

# HILJAINEN TIETO METSÄKONEIDEN AJOURASUUNNITTELUSSA

Haastattelututkimus

Turunen Janne

Opinnäytetyö  
Luonnonvara- ja ympäristöala  
Metsätalouden koulutusohjelma  
Metsätalousinsinööri AMK

2018

Luonnonvara- ja ympäristöala  
Metsätalouden koulutusohjelma  
Metsätalousinsinööri AMK

---

|                                |  |       |      |
|--------------------------------|--|-------|------|
| <b>Tekijä</b>                  | Janne Turunen                                      | Vuosi | 2018 |
| <b>Ohjaajat</b>                | Oiva Hiltunen, Heikki Ovaskainen                   |       |      |
| <b>Toimeksiantaja</b>          | Metsäteho Oy                                       |       |      |
| <b>Työn nimi</b>               | Hiljainen tieto metsäkoneiden ajourasuunnittelussa |       |      |
| <b>Sivu- ja liitesivumäärä</b> | 62 + 13  |       |      |

---

Hiljainen tieto metsäkoneiden ajourasuunnittelussa tarkoittaa kokemusperäisen tiedon hyödyntämistä kuljettajien päivittäisessä työskentelyssä. Tätä kuvaa hyvin toteamus ”Jos suopursuja tai joutsenen pesiä alkaa näkyä, niin on parempi kääntyä takaisin.” Tutkimuksen tavoitteena oli kerätä kokeneille kuljettajille kerääntynyttä tietoa Ajourakonepalvelun jatkokehittämisen tueksi. Palvelun tavoitteena on tuottaa valmis malli kohteeseen optimoidusta kokoojauraverkostosta. Laskentaohjelma hyödyntää laserkeilausaineistolla kerättyä tarkkaa maastotietoa ja kuljettajilta kerätty hiljainen tieto täydentää tätä. Haastateltujen kuljettajien yhteinen kokemus hakkuukoneen kuljettamisesta ylittää 150 vuotta, joten aineistoa voidaan pitää merkittävänä.

Ajourasuunnittelun merkitys koko metsätalouselämän tulevaisuudelle on varsin suuri. Sademäärien kasvu, talvien lyhentymisen ja ympärivuotisen puunkäytön lisääntyminen lisäävät paineita heikosti kantavien kohteiden käsittelyyn sulan maan aikana. Jos ajourapainauksia näkyy hakkuun jälkeen, niistä reklamoidaan nykyisin herkästi. Tutkimuksessa kerättiin tietoa sähköisen kyselyn ja puolistrukturoidun teemahaastattelun avulla. Kyselyn tulokset antoivat aiheita varsinaiseen haastatteluun, jonka yhteydessä tehtiin ajourasuunnitteluun liittyvä kartta-tehtävä.

Haastatteluiden tuloksena saatiin kerättyä merkittävä määrä ajourasuunnitteluun liittyvää hiljaista tietoa. Suunnitteluun liittyy paljon sellaisia tekijöitä, joiden vaikutuksen tuntevat vain kokeneet kuljettajat. Asiat opitaan kantapään kautta ja maasto opettaa hakkuukoneenkuljettajan tekemään oikeita havaintoja. Oppimistapaa on pidettävänä kalliina metsätalouden tulevaisuutta ajatellen. Pelkästään yksinkertaisten maastossa ajouran linjausta rajoittavien tekijöiden saattaminen kuljettajan tietoon toisi merkittävän parannuksen. Toivottavasti tämän tutkimuksen tuloksista on apua uusien kuljettajaa opastavien menetelmien kehittämisessä. Tuloksissa on myös paljon sellaista tietoa, joka on sovellettavissa suoraan käytännön työhön.

Avainsanat                      ajourasuunnittelu, hiljainen tieto, metsäkoneen kuljettajat, metsäkoneet

School of Natural Resources and environment  
Degree Programme in Forestry  
Forestry engineer

---

|                          |   |             |      |
|--------------------------|---|-------------|------|
| <b>Author</b>            | Janne Turunen                             | <b>Year</b> | 2018 |
| <b>Supervisors</b>       | Oiva Hiltunen, Heikki Ovaskainen          |             |      |
| <b>Commissioned by</b>   | Metsäteho Oy                              |             |      |
| <b>Subject of thesis</b> | Tacit knowledge in forest machine routing |             |      |
| <b>Number of pages</b>   | 62 + 13                                   |             |      |

---

Tacit knowledge in forest machine strip road routing means the use of the empirical knowledge in the drivers' daily work. The Finnish statement " *If Northern Labrador Tea plants or swan's nests appear, it is better to head back*" describes this well. The aim of this study was to collect the experienced drivers' accumulated knowledge to improve the strip road routing service. The service aims to produce a completed example of the strip road network optimized for the destination. The calculation program uses precise geography data collected by remote sensing and the drivers' tacit knowledge completes it. The interviewed drivers' mutual experience of operating harvester machines exceeds 150 years so the material can be considered significant.

The significance of the strip road routing for the whole future of forestry is quite big. Increasing rainfall, shortening winters and the increasing use of wood all year round add more pressure on the harvesting of the soft lands when there is no ground frost. Today, the landowner easily claims if strip road depressions are seen in the managed forest. The research data was gathered from an online survey and a semi-structured theme interview. The collected data presented the subjects for the actual interview and a strip road routing map task connected to the final interview has been done.

The interviews presented a significant amount of tacit knowledge about strip road routing. There are many factors of strip road routing that only experienced drivers know. Many factors are learned the hard way and the terrain guides drivers to do valid observation. This way of learning can be considered expensive when taking the future of forestry into account. This could be significantly improved by increasing the drivers' knowledge about basic terrain factors to be taken into consideration when routing. Ideally this study helps to develop new driver assistance systems. The results of the study present information that can be immediately taken into practice.

**Key words**                      tacit knowledge, forest machine, forest machine driver,  
strip road routing

## SISÄLLYS

|  |    |
|--|----|
| ALKUSANAT.....   | 6  |
| 1 JOHDANTO.....  | 7  |
| 2 AJOURASUUNNITTELUSSA KÄYTETTÄVÄT MENETELMÄT JA SUUNNITELMIIN VAIKUTTAVAT TEKIJÄT ..... | 9  |
| 2.1 Suunnittelun periaatteet.....  | 9  |
| 2.2 Kohteen topografia .....   | 10 |
| 2.3 Maaperän rakenne ja puuston jakauma.....   | 11 |
| 2.4 Varastopaikat ja lähikuljetusmatka.....  | 14 |
| 2.5 Kaluston ja hakkuutavan vaikutukset urapainaumien syntyyn .....                      | 15 |
| 2.6 Kuljettajan ammattitaito.....  | 16 |
| 2.7 Käytettävissä oleva tieto ja kuljettajaa avustavat järjestelmät.....                 | 17 |
| 2.8 Korjuuolosuhteet.....  | 18 |
| 2.9 Ajourakone .....   | 18 |
| 3 TUTKIMUKSEN TOTEUTUS.....  | 20 |
| 3.1 Menetelmänä kaksivaiheinen puolistrukturoitu teemahaastattelu .....                  | 20 |
| 3.2 Hiljaisen tiedon määrittely .....  | 20 |
| 3.3 Sähköisen kyselyn laatiminen ja haastatteluiden valmistelu .....                     | 21 |
| 3.3.1 Tavoitteet .....   | 22 |
| 3.3.2 Kysymysasettelu .....  | 22 |
| 3.3.3 Haastateltavien valintakriteerit .....   | 23 |
| 3.3.4 Ajourasuunnitelmien laatiminen .....   | 24 |
| 3.3.5 Haastattelu ja ajourasuunnitelmien vertailu.....                                   | 25 |
| 4 SÄHKÖISEN KYSELYN JA HAASTATTELUIDEN TULOKSET JA NIIDEN ANALYSOINTI .....              | 26 |
| 4.1 Sähköisen kyselyn tulokset.....  | 26 |
| 4.2 Haastattelun ja karttatehtävän tulokset.....   | 30 |
| 4.2.1 Ajourasuunnittelun yleiset periaatteet.....  | 32 |
| 4.2.2 Kohteen topografian vaikutus suunnitteluun.....                                    | 33 |
| 4.2.3 Maaperän ja puuston merkitys maaston kantavuuteen .....                            | 35 |
| 4.2.4 Varastopaikkojen ja lähikuljetusmatkan merkitys suunnitteluun ....                 | 37 |
| 4.2.5 Kaluston ja hakkuutavan vaikutukset urapainaumien syntyyn.....                     | 37 |
| 4.2.6 Kuljettajan ammattitaidon merkitys.....  | 41 |

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 4.2.7 | Käytettävissä oleva tiedon ja järjestelmien hyödyntäminen.....              | 42 |
| 4.2.8 | Korjuuolosuhteiden vaikutus suunnitteluun ja urien kantavuuteen             | 43 |
| 4.3   | Hiljaisen tiedon osuus vastauksissa .....                                   | 46 |
| 4.4   | Hiljaiseksi tiedoksi arvioidut vastaukset .....                             | 47 |
| 4.5   | Tulosten tarkastelu .....   | 52 |
| 4.5.1 | Kuljettajien näkemykset urasuunnittelun nykytilasta.....                    | 53 |
| 4.5.2 | Ongelmat, tiedonpuute ja kehitystarpeet.....                                | 53 |
| 4.5.3 | Kerätyn hiljaisen tiedon hyödynnettävyys Ajourakoneen<br>kehitystyössä..... | 55 |
| 6     | POHDINTA.....   | 56 |
|       | LÄHTEET.....  | 58 |
|       | LIITTEET .....  | 61 |

## ALKUSANAT

Kokemusperäinen tieto on avainasemassa tämän päivän ajourasuunnittelussa. Haluankin erityisesti kiittää haastatteluun osallistuneita kuljettajia arvokkaasta työpanoksesta. Kuljettajat pyrkivät kertomaan parhaansa mukaan kokemukseen perustuvaa tietoansa. Kuljettajat käyttivät tähän paitsi työtuntejansa, myös vapaa-aikaansa. Kokemus ei ole tullut ilmaiseksi. Toivonkin, että tutkimuksen tuloksien avulla voidaan tulevaisuudessa tarjota kuljettajille merkittävää apua.

Tarjoamalla kuljettajien käyttöön helposti tulkittavaa tietoa ajourien suunnittelua rajoittavista tekijöistä, voidaan metsässä tehtäviä päätöksiä helpottaa paljon. Haluan kiittää myös Metsätehon panosta uusien kuljettajaa avustavien palveluiden kehittämisessä. Tämän opinnäytetyön kautta olen saanut itsekkin kattavan tietoannoksen korjuun suunnitteluun ja toteutukseen liittyvistä asioista.

Vaikka tämä tutkimus on ollut vain osa metsätalousinsinöörin opintoja, on kokonaisuuden hallinnassa tarvittu perheenkin tukea. Esikoisen syntymä opintojen alkuvaiheessa ja lähes päätoiminen työskentely parin viimeisen vuoden aikana ovat vaatineet läheisiltä monenlaisia järjestelyjä ja venymistä. Opintojen suorittaminen aikataulussa on onnistunut osittain myös Lapin Ammattikorkeakoulun tuella. Aikuisille suunnitellut monimuoto-opinnot mahdollistivat aikataulujen soveltamisen kohtuullisesti muuhun elämään sopivaksi.

## 1 JOHDANTO

Ajourasuunnittelun merkitys puunkorjuussa lisääntyy jatkuvasti. Leudommat talvet, tehtaiden ympärivuotinen puuntarve ja lähikuljetuksen tuottavuusvaatimukset lisäävät painetta roudattomaan aikaan tehtävään pehmeiden maiden puunkorjuuseen. Tämä lisää riskiä urapainaumien syntymiseen. Jos uran syvyys on yli kymmenen senttimetriä kivennäismaanpinnan tasosta, ja se on yli metrin mittainen, puhutaan ajourapainaumasta. Työ on tehty hyvin jos painaumia on enintään viiden prosentin matkalla urien kokonaispituuteen verrattuna. Harvennushakkuissa syntyneiden urapainaumien haitallisia vaikutuksia on tutkittu paljon ja tieto ongelman vakavuudesta on tavoittanut niin koneen kuljettajat kuin maanomistajatkin.

Metsänomistajat reklamoivat aktiivisesti puun ostajille syntyneistä painaumista. Juuristovaurioiden lisäksi huomioitava tekijä on myös painaumista aiheutuva visuaalinen haitta. Hakkuu- ja ajokoneenkuljettajia onkin koulutettu parempaan ajouraverkoston suunnitteluun. Samaan aikaan kuormatraktoreihin on kehitetty entistä kantavampia teloja. Koulutuksen ja teknisen kehityksen avulla painaumia on saatu vähennettyä, mutta heikosti kantavien kivennäismaiden puunkorjuuta olisi saatava muutettua ympärivuotisemmaksi.

Ajourien suunnittelussa on käytetty yleisesti apuna vain kohteen maastokarttaa, puusto- ja kasvupaikkatietoja sekä kuljettajan suorittamaa maastokatselmusta. Metsäkeskus julkaisi vuonna 2017 korjuun suunnittelun tueksi korjuukelpoisuusluokituskartan (Metsäkeskus 2017). Tämä helpottaa olosuhteisiin sopivan korjuukohteen löytämistä, mutta ei riitä optimaalisen ajouraverkoston suunnittelun tarpeisiin. Kaukokartoitusaineiston myötä käytettävissä olisi hyvin paljon hyödyllistä tietoa muun muassa maaperän ominaisuuksista. Tämän tiedon tuottaminen kuljettajan päätösten tueksi on ollut lähtökohta Ajourakonepalvelun suunnittelussa. Karttakeskuksen, Metsätehon, ja sen osakkaiden yhteistyössä kehittämän Ajourakonepalvelun avulla pyritään tuottamaan laskennallisesti optimaalisin malli kokoojouraverkostosta.

Tämän tutkimuksen tavoitteena oli hankkia kokemusperäistä tietoa Ajourakonepalvelun jatkokehityksen tueksi. Reittioptimointia tekevä ohjelmisto käyttää taustatietonaan kaukokartoitusaineistosta johdettuna numeerista dataa. Tämä ei yksinään riitä, sillä ajourasuunnitteluun vaikuttavia olosuhde- ja maastotekijöitä on niin paljon. Metsäkoneen kuljettajilla on paljon käytännön tuomaa kokemusta ja hiljaista tietoa kivennäismaan korjuukohteiden kokoojaurien parhaista suunnittelukäytännöistä.

Suomalaisten yleiseen tietoisuuteen käsite ”hiljainen tieto” tuli vuonna 1997. Hannele Koivusen teos hiljainen tieto kokosi ensimmäisenä suomalaisena teoksena kattavasti yhteen maailmalta kerättyä tutkimustietoa aiheesta. Hiljaisena tietona pidetään yleisen käsityksen mukaan kokemusperäistä tietoa, jota sen haltija käyttää tiedostamattaan. Hiljaista tietoa on myös aina helpompi esittää käytännössä kuin kertoa ääneen. Hiljainen tieto muuttuu jatkuvasti uusien kokemusten myötä, ja se on sidottu toimintaan tietyssä tilanteessa tai ympäristössä. (Pohjalainen, 2.) Hiljaista tietoa päätettiin lähteä keräämään kokeneille kuljettajille suunnattujen kyselyiden ja haastattelujen avulla. Haastateltavaksi valittiin kymmenen henkilöä, joista neljä toimi haastatteluhetkellä opetustehtävissä. Kyselyt ja haastattelut suoritettiin joulukuun 2017 ja huhtikuun 2018 välisenä aikana.

Ajourasuunnitteluun vaikuttavat ja yleisesti tiedossa olevat tekijät on esitelty tutkimuksen alussa. Haastatteluiden avulla kerätty tarkempi kokemusperäinen tieto esitetään puolestaan tutkimuksen tulososiossa. Kerätyn tiedon avulla Ajourakonepalvelua pyritään kehittämään todelliseksi ajourasuunnittelun apuvälineeksi. Haastattelujen avulla kerättyä tietoa arvioitiin vertaamalla sitä hiljaisen tiedon määritelmään. Tutkijat eivät ole aina samaa mieltä hiljaisen tiedon määrittelystä, joten tämänkin tutkimuksen tuloksia on mahdollista tulkita monella tavalla.



## 2 AJOURASUUNNITTELUSSA KÄYTETTÄVÄT MENETELMÄT JA SUUNNITELMIIN VAIKUTTAVAT TEKIJÄT

### 2.1 Suunnittelun periaatteet

Kokooja- ja keruu-urien suunnittelun keskeisimpänä lähtökohtana on minimoida puutavaran lähikuljetusmatka. Urien sijoitteluun vaikuttavia tekijöitä on kuitenkin hyvin paljon. Kuljettajat luonnostelevat ajourat edelleen pääosin peruskartan tietojen perusteella. Haastavimmissa kohteissa tehdään myös kävellen maastokatselmuksia. Peruskarttojen tarkkuus on kuitenkin varsin heikko, eikä anna riittävän tarkkaa tietoa maaston muodoista tai muista kohteen erityisominaisuuksista. Kuljettajille tehdyn kyselyn mukaan, he haluaisivatkin lisätietoa suunnittelun tueksi. (Ylimäki, Väätäinen, Lamminen, Sirén, Ala-Illomäki, Ovaskainen & Asikainen 2012, 26–27)

Ajourasuunnittelun lähtökohtana on, että kokoojaurat pyritään sijoittamaan aina kovalle ja tasaiselle kivennäismaalle, vaikka se lisäisi hieman lähikuljetusmatkaa. Ajourien liittymäkohdat loivennetaan aina varastopaikan suuntaan. Urapainauamat syntyvät ensisijaisesti kokoojaurille, joiden kautta ajetaan useita kertoja täydellä kuormalla. Urien risteykset ja mutkat ovat erityisen herkkiä kohtia, sillä koneen telat rikkovat maanpinnan juuri kaarteissa. Maanpinnan rikkoontumisen ehkäisy onkin avainasemassa vältettäessä ajourapainauamia. Keruu-urat pyritään tekemään kokoojauralta lähteviksi läpiajettaviksi lenkeiksi. Keruu-ura on mahdollista tehdä myös yksittäisenä sivupistona, jonne kuormatraktorilla peruutetaan. Keruu-urilla ajokertoja tulee vähemmän sekä keskimäärin pienemmällä kuormapainolla. Urien havutus riittääkin yleensä hyvin estämän urapainaumien synnyn. (Ovaskainen 2012a; Iittiläinen ym. 2005, 51).

Urien sijaintiin ja suuntaukseen vaikuttavat eniten maaperän kaltevuus- ja kantavuusominaisuudet. Harvesteri voi liikkua hyvin kaltevissa ja pehmeissä olosuhteissa, mutta raskaan kuormatraktorin liikkuminen on huomattavasti rajoituneempaa. Vaikka urat syntyvät yleisimmin kuormatraktorin massasta, on urien suunnittelu harvesterin kuljettajan vastuulla. Ajourat pyritään suuntaamaan aina vasten rinnettä sivukaltevuuden välttämiseksi. Pienialaiset kosteikot kierretään

mahdollisuuksien mukaan. Pehmeimmissä kohdissa voidaan käyttää tavallista leveämpää 30 metrin ajouraväliä ja niiden välissä erillistä hakkuu-uraa. Harvesteri tekee hakkuu-uran vain omaan käyttöönsä ja katkoo puut siten, että ne voidaan kerätä varsinaiselta ajouralta. Jos urat pitää suunnata ojien yli, mennään niiden yli kohtisuoraan. Ojat myös täytetään kuitupuulla, reunojen murtumisen ehkäisemiseksi. (Ovaskainen 2012b.)

Urien suuntausta voimakkaimmin ohjaavia tekijöitä ovat varastopaikkojen sijainti, maaston ja käsiteltävän kuvion muoto. Suuntaamiseen vaikuttaa myös käytetty ajouraväli, joka on yleisesti 20 metriä. Raja- ja sähkölinjat, hakkuussa säästettävät kohteet, puuston tilajakauma, hakkuutapa, poistuman määrä, entiset ajourat, luontaiset aukot ja monet muut tekijät rajoittavat tai helpottavat ajourien suunnittelua. (Ovaskainen 2012c.)

## 2.2 Kohteen topografia

Maaperän kaltevuusominaisuudet vaikuttavat merkittävästi urien sijaintiin ja suuntaukseen. Maaston sivukaltevuuden tulisi olla enintään kymmenen prosenttia. Suurempi sivukaltevuus altistaa urien reunapuut kolhuille kuormatraktorin alkaessa luisua sivulle. Kuormatilan pankkojen kärjet osuvat tällöin herkästi ajouran reunapuiden runkoihin. Erilaiset yläpuolisen rinteiden telojen alle jäävät kohoumat lisäävät hetkellisesti ajokoneen kallistusta entisestään. Urat tuleekin suunnitella siten, että mahdolliset kohoumat jäävät koneen alle tai ne jäävät uran ulkopuolelle. Rinteiden nousukulman tulisi olla alle 20 prosenttia. Suurempi nousukulma altistaa telat ja pyörät luistolle, joka rikkoo maanpinnan. Suurimmat ongelmat syntyvät ajouran sivuttaiskaltevuuden ja rinteiden suuren nousukulman yhteisvaikutuksesta. Tällöin myös kuormatraktorin kaatuminen on mahdollista, kun kuorman painopiste siirtyy liikaa sivulle. (Lamminen 2012, 3)

Kuljettajien avuksi on tuotettu laserkeilausaineistosta johdettua maaperän korkeusmallia jo 2000-luvulla. Sen tarkkuus on kuitenkin ollut riittämätön. Korkeuden vaihtelu on kuvattu aineistossa enintään kahden metrin tarkkuudella ja enintään 10x10metrin pikselikoolla. Tämä ei riitä ajourasuunnittelun tarpeisiin,

kuin yleisellä tasolla ja helppossa maastossa. Vuodesta 2008 lähtien on käytävissä ollut paljon tarkemmasta laserkeilausaineistosta tuotettu korkeusmalli. Tässä mallissa korkeus on kuvattu alle 0,3 metrin tarkkuudella ja 2x2metrin pikselikoolla. Tavoitteena on, että tarkempi kartta-aineisto olisi koko maan kattava vuoteen 2020 mennessä. (Lamminen 2012, 5.)

