

Loppuraportti VMI II Laskentapalvelu

Pekka Hyvönen, Hannu Hirvelä, Annika Kangas, Harri Kilpeläinen, Kari T. Korhonen, Reetta Lempinen, Tero Ovaskainen, Tuula Packalen, Juho Pitkänen, Minna Rätty

Tiivistelmä

Hankkeessa Luonnonvarakeskus (Luke) kehitti verkkopalvelun, jonka avulla inventointitiedon käyttäjät voivat tuottaa tarvitsemansa tiedot helposti itse. Palvelussa voidaan valita haluttu inventointi (ensimmäisinä VMI11 ja VMI12), tarkasteltava muuttuja, halutut luokittelijat, tarkasteltavat alueet (maakunta- tai kuntatasolla). Palvelu tuottaa tiedot dynaamiseen taulukkoon, jota käyttäjä voi vielä halutessaan muunnella. Laskentamenetelmänä käytetään jälkiositusta, ja kaikille tuloksille tuotetaan keskivirhe-estimaatit jälkiositukseen perustuvilla kaavoilla. Tulokset voi myös tallentaa CSV muodossa. Myöhemmin palveluun lisätään automaattisesti tuotettavia graafeja ja karttatoiminnallisuuksia.

1. Tutkimuksen tavoitteet

Tavoitteena oli kehittää laskentapalvelu (VMI Laskentapalvelu VMILaPa), jolla asiakkaat voivat itse tuottaa tarvitsemansa raportit esilaskennan läpikäyneistä VMI-tiedoista. Hanke toteutettiin kolmessa työpaketissa. Ensimmäisessä työpaketissa (TP1, 2016–2019) kehitettiin yleinen web-käyttöliittymäpohjainen raportointityökalu. Toisessa työpaketissa (TP2, 2017–2019) kehitettiin menetelmät metsävaratietojen ja metsien käytön sekä niiden muutoksen seurantaan. Kolmannessa työpaketissa (TP3, 2018–2019) kehitettiin menetelmää maakunnittain laadittujen hakkuumahdollisuusarvioiden esittämiseksi kuntaryhmä- tai kuntatasolla.

2. Tutkimusosapuolet ja yhteistyö

Hanke on toteutettu kokonaan Luken sisäisenä työnä.

3. Tutkimuksen tulokset

3.1 Tutkimusmenetelmät ja aineisto

Työpaketti 1 raportointityökalua (VMILaPa) toteutettiin iteratiivisesti ketterien ohjelmistokehitysmenetelmien mukaisesti. Ensimmäisessä vaiheessa kuvattiin ja tarkennettiin nykyisten asiakkaiden tietotarpeita ja toiveita VMI-aineistoista laskettavista tuloksista. Tietotarpeiden kuvauksen perusteella laskentapalvelusta laadittiin prototyyppi. Tätä palvelun käyttöliittymän ensimmäistä versiota esiteltiin avainasiakkaille sekä Luken asiantuntijoille, joilta

saadun palautteen perusteella laskentapalvelun toimintoja ja web-käyttöliittymää parannettiin asteittain.

Työpaketissa 2 kehitettiin laskentaosio, joka vastaa käyttöliittymältä tuleviin pyyntöihin. Pyyntö sisältää aluerajauksen, kohdemuuttujan ja luokittelevat muuttujat. Teknisessä toteutuksessa VMI-maastoaineiston kuvio- ja puutiedot ovat tietokannassa ja laskenta tehdään R-kielellä toteutetuilla funktioilla. Laskentamenetelmäksi valittiin osahankkeen *VMI I Tehostaminen* TP1:ssä testattu ja kehitetty jälkiositus, jossa ositukseen käytetään MVMI:n tilavuuden rasterikarttaa (Haakana ym. 2019). Tietokantaan laitettiin ensimmäisenä VMI11:n aineisto (maastomittaukset 2009–2013) ja jälkiosituksessa käytettiin pääosin vuodelta 2007 olevaa tilavuuskarttaa (Tomppo ym. 2012), jota täydennettiin aiemmalla kartalla pilvisten alueiden osalta.

