

Metsätehon raportti 199
26.4.2007

ISSN 1459-773X (Painettu)
ISSN 1796-2374 (Verkkajulkaisu)



Tela-alustainen kaivukone hakkuukoneena

*Jouni Bergroth
Kalle Kärhä
Teijo Palander
Sirikka Keskinen*

METSÄTEHO OY

PL 101 (SNELLMANINKATU 13)

00171 HELSINKI

PUH. 020 765 8800

FAKSI (09) 659 202

WWW.METSATEHO.FI

Tela-alustainen kaivukone hakkuukoneena

**Jouni Bergroth
Kalle Kärhä
Teijo Palander
Sirikka Keskinen**

Metsätehon raportti 199
26.4.2007

ISSN 1459-773X (Painettu)
ISSN 1796-2374 (Verkkajulkaisu)

Asiasanat: kaivukoneet, kaivukoneharvesterit, hakkuukoneet,
pyöräharvesterit, hakkuu, puunkorjuu, turvemaat

© Metsäteho Oy

Helsinki 2007

SISÄLLYS

ALKUSANAT	5
TIIVISTELMÄ	6
1 JOHDANTO	9
2 AINEISTO JA MENETELMÄT	15
3 TULOKSET	18
3.1 Tela-alustaiset kaivukoneet hakkuilla Suomessa.....	18
3.2 Kaivukoneharvesterin vahvuudet	21
3.3 Kaivukoneharvesterin heikkoudet	22
3.4 Kaivukoneharvesteri vs. perinteinen pyöräharvesteri.....	24
3.5 Syyt kaivukoneiden vähäiseen käyttöön hakkuilla.....	26
3.6 Arviot kaivukoneharvestereiden käytön tulevaisuudesta	28
4 TARKASTELU JA JOHTOPÄÄTÖKSET	30
KIRJALLISUUS	34
LIITTEET	

ALKUSANAT

Tutkimus toteutettiin Metsäteho Oy:n Kaivukoneiden käyttömahdollisuudet metsätöiden peruskoneina -tutkimusprojektissa vuonna 2006. Haastattelututkimuksen teki Jouni Bergroth Joensuun yliopistosta. Haastattelututkimuksesta Jouni Bergroth teki pro gradu -työnsä (Tela-alustaisten kaivukoneiden käyttö hakkuukoneina Suomessa) Joensuun yliopiston metsätieteelliseen tiedekuntaan. Opinnäytetyötä ohjasivat Kalle Kärhä Metsätehosta ja professori Teijo Palander Joensuun yliopistosta. Tutkimusta varten tehdyn puhelinkyselyn toteutti Kalle Kärhä. Karttapiirrokset teki Sirkka Keskinen.

Kiitän kaikkia tutkimuksen toteutukseen osallistuneita henkilöitä ja yrityksiä hyvästä yhteistyöstä ja avusta tutkimuksen teon yhteydessä.

Helsingissä maaliskuussa 2007

Kalle Kärhä
projektipäällikkö
Kaivukoneiden käyttömahdollisuudet metsätöiden peruskoneina

TIIVISTELMÄ

Tela-alustaisten kaivukoneiden käyttö hakkuutyössä on suhteellisen vähäistä Suomessa. Maailmalla kaivukoneita käytetään hyvin yleisesti hakkuukoneen peruskoneena. Tutkimuksessa

- kartoitettiin nykyisin hakkuilla olevien kaivukoneiden lukumäärä Suomessa
- selvitettiin, minkälaisella kaivukoneharvesterikalustolla ja minkälaisissa korjuuoloissa hakkuita tehdään
- tarkasteltiin, mitkä ovat kaivukoneharvestereiden ja perinteisten hakkuukoneiden (pyöräharvestereiden) merkittävimmät vahvuudet ja heikoudet
- tutkittiin, mitkä ovat tärkeimmät syyt kaivukoneiden vähäiseen käyttöön hakkuilla ja
- arvioitiin, miten kaivukoneharvestereiden lukumäärä kehittyi lähi-vuosien aikana.

Tutkimukseen haastateltiin 35 henkilöä maaliskuussa 2006. Haastatteluihin osallistui edustajia viidestä eri ryhmästä:

1. Kymmenen tela-alustaisella kaivukoneella hakkuita tehnyttä yrittäjää (kaivukonehakkuuyrittäjät).
2. Kymmenen kaivukoneyrittäjää, jotka eivät tehneet kaivukonehakkuita (kaivukoneyrittäjät).
3. Viisi hakkuulaitteita valmistavien yritysten edustajaa.
4. Neljä puunhankintaorganisaatioiden edustajaa.
5. Kuusi kaivukoneita myyvien yritysten edustajaa.

Lisäksi haastateltiin puhelimitse yhtätoista kaivukonehakkuuyrittäjää marraskuussa 2006.

Tutkimuksessa kerättyjen tietojen perusteella Suomessa oli arviolta 25–30 tela-alustaista kaivukonetta hakkuilla talvikautena 2006–2007. Kaikki haastattelututkimukseen ja puhelinkyselyyn osallistuneet kaivukonehakkuuyrittäjät olivat hakkuilla ainoastaan yhdellä kaivukoneella. Kaivukonehakkuita tehtiin yleisimmin Pohjois-Karjalassa, Etelä-Pohjanmaalla, Keski- ja Kaakkois-Suomessa. Hakkuumäärät kaivukoneharvestereilla vaihtelivat muutamasta sadasta kiintokuutiometristä 10 000 m³:iin vuonna 2005. Runsaalla puolella kaivukonehakkuuyrityksistä hakkuumäärä jäi alle 3 000 m³:n. Keskimääräinen hakkuumäärä oli 3 450 m³ vuonna 2005. Puhelinkyselyn yrittäjät hakkasivat kaivukoneilla selvästi vähemmän kuin haastattelututkimuksessa mukana olleet yrittäjät. Vajaa puolet puhelinkyselyyn osallistuneista yrittäjistä ilmoitti, ettei pääsääntöisesti urakoi muille. Tällöin hakkuumäärät jäivät tasolle 300–1 000 m³ vuonna 2005.

Kaivukoneilla tehtiin hakkuutyötä keskimäärin runsaat kolme kuukautta (13 viikkoa) vuonna 2005. Haastattelututkimuksen yrittäjät ilmoittivat työviikkojen määräksi keskimäärin 16 viikkoa ja puhelinkyselyn yrittäjät 9 viikkoa. Hakkuutyö kaivukoneilla painottui lähinnä tammi-maaliskuulle. Hakkuilla käytetyt tela-alustaiset kaivukoneet olivat työpainoltaan valtaosin 14–17

tonnia. Vain muutamalla yrittäjällä oli alle 13 tonnin kaivukoneharvesteri. Yleisimmät hakkuilla käytetyt kaivukonemallit olivat Kobelco SK135SRLC ja Kobelco SK135SRL.

Kaivukoneharvestereilla tehtiin pääosin harvennushakkuita: hakatusta puumäärästä 60 % tuli ensiharvennuksilta, 31 % myöhemmiltä harvennuksilta ja vain 9 % päätehakkuilta vuonna 2005. Puhelinkyselyyn osallistuneilla yrittäjillä kaivukonehakkuut painottuivat ensiharvennuksille. Osalla harvennuskohteista hakkuutyö sisälsi ojalinjosten aukaisua. Tyypillisesti harvennuskohteet olivat turvemailla.

Kaivukoneharvestereiden seisonta-ajat olivat huomattavasti lyhyempiä kuin kaivukoneiden, joissa ei ollut hakkuuvarustusta: Kaivukoneet, jotka olivat hakkuilla, seisoivat keskimäärin 1,9 viikkoa vuonna 2005. Vastaavasti ne kaivukoneet, joita ei käytetty hakkuutyössä, seisoivat kaivukonehakkuuyrityksissä keskimäärin 11,8 viikkoa ja kaivukoneyrityksissä 10,1 viikkoa.

Kukin haastateltu ryhmä arvioi, että merkittävin vahvuus, jonka kaivukoneharvesterit tarjoavat hakkuilla perinteisiin pyöräharvestereihin verrattuna, on kaivukoneharvestereiden alempi hankintahinta. Toiseksi tärkeimmäksi vahvuudeksi nousi kaivukonekaluston käyttömahdollisuuksien monipuolisuus. Kolmanneksi merkittävimmäksi vahvuudeksi haastatellut arvioivat kaivukoneen paremman kantavuuden maastossa, neljänneksi lyhemmät seisonta-ajat ja viidenneksi hankintahinnaltaan edullisemmalla kaivukonekalustolla saavutettavan pienemmän yrittäjäriskin.

Vastaavasti suurimmaksi heikkoudeksi haastatellut arvioivat kaivukoneiden maastoliikkuvuuden hakkuilla. Maastoliikkuvuuden haastatellut arvioivat huonommaksi nimenomaan kivikoissa ja rinteillä, kun vastaavasti pehmeässä maastossa haastatellut uskoivat kaivukoneiden selviävän paremmin kuin pyöräkoneiden. Toiseksi suurimmaksi heikkoudeksi nousi kaivukoneharvesterin matalampi hakkuutyön tuottavuus ja kolmanneksi sopivien hakkuukohteiden puute. Neljänneksi merkittävimmäksi heikkoudeksi haastatellut arvioivat kaivukoneharvesterin puomin huonomman ulottuvuuden ja viidenneksi heikon näkyvyyden kaivukoneen ohjaamosta; eniten moitteita sai huono näkyvyys puiden latvoihin.

Haastateltuja pyydettiin myös nimeämään viisi merkittävintä syytä, jotka rajoittavat kaivukoneiden käyttöä ja yleistymistä hakkuutyössä. Tulokset osoittivat, että suurimmat kaivukoneharvestereiden käyttöä rajoittavat tekijät löytyvät enemmän asenteista ja perinteistä kuin mahdollisista kaivukoneiden teknisistä puutteista: Tärkeimmäksi syyksi kaivukoneharvestereiden käytön vähyteen haastatellut nimesivät pohjoismaisen perinteen käyttöä pyöräharvestereita. Toiseksi suurimmaksi syyksi nousi perinteisen pyöräharvesterin parempi soveltuvuus hakkuutyöhön. Kolmanneksi merkittävin syy oli puunhankintaorganisaatioiden negatiivinen suhtautuminen. Neljänneksi suurin syy oli haastateltujen mukaan kaivukoneen huono maastoliikkuvuus. Viidenneksi merkittävimmäksi syyksi nousi työllistymisen epävarmuus hakkuilla.

Haastatellut uskoivat, että kaivukoneharvestereiden käyttö lisääntyy tulevaisuudessa. Kaivukoneharvestereiden käytön lisääntymiseen ympärivuotisesti ei sen sijaan haastateltujen keskuudessa uskottu. Monen haastatellun mielestä kaivukoneharvesteri soveltuu periaatteessa ympärivuotiseen hakkuutyöhön, mutta parhaimmillaan se on osa-aikaisessa puunkorjuussa. Kaivukoneharvestereita käyttämällä uskottiin voitavan vähentää hakkuukonekapasiteetin määrää.

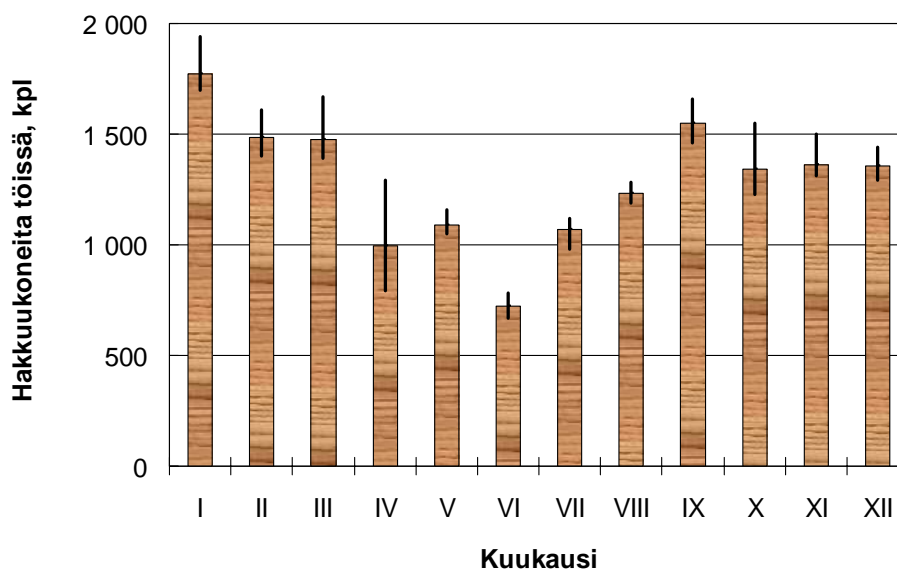
Harvennusten ja turvemaiden puunkorjuuvolyymien kasvu luo hyvät mahdollisuudet kaivukoneiden käytön lisäämiseen hakkuilla. Kaivukoneharvestereiden käytön yleistymistä tulevaisuudessa puoltavat myös metsäkoneyritysten koon kasvu ja laajavastuisen urakointitoiminnan lisääntyminen; muutokset luovat mahdollisuuden erilaistaa metsäkoneyritysten konekalustoa.

Positiivisena asiana kaivukoneharvestereiden yleistymiselle voidaan pitää myös sitä, että kaivukoneyrittäjien keskuudessa oli selvä kiinnostus asiaa kohtaan. Myös puunhankintaorganisaatiot olivat kiinnostuneita: eräässä organisaatiossa nähtiin mahdollisena, että jopa kolmasosa kausikoneista voisi olla tietyillä alueilla kaivukonealustaisia.

Erityisen hyvät mahdollisuudet kaivukoneharvestereiden käyttöön ovat Etelä- ja Pohjois-Pohjanmaalla, Kainuussa, Pohjois-Savossa ja Pohjois-Karjalassa, missä turvemailta korjattavien puumäärien on arvioitu olevan keskimääräistä suurempia tulevina vuosina. Oletettavaa on, että telalustaisten kaivukoneiden määrä tulee kasvamaan hakkuilla ja voi olla hyvinkin kaksin-, kolminkertainen viiden vuoden päästä Suomessa.

1 JOHDANTO

2000-luvulla puunkorjuussa on käytetty vuosittain keskimäärin noin 1 400–1 600 hakkuukonetta Suomessa (Torvelainen 2006). Hakkuilla käytetään lähes yksinomaan tarkoitukseen varta vasten suunniteltuja ja rakennettuja pyöräalustaisia hakkuukoneita eli pyöräharvestereita. Täyskäytössä hakkuukonekalusto, pyöräharvesterit ovat vain runsaat puoli vuotta, syyskuulta huhtikuulle (kuva 1). Puunkorjuusesongin ulkopuolella, kun metsäkoneyrittäjille ei ole tarjolla riittävää määrää hakkuutyötä, on useiden satojen pyöräharvestereiden ylikapasiteetti ja pyöräharvestereille tulee runsaasti seisokkeja (kuva 1).



