

Suometsien käytön tulevaisuus
Metsätieteen päivä 2018



Suomen
Metsätieteellinen
Seura

Tämän tiivistelmäkirjan käyttö on sallittu Creative Commons –lisenssin [CC BY-SA 4.0](#) mukaan
Use of this book of abstracts is allowed according to the [CC BY-SA 4.0](#) licence

Metsätieteen päivä 26.11.2018

Suometsien käytön tulevaisuus



Ohjelma

- 8.15–9.00 Ilmoittautuminen ja aamukahvi (ala-aula ja 2. kerroksen kabinetti)
9.00–9.05 Metsätieteen päivän avaus, *Suomen Metsätieteellisen Seuran varapuheenjohtaja Miina Rautiainen*

Kutsuesitelmät 9.00–12.15

- 9.05–9.40 Suometsien käytön vaikutus ilmastoon – kolme tietä tulevaisuuteen, *tutkijatohtori Paavo Ojanen, Helsingin yliopisto*
9.40–10.15 Käsitys metsäojituksen vesistövaikutuksista on muuttunut – miksi ja miten paljon? *johtava tutkija Mika Nieminen, Luonnonvarakeskus*
10.15–10.45 Kahvitauko (2. kerros)
10.45–11.20 Suometsien puuvarojen kehitys ja skenaariot, *tutkimusprofessori Tuula Packalen, Luonnonvarakeskus*
11.20–11.55 Ratkaisut suometsien puunkorjukseen, *johtava tutkija Jori Uusitalo, Luonnonvarakeskus*
11.55–12.15 Yleiskeskustelu

12.15–13.45 Lounastauko

- 12.15–13.45 Mentorointilounaat nuorille tutkijoille - Mentoring lunches for early-career scientists
13.00–13.45 Vain iltapäivään osallistuvien ilmoittautuminen

Iltapäivän rinnakkaissessiot (Salit ilmoitetaan myöhemmin)

- 13.45–14.45 Suomen Metsätieteellisen Seuran tieteenalaklubien järjestämät rinnakkaissessiot
14.45–15.15 Kahvitauko
15.15–16.30 Klubien järjestämät rinnakkaissessiot jatkuvat

Rinnakkaissessioiden aiheet

Metsäbiologian kerho: Soiden uudet käyttömahdollisuudet ja monimuotoisuuden turvaaminen
Metsäekonomistiklubi: Pohjoinen biotalous ja luonnonvarojen kestävä käyttö
Metsänhoitoklubi: Metsänhoito suometsissä
Metsäteknologiklubi: Metsäteknologian ratkaisuja haastavaan suopuunkorjukseen
Taksaattoriklubi: Tekoälysovellukset metsätaloudessa

16.45–17.30 Iltatilaisuus

– Silva Fennican ja Metsätieteen aikakauskirjan uusien päätoimittajien esittely

17.30–20.00 Buffetti (2. kerroksen kabinetti)

Vapaata keskustelua metsätieteellisistä kysymyksistä



METSÄMIESTEN SÄÄTIÖ

Ihminen ja metsä

Metsätieteen päivä järjestetään Metsämiesten säätiön tuella.

Soiden uudet käyttömahdollisuudet ja monimuotoisuuden turvaaminen

- 13.45–14.45 LIFEPEATLandUse – tietoa heikkotuottoisten soiden jatkokäyttöön, *Miia Saarimaa, Artti Juutinen, Anne Tolvanen, Luonnonvarakeskus*
Mitkä ovat soiden kustannustehokkaat käyttömuodot? *Artti Juutinen, Luonnonvarakeskus ja Oulun yliopisto*
Soiden ennallistaminen patoamalla – sadan padon kokemukset talkoista Keurusseudulla, *Matti Aalto, Aallokas oy*
- 14.45–15.15 Kahvitauko
- 15.15–16.30 Vapaaehtoisuuden vaikutus soidensuojelun ekologiseen vaikuttavuuteen ja kustannustehokkuuteen, *Eini Nieminen¹, Santtu Kareksela², Panu Halme¹, Janne S. Kotiabo¹, ¹Jyväskylän yliopisto, ²Metsähallitus Metsätalous oy*
Suopurojen ekologisten arvojen huomioiminen ja lisääminen metsänhoidossa, *Sirpa Piirainen¹, Eeva-Liisa Jorri², Leena Finér⁴, ¹Luonnonvarakeskus, ²Metsähallitus Metsätalous oy*
Euroopan rahkasammalet kansissa – 15 vuotta verenpuna, hienruskeaa ja kyyneltenvaaleaa! *Harri Vasander, Helsingin yliopisto*

Pohjoinen biotalous ja luonnonvarojen kestävä käyttö

- 13.45–14.45 Forest based bioeconomy and climate change mitigation in Finland, *Maarit Kallio, Norges miljø- og biovitenskapelige universitet*
Miten matkailun kasvu hallitaan pohjoisessa? *Seija Tuulentie, Luonnonvarakeskus*
- 14.45–15.15 Kahvitauko
- 15.15–16.30 Poronhoitosysteemin tarkastelu taloudellis-ekologisella mallilla, *Antti-Juhani Pekkarinen¹, Jouko Kumpula² ja Olli Tahvonen¹, ¹Helsingin yliopisto, ²Luonnonvarakeskus*
Metsätalouden kannattavuudesta Ylä-Lapissa, *Olli Tahvonen ja Vesa-Pekka Parkatti, Helsingin yliopisto*

Metsänhoito suometsissä

- 13.45–14.45 Suometsätalous itsenäisessä Suomessa, *Juhani Päivänen, Helsingin yliopisto*
Maan liikakosteuden vaikutus männyn hienojuuriin, *Tapani Repo¹, Timo Domisch¹, Jouni Kilpeläinen¹, Marja Roitto¹, Sirke Sutinen¹, Ai-fang Wang^{1,2}, Sirpa Piirainen¹, Leena Finér⁴, Samuli Launiainen¹ ja Tarja Lehto³, ¹Luonnonvarakeskus, ²Hebein maatalousyliopisto, Baoding, Kiina, ³Itä-Suomen yliopisto*
Pohjaveden tason vaikutus kasvuun ojitetuissa suometsissä: alustavia havaintoja taustalla olevista mekanismeista, *Leena Stenberg¹, Ari Laurén² ja Hannu Hökkä¹, ¹Luonnonvarakeskus, ²Itä-Suomen yliopisto*
- 14.45–15.15 Kahvitauko
- 15.15–15.50 Viiden minuutin hissipuheet
Toimiiko jatkuvapeitteinen metsänkasvatus turvemailla? *Sakari Sarkkola, Meeri Pearson, Markku Saarinen, Mika Nieminen, Timo Penttilä, Hannu Hökkä, Raisa Mäkipää ja Raija Laiho, Luonnonvarakeskus*
Puustorakenteet ja uudistaminen suometsissä – jatkuvasti peitteellisen metsänkasvatuksen mahdollisuuksia, *Markku Saarinen, Luonnonvarakeskus*
Tuhkakatteen vaikutus turvemaan istutettujen männyntaimien kasvuun, *Karri Uotila, Juha Heiskanen ja Hanna Ruhanen, Luonnonvarakeskus*
Suonpohjat metsäksi – mahdollisuuksia ja haasteita, *Lasse Aro ja Jyrki Hytönen, Luonnonvarakeskus*
Tehostetaan soiden käyttöä metsätalouden vesiensuojelussa, *Kaisa Heikkinen, Suomen ympäristökeskus*
- 15.50–16.10 Turv maiden luontainen uudistaminen – tuloksia ja suuntaviivoja, *Hannu Hökkä, Jyrki Hytönen ja Markku Saarinen, Luonnonvarakeskus*
- 16.10–16.30 Suopuustojen laatu ja käyttömahdollisuudet – haaste metsänkasvatukselle ja mahdollisuus kehitystyölle, *Erkki Verkasalo*

Metsäteknologian ratkaisuja haastavaan suopuunkorjuuseen

- 13.45–14.45 Suometsien puunkorjuun ratkaisu koostuu useista osista, *Matti Sirén, Luonnonvarakeskus*
Vaihtoehtoisia alustarakenteita turvemaiden puunkorjuuseen, *Asko Poikela & Heikki Ovaskainen, Metsäteho oy*
- 14.45–15.15 Kahvitauko
- 15.15–16.30 Turvemaan pintakerroksen lujuuden mittalaite piikkisiipikaira, *Jari Ala-Ilomäki, Luonnonvarakeskus*
Tuorehakkeen poltto helpottaisi turvemaiden puunkorjuuta, *Risto Lauhanen¹, Juho Lahti¹, Kari Laasasenaho¹, Raimo Timonen¹, Jouko Laasasenaho² ja Alpo Kitinoja³, ¹Seinäjoen ammattikorkeakoulu, ²Helsingin yliopisto, ³Vaasan yliopisto*

Tekoälysovellukset metsätaloudessa

- 13.45–14.45 Koneoppiminen ja tekoäly suurten tietomassojen käsittelyssä yleensä ja erityisesti sovellettuina satelliittidatan käyttöön metsien arvioinnissa, *Jorma Laaksonen, Aalto-yliopisto*
Koneoppimisen käyttö digitaalisen metsävaratiedon tukena nyt ja tulevaisuudessa, *Tuomo Kauranne, Arbonaut oy*
- 14.45–15.15 Kahvitauko
- 15.15–16.30 Konvoluutionaaliset neuroverkot maanpeiteluokittelussa ja puulajitunnistuksessa, *Ilkka Pölönen, Jyväskylän yliopisto*
Hakkuukonetietojen hyödyntäminen metsävaratietojen ylläpidossa, *Timo Melkas, Kirsi Riekkö ja Juha-Antti Sorsa, Metsäteho oy*
Metsänhoidon suositusten digitaalinen transformaatio, *Kati Kontinen, Tapio oy*

Suometsien käytön vaikutus ilmastoon – kolme tietä tulevaisuuteen

Paavo Ojanen

Helsingin yliopisto, Metsätieteiden osasto

paavo.ojanen@helsinki.fi

Metsäojitus on suomalainen menestystarina. Sadan vuoden määrätietoisen tutkimus- ja ojitustoiminnan ansiosta lähes neljännes metsistämme ja puuston kasvusta on ojitetuilla soilla. Samalla on kuitenkin luotu merkittävä luonnon- ja ympäristönsuojeluongelma. Metsäojitetut suot ovat suuri päästölähde vesistöihin ja ilmakehään. Ojitus myös tuhoaa soiden kosteisiin oloihin sopeutuneiden eliöiden elinympäristön.

Suomen metsätalous ja -teollisuus elävät kukoistuskautta. Myös tulevaisuus näyttää valoisalta, erityisesti koska puulla voidaan korvata ympäristön kannalta haitallisia fossiilisia raaka-aineita. Kestävästi tuotettujen uusiutuvien luonnonvarojen kysyntä kasvaa huimasti. Suomalainen metsätalous onkin monella tapaa kestävä ja kestää kansainvälisen vertailun. Mutta tämä pätee vain kangasmaiden metsiin. Metsäojitetuilla soilla ristiriita kestävyysvaatimusten ja todellisuuden välillä on räikeä.

Voivatko metsäojitetut suot olla osa Suomen metsien suurta tulevaisuutta? Tässä esityksessä hahmottelen kolme mahdollista tietä tulevaisuuteen. Keskityn metsäojituksen ilmastovaikutuksiin ja niiden merkitykseen metsätaloudelle. Käsittelen myös ilmastovaikutusten suhdetta vesistövaikutuksiin ja luonnon monimuotoisuuteen sekä suometsätalouden taloudelliseen kannattavuuteen.

Käsitys metsätalouden vesistövaikutuksista on muuttunut – kuinka paljon tiedetään?

Mika Nieminen¹, Tapani Sallantaus², Sakari Sarkkola¹, Tiina M. Nieminen¹, Liisa Ukonmaanaho¹, Hannu Marttila³, Sirpa Piirainen⁴, Seppo Hellsten², Ahti Lepistö²

*¹Luonnonvarakeskus, Helsinki, ²Suomen ympäristökeskus, Helsinki, ³Oulun yliopisto, Vesi- ja ympäristötekniikka, ⁴Luonnonvarakeskus, Joensuu
mika.nieminen@luke.fi*

Johdanto

Viime vuonna julkaistiin tutkimus ojituksen pysyväluonteisesta kuormitusvaikutuksesta (Nieminen ym. 2017). Kun pysyväluonteinen kuormitus otetaan huomioon, metsätalouden vesistökuormitus on huomattavasti suurempaa kuin on aiemmin arvioitu. Tutkimuksen julkaisemisesta lähtien on esitetty hyvinkin erilaisia käsityksiä siitä, miten paljon ojitus ja metsätalous kaiken kaikkiaan kuormittavat vesistöjämme. Erilaiset käsitykset johtuvat osaksi erilaisista laskentamenetelmistä, osaksi siitä, että kaikkia kuormituslähteitä ei ole osattu ottaa huomioon.

Ominaiskuormituslukuun perustuva kuormitus

Metsätalouden vesistökuormituksen arviointi on Suomessa perustunut niin kutsuttuihin ominaiskuormituslukuihin. Menetelmässä kunkin metsätaloustoimenpiteen aiheuttama vesistökuormitus lasketaan kertomalla metsätaloustoimenpiteen toteutusala ominaiskuormitusluvulla eli toimenpiteen pinta-alayksikköä kohti tuotetulla kuormitusluvulla (esim. 30000 ha x 5 kg N ha⁻¹). Lopuksi eri toimenpiteiden kuormitukset lasketaan yhteen. Verrattaessa ominaiskuormitusluvuilla tuotettua kuormitusta muilla menetelmillä laskettuun kuormitukseen on havaittu, että se on selvästi muita alaisempi. Todennäköisenä syynä on se, että ominaiskuormituslukuja määritettäessä huomioidaan vain toimenpidettä seuraavan kymmenen vuoden jakson kuormitus. Siitä puuttuu edellä mainittu ojituksen pysyväluonteinen ravinnekuormitus.

Vanhon ojitusten kuormitus

Paremmalla tavalla puuttuessa ojitusalueilta tulevaa pysyväluonteista kuormitusta on alettu kutsua ”vanhojen ojitusten” kuormitukseksi. Kuormitus voisi olla pelkästään uudisojituksen aiheuttamaa, jolloin sitä voisi kutsua uudisojituksen kuormitukseksi. Toisaalta on mahdollista, että erilaisten toimenpiteiden vaikutukset kumuloituvat, jolloin se on pikemmin suometsätalouden kuormitusta. Termistä riippumatta sillä tarkoitetaan kuormitusta, jota syntyy jatkuvasti eli silloinkin, kun ojitusalueilla ei ole tehty mitään kuormitusta lisääviä toimenpiteitä.

Vanhat ojitukset plus muu kuormitus

Tänä vuonna julkaistussa tutkimuksessa vanhojen ojitusten kuormitukseksi maassamme arvioitiin typen osalta 13000 tonnia vuodessa (Nieminen ym. 2018). Kun siihen lisätään kaikki muu kuormitus eli ominaiskuormituslukuun perusteella laskettu metsätalouden kuormitus, päädytään siihen, että metsätalouden typen kuormitus olisi 14600 tonnia. Samoin on karkeasti arvioitu, että vanhojen ojitusten fosforikuormitus voisi olla noin 500 tonnia vuodessa ja koko metsätalouden kuormitus 630 tonnia. Vanhojen ojitusten vaikutuksen huomioon ottaminen lähes kymmenkertaistaa metsätalouden typen ja viisinkertaistaa fosforin vesistökuormituksen aiempiin arvioihin verrattuna.

Seurantaverkon arvio

Ojituksen pysyväluonteisen kuormituksen huomioon ottavat arviot eivät kuitenkaan ole suurimpia, mitä on esitetty. Suomessa perustettiin vuonna 2014 Maa- ja metsätalousministeriön (MMM) rahoittamana niin kutsuttu Metsätalouden seurantaverkko (Finér ym. 2018). Siinä seurataan normaalissa metsätaloustoiminnassa olevia valuma-alueita ja luonnonalaisia alueita ja lasketaan metsätalouden kuormitus näiden erotuksena. Vuosien 2015-2016 perusteella tehtyjen laskelmien mukaan metsätalous kuormittaisi vesistöjä typen osalta vuosittain 1,1 kg ha⁻¹ ja fosforin osalta 50 g ha⁻¹. Kun nämä kerrotaan Suomen metsäpinta-alalla, päädytään 25000 tonnin vuotuisen typen kuormitukseen ja 1100 tonnin fosforikuormitukseen. Maatalouden typen kuormituksen ollessa 30200 tonnia ja fosforikuormituksen 1800 tonnia (<http://www.ymparisto.fi/fi->

[FI/Kartat ja tilastot/Vesistöjen kuormitus ja luonnon huuhtouma](#)) on selvää, että osassa maamme metsätaloudesta tulisi MMM:n seurantaverkon tulosten perusteella suurin ihmisperäinen vesistökuormittaja.

