

Metsä

Monikäyttö ja ekosysteemipalvelut



Toimittaja Kauko Salo

Metsä

Monikäyttö ja ekosysteemipalvelut

Toimittaja Kauko Salo

Viitausohjeet

Koko julkaisu:

Salo, K. (toim.). 2015. Metsä. Monikäyttö ja ekosysteemipalvelut. Luonnonvarakeskus (Luke), Helsinki. 328 s.

Yksittäinen artikkeli:

Miina, J., Turtiainen, M., Salo, K., Hotanen, J-P. ja Pukkala, T. 2015. Mustikka- ja puolukkasatojen mallitus ja huomioiminen metsien käsittelyssä. Kirjassa: Salo, K. (toim.). Metsä. Monikäyttö ja ekosysteemipalvelut. Luonnonvarakeskus (Luke), Helsinki. s. 143-145.

Julkaisu on saatavissa Internetissä: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-326-123-5>

ISBN 978-952-326-122-8 (Painettu)

ISBN 978-952-326-123-5 (Verkojulkaisu)

Copyright © 2015: Tekijät ja Luonnonvarakeskus (Luke)

Julkaisija ja kustantaja: Luonnonvarakeskus (Luke), Helsinki 2015

Painopaikka ja julkaisumyynä: Juvenes Print, <http://luke.juvenesprint.fi>

Julkaisuvuosi: 2015

Etukannen valokuvat:

Herkkutatit. Kuva: Kauko Salo.

Uroskarhu. Kuva: Ilpo Kojola.

Hirvi. Kuva: Erkki Oksanen, Luke.

Hirvikärpänen. Kuva: Erkki Oksanen, Luke.

Viestintää Suomen korkeimman puun juurelta. Kuva: Timo Kilpeläinen.

Energiapuun korjuu. Kuva: Juha Laitila.

Mustikkarasiat. Kuva: Kauko Salo.

Kypsät puolukat. Kuva: Kauko Salo.

Pannukahvit ja grillimakkarat. Kuva: Erkki Oksanen, Luke.

Takakannen valokuvat:

Vasemmalta oikealle.

Metsäpalon jälkeen syntyy uusi metsä. Kuva: Kauko Salo.

Vanhoissa rakennuksissa on nähtävissä esi-isiemme rakennustaito. Kuva: Erkki Oksanen, Luke.

Metsämaalla on keskimäärin neljä muurahaiskekoa hehtaarilla. Kuva: Erkki Oksanen, Luke.

Kekomuurahainen on ahkera metsän hoitaja. Kuva: Erkki Oksanen, Luke.

Orava on metsän antimien hyötykäyttäjä. Kuva: Kauko Salo.

Tietokirjan toimittaja, FL **Kauko Salo** on vanhempi tutkija, metsäbiologi ja keruutuotetarkastaja Luonnonvarakeskuksessa (Luke). Hänen erikoisalaansa ovat metsäekosysteemin toiminta, metsäpaloekologia, luonnonmarjat ja -sienet. Salo on kirjoittanut vuodesta 1994 alkaen valtakunnalliset marja- ja sienisatotiedotteet. Kuva: Erkki Oksanen, Luke.

Kannen suunnittelu: Irene Murtovaara ja Kauko Salo, Luonnonvarakeskus (Luke).

Taitto: Irene Murtovaara, Anne Siika ja Sari Elomaa, Luonnonvarakeskus (Luke).



KIRJOITTAJAT

Suku- ja etunimen jälkeen ammatti, koulutus ja nykyinen työpaikka. Suluissa esitetään työpaikan nimi, jossa artikkeli on kirjoitettu vuosina 2013–2014. Muutamia päivityksiä on tehty opinnäytetöiden ja vaihtuneen työpaikan takia alkuvuoden 2015 aikana.

Työpaikkalyhenteet

Luke, Luonnonvarakeskus
Metla, Metsäntutkimuslaitos
MTT, Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus
RKTL, Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos
PTT, Pellervon taloustutkimus
SYKE, Suomen ympäristökeskus
ELY- keskus, Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus

Tutkinnoista ja oppiarvoista käytetyt lyhenteet

MMT, maatalous- ja metsätieteiden tohtori
MML, maatalous- ja metsätieteiden lisensiaatti
MMM, maatalous- ja metsätieteiden maisteri
FT, filosofian tohtori
FL, filosofian lisensiaatti
FM, filosofian maisteri
MSc., Master of Science, maisterin tutkinto
YTT, yhteiskuntatieteiden tohtori
YTM, yhteiskuntatieteiden maisteri
KTT, kauppatieteiden tohtori
KTM, kauppatieteiden maisteri
KT, kasvatustieteen tohtori
TT, teologian tohtori

Kirjoittajat

- A** *Anttila, Perttu*, tutkija, MMT, Luke, (Metla)
Asikainen, Antti, professori, MMT, Luke, (Metla)
- D** *Drummond, Frank*, professori, FT, Mainen yliopisto, USA
- E** *Eerikäinen, Kalle*, vanhempi tutkija, MMT, Luke, (Metla)
- F** *Finer, Leena*, professori, MMT, Luke, (Metla)
- G** *Gromtsev, Andrey*, varttunut tutkija, FT, Metsäntutkimuslaitos, Venäjän tiedeakatemia, Petroskoi
- H** *Helle, Pekka*, kannanarviointipäällikkö, FT, Luke, (RKTL)
Helmisaari, Heljä-Sisko, professori, MMT, Helsingin yliopisto
Henttonen, Heikki, professori, FT, Luke, (Metla)
Heräjärvi, Henrik, vanhempi tutkija, MMT, Luke, (Metla)
Hokkanen, Timo, erikoistutkija, FT, Pohjois-Karjalan ELY- keskus
Horne, Paula, tutkimusjohtaja, MSc., PTT
Hotanen, Juha-Pekka, vanhempi tutkija, FL, Luke, (Metla)
Hänninen, Riitta, erikoistutkija, MMT, Luke, (Metla)
Härkönen, Marja, professori emerita, FT, Helsingin yliopisto
- I** *Ilvesniemi, Hannu*, professori, MMT, Luke, (Metla)
- J** *Jones, Matthew*, tutkija, FM, Mainen yliopisto, USA
Juurinen, Artti, professori, KTT, Luke, (Metla) ja Thule-instituutti, Oulun yliopisto
- K** *Kainulainen, Pauliina*, tutkija, TT, Itä-Suomen yliopisto
Kankainen, Markus, tutkija, KTM, Luke, (RKTL)
Karjalainen, Eeva, tutkimusasiantuntija, FT, Luke, (Metla)
Karjalainen, Timo, professori, MMT, Luke, (Metla)
Kaunisto, Sirpa, tutkija, FT, Itä-Suomen yliopisto
Kellomäki, Seppo, professori emeritus, MMT, Itä-Suomen yliopisto
Kniivilä, Matleena, metsäekonomisti, MMT, PTT
Kojola, Ilpo, tutkimusprofessori, FT, Luke, (RKTL)
Korhonen, Anna, tutkija, MMM, Luke, (Metla)
Korhonen, Kari T., erikoistutkija, MMT, Luke, (Metla)
Kosenius, Anna-Kaisa, metsäekonomisti, MMT, PTT
Kouki, Jari, professori, FT, Itä-Suomen yliopisto
Kryshen, Alexander, johtaja, FT, Metsäntutkimuslaitos, Venäjän tiedeakatemia, Petroskoi
Kurtti, Mikko, erikoistutkija, MMT, KTM, Luke, (Metla)

- L *Laitila, Juha*, varttunut tutkija, MMT, Luke, (Metla)
Launiainen, Samuli, varttunut tutkija, FT, Luke, (Metla)
Lauren, Ari, vanhempi tutkija, MMT, Luke, (Metla)
Lehto, Tarja, yliopistotutkija, FT, Itä-Suomen yliopisto
*Lehtonen, Aleks*i, vanhempi tutkija, MMT, Luke, (Metla)
Leinonen, Timo, yhteyspäällikkö, MMM, Pohjois-Karjalan maakuntaliitto
Lindberg, Henrik, päätoiminen tuntiopettaja, MMM, Hämeen ammattikorkeakoulu, Hämeenlinna
Linden, Harto, tutkimusprofessori emeritus, FT, Luke, (RKTL)
Lindroos, Antti-Jussi, vanhempi tutkija, FT, Luke, (Metla)
Lopatin, Eugene, erikoistutkija, MMT, Luke, (Metla)
Lukina, Natalia, johtaja, FT, Venäjän tiedeakatemia, Moskova
- M *Mannerkoski, Hannu*, professori emeritus, MMT, Itä-Suomen yliopisto
Manninen, Outi, vanhempi tutkija, FT, Luke, (MTT)
Matala, Juho, vanhempi tutkija, MMT, Luke, (Metla)
Merilä, Päivi, varttunut tutkija, MMT, Luke, (Metla)
Miina, Jari, erikoistutkija, MMT, Luke, (Metla)
Mononen, Laura, tutkija, FM, SYKE
Mäkipää, Raisa, erikoistutkija, MMT, FM, Luke, (Metla)
- N *Naskali, Arto*, varttunut tutkija, YTT, Luke, (Metla)
Neuvonen, Seppo, erikoistutkija, FT, Luke, (Metla)
Niemelä, Pekka, professori emeritus, FT, Turun yliopisto
Nieminen, Tiina M., vanhempi tutkija, FT, Luke, (Metla)
Nikkanen, Teijo, vanhempi tutkija, MMT, Luke, (Metla)
Nöjd, Pekka, vanhempi tutkija, MMT, Luke, (Metla)
- O *Oksanen, Jari*, professori, FT, Oulun yliopisto
- P *Parviainen, Jari*, aluejohtaja, MMT, Luke, (Metla)
Peltola, Heli, professori, MMT, Itä-Suomen yliopisto
Peltola, Rainer, vanhempi tutkija, MMT, Luke, (MTT)
Piirainen, Sirpa, varttunut tutkija, MMT, Luke, (Metla)
Pukkala, Timo, professori, MMT, Itä-Suomen yliopisto
Pusenius, Jyrki, tutkija, FT, Luke, (RKTL)
Päivänurmi, Marja, toimitusjohtaja, Joensuun Tuote ja Vihannes Ky
Pöllänen, Sinikka, professori, KT, Itä-Suomen yliopisto.
- R *Rantala, Outi*, yliopistonlehtori, YTT, Tromssan yliopisto, Norja ja Lapin yliopisto
Rantanen, Pekka, tutkija, YTM, Tampereen yliopisto
Rautio, Pasi, erikoistutkija, FT, Luke, (Metla)
Repo, Tapani, erikoistutkija, FT, Luke, (Metla)
Roitto, Marja, tutkija, FT, Luke, (Metla)
- S *Saarni, Kaija*, tutkija, MMM, Luke, (RKTL)
Saastamoinen, Olli, professori emeritus, MMT, Itä-Suomen yliopisto
Salemaa, Maija, varttunut tutkija, FT, Luke, (Metla)
Saksa, Timo, erikoistutkija, MMT, Luke, (Metla)
Salo, Kauko, vanhempi tutkija, FL, Luke, (Metla)
Sepänmaa, Yrjö, professori emeritus, FT, Itä-Suomen yliopisto
Shorohova, Ekaterina, tutkija, FT, (Metla)
Sievänen, Tuija, vanhempi tutkija, MMM, Luke, (Metla)
Siitonen, Juha, varttunut tutkija, MMM, Luke, (Metla)
Sikanen, Lauri, vanhempi tutkija, MMT, Luke, (Metla)
Store, Ron, varttunut tutkija, MML, Luke, (Metla)
- T *Tasanen, Tapani*, tutkijayliopettaja, MMT, Seinäjoen ammattikorkeakoulu.
Tikhonova, Elena, tutkija, FT, Venäjän tiedeakatemia, Moskova
Tolvanen, Anne, professori, FT, Luke, (Metla)
Tonteri, Tiina, tutkija, FM, Luke, (Metla)
Turtiainen, Marjut, tutkija, MMT, Itä-Suomen yliopisto
Tuulentie, Seija, vanhempi tutkija, YTT, Luke, (Metla)
Tyrväinen, Liisa, professori, MMT, Luke, (Metla)
Törrönen, Riitta, yliopistotutkija, FT, Itä-Suomen yliopisto
- V *Vaara, Matti*, tutkija, MMM, Itä-Suomen yliopisto
Valkonen, Jarno, yliopistonlehtori, YTT, Lapin yliopisto
Valkonen, Sauli, vanhempi tutkija, MMT, Luke, (Metla)
Vanha-Majamaa, Ilkka, varttunut tutkija, FM, Luke, (Metla)
Vanhanen, Henri, vanhempi tutkija, MMT, Luke, (MTT)
Vanninen, Petteri, projektikoordinaattori, MMT, Itä-Suomen yliopisto
Verkasalo, Erkki, professori, MMT, Luke, (Metla)
Vihervaara, Petteri, erikoistutkija, FT, SYKE

ALKUSANAT

Metsä - Monikäyttö ja ekosysteemipalvelut on kattava tietokirja metsän merkityksestä jokaiselle suomalaiselle. Osa meistä suomalaisista tekee metsissään erilaisia hoitotoita, osa kulkee metsissä samoillen ja lintuja kuvaten tai terveysvaikutuksista nauttien, osa kerää herkkutatteja ja mustikoita. Metsä tarjoaa niin monenlaisia hyötyjä, että jokaiselle löytyy jotakin.

Metsien ekosysteemipalveluilla tarkoitetaan perinteistä monikäyttöäkin laajempaa toimintaa metsissä. Perinteiset metsien monikäyttömuodot eli puun kasvatusta ja korjuu, puun sivutuotteiden hankinta, riistanhoito ja metsästys, marjastus ja sienestys, yrttien ja muiden luonnonkasvien keräily, virkistyskäyttö ja luontomatkailu, maisemanhoito metsätaloudessa sekä luonnonsuojelu kuuluvat ekosysteemipalvelujen luokituksessa tuotanto- ja kulttuuripalveluihin.

Säätelypalveluihin kuuluvat mm. ilmaston muutoksen vaikutukset metsien kasvuun ja kehitykseen, metsäpalot ja niiden torjunta, myrsky- ja lumituhot, hirvi metsätalouden säätelijänä ja luonnonkasvien pölytyspalvelut. Lisäksi tietokirjan ylläpito- ja tukipalveluissa kuvataan metsien hiilivirrat ja -varastot.

Ekosysteemeistä ja ekosysteemipalveluista muodostuvan kokonaisuuden taloudellinen arvottaminen on vaikeaa, koska ekosysteemipalvelut sisältävät monenlaisia arvoja: käyttö-, optio-, olemassaolo- ja perintöarvoja. Ekosysteemipalveluilla on kuitenkin taloudellinen kokonaisarvo, ja tietokirjan loppuosassa selvitetään, miten erilaisia arvoja arvotetaan.

Tietokirjan toivotaan herättävän keskustelua Suomen metsistä ja biotalouden tulevaisuuden vaihtoehtoja ja antavan uusinta tietoa metsäalasta. Tietokirja on tarkoitettu yliopistoissa, ammattikorkeakouluissa, ammattiohjeissa ja peruskouluissa opiskeleville nuorille ja aikuisille, opettajille, kaupunkien ja kuntien virastoissa ja laitoksissa työskenteleville virkamiehille ja -naisille ja luonnontuotealan yrittäjille sekä kansalaisille, jotka hoitavat ja kasvattavat metsiään eri puolilla Suomea, keräävät ja käyttävät kotitaloudessaan metsien tuotteita tai hyödyntävät metsien hyvinvointipalveluja.

Metsä-tietokirjassa 97 metsä- ja ympäristöalan tutkijaa, opettajaa ja asiantuntijaa kokoaa tuoreimman tutkimustiedon ekosysteemipalveluista. He kertovat 68 artikkelissa, miten metsä monin eri tavoin antaa aineellista, fyysistä ja henkistä hyvinvointia.



Maamme metsät ja pellot ovat monikäyttöisiä ja niissä on uusia biotalouden kasvumahdollisuuksia. Kuva: Kauko Salo.

Kirjan kirjoittamiseen osallistui 60 henkilöä Luonnonvarakeskuksesta (51 henkilöä Metsäntutkimuslaitoksesta, 6 Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksesta ja 3 Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskuksesta) ja yliopistoista yhteensä 24 henkilöä (Itä-Suomen yliopisto 15 henkilöä, Helsingin yliopisto 2, Mainen yliopisto (USA) 2, Turun, Tampereen, Tromssan (Norja), Oulun ja Lapin yliopistosta jokaisesta 1 henkilö). Lisäksi kirjoittajia oli Venäjän tiedeakatemiasta 4 henkilöä, Pellervon taloustutkimuksesta 3, Suomen ympäristökeskuksesta 2, Hämeen ja Seinäjoen ammattikorkeakouluista molemmista 1, Pohjois-Karjalan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksesta 1 ja Tuote ja Vihannes Ky:stä 1 henkilö.

Sivumäärältään suuren tietokirjan toimittamisessa oli kahden ja puolen vuoden aikana monenlaisia ilon hetkiä ja joskus usko omaan työhön oli koetuksella, varsinkin tietokoneongelmien kanssa painiessa. Lopulta joskus monimutkaisilta tuntuneet, toimittamiseen liittyvät asiat kääntyivät positiivisen ajattelun kautta voitoksi. Metla-talon kahviryhmä loi uskoa tekemiseeni ja huumorin kukka oli usein mukana kahvihetkissä asiapitoisen pohdinnan ohella.

Kirjoittajien korkea ammattitaito ja positiivinen asenne työhön autoivat osaltaan hankkeen läpivientiä. Kirjan toimittaja kiittää sydämellisesti jokaista artikkelin kirjoittamiseen osallistunutta henkilöä.

Suuret kiitokset KARELIA ENPI CBC-ohjelmalle, jonka rahoittamassa MULTI EFFORT-hankeessa (MULTIPLE Eco-Friendly FOrrest use: Restoring Traditions) vuosina 2013-2014 tämän tietokirjan toimittaminen oli mahdollista. Kotuksen (Kotimaisten kielten keskus) väki ansaitsee kiitoksen suomen kielen vaalimisesta tässä kirjassa. Kirjan taitosta kiitän tutkimusgraafikoita, Irene Murtovaaraa, Anne Siikaa ja Sari Elomaata, valokuvaaja Erkki Oksasta valokuvapalveluista sekä hankinta-asiantuntija Anki Geddalaa kirjan oikolukemisesta.

