

Hiljainen tieto lähikuljetuksen ajourasuunnittelussa

Metsätehon tulokalvosarja 10/2018

Janne Turunen, Lapin AMK
Heikki Ovaskainen, Metsäteho Oy

Tiivistelmä

- Tutkimuksessa kerättiin kokeneiden hakkuukoneen kuljettajien hiljaista tietoa, ts. kokemuseräistä tietoa, ajourien suunnitteluun vaikuttavista tekijöistä.
- Muuttuvia tekijöitä on paljon, joten kokemuksen kautta kertyneellä hiljaisella tiedolla on huomattava vaikutus työskentelyyn. Maaston muotojen, kasvillisuuden muutosten ja hakkuukoneen käyttäytymisen havainnointi ovat avainasemassa.
- Hakkuun etukäteissuunnittelua voitaisiin tehostaa tarjoamalla kuljettajien käyttöön mm. tarkempaa kartta-aineistoa.
- Peruskartassa näkymättömien ajourien linjausta muuttavien tekijöiden tuominen kuljettajien tietoon tehostaisi työskentelyä merkittävästi.



Ajourasuunnittelun merkitys korostuu tulevaisuudessa

- Sademäärien kasvu, talvien lyhentyminen ja ympärivuotisen puunkorjuun lisääntyminen lisäävät paineita heikosti kantavien kohteiden käsittelyyn sulan maan aikana.
- Ajourapainauksiksi lasketaan 10 cm syvä ja yli metrin mittainen jälki.
- Ajourat ja eritoten kokoojaurat pyritään tekemään mahdollisimman kantaville maastonkohdille leimikossa sekä havuttamaan hyvin.



Tutkimuksen tavoite

- Tutkimuksen tavoitteena oli kerätä kokeneiden hakkuukoneen kuljettajien kokemusperäistä tietoa ajourien suunnitteluun vaikuttavista tekijöistä.
- Tuloksia pyritään hyödyntämään Ajourakone-sovelluksen (Järvinen 2017) sekä muiden kuljettajaa opastavien järjestelmien kehittämisessä.