VMILaPa on web-käyttöliittymä VMI-tulosten laskentaan, mikä asettaa vaatimuksia laskennan vasteajalle. Kohdealueiksi valittiin maakunnat ja kunnat nykyisillä rajoilla, koska kohdealueille tarvittavien jälkiositteiden pinta-alojen laskenta otanta-alueittain vie GIS-operaationa merkittävästi aikaa ja kiinteillä rajoilla pinta-alat voidaan laskea etukäteen. Tässä nykyiset rajat tarkoittavat sitä, että kunta- tai maakuntarajojen muuttuessa jälkiositteiden pinta-alat päivitetään tietokantaan. Vasteaikaan vaikuttaa myös käytetty keskivirheen laskentamenetelmä, joka on tällä hetkellä julkaisun Fridman ym. (2014) mukainen, koska lähekkäin olevien koealaklusterien vertaamiseen perustuvan menetelmän nopeutta ja toimivuutta pienillä alueilla ei ole vielä testattu riittävästi.

Työpaketissa 3 kehitettiin laskentamenetelmäkehikkoa, jossa VMI-aineiston perusteella MELA-ohjelmistolla laaditut maakunnittaiset hakkuumahdollisuusarviot voidaan esittää myös maakuntaa pienemmille osa-alueille, esimerkiksi yksittäisten kuntien tai kuntaryhmien alueille. Maakuntien alueille laadittujen arvioiden esittäminen pienemmille alueille tehtiin työpaketissa 2 kuvattua jälkiositusta hyödyntäen.

Arvioiden esittämistä varten muodostettiin maakunnittain laaditusta hakkuumahdollisuusarviosta tulosaaineisto siirrettäväksi laskentapalveluun. Hakkuumahdollisuusarviona käytettiin Luken maakunnittaisista hakkuumahdollisuusarvioista Suurin nettotulo -arviota (MELA Tulospalvelu 2018). Arvio perustui VMI11-aineistoon (maastomittaukset 2009–2013). Laskentapalveluun siirrettävän tulosaaineiston muodostamista testattiin myös VMI11:n maastossa tehtyihin hakkuuehdotuksiin perustuen.

3.2 Tutkimustulokset

Tutkimuksen tuloksena on VMI Laskentapalvelu (<https://login.vmilapa.luke.fi/>), jonka muodostavat kolme eri ohjelmistokomponenttia: web-selaimessa toimiva käyttöliittymä, käyttöliittymän ja laskentakerroksen välinen REST-rajapinta sekä palvelun ytimessä olevat aineistot (mm. VMI-aineistot ja hallinnolliset rajat) ja VMI laskenta-algoritmit, Kuva 1.



Kuva 1. VMI Laskentapalvelun ohjelmistoarkkitehtuuri.

Palvelu on kieliversioitu, tällä hetkellä käytettävissä olevat kielet ovat suomi ja englanti. Palvelun dokumentit -osiosta löytyvät laatuseloste sekä kuvaus laskentamenetelmistä. Ohjeet -osiosta löytyvät lyhyet käyttöohjeet, tietoa palvelusta sekä sähköpostiosoite yhteydenottoa varten.

Palvelussa käyttäjä voi hakea tietoa pinta-aloista, puuston tilavuudesta ja runkoluvusta. Muuttujasta riippuen valittavissa on 6 kuviotason ja 0–2 puutason luokittelijaa. Kuviotason luokittelijoita ovat maaluokka, kehitysluokka, ikäluokka, puuntuotannon rajoitus, omistajaryhmä, pääryhmä sekä pääpuulaji. Puutason luokittelijoina ovat puulajiryhmä sekä puutavaralaji. Tällä hetkellä tuloksia voidaan tarkastella yhteensä 44 luokassa. Luokittelijoita voidaan valita maksimissaan kolme kappaletta ja tulostaulukon maksimikooksi on määritetty 15 000 solua. Tuloksia voidaan hakea sekä maakunta- että kuntatasolle. Alueen voi valita vapaasti, esimerkiksi yhden tai useamman kunnan. Tulokset tuotetaan sekä yksittäisille alueille että niiden yhdistelmälle.

Käyttäjä voi dynaamisesti muokata tulostaulukon sisältöä sekä vaihdella sarakkeiden ja rivien paikkaa luokittelumuuttujittain (=luokittelijoittain). Lasketut tulokset on mahdollista tuoda ulos laskentapalvelusta CSV-muodossa. Ohessa, Kuva 2, on näkymä ohjelman tämänhetkisestä ulkoasusta. Käyttöliittymän toiminnallisuutta kehitetään edelleen.