Metsäntutkimuslaitos (Metla), Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus (MTT), Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos (RKTL) ja Maa- ja metsätalousministeriön tietopalvelukeskus (Tike) yhdistyivät Luonnonvarakeskukseksi (Luke) 1.1.2015. <http://www.luke.fi/>

Metsä on aarreaitta, opi käyttämään sitä. Suomalaisessa metsässä on monipuolisen biotalouden tulevaisuus.

Joensuussa, Metla-talossa, 30.6.2015.

Kauko Salo
Vanhempi tutkija,
Metsä -tietokirjan toimittaja

SISÄLLYS

Kirjoittajat	3
Alkusanat	5
POLKU	13
<i>Kauko Salo</i>	
1 Johdanto	17
<i>Metsien monikäytöstä ekosysteemipalveluihin</i>	<i>17</i>
<i>Olli Saastamoinen</i>	
2 Metsät ennen, nyt ja tulevaisuudessa	25
2.1 Metsien hoito ja metsävarat	25
<i>Suomen metsien käyttö ja hoito kivikaudelta 1900-luvulle</i>	<i>25</i>
<i>Tapani Tasanen</i>	
<i>Suomen metsävarojen kehitys 1920-luvulta lähtien</i>	<i>33</i>
<i>Kari T. Korhonen</i>	
<i>Tulevaisuuden metsät ja metsänhoito</i>	<i>39</i>
<i>Timo Saksa</i>	
2.2 Metsälainsäädäntö ja metsäsertifiointi	43
<i>Sauli Valkonen</i>	
<i>Metsälain erityisen tärkeät elinympäristöt ja niiden merkitys monimuotoisuudelle</i>	<i>46</i>
<i>Jari Kouki</i>	
<i>Säilyykö vapaa pääsy metsiin? Jokamiehenoikeuksien hyväksyntä ja ongelmat</i>	<i>50</i>
<i>Seija Tuulentie, Arto Naskali ja Outi Rantala</i>	
<i>Kestävä metsätalous ja sen arviointi indikaattoreiden ja metsäsertifioinnin avulla</i>	<i>54</i>
<i>Jari Parviainen</i>	
3 Tuotantopalvelut	61
3.1 Vesi ja puiden juuret	61
<i>Vesi ja vesivarat</i>	<i>61</i>
<i>Sirpa Piirainen</i>	
<i>Juurten ekosysteemipalvelut</i>	<i>65</i>
<i>Tapani Repo, Marja Roitto, Anna Korhonen ja Tarja Lehto</i>	
3.2 Metsäkasvillisuus ja monimuotoisuus	70
<i>Metsien luokitus metsäekosysteemipalvelujen perustana</i>	<i>70</i>
<i>Juha-Pekka Hotanen</i>	
<i>Aluskasvillisuus tuottaa tietoa Suomen ja Venäjän Karjalan metsistä</i>	<i>76</i>
<i>Maija Salemaa, Hannu Ilvesniemi, Alexander Kryshen, Natalia Lukina, Päivi Merilä, Jari Oksanen, Elena Tikhonova ja Tiina Tonteri</i>	
<i>Aluskasvillisuus on tärkeä osa boreaalista metsää</i>	<i>80</i>
<i>Maija Salemaa, Heljä-Sisko Helmisaari, Päivi Merilä ja Pekka Nöjd</i>	
<i>Metsien monimuotoisuus</i>	<i>82</i>
<i>Juha Siitonen ja Anne Tolvanen</i>	
<i>Biodiversiteetin merkitys ekosysteemiprosesseille</i>	<i>89</i>
<i>Raisa Mäkipää</i>	

3.3 Puun tuotanto ja bioenergia.....	91
Laadukas ja monimuotoinen puuraaka-aine puunjalostuksen pohjana.....	91
<i>Erkki Verkasalo</i>	
Puun biojalostaminen: lisäarvotuotteita puun eri osista ja puunjalostuksen sivuvirroista	99
<i>Erkki Verkasalo</i>	
Koivu - kansallispuu	102
<i>Henrik Heräjärvi</i>	
Uudet biopolttoainejalosteet: pelletit, pyrolyysiöljy, biodiesel ja bioetanoli	105
<i>Lauri Sikanen</i>	
Metsäbiomassavarat, hankinnan teknologia ja käyttö	109
<i>Juha Laitila, Antti Asikainen ja Perttu Anttila</i>	
Kestävän metsätalouden edistäminen suomalais-venäläisenä yhteistyönä.....	113
<i>Timo Leinonen ja Timo Karjalainen</i>	
Metsäalan tulevaisuudennäkymät Suomessa	118
<i>Riitta Hänninen</i>	
3.4 Marjat.....	121
3.4.1 Marjastuksen mahdollisuudet.....	121
Luonnonmarjat ja myrkylliset marjalajit	121
<i>Kauko Salo</i>	
Mustikka- ja puolukkasatojen talteenotto	125
<i>Marjut Turtiainen, Kauko Salo ja Olli Saastamoinen</i>	
Valtakunnalliset marja- ja sienisatoennusteet	128
<i>Kauko Salo</i>	
Marjojen ravintoaineet, polyfenolit ja terveysvaikutukset.....	131
<i>Riitta Törrönen</i>	
Marjojen laatuluokitus ja vastaanottopisteessä maksettavaan hintaan vaikuttavat tekijät.....	137
<i>Marja Päivänurmi</i>	
Luonnonmarjojen käyttö kotitalouksissa ja teollisuudessa	139
<i>Matti Vaara</i>	
Mustikka- ja puolukkasatojen mallitus ja huomioiminen metsien käsittelyssä.....	143
<i>Jari Miina, Marjut Turtiainen, Kauko Salo, Juha-Pekka Hotanen ja Timo Pukkala</i>	
3.4.2 Marjastuksen ja sienestyksen uhkakuvia.....	146
Kaupalliset metsämarjanpoimijat: metsämarja-alan muutos ja merkitys	146
<i>Jarno Valkonen ja Pekka Rantanen</i>	
Tauteja metsästä.....	151
<i>Heikki Henttonen</i>	
Hirvikärpänen, metsissä liikkujan kiusa	157
<i>Sirpa Kaunisto</i>	
3.5 Sienet.....	162
Metsien ja puiden sienet	162
<i>Kauko Salo</i>	
Ruokasienten käyttö ja kauppa	167
<i>Marjut Turtiainen ja Kauko Salo</i>	
Myrkkysienet ja sienimyrkytykset.....	172
<i>Marja Härkönen</i>	
Sienten laatuluokitus ja vastaanottopisteessä hintaan vaikuttavat tekijät	178
<i>Marja Päivänurmi</i>	

3.6	Yrtit.....	180
	Kauppayrtit, keruu ja käyttö	180
	<i>Kauko Salo ja Marjut Turtiainen</i>	
	Pihlaja monikäyttöpuuna ja maitohorsma kauppayrttinä	184
	<i>Kauko Salo</i>	
3.7	Erikoisluonnontuotteet	188
	Metsien erikoisluonnontuotteet.....	188
	<i>Kauko Salo ja Marjut Turtiainen</i>	
	Mahla rauduskoivun sivutuotteena ja palleroporonjäkälä koristemateriaalina	196
	<i>Kauko Salo ja Marjut Turtiainen</i>	
3.8	Riistaeläimet	199
	Millaista metsää riistalle	199
	<i>Pekka Helle ja Harto Lindén</i>	
	Hirvieläimet ja metsien monimuotoisuus	203
	<i>Pekka Niemelä</i>	
	Suurpetojen vaikutus riistaeläinkantoihin.....	208
	<i>Ilpo Kojola</i>	
4	Säätelypalvelut.....	213
4.1	Ilmastonmuutos ja saasteet	213
	Ilmastonmuutoksen vaikutus metsien kasvuun ja kehitykseen sekä ekosysteemipalveluihin.....	213
	<i>Seppo Kellomäki</i>	
	Metsät saasteiden puhdistajina.....	220
	<i>Pasi Rautio, Tiina M. Nieminen ja Antti-Jussi Lindroos</i>	
	Hiilen ja ravinteiden huuhtoutuminen metsistä ja niiden vaikutus metsäekosysteemiin	224
	<i>Leena Finér</i>	
4.2	Metsäpalot, tuuli- ja lumituhot ja maaperän eroosio.....	228
	Metsäpalojen merkitys ekosysteemipalvelujen kannalta Suomessa ja Karjalan tasavallassa	228
	<i>Ilkka Vanha-Majamaa, Andrey Gromtsev ja Henrik Lindberg</i>	
	Tuuli- ja lumituhot.....	233
	<i>Heli Peltola</i>	
	Maaperän eroosio metsissä	237
	<i>Hannu Mannerkoski</i>	
4.3	Tuhoeläimet ja puiden taudit sekä pölytyspalvelut	242
	Tuhoeläimet ja puiden taudit metsäekosysteemeissä	242
	<i>Seppo Neuvonen</i>	
	Hirvi metsätalouden säätelijänä	247
	<i>Juho Matala</i>	
	Luonnonkasvien pölytyspalvelut ja kestävä luonnonmarjojen keruu.....	251
	<i>Rainer Peltola, Henri Vanhanen, Outi Manninen, Matthew Jones ja Frank Drummond</i>	
5	Kulttuuripalvelut	257
5.1	Maisemanhoito, virkistyskäyttö ja luontomatkailu sekä terveys- ja hyvinvointihyödyt	257
	Maisemanhoito metsätaloudessa	257
	<i>Eeva Karjalainen ja Ron Store</i>	
	Virkistyskäyttö ja luontomatkailu	262
	<i>Tuija Sievänen ja Liisa Tyrväinen</i>	

Luontomatkailun merkitys elinkeinoelämän kannalta	267
<i>Seija Tuulentie ja Liisa Tyrväinen</i>	
Metsän virkistyskäytön terveys- ja hyvinvointihyödyt	272
<i>Liisa Tyrväinen</i>	
Esteetikon metsä.....	277
<i>Yrjö Sepänmaa</i>	
Metsän teologia	282
<i>Pauliina Kainulainen</i>	
5.2 Metsät tutkimus- ja oppimisympäristöinä	286
Tutkimuksen merkitys Kolin kansallispuiston tarjoamille ekosysteemipalveluille	286
<i>Kalle Eerikäinen</i>	
Pohjois-Karjalan biosfäärialue ekosysteemipalveluiden tutkimus- ja mallialueena	290
<i>Timo J. Hokkanen, Petteri Vihervaara, Laura Mononen ja Eugene Lopatin</i>	
Metsä oppimisympäristönä	296
<i>Teijo Nikkanen, Petteri Vanninen ja Sinikka Pöllänen</i>	
6 Ylläpito- ja tukipalvelut	301
Hiilensidonta ja ekosysteemin palautumiskyky.....	301
<i>Ekaterina Shorokhova</i>	
Boreaalisten metsien hiilivirrat ja varastot	305
<i>Samuli Launiainen, Aleksi Lehtonen ja Ari Laurén</i>	
7 Ekosysteemipalveluiden taloudellinen arvo ja arvottaminen	311
Ihminen ja metsien arvo - miten arvottaa ekosysteemipalveluita.....	311
<i>Artti Juutinen, Anna-Kaisa Kosenius ja Paula Horne</i>	
Ekosysteemipalveluiden uudet markkinat ja tuotekehitys	315
<i>Matleena Kniivilä ja Olli Saastamoinen</i>	
Metsästyksen ja riistan taloudellinen arvo	320
<i>Markus Kankainen, Kaija Saarni ja Jyrki Pusenius</i>	
Monitavoitteinen metsäsuunnittelu	325
<i>Mikko Kurttila, Timo Pukkala ja Jari Miina</i>	



POLKU

Kauko Salo

Lapsuuden muistoista palautuu mieleen monelle sellainen metsäpolku, joka johdatti vanhojen naavakuusten luo aarnimetsän reunalle, suurten kilpikaarnaisten mäntyjen reunustamalle kukkulalle tai runsassatoisille puolukkamättäille. Polku kiemurteli metsien läpi, johti asutusten reunamille, järven tai lammen rantaan. Usein polku johti toiselle polulle, harvoin polun pää loppui keskelle metsää.

Polku kulkee havupuitten neulasten päällä, sen reunamilla kohoavat metsäsammal- ja jäkäläkasvustot. Polku kiertää suuret kivet ja kaatuneet puitten rungot. Luontopoluilla puitten juuret ja kivet tulevat esiin, jos niitä pitkin on kuljettu vuosikymmeniä. Polku tuo metsän vaeltajalle turvallisen olon, sillä se johdattaa sinut ”ihmisten ilmoille”. Polkujen perustajia ja ensimmäisiä käyttäjiä olivat metsäpeurat ja muut metsien eläimet, ja pian niitä pitkin kulkivat eläinten perässä keräilijä-metsästäjät.

Metsälaidunnuksen loputtua 1950- ja 1960 luvuilla lehmät, hevoset ja lampaat olivat oivallisia polkujen hoitajia metsämiesten ja retkeilijöitten ohella. Lehmien ja hirvieläinten sekä marjastajien, sienestäjien, kalastajien ja metsästäjien tilalle polkujen käyttäjiksi ovat tulleet lenkkeilijät, ratsastajat, maastopyöräilijät, suunnistajat ja koiranulkoiluttajat. Poluilla tapaa usein sellaisia metsien retkeilijöitä, jotka tarkkailevat lintujen ja eläinten käyttäytymistä tai nauttivat metsäluonnon hiljaisuudesta. Osa nauttii metsän hapekkaasta ilmasta, raikkaan metsän tuoksuisesta ja värimaailmasta.

Polut ovat osa kansallista kulttuuriperintöä, ja siksi niitä pitää hoitaa. Vanhojen polkujen nimiä, kuten Runoilijan polku, Kenraalin polku ja Kirkkopolku, voi nähdä vanhoissa kartoissa. Vanhat polkureitit ovat häviämässä, sillä moni vanha metsä on kokenut uudistushakkuun ja aurauksen, jolloin polku on katkennut tai hävinnyt uudistuvan taimikon sisään. Polut pysyvät kuljettavina siellä, missä ihmiset ja eläimet niitä käyttävät.

Tervetuloa tämän tietokirjan sivuille matkalle metsään. Metsä on suomalaisen aarreaitta, kulje sen polkuja, hengitä hapekasta ilmaa ja poimi metsän monipuolisia antimia.

Kangasmetsissä polkuja reunustavat mänty (*Pinus sylvestris*), kuusi (*Picea abies*) ja rauduskoivu (*Betula verrucosa*). Metsässä voit havainnoida monia maamme nisäkkäitä, matelijoita, lintuja, kasvi- ja sienilajeja sekä monenlaisia hyönteisiä. Kuva: Erkki Oksanen, Luke.



Kuva 1. Yli sata vuotta vanhoissa männyissä on paksu kaarna, joka suojaa puuta sairauksilta ja metsäpaloilta. Kaarna on vettä kevyempää, ja se kelluu hyvin veden pinnalla. Kaarnan päällä kasvaa päällyskasveja eli epifyyttejä, kuvassa mm. sormipaisukarve (*Hypogymnia physodes*) ja tupsunaava (*Usnea hirta*). Kuva: Kauko Salo.



Kuva 2. Kuusen kaarna on harmaan punaruskeaa, hilseilevää ja ohuempaa kuin männyn kaarna. Kuva: Kauko Salo.



Kuva 3. Rauduskoivun runkoa peittää tuohi, ja sen valkoinen väri johtuu betuliinistä eli koivuhartsista. Tuohi on koivujen kuollutta, korkkiutunutta solukkoa, sitkeää ja vettä läpäisemätöntä. Kuvassa tuohen pinnalla kasvaa laajana kasvustona sormipaisukarve. Kuva: Kauko Salo.

Kuva 4. Metsän suojassa karhu (*Ursus arctos*) voi seurata kulkuasi poluilla, mutta normaalisti käyttäytyvä erämaakarhu väistää ihmisen haistaessaan. Kuvassa virnistelevä karhu on lähtenyt pakoon sääskiä ja mäkäräisiä. Kuva: Ohto Nygren.



Kuva 6. Polulla voi tulla vastaan hidasliikkeinen ja raajaton vaskitsa (*Anguis fragilis*), jonka tuntee kuparinruskeasta väristä ja liikkuvista silmäluomista. Vaskitsan voi nähdä Etelä- ja Keski-Suomessa metsäautoteillä ja poluilla sekä metsien aukko- paikoille, joihin se tulee mielellään lämmittelemään aurinkoisina päivinä. Vaskitsa on rauhoitettu ja uhanalaisuusluokituksen mukaan silmälläpidettävä laji. Kuva: Marja Salo.

Kuva 7. Kirkkaan keltaisen parantoin (*Fuligo septica*) limakko on noussut kelokannon pinnalle. Para oli muinaissuomalainen henkiolento, joka on antanut nimensä tälle limasienilajille. Molekyylitaksonomisten menetelmien käyttöönoton jälkeen limasienet (*Myxomycota*) eivät kuulu sienikuntaan, vaan ovat ameboihin (*Amoebozoa*) kuuluvia aiotumallisia eliöitä. Kuva: Kauko Salo.





Kuva 5. Kyy eli kyykkäärme (*Vipera berus*) on maailman pohjoisin käärme-laji. Väriltään kyyt ovat harmaita, harmaanruskeita, sinertäviä ja mustia. Kyy:n pituus on keskimäärin 50-65 senttimetriä. Kuvassa on ruskea, yli kymmenen vuotta vanha naaraskyy, jonka pituus on noin 90 senttimetriä. Kyyt ovat kuuroja ja pelkäävät maan värähtelyä, siksi ne poistuvat varvikon suojaan marjastajan tai sienestäjän saapuessa sen elinpaikoille. Kuva: Kauko Salo.



Kuva 8. Kiiltomato on nimestään huolimatta hyönteinen, kovakuoriainen, jonka naaras jää toukkamaiseksi. Toukan peräpäässä valo syntyy entsyymitoiminnan avulla. Valo on tehokasta, kylmää valoa, joka näkyy kauas pimeällä metsäpolulla. Kuva: Kauko Salo.