Tarkempi korkeusmalli mahdollistaa hyvin tarkkojen ja informatiivisten aineistojen tuottamisen kuljettajan avuksi. Maaston korkeuden muutoksia ja rinteiden jyrkkyyttä voidaan kuvata eri värein tai halutulla korkeuskäyrävälillä. Maastosta voidaan myös luoda vinovalovarjostuksella kolmiulotteinen kuva. Rinteiden suuntaa ja kaltevuutta voidaan kuvata myös erilaisten merkkien ja värien yhdistelmänä. (Lamminen 2012, 7.)

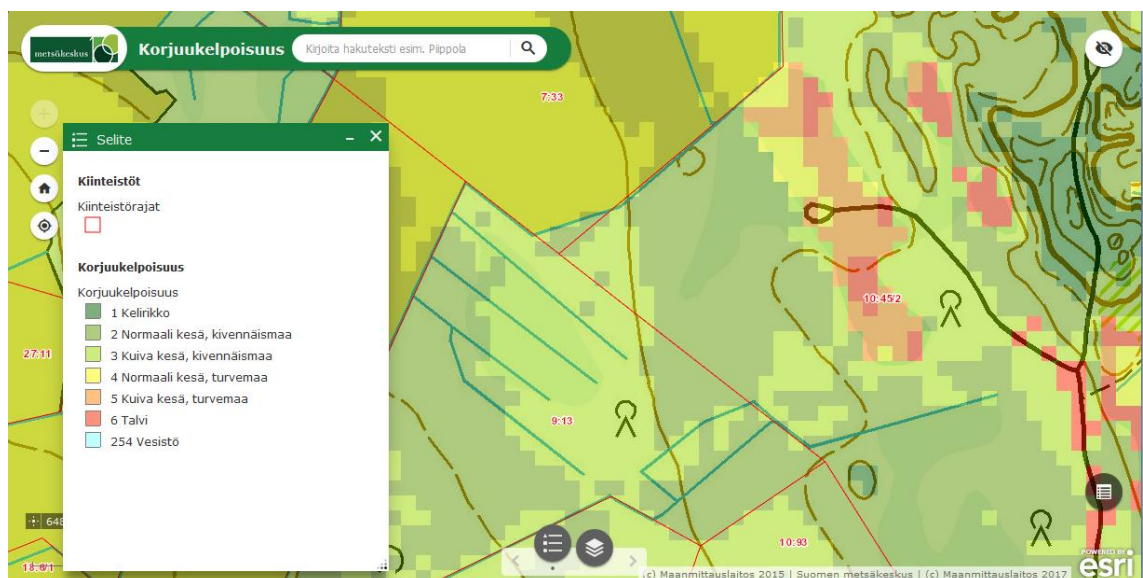
### 2.3 Maaperän rakenne ja puuston jakauma

Kuljettaja tarvitsee sitä enemmän ja sitä tarkempaa informaatiota, mitä suurempaa korkeuden ja puuston vaihtelu kuviolla on. (Hämäläinen, Lamminen, Lindeman, Räsänen & Salmi 2013,10) Maaston kantavuus vaihtelee hyvin paljon maaston muotojen mukaan, ja kantavuuden arvioiminen sekä ajourien suunnittelu ei ole yksinkertaista. Oleellimmat tekijät maaperän kantavuudessa ovat pintamaan leikkauslujuus- ja muodonmuutosominaisuudet. Kaikilla maalajeilla ja turvetyypeillä nämä ominaisuudet ovat erilaisia. Raskaan ajokoneen massa aiheuttaa maanpintaan kohdistuvan suuren paineen, joka tilanteesta riippuen aiheuttaa erilaisia muutoksia maaperän rakenteeseen. (Hämäläinen ym. 2012,14–15).

Tehtyjen tutkimusten mukaan ajouran kannalta sopivimmat kaltevuudet ovat kantavuudeltaan yleensä kaikkein heikoimpia (Räsänen 2013, 8–9). Tämä johtuu siitä, että pintavesien liike maaperässä oli hitaampaa tasaisilla alueilla. Niinpä esimerkiksi kovien sateiden vaikutus näkyy tasaisella maalla kauemmin kuin rinnemaastossa. (Hämäläinen ym. 2013, 21) Geologian tutkimuslaitos on tuottanut paljon tutkimustietoa maaperän rakenteesta. Viime aikoina on myös avat-

tu uusia ilmaisia palveluita yleiseen käyttöön. Maankamara- palvelusta löytyy maaperän rakennetta mittakaavassa 1:10 000 kuvaava kartta. Karttaan on yhdistetty myös vinovalovarjostus sekä kiinteistörajat. (GTK 2017.) Tämä helpottaa maaston kantavuuden arviointia laajemmassa mittakaavassa. Suuresta mittakaavasta johtuen aineiston tarkkuus ei riitä leimikon sisäiseen tarkasteluun. Toisen ongelma on se, että maaperän rakenne on mitattu metrin syvyydestä. Maaperän kantavuuden ja ajourien ehkäisyn kannalta on maanpinnan rakenteella huomattavasti suurempi merkitys (Hämäläinen ym. 2013,10). Aineistoa ei myöskään ole saatavilla kaikkialla. Palvelussa näkyvät parhaiten sellaiset alueet, joissa peruskallio on lähellä maanpintaa. Toisaalta, laajemmat soistuneet paikat, joissa on turvekerros, on kuvattu varsin kattavasti.

Metsäkeskus julkisti oman korjuun suunnittelua helpottavan Korjuukelpoisuuskarttapalvelun vuoden 2017 aikana. Karttojen suunnittelu (kuvio 1) aloitettiin Tekesin Data to Intelligence- Forest Big Data- hankkeessa. Kehitystyössä olivat mukana Suomen Metsäkeskus, Metsäteho ja Arbonaut Oy (Seppänen 2017, 2)



Kuvio 1. Esimerkkikuva korjuukelpoisuuskartasta (Suomen metsäkeskus 2017)

Korjuukelpoisuuskartat perustuvat Maanmittauslaitoksen maastotietokantaan ja peruskarttoihin. Kartat sisältävät värikoodein merkityn kuusiportaisen korjuukelpoisuusluokituksen, joka perustuu maaperän kantavuuteen. Luokitus ei kuitenkaan huomioi dynaamisia elementtejä, esimerkiksi sateisuuden muutoksia tai

roudan kehittymistä. Luokittelun apuna on käytetty laserkeilausaineiston korkeusmallia ja maastotietokannan aineistoja. Tärkeimpinä mallin selittäjinä toimivat kivennäismaan ja turvemaan rajausta, ojien kuivavara-analyysi, tarkasta korkeustiedosta johdettu maaston kosteusindeksi ja kasvillisuuden määrä (Seppänen 2017, 4). Aineisto kattaa tällä hetkellä osan metsien pinta-alasta. Aineistoa täydennetään sitä mukaa, kun uutta mittausaineistoa saadaan. (Kilpiäinen 2017.)

Kuusiportainen korjuukelpoisuuden luokittelu on ollut käytössä aiemminkin, nyt se päivitettiin vastaamaan tämän päivän vaatimuksia. Korjuukelpoisuuskartta onkin hyvä työväline operatiivisen puunkorjuun suunnitteluun. Kartan perusteella on helppo hahmottaa aluekokonaisuudet, joissa korjuu on mahdollista tehdä tietyinä vuodenaikana. Palvelu on parhaimmillaan etsittäessä kelirikko- ja kesäkorjuukelpoisia kohteita. Mallin toimivuutta on selvitetty myös maastohavaintoihin perustuen. 90 prosenttia kivennäismaan kohteista oli ennustettu oikein. Turvemaan kohteista kaksi kolmannesta piti yhtä mallin kanssa. Vaikka turvemaiden osalta tarkkuus on kokonaisuutena heikompi, on laajempien turvemaakeskittymien joukosta kuitenkin helppo etsiä potentiaalisimpia kesäkorjuukelpoisia alueita. Tulevaisuuden tavoitteena on liittää mallin selittäjiin maaperän kivisyyttä selittävä malli. Mallin tueksi ei kuitenkaan ole vielä riittävän tarkkaan maaperätietoa. (Seppänen 2017, 8.)

Vaikka korjuukelpoisuuden luokitus helpottaa sopivien korjuukohteiden löytämistä, on korjuuajankohtana vallitsevilla olosuhteilla edelleen suuri merkitys kohteen todelliseen korjuukelpoisuuteen. Tulevaisuuden haasteena on saada yhdistettyä kohteen tarkka olosuhdetieto korjuukelpoisuuskarttaan. Näin kosteuden määrän muutosten vaikutusta maaston kantavuuteen, voitaisiin arvioida entistä paremmin. Tarvittava tieto olisi jo saatavilla, sillä Ilmatieteen laitoksella on noin 400 lämpötilaa ja sadantaa mittaavaa havaintopistettä. Havaintopisteistä kerätty tieto on avointa dataa ja näin kaikkien hyödynnettävissä. Tiedon perusteella voidaan melko luotettavasti ennustaa esimerkiksi talvella roudan kehittyminen ja sulan maan aikaisten sateiden vaikutus maaperän kantavuuteen. Ilmatieteenlaitos onkin julkaisemassa ajantasaisen routakartan syksyllä 2018 (Ilmatieteenlaitos 2017). Paikkakuntakohtaisen sadantatiedon hyödynnettävyyt-

tä energiapuun kuivumismallien rakentamisessa on tutkittu Luonnonvarakeskuksen toimesta vuonna 2017. (Sikanen 2017, 7.)

## 2.4 Varastopaikat ja lähikuljetusmatka

Puutavaran ja energiapuun varastopaikat määräytyvät käytännössä kaukokuljetuksen vaatimusten ja leimikon sijainti- ja muoto-ominaisuuksien mukaan. Puutavara-autojen on päästävä pinojen viereen ja varastopaikat sijoitetaan aina mahdollisuuksien mukaan kiinteistön omistajan maille. Hakkuussa poistuvan puun määrä ja puutavaralajien määrä vaikuttavat suuresti varastopaikkojen tilan tarpeeseen. Esimerkiksi harvennuskohteessa varastopaikan vaatima leveys on kymmenen metriä, jos kuitupuu katkotaan pitkäksi, viisi metriseksi ja kuorma puretaan pinoon metsän puolelta. Jos kuorma puretaan tieltä ja kuitupuun pituus on kolme metriä, ei varastopaikan leveyden tarvitse olla kuin neljä metriä. Varastopaikan pituus tosin lisääntyy tässä tapauksessa, sillä pinon korkeus on rajallinen. Hakkuukoneen kuljettajan onkin suunniteltava tarkoin varastopaikkojen sijainti ja koko leimikosta olevien ennakkotietojen perusteella. (Ovaskainen 2012c.)

Varastopaikat määrittävät paljon myös ajourasuunnittelua, sillä kokoojauraverkostoa lähdetään suunnittelemaan aina varastolta leimikolle päin. Suurin rasitus kohdistuu varastopaikkojen lähistöllä oleville kokoojaurille, joilla ajokertoja täydellä kuormalla tulee eniten. Varastopaikat tulisi sijoittaa mahdollisuuksien mukaan leimikon kantavimpiin kohtiin. Suunnittelussa pyritään aina taloudellisuuteen, lähi- ja kaukokuljetuksen vaatimukset huomioiden. Tavoitteena on minimoida lähikuljetusmatka maaperän kantavuusominaisuudet huomioiden. Heikosti kantavilla kohteilla olisi paras vaihtoehto kuorman purkaminen suoraan tieltä. Jos kuorman purku on tehtävä metsän puolelta, tulee ajourapainaumia väistämättä pinojen kohdalle. Hyvin pehmeässä kohdassa voidaan käyttää maaperän vahvikkeena kuitupuusta tehtyjä teloja. (Ovaskainen 2012a.)

## 2.5 Kaluston ja hakkuutavan vaikutukset urapainaumien syntyyn

Leveiden ja kantavien telojen käyttö kuormatraktoreissa vähentää merkittävästi ajourapainaumien riskiä. Teknologian tutkimuskeskus (VTT) on kehittänyt Metsätehon toimeksiannosta myös laskurin, jonka avulla voidaan ennustaa luotettavasti kuormatraktoreiden aiheuttama pintapaine, ja siitä johtuvan uran arvioitu syvyys (Metsäteho 2015). Laskuri huomioi erilaiset rengas- ja telavarustukset, kuormatraktoryypit ja niiden kuormauksen. Tiedon avulla voidaan arvioida, millaisissa maasto-olosuhteissa milläkin kalustolla voidaan liikkua. Laskuri kertoo myös, miten ajourien syvyys kehittyy, kun ajokertojen määrä uralla lisääntyy. Laskennassa käytettyjä kantavuusluokkia on vain kolme, joten se ei suoraan sovellu yhteen uusimpien korjuukelpoisuusluokitusten kanssa. Laskurin antamat tulokset ovat tekijöiden mukaan suuntaa-antavia, sillä riittävän kattavaa tutkimustietoa maaperän kantavuusominaisuuksista ei ole. Esimerkiksi kosteuden vaihtelu puuttuu. Lisäksi virhettä aiheuttaa laskennassa käytettyjen tietojen oikeellisuus. (Kurkela, Kärhä & Törnqvist. 2010, 21.)

Hakkuutavalla, ja varsinkin hakatun puutavaran lähikuljetuksen reittioptimoinnilla, voidaan vaikuttaa paljon urien kuormittumiseen. Katkotun puutavaran tehokas ajo metsästä varastopaikalle vaatii kokemusta ja tietoa eri puutavaralajien sijainnista. Tehtyjen tutkimusten mukaan kokeneen ja kokemattoman kuljettajan ero tuottavuudessa on yli kaksinkertainen. Uusien kuljettajien koulutukseen onkin kehitetty uusia menetelmiä. Tavoitteena on lyhentää uusien kuljettajien oppimisaikaa, joka on keskimäärin yli 15 kuukautta. Uusista järjestelmistä hyötyvät myös kokeneet kuljettajat, sillä niiden kautta saadaan arvokasta palautetta työn todellisesta tehokkuudesta. (Asikainen, Ala-Ilomäki, Lamminen, Sirén & Väätäinen 2014, 4)

Kuormainvaakojen ja erilaisten mitta-antureiden käytön yleistyminen tuottaa paljon hyödynnettävää tietoa. Harvesterin hakkuulaite mittaa jokaisen puutavaralajin kappaleittain ja samaan aikaan tapahtuman sijaintitieto tallentuu ylös. Tiedon perusteella on kehitetty katkotun puutavaran keräilyä optimoivaa ohjelmistoa. Ohjelmiston vaikutuksia on testattu hankkeessa, jossa tutkittiin kuljetta-

jaa opastavien järjestelmien hyötyjä koneellisessa puunkorjuussa. Lähikuljetuksen optimoinnilla saatiin aikaan merkittäviä hyötyjä. VPR- optimointiin perustuva ohjelmisto käytti laskennan perustana tarkkaa maastotietoa, hakkuukoneen tuottamaa reittitietoa sekä katkotun puutavaran määrä- ja sijaintitietoa. Lisäksi ohjelmaan voitiin syöttää kuormatraktorin tiedot. Ohjelma pystyi näin laskemaan kuormatraktorin polttoaineen kulutusta eri reittivaihtoehdoilla. (Ala-Ilomäki, Asikainen, Ikonen, Lamminen, Sirén, Väätäinen & Ylimäki 2012, 13–14.)

Reittioptimoinnilla ja sekakuormia hyödyntämällä saatiin vähennettyä ajokertoja ja lyhennettyä näin kokonaisajomatkaa. Ajosuuntien optimointi vaikutti polttoaineen kulutukseen, kun jyrkkien rinteiden ajoa raskaalla kuormalla pyrittiin välttämään. Vähentyneet ajokerrat näkyivät työn tehostumisena ja ajourapainauksen vähenemisenä. Sekakuormien käyttö lisäsi hieman puutavaran kuormausaikaa varastopaikalla, mutta kokonaisuutena lähikuljetuksen tehokkuus parani keskimäärin yli kymmenen prosenttia. (Ala-Ilomäki ym. 2012b,14: Kokkonen, 2015, 41–42)

## 2.6 Kuljettajan ammattitaito

Kokemus tuo varmuutta. Vanha sanonta pitää paikkansa myös metsäkoneen kuljettajien osalta. Korjuuyrittäjiltä kerättyjen kokemusten mukaan koulunsa päättäneiden kuljettajien ammattitaito ei ole riittävällä tasolla (Salo 2017, 51) Kokemuksen mukana kehittyy myös työn tuottavuus, joka on aloittelevilla kuljettajilla merkittävästi alhaisempi (Purfürst 2010, 89–97). Työskentelyn alkuvaiheessa kuljettajat suunnittelevat ajouraverkoston hyvinkin tarkasti kaikkia apuvälineitä ja tietoa hyödyntäen. Ajouraverkoston piirtäminen, huolellinen leimikon tietoihin perehtyminen sekä maastokatselmus ovat tärkeässä roolissa. Työuran edetessä omien kokemusten vaikutus lisääntyy ja luottamus omaan havainnointiin kuitenkin kasvaa. (Ala-Ilomäki ym. 2012a, 6)

Kuljettajan tuottavuuteen vaikuttaa paljon myös motivaatio. Kun kuljettajan tekemien päätösten tueksi on riittävän tarkkaa tietoa kohteesta, on työtä mukava tehdä. Jos kaikki päätökset on tehtävä puutteellisen tiedon varassa, on selvä,



ettei motivaatio ole parhaimmillaan. Huonoin tilanne on silloin, kun kuljettaja saa negatiivista palautetta työstä, jonka on joutunut tekemään puutteellisten tietojen perusteella. (Vihottula 2010, 54: Ala-Ilomäki ym. 2012a, 7)

## 2.7 Käytettävissä oleva tieto ja kuljettajaa avustavat järjestelmät

Hakkuukoneiden kuljettajien päätöksiä tukevan tiedon määrä on vähäinen. Kuljettajat joutuvat tekemään päätöksiä pääosin peruskarttatasoisen leimikkokartan avulla, vaikka yleisesti käytettävissä olisi paljon tarkempaakin aineistoa. GPS-paikannus on ollut merkittävä parannus, mutta liian suuren mittakaavan karttojen vuoksi hyötysuhde ei ole täydellinen. Kuljettajille tehtyjen kyselyiden mukaan he haluaisivat lisätietoa päätöstensä tueksi. Tärkeimpänä lisätietona ajourasuunnittelun kannalta pidetään tarkkaa maaston olosuhde- ja sijaintitietoa. (Ala-Ilomäki ym. 2012, 30., Väättäinen 2014, 24)

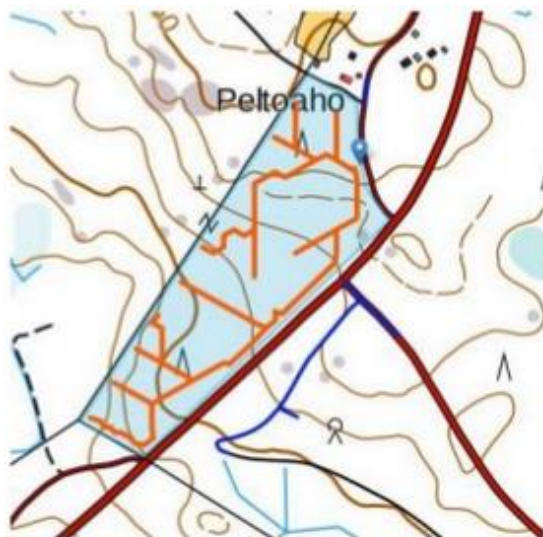
Vuonna 2012 valmistuneen laajan kyselytutkimuksen mukaan kuljettajat ovat valmiita hyödyntämään erilaista digitaalisessa muodossa tarjottua lisätietoa. Aloittelevat kuljettajat pitivät lähes kaikkea tarjottua lisätietoa hyödyllisenä. Kokeneet kuljettajat olivat puolestaan valikoivampia. Sama trendi näkyi tähän tutkimukseen liittyneen kyselyn tuloksissa. Kokeneet kuljettajat haluaisivat lisätiedoksi vain maaperän kantavuuteen liittyvää tietoa. Hakkuukoneenkuljettajilla on lähtökohtaisesti enemmän tietoa käytettävissään, kuin ajokoneenkuljettajilla. Katkongan ohjauslaitteisto ja GPS-karttasovellus ovat työskentelyn perusvälineitä. Osassa kuormatraktoreista on käytettävissään paikannuslaitteet. Kyselyn tuloksena huomattiin myös se, että kuljettajat jotka olivat käyttäneet karttaohjelmia ja muita apuvälineitä olivat valmiimpia ottamaan käyttöön myös muita lisätietoa tuottavia järjestelmiä. Tutkimuksen ”vapaan sanan”-osioissa, avustavia järjestelmiä käyttäneet kuljettajat esittivät aktiivisesti ehdotuksia uudenlaisiksi apukeinoiksi. (Ala-Ilomäki 2012b, 37–39) Kuljettajia avustavia järjestelmien kehittämiseksi on olemassa jo runsaasti tekniikkaa ja osaamista (Hämäläinen, J 2017). Tämä osaaminen olisi jalostettava nopeasti kuljettajien työtä helpottavaksi lisätiedoksi.

