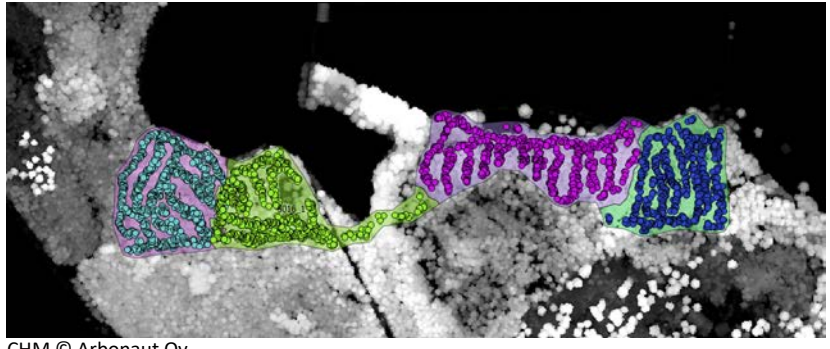
Metsäteho

Hakkuualueen rajan muodostus hakkuukoneen sijaintitietoon perustuen



CHM © Arbonaut Oy

Metsätehon tuloskalvosarja 5/2017

Timo Melkas
Kirsi Riekki

Tiivistelmä

- Tutkimuksen tavoitteena oli luoda menetelmä hakkuualueen rajaukseen hakkuukoneen sijaintitietoon perustuen.
- Aineistona menetelmäkehityksessä käytettiin kuudelta hakkuukoneelta kerättyä operatiivista leimikkoaineistoa (n=684), joka oli kerätty 8/2015–9/2016 välisenä aikana.
- Kehitetty menetelmä perustuu Delaunay-kolmiointiin, puskurivyöhykkeen muodostukseen ja tiettyihin parametriarvoihin, joiden avulla muodostetaan hakkuualueiden toteutuneet rajat.
- Menetelmällä tuotettuja kuviorajoja verrattiin visuaalisesti ilmakuviin sekä Suomen metsäkeskuksen kuvioraja-aineistoihin.
- Tulokset ovat varsin lupaavia ja menetelmää voisi jatkossa hyödyntää operatiivisessa toiminnassa kuviorajojen ajantasaistuksessa. Tältä osin menetelmä tulee vielä automatisoida.

Menetelmä toimenpidekuviorajojen muodostamiseen

Tiedonkeruu hakkuukoneella ja esikäsittely (STM) → Koordinaattimuunnos (WGS84 –ETRS FIN35TM) ja siirto paikkatietoohjelmistoon → Yksittäisten leimikoille johtavien ajourien erottaminen kuvioista → Peruskuvioiden muodostus Delaunay –kolmiointiin ja bufferointiin perustuen → Lopullisen kuvioinnin muodostaminen ja pinta-alojen laskenta

Aineiston esikäsittely (tehty manuaalisesti)

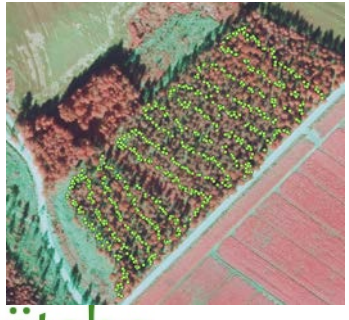
- Tunnistetietojen yhtenäistäminen ja hakkuutapojen kartoitus
- Koordinaattimuunnos WGS84 –ETRS FIN35TM ja siirto paikkatietoohjelmistoon
- Leimikoille johtavien ajourien tunnistus ja luokittelu

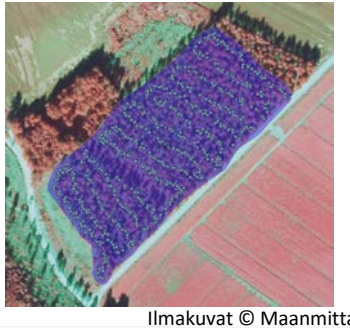
Varsinaisten kuvioiden muodostus

- Delaunay -kolmiointi ja kuvion sisälle osuvien kolmioiden valinta tunnistetiedon perusteella
- Kolmioiden häivytys ja kuvioiden bufferointi
- Voronoi -polygonien muodostus ja tasojen leikkaus