Kuva 9. Sinitoukohärkä (*Meloe violaceus*) on teräksensininen ja lentokyvyn kovakuoriainen. Pienet toukat kiipeävät kukkiin, joista ne tarrautuvat erakkomehiläisen karvoihin ja saavat lentokyydin niiden pesään. Pesässä toukat loisivat ja kasvavat matomaiseksi syömällä isäntähyönteisen munia ja hunajaa. Aikuiset toukohärät erittävät reisinivelistään kantaridiini-nimistä, ihoa ärsyttävää myrkyä. Kuva: Kauko Salo.



1

JOHDANTO

Metsien monikäytöstä ekosysteemipalveluihin

Olli Saastamoinen

Puut, metsät ja ekosysteemipalvelut

Ekosysteemin käsite tuli luonnon tutkimukseen 80 vuotta sitten. **A. G. Tansley** (1935) korosti eliöstöjen ja niiden elottoman ympäristön yhdessä muodostamien systeemien "olevan ekologin näkökulmasta, luonnon perusyksikköjä maan pinnalla. Nämä ekosysteemit, joiksi saatamme niitä kutsua, ovat mitä erilaisimpia olemuksiltaan ja kooltaan".

Suomen metsätieteisiin ekosysteemiajattelu alkoi vakiintua 1970-luvulla. Metsä on ekosysteeminä puiden, muun kasvillisuuden sekä metsän eliöstön, metsämaan ja muiden ympäristötekijöiden muodostama ja muovaama elollisen luonnon järjestelmä.

Parin viime vuosikymmenen ajan luonnon ekosysteemien aineellisia tuotteita (puuta, suomarjoja, kaloja) ja sen ihmisille tarjoamia palveluja (ilman puhdistaminen, järvimaisema) on alettu kutsua ekosysteemipalveluiksi. Käsite syntyi ekologian ja ekologisen taloustieteen piirissä. Vaikka käsite on melko uusi, sen ydinajatus luonnosta lukemattomien hyötyjen lähteenä on hyvin vanha.

Puut muodostavat metsäekosysteemin kantavan – mutta vain yhden – osan. Puuaineen monikäyttöisyys materiaalina on kautta aikojen ollut tunnettua ja on nykyään entistäkin ajankohtaisempi. Silti puut tuottavat muitakin hyötyjä – jopa siinä määrin, että aika ajoin maailman puiden monituhantisesta kirjosta on nostettu esiin niin sanottuja "ihmepuita".

Yksi tunnetuimpia on neem-puu (*Azadirachta indica*), josta saatuja tuotteita on Intian niemimaalla käytetty vuosisatojen ajan maanviljelyssä, terveydenhoidossa, kosmetiikkatuotannossa ja karjataloudessa. Piparjuuriin (*Moringa oleifera*) antimista on tehty kauan luonnonlääkkeitä. Nyt se nähdään lupaavana apuna nälänhädän torjumisessa. Liki kaikkia osia mausteisista siemenistä ravinnepituuksiin lehtiin voi syödä tai käyttää muutoin hyödyksi. Murskattuja siemeniä käytetään vedenpuhdistuksessa. Puun merkitystä aliravitsemuksen vähentämisessä on vielä testattava, mutta nopeakasvuinen puu kasvattaa jo nyt suosiotaan Afrikassa, Aasiassa ja Etelä-Amerikassa.

Kansainvälisessä metsäntutkimuksessa tällaiset puut kuuluvat monihyötyisten puiden (*multi-purpose trees*) joukkoon. Löytyykö sellaisia Suomen metsistä? Jokaista maassamme esiintyvää puulajia voidaan käyttää moneen eri tarkoitukseen ja niillä on useita ekologisia ja kulttuurisia merkityksiä. Ihmepuun kansainväliset tunnusmerkit eivät ehkä täyty, mutta puulajeistamme jokainen ansaitsee tulla ihmettelyn kohteeksi monikäyttöisyytensä vuoksi.

Suomi on ekosysteemien maa. **A. K. Cajanderin** luonnon kasvillisuuteen perustuvaa metsätyyppien luokittelua voi Suomessa pitää esimerkkinä varhaisesta ekosysteemiajattelusta. Kuva: Erkki Oksanen, Luke.

Ekosysteemi on laajuudeltaan joustava käsite: metsäekosysteemi voi muodostua pienestä metsiköstä tai kattaa maamme boreaalisen metsävyöhykkeen. Mittakaavan laajetessa puiden luku ja lajisto kasvaa lisäen myös hyötyjen monipuolisuutta. Mukaan tulee lisäksi muu monihyötyinen kasvi-, eläin-, sieni- ja muu lajisto maan alla ja päällä. Sen lajirunsaus ja lukumäärä on eri avaruudessa puustoon verrattuna vaikka biomassaltaan paljon pienempi. Metsä luo lisäksi mittakaavansa mukaisen horisontaalisen ja vertikaalisen rakenteen, joka on fyysinen, visuaalinen, (mikro)ilmastollinen ja hydrologinen tila sekä vuorovaikutuksessa muiden ekosysteemien kanssa.

Tästä kaikesta seuraa se, että metsä on paitsi monikäyttöinen myös tavattoman monitoiminen ekosysteemi. Sen on osaltaan osoittanut yli satavuotinen tutkimus.

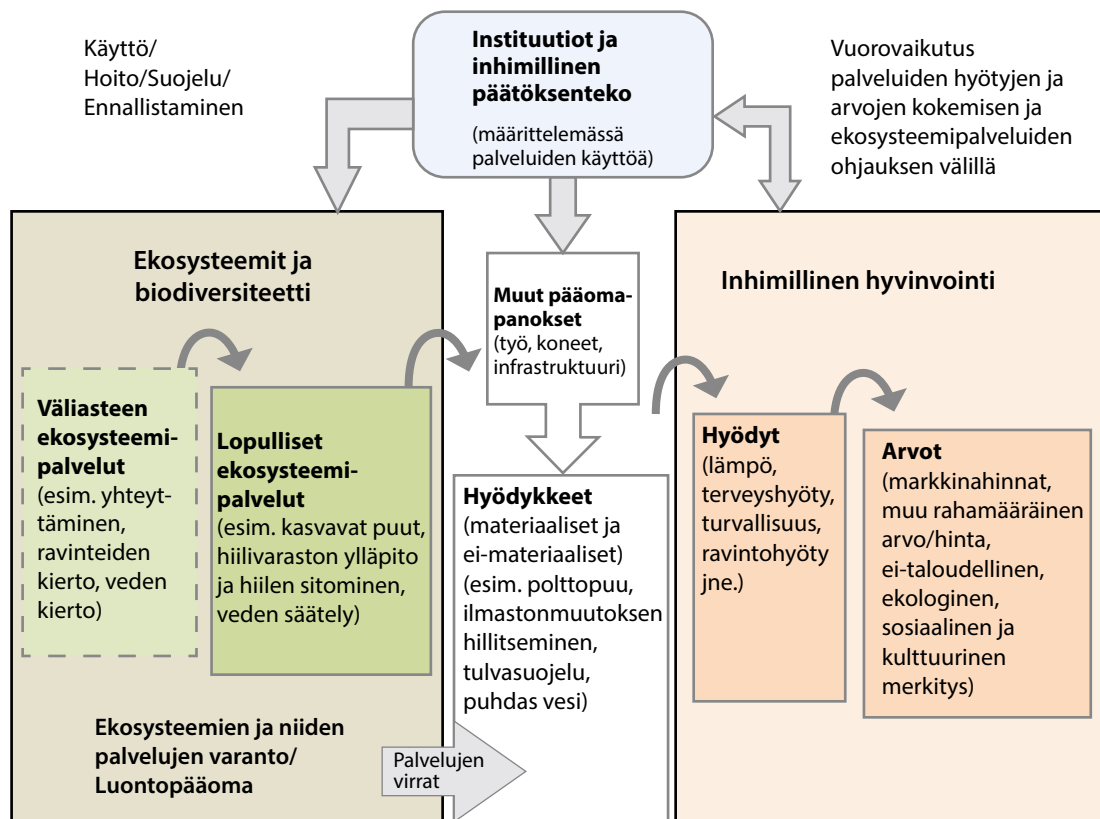
Alkuaikojen metsäntutkimus kiinnitti metsävarojen riittävyyden ja hoidon ohella paljon huomiota metsän suojaaviin ominaisuuksiin, puun ja metsän sivutuotteisiin sekä karjan, porojen, riistan sekä maiseman ja metsien käytön suhteisiin. Metsien monikäytön käsitteen alla 1960- ja 1970-lukujen taitteesta alkaen tehty tutkimus kohdistui virkistyskäyttöön, mutta muitakin aiheita oli esillä. Etenkin 1990-luvulta lähtien monikäytön tutkimus laajeni ja monipuolistui ja on nyt varsin hyvissä kantimissa aloitettuaan viidennen vuosikymmenensä.

Luonnosta hyvinvoinniksi

YK:n toimeksiannosta laadittu Vuosituhannen ekosysteemi-arviointi (MA 2005) teki ekosysteemikäsitteen kansainvälisesti tunnetuksi ja antoi sille ytimekkään määritelmän: ”Ekosysteempipalvelut ovat hyötyjä, joita ihmiset saavat ekosysteemeistä”. Lähemmin tarkasteltuna ketju luonnosta ihmisen kokemaksi hyödyksi ja hyvinvoinniksi on kuitenkin varsin monivaiheinen.

Ekosysteempipalvelut eivät siis muutu hyödyiksi itsestään vaan vaativat erilaisia inhimillisiä työ- ja muita panoksia tulakseen hyödykkeiksi, joista ihmiset saavat hyötyjä ja joita he arvostavat ja arvottavat eri tavoin. Ekosysteempipalvelut hyödykkeinä ovat siis jo ihmistyötä sisältäviä luonnon aineellisia tuotteita ja aineettomia, prosessinomaisia palveluja ihmisille. Lisäksi ekosysteempipalvelujen sisältönä on kaikki, mitä ihmiset kokevat merkityksellisenä ollessaan vuorovaikutuksessa luonnon kanssa.

Esitetty vaiheittainen kuvaus ekosysteempipalvelujen muuntumisesta hyödykkeiksi, hyödyiksi ja arvoiksi on kehitetty erityisesti taloudellisen arvon määrittämisen, luokittelun ja tutkimuksen tarpeisiin. Yleisemmin ekosysteempipalveluja käytetään väljempänä käsitteenä, joka kattaa sekä välilliset ja lopulliset ekosysteempipalvelut ja niistä saatavat hyödykkeet.



Kuva 1. Muokattu kaskadimalli Saastamoisen ym. 2014a mukaan. Taloustieteessä työtä ja osaamista pidetään inhimillisenä pääomana, tuotantokoneistoa ja infrastruktuuria taloudellisenä tai fyysisenä pääomana ja luontoa luontopääomana.

On kuitenkin hyvä tuntee käsitteetju luonnosta hyvinvointiin, jotta voi ymmärtää luonnon ja ihmisen yhteenkietoutuvat roolit eri vaiheissa ja erilaisissa ekosysteemipalveluissa. Kansainvälisessä käytännössä ekosysteemipalvelut (ecosystem services) tarkoittaa sekä käsin kosketeltavia tuotteita että palveluja (ecosystem goods and services).

Kaskadimalli - peräkkäisten "putousten" tai kytkösten sarja - on ollut yleisimmin käytetty tapa vaiheistaa ekosysteemistä hyvinvointiin kulkevaa reittiä (kuva 1). Mallista on laadittu monia toisistaan hiukan poikkeavia versioita - myös niiden suomennetuissa laitoksissa. Metsätalouden ja teollisuuden tai energian hankinnan näkökulmasta kasvava puu on tuotantopalvelu. Kun kasvava puu kaadetaan, se muuttuu ihmistyön myötä hyödykkeeksi, puutavaraksi. Puutavarasta saadaan monenlaisia hyötyjä ja hyvinvointia ihmisille, ja niiden ansiosta - puumarkkinoiden välittämänä - puulle syntyy rahallinen arvo, kanto- tai hankintahintana.

Hiilen sidonta katsotaan ekosysteemipalveluksi, koska kasvava puu sitoo hiiltä. Se luokitellaan metsäekosysteemin lopulliseksi ylläpito- ja säätelypalvelukseksi. Säätelyn kohteena on ilmakehän hiilidioksidi ja hiilivaraston ylläpito, ja sen tuottama palveluhyödyke on ilmastomuutoksen hillintä ja sen hyödyt. Hiilen sidonnalle voidaan määrittää laskennallinen rahallinen arvo tai se voi määräytyä luoduilla päästöoikeuksien markkinoilla.

Metsämaisema on metsäekosysteemin lopullinen kulttuuripalvelu. Se muodostuu maisemahyödykkeeksi vuorovaikutuksessa luontomatkailijan kanssa, luontokirjoissa ja -elokuissa, jotka tuottavat esteettisiä ja mentaalisia hyötyjä. Useimmiten se on ei-markkinahintainen hyöty, jonka merkitys matkailuelinkeinolle on ratkaisevan tärkeä. Sille voidaan määrittää laskennallinen arvo, joka voi realisoitua siten, että matkailuyritykset ja metsänomistajat sopivat korvauksista maiseman säilyttämisestä ja hoidosta.

Metsät

Suomen pinta-alasta maa-alueiden osuus on 90 % ja sisävesien osuus 10 %, jos Suomen rajojen sisäpuolella olevia merialueita eli aluevesiä ei oteta lukuun. Yleisesti käytetty metsä- ja kitumaasta koostuva metsien osuus maapinta-alasta on noin 75 % (taulukko 1). Jos Suomen laajoja ekosysteemejä eli metsiä, soita, peltoja ja sisävesiä tarkastellaan yhtä aikaa, rajankäynti erityisesti metsien ja soiden välillä muodostuu tulkinnanvaraiseksi.

Maamme ensimmäisessä suostrategiassa Suomen soiden ja turvemaiden pinta-alaksi todettiin 9,3 miljoonaa hehtaaria, mikä on noin 29 % maa-alasta. Noin 0,3 miljoonaa hehtaaria on raivattu maatalouteen, ja vajaat 0,1 miljoonaa hehta-

Taulukko 1. Metsä-, suo-, agro- ja vesiekosysteemit sekä niiden osuudet Suomen kokonaisalasta ja maa-alasta - metsän ja suon osalta (laskettu Metsätalostollinen vuosikirja VML:n (2012) tietojen perusteella).

MAALUOKKA	milj. ha	%	%
SUOMEN KOKONAISALA ¹	33,84	100	
Sisämaan vesistöt ²	3,45	10,2	
MAA-ALA	30,41	89,8	100
Metsämaa ⁴	20,26	59,9	66,6
Metsät ³ (a)	22,98	67,9	75,6
Metsät pois lukien ojittamattomat suot (b)	20,77	61,4	68,3
Metsät kivennäismailla ja turvekankailla ⁵ (c)	17,86	52,8	58,7
Kaikki suot ⁶	8,81	26,0	29,0
Suot ⁷ (c)	6,18	18,3	20,3
Luonnontilaiset suot ⁸ (b)	4,08	12,1	13,4
Suot jos metsämaa ja kitumaa on luokiteltu metsäksi (a)	2,16	6,4	7,1
Joutomaa ⁹	3,196	9,4	10,5
Avosuot (puuttomat suot) ¹⁰	1,531	4,5	5,0
Suot subarktisella vyöhykkeellä ¹¹	0,294	0,6	0,7
Avotunturit pääasiassa subarktisella vyöhykkeellä ¹²	1,00	3,0	3,3
Maatalousmaat ¹³	2,75	8,1	9,0
Rakennetut alueet ¹⁴	1,51	4,5	5,0

¹ Ilman merialueita; ² Vesiekosysteemit: järvet ja joet; ³ Metsämaa (20,31 milj. ha) ja kitumaa (2,52 milj. ha), mukaan lukien tiet, varastot yms. (0,20 milj. ha); ⁴ Vain metsämaa (20,31 milj. ha); ⁵ Metsämaan kivennäismaat (15,23 milj. ha) ja ojituksen tuottamat turvekankaat metsämaalla (2,63 milj. ha), missä kasvillisuus muistuttaa kangasmetsien kasvillisuutta ja puusto ei enää kärsi liiallisesta vedestä; ⁶ Kaikki suot metsämaalla, kitumaalla ja joutomaalla; ⁷ Kuten edellä pois lukien turvekankaat metsämaalla (2,63 milj. ha); ⁸ Ojittamattomat suot; ⁹ Luontaisesti puuttomat tai lähes puuttomat kivennäismaat tai suoalueet, jotka sisältyvät metsätalouden maahan; ¹⁰ Avosuot koko maassa, jotka sisältyvät soiden kategorioihin (^{6,7,8,10}), ja edelleen myös kategoriaan (⁹); ¹¹ Kutsutaan myös Tunturi-Lapin kasvillisuusvyöhykkeeksi. Suurin osa soista (0,214 milj. ha) on puuttomia; ¹² Arvio avotunturialueista subarktisella vyöhykkeellä ja avotuntureista pohjoisborealisella vyöhykkeellä - molemmat sisältyvät joutomaahan; ¹³ Agroekosysteemit; ¹⁴ Rakennetut alueet ja kuljetusreitit.

taaria on varattu turvetuotantoon. Metsänkasvatusta varten soita on ojitettu 4,8 miljoonaa hehtaaria. Lisäksi soita on jäänyt tekojärvien alle. Jos taulukon 1 metsätalouden maan suoralasta eli 8,8 miljoonasta hehtaarista vähennetään selvästi metsiksi luettavat ojitetun metsämaan muuttumat, saadaan soiden osuudeksi 20 % ja metsien osuudeksi 59 %. Jos soiksi luettaisiin pelkästään luonnontilaiset suot, niiden osuus olisi vain noin 13 %.

Pellot on raivattu entisistä kasketuista ja hakatuista metsistä sekä jonkin verran soista. Lisäksi pieni osa pelloista on saatu laskemalla järviä. Metsän ja pellon raja on maastossa selvä, koska maatalous on nykyisin tehokasta, eikä karjaa enää laidunneta metsissä. Vuonna 1938 metsiä oli laidunkäytössä peräti 7,6 miljoonaa hehtaaria. Pohjoisen porotalous on sen sijaan edelleen elävä esimerkki suomalaisesta silva-pastoralismista, metsänkasvatuksesta ja porojen laiduntamisen yhteiselosta - vaikka se ei ole ollut aina kovin auvoista.