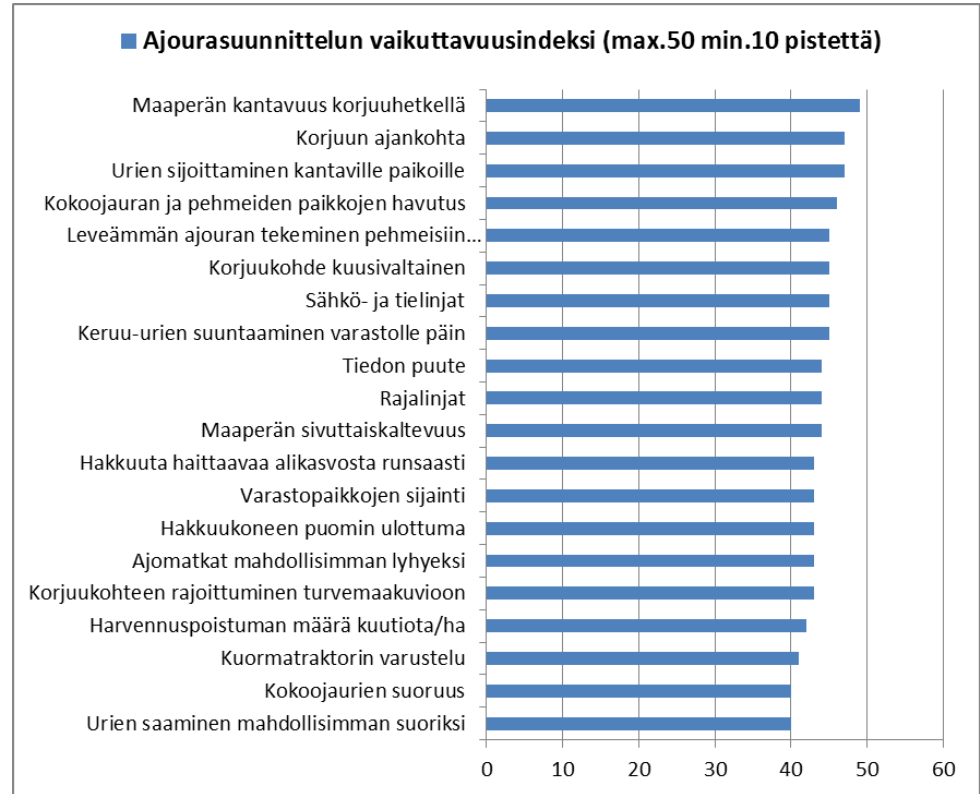


Tutkimuksen aineisto ja menetelmät

- Tutkimukseen valittiin kymmenen kokenutta hakkuukoneen kuljettajaa, joiden yhteenlaskettu työkokemus oli lähes 150 vuotta.
- Kuljettajista neljä toimi opettajina metsäkonekouluilla ja loput kuusi olivat päivittäisessä puunkorjuutyössä.
- Aineiston kerääminen toteutettiin kaksivaiheisena puolistrukturoituna haastattelututkimuksena
 - Ensimmäisen vaiheen sähköisen kyselyn tulosten perusteella muodostettiin kysymykset varsinaiseen haastatteluun toiseen vaiheeseen.
 - Toisessa vaiheessa kuljettajat haastateltiin heidän työpaikoillaan. Haastattelut nauhoitettiin jälkitarkastusta varten.
- Seuraavilla sivuilla käydään läpi sähköisen kyselyn ja haastatteluiden tuloksia.

Sähköisen kyselyn tulokset

- Tutkimuksen ensimmäisessä vaiheessa kuljettajat arvioivat eri tekijöiden merkitsevyyttä.
- Viereisessä taulukossa on esitetty ajourasuunnittelun 20 vaikuttavinta tekijää.
- Kuljettajat toivovat edelleen lisätietoa hakkuukohteen olosuhteista.
- Korjuun ajankohdalla ja ajourien käytettävyyteen liittyvillä tekijöillä oli suuri merkitys.



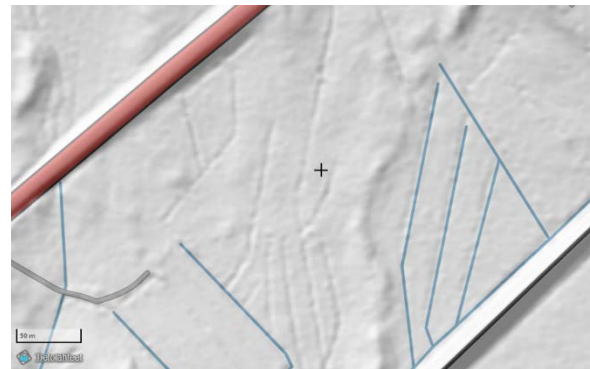
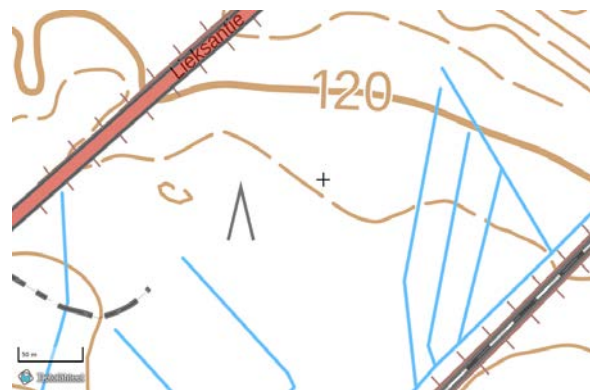
Maaston muodoilla arvioitua suurempi merkitys

- Erityisen suurena ongelmana pidettiin peruskartassa näkymättömiä pieniä jyrkänteitä, suuria kiviä, pieniä oja ja pienialaisia painanteita.
- Nämä tekijät pakottavat yllättäen muuttamaan ajouran linjausta ja hidastavat turhaan hakkuutyötä.
- Vinalojarjokuva paljastaa tehokkaasti peruskartassa näkymättömät kohteet.



Tarkemmilla kartta-aineistoilla tehoa työskentelyyn

- Kuljettajilta saadun palautteen perusteella korjuukelpoisuuskarttaa (Metsäkeskus 2016) pidettiin hyvänä apuvälineenä. Vinaloalorarlokuua antaa vieläkin tarkempaa kuvaa maaston mikromuodoista.
- Viereisistä kuvista voi huomata, miten paljon enemmän tietoa vinaloalorarlokuua antaa. Vanhat ojat näkyvät ohuina juotteina. Kuvan keskellä pystysuunnassa kulkeva harjanne olisi oiva paikka kokoojauralle, mutta se näkyy vain oikeanpuoleisessa vinaloalorarlokuuassa.



