



ITÄ-SUOMEN  
YLIOPISTO

*University of Eastern Finland*

*Luonnontieteiden ja metsätieteiden tiedekunta  
Faculty of Science and Forestry*

# UUDEN KARTTAPOHJAISEN OPASTUKSEN TARVE KONEELLISESSA HAKKUUSSA

Jarkko Kauppinen

METSÄTIETEEN PRO GRADU  
ERIKOISTUMISALA METSÄ-, ENERGIA- JA PUUTEKNOLOGIA

---

JOENSUU 2016

Kauppinen, Jarkko. 2016. Uuden karttapohjaisen opastuksen tarve koneellisessa hakkuussa. Itä-Suomen yliopisto, luonnontieteiden ja metsätieteiden tiedekunta, metsätieteiden osasto, metsätieteen pro gradu, erikoistumisala metsä-, energia- ja puuteknologia. 78 s.

## TIIVISTELMÄ

Nykyinen puunkorjuun työympäristö vaatii hakkuukoneenkuljettajalta kattavaa havainnointia metsäkoneen tietojärjestelmien tuottamasta informaatiosta. Metsäkoneen kartta- ja tietojärjestelmien käyttö on olennainen ja välttämätön osa korjuukohteen ennakkosuunnittelua ja tuottavaa hakkuutyötä. Tutkimusten mukaan ennakkosuunnittelun vastuun kasvamisen vuoksi ja korjuun päätösten teon tueksi kuljettajat kaipaavat täsmällisempää ja kattavampaa tietoa korjuukohteen maasto-olosuhteista. Tulevana mahdollisuutena kuljettajien hakkuun suunnittelussa ja toteutuksessa voitaisiin pitää suurten julkisten paikkatietoaineistojen tietomäärien ja niiden menetelmien hyödyntämistä maaston sekä puuston kuvaamisesta.

Tutkimuksen päätavoitteena oli selvittää haastattelujen avulla hakkuukoneenkuljettajien näkemys uusien opastavien karttasovellusten tarpeesta ja merkityksestä koneellisessa hakkuussa. Päätavoitteen lisäksi tutkimuksessa selvitettiin kokonaiskuvaa haastateltavien työstä, työn suunnittelusta ja siihen vaadittavasta informaatiosta. Opastavien järjestelmien ja karttasovellusten järjevä soveltaminen koneellisen hakkuun eri vaiheisiin oli tärkeää selvittää myös eri ikä- ja kokemusryhmien näkökulmasta. Tutkimuksessa haastateltiin 24 hakkuukoneenkuljettajaa Itä-Suomesta, joilla oli pitkä kokemus (ka 15,7 vuotta) koneellisesta hakkuusta.

Hakkuun suunnittelun suurimpina tiedontarpeina koettiin kohteen kulkukelpoisuustiedon ja leimikon erityiskohteiden esittäminen. Tiedon tarve kasvoi maastoltaan haastavilla kohteilla sekä pimeän- ja talviajan hakkuissa. Myös tiedon tarve koneen komponenttien kunnosta koettiin suureksi. Kuljettajien ensikokemuksien perusteella muodostunut näkemys esitetyistä karttaopasteista oli varsin positiivinen, vaikka todellinen näkemys osista esitetyistä karttaopasteista tulisi vasta käytön jälkeen. Merkitykseltään suurimmiksi koettiin jo käytössä olevat karttapohjat, kuten peruskartta ja ilmapalokuva. Kulkukelpoisuutta, sekä kantavuutta että rinnejyrkyyksiä, esittäneet karttaopasteet koettiin hyvin tarpeellisiksi. Erot karttaopasteiden välisissä merkityksissä olivat kuitenkin suhteellisen pienet ja kaikki esitetyt opasteet koettiin merkitykseltään vähintään kohtalaiselle tasolle. Maaston kulkukelpoisuutta kuvaavalla karttapohjalla esitetty ajouraennuste sai yli puolelta kuljettajista merkityksen suuri tai erittäin suuri vaikkakin useat epäilivät ajouraennusteen tarkkuutta ja luotettavuutta. Yleiskuvaksi voidaan muodostaa se, että muutama hyvä karttaopaste on riittävä ja kartalle esitettävä tieto tulisi olla visuaalisesti selkeä ja määrällisesti alhainen.

Tiedon tarve ja karttapohjaisen opastuksen merkitys oli kuljettajien kokemustasosta riippumaton, joten opastavista karttajärjestelmistä olisi apua koko kuljettajakunnalle. Kun tarpeeseen sopivaa tarkkaa ja oikein esitettyä karttaopastetta saadaan käyttöön, se antaisi mahdollisuuden parantaa paitsi työn tuottavuutta, myös työn jäljen laatua, harvennusten kasvukykyä, työturvallisuutta, koneiden käyttökuntoa sekä operaatioiden keston ennustettavuutta.

Asiasanat: hakkuukoneenkuljettaja, karttaopaste, opastavat järjestelmät, koneellinen hakkuu, laserkeilausaineisto

Kauppinen, Jarkko. 2016. Importance of new map-based operator assistance in mechanised wood harvesting. University of Eastern Finland, Faculty of Science and Forestry, School of Forest Sciences, Master's thesis in Forest Sciences, specialization Forest Engineering and Wood Products Technology. 78 s.

## **ABSTRACT**

Harvester operator does comprehensive observation from both working environment and forest machine information systems in mechanized Cut to Length (CTL) loggings. The map- and information system of a harvester is an essential and indispensable part of planning and decision making process of harvester operator. Harvester operators need accurate and comprehensive information about harvesting conditions. Exploitation of large public data sets and data processes will benefit harvesting operations in the future.

The main objective of this study was to clarify the demand and the relevance of new map-based operator assistance in mechanized wood harvesting by interviewing harvester operators. In addition, working conditions, work planning and the information required for efficient and high quality harvesting were acquired from harvester operators. Also the effects of experience level and operators age groups on operators' perceptions were analyzed. Only experienced operators were selected to the study. The average working experience in mechanized harvesting was 15.7 years among 24 operators.

Terrain trafficability, machine mobility and locating of areas with cutting restrictions were the most important information for the planning and execution of cutting. Need of the information increased in areas with difficult terrain and times when operating was conducted in dark and during snowy winter. The information of machine component condition was stated as high importance as well. The first responses and opinions of operators on the map-based assistance examples were positive, in general.

Base maps, aerial photos and trafficability/mobility maps were seen as the most important map-based information for supporting the cutting operations. Base maps and aerial photos are commonly used in loggings, whereas terrain trafficability/mobility maps were presented first time to the operators during the study. The visualisation of strip road network estimation in the digital terrain map was experienced useful, although operators were skeptical about the accuracy and reliability of the strip road network estimation. According to the operators, few informative maps or map-layers are adequate, the information should be visualised in a clear and easily understandable format and the number of presented data is limited as low.

The need of information and the importance of map-based assistance were not depended on the level of experience among operators, and thus, map assisting systems are beneficial for all forest machine operators from the beginners to experts. The use of precise map assisting with multisource data would offer many benefits in mechanized wood harvesting. It is not only the increase of productivity, but also the increase of harvesting quality, growth potential of remaining stand, work safety, operating order of machines and the prediction accuracy of remaining operation time.

Keywords: operator tutoring systems, map assistance system, mechanised wood harvesting, multi-source information.

## ALKUSANAT

Tutkimus kuului DIGILE OY:n tutkimusohjelmaan “Data to Intelligence (D2I)”, ja se toteutettiin Forest Big Data-hankkeen Task 3:n “Intelligent and Self-learning Decision Support Systems” sisällä. Hanke toteutettiin yhteistyössä Ponsse Oyj:n, Luonnonvarakeskuksen ja Itä-Suomen Yliopiston kanssa.

Hakkuukoneenkuljettajilla on erittäin keskeinen rooli koko puunkorjuussa. Toivon tämän tutkimuksen tuovan esille puunkorjuun nykytilan ja sen kehittämismahdollisuudet. Lisäksi toivon tutkimuksessa selvitetyn tiedon tarpeen ja merkityksen uusista opastavista karttasovelluksista tulosten auttavan kehittämään hakkuun suunnittelua ja toteutusta entistä paremmaksi. Tarve uudelle ja kattavammalle tiedolle on olemassa.

Koko tutkimusprosessi on ollut hyvin mielenkiintoinen ja monivaiheinen. Tutkimuksen aikana olen saanut tutustua uusiin ihmisiin ja ennen kaikkea nähnyt haastattelujen aikana ammattitaitoisia hakkuukoneenkuljettajia, joilla on suuri vastuu nykypäivän puunkorjuussa. Tutkimuksen aikana olen saanut tukea monelta eri taholta. Erityisesti haluan kiittää työni ohjaajia yliopistotutkijaa Jukka Malista ja Luonnonvarakeskuksen tutkijaa Kari Väätäistä, joiden ohjaus ja tuki oli ensiarvoisen tärkeää työn jokaisessa vaiheessa. Haluan myös kiittää Ponssea yhteistyöstä ja erityisesti Kalle Einolaa ja Simo Tauriaista, joita ilman koko tutkimus ei olisi ollut mahdollista.

Lisäksi haluan ilmaista lämpimät kiitokseni kyselyyn osallistuneille puunkorjuuryrittäjille ja heidän kuljettajilleen, joiden vastaukset tekivät tämän tutkimuksen mahdolliseksi. Lopuksi myös erityinen kiitos taustajoukoille sekä muille ystäville kestämisestä ja kannustamisesta tämän tutkimuksen aikana.

Joensuussa huhtikuussa 2016

Jarkko Kauppinen

## SISÄLLYSLUETTELO

1 JOHDANTO .....	6
1.1 Hakkuukonetyön vaatimukset .....	6
1.2 Kuljettajaa opastavat järjestelmät osana metsäkoneiden tietojärjestelmää .....	8
1.3 Karttapohjaiset järjestelmät puunkorjuussa .....	10
1.4 Informaatioteknologian mahdollisuudet ja rajoitteet .....	12
1.5 Tutkimuksen tavoite .....	15
2 AINEISTO JA MENETELMÄT .....	16
2.1 Teemahaastattelut .....	16
2.2 Kyselylomake ja sen sisältämät mittarit .....	16
2.3 Aineiston analyysimenetelmät .....	17
3 TULOKSET .....	18
3.1 Taustatiedot kuljettajista ja korjuutyöstä .....	18
3.1.2 Hakkuukoneen tietojärjestelmien käyttö ja merkitys .....	20
3.2 Hakkuun suunnittelu .....	23
3.3 Hakkuun toteutus .....	26
3.4 Tiedon tarve hakkuukonetyössä .....	29
3.5 Karttaopasteiden merkitys hakkuukonetyössä .....	32
3.5.1 Peruskarttakuvat turvema- ja rinnekohteesta .....	33
3.5.2 Ilmavalokuva .....	34
3.5.3 Kantavuusennustekartta turvemaakohteelle .....	35
3.5.4 Ilmakuva- ja pohjavesikartta .....	37
3.5.5 Maastomallikartat rinnekohteesta .....	38
3.5.6 Karttaopasteet puuston kertymästä ja harvennusvoimakkuudesta .....	41
3.5.7 Ajouraehdotus peruskartassa ja tarkassa maastomallikartassa .....	42
3.5.8 Tienvarsivaraston tilan tarve puutavaralajeittain .....	45
4 TULOSTEN TARKASTELU JA JOHTOPÄÄTÖKSET .....	46
4.1 Aineiston ja menetelmän tarkastelu .....	46
4.2 Hakkuun suunnittelu ja toteutus .....	47
4.3 Karttaopasteiden merkitys puunkorjuulle .....	49
4.4 Kuljettajan ikä ja kokemus sekä ominaisuudet selittävinä tekijöinä .....	50
4.5 Päätelmät ja jatkotutkimuksen tarve .....	51
KIRJALLISUUS .....	53
LIITTEET .....	57

## 1 JOHDANTO

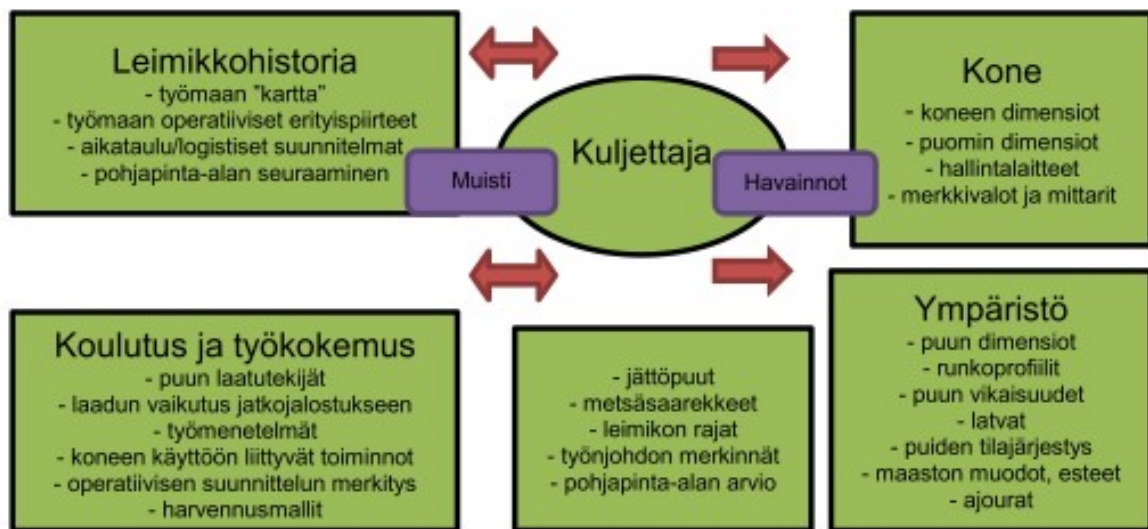
### 1.1 Hakkuukonetyön vaatimukset

Hakkuukoneenkuljettajan työssä oleellisinta on hallita hakkuukoneen ja operatiivisen työnohjauksen tietojärjestelmien käyttö sekä koneellisen puunkorjuun logistiikka (Metsäopetus 2015). Hakkuutyössä kuljettaja joutuu samanaikaisesti ottamaan huomioon korjuutyön kokonaistuottavuuden, taloudellisen ja konetta säästävän käytön, sidosryhmien erilaiset näkemykset sekä kestävä kehityksen periaatteet (Väätäinen ym. 2005). Koneen käsittelytaidon ja työmaan suunnittelun lisäksi kuljettajan tulee ottaa huomioon työssään laatu-, työturvallisuus- ja ympäristötekijät.

Hakkuukoneenkuljettajan työ on pääosin itsenäistä työtä, jossa kuljettaja ohjaa nosturin liikkeitä ja ohjaa rungon katkontaa, joka on pitkälle automatisoitua. Koko työvuoron aikana kuljettaja tekee runsaasti suunnittelua ja päätöksiä. Hakkuutyössä kuljettaja ohjaa arvokasta metsäkonetta vaihtelevissa metsäolosuhteissa ja joutuu samalla tekemään nopeassa rytmisissä merkittäviä taloudellisia päätöksiä liittyen sekä leimikolle jäävän puuston kasvuun että raaka-aineen jatkojalostustarpeisiin (Laamanen 2004, Kare 2015). Ajourasuunnittelun lisäksi hakkuukoneenkuljettaja vastaa yhä enemmän muusta leimikon suunnittelusta, jota tehdään suurimmaksi osaksi sähköisen tiedonsiirron välityksellä saadulla ennakkotiedolla ja karttajärjestelmän sekä maastohavaintojen perusteella. Kuljettajan työssä haastavinta onkin ajourien suunnittelu siten, että ne mahdollistavat tehokkaan metsäkuljetuksen ja täyttävät annetut ajouravälivaatimukset (Uusitalo 2003, Kokkarinen 2013). Nämä tekijät yhdessä kiireisen aikataulun kanssa lisäävät työn vaativuutta ja kuljettajan kuormittumista. Siksi työympäristön kokonaisvaltainen hahmottaminen sekä hyvä ennako- ja työnaikainen suunnittelu parantavat työn tuottavuutta ja vähentävät korjuun kustannuksia.

Puun kaatoon ja katkontaan liittyy paljon koneella ja nosturilla tehtäviä liikkeitä, jotka edellyttävät hyvää koneen hallintaa, motoriikkaa ja tarkkuutta. Esimerkiksi puun kaataminen vaatii useita päätöksiä, sillä jokaisen puun käsittely vaikuttaa seuraavien puiden valintaan, kaatosuuntiin, prosessointiin ja kasaukseen (Laamanen 2004). Katkonnan apuna on hakkuukoneen tietokone, joka mittaa ja ehdottaa katkontakohtia käsittelyssä olevalle rungolle, mutta kuljettaja tekee kuitenkin lopullisen päätöksen rungon katkonnasta laadun ja vikojen perusteella. Katkonnan jälkeen kuljettajan tulee vielä huolehtia hakkuukoneen järkevästä etenemisestä hyvää korjuujälkeä ylläpitäen.

Kuljettajan työympäristön kokonaisuus hahmottuu informaation käsittelykyvyn perusteella, jossa vaaditaan laaja-alaista tiedon havaitsemista ja omaksumista (Kariniemi 2003). Gellerstedtin ym. (1999) mukaan kuljettaja vastaanottaa, käsittelee ja käyttää tietoa, joka tulee osittain koneen ulkoa ja osittain ohjaamon sisältä. Lisähaastetta tiedon käsittelyyn myös tuovat koneen liikkeet ja värinä, huono näkyvyys ja valaistus sekä sosiaalinen ympäristö. Esimerkiksi Tynkkynen (2001) tutkimuksessa selvitettiin yksioteharvesterin informaatioergonomian epäkohtia kognitiivisella järjestelmänalyysillä, jossa selvisi hakkuutyön vaativan kuljettajalta vahvaa tiedon omaksumista ja hallintaa, joka lisää myös henkistä haastavuutta. Kuvassa 1 on esitetty kuljettajan päätösten tekoon vaikuttavat informaation lähteet tarkemmin.



**Kuva 1.** Kuljettajan päätösten tekoon vaikuttavat informaation lähteet, jossa informaation käsittelyprosessille on ominaista toimintaympäristön tarkkailu sisäisen mallin ohjaamana, johon vaikuttavat koulutus, työkokemus, toimintojen lähihistoria ja työorganisaatiolta saadut ohjeet (Tynkkynen 2001).

Kuljettajien työhön kohdistuva fyysinen rasitus on vähentynyt koneiden teknologian ja ergonomian kehittymisen myötä. Kuitenkin työn psyykinen kuormitus on lisääntynyt, jolla on ollut vaikutusta osaltaan alan työvoimapulaan (Asikainen ym. 2009, Vihottula 2010). Psykkistä kuormitusta muodostuu usein korkean tuottavuustason ylläpidosta ja vastuun kasvamisesta, mikä voi nostaa kuljettajien kroonista väsymystä, sairauksia tai alentaa työmotivaatiota (Gellerstedt ym. 1999). Kuljettajan fyysistä ja psyykkistä kuormittavuutta lisää myös työvaiheissa käsiteltävän tiedon suuri määrä ja sen laadun suuri vaihtelu sekä pitkät työpäivät koneen hytissä melun keskellä (Gellerstedt ym. 1999, Kariniemi 2006, Vihottula 2010).

## 1.2 Kuljettajaa opastavat järjestelmät osana metsäkoneiden tietojärjestelmää

Metsäkoneen tietojärjestelmän kokonaisuus koostuu laitteiston, ohjelmiston sekä käyttäjän toimintojen kytköksistä toisiinsa, jotka metsäkonejärjestelmä yhdistää yhden järjestelmän ja käyttöliittymän alle (Ahokas 2014). Lähes kaikissa tavaralajimenetelmän metsäkoneissa on käytössä Microsoft-käyttöjärjestelmää hyödyntävä tietokone, johon on liitetty koneen ohjainmoduuleja Arcnet- tai CAN-väylällä (Lappi 2014). Nykyaikaisten metsäkoneiden tietojärjestelmät soveltuvat ja huolehtivat hakkuukonemittauksen lisäksi koneen ohjauksesta, koneen- ja kuljettajan säädöistä ja tallennuksesta sekä koneen tuottaman tiedon keruusta. Koneen tiedonkeruu perustuu laite-, järjestelmä- ja sensoriratkaisuihin, joiden avulla voidaan saada tietoa muun muassa työympäristöstä, koneen liikkeistä ja tilanteesta sekä etäisyyksistä. Perusedellytys automatisoinnille on koneella kerätyn tiedon ja työympäristön kokonaisuuden monitorointi, jotta siitä voidaan muodostaa työskentelylle tukevaa informaatiota (Väätäinen ym. 2012, Lappi 2014).

Suurimmat metsäkonevalmistajat ovat kehittäneet omat metsäkoneiden tietojärjestelmänsä, jotka sisältävät erilaisia automaattisia, puoliautomaattisia ja opastavia toimintoja muun muassa laitteiden säätöihin, kuntoon, mittaukseen ja katkontaan sekä tiedonsiirtoon (Väätäinen ym. 2012). Esimerkiksi PONSSE -harvestereissa hyödynnetään Opti4G-tietojärjestelmää, joka on kuljettajan käyttöliittymä koneen ohjausjärjestelmään. Järjestelmä ohjaa kuljettajan työtä ja käsittelee kaikki hakkuutyössä tarvittavat toiminnot tiedonsiirrosta apteraukseen ja raportointiin. Järjestelmän tuottaman korjuutyön tiedon avulla kuljettaja voi tarkastella muun muassa käytettyä työaika, tuotosta ja polttoaineen kulutusta. Lisäksi lisäominaisuutena koneissa on puunkorjuun ohjaus- ja seurantajärjestelmät, kuten esimerkiksi karttaohjelmistot (Ponsse 2015). Nykyisten metsäkoneiden omien tietojärjestelmien keräämää ja välittämiä tietoja hyödynnetään myös paljon koneen vian paikantamisessa, huoltopalveluissa, kuljettajien koulutuksen ja käytönopastuksen yhteydessä (Asikainen ym. 2009).

Työkoneiden tekninen kehittyminen ja suorituskyvyn kasvu on nostanut opastavien järjestelmien tarvetta, koska nykyisin tuottavuuden kasvua rajoittaa useimmiten kuljettaja eikä kone (Väätäinen ym. 2012, Ylimäki ym. 2012). Nykyisin kuljettaa opastavia älykkäitä järjestelmiä ja käytännön sovelluksia löytyy kuitenkin vielä laajemmin muualta, kuten lentokone- ja maantieliikenteestä sekä maanviljely ja maanrakennus puolelta. Kuljettajaa opastavien järjestelmien odotetaan lähivuosina tulevan vahvasti mukaan myös metsäkoneisiin ja tukemaan jo olemassa olevia koneen tietojärjestelmiä (Väätäinen ym. 2013). Metsäkoneisiin tulevat opas-



tavat järjestelmät eivät nostaisi lisäksi konevalmistuksen kustannuksia, niiden pohjautuessa jo koneissa oleviin tieto- ja tiedonkeruujärjestelmiin (Palmroth 2011).

Metsäkoneet sisältävät jo nyt paljon erilaisia mittalaitteita, tunnistimia ja antureita, joiden käyttö edelleen kasvaa automatiikan ja kuljettajaopastuksen lisääntymisen vuoksi (Väätäinen ym. 2012). Tästä huolimatta kuljettajan rooli ja kokemus koneen ohjauksessa on edelleen merkittävä, jolloin kuljettajaa opastavien järjestelmien käytöllä arvioidaan olevan positiivinen vaikutus puunkorjuun tuottavuuteen erityisesti kokemattomien kuskien osalta, joiden työtavat ja tuottavuus ei ole vielä kokeneempien kuljettajien tasolla. Toisaalta myös kokenut kuljettaja voi saada hyötyä opastavista järjestelmistä työn eri vaiheisiin (Väätäinen ym. 2012, Ylimäki ym. 2012).

Opastavien järjestelmien pyrkimyksenä on vähentää kuljettajien epävarmuutta ja henkistä kuormitusta työn eri päätöksentekotilanteissa. Osa nykyisin hakkuutyössä käytettävissä olevista opastavista järjestelmistä voi varoittaa kuljettajaa, kun lähestytään leimikon rajaa, sähkölinjaa tai suojeltavaa luontokohdetta. Tämä parantaa turvallisuutta ja työskentelyn sujuvuutta. Myös hakkuukoneen tallentamaa ajouraverkkoa voidaan hyödyntää lähikuljetuksen suunnittelussa, lähettämällä informaatio sähköpostin välityksellä kuormatraktoriin (Väätäinen ym. 2012).

Yhtenä tulevaisuuden mahdollisuutena voidaan pitää erilaiset koneen tilaa ja asemaa mittaavat aistimet sekä konenäkö (Väätäinen ym. 2012, Hyyti 2016). Tällä hetkellä suurin osa pitkälle kehittyneistä konenäön ja laserkeilauksen sovelluksista on käytössä muun teollisuuden käytössä ja niiden oletetaan yleistyvän myös metsäalalla lähivuosina. Erilaisten antureiden kautta saatu informaatio helpottaa esimerkiksi koneen tilan seurannassa ja sen toimintojen valvonnassa. Lisäksi koneesta voidaan jo nykyisin lasersäteiden avulla määrittää etäisyys ympäristössä oleviin kohteisiin, jonka mahdollisuuksia tutkittiin esimerkiksi FORESTRIX projektissa (Ala-Ilomäki ym. 2008), jossa selvitettiin mahdollisia uusia metsäkoneisiin soveltuvia puustonmittaus- ja havainnointitekniikoita.

Lisäksi koneen tuottavuuden, toiminnan seuraamisen sekä kuljettajakohtaisen palautteen ja raportoinnin avuksi on olemassa ohjelmistoratkaisuja. Esimerkiksi PONSSE -kuormatraktoreissa on jo muutama vuosi hyödynnetty EcoDrive metsäkonesovellusta (Kuva 2), jolla voidaan seurata toimintokohtaisia koneen kuormitusta ja polttoaineen kulutusta. Sovelluksen avulla kuljettaja voi reaaliaikaisesti tarkastella työtapoja ja vaikuttaa niihin sekä

säätää konetta. Lähtitulevaisuudessa koneiden keräämää tietoa pyritäänkin esittämään kuljettajalle reaaliaikaisena, silloin kun sille on tarvetta (Tervo 2010, Palmroth 2011, Ylimäki ym. 2012). EcoDrive sovellus on tällä hetkellä myös vakiovarusteena PONSSE Scorpion-harvestereissa (Ponsse 2015).



**Kuva 2.** EcoDrive metsäkonesovellus, josta kuljettaja voi seurata reaaliaikaisesti koneen tuottamaa informaatiota (Ponsse 2015).

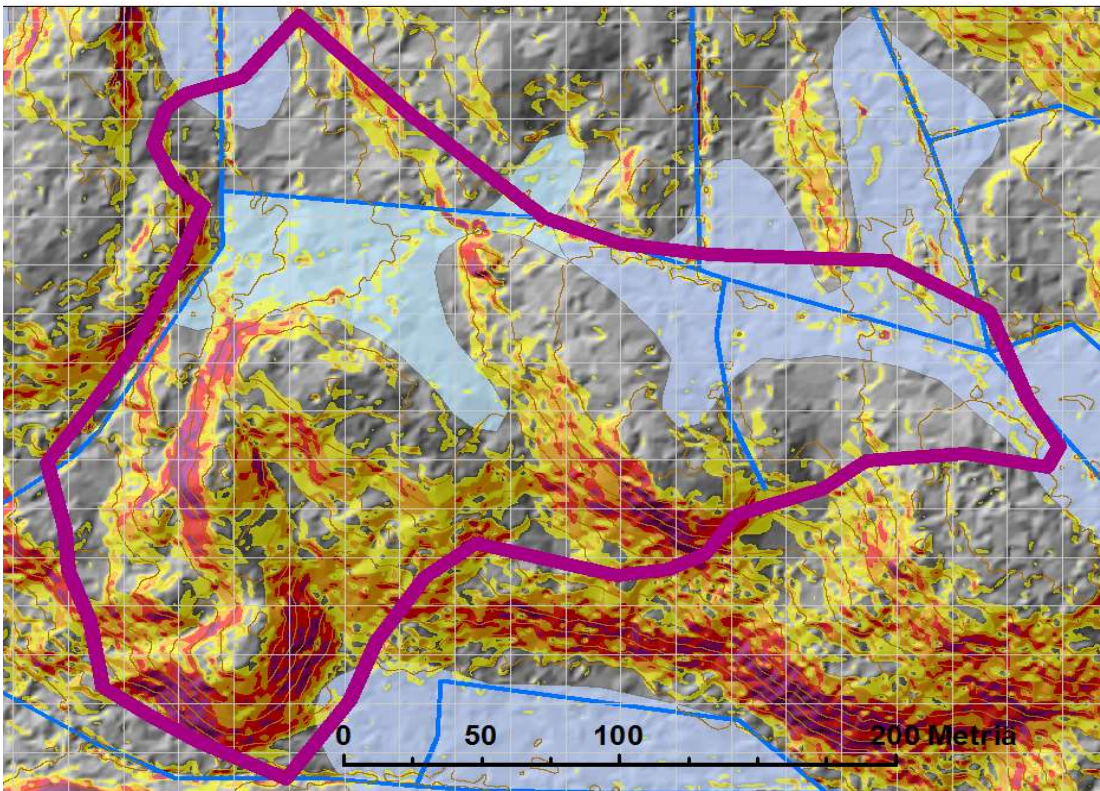
### 1.3 Karttapohjaiset järjestelmät puunkorjuussa

Nykyiset metsäkoneet on varusteltu kattavilla kartta- ja navigointijärjestelmillä. Paikkatietosovellusten avulla koneen sijainti ja liikkeet saadaan helposti näkyville karttanäytölle, mikä ohjaa kuljettajan hakkuun suunnittelua ja päätöksentekoa. Kuljettajan ajourasuunnittelun tukena on maanmittauslaitoksen peruskartta-aineistoon pohjautuva kartta hakkuukohteesta, jota seurataan hakkuukoneen näytöltä. Kuljettajien hyödyntämät nykyaikaiset sähköiset kartat hyödyntävät reaaliaikaista GPS-paikannusta ja kuljetun reitin automaatti tallennusta. Sähköisessä kartassa on myös yleensä lisätietoina erilaista puunhankintaorganisaatiokohtaista informaatiota hakkuukohteesta (Väätäinen ym. 2013).

Paikkatietojärjestelmien perustana ovat ennen olleet karttatietojärjestelmät, joiden keskeinen toiminto on 2-ulotteisten (2D) karttojen tuotanto. Laserkeilausaineistojen yleistymisen myötä nykyisin saadaan paljon tarkempaa paikkatietoa ja sen avulla kohteesta voidaan tuottaa kustannustehokkaasti ja geometrisesti tarkkaa 3D (x, y, z) -tietoa. 3D -tieto käsittää tasokoordinaattien x ja y lisäksi korkeustiedon, joka mahdollistaa tarkemman paikkatiedon esittämisen sekä uudenlaisten ja tarkempien karttatasojen luomisen. Esimerkiksi maaston topografiaa ja korkeusvaihtelua voidaan kuvata maastokartan korkeuskäyrien lisäksi erilaisilla korkeusmal-

leilla, joista tärkeimpiä aineistoja on digitaalinen maaston korkeusmalli DEM (digital elevation model), jonka avulla voidaan tuottaa sijaintitarkkoja korkeuskäyriä (Holopainen ym. 2015). Lisäksi tämän hetkinen maanmittauslaitoksen tuottaman korkeusmallin pikselikoon (2×2 m) ja korkeustarkkuuden ( $\pm 0,3$ ) ominaisuudet mahdollistavat tarkemman maastonmuotojen ja rinnekaltevuuksien kuvaamisen (Väättäin ym. 2013).

Maaston kaltevuuden visualisointi perustuu laserkeilatun korkeusmalliaineiston analysointiin siihen soveltuvilla paikkatietoanalyysillä. Paikkatietoanalyysiohjelmit mahdollistavat tiedon esittämisen joko toistuvana pintana tai aineistoa voidaan käsitellä ja luokitella asetettujen rajoite arvojen perusteella (Holopainen ym. 2015). Peruskartoissa hyödynnetään korkeuskäyriä maanpinnan muotojen kuvaamisessa, jolloin joidenkin kohteiden korkeusvaihtelun havaitseminen saattaa jäädä vajavaiseksi. Korkeusmallin avulla voidaan luoda keinotekoisen valon lähteen perusteella ns. vinovalovarjokuva (Kuva 3), joka tuottaa parempaa informaatiota maaston valoisista ja varjoisista alueista. Vinovalovarjokuvalla voidaan tuoda maaston kolmiulotteisuus paremmin esille kuin korkeuskäyrin esitettynä. Korkeusmallien lähtötietojen avulla voidaan myös tehdä erilaisia näkyvyys- ja kaltevuusanalyysijä, korkeusprofileja ja vesien valuma-analyysijä (Väättäin ym. 2013, Holopainen ym. 2015).



**Kuva 3.** Laserkeilatun korkeusmallin perusteella muodostettu vinovalovarjostus hakkuukohteelle. (Aineistot Maanmittauslaitos ja Metsähallitus 2012. Analyysit Metla)

Suuret julkisten paikkatietoaineistojen tietomäärät ja maaston sekä puuston kuvaamiseen tarkoitetut uudet menetelmät ovat mahdollistaneet tiedon uudenlaisen hyödyntämisen puunhankinnan suunnittelussa ja toteutuksessa. Laserkeilauksen avulla kerätyistä aineistoista voidaan nykyisin muodostaa entistä tarkempia karttanäkymiä, kuten sijainti- ja mittatarkkaa tietoa kohteen maaston muodoista, korkeusvaihtelusta, rinnekaltevuuksista, ojalinjoista tms. Lisäksi paikkaan sidottua puutavaralajimäärätietoa ja kulkukelpoisuustietoa yhdistelemällä ja analysoimalla voitaisiin kehittää opastavia sovelluksia metsäkuljetuksen tueksi. (Räsänen ym. 2013, Väätäinen ym. 2013, Räsänen 2016).