Taulukko 1. Metsätalouden valtakunnallinen typpi- ja fosforikuormitus eri menetelmillä arvioituna sekä verrattuna maatalouden kuormitukseen.

	Ominaiskuormitus-lukuihin perustuva kuormitus (Finér ym. 2010).	Vanhojen ojitusten kuormitus (Nieminen ym. 2018) + muu kuormitus (Finér ym. 2010) Mg a ⁻¹	MMM:n seurantaverkon perusteella laskettu kuormitus (Finér ym. 2018)	Maatalouden kuormitus
N	1 600	14 600	25 000	30 000
P	130	630	1 100	1 800

Arvioiden erot

Mistä sitten johtuu, että MMM:n seurantaverkon perusteella tehty kuormitusarvio on vielä huomattavasti suurempi kuin vanhojen ojitusten ja muun metsätalouden kuormituksen summana laskettu kuormitus? Yksi selitys on varmaankin pinta-alakertoimessa. MMM:n seurantaverkon tulokset on kerrottu maamme koko metsäpinta-alalla (22769000 ha). On kuitenkin mahdollista, että merkittävässä osassa metsäalueitamme ei harjoiteta niin aktiivista metsätaloutta kuin keskimäärin MMM:n seurantaverkon alueilla, jolloin seurantaverkko yliarvioisi kuormitusta. Verrattaessa metsätalouskäytössä olevien alueiden kuormitusta luonnontilaisiin alueisiin, on myös aina mahdollista, että metsätalouskäytössä on ravinteikkaampia ja eteläisempiä alueita, joilla kuormitus voi luontaisestikin olla suurempaa tai joilla metsätalouden vaikutukset ovat suuremmat kuin viljavuudeltaan karummilla ja pohjoisemmilla alueilla. Toisaalta tämä epävarmuus voi vaikuttaa myös niin, että Niemisen ym. (2018) arviot vanhojen ojitusten kuormituksesta ovat liian suuria.

On myös huomionarvoista, että vanhojen ojitusten ja muun metsätalouden summana laskettu kuormitus aliarvioi todellista kuormitusta, jos siitä puuttuu merkittäviä kuormituslähteitä. Yksi puuttuva kuormituslähde ovat harvennushakkuut, mutta ehkä tätä vieläkin merkittävämpi puute ovat kivennäismailla olevat ojat. Äskettäin Metsäkeskuksen Etelä-Savon alueella arvioitiin, että siellä kaikista 52000 ojakilometristä peräti puolet oli kangasmailla. Tämä selittynee osaksi sillä, että ohut turvekerros on kokonaan hajonnut, jolloin ojitettu alue luokitellaan nykyisin kangasmaaksi. Osaksi selitys voi olla siinä, että kangasmaiden ojitaminen on ollut välttämätöntä vesien johtamiseksi pois ojitetuilta turvemailta. Kangasmailla olevien ojien tiedetään usein olevan hyvin suuria eroosioaineksen ja partikkelimaisten ravinteiden lähteitä, mutta mitään arvioita niiden kuormitusvaikutuksista ei voi nykytiedon perusteella tehdä.

SuoVesi-työryhmä

Poikkeavien käsitysten vuoksi on perustettu eri organisaatioiden vesistöasiantuntijoista koostuva työryhmä, jonka on tarkoitus tuottaa uudet valtakunnalliset ja alueelliset kuormitusarviot vuosien 2018-2019 aikana. Tavoitteena on arvioida uudelleen kuormitus etenkin suometsätalouden osalta sekä suhteuttaa se muiden kuormituslähteiden tarkennettuihin arvioihin. Selvää on, että aiempiin ominaiskuormituslukuihin perustuviin hyvin alhaisiin kuormitusarvioihin ei enää voida päätyä. Nyt tärkeä tehtävä on saada selvitettyä, miten kuormitukset saadaan laskuun eniten kuormittavilla alueilla eli ojitetuilla soilla.

Tärkeää on myös selvittää, minne ojitusten aiheuttama kuormitus lopulta päättyy, vain lähivesiin vai kauemmas isoillekin vesistöalueille ja aina Itämereen asti. Pääasiassa alenevat fosforipitoisuudet Itämereen laskevissa joissa viittaavat siihen, että ojitusten fosforikuormitus ei ulottuisi kauas (Rankinen ym. 2016). Toisaalta kasvavat typpipitoisuudet Perämereen laskevissa joissa saattaisivat osaksi selittyä sillä, että niiden valuma-alueilla on paljon metsäojitettuja soita ja ojituksen kuormitus on aiemmin arvioitua suurempaa ja pitkäkestoisempaa.

Viitteet

Finér, L., Mattsson, T., Joensuu, S., Koivusalo, H., Laurén, A., Makkonen, T., Nieminen, M., Tattari, S., Ahti, E., Kortelainen, P., Koskiahho, J., Leinonen, A., Nevalainen, R., Piirainen, S., Saarelainen, J., Sarkkola, S., Vuollekoski, M. (2010). Metsäisten valuma-alueiden vesistökuormituksen laskenta. Suomen ympäristö 10/2010. 33 s.

- Finér, L., Tuukkanen, T., Mattsson, T., Nieminen, M., Piirainen, S., Tattari, S. (2018). Metsätalouden vesistökuormituksen seurantaverkko tuottaa uutta tietoa hajakuormituksesta. *Vesitalous* 2/2018: 10-12.
- Nieminen, M., Sallantausta, T., Ukonmaanaho, L., Nieminen, T. M., Sarkkola, S. (2017). Nitrogen and phosphorus concentrations in discharge from drained peatland forests are increasing. *Science of the Total Environment* 609: 974–981. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.07.210>
- Nieminen, M., Sarkkola, S., Hellsten, S., Marttila, H., Piirainen, S., Sallantausta, T., Lepistö, A. (2018). Increasing and Decreasing Nitrogen and Phosphorus Trends in Runoff from Drained Peatland Forests – Is There a Legacy Effect of Drainage or Not? *Water Air and Soil Pollution* 229(8). <https://doi.org/10.1007/s11270-018-3945-4>
- Rankinen, K., Keinänen, H., Bernal, J. E. C. (2016). Influence of climate and land use changes on nutrient fluxes from Finnish rivers to the Baltic Sea. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 216: 100-115. <http://dx.doi.org/10.1016/j.agee.2015.09.010>

Suometsien puuvarojen kehitys ja skenaariot

Tuula Packalen¹, Juha-Pekka Hotanen¹, Hannu Hökkä², Kari T. Korhonen¹, Olli Salminen³

*¹Luonnonvarakeskus, Joensuu, ²Luonnonvarakeskus, Rovaniemi, ³Luonnonvarakeskus, Helsinki
tuula.packalen@luke.fi*

Tuoreimman valtakunnan metsien inventoinnin (VMI12) mukaan Suomessa on metsätalousmaata noin 26 miljoonaa hehtaaria, josta metsämaata on 20 miljoonaa hehtaaria. Puuston tilavuus on 2,5 miljardia kuutiometriä, puuston kasvu 107 miljoonaa kuutiometriä vuodessa ja puuntuotannollisesti suurin kestävä hakkuumahdollisuus 84 miljoonaa kuutiometriä runkopuuta vuodessa (Luke 2018a,b). 1950-luvun alussa metsämaata oli Suomessa 17 miljoonaa hehtaaria. Osa metsämaan pinta-alan lisäyksestä johtuu metsämaan käsitteen muuttumisesta valtakunnan metsien 5. inventoinnissa (VMI5). Todellinen lisäys pinta-alassa on saatu aikaan valtakunnallisten metsänparannusohjelmien mukaisilla kitu- ja joutomaan soiden ojituksilla sekä jonkin verran peltojen metsityksillä. Soita oli 1950-luvun alussa lähes 10 miljoonaa hehtaaria eli 37 prosenttia metsätalousmaan alasta. Nykyisin soiden osuus metsätalousmaasta on noin 33 prosenttia (Korhonen ym. 2017). Soiden alan vähentyminen johtuu mm. soiden ottamisesta turvetuotantoon, niiden jäämisestä tekojärvien, säännöstelyaltaiden tai muun rakentamisen alle, pellonraivauksesta ja siirtymisestä kankaisiin, kun turvekerros on ojituksen seurauksena menetetty. Toisaalta suopeltojen metsitys ja metsittyminen ovat lisänneet metsätalousmaan soiden alaa.

Puustosta on soilla noin 23 prosenttia (Korhonen ym. 2017). 1950-luvun alussa suometsien puuston tilavuus oli 252 miljoonaa kuutiometriä (Hökkä ym. 2002). Soiden puusto on siis yli kaksinkertaistunut. Turvemaiden osuus puuston kasvusta, suurimmasta kestävästä hakkuumahdollisuudesta ja tehdyistä hakkuista on noin 20 prosenttia (Korhonen ym. 2017, Luke 2018b). Päätehakkuiden ala soilla on lisääntynyt, vaikka päätehakkuiden kokonaisala on vähentynyt (Korhonen ym. 2017). Metsänhoitosuosituksen mukaan soilla on lähitulevaisuudessa harvennushakkuista 27 prosenttia ja päätehakkuiden 22 prosenttia (Korhonen ym. 2017). Metsänhoidollisiin ehdotuksiin verrattuna myöhässä on soiden harvennushakkuista suurempi osuus kuin kankailla (Korhonen ym. 2017). Soiden kunnostusojituksia VMI11:ssä ehdotettiin tehtäväksi 1,8-kertainen määrä edellisen kymmenvuotiskauden aikana tehtyihin kunnostusojituksiin verrattuna (Korhonen ym. 2017).

Suometsiin on julkisuudessa ehdotettu nykyistä ekstsensivisempää metsätaloutta, jossa luovuttaisiin joko kokonaan tai osittain avohakkuista, kunnostusojituksista ja maanmuokkauksesta. Ekstsensivisyyden hyötyinä pidetään esimerkiksi pienempää ravinnekuormitusta, pienempiä kasvihuonekaasupäästöjä ja kustannussäästöjä pois jäävistä toimenpiteistä. Ekstsensivisyyden muita seurauksia olisivat mm. pienemmät kertymät ja kalliimpi puunkorjuu, uudistumistulokseen ja taimikoiden varhaiskehitykseen liittyvän epävarmuuden kasvu ja erilaiset tuhoriskit. 1950-luvulla alkaneilla valtakunnallisilla metsänparannusohjelmilla tavoiteltiin tulevien hakkuumahdollisuuksien lisäystä. Tämä ennakoitu hakkuiden lisäys, ns. suunnitevaikutus, mahdollisti tuolloin välittömien hakkuiden lisäyksen kivennäismailla. Suometsillä on siis ollut osuuttaan suurempi rooli Suomen puuhuollossa (Nuutinen ym. 2000). Tässä esityksessä tarkastelemme suometsien uusia skenaarioita ja niihin liittyviä haasteita.

Viitteet

- Hökkä H., Kaunisto S., Korhonen K.T., Päivänen J., Reinikainen A., Tomppo E. (2002). Suomen suometsät 1951–1994. Metsätieteen aikakauskirja 2A/2002: 201–357.
- Korhonen K.T., Ihalainen A., Ahola A., Heikkinen J., Henttonen H.M., Hotanen J.-P., Nevalainen S., Pitkänen J., Strandström M., Viiri, H. (2017). Suomen metsät 2009–2013 ja niiden kehitys 1921–2013. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 59/2017. Luonnonvarakeskus, Helsinki. 86 s.
- Luke (2018a). <https://www.luke.fi/uutiset/valtakunnan-metsien-12-inventointi-vmi12-puuvarat-kasvat-edelleen/> Haettu 15.10.2018.
- Luke (2018b). <http://mela2.metla.fi/mela/tupa/index.php> Haettu 15.10.2018.
- Nuutinen T., Hirvelä H., Hynynen J., Härkönen K., Hökkä H., Korhonen K.T., Salminen O. (2000). The role of peatlands in Finnish wood production – an analysis based on largescale forest scenario modelling. *Silva Fennica* 34(2): 131–153.

Ratkaisut suometsien korjuuseen

Jori Uusitalo

Luonnonvarakeskus, Tampere

jori.uusitalo@luke.fi

Puunkorjuu suometsissä on hyvin haastavaa. Turvemaiden kantavuus on hyvin heikko verrattuna kivennäismaihin. Lisävaikeuksia aiheuttavat ojien ylitykset, pitkät ajomatkat palstalta tienvarseen, hakkuutähteiden alhainen määrä (varsinkin rämeillä), puuston aukkoisuus sekä varsin alhainen puuston kertymä suhteessa ajomatkaan. Puunkorjuu suometsistä onnistuu kohtuullisen hyvin, mutta se vaatii hyvin huolellista suunnittelua. Puunkorjaajan on myös hyväksyttävä se tosiasia, että puunkorjuuoperaatio aiheuttaa lisäkustannuksia kivennäismaan puunkorjuuseen verrattuna. Onnistunut puunkorjuuoperaatio suometsässä edellyttää, että puunkorjuu ajoitetaan oikeaan ajankohtaan, suometsissä operoidaan parhaalla mahdollisella kalustolla ja pidetään huoli, että ajoreitit ja niillä liikennöinti suunnitellaan huolella.

Kantavuuden tärkeimmät komponentit turvemailla ovat puuston tilavuus, juuristokerroksen lujuus sekä turvemaan kosteus. Kantavuutta voidaan lisätä työstämällä hakkuutähteet ajouralle, mutta tätä kautta saavutettava kantavuuden lisäys on syöty 1-2 ajokerran jälkeen. Merkittävin tekijä turvemaan kantavuuden kannalta on puuston tilavuus, sillä se vaikuttaa puuston juurikerroksen määrään, turpeen ominaisuuksiin sekä haihduntaan. Sekapuustoisuus sekä runsas alikasvoksen määrä on aina edullista turvemaan kantavuuden kannalta, sillä ne kummatkin lisäävät juuristokerroksen määrää. Pohjaveden pinnan laskiessa alle puolen metrin maatuneen turvekerroksen lujuus lisääntyy merkittävästi. Edullisin ajankohta turvemaiden sulanmaan aikaiselle puunkorjuulle ajoittuu heinä-syyskuun väliseen aikaan, kun pohjaveden korkeus on alimmillaan.

Ajoreitistö tulee suunnitella huolella. Suometsien puunkorjuuoperaatioissa tulisi aina pyrkiä kuljettamaan puu ainakin kahdelle eri varastopaikalle. Tällä voidaan vähentää pääajourille kohdistuvaa kokonaisrasitusta. Lähtökohtaisesti ajokertojen määrä tulisi pääajourilla rajoittaa 4-5 kertaan ja palstaurilla 2 kertaan. Nykyohjeisto sallii ajourien leventämisen pääajourilla, mikä antaa kuljettajalle mahdollisuuden hakea kuormatraktorille uuden pyöräuran jo kertaalleen ajetun uran vierestä. Tällä voidaan pienentää pyöräuran maksimisyyvyyttä. Mikäli suoalue rajoittuu kivennäismaakaistaleeseen, olisi hyvä, jos pääajoura voitaisiin kierrättää tätä kautta. Suoalueella pääajourat tulee ehdottomasti suunnitella puustoisimmille kohdille leimikkoa. Tässä voidaan hyödyntää puuston laserkeilausprojektien latvusrajakarttoja (CHM), valmiita gridi-kohtaisia puustoennusteita tai niistä työstettyjä mikrokuviointeja.

Puunkorjuu tulee toteuttaa parhaalla mahdollisella kalustolla: joko tela-alustaisilla tai kantavilla teloilla varustetuilla metsäkoneilla. Kantavat telat pienentävät koneen alla olevaa pintapainetta merkittävästi. Tämä ei kuitenkaan poista sitä ongelmaa, että raskailla koneilla jännityskäyrät ulottuvat hyvin syvälle ja että teloista huolimatta paine maan sisällä alkaa jo puolen metrin syvyydessä olla vakio koneen alla. Koneen kokonaismassalla on myös iso merkitys korjuuvaurioiden syntyyn. Tässä onkin seuraava kehityskohde metsäkonevalmistajille: suopuustojen korjuuseen soveltuva hakkuukone ja kuormatraktori, jossa koneen massaa on merkittävästi alennettu innovatiivisilla ratkaisuilla.

Viitteet

- Hökkä H., Uusitalo J., Lindeman H., Ala-Ilomäki J. (2016) Performance of weather parameters in predicting growing season water table depth variations on drained forested peatlands - a case study from southern Finland. *Silva Fennica* 50:1–12. <https://doi.org/10.14214/sf.1687>
- Uusitalo J., Ala-Ilomäki J. (2013) The significance of above-ground biomass, moisture content and mechanical properties of peat layer on the bearing capacity of ditched pine bogs. *Silva Fennica* 47:1–18. <https://doi.org/10.14214/sf.993>
- Uusitalo J., Kaakkurivaara T., Haavisto M. (2012) Utilizing airborne laser scanning technology in predicting bearing capacity of peatland forest. *Croatian Journal of Forest Engineering* 33(2): 329-337.
- Uusitalo J., Salomäki, M., Ala-Ilomäki, J. (2015a) Variation of the factors affecting soil bearing capacity of ditched pine bogs in Southern Finland. *Scandinavian Journal of Forest Research* 30(5):429-439. <https://doi.org/10.1080/02827581.2015.1012110>
- Uusitalo J., Salomäki M., Ala-Ilomäki J. (2015b) The effect of wider logging trails on rut formations in the harvesting of peatland forests. *Croatian Journal of Forest Engineering* 36:125-130.

LIFEPeatLandUse – tietoa heikkotuottoisten soiden jatkokäyttöön

Miia Saarimaa, Artti Juutinen, Anne Tolvanen

Luonnonvarakeskus, Oulu

miia.saarimaa@luke.fi

Suomessa on lähes miljoona hehtaaria ojitettuja soita, joilla metsätalous ei ole kannattavaa. Tavoitteena on löytää kustannustehokkaita jatkokäyttövaihtoehtoja, jotka samalla auttavat hidastamaan tai pysäyttämään soiden monimuotoisuuden tilan heikkenemistä, vähentämään vesistöihin kohdistuvaa kuormitusta ja parantamaan soiden kykyä sitoa kasvihuonekaasuja.

EU Life+-rahoittamassa LIFEPeatLandUse-projektissa tarkasteltiin erilaisia soiden käyttövaihtoehtoja suoluonnon monimuotoisuuden, kasvihuonepäästöjen, vesistövaikutusten ja taloudellisen kannattavuuden näkökulmasta. Vaihtoehtoina soiden käytölle tarkasteltiin nykytilaan jättämistä, bioenergian tuotantoa, tehostettua puuntuotantoa, ennallistamista, turvetuotantoa ilman jälkikäyttöä, turvetuotantoa ja metsitystä sekä turvetuotantoa ja vesitystä. Ennusteissa verrattiin soilta saatavaa taloudellista tuottoa niissä syntyviin muihin luonnon hyötyihin eli ekosysteemipalveluihin.

Soiden käytön vaikutuksia ennustettiin 5–100 vuoden aikavälillä. Laskelmat havainnollistavat eri käyttömuotojen etuja ja haittoja ja esittävät konkreettisia pinta-alalaskelmia erilaiset ympäristörajoitteet ja taloudelliset tavoitteet huomioiden. Tulosten mukaan ojitettujen soiden monimuotoisuus hyötyy eniten ennallistamisesta ja seuraavaksi eniten puubiomassan korjuusta. Vesistökuormitusta voidaan vähentää rajoittamalla puubiomassan korjuuta ja intensiivistä metsätaloutta sekä lisäämällä ennallistamisen määrää. Kustannustehokkain vaihtoehto ilmastovaikutuksen vähentämiseksi olisi jättää heikkotuottoiset ojitetut suot kaikkien toimenpiteiden ulkopuolelle.

Tuloksista käy lisäksi ilmi, että tarkastelun aikajakso vaikuttaa hyvin vahvasti lopputulokseen. Maankäyttöpäätösten tulisikin perustua pitkän aikavälin tarkasteluun, koska myös maankäytön vaikutukset ovat pitkäaikaisia. Poliittiset päätökset tehdään viiden vuoden jaksolle, mutta esimerkiksi soiden hiilensidonta on satojen ja jopa tuhansien vuosien kysymys.

Mitkä ovat soiden kustannustehokkaat käyttömuodot?

Artti Juutinen

Luonnonvarakeskus, Oulu & Oulun yliopiston kauppakorkeakoulu

artti.juutinen@luke.fi

Soita on Suomessa ojitettu runsaasti metsätaloutta varten. Monet ojitetut suot ovat vähätuottoisia eikä niiden metsänkasvatus ole välttämättä taloudellisesti kannattavaa. Tutkimuksessa pyrittiin löytämään kustannustehokkaita jatkokäyttövaihtoehtoja vähätuottoisille ojitetuille soille monitavoitteisen optimoinnin avulla osana EU Life+-rahoittamaa LIFEPEATLandUse-projektia. Vaihtoehtoina soiden käytölle tarkasteltiin nykytilaan jättämistä, energiapuun korjuuta, tehostettua puuntuotantoa, ennallistamista, turvetuotantoa ilman jälkikäyttöä, turvetuotantoa ja metsitystä sekä turvetuotantoa ja vesitystä. Taloudellisen tuoton ohella tarkasteltiin, miten jatkokäyttövaihtoehdot vaikuttivat soiden monimuotoisuuteen, ilmaston lämpenemiseen ja vesistöihin kohdistuvaan kuormitukseen. Vaikutuksia tarkasteltiin 50 vuoden aikavälillä. Tulosten mukaan jatkokäyttövaihtoehdot vaikuttivat eri tavoitteisiin eri tavoin eikä kaikkia tavoitteita voitu saavuttaa samanaikaisesti. Esimerkiksi energiapuun korjuun ja ennallistamisen avulla voitiin turvata soiden monimuotoisuutta. Ilmastoa lämmittävän vaikutuksen vähentämiseksi paras vaihtoehto oli jättää heikkotuottoiset ojitetut suot kaikkien toimenpiteiden ulkopuolelle. Vesistökuormitusta voitiin puolestaan vähentää rajoittamalla energiapuun korjuuta ja intensiivistä metsätaloutta sekä lisäämällä ennallistamisen määrää. Monitavoiteoptimoinnin avulla voitiin kuitenkin löytää kustannustehokkaita kompromissiratkaisuja, jotka tuottivat mahdollisimman paljon taloudellista hyötyä ja aiheuttivat mahdollisimman vähän haitallisia ympäristövaikutuksia. Soiden käytön suunnittelun ja ohjauksen tueksi tarvitaan systemaattinen, integroitu vaikutusarviointi.

Soiden ennallistaminen patoamalla – Sadan padon kokemukset talkoista Keurusseudulla

Matti Aalto
Aallokas Oy
matti@aallokas.fi

Ojitettuja soita ennallistamalla eli ojia tukkimalla voidaan lisätä luonnon monimuotoisuutta, hillitä ilmastonmuutosta, vähentää vesistöpäästöjä ja parantaa virkistyskäyttömahdollisuuksia. Käytetyin ennallistamismenetelmä on ojien tukkiminen kokonaan kaivinkoneella, mutta patoamalla tehtävä ennallistaminen on usein myös varteenotettava vaihtoehto.

Keurusseudulla on tehty käsipelillä talkoovoimin 120 patoa vuosina 2011-2017. Vuoden 2017 tarkistuskierroksen mukaan yli 90 % padoista toimii suunnitellusti. Etenkin talkoissa kehitetyn patomallin mukaisesti huolellisesti tehdyt padot vaikuttavat olevan ”lopullisesti” toimivia. Padon tärkeimmät ominaisuudet ovat tiiviys ja korkeus. Pato voidaan tehdä paikalta saatavista luonnon materiaaleista, mutta sen alle ei saa jäädä virtauksen mahdollistavaa varvikkoa tai juurakon koloja, ja padon on oltava painumisen jälkeenkin niin korkea, ettei vesi missään olosuhteissa virtaa sen yli.



Viitteet

Aalto M., Aalto A. (2018). Opas soiden ennallistamiseen käsityönä. https://www.sll.fi/mita-me-teemme/suot/copy4_of_Opassoidenennallistamiseenkasityona.pdf

Vapaaehtoisuuden vaikutukset soidensuojelun ekologiseen vaikuttavuuteen ja taloudelliseen tehokkuuteen

Eini Nieminen¹, Santtu Kareksela³, Panu Halme¹, Janne S. Kotiaho¹

¹Jyväskylän yliopisto, ³Metsähallitus, luontopalvelut

eini.m.nieminen@jyu.fi

Suojelualueverkoston laajentaminen on yksi tärkeimpiä keinoja monimuotoisuuskadon hillitsemisessä. Monet monimuotoisuudelle tärkeät alueet sijaitsevat yksityisessä omistuksessa olevilla mailla, joten yksityismaiden suojelu on monissa tapauksissa perusteltua. Yksityismaiden suojelu aiheuttaa kuitenkin konflikteja maanomistajien ja suojelua ajavien tahojen välille. Ratkaisuksi on kehitetty maanomistajan vapaaehtoisuuteen perustuvia suojelukeinoja. Ne kasvattavat suojelun keinovalikoimaa ja tutkimusten mukaan vähentävät suojeluun liittyviä ristiriitoja. Vapaaehtoiset keinot ovatkin saaneet kiitosta useilta tahoilta.

Vapaaehtoiset suojelukeinot kuitenkin vähentävät käytännön suojeluratkaisujen määrää, koska suojeluun voivat päätyä vain ne alueet, joilla maanomistajat ovat myöntämielisiä suojelulle. Näin ollen suojelun vapaaehtoisuus voi vaikuttaa siihen, kuinka tehokkaasti suojelulla turvataan monimuotoisuutta sekä siihen, kuinka paljon suojelutavoitteiden saavuttaminen maksaa. Tutkimme, eroavatko suojeluratkaisun laatu monimuotoisuuden suhteen sekä ratkaisun taloudelliset kustannukset verrattaessa vapaaehtoisuuteen perustuvaa ratkaisua ja maanlunastukset sallivaa ratkaisua. Tutkimustapauksena hyödynsimme soidensuojelun täydennysohjelmaa, joka piti alun perin toteuttaa luonnonsuojelulain mukaisesti sallien yksityismaiden lunastukset, mutta joka muutettiin vuonna 2014 vapaaehtoisuuteen perustuvaksi ympäristöministerin vaihdoksen myötä.

Rakensimme kolme erilaista skenaariota, jotka analysoitiin priorisaatio-ohjelma Zonationilla:

1. Vapaaehtoisuutta painottavassa skenaariossa suojelun ulkopuolelle rajattiin kaikki sellaiset suot, joilla yksikin omistaja vastusti suojelua. Tämä tapahtui riippumatta soiden monimuotoisuuspiirteistä tai hinnasta.
2. Sekä vapaaehtoisuutta että monimuotoisuutta tasapainottavassa skenaariossa maanomistajien vastustus oli mukana jatkuvana muuttujana. Tällöin analyysi pyrki poistamaan eniten vastustettuja soita, mutta silti säilyttämään monimuotoisuudeltaan arvokkaita kohteita etsien tasapainoa kohteiden vastustuksen ja luontoarvojen korvaamattomuuden välillä. Suojeltavaksi päättyi siis myös vastustettuja kohteita.
3. Monimuotoisuutta painottavassa skenaariossa suot valikoituivat suojeluun monimuotoisuutensa ja hintansa perusteella riippumatta maanomistajien vastustuksen määrästä.

Alustavat tulokset osoittavat, että kun suojeluun käytettävä pinta-ala on kaikissa skenaarioissa sama, täysin vapaaehtoisesti toteutettuna (skenaario 1) suojeluun päätyvän kokonaismonimuotoisuuden määrä on kolmanneksen pienempi kuin siinä tapauksessa, että maanomistajien mielipiteitä ei huomioida lainkaan (skenaario 3). Äärimmäisen uhanalaisten (CR) ja uhanalaisten (EN) lajien ja luontotyyppien määrä putoaa kahdella kolmanneksella. Lisäksi suojelun taloudelliset kustannukset nousevat tuntuvasti. Toisaalta monimuotoisuutta painottava skenaario 3 tuottaa suojeluratkaisun, jossa keskimäärin joka kolmas maanomistaja joutuu suojelemaan vasten tahtoaan. Jos kuitenkin huomioidaan sekä maanomistajien vapaaehtoisuus, että luonnon monimuotoisuus (skenaario 2), pystytään suojelemaan lähes saman verran monimuotoisuutta kuin jos maanomistajien mielipiteet jätetään kokonaan huomiotta (skenaario 3). Tällöin maanomistajista harvempi kuin joka kymmenes joutuu suojelemaan vasten tahtoaan ja suojelun taloudelliset kustannukset asettuvat skenaarioiden 1 ja 3 välille.

Tutkimuksemme osoittaa, että suojelun toteuttaminen pelkästään vapaaehtoisin keinoin johtaa taloudellisesti kustannustehottomaan suojeluun. On kuitenkin löydettävissä ratkaisu, jossa suojelun kustannusvaikuttavuus ja maanomistajien huomioiminen eivät sulje toisiaan pois. Haluttaessa onkin mahdollista toteuttaa soidensuojelun täydennys niin, että se säilyy ekologisesti vaikuttavana ollen samaan aikaan melko kustannustehokasta sekä maanomistajien mielipiteitä paremmin huomioivaa.

Viitteet

Alanen A., Aapala K. (2015). (toim.) Soidensuojelutyöryhmän ehdotus soidensuojelun täydentämiseksi. Ympäristöministeriön raportteja 26/2015. <https://helda.helsinki.fi/handle/10138/158285>.

Suopurojen ekologisten arvojen huomioiminen ja lisääminen metsänhoidossa

Sirpa Piirainen¹, Eeva-Liisa Jorri², Leena Finér¹,

¹Luonnonvarakeskus, Joensuu, ²Metsähallitus, Vantaa

sirpa.piiirainen@luke.fi

Uudisojitusten aikana valtaosa suopuroista perattiin ja uomat oikaistiin ojaverkkoon sopiviksi, minkä takia luonnontilaisten purojen määrä suomessa on vähentynyt 80 % Etelä- ja 40 % Pohjois-Suomessa (Raunio et al. 2008). Peratun puron sukkessio kuitenkin eroaa ojan kehityksestä, sillä virtaavan veden suurempi määrä estää sen umpeenkasvun ja se alkaa kehittyä takaisin kohti luonnontilaista puroa. Valuma-alueella metsänkasvun edistämiseksi tehdyt ojitukset heikentävät purojen ekologiaa morfologisten muutosten, kasaantuneen kiintoaineen, liuenneen orgaanisen aineen sekä ravinnepitoisuuden nousun takia (Rääpysjärvi et al. 2016). Kunnostusojituksen yhteydessä puroon suoraan vedetyt ojat jätetään perkaamatta, mikä vähentää erityisesti kiintoaineen huuhtoutumista ja edistää vesiluonnon suojelua.

Ruotsissa WWF on kehittänyt arviointimenetelmän, jolla vesiympäristön, sekä uoman että rantakaistaleen eli suojavyöhykkeen, ekologisia arvoja voidaan tunnistaa (WWF). Menetelmää voidaan hyödyntää myös arvojen lisäämiseksi. Suomessa menetelmää kutsutaan nimellä Siniset tavoitteet ja sitä on alustavasti testattu vesiensuojelukoulutusten yhteydessä. Arvioinnissa purouoman luontoarvoja lisääviä ominaisuuksia ovat mm. sen mutkittelevuus, syvyyden vaihtelu ja putoukset. Suojavyöhykkeen luontoarvoja lisäävät mm. vanha, täystiheä ja monilajinen puusto, lahoppuut sekä tulviminen. Kunnostusojitusten ja hakkuiden yhteydessä perattuun purouomaan voitaisiin muun työn ohessa lisätä kiviä ja puuainesta sekä suojavyöhykkeellä lisätä lahoppuun määrää, mikä edesauttaisi vesiympäristön ekologista palautumista. Arvioinnissa ihmistoiminnan näkyminen vesiympäristössä, kuten suojakaistan ajourat tai puron ylittävät tiet sekä ojat, vähentävät ekologisia arvoja. Ihmistoiminnalta suojellun suojakaistan minimileveydeksi on määritetty 10 m, mikä on helppo toteuttaa eikä merkittävästi vähennä metsätalouden tuottoa. Arviointimenetelmässä vesiympäristön herkkyyttä myös arvioidaan eri tekijöillä. Eroosioherkkä maalaji, jyrkät rinteet puron varrella ja korkea pohjaveden pinta suojavyöhykkeellä ovat merkkejä, joiden esiintyessä käsittelemättömän suojavyöhykkeen leveyttä metsänkäsittelyn yhteydessä pitäisi lisätä häiriöiden välttämiseksi. Arviointimenetelmässä otetaan huomioon myös vesiympäristön kulttuuri- ja virkistysarvot. Vanhat uittolaitteet, kivisillat ja myllyrakenteet sekä luontopolut, kalastus- tai retkeilypaikat, majavapadot ja muut erikoiset kasvi- tai eläinlajit lisäävät paikan arvoa. Metsänhoidossa majavapatojen säilyttäminen ja talousmielessä vähempiarvoisten puiden kuten pajujen, pihlajien tai katajien suosiminen suojavyöhykkeellä olisivat yksinkertaisia toimenpiteitä. Lehtipuukarike edistää vesistön hyvinvointia. Lehtipuukarike on havupuukariketta parempaa ruokaa vesieliöstölle ja lehtipuiden latvustossa elää hyönteisiä, jotka kelpaavat ravinnoksi. Lehtipuiden varjostusvaikutus vesistöön on kasvukaudella hyvä ja keväisin ja syksyisin varjostuksen vähentyessä valoa ja lämpöä pääsee vesistöön paremmin kuin havupuiden alla. Varsinkin korpikuusikoissa vesistön varjostus on läpi vuoden hyvin voimakasta.

On myös esitetty, että luonnontuhoja jäljittelevät suojavyöhykkeiden puuston käsittelymenetelmät voivat parhaiten edistää ja ylläpitää vesistön ekologiaa (Kreutzweiser et al. 2012). Turvemetsissä pienaukkoahakkuut, jotka jäljittelevät myrskytuhoja, ja kuolleen puuaineen lisääminen sekä uomaan että suojavyöhykkeelle voisivat olla sopivia menetelmiä. Kevyet harvennukset lehtipuita ja muita märkää maaperää kestäviä puu- ja pensaslajeja suosien jäljittelevät purovarsien luontaista sukkessiota. Paras ja kestävin tulos ekologian näkökulmasta saataneen, kun vältetään kaavamaisia ratkaisuja suojavyöhykkeen puuston käsittelyssä.

Viitteet

- Raunio, A., Schulman, A., Kontula, T. (2008). Suomen luontotyyppien uhanalaisuus- Osa 2: Luontotyyppien kuvaukset. Suomen ympäristö 8/2008.
- Rääpysjärvi, J., Karjalainen, S. M., Karttunen, K., Kuoppala, M. ja Aroviita, J. (2016). Metsätalouden vaikutukset purojen ja jokien biologiseen tilaan – MEBI -hankkeen tulokset. SYKE:n raportteja 20/2016.
- WWF (2011). <http://www.wwf.se/source.php/1408811/Blå%20målklasser%20NPK+.pdf> Haettu 10.9.2018
- Kreutzweiser, D.P., Sibley, P.K., Richardson, J.S., Gordon, A.M. (2012). Introduction and a theoretical basis for using disturbance by forest management activities to sustain aquatic ecosystems. *Freshwater Science* 31, 224-231.

Euroopan rahkasammalet kansissa – 15 vuotta verenpuna, hienruskeata ja kyyneltenvalkoista

Harri Vasander

Helsingin yliopisto, Metsätieteiden laitos

harri.vasander@helsinki.fi

Ryhmämme julkaisi ensimmäisen painoksen Suomen rahkasammalista v. 2009 (Laine ym. 2009). Siinä kuvattiin kaikki 40 maassamme esiintyvää rahkasammallajaa. Kun toinenkin paranneltu painos (2011) oli nopeasti myyty loppuun, päätimme laajentaa seuraavan rahkasammaloppaan euroopanlaajuiseksi. Puuttuihan noista edellisistä opuksista useita arktisia ja mereisiä lajeja sekä Azoreilta löydetty *S. recurvum* s. *stricto*. Onneksemme professori Kjell Ivar Flatberg Trondheimista suostui tulemaan mukaan kirjoittajaksi. Hänen asiantuntemuksensa, kokemuksensa ja sitoutumisensa rahkasammaliin on ainutlaatuista ja hänen uudet löydöt kesältä 2017 Nenetsiasta ehtivät vielä kirjaan. Kirjassa (Laine ym. 2018) esitetään kaikki Euroopasta tunnetut 60 rahkasammallajaa. Kirjan 326 sivulla on n. 1000 korkeatasoista värivalokuvaa, mv-piirroksia ja taulukoita.

Kirjassa käytetään uusinta taksonomista tietoa. Sektiot ovat pääosin korvautuneet alasuviilla. Suomenkin rahkasammalten lukumäärä kasvoi yhdellä lajilla. Äskettäinen tutkimus (Hassel ym. 2018) on osoittanut, että punarahkasammal, *Sphagnum magellanicum* Brid, esiintyy ainoastaan Etelä-Amerikassa. Pohjoisella pallonpuoliskolla punarahkasammalesta on erotettu lajit *Sphagnum divinum* Flatberg & Hassel ja *Sphagnum medium* Limpr.. Näistä em. esiintyy tyypillisesti soiden minerotrofisissa reunametsissä. *Sphagnum medium* on karujen soiden keskustasanteiden laji. Lajien makro- ja mikroskooppisia eroja on kuvattu Euroopan rahkasammaloppaassa.

Lisäksi kerron kuvausmatkoista Euroopan eri kolkille.

Viitteet

- Hassel K., Kyrkjeeide M.O., Yousefi Y., Prestø T., Stenøien H.K., Shaw A.J., Flatberg K.I. (2018). *Sphagnum divinum* (sp. nov.) and *S. medium* Limpr. and their relationship to *S. magellanicum* Brid. Journal of Bryology. <https://doi.org/10.1080/03736687.2018.1474424>
- Laine J., Harju P., Timonen T., Minkkinen K., Laine A., Tuittila E-S., Vasander H. (2009). The Intricate Beauty of *Sphagnum* Mosses – A Finnish Guide to Identification. Dept. of Forest Ecol. Publ. 10. 190 s.
- Laine J., Flatberg K.I., Harju P., Timonen T., Minkkinen K., Laine A., Tuittila E-S., Vasander H. (2018). *Sphagnum* Mosses – The Stars of European Mires. Dept. of Forest Sciences, Sphagna Ky. 326 s.
- Tilaukset: <https://holvi.com/shop/Sphagna/>

Forest-based bioeconomy and climate change mitigation in Finland

Maarit Kallio

Norwegian University of Life Sciences, Faculty of Environmental Sciences and Natural Resource Management, Ås, Norge
maarit.kallio@nmbu.no

During the recent years, several companies have invested or announced their interests in investing to new industrial production capacity of the products such as chemical pulp, carton board and biofuels in Finland. These investments mean increased demand for wood biomass in Finland. The use of woody feedstock in heat and power production has also increased. Currently, Finland like the other EU member states is in the process of defining its reference levels for forest carbon sinks. These forest reference levels to which the forest carbon sinks during 2021-2030 will be compared are prepared using the past forest utilization and management as benchmark. They do not set constraints to wood harvests and it may well be more cost-efficient to make the greenhouse gas savings in some other manner than binding more and more carbon to the forest capital. Yet, it is of interest to examine the possibilities for the use of wood in Finland accounting for the current starting point, potential new industrial investments, and the goal to utilize forests and forest products in climate change mitigation. The presentation focuses on these issues.

Miten matkailun kasvu hallitaan pohjoisessa?

Seija Tuulentie

Luonnonvarakeskus

seija.tuulentie@luke.fi

Euroopan pohjoinen alue on houkutellut matkailijoita viime vuosina aiempaa enemmän. Etenkin Suomen Lappi on vastannut kansainvälisten matkailijoiden talviseen kysyntään tehokkaasti: vuonna 2017 ulkomaalaisten matkailijoiden yöpymiset Lapissa kasvoivat 22,1 prosenttia. Kaikkiaan Lapissa rekisteröitiin noin 3,5 miljoonaa matkailijoiden yöpymistä, joista 1,6 miljoonaa oli ulkomaalaisten yöpymisiä.

Vaikka luontomatkailua on vaikea määritellä, luonto on joka tapauksessa lähes kaiken pohjoisen matkailun tärkein vetovoimatekijä. Alueen vetovoima ja arktinen näkyvyys perustuvat etenkin äärimmäisiin luonnonolosuhteisiin, kuten kylmyyteen, lumeen ja jäähän sekä yöttömään yöhön ja kaamokseen. Suomen Lapista löytyvät arktisen alueen korkeatasoisimmat matkailupalvelut ja pohjoisen Suomen matkailu on hyvin organisoitunut verrattuna muiden arktisten alueiden matkailuun (Maher ym., 2014).

Matkailun kestävyys ja kasvun hallitseminen ovat herättäneet huolta. Lapin matkailustrategia on pohjautunut matkailun keskittämiseen matkailukeskuksiin (Hakkarainen & Tuulentie, 2008). Tämä on auttanut luontomatkailun kanavoimista tietyille reiteille ja luontoalueille. Kansainväliset matkailijat ovat olleet pääasiassa ryhmämatkailijoita, jotka käyttävät ohjelmapalveluja ja joiden toimintojen kanavointi on helpompaa kuin yksittäisten matkailijoiden. Omatoimisten matkailijoiden määrä on kuitenkin lisääntynyt, ja kotimaiset matkailijat ovat perinteisesti käyttäneet luontoalueita laajasti.

Matkailun toimintojen ruuhkautuminen on ollut jo nyt näkyvissä erällä erityisen suosituilla alueilla. Esimerkiksi Rovaniemen kaupungin tuntumassa olevan Napapiirin pajakylän lähistön pienelle alueelle sijoittuvia reittejä käyttävät niin poro-, moottorikelkka- kuin koirasafaritkin ja näiden toimintojen järjestäminen on vaatinut laajaa yhteensovittamista. Tätä ruuhkautumista on pyritty ratkaisemaan Luonnonvarakeskuksen vetämässä kansainvälisessä BuSK-hankkeessa (www.buskproject.eu), jossa sitä on verrattu muun muassa Islannin tilanteeseen.

Olennaista matkailun hallitun kehittämisen kannalta on sesonkien tasaaminen. Kesäsesongin noususta talven huippusesongin rinnalle ei ole vielä vuosien työn jälkeenkään merkkejä, eikä kesään ole saatu luotua talven aktiviteetteihin verrattavaa huipputuotetta (Konu ym., 2017).

Lähteet

- Hakkarainen M., Tuulentie S. (2008). Tourism's role in rural development of Finnish Lapland: Interpreting national and regional strategy documents. *Fennia. International Journal of Geography* 186(1): 3-13.
- Konu H., Tyrväinen L., Pesonen J., Tuulentie S., Pasanen K., Tuohino A. (2017). Uutta liiketoimintaa kestävän luontomatkailun ja virkistyskäytön ympärille – Kirjallisuuskatsaus. *Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja* 45/2017.
- Maher P.T., Gelter H., Hillmer-Pegram K., Hovgaard G., Hull J., Jóhannesson G.T., Karlsdóttir A., Rantala O., Pashkevich A. (2014). Arctic tourism: realities and possibilities. *Arctic Yearbook* 2014, 290-306.

Poronhoitosysteemin tarkastelu taloudellis-ekologisella mallilla

Antti-Juhani Pekkarinen¹, Jouko Kumpula², Olli Tahvonen¹

¹Helsingin yliopisto, Metsätieteiden osasto, ²Luonnonvarakeskus, Inari

antti-juhani.pekkarinen@helsinki.fi

Poronhoito on merkittävä elinkeino erityisesti Ylä-Lapin alueella ja samalla kiinteä osa saamelaista kulttuuria. Poro (*Rangifer tarandus* L.) vaikuttaa arktiseen ympäristöön ja populaation omiin ravintoresursseihin erityisesti jäkälikköjä kuluttamalla. Poron riippuvuus jäkälän määrästä vastaakin ekologiassa paljon tutkittua dynaamista kuluttaja–resurssi-systeemiä. Tämän tyyppisten systeemien tutkimus on kuitenkin ollut vähäistä monitieteisessä tutkimuksessa, jossa sekä ekologia että taloustiede huomioidaan täysipainoisesti tutkimusmetodien ja kysymyksenasettelun osalta. Taloudellinen tarkastelu lisää tähän klassiseen ekologiseen malliin ihmisen vaikutuksen luonnonvarojen hyödyntäjänä ja muokkaajana. Tämä lisäys on välttämätön, jotta poronhoidosta saataisiin kuva pohjoiseen arktiseen luontoon sopeutuneena tärkeänä ja kulttuurisesti omaleimaisena taloudellista ylijäämää tavoittelevana elinkeinona.

Tässä tutkimuksessa kehitetty malli perustuu poro–jäkälä-dynamiikkaan, mutta sisältää myös muut luontaiset talviaikaiset ravintolähteet sekä lisärehun. Ekologinen malli nojaa laajasti käytettyihin teorioihin ja metodeihin, kuten eläinyksilöiden optimaalisen ravinnonvalinnan teoriaan ja dynaamiseen ikä- ja sukupuoliluokkaiseen mallirakenteeseen. Optimointi ratkaistaan kehittyneillä matemaattisilla algoritmeilla (AMPL/Knitro). Malli sisältää yksityiskohtaisen kuvauksen tuloista, kustannuksista ja poronhoidolle maksetuista tuista ja huomioi korkokannan vaikutukset. Tuloksena on aikaisempaa tutkimusta oleellisesti realistisempi monitieteinen kuvaus poro–laidun-dynamiikasta ja porotaloudesta. Mallin avulla tutkitaan paliskunnan mahdollisimman suurta kestävää tulotasoa tavoittelevaa teurastusta, populaation ruokintaa ja laidunten käytön säätelyä. Erilaisiin lähtökohtiin perustuvia arvioita taloudellis-ekologisista optimiratkaisuista verrataan poronhoidon nykytilaan.

Tutkimuksen tulokset osoittavat, että tutkittaessa taloudellisesti kestävä poronhoitoa tulee sekä ekologiset että taloustieteelliset tekijät huomioida monipuolisesti. Yksi päätuloksista on, että taloudellisesti optimaalinen jäkäläbiomassa on selvästi pienempi kuin aikaisemmissa tutkimuksissa. Tähän on sekä ekologiaa ja taloudellisia että poronhoidollisia syitä: korkea korko, vähäinen vanhan metsän määrä, laidunkierron puuttuminen, runsas lupon määrä ja valtion suorat tulotuet alentavat kaikki jäkäläbiomassan määrää tasapainotilassa. Lisäksi joissain tapauksissa intensiiviseen lisäruokintaan pohjautuva poronhoito saattaa olla taloudellisesti kannattavinta. Tämä johtaa alhaisiin jäkälämääriin ja jäkälälaidunten kulumiseen.

Mallilla tehdyt arviot taloudellisesti optimaalisesta jäkälämäärästä ovat kuitenkin korkeampia verrattuna laidunten nykytilaan suuressa osassa poronhoitoaluetta. Jäkälän lisääminen tasolle, jossa taloudellisesti kannattava poronhoito voi perustua luonnonlaitumiin kestää mallilla saatavien arvioiden mukaan vuosikymmeniä ja vaatisi osin myös voimakkaita poromäärien leikkauksia. Myös lisäruokinnan käyttäminen on kannattavaa sopeutumisen alkuvuosina. Kuitenkaan välittömällä teurastuksella toteutettu mahdollisimman nopea sopeutumisratkaisu jäkäliköiden elvyttämiseksi ei näytä taloudellisesti perustellulta. Hitaampi sopeuttaminen hyödyntää paremmin poropopulaation ikäluokkarakennetta ja huomioi poronomistajien tarpeen säilyttää riittävä tulotaso myös sopeuttamisjakson aikana.

Metsätalouden kannattavuudesta Ylä-Lapissa

Olli Tahvonen, Vesa-Pekka Parkatti
Helsingin yliopisto, Metsätieteiden osasto
olli.tahvonen@helsinki.fi

Metsätalouden kannattavuudesta Ylä-Lapissa on vähän tai ei lainkaan taloudellista tutkimusta. Kannattavuutta koskevalla tiedolla olisi kuitenkin suuri merkitys, koska hitaaseen metsän kasvuun ja alhaisiin kantohintoihin perustuva puuntuotanto kilpailee Ylä-Lapissa muiden maankäyttömuotojen kuten porotalouden, hiilen varastoinnin, matkailun ja monimuotoisuuden suojelun kanssa. Lisäksi metsillä on merkittävä rooli saamelaiskulttuurille.

Tutkimuksen tavoitteena on arvioida runsaspuustoisien Ylä-Lapin metsähehtaarin puuntuotannollinen arvo sovellettaessa Metsähallituksen saamelaisalueella soveltamia metsänhoito-ohjeita. Osoittautuu, että runsaspuustoisien hehtaarin puuntuotannollinen arvo perustuu ainoastaan olemassaolevan puuston hakkuista saataviin tuloihin, ja nettotulot jäävät tätä alhaisemmiksi, koska tulevat hakkuutulot eivät (korko huomioon) riitä kattamaan taimikonhoitokustannuksia. Uudistushakkuun voidaan porojen satelliittipantatutkimuksiin perustuen arvioida aiheuttavan haittaa porotaloudelle. Kun lisäksi otetaan huomioon puustoon varastoitunut hiili ja hakkuiden seurauksena hiilen vähittäinen vapautuminen ilmakehään, saadaan arvio, jonka mukaan runsaspuustoinen hehtaari on kannattavinta jättää puuntuotannon ulkopuolelle, jos hiilidioksidin hinta tonnille on yli 15€.

Maan liikakosteuden vaikutus männyn hienojuurten kasvuun

Tapani Repo¹, Timo Domisch¹, Jouni Kilpeläinen¹, Marja Roitto¹, Sirkka Sutinen¹, Ai-fang Wang^{1,2}, Sirpa Piirainen¹, Leena Finér¹, Samuli Launiainen³, Tarja Lehto⁴

*¹Luonnonvarakeskus, Joensuu, ²Hebein maatalousyliopisto, Baoding, Kiina, ³Luonnonvarakeskus, Helsinki, ⁴Itä-Suomen yliopisto, Metsätieteiden osasto, Joensuu
tapani.repo@luke.fi*

Maan liikakosteus on keskeinen suometsien kasvua rajoittava tekijä ja sillä voi olla haitallisia vaikutuksia myös hienojakoisten kivennäismaiden metsien uudistumiseen ja kasvuun. Liian määrässä maassa juuret kärsivät hapenpuutteesta. Pohjavedenpinnan vaihtelut eri vuodenaikoina kohdistuvat ensisijaisesti hienojuuriin, joiden kasvun dynamiikasta, elinajasta ja kuolemista tiedetään vähän. Tutkimuksessa selvitettiin juuristolaboratoriokokein, kuinka korkea pohjavedenpinta vaikuttaa männyn (*Pinus sylvestris* L.) hienojuuriin ja maanpäällisiin osiin vuosisyklin eri vaiheissa. Tulosten mukaan version pituuskasvun loppuvaiheessa viiden viikon tulva oli männille haitallinen. Ensimmäiset oireet näkyivät rungon nestevirtauksessa muutaman päivän kuluttua tulvan alkamisesta (Repo ym. 2016). Hienojuurten kuolleisuus alkoi lisääntyä ja neulasten fotosynteesi heikentyä kolmen viikon tulvakäsittelyn jälkeen (Repo ym. 2016, 2018). Viiden viikon tulvan jälkeen elintoimintojen palautuminen oli heikkoa, mikä näkyi juurten ja versojen kasvuissa. Tätä lyhyempi ja hieman aikaisemmassa kasvukauden vaiheessa toteutettu tulva ei sen sijaan aiheuttanut palautumattomia muutoksia (Domisch ym. 2018). Sitä vastoin pohjavedenpinnan nosto ja sitä seurannut maan jäätyminen lepokaudella aikaisti männyn version pituuskasvun alkamista, viivästytti hienojuurten kasvun alkamista ja heikensi neulasten kasvua seuraavalla kasvukaudella (Roitto ym. 2018). Tutkimuksen johtopäätös on, että pohjavedenpinnan kohoamisella erityisesti kasvukauden keskivaiheilla on haitallinen vaikutus hienojuurten kasvun dynamiikkaan, mikä heijastuu haitallisesti myös maanpäällisten kasvinosien toimintaan.

Viitteet

- Domisch T. et al. (2018). Effects of growing-season water-logging periods of different length on Scots pine seedlings. (käsikirjoitus).
- Repo T., Launiainen S., Lehto T., Sutinen S., Ruhanen H., Heiskanen J., Lauren A., Silvennoinen R., Vapaavuori E., Finér L. (2016). Lethal effects of waterlogging on Scots pine appear with delay. *Canadian Journal of Forest Research* 46: 1439-1450. <http://dx.doi.org/10.1139/cjfr-2015-0447>.
- Repo T., Domisch T., Kilpeläinen J., Piirainen S., Silvennoinen R., Lehto T. (2018). Dynamics of fine root production of Scots pine in waterlogged soil during growing season. (submitted manuscript).
- Roitto M., Sutinen S., Wang A.F., Domisch T., Lehto T., Repo T. (2018). Waterlogging and soil freezing during dormancy affected root and shoot phenology and growth of Scots pine saplings. (submitted manuscript).

Pohjaveden tason vaikutus puuston kasvuun ojitetuissa suometsissä: alustavia havaintoja taustalla olevista mekanismeista

Leena Stenberg¹, Ari Laurén², Hannu Hökkä³

¹Luonnonvarakeskus, Helsinki, ²Itä-Suomen yliopisto, Metsätieteiden osasto, Joensuu,

³Luonnonvarakeskus, Oulu

leena.stenberg@luke.fi

Suometsät tuottavat 24 % Suomen vuotuisesta puuston kasvusta ja pääosa tästä on peräisin ojitetuilta alueilta (Päivänen & Hånell 2012). Luonnontilaisia soita ei enää Suomessa ojiteta, mutta jo ojitettujen suometsien kasvuedellytysten ylläpitämiseksi kuivatustehokkuutta parannetaan kunnostusojituksin muutaman vuosikymmenen välein. Kunnostusojituksilla on kuitenkin negatiivisia ympäristövaikutuksia: ne lisäävät muun muassa kiintoaine- ja ravinnekuormitusta (Nieminen ym. 2018), joten turhia kunnostusojituksia tulisi välttää. Kunnostusojitusta seuraava pohjaveden tason lasku lisää ilmatilaa maaperässä, mikä puolestaan mahdollistaa juurten paremman hapen saannin ja lisää ravinteiden vapautumista maaperässä tehostuneen hajotustoiminnan seurauksena. Molemmat mekanismit vaikuttavat positiivisesti puuston kasvuun, mutta niiden keskinäistä merkitystä ei vielä tunneta hyvin. Tämän tutkimuksen tavoitteena on selvittää, kumpi edellä mainituista mekanismeista on metsän kasvun kannalta olennaisempi.

Päätöksenteon ja tutkimuksen tueksi Luonnonvarakeskuksessa on kehitetty suometsän hydrologiaa ja puuston kasvua simuloiva työkalu Suosimulaattori (Laurén ym. 2016), jolla voidaan mallintaa kunnostusojitusten vaikutusta puuston kasvuun vesitaseen, hiilitaseen ja kiintoainekuormituksen näkökulmista. Tässä tutkimuksessa selvitetään Suosimulaattorin ja kokeellisen aineiston avulla tarkemmin mekanismeja, jotka kunnostusojituksen seurauksena vaikuttavat puuston kasvuun. Kokeellinen aineisto sisältää tuloksia kuudelta koealueelta eri puolilta Suomea. Koealoilla on seurattu sekä puuston kasvua että pohjavedenpinnan tasoa 6-7 kasvukauden ajan. Puhtaasti empiirisillä kokeilla parantuneesta kuivatustilasta johtuvan puuston kasvun lisäyksen syiden tutkiminen on vaikeaa, mutta kokeellinen aineisto yhdessä Suosimulaattorin kanssa mahdollistaa pohjavedenpinnan tason ja puuston kasvun yhteyden tarkemman tutkimuksen. Tämä tutkimus pyrkii mallinnuksen avulla valottamaan kunnostusojitusta seuraavan kasvureaktion taustamekanismien merkityksiä ja siten lisäämään ymmärrystä suometsien kasvuun vaikuttavista tekijöistä.

Viitteet

- Laurén A., Hökkä H., Launiainen S., Palviainen M., Lehtonen A. (2016). Peatland simulator connecting drainage, nutrient cycling, forest growth, economy and GHG efflux in boreal and tropical peatlands. EGU General Assembly 2016.
- Nieminen M., Palviainen M., Sarkkola S., Laurén A., Marttila H., Finér L. (2018). A synthesis of the impacts of ditch network maintenance on the quantity and quality of runoff from drained boreal peatland forests. *Ambio* 47: 523–534. <https://doi.org/10.1007/s13280-017-0966-y>.
- Päivänen J., Hånell B. (2012). Peatland Ecology and Forestry – a Sound Approach. University of Helsinki Department of Forest Sciences Publication 3.

Turvemaiden luontainen uudistaminen – tuloksia ja suuntaviivoja

Hannu Hökkä¹, Jyrki Hytönen², Markku Saarinen³

*¹Luonnonvarakeskus, Oulu, ²Luonnonvarakeskus, Kokkola, ³Luonnonvarakeskus, Jokioinen
hannu.hokka@luke.fi*

Suometsistä noin 867 000 ha lähestyy tai on jo uudistamisvaiheessa (Korhonen ym. 2017). Erityisesti turvemaiden metsien uudistamisessa viljellen on käytetty paljon samoja menetelmiä kuin kivennäismailla (ojitusmätästys, männyn tai kuusen istutus). Suometsien uudistamisen suuremman ympäristökuorman ja metsänkasvatuksen raskaamman kulurakenteen (ojien kunnostus, ravinnetalouden hoito) vuoksi turvemaiden luontaisen uudistamisen mahdollisuudet tulevat houkutteleviksi erityisesti Pohjois-Suomessa, missä myös tuotto-odotukset ovat alemmat kuin etelässä. Periaatteessa luontaisen uudistamisen edellytykset ovat turvemaidella hyvät, mikäli pintaturve ei ole voimakkaasti kuivunut ja pintakasvillisuus voimakkaasti muuttunut. Sekä mänty- että erityisesti kuusialikasvoksia syntyy jo kasvatusmetsävaiheessa, mikä viittaa luontaiseen uudistumisherkkyyteen. Mikäli uudistamisessa voidaan välttää maanpinnan rikkominen, rajoitetaan hieskoivun taimettumista ja myös taimikonhoidon tarvetta. Tässä esityksessä tiivistetään suometsien uudistamiskokeista tähän mennessä saatuja tuloksia ja hahmotellaan tulosten perusteella luontaisen uudistamisen ketjuja, joiden kustannukset ja ympäristövaikutukset olisivat mahdollisimman vähäiset.

Männyn luontaista uudistamista tutkittiin neljällä siemenpuuhakkuukokeella Keski- ja Pohjois-Suomessa. Näistä kahdella kokeella siemenpuuhakkuu tuotti hyvän uudistumistuloksen ilman maanmuokkausta ja kahdella muulla vastaavasti tyydyttävän tuloksen kahdeksan vuoden kuluessa hakkuusta. Maanmuokkauksella (joko laikutus tai mätästys) päästiin hyvään tulokseen kaikissa kokeissa kasvatuskelpoisten männyntaimien määrällä mitaten. Laikutus antoi yhtä hyvän tuloksen kuin mätästys.

Kuusi taimettuu turvemaidella luontaisesti ylispuuston alle. Riippuen alikasvoksen määrästä, koosta ja maantieteellisestä sijainnista se voidaan vapauttaa suoraan poistamalla ylispuut. Vaihtoehtoisesti luontaisen kuusentaimikon alkukehitys ja tiheys voidaan varmistaa suojuspuuhakkuulla. Luontaiseen taimettumiseen voidaan tukeutua myös pienaukkohakkuussa, jonka uudistumistulosta on selvitetty kahdessa kokeessa Pohjois-Suomessa. Pienaukkohakkuulla kuusikko voidaan uudistaa ilman varsinaisia uudistamiskuluja vaihteittain pienaukkoja laajentamalla noin 10 vuoden hakkuukierroilla. Korvissa maanmuokkaus ei ole tarpeen, vaan se voi jopa heikentää luontaisen taimettumisen tulosta. Yksi hieskoivikoiden uudistamisen mahdollisuus on istuttaa havupuun taimet muutama vuosi ennen päätehakkuuta muokkaamattomaan maahan. Näin voitaisiin välttää maanmuokkaus ja pintakasvillisuuden torjunta.

Viitteet

Korhonen K.T., Ihalainen A., Ahola A., Heikkinen J., Henttonen H.M., Hotanen J.-P., Nevalainen S., Pitkänen J., Strandström M., Viiri H. (2017). Suomen metsät 2009–2013 ja niiden kehitys 1921–2013. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 59/2017. Luonnonvarakeskus, Helsinki. 86 p.

Suopuustojen laatu ja käyttömahdollisuudet – haaste metsänkasvatukselle ja mahdollisuus kehitystyölle

Erkki Verkasalo

Luonnonvarakeskus, Joensuu

erkki.verkasalo@luke.fi

Suopuun merkitys metsäteollisuuden raaka-ainelähteenä on kasvanut viimeiset 20 vuotta sekä ojitusalueiden hakkuumahdollisuuksien voimakkaan lisääntymisen että raakapuun kysynnän kasvun seurauksena. Suopuustojen teknisen laadun tutkimus rajoittui pitkään puuaineen tiheyteen sekä reaktiopuun esiintymiseen ja ominaisuuksiin. Tutkimustieto on varsinaisesti peräisin 1990-luvulta ja 2000-luvun alkupuolelta silloisen Metlan SUO-tutkimusohjelmasta ja Helsingin ja Joensuun yliopistojen väitöskirjatutkimuksista. Tulokset ilmentävät sekä turvemaiden erityispiirteitä kasvualustana ja -ympäristönä että metsänhoidon ja hakkuiden historiaa. Todettakoon kuitenkin, että puun laadun muodostumisessa ohutturpeisten soiden on havaittu olevan lähellä kivennäismaita.

Luontaisesti syntyneiden havupuustojen dimensiot ja laatu vaihtelevat laajoissa rajoissa turvemailla, mutta ovat keskimäärin alhaisemmalla tasolla kuin kivennäismailla. Ennen ojitusta puusto on yleensä harvaa, epätasaista ja sijaitsee pääasiassa mättäillä, ja kasvu on hidasta. Ojituksen jälkeen sekä säde- että pituuskasvu kiihtyvät ja puustot täydentyvät uusilla puilla. Kasvuhistoria johtaa tyypillisesti hyvin erilaisiin puuaineen fysikaalisiin, mekaanisiin ja jalostusteknisiin ominaisuuksiin puun sisä- ja ulko-osissa, pienempiin oksiin mutta kuivien oksien runsaaseen esiintymiseen, laajaan sydänpuuhun mutta suppeaan nuorpuuhun sekä pehmeä ja epätasainen kasvualusta runkojen suureen kartiokkuuteen, tyvilenkouteen ja mutkaisuuteen ja niihin liittyvän reaktiopuun yleisyyteen. Turvemaille tyypillinen runsas tyyppi suhteessa fosforiin/kaliumiin voi johtaa suhteellisen paksuihin oksiin. Laatukehityksen edellytykset ojituksen jälkeen ovat varsin lähellä vastaavan ravinteisuustason kivennäismaita. Tämä koskee myös metsänuudistamisessa aikaansaataavaa uutta puustoa. Turvemaiden koivu on lähes pelkästään hieskoivua, joka häviää sekä mitoissa että laadussa rauduskoivulle. Hieskoivusta vain pieni osa täyttää turvemailla vaneri- tai sahatukin vaatimukset, vieläpä selvästi harvemmin kuin kivennäismailla.

Sahatavaran ja vanerin saanto ja laatu jakauma ovat turvemaiden männyllä ja osin myös kuusella heikommat kuin kivennäismailla. Havusahatavaran ja -vanerin ominaisuudet ovat parhaimmillaan erilaisissa rakennustuotteissa, puu- ja hirsitaloissa ja ulkorakenteissa, mutta haasteellisia rakennuspuusepän- ja huonekalutuotteissa. Puurakentamisen nousu voi mahdollistaa käyttöä uusissa tuotteissa, kuten CLT-, LVL- ja hybridirakenteissa. Havusellun saanto kuitupuusta on myös tavallista heikompi ja verrannollinen ensiharvennuspuuhun, joskin koivusellulla ero on pienehkö. Kuitupuu soveltuu ominaisuuksiensa puolesta hyvin monikerroskartonkien tai hienopaperien pintaosissa ja pehmopapereissa käytettävän sellun raaka-aineeksi. Korkea uuteainepitoisuus estää käytön mekaanisissa massoissa, mutta tarjoaa ilmeisesti hyviä mahdollisuuksia biojalostuksen lisäarvotuotteisiin.

Tärkeitä asioita suometsien kasvatuksessa puuraaka-aineen laadun kehittämiseksi ovat laatutietoinen ja oikea-aikainen taimikonhoito ja laatuharvennukset, kiertoajan hallinta ja hakkuukypsyys määrittely, pehmeiden maiden puunkorjuu runko- ja juurivaurioita välttämällä ja harvennuksissa ajourien sijoittelu ojastoihin nähdessä, unohtamatta tässäkin yhteydessä vesitalouden hoitoa ja tasapainoista ravinnetaloutta.

Kirjallisuutta

- Rikala J. (2003). Spruce and pine on drained peatlands – wood quality and suitability for the sawmill industry. Academic dissertation. Helsingin yliopiston metsävarojen käytön laitoksen julkaisuja 35. 147 s.
- Varhimo A., Kojola S., Penttilä T., Laiho R. (2003). Quality and yield of pulpwood in drained peatland forests: pulpwood properties of Scots pine in stands of first commercial thinnings. *Silva Fennica* 37(3): 343-357.
- Verkasalo E. (1997). Hieskoivun laatu vaneripuuna. Abstract: Quality of white birch (*Betula pubescens* Ehrh.) for veneer and plywood. Väitöskirja. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 632. 483 s. + liitteet 59 s.
- Verkasalo E., Stöd R., Heräjärvi H., Kilpeläinen H., Lindblad J., Wall T. (2006). Suometsien puuraaka-aineen laatu ja soveltuvuus eri käyttötarkoituksiin. Suosta metsäksi. Suometsien ekologisesti ja taloudellisesti kestävä kasvatusta ja käyttö. Tutkimusohjelman loppuraportti. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 947: 275-333.

Toimiiko jatkuvapeitteinen metsänkasvatus turvemaidella? Alustavia tuloksia puuston käsittelyjen vaikutuksista kuivatustilaan ja kasvihuonekaasupäästöihin

Sakari Sarkkola, Meeri Pearson, Markku Saarinen, Mika Nieminen, Timo Penttilä, Hannu Hökkä, Raisa Mäkipää, Raija Laiho

Luonnonvarakeskus

sakari.sarkkola@luke.fi

Turvemaiden jatkuvapeitteisen metsänkasvatuksen ydinajatus on, että kasvupaikalla ylläpidetään jatkuvasti puustoa, joka haihdunnallaan ylläpitää kasvupaikan kuivatuksen riittävänä puuston kasvulle. Siten kunnostusajituksia ja avohakkuita voitaisiin välttää ja edelleen perinteisen metsätalouden aiheuttamia vesistö- ja kasvihuonekaasupäästöjä vähentää. Olennaista menetelmässä on, että vedenpinta ei toisaalta nousisi liian ylös, jolloin vapautuu metaania (CH₄), mutta toisaalta ei myöskään laskisi liian alas, jolloin turpeen hajoamisesta aiheutuvat hiilidioksidi (CO₂) päästöt lisääntyvät. Mahdollisia metsänkäsittelymenetelmiä ovat muun muassa erilaiset poiminta- ja pienaukkohakkuut.

Tutkimustietoa jatkuvapeitteisen metsänkasvatuksen menetelmien käyttökelpoisuudesta on kuitenkin ollut erittäin vähän. Viime vuosina tätä tutkimusta varten on perustettu eri puolille Suomea joukko kenttäkokeita.

Tässä esitelmässä tarkastellaan ensimmäisiä tuloksia hakkuiden välittömistä vaikutuksista kasvukauden ajan vedenpinnan tasoon ja kasvihuonekaasupäästöihin rämemänniköiden ja korpikuusikoiden jatkuvapeitteisen metsänkasvatuksen kokeilta.

Puustorakenteet ja uudistuminen suometsissä – jatkuvasti peitteellisen metsänkasvatuksen mahdollisuuksia

Markku Saarinen

Luonnonvarakeskus, Tampere

markku.saarinen@luke.fi

Luonnontilaisten korpien ja rämeiden puustoissa on yleensä runsaasti rakennevaihtelua. Tämä johtuu puuston eri-ikäisyyden lisäksi myös suopuustojen ryhmittäisyydestä. Ryhmittäisyys on tyypillistä erityisesti nevakorvissa ja nevarämeillä eli niin sanotuilla sekatyypin soilla. Niiden ojitamisen jälkeen kehittyneille II-tyypin turvekankailla syntyy entisten avosuopintojen aukkoapaikkoihin runsaasti uutta taimiainesta, joka lisää entisestään puuston rakennevaihtelua (Sarkkola ym. 2003, 2005). Puustokehityksen myöhemmissä vaiheissa kokovaihtelu vähenee, mutta myös vanhoissa hakkuukypsissä ojitusaluepuustoissa runkolukujakaumat vaihtelevat yleensä enemmän kuin vastaavissa kangasmaametsiköissä.

Rakennevaihtelustaan johtuen uudistamiskypsien ojitusaluemetsien puustot tarjoavat kangasmaametsiä useammin mahdollisuuden siirtyä suhteellisen helposti eri-ikäisrakenteisen metsän kasvatukseen. Osalla ojitusalueista kyseinen puustorakenne on perua ajoilta, jolloin vielä rahkasammalvaltaisen kasvualustan taimettumisherkkyys oli nykyistä huomattavasti parempi. Erirakenteisuuden ylläpitämisen mahdollisuudet eivät tästä johtuen ole välttämättä niin hyvät kuin nykypuuston rakenne antaa ymmärtää. Tästä huolimatta puusto voi tarjota mahdollisuuksia erirakenteiselle kasvatukselle useiden vuosikymmenien ajan, jonka jälkeen kasvatuksessa voi uudistamisen kautta siirtyä takaisin tasarakenteisemmän metsän kasvatukseen.

Tässä esityksessä esitellään tyypillisimmät eri turvekankaiden kasvupaikoilla esiintyvät puustojen rakennemallit ja mahdollisia vaihtoehtoja niiden käsittelyyn jatkuvasti peitteelliseen metsänkasvatukseen siirtymiseksi. Tässä yhteydessä jatkuva peitteellisyys ymmärretään käsittely-yksikön kasvatettavan puuston pohjapinta-alan maksimointina siten, että luontainen uudistuminen voidaan varmistaa samaan aikaan yhdessä puuston kasvatuksen kanssa puulajista riippuen mahdollisimman pienessä tilamittakaavassa. Käytännössä tähän pyritään lähinnä poimintahakkuin, pienaukkohakkuin ja kaistalehakkuin sekä siirtymävaiheessa mahdollisesti myös yläharvennuksin ja erilaisin siemenpuuhakkuin. Esityksessä tarkastellaan myös turvemaiden luontaiseen taimettumiseen vaikuttavia tekijöitä erilaisilla muokkaamattomilla ja kevyesti muokatuilla pinnoilla (Saarinen 2013).

Viitteet

- Sarkkola S., Alenius V., Hökkä H., Laiho R., Päivänen J., Penttilä T. (2003). Changes in structural inequality in Norway spruce stands on peatland sites after water-level drawdown. *Canadian Journal of Forest Research* 33: 222–231. <https://dx.doi.org/10.1139/x02-179>
- Sarkkola S., Hökkä H., Laiho R., Päivänen J., Penttilä T. (2005). Stand structural dynamics on drained peatlands dominated by Scots pine. *Forest Ecology and Management* 206: 135–152. <https://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2004.10.064>
- Saarinén M. (2013). Männyn kylvä ja luontainen taimettuminen vanhoilla ojitusalueilla - turvemaiden uudistamisen erityispiirteitä. *Dissertationes Forestales* 164. 64 s. <https://doi.org/10.14214/df.164>

Tuhkakatteen vaikutus turvemaahan istutettujen männyntaimien kasvuun

Karri Uotila, Juha Heiskanen, Hanna Ruhanen

Luonnonvarakeskus, Kuopio & Suonenjoki

karri.uotila@luke.fi

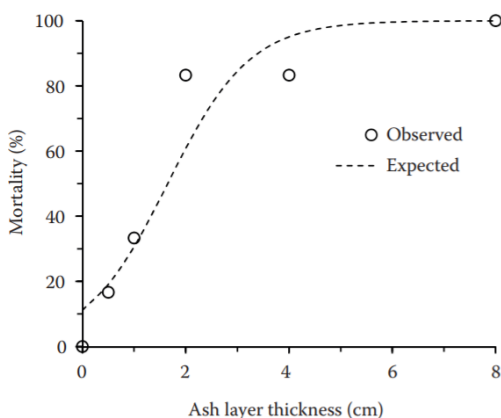
Puutuhkan tuotanto on lisääntynyt viime aikoina Suomessa huomattavasti lämmön- ja energiantuotannon sivutuotteena energiapuuta polttavissa lämpölaitoksissa. Puutuhkan pääasiallisia käyttötarkoituksia ovat metsänlannoitus ja käyttö maanrakennuksen täyteaineena.

Puutuhka on todettu varttuneissa metsissä metsän kasvua hyvin ja pitkäaikaisesti edistäväksi lannoitteeksi, erityisesti runsastyyppisillä ojitetuilla turvemailla. Näillä kohteilla puuston kasvua rajoittavat ravinteet, joita puutuhka sisältää runsaasti (esimerkiksi kalium ja boori). Puutuhkan käytöstä uudistamisessa on vähemmän tietoa, erityisesti nykyisin yleisesti lannoitukseen käytettävästä rakeistetusta puutuhkasta.

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää rakeistetun tuhkan edellytyksiä maanmuokkauksen korvaajana tai täydentäjänä turvemailla. Ensisijainen tavoite oli selvittää paksuhkon tuhkakatekerroksen mahdolliset haitalliset vaikutukset turpeeseen istutettujen männyntaimien menestymiseen ja kasvuun.

Tutkimuksessa kasvatettiin kasvihuonekokeissa ruukuissa 0–8 cm tuhkakatteeseen istutettuja männyntaimia 1 tai 2 kasvukautta. Ensimmäisen kasvukauden taimet menestyivät 0–4 cm paksussa tuhkakatteessa hyvin. Vain paksuimmassa tuhkakatekäsittelyssä oli taimien kuolleisuutta. Liukenevien ravinteiden määrä oli korkea tuhkakatekäsittelyistä ruukuista otetuissa turpeen puristevesinäytteissä, mutta typen ja fosforin tasot olivat myös tuhkakatekäsittelyissä alle ihannetason.

Toisen kasvukauden aikana taimien kuolleisuus oli 17 % jo ohuimmassa (0,5 cm) tuhkakatekäsittelyssä (kuva 1). Paksussa tuhkakatteessa (>4 cm) kasvaneiden elävien taimien juuriston kuivamassa oli myös merkittävästi alhaisempi kuin kontrollissa. Sen sijaan 0,5–1 cm paksuisissa tuhkakatekäsittelyissä kasvaneiden elävien taimien juuriston ja verson kuivamassat olivat merkittävästi suurempia kuin kontrollissa.



Kuva 1. Männyntaimien kuolleisuus kasvihuonekokeessa kaksi kasvukautta eri paksuisiin tuhkakatekäsittelyihin istuttamisen jälkeen.

Tulokset viittaavat noin 0,5 cm (tai 7 kg/m²) paksuisen tuhkakatteen soveltuvan vielä männyntaimien istutukseen turvemaille. Tuloksissa on huomioitava kasvihuonekokeen lämpimät olosuhteet ja se, että kate kattoi koko ruukun pinta-alan. Käytännössä kate on laikuittain taimen kohdalla ja kasvuolosuhteet ovat viileämmät, joten myös vaikutus on todennäköisesti lievempi. Pidempiaikaisia tutkimustuloksia tarvitaan käytännön olosuhteista ja tuhkakatteen soveltuvuudesta maanmuokkauksen korvaajana tai täydentäjänä istutuksen yhteydessä.

Viitteet

Heiskanen J., Uotila K., Ruhanen H. (2018): Effect of wood ash mulch on growth of Scots pine seedlings after transplanting into peat soil: A pilot study. *J. For. Sci.*, 64: 9-16. <https://doi.org/10.17221/83/2017-JFS>

Suonpohjat metsäksi – mahdollisuuksia ja haasteita

Lasse Aro¹, Jyrki Hytönen²

¹Luonnonvarakeskus, Turku, ²Luonnonvarakeskus, Kokkola

lasse.aro@luke.fi

Suonpohjat ovat turpeennostosta vapautuneita suoalueita, joille on ominaista vaihtelevan paksuinen turvekerros, ojitetuista turvemaista poikkeava ravinnetalous sekä yleensä hyvä kuivatus, maapohjan kantavuus ja toimiva infrastruktuuri. Suomessa suonpohjia on tällä hetkellä noin 45000 ha, ja saman verran lisää ennustetaan vapautuvan lähivuosina. Suonpohjalle jäänyt turve on hyvin maatunutta, joten sen typpivarasto on suuri. Sen sijaan kivennäisravinteita, kuten kaliumia ja fosforia, on turpeessa vähän (Aro ym. 1997). Nykyisin suonpohjalle jää yleensä ohut turvekerros (<30 cm), joten turpeen alla sijaitsevan kivennäismaan ominaisuudet ovat tärkeitä, sillä puiden vartuttua niiden juuret yltävät pohjamaahan ottamaan sieltä kivennäisravinteita (Aro ym. 1997). Ilman kasvupaikan ominaisuuksia parantavia toimenpiteitä (maanmuokkaus ja/tai lannoitus) paksuturpeinen suonpohja saattaa pysyä paljaana, eroosiolle alttiina ja hiilidioksidia vapauttavana turvealustana jopa vuosikymmeniä. Puuntuhka sopii erinomaisesti typpirikkaan suonpohjan lannoitukseen.

Suonpohjilla on monia jälkikäyttövaihtoehtoja, mutta metsitys on niistä yleisin ja useimpiin kohteisiin sopiva. Osa turvetuotannosta vapautuneista suonpohjista voidaan metsittää luontaisesti hieskoivulla, jolloin keskimääräinen biomassatuotos 15–30 vuoden kiertoajalla on lähes 5 tonnia hehtaarilla ja metsiköistä voi tulla hiilinieluja (Hytönen ym. 2018). Harventamattomat tiheiköt korjataan oksineen energiaksi, mikä on taloudellisesti kannattavaa (Jylhä ym. 2015). Toinen koivusukupolvi syntyy vesomalla, ja sen kasvu varmistetaan lannoittamalla puuntuhkalla (Hytönen & Aro 2012).

Kun ohuen turvekerroksen alla on hienojakoinen pohjamaa, voidaan kasvattaa mäntyä tai raudus- ja hieskoivua. Männen laatu voi kasvualustan korkean typpipitoisuuden vuoksi jäädä heikoksi. Metsikkö voidaan perustaa istuttamalla, jolloin männylle kannattaa käyttää yksivuotiaita kennotaimia. Kylvö voidaan tehdä laikkuun, kaistaan tai hajalevityksenä (Aro ym. 1997). Koivun siemenien hajalevityksellä tähdätään yleensä mahdollisimman korkeaan biomassatuotokseen melko lyhyellä kiertoajalla (25–35 vuotta). Hajalevityksen kautta syntynyt koivutiheikkö voidaan harventaa, jos kasvatustavoite muutetaan kuitu- tai jopa tukkipuun tuottamiseen. Kaikkien puulajien kohdalla ensiharvennus kannattanee tehdä hieman myöhäistettynä, minkä jälkeen kasvatustiheyden tulisi olla normaalia suurempi metsiköiden sisäisen ravinnekierron tehostamiseksi. Tällöin myös ravinteiden huuhtoutuminen kasvupaikalta todennäköisesti vähenee. Parhaimmillaan suonpohjien puuntuotoskyky vastaa reheviä suometsiä tai lehtomaisia kankaita, ja esim. pintakasvillisuuden perusteella osa kasvupaikoista on luokiteltavissa ruohoturvekankaiksi (Aro ym. 2016). Metsitys vaatii kuitenkin tietoa suonpohjien ominaisuuksista ja niiden merkityksestä metsityspäätöksiä tehtäessä. Siksi haasteena on saada metsäämmattilaiset ja suonpohjia omistavat maanomistajat ymmärtämään suonpohjien metsätaloudellinen arvo ja oikeat metsityksen vaihtoehdot.

Viitteet

Aro L., Hotanen J.-P., Nousiainen H. (2016). Suonpohjan viljavuuden arviointi turveanalyysin, kasvillisuuskuvauksen ja puuston kasvun perusteella. *Suo* 67(1): 7-10.

Aro L., Kaunisto S., Saarinen M. (1997). Suonpohjien metsitys. Hankeraportti 1986-1995. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 634. 51 s. <http://urn.fi/URN:ISBN:951-40-1558-4>

Hytönen J., Aro L. (2012). Biomass and nutrition of naturally regenerated and coppiced birch on cutaway peatland during 37 years. *Silva Fennica* 46(3): 377–394. <https://dx.doi.org/10.14214/sf.48>

- Hytönen J., Aro L., Jylhä P. (2018). Biomass production and carbon sequestration of dense downy birch stands on cutaway peatlands. *Scandinavian Journal of Forest Research*. 8 p. <https://doi.org/10.1080/02827581.2018.1500636>.
- Jylhä P., Hytönen J., Ahtikoski A. (2015). Profitability of short-rotation biomass production on downy birch stands on cut-away peatlands in northern Finland. *Biomass & Bioenergy* 75: 272–281. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2015.02.027>

Tehostetaan soiden käyttöä metsätalouden vesiensuojelussa

Kaisa Heikkinen

Suomen ympäristökeskus, Oulu

kaisa.heikkinen@ymparisto.fi

Vesistökuormituksemme on nykyisin pääosin maankäytöstä peräisin olevaa hajakuormitusta, lähteinä maatalous, metsätalous ja paikoin turvetuotanto. Uusimpien tutkimustulosten mukaan metsätalouden kuormitus voi olla huomattavastikin nykytietoa suurempi.

Metsätalouden vesiensuojelussa meillä on jo käytössä monia kuormituksen syntyä vähentäviä toimenpiteitä. Näistä toimenpiteistä huolimatta syntyvää vesistökuormitusta vähennetään niin sanotulla hajautetulla vesiensuojelutekniikalla, johon lukeutuvat suojavyöhykkeet, laskeutusaltaat, pintavalutuskentät ja muut vesiensuojelukosteikot. Nämä vesiensuojelurakenteet puhdistavat valumavesiä monilla maa- ja vesiekosysteemeille ominaisilla biogeokemiallisilla prosesseilla ja tarjoavat näin vesiensuojelulle arvokkaita ekosysteemipalveluja.

Suot ovat erityisen tehokkaita vesien puhdistajia, ja niiden käyttöä vesiensuojelussa kannattaisikin lisätä. Jo nyt niitä käytetään laajalti turvetuotannon, ja lisääntyvästi myös metsätalouden vesiensuojelussa. Myös ojitettujen turvemaiden vesiensuojelua voitaisiin niiden avulla tarpeiden ja mahdollisuuksien mukaan tehostaa. Turvetuotannossa laajimmin ja pisimpään (1990-luvun alusta lähtien) ovat olleet käytössä pintavalutuskentät ojittamattomilla suoalueilla. Ne ovat nykyisin turvetuotannon parasta käytettävissä olevaa vesiensuojelutekniikkaa (BAT). Myöhemmin turvetuotannossa alettiin käyttää myös pintavalutuskenttiä ojitetuilla soilla. Valtioneuvoston periaatepäättös soiden ja turvemaiden kestävästä ja vastuullisesta käytöstä ja suojelusta sekä valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet alkoivat tällöin ohjata uutta turvetuotantoa jo ojitetuille suoalueille.

SulKa-hankkeessa saatujen tulosten mukaan suolle perustettavat pintavalutuskentät puhdistavat valumavesiä pitkäaikaisesti ja yhtä tehokkaasti kuin muutkin maaperään perustetut niin sanotut luonnolliset vesiensuojelukosteikot. Parhaat tulokset vesien puhdistuksessa on saatu hydraulisesti hyvin toimivilta ojittamattomilta pintavalutuskentiltä. Kenttien puhdistustulokseen ovat vaikuttaneet kentälle kohdistunut hydraulinen kuormitus, kentän koko suhteessa sen valuma-alueen laajuuteen, kentän kaltevuus, kentän valutuspituus sekä kentän käyttöaste. Ojitettujen kenttien vesienpuhdistuskykyä voitaisiin vielä tehostaa niiden valutuspituutta ja käyttöastetta lisäämällä. Hankkeen aineistona olivat turvetuotannon velvoitetarkkailutiedot 14 ojittamattomalta ja 14 ojitetulta pintavalutuskentältä eri puolilla Suomea. Lähes puolella näistä kentistä tarkkailua oli tehty vähintään neljä vuotta ja seitsemällä kentällä jopa 8-23 vuotta. Hankkeen toteuttivat vuosina 2011-2015 Oulun yliopisto ja Suomen ympäristökeskus ja hankkeen rahoitti Vapo Oy.

Suot muodostavat Pohjois-Suomessa ja paikoin myös Keski-Suomessa yli 35 %, ja parhaimmillaan yli 60 % valuma-alueiden kokonaispinta-alasta. Luontomme erityispiirteet antavatkin meille hyvät mahdollisuudet tehdä Suomesta soiden vesiensuojelulle tarjoamien ekosysteemipalvelujen käytön mallimaan Euroopassa. Tartutaan tähän haasteeseen!

Lisää tietoa:

Heikkinen K., Karppinen A., Hadzic M., Postila H., Tolkkinen M., Ihme R. (2015). Rakennetekijöiden vaikutus ojitettujen ja ojittamattomien pintavalutuskenttien puhdistustuloksiin. Turvetuotannon vesistökuormituksen muodostuminen ja sen hallintamahdollisuuksia – Sulka-hankkeen loppuraportti. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 23/2015: s. 66-80.

Heikkinen K., Karppinen A., Karjalainen S.M., Postila H., Hadzic M., Tolkkinen M., Marttila H., Ihme R., Kløve B. (2018). Long-term purification efficiency and factors affecting performance in peatland-based treatment wetlands: An analysis of 28 peat extraction sites in Finland. *Ecol. Engineering* 117: 153-164.

Suometsien puunkorjuun ratkaisu koostuu useista osista

Matti Sirén

Luonnonvarakeskus, Tuotantojärjestelmät, Espoo

matti.siren@luke.fi

Suometsien puuvarannot ovat keskeisessä roolissa, kun renessanssin kokeneen metsäteollisuuden puuntarvetta tyydytetään. Vaikka suometsien puunkorjuusta on aina puhuttu paljon, potentiaali on ollut vajaakäytössä ja hakkuut ovat keskittyneet korjuun kannalta helpompiin kohteisiin. Nyt ollaan tilanteessa, jossa suometsien potentiaalille on aitoa kysyntää. Samalla hyödyntämisen haastetta lisäävät talvien lyheneminen ja lisääntyvät vaatimukset toiminnan hyväksyttävyydestä. On myös selvää, että suometsien suman purkaminen edellyttää korjuulta lisääntyvää ympärivuotisuutta. Lisähaastetta tuovat hakkuiden ja kunnostusojitusten yhteensovittaminen sekä yhtenäisiä suoalueita koskevien hankkeiden koostaminen.

Hyvän lähtökohdan ratkaisulle muodostaa se, että rautapuolella suomiin on etsitty ratkaisuja usean vuosikymmenen ajan. Samat asiat näyttävät nousevan esiin 10-15 vuoden syklillä, aina hieman uudessa muodossa. Ratkaisua on haettu pienistä koneista, telaratkaisusta kumi mukaan lukien ja lisäämällä eri tavoin kantopintaa. Samaan aikaan taustalla ovat vaikuttaneet taksapaineet, jotka ovat ohjanneet konekalustoa raskaampaan suuntaan. Konekalustossa on tapahtunut siirtymä kahdeksanpyöräisiin koneisiin niin hakkuussa kuin metsäkuljetuksessakin. Samalla koneissa ja teloissa on tapahtunut voimakasta kehitystä. Vaikka aika kulta muistot, hyvin varusteltujen nykymakineiden ominaisuudet heikosti kantavissa oloissa ovat paremmat kuin 10 tonnin kokoluokan koneilla 30 vuoden takaa.

Haastavissa olosuhteissa ratkaisu ei löydy pelkästään raudasta. Niin turve- kuin kivennäismailtakin meillä on kertynyt tietämystä kantavuudesta ja sen osatekijöistä. Suometsissä ongelmaksi nousee kuitenkin kantavuuden suuri vaihtelu myös kohteen sisällä. Jo käytössä olevat monilähdetietoa hyödyntävät korjuukelpoisuusluokitukset samoin kuin apuneuvot raskaasti kuormitettujen urien sijoitteluun ovat suuri edistysaskel. Hetken päästä staattisista luokituksista siirrytään dynaamisiin, säätilan muutoksiin reagoiviin luokituksiin. Suometsissä kantavuuden suuri vaihtelu edellyttää myös reagointikykyä korjuun toteutuksessa. Hakkuukoneen keräämä tieto kantavuudesta, hakatun puutavaran määrästä ja sijainnista ajokoneelle välitettynä luo suuren mahdollisuuden vaikuttaa niin korjuujälkeen kuin tuottavuuteenkin. Myös korjuujäljen automaattinen mittaaminen kehittyy. Tiedolla voidaan arvioida korjuukelpoisuusluokituksen toimivuutta ja tuottaa koosteraportti kohteesta metsänomistajalle.

Suometsien potentiaalinen hyödyntäminen onnistuu pitkässä juoksussa vain hyvällä korjuujäljellä. Vaikka esimerkiksi urapainumien taloudellinen merkitys rämeillä on pienempi kuin kivennäismailloilla, mikä on otettu huomioon hyvän korjuujäljen vaatimuksissa, korjuutyön laadun on kohdattava myös yleinen hyväksyttävyys. Ja tässä kaikki toiminta suometsissä, erityisesti vesistövaikutukset, on luupin alla. Suomiin on vaadittu avohakkuukieltoa ja tarjottu ratkaisuksi jatkuvaa kasvatusta. Jatkuvalla kasvatuksella saattaa suometsissä olla paikkansa kohteissa, joissa puuntuotanto on alhainen eivätkä satsaukset uudistamiseen kannattavia. Mutta yleisratkaisu suomiin, enempää kuin kivennäismaillekaan, jatkuva kasvatusta ei ole.

Vaihtoehtoisia alustarakenteita turvamaiden puunkorjuuseen

Asko Poikela, Heikki Ovaskainen
Metsäteho Oy, Vantaa
asko.poikela@metsateho.fi

Metsäkoneiden teknisillä kantavuusratkaisuilla voidaan parantaa puunkorjuun mahdollisuuksia roudattomaan aikaan ja eritoten huonosti kantavilla turvemailla. Routimattomissa maantieteissä vaatimukset pintapaineiden alentamiseen ovat ympärivuotisia. Vaatimuksiin voidaan vastata alustarakenteen kantavaa pinta-alaa kasvattamalla ja painojakaumaa tasoittamalla.

Tässä esiteltävien tutkimusten tavoitteena oli tutkia kumitelosten ja takarungon jatkeeseen asennettavan lisäpyörän vaikutusta kuormatraktorin kantavuuteen sekä arvioida yleisesti ratkaisujen toimivuutta.

Merkittävää EU-rahoitusta saaneessa OnTrack-hankkeessa tutkittiin kumiteloston soveltuvuutta kuormatraktorin alustarakenteeksi. Tutkimus toteutettiin laajana yritysten ja tutkimusorganisaatioiden yhteistyönä (Ponsse, Prinoth, Owren, NIBIO, Skogforsk, LSFRI/Silava, KWF, Konsthöjden, Metsäteho). Alustakoneena oli Ponsse Buffalo kuormatraktori, jonka pyörätelat korvattiin muun muassa dumpperikäyttöön suunnitellulla kumitelastolla. Voimanvälitystä varten alustakoneen ja telaston väliin rakennettiin ketjuvedon sisältävä, rajoitetusti keinuva telilaatikko.

Suomen testit toteutettiin keväällä 2018 runsaslumisissa olosuhteissa Keski-Suomessa. Viiden viikon testijaksoon sisältyi kolmen päivän maastokokeet, joissa ajettiin OnTrack-konseptikoneella ja Elk 10-pyöräkoneella vertailukelpoisissa olosuhteissa paksussa lumessa (75-80 cm) ja harvennushakkuulla. Pitkä testijakso osoitti, että kumitelasto toimii teknisesti hyvin talviolosuhteissa. Maastokokeessa OnTrack-konseptikoneen kantavuus ja polttoainetalous vastasivat melko tarkasti leveillä kaivinkonetyyppisillä teloilla varustellun vertailukoneen ominaisuuksia. Telan tukirakenteeseen tehtiin tutkimuksen aikana muutoksia, joiden vaikutusta kestoikään ei osata vielä arvioida.

AT Wheels Oy:n kehittämän kuormatraktoriin asennettavan lisäpyörän keskeinen ajatus on parantaa kuormatraktorin kulkua ottamalla tukea koneen takaa ajouran keskikohdasta ja muuttamalla siten kuormatun koneen painojakaumaa takateliltä etutelle. Tukivartta ja sen päässä olevaa pyörää voidaan painattaa alaspäin halutulla sylinteripaineella. Testeissä käytettiin 160 barin painetta. Esteen kohdatessa tukivarsi joustaa ylöspäin. Lisäpyörässä on veto siihen suuntaan, mihin kone on menossa. Lisäpyörätutkimus toteutettiin kaksivaiheisesti Ilomantsissa marraskuussa 2017 ja helmikuussa 2018. Tutkimuksessa kuormatraktorilla ajettiin testiuria kuorman kanssa lisäpyörää hyödyntäen ja ilman pyörää tuki ylös nostettuna. Lisäpyörän tuoma paino kompensoitiin kuormaa keventämällä. Urapainumien syvyydet mitattiin testiurien mittauskohdista jokaisen ajokerran jälkeen.

Lisäpyörä toimi teknisesti hyvin. Kahden tutkimuskerran tulosten perusteella voidaan todeta, että lisäpyörällä on selkeä urapainumaa vähentävä vaikutus. Lisäpyörä mahdollisti keskimäärin kaksi lisääjokertaa ajourilla ennen uran kantavuuden merkittävää heikkenemistä. Lisäpyörällä oli myös koneen heiluntaa tasaava ominaisuus, jolloin yksittäiset syvät pyöräurien painumat ja siten uran pettämiset pyöräurilla jäivät pienemmiksi. Tämä mahdollisti osaltaan ajouran pysymisen ajokelpoisena pitempään. Lisäpyörä soveltuu yleistelojen täydentäjäksi eritoten talviolosuhteissa, jotka voivat aiheuttaa ongelmia kantavimpia teloja käytettäessä.

Viitteet

Ovaskainen H., Poikela A. (2018). Kuormatraktorin pintapainetta jakavan lisäpyörän tutkimus. Metsätehon tulostietokanta 2/2018. 25 s. <http://www.metsateho.fi/kuormatraktorin-pintapainetta-jakavan-lisapyoran-tutkimus/>

Turvemaan pintakerroksen lujuuden mittalaite piikkisiipikaira

Jari Ala-Ilomäki

Luonnonvarakeskus, Espoo

jari.ala-ilomaki@luke.fi

Turvemaiden kulkukelpoisuus perustuu pitkälti sen pintakerroksen elävän kasvillisuuden lujuuteen. Pintakerroksen alla olevan maatumeen turvekerroksen lujuus on yleensä riittämätön ajoneuvojen liikkuvuutta ajatellen, joten pintakerroksen tulisi pysyä mahdollisimman pitkään ehjänä. Pintakerroksen lujuuden mittaus kenttäkokeissa on ollut ongelmallista. Mittalaitteen tulisi mieluiten olla käsikäyttöinen sekä kevyt, ja sen tulisi kyetä mittaamaan pinnan kasvosien yhteenlaskettu lujuus. Tavanomaisen siipikairan levyt leikkaavat pinnan juurimaton jo ennen mittausta ja penetrometrin pienen kartiomaisen kärjen edellä yksittäiset kasvosat helposti taipuvat sivuun. Levykuormituslaitteilla pinnan lujuuden mittaus on mahdollista, mutta käsikäyttöiset versiot ovat usein kömpelöitä käyttää ja koneelliset on asennettu ajoneuvoalustalle.

Ongelman ratkaisemiseksi kehitettiin uudentyyppinen piikkisiipikaira, jossa tavallisen siipikairan ristikkäin asetetut levyt on korvattu vastaavasti asetelluilla riveillä teräspiikkejä. Tarkoituksena on, että päistään teroitettut piikit asettuvat pintakerroksen kasvosien lomaan niitä rikkomatta. Halkaisijaltaan 12 mm piikkien pituus on 170 mm ja niiden muodostaman aselman halkaisija 200 mm. Kukin siipi koostuu kolmesta piikistä ja aselman keskellä on yksi piikki, joten piikkien kokonaismäärä on 13. Piikkisiipikairaa kierretään leikkauspäähän hitsattuun putkeen kiinnittyvällä, vääntömomentin sekä kiertokulman sähköisesti mittaavalla kaupallista valmistetta olevalla momenttiavaimella palautuvan muodonmuutoksen alueella, käytännössä 5-15°. Leikkausjännitys vaikuttaa sylinterimäisen näytteen sivuilla ja alataholla, ja mitattava vääntömomentti on sen integraali. Ratkaisemalla integraali leikkausjännityksen suhteen voidaan mitatun vääntömomentin avulla laskea leikkausjännitys, josta vastaavalla kiertokulmalla jaettuna saadaan leikkausmoduli.

Maastokokeissa mittalaitteella on helppo ja suhteellisen nopea mitata turvemaan pinnan lujuutta. Eräässä kokeessa ensimmäisellä koeradalla leikkausmoduli vaihteli loogisesti turpeen syvyyden muuttuessa, mikä lisäksi sillä pystyttiin havainnoimaan pinnan lujuuden paikallista vaihtelua. Toisella saman alueen koeradalla leikkausmoduli selitti 48 % harvesterin yhden ajokerran jälkeisestä raiteensyvyydestä turpeensyvyyden vaihdellella 0-335 cm. Toisella kokeessa mitatulla leikkausmodulilla oli tilastollisesti merkitsevä 0,58 suuruinen korrelaatio koealan turvenäytteestä mitattujen elävien juurten määrän kanssa.

Laitte kuuluu Luken puunkorjuukoneilla turvemailla tehtävien kokeiden vakiokalustoon ja se on siitä kiinnostuneiden helposti tehtävissä tai teetettävissä.

Tuorehakkeen poltto helpottaisi turvemaiden puunkorjuuta

Risto Lauhanen¹, Juho Lahti¹, Kari Laasasenaho¹, Raimo Timonen², Jouko Laasasenaho², Alpo Kitinoja³
¹Seinäjoen ammattikorkeakoulu, Seinäjoki, ²Helsingin yliopisto, Helsinki, ³Vaasan yliopisto, Vaasa
risto.lauhanen@seamk.fi

Etelä-Pohjanmaan metsistä noin puolet on ojitetuilla turvemaidella. Puunhankinnan toimintaympäristö on Etelä-pohjanmaalla haastava, sillä seudun tilusrakenne on sirpaleinen kapeine sarkoineen. Maakunnan mäntykuitupuun on tärkeä raaka-aine sekä rannikon että Äänekosken metsäteollisuudelle.

Valtakunnan metsien inventoinnin mukaan maakunnassa on kuitenkin merkittäviä hakkuusäästöjä ja taimikonhoitorästejä. Nuorten metsien hoitoharvennuksilla ja pienpuun energiakäytöllä edistetään puiden kasvua teollisuuden ainespuuksi. Metsänhoidolla varmistetaan metsäbiotalouden raaka-ainehuolto tulevaisuudessa.

Kauhavan Kaukolämpö Oy:n voimalaitoksella on kokeiltu tuoreen metsähakkeen käyttöä lämmöntuotannossa. Myös Alajärvellä ja Laihialla on poltettu tuoretta haketta. Kauhavan 10 MW:n kattilatehon lämpölaitos on varustettu kondensoivalla savukaasujen pesu- ja lämmöntalteenottojärjestelmällä. Järjestelmällä saadaan talteen höyryn sisältämä latenttienergia, joka vanhalla laitteistolla menetettäisiin savukaasujen mukana ilmaan.

Käytännön kokeissa on havaittu laitoksen yhteenlasketun tehon nousseen ja hakkeen kulutuksen vähentyneen tuoreen hakkeen käytön aikana vastaavaan kuivatettuun energia-ainekseen verrattuna. Lisäteho on ollut jopa yli 30 %. Saavutetulle tehonlisäykselle on löydetty kaksi selitystä: tuoreesta ja jäätyneestä puusta ei ole lyhyen varastoinnin aikana ehtinyt haihtua korkean energiasisällön omaavia uuteaineita, ja toisaalta kosteaa puuta poltettaessa savukaasuihin siirtyvä kosteus toimii tehokkaana lämmönsiirtäjänä savukaasuja pestäessä.

Metsähakkeen toimitusketjua voidaan nopeuttaa käyttämällä tuoretta pienpuuhaketta, jota valmistetaan karsitusta rangasta. Kun puut karsitaan metsässä, niin kaliumia ei viedä puiden mukana kasvupaikalta liikaa pois. Nopea hankintaketju tukee osaltaan turvemaiden puunkorjuuta, kun puut kuljetetaan pois tukkien ja kuitupuun toimitusaikatauluilla.

Tuorehakkeen hankintakustannusten on laskettu alenevan 4-8 €/kiinto-m³ perinteisen kuivatetun pienpuuhakkeen hankintaan verrattuna. Ei tarvita energiapuukasojen peittämistä eikä erikoiskuljetuskalustoa, koska karsitut rangat haketetaan käyttöpaikalla lämpölaitoksen varastokentällä. Lisäksi kaarnakuoriaistuhojen riski metsässä vähenee.

Tuoreesta energiarangasta tehdyn polttohakkeen käyttöä on tutkittu 2016-2018 Manner-Suomen maaseutuohjelman TUOHI-hankkeessa. Tuoreen energiarangan hankintalogistiikan kehittämistä ovat rahoittaneet Etelä-Pohjanmaan ELY-keskus, energia-alan yritykset sekä paikalliset metsänhoitoyhdistykset.

Viitteet

- Korhonen K.T., Ihalainen A. (2015). Etelä- ja Keski-Pohjanmaan metsävarat ja hakkuumahdollisuudet. Luonnonvarakeskus. https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/532225/Etela-Pohjanmaa_2015.pdf?sequence=1
- Lahti J., Lauhanen R., Timonen R., Laasasenaho J., Kitinoja A. (2018). Onko tuoreen puun poltosta hyötyä maatilametsänomistajille? Tuoreen energiarangan ja hankintalogistiikan polton kehittäminen. Suomen Maataloustieteellisen Seuran Tiedote Nro 35. <https://journal.fi/sms/>

Koneoppiminen ja tekoäly suurten tietomassojen käsittelyssä yleensä ja erityisesti sovellettuina satelliittidatan käyttöön metsien arvioinnissa

Jorma Laaksonen

Aalto-yliopisto

jorma.laaksonen@aalto.fi

Datatiede, koneoppiminen ja tekoäly ovat kehittyneet voimakkaasti viimeisen vuosikymmenen aikana. Tätä kehitystä ovat edistäneet uusien neuroverkkojen opetusalgoritmien keksiminen, käytettävissä olevien datajoukkojen kasvanut koko ja entistä tehokkaammat laskentaprosessorit.

Yleisesti voidaan sanoa, että datalähtöiset menetelmät ovat korvanneet vanhoja asiantuntijoiden tekemiin valintoihin perustuneita menetelmiä kaikilla tieteenaloilla. Tämä esitys alkaa katsauksella koneoppimisen yleisiin menetelmiin ja tekoälytutkimuksen ajankohtaisiin tutkimusaiheisiin. Tämän jälkeen selvitetään suurten tietomassojen käytön tuomia haasteita ja mahdollisuuksia. Viimeisenä tutustutaan käynnissä olevaan hankkeeseen, jossa tutkitaan tekoälyn käyttämistä metsän biomassan ja rakenteen arvioinnissa hyperspektraalisten satelliittikuvien avulla.

Koneoppimisen käyttö digitaalisen metsävaratiedon tukena nyt ja tulevaisuudessa

Tuomo Kauranne
Arbonaut Oy, Joensuu
tuomo.kauranne@arbonaut.com

Tekoäly on tehnyt viime vuodet näyttävää läpimurtoa monella eri toimialalla, mutta se ei ole vielä juurikaan näyttäytynyt metsätalouden piirissä. Tähän on joitain pysyviä ja joitain väistyviä syitä. Pysyviin syihin kuuluu se tosiasia, että puut eivät roiku sosiaalisessa mediassa eikä niiden elämänsäkaari siksi ole poimittavissa nettijättien keräämästä bittimuotoisesta aineistosta. Tämän vuoksi tiedonlouhinta ei ole muuttanut metsävaratiedon luonnetta samalla tavoin kuin on käynyt esimerkiksi kaupan tai median toimialoilla. Niillä digitalisaatiota ajaa eteenpäin asiakkaiden ja myytävän tavaran vastavuoroinen digitaalinen ”vuoropuhelu”, jossa molemmille on etua sen syvenemisestä. Puiden kasvu ei toistaiseksi muutu digitalisaation vuoksi, mutta jatkossa esimerkiksi puulajien levinneisyysalueet voivat kyllä muuttua sen ansiosta.

Väistyviä syitä taas on datan suhteellinen niukkuus: avaruustekniikka, erityisesti kaukokartoitus, tulee tekemään mahdolliseksi liki reaaliaikaisen metsien tilan seurannan – ainakin periaatteessa. Käytännössä metsä ei paljasta salaisuuksiaan etäiselle tarkkailijalle, jollainen satelliittikin on, vaan osa tiedosta on edelleen käytävä hakemassa paikan päältä. Mutta satelliittikuvien tulkinnassa koneoppimiselle on haastava ja kovasti tarpeellinen toimintakenttä.

Esitelmässä esitellään eräitä jo toteutettuja tekoälyn sovelluksia ja hahmotellaan sen mahdollisia tulevia käyttökohteita. Samalla tässä on hyvä tilaisuus tarkentaa tekoälyn käsitteiden matemaattista ja tilastollista kuvausta, jotta voimme nähdä, miten jo nykyisin käytössä olevat tilastolliset menetelmät suhteutuvat koneoppimisen käsitteisiin ja menetelmiin.

Konvoluutionaaliset neuroverkot maanpeiteluokittelussa ja puulajitunnistuksessa

Ilkka Pölönen

Jyväskylän yliopisto, Informaatioteknologian osasto

ilkka.polonen@jyu.fi

Konvoluutionaaliset neuroverkot ovat olleet suuren mielenkiinnon kohteena erilaisissa kaukokartoitustehtävissä. Kyseiset menetelmät nousivat pinnalle vuonna 2012, jolloin AlexNet-nimellä kulkeva neuroverkkoarkkitehtuuri voitti Imagenet-kilpailun suurella erolla aiempiin menetelmiin nähden. Konvoluutionaalisten neuroverkkojen suorituskky hahmontunnistuksessa pohjautuu niiden kykyyn generoida optimaalisia piirteitä spatiaalisesta datasta. Menetelmässä perinteinen piirteiden irroitus onkin korvattu piirteiden oppimisella. Esityksessä käydään läpi konvoluutionaalisten neuroverkkojen toimintaperiaatetta sekä niiden soveltamista maanpeiteluokittelussa ja puulajitunnistuksessa. Verkkojen osalta tutustutaan yksinkertaiseen 3D-konvoluutionaaliseen neuroverkkoon sekä U-net-tyyppiseen neuroverkkorakenteeseen.

Hakkuukonetietojen hyödyntäminen metsävaratietojen ylläpidossa

Timo Melkas, Kirsi Riekk, Juha-Antti Sorsa

Metsäteho Oy, Vantaa

timo.melkas@metsateho.fi

Tutkimuksen tavoitteena oli kehittää menetelmiä hakkuukonetiedon hyödyntämiseksi metsävaratietojen ajantasaistuksessa ja kaukokartoituksen referenssiaineistona. Hakkuukoneet tallentavat hakkuun aikana runkokohtaista sijainti- ja läpimittatietoa (StanForD 2018), joten laajamittainen hakkuukonetiedon keruu mahdollistaisi metsävaratietojen päivittämisen nykyistä huomattavasti nopeammalla aikavälillä. Ensivaiheessa kyse olisi toteutuneiden toimenpidekuvioiden rajauksien päivytyksestä metsävaratietoihin, myöhemmässä vaiheessa myös puustotietojen päivytyksestä. Tässä työssä kehitetyn automaattisen kuviointimenetelmän (Melkas ym. 2018) avulla hakkuukonetiedosta saadaan tuotettua toimenpidekuvioiden rajaukset metsävaratiedon ajantasaistukseen. Laserkeilauksen referenssiaineistoksi sovitetaan runkokohtaiset läpimitat Laasasenahon (1982) runkokäyräyhtälöön, jolloin saadaan selville kuviolta hakattujen puiden kokonaistilavuus. Tämä mahdollistaisi laserkeilausinventointien maastokoealojen korvaamisen osittain hakkuukonetiedolla esimerkiksi uudistuskypsien (avohakkuut) metsien osalta. Tutkimuksessa kehitettiin myös automaattinen menetelmä ajouraverkoston tuottamiseksi hakkuukonetiedosta, ja sen tuloksia voidaan hyödyntää korjuujäljen seurantaan.

Menetelmäkehityksessä käytettiin aineistona Suomen metsäkeskuksen Etelä-Suomen laserinventointialueelta kerättyä hakkuukoneaineistoa ($n = 635350$). Automaattinen kuvioidenrajausmenetelmä erottaa korjuulohkokokohtaisesti kuviot ja niille johtavat ajourat toisistaan, muodostaa varsinaisen kuviorajauksen sekä eheyttää kuviorajat osittain päällekkäisten kuvioiden välillä. Viimeistelynä on mahdollista koota tiedot kuhunkin toimenpidekuvioon kuuluvista hakatuista puista.



Kuva 1. Hakkuukoneen puukohtaisista sijaintitiedoista tuotetut automaattiset toimenpidekuvioiden rajaukset (vasemmalla ja keskellä), sekä automaattisesti tuotettu ajouraverkosto (oikealla). Ilmakuva © Maanmittauslaitos 2018

Automaattisesti tuotettuja toimenpidekuvioiden rajauksia verrattiin ilmakuvilta digitoituihin kuviorajoihin ja maastossa GNSS-paikantimen kanssa nauhoitettuihin kuvioihin. Automaattiset kuviot vastaavat pääsääntöisesti hyvin referenssikuvioita sekä pinta-alan että rajauksen sijainnin osalta. Ajouraverkoston hehtaarikohtaiset pituudet ja pinta-alat sekä ajourien keskimääräiset välit vastaavat hakkuutapakohtaisia tavoitearvoja.

Tutkimus on osa MMM:n kärkihanketta, jossa selvitetään hakkuukonetiedon hyödynnettävyyttä metsävaratiedon ajantasaistuksessa ja kaukokartoituksen referenssitietona sekä pilotoidaan metsäkonetiedon välitystä keskitettyyn tietokantaan.

Viitteet

- StanForD. (2018). Standard for Forest machine Data and Communication. <http://www.skogforsk.se/english/projects/stanford/>
- Melkas T., Riekk K., Sorsa J.-A. (2018). Tulosalvosarja 7a/2018: Automaattinen toimenpidekuvion rajojen muodostus hakkuukoneen sijaintitietoon perustuen. Metsäteho.
- Laasasenaho J. (1982). Taper curve and volume functions for pine, spruce and birch. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 108. 74s.

Metsänhoidon suositusten digitaalinen transformaatio

Kati Kontinen
Tapio Oy, Helsinki
kati.kontinen@tapio.fi

Metsänhoidon suositukset ovat osa kansallisen metsästrategian toteutusta. Ne ovat informaatio-ohjauksen väline, joiden avulla neuvotaan ja kannustetaan aktiiviseen ja monipuoliseen metsien käyttöön. Metsänhoidon suositusten käyttäjinä ovat metsänomistajat ja metsäalan toimijat. Metsänhoidon suositukset ovat riippumattomia, tutkimukseen ja käytännön kokemukseen perustuvia kansallisia suosituksia, jotka kokoavat parhaat käytännöt ja vaihtoehdot metsien kestävään käyttöön. Metsänhoidon suositusten kokonaisuus koostuu nykyisellään kahdeksasta julkaisusta, jotka ovat vapaasti ladattavissa pdf-muodossa internetissä ja saatavilla painettuna julkaisuna. Metsätiedon digitalisoituvassa ympäristössä paperiset oppaat korvautuvan sovelluksilla, joissa tiedon päivitettävyyttä ja ajantasaisuus nousevat uudelle tasolle. Suositusten osalta edessä on digitaalinen transformaatio, joka vaikuttaa koko suositusprosessiin sekä jakelukanaviin.

Rakennettavan metsänhoidon suositusten digitaalisen järjestelmän keskeinen liiketoiminnallinen tavoite on tarjota nykyistä tehokkaampi, monikäyttöisempi ja kohdennetumpi mekanismi metsänhoidon suositusten hyödyntämiseen. Välillisenä tavoitteena on aktivoida passiivisia metsänomistajia metsäomaisuutensa hoitoon ja ylläpitoon.

Järjestelmä mahdollistaa monografiamuotoisen dokumentin rakenteistamisen, rakenteisen tallentamisen sekä rakenteisten dokumenttien löydettävyyden ja osoitettavuuden jatkohyödyntämistä varten. Järjestelmällä on kaksi eri käyttötapamallia. Ensinnäkin se tarjoaa käyttöliittymän, jonka avulla metsänhoidon suosituksista kiinnostunut henkilö pystyy tehokkaasti hakemaan ja löytämään täsmällisesti tarvitsemaansa tietoa. Toinen keskeinen käyttömalli on järjestelmän tarjoama integroitavuus, jonka avulla erilaiset ulkopuoliset järjestelmät pystyvät hyvin määritellyn rajapinnan kautta hakemaan metsänhoidon suositusten ohjeistusta ja siihen liittyvää kuvailutietoa.

Järjestelmän keskeinen ominaisuus on metsänhoidon suositusten hyvä ja monipuolinen löydettävyyttä. Tällöin järjestelmän arkkitehtuurin ja etenkin sen tarjoaman hakurajapinnan on kyettävä mukautumaan monipuolisiin, eri tavoin toteutettuihin hakumalleihin. Ensi vaiheessa suosituksia voidaan hakea tekstipohjaisiin välinein, mutta pidemmän aikavälin kehityksen osalta järjestelmän arkkitehtuurin on tuettava hakukriteereitä, joita esitetään luonnollisen kielen tai hahmontunnistuksen avulla. Nämä perustuvat tekoälyn hyödyntämiseen.