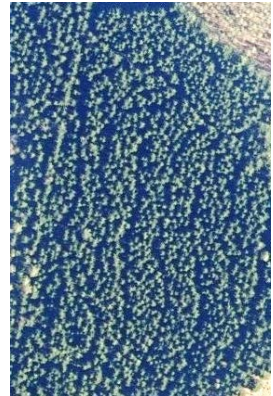
Tutkimuksen toinen vaihe

- Työnaikaisilla tuntemushavainnoilla kuljettajat keräävät tietoa pääosin maaperän kantavuudesta.
- Tässä tutkimuksessa esille tulleet asiat ovat konkreettisesti havaittavia asioita, joiden perusteella kuljettaja tekee päätöksiä.
- Seuraavilla sivuilla on kerrottu ajourasuunnitteluun vaikuttavien tekijöiden hiljaisesta tiedosta olosuhdetekijöittäin jaoteltuna.



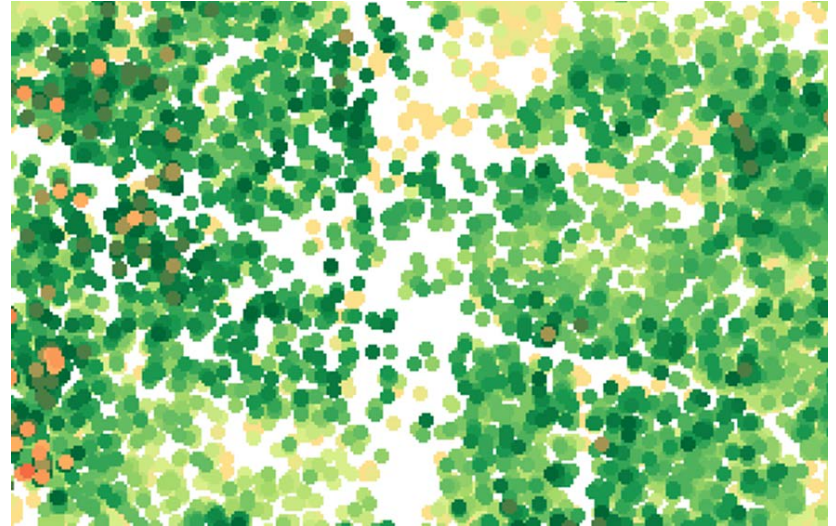
Hiljainen tieto liittyy useimmin ympäristössä ja hakkuukoneen käyttäytymisessä tapahtuvien muutosten havainnointiin

- Hiljaisen tiedon vaikutus kuljettajan päätöksiin on suurimmillaan silloin, kun kuljettaja havainnoi ympäristön tekijöistä piirteitä ja vertaa niitä aiempiin mielikuviinsa samanlaisista piirteistä.
- Kasvillisuudessa, puustossa, maaston muodoissa ja hakkuukoneen käyttäytymisessä tapahtuvien muutosten havainnointi kertoo kuljettajalle, mihin ajouran voi sijoittaa.
- Suuret sivukaltevuudet, jyrkät käännökset sekä heikosti havutetut pehmeät kohdat aiheuttavat ongelmia.
- Ajourien suunnittelussa ja hakkuussa suositaankin yleisesti suoraviivaista tyyliä: kokoojaura suunnataan varastopaikalle ja kaikki urat tehdään mahdollisimman suoriksi sekä riittävän leveiksi. Liittymät loivennetaan ja pehmeät kohdat havutetaan huolellisesti.



Maaperän kantavuudella on suuri merkitys

- Maaperän rakenne ja sitkeysominaisuudet vaikuttavat eniten. Myös puustolla on suuri merkitys. Järeän puuston juurimatto lisää merkittävästi kantavuutta.
- Puuston luontaiset aukkoapaikat, lukuun ottamatta kallioita, ovat vastoin yleistä käsitystä parempi kiertää. Aukkoapaikkojen maaperässä on yleensä jotain ympäristöstä poikkeavaa.
- Puuston pituusmallia voitaisiin hyödyntää tehokkaammin ajourien paikkaa arvioitaessa.
- Hakkuukonetta hyödynnetään jo paljon kantavuuden arvioinnissa.
 - Hakkuulaitteella maahan syötetyn kuitupuun uppouma antaa tietoa maaperän rakenteesta.
 - Hakkuukoneen huojuminen ja hyllyminen hakkuutyön aikana indikoi alustan kantavuutta.