Lähtökohtaisesti tarkkaan korkeusmalliin pohjautuvaa karttaa voitaisiin nykyisin hyödyntää puunhankinnan suunnittelun ja toteutuksen apuna taustakarttojen tapaan. Korkeusmallilla saadaan tarkempaa informaatiota maaston muodoista ja korkeusvaihteluista, jota tietoa kuljettaja voi hyödyntää ajourasuunnittelussaan muiden paikkatietoaineistojen kanssa (Räsänen ym. 2013, Väätäinen ym. 2013). Viimeaikaiset käytännön testit tarkkaan laserkeilausaineistoon pohjautuvista karttaopasteista ovat olleet rohkaisevia. Tarkkaa maastomalliin perustuvaa karttaopastetta (LoggingMap) on alustavasti kokeiltu muutamilla kenttätesteillä Fibic Oy:n koodinimassa EffFibre ohjelmahankkeessa, jossa kuljettajille esitettiin tarkkaa maasto- ja puustomalliaineistoa sekä niistä laskettuja tunnuksia karttakuvina (Väätäinen ym. 2013). Tutkimusten mukaan hakkuukoneenkuljettajat kokivat karttaopasteet hyödyllisiksi ajouraverkoston suunnittelussa ja uusi lisäinformaatio tuki päätöksen tekoa haastavilla kohteilla. Hakkuutyön lisäksi tarkalla maaston korkeus- ja kaltevuustiedolla koettiin olevan apua metsäkuljetuksen suunnitteluun (Ylimäki ym. 2012, Väätäinen ym. 2013). Lisäksi SkogForskin STIG-projektissa (Bergkvist ym. 2014) tutkittua karttaopastetta pohjaveden korkeudesta maanpinnasta DTW (Depth-to-water) ja Best Way -sovellusta (Johansson 2015), joka tukee korjuun suunnittelua ehdottamalla kokoojauravaihtoehtoja leimikolla ja kauttakulkukohtia varastolta leimikolle, voidaan pitää potentiaalisena tulevaisuuden mahdollisuutena hakkuun suunnittelussa ja toteutuksessa.

#### **1.4 Informaatioteknologian mahdollisuudet ja rajoitteet**

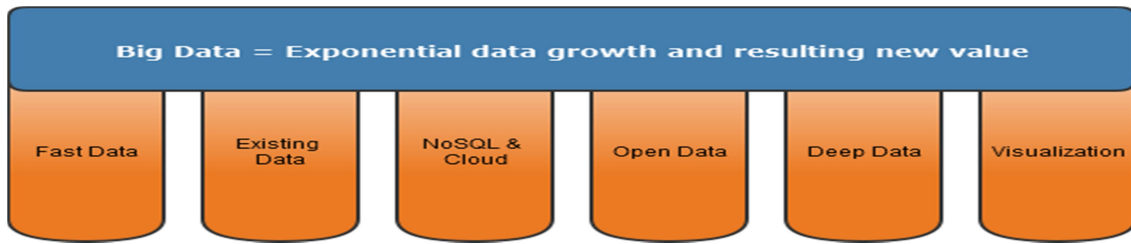
Informaatioteknologian nopea kehittyminen on tehostanut informaation käsittelyä ja automatisoitumisen myötä ihmisen aikaisemmin suorittamaa informaatiokäsittelytyötä on siirretty tietokoneiden suorittamaksi. Ihmisen rooli on muuttunut yhä enemmän pois varsinaisesta valmistusprosessista ja sen rinnalle ovat nousseet erilaisten toimintojen ohjaus ja valvonta (Honkasalo 2004). Ihmisen toiminta perustuu informaation vastaanottamiseen ja käsittelyyn,

joka enimmäkseen tapahtuu näkö- ja kuuloaistin avulla, kun taas kone vastaavasti toimii lähtökohtaisesti ihmisen antamien käskyjen mukaan. Ihminen on prosessissa päätöksiä tekevä osa, joten järjestelmän tehokkuus riippuu ihmisen suoritustasosta (Murrell 1982). Informaatiota voidaan käsitellä yhä nopeammin ja monipuolisemmin sekä pienemmässä tilassa, mikä on antanut myös mahdollisuuden uuden informaation ja merkityksen tuottamiselle. Samalla myös informaation määrä on kasvanut, jolloin todella tarpeellinen informaatio voi hukkua suuren informaatiomassan alle (Honkasalo 2004).

Puunkorjuun koneellistumisen ja informaatioteknologian nopean kehittymisen myötä metsäkoneilyn luonne ja toimintaympäristö on muuttunut. Alalle on tullut teknisesti ja toiminnallisesti työntekoa helpottavia keksintöjä, mutta metsäkonesektorille tulevaa perusteknologiaa kehitetään pääsääntöisesti yhä edelleen ensin muilla teknologian aloilla, jonka jälkeen ne otetaan käyttöön metsäkonesovelluksina (Asikainen ym. 2009). Lisäksi uudet sovellukset ovat usein riippuvaisia yleisestä tietotekniikan ja viihde-elektroniikan kehityksestä.

Yksi kehittyvimmistä teknologian aloista on informaatio-ergonomia, joka tarkoittaa automaattien työvaiheiden ja ihmistyön optimaalista työnjakoa (Asikainen ym. 2009). Hakkuutyöhön liittyvän informaation esittämistavoista on jo alustavasti saatu potentiaalisia tuloksia esimerkiksi Löfgren ym. (2008) tutkimuksessa, jossa tutkittiin tuulilasille heijastetun tiedon vaikutusta kuljettajan suoritukseen. Myös ruotsalais-norjalainen yritys Optea esitteli vuonna 2013 The Forest Falcon -tekniikan Elmia Wood messuilla, jossa informaatiota sisältävä HUD (Head-UP Display) -näyttö heijastetaan suoraan ilmaan käyttäjän näkökenttään helpottamaan kuljettajan katseen siirtelyä (Elmia Wood 2013). Nykyisin erilaiset tuulilasinäytöt ovat yleisempiä muussa liikenteessä ja joita kehitetään yhä monipuolisemmaksi ja käyttäjäystävällisemmäksi, mutta niiden odotetaan myös lisääntyvän metsäalalla lähivuosina.

Konetyön tuottavuutta ja laatua voidaan nostaa hyödyntämällä metsäkoneisiin ja metsätietojärjestelmiin tallentuvaa monilähdeaineistoa, Big dataa sekä niihin pohjautuvia älykkäitä opastavia järjestelmiä (Väätäinen ym. 2013, Salo 2014). Big datalla tarkoitetaan suurta ja nopeasti kerääntyvää monipuolista aineistoa, jonka hallintaan ja hyödyntämiseen tarvitaan uusia tapoja (Hämäläinen ym. 2014, Keski-Valkama 2014, Salo 2014). Big datan pääosa-alueet voidaan luokitella esimerkiksi Keski-Valkaman (2014) esittämän näkemyksen mukaan (Kuva 4), jossa Big data nähdään nopeana, suuret määrät olemassa olevana, avoimena, syvänä ja visuaalisena datana.

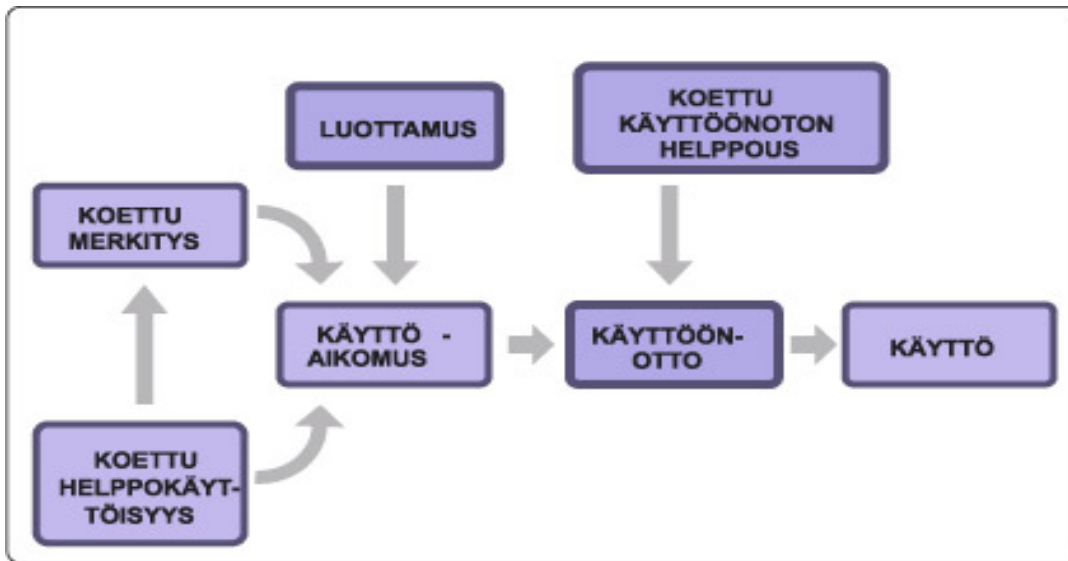


**Kuva 4.** Big datan pääosa-alueet (Keski-Valkama 2014).

Nykyisin Suomessa kehitetään isoja sovelluksia kaikissa Big Data -osa-alueissa, kuten esimerkiksi terveydenhuollossa ja älykkäässä liikenteessä. Puunkorjuun osalta Big datan määrittelmät täyttää esimerkiksi hakkuukoneen keräämä laaja puutavaran mittaustieto (Hämäläinen ym. 2014). Toistaiseksi sen hyödyntäminen metsävaratiedon keräämisessä on toistaiseksi vielä vajavaista, vaikka sovelluksia siihen on jo tutkittu muun muassa Malisen ym. (2001) tutkimuksessa, jossa yhdistettiin hakkuukoneen keräämää dataa ja perinteistä metsien inventointi dataa puunhankinnan suunnittelun tueksi. Nykyisin hakkuukoneen mittaustiedon avulla sekä koneeseen asennetulla laserkeilaimella voitaisiin jo päivittää hakkuu-alueiden rajat ja harvenuskuvioiden jäävän puuston määrä. Lisäksi Big dataa ja sen monilähdetietoa voitaisiin hyödyntää korjuun ja kuljetusolosuhteiden ennakoinnissa, kuten esimerkiksi määrittämällä hakkuukoneen kulkuvastustiedon perusteella maaston kantavuutta metsäkuljetusvaiheessa tai kerätä maaperäinformaatiota, jota voitaisiin hyödyntää metsänuudistamismenetelmien valinnassa. (Kohti tehokkaampaa puuhoitoa 2012, Väättäin ym. 2013, Hämäläinen ym. 2014, Hyyti 2016).

Uuden teknologian käyttöönotossa tulee huomioida yksittäisen käyttäjän näkökulma ja rajoitteet. Yleisesti ihmisen käyttäytymistä ja toimintaa säätelevät etukäteen erilaiset taustatekijät ja niiden perusteella muodostunut käyttäjäikä (Aarnio 2015). Toimintamallia voidaan kuvata myös alun perin Davisin ym. (1989) kehittämällä teknologian hyväksymismallilla (technology acceptance model, TAM), joka on esitetty kuvassa 5. Teknologian hyväksymismallissa järjestelmän ominaisuudella ja ulkoisilla muuttujilla on vaikutusta siihen, miten hyödylliseksi ja helppokäyttöiseksi käyttäjä kokee järjestelmän. Hyödyllisyys perustuu käyttäjän kokemaan järjestelmän käytön helppouteen ja työn tehostavaan vaikutukseen. Helppokäyttöisyys taas kertoo käyttäjän arviosta nähdystä vaivasta järjestelmän käyttämiseksi. Käyttäjän mielipide järjestelmästä muotoutuu usein sen perusteella, millainen on koettu hyödyllisyys suhteessa nähtyyn vaivaan, jonka perusteella käyttäjälle syntyy aikomus joko käyttää tai olla käyttämättä järjestelmää (Davis ym. 1989). Tämän vuoksi informaatioteknologian kehittämisessä pitää muistaa ottaa huomioon ihmisten todellinen tiedon tarve ja se, että teknologia vaatii ympäril-

leen toimivia järjestelmiä, joita ihminen osaa käyttää, tuottaakseen työntekijälle hyötyä (Korpinen 2007, Raappana & Melkas 2009).



**Kuva 5.** Teknologian Hyväksymismalli (Davis ym. 1989).

### 1.5 Tutkimuksen tavoite

Tutkimuksen päätavoitteena oli selvittää kyselylomakkeella tehtyjen haastattelujen avulla hakkuukoneenkuljettajien näkemys monilähdetietoa hyödyntävien uusien opastavien karttasovellusten tarpeesta ja merkityksestä koneellisessa hakkuussa. Päätavoitteen lisäksi tutkimuksessa selvitettiin kokonaiskuvaa haastateltavien työstä, työn suunnittelusta ja siihen vaadittavasta informaatiosta. Kokonaiskuvan saamiseksi kyselytutkimuksessa kartoitettiin:

1. Kuljettajien taustatiedot ja hakkuutyön nykytilanne sekä siinä hyödynnettävät järjestelmät.
2. Kuljettajan työn suunnittelu ja siinä tarvittava informaatio sekä uuden informaation tarve.
3. Kuljettajan kokema käsitys esitettyjen karttaopaste-esimerkkien hyödyllisyydestä.

Tiedon tarpeellisuutta ja uusien karttaopasteiden merkitystä koneellisessa puunkorjuussa tarkasteltiin kuljettajan iän ja kokemuksen suhteen. Ennakkohypoteesina oli, että kokemuksen ja iän kasvaessa tarve uudelle tiedolle vähenee ja opasteiden merkitys hakkuukonetyön suunnittelussa ja päätöksenteossa pienenee.

## **2 AINEISTO JA MENETELMÄT**

### **2.1 Teemahaastattelut**

Tutkimusaineisto kerättiin teemahaastattelun eli puolistrukturoidun haastattelumenetelmän avulla, jonka tukena oli kyselylomake. Haastattelu oli myös osittain lomakehaastattelu, koska kysymysten ja väitteiden muoto sekä esittämisjärjestys oli ennalta määrätty (Hirsjärvi & Hurme 1985). Haastattelu oli johdonmukainen keskustelutilanne, joka salli vastaajien mahdollisimman luontevan ja vapaan näkemysten esittämisen.

Tulosten analysoimisen ja kuljettajien näkemysten selvittämisen tukena käytettiin monivalintakysymyksiä, jotka perustuivat viisiportaiseen Likert-asteikkoon (kvantitatiivinen eli määrällinen tulkinta). Likert-asteikon avulla vastaajat valitsivat asteikolta parhaiten omaa käsitystään vastaavan vaihtoehdon. Lisäksi haastattelun aikana tehtiin muistiinpanoja keskusteluista tarkentamaan vastauksia (kvalitatiivinen eli laadullinen tulkinta).

Haastattelut toteutettiin hakkuukoneen hytissä kuljettajien työaikana. Haastattelun tarkoituksena oli saada kontakti käytännön toimintaympäristöön, jotta kuljettaja kykenisi suoraan kertomaan eri osa-alueiden toiminnasta. Aineiston keruu suoritettiin syys- ja lokakuussa 2015 Itä-Suomessa. Haastateltavat valittiin tutkimukseen ottamalla yhteyttä korjuuyrittäjiin ja kysymällä heiltä haastatteluun sopivia henkilöitä. Haastateltavien kuljettajien valintaperiaatteenä oli vahva kokemus ainespuun hakkuusta. Aineiston keruun ja analysoinnin tueksi haastattelut myös nauhoitettiin. Tutkimuksessa haastateltiin 24 hakkuukoneenkuljettajaa ja nauhoitettujen haastattelujen keskimääräinen kesto oli noin 75 minuuttia ja kokonaiskestomäärä 30 tuntia.

### **2.2 Kyselylomake ja sen sisältämät mittarit**

Haastatteluissa käytetty kyselylomake koostui kolmesta osasta (Liite 1). Ensimmäisessä osassa selvitettiin hakkuukoneen kuljettajien taustatietoja, mitkä koskivat muun muassa työkokemuksen, toimintaympäristön tai työskentelytapojen tarkastelua Väätäinen ym. (2005), Ovaskainen (2012) ja Ylimäki ym. (2012) tutkimuksissa esitettyjä mittareita soveltaen. Ensimmäisen osan kysymyksillä kartoitettiin myös kuljettajien käyttämät konemallit sekä kartta- ja tietojärjestelmät, joiden hyötyä työn suunnitteluun ja toteutukseen tarkasteltiin viisivalintaisella likert-asteikolla: 1. ei hyötyä, 2. vähäinen hyöty, 3. kohtalainen hyöty, 4. selvä hyöty, 5. erittäin suuri hyöty. Lisäksi haastateltavilta kartoitettiin käytetyn hakkuun työmallit ja niiden valintaan liittyviä asioita työn suunnittelun aikana. Taustakysymyksien tarkoituksena oli saa-



da vastaajilta sellaisia tietoja, joilla saattaisi olla merkitystä vastausten muodostumiseen ja sisältöön.

Kyselyn toisessa osassa haastateltavilta kysyttiin työn suunnittelusta ja siihen liittyvästä tiedon tarpeesta. Osa kysymyksistä kohdistui myös metsäkuljetukseen ja GPS-järjestelmään. Tämän jälkeen kysymykset kohdistuivat pääasiallisesti kuljettajaa opastavien järjestelmien tarpeeseen ja informaation, joka voisi auttaa tehokkaampaan työn suunnitteluun, turvallisempaan ja ympäristöystävällisempään korjuuseen, pienempään konekuormittumiseen ja käyttöasteen kasvuun korjuussa. Haastateltavien näkemystä opastavan tiedon tarpeesta korjuun eri alueilla kysyttiin monivalintakysymyksillä, joihin vastattiin viisivalintaisella likert-asteikolla: 1 ei lainkaan tarvetta, 2 vähäinen tarve, 3 kohtalainen tarve, 4 suuri tarve, 5 erittäin suuri tarve.

Kyselyn kolmannessa osassa haettiin palautetta kuljettajille esitettyjen karttaopaste-esimerkkien sisällöstä ja esitystavasta. Haastateltavilta kysyttiin tarkemmin kunkin opaste-ehdotuksen kohdalla, mihin tieto on käytettävissä, onko tieto tarpeellinen ja missä vaiheessa työtä tietoa voi hyödyntää. Kuljettajille esitetyt havaintokuvat sisälsivät muun muassa eri karttapohjakuvia kohteesta, ennusteita kohteen kulkukelpoisuudesta ja rinnekaltevuuksista. Myös puuston määrää kartalla sekä ajouraehdotuksia kohteelle esitettiin. Tämän jälkeen kuljettajilta kysyttiin eri havaintokuvista mielipiteitä sen merkityksestä hakkuulle ja hakkuun suunnittelulle. Kuljettajat kommentoivat myös havaintokuvia ja arvioivat esitetyn kuvan, ennusteen tai ehdotuksen viisivalintaisella likert-asteikolla: 1 ei lainkaan merkitystä, 2 pieni merkitys, 3 kohtalainen merkitys, 4 suuri merkitys, 5 erittäin suuri merkitys.

### **2.3 Aineiston analyysimenetelmät**

Haastatteluaineisto litteroitiin siten, että nauhoitetut haastattelut koottiin ja kirjoitettiin yhteen tiedostoon, jonne liitettiin myös kyselylomakkeisiin kirjoitetut muistiinpanot sekä avoimet vastaukset. Aineiston analysoinnissa hyödynnettiin kvantifointia eli laadullisen aineiston määrällistä tarkastelua varmentamaan tuloksia ja parantamaan tutkimuksen reliaaabeliutta (Saaranen-Kauppinen & Puusniekka 2009). Litteroinnista koostettuun Word-tiedostoon kirjattiin laskemalla haastatteluista ja kuvamateriaaleista esiintyneiden mainintojen frekvenssejä, joiden avulla muodostettiin näkemys haastateltavien vastausten tärkeydestä. Seuraavaksi haastattelun tulokset siirrettiin Excel-ohjelmaan ja sen jälkeen SPSS (Statistical Package for Social Sciences) 21.0 -tilasto-ohjelmaan tilastollisilla menetelmillä analysoitavaksi.

Monivalintakysymysaineiston analyysi tehtiin SPSS (Statistical Package for Social Sciences) 21.0 -tilasto-ohjelmaa käyttäen. Aineiston normaalijakautuneisuutta testattiin ensimmäiseksi Kolmogorov–Smirnowin ja Shapiro–Wilkin testeillä sekä tarkastelemalla visuaalisesti muuttujien jakaumia. Testien ja havaintojen perusteella huomattiin kaikkien muuttujien jakaumien poikkeavan normaalista ( $p < 0,05$ ), jonka takia aineiston analyysissä käytettiin epäparametrisiä menetelmiä. Aineiston jakautuneisuutta voitiin pitää odotettuna, koska esimerkiksi Karjaluodon (2007) mukaan asennetyyppiset muuttujat, jotka saavat arvoja väliltä 1 – 5 ovat harvoin normaalisti jakautuneita. Lisäksi aineiston koko (24 haastateltavaa) puolsi epäparametristen menetelmien käyttöä.

Kyselylomakkeen taustamuuttujien ja asenneväittämien välisiä tilastollisesti merkitseviä eroja tarkasteltiin Mann-Whitneyn U -testillä. U-testi soveltuu järjestysasteikolla mitatuille muuttujille, joka ei aseta niin suuria oletuksia muuttujien jakauman muodon suhteen soveltuessa hyvin pienten aineistojen analyysiin (Karjaluoto 2007, Nummenmaa 2009). U-testin idea perustuu ryhmien havaintojen järjestykseen ja niiden sekavaisuuden tarkasteluun, ja jos havainnot ovat sekaisin, ryhmien välillä ei ole tilastollista eroa. Tutkimuksen merkitsevyystasona U -testissä käytettiin p-arvoa 0,05 ja mikäli p-arvo oli alle 0,05, tulkittiin ryhmien vastaus-ten välillä olevan tilastollisesti merkitsevää eroa. Mann-Whitneyn U-testin kohdalla tilastollista merkitsevyyttä ilmaistiin seuraavasti: \*\*\* = erittäin merkitsevä ( $p < 0,001$ ), \*\* = merkitsevä ( $p < 0,01$ ) ja \* = melkein merkitsevä ( $p < 0,05$ ).

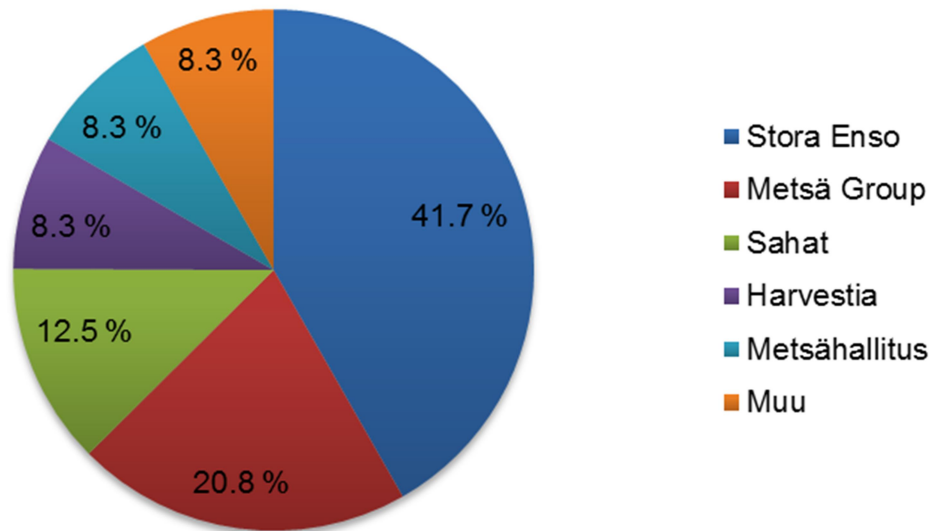
### 3 TULOKSET

#### 3.1 Taustatiedot kuljettajista ja korjuutyöstä

Haastateltujen hakkuukoneenkuljettajien keski-ikä oli 40,8 vuotta, vanhimman kuljettajan ollessa 64-vuotias ja nuorimman 24-vuotias (Taulukko 1). Kuljettajilla oli pitkä kokemus ainespuunhakuusta (ka 15,7 vuotta). Enemmistö kuljettajista omasi kokemusta metsäkuljetustyöstä ennen hakkuutyön aloittamista (22 kuljettajaa, ka 4,2 vuotta). Kuljettajista vain kaksi oli aloittanut hakkuutyön tekemisen heti koulusta valmistuttuaan ja kuljettajista kolme teki metsäkuljetusta hakkuutyön ohessa oman ammattitaidon ylläpitämisen tai muun syyn takia. Suurin osa kuljettajista teki töitä Stora Ensolle, muiden puunhankintaorganisaatioiden osuuden jakaantuessa tasaisemmin (kuva 6). Haastateltavien hakkuukoneet olivat PONSSE-hakkuukoneita (PONSSE Ergo 6/8W, Fox, Beaver, Scorpion), jotka olivat keskimääräisesti 5 vuotta vanhoja vuosimalliltaan (ka 2011 vuosimalli, vanhin 2001 ja uusin 2015).

**Taulukko 1.** Hakkuukoneenkuljettajien taustapiirteet (n=24)

	kpl	%
<b>Kuljettajan ikä</b>		
20–30 vuotta	2	8,3
30–40 vuotta	10	41,7
40–50 vuotta	6	25,0
yli 50 vuotta	6	25,0
<b>Kuljettajan kokemus ainespuun hakkuusta</b>		
alle 10 vuotta	8	33,3
10–20 vuotta	8	33,3
yli 20 vuotta	8	33,3

**Kuva 6.** Hakkuukoneenkuljettajien edustamat puunhankintaorganisaatiot.

Haastateltujen kuljettajien työajasta lähes 60 % kohdistui ensiharvennuksille ja toiselle harvennukselle (Taulukko 2). Päätehakkuiden osuus työajasta oli keskimäärin 42,3 %, mutta kolmen kuljettajan kohdalla päätehakkuiden osuus työajasta oli noin 20 %. Puutavaralajien määrä oli pienimmillään 5 kappaletta ja suurimmillaan 12 kappaletta (ka 8,3 kappaletta). Työmaiden maasto-olosuhteet jakautuivat keskimäärin 61 % kivennäismaille, 30,1 % turvemaille ja 8,8 % rinnemaille.

**Taulukko 2.** Kuljettajien arviot taustatekijöistä (n=24)

	<b>Keskiarvo</b>	<b>Keskihajonta</b>
Ensiharvennuksen osuus, %	25,4	7,7
Toisen harvennuksen osuus, %	32,5	11,2
Päätehakkuiden osuus, %	42,3	14,7
Tavaralajeja keskimäärin, kpl	8,3	1,1
Minimi, kpl	6,5	1,0
Maksimi, kpl	10,1	1,3
Maaston jakautuminen hakkuilla		
Turvemaat, %	30,1	13,4
Kivennäismaat, %	61,0	15,0
Rinnemaat, %	8,8	6,2
Harvennusten keskikoko, ha	6,3	2,7
Harvennusten keskimääräinen kertymä, m <sup>3</sup> /ha	56,5	0,7
Päätehakkuun keskikoko, ha	3,1	1,6
Päätehakkuun keskimääräinen poistuma, m <sup>3</sup> /ha	237,1	30,1

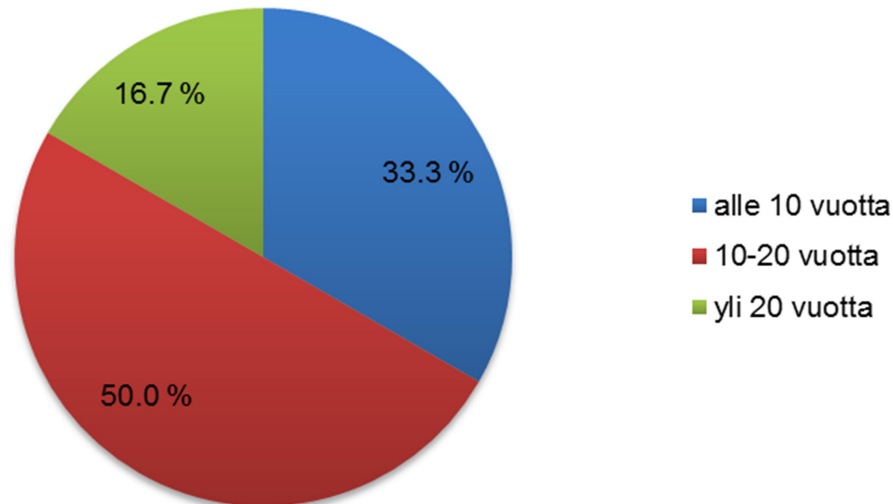
### 3.1.2 Hakkuukoneen tietojärjestelmien käyttö ja merkitys

Hakkuukoneenkuljettajien taustakysymyksissä selvitetty hakkuukoneen tietojärjestelmät käsittivät tässä tutkimuksessa metsäyhtiön omat kartta- ja tietojärjestelmät sekä koneen oman Opti 4G Harvester -ohjelmiston, joka tukee hakkuun ja katkonnan suunnittelua, raportoi työsuoritetta sekä ohjaa koneen käyttöä PONSSE -metsäkoneissa. Kuljettajien käyttämistä hakkuukoneiden tietojärjestelmistä 79,2 % koostui metsäyhtiöiden käyttämistä kartta- ja tietojärjestelmistä. Lisäksi kaikki kuljettajat hyödynsivät PONSSE Opti 4G Harvester -ohjelmaa hakkuissaan.

Haastatelluista kuljettajista 50 % käytti hakkuukoneessaan Stora Enso Oyj:n kartta- ja tietojärjestelmää, jota käyttää myös Harvestia (8,3 % haastatelluista). Metsä Groupin osuus kartta- ja tietojärjestelmien käytöstä oli 20,8 % ja Metsähallituksen 8,3 %. Sahayritysten kartta- ja tietojärjestelmiä käytti 12,5 % kuljettajista ja loput (8,3 %) hyödynsi hakkuukoneen omaa kartta- ja tietojärjestelmää hakkuissaan.

Haastatelluilla kuljettajilla oli vahva kokemus (Kuva 7) hakkuukoneen tietojärjestelmistä (ka 14,8 vuotta). Kuljettajista 50 % omasi 10–20 vuotta kokemusta hakkuukoneen tietojärjestelmistä. Kahdella kuljettajalla oli yli 30 vuotta kokemusta hakkuukoneen tietojärjestelmistä ja

yhdellä alle 5 vuotta. Yleiskuva tietojärjestelmien tuomasta hyödyistä hakkuuseen ja sen suunnitteluun oli selvä hyöty tai erittäin suuri hyöty (ka 4,3: likert-asteikolla 1-5).



**Kuva 7.** Hakkuukoneenkuljettajien kokemus tietojärjestelmistä vuosina.

Hakkuukoneenkuljettajien näkemys PONSSE Opti 4G harvester -tietojärjestelmän hyödyistä oli selvä hyöty tai erittäin suuri hyöty (ka 4,4: likert-asteikolla 1-5). Kuljettajat hyödynsivät pääosin tietojärjestelmää tehdessään apteeraustiedostojen hallintaa, tiedonsiirtoa urakanantajalle, koneen kalibrointia tai säätäessä konetta kuljettajakohtaiseksi hakkuutyömaalle. Tietojärjestelmän hyödyiksi koettiin myös korjuutyön raportointi- ja tiedonsiirtotyökalut sekä hakkuukoneen vian etsiminen ja paikantaminen.

Yli puolet kuljettajista (66,7 %) hyödynsi Opti-tietojärjestelmää kattavasti ennen hakkuuta säätöjen ja asetusten takia, mutta hakkuuna aikana sitä hyödynnettiin vähemmän. Tietojärjestelmää hyödynsi eniten alle 10 ja 10–20 vuotta kokemusta tietojärjestelmistä omaavat kuljettajat ja heidän mielestään vain oma ammattitaito rajoitti ohjelman hyödyntämistä. Kuljettaja kommentti kertoo järjestelmän hyödyn puunkorjuussa: ”Kun kone ja opti ovat kohdallaan, niin antaa mennä vaan”. Lisäksi neljännes kuljettajista (25 %) kertoi, ettei Opti -tietojärjestelmän rungon-ohjaus automaatiota ja apteeraus ehdotusta voinut aina hyödyntää hakkuussa puun laatutekijöiden takia, jolloin katkontaa tehdään manuaalisesti. Tilannetta kuvaava hyvin kuljettaja kommentti: ”Parrua monesti tarjoaa, mutta kuiduksi joutuu laittamaan”. Tämän vuoksi yli puolet kuljettajista koki katkonnan helpottuvan puiden mittaluokkia lisäämällä, jolloin laadun ja katkonnan välille tulisi lisää vaihtoehtoja.

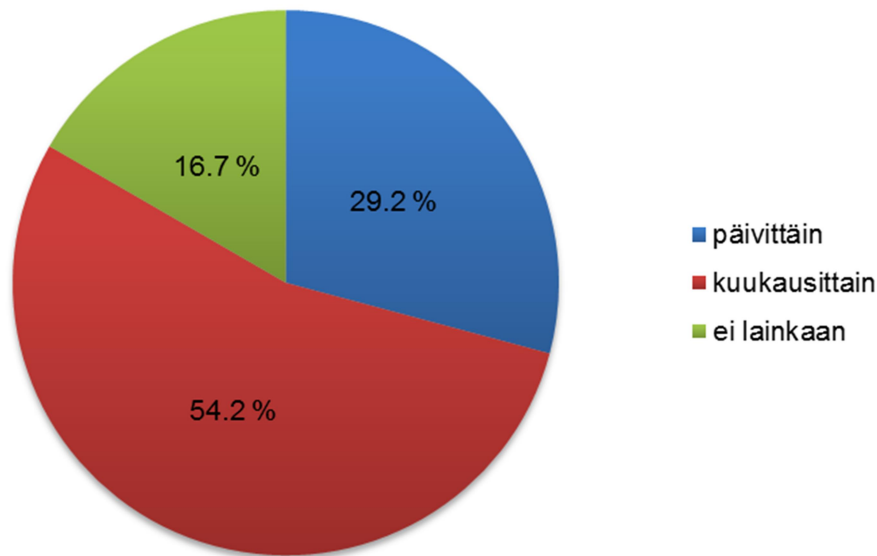
Kuljettajien mukaan metsäyhtiöiden kartta- ja tietojärjestelmän hyödyntäminen on oleellinen asia puunkorjuussa. Kuljettaja saa lähes kaiken tarvittavan tiedon ja ohjeistuksen (kartta, työohje, hakkuu-alueen tiedot, puutavaralajit, hintamatriisit, tehdasraportit, sähköposti, yms.) järjestelmän kautta ja kukin kuljettaja hyödyntää sitä omalla tavallaan. Tietojärjestelmän ja varsinkin kartan ja GPS-järjestelmän yhteistoimivuus on korostunut nykyisin, koska hakkuu-alueiden nauhoitus on vähentynyt ja osa hakkuista tehdään jo ilman nauhoitusta. Kuljettajien näkemys metsäyhtiön kartta- ja tietojärjestelmien hyödyntämisestä ennen hakkuuta ja hakkuun aikana oli selvä hyöty tai erittäin selvä hyöty (ka 4,3 asteikolla 1-5).

Kuljettajista 87,5 % hyödynsi hakkuukoneen ajopiirtoa työn suunnittelussa. Ajopiirtoa hyödynnettiin työn keston ja loppumisen hahmottamisessa sekä työvuorojen vaihdossa. Lisäksi ajopiirto koettiin tärkeäksi avuksi pimeään aikaan. Kuljettajista 29,2 %, joilla oli käytössään Metsä Groupin tai Metsähallituksen kartta- ja tietojärjestelmä hyödynsivät hakkuukoneesta tallennettua reittiä metsäkuljetuksen aputyövälineenä. Muiden vastanneiden kohdalla järjestelmät eivät tukeneet ajopiirron siirtoa koneelta toiselle (70,8 %). Kuitenkin näistä kuljettajista 29,4 % siirsi tallennetun hakkukoneen reitin, joko puhelimen kuvatiedoston siirrolla (esim. WhatsApp -puhelinsovelluksen) tai paperipiirroksen avulla metsäkuljetuksen suorittajalle.

Kaikkien kuljettajien kartta- ja tietojärjestelmässä oli hyödynnettävissä peruskarttapohja, jota hyödynnettiin koko ajan ja sen perusteella tehtiin suurin osa hakkuun liikkumis päätöksistä. Ainoastaan vain Metsä Groupin kartta- ja tietojärjestelmää käyttävät kuljettajat (5) pystyivät hyödyntämään järjestelmänsä takia ilmakuvaa peruskarttapohjan lisäksi työssään. Ilmakuvaa hyödynnettiin lähes aina, jos se oli käytettävissä. Kuljettajista 35,3 % hankki itsenäisesti ilmakuvan kohteelle työnsä tueksi, vaikka se ei ollut heidän kartta- ja tietojärjestelmässään käytössä. Lisäksi pieni osa (8,3 %) kuljettajista hyödynsi jo nyt nykyisessä työssään lisänäyttöä (esim. tabletti) hakkuukoneessa, kun haluttiin lisäinformaatiota kohteesta.

Kuljettajat seurasivat koneen suoritearvoja vaihtelevasti (Kuva 8), johon vaikutti kuljettajien tavat ja ajankohdat. Kuljettajista 45,8 % seurasi suoritearvoja työmaakohtaisesti ja 20,8 % silloin, kun hakkuu loppui. Kuljettajista 29,2 % seurasi päivittäin suoritearvoja tarkkaan ja hyödynsi niitä omassa työskentelyssään. Suoritearvoista eniten seurattiin koneen työaikaa ja tuntituotosta m<sup>3</sup>/h sekä polttoaineenkulutusta l/h. Myös keskituotosta, puun keskikokoa ja euroja seurattiin jonkun verran.

Suoritearvojen seuraamista haittasi joskus vanhempien koneiden tietojärjestelmien ylikuormittuminen. Myös 16,7 % kuljettajista ei kokenut suoritearvojen seuraamisella olevan suurta merkitystä ja vuorokausiseuranta ei pidetty järkevänä metsien tilannevaihteluiden takia. Pieni osa (8,3 %) kuljettajista ei pitänyt tuotoksen seuraamista mielekkäänä, sillä kuljettajien välistä vertailua ei haluttu tehdä ja vertailua oli vaikea tehdä juuri työympäristön muutosten takia.



**Kuva 8.** Hakkuukoneen suoritearvojen seuraaminen asteikolla: päivittäin, kuukausittain, ei lainkaan.

### 3.2 Hakkuun suunnittelu

Kuljettajien mukaan huolellisella leimikon ennakkosuunnittelulla on suuri merkitys koko puunkorjuun kokonaistuottavuudessa, työn laadussa, korjuuvaurioissa ja turvallisessa korjuussa. Hyvä leimikon ennakkosuunnittelu on avainsana koko korjuulle ja siinä tehtävät virheet vaikuttavat merkittävästi koko puunkorjuuseen. Tilannetta kuvaa hyvin kokeneen kuljettajan näkemys: ”*Kaikki lähtee suunnittelusta.*”

Kuljettajista 91,7 % teki työmaaohjeiden avulla ennakkosuunnittelua. Kuljettajat näkivät tärkeinä asioina ennakkosuunnittelussa asutuksien, luontokohteiden, keliolosuhteiden, varastopaikan, tiestön ja sähkölinjojen huomioon ottamisen. Harvennuksilla erityisen tärkeänä pidettiin kokoojaurien, kantavuuden, pehmeiköiden, ojaverkoston ja epäselvien rajojen tiedostamista ennakkoon kartasta katsomalla. Rinnekohteet nähtiin haastaviksi ja ne vaativat huolellista suunnittelua. Koneiden ja autojen parkkitilojen, kääntöpaikan sekä öljyjen ja polttoainesten säilytyksen selvittäminen kuuluivat olennaisesti kuljettajien ennakkosuunnitteluun. Harvennusten suunnittelun tärkeyttä kuvastaa kommentti: ”*Paljon ajateltava siten, että tänne tullaan hakkaamaan vielä uudelleen.*”

Kuljettajista osa (20,8 %) tutustui edellisen työmaan loputtua ennakkoon tulevaan leimikkoon leimikkokartan ja korjuuohjeiden avulla. Noin kolmannes vastaajista (29,2 %) kävi etukäteen varmistamassa maastossa karttatiedon perusteella todettuja ongelmakohtia ennen hakkuun aloitusta. Kuljettajista myös useimmat pyrkivät hakkaamaan vaativimmat kohteet valoisaan aikaan. Suurin osa kuljettajista (83,3 %) oli lähes aina yhteydessä maanomistajiin ja metsäyhtiöön ennen hakkuun aloittamista mahdollisten mielipiteiden huomioon ottamisen takia sekä varmistaakseen korjuuohjeessa olevat asiat (esim. puutavaralajit, hintamatriisit).

Vastausten mukaan vastuuta leimikon ennakkosuunnittelusta on siirtynyt kuljettajalle yhä enemmän. Kuljettajista 58,3 % totesi, että ennakkosuunnittelua työnjohdon puolelta ei tehdä tarpeeksi nykyisin ja se on osittain puutteellista. Haastateltujen kuljettajien ja metsäyhtiöiden välillä havaittiin olevan eroja. Työnjohdon puolelta suurimpina ennakkosuunnittelun ongelmina nähtiin vajavainen maaston tuntemus, konetyön merkityksen ymmärtämättömyys ja pimeän ajankohdan heikko huomioon ottaminen. Kuljettajista 70,8 % oli työssään havainnut, että leimikoiden nauhoitus on vähentynyt, mikä vaikutti paljon korjuun sujuvuuteen. Hyvänä asian korjuun sujuvuuden edistämiseksi pidettiin heijastavien nauhojen käyttöönottoa, joiden havainnoiminen oli selvästi helpompaa kuin perinteisten nauhojen etenkin pimeään aikaan.

Haastateltujen kuljettajien omassa ennakkosuunnittelussa oli eroja. Ennakkosuunnittelun vastuun jakautuminen joko metsäyhtiölle tai kuljettajalle vaikutti paljon suunnittelun merkitykseen. Kuljettajat luottivat kuitenkin pääsääntöisesti metsäyhtiön ennakkosuunnitteluun ja kohteen määrittelyyn kesä-, talvi- tai kelirikkokohteeksi. Kuljettajista noin neljännes (20,8 %) ei tehnyt omaa ennakkosuunnittelua juuri lainkaan, vaan luottivat työnjohdon ennakkosuunnitteluun ja koneen GPS- ja karttajärjestelmiin. Kokoneiden kuljettajien kohdalla rutiininomaisuus korostui: *"Ennen käveltiin ja suunniteltiin ajouria, mutta nyt mennään suoraan koneeseen ja siihen voi luottaa."* Toki kokoneet kuljettajat näkivät rinnemaakohteet edelleen haastavina ja pimeään aikaan suunnittelun merkitys korostui.

Haastatelluilla kuljettajilla oli korjuuseen tulevasta leimikosta yhdenmukainen korjuuohjetieto, joka sisälsi muun muassa leimikkokartat, katkontaohjeet (mitat, laadut, puutavaralajit, hintamatriisit) ja myyjän yhteystiedot. Vaikka tämä tieto lähetetään sähköisesti korjuun toteuttajalle, haastateltavista 8,3 % käytti vielä paperikarttoja hakkuissa. Korjuuohjeen tietojen tarkennukset hoidettiin yleensä puhelimen välityksellä, jos tarvittiin työmaata koskevaa tarkentavaa tietoa. Lisäksi ennen hakkuiden aloittamista noin kolmannes (29,2 %) kuljettajista hyö-



dynsi yrittäjäsovellusta ja metsäyhtiön metsäsovellusta kotikoneellaan tutustuen ennakkoon tulevaan leimikkoon.

Kuljettajat näkivät tärkeinä asioina varastopaikan suunnittelussa rajojen, ojien, keliolosuhteiden, tuulen ja auringon huomioon ottamisen. Varastopaikka oli useimmiten määrätty työohjeessa (87,5 % kuljettajista), vaikkakin kuljettajilla oli mahdollisuus vaikuttaa vielä varastopaikan sijaintiin. Kuljettajista 12,5 % kertoi suunnittelevansa itse varastopaikan metsäyhtiön suunnittelun ulkoistamisen takia. Yleisimpinä ongelmina kuljettajat näkivät ennalta annettujen varastopaikkojen sijainnissa merkkauksen puutteita, sijainnin epätarkkuutta, tien käyttöluvan varmistamista ja kääntöpaikan merkintää. Kolmannes kuljettajista (33,3 %) piti hyvänä ennakkotietona merkatuille varastopaikoille kuorman purkupuolen määrittämisen, jotta säästyttäisiin turhilta tievaurioilta tai turhalta varastopaikan puuston hakkuulta. Kuitenkin selvä enemmistö haastateltavista koki hyvänä asiana sen, että varastopaikat olisi urakanantajan puolesta annettu ja merkitty.

Ajouraverkoston suunnittelussa kuljettajat hyödynsivät ensisijaisesti peruskarttaa ja maaston muotoja (87,5 % kuljettajista). Peruskartasta havainnointiin muun muassa korkeuskäyriä, korkeusvaihteluita, ojastoa, pehmeikköjä ja jyrkänteitä. Ajourasuunnittelussa maastosta havainnointiin muun muassa maaston kaltevuutta, kivikkoisuutta, kantavuutta, korjuuohjetta, tuulen ja auringon suuntaa sekä puulajivalintaa. Myös vanhojen ajouria pyrittiin hyödyntämään suunnittelun tukena. Ajouran suuntauksen tueksi tehtiin havainnoita viereisestä ajourasta, kasoista ja karsituista latvoista. Ajouran suuntaukseen vaikutti myös joskus maanomistajien toiveet.

Kuljettajista vajaa kolmannes (29,2 %) hyödynsi ilmakuvaa ajouraverkoston suunnittelussa. Myös neljännes kuljettajista käy usein jalkautumassa maastoon sekä korjuun alussa että hakkuun aikana. Ajouraverkoston suunnittelussa hakkuun aikana nähtiin yhtenä ongelmana metsäkuljetuksen suorittamista liian nopeasti, koska edellisen ajouran puutavaralajikasat voisivat helpottaa seuraavan ajouran tekoa (20,8 % kuljettajista). Kuljettajista 66,7 % ei pitänyt hyvänä asiana ajourien merkkausta ennakkoon, koska heidän mukaan merkkaukset edellyttävät kokemusta ja ymmärrystä konetyöstä. Lisäksi ajourien suunnittelu ei pidetty tasamaalla ongelmana ja rinnemaakohteet sekä suokohteet nähtiin aina haastavampina. Kokeneen kuljettajan kommentti kuvastaa nykytilannetta hyvin: *”Tasamaalla ei ole ongelma ja kun on hyvä kartta, se riittää pitkälle.”*

### 3.3 Hakkuun toteutus

Vastausten mukaan kuljettajat aloittavat hakkuun korjuuohjeen lukemisella, josta saadaan tarvittava tieto leimikosta. Kuljettajista 79,2 % kertoi aloittavansa hakkuun varastopaikalta tai sen teosta. Kuljettajien mukaan varastopaikan sijainnilla on suuri merkitys hakkuun suuntauksen ja järkevässä aloittamisessa. Kuljettajista 20,8 % aloitti hakkuun leimikon reunasta tai jostakin järkevästä kohdasta leimikkoa. Kuljettajista selvä enemmistö (87,5 %) eteni hakkuulla järjestelmällisesti tienvarsivarastolta perälle ja loput (12,5 %) kuljettajista eteni hakkuulla leimikon rajoja kiertäen. Hakkuulla etenemiseen vaikutti eniten maasto, tuleva puusto ja ajourien suunnittelu. Kuljettajista lähes kaikki mieltivät etukäteen metsäkuljetusta ja ajomatkan minimoimista varastopaikalle.

Tilanteet hakkuun etenemisessä vaihtelivat myös tapauskohtaisesti maasto-olosuhteista riippuen. Puolet kuljettajista (50 %) avasi ensimmäisenä kokoojauran, mieltivät pääurien paikkoja tai aukaisivat uran rajalle tai tilanrajalle auki valoisaan aikaan. Kuljettajista 87,5 % käytti pääasiallisesti silmämääräistä ja maaston muotojen arviointia työpisteen valinnassa (johon siirtää koneen) harvennuksella ja konetta pyrittiin ajamaan suorassa sekä tasaiselle alustalle tehokkaan työskentelyn edellyttämiseksi.

Kaikki kuljettajat seurasivat ajouraväliä ensiharvennuksilla silmämääräisesti ja puomin avulla sekä maastoa seuraten. Ajouravälin arvioinnissa kuljettajan kokemuksen merkitys korostui. Kolmannes kuljettajista (33,3 %) oli yrittänyt hyödyntää hakkuukoneen ajourapiirtoa ajourien suuntauksen apuna, mutta GPS-paikannuksen reaaliaikaisuuden puute oli estänyt keinon hyödyntämisen. Ajouravälin arviointi koettiin valoisaan aikaan helpommaksi kuin pimeään aikaan. Kuljettajista 62,5 % kävi tietyn väliajoin tekemässä tarkistusmittauksia ajouraväleihin tai sen teki ulkopuolinen henkilö. Ajouravälin seuraamisen parantamiseksi kuljettajista 20,8 % koki hakkuukoneen ajopiirron hyödyntämisen hyvänä asiana, mutta se edellyttäisi nykyisten karttajärjestelmien ja GPS -järjestelmien hyvää tarkkuutta. Lisäksi pieni osa kuljettajista (12,5 %) oli sitä mieltä, että karttajärjestelmässä tulisi olla ajosuuntaa osoittava nuoli tai hälyttävä äänimerkki ajouravälin kasvaessa liian suureksi. Myös ojalinjojen näkymistä kartalla (8,3 % kuljettajista) ja kokoojauran ja vaikeiden kohtien merkintää ennakkoon (8,3 % kuljettajista) pidettiin tärkeänä ajouravälin seuraamisen helpottamiseksi.

Kuljettajista enemmistön mukaan kulkukelpoisuuden määrittämisessä auttaisi parhaiten tarkka kartta, josta näkyisi selvästi ja tarkkaan kohteen maaston muodot. Kuljettajista 20,8 % koki,

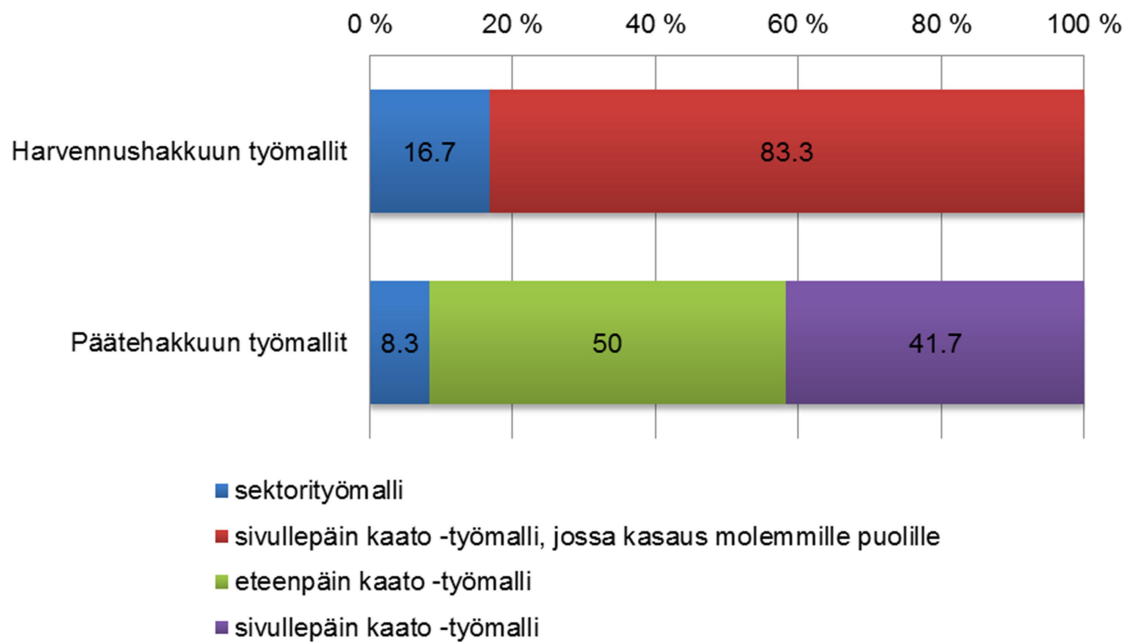
että kartassa harjanteet ja notkelmat pitäisi näkyä nykyistä paremmin. Kuljettajien mielestä myös hakkuille tulisi määrittää nykyistä parempi ohjeistus koneella leimikoilta siirtymisestä. Hakkuukohteiden välillä voi olla hankalia pehmeiköitä tai muita erityiskohteita, jotka vaativat erityishuomioita siirtymisten suunnittelussa. Talvisin voi myös leimikon löytäminen olla hankalaa lumen ja pimeän keskeltä, mikä lisää ennakkotiedon merkitystä.

Kuljettajat hyödynsivät myös kulkukelpoisuuden määrittämisessä kokemustaan ja ennakkoon tutustumista maastossa sekä GPS-järjestelmän antamaa sijaintitietoa kohteella. Osa kuljettajista kokeili myös alueen kantavuutta syöttämällä puuta maahan koneen hakkuupäällä. Lähes puolet kuljettajista (45,8 %) toivoi leimikoista nykyistä parempaa ennakkoinfoa, eikä työnjohdolta tullut ohjeistus ”*Käy kokeilemassa kestääkö*” ollut kuljettajien mielestä paras informaatio kohteelle. Lisäksi maanmuokkauksen (äestys, syväauraus) jälki tuli huomioida kulkukelpoisuuden määrittelyssä, koska se hankaloitti kuljettajien mukaan hakkuukoneen työskentelyä ja lisää koneen kouran vioittumisherkkyyttä.

Leimikon rajojen määrittämisessä hyödynnettiin koneen GPS-järjestelmää ja karttaohjelmaa (87,5 % kuljettajista). Rajoja varmistettiin myös perinteisesti maastossa kävellen ja tarkastellen. Rajojen varmistamisessa hyödynnettiin työnjohdon apua, jos karttatietoa ja nauhoitusta ei ollut kattavasti. Lisäksi 20,8 % kuljettajista, joilla oli apunaan ilmakuvakartta, yrittivät havainnoida sen perusteella metsikön muuttumista rajoilla. Kuljettajat käyttivät yleensä kaiken mahdollisen saatavilla olevan hyödyn, ettei hakkuuta tulisi vääärältä puolelta. Leimikon rajojen varmistamisessa kuljettajat kokivat tarpeelliseksi leimikoiden kattavan ja riittävän nauhoituksen, heijastavien nauhojen käytön pimeään aikaan ja osa toivoi ilmavalokuvakartan saamista järjestelmänsä. Myös samanlaista nauhoitustapaa ja nauhojen väriä sekä maanomistajien aktivointia pidettiin hyvänä lisäapuna rajojen selvittämiseen.

Kuljettajista selvä enemmistö (83,3 %) käytti harvennushakkuilla sivullepäin kaato -työmallia, jossa kasausta tapahtuu molemmille puolille ajouraa (Kuva 9). Sektorityömallia hyödynsi 16,7 % kuljettajista, mutta tapauskohtaisesti työmallia muutettiin joskus enemmän sivullepäin kaato -työmalliin. Sivullepäin kaato -työmallia pidettiin yleisesti parhaimpana vaihtoehtona harvennushakkuille, koska havujen sijoittelu ajouralle ja puutavaralajien erottelu oikeisiin kasoihin ajouran viereen on silloin helpompaa, jolloin myös puiden värimerkinnot nähdään metsäkuljetusvaiheessa paremmin. Myös työskentely sakessa metsässä soveltui kuljettajien mielestä sivullepäin kaato -työmallille paremmin. Kuljettajista 29,2 % koki sektori-

työmallin nopeaksi työmalliksi, mutta soveltui huonosti harvennuksille ja käytäntöön. Kaksi kuljettajaa koki myös sektorityömallin rasittavan konetta muita työmalleja enemmän.



**Kuva 9.** Kuljettajien yleisimmin käyttämät työmallit harvennus- ja päätehakkuilla.

Päätehakkuulla puolet kuljettajista (50 %) käytti eteenpäin kaato -työmallia, 41,7 % sivullepäin kaato -työmallia ja kuljettajista 8,3 % sektorityömallin ja eteenpäin kaato -työmallin sekoitusta. Päätehakkuilla käytettiin yleensä sivullepäin kaato -työmallia silloin, kun tehtiin havujen puintia. Havujen laitto ja niiden puiminen ratkaisee monesti päätehakkuiden työmallin valinnan. Puun laadun havainnoimisella oli myös merkitystä työmallin valintaan, koska esimerkiksi eteenpäin kaato -työmallissa tyvi- ja runkolahoviat näkyivät selvemmin kuin muissa työmalleissa.

Kuljettajat vaihtelivat työmalleja eri hakkuutilanteissa, riippuen työalustasta ja havujen laitoilta urille. Työmalleja vaihdeltiin myös leimikon rajoilla puiden kaadon ja sijoittelun takia sekä keliolosuhteiden, maaston, auringon ja tuulen takia. Kuljettajien mielestä metsäkuljetuksen puiden keruun kannalta sivullepäin -työmalli on käytännöllisempi vaihtoehto. Osa kuljettajista pohti myös sektorityömallin opetusta opiskelijoille tehokkaana työmallina, vaikka se ei ole kuljettajien mielestä parhain vaihtoehto käytäntöön.

Kuljettajien arviot hakkuukoneen GPS-paikannuksen tarkkuudesta vaihtelivat sen mukaan, mitä mallia ja valmistumisvuotta haastateltavan kone edusti. GPS-järjestelmää pidettiin erittäin tärkeänä ja ilman sitä hakkuutyö vaikeutuisi merkittävästi. Kuljettajat pitivät GPS-

paikannustarkkuutta keskimääräisesti hyvänä, mutta tarkkuutta voisi parantaa (83,3 % kuljettajista). GPS-paikannukseen ei aina luotettu ja kuljettajat suhtautuivat siihen pienin varauksin. Kuljettajista 16,7 % koki GPS -paikannuksen heittävän välillä paljonkin ja yhteydet eivät aina toimineet. Kuljettajat arvioivat GPS -paikannuksen heittävän keskimääräisesti 5-10 metriä, joka aiheutti leimikoiden rajoilla epävarmuutta, jos ei ollut kattavaa nauhoitusta. Lisäksi kuljettajista 12,5 % koki karttajärjestelmässä olevan osoitinnuolen turhan isoksi suhteessa karttaan, jolloin rajojen arviointi käytännössä vaikeutui.

Nykyisin koneiden GPS-paikannusantenni sijaitsee pääsääntöisesti koneen katolla. Kysyttäessä mielipidettä saada paikannusta hakkuulaitteen sijainnista kuljettajien vastaukset vaihtelivat. Eniten epäiltiin GPS-signaalin toimivuutta katvealueilla ja järjestelmän kestävyyttä hakkuutyössä. Lisäksi järjestelmän kustannusarvio herätti kuljettajien keskuudessa keskustelua. Kuljettajien näkemyksiin vaikutti selkeästi, että kuljettajat eivät luottaneet täysin nykyiseen koneen GPS-paikannukseen ja tarkkuuteen, jota kuljettajan kommentti kuvaa hyvin: *”Jos olisi tarkka, niin voisi olla apua, mutta ensiksi pitää olla koneen paikannus kunnossa.”* Kuljettajista 29,2 % epäili myös karttaan tulevaa piirtojälkeä, joka voisi muodostua kouran liikkeistä ja sekoittaa piirtojäljellään koko näytön.

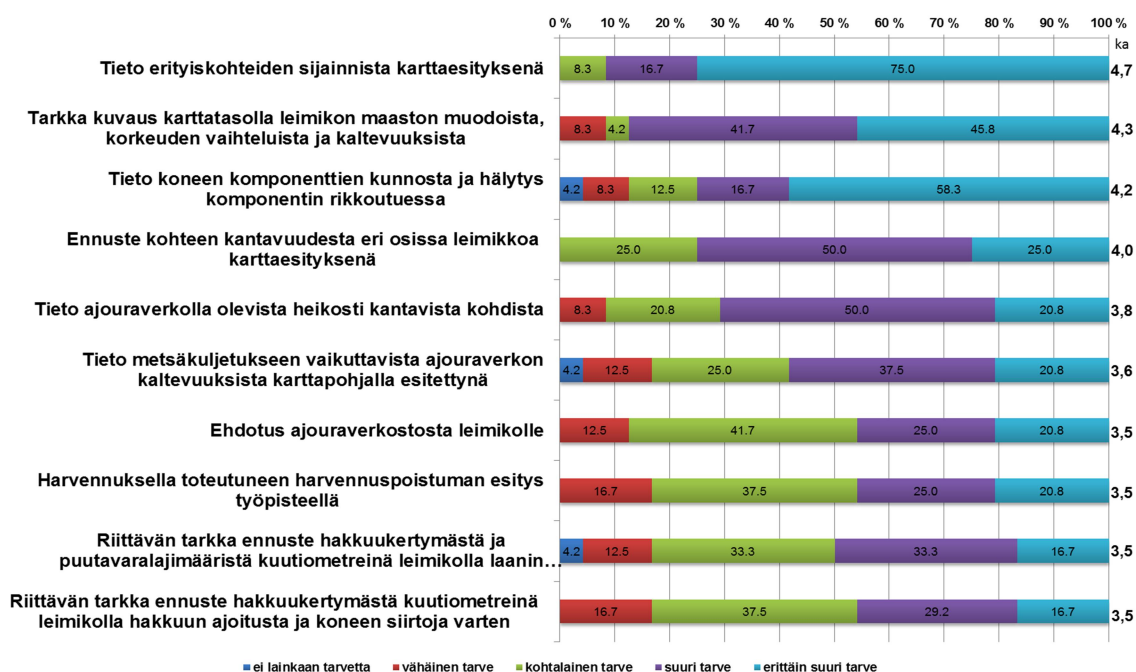
Kuljettajista lähes puolet (45,8 %) näki ehdotuksessa kuitenkin tulevaisuuden potentiaalia, jota voitaisiin kokeilla. Enemmistö kuljettajista koki hakkuulaitteen sijaintitiedon hyötyinä tilanrajojen epäselvyyksien parantamista leimikoiden nauhoituksen vähentymisen myötä. Myös työskentely pimeässä voisi helpottua, jos tiedettäisiin hakkuulaitteen sijainti. Lisäksi kahden kuljettajan mielestä hakkuulaitteen sijainnin paikannusta voitaisiin hyödyntää puutavaralajien sijainnin ja puumäärien tiedon hankinnassa. Heidän mukaansa kone rekisteröi koko ajan tietoa liikkumisestaan ja tekemisestään. Yhdistämällä hakkuulaitteen sijaintitieto hakkuukoneen liikkumistietoihin voitaisiin määrittää metsäkuljetukselle urakohtainen kuutiomäärä/puutavaralajimäärä, mikä helpottaisi merkittävästi metsäkuljetuksen suunnittelua.

### **3.4 Tiedon tarve hakkuukonetyössä**

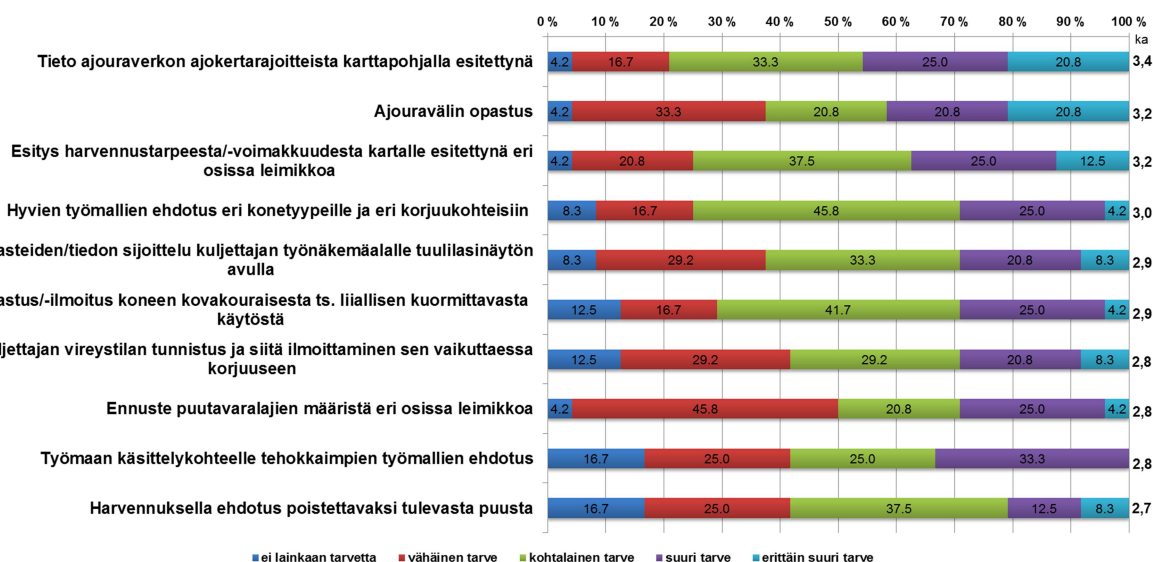
Monivalintakysymyksien avulla kuljettajat saivat arvioida näkemyksensä siitä, kuinka tarpeelliseksi he kokivat uuden tiedon, jonka voisi esittää metsäkoneen tietojärjestelmän kautta (Kuvat 10 ja 11). Vastaajaryhmien mielipiteiden keskiarvot ja keskihajonnat sekä tilastollisesti merkitsevät erot on esitetty liitteissä 2 ja 3. Tärkeimmiksi tiedon ja opastuksen tarpeiksi hakkuun suunnittelussa ja toteutuksessa koettiin tieto erityiskohteiden sijainnista karttaesityksenä

(ka 4,7 likert-asteikolla 1-5), tarkka kuvaus leimikon maaston muodoista, korkeuden vaihteluista ja kaltevuuksista (ka 4,3) sekä tieto koneen komponenttien kunnosta ja hälytyskomponentin rikkoutuessa (ka 4,2) (kuva 11). Kuljettajat antoivat näille tiedon- ja opastuksen tarpeelle ”erittäin suuri tarve” -vastauksia selvästi muita vaihtoehtoja useammin. Eniten ”ei lainkaan tarvetta” -vastauksia saivat työmaan käsittelykohteelle tehokkaimpien työmallien ehdotus (ka 2,8 osuus 16,7 %) ja harvennukselle ehdotus poistettavaksi tulevalla puulla (ka 2,7 osuus 16,7 %).

Tilastollisen analyysin perusteella 40–50-vuotiaat kuljettajat näkivät tiedon metsäkuljetukseen vaikuttavista ajouraverkon kaltevuuksista karttapohjalla esitettynä tarpeellisemmaksi kuin 20–30-vuotiaat kuljettajat. Ero oli tilastollisesti merkitsevä ( $p < 0,05$ ). Tämän lisäksi yli 50-vuotiaat kuljettajat pitivät hyvien työmallien ehdotusta eri konetyypeille ja eri korjuukohteisiin tarpeellisempina tietona kuin 30–40-vuotiaat kuljettajat ( $p < 0,05$ ) ja riittävän tarkkaa ennustetta hakkuukertymästä ja puutavaralajimääristä kuutiometreinä leimikolla laanin tekoa varten tietoa tarpeellisempina kuin 40–50-vuotiaat kuljettajat ( $p < 0,05$ ). Ainespuun hakkuusta 10–20 vuotta kokemusta omaavat kuljettajat kokivat tiedon riittävän tarkalle ennusteelle hakkuukertymästä kuutiometreinä leimikolla hakkuun ajoitusta ja koneen siirtoja varten tarpeellisempina kuin alle 10 vuotta ja yli 20 vuotta kokemusta ainespuunhakkuusta omaavat kuljettajat ( $p < 0,05$ ). Myös 10–20 vuotta kokemusta ainespuunhakkuusta omaavat kuljettajat näkivät tiedon ajouraverkon ajokertarajoitteista karttapohjalla esitettynä tarpeellisempina kuin alle 10 vuotta kokemusta ainespuunhakkuusta omaavat kuljettajat ( $p < 0,05$ ).



**Kuva 10.** Hakkuukoneenkuljettajien tarve uudelle tiedolle, jonka voisi esittää koneen tietojärjestelmän kautta (1–10 tarpeellisinta keskiarvon mukaan).



**Kuva 11.** Hakkuukoneenkuljettajien tarve uudelle tiedolle, jonka voisi esittää koneen tietojärjestelmän kautta (11–20 tarpeellisinta keskiarvon mukaan).

Kuljettajien mukaan myös tarve hakkuun opastukseen päätehakkuulla on vähäisempää kuin harvennuksella. Enemmistö kuljettajista oli sitä mieltä, että päätehakkuilla opastusta ei juuri tarvita. Mahdollisena päätehakkuun opastuksena nähtiin muun muassa sähkölinjojen sijaintitietoa, leimikolle menoa, tukin laadun ohjeistusta, puutavaralajien määrittelyn tarkentamista tai erityiskohteiden ja säästöpuiden ohjeistusta. Opastuksen merkitys valoisaan aikaan ei ollut myös niin suuri kuin pimeään aikaan. Kuljettajien mukaan ohjeistuksen pitää olla johdonmukaista ja yhtenäistä työnjohdon ja koneen kuljettajan välillä. Lisäksi kuljettajien mielestä liika ohjeistus voi olla haitaksi ja esimerkiksi maanomistajan toiveet pitää miettiä tarkasti ja tapauskohtaisesti.

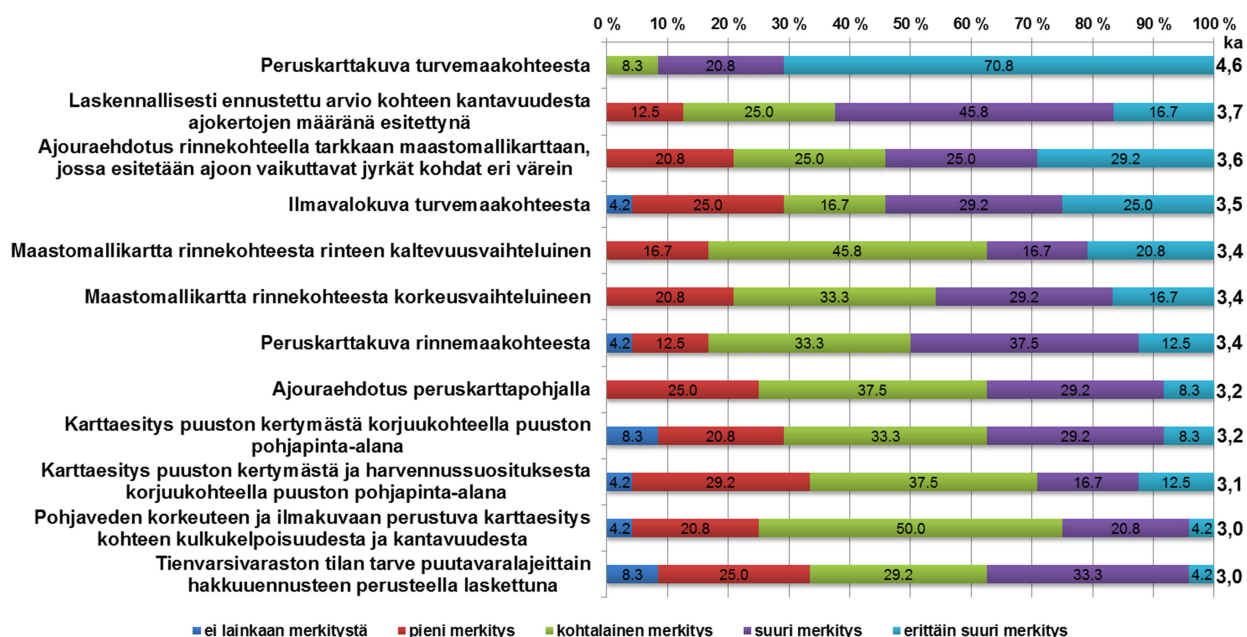
Kyselyosion lopussa kuljettajilta kysyttiin Ponsse EcoDrive sovelluksen käytöstä. Kuljettajat kokivat EcoDrive sovelluksen kohtalaisen tarpeelliseksi (ka 3,2 asteikolla 1-5). EcoDrive sovelluksen käytön vastauksissa oli vaihtelevuutta ja vastausten määrä jäi alhaiseksi, koska sovellusta käytettiin vain yhdeksässä koneessa. Kuljettajista 25 % ei ollut koskaan kuullut tai käyttänyt sovellusta ja 37,5 % kuljettajaa tiesi sovelluksesta ja oli kokemusta siitä, mutta nykyisessä koneessa se ei ollut käytössä. Kuljettajien mielestä EcoDrive sovellusta voitiin hyödyntää oman työn tarkastelussa ja koneen säätöjen muokkaamisessa työmaakohtaisesti. Sovellusta pidettiin hyvänä tukena työlle (25 % kuljettajista), muttei ratkaisevana tekijänä. Kuljettajista 12,5 % ei halunnut seurata sovelluksen tuottamaa informaatiota työskentelystään kuljettaja vertailun takia.

Kuljettajat saivat lisäksi esittää jonkun muun tärkeäksi koetun tiedon tarpeen, joka auttaisi hakkuun suunnittelua ja toteutusta. Vastauksista nousi esille seuraavia kohtia:

- Tiedonsiirron parantaminen ja järjestelmien yhteistoiminta
- GPS-järjestelmän toimivuus ja yhteysongelmat
- Hakkuukoneen ajopiirron siirtäminen kuormatraktoriin
- Ennakkoraivauksen lisääminen
- Keliennusteet paremmaksi
- Varoitukset ajokoneelle liikakuormista
- Enemmän tukkipituuksia
- Parempi palkka
- Varoitukset huomioitavista kohteista (sähkölinjat yms. )
- Leimikon ennakkosuunnittelua paremmaksi ja nauhoitusta lisää
- Ajouravälin seuranta, peruutus- ja kourakamera.

### 3.5 Karttaopasteiden merkitys hakkuukonetyössä

Haastatelluille kuljettajille esitetyt visuaalisesti opastusmateriaalit jaettiin erilaisiin karttapohjaisiin opasteisiin. Esitetyissä karttaopasteissa tuotiin esille kohteen kantavuudesta ja kulkukelpoisuudesta havainnollistavaa tietoa, rinnekohteen korkeus- ja kaltevuusvaihtelua, puuston kertymästä ja harvennussuosituksista, ajouraehdotus peruskarttaan ja tarkkaan maastomallikarttaan rinnekohteelle sekä tienvarsivaraston tilan tarpeesta. Kuljettajien näkemykset karttaopasteiden merkityksestä hakkuun suunnitteluun ja toteutukseen on esitetty kuvassa 12. Lisäksi ikä- ja kokemusluokkien näkemysten keskiarvot ja keskihajonnat sekä tilastollisesti merkitsevät erot on esitetty liitteissä 4 ja 5.



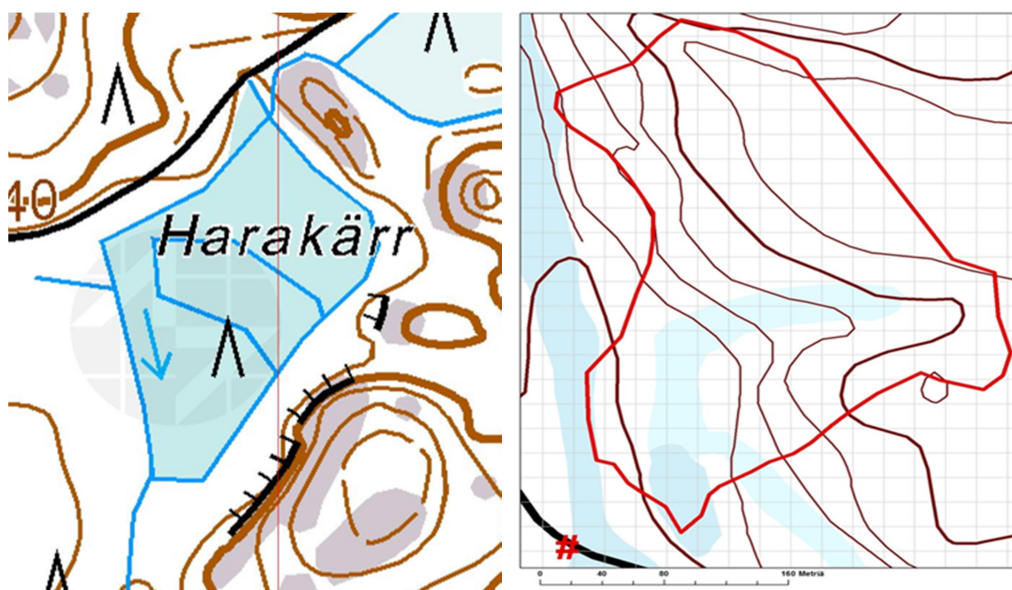
**Kuva 12.** Hakkuukoneen kuljettajien näkemys karttaopastuksen sisällöstä ja esitettävän merkityksestä (1–12 merkityksellisintä keskiarvon mukaan).



### 3.5.1 Peruskarttakuvat turvema- ja rinnekohteesta

Kuljettajien näkemyksen mukaan peruskarttakuvalla (Kuva 13) ja sen tuomalla opastuksella hakkuun suunnittelulle ja toteutukselle oli erittäin suuri merkitys (ka 4,6 likert-asteikolla 1-5) kun vastaavasti rinnekohteella (kuva 13) se oli (ka 3,4). Kuljettajat hyödynsivät peruskarttaa leimikon rajojen ja maaston muotojen määrittämiseen, ajouraverkoston suunnitteluun, hakkuun ja ajourien suuntaamiseen, ojien sijainnin ja varastopaikan sekä tieverkoston määrittämiseen. Peruskarttakuvan merkitystä puunkorjuussa kuvaa hyvin kommentti: *”Näkee maastosta pehmeikön ja jyrkänteen ja sen perusteella voi tehdä ajourasuunnittelua. Tämä kartta pitää olla ennen ja hakkuun aikaan. Selvä asia, jos tätä ei ole, niin hakkuusta ei tule mitään.”* Kuitenkin kuljettajista kolmannes (33,3 %) piti peruskartan tuomaa opastusta vielä vajavaisena korjuulle. Peruskartalle toivottiin muun muassa parempaa kartan tarkkuutta (29,2 %), pehmeiden alueiden tarkempaa kuvausta (20,8 %), laajemmin informaation saamista (12,5 %), suojattujen sähkökaapeleiden sijainnin määrittelyä (12,5 %) ja yhdysteiden merkitsemistä toiselle leimikolle (16,7 %).

Enemmistö kuljettajista (75 %) piti rinnekohteen karttaopastetta selkeänä. Kosteikon esittämistä värein (33,3 %) ja korkeuskäyrien näkemistä kartasta (37,5 %) pidettiin myös hyvänä havaintoarvona. Kuitenkin karttaesityksen tuomaa informaatiota ei yleisesti pidetty peruskarttaa parempana. Kuljettajan kommentti: *”Tämä on hyvä apu, koska korkeuskäyrät näkyvät, mutta niistä ei saa irti, että millainen korkeus on käyrissä. Korkeudet eivät ole tarkkoja, jos-sain voi olla jyrkempi. Tällä on pakko mennä, kun muuta ei ole olemassa.”* kuvaa hyvin yleistä mielipidettä.



**Kuva 13.** Peruskarttakuvaesimerkit turvema- ja rinnekohteelta. Vasemmalla turvemaakohte ja oikealla rinnekohte.

### 3.5.2 Ilmavalokuva

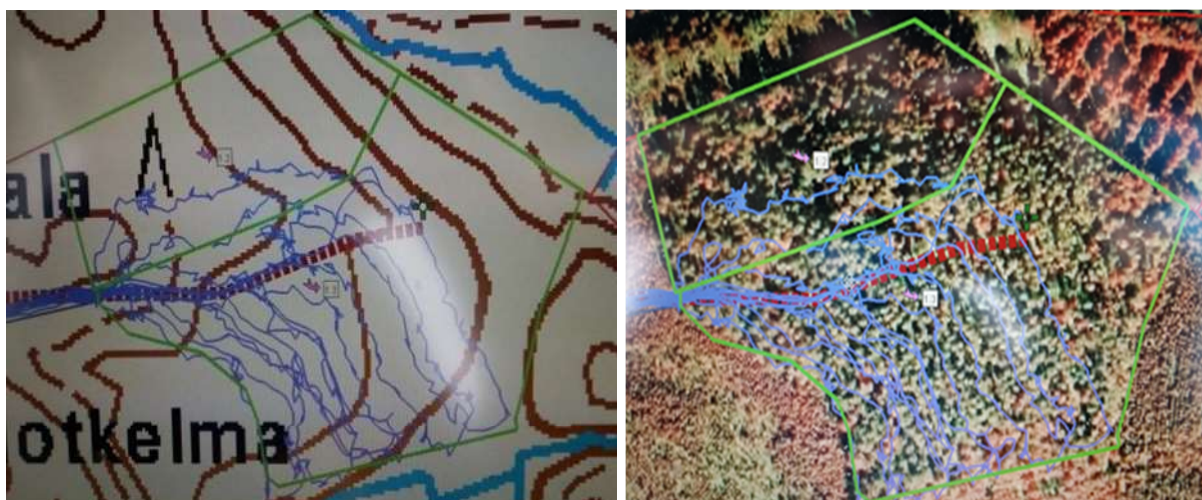
Kuljettajien näkemys ilmavalokuvasta (Kuva 14) ja sen tuomasta opastuksesta hakkuun suunnittelulle ja toteutukselle oli kohtalainen tai suuri merkitys (ka 3,5 likert-asteikolla 1-5). Kuljettajien vastauksiin vaikutti selkeästi, jos metsäyhtiön kartta- ja tietojärjestelmästä oli saatavissa ilmavalokuva. Ainoastaan 20,8 %:lla kuljettajista oli tarpeen mukaan mahdollista saada karttajärjestelmän kautta ilmavalokuva hakkuuntyön tueksi (Kuva 15). Toisaalta 12,5 % kuljettajista hankki itsenäisesti ilmavalokuvan tai se oli annettu vastuuhenkilön toimesta ja hyödynsi siten sitä työssään. Kuljettajista 29,2 % kertoi ilmavalokuvan olevan paras vaihtoehto hakkuille ja 25 % koki, että sillä on vain pieni merkitys. Lisäksi kuljettajista 12,5 % kertoi, että ilmakuva pystyisi nykyisin jo laittamaan järjestelmään, mutta he eivät ymmärrä, miksi niin ei ole tehty.



**Kuva 14.** Ilmavalokuva turvemaakohteesta

Kuljettajan kommentti, joka hyödynsi ilmavalokuvaa hakkuissaan: *”Tällä kuvalla saa infoa, metsien eroista. Hakkaaja voi tilata tämän järjestelmään lisäavuksi. Peruskartalla ei näy monesti kaikkia oja ja ilmakuvan avulla ne saadaan näkyviin. Parantaa ennakointia ja suunnittelua, leimikon rajat myös paremmin saa selville ja hakkuun aloituksessa tärkeää aina”* kuvastaa, miten tärkeä opaste oli niille, jotka sitä käyttivät. Kuljettajat hyödynsivät ilmavalokuvaa lisäksi puulajien etsintään, metsän rakenteen selvittelyyn, urasuunnitteluun ja tiestön tar-

kasteluun. Haastatelluista kuljettajista 8,3 % hyödynsi ilmavalokuvaa lisänäytön avulla. Kuljettajat olivat yhtä mieltä, että ilmavalokuvan tuli olla riittävän uusi. Kuljettajista 62,5 % oli sitä mieltä, että ilmavalokuvan pitäisi tulla korjuuohjeen mukana, jolloin sitä voitaisiin hyödyntää parhaalla mahdollisella tavalla. Myös 16,7 % kuljettajista koki, ettei talvella ilmavalokuvalla ole merkitystä ja 12,5 % kertoi sakeassa metsässä työskentelyn haittaavan ilmavalokuvan tuoma informaatiota. Tilastollisen analyysin perusteella 40–50-vuotiaat kuljettajat kokivat ilmavalokuvan merkityksen paremmaksi hakkuulle ja suunnittelulle kuin 20–30-vuotiaat kuljettajat ( $p < 0,05$ ).



**Kuva 15.** Hakkuukoneen näytölle saatavat peruskartta- ja ilmavalokuvapohjat. Vasemmalla peruskarttapohjalla oleva hakkuukoneen ajopiirtojalke ja oikealla ilmavalokuvapohjalla oleva hakkuukoneen ajopiirtojalke (Metsä Group 2015).

### 3.5.3 Kantavuusennustekartta turvemaakohteelle

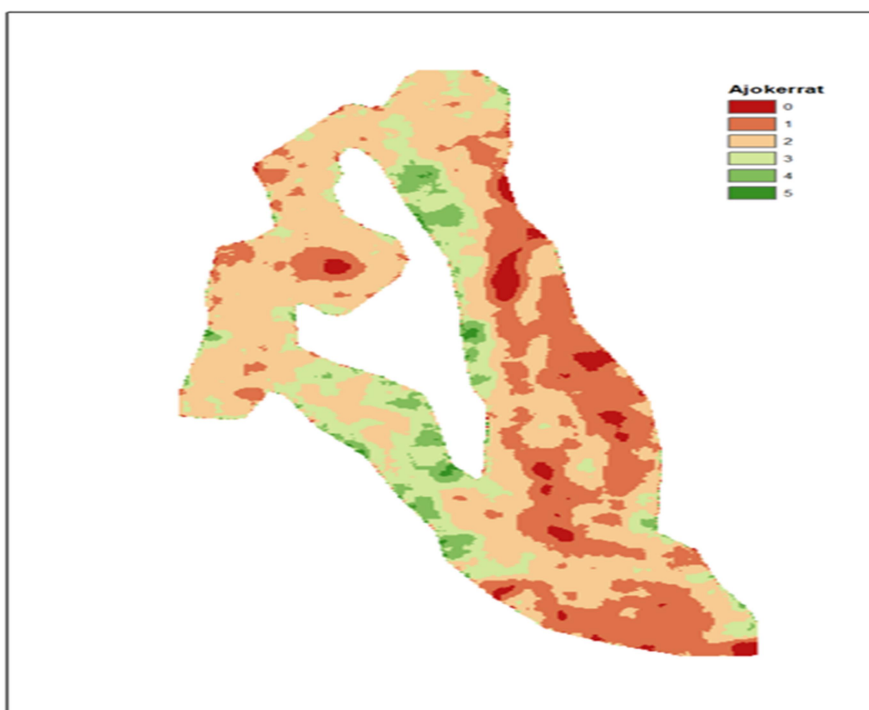
Kuljettajien näkemys laserkeilausaineistosta laaditulle kantavuusennusteelle ja siitä muodostetulle karttaopasteelle ajokertojen määrästä turvemaakohteelle (Kuva 16) oli kohtalainen tai suuri merkitys (ka 3,7 likert-asteikolla 1-5). Kuljettajista 62,5 % piti karttaopastetta merkittävänä tai erittäin merkittävänä tietona ennen hakkuuta. Kuljettajista 25 % koki karttaopasteen hyödyt enemmän työnjohdon puolelle, kun kohteita määritellään ennakkoon kesä- ja talvi-leimikoiksi. Lisäksi osa kuljettajista (16,7 %) epäili ennusteen vaikuttavan liikaa ajourasuunnitteluun, lisäten urien pirstaleisuutta. Myös kuljettajista 12,5 % näki karttaopasteen soveltuvan paremmin metsäkuljetuksen suorittajalle.

Kuljettajien mukaan karttaopastuksen tuoma informaatio parantaisi leimikon ennakkosuunnittelua. Kuljettajista (75 %) koki karttaopastuksen parantavan ajourien suunnittelua ja 33 % parantavan kovemman maan sekä kohteen märkyuden määrittämistä. Kuljettajan kommentti:

*”Näitä tietoja ei saada nykyisin kuin kokeilemalla ja sen takia todella tärkeä tieto ennakkoon. Turvemaiden kesäkorjuuseen voisi olla hyvä tieto. Kun tietää, minne mennä. Tavallinen peruskartta kertoo, että on suota, mutta se ei kerro millaista suota se on. Tällä kartalla voitaisiin päästä siihen tietoon kiinni.”* tiivistää ennusteen käyttömahdollisuuden. Kuljettajista noin puolet oli joutunut keskeyttämään hakkuun kohteen liiallisen märkyuden takia, mikä lisäsi kuljettajien mielenkiintoa karttaopastetta kohtaan.

Kokoneiden kuljettajien kohdalla (kokemusta yli 20 vuotta) karttaopasteen merkitys ei ollut niin suuri. Kuljettajan kommentti: *”Periaatteessa voisi olla hyvä tieto suunnitella kokoojauria ja ei tarvitsisi miettiä, mistä kohtaa alue kestää. Tämä kartta on kuitenkin sellainen, että kun kerran katsoo, niin sen muistaa ja voi miettiä sen perusteella alueella kulkemista.”* todentaa heidän näkemyksensä. Kokoneemmat kuljettajat toimivat käytännössä vahvan kokemuksen perusteella ja kulkukelpoisuuden määrittäminen oli heille helpompaa.

Karttaopasteen kuvausta pidettiin yleisesti varsin selkeänä ja värit vastasivat hyvin tarkoitusta. Opasteen lisäystarpeena nähtiin muun muassa ajourasuositus kulkukelpoisuuden mukaan ja kivikkoisuuden merkitsemistä.

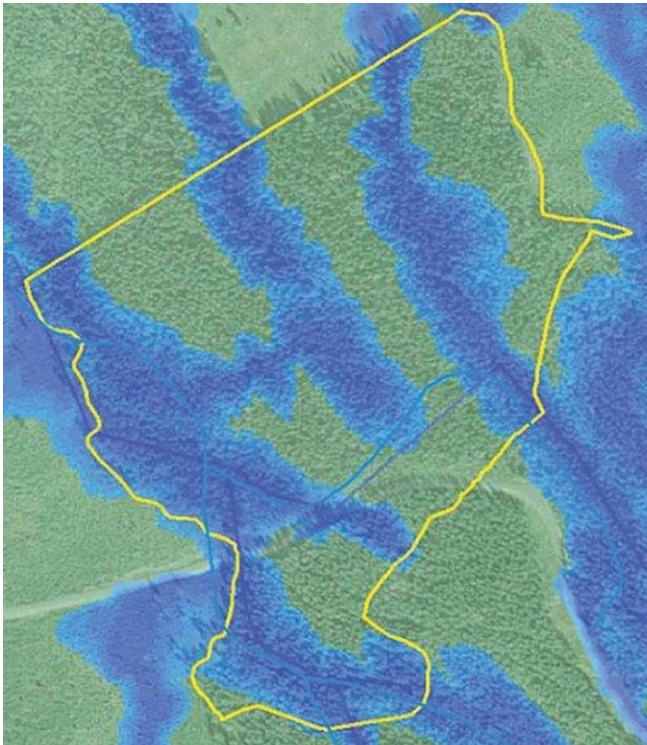


**Kuva 16.** Laserkeilausaineiston pohjalta tehty ennuste ajokertojen määrästä turvemaakohteella, kun sallittu raiteen syvyys on alle 10 cm. (Lindeman ym. 2013).

### 3.5.4 Ilmakuva- ja pohjavesikartta

Kuljettajien näkemys laserkeilausaineiston pohjalta tehdystä karttaopasteesta (Kuva 17), jossa kosteat/pehmeät alueet ja kantavat alueet oli ennustettu kartalle sinisen ja vihreän värisävyillä oli kohtalainen merkitys (ka 3,0 likert-asteikolla 1-5). Kuljettajien vastauksissa oli vaihtelevuutta ja yleisesti karttaesityksen arviointi oli hankalaa kuljettajien keskuudessa. Karttaesityksellä nähtiin olevan eniten merkitystä kulkukelpoisuuden määrittelyyn, ajourasuunnitteluun, lumen ja pimeään aikaa, harvennuksille sekä isoille hakkuille. Puutteina nähtiin korkeuskäyrien puuttumista ja sinisen alueen syvyyden pehmeuden määrittelyä.

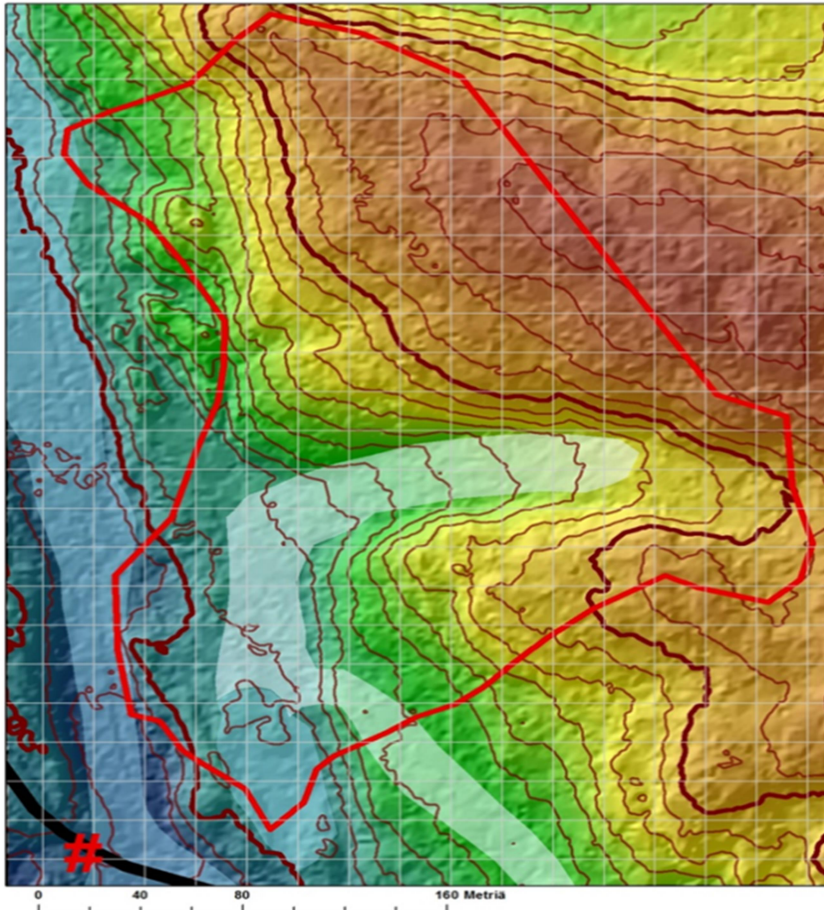
Kuljettajista 16,7 % koki peruskartta tiedon riittävän ennustamaan tarpeeksi hyvin pohjaveden ja kantavuuden. Kuljettajista 20,8 % piti kantavuusennustekartan (Kuva 16) informaatiota selkeämpänä kuin ilmavalokuva- ja pohjavesikarttaa (Kuva 17). Vain pieni osa kuljettajista (12,5 %) koki ilmavalokuva- ja pohjavesikartan informaation paremmaksi kuin kantavuusennustekartan. Kuljettajista 25 % koki karttaesityksen hyödyt työjohdon ennakkosuunnitteluun. Kuljettajista 12,5 % ei osannut arvioida karttaesitystä lainkaan vähäisen kokemuksen takia. Lisäksi 8,3 % kuljettajista näki pohjavesitiedon näkemisen tärkeänä polttoaineen säilytyskieltojen takia.



**Kuva 17.** Pohjaveden korkeuteen ja ilmakuvaan perustuva karttaesitys kohteen kulkukelpoisuudesta ja kantavuudesta. Mitä sinisempää sitä kosteampaa ja pehmeämpää. Vihreät kohdat kantavia kivennäismaapohjia. Sininen sävy osoittaa pohjaveden korkeutta maanpinnasta (DTW = depth-to-water) (Bergkvist ym. 2014).

### 3.5.5 Maastomallikartat rinnekohteesta

Kuljettajien näkemys rinnekohteeseen laserkeilausaineistosta laaditusta maastomallikartasta (Kuva 18), jossa esitettiin kohteen korkeudet eri värisävyin ja korkeuskäyrin oli kohtalainen tai suuri merkitys (ka 3,6 likert-asteikolla 1-5). Kuljettajien näkemykset maastomallikartasta olivat varovaisia. Suurin osa kuljettajista (87,5 %) ei ollut nähnyt vastaavanlaista karttaa ennen, mikä vaikutti selkeästi kuljettajien näkemyksiin. Maastomallikarttaan oli tuotu esille myös kosteat alueet peruskartalta.



**Kuva 18.** Maastomallikartta rinnekohteesta korkeusvaihteluineen, jossa kohteen korkeudet ja korkeuskäyrät on esitetty eri värisävyin. Kosteammat paikat on poimittu peruskarttatiedosta. Kuva-analyysi: Sami Lamminen.

Kuljettajista yli puolet (54,2 %) koki kuitenkin kartalla olevan suuri merkitys tai erittäin suuri merkitys hakkuun suunnitteluun ja toteutukseen. Heidän mukaan maastomallikartta oli parempi tarkkuudeltaan, värisävyiltään ja informaatioltaan kuin peruskarttakuva rinnekohteesta (Kuva 13). Karttaesityksen puutteina nähtiin kivikoiden, louhikoiden, ojien ja sähkölinjojen puuttumista. Kuljettajan kommentti: ” *Kartan perusteella voisi sanoa, että onpas vaikea kohde ja korkeuskäyrää on. Miksi tällöistä ei ole jo nyt käytössä, se voisi helpottaa tekemistä. Kokeiluun vaan.* ” kertoo karttaopasteen herättäneen kuljettajien mielenkiinnon, jonka toimi-

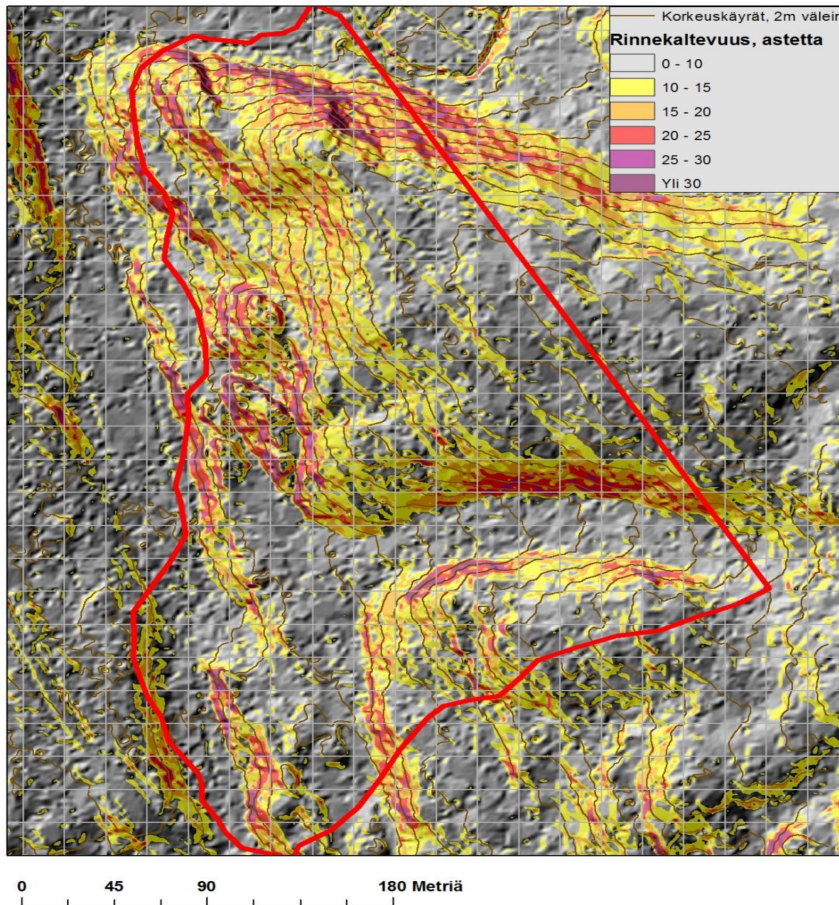
vuotta haluttaisiin testata käytännössä. Lisäksi kuljettajien vastauksista (29,2 %) ilmeni, että karttaan tutustumalla paremmin, informaatiota voitaisiin hyödyntää paremmin käytännössä.

Kuljettajien mukaan karttaopasteen tarjoaman tiedon hyöty kohdistui suurimmaksi osaksi rinnemaiden korjuuseen ja korkeuskäyrien tarkasteluun (58,3 %). Kuljettaja, joka oli aiemmin testannut karttaopastetta työssään, kommentoi karttaopasteesta: *”Tämä olisi hyvä ja tarpeellinen. Kuvan perusteella voisi selvittää pystyjrkkät rinteet, mitä peruskartalta ei oikein voi nähdä. Värit tukevat karttaa hyvin. Näkisi, missä on ne pahat rinnepaikat!”* kertoo karttaopasteen mahdollisesta lisähyödystä korjuulle.

Karttaopastuksen suhteen eniten varovaisia olivat yli 20 vuotta ainespuunhakkuuta tehneet kuljettajat (8,3 %). Heidän mukaan työnjohdolla oli suuri merkitys hakkuiden suunnittelussa ja ohjeistuksessa, ja työmaa tehtiin, jos niin määrättiin. Tämän takia karttaopastuksella nähtiin olevan pieni merkitys, vaikka osittain karttaopaste nähtiin hyödylliseksi korjuulle.

Kuljettajien näkemys toisesta rinnekohteelle laaditusta maastomallikartasta (Kuva 19), jossa esitettiin kohteen rinnekaltevuudet eri värisävyin ja sen tuomalla opastuksella hakkuun toteutukselle ja suunnittelulle oli kohtalainen (ka 3,4 likert-asteikolla 1-5). Kuljettajien ensikokemukset karttaopastuksesta olivat varovaisia, mutta mielipiteet muuttuivat, kun karttaan tutustuttiin paremmin. Kuljettajista 41,7 % piti karttaopastusta suurena tai erittäin suurena merkityksenä rinnemaiden korjuulle. Karttaopastuksen tuomaa informaation toimivuutta käytännössä epäili 37,5 % kuljettajista.

Karttaopastuksen värein määriteltyä rinnekaltevuutta pidettiin hyvänä asiana. Kuljettajien mukaan värien avulla voitaisiin nähdä, miten väri ja käytäntö vastaavat toisiaan (33,3 % vastaajista). Kuljettajan kommentti karttaopastuksesta: *”Tämä on joskus varmaan tulevaisuutta karttaesityksenä. Ei voi olla montaa karttapohjaa, muutama hyvä riittää. Alkuun näyttää sekavalta karttapohjalta, mutta silmän tottuessa voisi oppia jo lukemaan. Värien mukaan voisi kuitenkin kokeilla tekemistä käytännössä.”* kuvastaa tätä tuntemusta. Kuljettajista 70,8 % koki, että karttaopasteen perusteella voitaisiin nähdä asioita ennalta ja siten parantaa ennakkosuunnittelua ja hakkuun aikaista työskentelyä. Kuitenkin kuljettajien mukaan karttamallin hyödyntäminen vaatii myös hyvää GPS-paikannusta ja tarkkuutta, joten sen takia opastukseen suhtauduttiin varauksin.



**Kuva 19.** Laserkeilausaineistosta laadittu maastomallikartta, jossa esitetään kohteen rinnekaltevuudet eri värisävyin ja korkeuskäyriin. Mitä tummempi värisävy, sitä jyrkempää. Kuva-analyysi: Sami Lamminen.

Karttaopastuksen informaation mahdollisuudet nähtiin hyvänä varsinkin pimeään aikaan. Kuljettajan kommentti, joka oli hyödyntänyt jo karttaopastusta hakkuissaan: *”Tästä näkyy urat ja miten ne voitaisiin tehdä. Kartan avulla voisi ennakoida urien suunnittelussa ja pimeällä erittäin hyvä. Tämä antaa tarkemman tiedon, mistä mennä, esimerkiksi jyrkänteessä voi näkyä loivempi kohta tällä kartalla, josta voi mennä, mutta peruskartalla sitä ei näy. Kartta antaa mahdollisuuden tehdä työtä ja tehdä sellaisia uria, joita ei aina peruskarttapohjan avulla voisi ajatellakaan”* kuvastaa sitä, että karttaopasteesta voisi olla hyötyä. Kuljettaja kuitenkin korosti, että karttaan ja asteisiin täytyy aina suhtautua varauksin käytännössä ja maastossa työskenneltäessä.