Toistaiseksi REST-rajapinta on suunniteltu vain VMILaPa:n oman asiakassovelluksen käyttöön, mutta rajapinnan avulla voidaan tulevaisuudessa toteuttaa myös räätälöityjä palveluja. Palvelu on rakennettu siten, että palvelua voidaan helposti täydentää uusilla muuttujilla ja luokittelijoilla. Tämä vaatii mahdollisesti laskenta-algoritmien (3 Laskenta ja tietovarasto) muokkausta samassa yhteydessä. Palvelussa on käytettävissä VMI11-aineisto mittausvuosilta 2009–2013 ja VMI12-aineisto mittausvuosilta 2014–2018.

VMI laskenta-algoritmit on toteutettu vapaasti saatavilla olevalla, avoimen lähdekoodin R-ohjelmistolla. Laskenta pohjautuu kuvio- ja puutason VMI-tietoihin. Tällä hetkellä käytössä

olevat algoritmit tuottavat pinta-alat sekä kokonais- ja keskitilavuudet ja runkoluvut haluttujen luokittelijoiden suhteen. Lasketuille tunnuksille tuotetaan myös keskivirheet, jotka saadaan tällä hetkellä Fridman ym. 2014 soveltamalla jälkiosituskaavalla. Systemaattisen otannan trendin vaikutuksen sisältävä kaava on toteutettu mutta sen käyttöönotosta palveluun ei ole vielä tehty päätöstä. Tällä menetelmällä käy pienimmissä kunnissa hieman useammin niin, että keskivirheen laskenta ei onnistu.

The screenshot shows the 'VMI Laskentapalvelu' web application. On the left is a sidebar with filters for 'VMI-parametrit' (VMI11 (2009-2013), Puuston tilavuus (1 000 m3), Kehitysluokka, Oimistaj..., Aukea, Pieni taimikko..., Luokittele maaluokittain), 'Alueet' (Maakunta, Etelä-Savo, Pohjois-Sa...), and 'Muut valinnat' (Käytä yhteisiä-arvot). The main area displays a table titled 'Puuston tilavuus (1 000 m3) | Metsämaa <VMI11 (2009-2013) | Luonnonvarakeskus (Luke) | 2019-05-14>'. The table has columns for 'Aukea' (Puuston tilavuus, Abs. keskivirhe, Suht. keskivirhe) and 'Pieni taimikko' (Puuston tilavuus, Abs. keskivirhe, Suht. keskivirhe). Rows are grouped by region: Etelä-Savo, Pohjois-Savo, and Pohjois-Karjala, with a final 'YHTEENSÄ' (Total) row. Each region group includes 'Yksitysluenteiset' (Private) and 'Yhteiset' (Public) sub-rows, followed by 'Yhteensä' (Total) for that group. The 'Varttunut taimikko' (Mature forest) column is also present.

Aukea				Pieni taimikko			
	Puuston tilavuus (1 000 m3)	Abs. keskivirhe (1 000 m3)	Suht. keskivirhe (%)	Puuston tilavuus (1 000 m3)	Abs. keskivirhe (1 000 m3)	Suht. keskivirhe (%)	Varttunut taimikko
Etelä-Savo	Yksitysluenteiset	200	55	27.5 %	742	118	15.9 %
	Yhteiset	2	2	99.9 %	49	34	69.0 %
	Yhteis	7	6	78.7 %	56	40	68.5 %
	Vahio	5	5	99.7 %	47	27	57.8 %
	YHTEENSÄ	214	55	25.9 %	897	133	14.8 %
Pohjois-Savo	Yksitysluenteiset	54	29	53.7 %	542	107	19.7 %
	Yhteiset	4	4	100.0 %			
	Yhteis				72	30	41.1 %
	Vahio	18	15	82.0 %	4	4	100.0 %
	YHTEENSÄ	76	32	42.8 %	619	111	17.9 %
Pohjois-Karjala	Yksitysluenteiset	61	35	58.7 %	452	96	21.1 %
	Yhteiset				34	15	62.5 %
	Yhteis	40	34	85.0 %	164	68	41.8 %
	Vahio	8	6	79.8 %	66	31	47.0 %
	YHTEENSÄ	118	49	35.5 %	705	120	17.0 %
YHTEENSÄ	Yksitysluenteiset	347	72	20.8 %	1 732	185	10.7 %
	Yhteiset	6	5	75.4 %	73	37	50.8 %
	Yhteis	47	34	72.9 %	294	84	28.6 %
	Vahio	30	17	54.8 %	117	41	35.3 %
	YHTEENSÄ	410	81	18.9 %	2 216	209	9.4 %

Kuva 2. Käyttöliittymän ulkoasu (joulukuu 2019).

Luken tuottamista, maakunnittain laadituista hakkuumahdollisuusarvioista (MELA Tulospalvelu 2018) Suurin nettotulo -arvio voidaan toteuttaa laskentapalveluun kuntatasolla esitettynä. Arvio perustuu nettotuottojen maksimointiin 5 % korkokannalla ilman hakkuutoiminnan kestävyys- ja lopputilan puustovaatimuksia ja se kuvaa suurinta välittömästi hakattavissa ja kannattavasti korjattavissa olevaa aines- ja energiapuun hakkuukertymää vuotuisena keskiarvona inventointia seuraavan kymmenvuotiskauden aikana.

Arvio on laadittu Luken MELA-ohjelmiston avulla. Arvion teknisestä määrittelystä johtuen kuntatason arvio on sama riippumatta siitä, laaditaanko arvio osana koko maakunnan arviota vai erikseen ko. kunnan alueelle. Siten maakuntatason arvio on jaettavissa kuntatasolle ilman tulosten muuttumista. Kun laskenta tehdään Laskentapalvelun jälkiositusmenetelmällä, tulokset muuttuvat hieman eivätkä kuntatason tulokset summaudu tarkalleen maakunnan tuloksiin, koska maakunnan laskenta tehdään erillisenä. Pienille kunnille ei saada laskettua kaikkia tuloksia, mikä hankaloittaisi osa-alueiden tuloksista summaamista.

Toisena vaihtoehtona testattiin VMI:n maastossa tehtyjen hakkuuehdotusten mukaista hakkuumahdollisuusarviota. Tehtyjen testien perusteella tämä arvio voidaan toteuttaa kuitenkin vain ainespuun korjuuta koskevinä hakkuina ilman energiapuun korjuuta.

Tehtyjen testien perusteella näistä kahdesta arviosta valittiin Suurin nettotulo -arvio 5 % korkokannalla laskettuna ja se lisättiin laskentapalveluun joulukuussa 2019. MELA-hakkuutuloksia voidaan hakea ja luokitella palvelussa samaan tapaan kuin VMI tuloksia.

3.3 Toteutusvaiheen arviointi

Hanke oli suunniteltu kolmivuotiseksi. Tutkijoiden irrottaminen hankkeelle ensimmäisenä vuonna osoittautui haasteelliseksi, minkä vuoksi ensimmäisenä vuonna tehtiin lähinnä taustaselvityksiä ja tutustuttiin olemassa oleviin vastaavantyyliisiin palveluihin. Web-käyttöliittymän rakentaminen alkoi vuoden 2017 alkupuolella samanaikaisesti laskentaosion kehittämisen kanssa. Viivästyneen aloituksen vuoksi hankkeelle haettiin lisäaikaa vuoden 2019 loppuun. Hanke on hivenen alittanut suunnitellut henkilötyökuukaudet.

Ohjelmistoarkkitehtuurin suunnittelussa ja rakentamisessa lähdettiin liikkeelle käytännössä nollasta. Sopivien työkalujen ja ohjelmistokomponenttien etsiminen ja testaaminen vei paljon aikaa. Työkalujen etsimisen rinnalla pystyttiin edistämään laskentamenetelmiä ja kirjoittamaan niille laskenta-algoritmeja. Ohjelmistoarkkitehtuurin periaatteiden mukaisesti kokonaisuuden jakaminen työpaketteihin oli edellytys toimivan lopputuloksen saamiseksi.

Käyttöliittymän karttatoiminnallisuuksien toteuttaminen viivästy, mutta ne on tarkoitus implementoida vuoden 2020 aikana. Tämänhetkiset käyttöliittymän toteutusteknologiat mahdollistavat melko yksinkertaista karttatoiminnallisuutta (kuten kartalla esitettävien kokonaistilavuuksien tms. muuttujien havainnollistukset), mutta monipuolisemmat karttatoiminnot vaativat edistyneempää teknologiaa.