## 2.8 Korjuuolosuhteet

Korjuuajankohtaa edeltäneet sääolosuhteet määrittävät paljon leimikon maaperän kantavuutta heikosti vettä läpäisevillä kivennäismaan kohteilla. Metsälehdessä 4.12.2017 julkaistun kirjoituksen mukaan sateisina syksyinä lähes kaikki korjuukohteet on käytävä tarkistamassa ennakkoon. Tästäkin huolimatta kohteiden hakkuut joudutaan usein keskeyttämään kantavuusongelmien vuoksi. (Karppinen 2017.) Tarkkaa säädataa on olemassa (Ilmatieteen laitos 2017). Sitä hyödynnetään jo esimerkiksi energiapuun korjuussa. Luonnonvarakeskus on yhteistyössä VTT:n kanssa tuottanut energiapuun kuivumismallit. Nämä mallit ottavat huomioon paikalliset sääolosuhteet ja energiapuun haketus ja kuljetus polttoon voidaan optimoida laskurin avulla. (Sikanen 2017, 4.)

## 2.9 Ajourakone

Ajourakonepalvelun tarkoituksena on tuottaa maaston kantavimpiin kohtiin sijoitettu ja lähikuljetusmatkan suhteen optimaalinen kokoojaura valitulle kohteelle (kuviot 2 ja 3).



Yllä: Ajourakoneella tehty kokoojaurasto

Alla: Korjuukelpoisuusluokitus samalle kohteelle



Kuviot 2 ja 3. Ajourakonepalvelun tuottamaa aineistoa (Metsäteho 2017)

Palvelu perustuu laskentaohjelmaan, joka huomioi maaston ominaisuuksien lisäksi korjuuta rajoittavat tekijät, kuten varastopaikkojen sijainnit, leimikon rajat, ajouravälit ja säästettävät kohteet. Urien sijoitteluun voidaan vaikuttaa myös asettamalla raja-arvot urien sivuttais- ja pitkittäiskaltevuudelle. Ohjelma käyttää laskentatietona laserkeilausaineistosta johdettua kohteen tarkkaa maaston korkeus- ja sijaintitietoa. Korjuuta rajoittavat leimikkokohtaiset tekijät lisätään aina manuaalisesti. (Koivula, Peltonen & Ovaskainen 2017.)

Ajourakonepalvelua ryhdyttiin kehittämään puunkorjuun operatiivisen suunnittelun apuvälineeksi. Alkuvaiheessa palvelu toimii kuitenkin testipalveluna. Sitä on tarkoitus kehittää kokeiluista saatujen tulosten perusteella. (Koivula ym. 2017; Räsänen 2016, 9).

### 3 TUTKIMUKSEN TOTEUTUS

#### 3.1 Menetelmänä kaksivaiheinen puolistrukturoitu teemahaastattelu

Hiljaisen tiedon kerääminen tapahtui kaksivaiheisen haastattelututkimuksen avulla. Ensimmäinen vaihe sisälsi lyhyen puhelinhaastattelun, jossa käytiin läpi tutkimuksen tavoitteet ja käytännön toimet. Tämän jälkeen tutkimukseen osallistuvalla lähetettiin sähköinen perustietokysely. Tutkimuksen ensimmäinen vaihe toimi herättelynä aiheeseen. Vastausten perusteella muodostettiin kokonaisuus, jonka avulla toisen vaiheen haastattelun aiheet valittiin.

Toisessa vaiheessa kuljettajat haastateltiin työpaikalla. Kysymykset lähetettiin haastateltaville ennakkoon. Haastattelut nauhoitettiin, jolloin kaikki esille tullut tieto saatiin varmasti kirjattua ylös. Haastattelun jälkeen kuljettajalle annettiin tehtäväksi myös kokoojauran laatiminen esimerkkileimikoille. Suunnitelmien laadinnan tarkoituksena oli paljastaa käytännön ongelmanratkaisulla kuljettajien kokemukseen perustuvaa tietoa. Tehtävän avulla haastateltavat pyrittiin johdattamaan syvemmälle aiheeseen ja urasuunnittelun haasteisiin. Karttatehtävän aikana kuljettajille esitettiin kohteista saatavilla olevaa lisätietoa erilaisten kartta-aineistojen avulla.

#### 3.2 Hiljaisen tiedon määrittely

Uransa alkuvaiheessa oleva ammattilainen tekee päätöksiä hyvin järjestelmällisesti. Vasta-alkaja tukee päätöksensä hyvin voimakkaasti koulutuksessa opittuun tietoon ja työn tekemiseen liittyviin ohjeisiin ja rajoitteisiin. Kokemuksen myötä karttuneen tiedon osuus päätöksenteossa lisääntyy asteittain kokemuksen lisääntyessä. (Ala-Illomäki ym. 2012a, 6.) Tutkijat Stuart ja Hubert Dreyfus (1999) kuvaavat selkeästi, miten vasta-alkajalla päätökset perustuvat lähes täysin teoreettiseen tietoisuuteen. Osaaja-tason tekijällä teoreettisen tietoisuuden osuus on enää puolet ja expertti-tason tekijällä enää pieni osa. Osaamisen tasojen kehittyminen tapahtuu kaikilla eri tahtiin. Kymmenen vuoden kokemusta pidetään yleisesti aikarajana, jonka jälkeen suurin osa päätöksistä tehdään hil-

jaisen tiedon varassa. Hiljainen tiedon käyttöä ohjaavat aina myös henkilön muut ominaisuudet, kuten taidot, tunteet ja kokemukset. (Pohjalainen, 6.) Edellä mainitut seikat tekevät hiljaisen tiedon kertomisesta ja sitä kautta sen keräämisestä varsin haasteellista.

Kuljettajan hiljaisen tiedon merkitystä käytännön hakkuutyössä on selvitetty jo laajasti vuonna 2005 valmistuneessa suomalaistutkimuksessa. Tehdyssä tutkimuksessa hyödynnettiin kuljettajan päähän asennettavaa kypärän ja kypäräkameran yhdistelmää. Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää, miten kokeneen kuljettajan hiljainen tieto vaikuttaa hakkuutyön tuottavuuteen työpistetasolla. Hiljaisen tiedon osuutta päätöksentekoon analysoitiin kuljettajan näkökenttää kuvaamalla. Näin saatiin tietoa kokeneen ja kokemattoman kuljettajan työskenteilyn eroista ja hiljaisen tiedon merkityksestä hakkuutyössä. (Ranta, Ala-Fossi, Ovaskainen & Väättäinen. 2005,13–16)

Hiljaisen tiedon seulominen tutkimuksessa kerätystä tiedosta toteutettiin, vertaamalla sitä lähdeaineistoon. Tarkastuksen jälkeen esille tulleelle hiljaiselle tiedolle tehtiin vielä toinen tarkastus. Vastauksessa esiintynyttä tietoa haettiin internetistä Google- hakupalvelun avulla. Lähes kaikki julkaistu uusi tutkimustieto löytyy internetin hakukoneilla. Tiedon hakeminen internetin avulla antoi hyvän kuvan tiedon esiintymisestä. Jos haku ei antanut vastaavia tuloksia, luokiteltiin tieto tutkimuksessa tavoitelluksi ajourasuunnittelun hiljaiseksi tiedoksi.

### 3.3 Sähköisen kyselyn laatiminen ja haastatteluiden valmistelu

Kyselyn valmistelun aikana tutustuin laajasti aihetta käsittelevään kirjallisuuteen ja tehtyihin tutkimuksiin. Valmistelun aikana kommentteja kyselyn sisältöön haettiin operatiivisessa työssä olevilta henkilöiltä, joilta saatiinkin arvokkaita huomioita (Ovaskainen 2017). Sähköinen kysely laadittiin Google Forms- sovelluksen avulla. Alkuun kirjoitettiin lyhyt esittely kyselystä ja pyydettiin vastaajan sähköpostiosoite vastausten yksilöintiä varten. Kaikki kyselyn vastaukset määrättiin pakolliseksi, jolloin tulosten vertailtavuus saatiin mahdollisimman hyväksi.

Varsinaisen haastattelun kysymykset päätettiin muodostaa myöhemmin, sähköisen kyselyn tuloksiin perustuen. Kysely lähetettiin haastatteluun valituille henkilöille joulukuun 2017 aikana. Vastausaikaa annettiin tammikuun 2018 loppuun. Osa tutkimukseen pyydetyistä henkilöistä ei vastannut kyselyyn ja heidän tilalle etsittiin uudet kokeneet kuljettajat. Viimeiset vastaukset kyselyyn saatiin huhtikuussa 2018.

### 3.3.1 Tavoitteet

Ensimmäisen vaiheen sähköisessä kyselyssä oli tavoitteena kerätä ajourasuunnitteluun liittyvää kuljettajakohtaista perustietoa. Tavoitteena oli kartoittaa kokeneiden kuljettajien näkemyksiä ajourasuunnittelun käytänteistä ja suunnitteluun vaikuttavista tekijöistä. Kyselyssä tiedusteltiin myös suunnitteluun liittyviä ongelmia.

Sähköisen kyselyn vastausten perusteella laadittavan haastattelun tarkoitus oli kerätä talteen kokeneiden kuljettajien suunnittelussa käyttämä hiljainen tieto. Tietoa pyritään jatkossa hyödyntämään ajourakoneen kehitystyössä. Esimerkki-kohteille laadittavien ajourasuunnitelmien avulla pyrittiin keräämään käytäntöön sidottua lisätietoa suunnitteluun vaikuttavista tekijöistä.

### 3.3.2 Kysymysasettelu

Kysymykset suunniteltiin siten, että ensimmäisessä kyselyssä kartoitettiin ajourasuunnittelun peruskäytänteitä, eri tekijöiden vaikuttavuutta ja suunnitteluun liittyviä ongelmia. kaksi ensimmäistä kysymystä oli monivalintakysymyksiä. Niissä tiedusteltiin kuljettajien hyödyntämiä kartta-aineistoja sekä niiden tarvetta. Seuraavissa kysymyksissä haastateltavia pyydettiin valitsemaan suunnitteluun vaikuttavan tekijän vaikuttavuus asteikolta 1–5, jossa 5 tarkoitti suurta vaikutusta. Kyselyn lopussa oli vielä 4 vapaan tekstikentän kysymystä. (Sähköinen kysely liite 1)

Vastausten perusteella saatiin muodostettua selkeä kuva siitä, millä tekijöillä on suurin vaikutus ajourasuunnitteluun. Kyselyn vastaukset toivat esille suunnittelun ongelmakohdat. Näiden perusteella saatiin lisää kysymysten aiheita sekä viitteitä käytännön karttatehtävässä käytettävien esimerkkikohteiden valinnalle. Varsinaisen haastattelun kysymykset voitiin keskittää tehokkaasti niihin asioihin, joilla on suurin merkitys ajourasuunnittelun kannalta. Näissä tapauksissa myös hiljaisen tiedon käyttäminen on todennäköisintä.

Haastattelussa kysyttiin, miten ajourasuunnittelun periaatteet ovat muuttuneet kokemuksen mukana ja miten kohteessa saatavien perustietojen avulla voidaan arvioida niiden vaikuttavuutta. Kuljettajilta tiedusteltiin myös ajourien linjaamiseen ja muotoiluun liittyviä huomioita, maaston muotojen aiheuttamien rajoitteiden hallintatapoja sekä korjuuolosuhteisiin, maaperän kantavuuden arviointiin, kuljettajan ammattitaitoon ja kuormatraktorin ominaisuuksiin liittyvien tekijöiden merkitystä. Kysymyksiä muodostettiin myös yleisistä suunnitteluohjeista poikkeavien vastausten ja esille tulleiden ongelmien perusteella. (Haastattelun kysymykset liite 2) Kysymysten aiheita esiin nostaneen sähköisen kyselyn tuloksia on käsitelty tarkemmin tämän tutkimuksen sivuilla 29–30.

### 3.3.3 Haastateltavien valintakriteerit

Haastateltavat valittiin ensisijaisesti pitkän, yli kymmenen vuoden työkokemuksen perusteella. Kokemusta tuli olla hakkuukoneen kuljettamisesta, sillä ajourien suunnittelu on heidän vastuullaan. Haastateltavat pyrittiin valitsemaan tasaisesti koko Itä-Suomen alueelta. Ratkaisulla pyrittiin tasoittamaan työympäristön vaikuttavuus kokemukseen. Etelä-Kainuusta Etelä-Karjalaan ja sieltä Savoan yltävältä alueelta löytyy hyvin erilaisia maastotyyppisiä. Toisaalta puuston kasvu ja maaperän ominaisuudet ovat hyvin erilaisia Itä-Suomen pohjoisosista etelään ja länteen mentäessä.

Haastateltavien hajauttamisessa onnistuttiin hyvin, sillä haastateltavat sijoittuivat Valtimon, Nurmeksen, Ilomantsin, Kesälahden ja Kuopion rajaamalle alueelle. Neljä haastateltavista oli opettajia ja loput kuusi aktiiviyössä olevia kuljettajia. Opettajien mukaan ottamisella pyrittiin saamaan mukaan erilaisten ammattilaisten näkökulmat suunnitteluun. Haastateltavien henkilöiden yhteenlaskettu kokemus hakkuukoneen kuljettamisesta ylitti 150 vuotta. Aika on kerryttänyt merkittävän määrän kokemuseräistä tietoa.

### 3.3.4 Ajourasuunnitelmien laatiminen

Tutkimuksen alkuperäisenä ajatuksena oli käyttää osana tutkimusaineistoa esimerkileimikoille suunniteltavia kokoojauria. Tällainen työskentelytapa aktivoisi kokemuksen kautta kertynyttä hiljaista tietoa ja sen tallentaminen olisi mahdollista. Kokeneiden kuljettajien vastausten perusteella heräsi kuitenkin epäily, saadaanko peruskartalle luonnosteltavasta kokoojaurasta tutkimuksellista lisäarvoa. Jo haastateltavia etsittäessä kävi selväksi, etteivät kokeneet kuljettajat juurikaan suunnittele ajouraverkoston ennakolta kartalle. Kuljettajien käytettävissä oleva kartta-aineisto ei ole riittävän tarkkaa ja tämän takia ennakkosuunnittelua ei aina tehdä. Kuljettajat aloittavat hakkuun kohteesta annetun aineiston perusteella ja suunnittelevat ajourat hakkuun edetessä.

Kokoojaurien suunnittelu esimerkileimikoille otettiin kuitenkin mukaan haastateluohjelmaan alkuperäisen ajatuksen mukaisesti. Aineistoksi saatiin lopulta viisi Metsä Groupin leimikkoa, joista oltiin tekemässä samaan aikaan Ajourakonepalvelun tuottaman aineiston käytettävyyteen liittyvää tutkimusta. Mikko Räsäsen tutkimat kohteet olivat todellisia hakkuukohteita ja niille oli luonnosteltu kokoojauraverkosto sovelluksen avulla. Kaikille kohteille oli saatavilla vinovalo-varjokuva. Osalle leimikoista oli saatavana myös korjuukelpoisuuskartta.



### 3.3.5 Haastattelu ja ajourasuunnitelmien vertailu

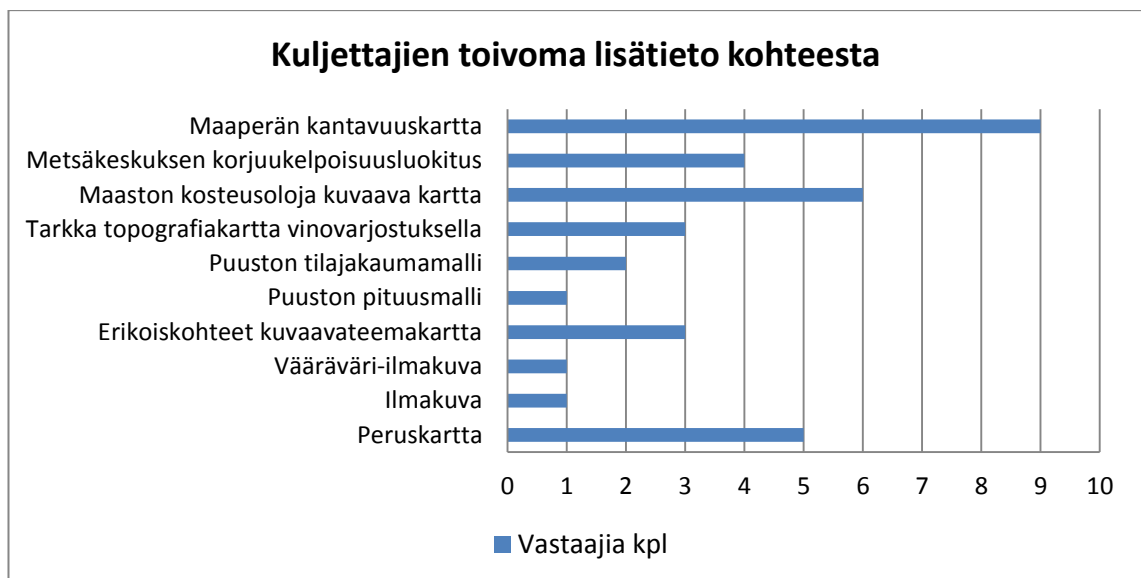
Haastattelun aikana käytiin läpi ennakolta lähetetyt kysymykset. Opettajat haastateltiin omassa työhuoneessa ja aktiiviyössä olevat kuljettajat työn ohessa, hakkuukoneen kopissa istuen. Karttatehtävä, jossa haastateltavat laativat esimerkkileimikoille kokoojaurat, tehtiin haastattelun päätteeksi. Suunnittelu tehtiin mittakaavaltaan 1:5 000 peruskarttapohjaiseen leimikkokarttaan. Karttaan oli merkitty leimikon rajat ja varastopaikat. Vaikka kokoojauran suunnittelu oli pääosassa, saivat haastateltavat suunnitella tarvittaessa myös keruu-urat kokonaisuuden hahmottamiseksi.

Haastateltavia pyydettiin perustelemaan kokoojauran linjaukseen perustuvia tekijöitä. Tässä yhteydessä pyrittiin kirjaamaan ylös pienetkin huomiot, että jälkikäteen voitaisiin tulkita, mikä osa kerätystä tiedosta olisi hiljaista tietoa. Kun kokoojaura oli luonnosteltu, näytettiin haastateltavalle kohteen vinovalovarjokuva. Jos kuvan tulkinnasta ei ollut aikaisempaa kokemusta, selvitettiin tulkinnan perusteet haastateltavalle. Tavoitteena oli selvittää toisiko vinovalovarjokuva sellaista lisätietoa, joka muuttaisi peruskartan perusteella tehtyä suunnitelmaa. Lisäksi kuljettajille näytettiin myös korjuukelpoisuuskartta niistä kohteista, joista se oli saatavilla. Ajourakonepalvelun tuottama kokoojauran malli näytettiin suunnittelun loputtua. Suunnitelmia ei kuitenkaan vertailtu keskenään, sillä Ajourakonepalvelun tuottama aineisto perustui toistaiseksi liian suppeaan tietoa-aineistoon.

## 4 SÄHKÖISEN KYSELYN JA HAASTATTELUIDEN TULOKSET JA NIIDEN ANALYSOINTI

### 4.1 Sähköisen kyselyn tulokset

Sähköisen ennakkokyselyn avulla pyrittiin keräämään perustietoa ajourasuunnitteluun liittyvien tekijöiden vaikuttavuudesta ja suunnitteluun liittyvistä ongelmista. Kyselyyn annettujen vastausten tarkastelun yhteydessä kiinnitettiin huomio erityisesti niihin tekijöihin, joiden vaikuttavuus oli arvioitu suureksi. Osa tekijöistä oli selkeitä, ja niiden vaikutus on jo yleisessä tiedossa. Tekijät otettiin mukaan kyselyyn kokonaisuuden hahmottamiseksi, vaikka niiden vaikuttavuus oli jo ennakkoon tiedossa. Kyselyn alussa esitetyt kysymykset suunnittelun apuna käytettävistä kartta-aineistoista antoi heti mielenkiintoisia tuloksia. Kuljettajien käytössä on edelleen vain peruskartta, vaikka huomattavasti tarkempaa ja informatiivisempaa aineistoa olisi tarjolla. Kolme kuljettajaa käytti apunaan kohteen ilmakuvaa ja lisäksi yksi vastaajista käytti myös puuston pituusmallia ja Metsäkeskuksen korjuukelpoisuusluokitusta. Kuljettajat halusivat lisätietoa, mutta sitä ei tarjota aktiivisesti (kuvio 4). Myös uuden tiedon tulkintaan tarvittaisiin apua.