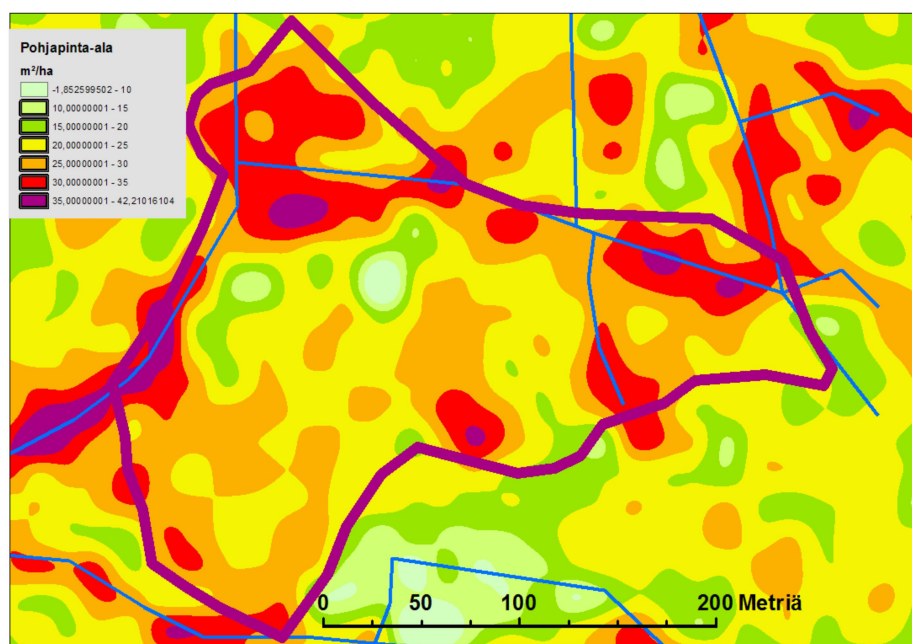
Kuljettajista 16,7 % piti karttaopastuksen tuomaa hyötyä korjuuseen vähäisenä, koska kartta oli sekava ja vaikea lukuinen. He eivät nähneet myös karttaopastuksella olevan merkitystä hakkuun aikana, vaan ainoastaan ennen hakkuuta. Lisäksi heidän mukaan kokeneille kuljettajille merkitys oli pieni, mutta nuoremmille ja vasta-alkajille kartalla nähtiin olevan merkitystä.



### 3.5.6 Karttaopasteet puuston kertymästä ja harvennusvoimakkuudesta

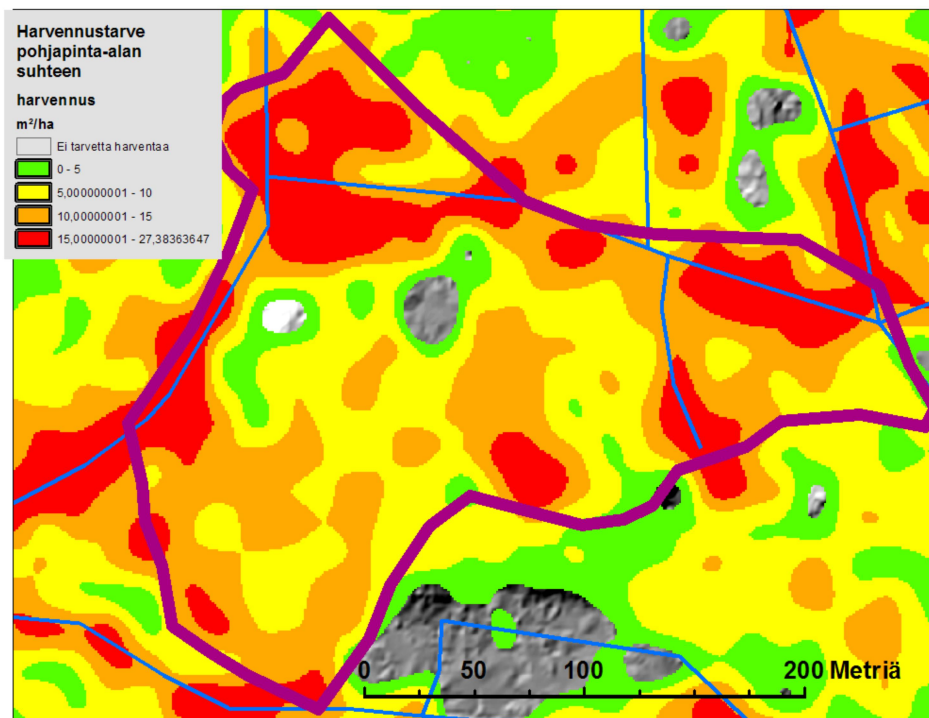
Kuljettajien näkemys karttaopasteelle (Kuva 20), jossa oli laserkeilausaineistosta laskettu arvio puuston pohjapinta-alasta eri kohdissa leimikkoa ja sen tuomalla opastuksella hakkuun toteutukselle ja suunnittelulle oli kohtalainen merkitys (ka 3,2 likert-asteikolla 1-5). Kuljettajista hieman yli puolet (54,2 %) näki karttaopastuksen soveltuvan parhaiten puulajin etsintään ja ajourasuunnitteluun sekä kokoojauran tekoon. Heidän mukaan kartan informaatiolla olisi merkitystä uraverkoston luomisessa silloin, kun hakkuujaksoilla halutaan saada tiettyä puuta nopeasti. Tämän lisäksi 45,8 % kuljettajista koki karttaopasteen hyödyt enemmän isoille hakkuualueille kuin pienille hakkuille, kuljettajista 25 % mielsi karttaopasteen hyödyt enemmän työnjohdon puolelle leimikoiden suunnitteluun ja kuljettajista 20,8 % näki karttaopasteen soveltuvan paremmin metsäkuljetuksen suorittajalle. Myös 20,8 % kuljettajista koki karttaopastuksen informaation helpottavan varastopaikan sijoittamista, jolloin se voitaisiin sijoittaa sinne, mistä puuta lähtee eniten.

Puuston pohjapinta-alan kuvaustapaa ja puiden laadun sekä paksuuden informaation tarkkuutta epäili 8,3 % kuljettajista. Lisäksi 25 % kuljettajista sanoi karttaopastuksella olevan vähän arvoa, koska hakkuualue käydään kuitenkin läpi kokonaan. Yhden kokeneen kuljettajan kommentti avaa vastanneiden yleisen mielipiteen karttaopasteen käyttömahdollisuuksista: *”Firman metsiin ja isoilla leimikoilla. Kun koko alue käsitellään, niin ei merkitystä. Ainoastaan vain sellainen tilanne, jos jotain puuta pitäisi hakata ja saada. Yksityisten mailla ja pienillä alueilla ei ole merkitystä.”*



**Kuva 20.** Laserkeilausaineistosta laskettu arvio puuston pohjapinta-alasta eri kohdissa leimikkoa. Mitä tummempi väritys, sitä runsaammin puustoa. Kuva-analyysi: Sami Lamminen.

Kuljettajien näkemys karttaopasteesta (Kuva 21), jolle oli määritelty harvennustarve laserkeilausaineistosta lasketun puuston pohjapinta-ala arvion perusteella, oli kohtalainen merkitys (ka 3,0 likert-asteikolla 1-5). Kuljettajista neljännes piti karttaopastetta (Kuva 20) parempana kuin (kuvan 21) esitystä. Kolmannes kuljettajista (33,3 %) kuljettajista koki karttaopasteen hyödyllisemmäksi isoille hakkuille kuin pienille hakkuille, 45,8 % kuljettajista sanoi karttaopastuksen hyötyjen kohdistuvan ajouraverkoston ennakkosuunnitteluun ja 16,7 % pimeä- ja talviaikaan. Kuljettajan kommentti: ”*Jos uria suunnitellaan, mistä voi ajaa ja tiedetään mistä tulee paljon puuta. Etukäteen hyvä tieto, mutta pienillä kohteilla ei ole merkitystä. Tieto pitäisi pystyä yhdistämään kulkukelpoisuuteen ja miten voidaan hakata.*” kuvaa hyvin karttaopasteen yleisen näkemyksen. Kuljettajista 29,2 % kuitenkin mielsi karttaopasteen informaation hyödyt työnjohdon leimikoiden suunnitteluihin. Lisäksi kuljettajista 20,8 % vastasi, ettei karttaopasteella ole merkitystä, koska hakkuualue kuitenkin käydään kokonaan läpi.



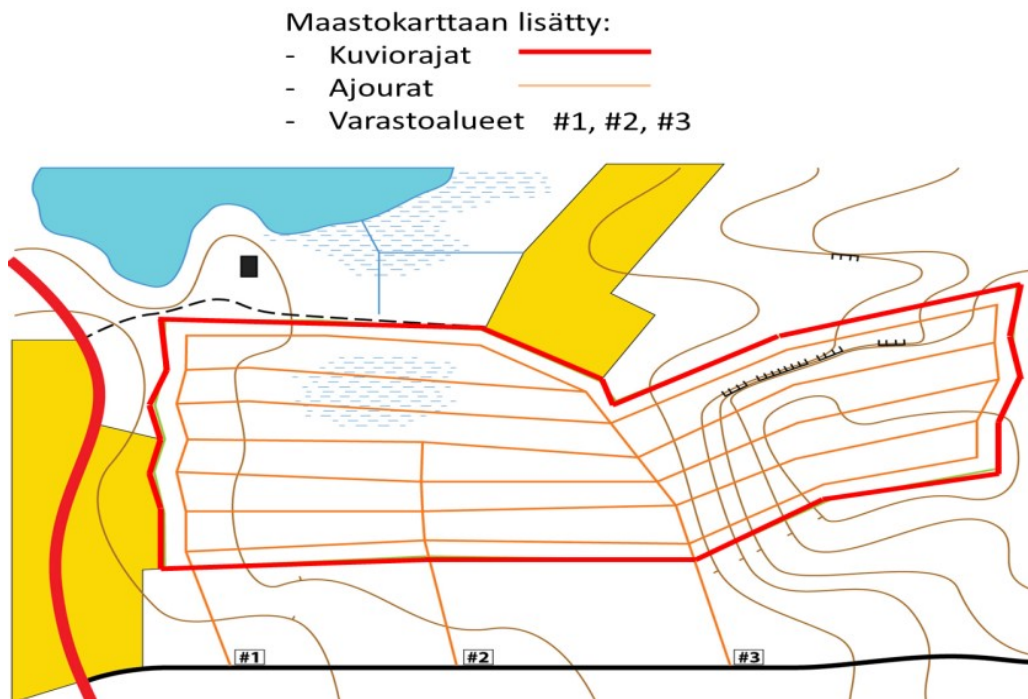
**Kuva 21.** Laserkeilausaineistosta ja harvennussuosituksesta laskettu harvennustarve leimikolla. Mitä tummempi väritys, sitä suurempi harvennustarve. Kuva-analyysi: Sami Lamminen.

### 3.5.7 Ajouraehdotus peruskartassa ja tarkassa maastomallikartassa

Peruskarttapohjalla esitetyllä ajouraehdotuksella (kuva 22) ja sen tuomalla opastuksella hakkuun suunnittelulle ja toteutukselle oli kohtalainen merkitys (ka 3,2 likert-asteikolla 1-5). Vastaavasti tarkkaan maastomallikarttaan tehty ajouraehdotus sai kohtalaisen tai suuren merkityksen (ka 3,6 likert-asteikolla 1-5) hakkuun suunnittelulle ja toteutukselle. Kuljettajista 58,3 % mielsi ajouraehdotuksen peruskartalla suuntaa-antavaksi samalla epäillen ehdotuksen

toimivuutta käytännössä. Peruskarttapohjaisen ajouraehdotuksen hyvinä asioina pidettiin kulkuohjeistusta leimikolle ja hakkuun aloituksen näkemistä (29,2 % kuljettajista) sekä varastopaikkojen määrittelyä (33,3 % kuljettajista).

Kuljettajista 20,8 % epäili peruskarttapohjaista ajouraehdotusta, koska se oli heidän mukaan tehty väärin ja pieni osa (12,5 %) säätilan muutosten takia. Neljännes kuljettajista (25 %) suhtautui varovaisesti tietokoneen tekemään ehdotukseen, koska kuljettajien mukaan ehdotus ei ymmärtänyt käytäntöä sekä koneen ja maaston yhteisvaikutusta kulkukelpoisuuteen. Kokee- neet (yli 20 vuotta kokemusta ainespuunhakkuusta) mielsivät ajouraehdotuksen sopivan pa- remmin kokemattomille kuljettajille. Tilastollisen analyysin perusteella 40–50-vuotiaat kuljet- tajat näkivät ajouraehdotuksen peruskarttapohjalla merkityksellisemmäksi kuin 30–40- vuotiaat kuljettajat. Ero oli tilastollisesti merkitsevä ( $p < 0,05$ ).

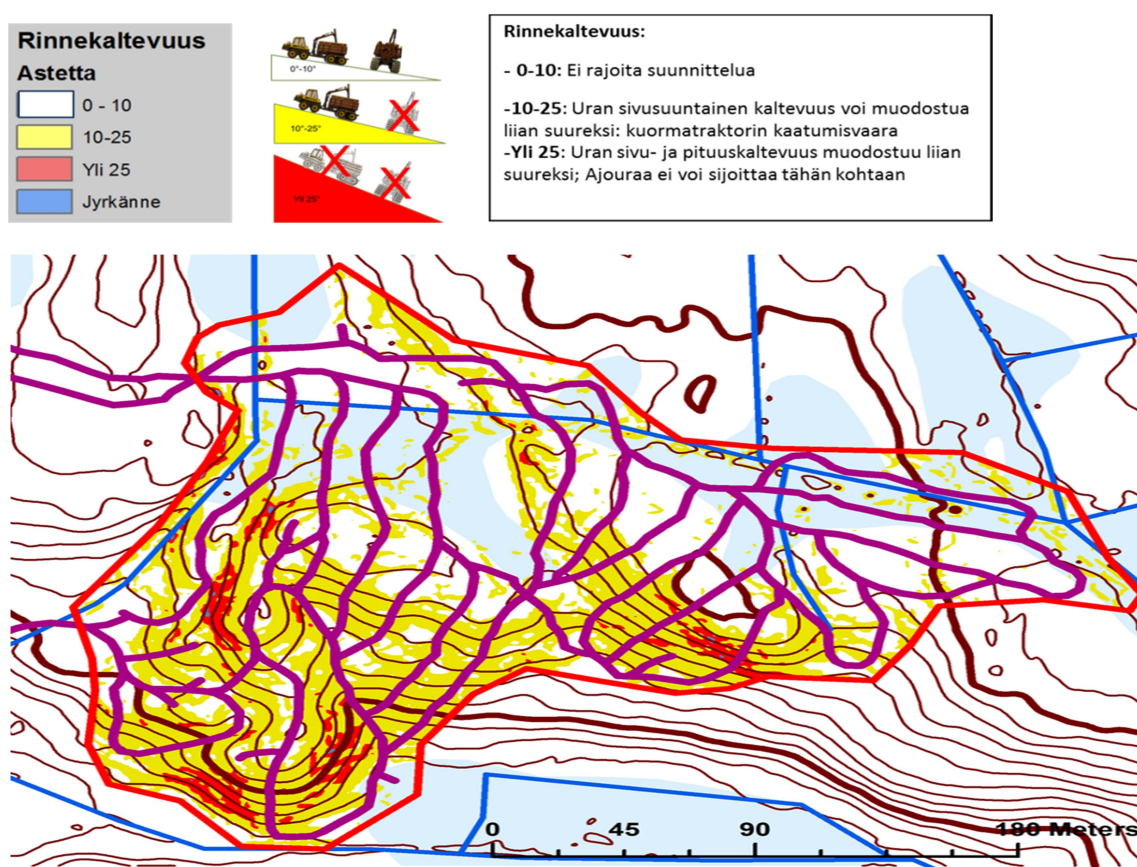


**Kuva 22.** Kohteen kulkukelpoisuustiedoista laskettu ehdotus ajouraverkosta kohteelle, joka tukee kuljettajaa lopullisen ajouraverkon suunnittelussa.

Avointen vastausten mukaan peruskarttapohjaista ajouraennustetta voitaisiin käyttää ajoura- verkoston suunnittelun tukena, vaikka karttaopasteen muotoa kritisoitiin: ”Hyvä pohja lähteä tekemään, mutta pitääkö paikkansa. Tämä malli voisi helpottaa ajon suunnittelua, varsinkin aloitteleville kuskeille. Tämän mukaan voisi aloittaa ja sitten katsoa voiko tehdä tuon mu- kaan. Monesti ongelmana on leimikon aloitus ja maan pettävyys. Sen takia ennuste on hyvä apuväline. Kaikki kun saisi yhteen pohjaan samalle karttapohjalle.” ”Antaisi, mutta tämä kuva on huono, ajourien perusteella. Ohjeistuksen tulisi minimoida ajomatkaa varastopaikal- le!! Olisi hyvä juttu sen takia, että on karkea arvio kohteesta. Osaako huomioida kuormauk-

sen merkityksen ja mikä on ajouran peruste?” Enemmistö kuljettajista (54,2 %) oli valmis kokeilemaan ehdotusta käytännössä. Karttaopastuksen kehitysehdotuksina pidettiin kaltevuu- den esittämistä, pehmeiköiden parempaa merkintää ja lakikohteiden sijaintia kohteella.

Kuljettajat suhtautuivat tarkkaan maastomallikarttaan tehtyyn ajouraehtotukseen (Kuva 23) pääosin positiivisesti, mutta pienin varauksin. Kuljettajista 62,5 % koki ajouraehtotuksen rinnekohteelle käyttökelpoiseksi, jos siihen voisi luottaa. Heidän mukaan ehdotusta pitäisi testata käytännössä, ennen kuin siitä voisi antaa paremman käsityksen. Kuitenkin ajouraehto- tus nähtiin hyväksi ennakkotiedoksi (37,5 % kuljettajista). Myös karttaopasteeseen piirrettyä kulkua leimikolle koettiin hyväksi opasteeksi hakkuun ennakkosuunnitteluun (29,2 % kuljet- tajista).



**Kuva 23.** Ajouraehtotus rinnekohteella tarkkaan maastomallikarttaan, jossa esitetään ajoon vaikuttavat jyrkät kohdat eri värein. Kuva-analyysi: Sami Lamminen.

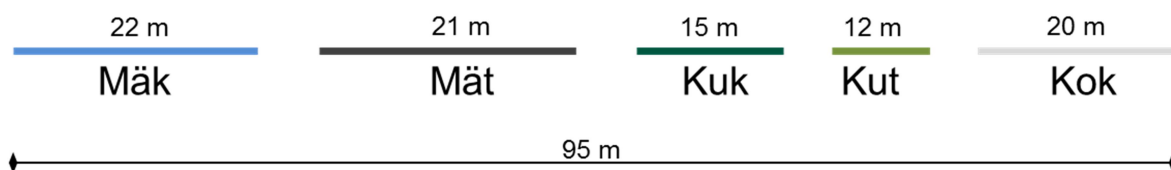
Karttaopasteen informaatio herätti kuljettajien keskuudessa pohdiskelua ja ehdotuksella nähtiin olevan myös tulevaisuuden mahdollisuuksia: ”Mielenkiintoinen karttaehtotus ja käyttökelpoinen. Laskelmien perusteella lasketut rinteille menot voisivat vahvistaa omia kokemuksia. Tämä toisi esille hakkuun vaativuuden kunnolla esille pimeänä aikana, mutta voiko tämän perusteella jättää jotakin alueita suoraan pois. Etukäteistieto tulevasta on aina hyväksi, silloin siihen voi ruveta ennakoimaan paremmin.” ”Kuva antaisi hyvää tietoa. Monesti alueet

*kuusikkovaltaisia ja puustoltaan kattavia ja monesti joutuu pohtimaan, voiko mennä rinteitä alas, tämä voisi poistaa epäilyksiä. Saataisiinko tällä mallilla ja ennusteella kuusivaltaisia harvennuksia kesäkelpoisiksi, koska nyt niitä tehdään talvella? Ottaako tämä ehdotus talven ja kesän vaihtelun huomioon?”*

Kuljettajista 16,7 % sanoi, että karttaehdotuksen pitäisi tulla korjuuohjeen mukana, jolloin tieto olisi heti käytössä ennakkosuunnittelussa. 20,8 % kuljettajista mielsi ajouraehdotuksen paremmin kokemattomille kuljettajille. Pienellä osalla kuljettajista (8,3 %) heräsi epäily siitä, että ottiko ehdotus huomioon maaperän ominaisuuksia tarpeeksi hyvin. Epäilystä herätti myös se, miten puulajit ja puutavaralajit ohjaavat hakkuuta ja ajourien suunnittelua, jolloin ehdotusta ei voisi kuljettajien mukaan noudattaa. Karttaopasteen kehityskohteina nähtiin kivikoiden ja pehmeiköiden parempaa kuvaamista.

### 3.5.8 Tienvarsivaraston tilan tarve puutavaralajeittain

Kuljettajien näkemys tarkan hakkuuennusteen perusteella laaditusta tienvarsivaraston tilatarpeesta puutavaralajeittain (Kuva 24) hakkuun suunnittelulle ja toteutuksen tueksi oli kohtalainen merkitys (ka 3,0 likert-asteikolla 1-5). Kuljettajien vastuksissa oli vaihtelua, johtuen osin käytännössä olevista toimintamalleista. Kuljettajien mukaan ei aina tiedetty puuautojen liikumista, jolloin ennakkoarvion perusteella tehty varastotilantarve on epävarma ja sitä voidaan avata turhaan liikaa. Sahat ohjaavat myös varastopaikan tilannetta ja puun tarvetta tapauskohtaisesti. Käytännössä useasti puuta ryhdytään ajamaan tienvarresta pian pois hakkuun aloituksen jälkeen, jolloin selvittää pienelläkin varastopaikan avaamisella. Kuljettajien mielestä etenkin isoilla hakkuilla opastuksen ennustus ei toteudu.



**Kuva 24.** Tienvarsivaraston tilan tarve puutavaralajeittain hakkuuennusteen perusteella laskettuna.

Kuljettajista 54,2 % koki opasteen hyväksi, jos hakkuuennakkoarvio olisi tarkka ja pitäisi paikkansa, mutta usein leimikolla toteutunut puumäärä ei vastaa ennakkoarviota. Tarkka hakkuuennustearvio helpottaisi kuljettajien mukaan varastopaikan aukaisua ja sijoittelua. Varastopaikoilla ongelmina ovat yleensä rajat, jotka tulevat vastaan. Sen vuoksi kolmannes kuljettajista (33,3 %) koki ennakkoarvion tilan koosta tarpeelliseksi. Lisätiedoksi opasteeseen kaivat-

tiin vastausten perusteella purkupuolen määritystä (37,5 % kuljettajista), jotta säästyttäisiin turhilta tien rikkomisilta.

Kuljettajan kommentti tuo esille opasteen merkitystä: *”Näyttäisi varmasti sen, miten paljon aluetta aukaistaan, ettei turhaan aukaise. Kun pikkusavotta kyseessä, silloin asiat ovat vaikeampia ja varastojen kanssa on ongelmia, jos naapurin puolella tulee rajat vastaan. Jos autoilla ei ole kuljetusta, niin ei voi hakatakaan. Harvennuksilla arvio heittää aina yleensä ylöspäin. Hyvä arvio ja ajomiehelle tosi tärkeä informaatio.”* Kuljettajista 25 % koki ennusteen paremmaksi metsäkuljetuksen suorittajalle ja kuljettajista 20,8 % sanoi ennusteen soveltuvan paremmin kokemattomille kuljettajille. Lisäksi 45,8 % kuljettajista oli sitä mieltä, että ennusteen ja varastopaikan vastuu on työnjohdolla.

## 4 TULOSTEN TARKASTELU JA JOHTOPÄÄTÖKSET

### 4.1 Aineiston ja menetelmän tarkastelu

Tutkimuksen tavoitteena oli saada yleiskäsitys hakkuukoneenkuljettajien nykyisestä työympäristöstä ja siinä hyödynnettävistä kuljettajaa ohjaavista ja opastavista tietojärjestelmistä sekä uusien karttaopasteiden merkityksestä hakkuun suunnittelulle ja toteutukselle. Tutkimuksen tavoitteiden takia aineiston hankinta perustui pääosin kvantitatiiviseen tutkimukseen, jotta tutkitun tiedon avulla voitiin tehdä yleistyksiä otoksesta ja mitata erilaisten asioiden sekä tekijöiden välisiä riippuvuuksia. Aineiston hankinnassa hyödynnettiin myös kvalitatiivista tutkimusta kyselylomakkeeseen sijoitetuilla avoimilla kysymyksillä, joilla haettiin lisäinformaatiota ja täsmennystä vastaajien näkemyksistä.

Haastattelujen vuorovaikutuksellinen keskustelutilanne oli tärkeätä vastaajien vapaan kommentoinnin kannalta. Arvioitaessa haastattelun ja kysymysten johdonmukaisuutta voidaan sanoa, että vastaajat vaikuttaisivat oivaltaneet heille esitetyt kysymykset ja vastasivat niihin johdonmukaisesti. Haastattelun ongelmaksi muodostuivat joskus haastattelutilanteet koneen melun keskellä, jolla oli vaikutusta osaan nauhoitusten äänen tasoon. Haastattelun tukena käytetty kyselylomake oli pääsääntöisesti onnistunut, mutta ongelmana voidaan kuitenkin pitää sen monipuolisuutta sekä samantyyppisten kysymysten toistuvuutta, mikä hankaloitti aineiston analysointia. Haastattelun ja kyselyn negatiivisena asiana voidaan pitää myös kuljettajien kykyä omaksua ja ymmärtää ensimmäistä kertaa nähdyn karttaopasteen, koska omaksumiskykyyn saattoi vaikuttaa kuljettajan henkilökohtaiset ominaisuudet.

Tutkimuksen haastattelut kohdistettiin kokeneisiin hakkuukoneenkuljettajiin, joilla laaja-alaista tietoa hakkuukonetyöstä sekä kattavaa näkemystä lisätiedon ja opastuksen tarpeesta hakkuun suunnittelussa ja toteutuksessa. Haastatteluihin vastanneet kuljettajat suhtautuivat myönteisesti kyselyyn ja kokivat uuden tiedon tarpeen tulevaisuuden mahdollisuutena. Aineiston koko (24 haastattelua) oli riittävä alustaviin päätelmiin karttaopasteiden merkityksestä ja tiedon tarpeellisuudesta kuljettajien keskuudessa, mutta yleistämisen kannalta lisätietoa tarvitaan yhä edelleen. Vaikka tutkimusalue rajoittui Itä-Suomeen, niin aineiston kattavuutta voidaan yleistää kohtuullisen hyvin koko Suomen alueelle, sillä kuljettajien työmaat jakautuivat sopivasti eri maapohjille.

Tutkimusaineistoa olisi voinut laajentaa valikoimalla mukaan myös muiden konevalmistajien kuljettajia ja vertailla onko näkemykset samanlaisia konemerkestä riippumatta. Huolimatta siitä että tutkimuksen haastattelut kohdistuivat PONSSE -metsäkoneita ohjaaviin kuljettajiin, tuloksia voidaan yleistää normaaliin puunkorjuu tilanteeseen, koska nykyaikaiset koneet omaavat samantapaisia tietojärjestelmiä. Tulosten luotettavuutta parantaa myös haastateltavien metsäkoneiden nykyaikaisuus (ka vuosimalli 2011). Tuloksia analysoitaessa ja yleistettäessä tulee kuitenkin muistaa, että erilaiset tiedon merkitysten tärkeysjärjestys pohjautuu vastaa-jakeskiarvoihin ja eri tekijöitä ei vastaajien toimesta erikseen määritelty haastatteluissa tärkeysjärjestykseen.

## **4.2 Hakkuun suunnittelu ja toteutus**

Tutkimuksen hakkuukoneenkuljettajilta saatiin kattavaa informaatiota hakkuun suunnittelusta. Kuljettajat joutuvat tekemään runsaasti päätöksiä hakkuun suunnittelussa ja toteutuksessa. Haastatteluissa ilmeni, että kuljettajille siirtynyt vastuu leimikon suunnittelusta on lisännyt työn vaativuutta ja henkistä kuormittavuutta. Vaikka työn ergonomia on parantunut koneiden teknologisen ja tietotekniikan kehittymisen myötä ja fyysinen rasittavuus on vähentynyt, niin haasteet henkiselle jaksamiselle ja työssä viihtyvyydelle ovat kasvaneet. Kuljettajien vastauksissa ilmeni samoja työssä viihtyvyyteen vaikuttavia negatiivisia olosuhdetekijöitä kuin Vi-hottulan (2010) tutkimuksessa, kuten hankalaa maastoa, motivaatiota, työpäivän kiireyttä ja pituutta sekä alhaista palkkatasoa. Lisäksi kuljettajat kokivat kausiluonteisuuden lisänneen psyykkistä kuormitusta ja työmotivaation alentumista, kuten Julkunen (2010) tutkimukses-saan, millä on ollut vaikutusta alalle hakeutuvan työvoiman määrään.

Hakkuukoneen tietojärjestelmät, kartta- ja metsätietojärjestelmät sekä koneen oma tietojärjestelmä, koettiin olennaiseksi ja välttämättömäksi osaksi tuottavaa hakkuukonetyötä. Kuljettajat valikoivat ja hankkivat tietoa eri tavoilla hakkuutyön päätöksenteon tueksi sekä hyvän korjuujäljen takaamiseksi. Vaikka peruskartassa esitetyn tiedon mitta- ja sijaintitarkkuutta pidettiin suhteellisen heikkona, peruskarttanäytön tarve korjuussa oli ehdoton. Kuljettajien vastauksissa oli selvästi havaittavissa, että aikaisempi kokemus karttaopasteesta kuten ilmakehuopasteesta lisäsi opasteen merkitystä ja sen tuomaa tiedon tarvetta verrattaessa vastanneisiin, joilla sitä ei ollut käytössä. Ilmakehu auttoi muun muassa leimikon rajan tulkinnan ongelmatilanteissa. Useimmat kuljettajat kuitenkin kaipasivat kattavampaa ja tarkempaa tietoa korjuukohteesta, ettei korjuun päätöksiä jouduttaisi tekemään epävarmuuden ja puutteellisen tiedon valitessa. Kuljettajien näkemyksissä oli paljon samaa kuin Ylimäen ym. (2012) tutkimuksessa, jonka mukaan kuljettajat tarvitsevat tietoa ja opastusta erityisesti suunnittelun ja päätöksenteon tueksi.

Tutkimuksen kuljettajat kokivat työmaan ennakkosuunnittelun vastuuta siirtyneen enemmän kuljettajille ja korjuuyrittäjille. Työnjohdon toteuttamassa ennakkosuunnittelussa koettiin olevan puutteita ja erityisesti leimikon maastomerkinnöissä koettiin olevan parannettavaa. Kuljettajat kaipasivat täsmällisempää ja kattavampaa tietoa leimikon rajoista, jotta työskentely olisi katkotonta ja tehokasta. Jos maastomerkinnät sekä kartta- ja koneen paikannustuki eivät olleet riittäviä, jouduttiin usein ottamaan yhteyttä työnjohtoon ja maanomistajaan. Kuljettajat tiedostivat paikannusjärjestelmän tarkkuuden vaihtelut ja sen, missä tilanteissa ja mihin paikannustietoa voitiin käyttää.

Kuljettajien työmallien valinnassa harvennushakkuille silmiinpistävää oli sivullepäin kaato -työmallin, jossa kasaus tapahtui molemmille puolille suuri käyttöprosentti (83,3 %). Kuljettajat kokivat työmallin soveltuvan varsinkin hakkuun jälkeiseen metsäkuljetukseen paremmin kuin sektorityömallin, koska työmalli mahdollisti puutavaralajien paremman sijoittelun ja kasauksen. Merkittävä havainto oli myös se, että useimmat kuljettajat vaihtoivat metsäkoneenkuljettajaksi valmistuttuaan työmallin sivullepäin kaato -työmalliin, vaikka alustavasti koulussa oli suositeltu ja opetettu sektorityömallia ensisijaiseksi työmalliksi. Lisäksi kuljettajat vaihtelivat työmalleja tilanteen mukaan ja työmalleissa hyödynnettiin erilaisia variaatioita, kuten esimerkiksi Ovaskaisen (2012) tutkimuksessa mainittua sovellettua sektorityömallia harvennuksella.



Hakkuun suunnittelun suurimpina tiedontarpeina oli kohteen kulkukelpoisuustiedon ja leimikon erityiskohteiden esittäminen. Tiedon tarpeen merkitys kasvoi maastoltaan vaikeilla kohteilla sekä pimeään ja lumipeitteisen talviaikaan hakattaessa. Myös tiedontarve koneen komponenttien kunnosta koettiin suureksi. Vaikka puuston kertymällä ja sijainnilla on merkitystä korjuun suunnitteluun ja toteutukseen, jäivät merkitystasot edellisiä tekijöitä pienemmiksi. Kuljettajat perustelivat pienempää merkitystä sillä, että merkitty leimikko käydään läpi joka tapauksessa. Toisaalta ajouraverkon suunnitteluun puustokertymällä koettiin olevan vaikutusta. Kuljettajien vastauksissa oli paljon samaa kuin Ylimäki ym. (2012) tutkimuksessa, jonka mukaan hakkuukoneenkuljettajien suurimpina informaation puutteina olivat hakkuukohteen korjuuolot, ajouraverkoston ongelmakohdat ja maaston muotojen epäselvyys. Lisäksi kuljettajien tiedon tarve näkemykset vahvistavat niitä olettamuksia, että kuljettajien ennakkosuunnittelun ja vastuun määrän lisääntyessä sekä tiedon määrä että yksityiskohtaisemman ja tarkemman tiedon haluttavuus tulee kasvamaan.

Hakkuukoneenkuljettajat antoivat monivalintakysymyksiin pääsääntöisesti suurempia merkitys/tarpeellisuustasoja tässä tutkimuksessa kuin Ylimäen ym. (2012) tutkimuksessa, jossa selvitettiin opastavien järjestelmien tarvetta koneellisen puunkorjuussa. Tosin samaan aiheeseen kohdistuneita kysymyksiä oli vain muutamia, joten tulosten tarkempaa vertailua ei voinut tehdä. Ylimäen ym. (2012) tutkimukseen verrattuna tässä tutkimuksessa monivalintakysymykset kohdistuivat useimmin koko hakkuukohdetta käsittäviin ja enemmän työn leimikkotasoon suunnitteluun kohdistuneisiin asioihin. Tutkimusmuodolla ja tutkimusten toteutuksen aikaerolla voi myös olla vaikutuksensa merkitystasoihin, sillä Ylimäen ym. (2012) tutkimus tehtiin kyselytutkimuksena vuonna 2012. Lisäksi osaan monivalintakysymykseen vastaukseen vaikutti tiedon esittämistavan tuoreus ja siitä johtuva epäily kuljettajien keskuudessa. Useimmat kuljettajat kokivat opastavissa järjestelmissä ensimmäiseksi käytännön testausta, jonka jälkeen näkemys olisi helpommin annettavissa. Toisaalta kaikesta uudesta tekniikasta, mikä tehostaisi hakkuun suunnittelua ja toteutusta oltiin varsin kiinnostuneita.