KUVA 1. Hakkuukoneiden määrä kuukausittain keskimäärin (pylväät) markkinapuun korjuussa vuosina 2000–2006 (Mäki-Simola & Kulju 2000, Mäki-Simola & Linna 2000, Mäki-Simola 2000–2004, Sevola 2004–2007). Kuukausittainen vaihtelu (maksimi ja minimi) on kuvattu mustalla viivalla.

Seisokit laskevat hakkuukoneiden käyttöasteita ja nakertavat metsäkoneyrittämisen kannattavuutta (vrt. Kärhä 2004). Vaikka viime vuosina on alettu puhua entistä enemmän metsäkoneiden monikäyttöisyydestä (esim. Kärhä & Peltola 2004) ja hakkuukoneita on alettu käyttää muun muassa koneellisessa metsänistutuksessa (Vartiamäki 2003), hakkuukoneiden käyttö rajoittuu Suomessa lähes ainoastaan hakkuutyöhön.

Puunkorjuun sesonkiaikojen mittava hakkuukonetarve on mahdollista osin tyydyttää tela-alustaisilla kaivukoneilla eli kaivukoneharvestereilla, ja näin alentaa pysyvää hakkuukonekantaa. Tela-alustaisten kaivukoneiden käyttäminen peruskoneena hakkuutyössä tarjoaa myös mahdollisuuden hakkuukustannusten alentamiseen: tela-alustaisten kaivukoneiden valmistusmäärät ovat huomattavasti suuremmat kuin perinteisten hakkuukoneiden, minkä vuoksi niiden valmistuskustannukset ovat pienemmät. Lisäksi kaivukoneita voidaan käyttää puunkorjuun sesonkiaikojen ulkopuolella perinteisissä kaivukonetöissä, jolloin niiden käyttöaste on mahdollista pitää korkeana.

Kaivukoneita on perinteisesti käytetty erilaisissa metsänhoitotöissä. Yleisimpiä kaivukoneiden työlajeja ovat olleet metsäojien kaivu, metsäteiden teko ja metsänuudistamisen yhteydessä maanmuokkaus. Uusia työlajeja kaivukoneille ovat metsänistutus ja kantojen nosto. Maailmalla kaivukoneita käytetään hyvin yleisesti myös hakkuukoneen peruskoneena. Useissa maissa kaivukone on ainoa vartenotettava vaihtoehto koneelliseen puunkorjukseen.

Suomessa ensimmäinen kaivukoneharvesteri valmistettiin vuonna 1986 (Meriläinen 1990); talvikauteen 1990 mennessä kaivukoneharvesterit olivat yleistyneet siten, että niitä oli jo arviolta 40 (Meriläinen 1990). Kaivukoneharvestereiden käyttö väheni kuitenkin 1990-luvulla, koska ne eivät olleet kilpailukykyisiä perinteisiin pyöräharvestereihin verrattuna lähinnä teknisistä puutteista johtuen. Kaivukoneita ja kaivukoneharvestereita on kehitetty aktiivisesti 1990-luvun alulta lähtien ja niiden tuottavuus hakkuutyössä on noussut tekniikan kehityttyä. Talvikaudella 2003–2004 arviolta 10–15 kaivukoneharvesteria työskenteli hakkuutyömailla Suomessa (Väättäinen ym. 2004). Uutta tietoa ei ole kuitenkaan olemassa, miten kaivukoneharvestereiden määrä on kehittynyt viime vuosien aikana ja paljonko kaivukoneita on hakkuilla nykyään.

Tela-alustainen kaivukone vaatii useita lisälaitteita ja modifiointeja, jotta sitä voitaisiin käyttää tehokkaasti hakkuutyössä. Viime vuosien aikana yhä useamman kaivukonevalmistajan valikoimiin on tullut myös valmiita kaivukoneiden metsämalleja (esim. Hitachi EX 100-5 M, Caterpillar 312B LHW, Caterpillar 312 LHW, Hyundai R140LC-7 M, JCB JS 130 XO, New Holland Kobelco E135SR L, Volvo EC 140 BLCM, Volvo EC 140M) (Tela-alustaiset kaivukoneet... 2006). Kaivukoneiden metsämalleja ei ole suunniteltu ainoastaan hakkuutyöhön, vaan ne sopivat ominaisuuksiensa puolesta myös muihin kaivukoneilla tehtäviin metsätöihin, kuten ojitukseen ja maanmuokkaukseen.

Metsämallien suurempi maavara parantaa kaivukoneiden liikkuvuutta kivi-koissa ja kannokoissa. Maavaran lisäksi metsämallien alavaunu ja telasto ovat yleensä jonkin verran järeämpiä ja pidempiä verrattuna vastaavaan perusmallin koneeseen (Hirvikoski 2000). Tällöin alavaunuun saadaan lisää kestävyyttä epätasaisilla alustoilla liikuttaessa ja kone on myös vakaampi käsiteltäessä puita äärietaisyysillä. Leveämmät, useimmiten 90 cm leveät telat pienentävät kaivukoneen pintapainetta ja vähentävät yhdessä päistään ylöspäin taivutettujen telalappujen kanssa maaperään syntyviä vaurioita. Aiemmin kaivukoneiden käyttöä harvennuksilla rajoittanut kaivukoneiden vastapainon aiheuttama peräylitys on useissa uusissa metsämalleissa rakennettu siten, ettei se ylävaunun pyöriessä yllä telaston ulkopuolelle (kuva 2). Tämä pienentää jäävän puuston vaurioitumisriskiä.



KUVA 2. Korpikuusikon toinen harvennus Kobelco SK135SRL -kaivukoneharvesterilla, jossa Foresteri 22RH -hakuulaite. Ylävaunua käännettäessä peräilytystä ei tapahdu. Valokuvat: Metsäteho Oy / Jouni Bergroth.



KUVA 3. Kaivupuomin päähän asennettu Foresteri X-Tender 15 -jatkekäpälä ja Foresteri 25RHS -hakuulaite.

Kaivukoneiden metsämalleissa valmiina olevien muutosten lisäksi muut tarvittavat lisäasennukset tehdään kaivukoneisiin yleensä jälkiasennuksena yrittäjän toiveiden mukaan. Mahdollisia kaivukoneisiin hakkuutyötä varten tehtäviä muutoksia ovat telaston ohjurien ja tukisuksien asennus, ylävaunun ja ohjaamon suojaaminen kehikoilla kaatuvien puiden varalta, lisätyövalojen asennukset, kattoikkunan asennus ohjaamoon, lasien korvaaminen suojalaseilla, tietokoneen, ohjainvipujen ja mittalaitteen asennus, välijäähdyttimen asennus antamaan lisää tehoa, ylimääräisen polttoainesäiliön asennus, hakkuulaitteen asennus ja siihen liittyvät puomin muutokset.

Tärkein ja eniten hakkuutyön toteutukseen vaikuttava muutostyö on hakkuulaitteen asentaminen kaivukoneen puomistoon, mikä voidaan toteuttaa usealla eri tavalla: Suomessa on yleisimmin käytetty tapaa, jossa kaivupuomin päähän asennetaan yletin siten, että ylettimen päässä olevan hakkuulaitteen voi tarvittaessa kääntää ylöspäin. Ylettimen toiseen päähän on yleensä tehty levennys eli ”sorkka” (kuva 3). Sorkan ja kaivukoneen puomin eli ”kynkän” avulla kuljettaja voi auttaa koneen kulkemista hankalissa maastonkohdissa, kuten ojien ylityksissä. Yletin on useimmiten Suomessa varustettu hydraulisella jatkeella, jolloin puomille saadaan perinteistä harvesteria vastaava ulottuvuus.

Toinen Suomessa käytetty tapa asentaa hakkuulaite kaivukoneeseen on vaihtaa kaivukoneen kaivupuomin tilalle perinteisissä harvestereissa yleisesti käytetty liukupuomi (kuva 4). Tällöin ajatuksena on puomin liikeratojen ja toiminnan saaminen muistuttamaan entistä enemmän perinteisen harvesterin puomin toimintaa. Kyseisellä puomiratkaisulla päästään myös entistä suurempiin ulottuvuuksiin (kuva 5).

Haittapuolena liukupuomin asentamisessa kaivukoneen kaivupuomin tilalle on se, ettei puomilla pystytä tämän jälkeen juurikaan auttamaan kaivukoneen kulkemista hankalissa maastonkohdissa. Lisäksi koko puomin vaihtaminen vaatii suuremman työmäärän verrattuna ylettimeen, joka on kiinnitetty puomiin pikakiinnikkein. Muutostyötä hakkuu- ja kaivuvarustusten välillä ei kuitenkaan yleensä tehdä kuin syksyisin hakkuutyöhön ja keväällä takaisin kaivutyöhön. Tällöin työmäärä, jonka työlajin vaihtaminen vaatii, ei nouse merkittäväksi tekijäksi. Kaivupuomin vaihtaminen liukupuomiin vaatii yleensä noin yhden työvuoron mittaisen ajan, kun pelkkä hakkuulaitteen ja ylettimen asentaminen on mahdollista toteuttaa jopa alle tunnissa.

Muut hakkuulaitteiden asennusvaihtoehdot ovat Suomessa vähemmän käytettyjä, mutta muualla maailmassa yleisiä. Yksi vaihtoehto on lisätä ylettimen toiseen päähän ”sorkan” tilalle kapea kauha, joka samalla toimii myös ”kynkkänä”, jolla avitetaan kaivukoneen liikkumista maastossa. Kauhan avulla voidaan helpottaa kulkemista myös tasoittamalla kuljettavaa maastoa etukäteen.



KUVA 4. Kobelco SK135SRLC -kaivukone varustettu Ponsse HN200 -liukupuomilla ja Ponsse H53 -hakkuulaitteella.



KUVA 5. Kobelco SK135SRLC -kaivukoneeseen asennettu Ponsse HN200 -liukupuomi työnnetty maksimipituudelle, 11 metriin.

Vaihtoehtona on myös asentaa hakkuulaite kaivukoneeseen ilman varsinaista yletintä. Tällöin kaivukoneen kaivupuomin ja hakkuulaitteen väliin asennetaan riipuke. Tämänäyttöiset asennukset ilman yletintä eivät kuitenkaan ole käytännössä mahdollisia Suomen olosuhteissa, vaan niitä käytetään esimerkiksi puuplantaaseilla ja tienvarrella prosessoivissa koneissa, joissa puomin ulottuvuus ei ole ratkaiseva tekijä.

Tela-alustaisten kaivukoneiden käyttöä hakkuukoneena on aiemmin tutkittu suhteellisen runsaasti Euroopassa ja erityisesti Ruotsissa 1990-luvulla (esim. Johansson 1989, 1991, 1992, 1994, 1995, 1997, 1999, 2000a, 2000b, 2001). Myös Suomessa tutkimuksia kaivukoneharvestereista on tehty jonkin verran (esim. Mäkelä 1990, Mulari ym. 1996, Niemi ym. 2002, Wang & Haarlaa 2002, Rieppo 2003, Väätäinen ym. 2004). Tehdyt tutkimukset ovat käsitelleet muun muassa kaivukoneharvestereiden tuottavuutta, hakkuukustannuksia, ergonomiaa, maastoliikkuvuutta sekä maaperä- ja puustovaurioita.

Kaivukoneiden heikko maastoliikkuvuus on nähty yhtenä kaivukoneiden hakkuutyötä rajoittavana tekijänä. Eritoten rinteet ja kivikot voivat rajoittaa kaivukoneen liikkuvuutta, kun kaivukone alkaa keinua epätasaisilla alustoilla painopisteen muutosten seurauksena (Niemi ym. 2002). Lisäksi kaivukoneiden pieni maavara saattaa aiheuttaa ongelmia esteitä ylitettäessä. Toisaalta kaivukoneet ovat erityisen hyviä turvemaiden puunkorjuuseen, missä telojen suuren kosketuspinta-alan vuoksi vältytään pahoilta maastovaurioilta myös kesähakkuilla.

Kaivukoneharvestereiden käytön kannattavuudesta on saatu pääosin positiivisia tuloksia, jotka puoltaisivat kaivukoneiden laajempaa käyttöä hakkuilla myös Suomessa (esim. Niemi ym. 2002, Wang & Haarlaa 2002, Väätäinen ym. 2004). Kaivukoneharvestereiden käyttötuntikustannusten ja edelleen hakkuukustannusten on osoitettu olevan kilpailukykyisiä perinteiseen pyöräharvesteriin verrattuna, vaikka kaivukoneharvestereiden tuottavuus on havaittu olevan pääsääntöisesti hieman alemmalla tasolla kuin perinteisten pyöräharvestereiden tuottavuus.

Aiempien tutkimusten tulokset eivät täten anna suoraa vastausta, miksi kaivukoneharvestereiden käyttö on Suomessa suhteellisen vähäistä. Syitä kaivukoneharvestereiden vähäiseen käyttöön on siis etsittävä muualta kuin tuottavuuksien tai hakkuukustannusten vertailusta kaivukoneharvestereiden ja perinteisten pyöräharvestereiden välillä.

Tutkimuksen tavoitteet olivat:

- kartoittaa nykyisin hakkuilla olevien kaivukoneiden lukumäärä Suomessa
- selvittää, minkälaisella kaivukoneharvesterikalustolla ja minkälaisissa korjuuoloissa hakkuita tehdään
- tarkastella, mitkä ovat kaivukoneharvestereiden ja perinteisten pyöräharvestereiden merkittävimmät vahvuudet ja heikkoudet
- tutkia, mitkä ovat tärkeimmät syyt kaivukoneiden vähäiseen käyttöön hakkuilla ja
- arvioida, miten kaivukoneharvestereiden lukumäärä kehittyy lähivuosien aikana.

2 AINEISTO JA MENETELMÄT

Tutkimukseen haastateltiin yhteensä 35 henkilöä maaliskokuussa 2006. Lisäksi ennen varsinaisia haastatteluja haastattelulomake testattiin kahdella koehaastattelulla (yksi yrittäjä, jolla tela-alustainen kaivukone oli hakkuilla, ja yksi yrittäjä, jolla oli tela-alustainen kaivukone, mutta mitä ei käytetty hakkuilla). Haastatteluihin osallistui edustajia viidestä eri ryhmästä:

1. Kymmenen tela-alustaisella kaivukoneella hakkuita tehnyttä yrittäjää (jatkossa käytetään myös termiä *kaivukonehakkuuyrittäjät*).
2. Kymmenen kaivukoneyrittäjää, jotka eivät tehneet kaivukonehakkuita (jatkossa myös *kaivukoneyrittäjät*).
3. Viisi hakkuulaitteita valmistavien yritysten edustajaa.
4. Neljä puunhankintaorganisaatioiden edustajaa.
5. Kuusi kaivukoneita myyvien yritysten edustajaa.

Haastateltavien valinnassa käytettiin subjektiivista harkintaa siten, että haastateltaviksi saataisiin asiantuntevia henkilöitä mahdollisimman kattavasti ympäri Suomea. Yrittäjien valinnat tehtiin kaivukoneiden myyjiltä ja hakkuulaitevalmistajilta saatujen yhteystietojen pohjalta. Kaivukonehakkuuyrittäjät pyrittiin valitsemaan haastatteluihin siten, että otokseen tulisi eri puolilla Suomea toimivia ja erimerkkisillä kaivukoneilla sekä hakkuulaitteilla työskenteleviä yrittäjiä. Lisäkritereinä haastateltaville oli se, että he olivat tehneet talvikaudella 2005–2006 hakkuutyötä kaivukoneella ja että kaivukonehakkuuyrittämistä oli takana vähintään yksi kokonainen vuosi. Kriteerien suhteen jouduttiin kuitenkin hieman joustamaan, koska kaivukoneella hakkuita tekevien yrittäjien määrä on tällä hetkellä Suomessa rajallinen.

Kaivukoneyrittäjät pyrittiin valitsemaan maantieteellisesti kattavasti siten, että haastatteluihin tulisi laajasti eri kaivukonemerkkejä käyttäviä yrittäjiä. Painoarvoina haastatteluihin valinnoissa eri kaivukonemerkeille pidettiin niiden markkinaosuuksia vuonna 2005. Lisäksi etusijoilla valinnoissa olivat yrittäjät, jotka olivat jo ennestään tehneet jonkinlaista metsäkoneurakointia kaivukoneella. Tällöin heidän pohjatietonsa käsiteltävistä asioista oletettiin olevan sillä tasolla, että vastaukset olisivat luotettavia. Heidän voitiin myös ajatella olevan potentiaalisimpia uusia kaivukonehakkuuyrittäjiä, ja näin ollen kiinnostuneita tutkittavasta asiasta.

Hakkuulaitevalmistajista, kaivukoneiden myyjistä ja puunhankintaorganisaatioista pyrittiin saamaan mukaan haastatteluihin toimialojen isoimmat toimijat Suomesta. Yrityksistä haastatteluihin valittiin mahdollisuuksien mukaan henkilöitä, jotka olivat olleet työnsä puolesta tekemisissä kaivukoneharvestereiden kanssa. Jokaiselle haastatteluihin osallistuneelle viidelle edellä mainitulle ryhmälle oli oma haastattelulomakkeensa (Bergroth 2006). Haastattelulomakkeet ryhmien välillä pyrittiin pitämään mahdollisimman samanlaisina, jolloin vastausten vertailu pystyttiin suorittamaan eri ryhmien välillä.

Haastattelulomakkeet koostuivat neljästä osiosta, joiden sisällöissä oli hie-
man vaihtelua haastatteluryhmien välillä. Ensimmäisessä osiossa selvitettiin

yrittäjien taustatietoja ja toimintaa. Toisessa osiossa haastateltavia pyydettiin nimeämään kaivukoneiden ja kaivukoneharvestereiden vahvuuksia ja heikkouksia sekä kaivukoneharvestereiden käyttöä rajoittavia tekijöitä. Haastateltavien tuli nimetä jokaisessa kohdassa viisi mielestään merkittävintä tekijää annetuista vaihtoehdoista. Haastateltavat saivat myös nimetä omia tekijöitään valmiiden listojen ulkopuolelta, mikäli arvioivat sen tarpeelliseksi. Haastateltavien valitsemat vastaukset pisteytettiin siten, että tärkeimmäksi valittu vaihtoehto sai viisi pistettä, toiseksi tärkein neljä ja niin edelleen kunnes viidenneksi tärkeimmälle vaihtoehdolle jäi yksi piste. Eri vaihtoehtojen saamista pisteistä laskettiin keskiarvot sekä ryhmittäin että koko haastattelujoukolle.

Kolmannessa osiossa haastateltavia pyydettiin vertailemaan kaivukoneharvestereita ja perinteisiä pyöräharvestereita erilaisten hakkuu- ja metsätyöhön liittyvien tekijöiden suhteen. Kysymyksessä käytettiin viisiportaista asteikkoa, jonka ääripäinä olivat vaihtoehdot: 1 = ”Pyöräharvesteri selvästi parempi” ja 5 = ”Kaivukoneharvesteri selvästi parempi”. Asteikon keskimmäisenä oli vaihtoehto 3 = ”En osaa sanoa/Ei eroa”. Neljännessä osiossa kysyttiin kokemuksia ja mielipiteitä kaivukoneharvestereista ja niiden käytön tulevaisuudesta. Haastateltavien mielipiteitä mitattiin myös tässä osiossa viisiportaisella asteikolla, jossa vastausvaihtoehtojen ääripäinä olivat: ”Täysin eri mieltä” ja ”Täysin samaa mieltä”. Asteikon puolivälissä oli vaihtoehto ”En osaa sanoa”.

Marraskuussa 2006 haastateltiin puhelimitse lisäksi 14 yrittäjää, joiden tiedettiin käyttävän tela-alustaista hakkuukonetta hakkuilla. Nämä yrittäjät eivät olleet mukana edellä kuvatussa haastattelututkimuksessa. Puhelimitse haastatelluista yrittäjistä kaksi oli myynyt pois kaivukoneharvesterinsa ja yksi ei ollut tehnyt kaivukoneella töitä hakkuilla pariin vuoteen. Täten puhelinkyselyn aineisto oli yhteensä 11 yrittäjää. Puhelinkyselyssä käytetty lomakepohja on esitetty liitteessä 1. Kartoitettaessa sekä haastattelututkimuksessa että puhelinkyselyssä yritysten toimintaa (esim. hakkuumäärä, korjuuolot, kalusto, liikevaihto) tarkasteluvuosi oli 2005.

Haastattelututkimukseen osallistuneiden kaivukonehakuuyritysten koko niin henkilöstön ja kaluston määrällä kuin liikevaihdollakin mitaten oli keskimäärin pienempi kuin kaivukoneyritysten (taulukko 1). Kaikki haastattelututkimukseen ja puhelinkyselyyn osallistuneet kaivukonehakuu-yrittäjät tekivät kaivukonehakkuita ainoastaan yhdellä kaivukoneella (taulukko 1). Vuonna 2005 kaivukonehakuuliiketoiminta tuotti keskimäärin vajaat 20 % haastattelututkimukseen osallistuneiden kaivukonehakuu-yrittäjien yritysten liikevaihdosta (taulukko 1); pienimmillään kaivukonehakuuliiketoiminnan osuus oli neljä prosenttia ja suurimmillaan 30 %. Kokonaan kaivukonetoiminnan ulkopuolelta tulleen liikevaihdon osuus oli kaivukonehakuu-yrityksillä keskimäärin 45 % ja kaivukoneyrityksillä 42 %. Molemmilla ryhmillä pääosa kaivukonetoiminnan ulkopuolisesta liikevaihdosta syntyi puunkorjuusta perinteisillä pyöräharvestereilla.

TAULUKKO 1. Haastattelututkimukseen osallistuneiden kaivukonehakkuyrittäjien ja kaivukoneyrittäjien yritysten kokoa ja liiketoimintaa kuvaavia keskitunnuksia vuodelta 2005.

	Kaivukonehakkuyritykset	Kaivukoneyritykset
Henkilöstö, hlöä	4,2	9,4
Kalusto, kpl		
- Kaivukoneharvesterit	1,0	0
- Tela-alustaiset kaivukoneet yhteensä	1,6	3,0
- Hakkuukoneet (pyöräharvesterit)	2,2	3,4
- Kuormatraktorit	1,3	4,2
Liikevaihtoluokka, % *		
< 100 000 €	11	20
100 000 – 299 999 €	45	10
300 000 – 499 999 €	11	20
500 000 – 999 999 €	11	20
> 999 999 €	22	30
Osuus liikevaihdosta, %		
- Kaivukonehakkuu	17	0
- Muu kaivukonetoiminta	38	58
- Muu kuin kaivukonetoiminta	45	42
Muun kaivukonetoiminnan** osuus työajasta, %		
- Maanmuokkaus	45	29
- Metsänojitus	28	17
- Metsäteiden teko	10	9
- Metsänistutus	2	5
- Kantojen nosto	0	6
- Maarakennus	15	31
- Muut työt	0	3

*) Jakauma niistä yrityksistä, joista saatiin liikevaihto vuodelta 2005.

***) Kaikki muut kaivukonetyöt paitsi ei hakkuutyö.

Kaivukonehakkuyritysten kaivukonekaluston hakkuutoiminnan ulkopuolisista työlajeista yleisimpiä olivat maanmuokkaus, metsänojitus ja maarakennus (taulukko 1). Kaivukoneyrityksissä samat työlajit muodostivat pääosan yritysten liikevaihdoista sillä erotuksella, että maarakennus oli yleisin työlaji (taulukko 1).

Tutkimukseen haastatellut kaivukoneiden myyjät ilmoittivat toimittaneensa 2000-luvulla yhteensä runsaat 20 kaivukonetta hakkuutyöhön, joista valtaosa oli kokoluokkaa KKHt 14 (paino: 13–16 tonnia) (Tela-alustaiset kaivukoneet... 2006). Tällaisen hakkuutyöhön soveltuvan kaivukoneen hinnan kaivukoneiden myyjät ilmoittivat olevan 110 000–130 000 €(alv. 0 %) riippuen kaivukoneen merkistä ja mallista. Hakkuulaitevalmistajat ilmoittivat puolestaan toimittaneensa 2000-luvulla yli 40 hakkuulaitetta suomalaisiin kaivukoneisiin. Kaivukoneiden myyjien ja hakkuulaitevalmistajien ilmoittamat hakkuuvarustusten hankintahinnat kaivukoneisiin vaihtelivat 30 000 eurosta 100 000 euroon (alv. 0 %).

3 TULOKSET

3.1 Tela-alustaiset kaivukoneet hakkuilla Suomessa

Tutkimuksessa kerättyjen tietojen perusteella Suomessa oli arviolta 25–30 tela-alustaista kaivukonetta hakkuilla talvikautena 2006–2007. Kaikki kaivukoneet eivät olleet kuitenkaan urakointikäytössä; urakointikäytössä oli vajaat 20 kaivukoneharvesteria. Kaivukonehakuuuyrittäjät olivat tehneet kaivukoneilla hakkuutyötä keskimäärin vajaat neljä vuotta; haastattelututkimukseen osallistuneet kaivukonehakuuuyrittäjät olivat olleet kaivukonehakuilla keskimäärin runsaan vuoden kauemmin kuin puhelin­kyselyyn osallistuneet kaivukonehakuuuyrittäjät. Pisimpään kaivukonehakuuta tehnyt yritys oli ollut jo 16 vuotta hakkuilla. Syitä kaivukonehakkuiden aloittamiselle olivat tyypillisesti talviaikaisten töiden puute kaivukoneella, ojalinjahakkuiden ja turvemaiden hakkuiden kasvanut määrä sekä mielenkiinto uusia työmuotoja kohtaan. Monelle yrittäjälle aloite kaivukoneharvesterin hankkimisesta oli tullut urakanantajalta.

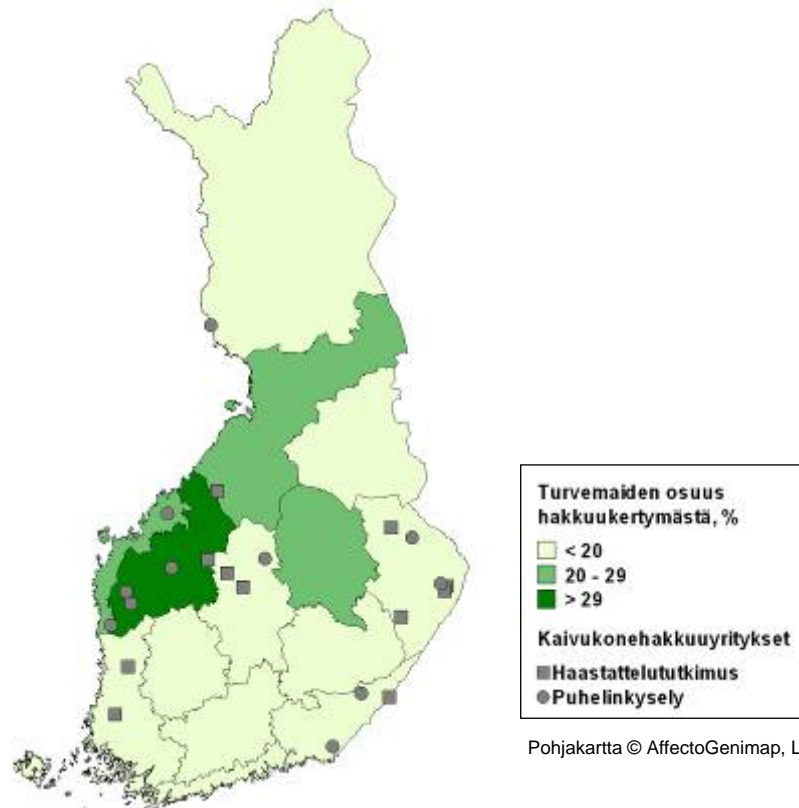
Kaivukoneharvestereilla puuta korjattiin yleisimmin Pohjois-Karjalassa ja Etelä-Pohjanmaalla (kuva 6). Myös Keski-Suomesta, Kaakkois-Suomesta ja Lounais-Suomesta löytyi useampia kaivukonehakuuuyrityksiä. Hakkuumäärät kaivukoneharvestereilla vaihtelivat muutamasta sadasta kiintokuutiometristä 10 000 m³:iin vuonna 2005 (kuva 7). Runsaalla puolella kaivukonehakuuuyrityksistä hakkuumäärä jäi alle 3 000 m³:n. Keskimääräinen hakkuumäärä oli 3 450 m³ vuonna 2005. Puhelinkyselyn yrittäjät hakkasivat kaivukoneilla selvästi vähemmän (keskimäärin 1 789 m³) kuin haastattelututkimuksessa mukana olleet yrittäjät (5 111 m³). Vajaa puolet puhelinkyselyyn osallistuneista yrittäjistä ilmoitti, ettei pääsääntöisesti urakoi muille; he hakkasivat omia metsiään ja pitivät kaivukoneella hakkuuta osin harrastuksenaan. Tällöin hakkuumäärät jäivät tasolle 300–1 000 m³ vuonna 2005.

Kaivukoneilla tehtiin hakkuutyötä keskimäärin runsaat kolme kuukautta (13 viikkoa) vuonna 2005. Yhdessä yrityksessä kaivukoneharvesterilla oltiin hakkuilla yli puoli vuotta. Haastattelututkimuksen yrittäjät ilmoittivat työviikkojen määräksi keskimäärin 16 viikkoa ja puhelinkyselyn yrittäjät 9 viikkoa. Hakkuutyö painottui lähinnä tammi-maaliskuulle.