Veden ja metsän raja on selväpiirteinen järvien ja jokien suhteen. Myös pienvedet, lähteet, purot ja norot erottuvat metsän keskeltä. Ne ovat kuitenkin lähempänä metsää kuin mitään muuta ekosysteemiä. Vuosituhannen ekosysteemi-arviointi ehdottikin, että erillisiä metsäalueiden sisällä olevia pienehköjä vesiekosysteemejä tulisi hoitaa metsäekosysteemin osana. Taimenpurot ovat ravinteidensa ja vesien viileyden puolesta paljolti metsien tai ainakin puronvarsi-puuston varassa.

Metsät ovat myös osa urbaaneja ekosysteemejä. Kaupungeissa on rakennettujen puistojen ohella metsäisiä viher- ja ulkoilualueita ja erikokoisia muita metsäalueita, jotka joskus luovat käytäviä yhtenäisiin metsäalueisiin. Keskustojen ulkopuolella maankäyttö muodostuu teollisuus- ja liikennealueiden, omakotitalo- ja lähiöalueiden sekä peltojen ja metsien mosaiikista.

Metsät yhdistävät ekosysteemejä: ne ovat yhteistuo-tannossa muiden ekosysteemien kanssa tuotantopalvelujen sekä erityisesti säätely- ja ylläpito- sekä kulttuuripalvelujen aikaansaamisessa. Yhdistävä rooli on myös soilla ja si-sävesillä. Suontutkijat ovat määritelleet suon maan ja veden liitoksi. Vesi kiertää kaikkien ekosysteemien kautta. Veden kierron näkyvät osat ovat purojen ja jokien suonistot sekä järvien vesialtaat.

Metsien monikäyttömuodot ja ekosysteemipalvelut

Ekosysteemipalvelujen käsitteen mukaan metsistä, järivistä tai soilta saadaan monenlaisia aineksia ravinnon, suojan ja muiden tärkeiden hyvinvointitarpeiden tyydyttämiseen. Ihmiskunnan kehityksen välttämätön ehto on ollut se, että elä-misen edellytykset ovat löytyneet luonnosta ja että niitä on pystytty edistämään luontoa muokkaamalla kuten maata-loudessa ja myöhemmin metsätaloudessa.

A. G. Tansley korostikin em. artikkelissaan, että ihmisten muokkaama luonto kuuluu ekosysteemikäsitteen piiriin. Vastaavasti nykyajan ekosysteemien ja niiden palvelujen luokittelu koskee myös maatalouden ekosysteemeitä. Samoin nopeakasvuisten istutusmetsien ekosysteemipalvelut ovat olleet tutkimuksen kohteena. Kasvavaa mielenkiintoa ovat he-

rättäneet urbaanit ekosysteemit hyötyineen. Tästäkin syystä myös kaupunkimetsien merkitys näyttää kasvavan.

Suomessa metsien monikäytön tutkimuksen suunnittele-lua varten kehitettiin 1970-luvun alkupuolella luokittelu, joka syntyi Metsäntutkimuslaitoksessa eri alojen tutkijoiden ryh-mätyön tuloksena. Sitä on myöhemmin hieman laajennet-tu (taulukko 2).

Taulukko 2. Metsien monikäyttömuodot.

1	Puun kasvatusta ja korjuu
2	Puun sivutuotteiden hankinta
3	Riistanhoito ja metsästys
4	Marjastus ja sienestys, yrttien ja muiden luonnonkas-vien keräily
5	Poronhoito ja muu laiduntaminen sekä laidunten hoito
6	Maaperän aineiden käyttö
7	Virkistyskäyttö
8	Luontomatkailu
9	Maisemanhoito
10	Luonnonsuojelu (biodiversiteetti)
11	Suojavaikutusten tuotanto ja käyttö
12	Vesivarojen hoito ja suojelu

Ekosysteemipalvelujen näkökulmasta luokat 1-5, osin 6 (mul-ta ja turve) ja 12 (juoma- ja käyttövesi) kuuluvat tuotantopal-veluihin. Luokat 7-9 ja osin 10 (suojelualueet ja arvot) kuulu-vat kulttuuripalveluihin, ja luokat 11-12 ja osin 6 (maannok-sen muodostuminen) lasketaan kuuluvaksi säätely- ja yllä-pitopalveluihin.

Silta metsien monikäytöstä ekosysteemipalvelujen maa-ilmaan on lyhyt, leveä ja kaksisuuntainen. Sen ylittäminen avaa uusia ajatuksia - ennen kaikkea se tarjoaa entistä ko-konaisvaltaisemman näkökulman siihen, kuinka monitaho-i-nen on metsien suhde yhteiskuntaan ja muuhun luontoon.

Suurin ero monikäyttöluokituksen ja ekosysteemipal-velujen luokituksen välillä metsien osalta on se, että sää-tely- ja ylläpitopalvelut ovat huomattavasti yksityiskohtai-semman tarkastelun kohteena ekosysteemipalveluiden ke-hikossa kuin mitä ne ovat olleet monikäytön piirissä. Tosin niitä on viime aikoina tutkittu kasvavassa määrin muun met-säntutkimuksen piirissä. Nykyään säätelypalveluista katta-vinta tietoa löytyy hiilen sidonnan merkityksestä ilmaston-muutoksessa, ravinteiden kierrosta sekä mm. metsien hyd-rogologisista ja suojavaikutuksista.

Puuta ja metsäenergiaa koskevat metsien tuotantopal-velut ovat Suomessa hyvin tunnetut ja tarkasti tilastoidut. Eräiden muiden aineellisten hyötyjen, esimerkiksi yleisim-pien luonnonmarjojen kokonaistilanne tiedetään hyvin. Sen sijaan harvinaisempien marjalajien ja etenkin ruokasienten satoja koskeva tieto on vielä puutteellista. Metsien kulttuu-

ripalvelujen osalta kattavimmat tiedot löytyvät metsien virkistys- ja ulkoilukäytöstä.

Luonto - metsät mukaan lukien - tuottaa muutakin kuin hyödyllisiä tuotteita ja hyviä kokemuksia. Metsän ja muun luonnon ihmiselle epämukavat, haitalliset tai vaaralliset tuotteet ja olosuhteet eli ”karhunpalvelut”¹ eivät kuitenkaan ole saaneet tilaa alan kirjallisuudessa. Sen sijaan Suomen metsien ekosysteemipalvelujen yksityiskohtaisessa luokittelussa myös myrkkysienet, allergeivia siitepöly, hirvikärpänen ja muut haitakkeet ovat saaneet oman muusta luokittelusta erillisen katsauksen.

Ekosysteemipalvelujen kansainvälinen luokittelu

Ekosysteemien tuotanto-, ylläpito- ja säätely- sekä kulttuuripalvelujen ohella Vuosituhannen ekosysteemi-arviointi piti neljäntenä tukipalvelujen (*supporting services*) ryhmänä elämää ylläpitäviä prosesseja kuten fotosynteesiä ja ravinteiden kiertoa. Myöhemmissä luokitteluissa - myös tässä esiteltävässä CICESissä² - nämä prosessit on useimmiten katsottu muille kolmelle pääryhmälle yhteisiksi toiminnoiksi, joiden hyödyt tulevat esiin niiden kautta. Tosin ne osin näkyvät myös säätely- ja ylläpitopalvelujen luokissa.

CICES on hierarkkinen luokittelu, jossa on viisi alenevaa tasoa. Kolme ylintä tasoa, sektio, divisioona ja ryhmä, havainnollistavat järjestelmän pääsisältöä ja rakennetta (taulukko 3). Rakenne on pyritty suunnittelemaan niin, ettei luokien välille synny päällekkäisyyttä eikä aukkoja. Alemman tason kategoriat perivät ylempien tason ominaisuudet. Esimerkiksi taulukon ylimmän rivin oikeanpuoleisessa sarakkeessa sulkeissa olevat metsien marjat ja sienet ovat kaikki biomassaa, ravintoa ja tuotantopalveluja.

CICESin määritelmät kolmelle sektiolle ovat seuraavat: **Tuotantopalveluja** ovat kaikki ravintona käytettävät, materiaaliset ja energieettiset tuotokset elollisista systeemeistä. Ryhmätasolla erottelu on tehty biomassasta ja vedestä peräisin olevien aineellisten tuotteiden kesken.

Säätely- ja ylläpitopalveluihin kuuluvat kaikki ne tavat, joilla elävät organismit voivat parantaa tai kohtuullistaa ihmisen ympäristöä ja joilla on vaikutusta ihmisen suorituskykyyn. Niihin kuuluu jätteiden ja myrkyllisten aineiden hajottaminen eläviä organismeja hyväksikäyttäen, kiintoaineiden, nesteiden ja kaasujen virtauksien parantaminen (eroosion torjunta, tulvien hillintä) sekä organismien muu ihmisen fyysikaalis-kemiallisen ja biologisen ympäristön hyödyllinen säätely.

Kulttuuripalvelut kattavat kaikki ei-materiaaliset, ja tavallisesti ei-kulutettavat, ekosysteemien tuotokset, jotka vaikuttavat ihmisten fyysisiin ja henkisiin tiloihin.

Kansallisella tasolla toistaiseksi laajimmat ekosysteemipalvelujen luokittelut CICESin mukaisesti on tehty Belgiassa ja Suomessa. Suomessa luokittelu on raportoitu tähän mennessä erikseen vesien, maatalousmaan ja metsien ekosysteemipalvelujen osalta, viimeksi mainittujen osalta yksityiskohtaisimmin. Yleisemmällä tasolla raportoidussa integroidussa luokittelussa myös soiden palvelut ovat mukana.

Ekosysteemipalvelujen tunnistaminen ja luokittelu luo välttämättömän perustan niiden systemaattiselle tutkimukselle, seurannalle, merkityksen arvioinnille ja integroivalle huomioonottamiselle niin politiikassa kuin ekosysteemien käytössä, hoidossa ja suojelussakin.

Ekosysteemipalvelut ovat vihreän talouden ja biotalouden keskiössä

Talouden uusiutuviissa malleissa - biotaloudessa ja vihreässä taloudessa - ekosysteemipalveluilla on keskeinen asema. Maa- ja metsätalousministeriön mukaan biotalous kattaa sekä luonnonvarojen kestävä käyttöä että biologisten ja bioteknisten prosessien käytön tuotantoketjussa. Biotalous voidaan nähdä myös laajemmin vihreän talouden osana. Metsissä riittää edelleenkin uutta tunnistettavaa ihmeipuiden ja muiden arvokkaiden lajien hyödyllisistä ominaisuuksista sekä metsäekosysteemien kyvyssä ylläpitää ihmisille suotuisia prosesseja. Kaikissa ekosysteemeissä on todennäköisesti vielä tuntematonta tai heikosti tunnettua potentiaalia bioteknologisten, ympäristön säätelyyn liittyvien ja kulttuuristen innovaatioiden - ekosysteemipalvelujen - lähteeksi.

Metsien ja muun luonnon kätköissä vielä olevat ekosysteemipalvelut löytyvät aikanaan, onhan ihmiskunnan äly ja osaaminen yltäneet korkealle kuuhan ja syvälle evoluution salaisuuksiin. Sen sijaan äly, osaaminen tai motivaatio eivät näytä riittävän luomaan sellaisia ihmisten ja yhteiskuntien suhteita ja instituutioita, joiden turvin yhteisessä maailmassamme voisi vallita rauha, hyvä tahto ja elämä kukoistavan luonnon keskellä. Ihmettelyn aihetta riittää näin ihmisen sukupuussakin. Löytyisikö ongelmaan lääkettä ekosysteemipalveluista? Maailman kulttuureissa on useita puihin kiinnittyneitä kulttuurisia merkityksiä ja arvoja eli kulttuurisia ekosysteemipalveluja. Tunnetuimmat ovat vertauskuvat ”Elämän puusta” ja ”Maailmanpuusta”. Niistä on monia tulkintoja mutta laajassa mielessä ne viestittävät elämän kunnioitusta, jatkuvuutta ja kestävyttä. Kansainvälisen politiikan jokaiseen neuvottelupöytään pitäisikin asettaa pieni puun taimi muistuttamaan elämän arvosta.

¹ Tämän suomenkielisen nimityksen *disservices*-termille lienee ensimmäisenä omaksunut Ilmo Massa.

² Common International Classification of Ecosystem Services - Yleinen kansainvälinen ekosysteemipalvelujen luokittelu

Taulukko 3. CICES-luokittelu kolmetasoisena. Sulkeissa olevat esimerkit kuuluvat alempiin tasoihin (luokka, luokan tyyppi) ja toimivat tässä yksityiskohtaisemman luokittelun havainnollistajina.

Sektio	Divisioona	Ryhmä (esimerkkejä metsästä)
Tuotanto- palvelut	Ravinto	Biomassa (marjat, sienet, yrtit, riista) Vesi (pohjavesi, lähdevesi)
	Materiaalit	Biomassa, kuitu (puuperäiset kuidut, muut metsäkasvit, uudet biomateriaalit) Vesi (Vesien muu kuin ravintokäyttö)
	Energia	Biomassaperustaiset energialähteet (metsäbiomassan energiakäyttö) Mekaaninen energia (poro vetoeläimenä)
Säätely- ja ylläpito- palvelut	Jätteiden, myrkyllisten aineiden ja muiden haitallisten aineiden käsittely	Kasvien ja eläinten tekemä käsittely (puiden, kasvilajien, ja maaliöstön aikaansaama biopuhdistaminen) Käsittely ekosysteemien toimesta (metsät biopuhdistajina)
	Virtojen käsittely	Maa-ainevirrät (metsät vesi- ja tuulieroosion torjunnassa) Nestemäiset virtaukset (tulvahuippujen tasoitus) Kaasujen ja ilman virtaukset (lämpötilaerojen tasaaminen)
	Fyysisten, kemiallisten ja biologisten olosuhteiden ylläpito	Elonkiertojen, habitaattien ja geenivarantojen ylläpito ja suojele (pölyttäjäpopulaatioiden ylläpito, suotuisat elinympäristöt) Tuholaisten ja tautien kontrolli (tuholaisten luontaiset vihollislajit) Maan muodostuminen ja koostumus (metsämaan hajottajaorganismit) Vesiolot (metsät purojen laadun suojana) Ilmakehän koostumus ja ilmaston säätely (hiilen sidonta, suojametsäalue)
Kulttuuri- palvelut	Fyysiset ja älylliset vuorovaikutukset eliöstön, ekosysteemien ja maisemien kanssa [ympäristöolot]	Fyysiset ja kokemukselliset vuorovaikutukset (ulkoilu ja virkistys) Älylliset ja tulkitsevat vuorovaikutukset (tieteellinen tutkimus, opetus, luontopolut, metsä taiteissa)
	Henkiset, symboliset ja muut vuorovaikutukset eliöstön, ekosysteemien ja maisemien kanssa	Henkiset tai tunnusmerkilliset (karhu ja kataja kansallisina symboleina) Muut kulttuuriset tuotokset (erämaa-alueet)

Kirjallisuus

- Jaatinen, E. ja Saastamoinen, O. 1976. Metsien monikäyttötutkimuksen perusongelmat. *Silva Fennica* 10(2): 141-147. <http://hdl.handle.net/10138/14788>
- Kosenius, A-K., Haltia, E., Horne, P., Kniivilä, M. & Saastamoinen, O. 2013. Valuation of ecosystem services? Examples and experiences on forests, peatlands, agricultural lands, and freshwaters in Finland. PTT raportteja 244. 103 s. <http://ptt.fi/wp-content/uploads/2014/02/rap244.pdf>
- Millennium Ecosystem Assessment. 2005. Ecosystems and Human Well-being. General synthesis. Island Press. 155 s. <http://www.millenniumassessment.org/documents/document.356.aspx.pdf>
- Saastamoinen, O., Matero, J., Haltia, E., Horne, P., Kellomäki, S., Kniivilä, M. & Arovuori, K. 2013. Concepts and considerations for the synthesis of ecosystem goods and services in Finland. Publications of the University of Eastern Finland. Reports and Studies in Forestry and Natural Sciences. No 10. 108 s. http://epublications.uef.fi/pub/urn_isbn_978-952-61-1040-0/urn_isbn_978-952-61-1040-0.pdf
- Saastamoinen, O., Kniivilä, M., Alahuhta, J., Arovuori, K., Kosenius, A-K., Horne, P., Otsamo, A. ja Vaara, M. 2014a. Yhdistävä luonto: ekosysteempalvelut Suomessa. Publications of the University of Eastern Finland. Reports and Studies in Forestry and Natural Sciences. No 15: 1-203. http://epublications.uef.fi/pub/urn_isbn_978-952-61-1426-2/urn_isbn_978-952-61-1426-2.pdf
- Saastamoinen, O., Matero, J., Horne, P., Kniivilä, M., Haltia, E., Mannerkoski, H. & Vaara, M. 2014b Classification of boreal forest ecosystem goods and services in Finland. Publications of the University of Eastern Finland, Reports and Studies in Forestry and Natural Sciences. No 11. http://epublications.uef.fi/pub/urn_isbn_978-952-61-1042-4/urn_isbn_978-952-61-1042-4.pdf
- Tansley, A. G. 1935. The use and abuse of vegetational terms and concepts. *Ecology*. 16(3): 284-307. <http://dx.doi.org/doi:10.2307/1930070>

2



METSÄT ENNEN, NYT JA TULEVAISUUDESSA

2.1 Metsien hoito ja metsävarat

Suomen metsien käyttö ja hoito kivikaudelta 1900-luvulle

Tapani Tasanen

Erätalouden aikaan metsistä saatava riista tuotti suuren osan ravinnosta sekä vaatteiden ja jalkineiden raaka-aineista. Rakennukset valmistettiin kaupungeissakin 1800-luvulle saakka enimmäkseen puusta, ja niiden lämmittämiseen kului paljon puuta. Maalla ja vesillä käytettävät kulkuneuvot valmistettiin pääasiassa puusta. Puusta tehtiin myös suuri osa astioista, työ- ja tarvekaluista sekä koriste-esineistä.

Karja laidunsi metsissä, ja sen talviruokinta pohjautui metsä- ja rantaniityiltä kerättyihin ravintokasveihin sekä lehtipuista tehtyihin kerppuihin. Varhaisin maatalouden muoto, kaskiviljely, perustui puun polttamiseen samoin kuin ensimmäisen metsäteollisen vientituotteen tervan valmistus. Maatalouden kehityksessä viljavimpien kasvupaikkojen metsät saivat väistyä peltojen tieltä. Aitoihin, ajokaluihin, maa- ja karjatalouden rakennuksiin ja lukuisiin muihin tarpeisiin kului aina 1900-luvun puoliväliin saakka runsaasti puuta. Marjat, sienet, lääkekasvit ja monet muut keräilytuotteet saatiin niin ikään metsästä.

Metsästäys elinkeinona ja harrastuksena

Muinaissuomalaiset saivat toimeentulonsa kalastuksesta ja metsästyksestä. Suotuisan ilmaston ansiosta koko maa asutettiin lämpökauden alkupuolella, yli 9 000 vuotta sitten. Pyydystetyimpiä riistaeläimiä olivat hirvi ja majava sekä pohjoisempaan metsäpeura. Hirvikannan heikentyessä hylkeistä tuli tärkein toimeentulon lähde. Karhu, näättä ja susi sekä metsä- ja vesilinnut olivat myös suosittua riistaa (taulukko 1).

Muinaissuomalaisten vuosirytmiiin kuuluivat peltoviljelyn ohella kalastus ja hylkeenpyynti merenrannikolla sekä metsästäys ja kalastus vesistöjen yläjuoksujen erämaissa ja sisävesillä. Eräretket saattoivat ulottua useiden satojen kilometrien päähän kotoa, aina Jäämeren tai Vianmeren rannikoille saakka. Niiden myötä kiinteä asutus laajeni itään ja pohjoiseen. Sisämaan asukkaat elivät pyynnin ja keräilyn varassa. Rannikkoseuduilta muuttavat perheet rakensivat erämaahan taloja, jotka toimivat myös eräretkeläisten majapaikkoina ja myyntiin menevien turkisten koontipaikkoina.

Tervantuotanto oli Suomen ensimmäinen metsävaroihin pohjautuva vientiteollisuuden muoto. Kuva: Erkki Oksanen, Luke.

Keskiajalla eränkäynti oli yhä pääelinkeinoon asemassa tai tuotti kaski- ja peltoviljelyn ohella merkittävän osan toimeentulosta yläsatakuntalaisille, hämäläisille, savolaisille ja karjalaisille. Pyyntielinkeinot olivat tässä asemassa vielä 1500-luvulla, Itä- ja Pohjois-Suomessa huomattavasti pitempäänkin. Saariston asukkaiden pääelinkeino oli kalastus. Sitä täydensivät linnustus ja karjanhoito, mutta maanviljelys oli vähäistä. Turkiksia tarvittiin omaan käyttöön, minkä lisäksi ne olivat tärkeä vientituote (kuva 1). Niiden ostajina olivat erityisesti saksalaiset hansakauppiaat. Taloudellisesti merkittävin turkiseläin oli orava. Turkiksia käytettiin yleisesti myös veronmaksun välineinä. Ulkomaankaupassa turkisten suurmyyjiä olivat linnanpäälliköt ja Turun piispa. Turkistalousta hiipui vähitellen asutuksen tihentyessä ja laajentuessa erämaita kohti. Riistakanta heikkeni suuressa osassa Suomea jo myöhäiskeskiajalla.

Kustaa Vaasan aikana 1500-luvulla arvoturkiksia saatiin enää Lapista. Turkiseläinten ohella pyydettiin lintuja, hirviä ja metsäpeuroja kotitarpeiksi. Jos kylän tai suvun eräomistukseen kuului hyviä kalavesiä, saattoi kalastuksen merkitys olla metsästyksistä suurempi. Kutuaikana saatiin mahtavia haukisaalita. Turkisten ohella myös kuivatut hauet kelpasivat vieniin ja verottajalle. Lohenkalastuksella oli huomattava merkitys jokivarsien asukkaille erityisesti pohjoisessa mutta myös Kymijoella ja Kokemäenjoella.

Riistakannan rajallisuus tiedostettiin jo varhain. Metsästyksrajoituksia sisältyi jo Ruotsin keskiaikaisiin maakunta- ja maanlakeihin. Suomalaisten tapaoikeuteen kuuluneet kirjoittamattomat säännöt ja eräalueiden rajaamisperusteet olivat myös keinoja, joilla pyrittiin takaamaan riistan riittävyys tulevana aikoina. Vuonna 1647 metsästyksiä ja riistanhoitoa koskevat määräykset koottiin yhteen jahtiasetukseen.

Ravinnoksi ja myytäväksi metsästyksen riistan lisäksi pyydettiin ihmisille ja karjalle vaarallisia petoeläimiä. Susijahteihin osallistuminen oli lakisääteinen kansalaisvelvollisuus. Tuliaseet alkoivat yleistyä 1800-luvulle tultaessa, mutta ne eivät vielä pitkään aikaan kuulu kaikkien metsästäjien varustukseen. Metsästyskoirien kasvatus yleistyi niin ikään vähitellen. Metsästyseurojen perustamisen myötä 1800-luvun lopulla ottivat ensiaskeleitaan myös riistanhoito, eräkirjallisuuden julkaiseminen sekä kokonaisvaltainen erä- ja metsästysskulttuuri.



Kuva 1. Metsästyskuva Olaus Magnus Gothuksen "Pohjoisten kansojen historiasta". Kuvassa pyydetään arvokkaita turkiseläimiä, soopeleita ja näätä.

Kaskiviljely - suomalaisten elinehto ja metsien hävittäjä

Suomeen muodostui varhaiskeskiajalla kaksi toisistaan selvästi poikkeavaa maatalouskulttuuria. Kymijoen ja Päijänteen itäpuoliset maakunnat muodostivat kaskialueen, joka ulottui pohjoisessa Kainuuseen ja Kuusamoon. Savosta lähtöisin olevat siirtolaiset viljelivät kaskia paikoin myös Lapin eteläosissa ja jopa Tornionlaaksossa. Suomen eteläiset ja läntiset maakunnat olivat puolestaan peltoviljelyaluetta. Alueiden raja oli selkeä, mutta toisaalta lännessäkin kaskettiin ja maan itäosissa viljeltiin peltoja. Kaskiviljely oli yleistä 1800-luvulle saakka (kuva 2).

Kaskeamisen tavoitteena oli tehdä metsämaasta viljelykelpoista ja lisätä sen viljavuutta. Viljavuutta lisättiin polttamalla tuhkaksi alueen puut ja pensaat, pintakasvillisuus, karikerros ja osa humuskerroksesta. Jotta maanpinta saatiin palamaan tasaisesti, kasken puuttomiin kohtiin lisättiin alueen ulkopuolelta tuotuja seunapuita. Samaan tavoitteeseen pyrittiin vieraamisella, joka oli palavien puunrunkojen vierittämistä ja työntämistä pitkin maan pintaa niissä kasken kohdissa, joissa puuta oli liian vähän. Itäsuomalaiset kaatoivat kaskensa yleensä havumetsään, siinä missä Länsi-Suomessa kaskettiin enimmäkseen lehtimetsiä.

Useimmat viljelykasvit tuottivat satoa vain lehtimetsään kaadetussa kaskessa. Tavallinen kaski kaadettiin polttoa ja viljelyä edeltävänä kesänä. Siitä voitiin ottaa useampia peräkkäisiä satoja: ensin ruista tai ohraa ja myöhemmin kauraa, naurista tai tattaria. Tämä kaskeamismuoto oli mahdollista toistaa samalla paikalla 20-40 vuoden välein (kiertokaskiviljely). Asutuksen tihtyessä 1800-luvulla kaskeamisen kiertoaika pyrki lyhenemään ja maan köyhtyminen johti sadon jatkuvaan pienenemiseen. Rieskamaaksi kutsuttiin nuoreen lehtipuutiheikköön sijoitettua kaskea, joka kaadettiin

ja poltettiin samana keväänä. Karjalassa, missä metsät olivat mäntyvaltaisia, kasket olivat nimeltään pykälikkökaskia.

Myöhäiskeskiajalla Suomeen tuotiin uusi ruislajike, korpuruus eli juuresruus, jota savolaiset viljelivät havumetsässä, mieluiten kuusikoihin kaadetuissa huuhtakaskissa. Huuhtakaskien polttoa ja kylvöä edeltävät valmistelutyöt kestivät useita vuosia. Huuhtakaskesta saatiin vain yksi, mutta usein erittäin hyvä ruissato. Ruissadon jälkeen huuhtaan saatiin seuraavana vuonna kylvää kauraa tai ohraa, minkä jälkeen kaski oli jätettävä metsittymään 40-50 vuodeksi ennen kuin sitä voitiin käyttää uudelleen. Huuhtakaskeaminen vaati myös huomattavan suurien pinta-aloja. Itä-Suomessa olikin yleistä, että perhe muutti asuinsijansa uusille kaskeamiskelpoisille metsäalueille, kun entisen asuinpaikan lähimetsät oli kaskettu.

Länsisuomalaiset pyrkivät raivaamaan polttamansa kasket pelloiksi ja viljelemään niitä pysyvästi. Kaskiviljelyn lisäksi tai sen sijasta Länsi-Suomessa harjoitettiin myös kytöviljelyä sekä kivennäis- että turvemailla. Kytöviljelyssä polttaminen ulottui kasvillisuuden ja karikkeen lisäksi multa- tai turvekerrokseen.

Muut metsänkäyttäjät, laivanrakennus- ja vuoriteollisuus etunenässä, pitivät kaskeamista vaarallisena metsien hävittäjänä ja vaativat sen lopettamista. Metsäsäädöksissä esiintyykin lukuisia kaskenpolton rajoituksia 1600-luvulta alkaen. Kaskeamiseen suhtauduttiin karsaasti myös siksi, että laajat metsäpalot olivat usein kaskenpolttajien aiheuttamia. Rajoitukset tosin jäivät yleensä kuolleiksi kirjaimiksi - kaskia poltettiin samoilla paikoilla niin usein kuin mahdollista, koska vaihtoehtoisia elinkeinoja ei ollut.

Vaikka kaskeamiseen suhtauduttiin varauksella, siitä oli myös hyötyä: Ensinnäkin se liittyi saumattomasti valtion edistämään erämaiden asuttamiseen. Toiseksi kaskiviljelyllä oli



Kuva 2. Maisema toistuvan kaskeamisen jäljiltä. Kuva: Olli Heikinheimo, Metsäntutkimuslaitoksen kuva-arkisto.

tärkeä merkitys kasvavan maaseutuväestön ravinnontarpeen tyydyttäjänä. Kolmanneksi se toi leivän virkamiesten pöytään talonpoikien maksamien verojen kautta. Parhaiten kaskeamista siedettiin syrjäseuduilla, missä ei syntynyt vakavia risiriitoja muiden metsänkäyttäjien kanssa.

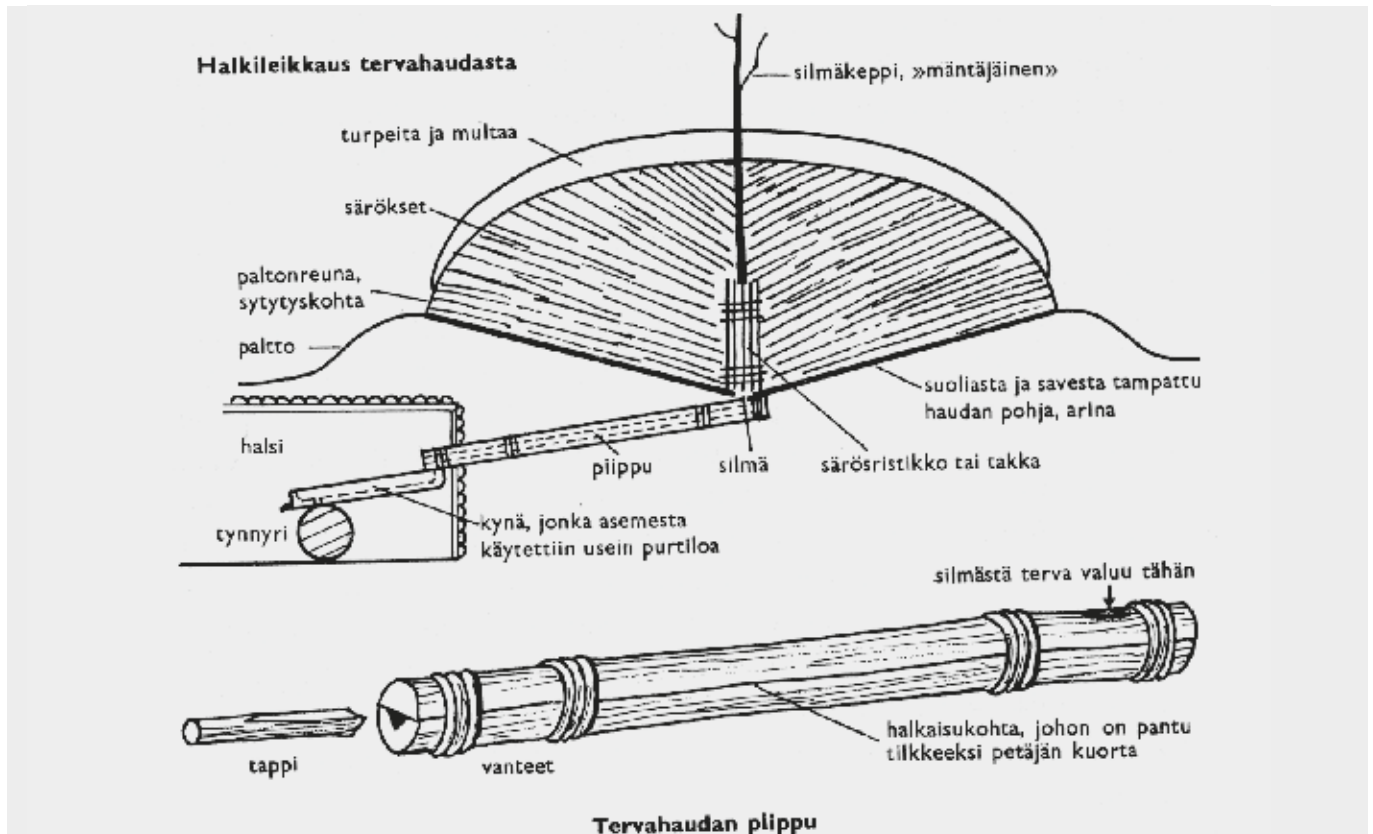
Huuhtakaskeaminen väheni 1800-luvulla sitä mukaa kun väestö kasvoi ja erämaat saatiin asutettua. Kiertokaskiviljely jatkui Itä-Suomessa, kunnes sekin joutui väistymään peltoviljelyn tieltä 1800-luvun lopulla. Viljan tuonti, peltoalan lisääntyminen, karjatalouden kehittyminen sekä puun hinnan nousu ja metsätalouden tarjoamat ansiot tekivät kaskeamisen vähitellen tarpeettomaksi. Kaskeaminen ei kuitenkaan loppunut samaan aikaan kaikkialla vaan jatkui paikoin 1900-luvun alkupuolelle asti, jolloin kaskikoivikoita saattoi nähdä itäsuomalaisessa maisemassa.

Tervatalous

Tervan valmistus on tuhansia vuosia vanha perinne. Tervaa käytettiin muun muassa lääkitsemiseen, laivojen ja veneiden tiivistämiseen ja suojaamiseen, suksien voiteluun sekä kattojen, puurakenteiden, ajokalujen ja työvälineiden eristämiseen kosteudelta. Siitä valmistettiin myös jatkojalosteita, joista tärkeimpiä olivat piki ja tärpähti.

Keskiajalta on hyvin vähän tietoja tervanpolton laajuudesta ja merkityksestä, mutta uuden ajan alusta alkaen esiintyy kirjallisia muistiinpanoja tervan viennistä ulkomaille. Tervan kysyntä kasvoi tuolloin nopeasti läntisessä Euroopassa siirtomaihin suuntautuvan laivaliikenteen laajentuessa. 1600-luvun alussa tervanpolto nousi Ruotsin valtakunnan toiseksi tärkeimmäksi vientiteollisuuden alaksi vuoriteollisuuden jälkeen. Siitä huolimatta että oma kauppa- ja sotalaivastokin tarvitsi runsaasti tervaa, liikeni tuotannosta noin 90 % vientiin, jonka tärkein kohdemaana oli Englanti.

Merkittävä osa valtakunnan tervantuotannosta tapahtui Suomessa: terva oli Suomen merkittävin vientituoteko Ruotsin vallan ajan. Aluksi tervakaupan tärkein keskus oli Viipuri, joka hankki tervansa Savosta ja Karjalasta. Vuonna 1721 solmitusta Uudenkaupungin rauhasta lähtien tervan vientituotanto keskittyi puolestaan Pohjanlahden rannikolle. Tervanpoltosta tuli suuressa osassa Pohjanmaata paitisi pääelinkeino myös tuntuva rasite alueen mäntymetsille. Autonomian aikana tervantuotantoalue siirtyi Pohjanmaan itä- ja pohjoisosiin sekä Kainuuseen, kun mäntymetsät ehtyivät rannikolta. Myös isojako joudutti terva-alueen siirtymistä. Tärkein tervan vientsatama 1800-luvulla oli Oulussa. Tervanviennin huippuvuodet ajoituivat 1860-luvun alkuun, jolloin Suomesta vietiin enimmillään lähes 250 000 terva-



Kuva 3. Tervahaudan halkileikkaus Suomussalmelta Turpeisen (1985) mukaan.

tynnyriä vuodessa. Tämän jälkeen tervan tuotanto ja vienti alkoivat hiipua.

Talonpojille tervan valmistaminen oli tärkeä ja usein myös ainoa rahatulojen lähde. He myivät tervansa rannikkokaupunkien tervaporvareille, joilta he saivat myös ostaa tarvitsemiaan tuontitavaroita. Porvarit sitoivat mielellään talonpojat velkasuhteeseen varmentaakseen tervan saannin ja hillitkseen hintakilpailua. Pohjanmaalla ja myöhemmin myös Kainuussa kehittyi selvä työnjako talonpoikien, tervakauppiaiden ja tervan laatua valvovan kruunun välille. Tämän kolmikannan varaan nousi mittava tervatalouden organisaatio ja kulttuuri. Tervantuotanto oli Suomen ensimmäinen metsävaroihin pohjautuva vientiteollisuuden muoto.

Tervaa valmistettiin pääasiassa tervahauoissa (kuva 3). Parhaassa kasvussaan olevat 30–40-vuotiaat, rinnankorkeudelta noin 15 senttimetrin läpimittaiset, suorat ja oksattomat männyt sopivat parhaiten tervan raaka-aineeksi. Tervanpolttoon käytettävät männyt kolottiin pystyyn, eli runkoa kuorittiin tyveltä niin korkealle kuin mies ylettyi, noin 2,5–3,5 metrin korkeuteen saakka. Työvaiheen tarkoituksena oli lisätä puun pihkapitoisuutta ja edelleen puusta saatavan tervan määrää. Puu ei saanut kuolla liian nopeasti. Koloaminen tehtiin vähitellen, useamman vuoden kuluessa. Puuhun jätettiin pohjoispuolelle runkoa kymmenkunta senttiä leveä elämänlanka eli kuorijänne, jota pitkin vettä ja ravinteita kulkeutui latvukseen.

Tervaspuut saivat seisoa paikoillaan metsässä kolme tai neljä vuotta ensimmäisestä koloamisesta lukien, ennen kuin ne kaadettiin syksyllä tai talvella. Tervaspölkkyt ajettiin syys-talvella tulevan tervahaudan paikalle, mahdollisimman lähelle tervasmetsää. Pölkkyt pilkottiin talven mittaan ohuiksi säröksiksi. Tervahauta kaivettiin keväällä sopivaan paikkaan, mielellään tuulensuojaiseen rinteeseen. Haudan pohja voitiin tiivistää tervanpitäväksi savea, kuusen ja männyn kuorta tai koivun tuolta käyttäen.

Puut ladottiin tervahautaan poutasäällä, ja työ pyrittiin saamaan valmiiksi yhden päivän aikana. Jos tervaa poltettiin kannoista ja juurista, ne pilkottiin sopivan muotoisiksi ja niistä poistettiin maa-ainekset mahdollisimman tarkkaan. Särökset eli tervaspuut ladottiin tiiviisti siten, että ne osoitivat hieman alaviistoon haudan sydäntä kohti. Hautamestari piti tarkoin huolta siitä, että tervan juoksu haudan sydämeen ja edelleen juoksutusputkea eli piippua pitkin tynnyriin olisi esteetöntä.

Kun kaikki puut oli ladottu paikoilleen, hauta peitettiin turpeilla ja sammalilla, joskus käytettiin myös heinää tai olkia. Näiden päälle tuotiin vielä runsaasti multaa. Turve- ja multa-kerroksen avulla säädeltiin tervahaudan hapensaantia, jotta se palaisi sopivan hitaasti, hautamalla. Haudan alareunoille jätettiin ympäriinsä sytytysaukkoja, joihin aseteltiin sytykkeitä. Tervahauta poltettiin useimmiten juhannuksen aikaan tai heinäkuulla kokeneen hautamestarin johdolla. Hautojen koko vaihteli: Niihin ladottiin noin 100–500 pinokuutiometriä

tervaksia. Ison haudan tuotos saattoi olla satakunta tynnyriä, mutta yli 200 tynnyrin tervahautojakin tiedetään poltetun.

Tervan kuljetus haudalta joenrantaan ja edelleen satamakaupungin tervaporvareille vaati monenlaisia taitoja. Talvella tynnyreitä kuljetettiin hevosen vetämässä reessä, kun taas kesäaikaan saatettiin maastossa käyttää palkkuita eli paluksia, joissa aisat kiinnitettiin suoraan yhteen tai kahteen tervatynnyriin. Hevoskuljetus satamakaupunkiin saakka tuli kyseeseen vain tasaisilla mailla silloin, kun matka oli lyhyt. Pidemmän matkan päästä tervaa kannatti kuljettaa vesitse lautoilla ja tervaveneillä, joihin saatiin suurempi lasti kerralla.

1700-luvulla papit ja muut sivistyneistöt sekä ensimmäiset sanomalehdet rupesivat paheksumaan mäntymetsien häviämistä. Tervanpolttoa pidettiin syyllisenä myös maanviljelyksen laiminlyömiseen. Talonpoikia kannustettiin luopumaan tervanpoltosta ja siirtymään lautojen sahaukseen.

Valtiovalta pyrki 1730-luvulta lähtien säästämään metsiä lainsäädännön keinoin. Metsäasetuksissa kiellettiin tervan valmistaminen suurista puista ja käskettiin käyttämään raaka-aineena kantoja ja juuria sekä huonolaatuisia ja kuivettuneita mäntyjä. Tervanpoltto edellytti lupaa ja kolottavan metsän tarkastusta. Tervaksia sai ottaa vain sellaisista paikoista, joissa metsää oli riittävästi ja joissa sille ei aiheutunut vahinkoa. Kasvavia mäntyjä sai ottaa tervan raaka-aineeksi esimerkiksi soilta ja kallioilta, jos ne eivät olleet kelpollisia sahatavaraksi, hirreksi tai laivanrakennuspuuksi.

Tervatalous pysyi loppuun saakka vähäisiä pääomia sitovana talonpoikaisena pienteollisuutena, jonka taloudellinen tulos jäi yleensä vaatimattomaksi. Tervantuotantoalueet oli-

vat maan köyhimpiä seutuja. Vaikka tervanpoltto säilyi menetelmiltään ja laitteiltaan alkeellisena, se ei missään tapauksessa ollut kenen tahansa käsiin uskottavaa työtä. Erityisesti tervahaudan rakentaminen ja poltto sekä tervan kuljetus veneellä tai lautalla olivat varsin vaativia tehtäviä. Ammattitaito kulki perintönä sukupolvelta toiselle.

Tervakauppa eli viimeistä kukoistuskauttaan 1860-luvulla ja 1870-luvun alussa. Tämän jälkeen tervan vientimäärät alkoivat laskea tasaisesti. Tärkeimpiä syitä viennin hiipumiseen olivat puulaivojen väheneminen sekä metsäteollisuuden puunhankinnan ulottuminen tervantuotantoalueille. Myös maatalouden kehitys nopeutti osaltaan tervanpoltton väistymistä. Maailmansotien aikaan tervantuotanto laajeni väliaikaisesti, kun tervaa ja sen jatkojalosteita käytettiin kriisiaikoina voiteluaineiden ja joidenkin vaikeasti saatavien teollisuuskemikaalien korvikkeena.

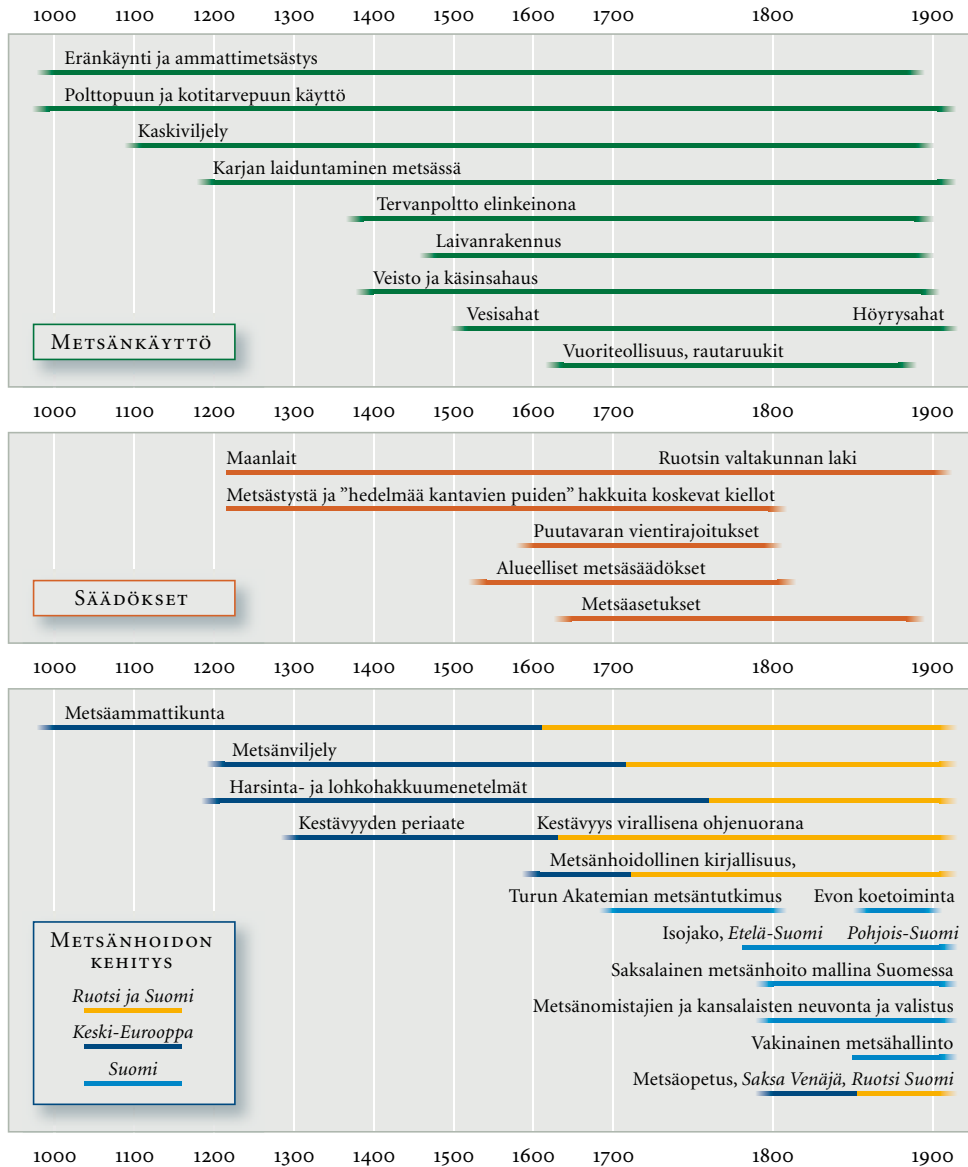
Puun kotitarvekäyttö ja talonpoikainen metsäteollisuus

Keskiajalla puuta käytettiin Suomessa lähinnä poltto- ja rakennuspuuna. Vähitellen myös maataloudesta tuli merkittävä metsänkäyttäjää. Aidat, rakennukset ja runsaslukuiset tarvekalut tehtiin pääasiassa puusta. Karjan laiduntaminen tapahtui suurimmaksi osaksi metsässä. Keskiajalla alkoi esiintyä myös puun teollista käyttöä. Talonpoikainen käsiteollisuus, esimerkiksi puuastioiden valmistus Vakka-Suomessa ja Satakunnassa, oli paikoin melko mittavaa. Rautaruukit tarvitsivat malmin sulattamiseen runsaasti polttopuuta tai puuhiil-



Kuva 4. Suomalaisia halkolaivoja purkamassa lastia Neva-joella. Kuva: J. Atkinsonin etsaus "Finland Wood Barks" 1804, Museovirasto.

Taulukko 1. Metsänkäytön ja metsänhoidon kehitysvaiheet Suomessa.



tä. Erilaiset metsän tuotteet kelpasivat paitsi kotitarpeiksi ja myyntiin, myös veronmaksun välineiksi.

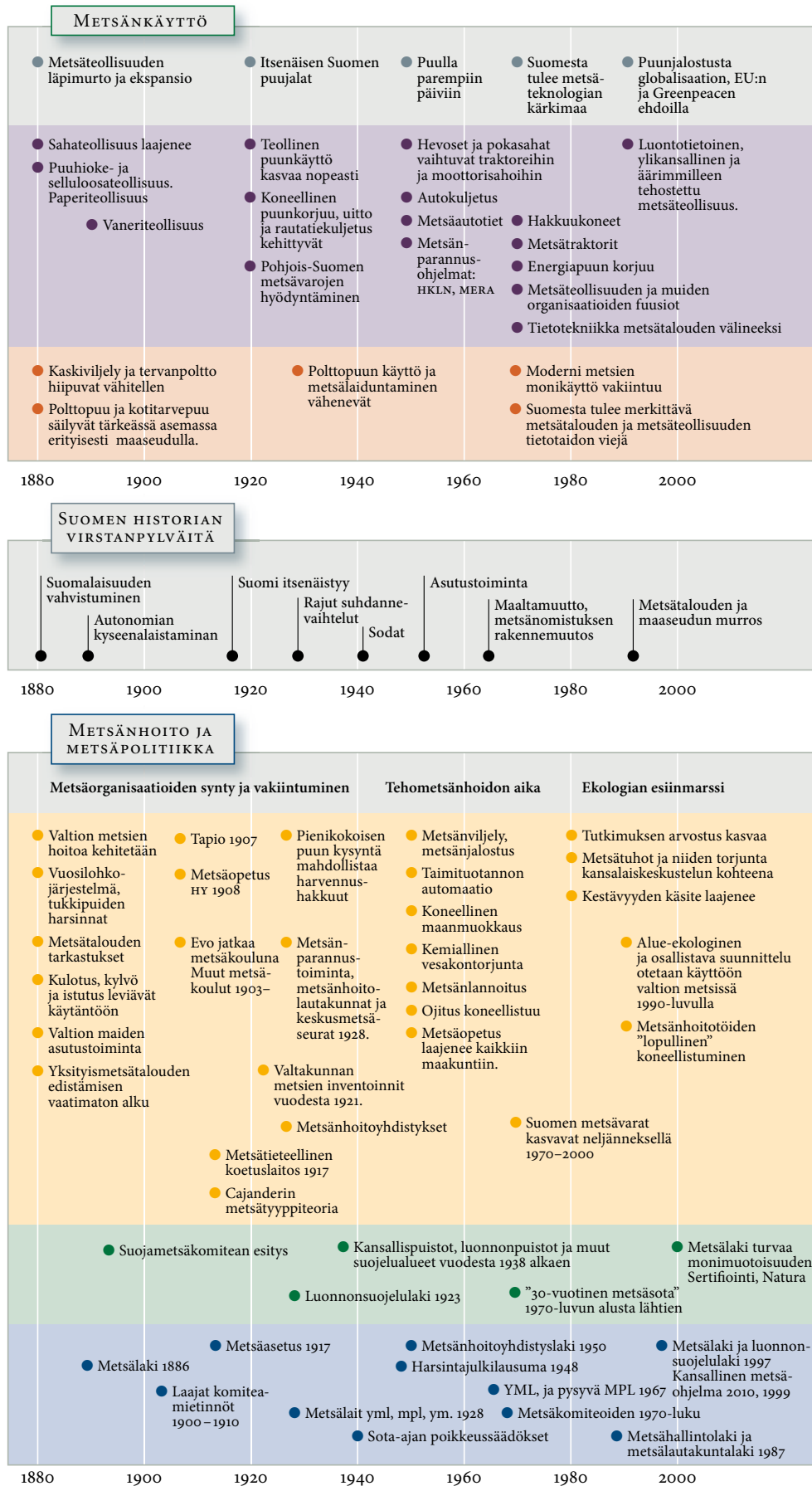
Uuden ajan alussa Suomi oli harvaan asuttu maa. Puun kotitarvekäyttö näkyi muutoksena metsissä ainoastaan kaupunkien ja asutettujen kylien ympäristössä. Vähitellen asutus kuitenkin laajeni ja puunkäyttö lisääntyi. Hakkuut keskittyivät teiden vähäisyyden ja kuljetuskaluston kehittymättömyyden vuoksi asutuksen läheisyyteen. Polttopuu oli pitkään ainoa energianlähde sekä kotitalouksille että hitaasti laajenevalle teollisuudelle. Vähitellen myös koskien vesivoimaa sekä tuulivoimaa ruvettiin hyödyntämään myllyjen ja sahojen käyttövoimana.

Maaseudun väestö alkoi myös jalostaa puuta paitsi kotitarvekäyttöön myös erilaisiksi myyntiin meneviksi tuotteiksi. Varsinais-Suomesta vietiin veistettyä puutavaraa Itämeren kaupunkiin jo 1500-luvulla. Muualla Suomessa talonpoikien ansiometsätalous alkoi yleistyä 1600-luvun aikana.

Järeimmät havupuut myytiin mastopuiksi ja ”isorakennuksen puiksi” sellaisenaan tai niistä veistettiin kirveellä hirsiiä, pelkkoja, lankkuja ja lautoja lähinnä kotitarpeiksi mutta paikoin vientiinkin. Veistäjät halkaisivat aluksi tukin kahtia. Kummastakin puoliskosta tehtiin lauta tai lankku.

Merkittäväntä varhainen puunjalostusteollisuus oli Satakunnassa. Sen katsotaan olleen yhtenä tärkeänä syynä Porin seudulla tapahtuneeseen suoranaiseen metsien häviämiseen. Myös Rauman ja Uudenkaupungin seudulla yleisesti valmistetut lehterit menivät hyvin kaupaksi. Ne olivat nuorista männyistä ja kuusista veistettyjä ohuita parruja, joita käytettiin katon kannattimina. Vesisahoja perustettiin koskien partaille keskiajan lopulta lähtien. Rautaruukkeja ryhdyttiin perustamaan 1600-luvun alkupuolella, aluksi läntisen Suomenlahden rannikolle. Ruukit kuluttivat runsaasti puuhiiltä ja muutakin puutavaraa, jonka hankinta asetettiin lähiseudun talonpoikien tehtäväksi.

Taulukko 2. Suomen metsähistoriaa 1880-luvulta lähtien.



Myös lehtipuulle löytyi monenlaista käyttöä. Lehmuksen kuoresta saatava niini oli arvokasta köysien, hihnojen, mattojen ja siteiden sekä seulojen raaka-ainetta keskiajalla ja uuden ajan alussa. Kotitarvekäytön lisäksi niiniä kerättiin myytäväksi. Myös lehmuksen lujaa puuainetta käytettiin moniin tarkoituksiin. Niinen keruun, kaskiviljelyn ja laiduntamisen vuoksi lehmukset alkoivat käydä harvinaisiksi jo 1600-luvulla.

Koivun ja haavan tuhka valmistettiin potaskaa, jota käytettiin tekstiiliteollisuudessa sekä lasin ja saippuan valmistuksessa. Tuhkaa tuotettiin polttamalla vuoden tai kaksi kuivuneita lehtipuita. Tuhka sekoitettiin yleensä padassa veteen, ja seos keitettiin paksuksi puuroksi, joka edelleen kuivattiin ja vielä kuumennettiin hiilen ja muiden orgaanisten aineiden poistamiseksi. Potaskaa valmistettiin 1700-luvun lopulta lähtien lähinnä Etelä-Pohjanmaalla.

Koivun puuaineesta ja tuohesta valmistettiin astioita ja tarvekaluja. Tuohia käytettiin myös kattojen raaka-aineeksi: siitä tehtiin joko tuohikattoja tai eristyskerroksia tiili- ja turvekatteiden alle. Kotitarvekäytön lisäksi näitä koivusta tehtyjä tuotteita vietiin Suomen rannikkoseuduilta Ruotsiin ja kauemmaksi 1500-luvulta lähtien. Eniten koivua kului kuitenkin polttopuuksi. Puun käyttäminen lämmönlähteenä oli pitkään 1900-luvulle saakka suurin Suomen metsävarojen käyttömuoto. Kotimaan käytön lisäksi koivuhalkoja sekä muuta polttopuuta vietiin rannikoilta ja saaristosta myös Tukholmaan ja Pietariin (kuva 4).

Metsänhoidon hidas kehitys

Metsien hoito oli aluksi vahingolliseksi koetun metsänkäytön kieltämistä ja rajoittamista sekä etuoikeuksien myöntämistä tietyille tahoille, esimerkiksi kaivosteollisuudelle. Ruotsin vallan aikana rajoitettiin ”hedelmää kantavien puiden” kaatamista, kaskenpolttoa, laiduntamista, tervan valmistusta, vesisahojen toimintaa ja muita erityisesti talonpoikien sekä maaseudun tilattoman väestön metsänkäyttömuotoja ase- tuksilla ja ohjeilla. Näiden määräysten valvonta jäi kuitenkin tehottomaksi. Väestön kasvaessa alkoi tiheimmin asuttujen seutujen metsissä esiintyä vakavaa puupulaa. Uusien kieltojen ja rajoitusten ohella tilannetta koetettiin parantaa 1700- ja 1800-luvuilla isonjaon avulla. Kylän yhteisten metsämaiden jakamisella tilojen omaisuudeksi lisäsi omistajan vastuuta ja sai aikaan säästävämpää metsänkäyttöä. Muutamat metsiensä hoidosta kiinnostuneet ruukinpatruunat ja kartanonomistajat teettivät jo Ruotsin vallan loppuajoilta lähtien vuosilohkojärjestelmää noudattavia metsätaloussuunnitelmia tiloilleen (taulukko 1).

Autonomian aikana, 1800-luvun puolivälissä, Suomen suuriruhtinaskunta sai oman metsäasetuksen ja valtion metsien hoitoa ja vartiointia varten perustettiin metsänhoitolaitos. Metsänhoitajia ja metsänvartijoita ryhdyttiin kouluttamaan kotimaassa Evon metsäopistossa 1860-1870-luvuilta alkaen. Kun metsäteollisuuden voimakas läpimurto tapahtui 1870-luvulla, valtion metsät olivat jo auttavasti järjestelmällisen hoidon piirissä ja niitä varten oli saatu perustetuksi oma, harvalukuinen metsäammattikunta.

Yksityismetsissä nopeasti kasvavan sahateollisuuden puunhankkijat ehtivät tukkipuiden määrämittahakkuillaan

saada aikaan runsaasti repaleisia ja vajaatuottoisia jätemet- siä 1800-luvun lopulla. Tilannetta kuitenkin paransivat pian metsäteollisuuden keskittyminen ja järjestäytyminen sekä selluloosa- ja paperitehtaiden perustamisen myötä synty- nyt pienikokoisen puun kysyntä, joka loi edellytykset har- vennushakuiden toteuttamiselle.

Vuonna 1917 annettu asetus metsän hävittämisen eh- käisemiseksi ja sen valvontaorganisaatio hillitsivät hävi- tyshakkuita tehokkaammin kuin aikaisemmat säädökset. Yksityismetsien ammattimainen hoito ja edistämistoimin- ta sekä metsäntutkimus saatiin alulle Suomen itsenäisty- misen aikoihin.

Kaikkien metsäorganisaatioiden kehitys oli aluksi vaati- matonta. Valtakunnallisesti kattavaan toimintaan nykyisten metsäorganisaatioiden esiasteet ylsivät vasta 1930-1950-lu- vuilla. Epämääräiset harsintahakkuut korvattiin metsikköta- loudella. Vajaatuottoisia metsiä kunnostettiin metsänparan- nustoiminnalla, joka nojasi vahvasti valtion varoihin. Toimin- nan ohjenuorana oli pitkään puuntuotannon kestävyys tur- vaaminen. Metsien monikäytön ja luontoarvojen huomioon ottaminen metsien hoidossa ja käytössä alkoi saada jalan- sijaa 1970-luvulla (taulukko 2).

Kirjallisuus

- Heikinheimo, O. 1915. Kaskiviljelyksen vaikutus Suomen met- siin. Acta Forestalia Fennica 4 (2): 1-264. <http://hdl.handle.net/1975/8408>
- Helander, A. B. 1949. Suomen metsätalouden historia. WSOY, Hel- sinki. 546 s.
- Kemppinen, J. 1989. Vanha eräkulttuuri. Julkaisussa: Opas, H. (toim.). Tapiola: Erätaito. 2. uudistettu painos, Weilin + Göös, Espoo, s. 10-29.
- Kuisma, M. 2006. Metsäteollisuuden maa. Suomi, metsät ja kan- sainvälinen järjestelmä 1620-1920. Suomalaisen Kirjallisuus- den Seura, Helsinki. 2. korjattu painos. 781 s.
- Pakkanen, E. ja Leikola, M. 2010. Metsää, puuta ja kovaa työt- ä - Suomen metsien käytön historiaa 1. Metsäkustannus Oy. 640 s.
- Pakkanen, E. ja Leikola, M. 2011a. Puut perille ja käyttöön - Suo- men metsien käytön historiaa 2. Metsäkustannus Oy. 512 s.
- Pakkanen, E. ja Leikola, M. 2011b. Tervaa, lautaa ja paperia - Suo- men metsien käytön historiaa 3. Metsäkustannus Oy. 512 s.
- Tasanen, T. 2004. Läksi puut ylenemähän. Metsien hoidon his- toria Suomessa keskiajalta metsäteollisuuden läpimurtoon 1870-luvulla. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 920. 443 s. <http://urn.fi/URN:ISBN:951-40-1920-2>
- Turpeinen, O. 1985. Väestö ja talous 1721-1982. Kainuun historia II. Kainuun Sanomien kirjapaino Oy. 436 s.

Suomen metsävarojen kehitys 1920-luvulta lähtien

Kari T. Korhonen

Maan käyttö ja maaluokat

Suomen maapinta-ala on Maanmittauslaitoksen tilastoinnin mukaan 30,4 miljoonaa hehtaaria. Metsäntutkimuslaitoksen tekemän valtakunnan metsien 11. inventoinnin (VMI11, vuodet 2009–2012) mukaan maapinta-alasta 26,2 miljoonaa hehtaaria eli 86 % on metsätalousmaata eli metsä-, kitu- tai joutomaata tai muuta metsätalousmaata kuten metsäteitä. Metsätilastoinnin terminologiassa käsite *metsätalousmaa* on kuitenkin harhaanjohtava, sillä se sisältää myös esimerkiksi suojelualueet, jotka eivät ole metsätalouden käytössä. Metsätalousmaasta on täysin metsätalouden ulkopuolella 5,6 miljoonaa hehtaaria eli 21 %.

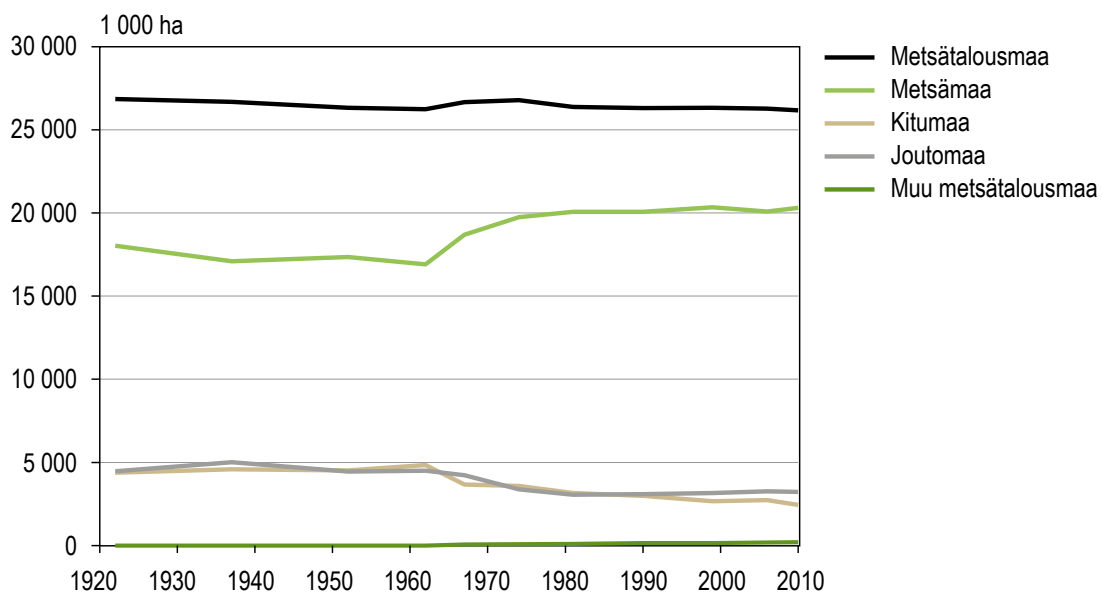
Metsätalousmaasta metsämaata on 20,3 miljoonaa hehtaaria. Metsämaalla puuston keskimääräinen hehtaarikohmainen kasvu on vähintään yksi kuutiometri vuodessa. Käytännön metsätaloudessa toimitaan metsämaalla, koska kitu- ja joutomaat ovat vähäpuustoisuuden vuoksi metsätaloudelle kannattamattomia. Metsämaasta suojeltua on 1,8 miljoonaa hehtaaria eli 9 %.

Suomen ensimmäisen valtakunnan metsien inventoinnin aikaan 1920-luvun alussa maamme pinta-ala oli runsaat 10 % nykyistä suurempi. Ensimmäisen VMI:n tulokset on laskettu siksi Metsäntutkimuslaitoksessa uudestaan nykyisen Suomen alueen mukaisiksi. Metsätalousmaan ala on pienentynyt 1920-luvun alun 26,8 miljoonasta hehtaarista nykyiseen 26,2 miljoonaan hehtaariin, eli lähes 600 000 hehtaaria (kuva 1). 1920-luvulta 1960-luvulle alan pienentyminen johtui pää-

asiassa maatalousmaan lisäyksestä. Tämän jälkeen alkoi peltojen metsityksen aika ja metsätalousmaan ala kasvoi hieman 1970-luvun puoliväliin saakka. Viime vuosikymmeninä rakennustoiminta on jälleen pienentänyt metsätalousmaan alaa. Ala on ollut suurimmillaan 1970-luvun alussa, 26,8 miljoonaa hehtaaria, josta se on pienentynyt kaiken kaikkiaan puoli miljoonaa hehtaaria.

Metsämaan käsite vakiintui 1960-luvulla. Siten tiedot metsämaan alan kehityksestä ovat täysin vertailukelpoisia ainoastaan tästä eteenpäin. 1920-luvulta 1960-luvulle metsämaan pinta-ala pieneni hieman. Tämän jälkeen alkoi metsämaan alan voimakas kasvu, joka jatkui 1980-luvulle saakka. Kasvu selittyi kitu- ja joutomaan soiden ojituksella, joka oli vilkkaimmillaan 1960- ja 1970-lukujen taitteessa: silloin soita ojitettiin jopa 300 000 hehtaaria vuodessa. Nykyinen metsämaan ala, 20,3 miljoonaa hehtaaria, on 3,4 miljoonaa hehtaaria suurempi kuin metsämaan ala 1960-luvun alussa ja 2,3 miljoonaa hehtaaria suurempi kuin kasvullisen metsämaan ala 1920-luvun alussa. Kitumaan ala on pienentynyt noin 2,4 miljoonaa hehtaaria ja joutomaan ala noin 1,3 miljoonaa hehtaaria 1960-luvun alun jälkeen. Soiden uudisojitus eli aiemmin ojitettamattomien soiden ojitus väheni voimakkaasti 1980-luvulla ja käytännöllisesti katsoen loppui 1990-luvulla.

Yksityiset omistavat metsätalousmaasta 53 %. Valtio omistaa siitä 34 %, yhtiöt 7 % ja erilaiset yhteisöt 5 %. Valtion omistamat maat ovat suurelta osin Pohjois-Suomessa, missä kitu- ja joutomaan osuus metsätalousmaasta on suurempi kuin Etelä-Suomessa. Niinpä yksityisomistuksen



Kuva 1. Metsätalousmaan alan kehitys 1920-luvulta lähtien.

osuus metsämaasta on peräti 61 % ja valtion vain 25 %. Yhtiöiden osuus on 9 % ja yhteisöjen 5 %. Metsätilastoinnissa Pohjois-Suomella tarkoitetaan Kainuun, Pohjois-Pohjanmaan ja Lapin metsäkeskusalueita.

Metsätalousmaasta kolmannes eli 8,7 miljoonaa hehtaaria on suota. Tästä noin 5 miljoonaa hehtaaria on metsämaan soita, joilla puuntuotoskyky on vuodessa vähintään kuutiometri hehtaaria kohden. Lähes 4 miljoonaa hehtaaria suonalasta on kitu- tai joutomaata. Ojitettua suota on 4,7 miljoonaa hehtaaria. Todellisuudessa suota on ojitettu metsätaloutta varten tätäkin enemmän, sillä osalla ojitetuista soista turvekerros jo hävinnyt ja ne ovat muuttuneet metsänarvioinnin luokituksessa kankaiksi. Ojitettuja kankaita on 1,3 miljoonaa hehtaaria - niistä osa on ollut ojitushetkellä soita ja osa soistuneita kankaita.

Metsien ikä- ja kehitysluokat sekä puulajivaltaisuus

Metsämaan metsistä 64 % on mäntyvaltaisia, 24 % kuusi- valtaisia ja 10 % lehtipuuvallaisia. Metsistämme 35 % on alle 40-vuotiaita. Yli 80-vuotiaita metsiä on alle 30 % metsämaasta. Metsien ikärakenne on hyvin erilainen Etelä- ja Pohjois-Suomessa (kuva 2). Pohjois-Suomessa alle 40-vuotiaita metsiä on 27 % ja yli 120-vuotiaita metsiä 17 % metsämaasta. Etelä-Suomessa alle 40-vuotiaiden metsien osuus 42 % ja yli 120-vuotiaiden osuus vain 4 %.

Metsien käsittelyssä on 1940-luvun jälkeen tapahtunut voimakas muutos, kun harsintahakkuista ja yläharvennuksesta on luovuttu ja siirrytty kiertoaikoihin perustuvaan metsätalouteen. Kuvassa 2 on vertailtu metsämaan metsien ikäluokkarakennetta 1920-luvulla (VMI1), 1950-luvulla (VMI3), 1970-luvun puolivälissä (VMI6), 1990-luvun lopussa (VMI9) ja 2009-2012 (VMI11). Etelä-Suomessa 41-60-vuotiaiden metsien ikäluokka oli osuudeltaan suurin ikäluokka ensimmäisestä inventoinnista 1950-luvulle saakka. 1970-luvulle mentäessä tämän ikäluokan osuus oli pienentynyt ja nuorimman ikäluokan eli 1-20 vuotiaiden metsien osuus oli kasvanut selvästi. Myös yli 80-vuotiaiden metsien osuus on kasvanut. Kehitys on tämän jälkeen jatkunut niin, että yli 100-vuotiaiden metsien osuus on kasvanut, samoin 1-20-vuotiaiden ja 21-40-vuotiaiden. 1990-luvun lopussa ja 2000-luvun alussa 60-120-vuotiaiden metsien osuus on jonkin verran pienentynyt. Vanhimpien ikäluokkien osuudessa ei ole tapahtunut muutosta. Puuttoman maan eli uudistamattomien avohakkuualueiden osuus oli suurimmillaan 1970-luvulla, lähes 4 %, ja on pienentynyt sen jälkeen alle 2 %:iin metsämaan alasta.

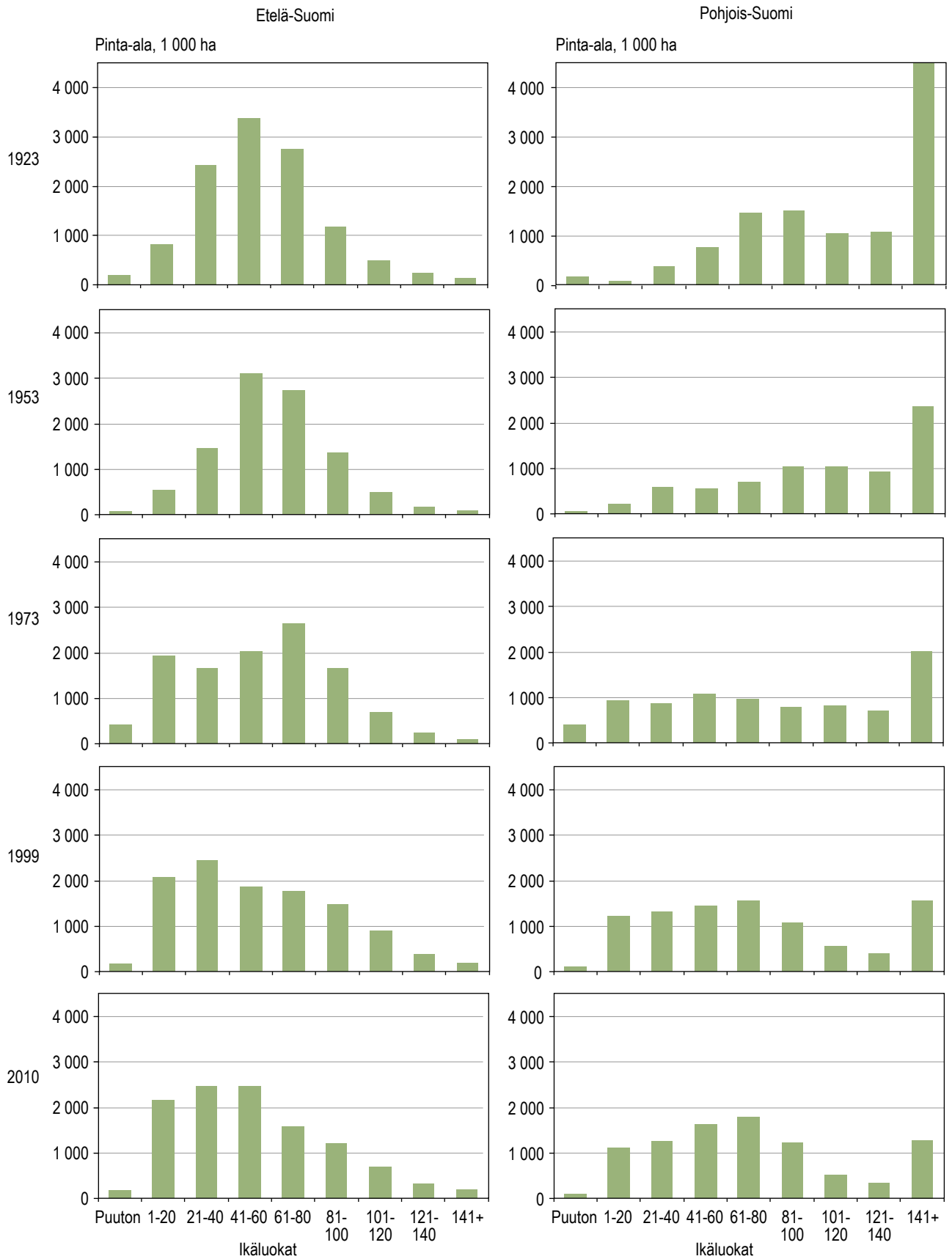
Pohjois-Suomessa metsien ikärakenteen voimakkain muutos on ollut yli 140-vuotiaiden metsien osuuden vähentyminen 1900-luvulla. 1920-luvulla yli 140-vuotiaiden metsien osuus (kasvullisesta) metsämaasta oli yli 40 %, mutta osuus on tämän jälkeen pudonnut nykyiseen 16 %:iin. 2000-luvulla vanhimpien metsien osuudessa ei enää ole tapahtunut merkittävää muutosta, mutta 100-140-vuotiaiden metsien osuus on pienentynyt jonkin verran. Vanhimpien ikäluokkien osuuden pienentyessä 1900-luvulla alle 80-vuotiaiden metsien osuus on vastaavasti kasvanut. Puuttoman uudistusalan osuus oli Pohjois-Suomessakin suurimmillaan 1970-luvulla,

lähes 5 %. Osuus on pienentynyt nykyiseen runsaaseen prosenttiin metsämaan alasta.

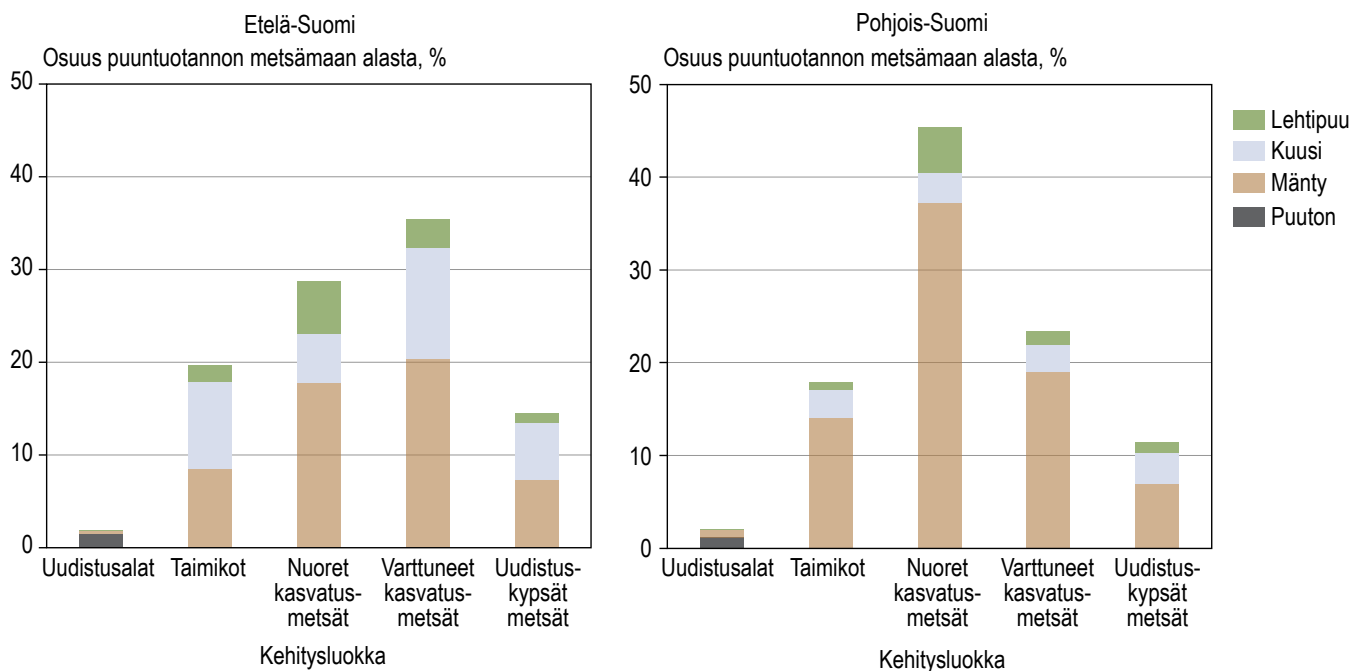
Metsien kehitysluokkajakauma kuvaa metsien käyttömahdollisuuksia paremmin kuin ikäluokkajakauma, sillä samanikäiset metsät voivat olla hyvin erilaisissa kehitysvaiheissa kasvupaikan, sijainnin ja puulajin vaikutuksesta. Kehitysluokista taimikot ovat metsiä, joissa puuston keskipituus on korkeintaan 8 metriä. Nuoret kasvatusmetsät ovat varttuneempia, mutta niiden puusto on pääosin vielä alle tukkipuukokoista. Varttuneissa kasvatusmetsissä puuston keskiläpimitta on vähintään 16 senttimetriä mutta puusto ei ole vielä uudistuskypsää. Uudistuskypsissä metsissä puuston keskiläpimitta tai järeys on riittävä metsän uudistamiseen. Lisäksi kehitysluokkina erotetaan uudistusalat, jotka ovat joko vielä viljelemättömiä avohakkuualueita tai siementäi suojuospuustoja, joiden alle ei ole vielä syntynyt kehityskelpoista taimikkoa.

Puuntuotantoon käytettävissä metsissä taimikoiden osuus Etelä-Suomessa on 20 %, nuorten kasvatusmetsien 28 %, varttuneiden kasvatusmetsien 35 % ja uudistuskypsien metsien osuus 14 % (kuva 3). Pohjois-Suomessa osuudet ovat vastaavasti 18, 45, 23 ja 11 %. Eri kehitysluokkien metsissä puulajien osuudet vaihtelevat voimakkaasti. 1960-luvulta 1980-luvulle metsien uudistamisessa suosittiin mäntyä, minkä takia nuorissa kasvatusmetsissä mäntyvaltaisten metsien osuus on Etelä-Suomessa 62 % ja Pohjois-Suomessa 82 %. Männyn viljelystä liian rehevillä mailla saadut huonot kokemukset tosin ovat vähentäneet männyn käyttöä viljelyssä 1990-luvulta lähtien. 1990-luvulla voimakkaasti kasvanut hirvikanta on johtanut siihen, että koivun viljely on lähes lopetettu ja kuusta käytetään pääasiallisena viljelypuulajina. Taimikoissa mäntyvaltaisten metsien osuus onkin Etelä-Suomessa vain 43 % ja Pohjois-Suomessakin 78 %. Etelä-Suomessa taimikoissa kuusikoiden osuus on selvästi suurempi (48 %) kuin männiköiden.

Puuntuotannon maan taimikoista ja kasvatusmetsistä on perustettu luontaisesti 9,8 miljoonaa hehtaaria ja viljellyn 5,8 miljoonaa hehtaaria, eli viljelyn osuus metsänuudistamisesta on ollut 37 %. Uudistamiskypsissä metsissä viljeltyjen metsien osuus lienee tätä pienempi, mutta siitä ei ole olemassa luotettavaa tietoa.



Kuva 2. Metsämaan metsien ikärakenne 1920-luvulta lähtien Etelä-Suomessa ja Pohjois-Suomessa.



Kuva 3. Kehitysluokkien pinta-alat puuntuotannon metsämaalla Etelä- ja Pohjois-Suomessa sekä koko maassa.

Puuston määrä ja sen kehitys

Metsiemme puuston kokonaistilavuus on 2,33 miljardia kuutiometriä. Puustosta puolet, 1,16 miljardia kuutiometriä, on mäntyä. Kuusen määrä on 702 miljoonaa kuutiometriä, koivun 390 miljoonaa kuutiometriä ja muun lehtipuun määrä 76 miljoonaa kuutiometriä.

1920-luvun alussa puuston määrä oli 1,39 miljardia kuutiometriä (kuva 4). Nykyinen puuston määrä on tähän verrattuna 1,7-kertainen. Puuston määrä on lisääntynyt hieman 1940-luvulla ja sen jälkeen 1970-luvulta lähtien kiihtyvästi. 1930-luvulla ja sotien jälkeen 1950- ja 1960-luvuilla puun käyttö ja maanrakennus pienensivät puuston määrää. 1940-luvun puuston lisäys selittyy sillä, että sotavuosina hakkuut olivat vähäisiä. 1970-luvulla alkanut puumäärän lisääntyminen selittyy metsänparannus- ja ojitustoiminnalla. Soiden ojituksen vuoksi maahamme on tullut noin 1,5 miljoonaa hehtaaria uutta metsämaata 1960-luvun alun jälkeen ja aiemmin vähäpuustoiset metsämaan suot ovat kehittyneet puustoisemmiksi. Harsintahakkuista luopuminen 1950-luvulla ja samaan aikaan aloitettu laajamittainen metsänparannus ovat tehokkaasti lisänneet metsien puumäärää.

Puuston keskitilavuus metsämaalla on nyt 112 kuutiometriä hehtaarilla, siinä missä keskitilavuus esimerkiksi 1970- ja 1980-lukujen taitteessa oli vain 80 kuutiometriä. Keskitilavuus on noussut selvästi kaikissa kehitysluokissa. Keskitilavuuden nousu selittyy pääosin vajaapuustoisten ja vajaantuottoisten metsien vähenemisellä (1970-luvun 13 %:sta nykyiseen 7 %:iin), mutta viime vuosina myös nuorien met-

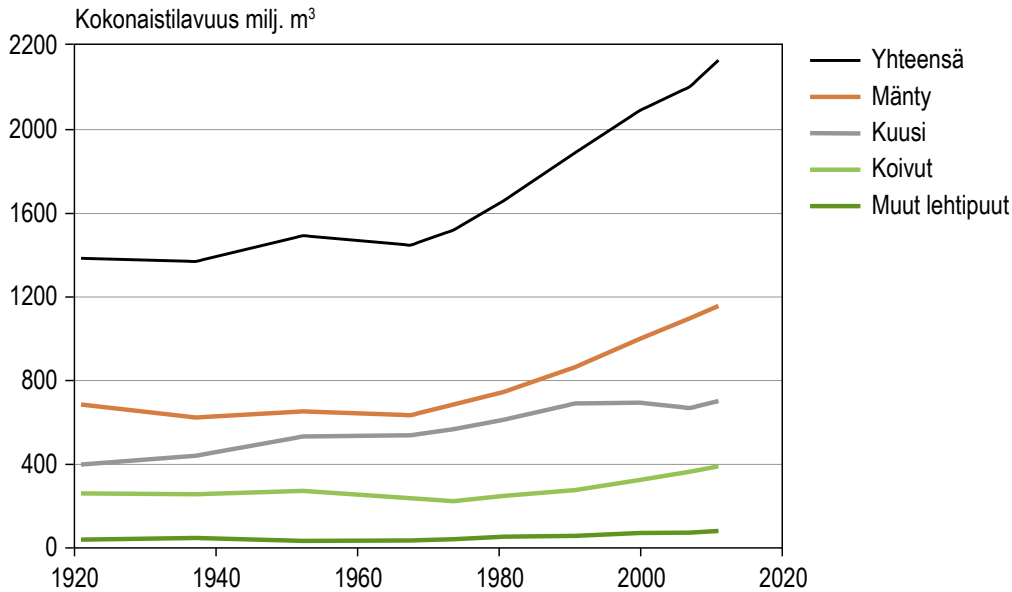
sien hoitamattomuudesta johtuvalla ylitiheydellä. Uudistusaloilla ja taimikoissa keskitilavuutta ovat 1990-luvulta lähtien lisänneet myös jättöpuut: esimerkiksi avohakkuualoilla puuston keskitilavuus on nyt 9 kuutiometriä hehtaarilla, kun taas 1980-luvun lopussa keskitilavuus oli 3 kuutiometriä hehtaarilla. Jättöpuilla on kuitenkin hyvin pieni vaikutus puuston kokonaismäärään.

Puuston määrän lisäyksestä puolet on mäntyä ja noin kolmannes kuusta. Myös lehtipuuston määrä on selvästi lisääntynyt, ja koivua ja lehtipuuta on nyt 1,5-kertaisesti 1920-luvun tilanteeseen verrattuna. Lehtipuuston määrä oli alimmillaan 1970-luvun alussa, mutta sen jälkeen erityisesti koivun määrä on lisääntynyt nopeasti.

Puuston kasvu ja hakkuumahdollisuudet

Metsä- ja kitumaan puuston vuotuinen kasvu on 104,4 miljoonaa kuutiometriä. Kasvusta lähes puolet (47,3 miljoonaa kuutiometriä) on männyn kasvua. Kuusen osuus kasvusta on kolmannes (32,6 miljoonaa kuutiometriä) ja lehtipuiden lähes viidennes (24,4 miljoonaa kuutiometriä). Puuston vuotuinen keskitilavuus metsämaalla on 4,9 kuutiometriä hehtaarilla.

Puuston nykyinen kasvun arvio on kaksinkertainen verrattuna 1920-luvulla arvioituun kasvuun, joka oli 49,8 miljoonaa kuutiometriä. Kasvu lisääntyi hieman 1940-luvulla mutta hidastui 1950-luvulla. Kasvun hidastuminen 1950-luvulla selittyy hakkuiden voimakkaalla lisääntymisellä sotien jälkeen. 1960-luvun alusta lähtien kasvu on lisääntynyt voimak-



Kuva 4. Puuston kokonaistilavuuden kehitys 1920-luvulta lähtien.

kaasti. Kasvun lisäyksen merkittävin selittäjä on puustopääoman kasvu, jonka on mahdollistanut harsintametsätaloudesta luopuminen, vajaatuottoisten metsien uudistaminen ja metsänparannustoiminta. Lisääntyvä osuus metsistä on viljelypuustoja, joten myös jalostetun alkuperän käyttö metsänuudistamisessa on lisännyt puuston kasvua. Jalostusvaihtuksen suuruutta on kuitenkin vaikea arvioida.

Puuston kasvun lisäyksestä valtaosa on mäntyä. Männyin kasvu on 1920-luvun kasvuarvioon verrattuna 2,3-kertainen. Metsämaan alan lisäyksestä suuri osa on mäntymetsiä. Mäntyä käytettiin metsänuudistamisessa hyvin paljon 1960–1980-luvuilla, minkä vuoksi nuorista, hyvän kasvun vaiheessa olevista metsistä suuri osa on mäntyvaltaisia. Myös kuusen ja lehtipuuston kasvun lisäys 1920-luvun kasvuarvioon verrattuna on selvä: molempien kasvu on nyt 1,8-kertaistunut.

Viime vuosina metsien hakkuut ovat olleet keskimäärin 50 miljoonaa kuutiometriä ainespuukokoista puuta eli kuitu- tai tukkipuuta vastaavaa puuta. Hakkuukertymä voitaisiin välittömästi nostaa 77 miljoonaan kuutiometriin vuodessa ilman että puuston määrä vähenisi tai tulevat hakkuumahdollisuudet vaarantuisivat. Myöhemmin vuosikymmeninä kestävä hakkuumahdollisuudet nousevat jopa 85 miljoonaan kuutiometriin vuodessa. Metsien hakkuuta voidaan siis merkittävästi lisätä nykyisestä, vaikka puuston nykyisen kasvun, runsaan 100 miljoonan kuutiometrin, suuruiset hakkuumäärät eivät olisikaan pidemmän päälle kestäviä. Tämä johtuu siitä, että etenkin Pohjois-Suomessa nuorten metsien osuus metsäalasta on suuri: metsien kasvu on hyvä, mutta kasvun täysimääräinen hyödyntäminen on kestävää vasta myöhemmin vuosikymmeninä.

Kuolleen puun määrä

Kuollutta puuta on metsä- ja kitumaalla 128 miljoonaa kuutiometriä eli keskimäärin 5,6 kuutiometriä hehtaarilla. Luvussa ovat mukana vähintään 10 senttimetrin vahvuiset ja vähintään 1,3 metriä pitkät kuolleet runkokuu- tai niiden kappaleet. Kannot ja alle 10 senttimetrin mittaiset hakkuutähteet eivät ole arvioissa mukana. Noin 70 % kuolleesta puusta on maassa olevaa puuta ja loput on pystypuuta. