

Virtuaalisuudesta ammattiosaamista

Metsätalouden uudenlaista oppimista Virtuaalimetsässä



Virtuaalisuudesta ammattiosaamista

Kalle Santala • Anne-Mari Väisänen (toim.)

Virtuaalisuudesta ammattiosaamista

Metsätalouden uudenlaista oppimista Virtuaalimetsässä

Sarja B. Tutkimusraportit ja kokoomateokset 8/2017

© Lapin ammattikorkeakoulu ja tekijät

ISBN 978-952-316-179-5 (pdf)
ISSN 2489-2637 (verkkajulkaisu)

Lapin ammattikorkeakoulun julkaisuja
Sarja B. Tutkimusraportit ja kokoomateokset
8/2017

Rahoittajat: Lapin liitto, Euroopan aluekehitysra-
hasto, Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma,
Vipuvoimaa EU:lta 2014-2020,
Lapin ammattikorkeakoulu

Kirjoittajat: Korhonen Markus, Kukkonen Antti,
Petäjäjärvi Juha, Piippo Jarkko, Santala Kalle,
Soppela Jussi, Tapio Tomi, Väisänen Anne-Mari

Toimittajat: Kalle Santala, Anne-Mari Väisänen

Taitto: Lapin AMK, viestintäyksikkö

Lapin ammattikorkeakoulu
Jokiväylä 11 C
96300 Rovaniemi

Puh. 020 798 6000
www.lapinamk.fi/julkaisut



Lapin korkeakoulukonserni LUC
on yliopiston ja ammattikorkea-
koulun strateginen yhteenliittymä.
Konserniin kuuluvat Lapin yliopisto
ja Lapin ammattikorkeakoulu.
www.luc.fi

Sisällys

ESIPUHE . . . . .	. 7
VIRTUAALIMETSÄN MERKITYS METSÄTALOUDEN OPETUSTOIMINNALLE . . . . .	. 9
PELILLISYYS OPETUKSESSA JA OPPIMISESSA . . . . .	.13
VIRTUAALIMETSÄN TOIMINTA JA PAIKKATIETOAINIESTO VISUALISOINNISSA . . . . .	.17
TIETOKANNAT JA TIEDONSIIRROT VIRTUAALIMETSÄSSÄ . . . . .	.21
VIRTUAALIMETSÄN JA LEIMIKKOSUUNNITTELUKSEEN ARKKITEHTUURI . . . . .	.25
LEIMIKKOSUUNNITTELUKSEEN TOTEUTTAMINEN . . . . .	.27
3D-MALLINNUKSEEN VIRTUAALIMETSÄSSÄ . . . . .	.31
VIRTUAALIMETSÄN KEHITTÄMINEN PROSESSINA . . . . .	.33
MITÄ VIRTUAALIMETSÄN JÄLKEEN . . . . .	.37

Esipuhe

Nykypäivän työelämän kehittämisessä digitaalisuus ja biotalouden mahdollisuudet on nostettu Suomen hallituksen strategisen suunnittelun kärkiteemoiksi. Lapin ammattikorkeakoulussa (amk) näihin molempiin on panostettu viime vuosien aikana omia mahdollisuuksia ja monialaista osaamista hyödyntäen sekä organisaation painopistealan mukaista Luonnonvarojen älykkään käytön strategiaa toteuttaen. Luonnonvara-alalla on metsätalouden koulutusohjelma, jossa koulutetaan metsätalouden sinöörejä jatkuvasti muuttuviin metsäbiotalouden työtehtäviin. Läheisessä yhteistyössä metsätalouden opetuksen kanssa toimii luonnonvara-alan projektitiimi, joka toteuttaa metsäalan tutkimus- ja kehittämistehtäviä erilaisten hankkeiden kautta.

Lapin amkin ohjelmistotekniikan laboratoriossa (pLAB) on jo usean vuoden ajan kehitelty kolmiulotteisia maastomalleja, joista viimeisin on todelliseen maasto- ja puustotietoon perustuva virtuaalinen opetusmetsä. Monialaisuuden kautta on Lapin amkissa mahdollista yhdistää resursseja, osaamista ja verkostoja, löytää erikoisuuksiin perustuvaa lisäarvoa kehittämistehtäviin sekä oppia vuorovaikutteisesti menetelmien, tietojen ja ideoiden siirron kautta. Hankkeet toimivat kehittämistoiminnan välineinä ja mahdollistajina.

Virtuaalimetsä-oppimisympäristö suunniteltiin ja toteutettiin Lapin amkin metsätalouden substanssiosaajien sekä ohjelmistotekniikan laboratorion henkilöstön yhteistyönä. Se tuottaa lisäarvoa ja uusia mahdollisuuksia metsätalouden koulutukselle sekä sen opetus- ja oppimisprosesseihin vastaamaan modernin oppimisen ja opetuksen tarpeisiin. Nykyteknologiaan perustuvat oppimisympäristöt mahdollistavat uudenlaisen opettamisen, jossa korostetaan opiskelijan aktiivista roolia tiedon rakentajana ja ammattitaitonsa kehittäjänä sekä opettajan roolia oppimismahdollisuuksien luoja ja oppimiseen innoittajana. Pelit ovat nykynuorille luontaisia toimintaympäristöjä, joten pelillisyyden hyödyntäminen myös opetuksen ja oppimisen välineenä on järkevää ja voi lisätä nuorten motivaatiota opiskeluun.

Työelämän tarpeiden muuttuessa ja kehittyessä yhä vaativammiksi tarvittiin uusia innovatiivisia työkaluja metsäsuunnittelun ja puunhankinnan opetukseen ja mallintamiseen. Metsäsektori on yksi merkittävimmistä teollisuuden aloista Suomessa ja sen kilpailukyvyyn säilyttäminen, puunhankinnan turvaaminen ja kestävä luonnonvarojen käytön varmistaminen vaativat korkeakouluilta entistä kehittyneempiä, yksinkertaisempaan teknologiaan perustuvia työkaluja osaavan työvoiman kouluttamiseksi. Vir-

tuaalimetsän kautta tuetaan omalta osaltaan maaseutualueiden elinkeinotoimintaa Lapissa, jossa metsätalous on tärkeä tulonlähde maaseudun ja kaupunkilaistenkin asukkaille.

Metsätalouden maisemallisten sekä metsänkäsitteilyn ja luonnonhoidon ratkaisujen suunnittelu on lakimuutosten myötä tullut yhä vaativammaksi edellyttäen laajaa metsäelinympäristön käytön osaamista. Nykyteknologia tarjoaa uusia digitaalisia mahdollisuuksia metsänhoidollisten toimenpiteiden suunnitteluun perinteisten suunnittelumenetelmien rinnalle, jolloin on mahdollista saada laajempi näkemys kohteen ominaisuuksista käymättä paikan päällä maastossa. Digitaalisuus tukee maastotyötä, sillä metsänhoitotoimenpiteiden vaikutusten arviointi mahdollistuu visualisoinnin kautta. Virtuaalimetsä mahdollistaa erilaisten hakkuutapojen maisemallisten vaikutusten ja vaihtoehtoisten puunkorjuun toteutustapojen demonstroinnin ja vertailun.

Virtuaalimetsä-hankkeessa kehitettiin uudentyyppinen digitaalinen työkalu, joka tarjoaa metsätalouden koulutukselle ja yleisemminkin maankäytön suunnitteluun ja demonstrointiin soveltuvan menetelmän, jossa on yhdistetty peliteknologiaa ja paikkatietoaineistoja. Visualisoidun metsätietojärjestelmän luomiseen osallistui osaamisellaan ohjelmistotekniikan, paikkatietojärjestelmien sekä metsätalouden asiantuntijoita, joiden lisäksi metsätalousinsinööriopiskelijat tekivät suuren työn maastossa metsävaratiedon hankintatyössä.

Virtuaalimetsä-hanke toteutettiin Lapin ammattikorkeakoulussa ajalla 1.12.2014-31.12.2016. Hanke rahoitettiin Euroopan aluekehitysrahastosta (EAKR). Tämä julkaisu kokoaa yhteen visualisoidun metsätietojärjestelmän kehittämistyön vaiheita ja järjestelmän ominaisuuksia. Julkaisussa pohditaan järjestelmän hyödyntämismahdollisuuksia opetuksessa ja elinkeinon kehittämisessä.

Kiitokset koko projektihenkilöstölle ja asiantuntijoille yhteistyöstä sekä eteenpäin vievästä ja tavoitteellisesta työstä Virtuaalimetsän onnistumiseksi. Yhdessä tekemällä ja jokaisen ansiokkaalla, omaan osaamiseen perustuvalla työpanoksella saatiin tuloksia aikaan. Kiitokset myös Lapin liitolle rahoituksen myöntämisestä Virtuaalimetsä-hankkeelle.

Virtuaalimetsän merkitys metsätalouden opetustoiminnalle

METSÄ NÄYTÖLLÄ - VIRTUAALIMETSÄ METSÄTALOUDEN OPETUKSESSA

Virtuaalisella oppimisella tarkoitetaan virtuaalisissa oppimisympäristöissä eli teknii-
kan avulla luoduissa keinotekoisissa oppimisympäristöissä tapahtuvaa oppimista.
Perinteisiin oppimisympäristöihin, kuten kouluun tai kirjastoon verrattuna suurim-
pana eroavaisuutena on, ettei virtuaaliympäristössä oppiminen ole sidottuna aikaan
tai paikkaan. Lähes kaikkia oppiaineita on mahdollista opettaa virtuaalisesti, mutta
se vaatii opettajalta ja opiskelijalta perinteisestä näkökulmasta poikkeavaa asennoitu-
mista ja työtapoja. Lapin ammattikorkeakoulun kehittämä Virtuaalimetsä-oppimis-
ympäristö tuottaa lisäarvoa koulutus-, opetus- ja oppimisprosesseihin vastaamalla
uudenlaisiin oppimisen ja opetuksen tarpeisiin metsätalouden koulutusohjelmassa.

Ammattikorkeakoulujen opetuksen kehittämistyössä on pyritty hyödyntämään
konstruktivistisen oppimiskäsityksen teorioita, joten Virtuaalimetsän kehityksessä-
kin tekemällä oppiminen (*learning-by-doing*) on ollut keskeisessä roolissa. Virtuaali-
metsässä oppimisen uusi ulottuvuus liittyy tekemisen ja lopputuloksen vertailuun.
Oppijalla on Virtuaalimetsän myötä käytössään visuaalinen simulaatio lopputulok-
sen laadun ja toimenpiteiden onnistumisen tarkasteluun, minkä avulla oppijan on
mahdollista arvioida omaa onnistumistaan työn tekemisen aikana. Virtuaalimetsän
etuna ovat oppijan paremmat mahdollisuudet hyödyntää aiempaa tietämystään lop-
putuloksen onnistumisen arvioinnissa.

Pitkä, pimeä ja paksuluminen talvikausi ja vastaavasti lyhyt, kasvukauteen sijoittu-
va sulanmaan maastokausi asettavat metsätalouden opetukselle haasteita. Syksyisin
ennen paksun lumen aikaa ja keväällä lumien sulettua metsätalouden opiskelijoiden
opinnot suoritetaan suurilta osin maastossa. Maastopäivinä opetellaan mm. metsä-
suunnittelua, puunhankintaa, metsäautoteiden suunnittelua, kunnostusojitusun-
nitelmien tekemistä ja kasvintunnistusta. Metsätalouden opetuksessa on jo pitkään
ollut tarve kehittää menetelmiä metsällisen osaamisen opettamiseksi myös sydäntal-
ven aikana. Virtuaalimetsä-hanke vastaa juuri tähän tarpeeseen. Virtuaalimetsä
mahdollistaa ympärivuotisen harjoittelun, joka ei ole sidoksissa paikkaan, sääolosuh-
teisiin tai luonnonvalon määrään: harjoitukset suoritetaan tietokoneella.

VIRTUAALIMETSÄN SYDÄN ON PELITEKNOLOGIASSA

Virtuaalimetsä on peliteknologiaa hyödyntävä, todellisuutta jäljittelevä tietokonesovellus, jossa käyttäjä voi liikkua virtuaalisesti mallinnetussa metsässä ja toteuttaa erilaisia metsänkäsittelytoimenpiteitä. Metsätalouden opiskelijat voivat Virtuaalimetsän ominaisuuksia hyödyntäen tarkastella toimenpiteiden vaikutuksia metsämaisemaan ja puuston kehittymiseen ajallisessa perspektiivissä. Teoriaopetusta saadaan siis kytkettyä tiedon soveltamiseen käytännössä, mitä kautta parannetaan opiskelijan valmiuksia työelämää varten.

Ammattiinsa valmistunut metsätalousinsinööri kykenee ymmärtämään numeerista tietoa ammattiinsa liittyen, minkä lisäksi on kyettävä arvioimaan myös tiedon oikeellisuutta. Numeerisen tiedon ymmärtämisen apuvälineenä Virtuaalimetsä toimii etenkin oppimisen alkutaipaleella. Virtuaalimetsän avulla voidaan tukea ammatettiin liittyvän tiedon tulkinnan oppimista. Oppimiseen vaikuttavat ulkoisten tekijöiden lisäksi monet oppijoiden henkilökohtaiset ominaisuudet, ja ammatillisen tiedon omaksumista voidaan helpottaa visuaalisella esitystavalla. Visuaalinen esitys lopputuloksesta antaa oppijalle mahdollisuuden tarkastella lopputuloksen hyviä ja huonoja puolia näköaistiin perustuen. Visualisointi mahdollistaa eri vaihtoehtojen tarkastelun sekä niiden laadun ja oikeellisuuden arvioinnin. Etenkin opintojen alkupuolella visuaalinen esitys metsätaloudellisesta toimenpiteestä on numeerisen tiedon ymmärtämistä helpottava tekijä. Opinnoissaan edistyneemmille oppijoille Virtuaalimetsä antaa mahdollisuuden simuloida eri metsänkäsittelyvaihtoehtojen visuaalista ja numeeriseen tietoon pohjautuvaa lopputulosta sekä valita vaihtoehdoista paras. Metsäalalla päätöksenteko on yksi keskeisistä ammattiin liittyvistä seikoista, ja metsätalousinsinöörien toimenkuvaan kuuluu metsänomistajan päätöksentekoa tukevan tiedon tuottaminen ja tulkitseminen metsänomistajan kannalta ymmärrettävään muotoon.

Peliteknologiaa hyödyntämällä pystytään rakentamaan laajoja, monipuolisia 3D-virtuaalimaailmoja, joista voi helposti hahmottaa ja havainnoida erilaisia asioita. Peliteknologia ja nykyiset pelimoottorit mahdollistavat realistisen 3D-visualisoinnin Virtuaalimetsä-sovelluksessa sekä pelillisten ominaisuuksien upottamisen perinteisiin metsäsuunnitteluohjelmistoihin. Pelillisyyden avulla sovellukseen voidaan lisätä oppimista edistäviä ominaisuuksia sekä erilaisia oppimistavoitteita tukevia aktivoivia tehtäviä. Virtuaalimetsä-sovellus on vakavasti otettava opetuksellisesti monipuolinen työkalu, joka tukee metsätalousinsinööriopiskelijan oppimista ja ammattitaitoa hyödyntäen uusimpia teknologisia innovaatioita.

VIRTUAALISUUS MAHDOLLISTAA AJALLISEN TARKASTELUN

Metsätalouden tarpeissa 3D-virtuaalimaailmoja hyödynnettäessä pystytään ylittämään myös metsätalouden toimenpiteiden tekemisen opetukseen tyypillisesti liittyvä ajallinen ongelma. Metsätaloudessa harvennusten välissä aikaa voi kulua kymmeniä vuosia. Toimenpiteen lopputuloksen ymmärtämisen kannalta on pystyttävä hahmotamaan myös visuaalinen näkökulma kymmenien vuosien kuluttua. Simulointimenetelmien avulla on mahdollista mallintaa metsikön kasvua tulevaisuuteen ja tarkastella lopputuloksen ulkonäköä eri aikakausina.

Metsätalousinsinöörin ammattitaidon kannalta tänä päivänä tehtävien metsänhoidollisten toimenpiteiden vaikutusten ymmärtäminen on keskeisessä roolissa. Metsätaloudessa on tyypillistä, että yhdelle kuviolle voidaan esittää useita eri käsittelyvaihtoehtoja. Metsätalousinsinöörin on pystyttävä valitsemaan vaihtoehdoista paras metsänomistajan tavoitteet huomioon ottaen. 3D-mallinnuksen ansiosta oppija voi liikkua metsässä ja tarkastella metsikköä haluamastaan suunnasta ja vertailla eri vaihtoehtojen lopputulosta. Etenkin asutuksen läheisyydessä metsiköille tehtävillä toimenpiteillä on myös viihtyisyyteen vaikuttavia näkökulmia. 3D-mallinnuksen avulla on mahdollista tarkastella maisemallisia seikkoja turvallisesti opiskeluaikana ennen pysyvien toimenpiteiden tekemistä työelämässä.



Pelillisuus opetuksessa ja oppimisessa

Tekniikka on tuonut tiedon käsittelyyn ja opiskeluun uuden ulottuvuuden, jossa opiskelija ei ole enää eri tietolähteiden yhdistelijä tai vertailija, vaan aktiivinen oppija. Tieto- ja viestintätekniikan kehitys on luonut uudenlaisia välineitä tiedon kuvalliseen esittämiseen ja mahdollistanut näiden käyttämisen oppimisen välineenä; monimutkaisia ilmiöitä voidaan esittää visuaalisesti sekä luoda malleja ja simulaatioita, joiden avulla rakennetaan siltaa teoreettisten käsitteiden ja kokemustiedon välille. Käyttäjät voivat tutkia tekemiensä toimintojen seurauksia välittömästi ja yrittää löytää taustalla olevia sääntöjä ja lainalaisuuksia. Abstrakti teoria voidaan muuttaa konkreettiseksi ja opiskelijan itsensä kokeilemaksi ja kontrolloimaksi kohteeksi (Hakkarainen, Lonka & Lipponen 2005, 160–161).

Oppimisympäristöissä painotetaan nykyään monimuotoisuutta ja oppimisympäristökäsitteen laaja-alaista ymmärtämistä, minkä kautta oppijoille ja opettajille avataan uudenlaisia mahdollisuuksia oppimisen ja opetuksen jäsentämiseen. Oppimisen ja opetuksen näkökulmasta olennaisia piirteitä ovat oppijälähtöisyys, opetuksen ja oppimisen laajentuminen luokkahuoneen ulkopuolelle sekä tietotekniikan pedagoginen hyödyntäminen (Shear, Gallagher & Pattel 2011, 12–13; Mikkonen, Vähähyyppä & Kankaanranta 2012, 5). Viime vuosina ilmiöihin on usein yhdistetty oppiainerajat ylittävät 2000-luvun taidot (*21st century skills*) (Schleicher 2011).

Virtuaalitila on teknologian avulla luotu illuusio perinteisestä oppimispaikasta. Oppimisen ja pelaamisen yhteys on toisaalta ikivanha ilmiö, mutta toisaalta peliopiminen on uusi ja nouseva tutkimuksen ja tuotekehityksen aihealue. Tietokoneavusteisen opetuksen kiinnostavuus perustuu erityisesti niiden tuomaan vaihteluun perinteisessä koulutyöskentelyssä sekä mahdollisuuteen testata ja kokeilla opittuja taitoja itsenäisesti (Veermans ja Tapola 2006, 69–70). Pelit oppimisen välineenä herättävät myös vastustusta, sillä perinteisesti opiskelu ei ole saanut olla hauskaa. Pelien kautta opitaan kuitenkin suoritettujen toimenpiteiden seuraukset ja vaikutukset (Sanford & Williamson 2005, 15).

Pelillisten oppimisympäristöjen laatu koostuu pedagogisista, teknisistä ja sisällöllisistä näkökulmista. Oppimisympäristön rakenneosineen on oltava pedagogisesti mielekäs tekninen innovaatio, jotta sen käytölle asetettu sisältöalue, kuten tieto, taito, asenne tai arvo, on helposti omaksuttavissa. Tieto- ja viestintätekniikka mahdollistaa opiskelijoiden ajatteluprosessien tuomisen näkyviksi; oppimisen prosessit tulevat ha-

vaittaviksi, tarkasteltaviksi, arvioitaviksi ja keskusteltaviksi. (Hakkarainen ym. 2005, 375.)

Visualisointi muuttaa tiedon kuvalliseen muotoon ja tähtää aina aikaisempaa syvempään ymmärrykseen: käytettävissä oleva tieto kiteytetään ja vahvistetaan, jotta käyttäjä saa uusia resursseja hahmottaa tietoa paremmin. Johtopäätöksen teko kuvista on yleensä usein suoraviivaista ja visualisointi helpottaa monen asian yhtäaikaisen seurannan. Visualisoinnin avulla suureen tietomäärään kohdistettujen haku- ja analysointimenetelmien lopputulokset esitetään käyttäjän kannalta hyödyllisessä ja opetavassa muodossa. Visualisointi auttaa siis hahmottamaan ja strukturoimaan jäsenytymätöntä kokonaisuutta, mikä avaa ovia myös tiedon jatkotyöstämiselle. (Meisalo ym. 2003, 132–133.) Pelien avulla tieto visualisoidaan ja yhdistetään oikeaan asiayhteyteen: peliympäristö konkretisoi asiat, käsitteet ja mielikuvat, jotka eivät ole perinteisessä opetuksessa välittömästi läsnä. Pelillisyyden avulla voidaan luoda tietoisia ristiriita- ja konfliktitilanteita: pelit haastavat ja kannustavat pelaajia lähestymään, tutkimaan ja voittamaan hyvinkin laajoja ja monitahoisia ongelmia.

Virtuaaliopetus edistää oppimisen itsesäätelytaitoja, kun opiskelijat oppivat asettamaan itselleen oppimistavoitteita ja saavuttamaan tavoitteet. Pelillisessä oppimisympäristössä voidaan toteuttaa rajaton määrä harjoitteita, ja onnistumisen lisäksi opitaan sietämään epäonnistumista; pettymykset ovat osa innovointiprosessia. (Lavonen ym. 2014, 94.) Teknologisten ratkaisujen avulla voidaan ympäristöön luoda oppimista tukevia ja omaa ajattelua ohjaavia tukirakenteita, joiden avulla oppijan on mahdollista löytää merkityksiä opittavasta asiasta sekä ratkaista ongelmia itsenäisesti (Iiskala & Hurme 2006, 48; Virtanen 2016b).

On hyvä muistaa, ettei pelillisuus sovellu kaikkeen opettamiseen eivätkä kaikki pelit sovellu opettamiseen. Vastaavasti pelien kautta oppiminen ei sovi kaikille opiskelijoille. Pelillisuus kuuluu kuitenkin luonnollisena osana nykynuorten maailmaan, joten oppilaitoksen on pystyttävä aktivoitamaan käyttöön pelillisyyttä hyödyntäviä toimintamalleja. Pelioppiminen vaatii taustalle perinteisistä opetusmetodeista poikkeavaa pedagogiikkaa ja opetuskäytänteiden uudistamista. Opetuksen on oltava tavoitteellista ja merkityksellistä, sillä virtuaalisuus itsessään ei riitä motivoimaan digitalisoituneessa yhteiskunnassa kasvaneita nykyopiskelijoita. Tulevaisuudessa pedagogisesti mielekkäiden sisällönoppimiseen keskittyvien oppimisympäristöjen suunnittelulla ja toteutuksella on suuri mahdollisuus monipuolistaa ja edistää ammatillisten taitojen oppimista. Teknologian käyttö ei myöskään korvaa opettajaa, vaan opettajaa tarvitaan ohjaajana teknologian lisänä. (Iiskala & Hurme 2006, 57; Virtanen 2016.) Opettajan tehtävänä on luoda pedagoginen viitekehys, joka määrittelee pelillisen oppimisen tavoitteet, aikaan ja paikkaan liittyvät tehtävät sekä perustelut pelillisen ympäristön opetuskäytölle suhteessa opetussuunnitelmaan (Koskinen, Kangas & Krokfors 2014, 27, 29, 33–34).

Pelit tarjoavat mahdollisuuden koulutuksen moderniin uudistamiseen aitojen, sitouttavien ja interaktiivisten oppimiskokemusten kautta. Pelien avulla voidaan vahvistaa 2000-luvulla tarvittavia työskentelyyn ja opiskeluun liittyviä toimintatapoja, kuten monipuolista mediaosaamista, monitahoista tietojen, kuvien, äänten ja tekstien

käsittelyä ja analysointia, kommunikointi- ja viestintätaitoja sekä ongelmanratkaisuja päätöksentekotaitoja. Peliympäristössä toteutettujen harjoitusten seurauksena opiskelijalle syntyy sisäisiä toimintamalleja, jotka ohjaavat ratkaisemaan vastaavia ongelmia eri yhteyksissä tulevaisuudessa.

LÄHTEET

- Hakkarainen, K., Lonka, K. & Lipponen, L. 2005. Tutkiva oppiminen – järki, tunteet ja kulttuuri oppimisen sytyttäjinä. Porvoo: WS Bookwell Oy.
- Iiskala, T. & Hurme, T-R. 2006. Metakognitio teknologisissa oppimisympäristöissä. Teoksessa S. Järvelä, P. Häkkinen, & E. Lehtinen (toim.). Oppimisen teoria ja teknologian opetuskäyttö. Helsinki: WSOY Oppimateriaalit Oy, 40–60.
- Koskinen A., Kangas, M. & Krokfors, L. 2014. Oppimispelien tutkimus pedagogisesta näkökulmasta. Teoksessa L. Krokfors, M. Kangas & K. Kopisto Oppiminen pelissä; Pelit, pelillisyyys ja leikillisyyys opetuksessa. Vantaa: Hansaprint Oy, 23–37.
- Lavonen, J., Korhonen, T., Kukkonen, M. & Sormunen, K. 2014. Innovatiivinen koulu. Teoksessa H. Niemi & J. Multisilta (toim.) Rajaton luokkahuone. Juva: PS-kustannus, Bookwell Oy, 86–113.
- Meisalo, V., Sutinen, E. & Tarhio J. 2003. Modernit oppimisympäristöt. Tieto- ja viestintäteknikka opetuksen ja opiskelun tukena. RT-Print Oy, Pieksämäki.
- Mikkonen, M., Vähähyyppä I. & Kankaanranta, K. 2012. Tutkittua tietoa oppimisympäristöistä. Tieto- ja viestintäteknikan käyttö opetuksessa. Opetushallituksen oppaat ja käsikirjat 2012:13. Helsinki: Edita Prima Oy.
- Sanford, R. & Williamson, B. 2005. Games and learning handbook. Futurelab. Viitattu 20.7.2015 <http://admin.futurelab.org.uk/resources/publications-reports-articles/handbooks/Handbook133>.
- Schleicher, A. 2011. The Case for 21st-Century Learning. Viitattu 25.6.2015 <http://www.oecd.org/general/thecasefor21st-centurylearning.htm>.
- Shear, L., Gallagher, L. & Pattel, D. 2011. ITL Research 2011 Findings: Evolving Educational Ecosystems. Viitattu 20.11.2015 <http://www.itlresearch.com/images/stories/reports/ITL%20Research%202011%20Findings%20and%20Implications%20-%20Final.pdf>.
- Veermans, M. & Tapola, A. 2006. Motivaatio ja kiinnostuneisuus. Teoksessa S. Järvelä, P. Häkkinen, & E. Lehtinen (toim.). Oppimisen teoria ja teknologian opetuskäyttö. Helsinki: WSOY Oppimateriaalit Oy, 65–84.
- Virtanen, M. 2016b. Virtuaaliset oppimisympäristöt osana opetuksen digitalisointia. UAS Journal, 1/2016 Koulutus ja oppiminen.

Virtuaalimetsän toiminta ja paikka-tietoaineisto visualisoinnissa

Virtuaalimetsän aineiston hankinta perustuu avoimeen dataan sekä hankkeen aikana hankittuihin maksullisiin aineistoihin. Aineistojen valinta on tehty siten, että Virtuaalimetsän hyödyntäminen on mahdollista missä tahansa sijainnissa. Nykyisin on saatavissa huomattava määrä aineistopalveluita, joiden aineistoja voi hyödyntää käyttöikeuden suomin valtuuksin.

Virtuaalimetsässä käytettiin useaa eri dataa visualisointiin. Virtuaalimetsässä käytettävistä aineistoista puuston mallintamisen pohjan luovat laserkeilausaineistoihin perustuva hila--aineisto sekä maastossa kerätty kuviotieto. Kuviotietoa voidaan kerätä maastossa perinteisin kuvioittaisen arvioinnin keinoin esimerkiksi metsäsuunnitteluohjelmistoja hyväksikäyttäen. Metsäsuunnitteluohjelmistoista kuviotieto siirretään XML-muotoisena metsätietostandardin mukaisena tiedostona Virtuaalimetsässä hyödynnettävään muotoon. Luonnonvaratiedon mallintaminen on haastavaa ja myös Virtuaalimetsä-sovelluksessa mallintaminen perustuu huomattavaan määrään eri muuttujia. Standardoitu tiedonsiirto helpottaa huomattavasti tiedon siirtämistä eri järjestelmien välillä yhtenäisen yhteisesti sovitun muotonsa takia.

Nykyhetken puustotiedon visualisointiin opetusmetsän alueelta käytetään Metsähallitukselta hankittua hiladataa. Taimikot on generoitu Lapin ammattikorkeakoulun opiskelijoiden mittaamista kuvioaineistoista, sillä laserkeilattu hiladata ei sisällä kovinkaan hyvin alempia puujaksoja. Mitatusta kuviodatasta visualisoidaan myös aluskasvillisuus sekä maan pinnan pintatekstuuri.

Virtuaalimetsän pohja-aineistoihin kuuluu myös maaston ominaisuuksia kuvaavia aineistoja. Suomesta on jo pitkään kerätty maastoa kuvaavia aineistoja, joihin viimeisen viidentoista vuoden aikana on lisätty myös laserkeilausaineistoihin perustuvat maastomallit. Myös koko Suomen kattava maastotietokanta on saatavilla ja kaikkien hyödynnettävissä. Maastotietokannan sisältämä laaja tietomäärä toimii erinomaisena pohja-aineistona mallintamiselle. Nykyisin paikkatiedossa on hyvin yleisesti käytössä ESRIn shapefile-formaatti, joka toimii useimmissa nykyaikaisissa paikkatietojärjestelmissä tiedontallennusformaattina. Yleisesti käytössä olevat formaatit tukevat Virtuaalimetsä-sovelluksen käytettävyyttä ja käytön laajennettavuutta. Vesistöt, tiestöt sekä kallio ja- kividata generoidaan Maanmittauslaitoksen paikkatietoaineiston pohjalta, mikä on ESRIn kuviotietostandardin muodossa. Maaston korkeusmallina

käytetään maanmittauslaitoksen rasteriaineistoa. Opetusmetsän ulkopuolisen alueen puustotiedot visualisoitiin Luonnonvarakeskuksen avoimen datan pohjalta.

Yleisesti käytössä olevat ja muokattavat aineistoformaatit ovat myös siinä mielessä käteviä, että niiden muokkaaminen on suhteellisen vaivatonta ja kohtuullisin kustannuksin mahdollista. Muokattavuus parantaakin aineistojen käyttömahdollisuuksia huomattavasti ja myös aineistojen luominen mahdollistuu.

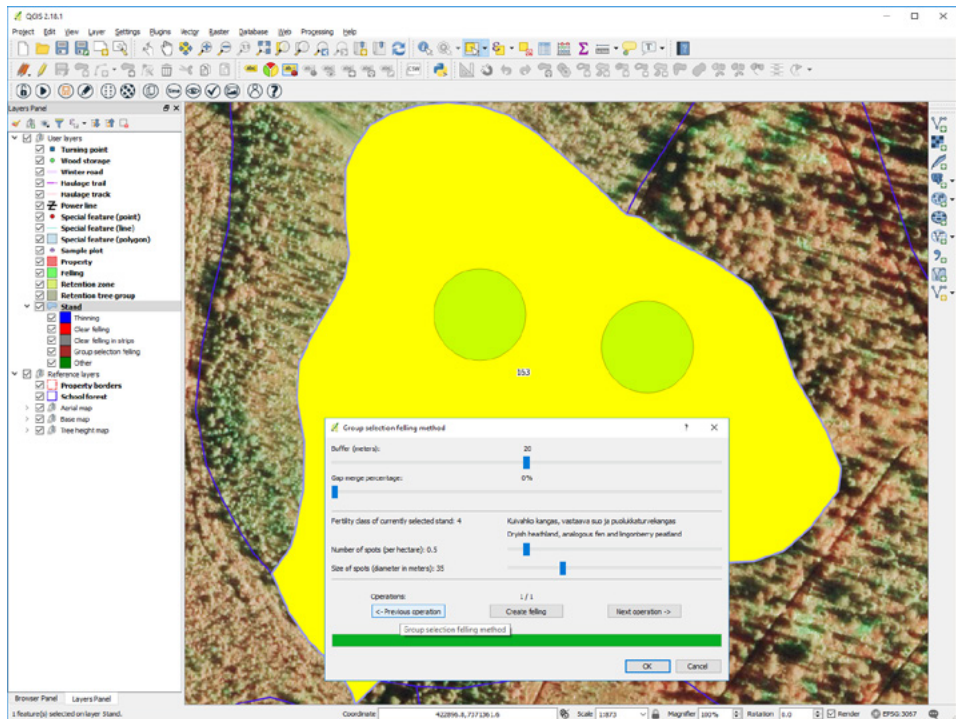
Virtuaalimetsän visualisointi on toteutettu käyttäen Unity3D-pelimoottoria. 3D-ympäristö luotiin ajonaikaisesti, minkä vuoksi datan luku ja niiden pohjalta ympäristön generointiin kuluva aika oli sovelluksen käyttömukavuuden vuoksi oltava siedettävissä rajoissa. Kehitysvaiheessa käytetty Unity-versio ei suoraan tukenut PostGIS-tietokantayhteyttä, vaan tietokantayhteyden muodostamiseen ja hallinnoimiseen tarvittiin hiukan lisätyötä.

Puuston kuviotieto rasteroidaan PostGIS-kannassa ajonaikaisesti ja palautetaan visualisointipuolelle objektien generointia varten. Kuviorajat visualisoidaan 3D-ympäristössä, jolloin käyttäjä pystyy hahmottamaan kuvion sisäisen ympäristön liikkuessaan virtuaaliympäristössä. Visualisointisovellukseen integroitiin verkkoselain, jonka avulla voidaan tarkastella kuviokohtaisia puusto- ja kasvillisuustietoja Virtuaalimetsää varten toteutetusta www-sivustosta. Sovelluksesta voidaan tallentaa korkean resoluution kuvankaappaukset esimerkiksi maisemasuunnittelun opetusta varten. 3D-ympäristössä voi liikkua maan pinnalla tai puuston yläpuolella korkeutta säädellen. Sovellukseen toteutettiin myös asetustiedosto, jonka avulla voidaan helposti käyttää sovellusta myös esimerkiksi lokaalista tietokannasta. Tämä mahdollistaa visualisoinnin käytön myös tilanteissa, jossa verkkoyhteyttä palvelimelle ei ole saatavilla.

Kerrallaan visualisoinnissa generoidaan 2x2 kilometrin alue, mutta pelaaja voi halutessaan jatkaa generointia edelleen alueen sisällä liikkuessaan, kunhan tietokanta sisältää dataa generoitavasta alueesta. Visualisoinnissa voidaan valita visualisoitavaksi joko nykyhetken tila tai QGIS-paikkatieto-ohjelmaan luotuja suunnitelmia, jotka on toteutettu leimikkosuunnittelulisäosan kautta. Visualisoitavaksi voidaan valita SIMO-laskennan kautta toteutettu puustodatan ajallinen muutos. Visualisoinnissa voidaan myös tarkastella puuston kasvussa ja aluskasvillisuudessa tapahtuvia muutoksia. Lisäksi visualisoitiin metsäautotiet, korjuu-urat ja talvitiet.

Visualisoinnin haasteena suorituskyvyn kannalta oli puuobjektien ja aluskasvillisuusobjektien suuri lukumäärä, mikä vaatii koneelta paljon laskentatehoa. Visualisointiin toteutettiin ajonaikainen optimointi objektien piirto-etäisyyden säätämiseksi. Pelaajan liikkuessa maastossa sovellus tarkistaa objektimäärän pelaajan lähiympäristöstä ja säätää piirto-etäisyydet tilanteen mukaan. Tämän avulla tiheimmät metsiköt pystytään visualisoimaan ilman merkittävää eroa suorituskykyyn. Visualisointisovellus toimii vanhemmalla tietokonekokoonpanollakin, mutta sovellus on kuitenkin suunniteltu koneteholtaan tämän hetken pelitietokoneilla toimivaksi. Näin visuaalisen tarkastelun laatu säilyy tarpeeksi hyvänä. Opetuskäyttöön on käyttökoneiksi määriteltävä hankittavaksi tällaisen suorituskyvyn omaavat tietokoneet.

Virtuaalimetsän visualisointiosuuden pääkohde oli metsän visualisoinnissa, mutta paikkatietoaineiston datan visualisointiin voisi Virtuaalimetsässä tulevaisuudessa liittää vielä useitakin eri kohteita tuomaan autenttisuuden tunnetta lisää. Paikkatietoaineistoa voitaisiin visualisoinnissa hyödyntää usealla tavalla; mallintaa rakennuskohhteita, voimalinjoja ja muita ympäristön tunnistettavuuteen liittyviä kokonaisuuksia.



Tietokannat ja tiedonsiirrot Virtuaalimetsässä

Virtuaalimetsä hyödyntää tiedon tallennuksessa ja käsittelyssä avoimen lähdekoodin ratkaisuja, jotka mahdollistivat järjestelmän kustannustehokkaan toteuttamisen: avoimen lähdekoodin järjestelmät ovat lisenssivapaita. Tietokantajärjestelmänä toimii PostgreSQL, joka on ilmainen relaatiotietokantajärjestelmä ja ollut ohjelmistoprojektina aktiivinen yli 15 vuoden ajan. PostgreSQL-tietokannan toimintaa on Virtuaalimetsän tapauksessa laajennettu PostGIS-laajennoksella.

PostgreSQL-tietokanta ei suoraan tue paikkatietojen tallentamista ja käsittelyä. Tämä ominaisuus saavutetaan asentamalla PostgreSQL-tietokantaan PostGIS-laajennos, joka lisää PostgreSQL-tietokantaan tuen spatiaalisten tietojen tallentamiseen ja spatiaalisten tietojen käsittelemiseen. Spatiaalisia tietoja ovat mm. erilaiset paikkaan sidotut pisteet, viivat, monikulmiot ja muut geometriset muodot. Spatiaalisen tietokannan ominaisuudet mahdollistavat paikkatietoon sidottujen geometrioiden käsittelyn spatiaalisen datan käsittelyyn erikoistuneiden tietokantaoperaatioiden avulla. Operaatioita voivat olla esimerkiksi tietyn alueen geometrioiden noutaminen tai kuvan muodostaminen tietyn alueen geometrioiden pohjalta. Spatiaalisen tietokannan toiminnot mahdollistavat myös kahden erilaisen maastogeometrian etäisyyksien laskemisen. Myös erilaiset geometrioiden väliset operaatiot, kuten kahden monikulmi-
on leikkaus tai yhdistäminen ovat mahdollisia.

Virtuaalimetsässä hyödynnetään myös rasteroituja kartta-aineistoja. Ne ovat käytännössä karttakuvia, joiden sijainti karttakoordinaatistossa tunnetaan ja niitä voidaan siten hyödyntää osana paikkatietojärjestelmiin perustuvia visualisaatioita. Virtuaalimetsässä tehdyt leimikkosuunnitelmat ovat yksi esimerkki spatiaalisesta tiedosta. Ne ovat maaston alueita, jotka on mallinnettu erilaisiksi geometrioiksi karttapoljan päälle. Näihin alueisiin liitetään erilaisia tietoja alueeseen tehtävistä toimenpiteistä ja alueen puustosta. Alueet tallennetaan PostGIS-laajennoksella laajennettuun PostgreSQL-tietokantaan, joka toimii Virtuaalimetsään tehdyn visualisaation ja QGIS-laajennoksen tietovarastona.

Varsinaisten paikkatietojen lisäksi Virtuaalimetsään luotiin omat tietokantataulut paikkatietojen tietoja täydentämään. Taulut tarkentavat ja laajentavat muista järjestelmistä tuotua dataa. Esimerkiksi erilaisille visualisaatiossa esiintyville metsätyypeille on luotu listaukset kasveista, jotka esiintyvät kyseisellä metsätyypillä. Lisäksi tietokannoissa esiintyville numeromuodossa oleville tunnisteille on luotu omat

tietokantataulunsa, joista voidaan hakea numeroarvoa tai useamman numeroarvon yhdistelmää vastaavat sanalliset esitykset. Yksi esimerkki tästä ovat visualisaation osana olevan web-pohjaisen kasvupaikkojen tietosivun sanalliset esitykset metsädatan kasvupaikan luokituksista ja muista siihen liittyvistä tiedoista. Web-sivuston tietojen hallintaan luotiin myös yksinkertainen käyttöliittymä, joista voidaan muokata sivustolla näkyviä tietoja, kuten kasvien nimiä eri kielillä sekä kasvien kuvia ja kuvauksia.

Sekä Unity3D:llä toteutettu visualisaatio että QGIS-laajennos hyödyntävät tietokantaan tallennettua dataa ja tekevät niihin muokkauksia sovellusten käytön aikana. Tämän vuoksi tietokantapalvelimen laitteiston tulee olla tehokas. Paikkatietojärjestelmien käsittely palvelimella vaatii reilusti keskusmuistia ja suoritustehoa. Vaatimusta kasvattaa myös järjestelmän käyttötapa, jolloin useampi henkilö tai ryhmä muokkaa tietokannassa oleva tietoa samanaikaisesti, jolloin tietokantapalvelimen kuormitus kasvaa entisestään. Tämän vuoksi useampi suoritin ja suuri työmuisti ovat olennaisia vaatimuksia tietokantapalvelimelle.

Yksi raskaimmista visualisoinnin suorituksen aikaisista operaatioista oli visualisoitavan alueen rasterointi korkeuskarttakuvaksi ja puustodatan rasteroiminen kuvaesitykseksi. Suurten tietomäärien visualisointi kuva-aineistoksi on raskas operaatio kuvan luomiseen tarvittavan datamäärän vuoksi. Kuva-aineisto muutetaan esittämään halutun kokoista graafista esitystä, jossa kuvan eri värit vastaavat eri tietokannassa olevia data-arvoja. Näitä sovelluksen ajon aikana luotuja kuvia hyödynnetään visualisoitavan maiseman luomisessa visualisaation suorituksen aikana.

Virtuaalimetsän kehityksessä käytetyssä palvelimessa oli 8-ytiminen Intel Xeon-suoritin hypersäikeistystuella, jolloin käyttöjärjestelmälle näkyy yhteensä 16 suoritinydintä. Keskusmuistia palvelimessa oli 32 gigatavua. Tämä määrä riittää paikkatietojärjestelmän normaaliin käyttöön, mutta raskaimmissa operaatioissa keskusmuisti loppuu kesken. Lisäksi yksittäiset operaatiot tietokannassa suoritetaan yhdellä suoritinytimellä. Tällöin useampi suoritinydin ei auttanut yksittäisten raskaampien tai pidempien tietokantaoperaatioiden suorittamisessa, mutta operaatioita voidaan suorittaa useampi rinnakkain. Tässä tapauksessa muistin määrä on rajoittava tekijä. Liian paljon muistia vaativat operaatiot keskeytyivät Linux-pohjaisen käyttöjärjestelmän keskeyttäessä sovelluksen suorituksen liiallisen muistinkäytön vuoksi.

Spatiaaliset tietokannat vievät myös paljon enemmän levytilaa tavallisisiin tietokantoihin verrattuna. Virtuaalimetsän tapauksessa tietokannan koko pysyy suhteellisen hallittavana alueen rajatun koon vuoksi. Tietokantataulujen koko vaihtelee muutaman kilotavun tekstimuotoisesta datasta muutaman gigatavun rasteridataan.

Kokonaisuutena Virtuaalimetsä hyödyntää hyvin laajasti ja eri tavoin PostGIS-laajennettuja PostgreSQL-tietokantoja tiedon varastoinnissa. Dataa hyödynnetään suoraan visualisaatioissa, QGIS-sovelluksessa ja siihen toteutetussa laajennoksessa sekä www-sivustossa, joka vastaa omalta osaltaan visualisaatioissa esitettävästä kasvupaikkatiedon esittämisestä.

LÄHTEET

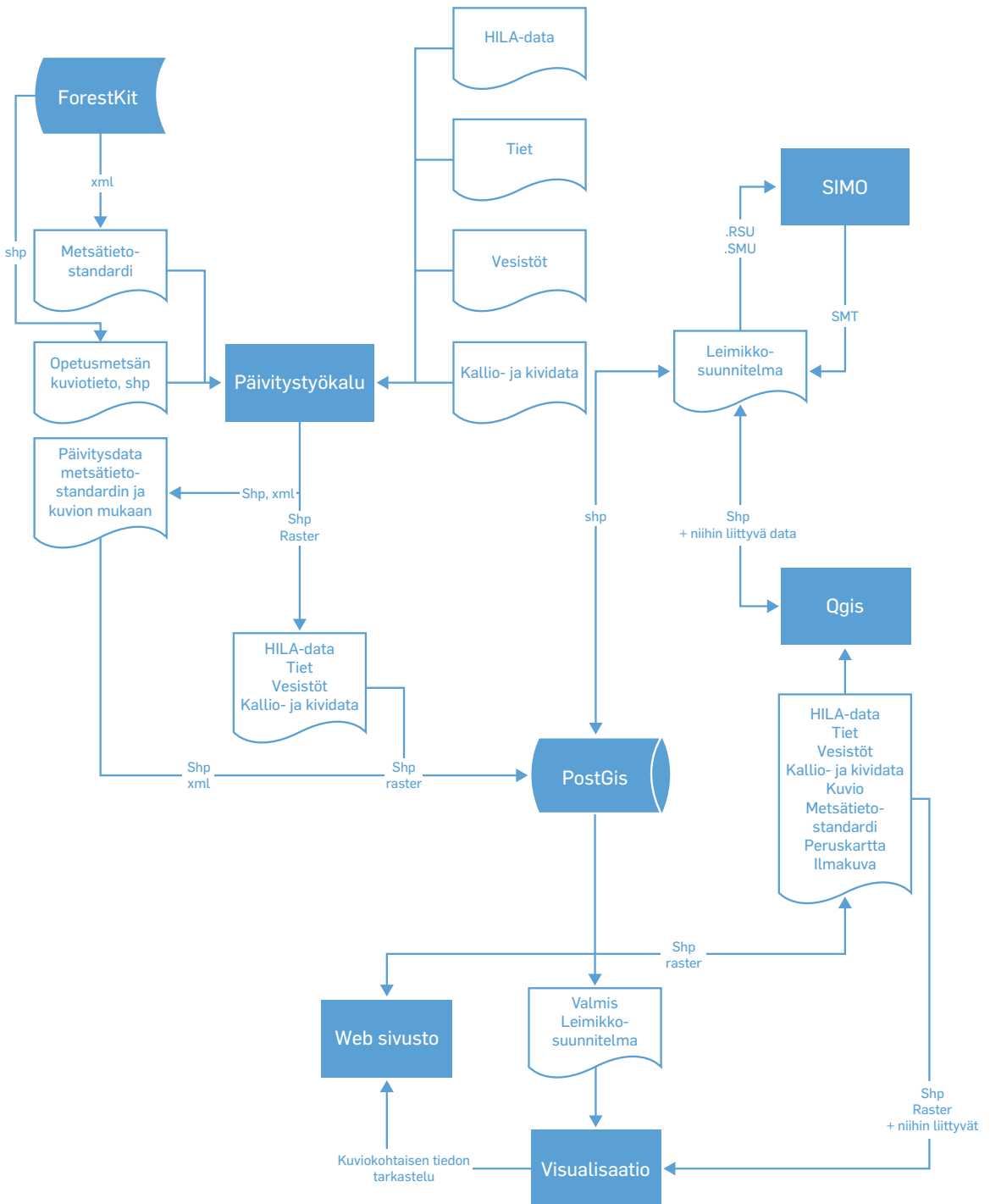
PostgreSQL 2016. About. Viitattu 30.11.2016 <https://www.postgresql.org/about/>
PostGIS. 2016. PostGIS feature list. Viitattu 30.11.2016 <http://postgis.net/features/>

Virtuaalimetsän ja leimikkosuunnittelusovelluksen arkkitehtuuri

QGIS-paikkatietosovellukseen rakennettiin laajennoksena oma leimikkosuunnittelutyökalu, johon jätettiin mahdollisuus käyttää QGIS:n omia työkaluja normaalisti. QGIS:n käyttöä ei haluttu rajoittaa, vaan ratkaisulla mahdollistetaan sovelluksen kokonaisvaltainen käyttö. Pohjadata ja toteutetut leimikkosuunnitelmat tallennetaan keskitetysti palvelimelle PostgreSQL-tietokantaan. Paikkatietoaineiston tallennusta varten asennettiin PostgreSQL-tietokantaan PostGIS-laajennos, joka mahdollistaa spatiaalisen datan hakemisen ja tallentamisen sekä erilaisten paikkatieto-operaatioiden suorittamisen tietokannassa. Virtuaalimetsäsovelluksessa tietokannasta haetaan visualisoitavaksi käyttäjän valitsema data.

Virtuaalimetsän tavoitteena oli, että pohjadata pystytään päivittämään, jotta sovelluksen käyttö ei ole sidottu vain tämän hetken dataan. Virtuaalimetsään toteutettiin päivitystyökalusovellus, jonka avulla voidaan mikä tahansa metsätietostandardin mukainen metsäsuunnitelma päivittää pohjadataksi virtuaalimetsän käyttöä varten. Tällä hetkellä pohjadata tuonti tapahtuu metsätietostandardin muodossa Tapio Oy:n hallinnoimasta ForestKIT-metsäsuunnittelujärjestelmästä, jonka kautta saadaan nykyinen ajan tasalla oleva metsäsuunnitelma. Työkalulla on mahdollista muuntaa kuviodata suoraan ESRIn kuviotietostandardin mukaisiksi tiedostoiksi. Yhtenä ongelmana oli hilatiedon päivitettävyyden, koska hilatieto ei ole ainakaan vielä standardoidussa muodossa. Hilatiedon päivitys toteutettiin niin, että työkalun kautta määritellään visualisointia varten tarvittavat hiladatan kentät, minkä jälkeen data tallennetaan tietokantaan. Opetusmetsän ulkopuolisen alueen sisältävän Luonnonvarakeskuksen puuaineisto päivitetään myös työkalun avulla.

Alla olevassa kaaviossa on esitetty tarkemmin Virtuaalimetsä-hankeessa toteutettujen sovellusten eri osa-alueet ja niiden välinen tiedonsiirto. Eri osa-alueet voivat muokata vastaanottamaansa tietoa ennen sen välittämistä eteenpäin tai sen esittämistä. Sinisellä pohjavärillä on korostettuna Virtuaalimetsän järjestelmän yksittäiset kokonaisuudet, jotka kuitenkin ovat olennaisia osia koko järjestelmän toiminnan kannalta. Nuolilla on kuvattu liikkuvat datat ja niiden kulkusuunta. Valkoisella pohjavärillä on korostettu eri datalähteitä tai dokumentteja, joita joko hyödynnetään järjestelmän pohjadataana tai luodaan sovellusten käytön aikana.



Kaavio 1. Virtuaalimetsän arkkitehtuurikaavio. (Tomi Tapio, Juha Petäjäjärvi, Antti Kukkonen)

Leimikkosuunnittelusovelluksen toteuttaminen

QGIS JA PAIKKATIETOJÄRJESTELMÄT

Virtuaalimetsän leimikkosuunnittelusovellus rakennettiin QGIS-paikkatietojärjestelmää hyödyntäen. QGIS on avoimen lähdekoodin paikkatietojärjestelmä, jolla voidaan tarkastella, muokata ja analysoida rasteri- ja vektoripohjaista paikkatietoa (QGIS 2016). QGIS-paikkatietojärjestelmän kokonaisuuteen kuuluu graafinen käyttöliittymä, tietokantatyökalut ja analyysityökaluja. Paikkatieto tarkoittaa tietoa kohteista, joiden paikka maan suhteen tunnetaan (Sanastokeskus TSK 2005).

Leimikkosuunnittelusovellusta varten rakennetussa kokonaisuudessa vektoripohjainen paikkatieto on tallennettu PostgreSQL-tietokantaan palvelimelle ja rasteripohjainen paikkatieto ladataan käyttäjälle paikalliselta tietokoneelta tai verkkoasemalta. PostGIS-laajennus PostgreSQL-tietokantaan mahdollistaa paikkatiedon tallentamisen ja käsittelyn.

QGIS-LISÄOSAN RAKENTAMINEN

Lisäosien rakentaminen mahdollistaa QGIS-sovelluksen toiminnollisuuksien laajentamisen ja uusien ominaisuuksien luomisen. Lisäosat voivat olla esimerkiksi yksinkertaisia painikkeita tai kokonaisia työkalupalkkeja, kuten Virtuaalimetsä-projektissa toteutettu leimikkosuunnittelusovellus. QGIS-lisäosan rakentaminen vaatii C++ tai Python-ohjelmointikielen osaamista ja tietämystä Qt-käyttöliittymäkirjastosta. (QGIS 2016; Gandhi 2016)

LEIMIKKOSUUNNITTELUOVELLUS

Leimikkosuunnittelusovellus asennettiin osaksi QGIS-paikkatietojärjestelmää, joten sovellusta voidaan käyttää käynnistämällä QGIS. Leimikkosuunnittelusovelluksen käyttöliittymä koostuu QGIS-sovelluksen mukana tulevista työkaluista ja räätälöidystä työkalupalkista joka sisältää seuraavat ominaisuudet:

1. Kirjautuminen työntekijän tai opiskelijan tunnuksilla käyttäen yhteyttä Active Directory -tietokantaan.
2. Työtilan luominen, poistaminen ja lataaminen.
3. Työtilan muutosten tallentaminen palvelimelle ja kuvioiden geometriatiedon oikeellisuuden tarkistaminen.
4. Kuvio- ja puustotiedon lisääminen, poistaminen ja muokkaaminen.
5. Aputyökalu hakkuiden ja harvennuksien määrittelemiseen ja piirtämiseen kuviotietoihin.
6. Kuvio- ja puustotietojen kopiointi tietokannassa sijaitsevasta pohjadatasta, joka perustuu mitattuun tai laskettuun kuvio- ja puustodataan.
7. Työkalu Simo-laskentasovelluksen käynnistämiseen ja siihen liittyvien asetusten muokkaamiseen.
8. Työkalu MetsäVisu-hankkeessa tehdyn virtuaalimetsäsovelluksen käynnistämiseen ja siihen liittyvien asetusten muokkaamiseen.
9. Leimikkoraportin luominen.
10. Virtuaalimetsäsovelluksesta otettujen kuvankaappausten tarkkailu ja kopiointi.
11. Käyttäjän ja leimikkosuunnitelman asetusten muokkaus ja tallennus.

SOVELLUKSEN KÄYTTÄMINEN

Sovelluksen käyttäminen aloitetaan kirjautumalla sisään. Onnistuneen kirjautumisen jälkeen käyttäjä voi luoda uuden työtilan tai ladata aikaisemmin luodun työtilan. Työtilaa luodessa käyttäjä voi päättää työtilan nimen ja oppitunnin tyyppin. Käyttäjän työtilat räätälöidään luomisen yhteydessä opetuksen tarpeisiin oppitunnin tyyppin mukaan.

Työtila koostuu pohja-aineistosta ja vapaasti muokattavista geometria-tiedoista. Pohja-aineisto sisältää kiinteistörajat sekä kuvio- ja puustotiedot Hirvaan opetusmetästä sekä ilmakuvat, pohjakartan ja puustonkorkeuskartan. Käyttäjien muokattavissa ja lisättävissä olevat tiedot sisältävät kuvio- ja puustotiedot, suojavyöhykkeet, säästöpuualueet, hakkuualueet, kiinteistörajat, koealat, erityispiirrealueet, sähkölinjat, talvitiet, korjuu-urat, ajourat, varastopaikat sekä kääntöpaikat.

Käyttäjät voivat luoda täysin uusia kuvio- ja puustotietoja tai kopioida pohjadatasta haettua dataa työtilaan. Jokaiselle tiedolle tallennetaan myös geometriadata, jonka käyttäjä piirtää kartalle QGIS-sovelluksen työkaluilla. Esimerkiksi kuvioon piirretään aina polygoni-tyyppinen geometria, kun taas erityispiirrealueita voidaan luoda piste-, viiva- tai polygoni-tyyppisenä. Geometriadataa voidaan muokata, lisätä ja poistaa tarpeen mukaan.

Geometriadataa lisättäessä ja muokatessa käytetään mahdollisimman paljon QGIS-rajapinnan työkaluja PostGIS-työkalujen sijaan palvelimen kuormituksen vähentämiseksi. Esimerkiksi hakkuun tarkat geometriatiedot päivitetään käyttäjän piirtämien suojavyöhykkeiden geometriatietojen perusteella leikkaamalla päällekk-

Stand - Feature Attributes

Stand Stratum Operation Silviculture

School data Load stand data

Stand number and description will be visible on the map as a label.

Mandatory fields (*): stand number.

Stand number * NULL

Description

Main group 1 - Metsämaa / Forestland

Sub group 1 - Kangas / Moorland

Fertility class 1 - Lehto, letto ja lehtomainen suo (ja ruohoturvekangas) / Grove, fen, grovy fen (and grassy peatland)

Soil type 10 - Keskiarkea tai karkea kangasmaa / Medium-coarse or coarse moorland

Drainage state 1 - Ojittamaton kangas / Undrained upland mineral soil site

Ditching year (Integer) NULL

Development class 2 - Nuori kasvatusmetsikkö / Young growing forest

Stand quality 0 - Ei määritetty / Not specified

Main tree species 1 - Mänty / Scotch pine (Pinus silvestris)

Accessibility 1 - Myös kelirikon aikana / All-year available

Management restriction 0 - Ei rajoituksia / No limits

Crown base height / living crown (Real) NULL

Crown base height / dead branches (Real) NULL

Height above sea level (Real) NULL

Date of inventory 2017-01-01

Save Cancel

käin menevät osiot pois hakkuun geometriasta. Näin raskain työ on tehty paikallisesti QGIS-sovelluksessa palvelimella sijaitsevan PostgreSQL-tietokannan sijaan ja palvelimelle päivitetään muokattu tieto.

Kun käyttäjä on luonut tai kopioinut tarvittavan määrän kuvio-, puusto- ja muuta dataa, voidaan muutokset tallentaa tietokantaan datan oikeellisuuden tarkistamiseksi. Tämän työtilan kuviot tai valitut kuviot voidaan lähettää Simo-laskentasovellukseen. Simo-sovelluksesta tuleva data analysoidaan ja tallennetaan sekä tietokantaan että paikalliselle tietokoneelle käyttäjän tarkasteltavaksi. Valitsemalla kuvion kartalta käyttäjä voi visualisoida kuvio- ja puustodatan virtuaalimetsäsovelluksella.

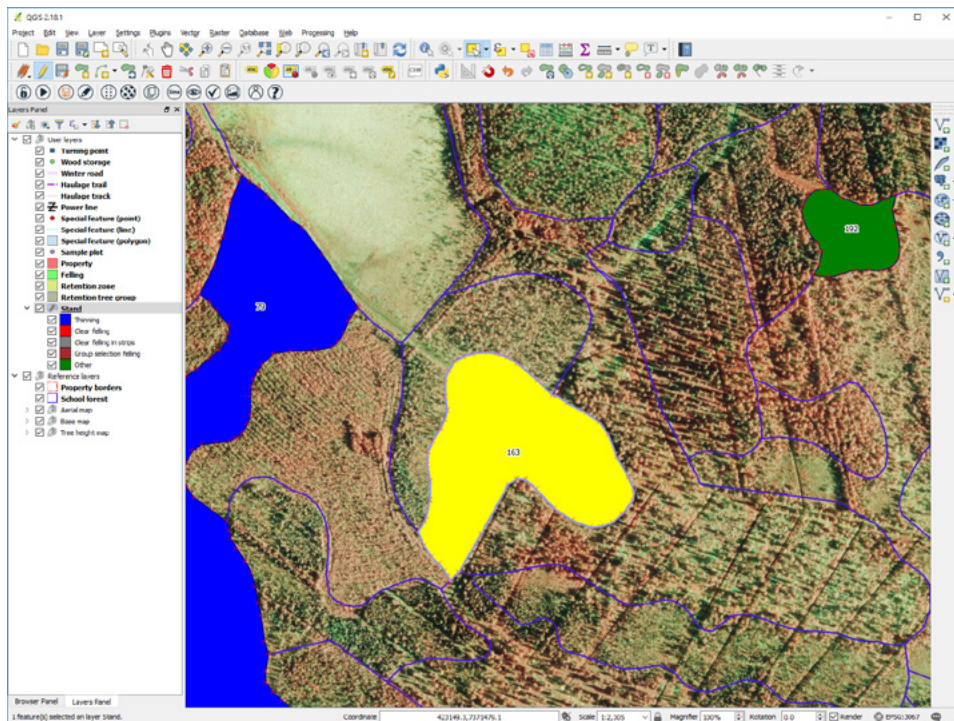
Visualisointiin voidaan valita joko nykyhetken puustodata tai Simo-sovelluksen laskeman datan perusteella simuloitu tulevaisuuden puustodata. Lopuksi koko leimikkosuunnitelmasta voidaan luoda leimikkoraportti ja Simo-sovelluksen avulla laskettu puustokertymäraportti.

LÄHTEET

QGIS Development Team QGIS-dokumentaatio 2016. Viitattu 11.12.2016 <http://www.qgis.org/>

Sanastokeskus TSK. Geoinformatiikan sanasto TSK. Viitattu 11.12.2016 <http://web.archive.org/web/20060511022834/http://www.tsk.fi/fi/info/GeoinformatiikanSanasto.pdf>

Gandhi, U. 2016. Building a python plugin. Viitattu 11.12.2016 http://www.qgistutorials.com/en/docs/building_a_python_plugin.html



3D-mallinnus Virtuaalimetsässä

Virtuaalimetsän visualisoinnissa tavoitteena oli luoda todentuntuinen metsäympäristö, jossa käyttäjä pystyy tarkastelemaan metsänhoidon toimenpiteitä helposti ja todenmukaisesti. Jotta metsä näyttää oikealta metsältä, täytyy siitä löytyä puiden lisäksi myös kasvupaikalle oikea aluskasvillisuus. Visualisoinnista täytyy metsäalan ammattilaisen pystyä havaitsemaan metsätyypit sekä kasvit, jotka ovat tyyppillisiä kyseiselle kasvupaikkatyypille. Näin käyttäjälle tulee mahdollisimman kattava näkemys siitä, miten mikäkin metsänhoitotoimenpide vaikuttaa ympäristöön. Jotta tähän tavoitteeseen päästään, täytyy visualisoinnin olla riittävän hyvällä tasolla.

Kun tehdään visualisointia jostakin jo olemassa olevasta alueesta, tärkeintä on hankkia kunnollinen käsitys siitä, mitä ollaan tekemässä. Tämä tarkoittaa aiheeseen tutustumista, jotta mallinnuksia tehtäessä osataan varautua kaikkiin mahdollisiin ongelmatilanteisiin. 3D-mallien tekeminen alkaa aina hyvien referenssien hankkimisella. Referensseiksi käy esimerkiksi hyvien valokuvien ottaminen mallinnettavasta



Kasvikuvaukset mallintamista varten suoritettiin Hirvaan opetusmetsässä.
Kuva Kalle Santala

kohteesta. Harva projekti menee heti alusta alkaen metsään, mutta tässä tapauksessa ensimmäinen toimenpide oli juurikin metsään meneminen. Valokuvausta ennen tehtiin tarkka suunnitelma siitä, mitä puuta visualisoinnissa tulee olemaan. Kasvit käytiin kuvaamassa suunnitelman mukaan.

Metsäympäristön mallintamisessa tärkeimpiä ominaisuuksia oli saada metsän väriyty sekä tiheys aitoa vastaavaksi. 3D-malleissa päätettiin käyttää tekstuureina oikeita valokuvia, joten oli ensiarvoisen tärkeää saada hyvät valokuvat puiden ja kasvien pinnoista. Valokuvien hankkimisen jälkeen alkoi varsinainen 3D-mallintaminen. Puuta mallintaessa on erityisen tärkeää ottaa huomioon puiden pituuden ja rungon paksuuden lisäksi myös puun muoto. Tämä tarkoittaa käytännössä puun siluettia. Jotta mallit näyttäisivät mahdollisimman paljon oikeilta puilta, tulee niiden olla tunnistettavan muotoisia myös kaukaa katsottuna.

3D-mallintamisessa yksi tärkeimmistä huomioitavista asioista on mallin triangle-määrä: 3D-mallit koostuvat kolmioista, joista käytetään termiä triangle tai tris. Kaksi kolmiota muodostaa neliön eli polygonin ja näistä polygoneista muodostuvat kaikki 3D-mallin pinnat. Jokaista puuta mallintaessa tämä kolmioiden määrä täytyy pysyä sille määritellyssä budjetissa, koska jokainen pelimoottorille piirretty kolmio vie tietokoneen resursseja. Jokainen puu, kasvi, kivi tai mikä tahansa objekti kasvattaa kerralla näkyvien kolmioiden määrää. Tämä määrä varsinkin tiheissä metsissä saattaa nousta hetkessä miljooniin kolmioihin. On siis tärkeää miettiä etukäteen, mihin objektiin voi käyttää minkäkin verran kolmioita. Haasteeksi tässä muodostuu halutun muodon rakentaminen rajatulla määrällä kolmioita. Esimerkiksi puiden oksat ovat harvoin täysin suoria; niissä on yleensä paljon haaraumia ja niiden muoto saattaa vaihdella hyvinkin paljon. Tällaisen muodon tekeminen vaatii paljon kolmioita, joten oksien määrää ja niiden muotoa täytyy yksinkertaistaa. Lisäksi puiden lehdet ja neulasaset vaatisivat valtavan määrää kolmioita, jos ne halutaan mallintaa täydellisesti. Yksinkertaistettuja esitystapoja on siis pakko käyttää. Tasapainottelu kolmimäärän ja halutun yksityiskohtien määrän välillä on aikaa vievää hommaa, mutta sen tekeminen hyvin on avain sovelluksen sulavaan käyttöön.

Kun puu on vihdoinkin mallinnettu, sen pintaan kietaistaan tekstuurikartta. Tekstuurina Virtuaalimetsässä käytettiin valokuvia oikeista puista. Valokuvat käsiteltiin kuvankäsittelyohjelmistossa ja ne aseteltiin niin, että ne voitiin kietoa 3D-mallin päälle. Oikeita valokuvia käyttämällä varmistettiin, että puiden väriyty saatiin mahdollisimman lähelle oikeaa. Tekstuureja tehdessä täytyy ottaa huomioon tekstuurikartan koko: mitä suurempi ja tarkempi tekstuurikartta on, sitä enemmän se kasvattaa tilavaatimuksia ja lisää latausaikaa. Tekstuureja tehdessä täytyy myös huomioida se, että yhteen puuhun voi laittaa vain kaksi eri tekstuuria. Tästä johtuen esimerkiksi puun rungon ja oksien pinnat täytyy saada samaan tekstuurikarttaan.

Valmis puumalli ja sen tekstuurit viedään lopuksi pelimoottoriin, jossa mallille annetaan materiaalit. Nämä materiaalit määrittelevät mallin pinnan ominaisuudet, kuten esimerkiksi pinnan kiillon. Materiaalin ominaisuudet, tekstuurikartta sekä mallin muodot yhdessä muodostavat lopullisen pelimateriaalin, jota pelimoottorissa käytetään.

Virtuaalimetsän kehittäminen prosessina

SUUNNITTELUPROSESSI

Virtuaalimetsä-hankkeen suunnitteluprosessi toteutettiin vuonna 2013 monialaisesti luonnonvara-alan ja ohjelmistotekniikan koulutusohjelmien yhteistyönä metsätalousinsinöörien työelämälähtöisten osaamistarpeiden pohjalta. Ideana oli kehittää metsätalouden ammattikorkeakoulutukseen uusi, innovatiivinen ja osallistava virtuaalinen suunnittelutyökalu, jolla mahdollistetaan metsäsuunnittelun ja puunhankinnan prosessien virtuaalinen harjoittelu ajantasaiseen metsävarantietoon perustuen. Jo suunnittelun aikana haluttiin voimakkaasti lisätä yhteistyötä ammattikorkeakoulun ja muiden metsätalouden toimijoiden kesken, jotta hankkeen toteutusvaiheessa kehittämistyö olisi mahdollisimman sujuvaa ja toimijoiden näkökulmat nousisivat riittävän voimakkaasti esille. Suunnitteluprosessiin osallistuivat Lapin ammattiopisto ja Metsähallitus.

Lapin ammattikorkeakoulun alojen välinen yhteistyö koettiin erityisen hedelmällisenä uudenlaisten tiedonsoveltamismenetelmien löytämiseksi. Ammattikorkeakoulun tutkimus-, kehitys- ja innovaatiotoiminnan tarkoituksena on, että systemaattisella hanketoiminnalla tavoitellaan tiedon lisäämistä ja uusien sovellusten kehittämistä. Monialaisen ammattikorkeakoulun suurimpia vahvuuksia on toteuttaa opetus- ja hanketoimintaa poikkitieteellisesti hyödyntäen eri alojen monipuolista asiantuntemusta.

Hankesuunnitteluvaiheessa kartoitettiin Lapin ammattikorkeakoulun metsätalouden ja ohjelmistotekniikan osaamista. Keskeisimmät osaamistarpeet olivat metsätalouden, paikkatiedon, mallintamisen ja erilaisten tietojärjestelmien hallinnassa sekä niiden sovittamisessa Virtuaalimetsän rakentamiseen.

TOTEUTUS

Virtuaalimetsän toteuttamiseksi tarvittavan metsätalouden, paikkatiedon ja opetuksen asiantuntijuudesta vastasivat luonnonvara-alan projekti- ja asiantuntijahenkilöstö, johon kuuluivat luonnonvara-alan koulutusvastaava, kaksi lehtoria (metsäsuunnittelu ja puunhankinta) sekä kaksi projektihenkilöä. Lisäksi metsäekologian lehtori oli mukana toteutuksessa asiantuntijana tarvittaessa. Virtuaaliympäristön järjestelmäsuunnitteluun sekä ohjelmointi- ja mallinnustehtäviin liittyvästä teknillisestä

osaamisesta vastaavat Ohjelmistotekniikan laboratorion seitsemän asiantuntijaa sekä neljä työharjoittelijaa Lapin amkista ja yksi harjoittelija Lapin yliopistosta. Lisäksi luonnonvara-alan opiskelijoita on ollut mukana yhteensä n. 60 opiskelijaa ja kaksi harjoittelijaa keräämässä metsävaratietoa Virtuaalimetsän toteuttamista varten.

Hankkeen käynnistyttyä sitä alettiin viedä eteenpäin laajalla rintamalla, jotta erilaiset tarpeet nousevat esille mahdollisimman aikaisessa vaiheessa ja niihin ehditään vastaamaan. Opetuksellisia, ammattiosaamista edistäviä tarpeita tarkennettiin jatkuvana prosessina koko Virtuaalimetsän luomisen ajan. Aluksi haasteena oli yhteisen kielen löytäminen luonnonvara-alan ja ohjelmistotekniikan henkilöstön välille. Asiasta keskusteltiin hanketiimissä aina tarpeen mukaan ja etsittiin yhdessä ratkaisua haasteisiin. pLABin henkilöstöä koulutettiin metsätalouden asioihin, jotta syntyi ymmärrys oppimisympäristön opetuksellisista, toiminnallisista ja visuaalisista tarpeista. Tarpeet ja toiveet tulivat luonnonvara-alalta ja pLABin tehtävänä oli kertoa, mitä pystytään toteuttamaan ja mitä kannattaa toteuttaa. Vastaavasti pLABin henkilöstö kertoi metsätaloudellisista toiveistaan, jotta sovelluksen kehittämistyössä edettiin jouhevasti. Tärkeintä oli varmistaa sovelluksen toimivuus, käytettävyys sekä päivitettävyys.

Luonnonvara-alan projekti- ja asiantuntijahenkilöstö kokosi yhteen eri tietokannoista saatavat tiedot. Tietolähteiden yhdistämiseksi luotiin tiekartta Virtuaalimetsän toiminnallisesta rakenteesta, jonka mukaisesti tietokantoja alettiin yhdistellä toimivaksi kokonaisuudeksi. Käytettävissä olleet paikkatietoaineistot koottiin yhdelle palvelimelle, josta Virtuaalimetsän visualisointisovellus noutaa niitä tarpeen mukaan. Paikkatietoaineistojen rinnalla toimii SIMO-metsälaskentasovellus, joka mahdollistaa metsän kasvattamisen ajallisessa perspektiivissä ja siten metsänhoitotoimenpiteiden vaikutusten tarkastelun tulevaisuudessa.

Eri lähteistä saatavan paikkatiedon visualisoimiseksi luotiin listaukset tarvittavista puista ja muista kasveista. Listausten mukaisesti toteutettiin kasvikuvaukset kesällä 2015 luonnonvara-alan TKI-tiimin ja pLABin yhteistyönä. Listauksissa huomioitiin erityisesti eri kasvupaikkatyypin mallintamiseen tarvittavat opaskasvit sekä puuyksilöiden kasvunvaiheet taimesta vanhaksi järeäksi puuksi. Lopputuloksena syntyi visualisointiin tarvittava kuvakirjasto kymmenistä kasvi- ja puulajeista, joiden pohjalta mallinnustyö voitiin toteuttaa.

Leimikkosuunnittelutyökalun toteuttamiseksi päätettiin käyttää QGIS-paikkatieto-ohjelmistoa, sillä se osoittautui käyttökelpoisimmaksi sekä sovelluksen kehittäjien että käyttäjien näkökulmasta. Virtuaalimetsän ohjaukseen käytettävä QGIS-paikkatieto-ohjelmisto räätälöitiin käyttötarkoituksen mukaiseksi ja sitä testattiin opiskelijoiden toimesta keväällä 2016. Käyttäjätesteissä havaittiin, että metsätalousinsinööriopiskelijoiden paikkatieto-osaaminen on hyvällä tasolla, eikä paikkatieto-ohjelmiston rakennetta tarvinnut yksinkertaistaa kovinkaan paljon. Paikkatieto-ohjelmiston monipuoliset ominaisuudet mahdollistavat Virtuaalimetsän hyödyntämisen paikkatieto-opetuksessa sekä sovelluksen jatkokehittämisen tulevaisuudessa.

Virtuaalimetsä saatettiin tuotantokäyttöön joulukuussa 2016 ennen hankkeen päättymistä. Toimintoja testataan ja kehitetään sitä mukaan, kun kehittämistarpeita

ilmenee. Ohjelmisto toimii leimikonsuunnittelun, puunkorjuun, metsäsuunnittelun ja maisemasuunnittelun työvälineenä, ja muissakin tehtävissä, joissa tarvitaan metsävaratietoa tai metsävaratiedon hallintaa tai puuston visualisointia. Sovelluksessa on myös mahdollista kasvattaa puustoa Simo-laskentaohjelmistolla ja simuloida lopputulosta myös visuaalisesti esimerkiksi 10 vuoden päähän.

Ohjelmisto sisältää myös kasvupaikkoihin perustuvaa kuvamateriaalia, jolla kuvataan kunkin kuvion kasvupaikalla olevaa kasvistoa. Internet-sivu toimii myös erillisenä nettisivuna, josta kasveja voi tarkastella myös ilman Virtuaalimetsä-sovellusta.



Mitä Virtuaalimetsän jälkeen

Virtuaalimetsä-projektia lähdettiin alun perin toteuttamaan ajatuksella, että siitä tulee Lapin ammattikorkeakoulun metsätalouden opetuksen apuväline metsänhoito-toimenpiteiden suunnittelun opetukseen. Tavoite saavutettiin hankkeen toteutusajan kuluessa ja syksyllä 2016 alettiin suunnitella, kuinka virtuaalimetsää voidaan jatkojalostaa hyödynnettäväksi laaja-alaisemmin tulevaisuudessa. Mahdollisuuksia pohdittiin monialaisessa asiantuntijatiimissä Lapin ammattikorkeakoulun sisällä sekä ohjausryhmän jäsenten toimesta ohjausryhmän kokouksen yhteydessä.

Jatkokehitysideoita saatiin sekä koulutuksen että elinkeinojen käyttöön. Mahdollisuuksia Virtuaalimetsän hyödyntämiseksi koettiin olevan niin metsätaloudessa kuin muillakin toimialoilla. Metsätalouden toimenpiteiden suunnittelu ja suunnittelutoimiiin liittyvä osallistaminen on ilmeisin Virtuaalimetsän jatko-hyödyntämismahdollisuus. Virtuaalimetsän hyödyntämismahdollisuuksien pääpaino koettiin olevan osallistavassa suunnittelussa interaktiivisena työkaluna, jolla voitaisiin visualisoida eri toimintojen vaikutuksia metsämaisemaan. Visualisointi mahdollistaisi metsänhoitotoimenpiteiden vertailun ja sujuvamman päätöksenteon toimenpiteiden välillä.

Lisäarvoa on mahdollista saada myös eri elinkeinojen tarpeiden yhteensovittamiseen, sillä Virtuaalimetsän avulla on mahdollista edistää sidosryhmien välistä kommunikaatiota sekä toisten osapuolten näkemysten huomioimista. Suunnitteluprosessin läpinäkyvyyden lisäämisen kautta on mahdollista kehittää yhteisen hyödyn ymmärtämystä. Hyödynsaajina osallistavassa suunnittelussa voisivat olla esimerkiksi matkailijat, matkailuyrittäjät, paikalliset asukkaat, kaavoittajat, metsänomistajat, poromiehet ja metsäsuunnittelijat.

Virtuaalimetsän avulla yksityismetsänomistajille voidaan vaivattomasti esittää metsänkäsittelytoimenpiteiden vaikutuksia metsämaisemaan ja ympäristöön heidän omistamissaan metsissä. Mahdollisuus metsänhoidon ajalliseen tarkasteluun parantaa metsänomistajien tietoisuutta oman metsänsä tulevaisuudesta.

Lapin muista elinkeinoista esiin nousivat eritoten matkailu ja kaivosteollisuus. Niiden osalta Virtuaalimetsää voitaisiin hyödyntää matkailupalveluiden suunnittelussa ja kaivosteollisuuden toimintaympäristöihin liittyvässä osallistamisessa. Virkistyskäytössä potentiaalia on muun muassa kansalaisten aktivoimisessa luonnon hyödyntämiseen hyvinvoinnin lähteenä. Esimerkiksi kansallispuistojen mallintaminen mahdollistaisi asiakkaalle polkujen kulkemisen etukäteen ja sitä kautta reittisuunni-

telmien entistä tarkemman laatimisen oman kunto- ja osaamispotentialin sekä kiinnostuksen mukaan.

Muita potentiaalisia toimialueita Virtuaalimetsän hyödyntämiseksi todettiin olevan muun muassa kaavoituksessa ja maisemasuunnittelussa eri kohteissa. Kaupunkisuunnittelun työkaluksi jalostettaessa Virtuaalimetsään tulisi mallintaa kaupunkielementtejä ja runsaasti yksilöityjä rakennuksia, sillä nykyisellään Virtuaalimetsä ei sovellu suunnittelutyökaluksi rakennettuun ympäristöön.

Virtuaalimetsän nykymuoto mahdollistaa minkä tahansa metsäalueen mallintamisen, kunhan kaikki käytettävä data on yhteneväisessä muodossa. Laaja-alaista käyttöä rajoittavat Virtuaalimetsään mallinnetut alueellista ympäristöä kuvaavat kasvupaikka- ja puumallit: mallintaminen vaatii paljon työtä ja vie paljon sovelluksen kapasiteettia. Kasvupaikkatyyppien pohjakasvillisuutta ja puiden runkomuotoa kuvaavat mallit sopivat hyvin Etelä- ja Keski-Lapin alueen metsämaiseman mallintamiseen, mutta kauemmas mennessä vastaavuus todellisuuteen huononee. Mikäli Virtuaalimetsää halutaan hyödyntää muualla, täytyy pohjakasvillisuutta mallintavien määttäjien kasvisuhteita ja lajeja muuttaa vastaamaan alueellisia tarpeita.

Maisema- ja metsäsuunnittelumahdollisuuksien lisäksi Virtuaalimetsän hyödyntämistä on pohdittu Lapin ammattiopiston puunkorjuun simulaatiotekniikan osana. Tulevaisuuden visiona voitaisiin ajatella virtuaalista kokonaisuutta, jossa metsätalousinsinööriopiskelijat tekevät leimikkosuunnitelman, jonka ammattiopiston metsäkoneenkuljettajaopiskelijat toteuttavat hakkuukonesimulaattoreiden avulla. Tällöin koko puuntuotantoketju toimisi samassa virtuaalisessa ympäristössä.

Metsäalan ammattikorkeakoulujen välisessä yhteistyössä on myös paljon mahdollisuuksia muun muassa yhteisen sisällöntuotannon kautta, mutta käytännössä tämä vaatisi sovelluksen toimimista yhteiskäytössä verkossa. Sovelluksen käytön laajentaminen muiden luonnonvarojen hyödyntämiseen on ollut toiveena

Jatkokehitysajatusten toteutumisen rajoittavina tekijöinä voivat olla paikkatiedon saatavuus, tiedon yhteensopivuus nykyisen järjestelmän kanssa sekä nykyisten puu- ja kasvupaikkamallien soveltumattomuus muille alueille. Virtuaalimetsän rakentaminen oli useamman vuoden ponnistus ja sen käyttöliittymän rakentaminen vastaamaan opetuksen tarpeita vei runsaasti työaikaa monialaiselta kehittäjätiimiltä. Mikäli sovellusta halutaan hyödyntää muilla rajapinnoilla eri elinkeinojen tarpeet huomioiden, täytyy sen kehittämiseen olla käytössä henkilö- ja materiaaliressusseja.

Kirjoittajien esittely

Markus Korhonen toimii Lapin ammattikorkeakoulun metsätalouden koulutusohjelmassa päätoimisena tuntiopettajana. Virtuaalimetsä-hankkeessa hän toimi asiantuntijana metsävaratiedon siirron, keräämisen ja päivittämisen sekä paikkatietojärjestelmien osalta. Lisäksi hän vastasi Virtuaalimetsän opetuksellisesta osuudesta ja ulkoasusta.

Antti Kukkonen toimii Lapin ammattikorkeakoulussa projekti-insinöörinä ohjelmistotekniikan laboratoriossa. Virtuaalimetsässä hän vastasi QGIS-paikkatietosovellukseen liittyvästä ohjelmointityöstä leimikkosuunnittelutyökalun toteuttamista varten.

Juha Petäjäjärvi toimii Lapin ammattikorkeakoulussa projekti-insinöörinä ohjelmistotekniikan laboratoriossa. Virtuaalimetsässä hän vastasi tietokantasuunnittelusta ja tietokannan kehitystyöstä.

Jarkko Piippo toimii Lapin ammattikorkeakoulussa projektisuunnittelijana ohjelmistotekniikan laboratoriossa. Hänen vastuullaan oli virtuaalimallin visuaalinen suunnittelu, mallintaminen ja sisällöntuotanto.

Kalle Santala toimii Lapin ammattikorkeakoulussa projektisuunnittelijana luonnonvara-alan projektitiimissä. Hänen tehtäviään Virtuaalimetsässä oli toimia metsätalouden asiantuntijana, kehittää käyttöliittymää sekä toteuttaa viestintää. Lisäksi hän vastasi kasvi- ja kasvupaikkamallintamisen metsätaloudellisesta osaamisesta sekä maastokuvauksista.

Jussi Soppela toimii Lapin ammattikorkeakoulussa koulutusvastaavana luonnonvara-alalla. Virtuaalimetsä-hankkeessa hän toimi erityisesti paikkatietojärjestelmien ja opetuksen asiantuntijana.

Tomi Tapio toimii Lapin ammattikorkeakoulussa projekti-insinöörinä ohjelmistotekniikan laboratoriossa. Virtuaalimetsässä hän vastasi sovelluksen teknisestä toteutuksesta ohjelmoinnin, testauksen ja tietokantojen asiantuntijana.

Anne-Mari Väisänen toimii Lapin ammattikorkeakoulussa projektipäällikkönä luonnonvara-alan projektitiimissä. Virtuaalimetsässä hän vastasi projektin toimintojen koordinoinnista ja hallinnoimisesta, metsätaloudellisesta asiantuntijuudesta, hankinnoista ja viestinnästä.

Virtuaalimetsä-hankkeen tuottama artikkelikokoelma on tiivistelmä Virtuaalimetsä-oppimisympäristön kehittämistyöstä Lapin ammattikorkeakoulussa. Virtuaalimetsä suunniteltiin ja toteutettiin Lapin amkin metsätalouden substanssiosaajien sekä ohjelmistotekniikan laboratorion henkilöstön yhteistyönä. Se tuottaa lisäarvoa ja uusia mahdollisuuksia metsätalouden koulutukselle sekä sen opetus- ja oppimisprosesseihin vastaamaan modernin oppimisen ja opetuksen tarpeisiin.

Metsätalouden maisemallisten sekä metsänkäsittelyn ja luonnonhoidon ratkaisujen suunnittelu on lakimuutosten myötä tullut yhä vaativammaksi edellyttäen laajaa metsäelinympäristön käytön osaamista. NykYTEknologia tarjoaa uusia digitaalisia mahdollisuuksia metsänkäytön toimenpiteiden suunnitteluun perinteisten menetelmien rinnalle, jolloin on mahdollista saada entistä laajempi näkemys kohteen ominaisuuksista. Virtuaalimetsässä metsätalousinsinööriopiskelija voi luontevasti ja riskittömästi kokeilla aitoja vaihtoehtoisia metsänkäsittelyn menetelmiä erilaisten metsänhoitotavoitteiden mukaan.

Teoksen asiantuntijatekstit esittelevät virtuaalisen metsäympäristön toteuttamista eri näkökulmista. Kirjoittajina ovat toimineet ohjelmistotekniikan laboratorion sekä luonnonvara-alan asiantuntijat Lapin ammattikorkeakoulusta. Artikkelijulkaisu toimii monialaisen, teknologiaa ja substanssiosaamista yhdistävän kehittämistyön kokoajana ja on lähtökohtana virtuaaliympäristöjen hyödyntämisen laajentamiselle.



Euroopan unioni
Euroopan aluekehitysrahasto

Vipuvoimaa
EU:lta
2014–2020



LAPIN LIITTO

LAPIN AMK⁷

Lapland University of Applied Sciences

www.lapinamk.fi

ISBN 978-952-316-179-5