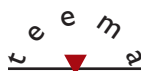


Jarmo Hämäläinen, Markus Holopainen, Jari Hynynen, Jorma Jyrkilä,
Pekka T. Rajala, Risto Ritala, Tapio Räsänen ja Arto Visala

Perusteita seuraavan sukupolven metsävara- järjestelmälle – *Forest Big Data* -hanke



Mikä Big Data?

Big datalla tarkoitetaan aineistoa, jota kertyy suuria määriä, suurella nopeudella ja joka useimmiten on sisällöltään heterogeenistä. Aineiston keruumenetelmien kehittyminen ja tallennuskapasiteetin ripeä kasvu on nostanut viime aikoina big data -käsitteen pinnalle – vaikka kokonaan uudesta asiasta ei olekaan kysymys. Ns. big data -tutkimus painottuu enimmäkseen suurten aineistomassojen analysointimenetelmiin ja niiden antamiin liiketoimintamahdollisuuksiin.

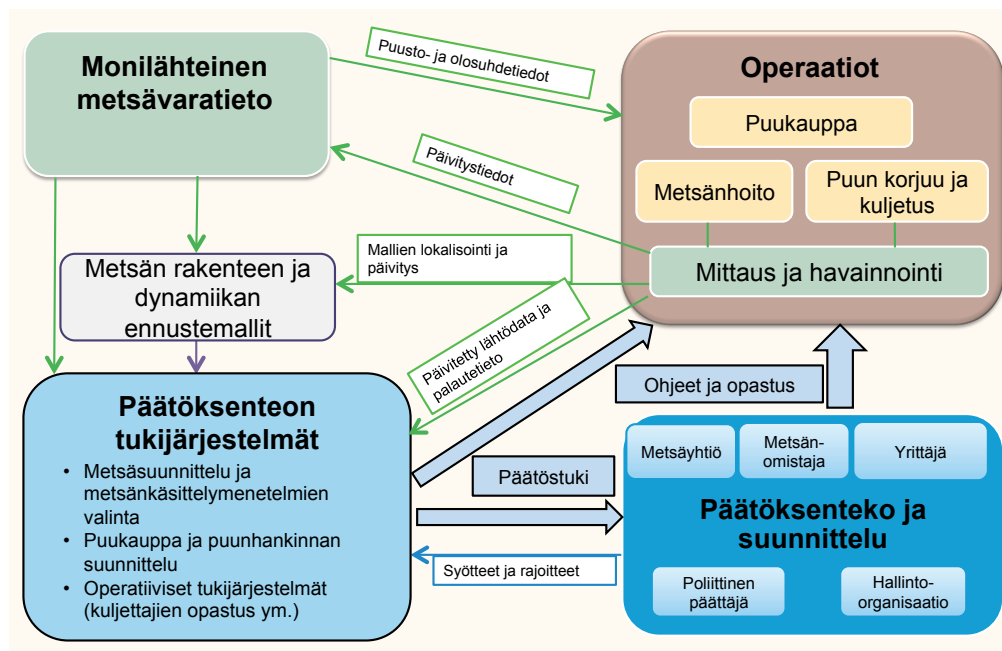
Vuoden 2014 alussa käynnistyneessä *Forest Big Data* (FBD) -tutkimushankkeessa kehitetään metsävaratiedon hankintaa ja hyödyntämistä big data -näkökulmasta. Tutkimus kuuluu tieto- ja viestintäteknikkaklusteri DIGILE Oy:n (aiemmin Tieto- ja viestintäteollisuuden tutkimus TIVIT) Tekes-rahoitteiseen *Data to Intelligence* (D2I) -tutkimusohjelmaan (2012–2015). Tutkimusohjelma kohdistuu seitsemälle eri liiketoiminta-alueelle, ja metsäosio – *Forest Big Data* – on yksi niistä.

Data to Intelligence-ohjelman tavoitteena on kehittää menetelmiä suurten aineistomassojen jalostamiseen tiedoksi ja ”älyksi” sekä viimekädessä kannattavaksi liiketoiminnaksi eri teollisuudenaloilla ja palvelutuotannossa. Ohjelmassa on mukana lähes 60 osapuolta.