### **4.3 Karttaopasteiden merkitys puunkorjuulle**

Kuljettajien ensikokemukset esitetyistä karttaopasteista olivat varsin positiivisia. Merkitykseltään suuremmiksi koettiin jo käytössä olevat karttapohjat, kuten peruskartta ja ilmapalokuva. Kuljettajien näkemys näistä karttaesityksistä on tullut kentältä kokemuksen myötä, joten suoraa vertailua näiden ja ensikertaa nähtyjen opasteiden välillä ei ole syytä tehdä. Kulkukelpoisuutta, sekä kantavuutta että rinnejyrkkyyksiä, esittäneet karttaopasteet koettiin hyvin tarpeelliseksi jo esitetyssä muodossaan. Karttaopasteiden yleisinä parannusehdotuksina nähtiin kuvi-

en yksinkertaistamista ja värimaailman säätämistä. Erot opasteiden välisissä merkityksissä olivat kuitenkin suhteellisen pienet ja kaikki esitetyt opasteet koettiin merkitykseltään vähintään kohtalaiselle tasolle. Useista karttaopasteista todettiin myös samaa kuin LoggingMap-konseptilla esitetyissä karttaopasteissa (Väätäinen ym. 2013), että opasteen tuoma tieto olisi hyödyllinen jo kohteen valinnassa ja ennakkosuunnittelussa kuljettajalle sekä työn johdolle.

Maaston kulkukelpoisuutta kuvaavalle karttapohjalle esitetty ajouraopaste sai kuljettajilta tukea ja sen merkitys koettiin suureksi tai erittäin suureksi yli puolella kuljettajista vaikkakin useat epäilivät ennusteen tarkkuutta ja luotettavuutta. Tästä huolimatta menetelmää oltaisiin halukkaita kokeilemaan. Kuljettajien vastauksissa tuli esille ajouraverkon suunnittelun ja toteutuksen suuri vaikutus koko korjuun, myös metsäkuljetuksen ja jäljelle jäävän puuston, lopputulokseen.

Uusien karttaopaste-ehdotuksien välittämä tieto ei avautunut kaikille samalla tavoin karttaa ensikertaa tulkittaessa, johtuen osittain kuljettajien omaksumiskyvystä sekä työskentely tavoistaan. Silti useimmat vastanneista kokivat uusien karttaopasteiden tarjoaman tiedon enimmäkseen kohtalaisesti tai suuresti merkitseväksi hakkuussa. Vastauksen ”ei lainkaan merkitystä” antoivat vain pieni osa vastanneista (0 - 8,3 %).

#### **4.4 Kuljettajan ikä ja kokemus sekä ominaisuudet selittävinä tekijöinä**

Kuljettajien välillä oli havaittavissa vaihtelua asennoitumisessa tutkimukseen, johtuen osittain kuljettajien taustatekijöistä. Ennako-oletusten mukaan tämä oli normaalia, koska ihmisten informaation vastaanottamiseen ja päätöksentekoon vaikuttaa asenteet ja arvot (Aarnio 2015). Asenne ohjaa myös informaation poimintaa siten, että ristiriitaista informaatiota torjutaan ja sille myönteistä poimitaan (Aiken 2002). Tämän vuoksi myös kuljettajien persoonallisuus vaikutti tiedon tarve ja karttaopasteisiin kohdistuvaan ajatteluun. Useimpien kuljettajien kohdalla tapahtui myös kriittistä ajattelua, jolloin johtopäätöksiä ei tehty pelkkien yksittäisten kokemusten perusteella, vaan asioita pohdittiin ja kyseenalaistettiin monelta kantilta.

Tutkimuksen tilastollisessa osuudessa selvitettiin kuljettajien näkemyksiä lukumäärin ja prosenttiosuuksin. Tilastollisessa analyysissä havaittiin vain vähän eroavaisuuksia eri ikä- ja kokemusluokkien välillä, mutta huomionarvoiset ja merkittävät erot jäivät vähälle. Tilastollisesti merkitseviä eroja oli yhteensä seitsemän ikä- ja kokemusluokissa 32 monivalintakysymyksestä (Liite 2-5). Karttaopasteiden kohdalla (Liite 4-5) löytyi ainoastaan kaksi tilastollisesti mer-

kittävä eroa ikä- ja kokemusluokissa. Luokkien välisistä eroista ei voida tilastollisesti tarkasteltuna tehdä pitkälle meneviä johtopäätöksiä, koska aineisto ei ollut riittävän laaja asianmukaisesti sekä tilastollisesti merkitseviin analyysihin. Tutkimuksen tuloksista pitää huomioida kuljettajien todelliset tilannekohtaiset näkemykset sekä vapaat kommentit. Vaikka tutkimuksen tilastollisen analyysin merkitys jäi kuljettajien näkemysten välillä vähäiseksi, niin keskiarvojen ja keskihajontojen perusteella voitiin kuitenkin havaita, että näkemyksissä oli eroja (Liite 2-5). Ennakkokäsityksestä poiketen myös kokeneimmat kuljettajat kokivat lisätiedon ja opastuksen tarpeen sekä karttaopasteiden merkityksen samankaltaisesti kuin työkokemukseltaan nuoremmat. Pääosin kuljettajien väliset näkemykset erot johtuivat kuljettajien käyttämisestä tietojärjestelmistä, toimintamalleista, asenteista ja motivaatiosta.

#### **4.5 Päätelmät ja jatkotutkimuksen tarve**

Kuljettajien vastausten perusteella voidaan sanoa, että muutama hyvä karttaopaste jossa tieto esitetään selkeästi ja visuaalisesti sekä määrällisesti rajoitetusti, on riittävä hakkuun suunnittelulle ja toteutukselle. Kuljettajien mielestä tarvetta olisi ensisijaisesti tilannekohtaiselle karttaopasteelle, joka olisi saatavilla kuljettajakohtaisen tarpeen ja korjuukohteen ominaisuuksien mukaan. Kun tarpeeseen sopivaa tarkkaa ja oikein esitettyä karttaopastetta saadaan tulevaisuudessa käyttöön, se avaa mahdollisuuksia parantaa paitsi työn tuottavuutta sekä työn jäljen laatua, kuin myös harvennusten kasvukykyä, työturvallisuutta, koneiden käyttökuntoa sekä operaatioiden keston ennustettavuutta.

Tutkimuksen esitetyissä karttaopasteissa hyödynnettiin pääosin laserkeilausaineistoon perustuvaa tietoa, joka on saatavilla jo suurelle osalle Suomen talousmetsiä ja korjuukohteita. Osa karttaopasteista sisälsi useamman aineiston tulkintaa ja analyysia. Tutkimus vahvisti näkemyksiä karttaopasteiden edelleen kehittämiseksi sekä korjuun ennakkosuunnitteluun että korjuunaikaiseen suunnitteluun. Jatkotutkimuksen kannalta olisi tärkeää saada vielä lisää tietoa karttaopasteiden todellisesta toimivuudesta hakkuutyössä ja niitä tulisi testata vielä enemmän kuljettajilla. Karttaopasteiden kehitystyössä ja laserkeilausaineistoon perustuvan tiedon hyödyntämisessä on muistettava myös nykyisen laserkeilauksen toimivuus erilaisissa metsiköissä ja kuinka paljon metsikkörakenteet vaikuttavat puustotunnusten mittaustarkkuuteen.

Työn ennakkosuunnittelun sekä työnaikaisen suunnittelun tueksi kaivattavan tiedon tarve huomioiden, työn suunnittelua tukevien järjestelmien potentiaali on merkittävä suomalaisessa puunkorjuussa. Kuljettajaa opastavia järjestelmiä on jo nyt hyödynnettävissä ja niiden osuuden odotetaan yhä kasvavan metsäalalla tulevaisuudessa. Tulevaisuuden jatkotutkimustarpee-

na olisikin jatkaa selvityksiä opastavien järjestelmien käytännön soveltuvuudesta kentälle ja millainen tiedon esittämistapa soveltuisi parhaiten kuljettajalle. Kuljettajan käytettävän tiedon on oltava tulevaisuudessakin hyvin organisoitua ja soveltuvaa sekä määrältään että tyypiltään juuri työtehtävää varten. Tiedon tulee olla helposti havaittavissa ja ymmärrettävissä käytettävyyden takia. Lisäksi opastavien järjestelmien kehittämisessä tulee muistaa, että kuljettajan kyky prosessoida tietoa on rajallista. Tiedon määrällä, laadulla ja ajoituksella on vaikutusta siihen, koetaanko esitetty tieto hyödylliseksi ja tarpeelliseksi. Uuden teknologian käyttöönotossa on myös huomioitava ongelmat ja mahdolliset uhkatekijät. Kehittyvä teknologia voi olla mahdollisuus, mutta myös uusi potentiaalinen vikalähde. Siksi uuden asian tuottavuuden tulee olla aidosti parempaa, jotta käyttöönotosta tullut riski kannattaa ottaa.

Tulevaisuudessa on myös odotettavissa, että isojen tietomassojen ja tietojärjestelmien avulla tehdyillä analyyseilla voidaan pian opastaa ja saada kuljettajille tehokkaita, polttoainetta ja ympäristöä säästäviä koneita sekä työmaakohteelle parhaiten soveltuvat työtavat ja -mallit. Tulevaisuuden mahdollisuudet ovat potentiaalisen teknologian kehittämisessä, joilla voidaan tehostaa puunkorjuuyritysten kannattavuutta. Hakkuukone tuottaa nykyisin valtavasti dataa, mutta oleellisinta onkin valikoida merkityksellinen data sopivaan käyttötarkoitukseen. Uusien järjestelmien kehitystyössä tulee muistaa, etteivät ne saa lisätä kuljettajien työn kuormittavuutta, vaan niiden tulee tukea kuljettajien työn suunnittelua ja päätöksentekoa.

## KIRJALLISUUS

- Aarnio, K., Autio, S., Hiltunen, V., Nieminen, J. & Suomalainen, S. 2015. Skeema 1. Psykologian perusteet. Otavan kirjapaino Oy, Keuruu. 172 s.
- Ahokas, P. 2014. [Verkkodokumentti]. Metsäkoneiden tiedonsiirron aloittaminen Mäkinen & Pojat Oy:n ja Mikon Metsäpalvelut Oy:n välillä. Opinnäytetyö. Metsätalouden koulutusohjelma. Tampereen ammattikorkeakoulu. Saatavissa: [https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/75388/Ahokas\\_Pekka.pdf?sequence=1](https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/75388/Ahokas_Pekka.pdf?sequence=1) [Viitattu 25.1.2016].
- Aiken, L. 2002. Attitudes and related psychosocial constructs: Theories, assessment, and research. Thousand Oaks. Sage
- Ala-Ilomäki, J., Heikkilä, J., Pykäläinen, J., Jutila, J. & Ylisirniö, K. 2008. [Verkkodokumentti]. Metsäkoneiden aistinjärjestelmä, puuston kartoittaminen ja puoliautomaattinen ohjaus – FORESTRIX. Metlan työraportteja 102. 51 Saatavissa: <http://www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/2008/mwp102.htm>. [Viitattu 28.1.2016].
- Asikainen, A., Leskinen, L., Pasanen, K., Väätäinen, K., Anttila, P. & Tahvanainen, T. 2009. Metsäkonesektorin nykytila ja tulevaisuus. Metlan työraportteja 125. 48 s.
- Bergkvist, I., Friberg, G., Mohtashami, S. & Sonesson, J. 2014. [Verkkodokumentti]. STIG-projektet 2010–2014. Arbetsrapport Från Skogforsk nr. 818–2014. Saatavissa: <http://www.skogforsk.se/contentassets/5a2becd9ed79427f8c4e940765c6b3bf/stig-projektet-2010-2014.pdf> [Viitattu 25.2.2016].
- Davis, F. D., Bagozzi, R. P., & Warshaw, P. R. (1989). [Verkkodokumentti]. User acceptance of computer technology: A comparison of two theoretical models. Management Science, 35(8), s. 982–1003. Saatavissa: <http://home.business.utah.edu/actme/7410/DavisBagozzi.pdf> [Viitattu 1.2. 2016].
- Elmia Wood 2013 -messuilla esitellään maailmanuutuus: taisteluhävittäjätekniikkaa metsäkoneisiin, 2013. [Verkkodokumentti]. Saatavissa: <http://news.cision.com/fi/elmia-wood/r/elmia-wood-2013--messuilla-esitellaan-maailmanuutuus--taisteluhavittajatekniikkaa-metsakoneisiin,c9422932> [Viitattu 15.2.2016].
- Gellerstedt, S., Almqvist, R., Attebrant, M., Myhrman, D., Wikström, B-O. & Winkel, J. 1999. Metsäkoneiden ergonomian suositukset pohjoismaissa. Arbetslivsinstitutet. SkogForsk. Sveriges lantbruksuniversitet. Tummavuoren Kirjapaino Oy, Vantaa. 86 s.
- Hirsjärvi, S. & Hurme, H. 1985. Teemahaastattelu. Kyriiri Oy, Helsinki. 35–37.
- Holopainen, M., Tokola, T., Vastaranta, M., Heikkilä, J., Huitu, H., Laamanen, R & Alho, P. 2015. Geoinformatiikka luonnonvarojen hallinnassa. Helsingin yliopiston metsätieteiden laitoksen julkaisuja 7. 152 s.
- Honkasalo, A. 2004. [Verkkodokumentti]. Työ ja ekotehokkuus. Saatavissa: [https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/40406/SY\\_685.pdf?sequence=1](https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/40406/SY_685.pdf?sequence=1) [Viitattu 18.2.2016].

Hämäläinen, J., Holopainen, M., Hynynen, J., Jyrkilä, J., Rajala, P., Ritala, R., Räsänen, T. & Visala, A. 2014. [Verkkodokumentti]. Perusteita seuraavan sukupolven metsävarajärjestelmälle – Forest Big Data -hanke. Metsätieteen aikakauskirja.

Saatavissa: <http://www.metla.fi/aikakauskirja/full/ff14/ff144235.pdf> [Viitattu 28.1.2016].

Hyyti, H. 2016. [Verkkodokumentti]. Metsäkoneiden sensoritekniikka kehittyi. Aalto Yliopisto. FOREST BIG DATA -hankkeen tuloseseminaari. Saatavissa: [http://www.metsateho.fi/wpcontent/uploads/Hyyti\\_Aalto\\_Metsakoneiden\\_sensoritekniikka\\_kehittyy\\_FBD\\_tuloseseminaari.pdf](http://www.metsateho.fi/wpcontent/uploads/Hyyti_Aalto_Metsakoneiden_sensoritekniikka_kehittyy_FBD_tuloseseminaari.pdf) [Viitattu 24.3.2016].

Johansson, S. 2015. [Verkkodokumentti]. Nästä generations drivnings planering. Vision Nr 1, 2015. Forskning for framtidens skogbruk. Skogforsk. 8-11. Saatavissa:

<http://www.skogforsk.se/contentassets/d971e6aab434469d81009caeb4ca059c/best-way.pdf>

[Viitattu 23.3.2016].

Julkunen, R. 2010. [Verkkodokumentti]. Metsäalan vetovoimaisuus Pohjois-Karjalassa. Opin- näytetyö. Maa- ja metsätalouden yksikkö. Maaseudun kehittämisen koulutusohjelma Ylempi AMK. Seinäjoen ammattikorkeakoulu: Saatavissa: [https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/16147/Julkunen\\_Risto.pdf?sequence=1](https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/16147/Julkunen_Risto.pdf?sequence=1) [Viitattu 20.1.2016]

Kare, E. 2015. [Verkkodokumentti]. Puunkorjuun koneistuminen - kehityspolku. Tekesin katsaus 304/2015. Helsinki. 47 s. Saatavissa: [https://www.tekes.fi/globalassets/julkaisut/puunkorjuun\\_kehityspolku304\\_2015.pdf](https://www.tekes.fi/globalassets/julkaisut/puunkorjuun_kehityspolku304_2015.pdf) [Viitattu 18.12.2015].

Karjaluo, H. 2007. [Verkkodokumentti]. SPSS opas markkinatutkijoille. Working paper N:o 344. University of Jyväskylä. School of Business and economics. Saatavissa: <https://www.jyu.fi/jsbe/tutkimus/julkaisut/workingpaper/wp344>. [Viitattu 18.12.2016].

Kariniemi, A. 2003. Metsäkonetyön kuva – Ajattelun ja suunnittelun merkitys. Kehittyvä puuhuolto – seminaarijulkaisu 2003. Helsinki

Kariniemi, A. 2006. [Verkkodokumentti]. Kuljettajakeskeinen hakkuukonetyön malli – työn- suorituksen kognitiivinen tarkastelu. Helsingin Yliopisto. Saatavissa: [https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/1975/443/KASIKIRJOITUS\\_FINAL\\_A4.pdf?sequence=1](https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/1975/443/KASIKIRJOITUS_FINAL_A4.pdf?sequence=1) [Viitattu 18.12.2015].

Keski-Valkama, T. 2014. [Verkkodokumentti]. Big Data Suomalaisessa Teollisuudessa ja Liiketoiminnassa. Saatavissa: <http://www.cybercom.com/fi/Suomi/Yritys/Blogit/Blogit/Big-Data-Suomalaisessa-Teollisuudessa-ja-Liiketoiminnassa/> [Viitattu 18.12.2015].

Korpinen, L. 2007. [Verkkodokumentti]. Uuden tekniikan käyttöönotto voi vaatia ponnistelua. Teoksessa: Vehmasaho, U. (toim.) Valoa ja virtaa-näkemyksiä ja kokemuksia sähköän maailmasta. Saatavissa: [http://www.leenakorpinen.fi/temporary\\_book/Kaytettavyydesta.pdf](http://www.leenakorpinen.fi/temporary_book/Kaytettavyydesta.pdf) [Viitattu 19.2.2016].

Kokkarinen, J. (toim.) 2013. Koneellinen puunkorjuu – Hallitusti hyvään tulokseen. Metsäteho Oy, Joensuu. 82–85.

Laamanen, V. 2004. [Verkkodokumentti]. Hakkuukoneenkuljettajan hiljaisen tiedon näkyväksi tekeminen simulaattorin ja matemaattisten menetelmien avulla. Diplomityö. Tampere. Saatavissa: [http://matriisi.ee.tut.fi/hypermedia/julkaisut/di\\_vesa\\_laamanen.pdf](http://matriisi.ee.tut.fi/hypermedia/julkaisut/di_vesa_laamanen.pdf) [Viitattu 12.1.2016].

Lappi, J. 2014. [Verkkodokumentti]. Ponsse Opti6-mittalaitteen testaus. Testausmenetelmät ja huoltomiehen kenttätestaussalkun suunnittelu. Opinnäytetyö. Tietotekniikan koulutusohjelma. Oulun seudun ammattikorkeakoulu. Saatavissa: [https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/83798/Lappi\\_Jussi.pdf?sequence=1](https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/83798/Lappi_Jussi.pdf?sequence=1) [Viitattu 25.1.2016].

Löfgren, B., Järrendal, D. & Tinggård Dillekås, Hans. 2008. [Verkkodokumentti]. Head-up display kan ge lägre arbetsbelastning och högre produktion. Skogforsk resultat nr 16. 4. Saatavissa: [http://www.skogforsk.se/contentassets/69eaa950d0904b38a5aabc6fa4028b76/resultat16-07\\_lowres.pdf](http://www.skogforsk.se/contentassets/69eaa950d0904b38a5aabc6fa4028b76/resultat16-07_lowres.pdf) [Viitattu 22.1.2016].

Malinen, J., Maltamo, M. & Harstela, P. 2001.[Verkkodokumentti]. Application of Most Similar Neighbor Inference for Estimating Marked Stand Characteristics Using Harvester and Inventory Generated Stem Databases. International Journal of Forest Engineering 12(2): 33-41. Saatavissa: <https://journals.lib.unb.ca/index.php/IJFE/article/view/9913/10099> [Viitattu 12.4.2016].

Metsäopetus, 2015. [Verkkodokumentti]. Saatavissa: <http://www.metsaopetus.fi/fi/ammattilinen+koulutus/ammattit/hakkuukoneenkuljettaja?url=/fi/ammattit/hakkuukoneenkuljettaja>

Murrell, H.1982. Ihminen ja kone. Weiling+Göös. Espoo. 122 s.

Nummenmaa, L. 2009. Käyttäytymistieteiden tilastolliset menetelmät. ( 3. Uudistettu painos). Kustannusosakeyhtiö Tammi. Livonia Print, Latvia 2011.

Ovaskainen, H. 2012. Työmallit koneellisessa puunkorjuussa. [Verkkodokumentti]. Metsätehon raportti 221. Saatavissa: [http://www.metsateho.fi/wp-content/uploads/2015/02/Raportti\\_221\\_Ty%C3%B6mallit\\_koneellisessa\\_puunkorjuussa\\_ho.pdf](http://www.metsateho.fi/wp-content/uploads/2015/02/Raportti_221_Ty%C3%B6mallit_koneellisessa_puunkorjuussa_ho.pdf) [Viitattu 19.1.2016]

Palmroth, L. 2011. [Verkkodokumentti]. Performance monitoring and operator assistance systems in mobile machines. Tampereen teknillinen yliopisto. Julkaisu 955.115 s. Saatavissa: <http://dspace.cc.tut.fi/dpub/bitstream/handle/123456789/6896/palmroth.pdf?sequence=3&isAllowed=y> [Viitattu 28.1.2016].

Ponsse, 2015.[Verkkodokumentti]. Opti tietojärjestelmät. Saatavissa:<http://www.ponsse.com/fi/tuotteet/opti-tietojarjestelmat/metsakonejarjestelmat/harvesterit> [Viitattu 18.12.2015].

Raappana, A. & Melkas, H. 2009. [Verkkodokumentti]. Teknologian hallittu käyttö vanhuspalveluissa. Opas teknologiapäätösten ja teknologian käytön tueksi. Lappeenrannan teknillinen yliopisto. Esa print Oy, Tampere. Saatavissa: <https://oa.doria.fi/bitstream/handle/10024/59191/isbn%209789522148650.pdf?sequence=5> [Viitattu 19.2]

Räsänen, T., Hämäläinen, J., Lamminen, S., Lindeman, H., Salmi, M. & Väätäinen, K. 2013. [Verkkodokumentti]. Uudet informaatiolähteet puunhankinnan tukena. EffFibre-loppuraportti. Metsätehon raportti 226. 28 s. Saatavissa: [http://www.metsateho.fi/wp-content/uploads/2015/02/Raportti\\_226\\_Uudet\\_informaatiolähteet\\_puunhankinnan\\_tukena\\_tr\\_ym.pdf](http://www.metsateho.fi/wp-content/uploads/2015/02/Raportti_226_Uudet_informaatiolähteet_puunhankinnan_tukena_tr_ym.pdf) [Viitattu 28.1. 2016].

Räsänen, T. 2016.[Verkkodokumentti]. Metsätiedon lähteitä ja soveltamismahdollisuuksia. Metsäteho. FOREST BIG DATA -hankkeen tulosseminaari. Saatavissa: [http://www.metsateho.fi/wp-content/uploads/Rasanen\\_1\\_FBD\\_tulosseminaari.pdf](http://www.metsateho.fi/wp-content/uploads/Rasanen_1_FBD_tulosseminaari.pdf) [Viitattu 24.3.2016].

Saaranen-Kauppinen, A. & Puusniekka, A. 2009. [Verkkodokumentti]. Menetelmäopetuksen tietovaranto KvaliMOTV. Yhteiskuntatieteellisen tietoarkiston julkaisuja 2009. Saatavissa: [http://www.fsd.uta.fi/fi/julkaisut/motv\\_pdf/KvaliMOTV.pdf](http://www.fsd.uta.fi/fi/julkaisut/motv_pdf/KvaliMOTV.pdf) [Viitattu 18.12.2015].

Salo, I. 2014. Big data & pilvipalvelut. Docendo Oy, Jyväskylä. 186 s.

Tervo, K. 2010. [Verkkodokumentti]. Human adaptive mechatronics methods for mobile working machines. Aalto University, Department of Automation and Systems Technology. 230 s. Saatavissa: <http://lib.tkk.fi/Diss/2010/isbn9789526035307/isbn9789526035307.pdf> [Viitattu 28.1.2016].

Tynkkynen, M. 2001. Yksioteharvesterin informaatioergonomian kehittämistarpeet. Lisensiaatintutkimus. Tampereen teknillinen korkeakoulu. Konetekniikan osasto.

Uusitalo, J. 2003. Metsäteknologian perusteet. Metsälehti kustannus. Karisto Oy, Hämeenlinna. 15–24, 50–51.

Vihottula, M. 2010. [Verkkodokumentti]. Metsäkoneenkuljettajien työssä viihtyminen. Opin- näytetyö. Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulu. Metsätalouden koulutusohjelma. Saatavissa: [http://www.metsakeskus.fi/sites/default/files/metsakoneenkuljettajien\\_tyossa\\_viihtyminen.pdf](http://www.metsakeskus.fi/sites/default/files/metsakoneenkuljettajien_tyossa_viihtyminen.pdf) [Viitattu 20.1.2016].

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

Väätäinen, K., Ikonen, T., Ala-Ilomäki, J., Sirén, M., Lamminen, S. & Asikainen, A. 2012. [Verkkodokumentti]. Kuljettajaa opastavat älykkäät järjestelmät ja niiden käyttö koneellisessa puunkorjuussa. Metlan työraportteja 223. 40 s. Saatavissa: <http://www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/2012/mwp223.pdf> [Viitattu 19.1.2016]

Väätäinen, K., Lamminen, S., Ala-Ilomäki, J., Siren, M. & Asikainen, A. 2013. [Verkkodokumentti]. Kuljettajaa opastavat järjestelmät koneellisessa puunkorjuussa – kooste hankkeen avaintuloksista. Metlan työraportteja 279. Saatavissa: <http://www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/2013/mwp279.pdf> [Viitattu 15.1.2016].

Ylimäki, R. Väätäinen, K., Lamminen, S., Sirén, M., Ala-Ilomäki, J., Ovaskainen, H. & Asikainen, A. 2012. [Verkkodokumentti]. Kuljettajaa opastavien järjestelmien tarve ja hyötypotentiaali koneellisessa puunkorjuussa. Metlan työraportteja 224. 70 s. Saatavissa: <http://www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/2012/mwp224.pdf> [Viitattu 19.1.2016].



## LIITTEET

### Liite 1

## Haastattelupatteristo hakkuukoneenkuljettajille

Kysely kohdistuu työn suunnitteluun ja siihen, millä tiedolla sekä miten esitettynä voitaisiin auttaa/helpottaa kuljettajan työn suunnittelua ja työn toteutusta siten, *että hakkuu on tehokkaampaa, taloudellisempaa ja turvallisempaa huomioiden samanaikaisesti metsäkuljetuksen sujuvuutta, tehokkuutta ja korjuujälkeä*

### A. Taustakysymyksiä

*Kysymyksillä kerätään vastaajalta olennaisia taustatekijöitä, joilla voidaan olettaa olevan vaikutusta vastausten muodostumiseen ja sisältöön. Tuloksia voidaan myöhemmin esittää taustatekijöistä laadittujen ryhmien mukaisesti.*

A1. Kuljettajan ikä

A2. Kuljettajan kokemus ainespuun hakkuusta vuosina

A21. Kuinka hakkuut jakautuvat hakkuutavoille (ensiharvennus, toinen harvennus, päätehakkuu, onko ollut poimintahakkuita)?

A22. Kuinka paljon kyseisillä harvennuskohteilla on ollut puutavaralajeja keskimäärin ja miten puutavaralajimäärä on vaihdellut?

A23. Maaston jakautuminen hakkuilla eri maapohjille (turvemaat, kivennäismaat, rinnemaat). Osuudet %-arvioina.

A24. Työmaan keskikoko ja vaihteluväli; kertymät, pinta-alat

A3. Kuljettajan kokemus puutavaran metsäkuljetuksesta vuosina

A4. Käytetty/käytetyt konemalli/-t ja vuosimalli/-t viimeisen kahden vuoden aikana?

A5. Kuljettajan kokemus hakkuukoneen tietojärjestelmistä vuosina

*Tässä yhteydessä tietojärjestelmät käsittävät **metsäyhtiön omat kartta- ja tietojärjestelmät** sekä **Opti 4G Harvester**, joka tukee hakkuun ja katkonnan suunnittelua sekä raportoi työsuoritetta ja koneen käyttöä*

A51. Käytetty karttajärjestelmä nykyisessä koneessa?

A52. Seuraatko koneen suoritearvoja järjestelmistä?

1. päivittäin, 2. kuukausittain, 3. ei lainkaan

A53. Tukeudutko koneen tietojärjestelmän tarjoamaan tietoon hakkuun aikana ja mitä tietoa järjestelmästä käytät korjuun apuna?

*Opti 4G Harvester*

*Metsäyhtiön kartta- ja tietojärjestelmä (hakkuukoneesta saatavat kartat, muodostuva ajouraverkko)e*

A54. Kuinka tärkeäksi koet käyttämäsi tietojärjestelmän tuoman avun (yleisarvio ensin)? Koettu hyöty työn suunnittelussa ja toteutuksessa

1. ei hyötyä, 2. vähäinen hyöty, 3. kohtalainen, 4. selvä, 5. erittäin suuri hyöty

**Eriteltyinä:**

Opti 4G Harvester

*1. ei hyötyä, 2. vähäinen hyöty, 3. kohtalainen, 4. selvä, 5. erittäin suuri hyöty*Käytätkö järjestelmää?    *1 kyllä            2 ei            3 ei ole asennettu*

Metsäyhtiön kartta- ja tietojärjestelmä

*1. ei hyötyä, 2. vähäinen hyöty, 3. kohtalainen, 4. selvä, 5. erittäin suuri hyöty*Käytätkö järjestelmää?    *1 kyllä            2 ei            3 ei ole asennettu*

**A6. Mitä työmalleja käytät harvennushakkuilla:** Sektorityömalli, sivullepäin kaato -työmalli, jossa yhdelle puolelle kasaus vai sivullepäin kaato -työmalli, jossa kasaus molemmille puolille. (ks. liite1)

**A7. Mitä työmalleja käytät päätehakkuilla:** Sektorityömalli (ts. viuhkahakkuu), sivullepäin kaato -työmalli vai eteenpäin kaato -työmalli. (ks. liite 2)

**A8. Valitsetko ja käytätkö** eri työmalleja eri tilanteissa?

**A9. Mistä kohtaa leimikkoa aloitat yleensä hakkuun?**

A9.1 Kuinka hakkuu etenee; Esim. leimikon rajat kiertäen, järjestelmällisesti laanilta perälle tai toisin päin

A9.2. Vaikuttavatko jotkin tekijät leimikon aloituskohtaan?

**A10.** Kuinka merkittäväksi koet **huolellisen leimikon hakkuun ennakkosuunnittelun** korjuun kokonaistuottavuudessa, työn laadussa, korjuuvaurioissa ja turvallisessa korjuussa?

**A11.** Mitä kuuluu kohdallasi ennakkosuunnitteluun. Millaista suunnittelua teet, ennen kuin aloitat hakkuun?

**A12.** Miten seuraat ensiharvennuksella ajouraväliä?

## B. Työn suunnittelu ja tiedon tarve

Tässä voisi ehkä ensin kysyä, mitä tietoa on käytettävissä. Ja sen jälkeen erilaisten vaihtoehtojen tarvetta ja esittämistapoja

Mitä tietoa ja missä muodossa sinulla on nykytilanteessa käytettävissäsi hakkuun suunnitteluun hakkuun eri vaiheissa:

- **Mitä tietoa tarvitset ja käytät** kun hakkaat tilan tienvarsivarastolle (voitko vaikuttaa varaston sijaintiin, vai onko se ennalta annettuna)? **Mitä tietoa tarvitsisit lisänä?**

- **Mitä tietoa tarvitset ja käytät** kun suunnittelet ajouraverkostoa (suuntaus, pääurat yms.) leimikolle? **Mitä tietoa tarvitsisit lisänä?**

- **Mitä tietoa tarvitset ja käytät** kun suuntaat ajouraa hakkuun aikana? **Mitä tietoa tarvitsisit lisänä?**

- **Mitä tietoa tarvitset ja käytät** kun valitset työpisteen (johon siirret koneen) harvennuksella? **Mitä tietoa tarvitsisit lisänä?**

- **Mitä tietoa tarvitset ja käytät** kun varmistat leimikon rajat? **Mitä tietoa tarvitsisit lisänä?**

- **Mitä tietoa tarvitset ja käytät** kohteen kulkukelpoisuuden määrittämisessä? **Mitä tietoa tarvitsisit lisänä?**

- **Kuinka otat huomioon metsäkuljetuksen hakkuussa?**

- esim. kasojen koko ja sijainti, pehmeiköt (miten käsittelet), ajourien suuntaus, rinteet, kaltevuudet

- Mikä on mielestäsi **hakkuun opastuksen tarve päätehakkuulla** (onko vähäisempi kuin harvennuksella), mihin se erityisesti voisi kohdistua?

- **Kuinka suurella osalla kohteista koet opastuksella** olevan tarvetta (arvio prosentteina)?

- Kuinka **tarkaksi koet koneen GPS-paikannuksen?** Tulisiko olla vielä tarkempi paikannus?

- Olisiko mielestäsi tarvetta saada **paikannus hakkuulaitteen sijainnista** (GPS-paikannus)?

### Tiedon merkitys

B29. Puuttuuko mielestäsi jotain olennaista taustatietoa nykyisestä hakkuukoneen tietojärjestelmästä, mikä olisi tarpeellista? *Informaatio, joka auttaisi työn suunnittelussa tehokkaampaan, turvallisempaan, ympäristöystävällisempään, pienempään konekuormittumiseen ja käyttöasteen kasvuun korjuussa.*

291. Riittävän tarkka ennuste hakkuukertymästä ja puutavaralajimääristä **kuutiometreinä leimikolla laanin tekoa varten**

*1 ei lainkaan tarvetta, 2 vähäinen tarve, 3 kohtalainen tarve, 4 suuri tarve, 5 erittäin suuri tarve*

292 Riittävän tarkka ennuste hakkuukertymästä **kuutiometreinä leimikolla hakkuun ajoitusta ja koneen siirtoja varten**

*1 ei lainkaan tarvetta, 2 vähäinen tarve, 3 kohtalainen tarve, 4 suuri tarve, 5 erittäin suuri tarve*

293. Ennuste puutavaralajien määrästä **eri osissa leimikkoa**

*1 ei lainkaan tarvetta, 2 vähäinen tarve, 3 kohtalainen tarve, 4 suuri tarve, 5 erittäin suuri tarve*

294. Ennuste kohteen **kantavuudesta eri osissa leimikkoa** karttaesityksenä (

*1 ei lainkaan tarvetta, 2 vähäinen tarve, 3 kohtalainen tarve, 4 suuri tarve, 5 erittäin suuri tarve*

295. Tarkka kuvaus karttatasolla **leimikon maaston muodoista, korkeuden vaihteluista ja kaltevuuksista**

*1 ei lainkaan tarvetta, 2 vähäinen tarve, 3 kohtalainen tarve, 4 suuri tarve, 5 erittäin suuri tarve*

296. Tieto metsäkuljetukseen vaikuttavista ajouraverkon **kaltevuuksista** karttapohjalla esitettynä

*1 ei lainkaan tarvetta, 2 vähäinen tarve, 3 kohtalainen tarve, 4 suuri tarve, 5 erittäin suuri tarve*

297. Tieto ajouraverkolla olevista **heikosti kantavista kohdista**

*1 ei lainkaan tarvetta, 2 vähäinen tarve, 3 kohtalainen tarve, 4 suuri tarve, 5 erittäin suuri tarve*

398. Tieto ajouraverkon **ajokertarajoitteista** karttapohjalla esitettynä

*1 ei lainkaan tarvetta, 2 vähäinen tarve, 3 kohtalainen tarve, 4 suuri tarve, 5 erittäin suuri tarve*

299. Tieto **erityiskohteiden sijainnista** karttaesityksenä

*1 ei lainkaan tarvetta, 2 vähäinen tarve, 3 kohtalainen tarve, 4 suuri tarve, 5 erittäin suuri tarve*

300. **Ajouravälin opastus**

*1 ei lainkaan tarvetta, 2 vähäinen tarve, 3 kohtalainen tarve, 4 suuri tarve, 5 erittäin suuri tarve*

301. Työmaan **käsittelykohteelle tehokkaimpien työmallien** ehdotus

*1 ei lainkaan tarvetta, 2 vähäinen tarve, 3 kohtalainen tarve, 4 suuri tarve, 5 erittäin suuri tarve*

302. Harvennuksella **ehdotus poistettavaksi tulevasta puusta**

*1 ei lainkaan tarvetta, 2 vähäinen tarve, 3 kohtalainen tarve, 4 suuri tarve, 5 erittäin suuri tarve*

303. Esitys **harvennustarpeesta/-voimakkuudesta** kartalle esitettynä eri osissa leimikkoa

*1 ei lainkaan tarvetta, 2 vähäinen tarve, 3 kohtalainen tarve, 4 suuri tarve, 5 erittäin suuri tarve*

304. Harvennuksella **toteutuneen harvennuspoistuman esitys työpisteellä**

*1 ei lainkaan tarvetta, 2 vähäinen tarve, 3 kohtalainen tarve, 4 suuri tarve, 5 erittäin suuri tarve*

305. Opastus/-ilmoitus koneen kovakouraisesta ts. **liiallisen kuormittavasta käytöstä** (esim. voimakkaat kiihtyvyydet, ääriasennot, suuret momentit...)