Jos ajourapainaumia ilmenee, on ajoura yleensä väärässä paikassa, väärin käytetty tai hakkuuta tehdään väärään aikaan

- Ajouran **oikeaoppinen käyttö** on lähes yhtä tärkeässä roolissa kuin uran huolellinen toteuttaminen.
- Kuormatraktorin kuljettajan tulee aina sovittaa keräilyjärjestys, kuormien koot ja ajonopeus vallitseviin olosuhteisiin ja uraston muuttuvaan kantokykyyn sopiviksi.
- Jatkuvasti muuttuvat sääolot ja lumipeitteen tulo märkään roudattomaan maahan aiheuttavat nopeita muutoksia maaperän kantavuuteen.
- Sopivien korjuuolosuhteiden ennakointi on usein hyvin haasteellista. Lähikuljetuksen sujuvuutta pyritäänkin varmistamaan erilaisilla valmistelevilla toimenpiteillä.
- Esimerkiksi hakkuu voidaan tehdä usein sulan maan aikaan, mutta kuitupuiden ajo suoritetaan vasta maanpinnan jäädyttyä. Tämä aiheuttaa korjuuyrittäjille kuitenkin tavallista enemmän järjestelyä.
- Kuljettajien ja korjuun suunnittelijoiden saumaton yhteispeli onkin entistä tärkeämmässä roolissa.



Mitä pehmeämpi alusta, sen loivemmat käännökset

- Ajourien linjauksessa suurimmat huomiot liittyivät siihen, että urien käännökset eivät saa aiheuttaa kallistuksia.
- Liittymiä tai käännöksiä ei myöskään saisi tehdä heti ojan penkalle vaan vähintään koneen mitan päähän.
- Ajokoneen turhat käännökset rikkovat aina maanpintaa ja heikentävät sen kestävyyttä.



Pehmeä alusta ei kestä jyrkkiä käännöksiä.

- Pienet sivupistot kannattaa tehdä vain hakkuukoneella. Hakkuukone voi tuoda puut pistolta varsinaisen uran varteen peruuttamalla.
- Keruu-urista ei tule tehdä pitkiä lenkkejä. Hyvin pehmeillä paikoilla on päästävä ajamaan tarvittaessa kaikkiin suuntiin.
- Vanhojen ajourien hyödyntäminen on ongelma rehevillä kohteilla, sillä ajokoneen alla tiivistynyt maa vettyy usein ajokelvottomaksi, vaikka varsinaisia painaumia ei olisikaan.
- Hakkuukoneen pyörän jälki voi vettyä pehmeällä paikalla jo muutamassa päivässä, joten puut on parempi ajaa pois välittömästi hakkuun jälkeen.

Metsän luontaiset aukkopaikat ovat usein kantavuudeltaan heikkoja

- Myös puuston rakenteessa, puun laadussa tai puulajisuhteissa tapahtuvat nopeat paikalliset muutokset kertovat usein maaperän ominaisuuksien muutoksesta.
- Kasvillisuus kertoo paljon maaperästä. Korkeat ruohokasvit, saniaiset ja runsas leppäalikasvos viihtyvät kosteassa ja rehevässä maaperässä. Suopursu ja erilaiset kortteet paljastavat helposti turvemaan rajan.
- Avokallion muodosta voi päätellä sen lähialueen kantavuutta. Loivat muodot kertovat, että sadevesi ei painu nopeasti syvälle maahan. Loivien kalliomuotojen välisillä alueilla voikin olla yllättävän pehmeitä paikkoja, joihin vesi jää seisomaan.
- Vanhojen matalien ojien ympäristöä kannattaa myös varoa. Usein kantavin paikka on aivan ojan penkalla, sillä väärään suuntaan kaivettu oja kuivattaa maata vain ojan vierestä.

Suopursu näyttää turvemaan rajan ja saniaiset sekä korkeat ruohokasvit kertovat rehevät paikat



- Turve- ja kivennäismaan rajassa suopursu toimii hyvänä indikaattorilajina.
- Jos lunta on puolisen metriä ja alkavat suopursut hävitä näkyvistä, niin tällöin myös lumipeite on riittävän paksu ja mahdollistaa pehmeiden kohteiden hakkuun.