Lopullinen kuviointi

- Yksittäisten puiden tai puuryhmien (syntyneiden mikrokuvioiden) yhdistäminen pääkuvioon eli lopullisen kuvioinnin muodostus
- Pinta-alojen laskenta kuvioille ja ajourille





Ilmakuvat © Maanmittauslaitos 2017

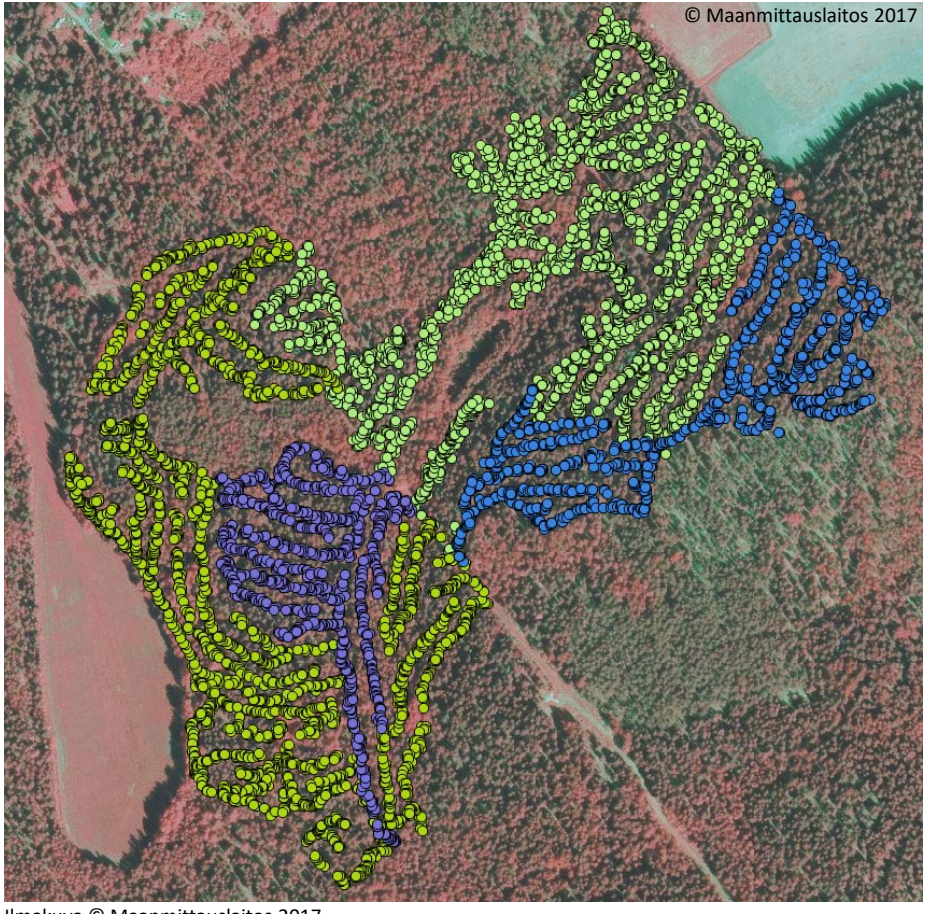
Tiedonkeruu hakkuukoneella

- Hakkuun aikana tallennettiin hakkuukoneen sijainti (GNSS) puun kaatohetkellä jokaiselle puulle.
  - Tallennusta varten hakkuukoneessa on oltava toimiva GPS-antenni ja sijaintitiedon tallennus on kytkettävä päälle.
  - Sijainti tallentuu tällöin maantieteellisinä koordinaatteina (WGS 84) jokaiselle rungolle StanForD-standardin mukaisesti.
    - Vanhassa standardissa STM-tiedostoon ja uudessa StanForD2010:ssä HPR –tiedostoon.