Laajojen paikkatietoaineistojen ja tietovarastojen käsittely ei ole metsäalalle entuudestaan vieraasta. Metsävaratietoa kerätään ja hyödynnetään

valtakunnan laajuisesti, ja esimerkiksi yksityismetsien metsävaratietoa on kerätty tällä erää lähes kaksi kolmasosaa yksityismetsistä (noin 9 milj. ha:n metsäalalta). Tietojen tuottaminen perustuu monilähdeinventointiin, jossa laserkeilausta ja ilmapuusta täydennetään maastomittauksin ja julkisia tietoaineistoja hyödynnetään monipuolisesti. Metsävaratiedon sisältöä ja ajantasaisuutta on kuitenkin tarpeen parantaa, kun sitä pyritään hyödyntämään paitsi metsäsuunnitteluun myös entistä tehokkaammin kehittyvän puukaupan sekä puunhankinnan ja metsänhoitotoimenpiteiden perustana.

Puunhankinnan ja metsänhoidon toimenpiteiden yhteydessä rekisteröidään ja tallennetaan mittavia aineistoja. Noin 1500 hakkuukonetta mittaa kaadettuja puita miljoonan rungon päivävauhtia läheltä vuoden ympäri ja eri puolilta Suomea. Jokaisesta rungosta mitataan ja tallennetaan läpimittatiedot 10 cm:n välein ja lukuisa joukko muita tunnuksia. Mittaustietoja hyödynnetään lähinnä puukaupan ja urakoinnin maksujen perusteena ja puunhankinnan ohjauksessa. Sahoilla on puolestaan käytössä tukkimittarit tukkihoitaista mittausta varten ja suurimmilla laitoksilla lisäksi tukkiröntgenit sahausken tarkempaa ohjausta varten. Röntgenillä määritetään jokaisesta tukista kymmeniä laatua kuvaavia tunnuksia. Tukkiröntgenaineistoa kertyy jokaisella suurella sahalla 2–3 miljoonasta tukista vuodessa. Kysymys kuuluuikin, voitaisiinko metsien käsittelyn ja tuotannon yhteydessä syntyviä aineistoja hyödyntää metsävaratiedon tuottamisessa ja tar-



Kuva 1. Periaatekuva seuraavan sukupolven metsävaratietojärjestelmästä, jonka perustan muodostavat eri paikkatietolähteitä yhdistämällä tuotettavat, nykyistä tarkemmat, monipuolisemmat ja ajantasaisemmat puusto- ja olosuhdetiedot. Metsävaratietoja hyödynnetään toimijakentässä sekä sellaisenaan että edelleen jalostettuna päätöstukijärjestelmissä. Metsävaratietoa ja ennustemalleja täydennetään ja päivitetään toimenpiteiden yhteydessä kerättävällä tiedolla.

kentämissä sekä ylipäättään tehokkaammin koko puuhun perustuvien tuotteiden arvoketjussa.

Forest Big Data -hankkeen tavoitteena on tuottaa perusteita seuraavan sukupolven metsävarajärjestelmälle (kuva 1). Päämääränä on, että Suomen metsistä on tulevaisuudessa entistä ajantasaisempaa, tarkempaa ja monipuolisempaa perusinformaatiota käytettävissä eri tarkoituksiin. Nykyistä tarkemmin puuston rakennetta ja laatua, maaperää sekä muuttuvia olosuhteita kuvaavan tiedon avulla lisätään puuraaka-aineen käyttöarvoa ja parannetaan niin puutavaralogistiikan kuin puuntuotannonkin kustannustehokkuutta. Tarkemmasta metsätiedosta hyötyvät kaikki arvoketjun toimijat.

Tutkimushankkeen rakenne

Hanke koostuu neljästä työpaketista, joista ensimmäisessä selvitetään metsätalouteen liittyvien toimijoiden vaatimuksia ja toiveita tulevaisuuden metsävaratiedolle, hahmotetaan kehityspolku ja määritellään järjestelmäarkkitehtuuria ja tietorakenteita koskevat periaatteet. Muita tutkimusosioita ovat: seuraavan sukupolven metsävaratiedon keruu-, analysointi- ja hallintamenetelmien kehittäminen, tiedon hyödyntämismahdollisuuksien ja päätöstukijärjestelmien perusteiden selvittäminen ja testaaminen sekä koneellisiin töihin liittyvien tiedonkeruumenetelmien kehittäminen. Kaikkiin tutkimusosioiden liittyy keskeisenä uusien arvoketjujen etsintä ja lisäarvon tuottaminen niin metsänomistajille kuin metsäorganisaatioille. Tutkimusten rinnalle on jo käynnistetty sovellushankkeita, joiden avulla tuloksia pyritään saamaan tehokkaasti hyötykäyttöön (kuva 2).