*1 ei lainkaan tarvetta, 2 vähäinen tarve, 3 kohtalainen tarve, 4 suuri tarve, 5 erittäin suuri tarve*

306. Kuljettajan vireystilan tunnistus ja siitä ilmoittaminen sen vaikuttaessa korjuuseen

*1 ei lainkaan tarvetta, 2 vähäinen tarve, 3 kohtalainen tarve, 4 suuri tarve, 5 erittäin suuri tarve*

307. Ehdotus ajouraverkostosta leimikolle

*1 ei lainkaan tarvetta, 2 vähäinen tarve, 3 kohtalainen tarve, 4 suuri tarve, 5 erittäin suuri tarve*

308. Tieto koneen komponenttien kunnosta ja hälytys komponentin rikkoutuessa

*1 ei lainkaan tarvetta, 2 vähäinen tarve, 3 kohtalainen tarve, 4 suuri tarve, 5 erittäin suuri tarve*

309. Opasteiden/tiedon sijoittelu kuljettajan työnäkemälälle tuulilasinäytön avulla

*1 ei lainkaan tarvetta, 2 vähäinen tarve, 3 kohtalainen tarve, 4 suuri tarve, 5 erittäin suuri tarve*

310. Hyvien työmallien ehdotus eri konetyypeille ja eri korjuukohteisiin

*1 ei lainkaan tarvetta, 2 vähäinen tarve, 3 kohtalainen tarve, 4 suuri tarve, 5 erittäin suuri tarve*

311. Onko Eco-drive käytössä, jos käytössä, niin onko siitä hyötyä:

*1 ei hyötyä, 2 vähäinen hyöty, 3 kohtalainen hyöty, 4 suuri hyöty, 5 erittäin suuri hyöty*

*Ehdota tarvittavat kehityskohteet:*

312. Tuleeko jotakin muuta mieleen; tietoa, josta olisi hyötyä hakkuun suunnittelussa ja toteutuksessa? Muu, mikä?

*1 ei lainkaan tarvetta, 2 vähäinen tarve, 3 kohtalainen tarve, 4 suuri tarve, 5 erittäin suuri tarve*

## C. Opastuksen sisältö ja esitystapa

*Tässä haastateltava kommentoi näkemäänsä ja miettii sitä, miten karttanäkymä erilaisin informaatiotasoin ja -opastein tukee kuljettajaa hakkuun suunnittelussa ja toteutuksessa. Jokaiselle kuvalle esitetään samat kysymykset. Kuvaesimerkeissä näytetään myös kuvaopasteita, joissa tietoa on prosessoitu siten, että kuljettajalle tarjotaan tehokkaita työmalleja käyttöön-otettavaksi.*

C1. Antaako esitetty kuva hakkuulle tarpeellista tietoa

- mihin tieto on käytettävissä, perustele?
- missä vaiheessa hakkuuta tämä tieto olisi tarpeellinen, perustele?
- kuinka merkittävä/tarpeellinen tieto on?  
*1. ei lainkaan merkitystä, 2. pieni merkitys, 3. kohtalainen merkitys, 4. suuri, 5. erittäin suuri merkitys*
- onko ehdotuksia, ajatuksia tiedon esittämistapoihin?

### Kuva1. Peruskarttakuva turvemaakohteesta

Kuva kertoo ojien suunnat ja sijainnit. Soistunut alue esitetään vaalean sinisellä värillä. Tieto suhteellisen epätarkkaa.



C1. Antaako esitetty kuva hakkuulle ja hakkuun suunnittelulle tarpeellista tietoa

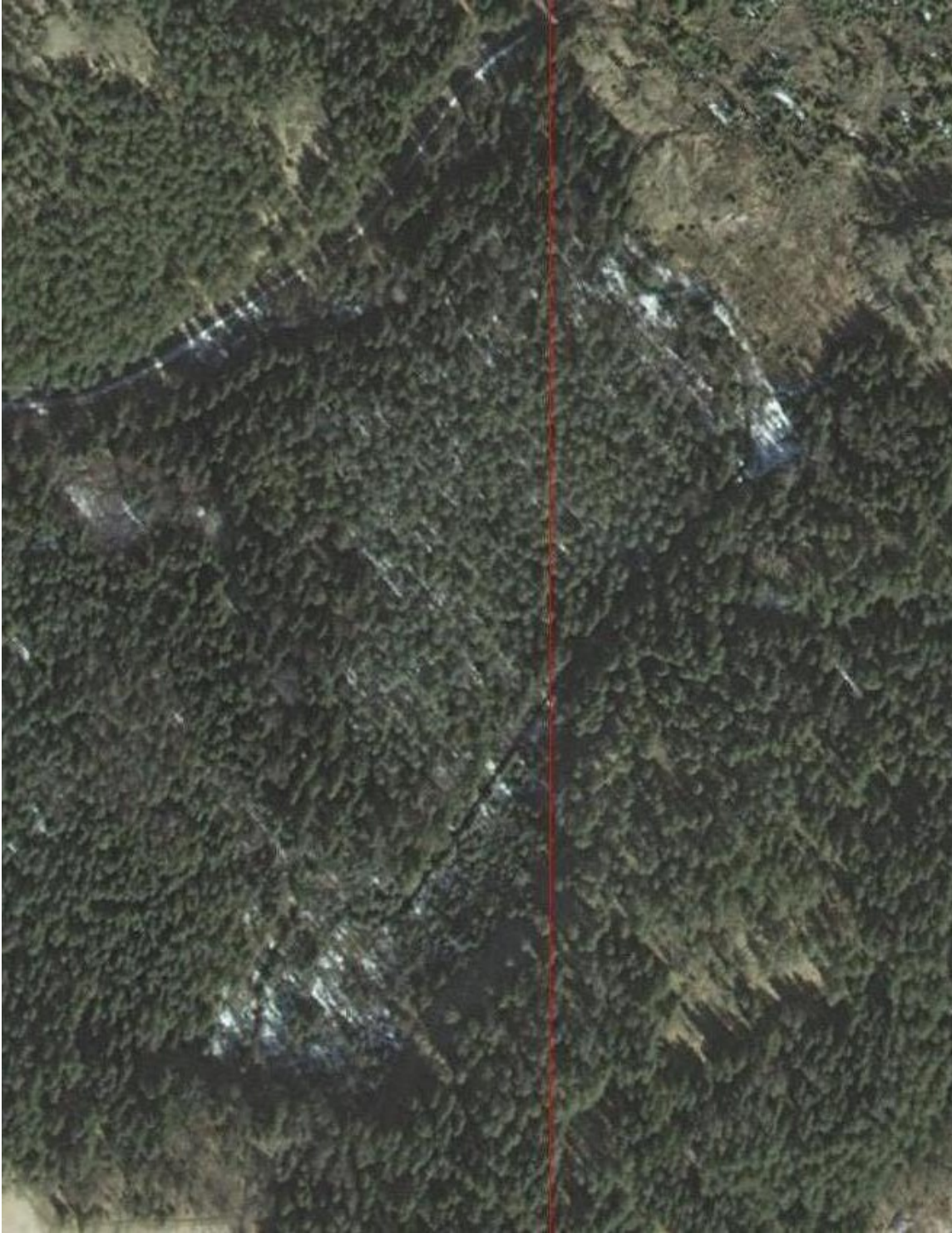
- mihin tieto on käytettävissä, perustele?
- missä vaiheessa hakkuuta tämä tieto olisi tarpeellinen, perustele?
- kuinka merkittävä/tarpeellinen tieto on?

*1. ei lainkaan merkitystä, 2. pieni merkitys, 3. kohtalainen merkitys, 4. suuri, 5. erittäin suuri merkitys*

- onko ehdotuksia, ajatuksia tiedon esittämistapoihin?

**Kuva2. Ilmavalokuvakuva turvemaakohteesta**

Kuva näyttää puuston jakautumisen sekä koon ja tiheyden vaihtelut alueella. Tieto paikkatarkka.



C1. Antaako esitetty kuva hakkuulle ja hakkuun suunnittelulle tarpeellista tietoa

- mihin tieto on käytettävissä, perustele?
- missä vaiheessa hakkuuta tämä tieto olisi tarpeellinen, perustele?
- kuinka merkittävä/tarpeellinen tieto on?

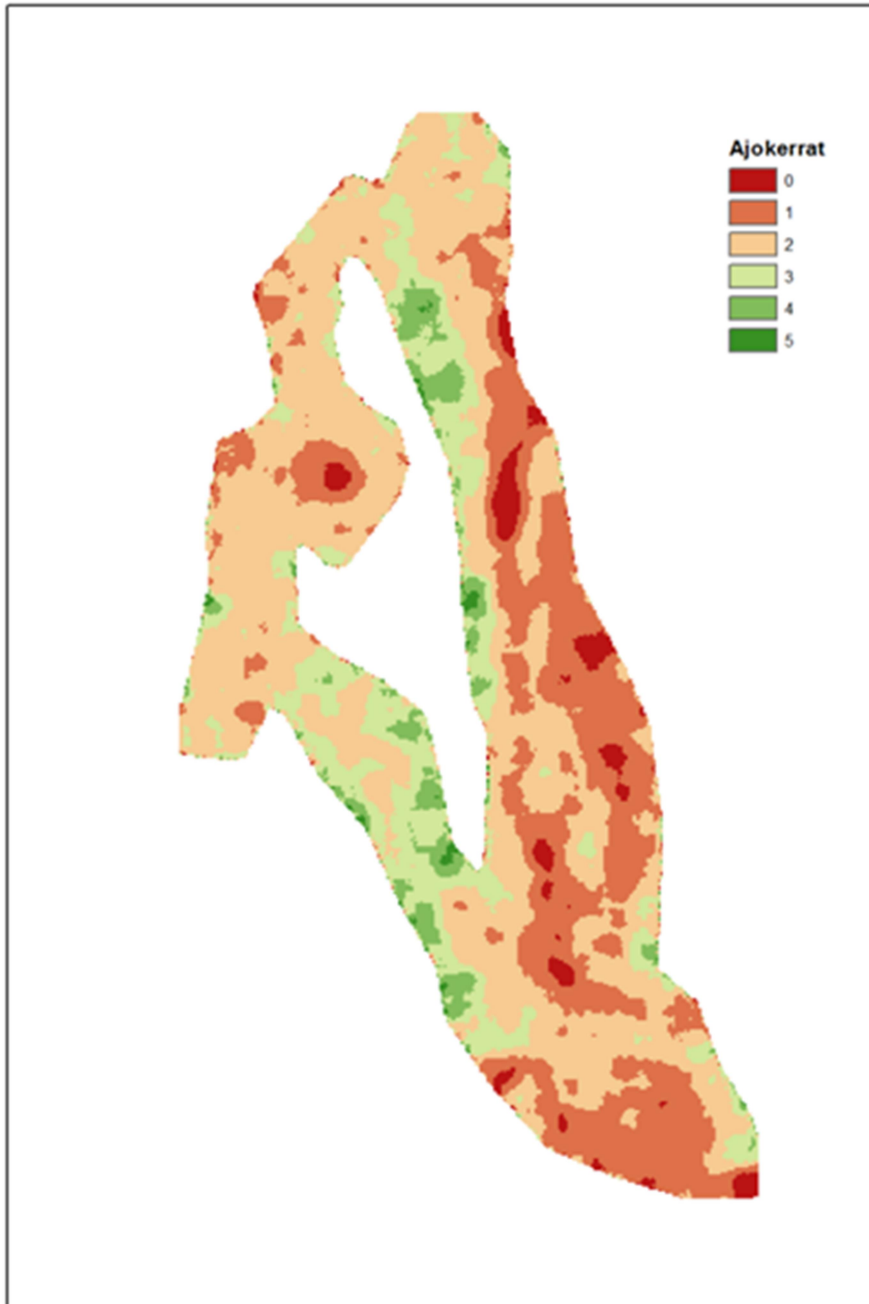
*1. ei lainkaan merkitystä, 2. pieni merkitys, 3. kohtalainen merkitys, 4. suuri, 5. erittäin suuri merkitys*

- onko ehdotuksia, ajatuksia tiedon esittämistapoihin?



**Kuva3. Laskennallisesti ennustettu arvio kohteen kantavuudesta ajokertojen määränä esitettyinä.**

Laserkeilausaineiston pohjalta tehty ennuste ajokertojen määrästä turvemaakohteella, kun sallittu raitteen syvyys on alle 10 cm.



C1. Antaako esitetty kuva hakkuulle ja hakkuun suunnittelulle tarpeellista tietoa

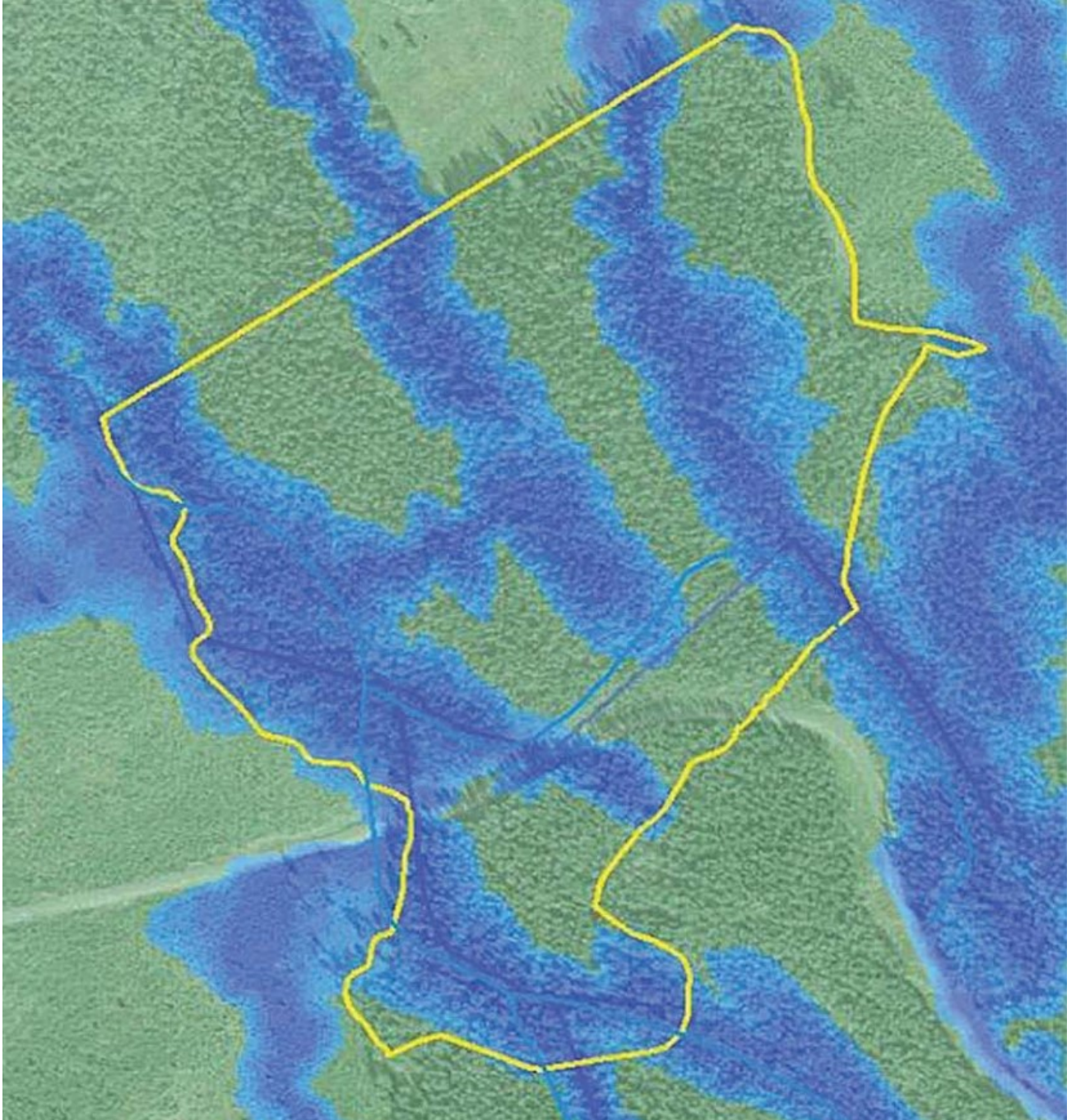
- mihin tietoa on käytettävissä, perustele?
- missä vaiheessa hakkuuta tämä tietoa olisi tarpeellinen, perustele?
- kuinka merkittävä/tarpeellinen tietoa on?

*1. ei lainkaan merkitystä, 2. pieni merkitys, 3. kohtalainen merkitys, 4. suuri, 5. erittäin suuri merkitys*

- onko ehdotuksia, ajatuksia tiedon esittämistapoihin?

**Kuva4. Pohjaveden korkeuteen ja ilmakehuun perustuva karttaesitys kohteen kulkukelpoisuudesta ja kantavuudesta.**

Laserkeilausaineiston pohjalta on ennustettu kohteelle pohjaveden korkeus, jonka perusteella on muodostettu kosteutta ja maaperän kantavuutta kuvaava väritys kartalle: Mitä sinisempää sitä kosteampaa ja pehmeämpää. Vihreät kohdat kantavia kivennäismaapohjia.



C1. Antaako esitetty kuva hakkuulle ja hakkuun suunnittelulle tarpeellista tietoa

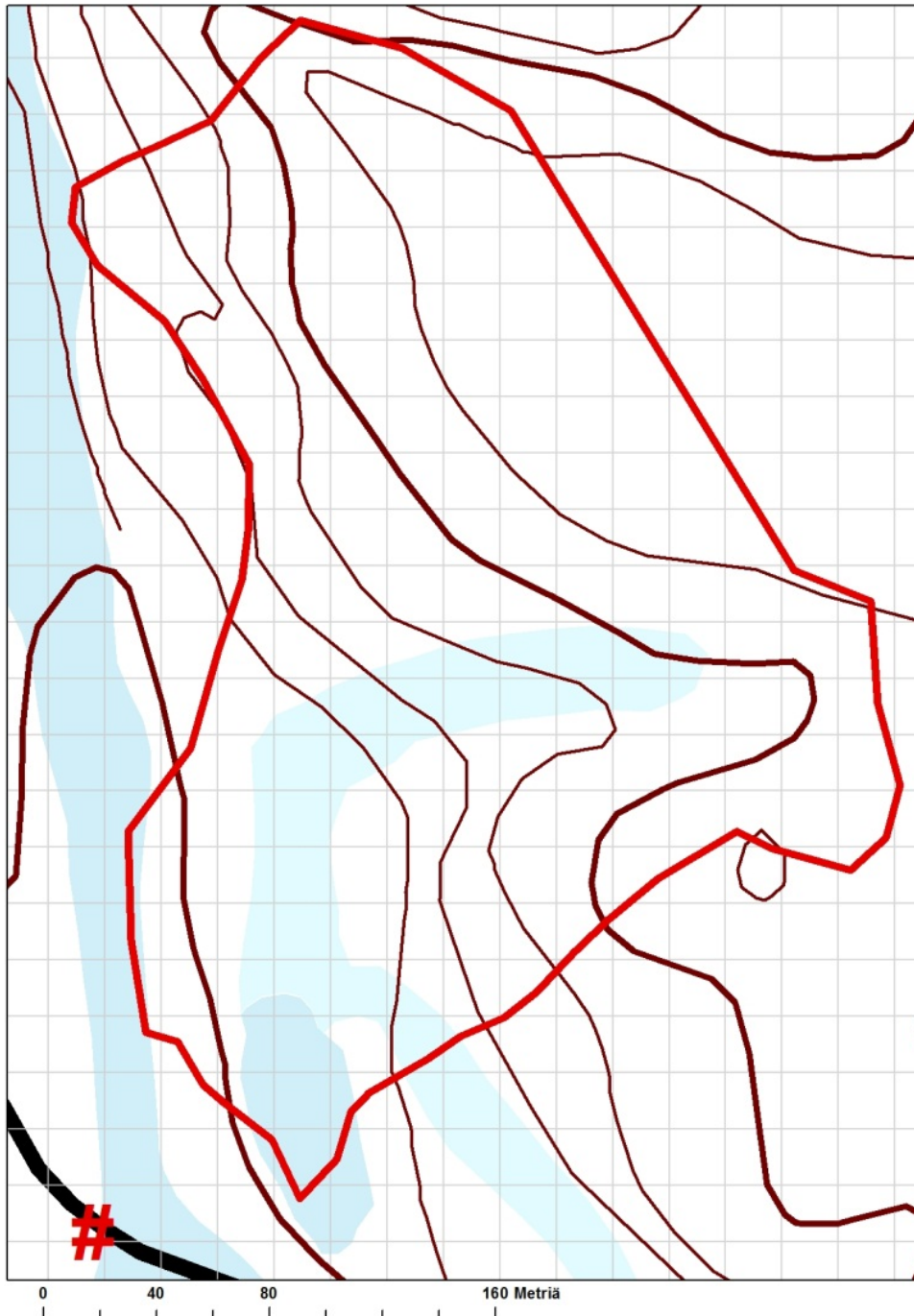
- mihin tieto on käytettävissä, perustele?
- missä vaiheessa hakkuuta tämä tieto olisi tarpeellinen, perustele?
- kuinka merkittävä/tarpeellinen tieto on?

*1. ei lainkaan merkitystä, 2. pieni merkitys, 3. kohtalainen merkitys, 4. suuri, 5. erittäin suuri merkitys*

- onko ehdotuksia, ajatuksia tiedon esittämistapoihin?

### Kuva5. Peruskarttakuva rinnekohteesta

Korkeuskäyrien avulla osoitetaan kohteella rinteiden jyrkkyys ja kohteen korkeusvaihtelut. Kosteammat ja pehmeämmät kohdat esitetään sinisellä värillä. Paikkatarkkuus vaihtelee kohteittain.



C1. Antaako esitetty kuva hakkuulle ja hakkuun suunnittelulle tarpeellista tietoa

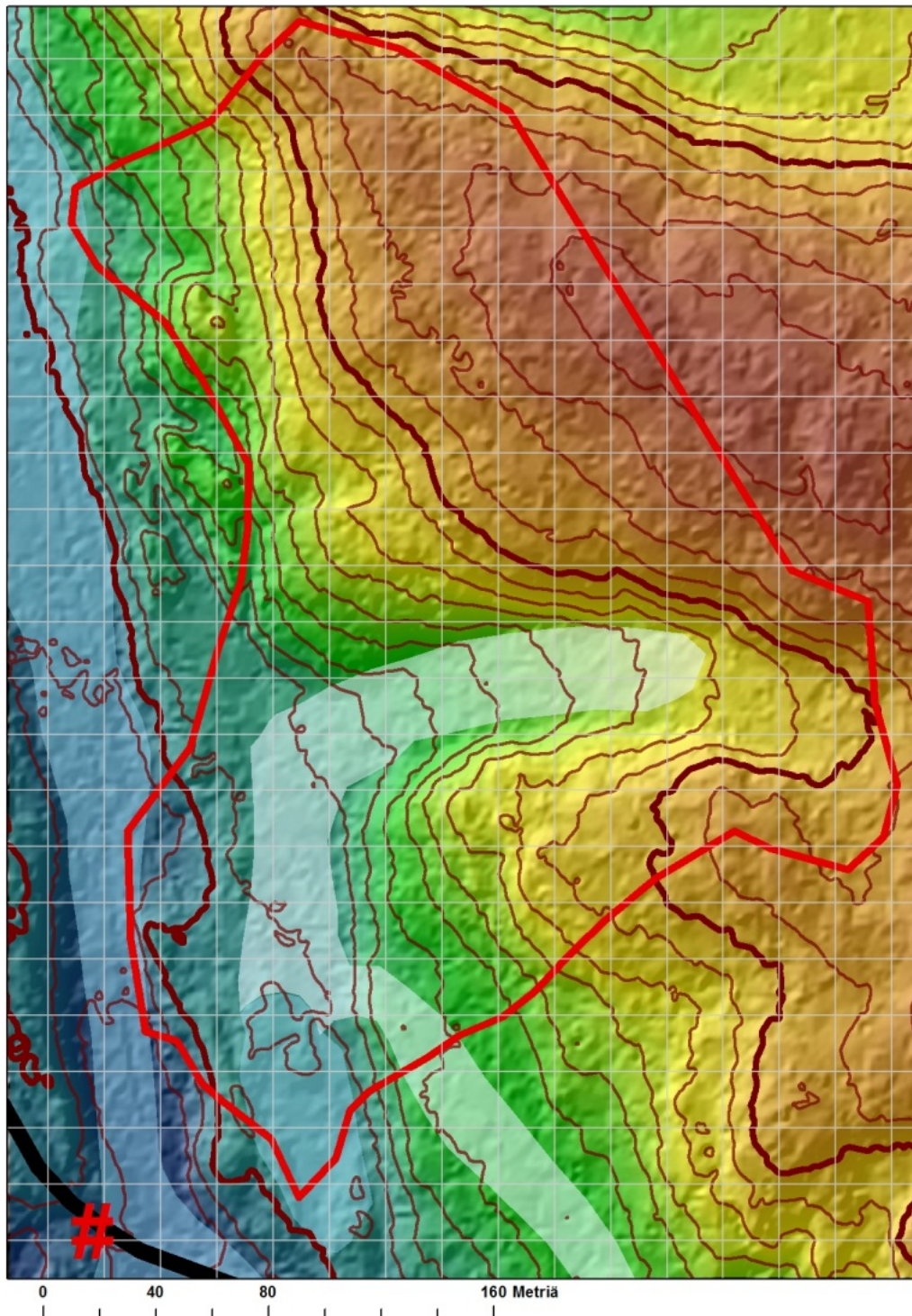
- mihin tieto on käytettävissä, perustele?
- missä vaiheessa hakkuuta tämä tieto olisi tarpeellinen, perustele?
- kuinka merkittävä/tarpeellinen tieto on?

*1. ei lainkaan merkitystä, 2. pieni merkitys, 3. kohtalainen merkitys, 4. suuri, 5. erittäin suuri merkitys*

- onko ehdotuksia, ajatuksia tiedon esittämistapoihin?

### Kuva6. Maastomallikartta rinnekohteesta korkeusvaihteluineen

Laserkeilausaineistosta laadittu kuva, jossa esitetään kohteen korkeudet eri värisävyin ja korkeuskäyrin. Kosteammat paikat esitetty myös peruskarttatiedosta linkitettyinä.



C1. Antaako esitetty kuva hakkuulle ja hakkuun suunnittelulle tarpeellista tietoa

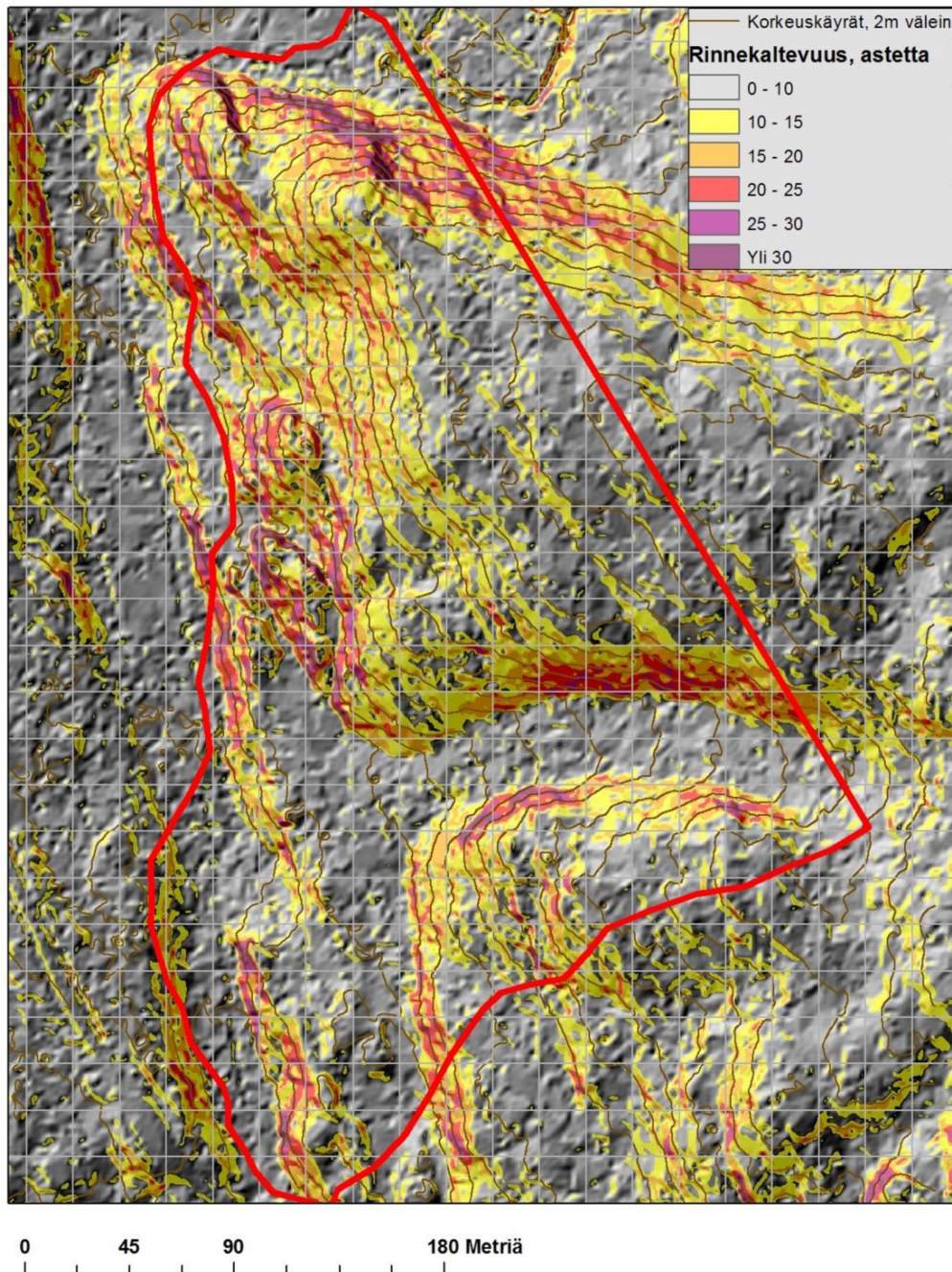
- mihin tieto on käytettävissä, perustele?
- missä vaiheessa hakkuuta tämä tieto olisi tarpeellinen, perustele?
- kuinka merkittävä/tarpeellinen tieto on?

*1. ei lainkaan merkitystä, 2. pieni merkitys, 3. kohtalainen merkitys, 4. suuri, 5. erittäin suuri merkitys*

- onko ehdotuksia, ajatuksia tiedon esittämistapoihin?

### Kuva7. Maastomallikartta rinnekohteesta rinteiden kaltevuusvaihteluineen

Laserkeilausaineistosta laadittu kuva, jossa esitetään kohteen rinnekaltevuudet eri värisävyin ja korkeuskäyrin. Mitä tummempi värisävy, sitä jyrkempää. Kartan kohteissa, joissa harmaa värisävy (kaltevuus alle 10 astetta), voidaan tehdä ajourat vapaasti eri suuntiin. Seuraavassa luokassa (keltainen) ja sitä kaltevimmassa ajourat voidaan tehdä vain kohtisuoraan korkeuskäyriä vastaan. Korkeuskäyrän suuntaisesti ei ole mahdollista ajaa, sillä metsäkuljetukselle sivukaltevuus kasvaa liian suureksi.