Hakkuukoneen käyttäytyminen kertoo paljon maaperän kantavuudesta

- Jos kuljettaja epäilee paikkaa pehmeäksi, voi hakkuukoneella ajaa muutaman kerran edestakaisin. Hienojakoinen liian kostea maaperä voi pettää hakkuukoneen alla jo toisella ajokerralla.
- Turvemaalla kokenut kuljettaja seuraa puiden liikkeitä. Jos uran viereiset puut heiluvat ohi ajettaessa, kestää ura vain pari ajokertaa kuormatraktorilla. Jos hakkuukone ”hyllyy ja hytkyy”, kestää ajoura ajaa yleensä kolmesta neljään kertaan.
- Keväällä roudan sulamista ja pehmeän kerroksen paksuutta voidaan seurata painamalla pölkkä hakkuupäällä maahan. Maaperä voi olla todella kantava, vaikka pinta olisikin vetelä.
- Kokenut kuljettaja osaa tulkita myös maaston muotoja: vanhat tienpohjat ja polut on usein tehty maaston kantavimpiin kohtiin.

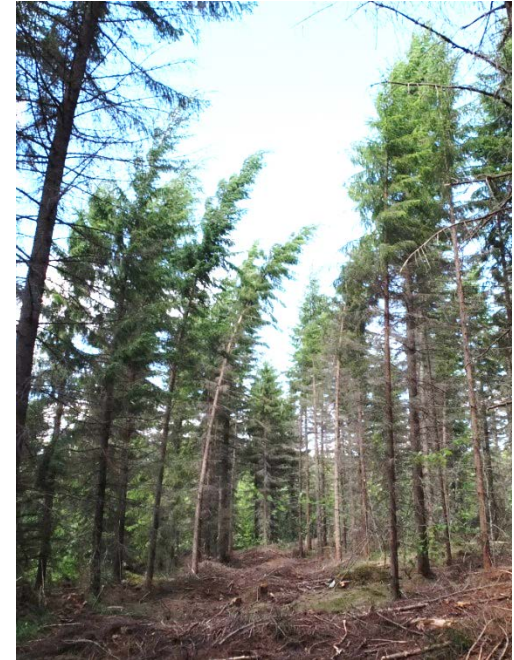
Maaperä voi olla sula myös paksun lumipeitteen aikaan

- Vaikka paksu lumipeite auttaa kantavuudessa, aiheuttaa se myös ongelmia.
- Lähemmäs metriseen hankeen hakkuukoneen tallaama uran pohja jäätyy maanpinnasta reilusti koholla olevaksi lumipatjaksi.
- Kuormatraktori putoaa herkästi sivuun tällaiselta uralta. Hakkuukoneella olisikin ajettava kaksi vierekkäistä jälkeä, että lumipatjasta tulee riittävän leveä.
- Hyvin tehty havutus auttaa tähänkin ongelmaan. Heikosti tehdyn havutuksen aiheuttamat ja kuvan mukaiset vauriot paljastuvat vasta hakkuun jälkeisenä keväänä.



Perinteinen tapa on ollut hakata aluksi ura käsiteltävän alueen ympäri

- Yleiskuvan muodostaminen helpottuu kierrettäessä alue ympäri, mutta tavasta voi seurata yllättäviäkin ongelmia.
- Jos leimikko rajoittuu tiehen ja varastopaikka avataan sen jälkeen, kun alue on kierretty kokonaan ympäri, jää varastopaikan ja ensimmäisen uran väliin liian kapea metsäkaistale.
- Tämä kapea kaistale ja sen takana oleva metsä ovat hyvin alttiita tuulituhoille.
- Ajourien suuntaamisella voidaan vaikuttaa paljon myös jäljelle jäävään maisemaan.
- Kumpareisessa maastossa ei kaikkia uria kannata hakata kumpareiden yli. Harvennetussa metsässä urat näkyvät hyvin selvästi, vaikka painaumia ei olisikaan.



Päätelmiä

- Tutkimukseen haastateltiin kymmentä kokenutta kuljettajaa. Ajourien suunnitteluun vaikuttavat tekijät olivat hyvin samantyyppisiä eri kuljettajilla.
- Kuljettajien käytettävissä olevan aputiedon vähyys nousi merkittäväksi puutteeksi.
- Suurinta osaa tekijöistä ja niiden yhteisvaikutusta voidaan hallita, kun kuljettajalla on riittävästi kokemusta ja motivaatiota.
- Kokenut kuljettaja on oppinut toimimaan kaikenlaisissa olosuhteissa. Kohteen visuaalinen havainnointi on tässä merkittävässä roolissa.
- Aloitteleva kuljettaja joutuu kuitenkin opettelemaan asiat usein kantapään kautta ja tämä voi olla hyvin kallista.
- Kuljettajien suurin toive oli, että heille tarjottaisiin tietoa mahdollisimman kattavasti maaperän kantavuudesta. Painoarvoltaan maaperän kantavuustieto on ohittanut kaltevuustiedon merkityksen, joka oli suuremmalla painolla metsäkoneen kuljettajien hiljaista tietoa tutkittaessa vuonna 2005 (Väätäinen ym. 2005).
- Toinen merkittävä tieto olisi ajourien linjausta muuttavien ja peruskartassa näkymättömien kohteiden tuominen näkyville.