Kuva 2. Forest Big Data -hankkeen tutkimustehtävät (T1–T4). Tutkimuksen rinnalla on käynnissä sovellushankkeita, joiden avulla tuloksia tullaan hyödyntämään.

Puustotiedon hankinta painopisteenä

Hankkeessa kehitetään kustannustehokkaita menetelmiä tarkemman puusto- ja olosuhdetiedon hankintaan ja ylläpitoon. Tutkimustyö painottuu alkuvaiheessa voimakkaasti puustotiedon hankintaan, mutta myös maaperän kantavuus- ym. olosuhdetietojen parempi hallinta on hankkeen kokonaistavoitteissa mukana. Puustomittausten kehittämistavoitteena on puuston todellisen järeysjakauman, runkolukusarjan, ja laatutietojen kustannustehokas tuottaminen hilatasolle eli esim. 16×16 metrin ruudukolle. Nykyistä tarkemmista puustotunnuksista olisi olennaista hyötyä puukaupan, puunhankinnan ohjauksen ja raakapuun käytön kannalta. Ne antaisivat luotettavamman perustan myös metsävarojen hallinnalle ja mm. kasvumalleille, joilla metsien puustotietoja päivitetään ja joilla tuotetaan kehitysnusteita metsäsuunnittelun tarpeisiin. Hankkeessa tutkitaan laajasti vaihtoehtoisia puustotiedon mittausten menetelmiä, kuten satelliittikuvausta, tutkasatelliittien hyödyntämistä sekä ilmasta ja maasta tehtävää laserkeilausta ja eri menetelmien yhdistämistä.

Tiedon soveltamismahdollisuudet riippuvat osin siitä minkälaisella tarkkuudella, luotettavuudella ja

kustannuksilla puusto- ja olosuhdetietoja onnistutaan määrittämään. Pitkän tähtäyksen tavoitteena on luoda tietojärjestelmäkokonaisuus, joka pystyy vastaamaan kiinnostuksen kohteena olevan alueen, jopa yksittäisen puun, osalta kysymyksiin: mitä tiedämme tämän puun/puuston käsittelyn ja hyötykäytön kannalta olennaisista ominaisuuksista, kuinka suuri epävarmuus liittyy ominaisuuksia koskevaan tietoon?

Vastaus näihin kysymyksiin muodostetaan yhdistämällä kaikki ne aineistosta johdetut arviot, jotka koskevat kyseistä puuta/puustoa. Arviot voivat olla välittömästi mittausaineistosta muodostettuja tai mallien avulla estimoituja. Kun tunnetaan kunkin tietolähteen puun/puuston ominaisuuden arvioinnin epävarmuus, tietolähteet voidaan yhdistää tasapainotetusti. Esimerkiksi kasvumallien avulla ominaisuuksien arvioita voidaan ajantasaistaa, kun käytettävissä oleva mittausaineisto on kerätty useita vuosia aiemmin. Tällöin otetaan huomioon mallin epävarmuudet alkuperäisen aineiston epävarmuuden lisäksi.