C1. Antaako esitetty kuva hakkuulle ja hakkuun suunnittelulle tarpeellista tietoa

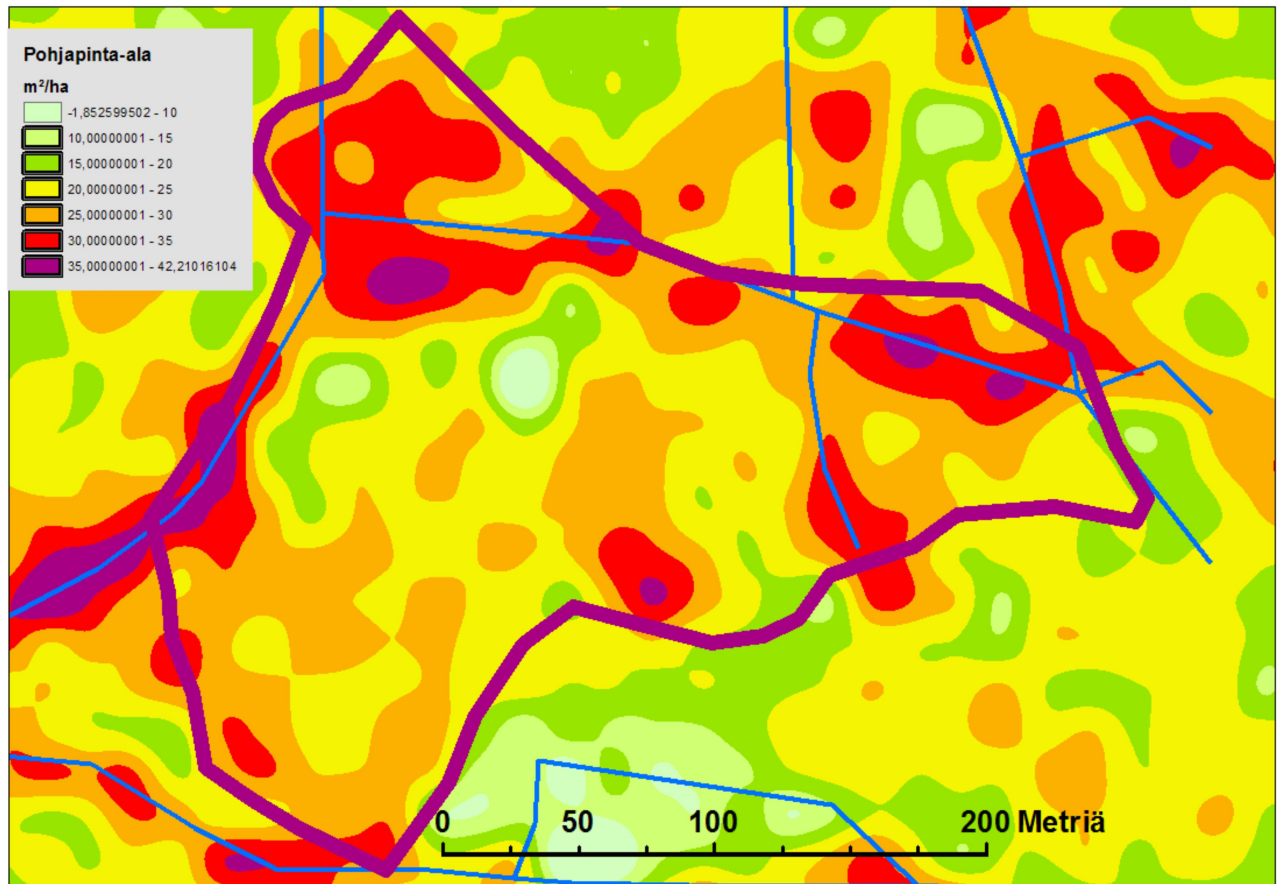
- mihin tieto on käytettävissä, perustele?
- missä vaiheessa hakkuuta tämä tieto olisi tarpeellinen, perustele?
- kuinka merkittävä/tarpeellinen tieto on?

*1. ei lainkaan merkitystä, 2. pieni merkitys, 3. kohtalainen merkitys, 4. suuri, 5. erittäin suuri merkitys*

- onko ehdotuksia, ajatuksia tiedon esittämistapoihin?

**Kuva8. Karttaesitys puuston kertymästä korjuukohteella puuston pohjapinta-alana.**

Laserkeilausaineistosta laskettu arvio puuston pohjapinta-alasta eri kohdissa leimikkoa. Mitä tummempi väritys, sitä runsaammin puustoa.



C1. Antaako esitetty kuva hakkuulle ja hakkuun suunnittelulle tarpeellista tietoa

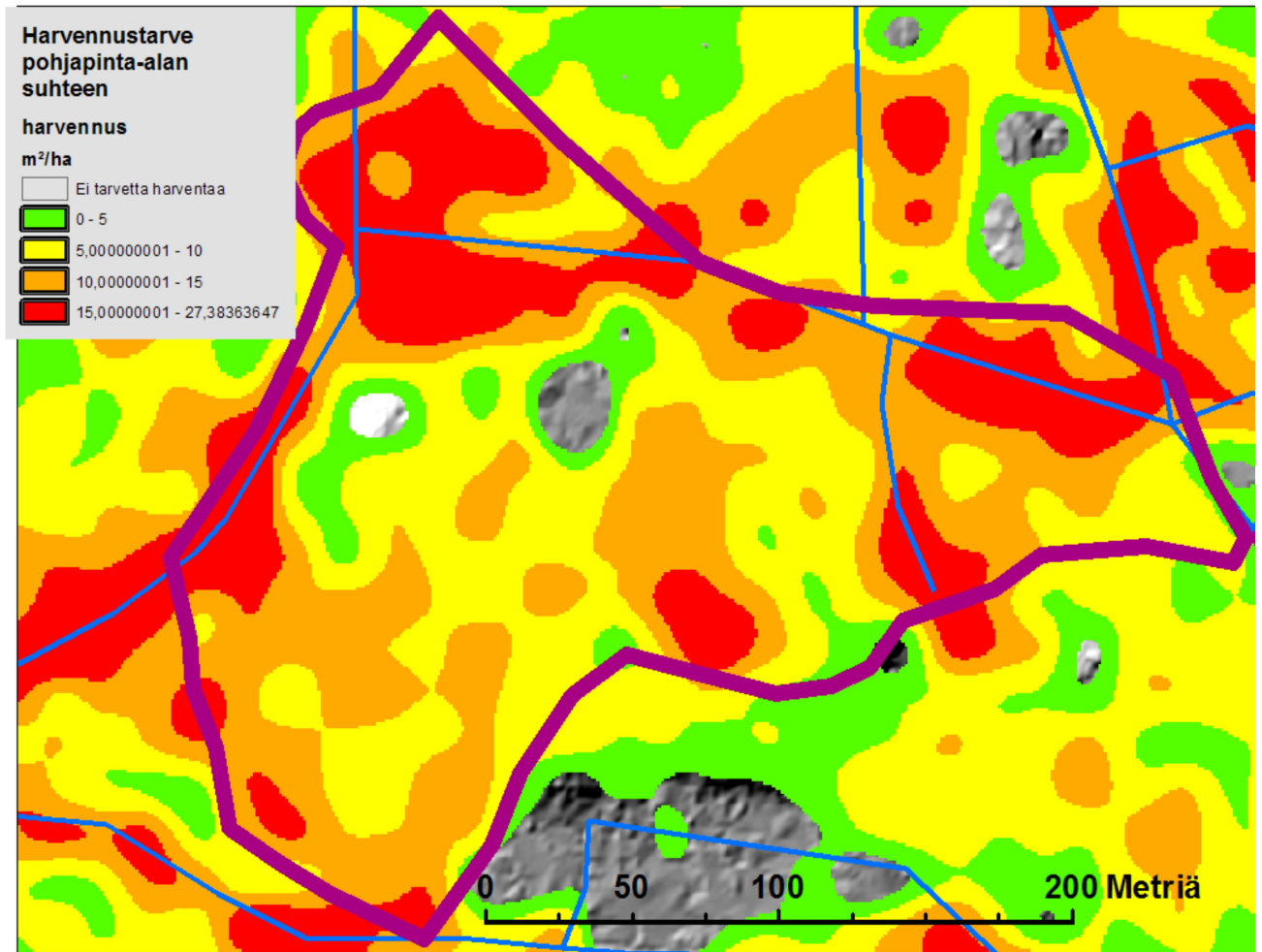
- mihin tieto on käytettävissä, perustele?
- missä vaiheessa hakkuuta tämä tieto olisi tarpeellinen, perustele?
- kuinka merkittävä/tarpeellinen tieto on?

*1. ei lainkaan merkitystä, 2. pieni merkitys, 3. kohtalainen merkitys, 4. suuri, 5. erittäin suuri merkitys*

- onko ehdotuksia, ajatuksia tiedon esittämistapoihin?

**Kuva9. Karttaesitys puuston kertymästä korjuukohteella puuston pohjapinta-alana.**

Laserkeilausaineistosta ja harvennussuosituksesta laskettu harvennustarve leimikolla. Mitä tummempi väritys, sitä suurempi harvennustarve.



C1. Antaako esitetty kuva hakkuulle ja hakkuun suunnittelulle tarpeellista tietoa

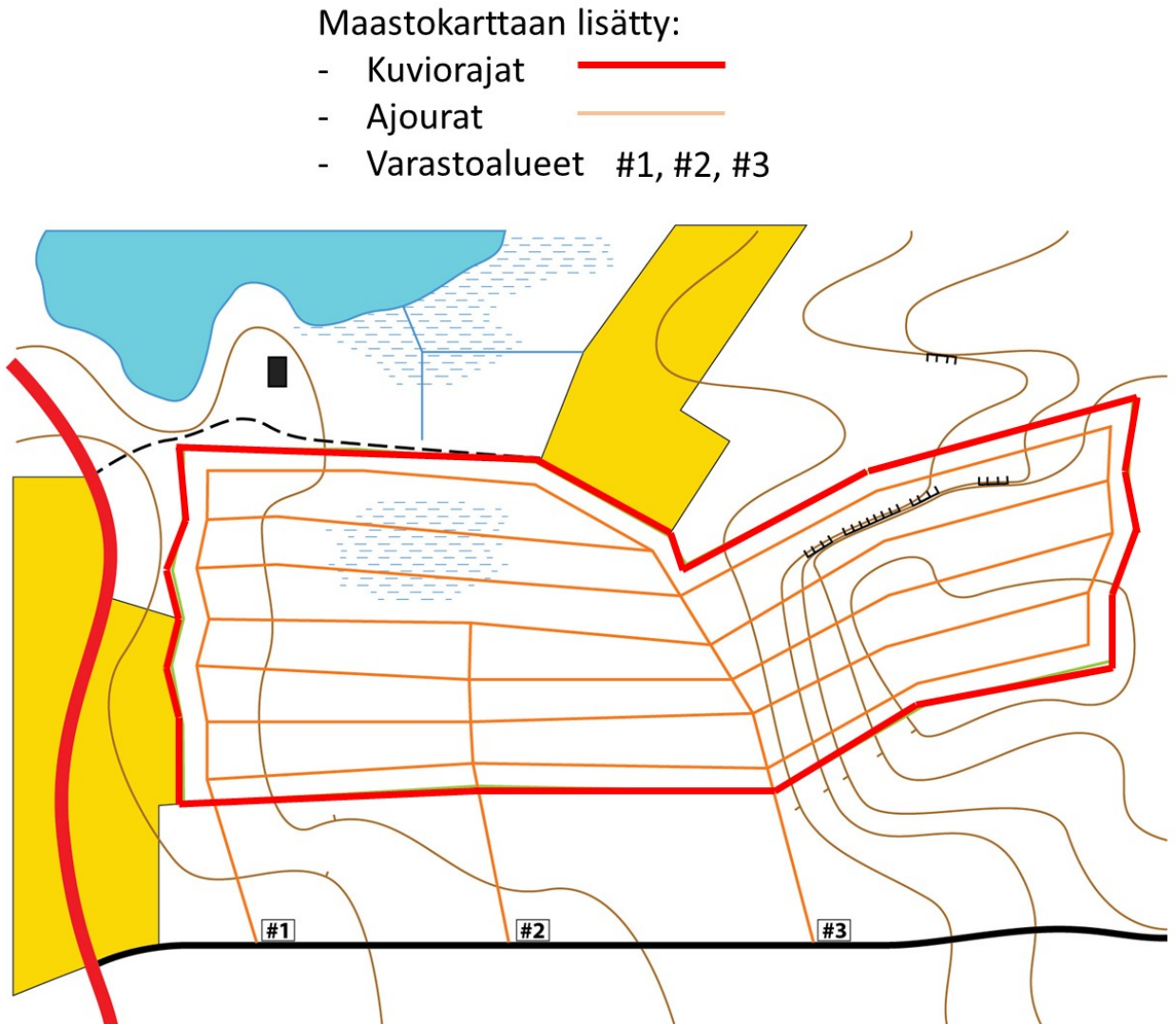
- mihin tieto on käytettävissä, perustele?
- missä vaiheessa hakkuuta tämä tieto olisi tarpeellinen, perustele?
- kuinka merkittävä/tarpeellinen tieto on?

*1. ei lainkaan merkitystä, 2. pieni merkitys, 3. kohtalainen merkitys, 4. suuri, 5. erittäin suuri merkitys*

- onko ehdotuksia, ajatuksia tiedon esittämistapoihin?

### Kuva10. Ajouraehdotus peruskarttapohjalla.

Kohteen kulkukelpoisuustiedoista laskettu ehdotus ajouraverkosta kohteelle, joka tukee kuljettajaa lopullisen ajouraverkon suunnittelussa.



C1. Antaako esitetty kuva hakkuulle ja hakkuun suunnittelulle tarpeellista tietoa

- mihin tieto on käytettävissä, perustele?
- missä vaiheessa hakkuuta tämä tieto olisi tarpeellinen, perustele?
- kuinka merkittävä/tarpeellinen tieto on?

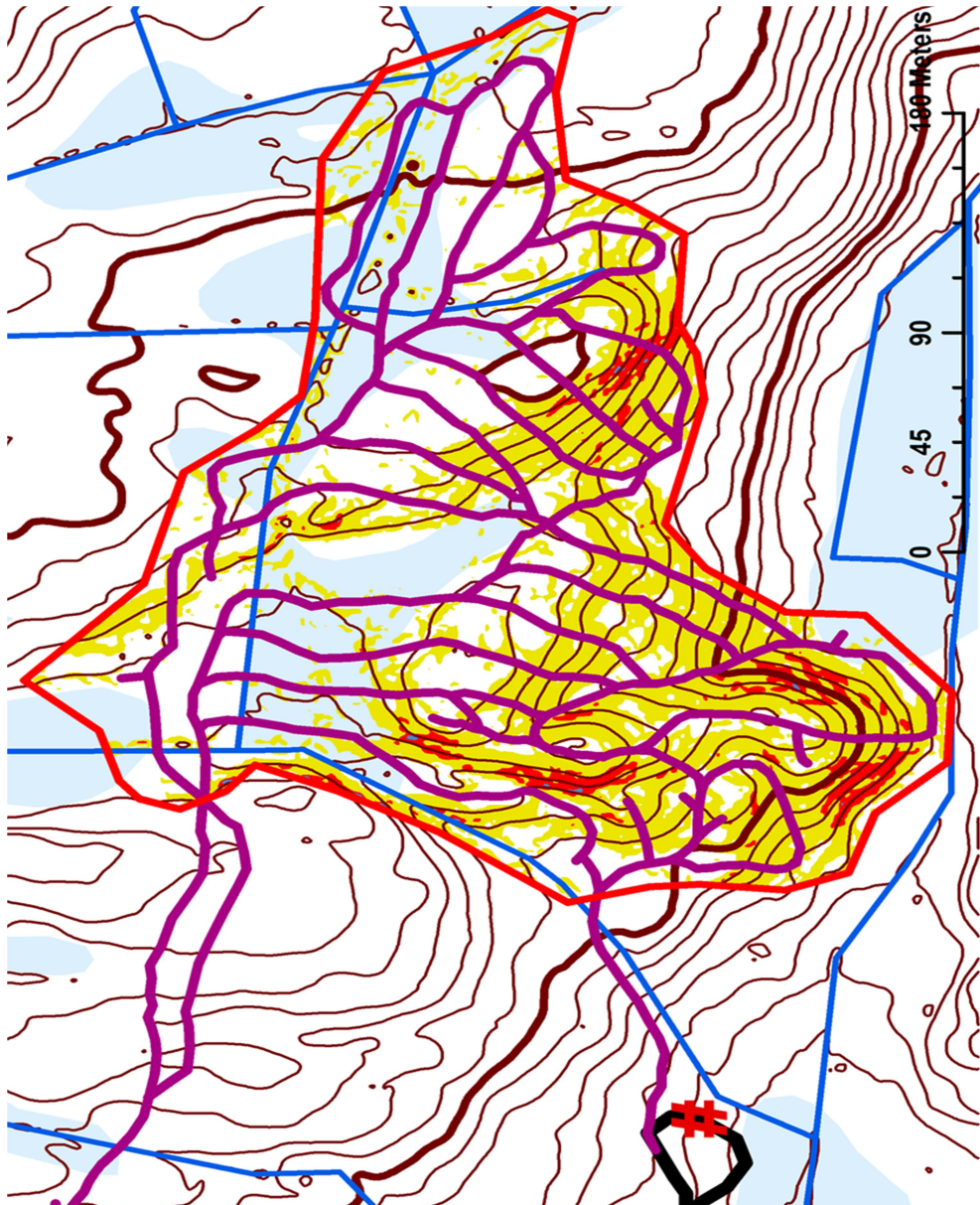
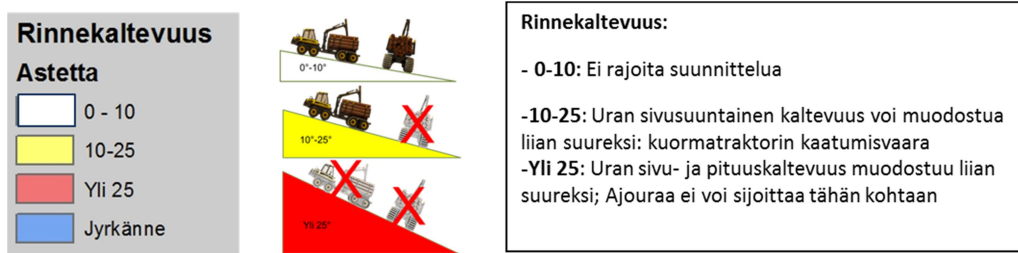
*1. ei lainkaan merkitystä, 2. pieni merkitys, 3. kohtalainen merkitys, 4. suuri, 5. erittäin suuri merkitys*

- onko ehdotuksia, ajatuksia tiedon esittämistapoihin?



**Kuva12. Ajourahdotus rinnekohteella tarkkaan maastomallikarttaan, jossa esitetään ajoon vaikuttavat jyrkät kohdat eri värein.**

Kohteen kulkukelpoisuustiedoista laskettu ehdotus ajouraverkosta kohteelle.



C1. Antaako esitetty kuva hakkuulle ja hakkuun suunnittelulle tarpeellista tietoa

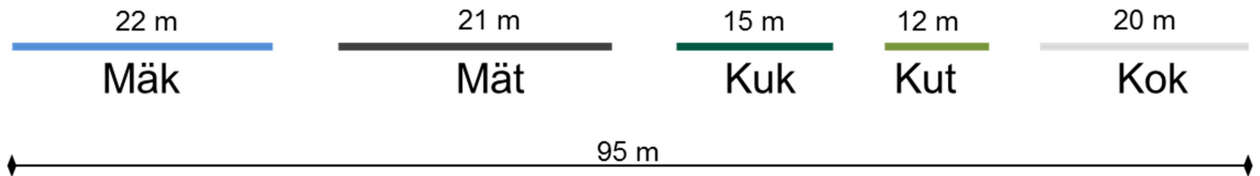
- mihin tieto on käytettävissä, perustele?
- missä vaiheessa hakkuuta tämä tieto olisi tarpeellinen, perustele?
- kuinka merkittävä/tarpeellinen tieto on?

*1. ei lainkaan merkitystä, 2. pieni merkitys, 3. kohtalainen merkitys, 4. suuri, 5. erittäin suuri merkitys*

- onko ehdotuksia, ajatuksia tiedon esittämistapoihin?

**Kuva13. Tienvarsivaraston tilan tarve puutavaralajeittain hakkuuennusteen perusteella lasketuna.**

Näyttää järjestyksen ja tilatarpeen puutavaralajeittain. Auttaa laanipaikan tekemisessä oikeankokoiseksi.



C1. Antaako esitetty kuva hakkuulle ja hakkuun suunnittelulle tarpeellista tietoa

- mihin tieto on käytettävissä, perustele?
- missä vaiheessa hakkuuta tämä tieto olisi tarpeellinen, perustele?
- kuinka merkittävä/tarpeellinen tieto on?

*1. ei lainkaan merkitystä, 2. pieni merkitys, 3. kohtalainen merkitys, 4. suuri, 5. erittäin suuri merkitys*

- onko ehdotuksia, ajatuksia tiedon esittämistapoihin?

Liite 2. Hakkuukoneenkuljettajien tiedon tarve ikäluokittain. Vastaajaryhmittäiset keskiarvot ja keskihajonnat sekä vastaajaryhmien tilastollisesti merkitsevät erot.

Tiedon tarve (ikä)	20 – 30 vuotta A (N=2)		30 – 40 vuotta B (N=10)		40 – 50 vuotta C (N=6)		yli 50 vuotta D (N=6)		Yhteensä (N=24)		Tilastollinen mer- kitsevyys ryhmien 1 – 4 välillä
	ka	σ	ka	σ	ka	σ	ka	σ	ka	σ	
Riittävän tarkka ennuste hakkuukertymästä ja puutavara- lajimääristä kuutiometreinä leimikolla laanin tekoa varten	3,0	1,4	3,2	1,3	3,3	0,8	4,2	0,4	3,5	1,1	C-D*
Riittävän tarkka ennuste hakkuukertymästä kuutiometreinä leimi- kolla hakkuun ajoitusta ja koneen siirtoja varten	3,5	0,7	3,5	1,2	3,2	1,0	3,7	0,8	3,5	1,0	
Ennuste puutavaralajien määristä eri osissa leimikkoo	2,5	0,7	2,5	1,0	2,5	0,8	3,5	1,0	2,8	1,0	
Ennuste kohteen kantavuudesta eri osissa leimikkoo karttaesi- tyksenä	4,0	0,0	3,8	0,8	4,2	0,8	4,2	0,8	4,0	0,7	
Tarkka kuvaus karttatasolla leimikon maaston muodoista, kor- keuden vaihteluista ja kaltevuuksista	4,5	0,7	4,2	0,9	4,3	0,8	4,2	1,2	4,3	0,9	
Tieto metsäkuljetukseen vaikuttavista ajouraverkon kaltevuuksis- ta karttapohjalla esitettynä	2,5	0,7	3,1	1,1	4,3	0,5	3,8	1,2	3,6	1,1	A-C*
Tieto ajouraverkolla olevista heikosti kantavista kohdista	4,0	0,0	3,4	0,8	4,3	0,8	4,0	0,9	3,8	0,9	
Tieto ajouraverkon ajokertarajoitteista karttapohjalla esitettynä	2,5	0,7	3,0	0,9	3,7	1,0	4,2	1,3	3,4	1,1	
Tieto erityiskohteiden sijainnista karttaesityksenä	5,0	0,0	4,6	0,7	4,5	0,8	4,8	0,4	4,7	0,6	
Ajouravälin opastus	2,0	0,0	3,1	1,1	3,7	1,5	3,3	1,4	3,2	1,3	
Työmaan käsittelykohteelle tehokkaimpien työmallien ehdotus	2,0	1,4	2,7	1,2	2,8	1,2	3,0	1,1	2,8	1,1	
Harvennuksella ehdotus poistettavaksi tulevasta puusta	3,5	0,7	2,7	1,3	2,2	1,2	3,0	1,1	2,7	1,2	
Esitys harvennustarpeesta/-voimakkuudesta kartalle esitettynä eri osissa leimikkoo	2,5	0,7	3,1	0,7	3,3	1,2	3,5	1,5	3,2	1,1	
Harvennuksella toteutuneen harvennuspoistuman esitys työpis- teellä	3,5	0,7	3,3	1,2	3,5	1,0	4,0	0,9	3,5	1,0	
Opastus/-ilmoitus koneen kovakouraisesta ts. liiallisen kuormit- tavasta käytöstä	3,5	0,7	2,5	1,1	3,0	0,6	3,3	1,4	2,9	1,1	
Kuljettajan vireystilan tunnistus ja siitä ilmoittaminen sen vaikut- taessa korjuuseen	3,5	0,7	2,3	1,3	3,0	0,6	3,3	1,4	2,8	1,2	
Ehdotus ajouraverkostosta leimikolle	2,5	0,7	3,2	0,9	4,2	1,0	3,8	0,8	3,5	1,0	
Tieto koneen komponenttien kunnosta ja hälytys komponentin rikkoutuessa	5,0	0,0	3,8	1,2	4,3	0,8	4,3	1,6	4,2	1,2	
Opasteiden/tiedon sijoittelu kuljettajan työnäkemälalle tuulilasi- näytön avulla	3,0	1,4	3,2	1,2	2,3	0,8	3,0	1,1	2,9	1,1	
Hyvien työmallien ehdotus eri konetyypeille ja eri korjuukohtei- siin	3,0	1,4	2,5	0,7	3,2	1,3	3,5	0,5	3,0	1,0	B-D*
<b>Yhteensä (keskiarvot ikäluokittain)</b>	<b>3,3</b>	<b>0,7</b>	<b>3,2</b>	<b>1,0</b>	<b>3,5</b>	<b>0,9</b>	<b>3,7</b>	<b>1,0</b>	<b>3,4</b>	<b>1,0</b>	

\* p&lt;0,05; \*\* p&lt;0,01; \*\*\* p&lt;0,001; Mann-Whitney U-testi

Liite 3. Hakkuukoneenkuljettajien tiedon tarve kokemusluokittain. Vastaajaryhmittäiset keskiarvot ja keskihajonnat sekä vastaajaryhmien tilastollisesti merkitsevät erot.

Tiedon tarve (kokemus)	alle 10 vuotta A (N=8)		10 – 20 vuotta B (N=8)		yli 20 vuotta C (N=8)		Yhteensä (N=24)		Tilastollinen merkitsevyys ryhmien 1 – 3 välillä
	ka	$\sigma$	ka	$\sigma$	ka	$\sigma$	ka	$\sigma$	
Riittävän tarkka ennuste hakkuukertymästä ja puutavara- lajimääristä kuutiometreinä leimikolla laanin tekoa varten	3,1	0,8	3,4	1,4	3,9	0,8	3,5	1,1	
Riittävän tarkka ennuste hakkuukertymästä kuutiometreinä leimikolla hakkuun ajoitusta ja koneen siirtoja varten	3,1	1,0	4,1	0,8	3,1	0,8	3,5	1,0	A-B*, B-C*
Ennuste puutavaralajien määristä eri osissa leimikkoa	2,3	0,9	3,1	1,0	2,9	1,0	2,8	1,0	
Ennuste kohteen kantavuudesta eri osissa leimikkoa karttaesityksenä	3,9	0,8	4,3	0,7	3,9	0,6	4,0	0,7	
Tarkka kuvaus karttatasolla leimikon maaston muodoista, korkeuden vaihteluista ja kaltevuuksista	4,1	1,0	4,5	0,5	4,1	1,1	4,3	0,9	
Tieto metsäkuljetukseen vaikuttavista ajouraverkon kaltevuuksista kart- tapohjalla esitettynä	3,0	1,2	3,6	0,9	4,0	1,1	3,6	1,1	
Tieto ajouraverkolla olevista heikosti kantavista kohdista	3,5	0,8	3,9	1,0	4,1	0,8	3,8	0,9	
Tieto ajouraverkon ajokertarajoitteista karttapohjalla esitettynä	2,6	0,7	3,9	1,0	3,8	1,3	3,4	1,1	A-B*
Tieto erityiskohteiden sijainnista karttaesityksenä	4,6	0,7	4,6	0,7	4,8	0,5	4,7	0,6	
Ajouravälin opastus	3,1	1,4	3,5	1,1	3,0	1,4	3,2	1,3	
Työmaan käsittelykohteelle tehokkaimpien työmallien ehdotus	2,6	1,1	3,1	1,2	2,5	1,1	2,8	1,1	
Harvennuksella ehdotus poistettavaksi tulevasta puusta	2,5	1,2	2,9	1,0	2,8	1,4	2,7	1,2	
Esitys harvennustarpeesta/-voimakkuudesta kartalle esitettynä eri osis- sa leimikkoa	2,8	0,7	3,6	1,1	3,3	1,3	3,2	1,1	
Harvennuksella toteutuneen harvennuspoistuman esitys työpisteellä	3,1	1,1	3,6	1,1	3,9	0,8	3,5	1,0	
Opastus/-ilmoitus koneen kovakouraisesta ts. liiallisen kuormittavasta käytöstä	2,9	1,0	2,8	1,0	3,1	1,2	2,9	1,1	
Kuljettajan vireystilan tunnistus ja siitä ilmoittaminen sen vaikuttaessa korjuuseen	2,8	1,3	2,9	1,4	2,9	1,0	2,8	1,2	
Ehdotus ajouraverkostosta leimikolle	3,1	1,0	3,4	0,7	4,1	1,0	3,5	1,0	
Tieto koneen komponenttien kunnosta ja hälytys komponentin rikkoutu- essa	4,4	1,1	4,0	1,2	4,1	1,5	4,2	1,2	
Opasteiden/tiedon sijoittelu kuljettajan työnäkemälälle tuulilasinäytön avulla	3,4	1,3	3,0	0,8	2,4	1,1	2,9	1,1	
Hyvien työmallien ehdotus eri konetyypeille ja eri korjuukohteisiin	2,8	0,7	2,9	1,1	3,3	1,0	3,0	1,0	
<b>Yhteensä (keskiarvot kokemusluokittain)</b>	<b>3,2</b>	<b>1,0</b>	<b>3,6</b>	<b>1,0</b>	<b>3,5</b>	<b>1,0</b>	<b>3,4</b>	<b>1,0</b>	

\* p&lt;0,05; \*\* p&lt;0,01; \*\*\* p&lt;0,001; Mann-Whitneyn U-testi

Liite 4. Karttaopasteiden merkitys kuljettajien iän perusteella. Vastaajaryhmittäiset keskiarvot ja keskihajonnat sekä vastaajaryhmien tilastollisesti merkitsevät erot.

Tiedon merkitys (ikä)	20 – 30 vuotta A (N=2)		30 – 40 vuotta B (N=10)		40 – 50 vuotta C (N=6)		yli 50 vuotta D (N=6)		Yhteensä (N=24)		Tilastollinen merkitsevyys ryhmien 1 – 4 välillä
	ka	$\sigma$	ka	$\sigma$	ka	$\sigma$	ka	$\sigma$	ka	$\sigma$	
Peruskarttakuva turvemaakohteesta	4,0	1,4	4,7	0,5	4,7	0,8	4,7	0,5	4,6	0,6	
Ilmavalokuva turvemaakohteesta	2,0	0,0	3,0	1,3	4,2	0,8	4,0	1,1	3,5	1,3	A-C*
Laskennallisesti ennustettu arvio kohteen kantavuudesta ajokertojen määränä esitettynä	4,5	0,7	3,3	1,1	3,8	0,4	3,8	1,0	3,7	0,9	
Pohjaveden korkeuteen ja ilmakuvaan perustuva karttaesitys kohteen kulkukelpoisuudesta ja kantavuudesta	2,5	0,7	2,7	0,9	3,2	0,4	3,5	1,0	3,0	0,9	
Peruskarttakuva rinnekohteesta	4,0	0,0	3,4	1,2	3,2	1,0	3,5	1,0	3,4	1,0	
Maastomallikartta rinnekohteesta korkeusvaihteluineen	3,0	0,0	3,5	1,2	3,5	1,2	3,3	0,8	3,4	1,0	
Maastomallikartta rinnekohteesta rinteiden kaltevuusvaihteluineen	3,5	0,7	3,1	0,9	4,0	0,9	3,3	1,4	3,4	1,0	
Karttaesitys puuston kertymästä korjuukohteella puuston pohjapinta-alana	2,0	1,4	3,1	1,2	3,3	0,8	3,2	1,2	3,2	1,1	
Karttaesitys puuston kertymästä korjuukohteella puuston pohjapinta-alana (harvennussuositus)	3,0	0,0	2,7	1,2	3,2	1,0	3,5	1,2	3,0	1,1	
Ajouraehdotus peruskarttapohjalla	3,0	0,0	2,7	0,8	3,8	0,8	3,5	1,0	3,2	0,9	B-C*
Ajouraehdotus rinnekohteelle tarkkaan maastomallikarttaan, jossa esitetään ajoon vaikuttavat jyrkät kohdat eri värein	3,5	0,7	3,1	1,1	4,2	1,0	4,0	1,3	3,6	1,1	
Tienvarsivaraston tilan tarve puutavaralajeittain hakkuuennusteen perusteella laskettuna	3,0	0,7	3,0	1,1	3,2	1,2	2,7	1,2	3,0	1,1	
<b>Yhteensä (keskiarvo ikäluokittain)</b>	<b>3,2</b>	<b>0,5</b>	<b>3,2</b>	<b>1,0</b>	<b>3,7</b>	<b>0,8</b>	<b>3,6</b>	<b>1,1</b>	<b>3,4</b>	<b>1,0</b>	

\* p&lt;0,05; \*\* p&lt;0,01; \*\*\* p&lt;0,001; Mann-Whitneyn U-testi

Liite 5. Karttaopasteiden merkitys kuljettajien kokemuksen perusteella. Vastaajaryhmittäiset keskiarvot ja keskihajonnat sekä vastaajaryhmien tilastollisesti merkitsevät erot.

Tiedon merkitys (kokemus)	alle 10 vuotta A (N=8)		10 – 20 vuotta B (N=8)		yli 20 vuotta C (N=8)		Yhteensä (N=24)		Tilastollinen mer- kitsevyys ryhmien 1 – 3 välillä
	ka	$\sigma$	ka	$\sigma$	ka	$\sigma$	ka	$\sigma$	
Peruskarttakuva turvemaakohteesta	4,5	0,8	4,8	0,5	4,6	0,7	4,6	0,6	
Ilmavalokuva turvemaakohteesta	2,9	1,4	3,6	1,3	3,9	1,0	3,5	1,3	
Laskennallisesti ennustettu arvio kohteen kantavuudesta ajokertojen määränä esitettynä	3,8	0,9	3,5	1,2	3,8	0,7	3,7	0,9	
Pohjaveden korkeuteen ja ilmakuvaan perustuva karttaesitys kohteen kulkukelpoisuudesta ja kantavuudesta	3,1	0,6	2,8	1,3	3,1	0,6	3,0	0,9	
Peruskarttakuva rinnekohteesta	3,5	0,9	3,6	1,2	3,1	1,0	3,4	1,0	
Maastomallikartta rinnekohteesta korkeusvaihteluineen	3,1	0,8	3,8	1,3	3,4	0,9	3,4	1,0	
Maastomallikartta rinnekohteesta rinteiden kaltevuusvaihteluineen	3,4	0,9	3,0	0,5	3,9	1,4	3,4	1,0	
Karttaesitys puuston kertymästä korjuukohteella puuston pohjapinta-alana	3,0	1,2	3,3	1,2	3,0	1,1	3,2	1,1	
Karttaesitys puuston kertymästä korjuukohteella puuston pohjapinta-alana (harvennussuositus)	2,9	0,8	3,3	1,4	3,0	1,1	3,0	1,1	
Ajouraehdotus peruskarttapohjalla	3,0	0,8	3,0	0,9	3,6	1,1	3,2	0,9	
Ajouraehdotus rinnekohteelle tarkkaan maastomallikarttaan, jossa esitetään ajoon vaikuttavat jyrkät kohdat eri värein	3,5	0,8	3,3	1,3	4,1	1,2	3,6	1,1	
Tienvarsivaraston tilan tarve puutavaralajeittain hakkuuennusteen perusteella laskettuna	3,3	1,2	3,0	0,8	2,8	1,3	3,0	1,1	
<b>Yhteensä (keskiarvo kokemusluokittain)</b>	<b>3,3</b>	<b>0,9</b>	<b>3,4</b>	<b>1,1</b>	<b>3,5</b>	<b>1,0</b>	<b>3,4</b>	<b>1,0</b>	

\*  $p < 0,05$ ; \*\*  $p < 0,01$ ; \*\*\*  $p < 0,001$ ; Mann-Whitney U-testi