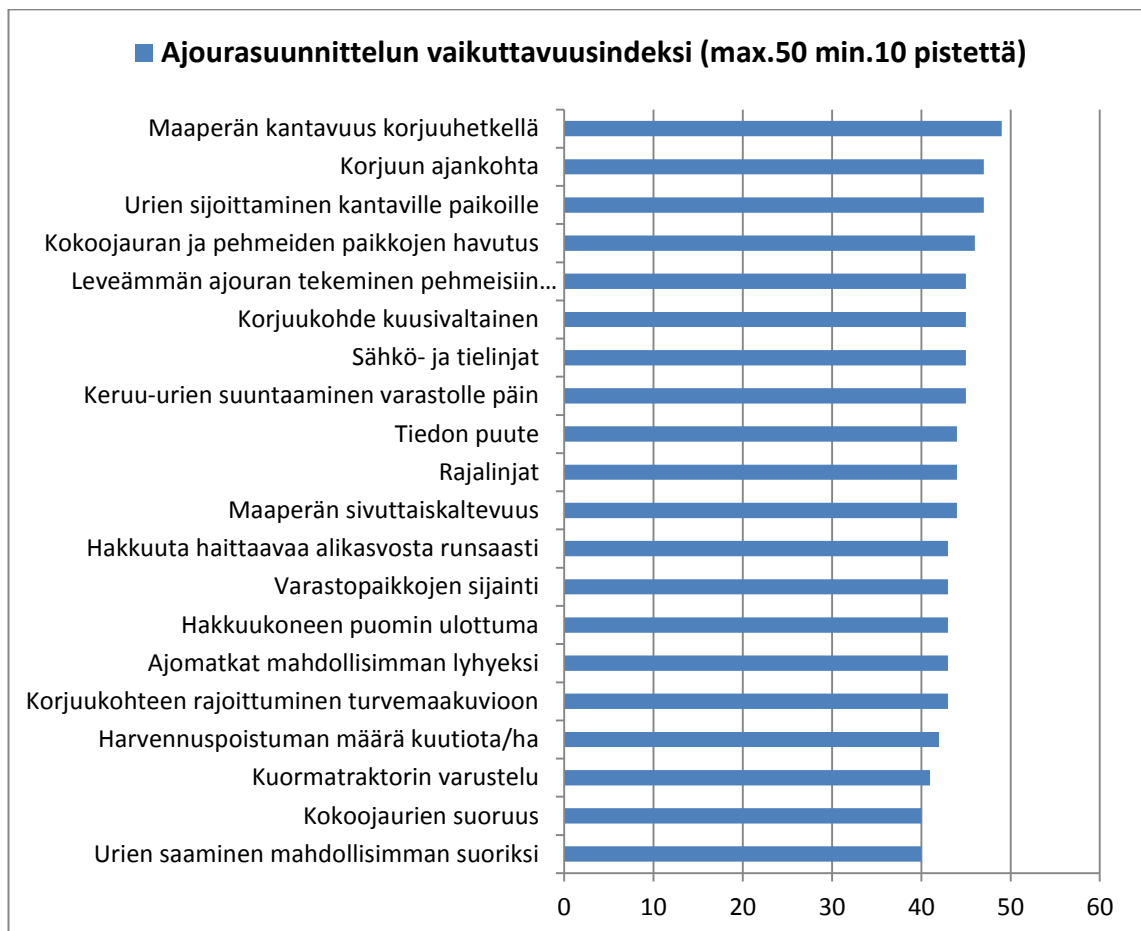
Kuvio 4. Kuljettajien toivoma lisätieto sähköisen kyselyn perusteella

Ajourien suunnitteluun tarvittavaa tietoa ja aikaa ei ole kuljettajien mukaan tarpeeksi. Maastokatselmuksen merkitys todettiin kohtalaiseksi ja haastavilla kohteilla se olisi kuljettajien mukaan erittäin suositeltavaa. Ajourien sijoittaminen kantaville paikoille, polttoainetaloudelliset reitit, mahdollisimman lyhyt ajomatka, hakkuukoneen varustelu ja erityisesti puomin ulottuvuus todettiin suunnitteluun oleellisesti vaikuttaviksi tekijöiksi. Myös maaperän kantavuus korjuuhetkellä, korjuun oikea ajoitus, urien saaminen mahdollisimman suoriksi, pimeys ja sade, hyvä havutus, kokooja-urien suuntaaminen suoraan varastopaikalle, raivaamaton alikasvos, hehtaarikohtainen harvennuspoistuma, puuston järeyden kasvu sekä maaperän kaltevuus ovat vaikuttavuudeltaan merkittäviä ja yleisen käsityksen mukaisia.

Keskimääräistä vähemmän tai vähäisesti suunnitteluun vaikuttaviksi tekijöiksi koettiin esimerkiksi korjuukohteen muoto. Muotoa enemmän vaikuttavat kohteen muut tekijät, kuten raja- ja tielinjat. Luontaiset metsän aukkopaikat, vanhat ajourat, kuormatraktorin varustelu ja hakkuu-urien hyödyntäminen eivät myöskään vaikuta merkittävästi suunnitteluun. Vaikuttaviksi tekijöiksi oli vastauksissa kerrottu myös sellaisia asioita, joita ei ole yleisesti huomioida ajourasuunnittelussa. Vastausten perusteella välittyi selkeitä suunnittelutyöhön liittyviä ongelmia.

Turvemaan ja kivennäismaan rajapinnan vaikuttavuus suunnitteluun todettiin kohtalaiseksi, mutta vastaukset jakautuvat paljon. Asiaa päätettiin selvittää tarkemmin. Kuljettajat pitivät erityisesti maaperän ominaisuuksista kertovaa tietoa tärkeänä. Myös korjuukohteen koko, ajourien risteysten jyrkkyys ja sijainti, ajourien havutus, kuusivaltainen harvennuskohte, varastopaikkojen sijainti, raja- ja tielinjat sekä hakkuussa säästettävien kohteiden koettiin vaikuttavan hyvin paljon suunnitteluun. Suositusta leveämmän uran teko heikosti kantavaan paikkaan, leimikon jakaminen pienemmiksi kokonaisuuksiksi, lumipeitteen aikaiset kantavuuden muutokset, maanpinnan pienet korkeuserot ja kasvillisuuden muutoksille oli annettu kohtuullinen merkitys.

Seuraavaksi esitetään kaaviot, joihin on laskettu vaikuttavuusindeksi jokaiselle vastaukselle (kuvio 5 ja 6). Arvo on saatu laskemalla yhteen haastateltavien yksittäiselle kysymykselle antamat pisteet. Suurin mahdollinen pistemäärä on 50, kun korkein yksittäinen pistemäärä on 5 ja vastaajia on 10. Kaikilla kyselyyn valituilla tekijöillä tiedettiin olevan vähintään kohtuullinen vaikutus suunnitteluun. Kyselyllä haluttiin nostaa esille vaikuttavimmat tekijät tarkempaa jatkoselvittelyä varten. Kyselyn tuloksena saatiin myös vastauksia, kommentteja ja käytännön ratkaisuehdotuksia, jotka herättivät erityistä huomiota. Seuraavassa kaaviossa on esitetty kaksikymmentä ajourasuunnitteluun vaikuttavinta tekijää.



Kuvio 5. Ajourasuunnittelun kaksikymmentä vaikuttavinta tekijää

Ajourien suunnittelun kannalta erityisen haasteelliseksi tilanne muodostuu kuljettajien mukaan silloin, kun maapohjan kestävyuden arviointi on vaikeaa. Oikealla korjuuajankohdalla on myös hyvin suuri merkitys. Kallioiden ja jyrkänteiden läheisyys lisää epävarmuutta ja voimakkaasti eri suuntiin vaihtelevat maaston

muodot ovat haaste. Kuljettajien vastausten perusteella, työskentelytavat vaikuttavat myös paljon lopputulokseen. Alla olevassa kaaviossa on esitetty loput kyselyssä esitetyt ajourasuunnitteluun vaikuttavat tekijät ja niille laskettu vaikuttavuusindeksi. Kaikilla tekijöillä oli tulosten perusteella vähintään kohtuullinen vaikutus ajourien suunnitteluun.



Kuvio 6. Sähköisen kyselyn vastausten perusteella lasketut vaikuttavuusindeksit muille ajourasuunnitteluun vaikuttaville tekijöille.

Kuljettajien kokemuksesta huolimatta suunnitteluun liittyy monia jatkuvasti toistuvia ongelmia. Maastokarttojen ja kohdetiedon paikkansapitämättömyys on edelleen ongelma. Myös leimikon suunnitteluvaiheessa tehdyt virheet, kuten väärin arvioitu korjuukelpoisuus aiheuttaa jatkuvasti päänsärkyä. Ongelmia aiheuttavat myös vähäinen yhteydenpito hakkuukoneen ja kuormatraktorin kuljettajien välillä, kuormatraktorin ominaisuuksien heikko huomiointi urasuunnittelussa sekä ajouravälin kaventuminen.

Edellä kerrotut seikat ovat yksittäisten kuljettajien ajatuksia ja sellaisenaan hyvin lähellä hiljaista tietoa. Yksittäisen kommentin tai vastauksen perusteella muotoiltiin kaikille kuljettajille esitettävät kysymykset. Kysymyksiksi valittiin vain sellainen aihe, jolle kokemusperäinen tieto voisi antaa lisäarvoa. Näin yksittäisen kuljettajan tekemään havaintoon voitaisiin verrata muiden kokeneiden ammattilaisten ajatuksiin.

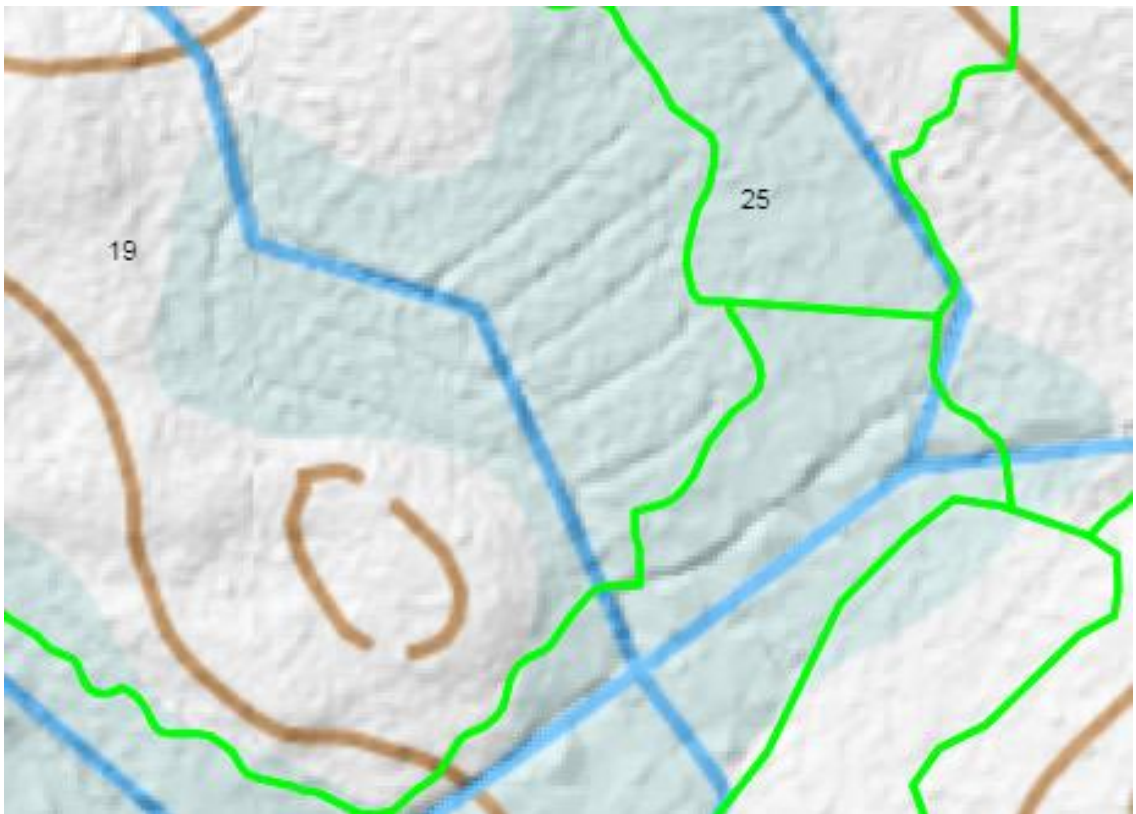
#### 4.2 Haastattelun ja karttatehtävän tulokset

Tässä osiossa käydään läpi haastattelun tuloksena saadut vastaukset. Yksittäinen haastattelun kesto karttatehtävineen oli keskimäärin 1,5–2 tuntia. Aiheesta olisi riittänyt keskusteltavaa paljon enemmänkin. Tavoitteena oli kuitenkin kerätä vain oleellinen tieto ilman töiden ylimääräistä häiritsemistä. Kuljettajien kiinnostus aihetta kohtaan oli hyvin havaittavissa. Haastatteluiden tuloksena saatiin kattava tietopaketti ajourasuunnitteluun oleellisesti vaikuttavista tekijöistä.

Karttatehtävän osalta realisoituivat ennakko-odotukset, joiden mukaan tehtävän mukanaan tuoma lisäarvo jäisi vähäiseksi. Kuljettajien mukaan käytettävä peruskartta-aineisto on epätarkkaa, jonka vuoksi sen merkitys päivittäisessä suunnittelussa on vähäinen. Seikka kävi ilmi jo ensimmäisissä haastatteluissa. Kuljettajia oli hyvin vaikea saada tekemään kaikkia karttatehtäviä. Karttatehtävien aikana ei myöskään tullut esille uusia, merkittäviä asioita. Muutaman haastattelun jälkeen muutin karttatehtävää siten, että esimerkkeinä oli vain kolme kohdetta. Aloitimme helpoimmasta suunnittelukohteesta ja siirryimme asteit-

tain vaikeimpiin tehtäviin. Tehtävän muokkaaminen piti kuljettajien kiinnostuksen selvästi paremmin yllä, mutta ei kuitenkaan tuonut esille uusia havaintoja.

Kuljettajat innostuivat karttatehtävästä enemmän, kun esittelin kohteista vinovalovarjokuvat (kuvio7). Nämä paljastavat peruskartassa näkymättömiä pieniä jyrkänteitä, kohoumia, pieniä ojia sekä suppamaisia muotoja. Kerroin haastateltaville, millä tavalla kuvia tulkitaan. Pyysin heitä arvioimaan, muuttaako uusi tieto alkuperäistä kokoojauran linjausta. Poikkeuksetta kaikki haastateltavat muuttivat alkuperäistä linjausta uusien havaintojen perusteella.



Kuvio 7. Vinovalorjokuvasta näkyvät matalammat ojat selvästi (Tapio ForestKit)

Yhdeltä esimerkkikohteelta oli käytettävissä korjuukelpoisuusluokitus. Tätäkin aineistoa pidettiin käyttökelpoisena. Sen avulla kokoojauran linjausta voi helposti ohjata kantavammalle maalle. Kuljettajille näytettiin myös ajourakonepalvelun tuottamaa aineistoa. Kartta perustuu toistaiseksi niin kapeaan tietoaaineistoon, ettei sen tuottama malli tuo vielä lisäarvoa suunnitteluun. Kuljettajat pitivät

palvelun perusajatusta hyvänä ja olivat kiinnostuneita aineistoista, jotka on tuotettu riittävän tausta-aineiston perusteella.

Haastatteluiden ja karttatehtävien kokemusten perusteella voidaan todeta, että valtaosa kuljettajien tekemistä ajourasuunnitteluun liittyvistä havainnoista tehdään maastossa. Haastattelussa kerätty tieto esitetään aihealueittain koostettuna, jolloin suunnitteluun vaikuttavien tekijöiden hahmottaminen on helpompaa. Vastauksista poimittu hiljainen tieto esitetään luvussa 4.4.

#### 4.2.1 Ajourasuunnittelun yleiset periaatteet

Urasuunnittelun ja hakkuun tulisi olla aina mahdollisimman suoraviivaista ja järjestelmällistä. Kokoojauran tehokkuus on avainasemassa, sillä hakatut puut on saatava pois metsästä. Usein alle hehtaarin kuvioilla selvittäään pääosin pelkillä keruu-urilla. Suoraviivaiseen hakkuutapaan kuuluu myös se, että alueen kulmia ei pyöristellä. Säästöpuuryhmät jätetään mahdollisiin katvepaikkoihin tai heikosti kantaviin paikkoihin. Ajourista tulee tehdä kerralla riittävän leveitä.

Kuljettajien yleisen toimintamallin mukaisesti tarkastetaan aluksi kohteen suunnittelua rajoittavat tekijät. Kaavamainen suunnittelumalli on hyvä apu kokonaisuuden hahmottamisessa. Poistuvan puuston määrä vaikuttaa siihen, miten paljon ajokertoja tulee. Usean hehtaarin kuviolla suunnittelu on helpompaa, sillä linjausvaihtoehtoja on enemmän. Kuljettajien kokemusten mukaan ajouraverkoston suunnitteluun joudutaan käyttämään pehmeillä kohteilla aikaisempaa enemmän aikaa. Tämä johtuu säiden vaihtelusta. Talvet ovat lyhentyneet ja routaa on vähemmän.

Ajourien suuntaamisessa voidaan hyödyntää rajalinjoja, mutta raja-aukon hyödyntäminen ajourana on vaikeata. Rajariidat ovat melko yleisiä ja riskinä on esimerkiksi rajamerkkien vaurioituminen. Suunnittelun kannalta vaikeissa koh-teissa hakkuu olisi hyvä aloittaa kokoojaurasta.



Turvemailla ja heikosti kantavilla kohteilla kannattaa kokoojaura tehdä mahdollisimman puustoiseen paikkaan. Näin uralle saadaan hyvä havutus, toisaalta puuston juurimatto lisää kantavuutta. Puuston pituusmallin avulla voidaan helposti havaita tällaiset alueet, kuten myös puuston luontaiset aukko- ja puukopit. Jos ojien ylityksiä on tehtävä, olisi jo hakkuukoneen hyvä täyttää oja puilla. Näin ojan penkat eivät pehmenne hakkuukoneen alla. Hakkuualueen reunalla kulkevan kokoojauran kuvion puoleinen reuna on hyvä jättää harventamatta uran avausvaiheessa. Keruu-urien paikan valinta helpottuu, kun puusto on koskematon.

Kokoojaurien linjaamisessa voitaisiin kuljettajien mukaan käyttää enemmän hyödyksi ympäröivien kuvioiden maastoa. Kuljettajille pitäisikin tarjota enemmän tietoa kuvioiden puustosta ja tulevista käsittelytoimenpiteistä. Pienen taimikon ja suuremman metsän rajaan voisi hyvin tehdä kokoojauran, sillä taimet eivät joka tapauksessa kasva siinä kunnolla. Jos tiedettäisiin, että harvennettavan leimikon vieressä on tuleva päätehakkuukohta, voisi kokoojauran vetää sen kautta. Molemmissa tapauksissa kokoojaura voitaisiin tehdä tavallista leveämpänä, eikä se aiheuttaisi turhia kasvutappioita kasvatusmetsälle. Säästöpuuryhmät olisi hyvä muotoilla siten, että ne haittaisivat vähemmän ajourasuunnittelua. Niistä olisi tehtävä riittävän laajoja, keskittäen kiinteistön säästöpuuryhmät muuttamaan isompaan kokonaisuuteen.

#### 4.2.2 Kohteen topografian vaikutus suunnitteluun

Yleensä jyrkänteiden alapuolinen maasto on kosteaa. Sateisuus, kallion muoto ja kohteen maalaji vaikuttaa aina siihen, miten vesi liikkuu maaperässä. Rehevissä kuusikoissa ja koivikoissa pintaveden liikettä on erityisen hankala arvioida, männiköissä on harvemmin ongelmia. Joillakin alueilla suuret notkelmat ovat kuitenkin jyrkänteiden tai kallioiden läheisyyttä merkittävämpi riski. Yleisenä periaatteena onkin, että on parempi pysyä mahdollisimman kaukana avokallioista ja jyrkänteistä. Hakkuukoneen puomin mitta on hyvä turvaetäisyys. Jos paikalla on käytävä, tulee keruu-ura suunnitella siten, että puut saadaan tuotua

pois yhdellä ajokerralla. Säästöpuuryhmät kannattaa sijoittaa mahdollisimman laajasti hankalan kohteen ympärille.

Tarkkojen kartta-aineistojen avulla maastosta on helppo löytää ympäristöä hie-  
man korkeammalla olevat kohdat. Tästä voisi olla suuri apu varsinkin heikosti  
kantavilla, muuten tasaisilla kohteilla. Kokoneiden kuljettajien mukaan pienikin  
ero maaston korkeudessa voi tarkoittaa huomattavasti parempaa kantavuutta.  
Arvokas lisätieto olisi myös ajokoneen kulkemista rajoittavien tekijöiden paljas-  
tuminen maastosta. Isot kivet, pienet jyrkänteet ja painanteet, kalliot ja kivet  
rajoittavat usein ajokoneen kulkua. Pienikin jyrkänteet aiheuttavat muutoksia  
ajourien linjaukseen. Rinteessä sijaitseva metrin korkea kynnyksen on jo hanka-  
lasti ylittävissä kuormatrukkilla. Tällaiset matalat kynnykset voivat jatkua rin-  
teen poikki pitkiäkin matkoja. Nämä eivät näy peruskartassa ja ajourasuunni-  
telma meneekin usein täysin uusiksi. Alla näkyvä kuvio osoittaa, miten kumpa-  
reen päällä olevat korkeuserot paljastuvat vinovalvarjokuvasta (kuvio 8). Rin-  
teen poikki kulkeva kynnyksen on usein ajouran linjausta muuttava este.



Kuvio 8. Peruskartassa näkymättömät jyrkänteet näkyvät vinovalvarjokuvassa (Tapio ForestKit)

Turvemaan läheisyydessä suurimmat ongelmat ovat turve- ja kivennäismaan taitekohdassa. Jos kivennäismaalta ajetaan suoraan turvemaalle, niin koneen etupää pyrkii helposti painumaan turvekerrokseen. Ajokohdaksi olisikin valittava mahdollisimman tasainen alusta, jolloin jyrkkä taitekohta jää muodostumatta. Taitekohta on aina havutettava erittäin hyvin ja pahimpiin paikkoihin on tehtävä lisäksi telat. Erityisen vaikeita paikkoja ovat ne, joista ajoura kulkee vain alueen läpi, eikä puustoa harvenneta. Tällöin käytettävissä on vain vähän havua.

Jos ainoana vaihtoehtona on tehdä pitkin turve- ja kivennäismaan reunaa kulkeva ura, pidetään toinen tela kivennäismaalla ja kaikki havut, riukupuut ja kannot asetetaan suon puoleiselle uralle. Jos kivennäismaan hyödyntäminen ei ole mahdollista, on parempi tehdä ura reilusti turvemaan puolelle. Tärkeintä on, että molempien telojen alla on sama kantavuus. Turvemaan puusto tulisi aina harventaa mahdollisimman reilusti. Näin uralle saadaan mahdollisimman paljon havua, hakkuukertymä on parempi, eikä kohteeseen tarvitse palata seuraavan kolmenkymmen vuoden aikana.