Hakkuukoneesta kaikki irti

Yhtenä tiedonkeruun tutkimuskohteena on hakkuukoneen tuottama mittaustieto. Pidemmän aikavälin kehityssuuntana metsätaloudessa on se, että erilliset maastokäynnit metsässä minimoidaan ja tarvittava tieto kerätään joko kaukokartoituksella tai operaatioiden yhteydessä mahdollisimman automaattisesti. Valtaosa puunkorjuu- ja metsänhoitotöistä tehdään metsäkoneilla, joiden tietojenkäsittelykapasiteetti ja erilaiset anturi- ja mittausjärjestelmät kehittyvät kovaa vauhtia. Niitä hyödynnetäänkin jo merkittävästi koneautomaatioissa, toiminnan teknisessä valvonnassa, tuottavuuden seurannassa ja kuljettajien opastuksessa. Hakkuukoneen keräämä massiivinen puutavaran mittaussaineisto täyttää epäilemättä big datan määritelmät, mutta sitä ei toistaiseksi hyödynnetä metsävaratiedon muodostamisessa. Esimerkiksi hakkuualueiden rajat ja harvennuskuvioiden jäävä puusto pystyttäisiin jo nykytekniikallakin päivittämään hakkuukoneen mittaustiedon perusteella. Hankkeessa paneudutaan erityisesti siihen, voidaan-ko hakkuuden oheistuotteena jatkuvasti syntyvä mittaussaineistoa käyttää metsävarojen inventoinnin tehostamisessa, kuten esimerkiksi puustotulkintaan tarvittavien referenssikoealojen mittauksessa ja toisaalta inventointitiedon laadun parantamisessa. Hakkuukoneen mittaustiedolla tarkoitetaan tässä tavantomaista puutavaran mittaustietoa sekä hakkuukoneeseen asennetulla laserkeilaimella tai vastaavalla tekniikalla mitattua tietoa ympäröivästä puustosta.

Hakkuukoneen mittaustiedon hyödyntämisen yhtenä ongelmana on riittämätön paikannustarkkuus – etenkin kun tavoitellaan puutasoista mittaustietojen yhdistämistä. Jotta kaukokartoituksen ja hakkuukonemittauksen tiedot pystytään yhdistämään puukoh- taisesti, puut pitää pystyä paikantamaan hakkuun yhteydessä vähintään puolen metrin tarkkuudella. Puiden suhteellinen paikka hakkuukoneeseen nähden pystytään määrittämään tarkasti jo nykytekniikalla, mutta ongelmana on hakkuukoneen paikannus globaalissa koordinaatistossa. Hakkuukoneiden nykyisten satelliittipaikannuslaitteiden tarkkuus on yleensä muutamia metrejä vaihdellen puusto- ja maasto-olosuhteiden mukaan. Hankkeessa tutkitaan uusia keinoja koneiden paikannustarkkuuden parantamiseen.

Hankkeessa on ideoitu alustavasti myös muita

metsäkoneiden keräämän mittaussaineiston hyödyntämismahdollisuuksia. Kerran kerättyä mittaussaineistoa ja siitä jalostettua informaatiota pitäisi pystyä hyödyntämään koko toimenpideketjussa. Harvennushakkuiden yhteydessä kerättävän mittaustiedon avulla voitaisiin kalibroida puuston/puiden rakenteen ja kehityksen ennustemalleja ja tuottaa niillä kyseiselle kohteelle tarkennetut ennusteet. Niiden avulla voidaan arvioida esimerkiksi seuraavan hakkuun ajankohtaa ja ennustaa tuolloin saatavan hakkuukertymän määrä ja laatua. Hakkuukoneen keräämästä kulkuvastustiedoista pystytään jo nyt ennakoimaan maaston kantavuutta metsäkuljetusvaiheessa. Voitaisiko korjuukoneilla kerätä myös sellaista maaperäinformaatiota, joka palvelisi metsänuudistamisen menetelmävaihtoa? Jos koneisiin pystyttäisiin kehittämään antureita ja mittausjärjestelmiä, joilla saataisiin tietoa esimerkiksi maan kivisyydestä ja vaikkapa hienojakoisen maalajin esiintymisestä, siitä olisi suurta hyötyä uudistamisen menetelmävaihtoon ja esimerkiksi koneistutuksen kohdentamiseen. Puunkorjuukoneet käyvät uudistamiskohteet systemaattisesti läpi ja tällainen pysyvien olosuhteiden ”inventointi” olisi tarpeen tehdä kullakin alueella vain kertaalleen. Nykyisten tietolähteiden, kuten maaperäkartojen, tarkkuus ei riitä käsittelykuviotasoiseen suunnitteluun. Hankkeessa tutkitaan myös koneellisen taimikonhoidon yhteyteen sopivia aistintekniikoita, jotka tehostaisivat konetyötä ja samalla rekisteröisivät puustotunnukset osaksi metsävaratietoa.