Haastattelututkimukseen osallistuneilla yrittäjillä oli 1–3 asiakasta. Mikäli urakoitiin useammalle yksittäiselle metsänomistajalle, yksittäiset metsänomistajat on tässä laskettu yhdeksi asiakkaaksi. Puhelinkyselyn yrittäjillä oli 0–2 asiakasta. Pääasiakkaita (asiakkaan osuus kaivukonehakuuuyrityksen liiketoiminnan liikevaihdosta yli 50 %) olivat paikalliset metsänhoitoyhdistykset, UPM Metsä, Metsähallitus, Stora Enso Metsä, Tornator Oy ja Ahlström Oy.

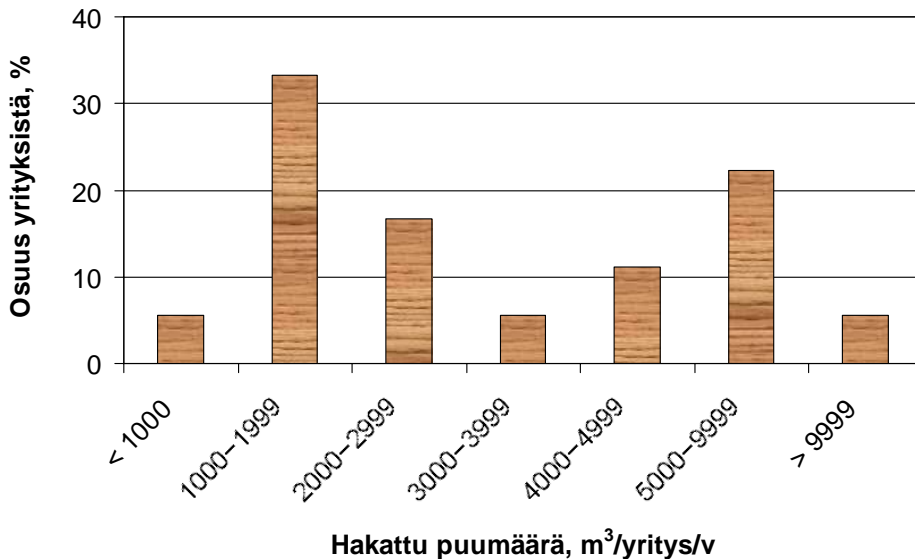
Hakkuilla käytetyt tela-alustaiset kaivukoneet olivat työpainoltaan valtaosin 14–17 tonnia. Puhelinkyselyn neljällä yrittäjällä oli alle 13 tonnin kaivukoneharvesteri. Yleisimmät hakkuilla käytetyt kaivukonemallit olivat Kobelco SK135SRLC ja Kobelco SK135SRL. Kaivukoneharvestereissa käyte-

tyt hakkuulaitteet olivat painoltaan valtaosin kahta luokkaa: kevyet 350–450 kg:n ensiharvennushakkuulaitteet ja järeämmät 650–850 kg:n hakkuulaitteet. Keto 51, Keto 100LD, Keto 100 Supreme, Patu 355RH, Patu 505RH, Foresteri 22RH ja Ponsse H53 olivat yleisimmät hakkuulaitteet kaivukoneissa. Kuvan 4 tyyppinen hakkuukoneen puominvaihto oli tehty kolmeen kaivukoneharvesteriin. Muissa kaivukoneharvestereissa oli kuvan 3 (s. 11) mukainen yletin.



KUVA 6. Kaivukonehakkuuyritykset, joiden edustajat tavoitettiin haastattelututkimukseen (10+1 yritystä) ja puhelinkyselyyn (11 yritystä). Kartan väriyty: arvioitu turvemaiden osuus hakkuukertymästä metsäkeskuksittain vuosina 2002–2011 (Nuutinen ym. 2005). Pohjalla vuosien 1999–2003 toteutuneiden hakkuiden mukainen hakkuukertymälaskelma.

Kaivukoneharvestereilla tehtiin pääosin harvennushakkuuta: hakatusta puumäärästä 60 % tuli ensiharvennuksilta, 31 % myöhemmiltä harvennuksilta ja vain 9 % päätehakuilta vuonna 2005 (taulukko 2). Puhelinkyselyyn osallistuneilla yrittäjillä kaivukonehakkuut painottuivat ensiharvennuksille. Osalla harvennuskohteista hakkuutyö sisälsi ojalinjojen aukaisua. Tyypillisesti harvennuskohteet olivat turvemaidella (taulukko 2). Taulukkoon 2 on kirjattu myös haastattelututkimukseen osallistuneiden yrittäjien esittämät keskimääräiset korjuuolot ensiharvennuksilla, muilla harvennuksilla ja päätehakuilla. Keskimääräisellä 8,1 tunnin työpäivällä keskituottavuus kaivukoneharvestereilla oli ensiharvennuksella 38, muilla harvennuksilla 59 ja päätehakuilla 117 m³/työpäivä.



KUVA 7. Hakkuumäärät tela-alustaisilla kaivukoneilla vuonna 2005 yrityksissä, joiden edustajat osallistuivat haastattelututkimukseen ja puhelinkyselyyn.

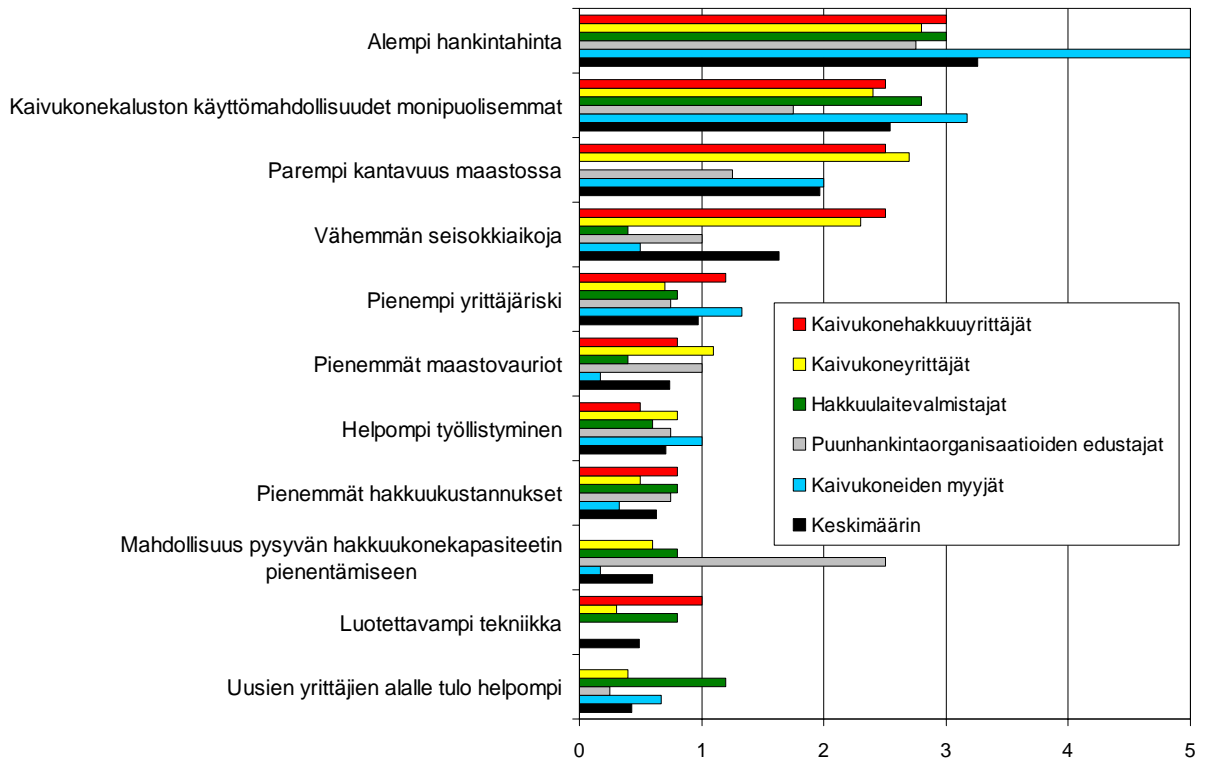
TAULUKKO 2. Eri hakkuutapojen ja turvemaiden osuus hakatusta puumäärästä sekä keskimääräiset korjuuolot hakkuutavoittain kaivukoneharvestereilla vuonna 2005.

	Hakkuutapa		
	Ensiharvennus	Muu harvennus	Päätehakkuu
Osuus hakatusta päämäärästä, %			
- Haastattelututkimus	48	40	12
- Puhelinkysely	94	4	2
- Keskimäärin	60	31	9
Turvemaiden osuus hakatusta puumäärästä, %			
- Haastattelututkimus	76	64	20
- Puhelinkysely	82	83	0
- Keskimäärin	78	65	19
Leimikon rungon keskikoko, dm ³	73	110	296
Hakkuukertymä, m ³ /ha	41	59	228
Leimikon koko, ha	5,3	4,2	2,1

Kaivukoneharvestereiden seisonta-ajat olivat huomattavasti lyhyempiä kuin kaivukoneiden, joissa ei ollut hakkuuvarustusta: Kaivukoneet, jotka olivat hakkuilla, seisoivat keskimäärin 1,9 viikkoa (vaihteluväli: 0–6 viikkoa) vuonna 2005. Vastaavasti ne kaivukoneet, joita ei käytetty hakkuutyössä, seisoivat kaivukonehakkuuyrityksissä keskimäärin 11,8 viikkoa (0–25 viikkoa) ja kaivukoneyrityksissä 10,1 viikkoa (0–20 viikkoa). Kaivukoneharvestereiden toiminta-alue oli säteeltään keskimäärin 50 km, kun kaivukoneyritysten kaivukonekalusto työskenteli laajemmalla, keskimäärin 121 km:n säteellä.

3.2 Kaivukoneharvesterin vahvuudet

Kukin haastateltu ryhmä arvioi, että merkittävin vahvuus, jonka kaivukoneet ja kaivukoneharvesterit tarjoavat perinteisiin pyöräharvestereihin verrattuna hakkuilla, on kaivukoneharvestereiden alempi hankintahinta (kuva 8). Kaikki haastatellut kaivukoneiden myyjät arvioivat edullisemman hankintahinnan suurimmaksi vahvuudeksi.



KUVA 8. Kaivukoneharvestereiden merkittävimmät vahvuudet perinteisiin pyöräharvestereihin verrattuna haastateltujen ryhmien arvioimana ja keskimäärin. Suurin mahdollinen pistemäärä eri tekijöille oli 5.

Toiseksi tärkeimmäksi vahvuudeksi nousi kaivukonekaluston käyttömahdollisuuksien monipuolisuus, minkä ansiosta koneen työllistyminen helpottuu, seisokkiajat lyhenevät ja työtehtävät monipuolistuvat perinteiseen pyöräharvesteriin verrattuna (kuva 8). Kolmanneksi merkittävimmäksi vahvuudeksi haastatellut arvioivat kaivukoneen paremman kantavuuden maastossa, neljänneksi lyhyemmät seisonta-ajat ja viidenneksi hankintahinnaltaan edullisemmalla kaivukonekalustolla saavutettavan pienemmän yrittäjäriskin. Kaivukoneen myyminen käytettynä eteenpäin nähtiin olevan huomattavasti helpompaa kuin perinteisen pyöräharvesterin. Kaivukonehakuuyrittäjät ja kaivukoneyrittäjät pitivät lyhyempiä seisonta-aikoja merkittävänä vahvuutena (kuva 8). Hakkuulaitevalmistajat ja kaivukoneiden myyjät eivät nähneet lyhyempiä seisonta-aikoja yhtä merkittävänä vahvuutena.

Eri ryhmät olivat melko yksimielisiä kaivukoneiden tarjoamista tärkeimmistä vahvuuksista (kuva 8). Ryhmäkohtaisesti tarkasteltuna ainoastaan muu-

tama uusi vahvuus nousi edellä mainittujen tilalle viiden tärkeimmän vahvuuden joukkoon: Kaivukoneyrittäjät arvioivat kaivukoneharvestereiden pienemmät maastovauriot viidenneksi tärkeimmäksi vahvuudeksi. Hakkuulaitevalmistajilla viiden tärkeimmän vahvuuden joukkoon nousivat uusien yrittäjien helpompi tulo alalle ja suurempi hakkuutyön tuottavuus. Hakkuulaitevalmistajien viiden merkittävimmän vahvuuden joukosta puuttui puolestaan kaivukoneiden parempi kantavuus maastossa, jota kukaan haastatelluista hakkuulaitevalmistajista ei nostanut omalle listalleen. Puunhankintaorganisaatioiden edustajilla viiden merkittävimmän vahvuuden joukkoon nousi mahdollisuus hakkuukonekapasiteetin pienentämiseen, ja kaivukoneiden myyjillä helpompi työllistyminen.

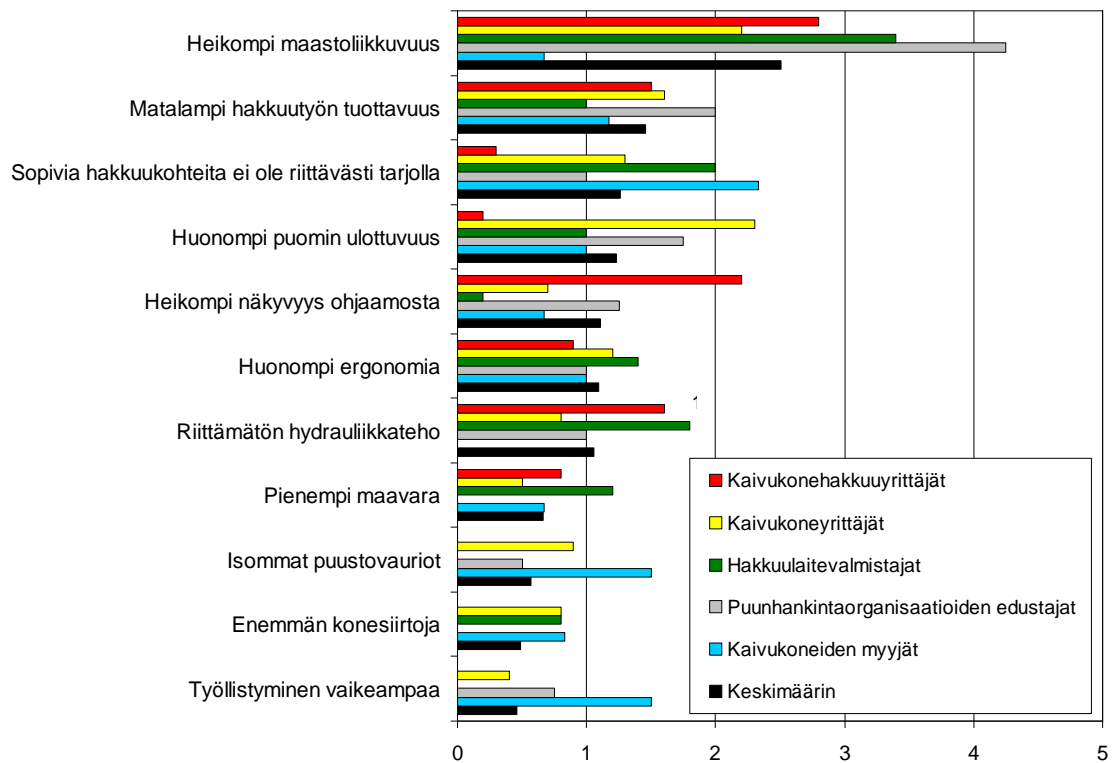
3.3 Kaivukoneharvesterin heikkoudet

Suurimmaksi heikkoudeksi haastatellut arvioivat kaivukoneiden maastoliikkuvuuden (kuva 9). Ryhmittäin tarkasteltuna sen arvioivat suurimmaksi heikkoudeksi kaivukonehakkuuyrittäjät, hakkuulaitevalmistajat ja puunhankintaorganisaatioiden edustajat. Kaivukoneiden myyjät eivät pitäneet kaivukoneiden maastoliikkuvuutta suurena heikkoutena. Maastoliikkuvuuden haastatellut arvioivat huonommaksi nimenomaan kivikoissa ja rinteillä, kun vastaavasti pehmeässä maastossa haastatellut uskoivat kaivukoneiden selviävän paremmin kuin pyöräkoneiden.

