, jotta aiemmin mainittuihin puunkorjuutavoitteisiin päästään kilpailukykyisesti. Korjuun tehostamisella pyritään yksikkökustannusten alentamiseen, mikä käytännössä tarkoittaa puun korjaamista samassa aikayksikössä enemmän tai pienemmällä

panoksilla. Tehostamisella pyritään siis kustannustehokkuuteen, eli toisinsanoen korkeaan työn tuottavuuteen ja alhaisiin yksikkökustannuksiin (Harstela 2004a).

1.2 Nuoret metsät

Tässä tutkimuksessa nuorilla metsillä tarkoitetaan nuoria kasvatusmetsiä, jotka ovat joko ensiharvennusvaiheessa tai jotka ovat nuoren metsän kunnostuskohteita. Nuoriksi kasvatusmetsiksi luokitellaan harvennusvaiheessa olevat nuorehkot metsät, joiden vallitsevan jakson rinnankorkeusläpimitta ($d_{1,3}$) on yli 8 cm, mutta puusto ei ole vielä tukkipuukokoa ($d_{1,3} < 16$ cm). Lisäksi puuston valtapituus on mänty- ja kuusivaltaisissa metsissä yli 7 m ja koivuvaltaisissa yli 9 m. Nuoriksi kasvatusmetsiksi luokitellaan myös metsät, joiden ikä on 40–80 % suosituskiertoajasta (Kuusipalo 1996).

Nuoriksi metsiksi luetaan tässä tutkimuksessa osittain myös varttuneet taimikot, joista voidaan korjata energiapuuta. Varttuneiksi taimikoiksi luokitellaan kookkaat taimikot, joissa taimien valtapituus on yli 1,3 m ja joissa keskiläpimitta rinnankorkeudella ($d_{1,3}$) on alle 8 cm (Kuusipalo 1996).

Nuoria kasvatusmetsiä on valtakunnan metsien kymmenennen inventoinnin mukaan Suomessa yli 7,3 miljoonaa hehtaaria, eli yli kolmannes koko metsämaan pinta-alasta. Yli 76 % (5,61 milj. ha) Suomen nuorista kasvatusmetsistä on mäntyvaltaisia, kuusivaltaisia on noin 11 % (0,8 milj. ha) ja loput noin 13 % (0,93 milj. ha) ovat lehtipuuvallaisia. Männyn suosiminen uudistuksessa 1970- ja 1980-luvuilla sekä soiden ojitus ovat syynä männyn suureen määrään nuorissa kasvatusmetsissä. Varttuneita taimikoita on Suomessa noin 2,5 miljoonaa hehtaaria (Metsävarat metsäkeskuksittain... 2007). Harventamattomat tai liian lievästi harvennetut varttuneet taimikot voivat olla vartteenotettavia energiapuun korjuukohteita. Nuorissa metsissä onkin merkittävät niin pitkäkuituisen havupuun kuin myös energiapuun varat.

1.3 Nuorten metsien puunkorjuu ja sen ongelmat

Nuorilla metsillä on joukko luonteenomaisia piirteitä, jotka lisäävät korjuukustannuksia ja aiheuttavat työvaikeustekijöitä puunkorjuuseen (taulukko 1). Useissa tutkimuksissa on havaittu keskimääräisen hakattavan rungon tilavuuden pienenytessä hakkuun tuottavuuden heikenevän ja yksikkökustannusten kasvavan (esim. Tufts & Brinker 1993, Kuitto ym. 1994,

Holtzscher ym. 1997, Tufts 1997). Myös keskimääräisen hehtaarikohtaisen ainespuukertymän pienentyessä puunkorjuun tehokkuuden on havaittu laskevan (Kuitto ym. 1994, Nurminen ym. 2006). Ensiharvennuksissa sekä hakattavan rungon koko että hehtaarikohtainen ainespuukertymä jäävät alhaisiksi (taulukko 1).

Taulukko 1. Korjuuolot ensiharvennuksilla 2000-luvulla. Aineistona runsaat 20 000 vuosina 2000–2005 korjattua ensiharvennusleimikkoo (Kärhä 2006, Kärhä 2007e).

Leimikkotunnus	Mänty- valtainen	Kuusi- valtainen	Lehtipuu- valtainen	Seka- puustoinen	Yhteensä
Leimikon rungon keskikoko, dm ³	75	101	82	87	81
Ainespuukertymä, m ³ /ha	43	55	40	51	44
Poistuman tiheys, runkoa/ha	586	558	511	602	568
Ainespuukertymä, m ³ /leimikko	210	154	126	191	190
Leimikon pinta-ala, ha	5,4	2,9	3,6	4,0	4,8
Metsäkuljetusmatka, m	291	283	282	308	291

Nuorten metsien hakkuille on luonteenomaista suuri jäävien puiden määrä. Vuonna 2006 ensiharvennuksilla kasvamaan jätettävien runkojen lukumäärä oli männyllä keskimäärin 928 runkoa/ha, kuusella 962 runkoa/ha, rauduskoivulla 849 runkoa/ha ja hieskoivulla 958 runkoa/ha (Äijälä 2007). Jäävien puiden suuri määrä aiheuttaa oman vaikeustekijänsä korjuuseen muun muassa varottaessa aiheuttamasta korjuuvaurioita jäävälle puustolle.

Nuorissa metsissä tehtäviä hakkuita ovat ensiharvennukset ja energiapuuharvennukset sekä näiden kahden yhdistelmä, jolloin puhutaan aines- ja energiapuun integroidusta korjuusta. Ensiharvennuksessa hakkuukertymä koostuu jo puiden koon, mutta usein myös rungon muiden ominaisuuksien vuoksi tyypillisesti pelkstä kuitupuusta. Ensiharvennuksilta voidaan kuitenkin korjata myös erikoispuutavaralajeja kuten parrua ja pikkutukkia. Energiapuuharvennuksessa hakkuukertymä koostuu pelkstä energiapuusta.

Tässä tutkimuksessa hakkuukoneet jaotellaan eri konetyyppeihin pääpiirteittäin Uusitalon (2003) käyttämän jaottelun mukaan. Pääosa ensiharvennuksista hakataan Suomessa pyöräalustaisilla yleishakkuukoneilla (paino 15–18 t) tai näitä hieman kevyemmällä (13–15 t) harvennushakkuukoneilla. Näistä kahdesta, nimenomaan hakkuuseen suunnitellusta pyöräalustai-

sesta konetyypistä, käytetään tässä tutkimuksessa yhteisnimitystä keskiraskas hakkuukone (13–18 t). Tällä erotetaan näistä kahdesta konetyypistä pyöräalustaiset raskaat hakkuukoneet (yli 18 t) ja pienet harvennushakkuukoneet (alle 13 t). Puhuttaessa pelkästä hakkuukoneesta tarkoitetaan konetta, jolla korjattavat rungot kaadetaan ja katkotaan, mutta jolla ei suoriteta metsäkuljetusta. Hakkuukoneisiin luetaan siten edellä mainittujen konetyyppien lisäksi myös kaivukoneharvesterit ja maataloustraktoriharvesterit. Tällä määritelmällä erotetaan hakkuukoneista korjurit. Korjurit ovat koneita, joilla tehdään sekä hakkuu että metsäkuljetus.

Ensiharvennus toteutetaan nykyään valtaosin perinteisellä korjuuketjulla, jolla tarkoitetaan keskiraskaasta hakkuukoneesta ja keskiraskaasta kuormatraktorista muodostuvaa korjuuketjua. Ensiharvennukset tehdään siten valtaosin samalla kalustolla kuin järeämmänkin puuston hakkuut. Keskiraskaita hakkuukoneita ovat esimerkiksi Timberjack/John Deere 970, 1070 ja 1270, Ponsse Beaver ja Ergo sekä Valmet 901 ja 911. Nuorten metsien ominaisuuksien ja koneiden kalliiden hankinta- ja käyttökustannusten takia tällaisella kalustolla suoritettun puunkorjuun kustannukset nousevat korkeiksi. Hakkuiden kustannustehokkuuden parantamiseksi on kehitetty runsaasti koneita ja laitteita. Näitä ovat esimerkiksi ensiharvennuksille suunnitellut pienet harvennushakkuukoneet sekä joukkokäsittelyominaisuudella varustetut hakkuulaitteet.

Kärhän (2007a) tutkimuksessa selvitettiin metsähakkeen tuotannossa käytettävän kaluston määrää Suomessa. Mukana tutkimuksessa olivat suurimmat metsähakkeen tuottajat. Energiailaitosten käyttämä pienpuusta valmistettu metsähake hakattiin arviolta 180 hakkuukoneella ja 50 energiapuukorjurilla. Valtaosaa hakkuukoneista käytettiin myös ainespuun korjuuseen. Yli puolessa koneista oli rulla- tai telasyöttöinen joukkokäsittelyvä hakkuulaite ja lopuissa joukkokäsittelyvä kaato-kasauslaite. Käytetyimmät peruskoneet energiapuuhakkuissa olivat Valmet 901, Timberjack/John Deere 870 ja 1070, Ponsse (HS16) Ergo sekä Nokka Profi. Selvityksessä yleisimpiä energiapuun hakkuulaitteita olivat Timberjack/John Deere 745 joukkokäsittelyllä, Ponsse EH25, Naarva-Koura 1600-40 ja Valmet 945 Saksi.

Energiapuun korjuussa käytetyistä korjureista 90 % oli kuormatraktorialustaisia ja loput 10 % pyöriväohjaamoisia. Yleisimmät käytössä olleet alustakoneet olivat Ponsse Wisent Dual, Timberjack/John Deere 1110 ja Ponsse (S15) Bison. Korjureissa käytetyimmät korjuukourat olivat Nisula 280E, Moipu 400E ja Ponsse EH25. Energiapuun metsäkuljetus suoritettiin arviolta 350 kuormatraktorilla, joista valtaosaa käytettiin myös ainespuun metsäkuljetukseen. Käytössä oli keskiraskaista kuormatraktoreista esimerkiksi Timberjack/John Deere 1010 ja

1110, Ponsse (S15) Bison ja Valmet 840 sekä raskaista kuormatraktoreista Timberjack/John Deere 1410, Ponsse (S16) Buffalo ja Valmet 860. Kasvavat metsähakkeen tuotantomäärät vaativat merkittäviä lisäyksiä nykyiseen tuotannossa käytettävän kaluston määrään (Kärhä 2007a).

Energiapuulle maksettavien tukien ansiosta energiantuotanto on tullut kilpailemaan ensiharvennusten puuraaka-aineesta kuiduttavan metsäteollisuuden kanssa. Kansantaloudellisesti on kuitenkin suotavaa, että pieniläpimittainen puu käytetään ensisijaisesti kuidun tuottamiseen ja vasta tämän jälkeen energiantuotantoon. Lain kestävän metsätalouden rahoituksesta (1996/1094) nojalla maksettavaa tukea eli kemera-tukea voidaan myöntää nuoren kasvatusmetsän harvennukseen sekä energiapuun korjuuseen ja haketukseen. Kemera-tuet ovat merkittävä tekijä puhuttaessa nuorten metsien aines- ja energiapuun korjuusta ja kustannuksista. Valtioneuvoston asetuksella kestävän metsätalouden rahoituksesta (1996/1311) säädetään kemera-tuen ehdot ja määräytymisperusteet.

Nuoren kasvatusmetsän harvennukseen voidaan maksaa tukivyohykkeestä riippuen pinta-alatukea 50 %, 60 % tai 70 % toteuttamiskustannuksista. Mikäli tilalla ei ole voimassaolevaa metsäsuunnitelmaa, tukea vähennetään kymmenellä prosenttiyksiköllä. Maa- ja metsätalousministeriö vahvistaa keskimääräiset toteuttamiskustannukset, joiden perusteella maksettava tuki määräytyy. Esimerkiksi Pohjois-Karjalassa maksetaan tilan ulkopuolisella työvoimalla toteutetun nuoren kasvatusmetsän harvennukseen tukea 210,50 €/ha (I-tukivyohyke), paitsi Iломantsissa, Juuassa, Nurmeksessa, Polvijärvellä ja Valtimolla, joissa tukea maksetaan 252,60 €/ha (II-tukivyohyke) (Kemera-opas 2007).

Tällä hetkellä energiapuun korjuuseen voidaan maksaa kemera-tukea 7 €/m³, josta puolet on kaatoon sekä kasaukseen ja puolet metsäkuljetukseen. Korjuutuen lisäksi energiapuun haketukseen voidaan myöntää haketustukea 1,7 €/irtokuutiometri (4,25 €/kiintokuutiometri). Haketustuen kriteerinä on, että energiapuun korjuuseen on myönnetty edellä mainitun mukaisesti kemera-tukea tai että energiapuu on korjattu nuoren kasvatusmetsän harvennuksesta, jolle on myönnetty kemera-tukea (Kemera-opas 2007).

Nuorista metsistä saatavan energiapuun kysyntään ja tarjontaan vaikuttaa merkittävästi hinta, mikä metsähakkeesta maksetaan käyttöpaikalla. Olennaista on nimenomaan metsähakkeen hinta suhteessa kuitupuun hintaan. Kuitupuun ja metsähakkeen hinnan vaihtelut tulevatkin vaikuttamaan siihen, mihin pieniläpimittainen puu tullaan käyttämään tulevaisuudessa. Met-

sähakkeen hinta käyttöpaikalla on noussut tasaisesti 2000-luvulla. Vuonna 2006 metsähakkeesta maksettiin käyttöpaikalla ilman arvonlisäveroa keskimäärin 12 €/MWh (Ylitalo 2007).

1.4 Nuorten metsien puunkorjuun tehostamiskeinot

Nuorten metsien puunkorjuun kustannuksiin vaikuttavat korjuumenetelmä, työtapo, korjuukalusto, korjuuolosuhteet, puuston ominaisuudet, maasto, kemera-tuet, päästökauppa ja metsähakkeen hinta käyttöpaikalla sekä kuitupuun kantohinta. Osaan edellä mainituista kustannustekijöistä voidaan vaikuttaa soveltamalla eri lähteissä esitettyjä tehostamiskeinoja. Nuorten metsien aines- ja energiapuun korjuun tehostamiskeinot jaetaan tässä tutkimuksessa neljään luokkaan, jotka ovat: korjuuolosuhteiden parantaminen, korjuumenetelmien rationalisointi, korjuukaluston tehokkaampi käyttö sekä työtapojen ja kaluston kehittäminen. Jokaisen luokan alle kuuluu joukko tehostamiskeinoja, joita soveltamalla oikeilla korjuukohteilla voidaan päästä jopa usean kymmenen prosentin säästöihin korjuukustannuksissa. Eri luokkiin kuuluvista tehostamiskeinoista on esitetty tiivistelmä seuraavassa taulukossa (taulukko 2).

Taulukko 2. Nuorten metsien puunkorjuun tehostamiskeinot jaoteltuna neljään luokkaan.

<p>1) Korjuuolosuhteiden parantaminen</p> <ul style="list-style-type: none"> – Oikein suoritettu taimikonhoito – Käsittelyn hallittu viivyttäminen – Alikasvoksen ennakkoraivaus – Voimakas ensiharvennus – Energiapuuharvennus osaksi suunniteltua metsänkasvatusketjua – Leimikkokeskittymien muodostaminen – Leimikkovarannon kasvattaminen 	<p>2) Korjuumenetelmien rationalisointi</p> <ul style="list-style-type: none"> – Joukkokäsittely – Kuormainvaakamittaus – Energiapuun korjuu kokopuuna – Korjattavien leimikoiden ja kaadettavien puiden huolellinen valinta – Puutavaralajien vähentäminen – Aines- ja energiapuun integroitu korjuu – Kuitupuun minimiläpimitan alentaminen
<p>3) Korjuukaluston tehokkaampi käyttö</p> <ul style="list-style-type: none"> – Alhaisemman kustannustason kalusto – Korjureiden käytön lisääminen – Nykyistä yksinkertaisemman korjuukaluston käyttö – Koneiden käyttöasteen lisääminen – Puunkorjuuyritysten koon kasvattaminen ja verkottuminen – Kuormatraktorin kuorman koon maksimointi ja kuormatilan laajentaminen 	<p>4) Työtapojen ja kaluston kehittäminen</p> <ul style="list-style-type: none"> – Hakkuutekniikan ja työtapojen kehittäminen – Uusien kuljettajien koulutuksen tehostaminen – Kuljettajaksi opiskelevien huolellinen valinta – Työssäoppimisen laajentaminen – Automatisoinnin lisääminen – Konetekniikan kehittäminen

1.4.1 Korjuuolosuhteiden parantaminen

Nuorten metsien hakkuiden korjuuolosuhteisiin voidaan vaikuttaa parantamalla korjattavan puuston ominaisuuksia. Lähtökohta kannattavalle ensiharvennukselle on oikein suoritettu taimikonhoito. Tuottavan energiapuuharvennuksen toivossa ei taimikonhoitoa kannata laiminlyödä. Oikein suoritettu taimikonhoito lisää ensi- tai energiapuuharvennuksessa poistettavien runkojen kokoa ja kasvattaa hakkuukertymää (Ylimartimo ym. 2001). Mikäli taimikonhoito on suoritettu oikein, on myös usein mahdollista hallitusti viivästyttää ensi- tai energiapuuharvennusta. Tällöin poistuman keskikoko ja hakkuukertymä kasvavat (Kärhä 2007b, Spinelli ym. 2007).

Nuorten metsien hakkuissa on usein korjuuta vaikeuttamassa tiheä alikasvos. Esimerkiksi nuorille männiköille on tyypillistä tiheä alikasvoskuusikko. Kärhä ym. (2006a) ja Tahvanainen (2001) ovat havainneet tutkimuksissaan alikasvosken raivauksen parantavan hakkuun tuottavuutta tilanteesta riippuen jopa yli 30 %. Raivaus kannattaa tutkimusten mukaan tehdä noin vuotta ennen hakkuuta, jotta kaadettu alikasvos ennättää painua maata vasten. Kaikkea alikasvosta ei tarvitse raivata. Kustannustehokkain tulos saavutetaan, kun ainespuurunkojen ympäriltä raivataan kaikki alikasvos metrin säteeltä ja muualta leimikolta yli 1,5–2,0 metrin mittainen hakkuuta vaikeuttava kuusialikasvos (Hyvän metsänhoidon suositukset 2006, Kärhä ym. 2006a). Kärhän ym. (2006a) tutkimuksen mukaan kannattavan ennakkoraivauksen rajat vaihtelevat 400 ja 10 000 alikasvoskuusen välillä hehtaarilla riippuen ainespuun järeydestä, hakkuukertymästä, alikasvosken keskipituudesta ja tiheydestä sekä korjuukaluston kustannuksista.

Etelä- ja Väli-Suomen tuoreen tai kuivahkon kankaan männiköiden laadun parantamiseksi on esitetty yhtenä ensiharvennusvaihtoehtona intensiivinen eli voimakas ensiharvennus. Voimakkaassa ensiharvennuksessa hehtaarille jätetään normaalin 900–1000 rungon sijaan 700 runkoa. Voimakas ensiharvennus tehdään laatuharvennuksena, jolloin liian rehevällä kasvupaikalla kasvavan männikön laatua saadaan parannettua (Hyvän metsänhoidon suositukset 2006). Voimakkaassa ensiharvennuksessa hakkuupoistuma sekä poistuman keskikoko on normaalia ensiharvennusta suurempi. Tällöin korjuukustannukset voivat laskea poistuman järeytymistasosta riippuen jopa yli 20 %. Pääosa korjuukustannusten alenemisesta muodostuu hakkuukustannusten laskiessa, mutta myös metsäkuljetus tehostuu (Kärhä 2006).

Heikkilä ym. (2006) ovat esittäneet vaihtoehtoisen käsittelymallin nuorille metsille. Mallin tarkoituksena on tehdä energiapuuharvennuksesta suunnitelmallinen osa metsänkasvatusta. Tämä tehtäisiin jättämällä taimikon harvennuksessa 3 000–4 000 puuta/ha, ja tekemällä energiapuuharvennus, jossa kasvamaan jätetään 1 000–1 400 hyvälaatuista puuta odottamaan ensimmäistä ainespuuharvennusta. Metsänkasvatuksen kokonaiskannattavuuteen käsittelymallilla ei ole merkittävää vaikutusta. Käsittelymallin tarkoitus on turvata tulevaisuudessa pienpuusta tuotettavan metsähakkeen saatavuus energiapuumarkkinoilla. Tällä hetkellä energiapuun korjuukohteita on kuitenkin runsaasti tarjolla taimikoiden puutteellisen hoidon seurauksena. Kirjallisuudessa on esitetty myös useita vaihtoehtoisia metsänkäsittelymalleja, joilla pyritään ensiharvennusolojen parantamiseen. Näille käsittelymalleille on yhteistä voimakas taimikonharvennus ja ensiharvennuksen lykkääminen, jolloin korjuuolosuhteet paranevat puuston koon ja hakkuukertymän kasvaessa.

Nuorten metsien hakkuista kannattaa muodostaa tehokkaita hakkuukeskittymiä. Tällöin korjuu voidaan ketjuttaa tehokkaammin, jolloin korjuukustannuksia saadaan alennettua (Laukkanen ym. 2002, Tanttu ym. 2002). Nimenomaan energiapuuharvennusten organisointi on usein Suomessa huonolla tasolla. Erääksi ratkaisuksi tähän on esitetty metsänhoitoyhdistysten aktiivisempaa roolia energiapuuharvennusten organisoinnissa. Ratkaisu voisi olla myös nuorten metsien puunhankkijoina toimivat alueelliset nuorten metsien hakkuisiin erikoistuneet suuret korjuuyrittäjät tai alueyrittäjyyden pohjalta toimivat yritykset (Tahvanainen 2004). Tällaisilla yrittäjillä olisi tiedossa hakkuuseen tuleva leimikkovaranto jo pitkälle tulevaisuuteen, jolloin leimikoiden ketjuttaminen, siirtokustannusten minimoiminen ja käytössä olevan kaluston tehokas organisointi olisi helpompaa ja tehokkaampaa (Kärhä ym. 2007a, Väätäinen ym. 2008). Väätäinen ym. (2008) totesivat simulointitutkimuksessaan korjuutoiminnan organisoinnin kehittämällä olevan mahdollista päästä 7,2 %:n yksikkökustannusten alenemiseen. Tutkimuksessa kolmen korjuuketjun yrityksen puunkorjuun yksikkökustannuksia onnistuttiin alentamaan pyrkimällä mahdollisimman pieneen toimintasäteeseen useamman kuin yhden asiakkaan myötä, korjuutoiminnan organisoimisella kahteen työvuoroon sekä korjuukoneiden siirtopalvelun tarjoamisella muille korjuuyrittäjille.

1.4.2 Korjuumenetelmien rationalisointi

Nuorten metsien puunkorjuun kustannustehokkuutta voidaan parantaa rationalisoimalla korjuumenetelmää, jolla puut hakataan sekä kuljetetaan tienvarteen. Yksiotehakkuukoneella

suoritettu tavaralajimenetelmä ei välttämättä ole normaalimuodossaan kustannustehokkain vaihtoehto nuorten metsien puunkorjuuseen.

Nuorten metsien hakkuut on tehokasta tehdä joukkokäsittelyyn soveltuvilla hakkuulaitteilla. Joukkokäsittely on Suomessa valtamenetelmä energialaitosten käyttöön tulevan energiapuun korjuussa. Ainespuun korjuussa joukkokäsittely ei kuitenkaan ole yleistynyt. Tutkimuksissa on havaittu hakkuun tuottavuuden paranevan pieniläpimittaisen puuston hakkuussa joukkokäsittelyn ansiosta jopa yli 20 % yksinpuinkäsittelyyn verrattuna (Lilleberg 1994, Mäkelä ym. 2002, Bergkvist 2003, Gingras 2004). Joukkokäsittelyn ongelmana ainespuun korjuussa on nähty huono mittatarkkuus sekä runkojen huono karsiutuvuus. Bergkvist (2003) kuitenkin havaitsi joukkokäsittelyllä hakatusta puusta tuotetun selluhakkeen laadun olevan aivan yhtä hyvä kuin yksinpuinkin hakatun. Joukkokäsittelyn puun mittatarkkuutta voi tulevaisuudessa parantaa siirtyminen kuitupuun kuutiomittauksesta kuivamassan mittaukseen kuormainvaakojen ja kosteuden mittauksen avulla (Hämäläinen ym. 2006, Kärhä 2007c).

Nuorten metsien energiapuu kannattaa pääsääntöisesti korjata kokopuuna eikä karsittuna rannana. Kokopuuna korjuussa metsäkuljetuksen tehokkuus laskee, mutta hakkuun tuottavuus ja energiapuukertymä kasvavat merkittävästi. Tästä syystä tuotetun metsähakkeen hintaa saadaan kokopuuna korjuussa alhaisemmaksi kuin rangan korjuussa (Hakkila 2005, Heikkilä ym. 2005). Rangan korjuu voi olla kokopuuna korjuuta parempi vaihtoehto huonosti kantavilla ja vähäravinteisilla korjuukohteilla (Koistinen & Äijälä 2005) sekä korjattaessa energiapuuksi keskimääräistä suurempia runkoja, joiden tilavuus on 30–70 dm³ (Heikkilä ym. 2005). Koska hakkuukustannukset kasvavat merkittävästi runkojen koon pienentyessä, ei liian pieniä runkoja tule hakata. Kärhä ym. (2006b) antoivat tutkimuksensa perusteella ohjeet kokopuunkorjuulle energiapuuharvennuksessa. Ohjeistuksen mukaan yksittäisiä runkoja, joiden rinnankorkeusläpimitta on alle 5 cm, ei tule hakata. Ryppäissä kasvavia puita voidaan kuitenkin hakata aina rinnankorkeusläpimittaan 3–4 cm asti.

Nykyaikaiselle pohjoismaiselle puunkorjuulle on tyypillistä suuri määrä eri puutavaralajeja. Kaadetuista rungoista katkottujen puutavaralajien lukumäärän kasvaessa puunkorjuun tuottavuus laskee jokaista uutta puutavaralajia kohden 1–4 % (Brunberg & Arlinger 2001, Nurminen ym. 2006). Energiapuuharvennuksissa puutavaralajien lukumäärä ei luonnollisesti ole ongelma, mutta ensiharvennuksilla rungoista kannattaa katkoa nykyistä vähemmän eri puutavaralajeja. Puutavaralajien suuri määrä mahdollistaa kuitupuun ohjaamisen samalta korjuukohteelta usealle käyttöpaikalle, joilla on eri mitta- ja laatuvaatimukset. Lisäksi useampi kui-

tupuu puutavaralaji voi mahdollistaa ainespuun tarkemman hyödyntämisen hakkuussa. Kuitenkin näiden positiivisten tekijöiden kannattavuutta täytyy pohtia suhteessa korjuukustannusten nousuun.

Integroidulla korjuulla tarkoitetaan nuorissa metsissä aines- ja energiapuuositteiden korjaamista samalta kohteelta samoilla työvälineillä. Integroitu aines- ja energiapuun korjuu tehdään nykyään nuorissa metsissä hakkaamalla aines- ja energiapuu erilleen kahteen pinoon. Integroidulla korjuulla voidaan päästä alhaisempiin korjuun yksikkökustannuksiin etenkin pelkkään ainespuun korjuuseen verrattuna. Lisäksi hakkuukertymän arvo on huomattavasti korkeampi integroidussa korjuussa kuin pelkässä energiapuun korjuussa (Tanttu & Mutikainen 2004, Kärhä 2007d). Uusi suomalainen sovellus integroidusta korjuusta on nuorten metsien pieniläpimittaisten puiden paalaamiseen suunniteltu Fixteri-kokopuupaalain. Aines- ja energiapuun integroitu hankinta paalaimella voi muodostua tulevaisuudessa ensiharvennumännyn suurimittakaavaisen hankinnan menetelmäksi. Tätä ennen on kuitenkin kehitettävä menetelmän tuottavuutta (Kärhä ym. 2007b).

Teknisten ominaisuuksiensa puolesta ensiharvennumännikön puuaines soveltuu kuitupuuksi aina 5 cm:n läpimitaan saakka. Suomen metsäteollisuudessa kuitupuun minimiläpimitta on vaihdellut puulajin ja käyttöpaikan mukaan 6–8 cm:n välillä. Useat toimijat ovat laskeneet männyn minimiläpimitan 6 cm:iin, mikä on nuorten metsien ainespuuhakkuiden kannalta hyvää kehitystä. Mikäli läpimittaa alennetaan, saadaan lisäraaka-aineena kuitupuuta, jonka kuidut ovat lyhyempiä, kuiva-tuoretiheys pienempi, kosteus korkeampi, lustot leveämmät, kuori ohuempi ja kuoren osuus suurempi keskimääräiseen kuitupuuhun verrattuna (Hakkila ym. 1995). Ylimartimo ym. (2001) toteavat turvemaiden ensiharvennuksilla tekemässään tutkimuksessa, ettei minimiläpimitan alentaminen 5 cm:iin ole yksinpuinhakkuussa korjuukustannusten valossa järkevää. Minimiläpimittaa alentamalla ainespuukertymä kasvoi, mutta hakkuuseen tuli keskimäärin pienempiä runkoja. Tällöin korjuuketjun yksikkökustannukset nousivat 5 %. Kuitenkin, mikäli kuitupuurunko on hakkuukoneen kourassa, voitaisiin kuitupölli halutessa katkaista nykyistä pienempään minimiläpimittaan ilman oleellista hakkuukustannusten nousua.

1.4.3 Korjuukaluston tehokkaampi käyttö

Koneellisessa hakkuussa ajanmenekkiin oleellisesti vaikuttavat hakkuutapa, poistettavien runkojen tiheys ja koko, puulaji, vuodenaika, lumen määrä sekä maastoluokka (Kuitto ym. 1994). Tulevaisuuden puunkorjuutavoitteiden kannalta on oleellista, että puu pystytään korjaamaan kustannustehokkaasti kaikilta, myös vaikeilta kohteilta. Korjuukaluston valinnan kullekin kohteelle tekevät tyypillisesti puunhankintaorganisaation hankintaesimiehet tai puunkorjuuyrittäjät. Heillä onkin merkittävä rooli parhaan saatavissa olevan kaluston allokoimisessa korjuukohteille.

Puunkorjuun kustannustehokkuuteen vaikuttavat merkittävästi käytettävän korjuukaluston hankintahinta ja käyttökustannukset. Keskiraskaiden hakkuukoneiden käyttökustannukset ovat jopa yli 75 €/käyttötunti. Mikäli edullisemmilla koneilla voidaan puuta hakata yhtä tehokkaasti kuin kalliimmilla koneilla, säästetään hakkuukustannuksissa. Korjuukustannusten aleneminen johtuu vähentyneestä kalustoon sidotusta pääomasta sekä pienemmistä käyttökustannuksista.

Pienet harvennushakkuukoneet ovat keskiraskaita hakkuukoneita kevyempiä sekä kustannustasoltaan alhaisempia nimenomaan harvennushakkuuseen suunniteltuja koneita. Pienten harvennushakkuukoneiden käyttökustannukset ovat konetyypistä riippuen noin 55–65 €/käyttötunti (Kärhä ym. 2001, Kärhä 2007c). Nuorten metsien hakkuissa kaikkia keskiraskaiden hakkuukoneiden ominaisuuksia ja koko tuottavuuspotentiaalia ei saada hyödynnetyksi täyspainoisesti. Pienillä harvennushakkuukoneilla päästäänkin nuorissa metsissä vähintään samaan tuottavuuteen kuin keskiraskailla hakkuukoneilla (Kärhä ym. 2001, Sirén & Aaltio 2003, Kärhä ym. 2004). Halvemman hankintahinnan ja alhaisempien käyttökustannusten ansiosta pienten harvennushakkuukoneiden hakkuukustannukset ovat huomattavasti alhaisemmat kuin keskiraskailla hakkuukoneilla.

Toinen halvemman kustannustason hakkuukoneratkaisu on kaivukoneharvesteri. Kaivukoneharvestereiden parhaina puolina verrattuna pyöräalustaisiin hakkuukoneisiin nähdään halvempi hankintahinta, monipuoliset käyttömahdollisuudet sekä parempi kantavuus maastossa (Bergroth ym. 2007). Kaivukoneharvesterit soveltuvat parhaiten matalan hakkuukertymän suometsien talvihakkuisiin, jolloin tehokkaampi pyöräalustainen hakkuukonekalusto on täysytönnistettynä (Väätäinen ym. 2004). Bergrothin ym. (2007) tutkimuksen mukaan kaivu-

koneharvesteri on monipuolisuudessaan varteenotettava vaihtoehto pyöräalustaiselle hakkuukoneelle. Kuitenkin, mikäli puunkorjuu yrityksellä on hakkuuta vaihtelevilla korjuukohteilla ympäri vuoden, ei kaivukoneharvesteri ole Suomen olosuhteissa kilpailukykyinen verrattuna normaaliin pyöräalustaiseen hakkuukoneeseen.

Paljon tutkittu vaihtoehto hakkuukone-kuormatraktori-korjuuketjulle on korjuri, jolla hakkuu ja metsäkuljetus tehdään samalla koneyksiköllä. Korjuri on tehokkaimmillaan suhteessa muihin korjuukalustoon sekä aines- että energiapuun korjuussa nimenomaan pinta-alaltaan pienillä leimikoilla, joilla korjattavien runkojen keskikoko, hakkuukertymä ja metsäkuljetusmatka jäävät alhaisiksi (Kärhä 2001, Rieppo & Pekkola 2001, Jylhä ym. 2006, Kärhä ym. 2006b). Korjurit soveltuvatkin siten hyvin nuorten metsien ensiharvennuksiin ja energiapuuharvennuksiin, joissa niillä voidaan päästä alhaisempiin korjuukustannuksiin kuin perinteisellä korjuuketjulla (Rieppo 2003, Siren & Aaltio 2003, Kärhä ym. 2006b, Kärhä ym. 2007a, Väätäinen ym. 2007). Korjureiden kehitys on ollut viime aikoina nopeaa ja niiden tuottavuus parantuneekin tulevaisuudessa kone- ja työtekniisten ominaisuuksien kehittyessä ja kuljettajien harjaantuessa uuteen menetelmään (Jylhä ym. 2006). Kääntyvä kuormatila sopii esimerkiksi korjureiden kehittämismahdollisuuksista. Wester ja Eliasson (2003) havaitsivat tutkimuksessaan käännettävällä kuormatilalla varustettujen korjureiden tuottavuuden olevan harvennuksilla kiinteällä kuormatilalla varustettuja korjureita 20 % korkeampi. Korjureiden käyttöä puoltaa myös merkittävät säästöt koneiden siirtokustannuksissa (Kärhä ym. 2007a) sekä metsäkoneenkuljettajan työnkuvan monipuolistuminen (Rieppo & Pekkola 2001).

Eräs vaihtoehto, joka toteutuu osaltaan kaivukoneharvestereissa, on korjuukaluston yksinkertaistaminen. Nuorista metsistä korjataan tyypillisesti joko kuitupuuta tai energiapuuta. Modernit hakkuukoneet ja -laitteet on kuitenkin kehitetty siten, että niillä voidaan hakata myös myöhempiä harvennuksia ja päätehakkuita. Hakkuukoneissa ja -laitteissa onkin tekniikkaa ja ominaisuuksia, joita ei nuorten metsien hakkuissa tarvita. Ylimääräisiä ominaisuuksia karsimalla voidaan säästää valmistuskustannuksissa ja siten parantaa korjuun kustannustehokkuutta.

Kustannustehokas puunkorjuu edellyttää, että korjuukaluston käyttöaste on mahdollisimman korkea. Suomen metsäkoneiden vuotuiset käyttötunnit olivat vuonna 2006 hakkuukoneilla 2 293 ja kuormatraktoreilla 2 061 (Jaakkola 2006). Yksi vuoro vastaa noin 1 500 tuntia ja kaksi vuoroa vajaata 3 000 tuntia. Näiden lukujen perusteella voidaan sanoa, etteivät metsäkoneet ole Suomessa täystyöllistettyjä. Hakkuukoneilla tehdään siis keskimäärin

reilua puoltatoista vuoroa. Mikäli hakkuukoneitten käyttöastetta lisättäisiin ja vuotuiset käytötunnit nostettaisiin noin 3 000:een, eli kahteen täyteen vuoroon, alenisivat hakkuukustannukset noin 5 % (Kärhä 2007b). Väätäinen ym. (2008) havaitsivat simulointitutkimuksessaan kolmen korjuuketjun yrityksessä korjuun yksikkökustannusten alenevan 2 %, kun korjuusuo-ritetta kasvatettiin käyttämällä kahta työvuoroa.

Korjuuyritysten koon kasvattaminen nähdään usein keinona toiminnan tehostamiselle. Puunhankintaorganisaatioiden on helpompi ja tehokkaampi toimia, kun toimittajamäärä ei ole liian suuri (Mutanen 2003). Korjuuyritysten koon kasvattaminen voi tuoda apua myös nuorten metsien hakkuisiin muun muassa konekaluston monipuolistuessa. Korjuuyritysten koon kasvaessa kaikkea toimeentuloa ei tarvitse laittaa yhden tai kahden laajan käyttöalueen keskiras-kaan hakkuukoneen varaan. Näin suuremmat korjuuyritykset pystyvät paremmin tarjoamaan myös nuorten metsien hakkuisiin erikoiskalustoa, jolla puunkorjuu voidaan toteuttaa nykyistä kustannustehokkaammin. Toisaalta korjuuyritysten koon kasvattaminen voi antaa tilaa pienemmille yrittäjille toimia suurten alue- ja avainyrittäjien osaurakoitsijoina esimerkiksi harvennuksilla ja energiapuun korjuussa. Tällä hetkellä noin 85 % puunkorjuuyrityksistä on 1–3 koneen yrityksiä. Suurten yli seitsemän metsäkoneen yritysten lukumäärä on kuitenkin viime vuosina kasvanut (Metsätrans... 2007).

Mitä pienempää kokopuuta korjataan, sitä pienemmäksi jää kuorman koko. Tämän seurauk-sena metsäkuljetuksen kustannukset kasvavat. Pienellä 2–4 m³:n kuormakoolla kokopuun metsäkuljetuksen kustannukset nousevat merkittävästi etenkin pitkillä metsäkuljetusmatkoilla. Energiapuuharvennuksissa kuormatraktorin kuorman koko onkin maksimoitava. Tämä voidaan tehdä katkomalla puut mahdollisimman pitkiksi, mieluiten 6–7 metrisiksi, tai jopa 8 metrisiksi (Kärhä ym. 2006b). Puiden katkaisu pitkiksi on huomioitava ajourasuunnittelus-sa. Etenkin teräviä käännöksiä on vältettävä. Kokopuun metsäkuljetuksen tehokkuutta voi-daan parantaa myös varustamalla kuormatraktori hydraulisilla liukupankoilla, jolloin kuorma-tilan leveyttä voidaan tarvittaessa muuttaa. Lisäksi sivupylväitä voidaan pidentää, jotta kuormatila saadaan kasvatettua (Korpilahti 1997).

1.4.4 Työtapojen ja kaluston kehittäminen

Tässä tutkimuksessa työtavalla tarkoitetaan ihmis-konesysteemin eri osatekijöistä muodostu-vaa operaatiota, jolla puunkorjuu suoritetaan. Hakkuukoneenkuljettajien työtapojen, eritoten

hakkuutekniikan kehittämisessä on erittäin merkittävä potentiaalinen tehostamiskeino nuorten metsien hankaliin korjuuolosuhteisiin. Hakkuutekniikalla tarkoitetaan samalla sekä hakkuun työpisteiden työtekniikkaa että muita työvaiheita, jolla leimikon hakkuu suoritetaan. Työtekniikka tarkoittaa jäävien ja lähtevien puiden valintaa sekä hakkuukoneella ja -laitteella tehtyjä työvaiheita. Korjuutekniikka on laajempi käsite, mikä sisältää sekä hakkuutekniikan että metsäkuljetustekniikan osatekijöineen.

Lukuisissa tutkimuksissa on havaittu hakkuukoneenkuljettajalla olevan merkittävä vaikutus hakkuutyön tuottavuuteen ja siten korjuukustannuksiin. Niin sanotulla hakkuukoneenkuljettajan hiljaisella tiedolla voi olla jopa 40–55 %:n vaikutus työn tuottavuuteen rungon koosta riippuen, vaikka tehokkuuteen vaikuttavat tekijät ovat samanlaiset (Sirén 1998, Kärhä ym. 2001, Ovaskainen ym. 2004, Väätäinen ym. 2005, Kariniemi 2006b). Hakkuukoneenkuljettajien väliset tuottavuuserot ovat tiheissä nuorissa metsissä suurimmillaan. Pelkästään nuorten metsien puunkorjuuta ajatellen kannattaisikin parhaat kuljettajat laittaa hakkaamaan puuta nuorten metsien haastaviin olosuhteisiin.

Hakkuukoneenkuljettaja voi hakkuun aikaisella toiminnallaan vaikuttaa metsäkuljetuksen tehokkuuteen. Kuitenkaan ensiharvennuksilla hakkuukoneenkuljettajan ei tule liiaksi kiinnittää huomiota kasojen kuormattavuuteen, sillä kuormatraktorin tuottavuus on hakkuukonetta korkeampi aina runkojen rinnankorkeuslähpimitaan 20 cm saakka (McNeel & Rutherford 1994).

Hakkuutekniikkaa kehittämällä voidaan nostaa keskimääräistä hakkuun tuottavuutta (Ovaskainen ym. 2004). Kokeneet hakkuukoneenkuljettajat näkevät hakkuutilanteen kokonaisuutena, eivätkä analysoi työtä yksittäisinä toimintoina (Gellerstedt 2002). Onkin tärkeää tietää, millainen on tehokas kuljettaja, millainen on hänen hakkuutekniikkansa ja mikä on hiljaisen tiedon merkitys eri työvaiheissa. Tällöin koulutuksessa voidaan panostaa nimenomaan näihin, hakkuun tehokkuuden kannalta tärkeisiin työvaiheisiin (Väätäinen ym. 2005).