Kannattavat käsittelyvaihtoehdot ja dynaaminen metsäsuunnittelu

Hankkeen alkuvaiheessa kuvattiin ja analysoitiin laaja joukko metsätiedon käyttöalueita. Määrittelyjen perusteella voidaan testata ja kehittää välittömästi hyödynnettäviä sovelluksia ja toisaalta hahmottaa tietoarkkitehtuurille ja -malleille asetettavia vaatimuksia niin, että myös tulevaisuudessa esiin tulevat uudet käyttötapaukset voidaan toteuttaa ilman suuria järjestelmämuutoksia. Seuraavassa on kuvattu muutamia esimerkkejä kehittyvän metsävaratiedon hyödyntämisestä.

Käyttötapausmäärittelyn yhteydessä eri toimijat korostivat metsäkuvion tai kuviojoukon käsittely-

vaihtoehtojen tarkastelua. Katsottiin, että tarkemman puustorakenteita ja kasvupaikkaolosuhteita koskevan lähtötiedon perusteella eri toimintavaihtoehtoja ja niiden kannattavuutta voitaisiin perustellummin laskea ja arvioida. Pidettiin myös tarpeellisena, että eri vaihtoehtojen seurauksia, esim. puuston kehitystä käsittelyjen jälkeen, voitaisiin visualisoida päätöksentekijälle. Kyse olisi siis laskenta- ja visualisointiohjelmistoista, joita metsänomistajat ja metsäammatillaiset voisivat käyttää päätöksenteossa.

Käyttötarve herättää ajatuksen, voisiko koko metsäsuunnittelu olla jatkossa – ainakin pienemmillä tiloilla – lähinnä samantapaisten laskentaohjelmistojen käyttöä ja siten entistä dynaamisempaa, tilanteeseen ja toimintaympäristöön sopeutuvaa. Perinteisestihän metsäsuunnitelma laaditaan noin 10 vuoden jaksoksi kerrallaan. Dynaamisuus tarkoittaisi sitä, että metsävaratietojen pohjalta voitaisiin koska tahansa laskea koko metsälöä koskeva suunnitelma, jossa kohteiden käsittelyjärjestys ja käsittelyvaihtoehdot tulisivat analysoiduksi perustasoiseen metsävaratietoon sisältyviä ehdotuksia tarkemmin – mikäli ne eivät jo sellaisenaan riitä ohjenuoraksi. Jonkinlaisena analogiana on myöhemmin kuvattu dynaaminen ja adaptiivinen katkonnan ohjaus, joka reagoi tuotantolaitosten markkinatilanteeseen eli puutavaralajien kysyntään ja niiden arvosuhteisiin, hakkuukertymiin, ja varannossa olevien leimikoiden rakenteeseen. Metsäomaisuuden hallinnan aikaperspektiivi on toki pidempi, mutta kehittyneiden työkalujen avulla metsäsuunnitelman voisi reagoida vaikkapa puumarkkinoihin, puutavaralajien hintasuhteisiin, omistajan tavoitteenasetteluun ja kertyvään tutkimustietoon metsänkäsittelyvaihtoehtojen kannattavuudesta. Tämä tietenkin edellyttäisi, että edullisia ja helppokäyttöisiä laskentaohjelmistoja on kenen tahansa saatavilla.

Kustannustehokkaammat käsittelykuviot

Toimenpiteiden rajausta suuntaava kuviointi on yksi käynnistyneistä tutkimus- ja testausaiheista. Esimerkiksi yksityismetsien metsävarajärjestelmässä metsikkökuviointi perustuu puusto- ja kasvupaikkatunnuksiin sekä käsittelytarpeeseen. FBD-hankkeessa testataan mahdollisuuksia muodostaa metsikkökuvion rinnalle – ehkäpä jossain vaiheessa sitä korvaa-

maankin – toimenpiteiden kannalta mahdollisimman kustannustehokas ja tarkoituksenmukainen käsitteilykuviointi.

Inventoinnin yhteydessä tehtävästä kiinteästä toimenpidekuvioinnista voidaan ehkä luopua ja siirtyä dynaamiseen kuviointiin. Se voidaan tuottaa toimijan tavoitteiden mukaan hilamuotoisesta tiedosta tai nk. mikrokuvioista tarpeen ja tilanteen mukaan.

Taustalla on seikka, että nykyiset, samalla kertaa käsiteltävät yhtenäiset alueet – tässä siis käsittelykuviot – ovat taloudellisesta näkökulmasta liian pieniä. Toteutuneiden päätehakkuualueiden koko on valtaosin välillä 0,5–2 ha, kun kustannustehokas koko olisi vähintään kaksi–kolme hehtaaria. Päätehakkuualueen pieni koko rasittaa metsänkasvatuksen ja puunhankinnan kustannustehokkuutta koko kiertoajan ja korostuu entisestään, kun metsänhoitotyökin koneellistuvat. Hankkeessa testataan automaattisen käsittelykuvioinnin mahdollisuuksia, jossa otetaan huomioon puuston ja ympäristönäkökohtien lisäksi toimenpiteen kustannuksiin ja korjuukelpoisuuteen vaikuttavia seikkoja. On huomattava, että uusi metsälaki antaa aiempaa paremmat mahdollisuudet yhdistää eri vaiheessa olevia puustokuvioita kannattaviksi käsittelykuvioiksi.

Tarkkeneva rasteripohjainen puusto- ja olosuhdetieto antaa jatkossa entistä paremman perustan muodostaa käsittelykuviointi tilannekohtaisesti, toimenpidesuunnittelun yhteydessä. Tätä periaatetta sovelletaan jo nykyään esim. Metsähallituksen suunnittelujärjestelmässä.

Kohti uudistuvaa puukauppaa

Keskeinen tarkemman metsävaratiedon käyttökohde on puukauppa. Puukaupan kehittämisvisiona on laajassa käytössä oleva sähköinen puukauppapaikka, jossa myytävät kohteet ovat yhdenmukaisesti ja yksiselitteisesti kuvattuna. Visioon kuuluu myös se, että kohteiden hinnoittelu ei tulevaisuudessa enää perustu puutavaralajeihin vaan runkojen järeyyteen ja laatuun (esim. rungonosahinnoittelu). Tavoitteena on, että myyntikohteet pystytään tulevaisuudessa muodostamaan, ja tekemään niistä tarjoukset, metsävaratietojen perusteella. Kaukokartoitusta ja muita tietolähteitä yhdistämällä pitäisi saada mahdollisimman realistinen perusta kohteen jalostusarvon

ja korjuukustannusten määrittämiselle ja leimikon suunnitteluun korjuuvalmiiksi. Tämä tarkoittaa keskitunnusten lisäksi mieluiten runkolukusarjaa, kriittisimpiä laatutietoja ja kohteen korjuukelpoisuuteen vaikuttavia olosuhdetietoja.

Kehityshyppäys katkonnan ohjaukseen

Puutavaran katkonta hakkuuvaiheessa on ratkaiseva vaihe puun arvoketjussa, varsinkin järeiden rungon osien kohdalla. Siinä tehdään päätöksiä, jotka vaikuttavat suoraan rungon käyttöarvoon, eikä raaka-ainetarpeeseen sopimatonta katkontaa pystytä enää korjaamaan tuotantolaitoksella. Tutkimusohjelman rinnalla onkin parhaillaan käynnissä tuotteistamishanke, jossa kehitetään uusia työvälineitä katkonnan ohjaukseen. Tavoitteena on nykyistä dynaamisempi – siis kaiken aikaa tuotantolaitosten tilanteeseen, hakkuuiden etenemiseen ja leimikkovarantoon – sopeutettu katkonnan ohjaus. Kehitettävään kokonaisuuteen sisältyy myös katkontasimulaattori, jolla katkontavaihtoehtojen hyvyttä voidaan vertailla. Katkontaa ohjataan käytännössä yritysten metsäjärjestelmissä, joista ohjausparametrit toimitetaan hakkuukoneiden katkontajärjestelmiin. Simuloinnissa ja katkonnassa käytettävät tuotantotavoitteet ja parametrit ovat luonnollisesti yrityskohtaisia. Kehittyneessä katkonnan ohjauksessa sovellettavia periaatteita ja osin välineitäkin voitaisiin tulevaisuudessa hyödyntää jo puuhuoltoketjun aiemmassakin vaiheessa eli tarjolla olevan leimikon arvioinnin ja hinnoittelun tukena.

Forest Big Data -tutkimuksella tuotetaan perusteita em. välinekehitykseen. Dynaaminen katkonnan ohjaus tarvitsee lähtötiedoksi ostetussa leimikkovarannossa olevien kohteiden puusto- ja korjuukelpoisuustiedot. On ilmeistä, että runkolukusarjatasoinen lähtötieto antaisi ohjaukselle paremmat edellytykset kuin puuston keskitunnukset ja niistä estimoidut jakaumat. Yhtenä tutkimustehtävänä on testata eritasoisen lähtötiedon ja järeysjakaumien muodostamistavan merkitystä katkonnan ohjaukselle. Sen tulokset antavat suuntaviivoja metsävaratiedon tuottamisen kehittämiseksi muissa osahankkeissa.

Puuston järeys on keskeinen puuston jalostusarvoa kuvaava laatutunnus, mutta myös muilla ominaisuuksilla, kuten oksaisuus, lenkous ja sy-

dänpuuosuus, on merkitystä. Puun sisäisen laadun ennustamisen haasteena on se, että puuston ulkoiset tunnuksot, kuten kuivien tai elävien oksien alkamisrajat, eivät kerro tarpeeksi hyvin runkojen sisäisestä laadusta – vaikka ne saataisiinkin kustannustehokkaasti mitatuksi. Hankkeessa pureudutaan tähän ongelmaan big data -analyysin keinoin tutkimalla eri lähteistä koostetun laatutietovaraston antamia mahdollisuuksia. Suurimmilla sahoilla on käytössä tukkiröntgeneitä, joilla saadaan erittäin yksityiskohtaista tukkikohtaista ominaisuustietoa. Hankkeessa yhdistetään tukkiröntgenin, tukkimittarin ja hakkuukohteiden tietoja, ja yritetään päästä massiivisen mittausaineistojoukon analysoinnin kautta kiinni kohteen ominaisuuksien ja laadun välisiin yhteyksiin. Yksityiskohtaisia laatumalleja tuskin pystytään käytännön aineistoista muodostamaan, mutta nykyistä paremmista laatueroja kuvaavista jakaumatiedoistakin arvioidaan olevan hyötyä puun ostossa, katkonnan ohjauksessa ja sahojen tuotannossa.

Metsätietojärjestelmät soveltamisvälineinä

Eri metsänomistajatahot hyödyntävät metsävaratietoa päätöksenteon pohjana. Sitä varten toimijoilla on omia tietojärjestelmiään, joiden kautta FBD-tuloksia voidaan ottaa käyttöön. Yksityismetsissä Suomen Metsäkeskuksen metsävaratietojärjestelmä kattaa jo kaksi kolmasosaa pinta-alasta. Kattavuus kasvaa noin 10 prosenttiyksikköä vuodessa. Metsänomistaja saa järjestelmästä perustiedot metsistään sekä niiden hakkuumahdollisuuksista ja hoitotarpeista. Tietojen jakelukanavaksi on kehitetty metsään.fi-palvelu. Halutessaan metsänomistaja voi luovuttaa tietoja metsäyhtiöiden ja muiden toimijoiden käyttöön, jotka puolestaan voivat tarjota metsänomistajille palveluitaan ja kohdentaa markkinointiaan. Järjestelmä antaa hyvän pohjan seuraavan sukupolven metsävaratietojärjestelmän rakentamiselle. Nykyistä tarkemmat ja ajantasaisemmat tiedot hyödyttävät metsänomistajaa monin tavoin metsäomaisuuden hallinnassa sekä toimenpiteiden suunnittelussa ja toteutuksessa. Metsäyhtiöillä on puolestaan omat metsäjärjestelmänsä puunhankintaa ja metsänhoitoa varten. Eri lähteistä saatava ja tarkentuva metsävaratieto on olennaista lähtötietoa puunhankinnan strategiseen ja operatiiviseen suunnitteluun, ostojen

kohdentamiseen ja metsänhoitotöihin.

Forest Big Data -järjestelmän arkkitehtuuri tukee monia tietolähteitä ja tietolähteiden lukumäärän joustavaa kasvattamista. Tämän vuoksi määritellään järjestelmän tietomalli/tietorakenne, joka on järjestelmäriippumaton. Kun uusi tietolähde halutaan liittää kokonaisuuteen, liitettävää lähdettä täydennetään toiminnolla, joka muuntaa lähteen tietomallin mukaisen aineiston *Forest Big Data* -tietomallin mukaiseksi. Itse aineiston lisäksi tietolähde toimittaa metatietoa mm. tiedon epävarmuudesta. *Forest Big Data* -järjestelmä muodostaa sovelluksen siltä pyytämän arvion puun/puuston ominaisuuksista yhdistämällä useiden tietolähteiden aineistoa ja mallipohjaisia arvioita niin, että lähteitä painotetaan niiden tuottaman tiedon tarkkuuden perusteella (bayesilainen estimointi). *Forest Big Data* -järjestelmätoimittaja vastaa sovelluksen pyyntöön oman tietomallinsa mukaisesti, joten arvioita hyödyntävässä sovelluksessa on oltava toiminto, joka osaa purkaa *Forest Big Data* -tietorakenteen sovelluksen omaksi tietorakenteeksi.

Metsävaratieto – infrastruktuurin olennainen osa

*Forest Big Data*n lähtökohtana on, että metsävaratieto on ratkaiseva osa metsäsektorin infrastruktuuria, ja sen tasosta on pidettävä erityistä huolta. Hankkeessa tutkitaan puusto- ja olosuhdetiedon hankinnan ja käsittelyn uusia menetelmiä ja niiden antamia mahdollisuuksia. Tutkimusohjelmassa ei rakenneta varsinaisia sovelluksia, mutta keskeisimpiä soveltamistapauksia testataan. Metsävaratietojen käyttöoikeuksiin ja muihin pelisääntöihin liittyvät kysymykset eivät myöskään kuulu hankkeen piiriin vaan niitä käsitellään omilla foorumeillaan.

Seuraavan sukupolven metsävarajärjestelmän kehittäminen on massiivinen työ, eikä se ratkea yhdellä tutkimushankkeella. Perusteiden tutkimukseen ja toteutuksen valmisteluun on tarpeen valjastaa mittava joukko eri toimijoita, jotta uusi järjestelmä saataisiin laajasti käyttöön esimerkiksi vuoden 2020 tienoilla. Tavoitteena kuitenkin on, että osa uusista menetelmistä voidaan ottaa käyttöön jo aiemmin, nykyisissä järjestelmissä.

Forest Big-Data -tutkimushankkeeseen osallistuu laaja joukko metsäalan toimijoita. Yritysosapuolia ovat Arbonaut, Metsä Group, Metsähallitus, Metsäteho, Ponsse, Savcor, Stora Enso ja UPM. Tutkimusorganisaatioista ovat mukana Aalto-yliopisto, Helsingin yliopisto, Geodeettinen laitos, METLA, Tampereen teknillinen yliopisto ja VTT. Myös Suomen Metsäkeskus on hankkeessa mukana.

Kirjallisuutta

- DIGILE Oy:n ”Data to Intelligence”-tutkimusohjelman kuvaus: <http://www.datatointelligence.fi>
- Holopainen, M., Hyypä, J. & Vastaranta, M. 2013. Laserkeilaus metsävarojen hallinnassa. Helsingin yliopiston metsätieteiden laitoksen julkaisuja 5.
- Kohti tehokkaampaa puuhoitoa. 2012. Puutavaralogistiikka 2020 -kehittämisvisio ja t&k-ohjelma. Metsäteollisuus & Metsäteho.
- Value through Intensive and Efficient Fibre Supply. 2013. Programme Report 2010–2013. Finnish Bioeconomy Cluster FIBIC.

- Jarmo Hämäläinen & Tapio Räsänen, Metsäteho, Helsinki; Markus Holopainen, Helsingin yliopisto, Metsätieteiden laitos; Jari Hynynen, Metla, Vantaa; Jorma Jyrkilä, Suomen Metsäkeskus; Pekka T. Rajala, Stora Enso Metsä, Lahti; Risto Ritala, Tampereen yliopisto, Systeemitekniikka; Arto Visala, Aalto-yliopisto, Sähkötekniikan ja automaation laitos
- Sähköposti jarmo.hamalainen@metsateho.fi