Ilmakuva © Maanmittauslaitos 2017

Aineiston esikäsittely

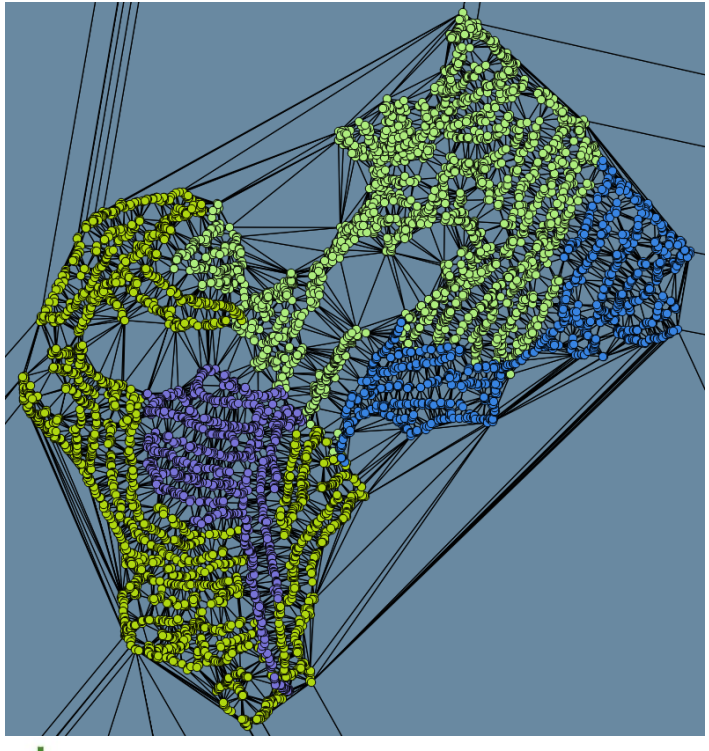
- Hakkuukoneelta kerätyt tiedostot purettiin tietokantaan Metsätehon purkuohjelmilla ja siirrettiin paikkatieto-ohjelmistoon (QGIS).
- Koordinaatit muunnettiin maantieteellisestä koordinaatistosta (WGS84) ETRS FIN35TM – koordinaatistoon.
- Jokaiselle kuviolle muodostettiin yksiselitteinen juokseva tunnistetieto (hakkuukone, sopimusnumero, lohko, leimikon aloitusaika, tekoalue).
- Aineisto tarkastettiin manuaalisesti ja, mikäli puut sijaitsivat saman leimikon alueella, niiden juokseva tunnistetieto korjattiin oikeaksi.
- Samassa yhteydessä tunnistettiin leimikoille johtavat ajourat, ja niille annettiin oma tunnistetieto.

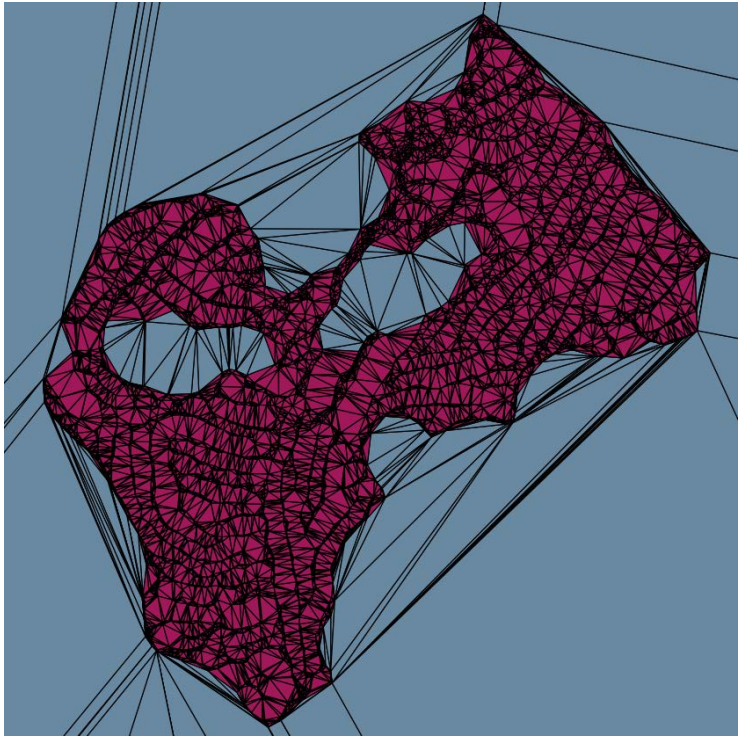


Ilmakuva © Maanmittauslaitos 2017

Peruskuvioiden muodostus

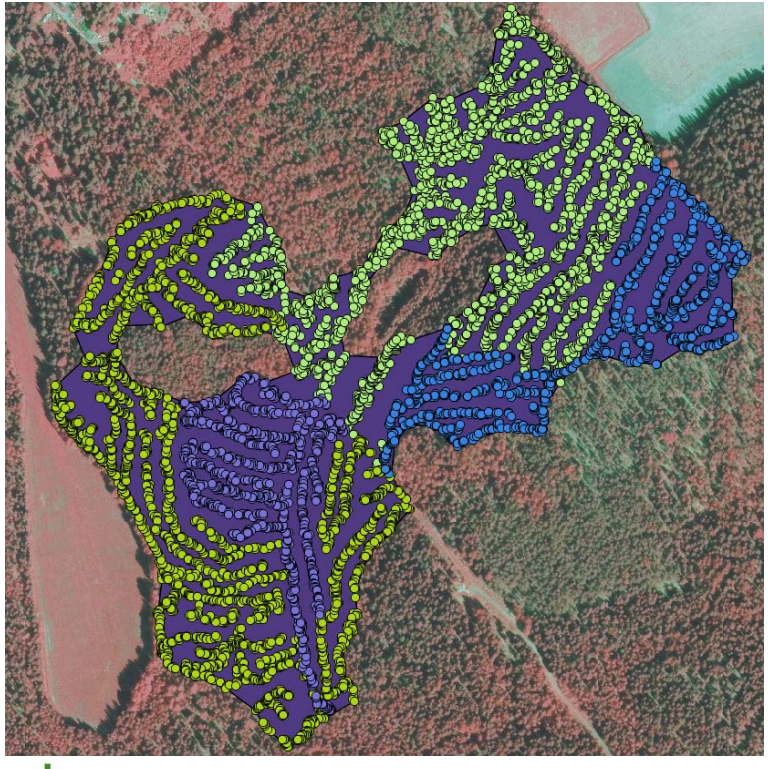
- Aineiston esikäsittelyn jälkeen muodostettiin Delaunay-kolmiointi hakkuukoneen sijaintipisteiden välille, jonka jälkeen kuvion sisälle osuvat kolmiot valittiin kuviorajan muodostamista varten.

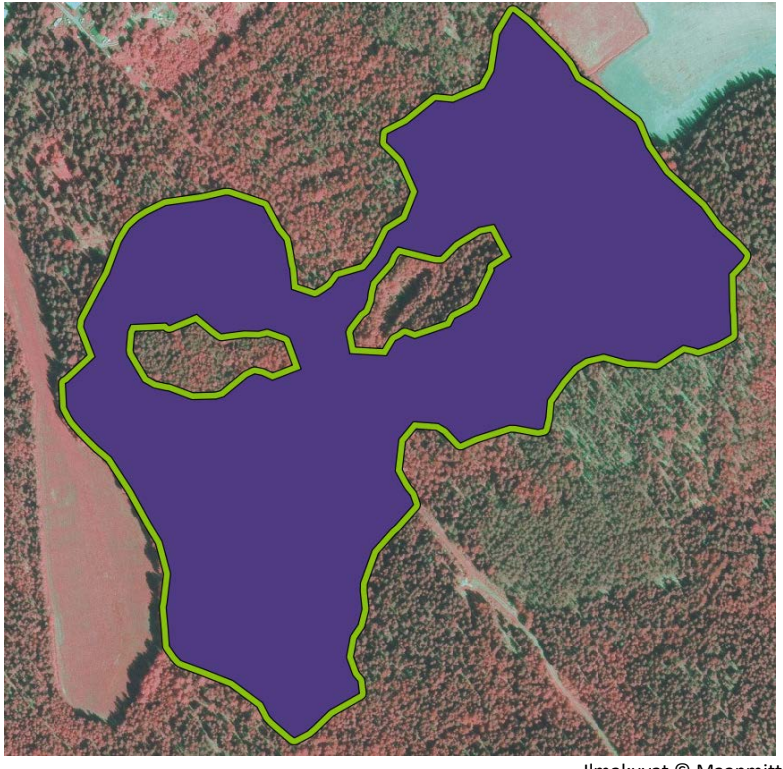




Peruskuvioiden muodostus

- Kolmioiden valinnan jälkeen häivytettiin kolmioiden väliset rajat ja saatuja peruskuvioita bufferoitiin kahdella eri vyöhykkeellä.
  - Peruskuvion bufferina käytettiin 6 metriä, ajouran bufferina 2 metriä





Ilmakuvat © Maanmittauslaitos 2017

Lopullinen hakkuualueen rajaus

- Peruskuvioinnissa muodostettuja bufferoituja karttatasoja leikattiin aineistosta muodostetulla Voronoi polygoni -tasolla tunnistetietojen yhdistämiseksi leimikoille.
- Lopuksi tehtiin yksittäisten puiden tai puuryhmien (syntyneiden mikrokuvioiden) yhdistäminen pääkuvioon eli lopullisen kuvioinnin muodostus kuvioille ja kuvioille johtaville ajourille sekä pinta-alojen laskenta.

Ilmakuva © Maanmittauslaitos 2017

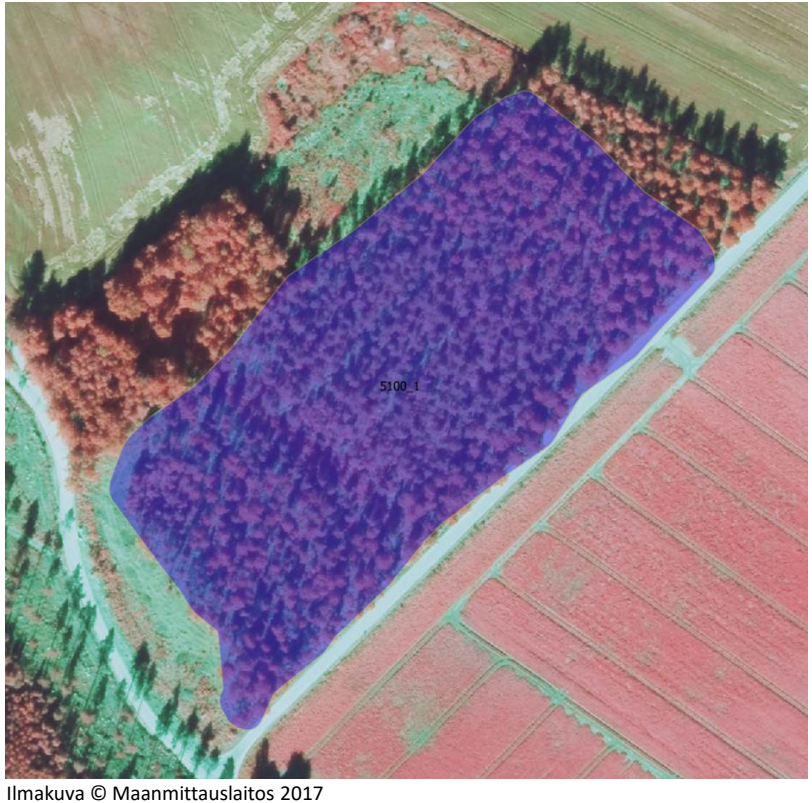
Havaintoja aineistosta ja kuvioinnin onnistumisesta

Seuraavilla kalvoilla on käyty muutamin esimerkein läpi algoritmin toimivuutta ja haasteita. Valtaosassa tapauksista algoritmi toimii hyvin.

- Toteutuneen hakkuualueen rajan muodostaminen optimaalisessa tilanteessa
- Viereisen kuvion läpi leimikolle johtavien ajourien käsittely
- Laanipaikat ja niiden erottaminen
- Hakkuun etenemisen huomioiminen, esim. puita on hakattu epäloogisessa järjestyksessä
- Puiden sijoittuminen koordinaattitiedon mukaan toisen kuvion alueelle
- Vierekkäisten kuvioiden rajojen muodostus

Toteutuneen hakkuualueen rajan muodostaminen optimaalisessa tilanteessa

- Kuviorajan muodostus toimii hyvin tilanteissa, joissa on hakattu yksittäisiä selkeitä toimenpidekuvioita.
- Mikäli samaan lohkoon on hakattu useampia toimenpidekuvioita, jotka sijainniltaan eroavat toisistaan, tulee ne erottaa omiksi osakuvioiksi ennen lopullisten hakkuualueen rajojen muodostusta.
- Myös hakkuutavan vaihtuessa lohkon sisällä tulee toimenpidekuviot erottaa omiksi osakuvioiksi ennen lopullisten hakkuualueen rajojen muodostusta.
- Jatkossa yksikäsitteisten tunnistetietojen muodostus toimenpidekuvioille tulee automatisoida.

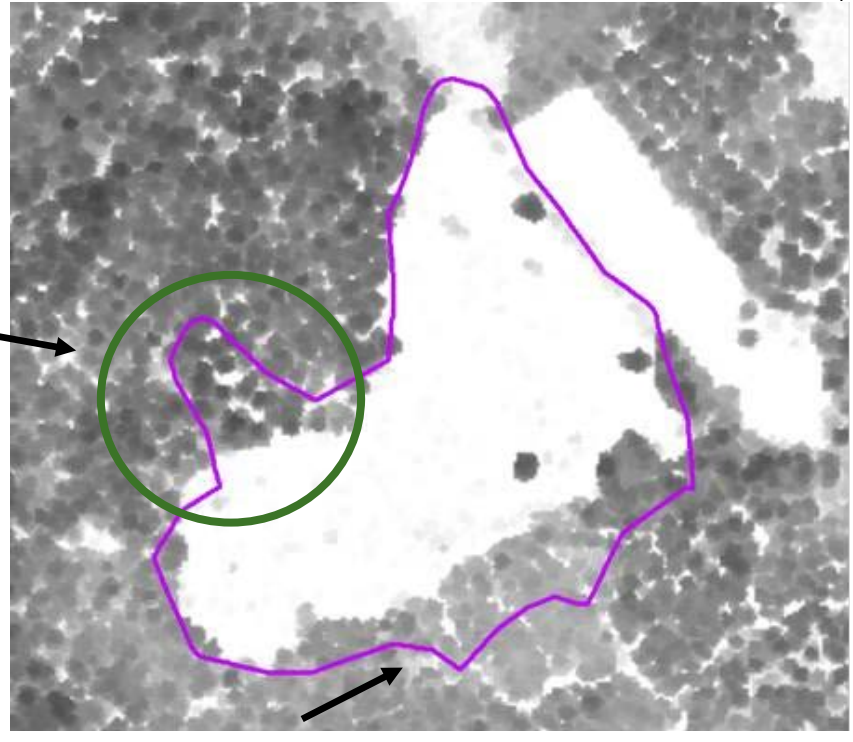


Ilmakuva © Maanmittauslaitos 2017

Viereisen kuvion läpi leimikolle johtavien ajourien käsittely

- Leimikoille johtavat ajourat ovat lähes aina hakattu samaan lohkoon kuin pääkuvio ja aiheuttavat näin virhettä sekä pinta-alaestimaattiin että kuvion rajaukseen.
- Viereisessä kuvassa on esimerkki (ympyröity sinisellä) leimikolle johtavasta ajourasta, joka tulee erottaa toimenpidekuviosta omaksi alakuvioksi.
- Tällä erää leimikolle johtavat ajourat on erotettu manuaalisesti omiksi alakuvioikseen ja bufferoitu erikseen, jotta niiden pinta-ala ja poistumatunnukset on saatu laskettua oikein.
- Jatkossa ne tulisi pystyä erottamaan automaattisesti pääkuviosta.

CHM © Arbonaut Oy



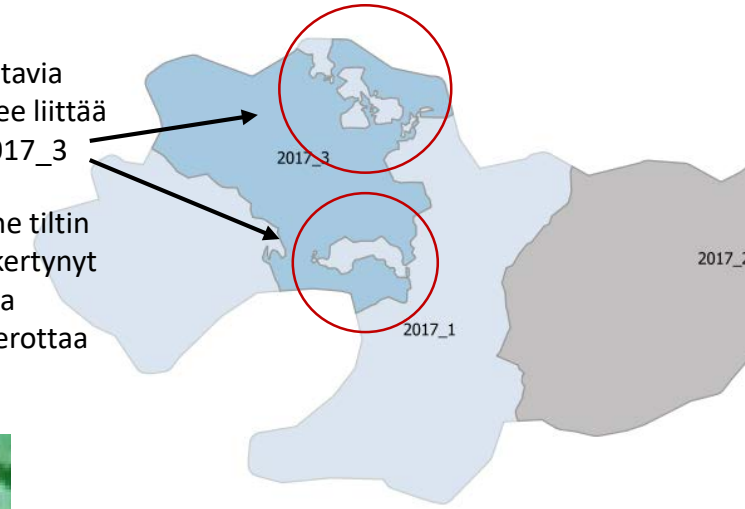
Kuvan alalaidassa leimikko rajoittuu siemenpuuhakkuuseen, josta johtuen kuvioraja muodostuu väärään kohtaan. Tämä rajausongelma poistuu, kun kuviot muodostetaan kuvio kuviolta ja algoritmin parametrit säädetään hakkuutavoittain.

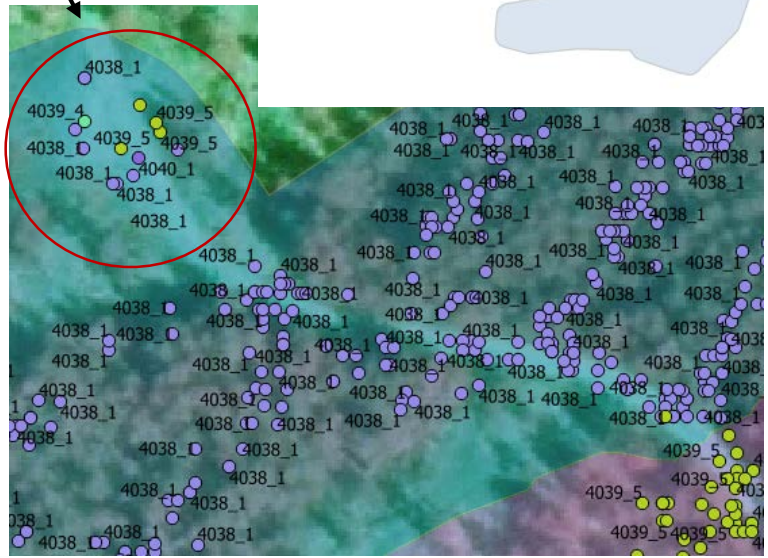
Hakkuun etenemisen huomioiminen kuvioraja-algoritmin muodostuksessa

- Käytännön toiminnassa leimikoita ei välttämättä hakata systemaattisessa järjestyksessä, vaan esim. päivävuoro hakkaa päätehakkuuta ja iltavuoro harvennusta, tai välillä käydään hakkaamassa laanipaikka ajokonetta varten.
- Tästä aiheutuu haasteita, mikäli kuljettaja ei muista vaihtaa lohkoa heti leimikolta toiselle siirtyessään tai työvuoroa aloittaessaan.
- Tällöin muodostuu pieniä 10-15 puun osakuvioita sijainniltaan täysin toiseen paikkaan kuin missä pääkuvio on ja usein myös niiden oikea hakkuutapakin poikkeaa pääkuvion hakkuutavasta.
- Tässä aineistossa nämä on korjattu manuaalisesti luottaen hakkuukoneen sijaintitietoon, mutta jatkossa pienet osakuviot tulisi yhdistää automaattisesti sijainnin ja puustotietojen perusteella oikeaan kuvioon.

Leimikon läpi johtavia ajouria, jotka tulee liittää osaksi kuviota 2017_3

Laanipaikka, jonne tiltin noston takia on kertynyt puita useammalta leimikolta, tulisi erottaa omaksi kuvioksi.

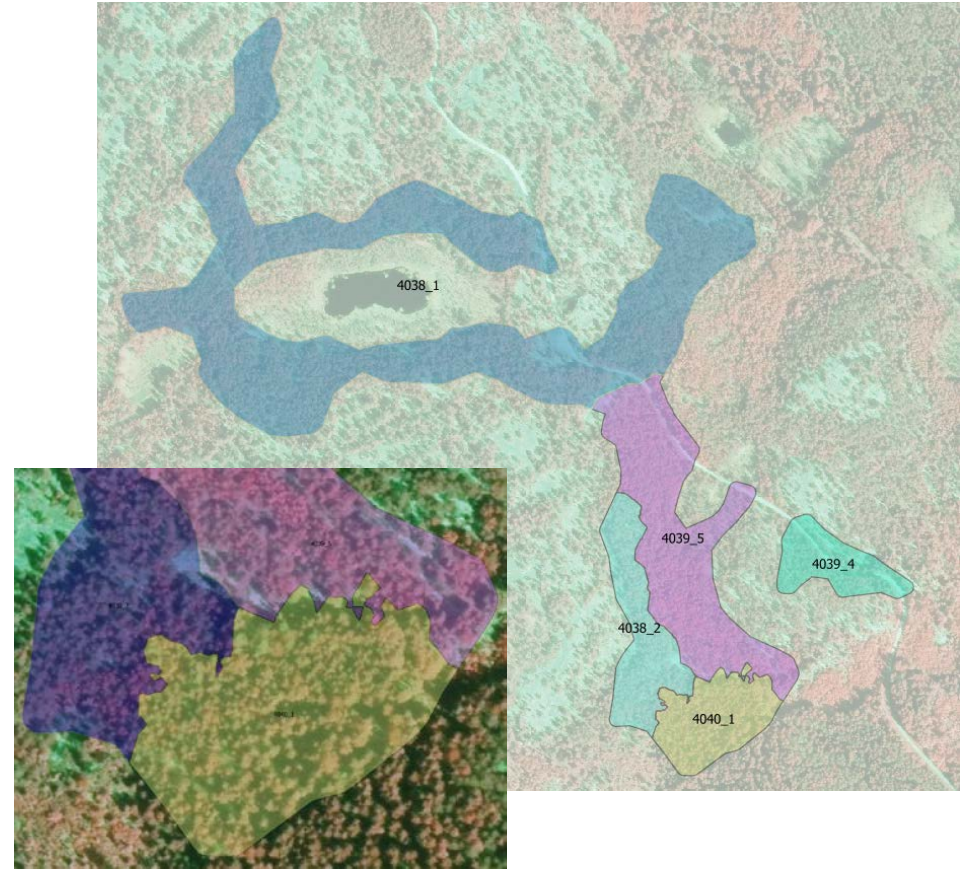




Ilmakuva © Maanmittauslaitos 2017

Vierekkäisten kuvioiden rajojen muodostaminen

- Vierekkäisten leimikoiden osalta menetelmä muodostaa joissakin tapauksissa varsin yksityiskohtaisen kuviorajan. Etenkin silloin, kun hakkuukoneen sijainnit ovat kuvion rajalla hyvin lähekkäin, tai ne menevät osittain päällekkäin. Tämä on tyypillistä vanhemmille hakkuukoneille, joiden paikannuslaitteiden tarkkuus ei ole uusimpien koneiden veroinen.
- Jatkossa, kun menetelmä automatisoidaan, tullaan hakkuualueiden rajat muodostamaan kuvio kerrallaan. Tällöin rajat siistiytyvät huomattavasti ja päällekkäiset kuvioiden raja-alueet jaetaan vierekkäisten kuvioiden kesken.



Ilmakuvat © Maanmittauslaitos 2017

Johtopäätökset ja jatkokehittämistarpeet

- Menetelmällä voidaan muodostaa toteutuneiden hakkuualueiden rajat hakkuukoneen sijaintitietoon perustuen ja operatiivisiin aineistoihin pohjautuen.
- Tällä erää aineisto käsitellään suurempina erinä. Jatkossa aineisto tulisi käsitellä kuvio kerrallaan ja luoda automaattiset menetelmät toteutuneiden hakkuualueiden rajojen upottamiseen olemassa oleviin kuviokarttatasoihin.
- Menetelmä vaatiikin siis vielä jatkokehittämistä ja automatisoinnin, jotta sitä voidaan laajemmin hyödyntää. Keskeisiä jatkokehittämistarpeita ovat:
  - Yksikäsitteisten kuvioiden muodostus tunnistetietojen sekä sijaintitiedon perusteella ja sen automatisointi
  - Kuviolle johtavien ajourien tunnistus ja erottaminen aineistosta automaattisesti
  - Perustoimenpidekuvion muodostuksen automatisointi
  - Päällekkäisten tai osittain tosiaan leikkaavien kuvioiden käsittely ja sen automatisointi

Tämä tutkimus on tehty yhteistyössä Metsätehon osakkaiden ja Suomen metsäkeskuksen kanssa. Tutkimus on osa maa- ja metsätalousministeriön **Metsätieto ja sähköiset palvelut -hanketta**, jonka tavoitteena on tehostaa metsävaratiedon hyödyntämistä, parantaa tiedon laatua ja liikkuvuutta sekä kehittää sähköisiä palveluita ja kuuluu hallituksen **Puu liikkeelle ja uusia tuotteita metsästä -kärkihankkeeseen**.

Metsäteho

mmm.fi
MAA- JA METSÄTALOUSMINISTERIÖ

metsäkeskus