Kaivukoneyrittäjien mukaan kaivukoneiden suurin heikkous on puomin huonompi ulottuvuus (kuva 9). Kaivukonehakkuuyrittäjät eivät sen sijaan nähneet puomin ulottuvuutta ongelmana, mikäli puomiin on asennettu hydraulinen jatke. Kaivukoneiden myyjien mukaan suurin heikkous on se, ettei kaivukoneille ole riittävästi tarjolla sopivia työmaita.

Toiseksi suurimmaksi heikkoudeksi nousi matalampi hakkuutyön tuottavuus kaivukoneharvesterilla ja kolmanneksi sopivien hakkuukohteiden puute (kuva 9). Kaivukonehakkuuyrittäjistä ja puunhankintaorganisaatioiden edustajista tosin ainoastaan yhdet haastatellut nostivat sopivien hakkuukohteiden puutteen viiden merkittävimmän heikkouden joukkoon, joten hakkuutyötä kaivukoneella tekevillä yrityksillä tai hakkuutyötä tarjoavilla yrityksillä ei ole ilmeisesti ollut ongelmia löytää koneille sopivia työmaita.

Neljänneksi merkittävimmäksi heikkoudeksi haastatellut arvioivat kaivukoneharvesterin puomin huonomman ulottuvuuden ja viidenneksi heikon näkyvyyden kaivukoneen ohjaamosta (kuva 9). Erityisen suurena heikkoutena huonoa näkyvyyttä pitivät kaivukonehakkuuyrittäjät, joiden listalla se nousi toiseksi suurimmaksi heikkoudeksi. Eniten moitteita sai huono näkyvyys puiden latvoihin. Vastaavasti positiivisena näkyvyyden kannalta pidettiin sitä, että kaivukoneen ohjaamo pyörii puomin mukaisesti osoittaen aina työskentelysuuntaan.



KUVA 9. Kaivukoneharvestereiden suurimmat heikkoudet perinteisiin pyöräharvestereihin verrattuna haastateltujen ryhmien arvioimana ja keskimäärin. Suurin mahdollinen pistemäärä eri tekijöille oli 5.

Viiden merkittävimmän heikkouden lisäksi kaivukoneen huonompi ergonomia ja riittämätön hydraulikkateho nousivat monessa haastattelussa esille (kuva 9). Kaivukonehakuuyrittäjät nostivat riittämättömän hydraulikkatehon kolmanneksi suurimmaksi heikkoudeksi ja näkivät sen erityisesti ongelmana suurten, oksaisten puiden käsittelyssä. Kaivukoneiden myyjistä yksikään ei nostonut riittämätöntä hydraulikkatehoa viiden suurimman heikkouden joukkoon.

Huonomman ergonomian nostivat viiden merkittävimmän heikkouden joukkoon kaivukoneyrittäjät ja hakkuulaitevalmistajat (kuva 9). Kaivukoneiden synnyttämät isommat puustovauriot ja koneiden vaikeampi työllistyminen jakoivat toisen sijan kaivukoneiden myyjien listalla. Yksikään kaivukonehakuuyrittäjä ei nostonut kaivukoneiden synnyttämiä isompia puustovaurioita omalle listalleen.

Haastateltujen itse nimeämiä heikkouksia olivat lyhytperäisen kaivukoneen hankala puhdistaminen epäpuhtauksista, kaivukoneen arkuus alikasvokselle, teho-paino-suhteen riittämättömyys markkinoilla olevissa kaivukoneissa, kuljettajien vaikea saaminen kaivukoneharvesteriin ja ihmisten ennakkoluulot kaivukoneharvesteria kohtaan.

3.4 Kaivukoneharvesteri vs. perinteinen pyöräharvesteri

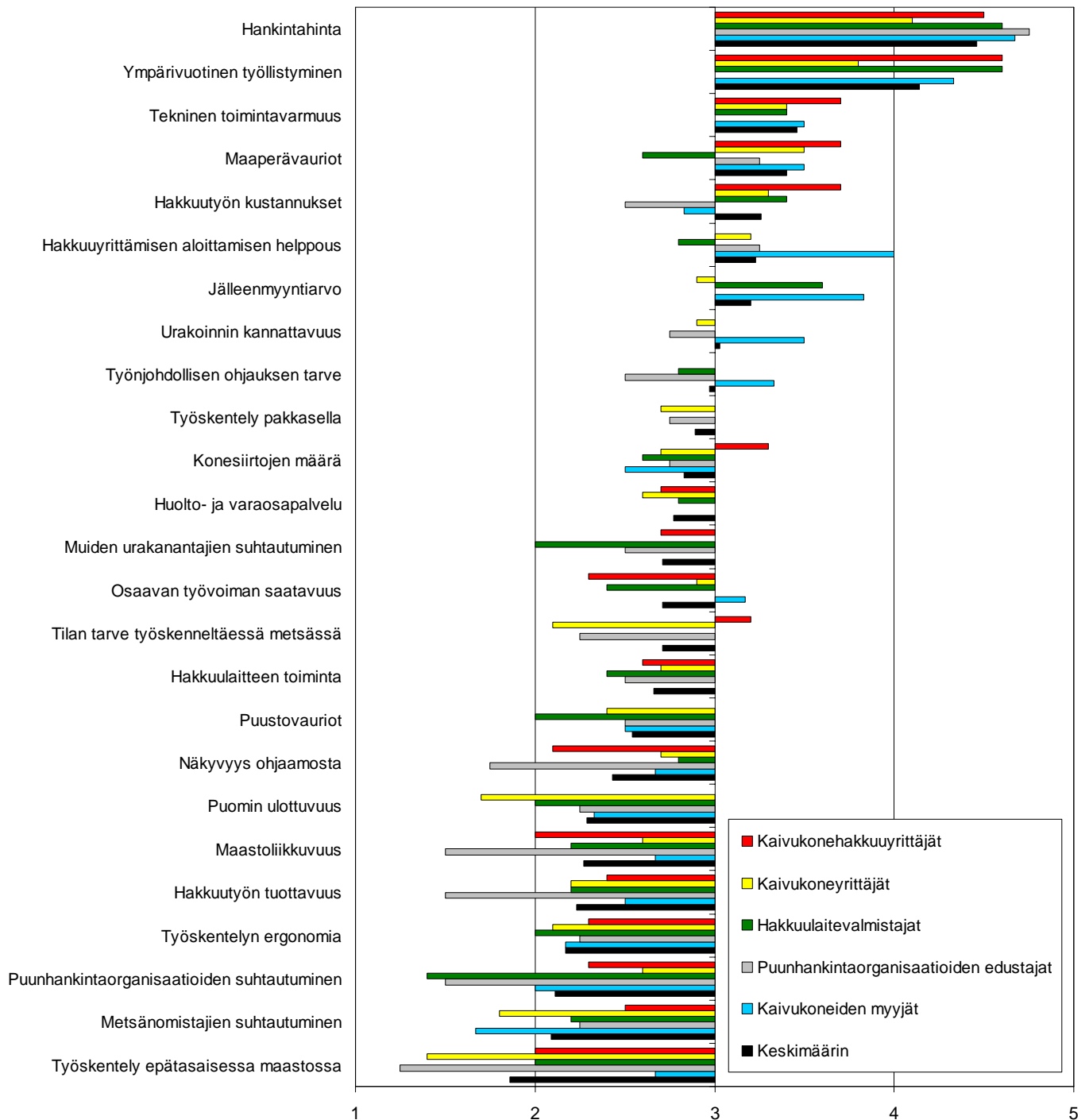
Kaivukoneharvestereiden ja perinteisten pyöräharvestereiden eroja selvitetiin paremmuusvertailulla. Vertailussa olleista 25 tekijästä haastatellut arvioivat perinteisen pyöräharvesterin olevan parempi kuin kaivukoneharvesteri 16 tekijän suhteen (kuva 10). Vastaavasti kaivukoneharvesterin haastatellut arvioivat paremmaksi 7 tekijän suhteen. Urakoinnin kannattavuudessa ja työnjohdollisen ohjauksen tarpeessa haastatellut eivät nähneet olevan merkittäviä eroja koneiden välillä. Puunhankintaorganisaatioiden edustajat ja hakkuulaitevalmistajat tosin uskoivat kaivukoneharvestereiden tarvitsevan enemmän työnjohdollista ohjausta, kun taas kaivukoneiden myyjien näkemys oli päinvastainen (kuva 10).

Kaivukoneharvesterin haastatellut arvioivat selvimmin perinteistä pyöräharvesteria paremmaksi koneen hankintahinnan suhteen (kuva 10). Toinen tekijä, jossa kaivukoneharvesterilla oli haastateltujen mukaan selkeä etu perinteiseen harvesteriin, oli ympärivuotinen työllistyminen. Kyseistä tekijää puunhankintaorganisaatioiden edustajat eivät tosin pitäneet etuna kaivukoneharvesterille; puunhankintaorganisaatioiden edustajien mielipiteet ympärivuotisesta työskentelystä erosivat selvästi erityisesti kaivukonehakkuyrittäjien ja hakkuulaitevalmistajien mielipiteistä.

Haastatellut laskivat kaivukoneharvestereiden hakkuukustannusten olevan perinteisiä harvestereita edullisempia, vaikka kaivukoneharvestereiden työn tuottavuus arvioitiinkin heikommaksi (kuva 10). Edullisimpina kaivukoneharvestereiden hakkuukustannuksia pitivät kaivukonehakkuyrittäjät, joiden mielipiteet erosivat selvästi erityisesti puunhankintaorganisaatioiden edustajien mielipiteistä, jotka pitivät perinteisten pyöräharvestereiden hakkuukustannuksia pienempinä. Lisäksi haastatellut arvioivat kaivukoneharvesterin paremmaksi teknisen toimintavarmuuden, maaperävaurioiden, hakkuuyrittämisen aloittamisen helppouden sekä jälleenmyyntiarvon suhteen.

Tulosten mukaan perinteinen pyöräharvesteri on kaikkein selvimmin parempi kuin kaivukoneharvesteri työskentelyssä epätasaisessa maastossa (kuva 10). Ainoastaan kaivukoneiden myyjät uskoivat kaivukoneiden kykenevän työskentelemään epätasaisessa maastossa lähes yhtä hyvin kuin perinteinen pyöräharvesteri. Kaivukoneyrittäjät ja puunhankintaorganisaatioiden edustajat suhtautuivat negatiivisimmin kaivukoneiden työskentelyyn epätasaisessa maastossa.

Haastatellut arvioivat, että sekä metsänomistajien että puunhankintaorganisaatioiden suhtautuminen on parempaa perinteistä pyöräharvesteria kohtaan (kuva 10). Lisäksi haastatellut arvioivat hakkuutyön tuottavuuden, työskentelyn ergonomian, maastoliikkuvuuden, puomin ulottuvuuden ja näkyvyyden ohjaamosta olevan perinteisissä harvestereissa selkeästi parempi kuin kaivukoneharvesterissa (kuva 10).



KUVA 10. Kaivukoneharvestereiden ja perinteisten pyöräharvestereiden paremmuusvertailun tulokset haastatteluryhmittäin sekä keskimäärin. Luokat: 1 = "Pyöräharvesteri selvästi parempi", 2 = "Pyöräharvesteri parempi", 3 = "En osaa sanoa/Ei eroa", 4 = "Kaivukoneharvesteri parempi" ja 5 = "Kaivukoneharvesteri selvästi parempi".

Kaikkein negatiivisimmin kaivukoneharvesterin hakkuutyön tuottavuuteen ja maastoliikkuvuuteen suhtautuivat puunhankintaorganisaatioiden edustajat ja vastaavasti positiivisimmin kaivukoneiden myyjät (kuva 10). Kaivukoneyrittäjät arvioivat kaivukoneharvestereiden puomin ulottuvuuden huonoimmaksi. Parhaimmaksi sen arvioivat kaivukonehakkuyrittäjät, jotka näkivät puomin ulottuvuuden olevan samalla tasolla perinteisten harvestereiden kanssa.