Hyvin vaihtelevassa maastossa on kokoojauran suunnittelu aina haastavaa. Maaston ennakkotarkastus kävellen on suositeltavaa ja maaperän ominaisuuksia voi testata esimerkiksi harjateräsrassilla. Joskus sopivan uran paikka selviää vasta, kun koko alue on käsitelty. Tiedon siirtyminen ajokoneen kuljettajalle on tässäkin tapauksessa tärkeätä. Kokoojaurasta tulee vaihtelevassa maastossa poikkeuksetta aina jonkin verran pidempi. Tarkka korkeustieto yhdistettynä maaperän kosteusoloihin ja rakenteeseen sekä leimikolla oleviin, korjuuta rajoitaviin tekijöihin, mahdollistaisi karttojen räätälöimisen juuri kuljettajan toiveiden mukaisesti.

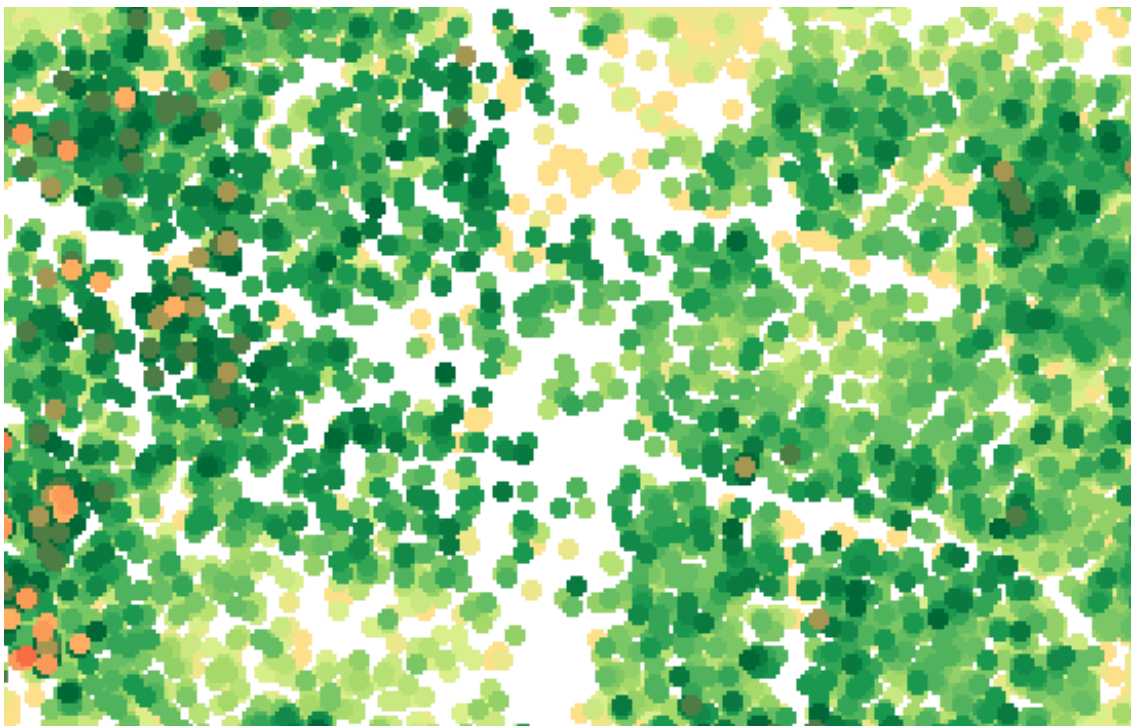
#### 4.2.3 Maaperän ja puuston merkitys maaston kantavuuteen

Puustossa ja kasvillisuudessa on kuljettajien mukaan useita tekijöitä, joiden perusteella voidaan arvioida maaperän kantavuutta. Vanhat ajourat ja niiden painaumat kertovat jo paljon. Hankalat hakkuukohteet olisi hyvä tarkastaa kesällä,

sillä talvella ei kaikkia merkkejä näy. Sekapuustoisissa kohteissa maaston kantavuuden arviointi on usein haastavaa.

Hakkuukoneiden kuljettajat voivat hyödyntää koneen tekniikkaa maaperän koostumuksen arvioinnissa. Painamalla noin kymmenen senttimetriä paksu kuitupölli hakkuukoneen kouralla maahan selviää pehmeän kerroksen paksuus alueella. ”Kepillä kokeilu” ei kuitenkaan kerro kuin pistemäisen kantavuuden. Maaperän kosteus vaikuttaa oleellisesti sen sitkeyteen ja siten myös kantavuuteen. Maaperän kosteuden merkitystä kantavuudelle ei voida muutoinkaan liioitella. Useampi haastatteleman kuljettaja huomauttaa, että kesällä puut on parempi kuljettaa pois heti hakkuun jälkeen. Hienojakoisilla mailla hakkuukoneen jättämä ura kostuu ja kantavuus heikkenee jo muutamassa päivässä.

Puuston määrä on toinen suuri tekijä pehmeiden kohteiden kantavuudessa. Puustosta ja sen jakaumasta saatava ennakkotieto olisikin ajourasuunnittelussa varsin hyödyllistä. Puuston pituusmalli kertoo hyvin pituuden ja tilajakauman (kuvio 9). Edellisen hakkuun aikainen tieto maaperän kantavuudesta ja urien sijainnista helpottaisi arviointia.



Kuvio 9. Puuston pituusmalli kertoo paljon metsän rakenteesta (Tapio ForestKit)

Korjuukelpoisuuskartta ei ollut kuljettajille vielä kovin tuttu, mutta sitä pidettiin hyödyllisenä lisätietona. Todella heikolta vaikuttavan kohteen kantavuutta olisi hyvä testata ajokoneella jo hakkuun alkuvaiheessa, etteivät puut vain jää ajamatta. Riski on suuri varsinkin lämpimien kelien aikaan, jolloin puut tummuvat nopeasti. Jos puut on hakattu, eikä niitä saada ajettua pois metsästä, voivat tappiot olla huomattavia niin korjuuyrittäjälle kuin maanomistajallekin.

#### 4.2.4 Varastopaikkojen ja lähikuljetusmatkan merkitys suunnitteluun

Käytävissä olevien varastopaikkojen määrä vaikuttaa paljon siihen, kuinka ajourasto suunnitellaan. Tutkimuksen aikana selvisi, että kuljettajien yleisenä periaatteena on tehdä mahdollisimman monta varastopaikkaa. Usein kaukokuljetus onnistuu kuitenkin vain yhdestä pisteestä. Tällöin heikosti kantavilla kohteilla kokoojauria tulee suunnitella heti useampia. Kun varastopaikkoja on monta, voi syntyä tilanne, ettei kokoojauraa tarvita ollenkaan.

Hakkuukoneen tekemillä pienillä hakkuupistoilla voidaan helpottaa ajokoneen töitä keruu-urilla. Puut on kuitenkin ”puitava” pääuran varteen, ettei ajokoneen tarvitse kääntyä sivuun keruu-uralta. Kuljettajien mukaan työn tuottavuus lisääntyy aina yhtä mittaa suoraviivaisuuden kanssa, joten ajouraverkosto kannattaa pitää mahdollisimman yksinkertaisena.

#### 4.2.5 Kaluston ja hakkuutavan vaikutukset urapainaumien syntyyn

Kuljettajien yleisenä toimintamallina pehmeillä mailla on, että kaikki mahdolliset havut ja risut levitetään heti pyöräuralle sekä juurenniskoille. Tapa säästää monilta ongelmilta. Havujen määrä on usein rajallinen. Pitkällä puomilla varustetulla hakkuukoneella saadaan kuitenkin tuotua enemmän puuta ja myös havuja uran varteen. Havujen levitys tulee tehdä hakkuun tuottavuuden kustannuksella, sillä havujen levittely ajokoneella on hidasta. Hyväksi havaittu hakkuutapa on sektorimalli. Tällöin latvat tulevat vinottain uran pohjalle ja havut voidaan levittää

niiden päälle siteeksi. Sivulle puomin alle tehdessä havut jäävät uran ulkopuolelle, mutta kasan siirto ja levittely hakkuupäällä juurenniskalle puomin siirron yhteydessä ei juuri hidasta hakkuuta. Urien havutus talvella toimii paremmin, jos ensin ajetaan urat hankeen ja havut siirretään vasta sen jälkeen uraan. Havutus ja suvilumi ovat todetusti hyvä yhdistelmä. Urasta saadaan kantava nopeasti, ilman että sen tarvitsee edes jäätyä.

Jos havuja on vähän tai ollaan koivikossa, ladotaan riukupuut karsimatta pitkitäin telojen kohdalle. Latvukset ladotaan riukujen päälle poikittain, jolloin riu'ut pysyvät paikallaan. Jos koivua on paljon, asetetaan kaikki riu'ut poikittain uralle. Hakkuukoneenkuljettajan tulee ennakoida ajokonetta kallistavat paikat havuttamalla tai tasaamalla paikka erityisen hyvin. Pistemäisissä kallistuksissa havuista on vastapuolella pieni apu. Kanto on parempi tuki ja sellaisen saa tarvittaessa käyttöön kaatamalla pienen puun juurineen. Käännöksissä on ulkokaarre havutettava erityisen hyvin. Kone kallistuu ja telan reuna leikkaa maanpinnan herkästi varsinkin, jos vauhtia on liikaa. Hakkuukohteilla voi olla pehmeitä paikkoja, joihin lisähavuja tulee tuoda tarvittaessa muualta. Kovalla maalla hakattaessa hakkuukoneen kuljettaja voi helpottaa työtä tekemällä kaikki havut kasoihin uran sivuun. Uralle tallautuneiden havujen kerääminen jälkikäteen on hyvin hidasta.

Myös ajourien liittymien muotoilulla on vaikutuksensa urien kestävyYTEEN. Kun hakkuukone sopii kulkemaan leveästi, on käännös sopiva myös ajokoneelle. Pehmeillä paikoilla kokonaisuus ratkaisee. Pieni harventamaton "kuollut kulma" on hyväksyttävä, jos se jätetään hyvän ajouralinjauksen takia. Kuljettajat tekevät myös yleisesti ajouran tilapäistä leventämistä. Jos kohteelta ajetaan havuja energiapuuksi, täytyy kokoojaura tehdä normaalia leveämmäksi. Reilu telanleveys riittää yleensä, eikä suuremmalle leventämiselle kuljettajien mukaan perusteita. Uran levennys mahdollistaa yleensä muutamia lisäajokertoja. Kuljettajien mukaan nyrkkisääntönä voidaankin pitää seuraavaa ohjetta: Jos ajoura ei kestä, on se väärässä paikassa, väärin käytetty tai hakkuuta tehdään väärään aikaan.

Jos kokoojaura kaikesta huolimatta pettää, on kuljettajien näkemyksen mukaan parempi ”rypeä yli” samasta kohti. Uraan tuodaan kuitupuuta ja havuja, jolloin se kokemuksen mukaan kestää vielä muutamia ajokertoja. Uran leventäminen on yleensä turhaa, jos maanpinta menee kerran rikki. Pahimmissa tapauksissa on tehtävä kuitupuusta telat pahimman paikan kohdalle tai etsittävä kokonaan uusi paikka uralle. Urapainauman jälkiä voi lopuksi käydä tasaamassa tyhjällä ajokoneella. Kuljettajien mukaan on myös muistettava, että kokoojauran levennystarve on aina tapauskohtaista. Uraa voidaan leventää vaikka kaksi metriä, jos sen takana on paljon puuta. Ilman reilua levennystä tai muita erikoisjärjestelyitä puut jäävät korjaamatta. Tämä on paljon suurempi vahinko metsänomistajalle, kuin uran leventämistä aiheutuva menetys.

Kuljettajien mielipiteet jakautuvat melkoisesti kysyttäessä mielipidettä sopivan kokoisesta korjuukalustosta. Kuormatraktorin omamassalla ja varustelulla on suuri merkitys. Korjuuketjujen käytössä oleviin konekokoihin vaikuttaa paljon se, millaisia leimikoita pääasiassa tehdään. Jos tehdään vain harvennushakkuita, suositaan pieniä koneita. Harkitulla leimikkosuunnittelulla voitaisiin edistää pienten koneketjujen käyttöä, jos ensiharvennusleimikot olisivat pelkkää ensiharvennusta. Usein samaan työkokonaisuuteen tulee mukaan pieni määrä päätehakkukokoisen puun kaatoa. Koska isojen puiden käsittely pienellä koneella ei ole turvallista, joudutaan usein myös ensiharvennuksilla käyttämään keskikokoista korjuuketjua. Pienillä koneilla keskimääräistä pienempienkin leimikoiden hakkuu on kannattavaa, jos lähikuljetusmatka on lyhyt.

Jos hakkuusuunnitelmassa on edes jonkin verran päätehakkuita, toimii keskikokoinen koneketju yleensä tehokkaimmin. Suurimpia konemalleja suosivat yrittäjät, joilla on useita koneketjuja. Tämä mahdollistaa suurimpien konemallien tehokkaan hyödyntämisen, sillä näin niillä voidaan tehdä vain päätehakkuita. Isoja koneita käytetään myös muissa harvennuksissa, sillä päätehakkuiden osuus riittää harvoin täyttämään koneketjun kapasiteetin. Isoja koneita käytetään yleensä keskimääräistä suuremmilla leimikoilla ja kohteissa, joiden lähikuljetusmatka on pitkä. Pitkillä lähikuljetusmatkoilla suuren koneen kuljetuskyky ja polttoainetalous saadaan hyödynnettyä parhaalla mahdollisella tavalla. Samalla

minimoidaan kokoojauralla tapahtuvat ajokerrat. Suurimmissa konemalleissa on pyöriä jopa kymmenen kappaletta, joka osaltaan lisää kantavuutta. Yleisesti kuljettajat olivat sitä mieltä, että kahdeksan pyörää riittää. Lisäakseli tuo ylimääristä painoa ja toisaalta koneen ohjattavuus kärsii.

Vastauksissa on havaittavissa myös yhtäläisyyttä. Heikosti kantavilla paikoilla keskikokoinen kuormatraktori on yleisin vaihtoehto. Ajokertoja tulee sopivasti suhteessa kuljetettavan puun määrään. Sopivan koneketjun valinta on aina tapauskohtaista ja leimikkorakenteella on joka tapauksessa vaikutuksensa päätökseen. Kuljettajien mielestä urien kestävyys vaikuttaa koneen kokoa ja varustelua enemmän kuitenkin hakkuutyön kokonaistoteutus. Kuormatraktorissa tulisi mielellään suosia pyöreäreunaisia teloja. Ne eivät riko herkästi maanpintaa tai puiden juurenniskoja, toisin kuin teräväreunaiset kaivinkonetelat.

Suorapintaiset kaivinkonetelat lisäävät tosin kantavuutta, eikä suvilumi pakkaannu haitallisesti akselistoon. Huonoja puolia on suuri paino ja heikko etenevämiskyky jauhomaisessa lumessa. Kapeaa telaa pidettiin yleisesti parempana vaihtoehtona paksussa lumessa, sillä se leikkaa paremmin lumipatjan. Hakkuukoneen pyöräkoon suurentaminen voisi olla myös hyvä ratkaisu, sillä se ei lisää juurikaan painoa. Suuremman pyörän halkaisijan etuna on pienempi vierintävastus pehmeällä alustalla liikuttaessa ja toisaalta myös paksussa lumessa. Seurauksena on polttoaineen kulutuksen aleneminen ja uran pinnan vähäisempi rikkoontuminen. Koska pyörä pyörii kevyemmin, tarvitaan voimaa suhteellisesti vähemmän ja näin myös luistaminen vähenee.

Tärkein tekijä kaikkia konekokoja käytettäessä on kuitenkin ennakointi. Kokoojauraa tulee mahdollisuuksien mukaan säästää aina. Tyhjällä koneella voidaan ajaa reunoja pitkin ja täydellä kuormalla puolestaan keskeltä. Rasitus jakaantuu koko uran leveydelle, toisaalta tyhjällä koneella voidaan ajaa lähempää puita ilman vaurioita. Suurimpien kuormatraktoreiden omapaino on tyhjänäkin jo niin suuri, että niitä käytettäessä ajoura pehmenee jokaisella ajolla. Jos vain mahdollista, tulisi keruu-uria käyttää aina, kun siirrytään leimikon perälle hakemaan kuormaa.



#### 4.2.6 Kuljettajan ammattitaidon merkitys

Kuljettajien käytettävissä on yleensä peruskarttatasoinen leimikkokartta. Jo tutkimuksen alussa sain kuljettajilta kommentteja, ettei leimikkokartta anna riittävästi tietoa ajourasuunnittelun tueksi. Tämän takia kokeneet kuljettajat eivät enää suunnittele ajouria kartalle. Ennen hakkuun aloitusta leimikosta tarkastetaan yleensä vain annetut poistuma- ja karttatiedot. Perinteisesti, etenkin ensiharvennuksella käsiteltävän kohteen ympäri hakataan ajoura, jonka aikana havainnoidaan puustoa ja maaston ominaisuuksia. Varastopaikkojen koko on helppompi mitoitaa, kun kokonaisuus on hahmotettu. Seuraavaksi kuljettaja aloittaa leimikkoon sopivien keruu-urien hakkaamisen. Samalla kuljettaja päättää paikan kokoojauralle, jos näkee sellaisen tarpeelliseksi. Hankalassa maastossa kokoojauraa suunnitellaan sitä mukaa, kun maisema edessä avautuu.

Hakkuukoneen kuljettajan tulee huomioida kuormatraktorin ominaisuudet ja suorituskyyky hakkuutyön aikana. Hyvät urat nopeuttavat keräilyä ja vähentävät puusto- ja uravaurioita. Kokoojaurilla tulisi välttää sivukaltevuutta kaikin mahdollisin tavoin. Tiedosta huolimatta virheitä tapahtuu aika ajoin. Useamman ajokerran jälkeen pintamaa pettä ja kuormatraktori alkaa vieriä sivulle. Hakkuukoneen kuljettajan on oltava tarkkana pehmeässä kohteessa varsinkin silloin, jos hakkuukoneessa on kahdeksan pyörää. Tällainen hakkuukone ei riko uran pintaa pehmeässäkään kohdassa, sillä paine jakautuu pyörien kautta tehokkaasti maahan. Kun koneessa on kuusi pyörää, takapyörät alkavat herkästi painua koneen kallistellessa, jos paikka on pehmeä.

Uran kestävyyttä voidaan edistää pitämällä ajovauhti riittävän hiljaisena ja suhteuttamalla kuorman koko maaperän kantavuuteen. Täysi kuorma siirtää kuormatraktorin painopistettä nopeasti korkeammalle ja kallistelu lisääntyy. Maaperän pintavaurion riski varsinkin kaarteissa lisääntyy. Kuormatraktorin nopeus on toinen uraa herkästi vaurioittava tekijä. Jos pinta on pehmeä ja koneella vedetään raskaan kuorman kanssa, kaivavat telat herkästi pinnan rikki. Uravaurioiden ehkäisemisen kannalta on maanpinnan rikkoontuminen kriittisin tekijä. Pehmeänkin paikan yli voi ajaa useita kertoja vajaalla kuormalla, mutta ajo täy-

dellä kuormalla voi rikkoa sen kerralla. Hakkuu- ja ajokoneenkuljettajan välinen tiedonkulku on ensiarvoisen tärkeää, jotta tieto heikosti kantavista paikoista siirtyisi.

#### 4.2.7 Käytettävissä oleva tiedon ja järjestelmien hyödyntäminen

Haastatteluiden perusteella voidaan sanoa kuljettajien kaipaavan edelleen tietoa peruskartasta näkymättömistä kohteista, jotka rajoittavat koneiden kulkemista. Ongelmia aiheuttavat usein asuintalojen läheisyydessä olevat erikoiskohteet, kuten maakellarit, kaivot sekä rajalinjoissa olevat epäselvyydet. Jos hakkuuta rajoittavien tekijöiden ja valmiiden kulkureittien tiedot tallennettaisiin seuraavaa hakkuuta varten, tehostaisi se jatkossa tehtävää työtä merkittävästi. Kuviokohteisina lisätietoina voitaisiin tallentaa myös tieto kantavista ajouran paikoista, jotka siten tiedettäisiin jättää käsittelemättä jo metsän uudistusvaiheessa. Kohteesta saatava tarkka puustotieto helpottaisi kokoojauran suuntaamista alueelle, josta kertyy eniten puuta.

Uusina ajatuksina ehdotettiin myös tarkemman ilmakuvan käyttöä ennakkotietona. Minikoptereiden käyttö lisääntyy ja kohteen tarkka ilmakehä kertoo paljon maaston ja puuston ominaisuuksista. Uusi tieto pitäisi tarjota kuljettajille riittävän selkeässä muodossa. Vaikka lisätieto helpottaisi suunnittelua monessa tapauksessa, voi uusien karttojen tulkinta olla myös vaikeaa. Kuljettajien mielestä paras vaihtoehto olisikin useampi selkeä teemakartta. Uusien kartta-aineistojen tulkintaan tulisi antaa myös koulutusta, sillä jokainen kuljettaja tulkitsee tietoa hieman eri tavalla. Kaikille yhteisesti sopivaa aineistomallia tuskin löytyy ja tieto olisi hyvä räätälöidä kuljettajakohtaisesti. Tarkinkaan aineisto ei voi kokonaan korvata kokeneen kuljettajan näkö- tai tuntoaistia. Tämän tutkimuksen tulokset osoittavat hyvin, miten paljon muuttuvia tekijöitä ajourasuunnitteluun liittyy.

Teknisinä kehityskohteina nousi esiin varastopaikalta leimikolle johtavan kulku-uran ja leimikoiden rajojen merkitseminen pimeässä erottuvalla spray-maalilla. Tapa olisi nopeampi ja näkyvämpi kuin perinteinen kuitunauha. Korjuuvaurioita

voitaisiin puolestaan ehkäistä kouraan asennettavan laser- linjaimen avulla. Laserlinjain näyttäisi tarkkaan, mihin suuntaan koura työntää karsittua runkoa. Keväällä ja alkukesällä puun kuori on irti ja kouran syöttämän pöllin pää tekee helposti pahan jäljen pystypuun runkoon. Kolhu kasvamaan jäävän puun kyljessä tarkoittaa usein tulevaisuuden raakitukkia. Kokeneet kuljettavat näkevät kouran asennosta, mihin suuntaan koura syöttää puuta. Laserlinjain voisikin olla apuna hakkuukoneen kuljettajien koulutuksessa ja kokemattoman kuljettajan hakkuutyössä.

Kuljettajat ehdottivat myös hakkuukoneeseen asennettavaa livekameraa, joka näyttäisi katkontatietoa suorana metsänomistajalle. Metsänomistajien keskuudessa käydään jatkuvaa keskustelua siitä, millä tavalla katkontaa tehdään ja häviääkö metsänomistaja siinä aina. Hakkuukoneenkoppiin asetettavan kameran välityksellä maanomistaja voisi esimerkiksi tietokoneeltaan seurata, millä tavalla hakkuutyötä tehdään ja miten katkonta toteutuu. Tämä toisi luottamusta puukaupan osapuolten välille. Samalla parantuisi työturvallisuus, kun turhat vierailut työmaalla vähenisivät.

#### 4.2.8 Korjuuolosuhteiden vaikutus suunnitteluun ja urien kantavuuteen

Maaperän kantavuuden ennakkoinnista on tullut haastavaa ja hakkuusuunnitelmia joudutaan muuttamaan jatkuvasti. Kuljettajat ovat kuitenkin oppineet kokemuksen myötä, miten vaikeissa olosuhteissa työskennellään. Alkupalvella pehmeiden paikkojen ajourien kantavuutta voidaan parantaa merkittävästi polkemalla ne jo enakkoon. Tämä on järkevää, jos tulossa on pakkasia. Lumetto- maankin maahan poljetun uran pohja jäätyy paljon nopeammin poljettuna. Tämä on seurausta maanpinnalla olevan kunnan ja maanpinnan maa-aineksen painumisesta. Heikosti kantava leimikko voidaan harventaa näin jo ennen ensimmäisiä pakkasia. Puut ajetaan pois, kun urien pohjat ovat hieman kovettuneet.

Useana syksynä on todistettu se, että pysyvä lumi tulee roudattomaan maahan. Tämä tuo lisähaasteen korjuun suunnitteluun, sillä ennakkoon harvennetun kohteen puut häviävät herkästi lumen alle. Pienellä lisätyöllä ennakointi on kuitenkin mahdollista. Hakkuukoneenkuljettajan tulee asettaa samat puutavaralajit mahdollisimman suuriin kasoihin ja merkitä kasa painamalla kouran avulla merkkikeppi pinon viereen. Tällä varmistetaan se, että pino löytyy myös paksumman hangen alta. Jos leimikko on pieni ja kokoojauraa ei juuri tule, on parempi ajaa puut heti pois. Jos lähikuljetusmatka on pitkä, eikä tukkien laadun heikkenemiselle ole riskiä, voidaan kaikki puut jättää odottamaan ajoa.

Leimikon ollessa useita hehtaareita tai sijaitessa kauempana varastopaikalta, tulee kokoojaurasta usein pitkä. Tämä tarkoittaa kovaa rasitusta kokoojauralle. Tässä tapauksessa tukkipuut voidaan käydä ajamassa tienvarteen, mutta kuitu- ja energiapuut jätetään ensivaiheessa ajamatta. Tärkeintä on saada kalleimmat ja herkimmin pilaantuvat puutavaralajit jatkukuljetusvalmiiksi. Kuitu- ja energiapuuta voidaan tukkien keräilyn yhteydessä ajaa jo valmiiksi keruu-urilta kokoojauran varteen. Näillä ei kuitenkaan yleensä ole kiirettä tehtaalle. Sopivan menetelmän valinta on täysin tapaus- ja toimijakohtaista. Yleispätevänä ohjeena voidaan kuitenkin todeta, että lähikuljetuksen osittaminen on järkevää silloin, kun kuormatraktorille riittää kohteessa töitä vähintään päiväksi.

Kuljettajien antamien vastausten mukaan maaperän ominaisuudet säilyvät lumipeitteen alla käytännössä muuttumattomina. Jos maanpintaan on ehtinyt muodostua ohut routakerros, se todennäköisesti sulaa pois paksumman lumen alla. Aivan ojan vieressä on usein paras puusto, ja näin ollen myös paras kantavuus lumipeitteen aikaan. Teloilla varustetun hakkuukoneen jälki kovettuu paremmin kuin ura, joka on ajettu vain ketjuilla varustetulla pyörällä. Telalla tallatun uranpohja on tasainen ja kylmä ilma pääsee laajemmalla alueella kohmettamaan uranpohjan. Suvikelillä uranpohja on kantava heti, mutta pehmeän pakaslumen aikaan olisi hakkuukoneen urien hyvä kovettua pari päivää. Jos maa ei ole roudassa, nousee maanpinnasta kosteutta tallattuun lumeen, mikä lisää kantavuutta ja edistää jäätymistä.

Ajourien suuntaamisessa talvella on sivukaltevuudet huomioitava erityisen tarkasti. Kun lunta on 20–30 senttiä, jää telan ja maanpinnan väliin lumipatja. Tämä parantaa kyllä kantavuutta, mutta jos telojen piikit eivät yllä maahan, luistaa kone herkästi sivuttain pienessäkin sivukaltevuudessa. Kun lunta on lähemmäs metri, ei ajokone meinaa pysyä uralla edes tasaisessa paikassa. Hakkuukoneen polkema lumi jää kohoumaksi uran pohjaan ja lumen edelleen jäätyessä alkaa ajokone helposti luistaa sivulle. Jos ura on tehty kapeaksi, voivat seurauksena olla puustovauriot. Ongelman voi ehkäistä ajamalla hakkuukoneella kaksi vie-rekkäistä jälkeä, mutta se toisaalta lisää työtä. Ajokoneen ajojärjestykseen lumipeite vaikuttaa siten, että paksun lumen aikaan täydellä kuormalla on pyrittävä vain alamäkeen. Jyrkät nousut onnistuvat vain takaperin, sillä jäiset puut luistavat ylämäessä herkästi kyydistä, vaikka kuormaa ei olisi paljoa.

Merkittävä olosuhdetekijä sateiden ja lumipeitteen lisäksi on heikko näkyvyys. Pimeään aikaan sattuva kaatosade hankaloittaa kuljettajien kokemusten perusteella merkittävästi näkyvyyttä hakkuukohteella. Vielä pahempi on tilanne, jos kyse on sakeasta räntä- tai lumisateesta. Vaikka hakkuukoneiden valot ovat nykyisin hyvin tehokkaat, heikentää kova sade valotehoa merkittävästi. Pahin tilanne on kovalla sateella ennakkoraivaamattomassa ensiharvennuskohteessa.

Kuljettajien mukaan ennakkoraivaus jätetään edelleen tekemättä hyvin monilla leimikolla. Valoisaan aikaan tehtävällä ennakkokatselmuksella voidaan tehostaa työskentelyä merkittävästi. Kuljettaja voi tällöin muodostaa leimikosta edes jonkinlaisen kokonaiskuvan. Ensiharvennuksessa ennakkoraivauksen puute tuntuu olevan yleisintä, ja siellä se aiheuttaa myös eniten ongelmia. Hakkuukoneen koura pitää viedä poistettavan puun juurelle, usein tietämättä mitä puun juurella on. Koura voi vaurioitua, jos puun juurella on kiviä tai teräviä keppejä. Risukko aiheuttaa usein ongelmia katkaisulaitteen toimintaan ja vaurioittaa hydraulikkal-letkuja. Mitään kouran tai puomin toimintoja ei pysty täysin suojaamaan, ilman että niiden käytettävyys merkittävästi heikkenisi.

Heikko näkyvyys on jatkuva stressitekijä hakkuukoneen kuljettajalle. Hakkuujälki pitäisi olla hyvää ja tuotosta pitäisi syntyä ilman kalustovaurioita. Yhtälö on

usein käytännössä mahdoton toteuttaa. Heikosti raivatuissa harvennuskohteissa kasvaa myös puustovaurioiden riski, jos poistettavat puut ovat hyvin oksaisia. Raivaamaton pusikko vääntää kouralla vedettäviä puita ennakoimattomasti vasten toisten puiden runkoja. Keväällä, kuoren ollessa irti, tekevät kaadettujen puiden paksut oksat helposti vaurioita jäävien puiden runkoihin.

### 4.3 Hiljaisen tiedon osuus vastauksissa

Hiljainen tieto ajourasuunnittelussa on tietoa, joka vaikuttaa ajourien linjaukseen. Hiljaisella tiedolla tarkoitetaan tässä yhteydessä niitä konkreettisesti havaittavia asioita, joiden perusteella kuljettaja tekee valintansa. Tästä tiedosta vain osaa voidaan hyödyntää Ajourakonepalvelun kehittämisessä. Kaikkea tietoa ei voida muuttaa matemaattisesti laskettavaksi ja sen myötä sovelluksen ymmärtämään muotoon. Vastauksissa kuuluu myös sellaista hiljaista tietoa, joka liittyy varsinaisen korjuun tekemiseen ja sen suunnitteluun. Vaikka tätä ei voida pitää ajourasuunnitteluun liittyvänä hiljaisena tietona, on se sellaisenaan arvokasta, ja antaa hyviä käytännön vinkkejä monelle kuljettajalle.

Tutkimuksen tavoitteen kannalta oleellista oli hiljaisen tiedon seulominen esille laajasta kokonaisuudesta. Hiljaista tietoa etsittiin kuljettajien vastauksista tuotetusta raaka-aineistosta. Toistakymmentä sivua sisältävä aineisto sisältää ranskalaisin viivoin listatut kuljettajakohtaiset vastaukset, josta on poistettu vain päällekkäisyydet. Se, mikä katsotaan hiljaiseksi tiedoksi, perustuu tutkimuksen alkuvaiheessa tehtyyn tausta-aineiston tulkintaan. Jos vastauksessa kerrotusta tiedosta ei ole mainintaa tutkimuksista tai muusta julkaistusta aineistosta, voidaan se luokitella ”sanalliseen muotoon puetuksi” hiljaiseksi tiedoksi. Tieto voi kuitenkin olla sellaista, että se on yleisesti kokeneiden hakkuukoneen kuljettajien tiedossa, mutta ei ole tullut esille missään aiemmassa yhteydessä.

Vastaukset, joiden arvioitiin sisältävän hiljaista tietoa, merkittiin aineistossa punaisella värillä. Tämän jälkeen käytiin uudelleen läpi tutkimuksen lähdeaineisto-

na oleva materiaali. Jos vastauksissa esiintynyttä tietoa löytyi lähdeviitteenä käytetyistä tutkimuksista, se poistettiin hiljaisen tiedon aineistosta.

Tieto liikkuu nykyisin nopeasti esimerkiksi sosiaalisen median välityksellä. Tämän tiedon ajantasainen seuraaminen on käytännössä mahdotonta. Hiljaisen tiedon erittely perustettiin tämän takia vain tutkimusaineistojen arviointiin. Tutkimuksen alkuvaiheessa todettiin, että hiljaiseen tietoon liittyy hyvin paljon erilaisia ominaisuuksia. Tämän takia tulosten rajaaminen hiljaisen ja ei hiljaisen tiedon välillä jättää varmasti tulkinnanvaraa.

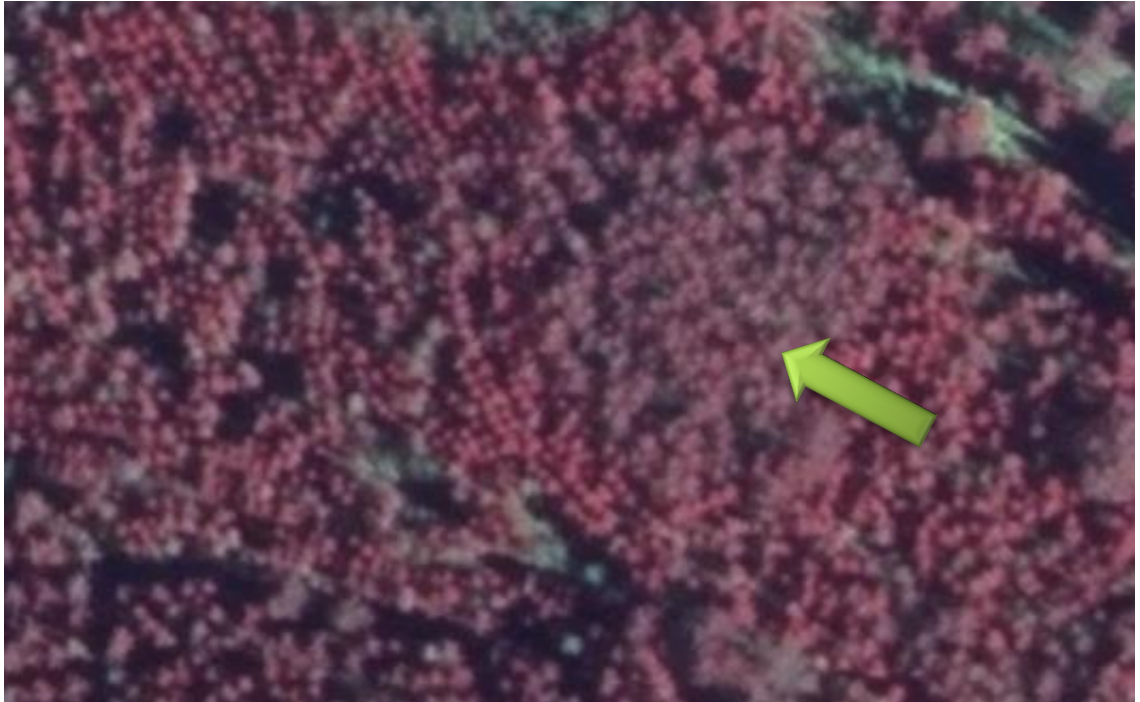
#### 4.4 Hiljaiseksi tiedoksi arvioidut vastaukset

Vastauksissa esiintyvä hiljainen tieto liittyy pääosion maaperän kantavuuden arviointiin ja korjuutyön kokonaistehokkuuteen. Tässä luvussa esitellään myös tietoa siitä, miten heikosti kantavissa paikoissa tulee työskennellä ja kuinka ajourat kannattaa linjata.

Ajourien väliin jää usein kuviosta ja maastosta johtuvia katvealueita, joihin hakkuukoneenpuomi ei yllä. Varsinaiseen ajouraan ei kuitenkaan kannata tehdä mutkaa tai sivupistoa tällaisen alueen takia. Helpompi ja ajouraa säästävä tapa on tehdä hakkuukoneella pelkkä lyhyt sivupisto. Puut saadaan pääuran varteeseen peruuttamalla hieman hakkuukonetta ja katkomalla puut tarpeeksi lähelle pääuraa. Näin kuormatraktorin ei tarvitse kääntyä sivuun ajouralta. Ajourien kantavuutta voidaan parantaa myös sijoittamalla käännökset ja risteysalueet oikein. Risteyksiä ei pitäisi tehdä heti ojan viereen, vaan vähintään koneenmitan päähän ojasta. Ojasta nostetut maat aiheuttavat epätasaisuutta alustaan ja aiheuttavat kallistuksia. Kallistukset aiheuttavat herkästi pintamaan rikkoontumista ja sen myötä ajouran pehmenemistä.

Korjuutyön kokonaistehokkuuteen liittyvät huomiot kohdistuvat siihen, miten kuormatraktorin toimintaa voidaan helpottaa. Jos kuormatraktori joutuu tekemään ylimääräisiä mutkia, on sillä välitön vaikutus ajourien kantavuuteen. Lähi-

kuljetuksen tehokkuus huomioidaan, kun leimikolle tehdään ajoura eri puulajia kasvavan alueen läpi (kuvio 10). Puunajo on nopeampaa, kun uran varressa on vain yhtä puulajia.



Kuvio 10. Väärävärin avulla eri puulajien sijoittuminen voidaan ennakoita (Tapio ForestKit)

Kuljettajien mukaan ajourien liittymistä ja mutkista on tehtävä sitä loivemmat, mitä pehmeämmällä maalla liikutaan. Keruu-urat tulisi muotoilla läpiajettavaksi ja pitkiä lenkkiuria on vältettävä. Kun suoran ajouran päästä voi kääntyä molempiin suuntiin, on lähikuljetuksen suunnittelu huomattavasti helpompaa. Vanhoja ajouria pyritään usein hyödyntämään, mutta pehmeillä kohteilla ne saattavat olla ongelma. Kokemusten mukaan vanhat ajourat voivat vettyä ajokelvottomiksi, vaikka urapainaumia ei paikalla näkyisikään. Tämä saattaa johtua siitä, että pintaveden liike maaperässä häiriintyy ja vesi kerääntyy uran kohdalle. Metsän luontaisia aukkoja ei kannata hyödyntää, vaikka näin yleisesti opastetaan tekemään. Kuljettajien mukaan aukko paikassa on aina ”jotain outoa”, esimerkiksi pehmeä kohta tai kivikko, joten läpiajo ei ole kannattavaa. Toisaalta ajourien linjaaminen aukkojen mukaan aiheuttaa turhia mutkia. Puuston silmäily helpottaa muutoinkin maaperän kantavuuden arvioinnissa.



Jos harvennetun puuston kasvu on heikkoa, voidaan olettaa maaperässä olevan liiaksi kosteutta. Katkonnan yhteydessä voi tulla esille tavallista enemmän lahoa, joka viittaa kasvupaikan ongelmiin ja liian kosteaan maaperään. Selkeät poikkeamat metsän rakenteessa kertovat myös aina muutoksesta. Jos pääosin mäntyä kasvavalla kohteella puulaji muuttuu kuuseksi, niin maaperä on varmasti märempää. Niin ikään koivut kasvavat usein pehmeämmissä kohdissa. Rehevien kasvupaikkojen puulajien pienet ryhmät ovat aina varottavia paikkoja. Jos metsässä kasvaa ryhmä leppää tai pihlajaa, on maaperä yleensä tavallista rehevämpää. Kenttäkerroksen kasveja seuraamalla voidaan päätellä paljon maaperän ominaisuuksista. Suopursu hyvä indikaattorilaji, sen kasvupaikka on aina hyvin märkä. Myös muut suoruhot paljastavat hyvin pehmeät kohdat. Osmanikäämi on merkki todella rehevästä ja märästä alustasta, samoin kortteet, sarnaiset ja erilaiset korkeat ruohokasvit.

Maaperän kantavuutta voidaan arvioida myös tarkastelemalla hakkuukonetta. Kun koneen takapyörät alkavat kastua kuivalla kelillä, on kuljettajien mukaan parempi kääntyä takaisin. Hakkuukonetta voi liikutella muutaman kerran edestakaisin heikosti kantavaksi arvioidulla paikalla. Nopea testi paljastaa hyvin hienojakoiset maalajit, jotka ovat arkoja sateelle. Maasto voi ensin näyttää riittävän sitkeältä, mutta joskus voi käydä niinkin, paikasta ei kestä ajaa kuin kerran hakkuukoneella. Hakkuukoneen käyttäytyminen helpottaa päättelytyötä. Jos hakkuukone ”hyllyy ja hytkyy”, kestää ajoura enintään 3–4 ajokertaa. Tuntuma kehittyy vain kokemusten kautta. Toimiva tapa on seurata myös ajouran reunalla olevien puiden käyttäytymistä. Jos puut heiluvat ohi ajaessa, kestää ajoura enintään pari ajokertaa.

Keväällä roudan sulaminen vaikeuttaa arviointia. Maa voi olla sulaa pinnassa, mutta syvemmillä se on vielä jäässä. Aiemmin esitelty kuitupölyn syöttäminen kouralla maahan paljastaa sulan kerroksen paksuuden. Maaperän kantavuutta voidaan arvioida myös maaston muotoja seuraamalla. Leimikolle päätyvien teiden ja tienpohjien linjauksista saa toisinaan suunnan kokoojauralle, sillä tiet on tehty usein mahdollisimman kantavalle maalle. Vanhoja ojia on syytä varoa,

sillä matalankin ojan ympäryys on usein pehmeä. Kaivettu oja ei ole aina kuivat-  
tanut ympäröivää aluetta, sillä se on voitu kaivaa väärään suuntaan maan pin-  
takerroksessa tapahtuvaa veden liikettä ajatellen.

Pintakalliota ympäröivän maan kantavuus on myös aina kysymysmerkki. Kalli-  
on muoto vaikuttaa paljon siihen, miten vesi maaperässä liikkuu. Jos kallio pis-  
tää terävänä esiin maasta, voi mennä lähemmäs. Jos kallio on muodoltaan laa-  
kea, vesi valuu suuremmalta alueelta kallion reunalle. Kosteutta on näin laa-  
jemmalla alueella kallion viereisessä maaperässä. Jyrkänteen yläreunakin voi  
olla ongelma, jos vesi pysähtyy niin sanotusti kynnyksen taakse. Tällöin jyrkän-  
teen reunakallio on usein näkyvissä. Jos rehevän kasvupaikan puusto on kallion  
rajassa kitukasvuista, on paikka kokemusten mukaan todella märkä. Myös pin-  
takallioiden välisillä alueilla maaperä on joskus todella märkää, sillä vesi jää  
helposti tällaiseen paikkaan seisomaan.

Lumipeite aiheuttaa muutoksia maaperän kantavuuteen. Joidenkin kokemusten  
mukaan sateisen syksyn kastelema maanpinta pysyy heikkojen pakkasten ai-  
kanakin märkänä, jos maassa on vain vähän lunta. Kun lumikerros paksuuntuu  
20–30 senttimetrin paksuuteen, kuivuu maanpinta jo hieman. Pienikin kuivumi-  
nen parantaa kantavuutta, jos muuten maasto on muuten hyvin kostea. Tämän  
paksuinen lumikerros tallautuu matoksi telojen alla, minkä tiedetään yleisesti  
parantavan kantavuutta. Paksu lumipeite on muutoinkin hyödyksi. Sarkaojien ja  
aurausvakojen yli voi ajaa poikittain, jos lunta yli puoli metriä. Ohuemman lumi-  
peitteen ja sulan maan aikaan ajourat on linjattava ojien ja auravakojen suuntai-  
sesti. Kasvillisuudesta päätellä maaperän ominaisuuksia, vaikka lunta olisi run-  
saastikin. Suopursu näkyy hyvin reilullakin lumella. Kun suopursu häviää näky-  
vistä, antaa lumi riittävästi kantavuutta pehmeillekin kohteille. Muutokset puus-  
ton rakenteessa ovat avuksi päättelemisessä myös talvella. Toiset turvemaa-  
tyypit ovat toisia ongelmallisempia. Paksuturpeinen märkä suo ei jäädy vaikka  
tallaisi jäljet, kuten ei myöskään ”kuohkeaturpeinen” suo, jossa turve on ilma-  
vaa. Keruu-urat tuleekin aina suunnata kovalle maalle päin johtaviksi.

Hakkuukoneen ketteryydellä ja puomin sijoituksella on joidenkin kokemusten perusteella jopa puomin ulottuvuutta suurempi vaikutus riittävän ajouravälin pysymiseen. Jos hakkuukoneen etupäätä voi kääntää sivulle puiden väliin puolittain, yltyä varmasti riittävän kauas. Etuviistosta hakkaaminen on nopeampaa, kuin suoraan sivulta tekeminen. Työtavan heikkoutena on, että kantavuudeltaan heikolla kohteella tulee turhaa edestakaista liikettä. Hakkuukoneen edestakainen liike pehmentää ajouraa. Ajouravälin kaventumisen syynä voi toisinaan olla sekin, että ensiharvennus on tehty pienellä hakkuukoneella. Varsinaisten ajourien välissä on käytetty usein hakkuu-ura. Ajourien väliksi muodostuu pienen koneen heikomman ulottuvuuden takia noin 30 metriä. Isolla koneella joudutaan toisessa harvennuksessa avaamaan kaikki urat, koska pitkä puomi ei yllä hakkuu-uralle saakka. Näin ajouravälistä tulee aivan liian tiheä.

Ajourasuunnittelulla voi vaikuttaa myös myrskyvahinkojen syntymiseen. Hakkuukoneen kuljettajan olisi hyvä avata varastopaikan viereinen ajoura vasta varastopaikan tarkan määrittämisen jälkeen. Jos ajoura avataan ennakkoon, voi varastopaikan ja ajouran väliin jäädä liian kapea harvennettu metsäkaistale. Tuuli kaataa herkästi tällaisen harvan puustokaistaleen. Tuuli pääsee voimakkaana sisälle metsään, missä puut kestävät vielä heikommin tuulta.

Ajourien suuntaaminen vaikuttaa hakkuun jälkeiseen maisemaan. Yleisesti ohjeistetaan tekemään ensimmäinen ajoura tienreunan suuntaisesti. Tämä on hyvä malli. Kumpuilevassa maastossa ajourat tulee herkästi linjattua kantavimpiin maastonkohtiin, eli kumpareiden päälle. Harvennetussa metsässä kumpareen päälle tehty ajoura näkyy kauas, vaikka painaumia ei olisikaan. Ajouraa ei kannatakaan aina vetää kumpareen yli, jos ympäriltä löytyy riittävän kantavaa maata. Kasvatettavaa puustoa voidaan säästää harvennettavalla kohteella, jos kokoojaura tehdään taimikon ja ison metsän rajaan. Taimet kasvavat heikosti aivan ison metsän rajassa, ja siten siitä voisi ajaa leveämmin. Kokoojauran voi kierrättää viereisen kuvion puolelta, jos tiedetään puuston olevan päätehakkui-ikäistä. Tällaisessa metsässä voidaan ajaa useita eri linjoja pitkin, ilman että yhtään puuta tarvitsee kaataa pois. Valitettavasti tietoa hakkuukohdetta ympäröivistä kuvioista ei kuljettajille juuri ole tarjolla.

#### 4.5 Tulosten tarkastelu

Tutkimuksessa päätettiin haastatella vain kymmentä kokenutta kuljettajaa. Todennäköisyys siihen, että laajemmalla otannalla saataisiin kerättyä merkittävästi enemmän hiljaista tietoa, on mielestäni varsin pieni. Ajourasuunnitteluun vaikuttavat tekijät ovat hyvin samanlaisia ympäri maan ja avainasemassa on kuljettajan käytännön työstä saama kokemus. Alueellisia eroja eri toimintamallien hyödyntämismahdollisuuksiin löytyy varmasti. Uskon kuitenkin, että kyseessä on enemmänkin tietyn toimintamallin erilainen sovellus, kuin täysin uusi toimintamalli.

Hiljaista tietoa jää aina keräämättä, vaikka haastateltavien määrää lisättäisiin merkittävästi. Hiljaisen tiedon pukeminen sanalliseen muotoon on tunnetusti vaikeaa. Hiljaisen tiedon kerääminen olisi varmasti tehokkaampaa, jos haastattelun sijaan käytettäisiin kuljettajan katseen suunnan paljastavaa kuvaustekniikkaa. Kuljettajan ”yksinpuhelun” yhdistäminen katseen suuntaukseen paljastaisi varmasti lisää hiljaista tietoa. Vastausten perusteella selvisi, että hiljainen tieto liittyy usein kohteessa tehtävään visuaaliseen havainnointiin.

Hiljaisen tiedon kerääminen edellä mainitun kaltaisella tutkimuksella on kallista ja vaatii huomattavia resursseja. Tämän tutkimuksen resurssit huomioiden, oikealla kysymysasettelulla ja haastattelun kokonaistoteutuksella onkin suuri merkitys. Haastattelutilanteen järjestäminen luontevaksi on myös tärkeää. Haastatteluiden järjestelyä voitaneen pitää onnistuneena, sillä tietoa saatiin kerättyä paljon. Kuljettajat kiinnostuivat aiheesta lisää haastattelun edetessä ja keskusteltavaa olisi riittänyt enemmänkin. Tutkimusaineisto onkin mielestäni riittävä tarkasteltaessa tutkimuksen tavoitteita ja resursseja.

Tutkimuksen aikana saatiin kerättyä paljon ajourasuunnitteluun liittyvää tärkeää kokemusperäistä tietoa. Suuri osa esille tulleista asioista on ollut jossain määrin tiedossa jo ennalta. Esille tuli myös sellaista informaatiota, jota ei löydy painetuista tutkimuksista. Kaikki tämä auttaa varsinkin kokemattomampia kuljettajia työskentelyn alkuvuosina ja mahdollistaa nopeamman kehittymisen osaavaksi

ammattilaiseksi. Tutkimuksella kerätty hiljaiseksi tiedoksi luokiteltava aineisto antaa varmasti ajattelemisen aihetta myös kokeneillekin kuljettajille.

Ajourien suunnitteluun vaikuttavia tekijöitä on hyvin paljon, kuten jo tutkimuksen alkuvaiheessa on todettu. Korjuun haasteet lisääntyvät edelleen tulevaisuudessa, sillä puun kysyntä kasvaa ja ilmasto muuttuu. Kuljettajat tarvitsevat lisää tietoa ajourasuunnittelun tueksi. Ajourakonepalvelun tavoitteena on tuottaa lisää tietoa kuljettajien avuksi, ja olla näin varteenotettava tietolähde kuljettajille. Tässä tutkimuksessa kerätyn tiedon avulla voidaan Ajourakonepalvelua varmasti kehittää edelleen. Yhdessä muiden tutkimusten tuottamien tietoaineistojen kanssa, voidaan ajourakonesovellukselle antaa riittävästi tietoa toimivan ajoura-verkoston laatimiseksi.

#### 4.5.1 Kuljettajien näkemykset urasuunnittelun nykytilasta

Kokeneet kuljettajat ovat omien sanojensa mukaisesti sopeutuneet siihen, että päätöksiä tehdään sitä mukaa, kun hakkuu etenee. Kohteesta saatava ennakkotieto on usein niin vähäistä, ettei sen varassa voi tehdä tarkkoja ennakkosuunnitelmia. Peruskartasta katsotaan suunnittelun päälinjat ja mahdolliset varastopaikat. Loput suunnitteluun vaikuttavat tekijät selviävät maastossa.

Hyvin haastavissa kohteissa kuljettajat tekevät usein maastotarkastuksen, jonka avulla pyritään muodostamaan kuva käsiteltävästä kuviosta. Valoisaan aikaan tehty tarkastus helpottaa huomattavasti pimeällä työskentelyä. Kuljettajien mielestä kohteesta annettavan tarkemman ennakkotiedon avulla voitaisiin työskentelyä tehostaa merkittävästi. Ennakkotietoa olisi tärkeintä saada ajourien linjaukseen vaikuttavista tekijöistä.

#### 4.5.2 Ongelmat, tiedonpuute ja kehitystarpeet

Ajourasuunnitteluun liittyvät ongelmat, tiedonpuute ja kehitystarpeet olivat vastausten mukaan samanlaisia kuin aiemmin tehdyissä tutkimuksissa. Kauppisen (2016) tekemä tutkimus tuo laajasti esille tiedon puutteet ja sen seurauksena

syntyvät ongelmat. Tässä tutkimuksessa haastateltujen kuljettajien mukaan ongelmia aiheuttavat usein asuintalojen läheisyydessä olevat erikoiskohteet, kuten maakellarit, kaivot sekä rajalinjoissa olevat epäselvyydet. Ongelmaksi koettiin myös se, että hakkuukohteelle johtavan kulku-uran merkitsemisessä ja varastopaikkojen määrittämisessä on usein puutteita. Pimeässä ja sateisessa metsässä voi säästettävän kohteen huomata liian myöhään. Tavallista onkin, että kuljettaja soittaa asiakkaalle ja joutuu selvittämään asioita.

Haastattelun aikana kuljettajilta kysyttiin, mitä tietoa he haluaisivat lisää. Kuljettajat kaipasivat eniten tietoa peruskartasta puuttuvista kohteista, jotka rajoittavat koneiden kulkemista. Tällaisia ovat jyrkänteet, pienet pehmeiköt, ennalta pääteytty säästöpuuryhmät, matalat ojat sekä isot kivet. Haastattelun aikana esitellyn korjuukelpoisuuskartan antama tieto koettiin selvästi hyödylliseksi lisätiedoksi. Asiaan liittyen kaivattiin tarkkaa lisätietoa sulan maan aikaisista sateista, sillä ne muuttavat hienojakoisten maiden kantavuuden hyvin nopeasti.

Tärkeänä uutena kehitysajatuksena tuotiin esille se, että hakkuuta rajoittavien tekijöiden ja valmiiden kulkureittien tiedot saataisiin tallennettua seuraavaa hakkuuta varten. Tämä tehostaisi työtä merkittävästi. Kuljettajat ehdottivat tarkemman ilmakuva käyttöä kohteen ennakkotietona. Minikoptereiden käyttö lisääntyy ja kohteen tarkka ilmakuva kertoisi paljon maaston ja puuston ominaisuuksista. Myös hakkuukohteen viereisten kuvioiden puustotieto ja tulevaisuuden käsittelysuunnitelmat helpottaisivat urasuunnittelua.

Uusi tieto pitäisi tarjota kuljettajille riittävän selkeässä muodossa. Vaikka lisätieto helpottaisi suunnittelua monessa tapauksessa, voi uusien karttojen tulkinta olla vaikeaa. Esimerkiksi vinovalovarjokuvasta näkyvän jyrkän kanteen koon tulkinta on haastavaa kokeneemmallekin kartan käyttäjälle. Tieto olisi suunnittelun kannalta kuitenkin hyvin arvokasta. Uusien kartta-aineistojen tulkintaan tulisi antaa myös koulutusta, sillä jokainen ymmärtää tiedon hieman eri tavalla. Kaikille yhteisesti sopivaa aineistomallia tuskin löytyy, ja siksi tieto olisi hyvä räätälöidä kuljettajakohtaisesti. Kuljettajat oppivat nopeasti käyttämään heille sopivia kartta-aineistoja, jos he kokevat niiden tuovan apua työskentelyyn. Tämä on havait-

tavissa esimerkiksi korjuukelpoisuusluokituksen kohdalla. Ne kuljettajat, jotka olivat aineistoon tutustuneet, olivat ottaneet sen päivittäiseksi apuvälineeksi. Tuotetun kartta-aineiston tulisi olla selkeää ja helposti tulkittavaa. Ongelmia tulee, jos yhteen karttaan laitetaan liikaa tietoa. Kuljettajien mielestä useampi selkeä teemakartta olisi paras vaihtoehto.

#### 4.5.3 Kerätyn hiljaisen tiedon hyödynnettävyys Ajourakoneen kehitystyössä

Kerätty tietoaaineisto on pääosin käyttökelpoista palvelun jatkokehityksen kannalta. Aineisto sisältää paljon tietoa, josta saadaan selkeitä raja-arvoja suunnittelulle. Vastauksista käy myös hyvin esille se, mitkä tekijät vaikuttavat ajourien linjaukseen. Kaikkea kerättyä tietoa ei voida kuitenkaan sellaisenaan muuttaa ajourakonesovelluksen ymmärtämään muotoon. Onkin pitkälti Ajourakonepalvelua kehittävien tahojen varassa, miten hyvin kerättyä tietoa voidaan soveltaa kehitystyössä.

Sovellus tarvitsee toimiakseen selkeitä käskyjä ja asetettuja raja-arvoja. Se ei osaa päätellä maaperän kantavuutta hakkuukoneen ”hyllymisen ja hytkymisen” perusteella. Sovellukseen voidaan kuitenkin ohjelmoida vastauksiin perustuen ajourien suuntauksia ja etäisyyksiä tiettyihin maaston kohteisiin. Se voidaan opettaa tulkitsemaan puuston pituusvaihtelua; tunnistamaan kartassa näkymättömiä oja, painaumia ja pieniä jyrkänteitä; suuntaamaan kokoojauraa puuston kertymäpainopisteen mukaiseksi; tunnistamaan eri puulajeja ja tulkitsemaan sateisuuden ja lumipeitteen vaikutusta maaperään. Sovellukselle voidaan opettaa monta muutakin tekijää, joiden perusteella kuljettajat tekevät päätöksiä maastossa. Onnistuneen ajourasuunnitelman toteuttaminen vaatiikin hyvin kattavan tietoaaineiston käyttämistä ajourakonesovelluksen ohjelmoinnissa. Kun kaikki mahdollinen tieto saadaan käyttöön, voi kuljettaja saada Ajourakonepalvelun tuottamasta aineistosta merkittävää apua suunnitelmiansa tueksi.

## 6 POHDINTA

Olin todella innostunut, kun Metsäteholta ehdotettiin minulle tutkimuksen aihetta. Hiljainen tieto metsäkoneiden ajourasuunnittelussa oli jo aiheena hyvin kiinnostava. Kiinnostus asiaa kohtaan on työn edetessä vain lisääntynyt. Ajourasuunnitteluun liittyy paljon erilaisia muuttujia ja kaikkien vaikuttavien tekijöiden - ja siihen liittyvän hiljaisen tiedon täydellinen selvittäminen - lienee käytännössä mahdotonta. Kuljettajille tekemieni haastatteluiden aikana minulla oli tilaisuus nähdä melkoinen määrä käytännön hakkuutyötä. Haastatteluita tehdessä avautui näkymä ajourasuunnittelun lisäksi koko korjuuketjun toimintaan. Ajourasuunnittelu on vain yksi osa kokonaisuutta, mutta sen onnistuminen ratkaisee paljon varsinkin puunkorjuun kannattavuuden osalta.

Korjuuyrittäjien taloudelliset paineet ovat kovat ja puu pitäisi saada tienvarteen entistä nopeampaan tahtiin. Tästä huolimatta kuljettajat toimivat pääosin epätarkkojen ja vähän hyödyllistä informaatiota sisältävien kartta-aineistojen varassa. Kuljettajat suunnittelevat ajourat käytännössä kokonaan ympäristöstä tehtyjen havaintojen varassa. Tämä onnistuu kohtuullisesti kokeneelta kuljettajalta, mutta varsinkin uusia kuljettajia järjestelmän kehittämisen kiistatta palvelisi.

Ajourasuunnittelun ja korjuun ajoituksen tehostamiseksi olisi saatavilla paljon hyödyllistä tietoa. Tieto on jo osittain käyttövalmiina, mutta paljon on vielä tehtävääkin. Varsinkin paikannuksessa on vielä kehitettävää, hakkuukoneen suorittamaa puuston laserkeilausta tulisi saada hyödynnettyä paremmin. Kehitys menee onneksi eteenpäin kovaa vauhtia. Tulevaisuuden mahdollisuuksia onkin kiteytetty varsin kattavasti Metsätehon tuloskalvosarjassa 11/2016 Kohti puuhuollon digitalisaatiota- Forest Big Data- hankkeen päätuloksia.

Haastatteluiden aikana esitettyjen kommenttien perusteella voidaan avainasemassa sanoa olevan reaaliaikainen olosuhdetieto. Olosuhdetieto sisältää tarkat tiedot sateesta, lämpötilasta ja routaantumisesta. Pehmeillä mailla työskennellessä sademäärä on oleellisin tekijä. Harvoin riittää, että lähimmän mittauspisteen sadantatieto on käytettävissä. Varsinkin kesän kuurosateille on tyypillistä



paikallisuus, mikä selviää vain tutkakuvan perusteella. Tutka näyttää tarkan paikan, sateen voimakkuuden ja sen keston. Jos Ilmatieteen laitoksen sadetutkakuvia voisi tarkastella takautuvasti, voisi niiden perusteella päätellä paljon seuraavien päivien aikana hakattavaksi aiottujen leimikoiden kantavuudesta. Tutkakuvan perusteella voitaisiin tuottaa valmista sadantatietoa hyvin pienellekin alueelle. Ilmatieteenlaitokselta on nykyisin saatavissa edellisen 30 vuorokauden säähavainnot, sovitettuna 10x10 kilometrin ruudukkoon. Tarkkuus ei kuitenkaan riitä leimikkotason tarkasteluun. Toivotaan, että tulevaisuudessa meillä on tarkempi tieto saatavilla. Tekniikan puolesta se pitäisi onnistua jo tänään.

Kuljettajille tulisi tarjota uutta kohdetietoa erilaisten kartta-aineistojen avulla. Pienet jyrkänteet, matalat ojat, isot kivet, pienet painanteet, puuston aukkopaiikat, lehtipuuvaltaiset alueet, puuston pituusmalli- ja tilajakauma, vanhat ajourat, avokalliot ja voimakkaat maanmuokkausjäljet löytyvät jo olemassa olevista kartta-aineistoista. Tieto pitäisi vain jalostaa kuljettajille sopivaan muotoon. Hyödyllistä valmista tietoa olivat myös edellisen hakkuun aikaiset huomiot kulkureiteistä ja muista erikoiskohteista.

Nykyisellään metsän käsittelyn yhteydessä kerätty tieto häviää eri toimijoiden arkistoihin. Uutta suunnittelua helpottavaa aineistoa ei aktiivisesti tarjota korjuuyrittäjille. On mielenkiintoista nähdä muuttuuko tilanne tulevaisuudessa, kun uusien tehdasinvestointien myötä puun kysyntä kasvaa. Korjuun haasteet lisääntyvät samassa tahdissa, ja jo kuluneen talven aikana nähtiin tilanteita, joissa tehtaiden varastot olivat ajoittain varsin tyhjiä. Kun tehtaiden puuhuolto alkaa olla vaakalaudalla, korjuuta tehostavan lisätiedon tarjoaminen korjuuyrittäjille voi tuntua kannattavalta ratkaisulta. Tässä voisi olla mahdollisuus uudenlaisen lisäarvopalvelun kehittämiseksi.

## LÄHTEET

- Ala-Illomäki, J., Asikainen, A., Ikonen, T., Lamminen, S., Siren, M & Väätäinen, K. 2012b. Kuljettajaa opastavat älykkäät järjestelmät ja niiden käyttö koneellises-sa puunkorjuussa. Metlan työraportteja 223.
- Asikainen, A., Ala-Illomäki, J., Lamminen, H., Sirén, M ja & Väätäinen, K. 2014 Kuljettajaa opastavat järjestelmät.18.3.2014Pdf. Viitattu 14.12.2017. [http://www.metla.fi /tapahtumat/2014/puu-loppuseminaari/pdf/vaatainen.pdf](http://www.metla.fi/tapahtumat/2014/puu-loppuseminaari/pdf/vaatainen.pdf)
- GTK. 2017. Maankamara-palvelu. Viitattu 13.12.2017. <http://www.gtk.fi/tietopalvelut/palvelukuvaukset/maankamara.html>
- Hämäläinen, J. 2017. Kohti puuhuollon digitalisaatiota, Forest Big Data -hankkeen päätuloksia. Vantaa. Metsäteho. Viitattu 23.4.2018. [http://www.metsateho.fi/wp-content/uploads/Tuloskalvosarja\\_2016\\_11\\_Kohti-puuhuollon-digitalisaatiota\\_FBD\\_jh.pdf](http://www.metsateho.fi/wp-content/uploads/Tuloskalvosarja_2016_11_Kohti-puuhuollon-digitalisaatiota_FBD_jh.pdf)
- Hämäläinen, J., Lamminen, S., Lindeman, H., Räsänen, T., Salmi, M., 2013. Uudet informaatiolähteet puunhankinnan tukena. Metsätehon raportti 226
- Iittiläinen, P., Immonen, K., Jaakkola, S., Kariniemi, A., Korpilahti, A., Nieminen, T., Roininen, K., Strandström, M., Vartiamaäki, T. 2005. Korjuun suunnittelu ja toteutus- opas. Helsinki. Metsäteho. Viitattu 12.12.2017 [http://www.metsateho.fi/wp-content/uploads/2015/03/Korjuun\\_suunnittelu\\_ja\\_toteutus\\_ver02.pdf](http://www.metsateho.fi/wp-content/uploads/2015/03/Korjuun_suunnittelu_ja_toteutus_ver02.pdf).
- Ilmatieteen laitos. 2017. Havaintoasemat. Viitattu 13.12.2017. [http://ilmatieteenlaitos .fi/havaintoasemat](http://ilmatieteenlaitos.fi/havaintoasemat)
- Karppinen, S. 2017. Tuoreen tiedon merkitys korostuu. Metsälehdessä artikkeli. Julkaistu 4.12.2017. Viitattu 21.12.2017. [https://www.metsalehti.fi/artikkelit/ tuoreen-tiedon-merkitys-korostuu/](https://www.metsalehti.fi/artikkelit/tuoreen-tiedon-merkitys-korostuu/)
- Kauppinen, J. 2016. Karttapohjaisen opastuksen tarve koneellisessa hakkuussa. Itä-Suomen yliopisto. Metsätieteet Joensuu. Pro gradu- tutkielma. Viitattu 24.4.2018 [http://epublications.uef.fi/pub/urn\\_nbn\\_fi\\_uef-20160663/urn\\_nbn\\_fi\\_uef-20160663.pdf](http://epublications.uef.fi/pub/urn_nbn_fi_uef-20160663/urn_nbn_fi_uef-20160663.pdf)
- Kilpiainen, S. 2017. Korjuukelpoisuuskartat . Metsäkeskus. Helsinki. Viitattu 12.12.2017 <https://www.metsakeskus.fi/korjuukelpoisuuskartat>
- Koivula, R., Peltonen, T & Ovaskainen, H. 2017. Ajourakone. Viitattu 13.12.2017 <https://www.slideshare.net/LukeFinland/ajourakoneesittely-efforteretkeilyllä80895845>
- Kokkonen, P. 2015. Kuormatraktoriyön strateginen suunnittelu. Tampereen amk. Metsätalous.Opinnaytetyö. Viitattu 23.4.2018. <http://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-201605147821>

Kurkela, J., Kärhä, K & Törnqvist, J 2010. Metsäkoneen pintapaineen ja raiteen muodostuksen laskentamalli. Metsätehon tulosalvosarja 3/2010. Viitattu 14.12.2017. [http://www.metsateho.fi/wp-content/uploads/2015/02/Tuloskalvosarja\\_2010\\_03\\_Mets%C3%A4koneen\\_pintapaineen\\_ja\\_raiteen\\_muodostuksen\\_kk\\_jt.pdf](http://www.metsateho.fi/wp-content/uploads/2015/02/Tuloskalvosarja_2010_03_Mets%C3%A4koneen_pintapaineen_ja_raiteen_muodostuksen_kk_jt.pdf)

Lamminen, S. 2012. Tarkka kulkukelpoisuustieto kuljettajan apuna puunkorjussa. Hämeenlinna. Metla. Viitattu 12.12.2017. [Http://www.metla.fi/tapahtumat/2012/puu-valiseminaari/pdf/P1\\_05-1\\_Lamminen.pdf](http://www.metla.fi/tapahtumat/2012/puu-valiseminaari/pdf/P1_05-1_Lamminen.pdf)

Metsäkeskus. 2017. Korjuukelpoisuuskartat. Viitattu 12.12.2017. <https://www.metsakeskus.fi/korjuukelpoisuuskartat>

Metsäteho. 2015. Metsätehon ja VTT:n laskuri pintapaineista löytyy linkistä: <http://www.metsa-teho.fi/sovellus>

Ovaskainen, H. 2017. Hiljainen tieto ajourasuunnittelussa. Sähköposti janne.turunen@edu.lapinamk.fi. 8.12.2017. Tulostettu 8.12.2017

Ovaskainen, H. 2012a. Kuormatraktoriuuden suunnittelun työmalli. Vantaa. Metsäteho. Viitattu 12.12.2017. <http://puuhuolto.fi/koneellinen-puunkorjuu/puutavaran-lahikuljetus/kuormatraktoriuuden-suunnittelun-tyomalli/ajojarjestys>

Ovaskainen, H. 2012b. Ajouraston tekosäännöt. Vantaa. Metsäteho. Viitattu 12.12.2017. <http://puuhuolto.fi/koneellinen-puunkorjuu/koneellinen-puutavaran-valmistus/hakkuukonetyon-suunnittelun-tyomalli/ajouraston-tekosaannot/>

Ovaskainen, H. 2012c. Varastopaikka. Vantaa. Metsäteho. Viitattu 22.12.2017. <http://puuhuolto.fi/koneellinen-puunkorjuu/koneellinen-puutavaran-valmistus/hakkuukonetyon-suunnittelun-tyomalli/varastopaikka/>

Pohjalainen, M. 2012. Hiljaisen tiedon käsite ja hiljaisen tiedon tutkimus: katsaus viimeaikaiseen kehitykseen. Informaatiotutkimus 31(3). Viitattu 20.4.2018. <https://journal.fi/inf/article/download/7079/5613/>

Purfürst, F.T. 2010. Learning Curves of Harvester Operators. Croatian Journal of Forest Engineering. 31(2010)

Ranta, P. Ala-Fossi, A. Ovaskainen, H. Väättäinen, K. 2005. Hakkuukoneen kuljettajan hiljaisen tiedon merkitys hakkuutulokseen työpistetasolla. Metsätutkimuslaitoksen tiedonantoja numero 937. Viitattu 24.4.2014. <http://urn.fi/URN:ISBN:951-40-1950-4>

Räsänen, T. 2016. Metsätiedon lähteitä ja soveltamismahdollisuuksia. Forest Big data- hankkeen tulosseminaari. Vantaa. Metsäteho. Viitattu 12.12.2017 [http://www.metsateho.fi/wp-content/uploads/Rasanen\\_1\\_FBD\\_tulosseminaari.pdf](http://www.metsateho.fi/wp-content/uploads/Rasanen_1_FBD_tulosseminaari.pdf)

Räsänen, T., Hämäläinen, T., Lamminen, S., Lindeman, H., Salmi, M & Väätäinen, K. 2013. Uudet informaatiolähteet puunhankinnan tukena. Metsätehon tuuskalvosarja 9/2013

Salo, P. 2017. Pehmeiden maiden puunkorjuun nykytila. Tampereen amk. Metsätalous. Opinnäytetyö.

Seppänen, A. 2017. Korjuukelpoisuuskartat käyttöön. Viitattu 13.12.2017 <https://www.slideshare.net/mmmviestinta/korjuukelpoisuuskartat-kyttn-anne-seppänen>

Sikanen, L. 2017 Energiapuun kuivumismallit avuksi hankintaketjun ohjaukseen. Luke. Viitattu 21.12.2017 <https://www.slideshare.net/VTTFinland/laurisikanen-luke-energiapuun-kuivumismallit-avuksi-hankintaketjun-ohjaukseen>

Vihottula, M. 2010. Metsäkoneenkuljettajien työssä viihtyminen. PohjoisKarjalan Ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö.

Väätäinen, K. 2014. <http://www.metla.fi/tapahtumat/2014/puu-loppuseminaari/pdf/vaatainen.pdf>

Ylimäki, R., Väätäinen, K., Lamminen, S., Sirén, M., Ala-Ilomäki, J., Ovaskainen, H. & Asikainen, A. 2012a. Kuljettajaa opastavien järjestelmien tarve ja hyöty-potentiaali koneellisessa puunkorjuussa, Metlan työraportteja 224.

## LIITTEET

Liite 1. Sähköinen kyselylomake

Liite 2. Haastattelun kysymykset

## Hiljainen tieto metsäkoneiden ajourasuunnittelussa

Urasuunnittelun peruskäytänteiden ja ongelmien kartoitus harvennuskohteilla.

Kysymyslomake sisältää monivalinta- ja vapaan tekstikentän kysymyksiä ja vastaamiseen kuluu aikaa noin 10-15 minuuttia. Kaikkiin kysymyksiin tulee vastata ennen kyselyn palautusta (Required\*). Kyselyn tiedot käsitellään luottamuksellisena.

Vastauksistasi on suuri hyöty ajourasuunnittelun kehittämisessä ja kiitämme jo ennakoon tähän kyselyyn vastaamiseen käyttämästäsi ajasta.

Huomioi, että selaimesi tulee sallia ponnahdusikkunat tästä osoitteesta. Muista myös kirjoittaa kyselyn alkuun sähköpostiosoitteesi (Email address)

\*Required

Email address \*

Your email address \_\_\_\_\_

1 a) Merkitse, mitä tietolähteitä hyödynnät ajourasuunnittelussa? Valitse yksi tai useampi sopiva vaihtoehto tai kirjoita lisäksi kohtaan "other" puuttuvat aineistot. \*

Peruskartta

Ilmakuva

Vääräväri-ilmakuva

Erityskohteet kuvaava teemakartta

Puuston pituusmalli

Puuston tilajakaumamalli

Tarkka topografiakartta esim. vinovalovarjostuksella

Maaston kosteusoloja kuvaava kartta

Metsäkeskuksen korjuukelpoisuusluokituskartta

Maaperän kantavuuskartta

Other: \_\_\_\_\_

1 b) Merkitse, mitä tietolähteitä hyödyntäisit ajourasuunnittelussa, jos ne olisivat saatavilla. Valitse yksi tai useampi sopiva vaihtoehto tai kirjoita lisäksi kohtaan "other" puuttuvat aineistot. \*

- Peruskartta
- Ilmakuva
- Vääräväri-ilmakuva
- Erityskohteet kuvaava teemakartta
- Puuston pituusmalli
- Puuston tilajakaumamalli
- Tarkka topografiakartta esim. vinovalovarjostuksella
- Maaston kosteusoloja kuvaava kartta
- Metsäkeskuksen korjuukelpoisuusluokitus
- Maaperän kantavuuskartta
- Other: \_\_\_\_\_

2. Arvioi seuraavien tekijöiden merkitys ajourasuunnittelun kannalta. (Ensimmäiset 5 kysymystä liittyvät korjuukohteen muotoon)

Your answer \_\_\_\_\_

Pitkulainen korjuukohde varastopaikalta katsottuna (1= Ei vaikuta suunnitteluun 5= vaikuttaa merkittävästi) \*

|                       |                       |                       |                       |                       |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1                     | 2                     | 3                     | 4                     | 5                     |
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

Pyöreä korjuukohde \*

|                       |                       |                       |                       |                       |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1                     | 2                     | 3                     | 4                     | 5                     |
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

Tiimalasin muotoinen korjuukohde \*

1 2 3 4 5

Varastopaikalta katsottuna levenevä korjuukohde \*

1 2 3 4 5

Toisesta päästä kapeneva kohde \*

1 2 3 4 5

Aukkopaikkojen hyödyntäminen ajourasuunnittelussa (1= ei vaikutusta 5= vaikuttaa merkittävästi suunnitteluun) \*

1 2 3 4 5

Korjuukohteen koko \*

1 2 3 4 5

Turvemaan korjuukohteen rajoittuminen kivennäismaakuviioon \*

1 2 3 4 5

Kivennäismaan korjuukohteen rajoittuminen turvemaakuviioon \*

1 2 3 4 5



Risteävissä urissa suorat kulmat kulkemisen mahdollistamiseksi kaikkiin suuntiin (1= ei merkitystä 5= suuri merkitys) \*

|                       |                       |                       |                       |                       |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1                     | 2                     | 3                     | 4                     | 5                     |
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

Maastokatselmus \*

|                       |                       |                       |                       |                       |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1                     | 2                     | 3                     | 4                     | 5                     |
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

Urien sijoittaminen kantaville paikoille \*

|                       |                       |                       |                       |                       |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1                     | 2                     | 3                     | 4                     | 5                     |
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

Polttoainetaloudelliset reitit \*

|                       |                       |                       |                       |                       |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1                     | 2                     | 3                     | 4                     | 5                     |
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

Ajomatkat mahdollisimman lyhyeksi \*

|                       |                       |                       |                       |                       |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1                     | 2                     | 3                     | 4                     | 5                     |
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

Hakkuukoneen ominaisuuksien vaikutus suunnitteluun (1= ei vaikutusta 5= suuri vaikutus)

Your answer \_\_\_\_\_

Hakkuukoneen varustelu \*

|                       |                       |                       |                       |                       |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1                     | 2                     | 3                     | 4                     | 5                     |
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

Hakkuukoneen koko \*

|                       |                       |                       |                       |                       |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1                     | 2                     | 3                     | 4                     | 5                     |
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

Hakkuukoneen puomin ulottuma \*

|                       |                       |                       |                       |                       |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1                     | 2                     | 3                     | 4                     | 5                     |
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

Kuormatraktorin ominaisuuksien vaikutus suunnitteluun (1= ei vaikutusta 5= Suuri vaikutus)

Your answer

Kuormatraktorin varustelu \*

|                       |                       |                       |                       |                       |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1                     | 2                     | 3                     | 4                     | 5                     |
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

Kuormatraktorin koko \*

|                       |                       |                       |                       |                       |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1                     | 2                     | 3                     | 4                     | 5                     |
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

Kuormatraktorin puomin ulottuma \*

|                       |                       |                       |                       |                       |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1                     | 2                     | 3                     | 4                     | 5                     |
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

Maaperän kantavuus korjuuhetkellä (1= ei vaikutusta 5= suuri vaikutus suunnitteluun) \*

|                       |                       |                       |                       |                       |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1                     | 2                     | 3                     | 4                     | 5                     |
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

Urien saaminen mahdollisimman suoriksi \*

1 2 3 4 5

Maaperän sivuttaiskaltevuus \*

1 2 3 4 5

Maaperän pitkittäiskaltevuus \*

1 2 3 4 5

Kokoojauran ja pehmeiden paikkojen havutus \*

1 2 3 4 5

Alueen jakaminen pienemmiksi kokonaisuuksiksi \*

1 2 3 4 5

Haamu / hakkuu-urien hyödyntäminen (urat, joita vain moto käyttää) \*

1 2 3 4 5

Keruu-urien suuntaaminen varastolle päin \*

1 2 3 4 5

Hakkuussa säästettävät kohteiden vaikutus suunnitteluun (1= ei vaikutusta 5= suuri vaikutus) \*

| 1                     | 2                     | 3                     | 4                     | 5                     |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

Rajalinjat \*

| 1                     | 2                     | 3                     | 4                     | 5                     |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

Sähkö- ja tielinjat \*

| 1                     | 2                     | 3                     | 4                     | 5                     |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

Riittävästi aikaa urien suunnitteluun \*

| 1                     | 2                     | 3                     | 4                     | 5                     |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

Varastopaikkojen sijainti \*

| 1                     | 2                     | 3                     | 4                     | 5                     |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

Tiedon puute \*

| 1                     | 2                     | 3                     | 4                     | 5                     |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

Olosuhteiden vaikutus suunnitteluun (1=ei vaikutusta 5= suuri vaikutus)

Your answer \_\_\_\_\_

Korjuuajankohta: kesä - talvi \*

|                       |                       |                       |                       |                       |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1                     | 2                     | 3                     | 4                     | 5                     |
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

Korjuuaika: valoisa - pimeä \*

|                       |                       |                       |                       |                       |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1                     | 2                     | 3                     | 4                     | 5                     |
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

Hakkuuta haittaavaa alikasvosta runsaasti \*

|                       |                       |                       |                       |                       |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1                     | 2                     | 3                     | 4                     | 5                     |
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

Ei alikasvosta korjuukohteella \*

|                       |                       |                       |                       |                       |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1                     | 2                     | 3                     | 4                     | 5                     |
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

3. Arvioi seuraavien tekijöiden vaikutusta kokoojaurien kantavuuteen (1= ei vaikutusta kantavuuteen 5= parantaa merkittävästi kantavuutta)

Your answer \_\_\_\_\_

Harvennuspoistuman määrä kuutiota/leimikko \*

|                       |                       |                       |                       |                       |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1                     | 2                     | 3                     | 4                     | 5                     |
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

Harvennuspoistuman määrä kuutiota/ha \*

|                       |                       |                       |                       |                       |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1                     | 2                     | 3                     | 4                     | 5                     |
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

Korjuukohde kuusivaltainen \*

|                       |                       |                       |                       |                       |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1                     | 2                     | 3                     | 4                     | 5                     |
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

Korjuukohde mäntyvaltainen \*

|                       |                       |                       |                       |                       |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1                     | 2                     | 3                     | 4                     | 5                     |
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

Korjuukohde lehtipuuvaltainen \*

|                       |                       |                       |                       |                       |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1                     | 2                     | 3                     | 4                     | 5                     |
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

Puuston järeyden kasvu \*

|                       |                       |                       |                       |                       |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1                     | 2                     | 3                     | 4                     | 5                     |
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

Maalajina turvemaa \*

|                       |                       |                       |                       |                       |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1                     | 2                     | 3                     | 4                     | 5                     |
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

Maalajina kivennäismaa \*

|                       |                       |                       |                       |                       |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1                     | 2                     | 3                     | 4                     | 5                     |
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

Kasvillisuuden muutokset \*

|                       |                       |                       |                       |                       |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1                     | 2                     | 3                     | 4                     | 5                     |
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

Maanpinnan pienet korkeuserot \*

|                       |                       |                       |                       |                       |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1                     | 2                     | 3                     | 4                     | 5                     |
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

Kokoojaurien suoruus \*

|                       |                       |                       |                       |                       |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1                     | 2                     | 3                     | 4                     | 5                     |
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

Luontainen aukko paikka \*

|                       |                       |                       |                       |                       |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1                     | 2                     | 3                     | 4                     | 5                     |
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

Sallittua leveämmän ajouran tekeminen pehmeisiin kohtiin. \*

|                       |                       |                       |                       |                       |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1                     | 2                     | 3                     | 4                     | 5                     |
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

Korjuun ajankohta \*

|                       |                       |                       |                       |                       |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1                     | 2                     | 3                     | 4                     | 5                     |
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

Muita kokoojaurien kantavuuteen oleellisesti vaikuttavia tekijöitä? \*

Your answer

---

4. Millaiset tilanteet ovat ajouraston suunnittelun kannalta haasteellisia? Kirjoita vapaamuotoisesti tekstikenttään. \*

Your answer

5. Joudutaanko kokoojauran linjausta muuttamaan usein hakkuun aikana ja vaikuttaako se haitallisesti tuottavuuteen? Kirjoita vapaamuotoisesti tekstikenttään. \*

Your answer

---

7. Mitkä ongelmat toistuvat kokemuksesta huolimatta? Kirjoita vapaamuotoisesti tekstikenttään. \*

Your answer

---

8. Mitkä tekijät johtavat epäonnistuneeseen ajourasuunnitelmaan? Kirjoita vapaamuotoisesti tekstikenttään. \*

Your answer

---

Kiitos paljon vastauksistasi! Klikkaa vielä lopuksi Submit-kuvaketta lähettääksesi vastaukset. Lähetys on onnistunut, kun näyttöön tulee teksti: "Your response has been recorded" Voit sulkea selainikkunan tämän jälkeen.



**AJOURASUUNNITTELU- HAASTATTELUN KYSYMYKSET  
SUUNNITTELUN PERIAATTEET JA KOHTEEN PERUSTIEDOT:**

1. Mitkä ovat ajourasuunnittelun omat periaatteet ja ovatko ne muuttuneet paljon kokemuksen tai jonkun muun tekijän myötä?
2. Miten hakkuukohteesta annettua ennakkotietoa voitaisiin parhaiten lisätä tai tarkentaa, tärkeimmät tiedot ja tiedon tarkkuusvaatimus?
3. Miten hakkuuta rajoittavien raja- ja tielinjojen haitalliset tai positiiviset vaikutukset voidaan minimoida/maksimoida urasuunnittelussa?
4. Millaisissa kohteissa leimikon jakaminen pienemmiksi kokonaisuuksiksi on järkevää urasuunnittelun kannalta ja miten usein se on mahdollista?

**KÄYTÄNNÖN TOIMENPITEET METSÄSSÄ**

5. Urien oikeaoppinen havutus, miten se tulee tehdä, käytännöt ja havutuksen vaikuttavuus vaihtelevat paljon?
6. Miten ajourien risteysalueita tulisi muotoilla, että se parantaisi urien kantavuutta?
7. Jos ajouran tilapäinen leventäminen heikosti kantavassa kohdassa olisi sallittua, mikä olisi levennyksen minimitarve ja kuinka paljon se vaikuttaisi uran kestävyys?

**MAASTON MUOTOJEN TULKINTA**

8. Mitkä pienet ja heikosti havaittavat tekijät kertovat heikosti kantavasta maastonkohdasta?
9. Miten jyrkänteen koko/muoto vaikuttaa sen alapuolella olevaan maaston kantavuuteen ja miten sopivan ajouran etäisyyden voi arvioida?
10. Miten kokoojauran suunnittelu turve- ja kivennäismaan rajassa kannattaa tehdä parhaan kantavuuden varmistamiseksi?

11. Miten kokoojauran suunnittelu kannattaa tehdä, kun maaston muodot vaihtelevat voimakkaasti eri suuntiin?

12. Kuinka arvioit maapohjan kantavuutta ja mahdollisten ajokertojen määrää, mikä lisätieto auttaisi arvioinnissa?

13. Muuttuuko maaperän kantavuus lumipeitteen alla jos ei ole routaa ja millä perusteella heikon roudan aikaan valitaan kantavimmat ajolinjat?

### **MUITA KYSYMYKSIÄ**

14. Miten kuormatraktorin koko vaikuttaa kokoojaurien kantavuuteen ja miksi?

15. Millä perusteilla suunnittelet kokoojaurat kuormatraktorin ominaisuuksiin sopiviksi ja mikä on kuorman kuljettajan vastuu?

16. Ajouraväli pyrkii vastausten perusteella menemään liian kapeaksi – mistä tämä johtuu, Antaisiko leveämpi väli enemmän pelivaraa suunnitteluun