3.4 Julkaisut

Vuonna 2019 tuloksia on esitelty kärkihankkeen loppuseminaarissa (Helsinki 22.1) ja kansainväliselle yleisölle DIABOLO hankkeen loppuseminaarissa (Koli, 12.2.2019). Yleisölle VMILaPa avattiin 6.5.2019 ja tässä yhteydessä asiasta tiedotettiin Luken sivuilla <https://www.luke.fi/uutiset/metsavaratietoja-mahdollista-tarkastella-uudessa-palvelussa/> ja Luken seuraajille myös twitterissä <https://twitter.com/LukeFinland/status/1125283408740007937>. Lisäksi palvelusta lähetettiin henkilökohtainen sähköpostitiedote joillekin potentiaalisille käyttäjille. Asiasta uutisoitiin mm. Metsälehdessä ja Maaseudun Tulevaisuudessa.

4. Tulosten arviointi

4.1 Tulosten käytännön sovellutuskelpoisuus

VMI-koealoihin perustuva ja käyttäjälle ymmärrettävään muotoon jalostettu metsävaratieto on nyt jokaisen helposti saatavilla. VMI Laskentapalvelussa voi nopeasti saada vastauksia mm. metsävarojen alueellisesta jakautumisesta eri tavoin luokiteltuna. Tämä tarjoaa hyvän perustan esim. yritysten raaka-aineen saatavuustarkasteluille. Alustavat liiketoimintaympäristön tarkastelut metsävarojen suhteen voidaan tehdä palvelussa ja kohdentaa jatkoanalyysit kiinnostavimmille alueille. Käytössä oleva aluejaottelu mahdollistaa myös kuntatason tarkastelun, vaikkakin kuntaa isommilla alueilla tulosten luotettavuus on parempi. Viranomaiskäytössä palvelu osoittautuneen toimivaksi väyläksi hakea tietoa nopeasti tarpeen niin vaatiessa.

Isoilla toimijoilla on yleensä rakennettu omat metsävaratietojärjestelmänsä aineistojen hallintaan ja analysointiin. VMILaPa tarjoaa mahdollisuuden liittää näihin järjestelmiin VMI:n metsävaratietoa tukemaan ja monipuolistamaan analyysijä.

Suurin nettotulo -hakkuumahdollisuusarvio on ollut saatavissa jo aikaisemminkin Luken MELA Tulospalvelussa (2018), jossa arviot esitetään kuitenkin vain maakuntatasolla. VMI laskentapalvelussa hyödynnetään tätä valmiiksi laadittua arviota ja laskentapalvelun lisäarvo on se, että palvelussa hakkuumahdollisuusarvio voidaan esittää maakuntaa pienimmille alueille.

4.2 Tulosten tieteellinen merkitys

Osahankkeen päätulokset ovat muita kuin tieteellisiä. VMI-laskennan osalta on merkittävää, että tuloksia voidaan laskea pienemmille alueille ja että aiemmista VMI-kierroksista voidaan laskea tuloksia nykyisillä aluerajoilla aiempaa helpommin.

Kirjallisuus

Fridman J., Holm S., Nilsson M., Nilsson P., Ringvall A.H., Ståhl G. 2014. Adapting National Forest Inventories to changing requirements – the case of the Swedish National Forest Inventory at the turn of the 20th century. *Silva Fennica* 48 no. 3 article 1095. 29 s.

Haakana, H., Heikkinen J., and Kangas, A. 2019. Efficiency of post-stratification for a large-scale forest inventory – Case Finnish NFI. *Annals of Forest Science*.

MELA Tulospalvelu. 2018. Alueelliset hakkuumahdollisuusarviot, VMI11 (mittausvuodet 2009-2013). Luonnonvarakeskus. WWW-sovellus <http://www.luke.fi/mela-metsalaskelmat/>. Tietosisältö 9.10.2018.

Tomppo, Erkki, Katila, Matti, Mäkisara, Kai & Peräsaari, Jouni. 2012. The Multi-source National Forest Inventory of Finland – methods and results 2007. Metlan työraportteja / Working Papers of the Finnish Forest Research Institute 227. 233 s.