Ajourakone-palvelun perusajatus pidettiin kuljettajien mielestä hyvänä

- Tutkimuksen aikana kerättyä tietoa voidaan hyödyntää myös Ajourakone-palvelun jatkokehityksessä.
- Tuotettu aineisto on pidettävä mahdollisimman yksiselitteisenä, jotta siitä olisi kuljettajille todellista hyötyä.
- Kuljettajien mielestä yksi tehokkaimmista tavoista tuottaa käyttökelpoista lisätietoa, on tallentaa edellisessä hakkuussa tai kohteen muussa käsittelyssä tehdyt havainnot.
- Näiden avulla saataisiin nopeasti tiedot kantavimmista urien paikoista sekä säästettävien tai hakkuun ulkopuolella olevien kohteiden kautta kulkevista valmiista kulkureiteistä.
- Valitettavasti nämä tiedot katoavat nykyisin eri toimijoiden omiin tietojärjestelmiin ja seuraava kohteen käsittelijä saa aloittaa alusta.

Johtopäätökset

- Hiljainen tieto on huomattavasti helpompi näyttää käytännössä kuin yrittää kertoa sanallisesti. Tästä syystä kysymyasettelulla ja kysymyksen oikein ymmärtämisellä on suuri merkitys.
- Kuljettajat tekevät päätöksiä pääosin epätarkkojen ja vähän hyödyllistä informaatiota sisältävien kartta-aineistojen varassa, vaikka korjuuyrittäjien taloudelliset paineet ovat kovat.
- Ajourasuunnittelun ja korjuun ajoituksen tehostamiseksi olisi saatavilla jo paljon valmista aineistoa.
- Kuljettajan ammattitaitoa ei voida vielä kuitenkaan täysin korvata tarkallakaan aineistolla.
- Kohteessa tehtävillä havainnoilla on jatkossakin hyvin suuri merkitys.
- Yksi keskeisistä kehityskohteista on tarkan ja reaaliaikaisen olosuhdetiedon hankinta. Tästä voitaisiin saada merkittävää etua korjuun suunnittelussa.

Viitteitä ja kirjallisuutta

Järvinen, T. 2017. Paikkatiedon hyödyntäminen koneellisen puunkorjuun ajourien suunnittelussa. Diplomityö. Geoinformatiikka, Aalto Yliopisto. 44 p. <http://urn.fi/URN:NBN:fi:aalto-201712188041>

Kauppinen, J. 2016. Karttapohjaisen opastuksen tarve koneellisessa hakkuussa. Itä-Suomen yliopisto. Metsätieteet Joensuu. Pro gradu- tutkielma. http://epublications.uef.fi/pub/urn_nbn_fi_uef-20160663/urn_nbn_fi_uef-20160663.pdf

Lamminen, S. 2012. Tarkka kulkukelpoisuustieto kuljettajan apuna puunkorjuussa. Hämeenlinna. Metla. http://www.metla.fi/tapahtumat/2012/puu-valiseminaari/pdf/P1_05-1_Lamminen.pdf

Metsäkeskus. 2016. Korjuukelpoisuuskartat. <https://www.metsakeskus.fi/korjuukelpoisuuskartat>

Väätäinen, K., Ovaskainen, H., Ranta, P. & Ala-Fossi, A. 2005. Hakkuukoneenkuljettajan hiljaisen tiedon merkitys hakkuutulokseen työpistetasolla. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja numero 937. <http://urn.fi/URN:ISBN:951-40-1950-4>

Turunen, J. 2018. Hiljainen tieto metsäkoneiden ajourasuunnittelussa. Lapin amk. Metsätalous. Opinnäytetyö. <http://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2018082414643>

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



Kiitokset

Kesälahden konesavotta Oy
Koneurakointi Pasi Kilpeläinen Oy
Koneketju H&H Oy
Metsäkone Pesonen Oy
Metsäkoneurakointi Teemu Tiitinen Oy
Veljekset Mustonen Oy
Savonlinnan ammatti- ja aikuisopiston metsäopetus
Pohjois-Karjalan ammattiopisto, Valtimon metsäopetus
Metsäteho Oy
Lapin Ammattikorkeakoulu
Metsä Group Oy