Oleellinen tekijä tulevaisuuden puunkorjuun kannalta on löytää riittävästi ammattitaitoisia metsäkoneenkuljettajia. Laskelmien mukaan eri metsäkoneiden kuljettajia tullaan tarvitsemaan vuonna 2010 nykyisen noin 5 380:n sijasta 6 090 (Örn 2004) ja vuonna 2015 jo noin 6 800 (Strandström 2007). Koulutukseen ja alan houkuttelevuuteen onkin tulevaisuudessa panostettava nykyistä enemmän.

Kalliiden metsäkoneiden kanssa niin sanottu tekemällä oppiminen voi johtaa tehottomien työtapojen omaksumiseen ja siten alhaiseen tuottavuuteen. Tästä syystä metsäkoneenkuljettajille pyritään opettamaan koulutuksessa oikeat työtavat ja korjuutekniikka. Simulaattorit ovat tehokas ja edullinen apuväline metsäkoneenkuljettajien koulutuksessa. Hakkuukoneenkuljettajat toteuttavat hakkuun hyvin samalla tavalla riippumatta siitä, tehdäänkö hakkuu simulaattoriympäristössä vai oikeassa metsässä (Ovaskainen 2005). Simulaattoreiden tehokkaalla käytöllä sekä riittävällä ja laadukkaalla metsäharjoittelulla voidaan parantaa koulutuksen tehokkuutta ja siten kuljettajien taitoja ja työtehoa. Tehokkaalle hakkuukoneenkuljettajalle on ominaispiirteistä koko työalueen kattava kokonaisvaltainen havainnointi, tehokas päättely ja muistin käyttö, hyvä koordinaatiokyky ja keskittymiskyky sekä motivoituneisuus. Tehokkaan hakkuukoneenkuljettajan ei tarvitse olla huippulahjakas missään kyvyssä tai taidossa, vaan oleellista on hallita monipuolisesti eri taitoja ja kykyjä. Näiden kykyjen testaus on tärkeää valittaessa oppilaita metsäkoneenkuljettajien koulutukseen (Ovaskainen & Heikkilä 2007). Eräs vaihtoehto parantaa uusien kuljettajien taitotasoa, sekä osaltaan lisää metsäkoneenkuljettajien määrää on myös työssäoppimisen laajentaminen (Hilli 2007).

Teknologian kehittyessä yhä enemmän tehtäviä tullaan siirtämään metsäkoneenkuljettajalta metsäkoneelle. Tulevaisuudessa metsäkoneenkuljettajan rooli muuttuu entistä enemmän koneen kuljettajasta kohti koneen valvojaa (Kariniemi 2003). Kun yhä enemmän yksinkertaisia ja nopeita tehtäviä siirretään pois kuljettajalta, voidaan parantaa metsäkoneenkuljettajien päätöksentekoprosessia. Päätöksentekoprosessin parantuessa työn suunnittelu tehostuu. Lisäksi kuljettajille vapautuu aikaa metsäkoneen muiden toimintojen tehokkaampaan hallintaan ja käyttöön (Gellerstedt 2002). Koneiden kehittyessä voidaan olettaa siten myös kuljettajien tehokkaamman käytön olevan mahdollista. Tulevaisuudessa on kenties mahdollista esimerkiksi siirtää joitain nykyään työnjohdolle kuuluvia tehtäviä metsäkoneenkuljettajalle.

Uuden tekniikan on vähennettävä yksinkertaisiin toimintoihin kuluva aikaa sekä poistettava tiukoissa aikarajoissa tehtäviä päätöksiä. Kuljettajien päätöksenteko on suunnattava toimintoihin, joilla hakkuun tuottavuutta ja kertymän arvoa voidaan parantaa. Löfgrenin ja Wästerlundin (2004) mukaan metsäkoneiden toimintojen automatisoinnilla on mahdollista tehostaa hakkuutyön tuottavuutta sekä parantaa kuljettajan työolosuhteita. Gellerstedt (2002) havaitsi tutkimuksessaan hakkuukoneenkuljettajan käyttävän erittäin intensiivisesti koneen ohjaimia. Löfgrenin ja Wästerlundin (2004) mukaan puomin liikkeiden osittaisella automatisoinnilla voidaan vähentää tarvetta käyttää samanaikaisesti useita eri ohjaimia puomin liikuttamiseen. Kun puomin kärkeä pystytään kontrolloimaan vain yhtä ohjainta käyttäen, vähenee kuljettajan

henkinen rasitus. Tällöin kuljettaja voi keskittyä tehokkaammin muihin tehtäviin. Egermark ja Löfgren (2005) havaitsivat tutkimuksessaan yhden ohjaimen oppimisen olevan myös nopeampaa kuin mitä tyypillisen puomin ohjauksen oppiminen on. Puomin ohjauksen automatisoinnin lisäksi, konetekniikan kehittämällä ja automatisoinnin lisäämisellä voidaan parantaa monin muinkin tavoin koneiden tehokkuutta ja luotettavuutta sekä kuljettajan työolosuhteita (Asikainen ym. 2005).

1.5 Tutkimuksen tavoitteet

Suomen nuorissa metsissä on merkittävät kuitu- ja energiapuuvarat, joiden tehokkaampi hyödyntäminen on ensiarvoisen tärkeää. Puunkorjuun korkeat kustannukset ovat suurin ongelma korjattaessa pieniläpimittaista puuta ensiharvennuksista ja energiapuuharvennuksista. Lukuisissa tutkimuksissa ja selvityksissä on esitetty tehostamiskeinoja, joita soveltamalla pystytään parantamaan nuorten metsien puunkorjuun kustannustehokkuutta. Esitettyjä tuloksia on kuitenkin sovellettu käytännön puunkorjuussa osin sangen huonosti. Nuorten metsien aines- ja energiapuun korjuun tehostamiskeinojen soveltaminen käytännön puunkorjuussa on avainasemassa, mikäli halutaan saavuttaa tavoitteeksi asetetut aines- ja energiapuun korjuumäärät ja siten turvata teollisuuden puunsaanti tulevaisuudessa.

Tämän tutkimuksen päätavoitteena oli selvittää eri toimijoiden asenteet ja käsitykset nuorten metsien aines- ja energiapuun korjuun tehostamiskeinoista. Tutkimuksessa selvitettiin kuinka merkittävänä eri toimijat pitävät kutakin tehostamiskeinoa ja kuinka hyvin tehostamiskeinot ovat nykyään käytössä nuorten metsien puunkorjuussa. Näiden tietojen perusteella selvitettiin, missä tehostamiskeinoissa on edelleen lisäyspotentiaalia puunkorjuun kustannustehokkuuden parantamiseksi nuorissa metsissä. Lisäksi selvitettiin, mitkä ovat eri toimijoiden mielestä suurimmat ongelmat nuorten metsien puunkorjuussa ja miksi tehostamiskeinoja ei ole täysipainoisesti sovellettu käytäntöön.

Tutkimuksessa listataan tehostamiskeinot sekä asetetaan ne tärkeysjärjestykseen niiden merkityksen ja lisäyspotentiaalilin yhteisvaikutuksen perusteella. Laajemmin katsottuna tutkimuksen tavoitteena on edistää tehostamiskeinojen saattamista käytännön puunkorjuuseen ja täten parantaa nuorten metsien aines- ja energiapuun korjuun kustannustehokkuutta.

2 AINEISTO JA MENETELMÄT

2.1 Haastattelut

Tutkimuksen aineisto kerättiin henkilökohtaisilla haastatteluilla. Haastattelujen yhteydessä täytettiin etukäteen laadittu haastattelulomake. Henkilökohtaisten haastattelujen avulla saadaan tyypillisesti kysymyksiin parempia ja tarkempia vastauksia kuin esimerkiksi postikyselyiden ja puhelinhaastattelujen avulla. Lisäksi henkilökohtaisissa haastatteluissa avointen kysymysten käyttö onnistuu hyvin ja kysymyksiä on mahdollista avata ja selventää tarvittaessa (Heikkilä 2004). Keskustelunomaisessa haastattelussa voi myös tulla esiin seikkoja, joita haastateltavat ovat pohtineet tai tutkineet ja joista ei muissa lähteissä ole tietoa. Henkilökohtaiset haastattelut olivat myös paras vaihtoehto tähän tutkimukseen, jotta voitiin varmistaa valittujen haastateltavien osallistuminen tutkimukseen.

Tutkimukseen osallistui yhteensä 40 henkilöä, joiden lisäksi haastattelulomake testattiin neljällä koehaastateltavalla. Varsinaiset haastattelut tehtiin tammi-helmikuussa 2008. Mahdollisimman laadukkaiden vastausten saamiseksi, haastattelulomakkeet lähetettiin vastaajille noin viikkoa ennen haastatteluja. Tällöin haastateltavat pystyivät valmistautumaan etukäteen haastatteluun.

Tutkimuksen perusjoukko muodostui nuorten metsien aines- ja energiapuun korjuun parissa Suomessa toimivista avainhenkilöistä. Koska tarkoitus oli saada kerättyä nimenomaan kokeneiden ja osaavien alan ammattilaisten näkemyksiä, valittiin perusjoukosta subjektiivista harkintaa käyttäen näyte tutkimukseen. Haastateltavat jaettiin neljään vastaajaryhmään:

- puunhankintaorganisaatioiden edustajiin,
- puunkorjuuyrittäjiin,
- kone- ja laitevalmistajiin sekä
- tutkijoihin.

Jokaisesta vastaajaryhmästä haastateltiin kymmentä henkilöä. Haastateltaviksi puunhankintaorganisaatioiden edustajiksi valittiin pääasiassa yritysten aines- ja energiapuun hankinnan parissa toimivia henkilöitä, mutta myös kehittämispuolen ja metsäjohdon edustajia. Puunkorjuuyrittäjiksi valittiin yrittäjiä, jotka ovat tehneet runsaasti ensiharvennuksia ja energiapuuharvennuksia. Puunkorjuuyrittäjät ja puunhankintaorganisaatioiden edustajat valittiin lisäksi

siten, että näytteeseen tuli vastaajia eri puolelta Suomea. Haastateltaviksi kone- ja laitevalmistajien edustajiksi valittiin yritysten myynnin ja kehittämisen parissa toimivia henkilöitä. Tutkijoiksi puolestaan valittiin eri tutkimuslaitoksista tutkijoita, jotka tutkivat parhaillaan tai ovat tutkineet nuorten metsien puunkorjuuta.

2.2 Haastattelulomake

Tutkimuksessa käytetty haastattelulomake oli pitkälle strukturoitu kyselylomake (liite 1), jossa oli vain vähän avoimia kysymyksiä. Strukturoidulla lomakkeella tarkoitetaan tässä tapauksessa sitä, että lomake perustuu monivalintakysymyksiin, joissa vastausvaihtoehdot on rajattu. Avoimilla kysymyksillä tarkennettiin haastateltavien vastauksia sekä kysyttiin asioita, joita olisi ollut strukturoiduilla kysymyksillä vaikea selvittää. Haastattelulomake jaettiin neljään osioon:

- A. Taustatiedot
- B. Nuorten metsien aines- ja energiapuun korjuun ongelmat
- C. Nuorten metsien aines- ja energiapuun korjuun tehostamiskeinot
- D. Väittämiä & tulevaisuus.

Osiota A lukuun ottamatta kaikkien vastaajaryhmien haastattelulomakkeet olivat samanlaiset. Osiossa A vastaajilta kysyttiin perustietojen lisäksi esimerkiksi korjuumääriin, kalustoon ja yritystoimintaan liittyviä seikkoja.

Osiota B jakautui kahteen kysymykseen. Kysymyksessä 1 vastaajilta kysyttiin, kuinka merkittävänä ongelmina he pitivät lueteltuja tekijöitä nuorten metsien ainespuun korjuun kannalta. Kysymyksessä 2 kysyttiin samaan tapaan, kuinka merkittävänä ongelmina haastateltavat pitivät lueteltuja tekijöitä nuorten metsien energiapuun korjuussa. Molemmissa kysymyksissä käytettiin viisiportaista Likertin asteikkoa, jonka ääripäinä olivat vastausvaihtoehdot 1 = ”Ei lainkaan merkittävä” ja 5 = ”Erittäin merkittävä”.

Osiossa C selvitettiin vastaajien näkemyksiä eri tehostamiskeinojen merkityksestä nuorten metsien aines- ja energiapuun korjuun kustannustehokkuuden kannalta. Lisäksi selvitettiin kuinka hyvin nämä tehostamiskeinot ovat tällä hetkellä käytössä. Osio oli jaettu neljään kysymykseen. Sekä tehostamiskeinojen merkitysvyyttä että nykyistä käyttöä kysyttäessä vastausvaihtoehtoina oli viisiportaiset Likertin asteikot. Merkitysvyyttä kysyttäessä vastaus-

vaihtoehtojen ääripäinä olivat vaihtoehdot 1 = ”Ei lainkaan merkittävä” ja 5 = ”Erittäin merkittävä”. Selvitettäessä kuinka tehostamiskeinot ovat tällä hetkellä käytössä, vastausvaihtoehtojen ääripäinä olivat 1 = ”Huonosti tai ei lainkaan käytössä” ja 5 = ”Kiitettävästi käytössä”.

Osio D koostui viidestä kysymyksestä. Ensimmäisessä kysymyksessä pyydettiin vastaajia kertomaan mielipiteensä nuorten metsien puunkorjuuta eri näkökulmista käsitteleviin väittämiin. Myös tässä kysymyksessä vastausvaihtoehtoina oli viisiportainen Likertin asteikko. Asteikon ääripäinä olivat 1 = ”Täysin eri mieltä” ja 5 = ”Täysin samaa mieltä”. Asteikon keskiarvona oli 3 = ”En eri, enkä samaa mieltä (neutraali)”. Toisessa kysymyksessä vastaajat arvioivat kuinka nuorten metsien aines- ja energiapuun korjuumäärät tulevat kehittymään lähitulevaisuudessa. Seuraavat kaksi kysymystä olivat avoimia kysymyksiä, joissa vastaajia pyydettiin kertomaan näkemyksensä tulevaisuuden suurimmista ongelmista ja tärkeimmistä kehittämiskohteista nuorten metsien aines- ja energiapuun korjuun kannalta. Viimeisessä kysymyksessä vastaajilla oli mahdollisuus kertoa, mitä muuta heillä on sanottavana nuorten metsien puunkorjuun tehostamisesta.

2.3 Tutkimusmenetelmät

Tämä tutkimus on empiirinen tutkimus, jossa on sekä kvalitatiivisia että kvantitatiivisia piirteitä. Koska kerätyn numeerisen tutkimusaineiston analyysi tehtiin tilastollisin menetelmin, on tämä tutkimus vahvasti kvantitatiivinen tutkimus. Kuitenkin henkilökohtaisissa haastattelussa saadaan pelkkää numeerista aineistoa huomattavasti syvällisempää tietoa vastaajien näkemyksistä ja asenteista (Heikkilä 2004). Strukturoidulla kysymyksillä kerättyjen numeeristen vastauksien taustalla olevia syitä olikin mahdollista kerätä haastattelun aikana. Tällä perusteella tässä tutkimuksessa on mukana myös kvalitatiivisia piirteitä.

Numeerinen aineisto käsiteltiin tilastollisin menetelmin SPSS- ja Excel-taulukkolaskentaohjelmilla. Analyysivaiheessa vertailtiin eri vastaajaryhmien antamia vastauksia toisiinsa. Kysymyksissä käytetyt Likertin asteikolliset vastaukset antavat järjestysasteikollisia muuttujia. Kuitenkin, koska vastausvaihtoehdot oli tehty tasavälisiksi, voitiin laskea myös keskiarvot ja keskihajonnat yleiskuvan antamiseksi koko vastaajajoukolle sekä erikseen jokaiselle vastaajaryhmälle (Heikkilä 2004). Keskihajonta kuvaa vastausten ryhmittymistä keskiarvon ympärille. Mitä pienempi keskihajonta, sitä lähempänä toisiaan vastaajien näkemykset ovat olleet. Keskiarvot ja keskihajonnat laskettiin aines- ja energiapuun korjuun ongelmille, tehos-

tamiskeinoille, tehostamiskeinojen lisäyspotentiaaleille sekä esitetyille väittämille. Eri tehostamiskeinojen lisäyspotentiaali laskettiin vähentämällä tehostamiskeinojen merkitsevyydestä saadusta arvosta niiden nykykäyttöä kuvaava arvo. Tästä laskutoimituksesta saadut arvot voivat teoriassa vaihdella $-4:n$ ja $+4:n$ välillä. Mitä suuremman arvon tehostamiskeino saa, sitä suurempi on kyseisen tehostamiskeinon lisäyspotentiaali puunkorjuun kustannustehokkuuden kannalta. Mikäli jokin tehostamiskeino sai negatiivisen tai lähellä nollaa olevan arvon voidaan tehostamiskeinon nähdä olevan jo hyvin käytössä suhteessa sen merkitsevyyteen korjuun kustannustehokkuuden kannalta. Lopulliseen tärkeysjärjestykseen tehostamiskeinot asetettiin niiden merkityksen ja lisäyspotentiaalain yhteisvaikutuksen perusteella. Tämä laskettiin kertomalla tehostamiskeinon merkityksestä sekä lisäyspotentiaalista kaikkien vastaajien keskiarvona saamat arvot keskenään.

Haastatteluissa tuli esille runsaasti asioita, joita haastattelulomakkeessa ei käsitelty. Näistä asioista sekä osion D avointen kysymysten vastauksista tehtiin yhteenveto, joka kirjattiin tuloksiin.

Koska tämän tutkimuksen muuttujat olivat järjestysasteikollisia, käytettiin Mann-Whitneyn U-testiä testaamaan onko kahden vastaajaryhmän vastausten välillä tilastollisesti merkitseviä eroja. Mann-Whitneyn U-testi on ei-parametrinen testi, jota voidaan käyttää järjestysasteikollisille muuttujille. Nollahypoteesiksi tässä tutkimuksessa asetettiin vastaajaryhmien vastausten mediaanien yhtäsuuruus. Toisin sanoen testillä testataan, onko kahden vastaajaryhmän vastausten mediaanien välillä tilastollisesti merkitsevää eroa. Testissä käytettiin merkitsevyytensä p -arvoa 0,05. Tämä kertoo todennäköisyyden jolla nollahypoteesi on hylätty virheellisesti ja mediaanien ero johtuu sattumasta. Mikäli testin antama p -arvo oli alle 0,05 tulkittiin ryhmien vastausten välillä olevan tilastollisesti merkitsevää eroa (Heikkilä 2004). Mann-Whitneyn U-testin lisäksi tilastollisia eroja testattiin useamman ryhmän välillä Kruskal-Wallis testillä.

Järjestysasteikollisilla muuttujilla voidaan käyttää Kendallin tai Spearmanin järjestyskorrelaatiokertoimia muuttujien välisten korrelaatioiden selvittämiseksi. Tässä tutkimuksessa päätettiin käyttää Kendallin järjestyskorrelaatiokerrointa. Korrelaatiokerroin kertoo onko kahden muuttujan välillä riippuvuutta. Kendallin järjestyskorrelaatiokerroin perustuu pelkästään havaintojen järjestykseen, eikä muuttujien arvojen etäisyyksiä huomioida. Korrelaatiokerroin saa arvoja $-1:n$ ja $+1:n$ väliltä, jossa etumerkki kertoo muuttujien välisen riippuvuuden suunnan. Kuten Mann-Whitneyn U-testissä, myös Kendallin järjestyskorrelaatiokertoimen tulkinna käytettiin lähtökohtaisesti p -arvoa 0,05, mikä myös tässä kertoo todennäköisyyden, jolla

muuttujien riippuvuus johtuu sattumasta. Vaikka testi osoittaisikin muuttujien välistä korrelaatiota, ei se välttämättä tarkoita muuttujien välistä kausaalista eli syy-seuraus suhdetta (Heikkilä 2004).

3 TULOKSET

3.1 Taustatiedot

Haastattelulomakkeen taustatieto-osiossa kysyttiin vastaajien taustatietoja liittyen nuorten metsien puunkorjuuseen. Haastateltavilta tutkijoilta ei nähty tarpeelliseksi kysyä tässä osiossa mitään. Kone- ja laitevalmistajilta kysyttiin, kuinka merkittävää osaa yritysten liikevaihdosta ensiharvennusten ja energiapuuharvennusten kalusto ja laitteisto esitti vuonna 2007. Vastaukset tähän kysymykseen olivat lähinnä arvioita, eivätkä perustuneet tarkkoihin laskelmiin. Vastaukset vaihtelivat 5 %:n ja 80 %:n välillä keskiarvon ollessa 36 % (keskihajonta 30,1).

Haastatelluilta puunhankintaorganisaatioiden edustajilta kysyttiin taustatieto-osiossa aines- ja energiapuun korjuumääriä nuorissa metsissä sekä kaikilla korjuukohteilla. Heiltä kysyttiin myös, millaista kalustoa heidän työmaillaan urakoi. Lisäksi tiedusteltiin, kuinka paljon joukkokäsittely on käytössä yrityksen ainespuun korjuussa.

Koska puunhankintaorganisaatioilta saatiin korjuumääriä koskevia lukuja osin heikosti, tarkastellaan näitä lukuja ainoastaan prosenttiosuuksina. Ensiharvennukset muodostivat vastaajien ainespuun korjuumääristä keskimäärin 12,9 % (keskihajonta 6,7) vastausten vaihdelta 6,6 %:n ja 21,7 %:n välillä. Energiapuun korjuu nuorista metsistä pieniläpimittaisena koko- tai rankapuuna muodosti puolestaan vastaajien koko energiapuun korjuumääristä 5,7 % (keskihajonta 5,9) vastausten vaihdelta 0,6 %:n ja 14,3 %:n välillä.

Myös puunhankintaorganisaatioiden konemääriä ja ainespuun korjuun joukkokäsittelyosuuksia kysyttäessä vastauksia saatiin osin heikosti. Vastauksia ei myöskään saatu kaikilta haastatelluilta. Pienet harvennushakkuukoneet muodostivat 4,2 % (keskihajonta 2,4) koko vastaajien työmailla urakoivasta kalustosta. Kaksi eri puunhankintaorganisaatiota ilmoitti työmaillaan urakoivan korjureita. Toisessa korjurit muodostivat liki 60 %, kun toisessa ne muodostivat vain vajaat 2 % hakkuukalustosta. Kaivukoneharvestereita oli käytössä yksittäiskappaleita

ainespuun hankintaa tekevissä puunhankintaorganisaatioissa. Joukkokäsittely oli puunhankintaorganisaatioiden ainespuun korjuussa käytössä keskimäärin 4,4 %:ssa hakkuulaitteista (keskihajonta 3,9). Saadut tiedot joukkokäsittelyn osuuksista olivat kuitenkin lähinnä arvioita ja osin vajavaisia.

Haastateltavilta puunkorjuuyrittäjiltä kysyttiin taustatieto-osiossa kalustoon ja sen määrään, korjuumääriin, asiakaskuntaan sekä liiketoiminnan kannattavuuteen liittyviä kysymyksiä. Yhdeksän haastatelluista yrittäjistä oli puunkorjuuyrittäjiä, joilla oli omaa korjuukalustoa. Yksi yrittäjä oli hakeyrittäjä, jolla ei ollut omaa korjuukalustoa. Tämän yrittäjän puunkorjuun tekivät aliurakoitsijat. Myös neljällä muulla yrittäjällä oli aliurakoitsijoita.

Seuraavassa yrittäjien kaluston määrää käsittelevässä osiossa lasketaan mukaan vain yrittäjien oma kalusto, ei siis aliurakoitsijoiden kalustoa. Keskimääräisellä haastatellulla puunkorjuuyrittäjällä oli vuonna 2007 käytössään 6,9 metsäkonetta (keskihajonta 5,3) vastausten vaihdella 1:n ja 16:n välillä. Hakkuukoneiden määrä vaihteli 1:n ja 8:n välillä keskiarvon ollessa 4 (keskihajonta 2,2). Yleisimmät vastaajien käytössä olevat hakkuukoneet olivat Ponsse Beaver, Timberjack/John Deere 1070 ja 1270 sekä Valmet 901. Kuormatraktoreiden lukumäärä vaihteli 0:n ja 8:n välillä keskiarvon ollessa 2,7 (keskihajonta 3,0). Yleisimmät vastaajien käytössä olevat kuormatraktorit olivat Ponsse Wisent ja Buffalo, Timberjack/John Deere 1110 ja 1410 sekä Valmet 840. Kahdella yrittäjällä oli käytössään alle 13 tonnia painava pieni harvennus-hakkuukone. Samoin kahdella oli käytössään kaivukoneharvesteri hakkuukoneena. Lisäksi kahdella yrittäjällä oli kaivukone muussa urakoinnissa kuin hakkuutoiminnassa. Kellään haastatelluista puunkorjuuyrittäjistä ei ollut omia korjureita, mutta hakeyrittäjän aliurakoitsijoilla oli käytössään kaksi korjuria energiapuun korjuussa. Puunkorjuuyrittäjiltä tiedusteltiin myös oliko heillä ennen nykyistä kalustoa ollut käytössään edellä mainittuja konetyyppejä. Haastatelluista kahdella oli ollut käytössään Fendt -hakkuukone sekä kahdella oli aiempia kokemuksia Nokka Profi-hakkuukoneista. Lisäksi yhdellä vastaajalla oli ollut käytössään Ford Versatile -hakkuukone.

Haastatelluista puunkorjuuyrittäjistä yhdeksän teki ainespuun hakkuita. Yhteensä haastatellut yrittäjät korjasivat ainespuuta vuonna 2007 noin 1,1 miljoonaa kuutiometriä. Ensiharvennuksia tästä määrästä oli noin 202 000 m³. Koska yrityskoko vaihteli merkittävästi, myös yrittäjien korjuumäärissä oli suuria eroja. Yrittäjien korjuumäärät vaihtelivat 16 000 m³:n ja 400 000 m³:n välillä. Keskimääräinen yrittäjä korjasi puuta noin 122 000 m³ (keskihajonta 119 030), josta ensiharvennuksilta reilut 22 000 m³ (keskihajonta 23 469). Myös yrittäjien

korjaamissa ensiharvennuspuun määrissä oli suuria eroja vastausten vaihdella 1 000 m³:n ja 80 000 m³:n välillä. Ensiharvennusten osuus koko yrittäjien ainespuun korjuumääristä oli keskimäärin noin 22 % (keskihajonta 15,9) vastausten vaihdella 5 %:n ja 50 %:n välillä.

Haastatelluista puunkorjuuyrittäjistä kaikki olivat korjanneet energiapuuta jossakin muodossa vuonna 2007. Yrittäjistä yhdeksän korjasi energiapuuta nuorista metsistä. Haastatellut yrittäjät korjasivat energiapuuta nuorista metsistä yhteensä noin 57 600 kiintokuutiometriä, josta kokopuun määrä oli noin 55 200 m³ ja rankapuun määrä 2 400 m³. Kokopuuta korjanneet yrittäjät korjasivat keskimäärin noin 6 900 m³ kokopuuta (keskihajonta 6 237) määrien vaihdella 350 m³:n ja 18 000 m³:n välillä. Rankapuuta korjasi vain kaksi yrittäjää. Viisi yrittäjää korjasi uudistusaloilta hakkuutähteitä ja samoin viisi yrittäjää suoritti kannonnostoa.

Puunkorjuuyrittäjiltä kysyttiin myös heidän tärkeimpiä asiakkaitaan. Vastaajista neljä ilmoitti yrityksensä suurimmaksi asiakkaaksi UPM-Kymmene Oyj:n, kaksi Metsäliiton, yksi Stora Enso Oyj:n, yksi L&T Biowatti Oy:n, yksi A. Ahlström Oy:n ja yksi Fortum Oyj:n. Pienet asiakkaat, kuten pienet paikalliset sahat tai metsänomistajat luettiin yhdeksi asiakkaaksi. Keskimäärin haastatelluilla yrittäjillä oli 2,4 asiakasta (keskihajonta 0,7) vastausten vaihdella 1:n ja 3 asiakkaan välillä.

Puunkorjuuyrittäjiltä kysyttiin myös, kuinka kannattavana he näkivät yrityksensä liiketoiminnan. Vastausvaihtoehtoina olivat huonosti, välttävästi, tyydyttävästi, hyvin ja erinomaisen kannattava. Muutettuna kouluarvosanoiksi 1 (huono) - 5 (erinomainen) vastaajien keskiarvo oli 2,6 (keskihajonta 0,7) vastausten vaihdella 1:n ja 3:n välillä.

Puunkorjuuyrittäjiltä ja puunhankintaorganisaatioiden edustajilta kysyttiin kokemuksia pienistä harvennushakkuukoneista, kaivukoneharvestereista, korjureista tai muusta erityisesti nuoriin metsiin soveltuvasta konekalustosta. Monet vastaajat eivät pitäneet pieniä harvennushakkuukoneita yhtä tuottavina kuin isompia koneita. Ongelmaksi on myös ajoittain tullut käyttöasteen jääminen alhaiseksi. Kuitenkin, mikäli kohdevalinta tehdään oikein ja soveltuvia kohteita on riittävästi tarjolla, on pienillä harvennushakkuukoneilla sijansa osana konekalustoa. Pienet harvennushakkuukoneet soveltuvat vastaajien mukaan sangen hyvin nuorten metsien hakkuisiin sekä kivennäis- että turvemaidella. Lisäksi metsänomistajat ovat olleet tyytyväisiä pienten harvennushakkuukoneiden korjuujälkeen. Puomin alle kymmenmetrinen ulottuvuus nousi monissa vastauksissa ongelmaksi, sillä hakkuu haamu-uran avulla ja siten yli

20 metrin ajouraväli nähtiin huonona ratkaisuna muun muassa myöhempien harvennusten kannalta.

Kaiken kaikkiaan vastaajilla oli sangen vähän kokemuksia kaivukoneharvestereista. Niiden todettiin kuitenkin olevan varsin toimiva ja edullinen ratkaisu etenkin tasaisten turvemaiden hakkuisiin. Kaivukoneharvestereiden tuotos nähtiin pyöräkoneita noin 20 % alhaisempana. Kaivukoneharvestereiden ongelmina nähtiin muun muassa niiden huono maastoliikkuvuus ja ergonomia sekä eri toimijoiden ennakkoluulot konetyyppiä kohtaan. Monet vastaajat kuitenkin uskovat kaivukoneharvestereiden yleistyvän tulevaisuudessa puunkorjuun kausivaihteluiden tasaajina. Hyvänä puolena nähtiin kaivukoneen käytön monipuolisuus esimerkiksi ojien kunnostuksessa, kannonnostossa sekä maanmuokkauksessa.

Vastaajilla oli myös korjureista varsin vähän kokemuksia. Korjureiden käytössä tulisi vastaajien mukaan kiinnittää erityistä huomiota kohdevalintaan. Korjurit nähtiin kiinnostavana konseptinä, joka ei kuitenkaan nyky muodossaan ole laajassa mittakaavassa kilpailukykyinen vaihtoehto perinteiselle korjuuketjulle. Tästä syystä vastaajat totesivat monien yrittäjien luopuneet korjureistaan. Korjurin nähtiin soveltuvan parhaiten energiapuun korjuuseen, kunhan metsäkuljetusmatka on suhteellisen lyhyt. Korjurin hyvänä puolena nähtiin myös alhaiset siirtokustannukset.

3.2 Nuorten metsien puunkorjuun ongelmat

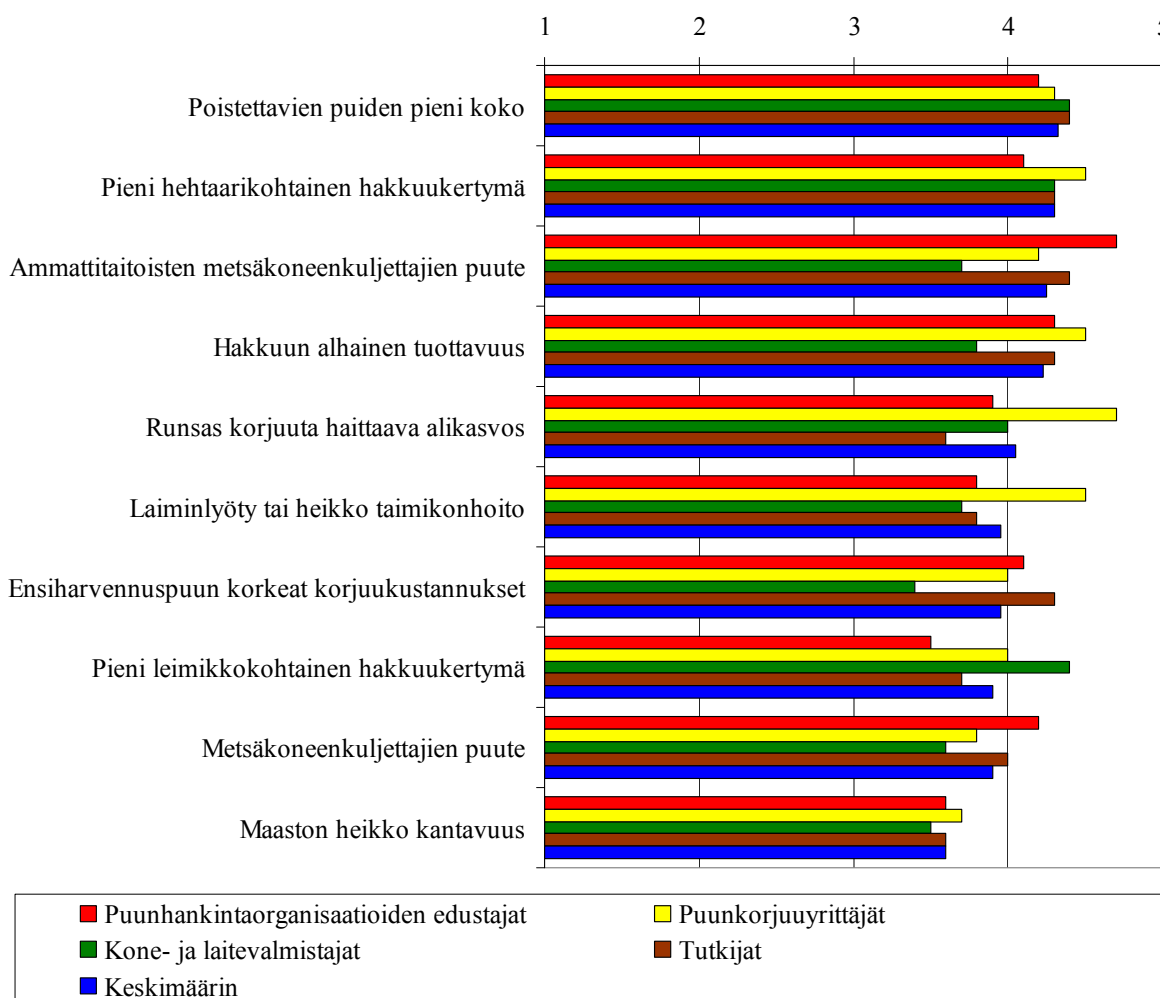
Nuorten metsien puunkorjuussa on lukuisia erityispiirteitä, jotka voidaan nähdä korjuun kannalta ongelmina. Haastateltavilta kysyttiin, kuinka merkittävänä ongelmina he pitivät lueteltuja tekijöitä nuorten metsien aines- ja energiapuun korjuussa. Ongelmien merkitsevyyttä kysyttäessä vastausvaihtoehdot olivat: 1 = ”Ei lainkaan merkittävä”, 2 = ”Hieman merkittävä”, 3 = ”Kohtalaisen merkittävä”, 4 = ”Hyvin merkittävä” ja 5 = ”Erittäin merkittävä”. Selkeyden kannalta vastauksia käsitellään numeroina.

Tässä luvussa käsitellään kaikkien vastaajien keskiarvona kymmenen merkittävintä ongelmaa sekä aines- että energiapuun korjuussa. Kaikkia tekijöitä, jotka nousivat merkittävimpiin kymmenikköihin, pidettiin vähintään hyvin merkittävänä ongelmina. Hyvin merkittäviä ongelmia ovat tekijät, jotka saivat keskiarvona arvon 3,5 tai enemmän, mutta alle 4,5. Erittäin merkittäviä ongelmia ovat tekijät jotka saivat arvon 4,5 tai enemmän. Kaikkien vastaajaryh-

mien keskiarvona yksikään tekijä ei kuitenkaan noussut erittäin merkittäväksi ongelmaksi aines- tai energiapuun korjuussa. Kohtalaisen merkittäviä ongelmia ovat puolestaan tekijät jotka saivat arvon vähintään 2,5 ja alle 3,5. Mikäli vastaajaryhmien vastausten välillä havaittiin tilastollisesti merkitsevää eroa, on se mainittu tekijän kohdalla. Myös eri tekijöiden välisiä korrelaatioita on esitetty.

3.2.1 Ainespuun korjuun ongelmat

Vastaajilta kysyttiin mielipidettä 33:sta nuorten metsien ainespuun korjuuseen vaikuttavasta tekijästä. Kuvassa 3 on esitetty kymmenen tekijää, joita kaikkien vastaajien keskiarvona pidettiin kaikkein merkittävimpinä ongelmina. Vastaajaryhmien sekä kaikkien vastaajien keskiarvot ja keskihajonnat kaikkiin kysytyihin tekijöihin sekä tilastolliset erot vastaajaryhmien välillä on esitetty liitteessä 2.



Kuva 3. Kymmenen merkittävintä ongelmaa nuorten metsien ainespuun korjuun kannalta kaikkien vastaajien mukaan. Vastaajaryhmien sekä kaikkien vastaajien keskiarvot. Vastausvaihtoehtojen ääripäät: 1 = ”Ei lainkaan merkittävä” ja 5 = ”Erittäin merkittävä”.

Kaikkein merkittävimmäksi ongelmaksi ainespuun korjuussa vastaajat nostivat poistettavien puiden pienen koon (keskiarvo 4,33 ja keskihajonta 0,86). Sekä kone- ja laitevalmistajien (keskiarvo 4,4 ja keskihajonta 0,97) että tutkijoiden (keskiarvo 4,4 ja keskihajonta 0,7) mielestä poistettavien puiden pieni koko oli toinen kaikkein merkittävimmistä ongelmista nuorten metsien ainespuun korjuussa. Vastaajaryhmät olivat tämän ongelman kohdalla kuitenkin hyvin samalla linjalla, sillä vastaajaryhmien keskiarvot vaihtelivat vain 4,2:n ja 4,4:n välillä.

Toiseksi merkittävin ongelma vastaajien mukaan oli pieni hehtaarikohtainen hakkuukertymä (keskiarvo 4,3 ja keskihajonta 0,85). Puunkorjuuyrittäjät pitivät pientä hehtaarikohtaista hakkuukertymää jopa erittäin merkittävänä ongelmana (keskiarvo 4,5 ja keskihajonta 0,85). Myöskään tämän tekijän kohdalla ei vastaajaryhmien välillä ollut juuri vaihtelua, sillä vastaajaryhmien keskiarvot vaihtelivat vain 4,1:n ja 4,5:n välillä. Pieni hehtaarikohtainen hakkuukertymä on seurausta poistettavien puiden pienestä koosta ja nämä kaksi tekijää korreloivatkin voimakkaasti ($p < 0,01$) keskenään.

Kolmanneksi merkittävimpänä ongelmana vastaajat näkivät ammattitaitoisten metsäkoneenkuljettajien puutteen (keskiarvo 4,25 ja keskihajonta 0,9). Puunhankintaorganisaatioiden edustajat nostivat tämän tekijän kaikkein merkittävimmäksi ongelmaksi (keskiarvo 4,7 ja keskihajonta 0,48). Samoin tekivät tutkijat, joiden mukaan ammattitaitoisten metsäkoneenkuljettajien puute oli toinen kaikkein merkittävimmistä ongelmista (keskiarvo 4,4 ja keskihajonta 0,7) poistettavien puiden pienen koon ohella. Puunhankintaorganisaatioiden edustajien näkemys (4,7) erosi tilastollisesti merkitsevästi kone- ja laitevalmistajien näkemyksestä (3,7/ $p < 0,05$). Metsäkoneenkuljettajien niin laadullinen kuin määrällinen puute nähtiin tekijänä, josta voi muodostua tulevaisuudessa ja on osittain jo nyt muodostunut korjuumääriä rajoittava tekijä. Kuljettajapulan uskottiin myös osaltaan ohjaavan puunkorjuun kehitystä vähemmän työvoimaa vaativaksi sekä vähemmän kuljettajan osaamisesta riippuvaiseksi.

Neljänneksi merkittävimmäksi ongelmaksi vastaajat nostivat hakkuun alhaisen tuottavuuden (keskiarvo 4,23 ja keskihajonta 0,89). Hakkuun alhaista tuottavuutta voidaan kuitenkin pitää ennemminkin seurauksena muista tekijöistä, eikä niinkään yksittäisenä ongelmana. Puunkorjuuyrittäjät nostivat tämän tekijän erittäin merkittäväksi ongelmaksi (keskiarvo 4,5 ja keskihajonta 0,71). Hakkuun alhainen tuottavuus korreloi vastauksissa voimakkaasti ($p < 0,01$) pienen hehtaarikohtaisen hakkuukertymän, muttei kuitenkaan poistettavien puiden pienen koon kans-

sa. Samoin se korreloi voimakkaasti ($p < 0,01$) laiminlyödyn tai heikon taimikonhoidon sekä puutavaralajien suuren lukumäärän kanssa.

Viidenneksi merkittävimpänä ongelmana vastaajat pitivät runsasta korjuuta haittaavaa alikasvosta (keskiarvo 4,05 ja keskihajonta 0,93). Erityisesti puunkorjuuyrittäjät pitivät tätä merkittävänä ongelmana ja he nostivatkin runsaan korjuuta haittaavan alikasvoksen kaikkein merkittävimmäksi ongelmaksi nuorten metsien ainespuun korjuussa (keskiarvo 4,7 ja keskihajonta 0,67). Puunkorjuuyrittäjien näkemys erosi tilastollisesti merkitsevästi niin kone- ja laitevalmistajien ($4,0/p < 0,05$) kuin etenkin tutkijoiden ($3,6/p < 0,01$) näkemyksestä. Runsa korjuuta haittaava alikasvos korreloi voimakkaasti ($p < 0,01$) laiminlyödyn tai heikon taimikonhoidon kanssa. Alikasvoksen vaikutus työn tuottavuuteen korostuu vastaajien mukaan etenkin talvi-aikaisissa, mutta myös pimeään aikaan tehtävissä hakkuissa.

Kuudenneksi merkittävimmiksi ongelmiksi nousivat laiminlyöty tai heikko taimikonhoito (keskiarvo 3,95 ja keskihajonta 0,96) sekä ensiharvennuspuun korkeat korjuukustannukset (keskiarvo 3,95 ja keskihajonta 0,96). Puuston epätasaisuutta ja puulajisuhteiden vaihtelua aiheuttava laiminlyöty tai heikko taimikonhoito korreloi voimakkaasti ($p < 0,01$) puutavaralajien suuren lukumäärän kanssa. Ensiharvennuspuun korkeat korjuukustannukset puolestaan korreloi positiivisesti ($p < 0,01$) tehokkaiden korjuumenetelmien puuttumisen sekä hakkuun alhaisen tuottavuuden kanssa. Vastaajaryhmistä suurimpana ongelmana laiminlyödyn tai heikon taimikonhoidon näkivät puunkorjuuyrittäjät, jotka pitivät sitä erittäin merkittävänä ongelmana (keskiarvo 4,5 ja keskihajonta 0,97). Heidän näkemyksensä erosi tilastollisesti merkitsevästi sekä puunhankintaorganisaatioiden edustajien ($3,8/p < 0,05$) että tutkijoiden ($3,8/p < 0,05$) näkemyksestä. Kone- ja laitevalmistajat pitivät puolestaan ensiharvennuspuun korkeita korjuukustannuksia vain kohtalaisen merkittävänä ongelmana (keskiarvo 3,4 ja keskihajonta 0,97). Heidän mielipiteensä erosi tilastollisesti merkitsevästi tutkijoiden ($4,3/p < 0,05$) mielipiteestä.

Kahdeksanneksi merkittävimmiksi ongelmiksi vastaajat nimesivät pienen leimikkokohtaisen hakkuukertymän (keskiarvo 3,9 ja keskihajonta 1,08) sekä metsäkoneenkuljettajien määrällisen puutteen (keskiarvo 3,9 ja keskihajonta 0,9). Kone- ja laitevalmistajat nostivat pienen leimikkokohtaisen hakkuukertymän (keskiarvo 4,4 ja keskihajonta 0,7) toiseksi kaikkein merkittävimmistä ongelmista poistettavien puiden pienen koon rinnalle. Monet vastaajat kuitenkin sanoivat nuorten metsien kohteiden olevan usein suhteellisen laajoja etenkin yhtiöiden metsissä ja turvemailla. Pieni leimikkokohtainen hakkuukertymä on seurausta pienestä hehtaarikoh-

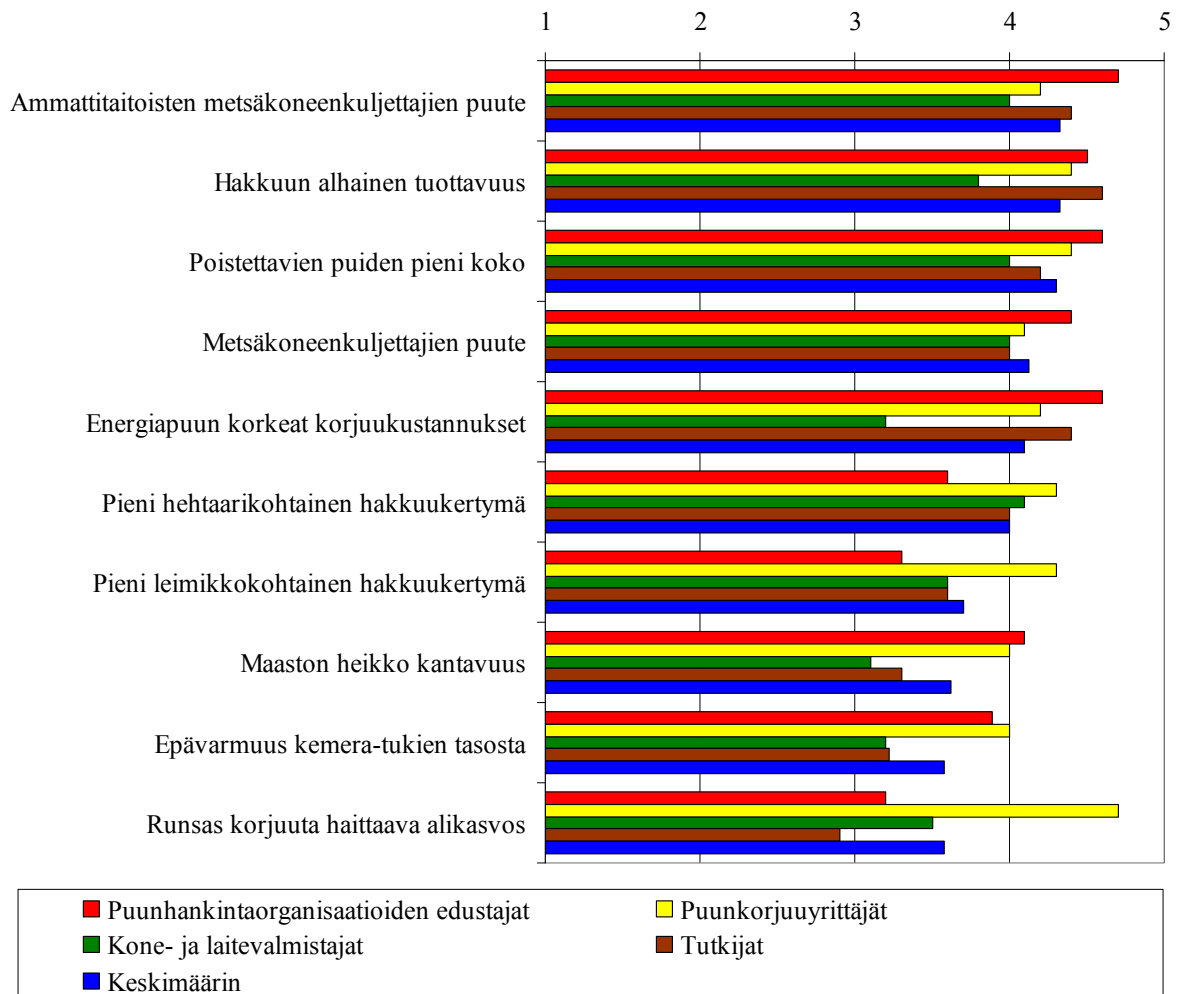
taisesta hakkuukertymästä ja nämä kaksi tekijää korreloivatkin voimakkaasti ($p < 0,01$) keskenään.

Viimeinen tekijä, jota kaikkien vastaajien keskiarvona pidettiin hyvin merkittävänä ongelmana, oli maaston heikko kantavuus (keskiarvo 3,6 ja keskihajonta 1,06). Tämän tekijän osalta vastaajaryhmät olivat hyvin yksimielisiä, sillä vastaajaryhmien vastaukset vaihtelivat vain 3,5:n ja 3,7:n välillä. Maaston heikon kantavuuden uskottiin muodostuvan tukevaisuudessa entistä merkittävämmäksi ongelmaksi, mikäli talvet muuttuvat nykyistä leudommiksi. Turve maiden hakkuut muodostavat vastaajien mukaan myös nykyisin aiempaa merkittävämmän osan korjuukohteista. Maaston heikko kantavuus nähtiin nimenomaan metsäkuljetuksen ongelmana, eikä sen nähty niinkään vaikuttavan hakkuuseen.

Kun tarkastellaan yksittäisiä vastaajaryhmiä, nähdään niin puunhankintaorganisaatioiden edustajien (keskiarvo 3,5 ja keskihajonta 0,97) kuin myös puunkorjuuyrittäjien (keskiarvo 4,3 ja keskihajonta 0,82) pitävän metsäkuljetuksen alhaista tuottavuutta hyvin merkittävänä ongelmana nuorten metsien ainespuun korjuussa. Metsäkuljetuksen alhainen tuottavuus korreloi vastauksissa voimakkaasti ($p < 0,01$) pitkien metsäkuljetusmatkojen sekä puutavaralajien suuren lukumäärän kanssa. Puunkorjuuyrittäjät pitivät lisäksi puutavaralajien suurta lukumäärä (keskiarvo 3,8 ja keskihajonta 1,03), ensiharvennusleimikoiden hajanaisuutta (keskiarvo 3,6 ja keskihajonta 1,07) sekä kemera-tukien alhaista tasoa (keskiarvo 3,6 ja keskihajonta 0,7) hyvin merkittävinä ongelmina.

3.2.2 Energiapuun korjuun ongelmat

Vastaajilta kysyttiin mielipidettä 30:stä nuorten metsien energiapuun korjuuseen vaikuttavasta tekijästä. Kuvassa 4 on esitetty kymmenen tekijää, joita kaikkien vastaajien keskiarvona pidettiin kaikkein merkittävimpinä ongelmina. Vastaajaryhmien sekä kaikkien vastaajien keskiarvot ja keskihajonnat kaikkiin kysytyihin tekijöihin sekä tilastolliset erot vastaajaryhmien välillä on esitetty liitteessä 3.



Kuva 4. Kymmenen merkittävintä ongelmaa nuorten metsien energiapuun korjuun kannalta kaikkien vastaajien mukaan. Vastaajaryhmien sekä kaikkien vastaajien keskiarvot. Vastausvaihtoehtojen ääripäät: 1 = ”Ei lainkaan merkittävä” ja 5 = ”Erittäin merkittävä”.

Kaikkein merkittävimmiksi ongelmiksi energiapuun korjuussa vastaajat nostivat ammattitaitoisten metsäkoneenkuljettajien puutteen (keskiarvo 4,33 ja keskihajonta 0,8) sekä hakkuun alhaisen tuottavuuden (keskiarvo 4,33 ja keskihajonta 0,8). Puunhankintaorganisaatioiden edustajat nostivat ammattitaitoisten metsäkoneenkuljettajien puutteen jopa kaikkein suurimmaksi yksittäiseksi ongelmaksi (keskiarvo 4,7 ja keskihajonta 0,67). Heidän näkemyksensä erosi tilastollisesti merkitsevästi kone- ja laitevalmistajien (4,0/ $p < 0,05$) näkemyksestä. Pienirunkoisia energiapuukohteita ei pidetty motivoivina ja houkuttelevina työkohteina kuljettajille. Kuljettajapula voikin muodostua nuorten metsien puunkorjuussa myöhempiä hakkuuta suuremmaksi ongelmaksi. Tutkijat puolestaan pitivät hakkuun alhaista tuottavuutta merkittävimpänä ongelmana (keskiarvo 4,6 ja keskihajonta 0,7). Heidän mielipiteensä erosi tilastollisesti merkitsevästi kone- ja laitevalmistajien (3,8/ $p < 0,05$) näkemyksestä. Myös puunhankintaorganisaatioiden edustajat pitivät hakkuun alhaista tuottavuutta erittäin merkittävänä ongelmana (keskiarvo 4,5 ja keskihajonta 0,53). Hakkuun alhainen tuottavuus korreloi

voimakkaasti ($p < 0,01$) poistettavien puiden pienen koon sekä energiapuun korkeiden korjuukustannusten kanssa. Positiivisesti ($p < 0,05$) se korreloi myös pienen hehtaarikohtaisen hakkuukertymän sekä tehokkaiden korjuumenetelmien puuttumisen kanssa.

Kolmanneksi merkittävin ongelma vastaajien mukaan oli poistettavien puiden pieni koko (keskiarvo 4,3 ja keskihajonta 0,94). Puunhankintaorganisaatioiden edustajat pitivät tätä jopa erittäin merkittävänä ongelmana (keskiarvo 4,6 ja keskihajonta 0,52). Monet vastaajat kuitenkin totesivat puiden pienen koon olevan niin sanottu ”välttämätön paha” energiapuukohteilla, jotka ovatkin energiapuukohteita nimenomaan pienirunkoisuutensa seurauksena.

Neljänneksi merkittävimmäksi ongelmaksi energiapuun korjuussa vastaajat nostivat metsäkoneenkuljettajien määrällisen puutteen (keskiarvo 4,23 ja keskihajonta 0,89). Määrällinen metsäkoneenkuljettajien puute ja ammattitaitoisten metsäkoneenkuljettajien puute kulkevat pitkälti käsi kädessä ja ne korreloivatkin hyvin voimakkaasti ($p < 0,01$) keskenään sekä ainesettä energiapuun korjuussa.

Viidenneksi merkittävimpänä ongelmana vastaajat pitivät energiapuun korkeita korjuukustannuksia (keskiarvo 4,1 ja keskihajonta 1,08). Tämän tekijän osalta vastaajaryhmien vastauksissa oli voimakasta vaihtelua. Kun puunhankintaorganisaatioiden edustajat pitivät energiapuun korkeita korjuukustannuksia erittäin merkittävänä ongelmana (keskiarvo 4,6 ja keskihajonta 0,7), näkivät kone- ja laitevalmistajat sen vain kohtalaisena ongelmana (keskiarvo 3,2 ja keskihajonta 1,48). Kone- ja laitevalmistajien näkemys erosi tilastollisesti merkitsevästi niin puunhankintaorganisaatioiden edustajien ($4,6/p < 0,05$) kuin myös tutkijoiden ($4,4/p < 0,05$) näkemyksestä.

Kuudenneksi merkittävimmäksi ongelmaksi kaikkien vastaajien keskiarvona nousi pieni hehtaarikohtainen hakkuukertymä (keskiarvo 4,0 ja keskihajonta 0,96). Kone- ja laitevalmistajat nostivat tämän kaikkein merkittävimmäksi ongelmaksi (keskiarvo 4,1 ja keskihajonta 0,88). Pienestä hehtaarikohtaisesta hakkuukertymästä seuraa tyypillisesti pieni leimikkokohtainen hakkuukertymä ja nämä tekijät korreloivatkin voimakkaasti ($p < 0,01$) keskenään.

Seitsemänneksi merkittävimmäksi ongelmaksi vastaajat nimesivät pienen leimikkokohtaisen hakkuukertymän (keskiarvo 3,7 ja keskihajonta 0,94). Puunhankintaorganisaatioiden edustajat näkivät tämän kuitenkin muista vastaajaryhmistä poiketen vain kohtalaisen merkittävänä ongelmana (keskiarvo 3,3 ja keskihajonta 0,95). Heidän näkemyksensä erosi tilastollisesti

merkitsevästi puunkorjuuyrittäjien ($4,3/p<0,05$) näkemyksestä. Puunhankintaorganisaatioiden edustajat sekä yrittäjät totesivat leimikoiden olevan yhtiöiden omistamissa metsissä osin jopa hyvin laajoja, jolloin leimikkokohtainen hakkuukertymäkin nousee suureksi.

Kahdeksanneksi merkittävimpänä ongelmana nuorten metsien energiapuun korjuussa vastaajat pitivät maaston heikkoa kantavuutta (keskiarvo 3,63 ja keskihajonta 0,95). Kone- ja laitevalmistajat (keskiarvo 3,1 ja keskihajonta 0,99) sekä tutkijat (keskiarvo 3,3 ja keskihajonta 0,95) näkivät kuitenkin tämän vain kohtalaisena ongelmana. Molempien edellä mainittujen vastaajaryhmien näkemykset erosivat tilastollisesti merkitsevästi puunhankintaorganisaatioiden edustajien ($4,1/p<0,05$) näkemyksestä. Lisäksi kone- ja laitevalmistajien mielipide erosi tilastollisesti merkitsevästi myös puunkorjuuyrittäjien ($4,0/p<0,05$) mielipiteestä. Maaston heikko kantavuus korreloi voimakkaasti ($p<0,01$) pitkien metsäkuljetusmatkojen kanssa, muttei kuitenkaan metsäkuljetuksen alhaisen tuottavuuden kanssa.

Viimeiset kaksi kymmenen merkittävimmän ongelman joukkoon noussutta tekijää olivat epävarmuus kemera-tukien tasosta tulevaisuudessa (keskiarvo 3,58 ja keskihajonta 1,18) sekä runsas korjuuta haittaava alikasvos (keskiarvo 3,58 ja keskihajonta 1,13). Kone- ja laitevalmistajat (keskiarvo 3,2 ja keskihajonta 1,32) sekä tutkijat (keskiarvo 3,22 ja keskihajonta 1,09) pitivät kuitenkin epävarmuutta kemera-tukien tasosta vain kohtalaisena ongelmana. Tämä tekijä korreloi voimakkaasti ($p<0,01$) kemera-tukien alhaisen tason kanssa. Vastaajat toivoivat tukipolitiikkaan pitkäjänteisyyttä ja jatkuvuutta, sillä energiapuun korjuu on nykyään lähes täysin riippuvainen kemera-tuista. Toisaalta vastaajat toivoivat taloudellisuuden löytyvän energiapuun korjuuseen jostain muualta kuin valtion tuista, jolloin esimerkiksi investointeja uskallettaisiin tehdä riippumatta päättäjien tukipolitiikasta. Puunkorjuuyrittäjät nostivat runsaan korjuuta haittaavan alikasvoksen kaikkein merkittävämmäksi ongelmaksi (keskiarvo 4,7 ja keskihajonta 0,67), kun vastaavasti puunhankintaorganisaatioiden edustajat (keskiarvo 3,2 ja keskihajonta 1,03) sekä tutkijat (keskiarvo 2,9 ja keskihajonta 0,74) näkivät sen vain kohtalaisena ongelmana. Puunkorjuuyrittäjien näkemys erosikin tilastollisesti merkitsevästi ($p<0,01$) kaikkien, myös kone- ja laitevalmistajien (keskiarvo 3,5 ja keskihajonta 1,18) näkemyksestä. Kuten ainespuun kohdalla, myös energiapuun korjuussa runsas korjuuta haittaava alikasvos korreloi voimakkaasti ($p<0,01$) laiminlyödyn tai heikon taimikonhoidon kanssa.

Edellä mainittujen kymmenen merkittävimmän tekijän lisäksi hyvin merkittävänä ongelmana kaikkien vastaajien keskiarvona pidettiin metsäkuljetuksen alhaista tuottavuutta (keskiarvo

3,53 ja keskihajonta 1,01). Kone- ja laitevalmistajat (keskiarvo 3,3 ja keskihajonta 0,95) sekä tutkijat (keskiarvo 2,9 ja keskihajonta 0,99) näkivät sen kuitenkin vain kohtalaisena ongelmana. Puunkorjuuyrittäjät olivat tämän tekijän kohdalla hyvin eri linjoilla (keskiarvo 4,2 ja keskihajonta 0,79) ja heidän näkemyksensä erosikin tilastollisesti merkitsevästi niin kone- ja laitevalmistajien ($3,3/p<0,05$) kuin etenkin tutkijoiden ($2,9/p<0,01$) näkemyksestä. Metsäkuljetuksen alhainen tuottavuus korreloi voimakkaasti ($p<0,01$) jäävien puiden suuren lukumäärän, energiapuun korjuuseen soveltuvan erikoiskaluston puutteen, pitkien metsäkuljetusmatkojen sekä perinteisessä korjuuteknologiassa pitäytymisen kanssa. Puunkorjuuyrittäjät painottivat nimenomaan metsäkuljetuksen alhaista tuottavuutta korjattaessa energiapuuta kokopuuna, jolloin kuorman koko jää helposti alhaiseksi.

Yksittäisistä vastaajaryhmistä puunhankintaorganisaatioiden edustajat pitivät edellä mainittujen lisäksi hyvin merkittävänä ongelmina tehokkaiden korjuumenetelmien puuttumista (keskiarvo 4,0 ja keskihajonta 0,82) sekä laiminlyötyä tai heikkoa taimikonhoitoa (keskiarvo 3,6 ja keskihajonta 1,07).

Puunkorjuuyrittäjät nostivat aiemmin mainittujen lisäksi jopa kahdeksan tekijää hyvin merkittäviksi ongelmiksi. Nämä tekijät olivat laiminlyöty tai heikko taimikonhoito (keskiarvo 4,1 ja keskihajonta 1,29), kemera-tukien alhainen taso (keskiarvo 4,1 ja keskihajonta 0,74), tehokkaiden korjuumenetelmien puuttuminen (keskiarvo 3,8 ja keskihajonta 0,92), pitkät metsäkuljetusmatkat (keskiarvo 3,8 ja keskihajonta 0,92), energiapuun korjuuseen soveltuvan erikoiskaluston puute (keskiarvo 3,7 ja keskihajonta 0,95), energiapuuleimikoiden hajanaisuus (keskiarvo 3,6 ja keskihajonta 1,07), energiapuun korjuukohteiden hankala ketjuttaminen (keskiarvo 3,6 ja keskihajonta 1,07) sekä suuri jäävien puiden lukumäärä (keskiarvo 3,5 ja keskihajonta 1,35).

Kone- ja laitevalmistajat nostivat puolestaan hyvin merkittäväksi ongelmaksi pitäytymisen perinteisessä korjuuteknologiassa (keskiarvo 3,7 ja keskihajonta 1,16) ja tutkijat energiapuuleimikoiden hajanaisuuden (keskiarvo 3,7 ja keskihajonta 0,67) sekä energiapuun korjuukohteiden hankalan ketjuttamisen (keskiarvo 3,5 ja keskihajonta 0,53).

3.3 Nuorten metsien aines- ja energiapuun korjuun tehostamiskeinot

Eri lähteissä on esitetty lukuisia tehostamiskeinoja, joilla voidaan parantaa nuorten metsien puunkorjuun kustannustehokkuutta. Vastaajilta kysyttiin kuinka merkitykseltään positiivisina he pitivät esitettyjä tehostamiskeinoja sekä nuorten metsien ainespuun että energiapuun korjuun kustannustehokkuuden kannalta. Kyselylomakkeessa vastausvaihtoehdot olivat: 1 = ”Ei lainkaan merkittävä”, 2 = ”Hieman merkittävä”, 3 = ”Kohtalaisen merkittävä”, 4 = ”Hyvin merkittävä” ja 5 = ”Erittäin merkittävä”. Selkeyden kannalta vastauksia käsitellään tässä luvussa numeroina.

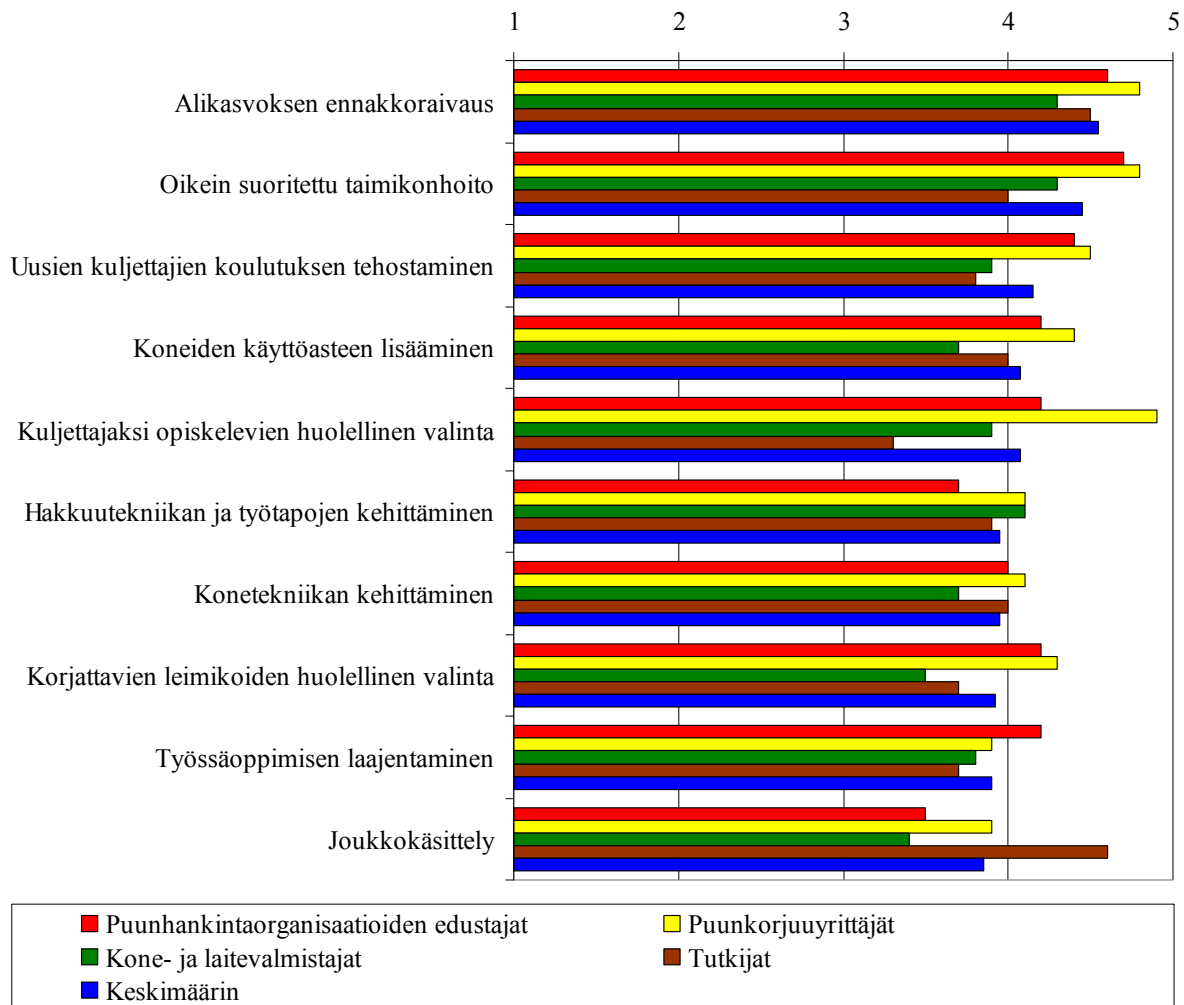
Vastaajilta kysyttiin myös, kuinka hyvin heidän mielestään esitetyt tehostamiskeinot ovat tällä hetkellä käytössä nuorten metsien aines- ja energiapuun korjuussa. Vastausvaihtoehdot olivat: 1 = ”Huonosti tai ei lainkaan käytössä”, 2 = ”Välttävästi käytössä”, 3 = ”Tyydyttävästi käytössä”, 4 = ”Hyvin käytössä” ja 5 = ”Kiitettävästi käytössä”. Tästä kysymyksestä saatuja vastauksia käytettiin laskettaessa eri tehostamiskeinojen lisäyspotentiaaleja.

Yksi tärkeimmistä tämän tutkimuksen tavoitteista oli selvittää, missä tehostamiskeinoissa on edelleen potentiaalia kustannustehokkuuden lisäämiseksi. Tämän selvittämiseksi vastaajien mielipiteet tehostamiskeinojen merkityksestä sekä nykykäytöstä yhdistettiin kustannustehokkuuden lisäyspotentiaaliksi. Lopulliseen tärkeysjärjestykseen esitetyt tehostamiskeinot asetettiin merkityksen ja lisäyspotentiaalilin yhteisvaikutuksen perusteella.

Mikäli eri tehostamiskeinojen kohdalla vastaajaryhmien vastausten välillä havaittiin tilastollisesti merkitsevää eroa, on se mainittu tehostamiskeinon kohdalla. Tehostamiskeinojen välisiä korrelaatioita on myös esitetty.

3.3.1 Ainespuun korjuun tehostamiskeinot

Tässä luvussa käsitellään kaikkien vastaajien keskiarvona kymmenen merkittävintä tehostamiskeinoa nuorten metsien ainespuun korjuun kustannustehokkuuden kannalta. Kuvassa 5 on sekä eri vastaajaryhmien että kaikkien vastaajien mielipiteet näistä kymmenestä tehostamiskeinosta. Yksittäisten vastaajaryhmien ja kaikkien vastaajien mielipiteet sekä tilastolliset erot jokaisesta 29 ainespuun korjuun tehostamiskeinosta on esitetty liitteessä 4.



Kuva 5. Nuorten metsien ainespuun korjuun kymmenen kustannustehokkuuden kannalta merkittävintä tehostamiskeinoa. Vastaajaryhmien sekä kaikkien vastaajien keskiarvot. Vastausvaihtoehtojen ääripäät: 1 = ”Ei lainkaan merkittävä” ja 5 = ”Erittäin merkittävä”.

Kaikkein merkittävimäksi tehostamiskeinoksi nuorten metsien ainespuun korjuun kustannustehokkuuden kannalta vastaajat nostivat alikasvoksen ennakkoraivauksen (keskiarvo 4,55 ja keskihajonta 0,68). Vastaajaryhmät olivat hyvin samoilla linjoilla tämän tehostamiskeinon kohdalla ja eri vastaajaryhmien vastaukset vaihtelivatkin vain 4,3:n ja 4,8:n välillä. Kone- ja laitevalmistajien mielestä alikasvoksen ennakkoraivaus oli toinen kaikkein merkittävimmistä tehostamiskeinoista (keskiarvo 4,3 ja keskihajonta 0,95) oikein suoritettun taimikonhoidon rinnalla. Vastaajaryhmistä korkeimman arvon alikasvoksen ennakkoraivaukselle antoivat puunkorjuuyrittäjät (keskiarvo 4,8 ja keskihajonta 0,42), joiden mukaan alikasvoksen oikeaoppinen ennakkoraivaus on ensiarvoisen tärkeää ja lähes välttämätöntä työskenneltäessä talvi-aikaan tai huonossa näkyvyydessä.

Toiseksi merkittävimpänä tehostamiskeinona vastaajat näkivät oikein suoritettun taimikonhoidon (keskiarvo 4,45 ja keskihajonta 0,85). Puunhankintaorganisaatioiden edustajat nostivat

tämän kaikkein merkittävimäksi tehostamiskeinoksi (keskiarvo 4,7 ja keskihajonta 0,48). Samoin tekivät kone- ja laitevalmistajat, joiden mielestä oikein suoritettu taimikonhoito (keskiarvo 4,3 ja keskihajonta 1,06) oli toinen kaikkein merkittävimistä tehostamiskeinoista. Vastaajaryhmistä korkeimman arvon oikein suoritettulle taimikonhoidolle antoivat kuitenkin puunkorjuuyrittäjät (keskiarvo 4,8 ja keskihajonta 0,42), joiden näkemys poikkesi tilastollisesti merkitsevästi tutkijoiden ($4,0/p<0,05$) näkemyksestä. Oikein suoritettulla taimikonhoidolla nähtiin myös mahdolliseksi vähentää alikasvoksen ennakkoraivauksen tarvetta sekä parantaa puulajisuhdetta.

Kolmanneksi merkittävin tehostamiskeino vastaajien mielestä oli uusien kuljettajien koulutuksen tehostaminen (keskiarvo 4,15 ja keskihajonta 0,86). Monet vastaajat totesivat juuri koulusta valmistuneiden kuljettajien taitojen olevan puutteelliset. He toivoivat ”nuotiolla istuskelun vähentämistä” sekä koulutuksen painottumista aihealueisiin, jotka vaikuttavat nimenomaan korjuutyön tuottavuuteen. Uusien kuljettajien koulutuksen tehostaminen korreloi voimakkaasti ($p<0,01$) sekä kuljettajaksi opiskelevien huolellisen valinnan että työssäoppimisen laajentamisen kanssa.

Neljänneksi merkittävimiksi tehostamiskeinoiksi vastaajat nostivat koneiden käyttöasteen lisäämisen (keskiarvo 4,3 ja keskihajonta 0,95) sekä kuljettajaksi opiskelevien huolellisen valinnan. Puunkorjuuyrittäjät näkivät jälkimmäisen kaikkein merkittävimänä tehostamiskeinona nuorten metsien ainespuun korjuun kannalta (keskiarvo 4,9 ja keskihajonta 0,32). Heidän mielipiteensä erosi tilastollisesti merkitsevästi kone- ja laitevalmistajien ($3,9/p<0,05$) sekä eritoten tutkijoiden ($3,3/p<0,01$) ja puunhankintaorganisaatioiden edustajien ($4,2/p<0,01$) mielipiteistä. Lisäksi puunhankintaorganisaatioiden edustajien näkemys poikkesi tilastollisesti merkitsevästi tutkijoiden ($p<0,05$) näkemyksestä. Tutkijat pitivät kuljettajaksi opiskelevien huolellista valintaa vain kohtalaisen merkittävänä tehostamiskeinona (keskiarvo 3,3 ja keskihajonta 1,06). Kuljettajaksi opiskelevien huolellinen valinta korreloi positiivisesti ($p<0,01$) työssäoppimisen laajentamisen kanssa. Vastaajat näkivät tärkeänä, että tulevaisuudessa kuljettajaksi opiskelemaan voidaan valita väkeä, jotka todella jäävät alalle. Monet vastaajat totesivatkin koulunpenkillä istuvan tästä syystä runsaasti väärää opiskelija-ainesta.

Kuudenneksi merkittävimiksi tehostamiskeinoiksi vastaajat nostivat hakkuutekniikan ja työtapojen kehittämisen (keskiarvo 3,95 ja keskihajonta 0,88) sekä konetekniikan kehittämisen (keskiarvo 3,95 ja keskihajonta 0,71). Näistä kahdesta tehostamiskeinosta vastaajaryhmät

olivat hyvin yksimielisiä, sillä molemmissa tehostamiskeinoissa vastaajaryhmien vastaukset vaihtelivat ainoastaan 3,7:n ja 4,1:n välillä.

Kahdeksanneksi merkittävimpänä tehostamiskeinona vastaajat pitivät korjattavien leimikoiden huolellista valintaa (keskiarvo 3,93 ja keskihajonta 1,0). Korjattavien leimikoiden huolellinen valinta korreloi voimakkaasti ($p < 0,01$) sekä uusien kuljettajien koulutuksen tehostamisen kuin myös kuljettajaksi opiskelevien huolellisen valinnan ja työssäoppimisen laajentamisen kanssa. Tämän perusteella voidaan nähdä taitavan ja kokeneen kuljettajan osaan puunkorjuun myös hankalilla leimikoilla, toisin kuin taitotasoltaan heikomman kuljettajan, jolle leimikon valinnalla on suuri merkitys.

Yhdeksänneksi merkittävimmäksi tehostamiskeinoksi vastaajat nostivat työssäoppimisen laajentamisen (keskiarvo 3,9 ja keskihajonta 0,87). Tästä tehostamiskeinosta vastaajaryhmät olivat hyvin yksimielisiä ja vastaajaryhmien vastaukset vaihtelivatkin vain 3,7:n ja 4,2:n välillä. Monet yrittäjät kuitenkin totesivat työssäoppijoiden tulevan yrittäjälle kalliiksi. Tämä puolestaan vähentää yrittäjien halukkuutta ottaa opiskelijoita itselle koulutettaviksi, vaikka lopputuloksena olisikin osaava metsäkoneenkuljettaja.

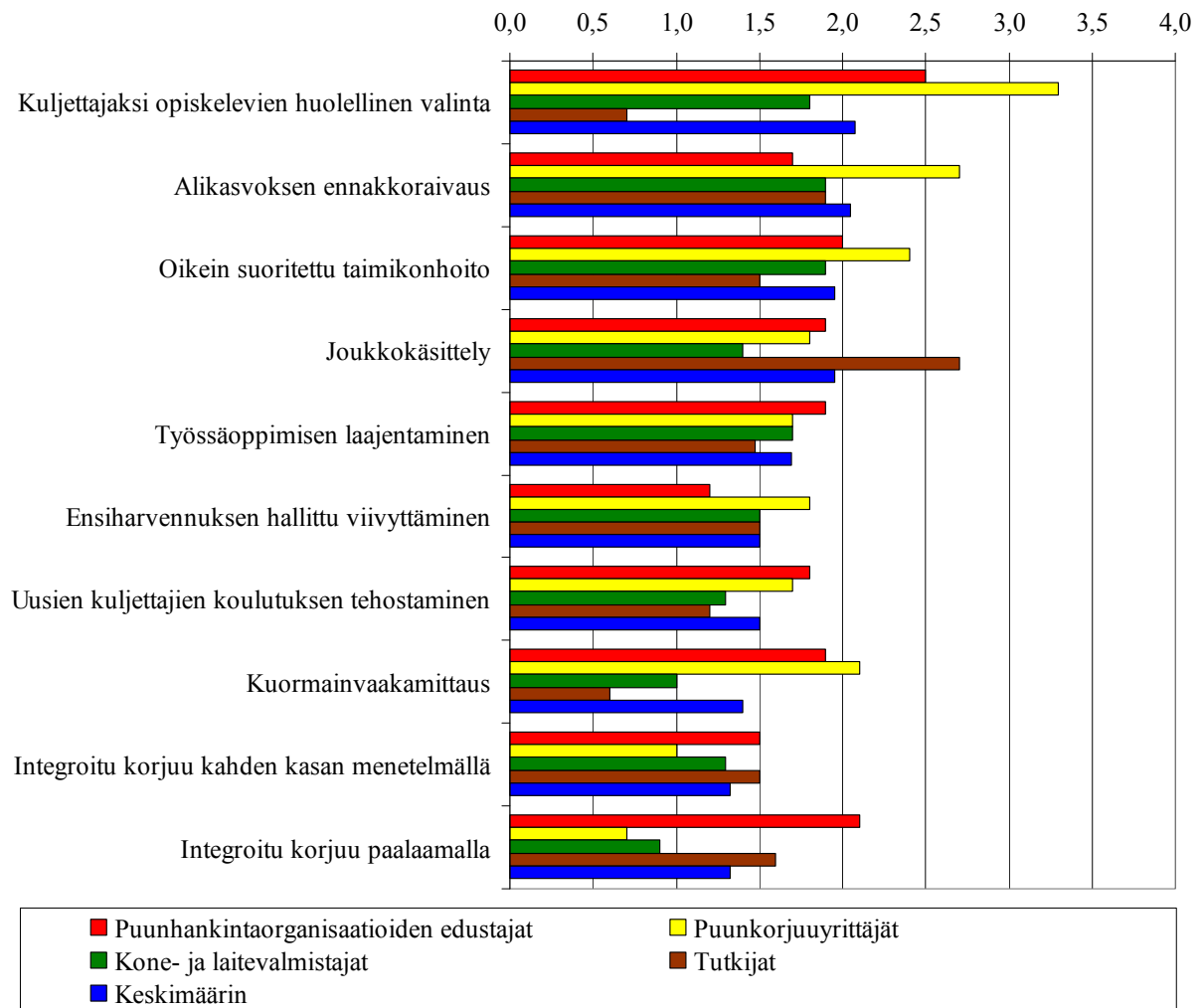
Kymmenenneksi merkittävimpänä tehostamiskeinona vastaajat pitivät joukkokäsittelyä (keskiarvo 3,85 ja keskihajonta 1,08). Tutkijat nostivat joukkokäsittelyn kaikkein merkittävimmäksi tehostamiskeinoksi nuorten metsien ainespuun korjuun kustannustehokkuuden kannalta (keskiarvo 4,6 ja keskihajonta 0,95). Kone- ja laitevalmistajat pitivät sitä kuitenkin vain kohdallaisena tehostamiskeinona (keskiarvo 3,4 ja keskihajonta 1,26). Tutkijoiden näkemys erosi tilastollisesti merkitsevästi niin kone- ja laitevalmistajien ($3,4/p < 0,05$) kuin myös puunhankintaorganisaatioiden edustajien ($3,5/p < 0,05$) näkemyksistä. Joukkokäsittely nähtiin tulevaisuuden menetelmänä, mutta siinä todettiin olevan vielä kehitettävää esimerkiksi mittauksessa ja karsinnassa. Joukkokäsittely ei kuitenkaan korreloinut vastauksissa kuormainvakaamittauksen kanssa, kuten olisi voinut olettaa.

Näiden lueteltujen kymmenen tehostamiskeinon lisäksi yksittäisistä vastaajaryhmistä puunhankintaorganisaatioiden edustajat painottivat myös automatisoinnin lisäämisen merkitystä (keskiarvo 4,0 ja keskihajonta 0,67). Puunkorjuuyrittäjät puolestaan pitivät merkittävinä tehostamiskeinoina puutavaralajien lukumäärän vähentämistä (keskiarvo 4,5 ja keskihajonta 0,53), leimikkokeskittymien muodostamista (keskiarvo 4,2 ja keskihajonta 0,79), korjuuyrittäjien leimikkovarantojen suurentamista (keskiarvo 4,1 ja keskihajonta 0,88) sekä kuormain-

vaakamittausta (keskiarvo 4,0 ja keskihajonta 1,05). Puunkorjuuyrittäjät nostivat puutavaralajien lukumäärän vähentämisen jopa erittäin merkittäväksi tehostamiskeinoksi nuorten metsien ainespuun korjuussa. He toivoivat ensiharvennukselta korjattavan mahdollisuuksien mukaan vain yhtä puutavaralajia, varsinkin jos yksittäisten puutavaralajien kertymät jäävät alhaisiksi.

3.3.2 Ainespuun korjuun tehostamiskeinojen lisäyspotentiaali

Tässä luvussa käsitellään kymmenen kaikkein korkeimman lisäyspotentiaalinsa saanutta tehostamiskeinoa nuorten metsien ainespuun korjuussa. Kaikkien vastaajaryhmien keskiarvona eri ainespuun korjuun tehostamiskeinojen kustannustehokkuuden lisäyspotentiaalit saivat arvoja 2,08:n ja -0,85:n välillä. Kärkikymmenikköön yltäneiden tehostamiskeinojen lisäyspotentiaalit yksittäisten vastaajaryhmien sekä kaikkien vastaajien keskiarvona on esitetty kuvassa 6. Kaikkien 29 ainespuun korjuun tehostamiskeinon merkitys, nykykäyttö ja lisäyspotentiaali on esitetty liitteessä 6.



Kuva 6. Kymmenen korkeimman lisäyspotentiaalin saanutta tehostamiskeinoa nuorten metsien ainespuun korjuussa. Tehostamiskeinojen lisäyspotentiaalit yksittäisten vastaajaryhmien sekä kaikkien vastaajien mukaan. Lukuarvojen asteikko: 0 = ”Ei lisäyspotentiaalia”... 4 = ”Suuri lisäyspotentiaali”.

Kaikkein suurin kustannustehokkuuden lisäyspotentiaali on kaikkien vastaajien keskiarvon perusteella kuljettajaksi opiskelevien huolellisella valinnalla (lisäyspotentiaali 2,08). Ongelmana tällä hetkellä on kuitenkin se, ettei hakijoita ole riittävästi. Tämän seurauksena joudutaan usein ottamaan koulutukseen lähes kaikki halukkaat. Vastaajaryhmät olivat hyvin eri linjoilla tämän tehostamiskeinon kohdalla. Puunkorjuuyrittäjien näkemys (lisäyspotentiaali 3,3) tämän tehostamiskeinon lisäyspotentiaalista erosi tilastollisesti merkitsevästi kone- ja laitevalmistajien ($1,8/p < 0,05$) sekä eritoten tutkijoiden ($0,7/p < 0,01$) näkemyksestä. Lisäksi myös puunhankintaorganisaatioiden edustajien ($2,5/p < 0,05$) näkemys erosi tilastollisesti merkitsevästi tutkijoiden näkemyksestä.

Toiseksi eniten nuorten metsien ainespuun korjuun kustannustehokkuutta voidaan vastaajien mielestä edelleen parantaa alikasvoksen ennakkoraivauksella (lisäyspotentiaali 2,05). Etenkin

puunkorjuuyrittäjät näkevät tässä vielä merkittävää tehostamisen mahdollisuutta (lisäyspotentiaali 2,7).

Kolmanneksi eniten kustannustehokkuutta voidaan vastaajien mukaan parantaa oikein suoritella taimikonhoidolla (lisäyspotentiaali 1,95) sekä joukkokäsittelyllä (lisäyspotentiaali 1,95). Etenkin tutkijat näkivät joukkokäsittelyssä olevan merkittävät mahdollisuudet kustannustehokkuuden parantamiseen (lisäyspotentiaali 2,7). Heidän näkemyksensä erosi tilastollisesti merkitsevästi kone- ja laitevalmistajien (1,4/ $p < 0,05$) näkemyksestä. Oikein suoritettun taimikonhoidon lisäyspotentiaali korreloi voimakkaasti ($p < 0,01$) vastauksissa alikasvoksen ennakoraivauksen lisäyspotentiaalinsa kanssa.

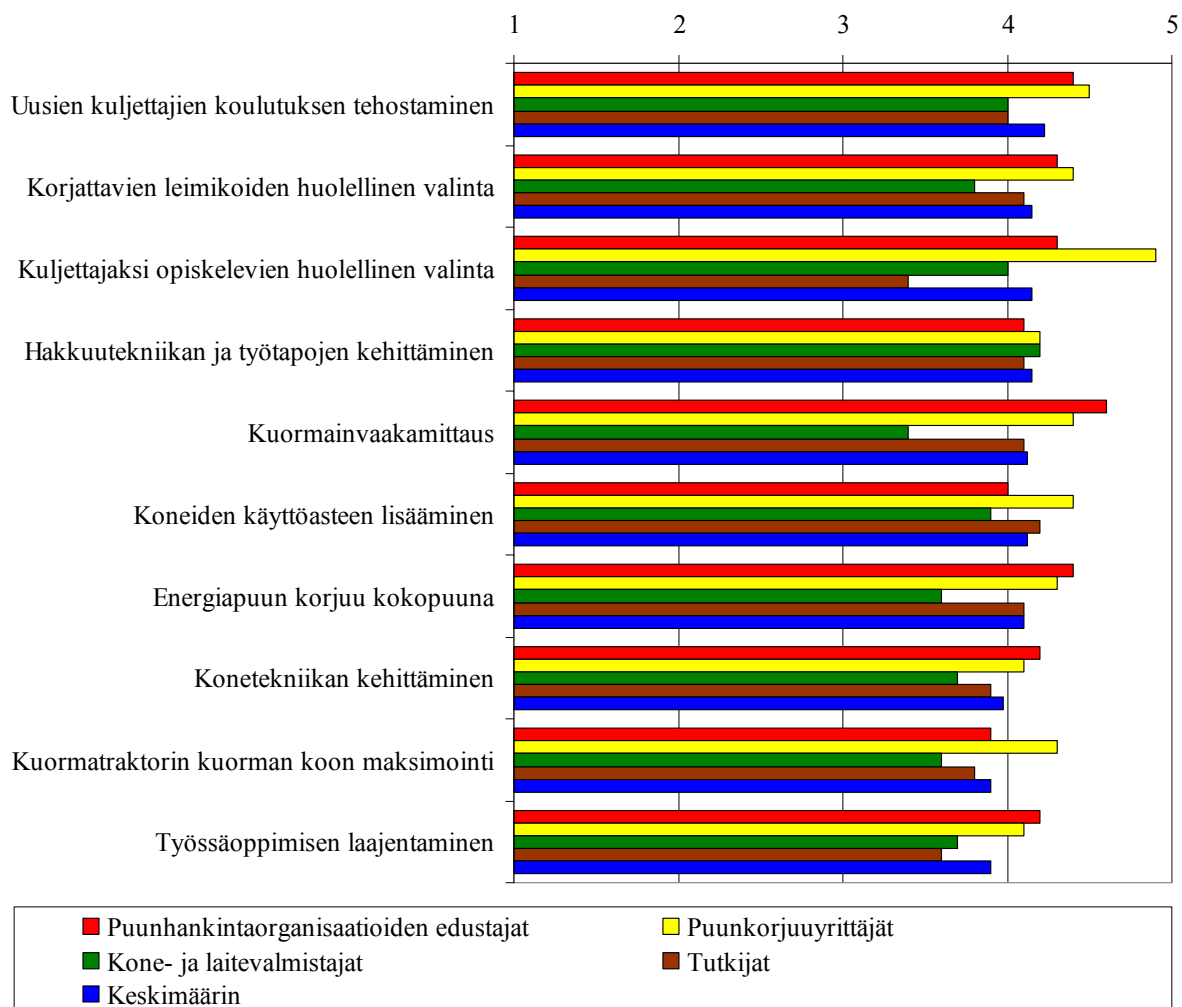
Viidenneksi potentiaalisimpana tehostamiskeinona vastaajat pitivät työssäoppimisen laajentamista (lisäyspotentiaali 1,69). Kuudenneksi korkein lisäyspotentiaali oli puolestaan ensiharvennuksen hallitulla viivyttämisellä (lisäyspotentiaali 1,5) ja uusien kuljettajien koulutuksen tehostamisella (lisäyspotentiaali 1,5). Näiden kolmen tehostamiskeinon lisäyspotentiaalista vastaajaryhmät olivat hyvin samoilla linjoilla, eikä vastaajaryhmien vastausten välillä ollut suurta vaihtelua.

Kahdeksanneksi korkeimman lisäyspotentiaalinsa arvon sai kuormainvaakamittaus (lisäyspotentiaali 1,4). Eritoten puunkorjuuyrittäjät näkivät kuormainvaakamittauksessa (lisäyspotentiaali 2,1) merkittävän kustannustehokkuuden lisäyspotentiaalinsa, kun vastaavasti tutkijat eivät pitäneet sitä kovinkaan potentiaalisena tehostamiskeinona (lisäyspotentiaali 0,6).

Viimeiset kaksi kärkikymmenikköön yltänyttä tehostamiskeinoa ainespuun korjuussa olivat integroitu korjuu kahden kasan menetelmällä (lisäyspotentiaali 1,33) sekä integroitu korjuu paalaamalla (lisäyspotentiaali 1,33). Etenkin puunhankintaorganisaatioiden edustajat (lisäyspotentiaali 2,1) pitivät integroitua korjuuta paalaamalla potentiaalisena kustannustehokkuuden parantamiskeinona. Kone- ja laitevalmistajat (lisäyspotentiaali 0,9) sekä puunkorjuuyrittäjät (lisäyspotentiaali 0,7) suhtautuivat paalaukseen puolestaan huomattavasti epäilevämmiin. Puunkorjuuyrittäjien näkemys paalauksesta erosi tilastollisesti merkitsevästi puunhankintaorganisaatioiden edustajien (2,1/ $p < 0,05$) sekä tutkijoiden (1,6/ $p < 0,05$) näkemyksestä. Integroidun korjuun paalaamalla saama korkea lisäyspotentiaalinsa arvo johtuu pitkälti siitä, että pienpuun paalausta tehdään nykyisin vasta vain yhdellä kokopuupaalaimella.

3.3.3 Energiapuun korjuun tehostamiskeinot

Tässä luvussa käsitellään kaikkien vastaajien keskiarvona kymmenen merkittävintä tehostamiskeinoa nuorten metsien energiapuun korjuun kustannustehokkuuden kannalta. Kuvassa 7 on sekä eri vastaajaryhmien että kaikkien vastaajien mielipiteet näistä kymmenestä tehostamiskeinosta. Yksittäisten vastaajaryhmien sekä kaikkien vastaajien mielipiteet jokaisesta 32 energiapuun korjuun tehostamiskeinosta on esitetty liitteessä 5.



Kuva 7. Nuorten metsien energiapuun korjuun kymmenen kustannustehokkuuden kannalta merkittävintä tehostamiskeinoa. Vastaajaryhmien sekä kaikkien vastaajien keskiarvot. Vastausvaihtoehtojen ääripäät: 1 = ”Ei lainkaan merkittävä” ja 5 = ”Erittäin merkittävä”.

Kaikkein merkittävimmäksi tehostamiskeinoksi nuorten metsien energiapuun korjuun kustannustehokkuuden kannalta vastaajat nostivat uusien kuljettajien koulutuksen tehostamisen (keskiarvo 4,23 ja keskihajonta 0,66). Vastaajaryhmät olivat hyvin samoilla linjoilla tämän tehostamiskeinon kohdalla ja eri vastaajaryhmien vastaukset vaihtelivatkin vain 4,0:n ja 4,5:n välillä. Kuten ainespuun korjuussa, myös energiapuun korjuussa uusien kuljettajien koulutuk-

sen tehostaminen korreloi voimakkaasti ($p < 0,01$) sekä kuljettajaksi opiskelevien huolellisen valinnan että työssäoppimisen laajentamisen kanssa. Monien vastaajien mukaan energiapuun korjuutekniikan opettamisen on oltava osa uusien kuljettajien koulutusta, sillä energiapuun korjuumäärät kasvavat merkittävästi tulevaisuudessa.

Toiseksi merkittävimmitksi vastaajat nostivat kolme eri tehostamiskeinoa. Ensimmäisenä näistä oli korjattavien leimikoiden huolellinen valinta (keskiarvo 4,15 ja keskihajonta 0,89). Kuten ainespuun, myös energiapuun korjuussa korjattavien leimikoiden huolellinen valinta korreloi voimakkaasti ($p < 0,01$) uusien kuljettajien koulutuksen tehostamisen ja kuljettajaksi opiskelevien huolellisen valinnan kanssa. Toinen näistä kolmesta tehostamiskeinosta oli kuljettajaksi opiskelevien huolellinen valinta (keskiarvo 4,15 ja keskihajonta 1,0), joka korreloi aiemmin mainittujen tehostamiskeinojen lisäksi voimakkaasti ($p < 0,01$) työssäoppimisen laajentamisen kanssa. Puunkorjuuyrittäjät nostivat kuljettajaksi opiskelevien huolellisen valinnan (keskiarvo 4,9 ja keskihajonta 0,32) kaikkein merkittävimmäksi tehostamiskeinoksi, kun puolestaan tutkijat näkivät sen vain kohtalaisen merkittävänä tehostamiskeinona (keskiarvo 3,4 ja keskihajonta 1,17). Puunkorjuuyrittäjien näkemys erosikin tilastollisesti merkittävästi eritoten tutkijoiden (3,4/ $p < 0,01$), mutta myös puunhankintaorganisaatioiden (4,3/ $p < 0,05$) ja kone- ja laitevalmistajien (4,0/ $p < 0,05$) näkemyksistä. Kolmantena puolestaan oli hakkuutekniikan ja työtapojen kehittäminen (keskiarvo 4,15 ja keskihajonta 0,77). Kone- ja laitevalmistajat nostivat tämän kaikkein merkittävimmäksi tehostamiskeinoksi nuorten metsien energiapuun korjuun kustannustehokkuuden kannalta (keskiarvo 4,2 ja keskihajonta 0,63). Hakkuutekniikan ja työtapojen kehittämisen osalta vastaajaryhmät olivat myös lähes yksimielisiä, sillä ryhmien vastaukset vaihtelivat ainoastaan 4,1:n ja 4,2:n välillä.

Viidenneksi merkittävimmitksi tehostamiskeinoiksi vastaajat nostivat puolestaan kuormainvaakamittauksen (keskiarvo 4,13 ja keskihajonta 1,09) sekä koneiden käyttöasteen lisäämisen (keskiarvo 4,13 ja keskihajonta 0,82). Puunhankintaorganisaatioiden edustajat näkivät kuormainvaakamittauksen kaikkein merkittävimpänä tehostamiskeinona nuorten metsien energiapuun korjuun kustannustehokkuuden kannalta (keskiarvo 4,6 ja keskihajonta 0,7). Kone- ja laitevalmistajat olivat tästä kuitenkin hyvin eri mieltä, sillä he pitivät kuormainvaakamittauksista ainoastaan kohtalaisen merkittävänä tehostamiskeinona (keskiarvo 3,4 ja keskihajonta 1,58). Kuormainvaakamittaus korreloi voimakkaasti ($p < 0,01$) energiapuun kokopuuna korjuun kanssa. Kuormainvaakamittauksen etuna nähtiin sen tarkkuus verrattuna muihin vaihtoehtoisin mittausmenetelmiin. Lisäksi energiapuun massan ollessa maksuperusteena, puunkorjuuyrittäjät saavat tilin nopeasti korjuun jälkeen. Tutkijat puolestaan nostivat koneiden käyttöasteen

lisäämisen kaikkein merkittävimäksi tehostamiskeinoksi (keskiarvo 4,2 ja keskihajonta 0,79). Vastaajat näkivät, että energiapuun korjuu nuorista metsistä pitäisi olla ympärivuotista. Tällöin sekä koneiden että kuljettajien työllistäminen onnistuisi tehokkaasti.

Seitsemänneksi merkittävimänä tehostamiskeinona vastaajat pitivät energiapuun korjuuta kokopuuna (keskiarvo 4,1 ja keskihajonta 0,9). Kun kokopuuna korjuuta verrataan vaihtoehtoiseen energiapuun korjuuseen karsittuna rankapuuna (keskiarvo 2,7 ja keskihajonta 1,26), nähdään vastaajien suhtautuvan kokopuuna korjuuseen huomattavasti positiivisemmin. Kokopuuna korjuu korreloi voimakkaasti ($p < 0,01$) korjureiden käytön lisäämisen sekä joukkokäsittelyn kaato-kasauslaitteilla kanssa. Muutamit vastaajat totesivatkin korjureiden olevan energiapuun kokopuuna korjuussa hyvin varteenotettava ja kilpailukykyinen työmuoto.

Kahdeksanneksi merkittävimänä tehostamiskeinona vastaajat pitivät konetekniikan kehittämistä (keskiarvo 3,98 ja keskihajonta 0,8). Tämän tehostamiskeinon kohdalla vastaajaryhmät olivat samoilla linjoilla. Vastaajaryhmien vastaukset vaihtelivat vain 3,7:n ja 4,2:n välillä.

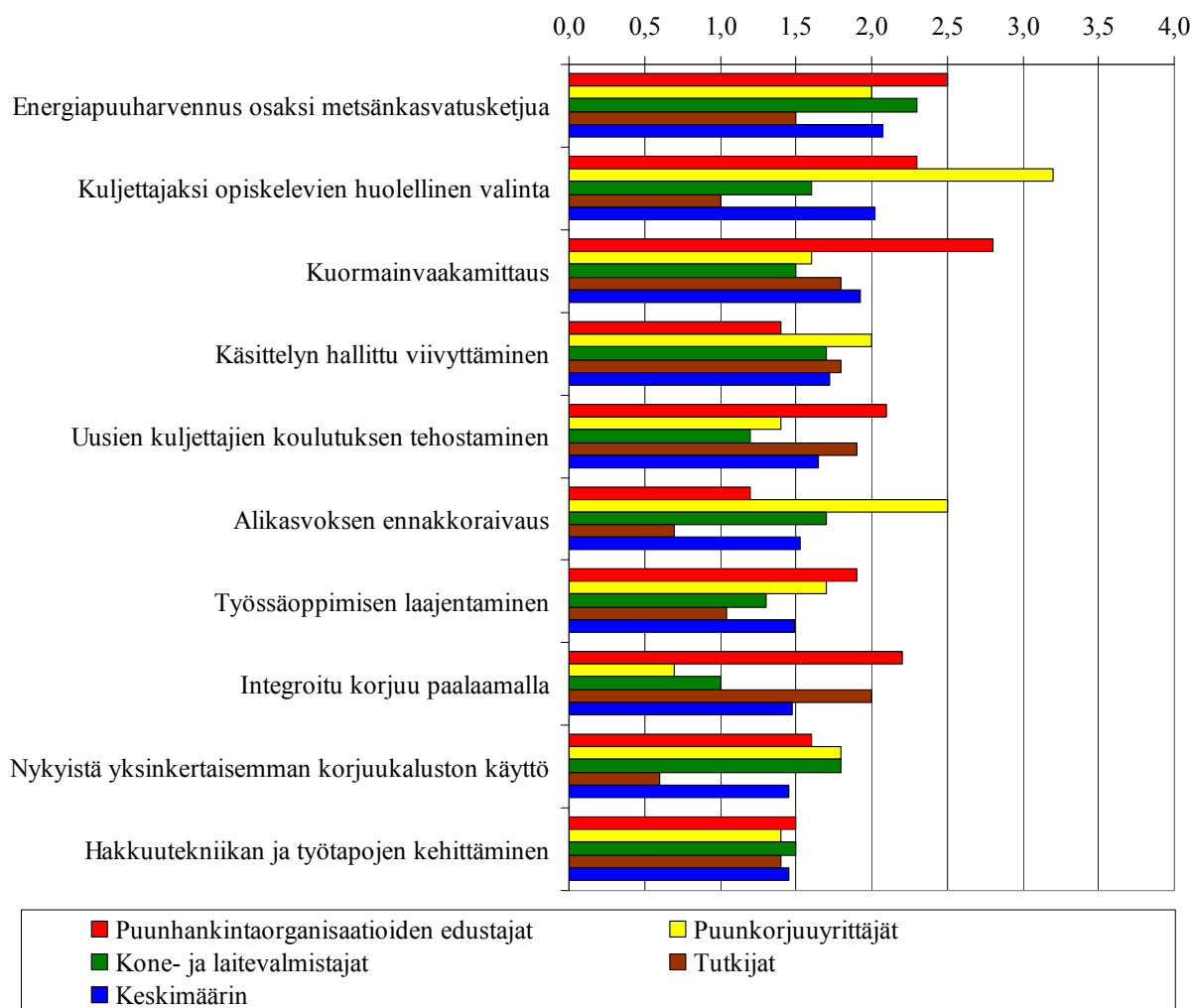
Kaksi viimeistä merkittävimään kymmenikköön kuuluvaa tehostamiskeinoa olivat kuorma-tractorin kuorman koon maksimointi (keskiarvo 3,9 ja keskihajonta 0,93) sekä työssäoppimisen laajentaminen (keskiarvo 3,9 ja keskihajonta 0,9). Kuorman koon maksimoinnin avulla vastaajat totesivat pystyttävän tehostamaan erityisesti kokopuun metsäkuljetusta.

Edellä lueteltujen kymmenen tehostamiskeinon lisäksi yksittäisistä vastaajaryhmistä puunhankintaorganisaatioiden edustajat painottivat myös joukkokäsittelyä kaato-kasauslaitteilla (keskiarvo 4,2 ja keskihajonta 0,63), energiapuuharvennuksen yhdistämistä osaksi suunniteltua metsänkasvatusketjua (keskiarvo 4,1 ja keskihajonta 1,2), kaadettavien puiden huolellista valintaa (keskiarvo 4,1 ja keskihajonta 0,74) sekä automatisoinnin lisäämistä (keskiarvo 4,0 ja keskihajonta 0,67). Puunkorjuuyrittäjät puolestaan korostivat oikein suoritettua taimikonhoitoa (keskiarvo 4,4 ja keskihajonta 0,97), leimikkokeskittymien muodostamista (keskiarvo 4,3 ja keskihajonta 0,67), eri toimijoiden välistä tiivistä yhteistyötä (keskiarvo 4,2 ja keskihajonta 1,03), alikasvoksen ennakkoiraivausta (keskiarvo 4,2 ja keskihajonta 1,14), käsittelyn hallittua viivyttämistä (keskiarvo 4,1 ja keskihajonta 0,74) sekä korjuuyrittäjien leimikkovarantojen suurentamista (keskiarvo 4,1 ja keskihajonta 0,99). Kone- ja laitevalmistajat painottivat tahollaan energiapuunharvennuksen yhdistämistä osaksi suunniteltua metsänkasvatusketjua (keskiarvo 4,1 ja keskihajonta 0,88). Tutkijat puolestaan pitivät merkittävänä joukkokäsittelyä kaato-kasauslaitteilla (keskiarvo 4,1 ja keskihajonta 0,88), joukkokäsittelyä rulla- tai telasyöt-

töisillä hakkuulaitteilla (keskiarvo 4,0 ja keskihajonta 0,94) sekä integroitua korjuuta kahden kasan menetelmällä (keskiarvo 4,0 ja keskihajonta 0,94).

3.3.4 Energiapuun korjuun tehostamiskeinojen lisäyspotentiaali

Tässä luvussa käsitellään kymmenen kaikkein korkeimman lisäyspotentiaalın saanutta tehostamiskeinoa nuorten metsien energiapuun korjuussa. Kaikkien vastaajaryhmien keskiarvona, eri energiapuun korjuun tehostamiskeinojen kustannustehokkuuden lisäyspotentiaalit saivat arvoja 2,08:n ja -0,15:n välillä. Kärkikymmenikköön yltäneiden tehostamiskeinojen lisäyspotentiaalit yksittäisten vastaajaryhmien sekä kaikkien vastaajien keskiarvona on esitetty kuvassa 8. Kaikkien 33 energiapuun korjuun tehostamiskeinon merkitys, nykykäyttö ja lisäyspotentiaali on esitetty liitteessä 7.



Kuva 8. Kymmenen korkeimman lisäyspotentiaalın saanutta tehostamiskeinoa nuorten metsien energiapuun korjuussa. Tehostamiskeinojen lisäyspotentiaalit yksittäisten vastaajaryhmien sekä kaikkien vastaajien mukaan. Lukuarvojen asteikko: 0 = ”Ei lisäyspotentiaalia”... 4 = ”Suuri lisäyspotentiaali”.

Kaikkein suurin kustannustehokkuuden lisäyspotentiaali on vastaajien keskiarvon perusteella energiapuuharvennuksen yhdistämisellä osaksi suunniteltua metsänkasvatusketjua (lisäyspotentiaali 2,08). Useat vastaajat kuitenkin totesivat tällä hetkellä olevan riittävästi energiapuuharvennuskohteita ilman suunniteltua kasvattamistakin.

Toiseksi eniten nuorten metsien energiapuun korjuun kustannustehokkuutta voidaan vastaajien mukaan parantaa kuljettajaksi opiskelevien huolellisella valinnalla (lisäyspotentiaali 2,03). Vastaajaryhmät olivat kuitenkin hyvin eri linjoilla tämän tehostamiskeinon kohdalla. Puunkorjuuyrittäjien näkemys (lisäyspotentiaali 3,2) erosi tilastollisesti hyvin merkittävästi sekä tutkijoiden ($1,0/p<0,01$) että kone- ja laitevalmistajien ($1,6/p<0,01$) näkemyksestä.

Kolmanneksi eniten kustannustehokkuutta voidaan edelleen parantaa kuormainvaakamittauksella (lisäyspotentiaali 1,93), jota erityisesti puunhankintaorganisaatioiden edustajat (lisäyspotentiaali 2,8) pitivät potentiaalisena tehostamiskeinona. Heidän näkemyksensä erosi kuitenkin tilastollisesti merkitsevästi kone- ja laitevalmistajien ($1,5/p<0,05$), tutkijoiden ($1,8/p<0,05$) sekä erityisesti puunkorjuuyrittäjien ($1,6/p<0,01$) näkemyksestä.

Neljänneksi korkeimman lisäyspotentiaalın vastaajat antoivat käsittelyn hallitulle viivyttämiselle (lisäyspotentiaali 1,73). Vastaajat totesivat hallitun viivyttämisen vaativan oikein toteutettua taimikonhoitoa, sillä liian tiheänä kasvava nuori metsä järeytyy erittäin hitaasti.

Viidenneksi potentiaalisimpana tehostamiskeinona vastaajat näkivät uusien kuljettajien koulutuksen tehostamisen (lisäyspotentiaali 1,65). Puunhankintaorganisaatioiden edustajien (lisäyspotentiaali 2,1) ja kone- ja laitevalmistajien (lisäyspotentiaali 1,2) näkemykset erosivat tämän tehostamiskeinon lisäyspotentiaalın kohdalla tilastollisesti merkitsevästi ($p<0,05$) toisistaan.

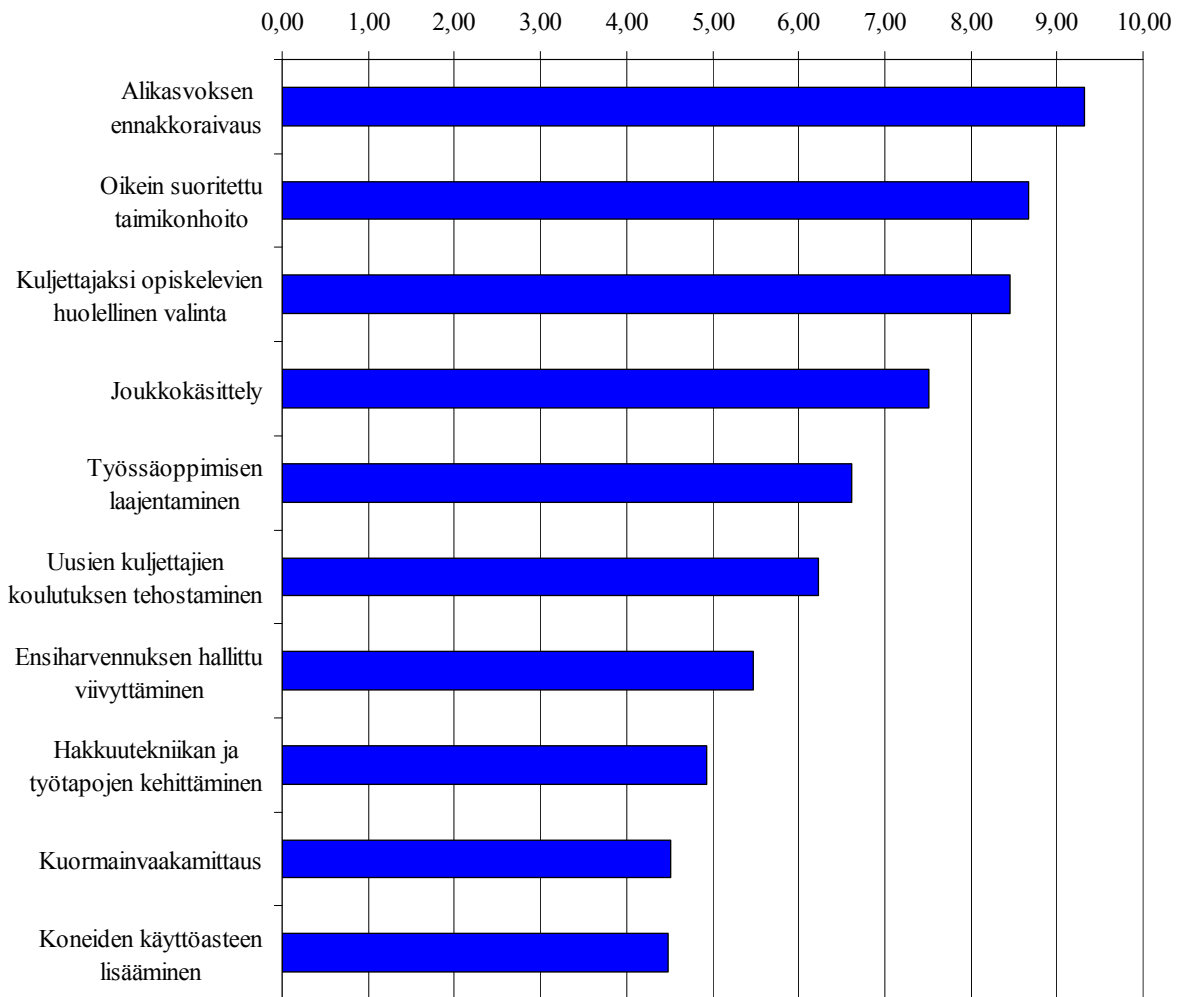
Kuudenneksi potentiaalisimmaksi tehostamiskeinoksi energiapuun korjuun kustannustehokkuuden kannalta vastaajat nostivat alikasvoksen ennakkoraivauksen (lisäyspotentiaali 1,53). Tämän tehostamiskeinon osalla tutkijat (lisäyspotentiaali 0,7) ja eritoten puunkorjuuyrittäjät (lisäyspotentiaali 2,5) olivat hyvin eri linjoilla. Heidän näkemyksensä erosivat myös tilastollisesti merkitsevästi ($p<0,05$) toisistaan. Puunkorjuuyrittäjät totesivat alikasvoksen ennakkoraivauksen olevan hyvä tehostamiskeino ensiharvennusten lisäksi myös energiapuuharvennuksissa. Pieniä alikasvosrunkoja ei ole heidän mukaansa järkevää korjata energiapuuksi hakkuun tuottavuuden alenemisen takia.

Seitsemänneksi eniten lisäyspotentiaalia vastaajat näkivät työssäoppimisen laajentamisessa (lisäyspotentiaali 1,49). Kahdeksanneksi potentiaalisimmaksi tehostamiskeinoksi nousi puolestaan integroitu korjuu paalaamalla (lisäyspotentiaali 1,48). Integroidun korjuun paalaamalla saama korkea lisäyspotentiaali arvo johtuu pitkälti siitä, että pienpuun paalausta tehdään tällä hetkellä vasta yhdellä koneyksiköllä. Tämän tehostamiskeinon lisäyspotentiaalista eri vastaajaryhmät olivat myös hyvin eri linjoilla. Puunhankintaorganisaatioiden (lisäyspotentiaali 2,2) edustajien näkemys erosi tilastollisesti merkitsevästi sekä puunkorjuuyrittäjien ($0,7/p<0,05$) että kone- ja laitevalmistajien ($1,0/p<0,05$) näkemyksestä. Myös tutkijoiden (lisäyspotentiaali 2,0) vastaukset erosivat tilastollisesti merkittävästi erityisesti puunkorjuuyrittäjien ($0,7/p<0,01$), mutta myös kone- ja laitevalmistajien ($1,0/p<0,05$) vastauksista.

Viimeiset kärkikymmenikköön lisäyspotentiaalissa yltäneet tehostamiskeinot olivat nykyistä yksinkertaisemman korjuukaluston käyttö (lisäyspotentiaali 1,45) sekä hakkuutekniikan ja työtapojen kehittäminen (lisäyspotentiaali 1,45). Toisin kuin muut vastaajaryhmät tutkijat (lisäyspotentiaali 0,6) näkivät nykyistä yksinkertaisemman korjuukaluston käytössä vain vähän potentiaalia energiapuun korjuun tehostamisessa. Monet vastaajat totesivat nykyisten modernien hakkuukoneiden olevan täynnä tekniikkaa ja ominaisuuksia, joita ei tarvita energiapuuharvennuksissa.

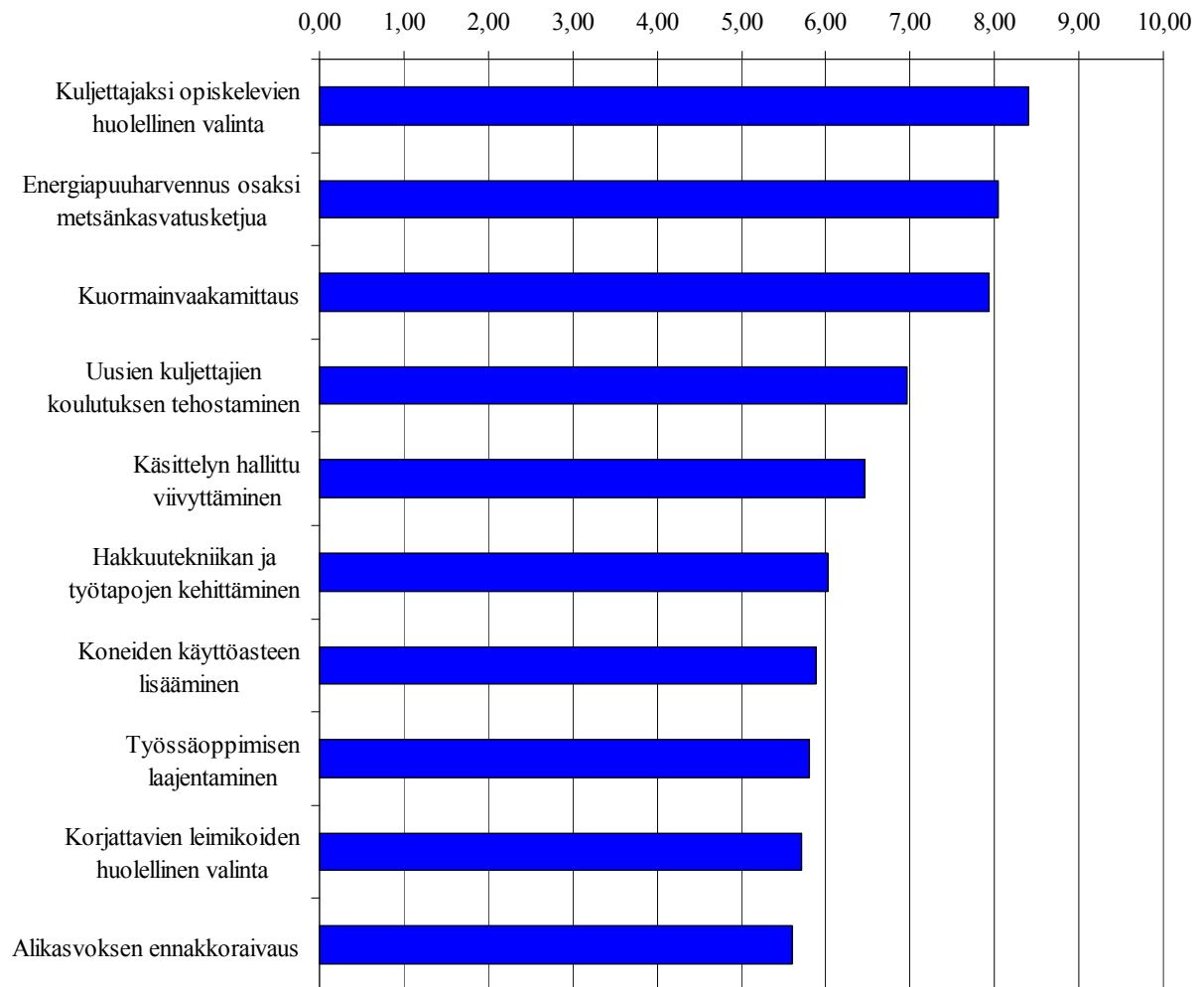
3.3.5 Tärkeimmät tehostamiskeinot nuorten metsien puunkorjuussa

Tässä tutkimuksessa aines- ja energiapuun korjuun tehostamiskeinot asetetaan lopulliseen tärkeysjärjestykseen niiden merkityksen ja lisäyspotentiaalini yhteisvaikutuksen perusteella. Yhteisvaikutus on laskettu kertomalla tehostamiskeinon merkityksestä ja lisäyspotentiaalista saamat arvot keskenään. Koska vastaajaryhmät arvottavat eri tehostamiskeinoja eri tavoin, on tässä laskelmassa käytetty ainoastaan kaikkien vastaajien keskiarvoa. Kuvassa 9 on esitetty ainespuun ja kuvassa 10 energiapuun korjuun kymmenen tärkeysjärjestyksessä parasta tehostamiskeinoa. Kaikki tutkimuksessa mukana olleet tehostamiskeinot on esitetty tärkeysjärjestyksessä ainespuun osalta liitteessä 8 ja energiapuun osalta liitteessä 9.



Kuva 9. Ainespuun korjuun kymmenen tärkeintä tehostamiskeinoa asetettuna järjestykseen niiden merkittävyyden ja lisäyspotentiaalın yhteisvaikutuksen perusteella.

Edellä esitetyllä tavalla laskettuna tärkeimmät tehostamiskeinot nuorten metsien ainespuun korjuun kustannustehokkuuden kannalta ovat alikasvoksen ennakkoraivaus (9,33), oikein suoritettu taimikonhoito (8,68), kuljettajaksi opiskelevien huolellinen valinta (8,46), puun joukkokäsittely (7,51), työssäoppimisen laajentaminen (6,61), uusien kuljettajien koulutuksen tehostaminen (6,23), ensiharvennuksen hallittu viivyttäminen (5,48), hakkuutekniikan ja työtapojen kehittäminen (4,94), kuormainvaakamittaus (4,52) sekä koneiden käyttöasteen lisääminen (4,48).



Kuva 10. Energiapuun korjuun kymmenen tärkeintä tehostamiskeinoa asetettuna järjestykseen niiden merkittävyyden ja lisäspotentiaalın yhteisvaikutuksen perusteella.

Energiapuun korjuussa tärkeimmät tehostamiskeinot ovat puolestaan kuljettajaksi opiskelevien huolellinen valinta (8,40), energiapuuharvennuksen yhdistäminen osaksi suunniteltua metsänkasvatusketjua (8,04), kuormainvaakamittaus (7,94), uusien kuljettajien koulutuksen tehostaminen (6,97), käsittelyn hallittu viivyttäminen (6,47), hakkuutekniikan ja työtapojen kehittäminen (6,02), koneiden käyttöasteen lisääminen (5,88), työssäoppimisen laajentaminen (5,81), korjattavien leimikoiden huolellinen valinta (5,71) sekä alikasvoksen ennakkoraivaus (5,60).

3.4 Väittämiä ja tulevaisuuden näkymiä

Haastattelulomakkeen viimeisessä osiossa vastaajia pyydettiin kertomaan mielipiteensä joukkoon väittämiä, jotka käsittelivät eri näkökulmista nuorten metsien puunkorjuuta. Mikäli vas-

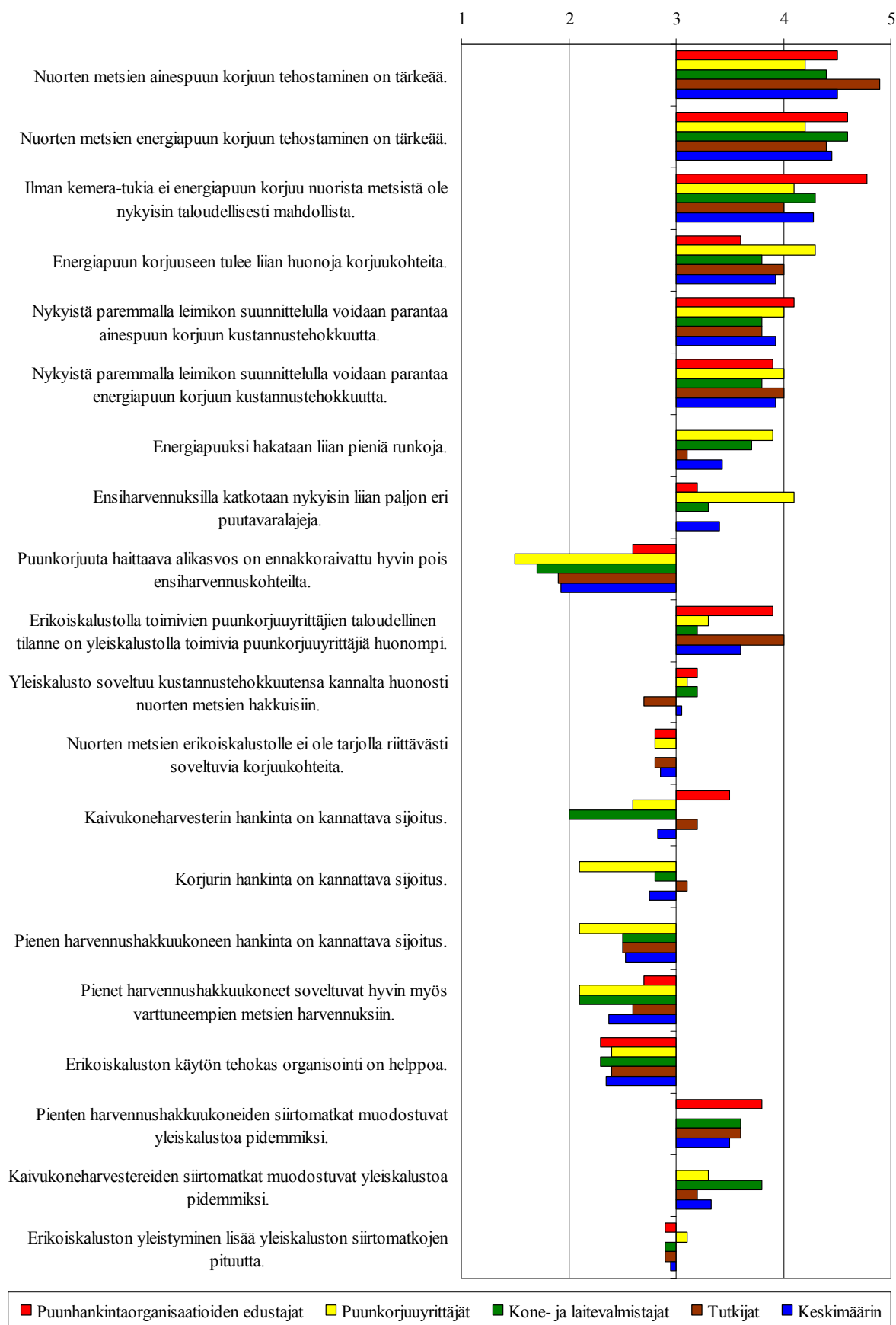
taajaryhmien vastausten välillä havaittiin tilastollisesti merkitsevää eroa, on se mainittu väittämän kohdalla. Myös väittämien välisiä korrelaatioita on esitetty.

Lisäksi vastaajilta kysyttiin haastattelun viimeisessä osiossa, kuinka he uskovat korjuumäärän kehittyvän lähitulevaisuudessa. Tähän osioon kuului myös kolme avointa kysymystä, joiden vastauksista on tehty yhteenveto. Avointen kysymysten kohdalla vastaajaryhmiä ei ole eroteltu, vaan kaikkia vastauksia käsitellään yhtenä joukkona.

3.4.1 Nuorten metsien puunkorjuun nykytila ja tulevaisuus

Vastaajia pyydettiin kertomaan mielipiteensä 28 väittämästä, jotka käsittelivät eri näkökulmista nuorten metsien puunkorjuuta. Väittämistä 20 käsitteli nykytilaa ja loput kahdeksan tulevaisuutta. Jako nykytilaa ja tulevaisuutta käsittelevien väittämien välillä on osin häilyvä ja ne linkittyvätkin vahvasti toisiinsa. Vastausvaihtoehdot väittämiin olivat: 1 = ”Täysin eri mieltä”, 2 = ”Eri mieltä”, 3 = ”En eri, enkä samaa mieltä (neutraali)”, 4 = ”Samaa mieltä” ja 5 = ”Täysin samaa mieltä”.

Vastaajien mielipiteet nuorten metsien puunkorjuun nykytilaa käsitteleviin väittämiin on esitetty kuvassa 11. Vastaukset on esitetty sekä kaikkien vastaajien että yksittäisten vastaajaryhmien keskiarvona.



Kuva 11. Vastaajien mielipiteet esitettiin nuorten metsien puunkorjuun nykytilaa käsitteleviin väittämiin. Vastaajaryhmien sekä kaikkien vastaajien keskiarvot. Vastausvaihtoehtojen ääripäinä olivat: 1 = ”Täysin eri mieltä” ja 5 = ”Täysin samaa mieltä”. Asteikon keskikohtana oli 3 = ”En eri, enkä samaa mieltä (neutraali)”.

Vastaajat olivat yhtä mieltä siitä, että nuorten metsien aines- (keskiarvo 4,5 ja keskihajonta 0,72) ja energiapuun (keskiarvo 4,45 ja keskihajonta 0,71) korjuun tehostaminen on tärkeää, jotta tavoiteltuihin hakkuumääriin voidaan päästä taloudellisesti kannattavasti. Näiden kahden väittämän välillä oli myös voimakas positiivinen korrelaatio ($p < 0,01$). Ainespuun korjuun tehostamisen tärkeydessä vastaajaryhmien välillä oli kuitenkin vaihtelua ja puunkorjuuyrittäjien (keskiarvo 4,2 ja keskihajonta 0,63) ja tutkijoiden (keskiarvo 4,9 ja keskihajonta 0,32) näkemykset erosivatkin tilastollisesti hyvin merkitsevästi ($p < 0,01$) toisistaan.

Kaikkien vastaajien keskiarvona yli arvon neljä pääsi myös väite, ettei energiapuun korjuu nuorista metsistä ole nykyisin taloudellista mahdollista ilman kemera-tukia (keskiarvo 4,28 ja keskihajonta 0,92). Erityisen vahvasti tämän väitteen kannalla olivat puunhankintaorganisaatioiden edustajat (keskiarvo 4,78 ja keskihajonta 0,44), joiden näkemys erosi tilastollisesti merkitsevästi puunkorjuuyrittäjien (4,1/ $p < 0,05$) näkemyksestä.

Vastaajien mukaan energiapuun korjuuseen tulee liian huonoja korjuukohteita (keskiarvo 3,93 ja keskihajonta 0,86). Vastaajista kaikkein vahvimmin tämän väitteen kannalla olivat puunkorjuuyrittäjät (keskiarvo 4,3 ja keskihajonta 0,68).

Vastaajat uskoivat myös, että nykyistä paremmalla leimikon suunnittelulla voidaan parantaa sekä ainespuun (keskiarvo 3,93 ja keskihajonta 0,8) että energiapuun (keskiarvo 3,93 ja keskihajonta 0,76) korjuun kustannustehokkuutta. Näiden kahden väittämän välillä oli myös voimakas positiivinen korrelaatio ($p < 0,01$). Muutama vastaaja totesi, että leimikoiden vaikeustekijöistä voitaisiin kiinnittää enemmän tietoa työohjeisiin. Tällöin eritoten hankalissa olosuhteissa tehtävä puunkorjuu helpottuisi, kun vaikeustekijöihin osattaisiin varautua. Lisäksi muutamat vastaajat olivat huolissaan siitä, ettei ostomiehillä ja suunnittelijoilla ole nykyisin riittävästi aikaa suunnitella leimikoita yhtä hyvin kuin aiemmin.

Vastaajat olivat neutraalilla kannalla siitä, hakataanko energiapuuksi liian pieniä runkoja (keskiarvo 3,43 ja keskihajonta 1,08). Vahvimmin tämän väitteen kannalla olivat puunkorjuuyrittäjät (keskiarvo 3,9 ja keskihajonta 0,88) sekä kone- ja laitevalmistajat (keskiarvo 3,7 ja keskihajonta 1,16). Puunkorjuuyrittäjien vastaukset erosivat tilastollisesti merkitsevästi puunhankintaorganisaatioiden edustajien (3,0/ $p < 0,05$) vastauksista.

Neutraalin kannan vastaajat ottivat myös siihen, katkotaanko ensiharvennuksilla nykyisin liian paljon eri puutavaralajeja (keskiarvo 3,4 ja keskihajonta 1,19). Puunkorjuuyrittäjät olivat kuitenkin hyvin vahvasti tämän väitteen kannalla (keskiarvo 4,1 ja keskihajonta 0,99) ja heidän näkemyksensä erosikin selkeästi muiden ryhmien vastauksista. Puunkorjuuyrittäjien näkemys erosi myös tilastollisesti merkitsevästi tutkijoiden ($3,0/p<0,05$) näkemyksestä.

Vastaajien mielestä puunkorjuuta haittaavaa alikasvosta ei ole raivattu hyvin pois ensiharvennuskohteilta (keskiarvo 1,93 ja keskihajonta 0,83). Kaikkein vahvimmin tätä mieltä olivat puunkorjuuyrittäjät (keskiarvo 1,5 ja keskihajonta 0,53). Puunhankintaorganisaatioiden edustajat ottivat neutraalin kannan tähän väitteeseen (keskiarvo 2,6 ja keskihajonta 1,17) ja heidän vastauksensa erosikin tilastollisesti merkitsevästi sekä puunkorjuuyrittäjien ($1,5/p<0,05$) että kone- ja laitevalmistajien ($1,7/p<0,05$) vastauksista.

Kaikkien vastaajien keskiarvona haastatellut uskoivat erikoiskalustolla toimivien puunkorjuuyrittäjien taloudellisen tilanteen olevan yleiskalustolla toimivia yrittäjiä heikompi (keskiarvo 3,6 ja keskihajonta 1,08). Erityisesti tutkijat (keskiarvo 4,0 ja keskihajonta 0,67), mutta myös puunhankintaorganisaatioiden edustajat (keskiarvo 3,9 ja keskihajonta 0,74) uskoivat näin olevan. Epävarmemmin tähän väitteeseen suhtautuivat kone- ja laitevalmistajat (keskiarvo 3,2 ja keskihajonta 1,55) sekä puunkorjuuyrittäjät (keskiarvo 3,3 ja keskihajonta 1,06). Tämä väittäjä korreloi negatiivisesti ($p<0,01$) väittämän kanssa, jonka mukaan erikoiskaluston tehokas organisointi on helppoa. Eräs ongelma erikoiskaluston käytössä onkin juuri tehokkaan organisoinnin vaikeus.

Vastaajat olivat neutraalilla kannalla siitä, soveltuuko yleiskalusto kustannustehokkuutensa kannalta huonosti nuorten metsien hakkuisiin (keskiarvo 3,05 ja keskihajonta 0,99). Teknisesti monet vastaajat kuitenkin totesivat yleiskaluston soveltuvan hyvin nuorten metsien puunkorjuuseen, kunhan hakkuulaite on valittu oikein.

Samoin neutraalilla kannalla vastaajat olivat väitteen kanssa, jonka mukaan nuorten metsien erikoiskalustolle ei ole tarjolla riittävästi soveltuvia korjuukohteita (keskiarvo 2,85 ja keskihajonta 1,05). Vastaajat kuitenkin uskoivat ensiharvennusrästien purkamisessa ja energiapuun korjuussa olevan runsaasti työmaata tulevaisuudessa, mutta olivat osittain eri linjoilla siitä, onko erikoiskalustolle tarvetta vai voidaanko tulevaisuuden nuorten metsien puunkorjuu tehdä yleiskalustolla.

Seuraavat kolme väitettä käsittelivät nuorten metsien erikoiskalustotyyppien kannattavuutta. Vastaajat ottivat kaikkien vastaajaryhmien keskiarvona neutraalin kannan siihen, onko kaivukoneharvesterin (keskiarvo 2,83 ja keskihajonta 0,98), korjurin (keskiarvo 2,75 ja keskihajonta 1,1) ja pienen harvennushakkuukoneen (keskiarvo 2,53 ja keskihajonta 1,04) hankinta kannattava sijoitus. Vastaajaryhmien välillä oli kuitenkin selkeää vaihtelua näiden väitteiden kohdalla. Kun puunhankintaorganisaatioiden edustajien mielestä kaivukoneharvesterin hankinta voi olla kannattava sijoitus (keskiarvo 3,5 ja keskihajonta 0,85), olivat kone- ja laitevalmistajat (keskiarvo 2,0 ja keskihajonta 0,67) eri mieltä tämän väitteen kohdalla. Puunhankintaorganisaatioiden edustajien näkemys erosi tilastollisesti merkitsevästi erityisesti kone- ja laitevalmistajien ($2,0/p<0,01$), mutta myös puunkorjuuyrittäjien ($2,6/p<0,05$) näkemyksestä. Samoin tilastollisesti merkitsevästi toisistaan erosivat kone- ja laitevalmistajien sekä tutkijoiden ($3,2/p<0,01$) vastaukset. Puunkorjuuyrittäjät eivät pitäneet korjurin (keskiarvo 2,1 ja keskihajonta 0,99), eivätkä myöskään pienen harvennushakkuukoneen (keskiarvo 2,1 ja keskihajonta 0,88) hankintaa kannattavana sijoituksena. Heidän näkemyksensä pienistä harvennushakkuukoneista erosi tilastollisesti merkitsevästi puunhankintaorganisaatioiden edustajien ($3,0/p<0,05$) näkemyksestä. Puunkorjuuyrittäjien näkemys korjureista erosi puolestaan tilastollisesti merkitsevästi tutkijoiden ($3,1/p<0,05$) näkemyksestä.

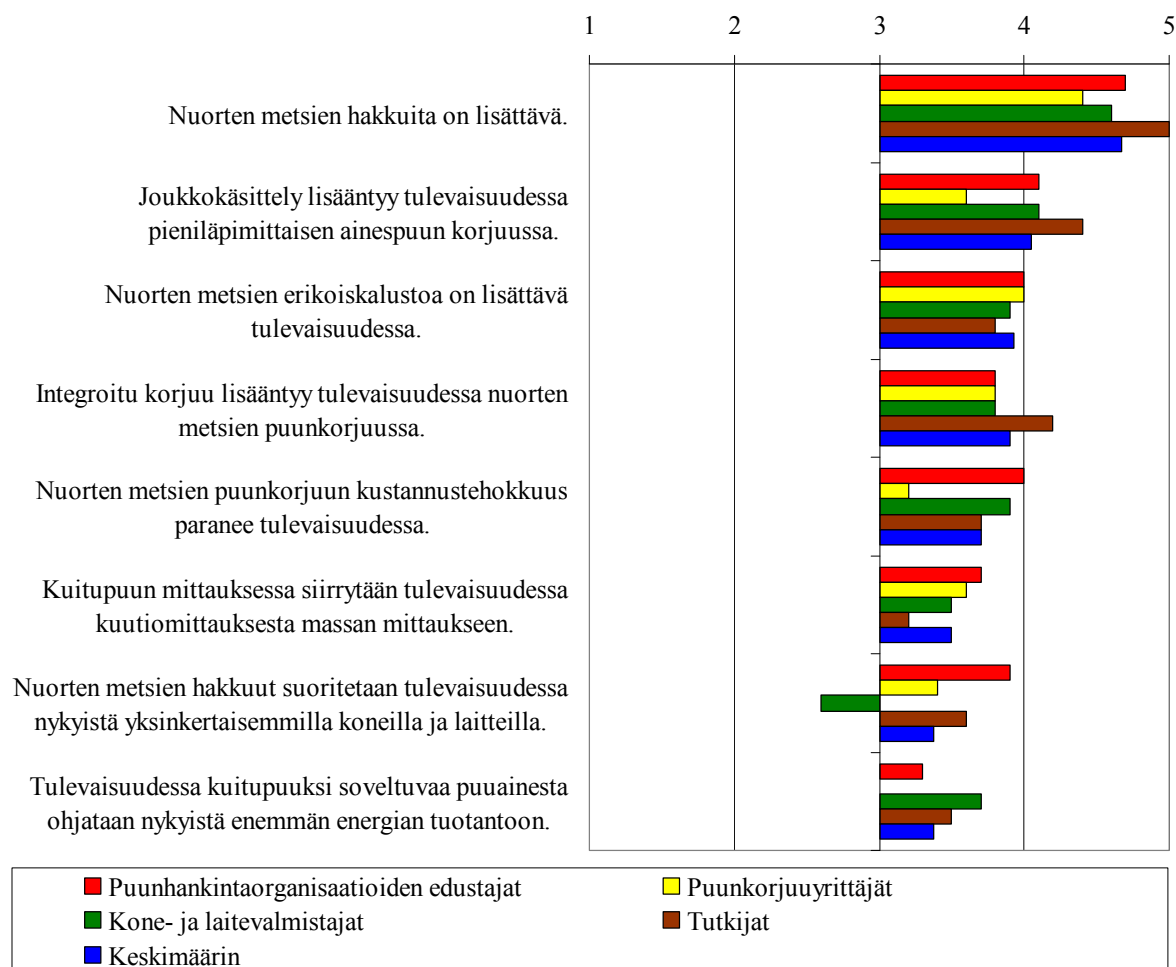
Väite, jonka mukaan pienen harvennushakkuukoneen hankinta on kannattava sijoitus, korreloi negatiivisesti väittämän kanssa, jonka mukaan nuorten metsien erikoiskalustolle ei ole tarjolla riittävästi soveltuvia korjuukohteita ($p<0,01$). Samoin negatiivisesti se korreloi väittämän kanssa, jonka mukaan erikoiskalustolla toimivien puunkorjuuyrittäjien taloudellinen tilanne on yleiskalustolla toimivia puunkorjuuyrittäjiä huonompi ($p<0,01$). Lisäksi tämä väite korreloi positiivisesti väittämän kanssa, jonka mukaan pienet harvennushakkuukoneet soveltuvat hyvin myös varttuneempien metsien harvennuksiin ($p<0,01$).

Vastaajien mielestä pienet harvennushakkuukoneet soveltuvat kuitenkin huonosti varttuneempien metsien harvennuksiin (keskiarvo 2,38 ja keskihajonta 1,03). Kaikkein vahvimmin tätä mieltä olivat kone- ja laitevalmistajat (keskiarvo 2,1 ja keskihajonta 1,2) sekä puunkorjuuyrittäjät (keskiarvo 2,1 ja keskihajonta 0,88), kun vastaavasti puunhankintaorganisaatioiden edustajat (keskiarvo 2,7 ja keskihajonta 0,95) sekä tutkijat (keskiarvo 2,6 ja keskihajonta 1,07) olivat tästä väitteestä neutraalilla kannalla. Ongelmana nähtiin kevyiden koneiden rikkoontuminen, mikäli niillä käsitellään jatkuvasti raskaita runkoja. Lisäksi puomin ominaisuuksia ei pidetty riittävinä muun muassa ulottuvuuden kannalta.

Vastaajat pitivät erikoiskaluston käytön tehokasta organisointia vaikeana (keskiarvo 2,35 ja keskihajonta 0,95). Monet vastaajat olivatkin yleiskaluston kannalla, koska tällöin kaluston tehokas organisointi onnistuu kohdevalinnan ollessa helppoa.

Loput kolme väitettä koskivat konekaluston siirtomatkoja. Vastaajien mielestä pienten harvennushakkuukoneiden siirtomatkat muodostuvat yleiskalustoa pidemmiksi (keskiarvo 3,5 ja keskihajonta 0,99), joskin puunkorjuuyrittäjät olivat tästä väitteestä epävarmalla kannalla (keskiarvo 3,0 ja keskihajonta 0,94). Vastaajat ottivat neutraalin kannan väitteeseen, jonka mukaan kaivukoneharvestereiden siirtomatkat muodostuvat yleiskaluston siirtomatkoja pidemmiksi (keskiarvo 3,33 ja 0,97). Kone- ja laitevalmistajat uskoivat kuitenkin näin tapahtuvan (keskiarvo 3,8 ja keskihajonta 1,23). Neutraalin kannan vastaajat ottivat myös väitteeseen, jonka mukaan erikoiskaluston yleistyminen lisää yleiskaluston siirtomatkojen pituutta (keskiarvo 2,95 ja keskihajonta 0,93).

Nykytilaa käsittelevien väittämien lisäksi vastaajat kertoivat mielipiteensä kahdeksasta nuorten metsien puunkorjuun tulevaisuutta käsittelevästä väittämästä. Kuvassa 12 on esitetty eri vastaajaryhmien sekä kaikkien vastaajien näkemykset tulevaisuutta käsittelevistä väittämistä.



Kuva 12. Vastaajien mielipiteet esitettiin nuorten metsien puunkorjuun tulevaisuutta käsitteleviin väittämiin. Vastaajaryhmien sekä kaikkien vastaajien keskiarvot. Vastausvaihtoehtojen ääripäinä olivat: 1 = ”Täysin eri mieltä” ja 5 = ”Täysin samaa mieltä”. Asteikon keskikohdaksi oli 3 = ”En eri, enkä samaa mieltä (neutraali)”.

Kaikki vastaajaryhmät olivat yhtä mieltä siitä, että nuorten metsien hakkuita on lisättävä (keskiarvo 4,68 ja keskihajonta 0,57). Kuitenkin tutkijoiden mielipide (keskiarvo 5,0 ja keskihajonta 0,0) erosi tilastollisesti merkitsevästi puunkorjuuyrittäjien (4,4/ $p < 0,01$) mielipiteestä. Tämä väittämä korreloi positiivisesti ($p < 0,01$) väittämän kanssa, jonka mukaan myös nuorten metsien erikoiskalustoa on lisättävä tulevaisuudessa.

Samoin vastaajat uskovat joukkokäsittelyn lisääntyvän tulevaisuudessa pieniläpimittaisen ainespuun korjuussa (keskiarvo 4,05 ja keskihajonta 0,88). Useat vastaajat pitivät joukkokäsittelyä tulevaisuuden menetelmänä, jota on kuitenkin vielä kehitettävä. Tämä väittämä korreloi positiivisesti ($p < 0,05$) väittämän kanssa, jonka mukaan kuitupuun mittauksessa siirrytään tulevaisuudessa kuutiomittauksesta massan mittaukseen. Samoin väittämä korreloi integroidun korjuun lisääntymisen kanssa ($p < 0,01$).

Vastaajien mukaan nuorten metsien erikoiskalustoa on lisättävä tulevaisuudessa (keskiarvo 3,93 ja keskihajonta 0,83). Moni vastaaja olikin tällä hetkellä yleiskaluston kannalla, mutta uskoi tulevaisuudessa olevan tarvetta myös erikoiskalustolle.

Vastaajat uskovat integroidun korjuun lisääntyvän tulevaisuudessa nuorten metsien puunkorjuussa (keskiarvo 3,9 ja keskihajonta 0,81). Entistä tarkempi puun hyödyntäminen nähtiinkin yhtenä hyvänä keinona korjuumäärien nostamiseksi. Tämä väite korreloi voimakkaasti ($p < 0,01$) väittämän kanssa, jonka mukaan kuitupuun mittauksessa siirrytään tulevaisuudessa kuutiomittauksesta massan mittaukseen.

Vastaajat uskovat myös, että kuitupuun mittauksessa siirrytään tulevaisuudessa kuutiomittauksesta massan mittaukseen (keskiarvo 3,5 ja keskihajonta 0,96), joskin tutkijat suhtautuvat tähän väitteeseen varsin epävarmasti (keskiarvo 3,2 ja keskihajonta 1,03).

Vastaajat suhtautuvat neutraalisti väitteeseen, jonka mukaan nuorten metsien hakkuut suoritetaan tulevaisuudessa nykyistä yksinkertaisemmilla koneilla ja laitteilla (keskiarvo 3,38 ja keskihajonta 1,03). Etenkin kone- ja laitevalmistajat suhtautuvat tähän väitteeseen epäilevästi (keskiarvo 2,6 ja keskihajonta 1,17). Heidän näkemyksensä erosikin tilastollisesti merkitsevästi sekä puunhankintaorganisaatioiden edustajien ($3,9/p < 0,05$) että tutkijoiden ($3,6/p < 0,05$) näkemyksestä, jotka molemmat uskoivat koneiden ja laitteiden yksinkertaistumiseen tulevaisuudessa. Tämä väittäjä korreloi voimakkaasti ($p < 0,01$) väitteen kanssa, jonka mukaan kaivukoneharvesterin hankinta on kannattava sijoitus. Vastaajat näkivätkin kaivukoneharvesterin eräänä tapana yksinkertaistaa hakkuukalustoa.

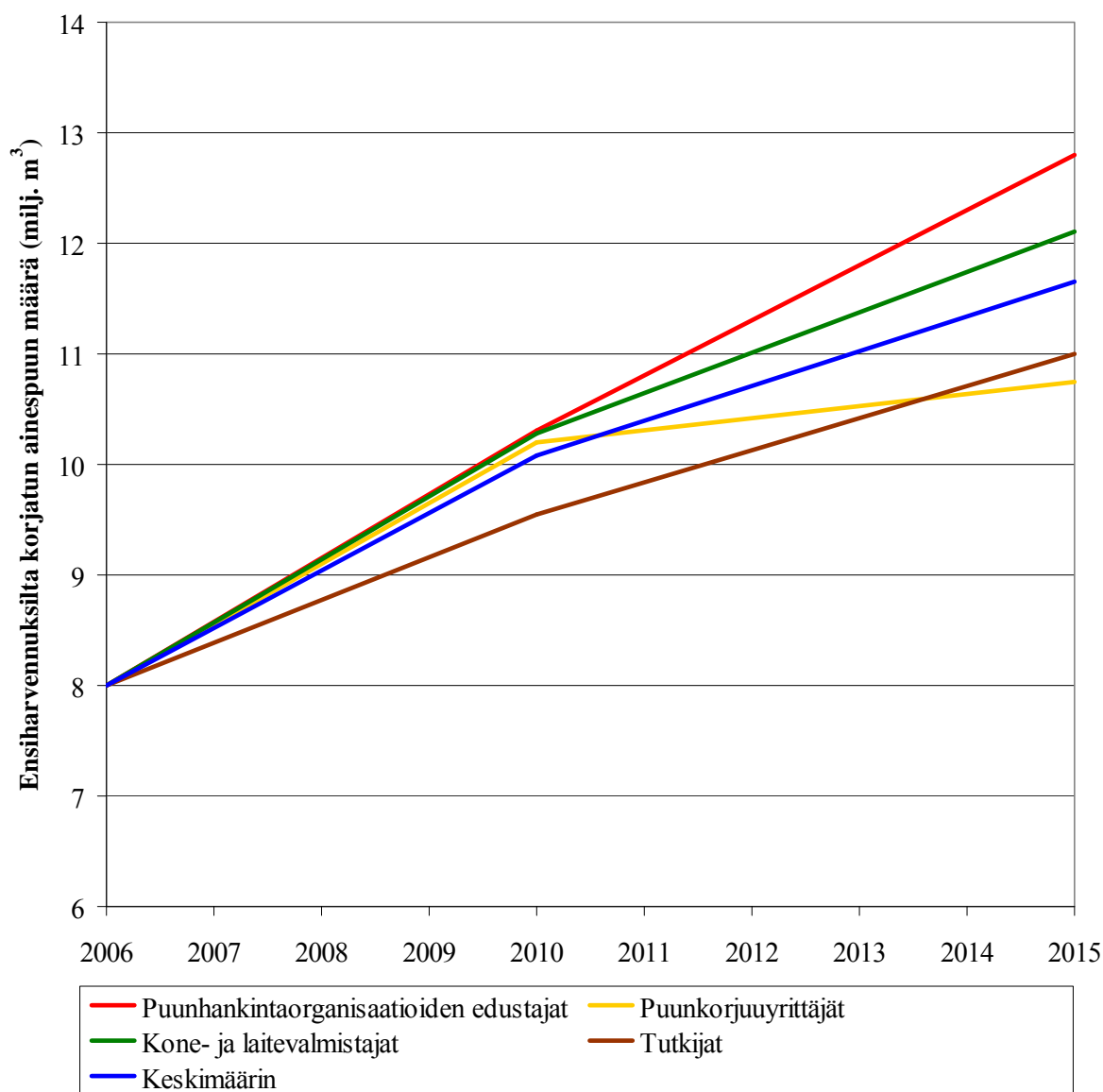
Vastaajat olivat epävarmoja siitä, ohjataanko tulevaisuudessa kuitupuuksi soveltuvaa puuainesta nykyistä enemmän energiantuotantoon (keskiarvo 3,38 ja keskihajonta 1,13). Kone- ja laitevalmistajat (keskiarvo 3,7 ja keskihajonta 1,25) sekä tutkijat (keskiarvo 3,5 ja keskihajonta 1,08) kuitenkin uskoivat näin tapahtuvan. Monet vastaajat arvelivat ainespuuta ohjautuvan aiempaa enemmän energiantuotantoon, mutta näkivät sen hyvin negatiivisena asiana.

Kaiken kaikkiaan vastaajat uskoivat nuorten metsien puunkorjuun kustannustehokkuuden paranevan tulevaisuudessa (keskiarvo 3,7 ja keskihajonta 0,69). Puunkorjuuyrittäjät olivat kuitenkin tämän väitteen osalta epävarmalla kannalla (keskiarvo 3,2 ja keskihajonta 0,42). Heidän näkemyksensä erosi tilastollisesti merkitsevästi kone- ja laitevalmistajien

(3,9/ $p < 0,05$), tutkijoiden (3,7/ $p < 0,05$) sekä eritoten puunhankintaorganisaatioiden edustajien (4,0/ $p < 0,01$) näkemyksestä.

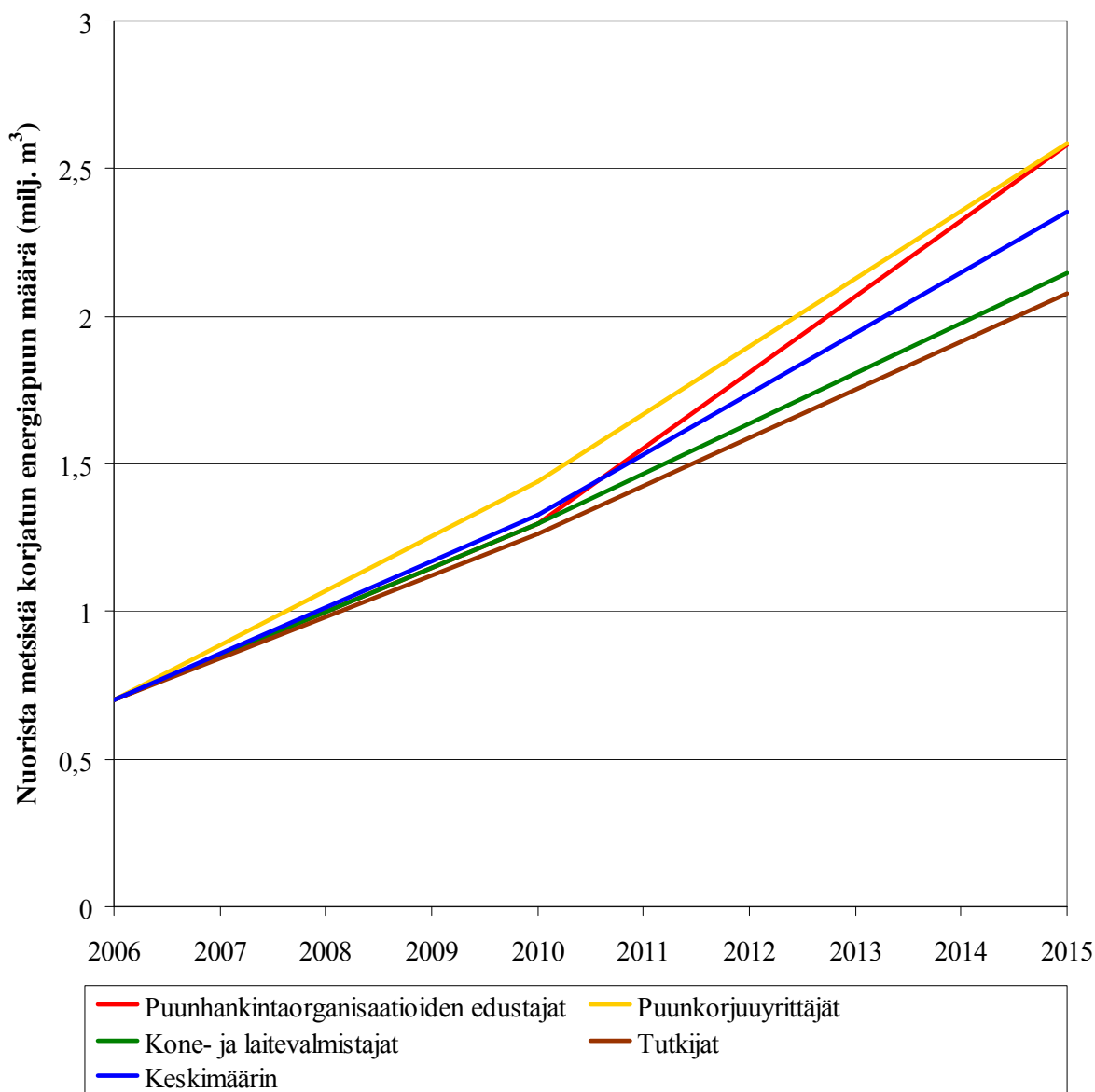
3.4.2 Korjuumäärien kehittyminen nuorissa metsissä vuosille 2010 ja 2015

Haastattelun viimeisessä osiossa vastaajat arvioivat vuotuisten nuorten metsien korjuumäärien kehittymisen vuosille 2010 ja 2015. Vuoden 2006 arvot ovat toteutuneet korjuumäärät. Vastaajien arviot aines- ja energiapuun korjuumäärien kehityksestä on esitetty vastaajaryhmittäin sekä kaikkien vastaajien keskiarvona ainespuun osalta kuvassa 13 ja energiapuun osalta kuvassa 14. Muutokset arvioitujen vuosien välillä on esitetty kuvissa lineaarisina.



Kuva 13. Vastaajien arviot ensiharvennusten korjuumäärien kehityksestä vuoteen 2015 saakka. Vastaajaryhmien sekä kaikkien vastaajien arvioiden keskiarvot. Vuoden 2006 määrä on toteutunut noin 8 milj. m³.

Kaikkien ryhmien keskiarvona vastaajat arvioivat ainespuun vuotuisen korjuumäärän olevan ensiharvennuksilla vuonna 2010 10,08 milj. m³ (keskihajonta 1,02) ja vuonna 2015 11,65 milj. m³ (keskihajonta 2,78). Puunhankintaorganisaatioiden edustajat arvioivat ainespuun korjuumäärän ensiharvennuksilla kasvavan kaikkein nopeimmin. He arvioivat vuotuisen korjuumäärän olevan vuonna 2010 10,3 milj. m³ (keskihajonta 0,82) ja vuonna 2015 jo 12,8 milj. m³ (keskihajonta 2,7). Toiseksi nopeimmin korjuumäärän arvioivat kasvavan kone- ja laitevalmistajat, jotka arvioivat määrän olevan vuonna 2010 10,28 milj. m³ (keskihajonta 1,09) ja vuonna 2015 12,11 milj. m³ (keskihajonta 2,32). Puunkorjuuyrittäjät arvioivat vuotuisen korjuumäärän kasvavan vuoteen 2010 mennessä 10,2 milj. m³:iin (keskihajonta 1,23). Tämän jälkeen he kuitenkin arvioivat määrän kasvavan muiden vastaajaryhmien arvioita hitaammin 10,75 milj. m³:iin (keskihajonta 4,01) vuoteen 2015 mennessä. Tutkijat puolestaan arvioivat ensiharvennusten korjuumäärän kasvavan vuoteen 2010 mennessä 9,55 milj. m³:iin (keskihajonta 0,83). He kuitenkin uskoivat kasvun olevan tasaista vuoteen 2015 saakka, jolloin he arvioivat korjuumäärän olevan 11,0 milj. m³ (keskihajonta 1,25).



Kuva 14. Vastaajien arviot nuorten metsien pieniläpimittaisen energiapuun korjuumäärien kehityksestä vuoteen 2015 saakka. Vastaajaryhmien sekä kaikkien vastaajien arvioiden keskiarvot. Vuoden 2006 määrä on toteutunut noin 0,7 milj. m³.

Kaikkien ryhmien keskiarvona vastaajat arvioivat nuorten metsien pieniläpimittaisen energiapuun vuotuisen korjuumäärän olevan vuonna 2010 1,33 milj. m³ (keskihajonta 0,44) ja vuonna 2015 2,35 milj. m³ (keskihajonta 1,42). Puunkorjuuyrittäjät arvioivat nuorten metsien energiapuun korjuumäärän kasvavan kaikkein nopeimmin. He arvioivat vuotuisen korjuumäärän olevan vuonna 2010 1,4 milj. m³ (keskihajonta 0,63) ja vuonna 2015 2,59 milj. m³ (keskihajonta 1,9). Toiseksi nopeimmin korjuumäärän uskoivat kasvavan puunhankintaorganisaatioiden edustajat, jotka arvioivat määrän olevan vuonna 2010 1,3 milj. m³ (keskihajonta 0,32) ja vuonna 2015 2,58 milj. m³ (keskihajonta 1,86). Kone- ja laitevalmistajat puolestaan arvioivat energiapuun korjuumäärän kasvavan vuoteen 2010 mennessä 1,3 milj. m³:iin (keskihajonta 0,5) ja vuoteen 2015 mennessä 2,14 milj. m³:iin (keskihajonta 0,81). Tutkijat arvioivat vuo-

tuisen pieniläpimittaisen energiapuun korjuumäärän kasvavan kaikkein hitaimmin. Heidän arviossaan nuorista metsistä korjattaisiin energiapuuta vuonna 2010 1,27 milj. m³ (keskihajonta 0,25) ja vuonna 2015 2,08 milj. m³ (keskihajonta 0,77).

3.4.3 Tulevaisuuden suurimmat ongelmat ja tärkeimmät kehittämiskohteet

Haastattelun ensimmäisessä kaikille yhteisessä avoimessa kysymyksessä haastateltavilta kysyttiin, mitä he pitävät tulevaisuudessa suurimpina ongelmina nuorten metsien aines- ja energiapuun korjuussa. Vastajat painottivat pääasiassa samoja tekijöitä ongelmina, joita he olivat painottaneet kyselylomakkeen ensimmäisessä osiossa. He uskoivatkin ongelmakentän olevan lähitulevaisuudessa hyvin samankaltainen kuin nykyisin. Toisessa avoimessa kysymyksessä vastaajilta kysyttiin, mitä he pitävät tärkeimpinä kehittämiskohteina nuorten metsien aines- ja energiapuun korjuussa. Seuraavassa on esitetty yhteenveto useimmin esille tulleista tulevaisuuden ongelmista ja kehittämiskohteista.

Moni haastateltava painotti pahenevaa työvoiman puutetta tulevaisuudessa. Tähän ratkaisuna vastaajat esittivät taksatason kohottamista, mikä mahdollistaisi kuljettajien palkkatason nostamisen. Tämä puolestaan houkuttelisi lisää työvoimaa alalle. Uusien kuljettajien koulutuksessa nähtiin myös paljon kehitettävää. Vastajien mukaan koulutusaikaa tulisi lyhentää merkittävästi nykyisestä kolmesta vuodesta ja painottaa opetus asioihin, jotka todellisuudessa vaikuttavat itse puunkorjuun kustannustehokkuuteen. Eräänä ratkaisuna työvoimapulaan nähtiin myös työvoimaperäinen maahanmuutto. Kehitettävää nähtiin myös puunkorjuuyrittäjien työnantajataidoissa sekä liiketaloudellisessa osaamisessa.

Monet vastaajat näkivät puunkorjuuyrittäjien taloudellisen tilanteen huolestuttavan heikkona. Tämä kulminoituu eritoten yrittäjiin, jotka toimivat erikoiskalustolla ja ovat erikoistuneet nuorten metsien puunkorjuuseen. Taksataso nuorissa metsissä onkin monien vastaajien mukaan vääristynyt, eikä mahdollista taloudellisesti järkevää liiketoimintaa.

Vastaajat olivat myös huolissaan metsänomistajakunnan vieraantumisen metsistään, minkä he pelkäävät lisäävän hakkuurästejä nuorissa metsissä. Vastajien mielestä monilla kaupunkilaismetsänomistajilla, saati perikunnilla, ei ole selkeää kuvaa metsistään ja niiden hoitotarpeesta. Metsänomistajien opastusta sekä tiedottamista nuorten metsien hakkuiden hyödyistä onkin lisättävä. Vastaajat näkivät myös nykyisen metsänomistajakunnan rakenteen ongelmal-

lisena ja toivoivatkin suurten, ammattimaisesti toimivien metsänomistajien määrän lisääntyvän tulevaisuudessa.

Jotta korjuumääriä voidaan lisätä, on sekä turvemaiden hakkuita että kuusikoiden harvennuksia pystyttävä tekemään ympärivuotisesti. Pehmeiden maiden kaluston kehittämisessä nähtiinkin tärkeimmät kalustoon liittyvät kehittämiskohteet. Erilaiset tela-, teli- ja rengasratkaisut sekä kevyemmät materiaalit nähtiin lupaavimpina ratkaisuin maaston heikkoon kantavuuteen. Monet vastaajat myös uskoivat kuusikoiden kesäharvennusten olevan mahdollisia havutusta tehostamalla ja ajouria leventämällä. Ympärivuotisuutta kaivattiin myös nuorten metsien energiapuun korjuuseen. Monet puunkorjuuyrittäjät kuitenkin totesivat energiapuun korjuun olevan talviaikaan hankalaa, erityisesti pimeällä ja mikäli alikasvoksen ennakkoraivausta ei ole suoritettu oikein.

Monet vastaajat näkivät korjuumäärien merkittävän lisäämisen lähes mahdottomana, mikäli tehtaast eivät ole valmiita alentamaan laatuvaatimuksiaan. Joukkokäsittely ja vajaakarsittu puu sekä mittatarkkuuden aleneminen on vastaajien mielestä hyväksyttävä tehtailla, jotta korjuumääriä voidaan lisätä. Metsäpään ja tehtaan väliseen keskusteluun toivottiin muutenkin lisää avoimuutta. Mittamenetelmien ja maksuperusteiden kehittäminen ja yhtenäistäminen oli myös monien vastaajien mielestä tärkeää. Kuormainvaakamittaus nähtiin tulevaisuuden mittamenetelmänä nuorten metsien energiapuun korjuussa, mutta myös ainespuun korjuussa. Tärkeää on kuormainvaakamittauksen kehittäminen varmaksi ja tarkaksi, jotta kaikki toimijat saadaan hyväksymään uudet menetelmät.

Nuorten metsien energia- ja ainespuun hankintaketju nähtiin edelleen kehittymättömänä esimerkiksi erilaisten menetelmien laajan kirjon takia. Kokonaisvaltaisessa energiapuun hankintaketjun hallinnassa nähtiin erityistä kehittämistarvetta. Pelisääntöjä pitäisi yhtenäistää ja kaikki toimijat tulisi saada sitoutumaan mukaan kehitystyöhön.

Lisätutkimusta vastaajat kaipasivat esimerkiksi syistä, joiden takia työvoima ei jää alalle koulun jälkeen. Kun syyt kuljettajakatoon olisi selvitetty, olisi vastaajien mielestä huomattavasti paremmat edellytykset ryhtyä käytännön toimiin. Samoin esille nousi tarve tutkia syitä, joiden takia puunkorjuuyrittäjät ovat luopuneet nuorten metsien erikoiskalustosta. Useat vastaajat toivoivat kentän toimijoiden tehokkaampaa integroimista kehitystyöhön. Tällöin tutkimustyöhön saataisiin lisää käytännön näkemystä ja osaamista.

4 TARKASTELO

4.1 Aineisto

Tutkimuksen aineistoa voidaan pitää varsin laajana ja laadukkaana. Nuorten metsien puunkorjuun parissa toimivia vastaajaryhmiä olisi kuitenkin voinut olla muitakin. Näitä vastaajaryhmiä voisivat olla esimerkiksi metsänomistajat sekä julkisten organisaatioiden edustajat metsänhoitoyhdistyksistä ja metsäkeskuksista. Haastatelluista vastaajaryhmistä tämä tutkimus antanee kuitenkin hyvän kuvan, vaikkakin esimerkiksi haastatellut puunkorjuuyritykset olivat keskimääräistä suurempia. Koska vastaajiksi ei valittu otantamenetelmää käyttäen otosta, vaan harkintaa käyttäen näyte, ei tutkimuksen tuloksia voida täysin yleistää koko perusjoukkoon. Oleellista on kuitenkin, että tämän tutkimuksen perusjoukko on erittäin laaja. Kun mukaan luetaan pelkästään nuorten metsien puunkorjuuta tekevät puunkorjuuyrittäjät ja nuorten metsien puunkorjuun parissa toimivat puunhankintaorganisaatioiden edustajat, nousee perusjoukon koko erittäin suureksi. Vastausten laadun varmistamiseksi olikin oikea ratkaisu valita haasteltaviksi näyte perusjoukosta harkintaa käyttäen, eikä otosta otantamenetelmällä.

Kyselylomake sai lopullisen muotonsa neljän koehaastattelun jälkeen, joiden tekeminen osoittautui hyväksi menettelyksi. Tuloksiin luettavia haastatteluja tehtiin kymmenen jokaisesta vastaajaryhmästä eli yhteensä neljäkymmentä. Muutaman haastateltavan kohdalla jouduttiin etsimään korvaava haastateltava, mutta alunperin suunniteltuun haastateltavien lukumäärään päästiin. Kaikki haastattelut tehtiin kasvotusten henkilökohtaisina haastatteluina, jolloin voitiin osaltaan varmistaa laadukkaat vastaukset. Kysymyksiä voitiin esimerkiksi tarvittaessa avata haastateltaville. Lisäksi henkilökohtaisissa haastatteluissa nousi esiin seikkoja varsinaisen haastattelurungon ulkopuolelta, jolloin saatiin kokonaisvaltaisempi kuva haastateltavien näkemyksestä aiheeseen. Henkilökohtaiset haastattelut osoittautuivat ehdottomasti oikeaksi ja käytännössä ainoaksi mahdolliseksi tiedonkeruumenetelmäksi tähän tutkimukseen.

Kaiken kaikkiaan kyselylomake toimi hyvin ja sen täyttäminen eteni johdonmukaisesti ja sangen mutkattomasti. Haastattelut kestivät haastateltavasta riippuen noin tunnista jopa kolmeen tuntiin. Vaikka lomake oli varsin pitkä (taustatieto- ja avointen kysymysten lisäksi yhteensä 219 monivalintakysymystä), ei vastaajissa ollut liiemmin havaittavissa turhautumista. Syynä tähän lienee kyselylomakkeen onnistunut ryhmittely eri osioihin, jolloin mielenkiinto säilyi aiheen vaihtuessa. Turhautuminen tuskin vaikuttikaan tulosten luotettavuuteen edes

haastattelun loppupuolella. Haastattelulomake oli onnistuneesti suunniteltu ja sitä kautta tulosten analysointi oli vaivatonta.

Kokonaisuutena tutkimusaineisto palveli hyvin tutkimuksen tavoitteita ja oli laadultaan korkeatasoista. Harhaa saattoi aiheutua muutamissa tapauksissa, kun vastaaja ymmärsi jonkin kysymyksen virheellisesti. Tämän tyyppiset virheet pyrittiin ja todennäköisesti onnistuttiinkin kitkemään haastattelijan toimesta.

4.2 Menetelmät

Tutkimusaineistosta laskettiin analyysivaiheessa keskiarvot ja keskihajonnat vastaajaryhmittäin sekä kaikille vastaajille. Tämä antoi hyvän kokonaiskuvan niin eri ongelmien kuin tehostamiskeinojenkin merkitsevyydestä. Samoin se antoi hyvän kuvan eri tehostamiskeinojen lisäyspotentiaalista sekä vastaajien mielipiteistä esitettyihin väittämiin. Tehostamiskeinojen lisäyspotentiaalin laskeminen merkityksen ja nykykäytön erotuksena antanee hyvän kuvan siitä, missä tehostamiskeinoissa on vastaajien mielestä nykyään eniten kustannustehokkuuden lisäyspotentiaalia. Toisaalta, jopa alhaisella merkitsevyydellä päästiin parissa tapauksessa korkeaan lisäyspotentiaaliin, kun tehostamiskeino oli vielä hyvin heikosti käytössä.

Puunkorjuun tehostamiskeinojen asettaminen yksiselitteisesti tärkeysjärjestykseen on vaikeaa tai lähes mahdotonta. Tehostamiskeinoja ei voi asettaa järjestykseen pelkästään niiden lisäyspotentiaalin tai merkityksen perusteella. Tällaisessa tilanteessa vasta kehitteillä oleva tai jo erittäin hyvin käytössä oleva tehostamiskeino voi saada liian suuren arvon. Tässä tutkimuksessa eri tehostamiskeinot asetettiin lopulliseen tärkeysjärjestykseen kaikkien vastaajien keskiarvona niiden merkitsevyyden ja lisäyspotentiaalin yhteisvaikutuksen perusteella. Yhtä totuutta siitä, mikä tehostamiskeino on kaikkein tärkein, ei voida sanoa. Jotain muuta tapaa käyttäen voidaan päätyä erilaiseen järjestykseen tehostamiskeinojen tärkeydestä.

Tutkimusaineiston tilastollinen analysointi tehtiin SPSS-tilasto-ohjelmalla, jolla etsittiin vastaajaryhmien välisiä tilastollisia eroja sekä eri muuttujien välisiä korrelaatioita. Mann-Whitneyn U-testillä etsittiin vastaajaryhmien välisiä tilastollisia eroja, joita löydettiin lukuisia. Tilastollisia eroja etsittiin myös Kruskal-Wallis testillä. Tämä testi antoi hyvin samansuuntaiset vastaukset kuin Mann-Whitneyn U-testikin, joten sen tuloksia ei ole raportoitu. Eri muuttujien välisiä korrelaatioita etsittiin Kendallin järjestyskorrelaatiokertoimen

avulla. Korrelaatioita löytyikin runsaasti. Suurimmassa osassa korrelaatioista ei kuitenkaan ollut kausaalista yhteyttä tai ne olivat muuten merkityksettömiä tai itsestäänselvyyskysymyksiä. Korrelaatioita etsittiin osioiden sisältä ja osin myös eri osioiden väliltä. Kuitenkin esimerkiksi ongelmien ja tehostamiskeinojen väliset korrelaatiot olivat pitkälti yllätyksettömiä. Esimerkiksi vastaajat, jotka pitivät runsasta korjuuta haittaavaa alikasvosta merkittävänä ongelmana, pitivät myös sen raivausta merkittävänä tehostamiskeinona. Tästä syystä eri osioiden välisiä korrelaatioita ei ole raportoitu. Myös osioiden sisällä olevia merkittäviä korrelaatioita löytyi ja näitä käsiteltiin tutkimuksessa. Koska kaikki vastaajaryhmät olivat samankokoisia ja varsin suuria, voidaan tilastollisten testien tuloksiin suhtautua luottavaisesti mainitulla merkitsevyystasolla.

4.3 Tutkimustulokset

Tämän tutkimuksen tavoitteena oli selvittää, millä keinoilla voidaan parhaiten lisätä nuorten metsien aines- ja energiapuun korjuun kustannustehokkuutta. Tähän tavoitteeseen pyrittiin selvittämällä alan asiantuntijoilta, mitkä tekijät ovat heidän mielestään merkittävimmät ongelmat ja millä keinoilla näihin tekijöihin voidaan vaikuttaa. Lisäksi selvitettiin, kuinka hyvin eri tehostamiskeinot ovat asiantuntijoiden mukaan nykyisin käytössä. Edellä mainittujen lisäksi selvitettiin vastaajien näkemyksiä eri näkökulmista nuorten metsien puunkorjuuta käsitteleviin väittämiin sekä selvitettiin, millaisina he näkevät nuorten metsien puunkorjuun tulevaisuuden näkymät. Tuloksissa selvisi, mitkä ovat vastaajien mielestä tämän hetken suurimmat ongelmat ja mitkä merkittävimmät tehostamiskeinot puunkorjuun kustannustehokkuuden parantamiseksi nuorissa metsissä. Tämän lisäksi laskettiin lisäyspotentiaali kullekin tehostamiskeinolle niiden merkitsevyyden ja nykykäytön yhteisvaikutuksena.

Vastaajien mielipiteistä nähdään, että nuorten metsien puunkorjuun ongelmakenttä on laaja. Ongelmiin on kuitenkin vastaajien mukaan olemassa toimivia ratkaisuja ja käyttökelpoisia keinoja kustannustehokkuuden nostamiseen on runsaasti. Haastateltujen vastauksista havaitaan myös, että monia hyviä tehostamiskeinoja voidaan käyttää nykyistä huomattavasti laajemmassa mittakaavassa. Merkittävät ongelmat ja niihin vaikuttavat merkittävät tehostamiskeinot korreloivat tyypillisesti keskenään tilastollisesti merkitsevästi ($p < 0,01$ tai $p < 0,05$). Merkittävimmät ongelmat ovat lähestulkoon samat sekä aines- että energiapuun korjuussa. Myös merkittävimmät puunkorjuun tehostamiskeinot ovat suurelta osin samoja. Toisin sanoen soveltamalla tiettyjä tehostamiskeinoja voidaan vaikuttaa sekä aines- että energiapuun korjuun

kustannustehokkuuteen. Tämän tutkimuksen perusteella parhaat tehostamiskeinot nuorten metsien puunkorjuuseen löytyvät korjuuolosuhteiden ja kuljettajien taitotason parantamisesta sekä korjuumenetelmien rationalisoinnista.

Vastaajat uskovat merkittäviin korjuumäärien lisäykseen nuorissa metsissä sekä aines- että energiapuun osalta. Korjuutyön tehostamista pidettiin hyvin tärkeänä, jotta lisääntyviin korjuumääriin voidaan päästä kilpailukykyisesti. Nuorten metsien puunkorjuussa nähtiin edelleen paljon kehitettävää ja tutkimus- ja kehittämistyötä pidettiin tärkeänä. Kustannustehokkuutta voidaan kuitenkin huomattavasti parantaa soveltamalla jo olemassa olevia ja hyvin tunnettuja tehostamiskeinoja. Tarkkoja laskelmia on vaikea tehdä siitä, millaisiin korjuutyön tehokkuuden lisäykseen ja kustannussäästöihin eri tehostamiskeinoilla voidaan päästä. Näiden laskelmien tekeminen systemaattisesti kaikille tehostamiskeinoille ei enää täysin kuulu tämän tutkimuksen puitteisiin ja tavoitteisiin. Johtopäätökset luvussa on aiempiin tutkimuksiin viitaten esitetty arvioita tuottavuuden lisäyksistä. Lisäksi on esitetty yksi esimerkki siitä, millaisiin kustannussäästöihin voidaan parhaimmillaan päästä tässä tutkimuksessa käsitellyillä tehostamiskeinoilla.

4.3.1 Ainespuun korjuun tehostaminen

Vastaajat näkivät hyvin merkittävänä ongelmana nuorissa metsissä hakkuun alhaisen tuottavuuden. Koska puun korjuu on hidasta, on seurauksena korkeat korjuukustannukset. Hakkuun alhaisen tuottavuuden aiheuttaa suurelta osin hankalat korjuuolosuhteet. Poistettavien puiden pieni koko, pieni sekä hehtaari- että leimikkokohtainen hakkuukertymä, runsas korjuuta haittaava alikasvos, maaston heikko kantavuus sekä laiminlyöty tai heikko taimikonhoito nähtiin ainespuun korjuussa hyvin merkittävänä ongelmina.

Kolmella ainespuun korjuun tehostamiskeinolla, jotka vastaajat asettivat merkitsevyyden perusteella kärkikymmenikköön, vaikutettiin hankaliin korjuuolosuhteisiin. Nämä tehostamiskeinot olivat oikein suoritettu taimikonhoito, alikasvoksen ennakkoraivaus sekä korjattavien leimikoiden huolellinen valinta. Mikä parasta, oikeinsuoritettu taimikonhoito ja alikasvoksen ennakkoraivaus kuuluivat myös kymmenen potentiaalisimman tehostamiskeinon joukkoon. Kärkikymmenikköön lisäyspotentiaalisissa ylsi myös ensiharvennuksen hallittu viivyttäminen. Viivyttämisellä voidaan vaikuttaa korjuuolosuhteisiin puiden kokoa ja sitä kautta hakkuukertymää kasvattamalla.

Myös puun joukkokäsittely kuului kärkikymmenikköön sekä merkitsevyydessä että lisäyspotentiaalisissa. Joukkokäsittelyyn tiiviisti liittyvä kuormainvaakamittaus nähtiin myös hyvin potentiaalisena tehostamiskeinona ainespuun korjuussa. Joukkokäsittely parantaa merkittävästi hakkuutyön tuottavuutta pienirunkoisissa nuorten metsien hakkuissa. Eräänä suurena ongelmana joukkokäsittelyssä on nähty kuutiomittauksen huono tarkkuus. Joukkokäsittelyn ja kuormainvaakamittauksen avulla voidaanankin sopeutua hankaliin korjuuolosuhteisiin, joissa poistettavat rungot ovat pieniä. Tarkasteltaessa vastaajien mielipiteitä esitetyistä väittämistä, nähdään heidän myös uskovan sekä joukkokäsittelyn että massanmittauksen yleistyvän tulevaisuudessa nuorten metsien ainespuun korjuussa. Samoin vastaajat uskoivat aines- ja energiapuun integroidun korjuun lisääntyvän. Kymmenen potentiaalisimman tehostamiskeinon joukkoon ainespuun korjuussa kuuluivat sekä integroitu korjuu kahden kasan menetelmällä että paalaamalla. Oleellista on kuitenkin se, etteivät vastaajat pitäneet kumpaakaan integroidun puunkorjuun menetelmää kovin merkittävänä tehostamiskeinona, vaikka potentiaalisina molempia pitivätkin.

Hankalien korjuuolosuhteiden rinnalle toisen ongelma-alueen muodostavat metsäkoneenkuljettajien liian vähäinen määrä sekä puutteet ammattitaidossa. Haastateltavilta tiedusteltiin mielipidettä neljästä tehostamiskeinosta, joilla voidaan vaikuttaa kuljettajien määrään sekä heidän taitotasoonsa. Nämä neljä tehostamiskeinoa olivat uusien kuljettajien koulutuksen tehostaminen, kuljettajaksi opiskelevien huolellinen valinta, hakkuutekniikan ja työtapojen kehittäminen sekä työssäoppimisen laajentaminen. Kaikki neljä nousivat merkitsevyytensä puolesta kärkikymmenikköön kustannustehokkuuden parantamisessa. Hakkuutekniikan ja työtapojen kehittämistä lukuun ottamatta kaikki nousivat myös kymmenen potentiaalisimman tehostamiskeinon joukkoon. Kuljettajien taidoilla onkin erittäin suuri vaikutus työn tuottavuuteen. Nuorten metsien hankalissa korjuuoloissa erot tuottavuudessa kasvavat entisestään taitavien ja taitamattomien kuljettajien välillä.

Vastaajat eivät nostaneet kalustoon liittyviä tekijöitä hyvin merkittäviksi ongelmiksi ainespuun korjuussa. Kymmenen merkittävimmän tehostamiskeinon joukkoon ylsi kuitenkin kaksi korjuukalustoon liittyvää tehostamiskeinoa. Nämä olivat koneiden käyttöasteen lisääminen ja konetekniikan kehittäminen. Kumpaakaan edellä mainituista ei pidetty kuitenkaan erityisen potentiaalisena tehostamiskeinona kustannustehokkuuden parantamisen kannalta.

4.3.2 Energiapuun korjuun tehostaminen

Vastaajat näkivät myös energiapuun korjuussa hyvin merkittävänä ongelmana hakkuun alhaisen tuottavuuden. Energiapuun korjuu on hidasta korjattuun kuutiomäärään nähden, joten korjuukustannukset nousevat korkeiksi. Samoin kuin ainespuun korjuussa suuri osa merkittävimmistä ongelmista johtuu hankalista korjuuolosuhteista. Poistettavien puiden pieni koko, pieni sekä hehtaari- että leimikkokohtainen hakkuukertymä, runsas korjuuta haittaava alikasvos sekä maaston heikko kantavuus nähtiin hyvin merkittävinä ongelmina myös energiapuun korjuussa. Kymmenen merkittävimmän ongelman joukkoon nousi myös epävarmuus kemera-tukien tasosta. Vastaajat toivoivatkin lisää pitkäjänteisyyttä valtion tukipolitiikkaan.

Tarkasteltaessa pelkkää tehostamiskeinojen merkitsevyyttä, nähdään energiapuun korjuussa lähestymistavan olevan hieman erilainen ainespuun korjuuseen verrattuna. Energiapuun korjuussa suoraan korjuuolosuhteisiin vaikuttavat tekijät eivät nousseet kärkikymmenikköön, vaan tilalle nousi korjuumenetelmien rationalisointiin ja korjuukaluston tehokkaampaan käyttöön tähtäävät tehostamiskeinot. Korjattavien leimikoiden huolellinen valinta oli ainut merkitsevyydeltään kärkikymmenikössä oleva tehostamiskeino, jonka voidaan nähdä vaikuttavan korjuuolosuhteisiin. Korjattavien leimikoiden huolellinen valinta ei kuitenkaan noussut kymmenen potentiaalisimman tehostamiskeinon joukkoon.

Vaikka korjuuolosuhteisiin vaikuttavia keinoja ei pidetty erityisen merkittävänä, nähtiin ne silti hyvin potentiaalisina tehostamiskeinoina. Energiapuuharvennusten korjuuolosuhteisiin ei olekaan juuri pyritty vaikuttamaan käytännössä. Energiapuuharvennuksen yhdistäminen osaksi suunniteltua metsänkasvatusketjua, käsittelyn hallittu viivyttäminen sekä alikasvoksen ennakkoraivaus nousivat kaikki kymmenen potentiaalisimman tehostamiskeinon joukkoon. Energiapuun korjuuolosuhteisiin vaikuttavia tehostamiskeinoja hyödynnetäänkin nykyisin aivan liian heikosti.

Kuten ainespuun korjuussa, myös energiapuun korjuussa metsäkoneenkuljettajien liian vähäinen määrä sekä puutteet ammattitaidossa muodostavat vaikeiden korjuuolosuhteiden rinnalle toisen ongelma-alueen. Kaikki neljä tehostamiskeinoa, joilla voidaan vaikuttaa kuljettajien määrään sekä heidän taitotasoonsa nousivat kärkikymmenikköön niin tehostamiskeinojen merkitsevyydessä kuin myös niiden lisäyspotentiaalimäärässä. Nämä neljä tehostamiskeinoa olivat uusien kuljettajien koulutuksen tehostaminen, kuljettajaksi opiskelevien huolellinen

valinta, hakkuutekniikan ja työtapojen kehittäminen sekä työssäoppimisen laajentaminen. Samoin kuin ensiharvennuksissa myös energiapuuharvennuksissa kuljettajan taitotaso korostuu työn tuottavuudessa.

Korjuumenetelmiin liittyvistä tehostamiskeinoista kymmenen merkittävimmän joukkoon nousivat kuormainvaakamittaus ja energiapuun korjuu kokopuuna. Kuormainvaakamittausta pidettiin myös yhtenä potentiaalisimmista tehostamiskeinoista kustannustehokkuuden parantamisessa. Kuormainvaakamittauksen nähtiin parantavan merkittävästi mittatarkkuutta sekä maksuperusteena ollessaan nopeuttavan korjuutilin maksamista. Korjuumenetelmiin liittyvistä tehostamiskeinoista hyvin potentiaalisena pidettiin myös aines- ja energiapuun integroitua korjuuta paalaamalla. Tätä ei kuitenkaan pidetty merkittävänä tehostamiskeinona kustannustehokkuuden kannalta.

Samoin kuin ainespuun korjuussa kalustoon liittyvistä tehostamiskeinoista kymmenen merkittävimmän joukkoon nousi koneiden käyttöasteen lisäämien ja konetekniikan kehittäminen. Näiden kahden lisäksi kärkikymmenikköön ylsi myös kuormatraktorin kuorman koon maksimointi. Näistä kolmesta yksikään ei noussut kuitenkaan potentiaalisimpien tehostamiskeinojen joukkoon. Sen sijaan nykyistä yksinkertaisemman korjuukaluston käytössä nähtiin energiapuun korjuussa kustannustehokkuuden lisäyspotentiaalia.

4.4 Johtopäätökset

Tämän tutkimuksen tärkein tehtävä oli selvittää vastaajien näkemykset aines- ja energiapuun korjuun eri tehostamiskeinojen merkityksestä ja lisäyspotentiaalista. Näiden kahden yhteisvaikutuksen perusteella tehostamiskeinot asetettiin lopulliseen tärkeysjärjestykseen. Tarkasteltaessa kymmenen tärkeimmän joukkoon yltäneitä tehostamiskeinoja, havaitaan näiden olevan aines- ja energiapuun korjuussa kahta poikkeusta lukuun ottamatta samat.

Useat vastaajat olivat tyytymättömiä nykyiseen metsäkoneenkuljettajakoulutukseen. Koulutusta tulisi tiivistää nykyistä lyhyemmäksi sekä painottaa opetus osa-alueisiin, jotka todella vaikuttavat korjuutyön tuottavuuteen. Kaikkein tärkeintä on saada koulutukseen valitut opiskelijat jäämään metsäalalle. Kaikkia neljää tehostamiskeinoa (kuljettajaksi opiskelevien huolellinen valinta, uusien kuljettajien koulutuksen tehostaminen, työssäoppimisen laajentaminen, hakkuutekniikan ja työtapojen kehittäminen), jotka vaikuttavat metsäkoneenkuljettaji-

en taitotasoon, pidettiin erittäin tärkeinä sekä aines- että energiapuun korjuussa. Lukuisissa tutkimuksissa on havaittu niin sanotulla hakkuukoneenkuljettajan hiljaisella tiedolla olevan jopa 40–55 %:n vaikutus hakkuun tuottavuuteen (Sirén 1998, Kärhä ym. 2001, Ovaskainen ym. 2004, Väätäinen ym. 2005, Kariniemi 2006b). Tämän lisäksi on havaittu kuljettajien välisten tuottavuuserojen olevan vaikeissa nuorten metsien korjuuolosuhteissa suuremmat kuin myöhemmissä hakkuissa (Kärhä ym. 2001). Vastajaat näkivätkin kuljettajien taitotason parantamisen olevan erinomainen tapa parantaa erityisesti nuorten metsien, mutta samalla koko puunkorjuun kustannustehokkuutta.

Nuorten metsien puunkorjuun korjuuolosuhteita on pyrittävä parantamaan, jotta kustannustehokkuutta saadaan nostettua. Alikasvoksen ennakkoraivaus nousi tärkeimmäksi tehostamiskeinoksi ainespuun korjuussa ja myös energiapuun korjuussa sitä pidettiin hyvin tärkeänä. Alikasvoksen oikeaoppisella raivauksella voidaan parantaa sekä hakkuun tuottavuutta että korjuujälkeä huomattavasti. Korjuun tuottavuuden nousu johtuu eritoten hakkuutyön tuottavuuden paranemisesta, mutta myös metsäkuljetus tehostuu. Ennakkoraivauksella saavutettavat kustannussäästöt riippuvat alikasvoksen tiheydestä, pituudesta ja puulajista, käytetystä hakkuutavasta ja korjuukalustosta, hakattavan puuston ominaisuuksista, korjuun ajankohdasta sekä tavasta, jolla ennakkoraivaus on suoritettu. Saavutettavat tuottavuuden lisäykset vaihtelevat edellä mainituista syistä riippuen noin kymmenestä jopa yli 30 %:iin (Tahvanainen 2001, Kärhä ym. 2006a).

Toinen korjuuolosuhteisiin vaikuttava tehostamiskeino, jota vastaajat pitivät hyvin tärkeänä sekä aines- että energiapuun korjuussa oli käsittelyn hallittu viivyttäminen. Hallitulla viivytämällä pyritään poistettavien puiden koon kasvattamiseen ja sitä kautta kertymän lisäämiseen. Rungon koon kasvaessa hakkuun tuottavuus nousee ja siten kustannukset laskevat (esim. Tufts & Brinker 1993, Kuitto ym. 1994, Holtzschler ym. 1997, Tufts 1997). Kärhän ym. (2006a) tutkimuksen yhteydessä havaittiin sekä ainespuun että kokopuuna korjattavan energiapuun hakkuukustannusten alkavan nousta jyrkästi runkojen keskikoon laskeessa alle 50 dm³:iin. Hakkuukustannusten alentamiseksi olisikin kannattavaa kasvattaa poistettavien runkojen keskikokoa lähemmäs 100 dm³:ä. Myös keskimääräisen hehtaarikohtaisen ainespuukertymän kasvaessa puunkorjuun tehokkuuden on havaittu nousevan (Kuitto ym. 1994, Nurminen ym. 2006). Valitettavan usein käsittelyä ei ole kuitenkaan mahdollista viivyttää laiminlyödyn tai heikon taimikonhoidon seurauksena

Oikein suoritettu taimikonhoito nähtiin erittäin tärkeänä nuorten metsien ainespuun korjuun tehostamiskeinona. Oikein suoritettu ja oikea-aikainen taimikonhoito turvaa puuston kehityksen ja luo siten pohjan kannattavalle ensiharvennukselle. Oikein hoidetussa taimikossa runkojen koko ja hakkuukertymä kasvavat suuremmaksi kuin leimikoissa, joissa taimikonhoitoa on laiminlyöty (Ylimartimo ym. 2001). Taimikonhoidon ansiosta on usein myös mahdollista hallitusti viivästyttää ensi- tai energiapuuharvennusta muutamalla vuodella (Kärhä 2007b, Spinelli ym. 2007). Tämän lisäksi oikeaoppisella taimikonhoidolla voidaan vähentää alikasvoksen määrää ensiharvennuskohteilla.

Energiapuuharvennuksen yhdistäminen osaksi suunniteltua metsänkasvatusketjua nousi tutkimuksessa erittäin tärkeäksi energiapuun korjuun tehostamiskeinoksi. Vaikka tällä hetkellä energiapuuleimikoita on runsaasti, näkivät vastaajat tämän tehostamiskeinon hyvänä ratkaisuna energiapuuharvennusten korjuuolosuhteiden parantamiseksi ja korjuukohteiden määrän turvaamiseksi tulevaisuudessa. Samoin vastaajat painottivat energiapuun korjuun tehostamisessa korjattavien leimikoiden huolellisen valinnan tärkeyttä. Energiapuuta ei ole järkevää korjata kaikilta nuorten metsien kohteilta. Esimerkiksi hyvin pienirunkoisilla energiapuuharvennuksilla korjuukustannukset nousevat liian korkeiksi vaikka kalusto ja korjuumenetelmä olisikin valittu mahdollisimman hyvin.

Myös korjuumenetelmien rationalisointiin tähtääviä keinoja nousi kymmenen tärkeimmän tehostamiskeinon joukkoon. Joukkokäsittely nähtiin erittäin tärkeänä ainespuun korjuun tehostamiskeinona. Joukkokäsittelyllä on mahdollista saavuttaa merkittäviä kustannussäästöjä ensiharvennusten korjuukustannuksissa (Lilleberg 1994, Mäkelä ym. 2002, Bergkvist 2003, Gingras 2004). Esimerkiksi vuoden 2006 ensiharvennusten korjuumäärillä, jotka olivat noin 8 milj. m³, saavutettavat säästöt ovat huomattavat. Vuonna 2006 ensiharvennusten korjuukustannukset olivat keskimäärin 14,14 €/m³ (Kariniemi 2007). Vuonna 2005 hakkuun osuus ensiharvennusten korjuukustannuksista oli 71 % (Kariniemi 2006a). Tällä perusteella vuoden 2006 ensiharvennusten hakkuukustannukset olivat keskimäärin 10,04 €/m³ ja hakkuun kokonaiskustannukset noin 80,3 miljoonaa euroa. Lähes kaikki ensiharvennukset tehtiin vuonna 2006 yksinpuinkäsittelyllä. Joukkokäsittelyllä voidaan päästä pieniläpimittaisilla rungoilla yli 20 %:n lisäykseen hakkuun tuottavuudessa (Bergkvist 2003, Gingras 2004). 20 %:n tuottavuuden lisäyksellä saman kuutiomäärän hakkaamiseen kuluu vain 83 % ajasta, joten kuutiokohtaiset korjuukustannukset ovat 83 % yksinpuinhakkuun kustannuksista eli 8,33 €/m³. Mikäli kaikki ensiharvennuskohteet voitaisiin hakata joukkokäsittelyllä ja menetelmää sovellettaisiin täysipainoisesti, vuoden 2006 korjuumäärillä korjuukustannukset laskisivat noin

66,6 miljoonaan euroon. Säästöä ensiharvennusten korjuukustannuksissa kertyisi toisinsanoen 13,7 miljoonaa euroa vuodessa. Joukkokäsittely onkin saatava nopeasti valtamenetelmäksi pieniläpimittaisen ensiharvennuspuun hakkuussa.

Kuormainvaakamittaus ylsi ainespuun korjuussa kymmenen tärkeimmän tehostamiskeinon joukkoon, mutta erityisen tärkeänä se nähtiin energiapuun korjuussa. Kuormainvaakamittauksen ansiosta energiapuun mittatarkkuus paranee huomattavasti etenkin pinomittaukseen verrattuna. Lisäksi yrittäjä saa täyden korjuutilin nopeasti työn jälkeen, jolloin esimerkiksi yrityksen talous on helpompi pitää tasapainossa.

Korjuukalustoon liittyvistä tehostamiskeinoista vastaajat pitivät tärkeimpänä koneiden käyttöasteen lisäämistä niin aines- kuin energiapuun korjuussa. Hakkuukoneilla tehdään Suomessa keskimäärin hieman yli puoltatoista ja kuormatraktoreilla alle puoltatoista vuoroa (Jaakkola 2006). Metsäkoneet eivät siis ole täystyöllistettyjä. Mikäli hakkuukoneilla tehtäisiin kahta täyttä vuoroa, alenisivat hakkuukustannukset noin 5 % (Kärhä 2007b). Myös Väätäinen ym. (2008) havaitsivat kolmen korjuuketjun yrityksessä korjuun yksikkökustannusten alenevan 2 %, kun korjuusuoritetta kasvatettiin käyttämällä kahta työvuoroa.

Vastaajien näkemykset tärkeimmistä tehostamiskeinoista eivät täysin vastaa eri tutkimuksissa saatuja tutkimustuloksia korjuutyön tuottavuuden kasvusta ja korjuukustannusten alenemisesta. Vastaajat ovatkin punninneet vastauksissaan tehostamiskeinoja laajemmin, esimerkiksi käytännön toiminnan ja luotettavuuden kannalta. Osa tässä tutkimuksessa käsitellyistä tehostamiskeinoista on jo nykyisin kohtalaisesti käytössä. Mahdollisuuksia huomattavasti tehokkaampaan käyttöön on kuitenkin olemassa. Lukuisat tutkimukset osoittavat, että esitetyillä tehostamiskeinoilla voidaan päästä parhaimmillaan jopa usean kymmenen prosentin säästöihin korjuukustannuksissa nykyiseen tilanteeseen verrattuna. Parhaita tässä tutkimuksessa esille tulleita tehostamiskeinoja onkin ryhdyttävä aikailematta soveltamaan nykyistä laajemmassa mittakaavassa.

4.5 Jatkotutkimuksen tarve

Tässä tutkimuksessa ei ole systemaattisesti laskettu millaisiin konkreettisiin kustannussäästöihin esitetyillä tehostamiskeinoilla voidaan päästä. Valtaosassa aiheesta tehdyistä tutkimuksista on esitetty prosenttimääriä kustannusten alenemiselle tai tuottavuuden nousulle. Laskelmia

siitä, millaisiin säästöihin näillä tehostamiskeinoilla voidaan päästä, kun säästöt kertautuvat kaikissa vastaavissa tilanteissa tai esimerkiksi saman kokoluokan yrityksissä, ei ole juurikaan tehty. Tällaisten laskelmien avulla olisi helpompi vakuuttaa eri toimijoita konkreettisista hyödyistä, joita tehostamiskeinoilla voidaan saavuttaa.

Koska tämän tutkimuksen kiinnostuksen kohteiden määrä oli hyvin laaja, ei yksittäisiä syitä eri tekijöiden taustalla ole pystytty selvittämään tarkasti. Esimerkiksi syitä erikoiskaluston vähäiseen käyttöön tulisi tutkia lisää. Lisäksi olisi tärkeää selvittää perin pohjin, miksi uudet metsäkoneenkuljettajat eivät jää alalle ja kuinka metsäkoneenkuljettajakoulutusta voitaisiin tehostaa.

Tämän tutkimuksen vastaajat eivät edusta koko toimijakenttää nuorten metsien puunkorjuussa. Olisi tärkeää tietää myös metsänhoitoyhdistysten ja metsäkeskusten edustajien sekä metsänomistajien näkemykset esitetyistä tehostamiskeinoista ja ongelmista. Metsäkeskuksilla ja etenkin metsänhoitoyhdistyksillä on läheinen suhde metsänomistajiin, joilla on lopullinen päätäntävalta siitä, miten ja millä kalustolla valtaosaa Suomen metsistä käsitellään.

LÄHDELUETTELO

Asetus kestävän metsätalouden rahoituksesta (1996/1311). Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1996/19961311> [Viitattu 1.10.2007].

Asikainen, A., Ala-Fossi, A., Visala, A. & Pulkkinen, P. 2005. Metsäteknologiasektorin visio ja tiekartta vuoteen 2020. Metsäntutkimuslaitoksen työraportteja 8. Saatavissa: <http://www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/2005/mwp008.pdf> [Viitattu 9.11.2007] 91 s.

Bergkvist, I. 2003. Flerträdshantering höjer prestationen och ökar nettot i klen gallring. Skogforsk, Resultat 5/2003. 4 s.

Bergroth, J., Kärhä, K., Palander, T. & Keskinen, S. 2007. Tela-alustainen kaivukone hakkuukoneena. Metsätehon raportti 199. 36 s.

Brunberg, T. & Arlinger, J. 2001. Vad kostar det att sortera virket i skogen? Skogforsk, Resultat 3/2001. 4 s.

Egermark, T. & Löfgren, B. 2005. Kranspetsstyrning ger snabbare inläring. Skogforsk, Resultat 24/2005. 4 s.

Gellerstedt, S. 2002. Operation of the single-grip harvester: motor-sensory and cognitive work. *International Journal of Forest Engineering* 13(2): 35–47.

- Gingras, J-F. 2004. Early studies of multi-tree handling in eastern Canada. *International Journal of Forest Engineering* 15(2): 18–22.
- Hakkila, P., Kalaja, H. & Saranpää, P. 1995. Etelä-Suomen ensiharvennusmänniköt kuitu- ja energialähteenä. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 582. 93 s.
- Hakkila, P. & Fredriksson T. 1996. Metsämme bioenergian lähteenä. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 613. 92 s.
- Hakkila, P. 2005. Fuel from early thinnings. *International Journal of Forest Engineering* 16(1): 11–14.
- Harstela, P. 2004a. Kustannustehokas metsänhoito. Gravita Ky. Otavan Kirjapaino Oy, Keuruu. 126 s.
- Harstela, P. 2004b. Johdanto. Julkaisussa: Harstela, P. (toim.). *Metsähake ja metsätalous*. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 913: 5–6.
- Heikkilä, T. 2004. Tilastollinen tutkimus. 5. uudistettu painos. Edita Prima Oy, Helsinki. 327 s.
- Heikkilä, J., Laitila, J., Tantu, V., Lindblad, J., Sirén, M., Asikainen, A., Pasanen, K. & Korhonen, K. T. 2005. Karsitun energiapuun korjuuvaihtoehdot ja kustannustekijät. *Metsäntutkimuslaitoksen työraportteja* 10. Saatavissa: <http://www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/2005/mwp010.pdf> [Viitattu 8.10. 2007]. 56 s.
- Heikkilä, J., Sirén, M., Hynynen, J. & Sauvula, T. 2006. Energiapuuta ainespuusta tinkimättä. Hyvän metsänhoidon opassarja. *Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio*. 16 s.
- Helynen, S., Flyktman, M., Asikainen, A. & Laitila, J. 2007. Metsätalouteen ja metsäteollisuuteen perustuvan energialiiketoiminnan mahdollisuudet. *VTT tiedotteita* 2397. 72 s.
- Hilli, M. 2007. Energiapolitiikan tulevaisuuden linjaukset ja koulutustarpeet yrityksen näkökulmasta. *Metsäbioenergian tulevaisuuden mahdollisuudet -seminaari*. 29.11.2007 Joensuu.
- Holtzsch, M. & Landford, B. 1997. Tree diameter effects on cost and productivity of cut-to-length systems. *Forest Products Journal* 47(3): 25–30.
- Hyvän metsänhoidon suositukset. 2006. *Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio*. *Metsäkustannus Oy*. F.G. Lönnberg, Helsinki. 100 s.
- Hämäläinen, J., Hujo, S. & Korpilahti, A. 2006. Puutavaran mittauksen tutkimus ja kehitysohjelma. *Metsätehon raportti* 191. 36 s.
- Jaakkola, S. 2006. Suhdanekatsaus syyskuu 2006: Konealan näkymät parantuneet lähes kautta linjan. *Koneyrittäjä* 9/2006: 14–17.
- Juntunen, M-L. & Herrala-Ylinen, H. (toim.). 2007. *Metsänhoito- ja perusparannustyöt 2006*. *Metsäntutkimuslaitoksen Metsätalostatiedote* 872.

Jylhä, P., Väätäinen, K., Rieppo, K. & Asikainen, A. 2006. Aines- ja energiapuun hakkuu ja lähikuljetus korjureilla – Kirjallisuuskatsaus. Metsäntutkimuslaitoksen työraportteja 34. Saatavissa: <http://www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/2006/mwp034.pdf> [Viitattu 16.9.2007]. 40 s.

Järvinen, E., Rämö, A-K. & Silvennoinen, H. 2006. Energiapuun tuotanto ja markkinat: metsänomistajakysely. Pellervon taloudellisen tutkimuslaitoksen raportteja 199. 89 s.

Kansallinen ilmastostrategia: valtioneuvoston selonteko eduskunnalle. 2001. Kauppa- ja teollisuusministeriön julkaisuja 2/2001. 96 s.

Kansallinen metsäohjelma 2010. 1999. Maa- ja metsätalousministeriö, Julkaisuja 2/1999. 40 s.

Kansallinen metsäohjelma 2015. 2008. Maa- ja metsätalousministeriö. 55 s.

Kariniemi, A. 2003. Metsäkonetyön kuva -ajattelun ja suunnittelun merkitys. Julkaisussa: Kariniemi, A. (toim.). Kehittyvä puuhuolto 2003 – Seminaari metsäammattilaisille. Seminaarijulkaisu. s. 13–22.

Kariniemi, A. 2006a. Puutavaran korjuukustannukset, korjuuolosuhteet ja määrät vuonna 2005. Metsäteho Oy. Julkaisematon tilasto.

Kariniemi, A. 2006b. Kuljettajakeskeinen hakkuukonetyön malli - työn suorituksen kognitiivinen tarkastelu. Helsingin yliopiston metsävarojen käytön laitoksen julkaisuja 38. 127 s.

Kariniemi, A. 2007. Puunkorjuu ja kaukokuljetus vuonna 2006. Metsätehon katsaus 29/2007. 4 s.

Kemera-opas. 2007. Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio ja Metsäkeskus Pirkanmaa. 50 s.

Koistinen, A. & Äijälä, O. 2005. Energiapuun korjuu. Hyvän metsänhoidon opassarja. Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio. Vammalan kirjapaino Oy, Vammala. 40 s.

Korhonen, K.T., Ihalainen, A., Heikkinen, J., Henttonen, H. & Pitkänen, J. 2007. Suomen metsävarat metsäkeskuksittain 2004–2006 ja metsävarojen kehitys 1996–2006. Metsätieteen aikakauskirja 2B/2007: 149–213.

Korpilahti, A. 1997. Kuormatilojen kehittäminen energiapuun kuljetusta varten. Metsätehon raportti 13. 51 s.

Kuitto, P-J, Keskinen, S., Lindroos, J., Oijala, T., Rajamäki, J., Räsänen, T. & Terävä, J. 1994. Puutavaran koneellinen hakkuu ja metsäkuljetus. Metsätehon tiedotus 410. 38 s.

Kuusipalo, J. 1996. Suomen metsätyypit. Kirjapaino Oy West Point, Rauma. 144 s.

Kärhä, K. (toim.). 2001. Harvennuspuun koneelliset korjuuvaihtoehdot. HARKO-projektin (1999–2001) loppuraportti. Työtehoseuran julkaisuja 382. 93 s.

- Kärhä, K., Ryytänen, S. & Rönkkö, E. 2001. Harvennusharvestereiden tuottavuus ja hakkuukustannukset. Työtehoseuran metsätiedote 640. 6 s.
- Kärhä, K., Rönkkö, E. & Gumse, S-I. 2004. Productivity and cutting costs of thinning harvesters. *International Journal of Forest Engineering* 15(2): 43–56.
- Kärhä, K. 2006. Ensiharvennuskannikön voimakas laatuharvennus. *Metsätehon katsaus* 22/2006. 4 s.
- Kärhä, K., Keskinen, S., Kallio, T., Liikkanen, R. & Lindroos, J. 2006a. Ennakkoraivaus osana ensiharvennuspuun korjuuta. *Metsätehon raportti* 187. 77 s.
- Kärhä, K., Keskinen, S., Liikkanen, R. & Lindroos, J. 2006b. Kokopuun korjuu nuorista metsistä. *Metsätehon raportti* 193. 79 s.
- Kärhä, K. 2007a. Metsähakkeen tuotantokalusto Suomessa 2007. *Metsäteho Tulosalvosarja* 11/2007. Saatavissa : http://www.metsateho.fi/uploads/Tulosalvosarja_2007_11_Metsahakkeen_tuotantokalusto_kk_1.pdf. [Viitattu 3.3.2008].
- Kärhä, K. 2007b. Towards More Cost-Efficient Harvesting of Energy Wood and Pulpwood in Early Thinnings. *Julkaisussa: Savolainen, M. (toim.). Book of Proceedings. BIOENERGY 2007, 3rd International Bioenergy Conference and Exhibition, 3rd – 6th September 2007, Jyväskylä Paviljonki, Finland. s. 443–451.*
- Kärhä, K. 2007c. Suullinen tiedonanto. 2.11.2007.
- Kärhä, K. 2007d. Integrated harvesting of energy wood and pulpwood in first thinning using two-pile method. *Metsäteho Oy, Julkaisematon käsikirjoitus.*
- Kärhä, K. 2007e. Ensiharvennusten korjuuolot vuosina 2000-2005. *Metsäteho Tulosalvosarja* 17/2007. Saatavissa: http://www.metsateho.fi/uploads/Tulosalvosarja_2007_%2017_ensiharvennusten%20korjuuolot_kk.pdf [Viitattu 5.4.2008].
- Kärhä, K., Poikela, A., Rieppo, K., Imponen, V., Keskinen, S. & Vartiamäki, T. 2007a. Korjurit ainespuun korjuussa. *Metsätehon raportti* 200. 50 s.
- Kärhä, K., Laitila, J. & Jylhä, P. 2007b. Aines- ja energiapuun integroitu hankinta. *Julkaisussa: Kariniemi, A. (toim.). Kehittyvä puuhuolto 2007 – Seminaari metsäammattilaisille. Seminaarijulkaisu. s. 67–74.*
- Laki kestävän metsätalouden rahoituksesta (1996/1094). Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1996/19961094> [Viitattu 1.10.2007].
- Laukkanen, H., Nousiainen, M., Jormanainen, P. & Niemi, S. 2002. Yhteistyö suometsien hakkuu- ja hoitotöissä. *Julkaisussa: Niemi, S., Finer, L., Laukkanen, H., Nousiainen, M., Sikanen, L. & Väätäinen, K. (toim.). Suometsät – tulevaisuuden tukkipuustot. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 830: 29–33.
- Lilleberg, R. 1994. Joukkokäsittelyharvesteri FMG 990/756 H ensiharvennuskannikössä. *Metsätehon katsaus* 8/1994. 6 s.

- Löfgren, B. & Wästerlund, I. 2004. Automation – Way to increase productivity in logging. Julkaisussa: Uusitalo, J., Nurminen, T. & Ovaskainen, H. (toim.). NSR conference of forest operations 2004 – Proceedings. *Silva Carelica* 45: 261–271.
- McNeel, J.F. & Rutherford, D. 1994. Modelling harvester-forwarder system performance in a selection harvest. *Journal of Forest Engineering* 6(1): 7–14.
- Metsätilastollinen vuosikirja 2006. 2006. Metsäntutkimuslaitos, Vantaan toimintayksikkö. Vammalan kirjapaino Oy, Vammala. 438 s.
- Metsätrans tilastot 2006: Metsäkoneyritysten kasvu jatkuu. 2007. *Metsätrans* 1/2007: 8–13.
- Metsävarat metsäkeskuksittain – VMI10:n ja VMI9:n tuloksia. Metsäntutkimuslaitos. Saatavissa: <http://www.metla.fi/metinfo/vmi/> [Viitattu 20.9.2007].
- Mäkelä, M., Poikela, A. & Liikanen, R. 2002. Joukkohakkuu aines- ja energiapuun korjuussa. Metsätehon raportti 137. 18 s.
- Mutanen, J. 2003. Avauspuheenvuoro: resurssien kehityssuunnat. Julkaisussa: Kariniemi, A. (toim.). *Kehittyvä puuhuolto 2003 Seminaarijulkaisu*. s. 8–12.
- Nurminen, T., Korpunen, H. & Uusitalo J. 2006. Time consumption analysis of the mechanized cut-to-length harvesting system. *Silva Fennica* 40(2): 335–363.
- Ovaskainen, H., Uusitalo, J. & Väätäinen, K. 2004. Characteristics and significance of a harvester operators' working technique in thinnings. *International Journal of Forest Engineering* 15(2): 67–77.
- Ovaskainen, H. 2005. Comparison of harvester work in forest and simulator environments. *Silva Fennica* 39(1): 89–101.
- Ovaskainen, H. & Heikkilä, M. 2007. Visuospatial cognitive abilities in cut-to-length single-grip timber harvester work. *International Journal of Industrial Ergonomics* 37: 771–780.
- Rieppo, K. & Pekkola, P. 2001. Korjureiden käyttömahdollisuuksista. Metsätehon raportti 121. 51 s.
- Rieppo, K. 2003. Vaihtoehtoista korjuutekniikkaa. Metsätehon raportti 149. 43 s
- Salakari, M., Herrala-Ylinen, H. & Västilä, S. (toim.). 2006. Metsänhoito- ja perusparannustyöt 2005. Metsäntutkimuslaitoksen Metsätilastotiedote 838.
- Sirén, M. 1998. Hakkukonetyö, sen korjuujälki ja puustovaurioiden ennustaminen. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 694. 179 s.
- Sirén, M. & Aaltio, H. 2003. Productivity and costs of thinning harvesters and harvester-forwarders. *International Journal of Forest Engineering* 14(1): 39–48.
- Spinelli, R., Cuchet, E. & Roux, P. 2007. A new feller-buncher for harvesting energy wood: Results from a European test programme. *Biomass & Bioenergy* 31: 205–210.

Strandström, M. 2007. Metsätyövoiman tarve - SAVOTTA 2015-laskelma. Metsäteho Tuloskalvosarja 13/2007. Saatavissa: http://www.metsateho.fi/uploads/Tuloskalvosarja_2007_13_Metsatyovoima_ms.pdf. [Viitattu 28.2.2008].

Tahvanainen, M. 2001. Alikasvoksen ennakkoraivauksen vaikutukset koneellisessa harvennushakkuussa. Työtehoseuran metsätiedote 638. 4 s.

Tahvanainen, T. 2004. Metsähake ja puukauppa. Julkaisussa: Harstela, P. (toim.). Metsähake ja metsätalous. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 913: 37–48.

Tanttu, V., Sirén, M., Aaltio, H. & Kärhä, K. 2002. Energiapuun korjuuolojen parantamismahdollisuudet. Julkaisussa: Sirén, M. (toim.). Ensiharvennusten korjuuolot ja niiden parantamismahdollisuudet. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 837: 37–55.

Tanttu, V. & Mutikainen, A. 2004. Karsitun aines- ja energiapuun integroitu korjuu harvennuksessa. Työtehoseuran metsätiedote 682. 4 s.

Tufts, R. & Brinker, R. 1993. Productivity of a Scandinavian cut-to-length system while second thinning pine plantations. *Forest Products Journal* 43(11/12): 24–32.

Tufts, R. 1997. Productivity and cost of the Ponsse 15-series, cut-to-length harvesting system in southern pine plantations. *Forest Products Journal* 47(10): 39–46.

Uusitalo, J. 2003. Metsäteknologian perusteet. Metsälehti kustannus. Karisto Oy, Hämeenlinna. 230 s.

Uusiutuvan energian edistämishjelma 2003–2006. Työryhmän ehdotus. 2003. Kauppa- ja teollisuusministeriön työryhmä- ja toimikuntaraportteja 5/2003. 56 s.

Västilä, S. & Herrala-Ylinen, H. (toim.). 2001. Metsänhoito- ja perusparannustyöt vuosi 2000. Metsäntutkimuslaitoksen Metsätilastotiedote 596.

Västilä, S. & Herrala-Ylinen, H. (toim.). 2002. Metsänhoito- ja perusparannustyöt vuosi 2001. Metsäntutkimuslaitoksen Metsätilastotiedote 646.

Västilä, S. & Herrala-Ylinen, H. (toim.). 2003. Metsänhoito- ja perusparannustyöt vuosi 2002. Metsäntutkimuslaitoksen Metsätilastotiedote 697.

Västilä, S. & Herrala-Ylinen, H. (toim.). 2004. Metsänhoito- ja perusparannustyöt 2003. Metsäntutkimuslaitoksen Metsätilastotiedote 742.

Västilä, S. & Herrala-Ylinen, H. (toim.). 2005. Metsänhoito- ja perusparannustyöt 2004. Metsäntutkimuslaitoksen Metsätilastotiedote 778.

Väätäinen, K., Sikanen, L. & Asikainen A. 2004. Feasibility of excavator-based harvester in thinning of peatland forests. *International Journal of Forest Engineering* 15(2): 103–111.

Väätäinen, K., Ovaskainen, H., Ranta, P. & Ala-Fossi, A. 2005. Hakkuukoneenkuljettajan hiljaisen tiedon merkitys hakkuutulokseen työpistetasolla. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 937. 100 s.

Väätäinen, K., Liiri, H., Asikainen, A., Sikanen, L., Jylhä, P., Rieppo, K., Nuutinen, Y. & Ala-Fossi, A. 2007. Korjureiden ja korjuuketjun simulointi ainespuun korjuussa. Metsäntutkimuslaitoksen työraportteja 48. Saatavissa: <http://www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/2007/mwp048.pdf> [Viitattu 15.10.2007] 78 s.

Väätäinen, K., Lappalainen, M., Asikainen, A. & Anttila, P. 2008. Kohti kustannustehokkaampaa puunkorjuuta - Puunkorjuuyrittäjien uusien toimintamallien simulointi. Metsäntutkimuslaitoksen työraportteja 73. Saatavissa: <http://www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/2008/mwp073.pdf> [Viitattu 15.4.2007] 52 s.

Wester, F. & Eliasson, L. 2003. Productivity in final felling and thinning for combined harvester-forwarder (harwarder). *International Journal of Forest Engineering* 14(2): 45–51.

Ylimartimo, M., Harstela, P., Korhonen, K.T. & Sirén, M. 2001. Ensiharvennuskohteiden korjuukelpoisuus ojitetuilla turvemaidilla. *Metsätieteen aikakauskirja* 2/2001: 253–263.

Ylitalo, E. (toim.). 2001. Puupolttoaineiden käyttö energiantuotannossa vuonna 2000. Metsäntutkimuslaitoksen Metsätilastotiedote 574.

Ylitalo, E. (toim.). 2002. Puupolttoaineiden käyttö energiantuotannossa 2001. Metsäntutkimuslaitoksen Metsätilastotiedote 620.

Ylitalo, E. (toim.). 2003. Puupolttoaineiden käyttö energiantuotannossa vuonna 2002. Metsäntutkimuslaitoksen Metsätilastotiedote 670.

Ylitalo, E. (toim.). 2004. Puupolttoaineiden käyttö energiantuotannossa 2003. Metsäntutkimuslaitoksen Metsätilastotiedote 719.

Ylitalo, E. (toim.). 2005. Puupolttoaineiden käyttö energiantuotannossa 2004. Metsäntutkimuslaitoksen Metsätilastotiedote 770.

Ylitalo, E. (toim.). 2006. Puupolttoaineiden käyttö energiantuotannossa 2005. Metsäntutkimuslaitoksen Metsätilastotiedote 820.

Ylitalo, E. (toim.). 2007. Puun energiakäyttö 2006. Metsäntutkimuslaitoksen Metsätilastotiedote 867.

Ylitalo, E. (toim.). 2008. Puun energiakäyttö 2007. Metsäntutkimuslaitoksen Metsätilastotiedote 15/2008.

Äijälä, O. 2007. Harvennushakkuiden korjuujäljen tarkastusten tulokset v. 2006. Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio. Tulosalvosarja.

Örn, J. 2004. Metsätyövoiman tarve ja koulutus 2003–2010. Metsätehon raportti 175. 41 s.

LIITTEET

Liite 1

**AINES- JA ENERGIAPUUN KORJUUN TEHOSTAMISKEINOT JA NIIDEN PRIORISOINTI NUORISSA
METSISSÄ****Metsäteho Oy**
Joensuun yliopisto**HAASTATTELULOMAKE*****Puunkorjuuyrittäjät*****A) TAUSTATIEDOT**

Haastateltava _____
Yritys _____
Osoite _____
Puhelinnumero _____
Sähköposti _____

1. Millä konekalustolla (malli ja vuosimalli) urakoitte vuonna 2007?

Hakkuukoneet (+ hakkuulaite):

Kuormatraktorit:

Korjurit (+ korjuukoura):

Muuta:

2. Onko teillä ennen nykyistä kalustoa ollut käytössänne pieniä harvennushakkuukoneita (paino alle 13 t), kaivukoneharvestereita, korjureita tai muuta erityisesti nuoriin metsiin soveltuvaa konekalustoa?

Ei.

Kyllä, mitä? _____

3. Minkälaiset ovat kokemuksenne pienistä harvennushakkuukoneista (paino alle 13 t), kaivukoneharvestereista, korjureista tai muusta erityisesti nuoriin metsiin soveltuvasta konekalustosta?

4. Kuinka paljon yrityksenne korjasi ainespuuta vuonna 2007?

_____ m³ ensiharvennuksilta

_____ m³ myöhemmiltä harvennuksilta

_____ m³ uudistushakkuilta

_____ m³ muilta hakkuilta

_____ m³ YHTEENSÄ

5. Kuinka paljon yrityksenne korjasi energiapuuta vuonna 2007?

_____ m³ nuorista metsistä pieniläpimittaista ($d_{1,3} < 10$ cm) kokopuuta

_____ m³ nuorista metsistä pieniläpimittaista ($d_{1,3} < 10$ cm) rankapuuta

_____ m³ uudistushakkuilta hakkuutähteitä ja kantoja

_____ m³ YHTEENSÄ

6. Mitkä olivat yrityksenne pääasiakkaat vuonna 2007? (1. = tärkein asiakas jne.)

1. _____, _____ %:n osuudella liikevaihdosta.

2. _____, _____ %:n osuudella liikevaihdosta.

3. _____, _____ %:n osuudella liikevaihdosta.

4. _____, _____ %:n osuudella liikevaihdosta.

7. Kuinka kannattavana näette tällä hetkellä yrityksenne liiketoiminnan? Valitkaa kuvaavin.

huonosti kannattava

välttävästi kannattava

tyydyttävästi kannattava

hyvin kannattava

erinomaisen kannattava

**AINES- JA ENERGIAPUUN KORJUUN TEHOSTAMISKEINOT JA NIIDEN PRIORISOINTI NUORISSA
METSISSÄ**

Metsäteho Oy
Joensuun yliopisto

HAASTATTELULOMAKE

Puunhankintaorganisaatioiden edustajat

A) TAUSTATIEDOT

Haastateltava _____
Yritys _____
Osoite _____
Puhelinnumero _____
Sähköposti _____

1. Kuinka paljon yrityksenne korjasi ainespuuta ensiharvennuksilta vuonna 2007?

2. Kuinka paljon yrityksenne korjasi ainespuuta kaikilta korjuukohteilta vuonna 2007?

3. Kuinka paljon yrityksenne korjasi pieniläpimittaista ($d_{1,3} < 10$ cm) energiapuuta nuorista metsistä koko- ja rankapuuna vuonna 2007?

4. Kuinka paljon yrityksenne korjasi energiapuuta kaikilta korjuukohteilta vuonna 2007?

5. Kuinka monta seuraavia konetyyppejä urakoi työmaillanne aines- ja energiapuun korjuutyössä vuonna 2007?

Pieniä harvennushakkuukoneita (paino < 13 t) _____ kpl

(esim. John Deere/Timberjack 770, Nokka Profi, Pro Silva Ässä 810, Sampo Rosenlew 1046X)

Harvennushakkuukoneita (paino 13–15 t) _____ kpl

(esim. John Deere/Timberjack 970 ja 1070, Ponsse Beaver, Sampo Rosenlew 1066, Valmet 901)

Yleishakkuukoneita (paino 15–18 t) _____ kpl

(esim. John Deere/Timberjack 1270, Ponsse Ergo, Valmet 911)

Raskaita hakkuukoneita (paino > 18 t) _____ kpl

(esim. John Deere/Timberjack 1470, Ponsse Bear, Valmet 941)

Kaivukoneharvestereita _____ kpl

Korjureita _____ kpl

6. Kuinka monessa yrityksenne ainespuun korjuussa käytettävässä hakkuulaitteessa oli joukkokäsittelyominaisuus vuonna 2007?

Arviolta _____ %:ssa hakkuulaitteista vuonna 2007.

7. Minkälaiset ovat kokemuksenne pienistä harvennushakkuukoneista (paino alle 13 t), kaivukoneharvestereista, korjureista tai muusta erityisesti nuoriin metsiin soveltuvasta konekalustosta?

**AINES- JA ENERGIAPUUN KORJUUN TEHOSTAMISKEINOT JA NIIDEN PRIORISOINTI
NUORISSA METSISSÄ**

Metsäteho Oy
Joensuun yliopisto

HAASTATTELULOMAKE
Kone- ja laitevalmistajat**A) TAUSTATIEDOT**

Haastateltava _____
Yritys _____
Osoite _____
Puhelinnumero _____
Sähköposti _____

1. **Kuinka suuri osa yrityksenne liikevaihdosta muodostui nimenomaan ensiharvennuksille ja energiapuuharvennuksille tarkoitetusta kalustosta ja laitteistosta vuonna 2007?**

Arviolta _____ % kokonaisliikevaihdosta vuonna 2007.

**AINES- JA ENERGIAPUUN KORJUUN TEHOSTAMISKEINOT JA NIIDEN PRIORISOINTI
NUORISSA METSISSÄ**

Metsäteho Oy
Joensuun yliopisto

HAASTATTELULOMAKE

Tutkimuslaitokset

A) TAUSTATIEDOT

Haastateltava _____
Yritys/organisaatio _____
Osoite _____
Puhelinnumero _____
Sähköposti _____

B) NUORTEN METSIEN AINES- JA ENERGIAPUUN KORJUUN ONGELMAT

1. Kuinka merkittävänä ongelmina nykyisin pidätte seuraavia tekijöitä nuorten metsien AINESPUUN korjuun kannalta? Ympyröikää sopivin vaihtoehto.

	Ei lainkaan merkittävä	Hieman merkittävä	Kohtalaisen merkittävä	Hyvin merkittävä	Erittäin merkittävä
1. Poistettavien puiden pieni koko	1	2	3	4	5
2. Pieni hehtaarikohtainen hakkuukertymä	1	2	3	4	5
3. Pieni leimikkokohtainen hakkuukertymä	1	2	3	4	5
4. Suuri jäävien puiden lukumäärä	1	2	3	4	5
5. Rungas korjuuta haittaava alikasvos	1	2	3	4	5
6. Maaston heikko kantavuus	1	2	3	4	5
7. Maaston kaltevuus	1	2	3	4	5
8. Kivisyys ja muut esteet	1	2	3	4	5
9. Ensiharvennusleimikoiden hajanaisuus	1	2	3	4	5
10. Ensiharvennusleimikoiden korjuun hankala keijuttaminen	1	2	3	4	5
11. Laajan käyttöalueen yleiskaluston huono tekninen soveltuminen ensiharvennuksille	1	2	3	4	5
12. Ensiharvennusten erikoiskaluston hankala organisointi	1	2	3	4	5
13. Puunkorjuuyrittäjien ennakkoluulot ensiharvennusten erikoiskalustoa kohtaan	1	2	3	4	5
14. Urakanantajien ennakkoluulot ensiharvennusten erikoiskalustoa kohtaan	1	2	3	4	5
15. Ensiharvennuksille soveltuvan erikoiskaluston puute	1	2	3	4	5
16. Tehokkaiden korjuumenetelmien puuttuminen	1	2	3	4	5
17. Tiedon puuttuminen kentällä tehokkaista korjuumenetelmistä	1	2	3	4	5
18. Metsäkoneenkuljettajien puute	1	2	3	4	5
19. Ammattitaitoisten metsäkoneenkuljettajien puute	1	2	3	4	5
20. Puutteellinen leimikon suunnittelu	1	2	3	4	5
21. Ensiharvennusleimikoiden heikko kysyntä	1	2	3	4	5
22. Ensiharvennusleimikoiden heikko tarjonta	1	2	3	4	5
23. Kemera-tukien alhainen taso	1	2	3	4	5
24. Kemera-tukien korkea taso	1	2	3	4	5
25. Pitkät metsäkuljetusmatkat	1	2	3	4	5
26. Pitäytyminen perinteisessä korjuuteknologiassa	1	2	3	4	5
27. Laiminlyöty tai heikko taimikonhoito	1	2	3	4	5
28. Puutavaralajien suuri lukumäärä	1	2	3	4	5
29. Ensiharvennuspuun heikko laatu	1	2	3	4	5
30. Ensiharvennuspuun korkea kantohinta	1	2	3	4	5
31. Ensiharvennuspuun korkeat korjuukustannukset	1	2	3	4	5
32. Hakkuun alhainen tuottavuus	1	2	3	4	5
33. Metsäkuljetuksen alhainen tuottavuus	1	2	3	4	5
34. Muu, mikä?	1	2	3	4	5

2. Kuinka merkittävänä ongelmina nykyisin pidätte seuraavia tekijöitä nuorten metsien ENERGIAPUUN korjuun kannalta? Ympyröikää sopivin vaihtoehto.

	Ei lainkaan merkittävä	Hieman merkittävä	Kohtalaisen merkittävä	Hyvin merkittävä	Erittäin merkittävä
1. Poistettavien puiden pieni koko	1	2	3	4	5
2. Pieni hehtaarikohtainen hakkuukertymä	1	2	3	4	5
3. Pieni leimikkokohtainen hakkuukertymä	1	2	3	4	5
4. Suuri jäävien puiden lukumäärä	1	2	3	4	5
5. Rungas korjuuta häiritsevä alikasvos	1	2	3	4	5
6. Maaston heikko kantavuus	1	2	3	4	5
7. Maaston kaltevuus	1	2	3	4	5
8. Kivisyys ja muut esteet	1	2	3	4	5
9. Energiapuuleimikoiden hajanaisuus	1	2	3	4	5
10. Energiapuun korjuukohteiden hankala keijuttaminen	1	2	3	4	5
11. Laajan käyttöalueen yleiskaluston huono tekninen soveltuminen energiapuun korjuuseen	1	2	3	4	5
12. Energiapuun korjuun erikoiskaluston hankala organisointi	1	2	3	4	5
13. Puunkorjuuyrittäjien ennakkoluulot energiapuun korjuun erikoiskalustoa kohtaan	1	2	3	4	5
14. Urakanantajien ennakkoluulot energiapuun korjuun erikoiskalustoa kohtaan	1	2	3	4	5
15. Energiapuun korjuuseen soveltuvan erikoiskaluston puute	1	2	3	4	5
16. Tehokkaiden korjuumenetelmien puuttuminen	1	2	3	4	5
17. Tiedon puuttuminen kentällä tehokkaista korjuumenetelmistä	1	2	3	4	5
18. Metsäkoneenkuljettajien puute	1	2	3	4	5
19. Ammattitaitoisten metsäkoneenkuljettajien puute	1	2	3	4	5
20. Puutteellinen leimikon suunnittelu	1	2	3	4	5
21. Energiapuuleimikoiden heikko kysyntä	1	2	3	4	5
22. Energiapuuleimikoiden heikko tarjonta	1	2	3	4	5
23. Kemera-tukien alhainen taso	1	2	3	4	5
24. Epävarmuus kemera-tukien tasosta	1	2	3	4	5
25. Pitkät metsäkuljetusmatkat	1	2	3	4	5
26. Pitäytyminen perinteisessä korjuuteknologiassa	1	2	3	4	5
27. Laiminlyöty tai heikko taimikonhoito	1	2	3	4	5
28. Energiapuun korkeat korjuukustannukset	1	2	3	4	5
29. Hakkuun alhainen tuottavuus	1	2	3	4	5
30. Metsäkuljetuksen alhainen tuottavuus	1	2	3	4	5
31. Muu, mikä?	1	2	3	4	5

C) NUORTEN METSIEN AINES- JA ENERGIAPUUN KORJUUN TEHOSTAMISKEINOT

1. Kuinka merkitykseltään positiivisina pidätte seuraavia tehostamiskeinoja nuorten metsien AINESPUUN korjuun kustannustehokkuuden kannalta? Ympyröikää sopivin vaihtoehto.

2. Kuinka hyvin seuraavat tehostamiskeinot ovat käytössä tällä hetkellä nuorten metsien AINESPUUN korjuussa? Ympyröikää sopivin vaihtoehto.

- 1. Merkitys:** 1 Ei lainkaan merkittävä
2 Hieman merkittävä
3 Kohtalaisen merkittävä
4 Hyvin merkittävä
5 Erittäin merkittävä

- 2. Käyttö:** 1 Huonosti tai ei lainkaan käytössä
2 Välttävästi käytössä
3 Tyydyttävästi käytössä
4 Hyvin käytössä
5 Kiitettävästi käytössä

	1.					2.				
	Ei lainkaan merkittävä	Hieman merkittävä	Kohtalaisen merkittävä	Hyvin merkittävä	Erittäin merkittävä	Huonosti tai ei lainkaan käytössä	Välttävästi käytössä	Tyydyttävästi käytössä	Hyvin käytössä	Kiitettävästi käytössä
1. Oikein suoritettu taimikonhoito	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
2. Alikasvoksen ennakkoraivaus	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
3. Voimakas (intensiivinen) ensiharvennus	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
4. Ensiharvennuksen hallittu viivyttäminen	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
5. Leimikkokeskittymien muodostaminen	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
6. Korjuuyrittäjien leimikkovarantojen suurentaminen	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
7. Puunkorjuun organisoinnin kehittäminen	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
8. Joukkokäsittely	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
9. Kuormainvaakamittaus	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
10. Puutavaralajien lukumäärän vähentäminen	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
11. Kuitupuun minimiläpimitan alentaminen	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
12. Kuormatraktorin kuormatilan laajentaminen	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
13. Korjattavien leimikoiden huolellinen valinta	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
14. Integroitu korjuu kahden kasan menetelmällä	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
15. Integroitu korjuu paalaamalla	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
16. Pienten harvennushakkuukoneiden käytön lisääminen	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
17. Kaivukoneharvestereiden käytön lisääminen	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
18. Korjureiden käytön lisääminen	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
19. Nykyistä yksinkertaisemman korjuukaluston käyttö	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
20. Puunkorjuuyritysten koon kasvattaminen	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
21. Eri toimijoiden välinen tiivis yhteistyö	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
22. Puunkorjuuyrittäjien verkottuminen	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
23. Koneiden käyttöasteen lisääminen	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
24. Uusien kuljettajien koulutuksen tehostaminen	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
25. Kuljettajaksi opiskelevien huolellinen valinta	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
26. Työssäoppimisen laajentaminen	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
27. Hakkuutekniikan ja työtapojen kehittäminen	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
28. Automatisoinnin lisääminen	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
29. Konetekniikan kehittäminen	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
30. Muu, mikä?	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5

3. Kuinka merkitykseltään positiivisina pidätte seuraavia tehostamiskeinoja nuorten metsien ENERGIAPUUN korjuun kustannustehokkuuden kannalta? Ympyröikää sopivin vaihtoehto.

4. Kuinka hyvin seuraavat tehostamiskeinot ovat käytössä tällä hetkellä nuorten metsien ENERGIAPUUN korjuussa? Ympyröikää sopivin vaihtoehto.

3. Merkitys: 1 Ei lainkaan merkittävä
2 Hieman merkittävä
3 Kohtalaisen merkittävä
4 Hyvin merkittävä
5 Erittäin merkittävä

4. Käyttö: 1 Huonosti tai ei lainkaan käytössä
2 Välttävästi käytössä
3 Tyydyttävästi käytössä
4 Hyvin käytössä
5 Kiitettävästi käytössä

	3.					3.		4.		4.	
	Ei lainkaan merkittävä	Hieman merkittävä	Kohtalaisen merkittävä	Hyvin merkittävä	Erittäin merkittävä	Huonosti tai ei lainkaan käytössä	Välttävästi käytössä	Tyydyttävästi käytössä	Hyvin käytössä	Kiitettävästi käytössä	Kiitettävästi käytössä
1. Oikein suoritettu taimikonhoito	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	5
2. Alikasvoksen ennakkoraivaus	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	5
3. Käsittelyn hallittu viivyttäminen	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	5
4. Energiapuuharvennus osaksi metsänkasvatusketjua	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	5
5. Leimikkokeskittymien muodostaminen	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	5
6. Korjuuyrittäjien leimikkovarantojen suurentaminen	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	5
7. Puunkorjuun organisoinnin kehittäminen	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	5
8. Joukkokäsittely kaato-kasauslaitteilla	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	5
9. Joukkokäsittely rulla- tai telasyöttöisillä hakkuulaitteilla	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	5
10. Kuormainvaakamittaus	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	5
11. Energiapuun korjuu kokopuuna	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	5
12. Energiapuun korjuu rankapuuna	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	5
13. Kuormatraktorin kuorman koon maksimointi	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	5
14. Kuormatraktorin kuormatilan laajentaminen	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	5
15. Korjattavien leimikoiden huolellinen valinta	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	5
16. Kaadettavien puiden huolellinen valinta	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	5
17. Integroitu korjuu kahden kasan menetelmällä	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	5
18. Integroitu korjuu paalaamalla	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	5
19. Pienten harvennushakkuukoneiden käytön lisääminen	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	5
20. Kaivukoneharvestereiden käytön lisääminen	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	5
21. Korjureiden käytön lisääminen	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	5
22. Nykyistä yksinkertaisemman korjuukaluston käyttö	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	5
23. Puunkorjuuyritysten koon kasvattaminen	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	5
24. Eri toimijoiden välinen tiivis yhteistyö	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	5
25. Puunkorjuuyrittäjien verkottuminen	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	5
26. Koneiden käyttöasteen lisääminen	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	5
27. Uusien kuljettajien koulutuksen tehostaminen	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	5
28. Kuljettajaksi opiskelevien huolellinen valinta	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	5
29. Työssäoppimisen laajentaminen	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	5
30. Hakkuutekniikan ja työtapojen kehittäminen	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	5
31. Automatisoinnin lisääminen	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	5
32. Konetekniikan kehittäminen	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	5
33. Muu, mikä?	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	5

D) VÄITTÄMIÄ & TULEVAISUUS

1. Mitä mieltä olette seuraavista väittämistä? Ympyröikää sopivin vaihtoehto.

- 1 Täysin eri mieltä
 2 Eri mieltä
 3 En eri, enkä samaa mieltä (neutraali)
 4 Samaa mieltä
 5 Täysin samaa mieltä

	Täysin eri mieltä	Eri mieltä	Neut- raali	Samaa mieltä	Täysin samaa mieltä
1. Nuorten metsien hakkuita on lisättävä.	1	2	3	4	5
2. Nuorten metsien ainespuun korjuun tehostaminen on tärkeää.	1	2	3	4	5
3. Nuorten metsien energiapuun korjuun tehostaminen on tärkeää.	1	2	3	4	5
4. Nuorten metsien puunkorjuun kustannustehokkuus paranee tulevaisuudessa.	1	2	3	4	5
5. Nuorten metsien erikoiskalustolle ei ole tarjolla riittävästi soveltuvia korjuukohteita.	1	2	3	4	5
6. Nuorten metsien erikoiskalustoa on lisättävä tulevaisuudessa.	1	2	3	4	5
7. Erikoiskalustolla toimivien puunkorjuuyrittäjien taloudellinen tilanne on yleiskalustolla toimivia puunkorjuuyrittäjiä huonompi.	1	2	3	4	5
8. Pienen harvennushakkuukoneen hankinta on kannattava sijoitus.	1	2	3	4	5
9. Kaivukoneharvesterin hankinta on kannattava sijoitus.	1	2	3	4	5
10. Korjurin hankinta on kannattava sijoitus.	1	2	3	4	5
11. Erikoiskaluston käytön tehokas organisointi on helppoa.	1	2	3	4	5
12. Pienten harvennushakkuukoneiden siirtomatkat muodostuvat yleiskalustoa pidemmiksi.	1	2	3	4	5
13. Kaivukoneharvestereiden siirtomatkat muodostuvat yleiskalustoa pidemmiksi.	1	2	3	4	5
14. Erikoiskaluston yleistymisen lisää yleiskaluston siirtomatkojen pituutta.	1	2	3	4	5
15. Yleiskalusto soveltuu kustannustehokkuutensa kannalta huonosti nuorten metsien hakkuisiin.	1	2	3	4	5
16. Pienet harvennushakkuukoneet soveltuvat hyvin myös varttuneempien metsien harvennuksiin.	1	2	3	4	5
17. Nuorten metsien hakkuut suoritetaan tulevaisuudessa nykyistä yksinkertaisemmilla koneilla ja laitteilla.	1	2	3	4	5
18. Kuitupuun mittauksessa siirrytään tulevaisuudessa kuutiomittauksesta massan mittaukseen.	1	2	3	4	5
19. Ilman kemera-tukia ei energiapuun korjuu nuorista metsistä ole nykyisin taloudellisesti mahdollista.	1	2	3	4	5
20. Tulevaisuudessa kuitupuuksi soveltuvaa puuainesta ohjataan nykyistä enemmän energian tuotantoon.	1	2	3	4	5
21. Puunkorjuuta haittaava alikasvos on ennakkoraivattu hyvin pois ensiharvennuskohteilta.	1	2	3	4	5
22. Ensiharvennuksilla katkotaan nykyisin liian paljon eri puutavaralajeja.	1	2	3	4	5
23. Joukkokäsittely lisääntyy tulevaisuudessa pieniläpimittaisen ainespuun korjuussa.	1	2	3	4	5
24. Integroitu korjuu lisääntyy tulevaisuudessa nuorten metsien puunkorjuussa.	1	2	3	4	5
25. Energiapuun korjuuseen tulee liian huonoja korjuukohteita.	1	2	3	4	5
26. Energiapuuksi hakataan liian pieniä runkoja.	1	2	3	4	5
27. Nykyistä paremmalla leimikon suunnittelulla voidaan parantaa ainespuun korjuun kustannustehokkuutta.	1	2	3	4	5
28. Nykyistä paremmalla leimikon suunnittelulla voidaan parantaa energiapuun korjuun kustannustehokkuutta.	1	2	3	4	5

2. Paljonko arvioitte, että vuosina 2010 ja 2015 korjataan Suomessa ensiharvennuksilta ainespuuta ja nuorista metsistä pieniläpimittaista energiapuuta

	2006	2010	2015
Ainespuuta	n. 8 milj. m ³	_____milj. m ³	_____milj. m ³
Energiapuuta	n. 0,7 milj. m ³	_____milj. m ³	_____milj. m ³

3. Mitä pidätte tulevaisuudessa suurimpina ongelmina nuorten metsien aines- ja energiapuun korjuussa?

4. Mitä pidätte tulevaisuudessa tärkeimpinä kehittämiskohteina nuorten metsien aines- ja energiapuun korjuussa?

5. Mitä muuta haluatte sanoa nuorten metsien aines- ja energiapuun korjuun tehostamisesta? Vapaa sana.

KIITOS VASTAUKSISTANNE!

Nuorten metsien ainespuun korjuun ongelmat. Eri vastaajaryhmien sekä kaikkien vastaajien keskiarvot ja keskihajonnat sekä vastaajaryhmien väliset tilastollisesti merkitsevät erot. Lukuarvojen ääripäät: 1 = ”Ei lainkaan merkittävä” ja 5 = ”Erittäin merkittävä”. (ryhmä 1: puunhankintaorganisaatioiden edustajat, ryhmä 2: puunkorjuuyrittäjät, ryhmä 3: kone- ja laitevalmistajat, ryhmä 4: tutkijat)

	Puunhankinta-organisaatioiden edustajat		Puunkorjuuyrittäjät		Kone- ja laitevalmistajat		Tutkijat		Keskimäärin		Tilastollisesti merkitsevät erot ryhmien 1, ..., 4 välillä
	keski-arvo	keski-hajonta	keski-arvo	keski-hajonta	keski-arvo	keski-hajonta	keski-arvo	keski-hajonta	keski-arvo	keski-hajonta	
Poistettavien puiden pieni koko	4,20	0,92	4,30	0,95	4,40	0,97	4,40	0,70	4,33	0,86	
Pieni hehtaarikohtainen hakkuukertymä	4,10	0,99	4,50	0,85	4,30	0,95	4,30	0,67	4,30	0,85	
Ammattitaitoisten metsäkoneenkuljettajien puute	4,70	0,48	4,20	1,03	3,70	1,06	4,40	0,70	4,25	0,90	1-3*
Hakkuun alhainen tuottavuus	4,30	0,67	4,50	0,71	3,80	1,23	4,30	0,82	4,23	0,89	
Runsas korjuuta haittaava alikasvos	3,90	1,10	4,70	0,67	4,00	0,67	3,60	0,97	4,05	0,93	2-3*, 2-4**
Laiminlyöty tai heikko taimikonhoito	3,80	0,79	4,50	0,97	3,70	1,06	3,80	0,92	3,95	0,96	1-2*, 2-4*
Ensiharvennuspuun korkeat korjuukustannukset	4,10	0,99	4,00	0,94	3,40	0,97	4,30	0,82	3,95	0,96	3-4*
Pieni leimikkokohtainen hakkuukertymä	3,50	1,35	4,00	1,15	4,40	0,70	3,70	0,95	3,90	1,08	
Metsäkoneenkuljettajien puute	4,20	0,63	3,80	1,03	3,60	0,84	4,00	1,05	3,90	0,90	
Maaston heikko kantavuus	3,60	1,17	3,70	0,95	3,50	1,18	3,60	1,07	3,60	1,06	
Metsäkuljetuksen alhainen tuottavuus	3,50	0,97	4,30	0,82	3,30	1,34	2,50	0,53	3,40	1,13	1-4*, 2-4**
Ensiharvennusleimikoiden hajanaisuus	2,50	1,27	3,60	1,07	3,00	0,94	3,10	0,74	3,05	1,06	1-2*
Ensiharvennusten erikoiskaluston hankala organisointi	2,60	1,17	3,00	1,05	3,30	1,16	2,90	0,74	2,95	1,04	
Ensiharvennusleimikoiden korjuun hankala ketjuttaminen	2,80	1,23	3,30	1,06	2,60	0,84	3,00	0,47	2,93	0,94	
Suuri jäävien puiden lukumäärä	3,00	1,05	2,90	1,20	3,00	0,82	2,50	0,97	2,85	1,00	
Pitäytyminen perinteisessä korjuuteknologiassa	2,90	1,20	3,30	0,82	2,80	0,79	2,40	0,84	2,85	0,95	2-4*

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

	Puunhankinta-organisaatioiden edustajat		Puunkorjuuyrittäjät		Kone- ja laitevalmistajat		Tutkijat		Keskimäärin		Tilastollisesti merkitsevät erot ryhmien
	keski-arvo	keskihajonta	keski-arvo	keskihajonta	keski-arvo	keskihajonta	keski-arvo	keskihajonta	keski-arvo	keskihajonta	1, ..., 4 välillä
Puunkorjuuyrittäjien ennakkoluulot ensiharvennusten erikoiskalustoa kohtaan	2,90	0,99	2,40	0,84	2,90	1,37	3,10	0,88	2,83	1,03	
Tehokkaiden korjuumenetelmien puuttuminen	3,10	1,10	2,90	1,37	2,30	0,95	3,00	0,67	2,83	1,06	
Puutavaralajien suuri lukumäärä	2,60	1,07	3,80	1,03	2,60	1,58	2,30	0,95	2,83	1,28	1-2*, 2-4**
Urakanantajien ennakkoluulot ensiharvennusten erikoiskalustoa kohtaan	2,30	0,67	2,80	1,23	2,80	1,32	2,90	1,20	2,70	1,11	
Pitkät metsäkuljetusmatkat	2,70	0,82	3,20	0,79	2,50	0,71	2,00	0,82	2,60	0,87	2-4**
Ensiharvennuksille soveltuvan erikoiskaluston puute	2,20	0,92	2,70	1,34	2,40	1,07	2,80	1,03	2,53	1,09	
Laajan käyttöalueen yleiskaluston huono tekninen soveltuminen ensiharvennuksille	2,00	0,67	2,90	0,88	2,60	0,97	2,50	0,71	2,50	0,85	1-2*
Tiedon puuttuminen kentällä tehokkaista korjuumenetelmistä	2,10	0,88	2,50	0,97	2,60	1,43	2,70	1,34	2,48	1,15	
Puutteellinen leimikon suunnittelu	2,20	0,92	2,80	1,14	2,70	1,25	2,00	0,67	2,43	1,03	
Kemera-tukien alhainen taso	1,78	0,97	3,60	0,70	2,30	0,95	1,89	0,60	2,42	1,08	1-2**, 2,3**, 2,4**
Ensiharvennuspuun korkea kantohinta	3,00	1,41	2,20	0,92	2,00	0,94	2,10	0,99	2,31	1,10	
Kivisyys ja muut esteet	2,00	0,47	2,60	0,70	2,40	0,70	1,80	0,92	2,20	0,76	1-2*, 2-4*, 3-4*
Ensiharvennusleimikoiden heikko tarjonta	2,56	1,01	2,30	0,95	2,30	0,67	1,60	0,52	2,18	0,85	1-4*, 3-4*
Ensiharvennuspuun heikko laatu	2,40	0,70	2,40	0,84	1,80	0,63	2,10	0,74	2,18	0,75	
Kemera-tukien korkea taso	2,56	1,24	1,80	1,23	2,20	1,03	1,78	0,83	2,08	1,10	
Maaston kaltevuus	1,70	0,82	2,40	0,84	2,40	1,07	1,80	0,63	2,08	0,89	
Ensiharvennusleimikoiden heikko kysyntä	1,56	0,53	2,60	1,07	2,00	0,82	1,90	0,88	2,03	0,90	1-2*

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

Nuorten metsien energiapuun korjuun ongelmat. Eri vastaajaryhmien sekä kaikkien vastaajien keskiarvot ja keskihajonnat sekä vastaajaryhmien väliset tilastollisesti merkitsevät erot. Lukuarvojen ääripäät: 1 = ”Ei lainkaan merkittävä” ja 5 = ”Erittäin merkittävä”. (ryhmä 1: puunhankintaorganisaatioiden edustajat, ryhmä 2: puunkorjuuyrittäjät, ryhmä 3: kone- ja laitevalmistajat, ryhmä 4: tutkijat)

	Puunhankinta-organisaatioiden edustajat		Puunkorjuuyrittäjät		Kone- ja laitevalmistajat		Tutkijat		Keskimäärin		Tilastollisesti merkitsevät erot ryhmien
	keski-arvo	keskihajonta	keski-arvo	keskihajonta	keski-arvo	keskihajonta	keski-arvo	keskihajonta	keski-arvo	keskihajonta	1, ..., 4 välillä
Ammattitaitoisten metsäkoneenkuljettajien puute	4,70	0,67	4,20	0,79	4,00	0,94	4,40	0,70	4,33	0,80	1-3*
Hakkuun alhainen tuottavuus	4,50	0,53	4,40	0,84	3,80	0,92	4,60	0,70	4,33	0,80	3-4*
Poistettavien puiden pieni koko	4,60	0,52	4,40	1,07	4,00	0,94	4,20	1,14	4,30	0,94	
Metsäkoneenkuljettajien puute	4,40	0,70	4,10	0,74	4,00	0,94	4,00	1,05	4,13	0,85	
Energiapuun korkeat korjuukustannukset	4,60	0,70	4,20	0,79	3,20	1,48	4,40	0,70	4,10	1,08	1-3*, 3-4*
Pieni hehtaarikohtainen hakkuukertymä	3,60	0,97	4,30	0,95	4,10	0,88	4,00	1,05	4,00	0,96	
Pieni leimikkokohtainen hakkuukertymä	3,30	0,95	4,30	0,82	3,60	0,84	3,60	0,97	3,70	0,94	1-2*
Maaston heikko kantavuus	4,10	0,57	4,00	0,94	3,10	0,99	3,30	0,95	3,63	0,95	1-3*, 1-4*, 2-3*
Epävarmuus kemera-tukien tasosta	3,89	0,93	4,00	1,25	3,20	1,32	3,22	1,09	3,58	1,18	
Runsas korjuuta haittaava alikasvos	3,20	1,03	4,70	0,67	3,50	1,18	2,90	0,74	3,58	1,13	1-2**, 2-3**, 2-4**
Metsäkuljetuksen alhainen tuottavuus	3,70	0,95	4,20	0,79	3,30	0,95	2,90	0,99	3,53	1,01	2-3*, 2-4**
Tehokkaiden korjuumenetelmien puuttuminen	4,00	0,82	3,80	0,92	2,80	1,23	3,20	0,92	3,45	1,06	1-3*
Energiapuuleimikoiden hajanaisuus	2,90	0,57	3,60	1,07	3,20	1,03	3,70	0,67	3,35	0,89	1-4**
Pitäytyminen perinteisessä korjuuteknologiassa	3,40	0,97	3,40	0,84	3,70	1,16	2,90	0,88	3,35	0,98	
Laiminlyöty tai heikko taimikonhoito	3,60	1,07	4,10	1,29	2,80	1,14	2,80	1,48	3,33	1,33	2-3*

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

	Puunhankinta- organisaatioiden edustajat		Puunkorjuu- yrittäjät		Kone- ja laitevalmistajat		Tutkijat		Keskimäärin		Tilastollisesti merkitsevät erot ryhmien 1, ..., 4 välillä
	keski- arvo	keski- hajonta	keski- arvo	keski- hajonta	keski- arvo	keski- hajonta	keski- arvo	keski- hajonta	keski- arvo	keski- hajonta	
Energiapuun korjuukohteiden hankala ketjuttaminen	3,00	0,82	3,60	1,07	3,10	0,88	3,50	0,53	3,30	0,85	
Puunkorjuuyrittäjien ennakkoluulot energiapuun korjuun erikoiskalustoa kohtaan	3,00	0,82	3,30	0,95	3,20	1,40	3,10	0,74	3,15	0,98	
Energiapuun korjuuseen soveltuvan erikoiskaluston puute	3,10	0,74	3,70	0,95	3,20	1,14	2,60	0,84	3,15	0,98	2-4*
Kemera-tukien alhainen taso	3,22	1,30	4,10	0,74	2,60	1,35	2,44	0,88	3,11	1,25	2-3*, 2-4**
Tiedon puuttuminen kentällä tehokkaista korjuumenetelmistä	2,90	0,74	3,30	0,82	3,20	1,14	2,90	1,10	3,08	0,94	
Pitkät metsäkuljetusmatkat	3,20	1,03	3,80	0,92	2,80	1,03	2,40	1,07	3,05	1,11	2-3*, 2-4**
Energiapuun korjuun erikoiskaluston hankala organisointi	2,40	0,84	3,10	0,99	3,30	1,16	3,10	0,57	2,98	0,95	1-4*
Laajan käyttöalueen yleiskaluston huono tekninen soveltuminen energiapuun korjuuseen	2,90	1,29	3,40	0,97	2,80	1,23	2,70	0,95	2,95	1,11	
Suuri jäävien puiden lukumäärä	2,90	1,37	3,50	1,35	2,60	1,07	2,70	1,06	2,93	1,23	
Energiapuuleimikoiden heikko tarjonta	3,11	1,36	3,10	0,88	2,80	1,14	2,50	0,97	2,87	1,08	
Urakanantajien ennakkoluulot energiapuun korjuun erikoiskalustoa kohtaan	2,30	0,82	2,80	1,03	3,10	1,20	2,50	0,97	2,68	1,02	
Puutteellinen leimikon suunnittelu	2,40	0,70	3,30	1,16	2,80	1,14	2,20	0,79	2,68	1,02	2-4*
Energiapuuleimikoiden heikko kysyntä	2,00	0,71	2,70	1,25	3,10	1,20	2,40	0,70	2,56	1,05	1-3*
Kivisyys ja muut esteet	2,20	0,63	2,80	0,63	2,20	0,79	1,80	0,92	2,25	0,81	2-3*, 2-4**
Maaston kaltevuus	1,70	0,67	2,60	0,84	2,30	1,06	2,00	1,15	2,15	0,98	1-2*

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

Nuorten metsien ainespuun korjuun tehostamiskeinot. Eri vastaajaryhmien sekä kaikkien vastaajien keskiarvot ja keskihajonnat sekä vastaajaryhmien väliset tilastollisesti merkitsevät erot. Lukuarvojen ääripäät: 1 = ”Ei lainkaan merkittävä” ja 5 = ”Erittäin merkittävä”. (ryhmä 1: puunhankintaorganisaatioiden edustajat, ryhmä 2: puunkorjuuyrittäjät, ryhmä 3: kone- ja laitevalmistajat, ryhmä 4: tutkijat)

	Puunhankinta- organisaatioiden edustajat		Puunkorjuu- yrittäjät		Kone- ja laitevalmistajat		Tutkijat		Keskimäärin		Tilastollisesti merkitsevät erot ryhmien 1, ..., 4 välillä
	keski- arvo	keski- hajonta	keski- arvo	keski- hajonta	keski- arvo	keski- hajonta	keski- arvo	keski- hajonta	keski- arvo	keski- hajonta	
Alikasvoksen ennakkoraivaus	4,60	0,52	4,80	0,42	4,30	0,95	4,50	0,71	4,55	0,68	2-4*
Oikein suoritettu taimikonhoito	4,70	0,48	4,80	0,42	4,30	1,06	4,00	1,05	4,45	0,85	
Uusien kuljettajien koulutuksen tehostaminen	4,40	0,52	4,50	0,71	3,90	0,99	3,80	1,03	4,15	0,86	
Koneiden käyttöasteen lisääminen	4,20	0,79	4,40	0,70	3,70	0,95	4,00	0,67	4,08	0,80	
Kuljettajaksi opiskelevien huolellinen valinta	4,20	0,63	4,90	0,32	3,90	1,20	3,30	1,06	4,08	1,02	1-2**, 1-4*, 2-3*, 2-4**
Hakkuutekniikan ja työtapojen kehittäminen	3,70	1,06	4,10	0,74	4,10	0,74	3,90	0,99	3,95	0,88	
Konetekniikan kehittäminen	4,00	0,82	4,10	0,74	3,70	0,67	4,00	0,67	3,95	0,71	
Korjattavien leimikoiden huolellinen valinta	4,20	1,03	4,30	0,67	3,50	1,18	3,70	0,95	3,93	1,00	
Työssäoppimisen laajentaminen	4,20	0,79	3,90	0,88	3,80	1,03	3,70	0,82	3,90	0,87	
Joukkokäsittely	3,50	1,08	3,90	0,99	3,40	1,26	4,60	0,52	3,85	1,08	1-4*, 3-4*
Leimikkokeskittymien muodostaminen	3,40	1,17	4,20	0,79	3,90	0,88	3,60	0,97	3,78	0,97	
Korjuuyrittäjien leimikkovarojen suurentaminen	3,00	0,94	4,10	0,88	3,80	0,92	3,80	0,42	3,68	0,89	1-2*, 1-4*
Ensiharvennuksen hallittu viivyttäminen	3,60	0,52	3,80	0,79	3,60	1,17	3,60	0,52	3,65	0,77	
Puunkorjuun organisoinnin kehittäminen	3,70	0,82	3,70	0,82	3,80	0,63	3,40	0,84	3,65	0,77	
Voimakas (intensiivinen) ensiharvennus	3,50	0,97	3,50	1,18	3,60	1,43	3,90	0,74	3,63	1,08	

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

	Puunhankinta-organisaatioiden edustajat		Puunkorjuuyrittäjät		Kone- ja laitevalmistajat		Tutkijat		Keskimäärin		Tilastollisesti merkitsevät erot ryhmien 1, ..., 4 välillä
	keski-arvo	keski-hajonta	keski-arvo	keski-hajonta	keski-arvo	keski-hajonta	keski-arvo	keski-hajonta	keski-arvo	keski-hajonta	
Eri toimijoiden välinen tiivis yhteistyö	3,40	1,26	3,90	0,74	3,70	0,95	3,50	0,85	3,63	0,95	
Automatisoinnin lisääminen	4,00	0,67	3,70	0,95	3,40	0,97	3,40	1,17	3,63	0,95	
Puutavaralajien lukumäärän vähentäminen	3,30	1,16	4,50	0,53	3,50	1,27	2,60	0,84	3,48	1,18	1-2*, 2-4**
Puunkorjuuyrittäjien verkottuminen	3,10	0,99	3,50	0,97	3,70	1,06	3,20	0,63	3,38	0,93	
Integroitu korjuu kahden kasan menetelmällä	3,30	1,25	3,40	0,97	3,40	1,26	3,30	0,95	3,35	1,08	
Kuormainvaakamittaus	3,30	1,34	4,00	1,05	3,10	1,37	2,50	1,35	3,23	1,35	2-4*
Nykyistä yksinkertaisemman korjuukaluston käyttö	3,20	1,03	2,80	1,32	3,60	1,51	3,30	1,25	3,23	1,27	
Korjureiden käytön lisääminen	3,30	0,95	2,30	1,49	2,90	1,45	3,30	0,82	2,95	1,24	
Pienten harvennushakkuukoneiden käytön lisääminen	3,00	0,82	2,80	1,23	2,80	1,62	2,60	1,07	2,80	1,18	
Kuormatraktorin kuormatilan laajentaminen	2,50	1,08	2,30	1,42	2,50	1,08	2,70	1,06	2,50	1,13	
Integroitu korjuu paalaamalla	3,20	1,23	1,90	0,74	2,10	1,10	2,70	0,67	2,48	1,06	1-2*, 2-4*
Puunkorjuuyritysten koon kasvattaminen	3,00	1,05	1,80	0,92	2,50	1,18	2,60	1,07	2,48	1,11	1-2*
Kaivukoneharvestereiden käytön lisääminen	3,00	0,82	2,40	0,84	1,50	0,53	2,40	0,70	2,33	0,89	1-3**, 2-3*, 3-4**
Kuitupuun minimiläpimitan alentaminen	2,20	0,92	2,60	1,17	1,80	0,63	2,40	0,52	2,25	0,87	3-4*

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

Nuorten metsien energiapuun korjuun tehostamiskeinot. Eri vastaajaryhmien sekä kaikkien vastaajien keskiarvot, keskihajonnat sekä vastaajaryhmien väliset tilastollisesti merkitsevät erot. Lukuarvojen ääripää: 1 = ”Ei lainkaan merkittävä” ja 5 = ”Erittäin merkittävä”. (ryhmä 1: puunhankintaorganisaatioiden edustajat, ryhmä 2: puunkorjuuyrittäjät, ryhmä 3: kone- ja laitevalmistajat, ryhmä 4: tutkijat)

	Puunhankinta-organisaatioiden edustajat		Puunkorjuuyrittäjät		Kone- ja laitevalmistajat		Tutkijat		Keskimäärin		Tilastollisesti merkitsevät erot ryhmien 1, ..., 4 välillä
	keski-arvo	keski-hajonta	keski-arvo	keski-hajonta	keski-arvo	keski-hajonta	keski-arvo	keski-hajonta	keski-arvo	keski-hajonta	
Uusien kuljettajien koulutuksen tehostaminen	4,40	0,52	4,50	0,71	4,00	0,67	4,00	0,67	4,23	0,66	
Korjattavien leimikoiden huolellinen valinta	4,30	0,82	4,40	0,70	3,80	1,23	4,10	0,74	4,15	0,89	
Kuljettajaksi opiskelevien huolellinen valinta	4,30	0,67	4,90	0,32	4,00	1,05	3,40	1,17	4,15	1,00	1-2*, 2-3*, 2-4**
Hakkuutekniikan ja työtapojen kehittäminen	4,10	0,88	4,20	0,79	4,20	0,63	4,10	0,88	4,15	0,77	
Kuormainvaakamittaus	4,60	0,70	4,40	0,84	3,40	1,58	4,10	0,74	4,13	1,09	
Koneiden käyttöasteen lisääminen	4,00	0,82	4,40	0,52	3,90	1,10	4,20	0,79	4,13	0,82	
Energiapuun korjuu kokopuuna	4,40	0,70	4,30	0,82	3,60	1,17	4,10	0,74	4,10	0,90	
Konetekniikan kehittäminen	4,20	0,79	4,10	0,74	3,70	0,67	3,90	0,99	3,98	0,80	
Kuormatraktorin kuorman koon maksimointi	3,90	1,20	4,30	0,82	3,60	0,97	3,80	0,63	3,90	0,93	
Työssäoppimisen laajentaminen	4,20	0,79	4,10	0,88	3,70	1,16	3,60	0,70	3,90	0,90	
Energiapuuharvennus osaksi metsänkasvatusketjua	4,10	1,20	3,90	1,20	4,10	0,88	3,40	1,26	3,88	1,14	
Joukkokäsittely rulla- tai telasyöttöisillä hakkuulaitteilla	3,80	0,42	3,80	1,40	3,90	0,99	4,00	0,94	3,88	0,97	
Eri toimijoiden välinen tiivis yhteistyö	3,80	0,92	4,20	1,03	3,60	1,07	3,70	0,95	3,83	0,98	
Joukkokäsittely kaato-kasauslaitteilla	4,20	0,63	3,10	1,29	3,90	1,10	4,10	0,88	3,83	1,06	1-2*
Leimikkokeskittymien muodostaminen	3,50	0,85	4,30	0,67	3,80	1,03	3,60	0,97	3,80	0,91	1-2*
Käsittelyn hallittu viivyttäminen	3,50	0,85	4,10	0,74	3,90	0,99	3,50	1,27	3,75	0,98	

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

	Puunhankinta- organisaatioiden edustajat		Puunkorjuu- yrittäjät		Kone- ja laitevalmistajat		Tutkijat		Keskimäärin		Tilastollisesti merkittävät erot ryhmien 1, ..., 4 välillä
	keski- arvo	keski- hajonta	keski- arvo	keski- hajonta	keski- arvo	keski- hajonta	keski- arvo	keski- hajonta	keski- arvo	keski- hajonta	
Korjuuyrittäjien leimikkovarantojen suurentaminen	3,70	0,67	4,10	0,99	3,60	0,84	3,60	0,52	3,75	0,78	
Kaadettavien puiden huolellinen valinta	4,10	0,74	3,80	1,03	3,90	0,88	3,20	1,03	3,75	0,95	1-4*
Oikein suoritettu taimikonhoito	3,60	1,26	4,40	0,97	3,60	1,26	3,20	1,32	3,70	1,24	2-4*
Alikasvoksen ennakkoraivaus	3,80	1,40	4,20	1,14	3,70	1,25	3,00	1,25	3,68	1,29	2-4*
Puunkorjuun organisoinnin kehittäminen	3,90	0,57	3,70	0,82	3,50	0,97	3,50	0,85	3,65	0,80	
Nykyistä yksinkertaisemman korjuukaluston käyttö	3,90	0,57	3,90	0,99	3,60	1,58	3,00	1,15	3,60	1,15	
Puunkorjuuyrittäjien verkottuminen	3,40	0,84	3,50	1,27	3,30	0,82	3,70	1,16	3,48	1,01	
Integroitu korjuu kahden kasan menetelmällä	3,40	1,17	3,00	1,15	3,40	1,35	4,00	0,94	3,45	1,18	2-4*
Automatisoinnin lisääminen	4,00	0,67	3,30	1,16	3,10	0,99	3,00	1,33	3,35	1,10	1-3*
Korjureiden käytön lisääminen	3,40	1,07	2,70	1,70	3,30	1,34	3,60	1,07	3,25	1,32	
Kuormatraktorin kuormatilan laajentaminen	3,50	1,18	2,40	1,65	2,90	1,45	3,30	1,16	3,03	1,39	
Puunkorjuuyritysten koon kasvattaminen	3,00	0,94	2,20	1,23	2,70	0,82	3,00	1,05	2,73	1,04	
Energiapuun korjuu rankapuuna	2,70	1,42	2,50	1,43	3,10	1,20	2,50	1,08	2,70	1,26	
Pienten harvennushakkuukoneiden käytön lisääminen	2,70	0,82	2,70	0,95	2,80	1,32	2,60	1,17	2,70	1,04	
Integroitu korjuu paalaamalla	3,30	1,25	2,00	1,25	2,30	1,06	3,10	0,74	2,68	1,19	1-2*, 2-4*
Kaivukoneharvestereiden käytön lisääminen	2,80	1,23	2,90	1,20	1,60	0,84	2,20	0,79	2,38	1,13	1-3*, 2-3*

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

Nuorten metsien ainespuun korjuun tehostamiskeinojen lisäyspotentiaalit eri vastaajaryhmien ja kaikkien vastaajien mukaan sekä ryhmien väliset tilastollisesti merkitsevät erot. Lisäyspotentiaalilukuarvojen vaihteluväli -4...4. Tehostamiskeinojen merkityksen lukuarvojen ääripäät: 1 = ”Ei lainkaan merkittävä” ja 5 = ”Erittäin merkittävä” ja nykykäytön ääripäät: 1 = ”Huonosti tai ei lainkaan käytössä” ja 5 = ”Kiitettävästi käytössä”. (ryhmä 1: puunhankintaorganisaatioiden edustajat, ryhmä 2: puunkorjuuyrittäjät, ryhmä 3: kone- ja laitevalmistajat, ryhmä 4: tutkijat)

	Puunhankinta-organisaatioiden edustajat			Puunkorjuuyrittäjät			Kone- ja laitevalmistajat			Tutkijat			Keskimäärin			Tilastollisesti merkitsevät erot ryhmien 1, ..., 4 välillä
	merkitys	käyttö	lisäyspotentiaali	merkitys	käyttö	lisäyspotentiaali	merkitys	käyttö	lisäyspotentiaali	merkitys	käyttö	lisäyspotentiaali	merkitys	käyttö	lisäyspotentiaali	
Kuljettajaksi opiskelijien huolellinen valinta	4,2	1,7	2,5	4,9	1,6	3,3	3,9	2,1	1,8	3,3	2,6	0,7	4,1	2,0	2,08	1-4*, 2-3*, 2-4**
Alikasvoksen ennakkoraivaus	4,6	2,9	1,7	4,8	2,1	2,7	4,3	2,4	1,9	4,5	2,6	1,9	4,6	2,5	2,05	
Oikein suoritettu taimikonhoito	4,7	2,7	2,0	4,8	2,4	2,4	4,3	2,4	1,9	4,0	2,5	1,5	4,5	2,5	1,95	
Joukkokäsittely	3,5	1,6	1,9	3,9	2,1	1,8	3,4	2,0	1,4	4,6	1,9	2,7	3,9	1,9	1,95	3-4*
Työssäoppimisen laajentaminen	4,2	2,3	1,9	3,9	2,2	1,7	3,8	2,1	1,7	3,7	2,2	1,5	3,9	2,2	1,69	
Ensiharvennuksen hallittu viivyttäminen	3,6	2,4	1,2	3,8	2,0	1,8	3,6	2,1	1,5	3,6	2,1	1,5	3,7	2,2	1,50	
Uusien kuljettajien koulutuksen tehostaminen	4,4	2,6	1,8	4,5	2,8	1,7	3,9	2,6	1,3	3,8	2,6	1,2	4,2	2,7	1,50	
Kuormainvaakamittaus	3,3	1,4	1,9	4,0	1,9	2,1	3,1	2,1	1,0	2,5	1,9	0,6	3,2	1,8	1,40	
Integroitu korjuu kahden kasan menetelmällä	3,3	1,8	1,5	3,4	2,4	1,0	3,4	2,1	1,3	3,3	1,8	1,5	3,4	2,0	1,33	
Integroitu korjuu paalaamalla	3,2	1,1	2,1	1,9	1,2	0,7	2,1	1,2	0,9	2,7	1,1	1,6	2,5	1,2	1,33	1-2*, 2-4*
Nykyistä yksinkertaisemman korjuukaluston käyttö	3,2	2,1	1,1	2,8	1,9	0,9	3,6	2,1	1,5	3,3	1,8	1,5	3,2	2,0	1,25	
Hakkuutekniikan ja työtapojen kehittäminen	3,7	2,7	1,0	4,1	2,6	1,5	4,1	2,8	1,3	3,9	2,7	1,2	4,0	2,7	1,25	
Voimakas (intensiivinen) ensiharvennus	3,5	2,3	1,2	3,5	2,3	1,2	3,6	2,3	1,3	3,9	2,9	1,0	3,6	2,5	1,18	
Leimikkokeskittymien muodostaminen	3,4	3,0	0,4	4,2	2,6	1,6	3,9	2,5	1,4	3,6	2,4	1,2	3,8	2,6	1,15	

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

	Puunhankinta- organisaatioiden edustajat			Puunkorjuu- yrittäjät			Kone- ja laitevalmistajat			Tutkijat			Keskimäärin			Tilastollisesti merkitsevät erot ryhmien 1, ..., 4 välillä
	merkitys	käyttö	lisäys- potentiaali	merkitys	käyttö	lisäys- potentiaali	merkitys	käyttö	lisäys- potentiaali	merkitys	käyttö	lisäys- potentiaali	merkitys	käyttö	lisäys- potentiaali	
Korjattavien leimikoiden huolellinen valinta	4,2	3,2	1,0	4,3	2,8	1,5	3,5	2,6	0,9	3,7	2,7	1,0	3,9	2,8	1,10	
Koneiden käyttöasteen lisääminen	4,2	3,0	1,2	4,4	2,8	1,6	3,7	3,3	0,4	4,0	2,8	1,2	4,1	3,0	1,10	2-3*
Korjuuyrittäjien leimikkovarojen suurentaminen	3,0	2,7	0,3	4,1	2,7	1,4	3,8	2,4	1,4	3,8	2,6	1,2	3,7	2,6	1,08	
Eri toimijoiden välinen tiivis yhteistyö	3,4	2,4	1,0	3,9	2,4	1,5	3,7	2,8	0,9	3,5	2,6	0,9	3,6	2,6	1,08	
Automatisoinnin lisääminen	4,0	2,5	1,5	3,7	2,5	1,2	3,4	3,2	0,2	3,4	2,2	1,2	3,6	2,6	1,03	1-3*
Puutavaralajien lukumäärän vähentäminen	3,3	2,8	0,5	4,5	2,0	2,5	3,5	2,5	1,0	2,6	2,9	-0,3	3,5	2,6	0,93	1-2**, 2-4**
Konetekniikan kehittäminen	4,0	3,1	0,9	4,1	3,0	1,1	3,7	3,4	0,3	4,0	2,8	1,2	4,0	3,1	0,88	2-3*
Korjureiden käytön lisääminen	3,3	2,0	1,3	2,3	1,7	0,6	2,9	2,4	0,5	3,3	2,3	1,0	3,0	2,1	0,85	
Puunkorjuuyrittäjien verkottuminen	3,1	2,5	0,6	3,5	2,7	0,8	3,7	2,5	1,2	3,2	2,5	0,7	3,4	2,6	0,83	
Puunkorjuun organisoinnin kehittäminen	3,7	3,1	0,6	3,7	3,1	0,6	3,8	2,8	1,0	3,4	3,2	0,2	3,7	3,1	0,60	
Kaivukoneharvestereiden käytön lisääminen	3,0	1,9	1,1	2,4	1,6	0,8	1,5	2,2	-0,7	2,4	1,8	0,6	2,3	1,9	0,45	1-3**, 2-3**, 3-4*
Kuormatraktorin kuormatilan laajentaminen	2,5	2,4	0,1	2,3	2,2	0,1	2,5	2,2	0,3	2,7	2,0	0,7	2,5	2,2	0,30	
Pienten harvennushakkuukoneiden käytön lisääminen	3,0	2,6	0,4	2,8	2,5	0,3	2,8	2,7	0,1	2,6	2,3	0,3	2,8	2,5	0,28	
Puunkorjuuyritysten koon kasvattaminen	3,0	3,4	-0,4	1,8	3,1	-1,3	2,5	3,1	-0,6	2,6	2,9	-0,3	2,5	3,1	-0,65	
Kuitupuun minimiläpimitan alentaminen	2,2	3,2	-1,0	2,6	3,3	-0,7	1,8	3,2	-1,4	2,4	2,7	-0,3	2,3	3,1	-0,85	

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

Nuorten metsien energiapuun korjuun tehostamiskeinojen lisäyspotentiaalit eri vastaajaryhmien ja kaikkien vastaajien mukaan sekä ryhmien väliset tilastollisesti merkitsevät erot. Lisäyspotentiaalain lukuarvojen vaihteluväli -4...4. Tehostamiskeinojen merkityksen lukuarvojen ääripäät: 1 = ”Ei lainkaan merkittävä” ja 5 = ”Erittäin merkittävä” ja nykykäytön ääripäät: 1 = ”Huonosti tai ei lainkaan käytössä” ja 5 = ”Kiitettävästi käytössä”. (ryhmä 1: puunhankintaorganisaatioiden edustajat, ryhmä 2: puunkorjuuyrittäjät, ryhmä 3: kone- ja laitevalmistajat, ryhmä 4: tutkijat)

	Puunhankinta- organisaatioiden edustajat			Puunkorjuu- yrittäjät			Kone- ja laitevalmistajat			Tutkijat			Keskimäärin			Tilastollisesti merkitsevät erot ryhmien 1, ..., 4 välillä
	merkitys	käyttö	lisäys- potentiaali	merkitys	käyttö	lisäys- potentiaali	merkitys	käyttö	lisäys- potentiaali	merkitys	käyttö	lisäys- potentiaali	merkitys	käyttö	lisäys- potentiaali	
Energiapuuharvennus osaksi metsänkasvatustekijää	4,1	1,6	2,5	3,9	1,9	2,0	4,1	1,8	2,3	3,4	1,9	1,5	3,9	1,8	2,08	
Kuljettajaksi opiskelevien huolellinen valinta	4,3	2,0	2,3	4,9	1,7	3,2	4,0	2,4	1,6	3,4	2,4	1,0	4,2	2,1	2,03	2-3**, 2-4**
Kuormainvaakamittaus	4,6	1,8	2,8	4,4	2,8	1,6	3,4	1,9	1,5	4,1	2,3	1,8	4,1	2,2	1,93	1-2**, 1-3*, 1-4*
Käsittelyn hallittu viivyttäminen	3,5	2,1	1,4	4,1	2,1	2,0	3,9	2,2	1,7	3,5	1,7	1,8	3,8	2,0	1,73	
Uusien kuljettajien koulutuksen tehostaminen	4,4	2,3	2,1	4,5	3,1	1,4	4,0	2,8	1,2	4,0	2,1	1,9	4,2	2,6	1,65	1-3*, 3-4*
Alikasvoksen ennakkoraivaus	3,8	2,6	1,2	4,2	1,7	2,5	3,7	2,0	1,7	3,0	2,3	0,7	3,7	2,2	1,53	2-4*
Työssäoppimisen laajentaminen	4,2	2,3	1,9	4,1	2,4	1,7	3,7	2,4	1,3	3,6	2,6	1,0	3,9	2,4	1,49	
Integroitu korjuu paalaamalla	3,3	1,1	2,2	2,0	1,3	0,7	2,3	1,3	1,0	3,1	1,1	2,0	2,7	1,2	1,48	1-2*, 1-3*, 2-4**, 3-4*
Nykyistä yksinkertaisemman korjuukaluston käyttö	3,9	2,3	1,6	3,9	2,1	1,8	3,6	1,8	1,8	3,0	2,4	0,6	3,6	2,2	1,45	
Hakkuutekniikan ja työtapojen kehittäminen	4,1	2,6	1,5	4,2	2,8	1,4	4,2	2,7	1,5	4,1	2,7	1,4	4,2	2,7	1,45	
Oikein suoritettu taimikonhoito	3,6	2,3	1,3	4,4	1,9	2,5	3,6	2,3	1,3	3,2	2,6	0,6	3,7	2,3	1,43	1-2*, 2-4**
Joukkokäsittely rulla- tai telasyöttöisillä hakkuulaitteilla	3,8	2,5	1,3	3,8	2,6	1,2	3,9	2,4	1,5	4,0	2,3	1,7	3,9	2,5	1,43	
Koneiden käyttöasteen lisääminen	4,0	2,5	1,5	4,4	2,8	1,6	3,9	3,0	0,9	4,2	2,5	1,7	4,1	2,7	1,43	
Korjattavien leimikkoiden huolellinen valinta	4,3	2,8	1,5	4,4	2,8	1,6	3,8	2,6	1,2	4,1	2,9	1,2	4,2	2,8	1,38	
Leimikkokeskittymien muodostaminen	3,5	2,5	1,0	4,3	2,5	1,8	3,8	2,6	1,2	3,6	2,3	1,3	3,8	2,5	1,33	
Korjuuyrittäjien leimikkovarantojen suurentaminen	3,7	2,5	1,2	4,1	2,1	2,0	3,6	2,5	1,1	3,6	2,6	1,0	3,8	2,4	1,33	

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

	Puunhankinta-organisaatioiden edustajat			Puunkorjuuyrittäjät			Kone- ja laitevalmistajat			Tutkijat			Keskimäärin			Tilastollisesti merkitsevät erot ryhmien 1, ..., 4 välillä
	merkitys	käyttö	lisäys-potentiaali	merkitys	käyttö	lisäys-potentiaali	merkitys	käyttö	lisäys-potentiaali	merkitys	käyttö	lisäys-potentiaali	merkitys	käyttö	lisäys-potentiaali	
Eri toimijoiden välinen tiivis yhteistyö	3,8	2,2	1,6	4,2	2,6	1,6	3,6	2,8	0,8	3,7	2,5	1,2	3,8	2,5	1,30	
Kuormatraktorin kuorman koon maksimointi	3,9	2,2	1,7	4,3	3,2	1,1	3,6	2,8	0,8	3,8	2,6	1,2	3,9	2,7	1,20	
Integroitu korjuu kahden kasan menetelmällä	3,4	2,3	1,1	3,0	2,3	0,7	3,4	2,2	1,2	4,0	2,2	1,8	3,5	2,3	1,20	
Konetekniikan kehittäminen	4,2	2,5	1,7	4,1	3,0	1,1	3,7	3,2	0,5	3,9	2,7	1,2	4,0	2,9	1,13	1-3*
Joukkokäsittely kaato-kasauslaitteilla	4,2	2,4	1,8	3,1	2,7	0,4	3,9	3,2	0,7	4,1	2,8	1,3	3,8	2,8	1,05	1-2**
Puunkorjuuyrittäjien verkottuminen	3,4	2,4	1,0	3,5	2,4	1,1	3,3	2,6	0,7	3,7	2,4	1,3	3,5	2,5	1,03	
Korjureiden käytön lisääminen	3,4	2,0	1,4	2,7	2,2	0,5	3,3	2,4	0,9	3,6	2,4	1,2	3,3	2,3	1,00	
Puunkorjuun organisoinnin kehittäminen	3,9	3,0	0,9	3,7	2,6	1,1	3,5	2,4	1,1	3,5	2,8	0,7	3,7	2,7	0,95	
Kuormatraktorin kuormatilan laajentaminen	3,5	2,3	1,2	2,4	1,6	0,8	2,9	2,1	0,8	3,3	2,4	0,9	3,0	2,1	0,93	
Energiapuun korjuu kokopuuna	4,4	2,7	1,7	4,3	3,6	0,7	3,6	2,9	0,7	4,1	3,6	0,5	4,1	3,2	0,90	1-2*, 1-3*, 1-4*
Automatisoinnin lisääminen	4,0	2,6	1,4	3,3	3,0	0,3	3,1	3,1	0,0	3,0	2,0	1,0	3,4	2,7	0,68	1-3*
Kaivukoneharvestereiden käytön lisääminen	2,8	1,7	1,1	2,9	1,7	1,2	1,6	1,6	0,0	2,2	1,9	0,3	2,4	1,7	0,65	1-3*, 2-3*
Kaadettavien puiden huolellinen valinta	4,1	2,9	1,2	3,8	3,6	0,2	3,9	3,3	0,6	3,2	3,5	-0,3	3,8	3,3	0,43	1-2*, 1-4**
Energiapuun korjuu rankapuuna	2,7	2,6	0,1	2,5	2,0	0,5	3,1	2,2	0,9	2,5	2,6	-0,1	2,7	2,4	0,35	
Pienten harvennushakkuukoneiden käytön lisääminen	2,7	2,8	-0,1	2,7	2,0	0,7	2,8	2,9	-0,1	2,6	2,5	0,1	2,7	2,6	0,15	
Puunkorjuuyritysten koon kasvattaminen	3,0	3,0	0,0	2,2	2,7	-0,5	2,7	3,0	-0,3	3,0	2,8	0,2	2,7	2,9	-0,15	

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

Ainespuun korjuun tehostamiskeinot asetettuna tärkeysjärjestykseen niiden merkittävyyden ja lisäyspotentiaalin yhteisvaikutuksen perusteella.

	merkitys	lisäyspotentiaali	yhteisvaikutus
Alikasvoksen ennakko-raivaus	4,55	2,05	9,33
Oikein suoritettu taimikonhoito	4,45	1,95	8,68
Kuljettajaksi opiskelevien huolellinen valinta	4,08	2,08	8,46
Joukkokäsittely	3,85	1,95	7,51
Työssäoppimisen laajentaminen	3,90	1,69	6,61
Uusien kuljettajien koulutuksen tehostaminen	4,15	1,50	6,23
Ensiharvennuksen hallittu viivyttäminen	3,65	1,50	5,48
Hakkuutekniikan ja työtapojen kehittäminen	3,95	1,25	4,94
Kuormainvaakamittaus	3,23	1,40	4,52
Koneiden käyttöasteen lisääminen	4,08	1,10	4,48
Integroitu korjuu kahden kasan menetelmällä	3,35	1,33	4,44
Leimikkokeskittymien muodostaminen	3,78	1,15	4,34
Korjattavien leimikoiden huolellinen valinta	3,93	1,10	4,32
Voimakas (intensiivinen) ensiharvennus	3,63	1,18	4,26
Nykyistä yksinkertaisemmän korjuukaluston käyttö	3,23	1,25	4,03
Korjuuyrittäjien leimikkovarantojen suurentaminen	3,68	1,08	3,95
Eri toimijoiden välinen tiivis yhteistyö	3,63	1,08	3,90
Automatisoinnin lisääminen	3,63	1,03	3,72
Konetekniikan kehittäminen	3,95	0,88	3,46
Integroitu korjuu paalaamalla	2,48	1,33	3,28
Puutavaralajien lukumäärän vähentäminen	3,48	0,93	3,21
Puunkorjuuyrittäjien verkottuminen	3,38	0,83	2,78
Korjureiden käytön lisääminen	2,95	0,85	2,51
Puunkorjuun organisoinnin kehittäminen	3,65	0,60	2,19
Kaivukoneharvestereiden käytön lisääminen	2,33	0,45	1,05
Pienten harvennushakkuukoneiden käytön lisääminen	2,80	0,28	0,77
Kuormatraktorin kuormatilan laajentaminen	2,50	0,30	0,75
Puunkorjuuyritysten koon kasvattaminen	2,48	-0,65	-1,61
Kuitupuun minimiläpimitan alentaminen	2,25	-0,85	-1,91

Energiapuun korjuun tehostamiskeinot asetettuna tärkeysjärjestykseen niiden merkitsevyyden ja lisäyspotentiaalin yhteisvaikutuksen perusteella.

	merkitys	lisäyspotentiaali	yhteisvaikutus
Kuljettajaksi opiskelevien huolellinen valinta	4,15	2,03	8,40
Energiapuuharvennus osaksi metsänkasvatusketjua	3,88	2,08	8,04
Kuormainvaakamittaus	4,13	1,93	7,94
Uusien kuljettajien koulutuksen tehostaminen	4,23	1,65	6,97
Käsittelyn hallittu viivyttäminen	3,75	1,73	6,47
Hakkuutekniikan ja työtapojen kehittäminen	4,15	1,45	6,02
Koneiden käyttöasteen lisääminen	4,13	1,43	5,88
Työssäoppimisen laajentaminen	3,90	1,49	5,81
Korjattavien leimikoiden huolellinen valinta	4,15	1,38	5,71
Alikasvoksen ennakkoraivaus	3,68	1,53	5,60
Joukkokäsittely rulla- tai telasyöttöisillä hakkuulaitteilla	3,88	1,43	5,52
Oikein suoritettu taimikonhoito	3,70	1,43	5,27
Nykyistä yksinkertaisemman korjuukaluston käyttö	3,60	1,45	5,22
Leimikkokeskittymien muodostaminen	3,80	1,33	5,04
Eri toimijoiden välinen tiivis yhteistyö	3,83	1,30	4,97
Korjuuyrittäjien leimikkovarantojen suurentaminen	3,75	1,33	4,97
Kuormatraktorin kuorman koon maksimointi	3,90	1,20	4,68
Konetekniikan kehittäminen	3,98	1,13	4,47
Integroitu korjuu kahden kasan menetelmällä	3,45	1,20	4,14
Joukkokäsittely kaato-kasauslaitteilla	3,83	1,05	4,02
Integroitu korjuu paalaamalla	2,68	1,48	3,95
Energiapuun korjuu kokopuuna	4,10	0,90	3,69
Puunkorjuuyrittäjien verkottuminen	3,48	1,03	3,56
Puunkorjuun organisoinnin kehittäminen	3,65	0,95	3,47
Korjureiden käytön lisääminen	3,25	1,00	3,25
Kuormatraktorin kuormatilan laajentaminen	3,03	0,93	2,80
Automatisoinnin lisääminen	3,35	0,68	2,26
Kaadettavien puiden huolellinen valinta	3,75	0,43	1,59
Kaivukoneharvestereiden käytön lisääminen	2,38	0,65	1,54
Energiapuun korjuu rankapuuna	2,70	0,35	0,95
Pienten harvennushakkuukoneiden käytön lisääminen	2,70	0,15	0,41
Puunkorjuuyritysten koon kasvattaminen	2,73	-0,15	-0,41