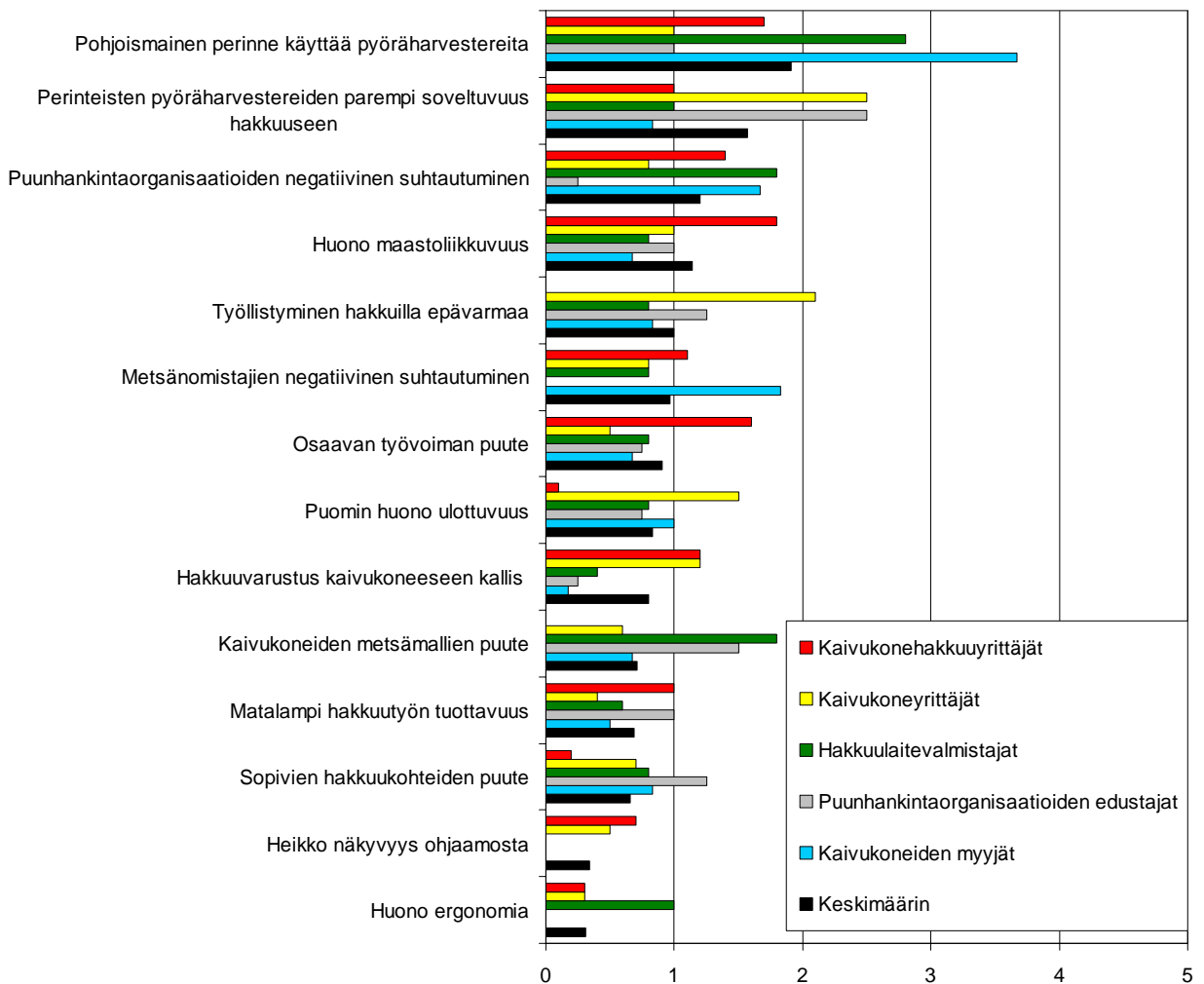
Haastatellut arvioivat myös perinteisen pyöräharvesterin paremmaksi kuin kaivukoneharvesterin jäävään puustoon aiheutuvien vaurioiden, muiden urakanantajien suhtautumisen, osaavan työvoiman saatavuuden, työskentelyn vaativan tilan tarpeen, huolto- ja varaosapalvelun, hakkuulaitteen toiminnan, konesiirtojen määrän ja pakkasella työskentelyn suhteen (kuva 10). Kaivukonehakuuyrittäjät ja hakkuulaitevalmistajat arvioivat, että osaavan työvoiman saanti kaivukoneharvesterille on huomattavasti vaikeampaa kuin perinteiselle pyöräharvesterille. Kaivukonehakuuyrittäjät perustelivat asiaa siten, että kaivukoneharvesterin kuljettajan täytyy hallita sekä kaivukoneen että hakkuukoneen käyttö, jotta tehokas työskentely on mahdollista. Kaivukoneiden myyjät arvioivat osaavan työvoiman saannin puolestaan helpommaksi kaivukoneharvesteriin.

Kaivukonehakuuyrittäjiä lukuun ottamatta kaikki haastatellut ryhmät uskoivat kaivukoneharvestereiden aiheuttavan enemmän vaurioita jäävään puustoon kuin perinteisten pyöräharvestereiden (kuva 10). Kaivukonehakuuyrittäjät painottivat kuljettajan olevan ratkaisevassa roolissa vaurioiden syntymisessä. Myös konesiirtojen määrän suhteen kaivukonehakuuyrittäjät olivat ainoa haastateltu ryhmä, joka katsoi kaivukoneharvesterin vaativan perinteistä pyöräharvesteria vähemmän konesiirtoja.

3.5 Syyt kaivukoneiden vähäiseen käyttöön hakkuilla

Haastateltuja pyydettiin nimeämään suoraan myös viisi merkittävintä syytä, jotka rajoittavat kaivukoneiden käyttöä ja yleistymistä hakkuutyössä. Kuvassa 11 on esitetty haastateltujen tärkeimmiksi arvioidut syyt kaivukoneiden käytön vähyyteen. Tulokset osoittivat, että suurimmat kaivukoneharvestereiden käyttöä rajoittavat tekijät löytyvät enemminkin asenteista ja perinteistä kuin mahdollisista kaivukoneiden teknisistä puutteista.

Tärkeimmäksi syyksi kaivukoneharvestereiden käytön vähyyteen haastatellut nimesivät pohjoismaisen perinteen käyttöä pyöräharvestereita, mikä nousi tärkeimmäksi tekijäksi kaivukoneiden myyjien ja hakkuulaitevalmistajien listoilla (kuva 11). Kyseisen tekijän suhteen kaivukoneiden myyjien mielipiteet erosivat selvästi kaivukoneyrittäjien mielipiteistä, joiden listalla pohjoismaainen perinne harvestereiden käyttöön nousi vasta neljänneksi tärkeimmäksi tekijäksi yhdessä kaivukoneen huonon maastoliikkuvuuden kanssa.



KUVA 11. Haastateltujen arvioimat suurimmat syyt kaivukoneharvestereiden käytön vähyyteen ryhmittäin ja keskimäärin. Suurin mahdollinen pistemäärä eri tekijöille oli 5.

Toiseksi suurimmaksi syyksi nousi perinteisen pyöräharvesterin parempi soveltuvuus hakkuutyöhön, joka oli kaivukoneyrittäjien ja puunhankintaorganisaatioiden edustajien mukaan tärkein syy kaivukoneharvestereiden vähäiseen käyttöön (kuva 11). Kolmanneksi merkittävin syy oli puunhankintaorganisaatioiden negatiivinen suhtautuminen. Neljänneksi suurin syy oli haastateltujen mukaan kaivukoneen huono maastoliikkuvuus, minkä puolestaan kaivukonehakkuyrittäjät nimesivät tärkeimmäksi syyksi. Viidenneksi merkittävimmäksi syyksi nousi hakkuilla työllistymisen epävarmuus, jota ei kuitenkaan yksikään kaivukonehakkuyrittäjä nostanut omalle listalleen.

Kaivukonehakkuyrittäjien mukaan viiden tärkeimmän syyn joukkoon kuuluivat edellä mainittujen syiden ulkopuolelta osaavan työvoiman puute kolmannella ja hakkuuvarustuksen hankinnan kalleus viidennellä sijalla (kuva 11). Myös kaivukoneyrittäjät nostivat hakkuuvarustuksen hankinnan kalleuden neljännelle sijalle. Lisäksi heidän listallaan oli kolmanneksi nostettu puomin huono ulottuvuus, mikä löytyi myös kaivukoneiden myyjien listalta sijalta neljä. Kaivukoneyrittäjien mielipide puomin huonon ulottuvuuden

vaikutuksesta kaivukoneharvestereiden yleistymiseen erosi selvästi kaivukonehakuuyrittäjien mielipiteistä: ainoastaan yksi kaivukonehakuuyrittäjä nosti kyseisen tekijän omalle listalleen.

Sekä hakkuulaitevalmistajat että puunhankintaorganisaatioiden edustajat nostivat toiseksi tärkeimmäksi syyksi kaivukoneiden metsämallien puutteen. Yksikään haastateltu kaivukonehakuuyrittäjä ei nostanut kaivukoneiden metsämallien puutetta viiden tärkeimmän tekijän joukkoon. Puunhankintaorganisaatioiden edustajat nostivat viiden tärkeimmän syyn joukkoon myös sopivien hakkuukohteiden puutteen.

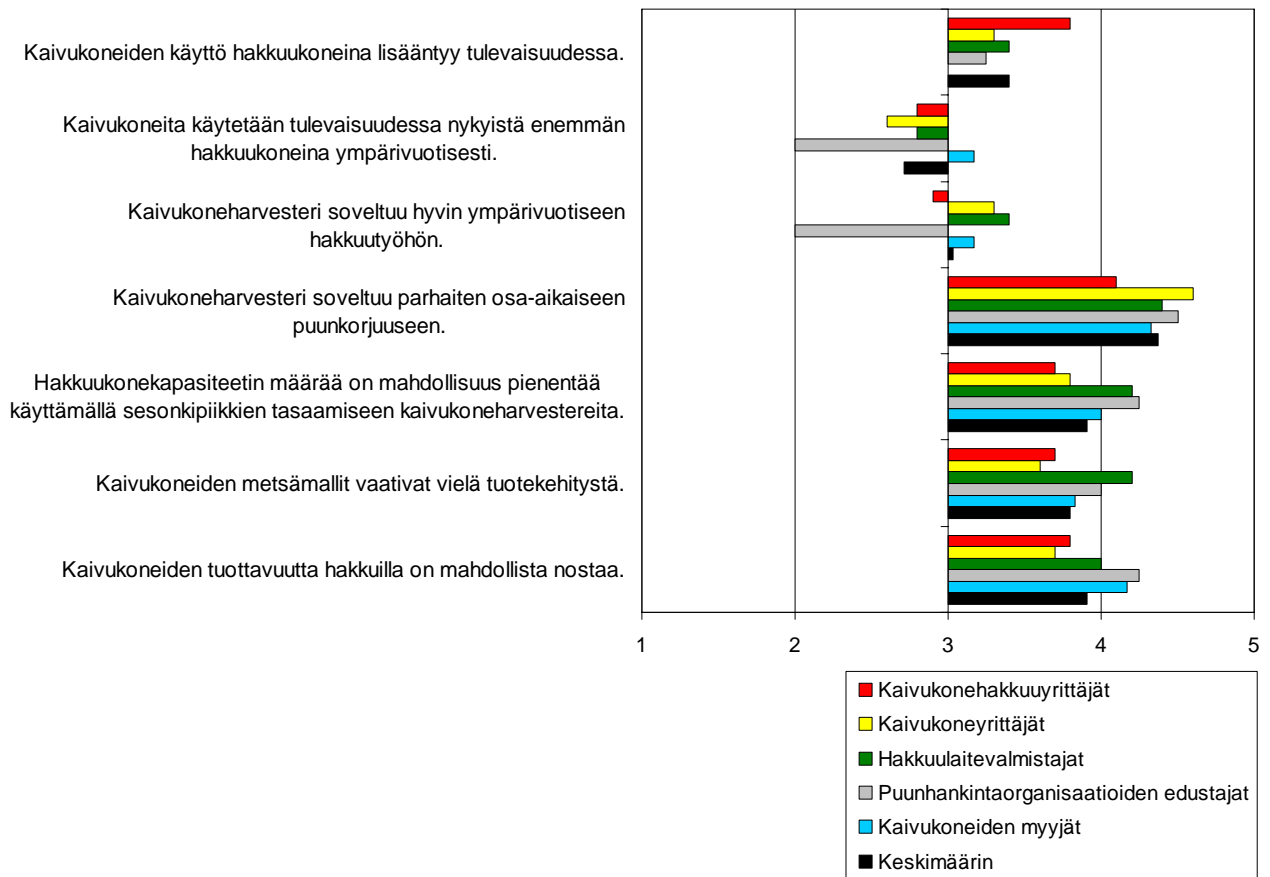
Haastateltujen itsensä nimeämiä syitä kaivukoneiden vähäiseen käyttöön hakkuutyössä olivat ihmisten ennakkoluulot kaivukoneharvestereilla tehtäviä kesäkorjuita kohtaan, kaivukone- ja hakkuulaitevalmistajien haluttomuus kehittää kaivukoneharvestereita, valmiin kaivukoneharvesteripaketin puuttuminen markkinoilta, perinteisiin työtapoihin ja menetelmiin tukeutuva ajattelutapa, kaivukoneiden aiheuttamat suuret maastovauriot ja kaivukoneharvestereiden huono soveltuvuus harvennushakkuille.

3.6 Arviot kaivukoneharvestereiden käytön tulevaisuudesta

Kaivukoneharvestereiden käytön uskottiin lisääntyvän tulevaisuudessa (kuva 12). Kaivukoneharvestereiden käytön lisääntymiseen ympärivuotisesti ei sen sijaan haastateltujen keskuudessa uskottu (kuva 12); erityisesti puunhankintaorganisaatioiden edustajat eivät uskoneet, että kaivukoneita tullaan käyttämään tulevaisuudessa nykyistä enemmän hakkuukoneina ympärivuotisesti.

Haastatellut suhtautuivat epäilevästi myös kaivukoneharvestereiden soveltumiseen ympärivuotiseen hakkuutyöhön (kuva 12). Monen haastatellun mielestä kaivukoneharvesteri soveltuu periaatteessa ympärivuotiseen hakkuutyöhön, mutta parhaimmillaan se on osa-aikaisessa puunkorjuussa; haastatellut ryhmät olivat yksimielisiä siitä, että kaivukoneharvesteri soveltuu parhaiten nimenomaan osa-aikaiseen puunkorjuuseen. Kaikkein negatiivisimmin kaivukoneharvestereiden ympärivuotiseen hakkuutyöhön soveltumiseen suhtautuivat puunhankintaorganisaatioiden edustajat (kuva 12). Kaivukoneharvestereita käyttämällä uskottiin voitavan vähentää hakkuukonekapasiteetin määrää, mikäli niitä käytettäisiin sesonkiikkien tasaamiseen (kuva 12).

Haastatellut olivat yksimielisiä siitä, että kaivukoneharvesterit vaativat vielä tuotekehitystä (kuva 12). Tuotekehityksen myötä kaivukoneharvestereiden tuottavuuden nostaminen korkeammalle tasolle nähtiin mahdolliseksi (kuva 12).



KUVA 12. Haastateltujen näkemykset kaivukoneharvestereiden käytöstä tulevaisuudessa. Vastausvaihtoehdot: 1 = "Täysin eri mieltä", 2 = "Eri mieltä", 3 = "En osaa sanoa", 4 = "Samaa mieltä" ja 5 = "Täysin samaa mieltä".

Haastatelluilta kysyttiin myös, mitkä asiat kaivukoneissa ja hakkuulaitteissa vaatisivat kehittämistä kaivukonehakkuita ajatellen. Haastattelujen mukaan kaikkein eniten kehittämistä olisi kaivukoneiden hydraulikkajärjestelmässä. Kaivukoneiden moottoreiden ja hydraulikkapumppujen tehon ei nähty olevan aivan riittävällä tasolla tuottamaan hakkuutyössä tarvittavan hydraulikan. Kaivukoneiden hydraulikkajärjestelmää ei ole kehitetty hakkuulaitteiden tarpeita ajatellen, jolloin hydraulikan paineet saattavat olla suuret, mutta öljynvirtaus liian pieni. Tällöin muun muassa hakkuulaitteiden syöttömoottoreiden mitoitus täytyy tehdä sopivaksi pienemmälle öljyvirtaukselle.

Haastattelujen perusteella hakkuulaite tarvitsee myös tukevammat runkorakenteet, koska siihen kohdistuu suurempia voimia kuin perinteisessä harvesterikäytössä. Kaivukoneiden ergonomiaan, suojauksiin, maastoliikkuvuuteen, näkyvyyteen ohjaamosta ja ohjaamon kokoon toivottiin myös parannuksia. Ongelmana kehitystyössä kaivukoneiden myyjät ja hakkuulaitevalmistajat kokivat sen, etteivät myytävien koneiden ja hakkuulaitteiden määrät suomalaisille kaivukonehakkuille ole riittävän isoja, jotta kehitystyöhön kannattaisi panostaa suuria summia.

4 TARKASTELU JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Tutkimuksessa pyrittiin muodostamaan kokonaiskuva tela-alustaisten kaivukoneiden käytöstä hakkuilla Suomessa. Tutkimukseen osallistui kaivukonehakkuuyrittäjien, hakkuulaitevalmistajien, puunhankintaorganisaatioiden edustajien ja kaivukoneiden myyjien lisäksi kaivukoneyrittäjiä, jotka ovat mahdollisia tulevaisuuden kaivukonehakkuuyrittäjiä. Tuloksiin luettavia henkilökohtaisia haastatteluja tehtiin kaikkiaan 35 kappaletta, joista tosin yksi jouduttiin toteuttamaan postikyselynä. Lisäksi tutkimusta varten haastateltiin puhelimitse ne kaivukonehakkuuyrittäjät (14), joiden yhteystiedot saatiin ja jotka eivät olleet mukana haastattelututkimuksessa. Puhelinkysely toimi lähinnä tukiaineistona kartoitettaessa hakkuilla olevien kaivukoneiden määrää, käytettävää kalustoa, korjuuoloja sekä toiminnan laajuutta. Kaiken kaikkiaan tehtyä tutkimusta voidaan luonnehtia kattavaksi läpileikkaukseksi kaivukonehakkuuyrittämiseen Suomessa.

Kerättyjen tutkimusaineistojen perusteella arvioitiin, että talvikaudella 2006–2007 hakkuilla oli 25–30 tela-alustaista kaivukonetta Suomessa. Haastatellut hakkuulaitevalmistajat kertoivat toimittaneensa 2000-luvulla yhteensä yli 40 hakkuulaitetta kaivukoneisiin. Näin monella kaivukoneella hakkuutyötä tuskin tehtiin talvikaudella 2006–2007: Osa hakkuulaitteista on saatettu asentaa kaivukoneesta myöhemmin perinteiseen hakkuukoneeseen. Osa kaivukonehakkuuyrittäjillä olevista hakkuulaitteista ei välttämättä ollut käytössä, kuten yksi puhelinkyselyyn osallistunut yrittäjä kertoi. Tutkimusta varten tavoitettiin yhteensä 22 kaivukonehakkuuyrittäjää, jotka kertoivat hakkaavansa puuta talvikaudella 2006–2007. Kaikkia Suomessa toimivia kaivukonehakkuuyrittäjiä ei varmastikaan tutkimukseen tavoitettu, joten arvioitu hakkuukäytössä olleiden kaivukoneiden lukumäärä on edellä mainittu (25–30).

Haastateltujen mukaan Suomessa käytettävät kaivukoneharvesterit soveltuvat parhaiten nimenomaan turvemaiden harvennuksille. Isomman kokoluokan kaivukoneharvesterit olisivat puolestaan tehokkaita koneita myös päätehakkuilla, kun maapohjat pysyvät kohtuullisen tasaisina. Haastateltujen mukaan puuston rakennetta tärkeämpi tekijä kaivukonehakkuuta ajatellen on maapohjan rakenne. Kaivukoneharvestereita ei tulisi viedä liian kivikkoisille, kallioisille tai mäkisille korjuukohteille. Yleisesti ottaen huolellista korjuukohdevalintaa pidettiin tärkeänä asiana, jotta kaivukonehakkuut olisivat kannattavia.

Kaikkein merkittävimiksi syiksi kaivukoneharvestereiden pieniin käyttömääriin haastatteluissa nousivat ennemminkin asenteelliset tekijät kuin kaivukoneharvestereiden tekniset puutteet. Toki perinteisten harvestereiden hakkuutyön tuottavuutta pidettiin suurempana, mutta kaivukoneharvestereiden halvemman hankintahinnan nähtiin tasoittavan tilanteen hakkuukustannusten suhteen. Sekä puunhankintaorganisaatioiden että metsänomistajien nähtiin suhtautuvan kaivukoneharvestereihin huonommin kuin perinteisiin pyöräharvestereihin. Kaivukoneharvestereiden käytön kasvun rajoittumista kuvaa hyvin erään haastatellun kaivukonehakkuuyrittäjän kommentti: ”*Kaivukoneharvesteri on omia odotuksiani paremmin toimiva paketti.*”.

Kuvaavaa oli, että kaivukonehakuuuyrittäjät näkivät kaivukoneharvesterin toimivan paremmin hakkuukoneena kuin muut haastatteluryhmät. On tietenkin vaikea arvioida, kuinka paljon parempaa näkemystä voi selittää sillä, etteivät yrittäjät välttämättä mielellään moittineet omia koneitaan. Toisaalta voidaan ajatella, että kaivukonehakuuuyrittäjillä oli eniten kokemusta kaivukonehakuista ja näin ollen myös todenmukaisimmat tiedot niiden käytöstä. Tällöin potentiaalisilla tulevaisuuden kaivukonehakuuuyrittäjillä, kuten kaivukoneyrittäjillä, oli tämän tutkimuksen mukaan liian negatiivinen kuva kaivukoneharvestereista, mikä luonnollisesti vähentää yrittäjien halua aloittaa kaivukonehakuutoiminta.

Kaivukoneyrittäjät eivät myöskään olleet kovin optimistisia siitä, että kaivukoneharvestereille olisi tarpeeksi työtä tarjolla, jotta suhteellisen arvokkaan hakkuuvarustuksen hankinta kannattaisi. Myös kaivukoneiden maastoliikkuvuuden ja osaavan työvoiman riittävyyden suhteen kaivukoneyrittäjät olivat epäileväisiä. Haastatellut sanoivat, että koneenkuljettajat tekevät korjuutyötä mieluummin perinteisillä pyöräharvestereilla, eikä osaavia kuljettajia saada kaivukoneharvestereille yhtä hyvin kuin perinteisille pyöräharvestereille. Osaavan työvoiman saantia vaikeuttaa se, että kuljettajien täytyy hallita sekä harvesterin että kaivukoneen toiminta, jotta kaivukonehakuu-työ olisi tehokasta. Myöskään metsäkonekuljettajien koulutuksessa ei tällä hetkellä ole tiittävästi tarjolla koulutusta kaivukoneharvestereilla, mikä olisi varmasti hyvä toteuttaa tulevaisuudessa.

Kuljettajien haluttomuus tehdä työtä kaivukoneharvesterilla oli osoittautunut ongelmaksi ainakin kahdelle kaivukonehakuuuyrittäjälle. Jotta kuljettajien työskentelyolosuhteet kaivukoneharvestereissa paranisivat, tulisi koneiden ergonomiaa, näkyvyyttä ohjaamosta ja hakkuulaitteen toimivuutta kehittää parempaan suuntaan. Kaivukoneiden ja hakkuulaitteiden kehittämistä suomalaiseen hakkuutyöhön paremmin soveltuvaksi rajoittaa kuitenkin se, ettei täällä ole riittävästi koneiden menekkiä, jotta tuotekehityskustannukset saataisiin katettua.

Mulari ym. (1996) selvittivät tutkimuksessaan kaivukoneharvestereiden käyttömahdollisuuksia hakkuutyöhön. Tutkimuksen mukaan kaivukoneharvesteri on käyttökelpoinen lähinnä erikoistapauksissa. Tämä johtuu seuraavista syistä:

- Hakkuukohteilla on yleensä niin pääte- kuin harvennushakkuuta.
- Erikoiskoneet vaativat aina ylimääräistä huomiota, koska sopivat hakkuualueet on etsittävä niille erikseen.
- Erikoiskoneet vaativat työllistyäkseen suuren maantieteellisen alueen, mikä nostaa siirroista aiheutuneita kustannuksia.
- Puunhankinnan tavoitteena on tasainen puuvirta läpi vuoden. Tällöin ylimääräistä hakkuukonekapasiteettia ei tarvita talvisin tai, jos tarvitaan, koneilla tehdään pidempiä työvuoroja.
- Joillakin hankintaorganisaatioilla on tarpeeksi sellaista työvoimaa, joka tekee metsätöitä ainoastaan talvisin. Tämä riittää tasaamaan kapasiteettitarpeen kiireisimpinä aikoina.

- Telakoneet ovat sopimattomia jyrkkään tai kiviseen maastoon.
- Siirtymämatkat tienvarresta leimikolle voivat olla pitkiä.
- Kaivukoneissa ei ole aina tarvittavia tiedonsiirtomahdollisuuksia.
- Yritysten laadunseurantajärjestelmät tuntevat ainoastaan perinteisen pyöräharvesterin.

Osa Mularin ym. (1996) esittämistä syistä on edelleen ajankohtaisia ja rajoittaa kaivukoneiden käyttöä erikoiskohteille. Tämän tutkimuksen tulosten mukaan kaivukoneharvesterit työllistyvät keskimäärin säteeltään noin 50 kilometrin kokoisella alueella. Tällöin ei ole perusteltua sanoa, että ne tarvitsisivat työllistykseen merkittävästi suuremman maantieteellisen alueen kuin perinteiset pyöräharvesterit. Haastatellut eivät myöskään nähneet kaivukoneharvestereiden vaativan juuri sen enempää konesiirtoja kuin perinteiset pyöräharvesterit.

Toiseksi ylimääräisen hakkuukapasiteetin tarve talvisin on tosiasia (vrt. kuva 1, s. 9), jota ei ainakaan toistaiseksi ole mahdollista välttää. Haastatellut olivat yleisesti eri mieltä siitä, että kaivukoneharvestereiden käyttö vaatisi enemmän työnjohdollista ohjausta. Tämä siitä huolimatta, että kaivukonehakuuuyrittäjät painottivat, että kaivukoneharvestereille täytyy valikoida niille sopivat hakkuukohteet, jotta työskentely saataisiin kannattavaksi. Tämän tutkimuksen tulokset osoittavat, että parhaita korjuukohteita kaivukoneharvestereille ovat turvemaiden tai muiden tasaisten maiden harvenushakkuut. Näillä korjuukohteilla tela-alustaisen kaivukoneen maastoliikkuvuus pääsee oikeuksiinsa, eikä liian suuri tai oksainen puusto vaadi konekaluston kokoon nähden liian suurta suorituskykyä.

Positiivisena puolena kaivukoneharvestereissa haastatellut näkivät ennen kaikkea huomattavasti perinteisiä harvestereita halvemman hankintahinnan. Halvempi konekaluston hankintahinta johtaa myös pienempään yrittäjäriskiin. Toisena merkittävänä vahvuutena haastatellut pitivät parempaa mahdollisuutta ympärivuotiseen työskentelyyn ja koneiden seisonta-aikojen lyhentymistä.

Vaikka kaivukoneiden ympärivuotista työllistymistä pidettiin eräänä kaivukonehakkuiden suurimmista vahvuuksista, eivät kaivukoneyrittäjät yleisesti kokeneet koneiden seisokkien vaikeuttavan huomattavasti yrityksensä toimintaa. Syinä tähän he mainitsivat muun muassa sen, että seisokkiaikoina työntekijät huoltavat koneita, viettävät lomiaan tai työllistyvät yrityksen muissa töissä. Tämä on kuitenkin mahdollista ainoastaan isoissa yrityksissä, joissa on monenlaista konekalustoa takaamassa työllisyyden ympärivuotisesti.

Kaivukoneharvestereiden arveltiin myös pidentävän turvemaiden ja muiden pehmeikköjen hakkuukautta (vrt. Heikkilä 2007), kun puutavara voidaan esimerkiksi hakata maan ollessa sulana ja kuljettaa metsästä pois maapohjan jäädyttyä. Toisena etuna kaivukonehakuuuyrittäjät mainitsivat sen, että tela-alustaisen koneen tasainen ajoura kovettuu talvihakkuissa hyvin, minkä jälkeen puutavaran metsäkuljetus on helppo toteuttaa kuormatraktorilla.

Tutkimuksessa useat kaivukonehakuuyrittäjät olivat valmiita korjaamaan puuta suuremman osan vuodesta kuin mitä tällä hetkellä tekivät. Täytyy kuitenkin muistaa, että perinteiset pyöräharvesterit soveltuvat, tämänkin tutkimuksen tulosten mukaan, paremmin ympärivuotiseen hakkuutyöhön, eikä kaivukoneharvestereiden ole syytä lähteä suoraan kilpailuun perinteisten pyöräharvestereiden kanssa. Voidaankin sanoa, että mikäli yritykselle on korjuutyötä tarjolla ympärivuotisesti, on luultavasti kannattavampaa hankkia pyöräalustainen harvesteri kuin tehdä hakkuutyötä kaivukoneharvesterilla. Tämä johtuu siitä, että mikäli hakkuukohteina on erityyppisiä leimikoita, päästään perinteisillä, keskiraskailla (paino 15–17 tonnia) harvestereilla keskimäärin huomattavasti suurempiin tuottavuuslukuihin kuin kaivukoneharvestereilla.

Tutkimustulosten mukaan kaivukoneharvesterit ovat hyvä vaihtoehto perinteisille harvestereille tietyin rajoituksin. Vaikka useat kaivukonehakuuyrittäjät painottivat, että kaivukoneharvestereilla voidaan korjata puuta lähes kaikissa olosuhteissa tehokkaasti, tullaan niitä myös tulevaisuudessa käyttämään eniten turvemaiden talviaikaisissa harvennushakkuissa ja ojalinjosten avauksissa. Ojalinjosten avauksissa kaivukonehakuuyrittäjien mielestä etuna on se, että kun sama kuljettaja avaa ojalinjat ennen ojien kaivamista, pysyy hän ottamaan huomioon paremmin kaikkien työvaiheiden tarpeet.

Harvennusten ja turvemaiden puunkorjuuvolyymien kasvu (esim. Nuutinen ym. 2000, Nuutinen & Hirvelä 2006) luo hyvät mahdollisuudet kaivukoneiden käytön lisäämiseen hakkuilla. Kaivukoneharvestereiden käytön yleistymistä tulevaisuudessa puoltavat myös metsäkoneyritysten koon kasvu ja laajavastuiseen urakointitoiminnan lisääntyminen; muutokset luovat mahdollisuuden erilaistaa metsäkoneyritysten konekalustoa: yrityksessä olevan telaalustaisen kaivukoneen varustaminen hakkuulaitteella talvikuukausien ajaksi on varteenotettava vaihtoehto.

Positiivisena asiana kaivukoneharvestereiden yleistymiselle voidaan pitää myös sitä, että kaivukoneyrittäjien keskuudessa oli selvä kiinnostus asiaa kohtaan. Myös puunhankintaorganisaatiot olivat kiinnostuneita: eräässä organisaatiossa nähtiin mahdollisena, että jopa kolmasosa kausikoneista voisi olla tietyillä alueilla kaivukonealustaisia. Tosin osassa puunhankintaorganisaatioista suhtautuminen kaivukoneharvestereita kohtaan oli selvästi varauksellisempaa.

Koska kaivukoneharvestereiden käyttömahdollisuuksia rajoittavat maastoon ja puustoon liittyvät tekijät, tulee niiden käytössä olemaan paljon alueellista vaihtelua. Erityisen hyvät mahdollisuudet kaivukoneharvestereiden käytön kasvuun ovat Etelä- ja Pohjois-Pohjanmaalla, Kainuussa, Pohjois-Savossa ja Pohjois-Karjalassa, missä turvemailta korjattavien puumäärien on arvioitu olevan keskimääräistä suurempia tulevina vuosina (vrt. liite 2). Oletettavaa on, että tela-alustaisten kaivukoneiden määrä tulee kasvamaan hakkuilla ja voi olla hyvinkin kaksin-, kolminkertainen viiden vuoden päästä Suomessa.

Tulevaisuudessa olisi aiheellista tutkia erilaisten puomistorakenteiden vaikutuksia puunkorjuun tuottavuuteen ja kustannuksiin sekä kaivukoneen maastoliikkuvuuteen. Toinen tulevaisuudessa ratkaistava asia on se, että kaivukonehakkuyrittäjien keskuudessa oli havaittavissa selkeä tarve saada hankittua koko hakkuukone samasta paikasta, mikä vaatisi kaivukoneita myyvien ja hakkuulaitteita valmistavien yritysten tiiviimpää yhteistyötä. Vuoden 2006 aikana kaivukone- ja hakkuulaitevalmistajien yhteistyön syventymisestä on saatu konkreettisia esimerkkejä: Volvo AB ja Ponsse Oyj sekä Sumitomo (S.H.I.) Construction Machinery Sales Co ja Kesla Oyj. Suomalaiset koneyritykset joutuvat kuitenkin vielä odottamaan edellä mainittujen yhteistyökuvioiden hedelmiä, sillä mainittu yhteistyö realisoituu ensivaiheessa uusilla, kasvavilla metsäkonemarkkinoilla Latinalaisessa Amerikassa ja Aasiassa.

KIRJALLISUUS

- Bergroth, J. 2006. Tela-alustaisten kaivukoneiden käyttö hakkuukoneina Suomessa. Joensuun yliopisto, Metsätieteellinen tiedekunta, Metsä- ja puuteknologian pro gradu -työ.
- Heikkilä, J. 2007. Turvemaiden puun kasvatus ja korjuu – nykytila ja kehittämistarpeet. Metlan työpapereita 43.
- Hirvikoski, T. 2000. Kobelcon tela-alustainen metsässä. Koneyrittäjä 3/2000: 22–23.
- Johansson, J. 1989. Grävmaskin i slutavverkning - Caterpillar fällare/läggare. Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för skogsteknik, Uppsatser och Resultat 157.
- Johansson, J. 1991. Grävmaskin som skördare - Hitachi EX 220 med Lako 60. Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för skogsteknik, Uppsatser och Resultat 216.
- Johansson, J. 1992. Grävmaskin som skördare - Åkerman H7^C med Lako 60. Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för skogsteknik, Uppsatser och Resultat 231.
- Johansson, J. 1994. Översikt av erfarenheter av anläggningsmaskiner som basmaskiner i skogsbruket. Delrapport av ett NSR-projekt. Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för skogsteknik, Uppsatser och Resultat 268.
- Johansson, J. 1995. Excavators as Base Machines in Logging Operations. International Journal of Forest Engineering 7(1): 7-17.
- Johansson, J. (toim.). 1997. Earth-moving equipment as base machines in forest work. Final report of an NSR project (NSR 37/93). Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för skogsteknik, Uppsatser och Resultat 294.

- Johansson, J. (toim.). 1999. Excavators and Backhoe Loaders as Base Machines in Forest Operations. Proceedings from the first meeting of a Concerted Action FAIR – CT 98 – 3381. Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för skogshushållning, Uppsats 1.
- Johansson, J. (toim.). 2000a. Excavators and Backhoe Loaders as Base Machines in Forest Operations. Proceedings from the second meeting of a Concerted Action FAIR – CT 98 – 3381. Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för skogshushållning, Uppsats 5.
- Johansson, J. 2000b. Excavators and Backhoe Loaders as Base Machines in Logging Operations. Swedish University of Agricultural Sciences, Acta Universitatis Agriculturae Sueciae, Silvestria 141.
- Johansson, J. (toim.). 2001. Excavators and Backhoe Loaders as Base Machines in Forest Operations. Proceedings from the third (final) meeting of a Concerted Action FAIR – CT 98 – 3381. Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för skogshushållning, Uppsats 11.
- Kärhä, K. 2004. Metsäkoneyritysten kannattavuus 1999–2002. Metsätehon katsaus 5/2004.
- Kärhä, K. & Peltola, J. 2004. Metsäkoneiden monikäyttöisyys. Metsätehon raportti 181.
- Meriläinen, T. 1990. Kaivukoneella harvesterina helpompaa. Koneyrittäjä 2/1990: 18.
- Mulari, J., Haarlaa, R., Sun, X. & Wang, J. 1996. Mobility and feasibility of tracked excavators in forestry operations. Helsingin yliopiston metsävarojen käytön laitoksen julkaisuja 11.
- Mäkelä, M. 1990. Turvemaiden koneellinen puunkorjuu kesäaikaisissa ensiharvenuksissa. Metsätehon katsaus 4/1990.
- Mäki-Simola, E. (toim.). 2000–2004. Markkinahakkuut ja työvoima. Metsäntutkimuslaitos, Metsätilastotiedote 534, 541, 545, 548, 551, 554, 560, 562, 567, 570, 573, 577, 584, 587, 590, 595, 599, 602, 606, 609, 614, 617, 621, 624, 630, 636, 640, 645, 647, 652, 657, 659, 664, 667, 671, 675, 681, 687, 690, 693, 696, 700, 705, 707.
- Mäki-Simola, E. & Kulju, I. (toim.). 2000. Markkinahakkuut ja työvoima. Metsäntutkimuslaitos, Metsätilastotiedote 522.
- Mäki-Simola, E. & Linna, K. (toim.). 2000. Markkinahakkuut ja työvoima. Metsäntutkimuslaitos, Metsätilastotiedote 519, 526, 530.
- Niemi, S., Pulkkanen, T., Väätäinen, K. & Sikanen, L. 2002. Suometsien harvenushakkuiden korjuukalusto. Teoksessa: Niemi, S., Finér, L., Laukkanen, H., Nousiainen, M., Sikanen, L. & Väätäinen, K. (toim.). Suometsät – tulevaisuuden tukkipuustot. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 830: 33–57.
- Nuutinen, T. & Hirvelä, H. 2006. Hakkuumahdollisuudet Suomessa valtakunnan metsien 10. inventoinnin perusteella. Metsätieteen aikakauskirja 1B/2006: 223–237.

- Nuutinen, T., Hirvelä, H., Hynynen, J., Härkönen, K., Hökkä, H., Korhonen, K.T. & Salminen, O. 2000. The role of peatlands in Finnish wood production – an analysis based on large-scale forest scenario modelling. *Silva Fennica* 34(2): 131–153.
- Nuutinen, T., Hirvelä, H. & Salminen, O. 2005. Alueelliset hakkuumahdollisuudet Suomessa. *Metlan työpapereita* 13.
- Rieppo, K. 2003. Vaihtoehtoista korjuutekniikkaa. *Metsätehon raportti* 149.
- Sevola, Y. (toim.). 2004–2007. Markkinahakkuut ja työvoima. Metsäntutkimuslaitos, *Metsätilastotiedote* 712, 716, 720, 724, 730, 734, 738, 741, 745, 748, 752, 755, 762, 765, 768, 773, 779, 784, 786, 790, 793, 796, 800, 802, 808, 815, 818, 823, 827, 831, 834, 839, 842, 845, 848, 851.
- Tela-alustaiset kaivukoneet KKHt tekniset tiedot. 2006. Koneyrittäjä liitto ry, Maarakennuskoneiden luokitus, *Moniste*.
- Torvelainen, J. 2006. Puun korjuu ja kuljetus. Teoksessa: Peltola, A. (toim.). *Metsätilastollinen vuosikirja 2006*: 195–212.
- Vartiamäki, T. 2003. Koneellinen metsänistutus vuonna 2003. *Metsätehon raportti* 154.
- 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.
- Wang, J. & Haarlaa, R. 2002. Production analysis of an excavator-based harvester: A case study in Finnish forest operations. *Forest Products Journal* 52(3): 85–90.

Puhelinkyselyssä käytetty haastattelulomake

1. Kokemus hakkuilta tela-alustaisilla kaivukoneilla? _____ v

2. Kokemus hakkuilta perinteisillä hakkuukoneilla? _____ v

3. Tela-alustaisten kaivukoneiden lukumäärä yhteensä yrityksessä? _____ kpl

4. Tela-alustaisten kaivukoneiden, jotka hakkuilla, lukumäärä yrityksessä? _____ kpl

5. Kaivukoneet hakkuilla? Merkki, malli? _____

6. Kaivukoneessa olevan hakkuulaitteen merkki ja malli? _____

7. Onko puomisto (esim. hakkuukoneen liukupuomi) vaihdettu kaivukoneharvesteriin?

_____ kyllä

_____ ei

8. Hakkuumäärä vuonna 2005?

- kaivukoneilla _____ m³

- perinteisillä hakkuukoneilla _____ m³

9. Kaivukonehakuuliiketoiminnan tärkeimmät asiakkaat vuonna 2005?

1. _____, osuus kaivukonehakuutyön lv:stä _____ %

2. _____, osuus kaivukonehakuutyön lv:stä _____ %

3. _____, osuus kaivukonehakuutyön lv:stä _____ %

10. Kaivukoneet hakkuilla vuonna 2005? _____ vkoa

11. Vuonna 2005 kaivukoneilla hakatusta puumäärästä tuli:

Ensiharvennukset

Muu harvennus

Päätehakkuu

_____ %

_____ %

_____ %

12. Vuonna 2005 kaivukoneilla hakatusta puumäärästä turvemailta tuli:

Ensiharvennukset

Muu harvennus

Päätehakkuu

_____ %

_____ %

_____ %

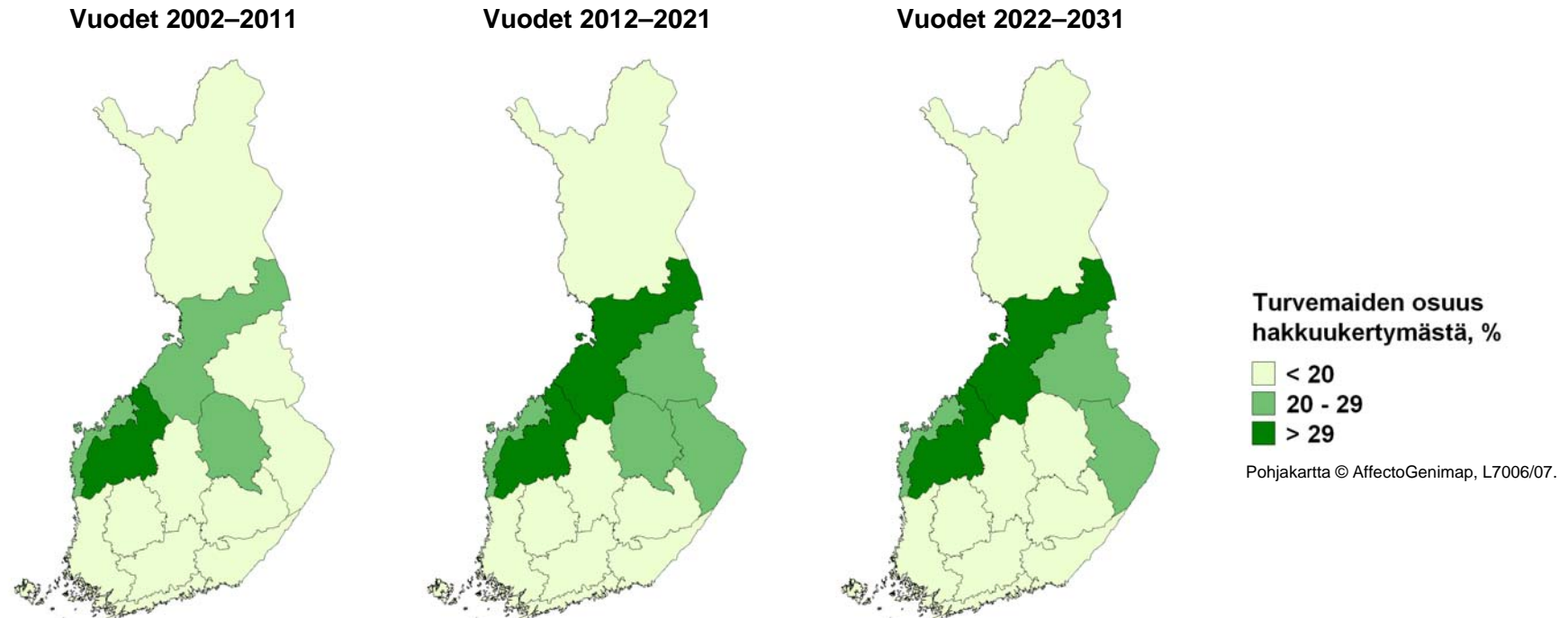
13. Oletteko hakanneet puuta kaivukoneella vuonna 2006?

_____ kyllä

_____ ei

14. Mitkä asiat kaivukoneissa ja hakkuulaitteissa vaativat vielä kehittämistä hakkuutyötä ajatellen?

LIITE 2



Arvioitu turvemaiden osuus hakuukertymästä metsäkeskuksittain vuosina 2002–2011, 2012–2021 ja 2022–2031 (Nuutinen ym. 2005).

Pohjalla vuosien 1999–2003 toteutuneiden hakkuiden mukainen hakuukertymälaskelma.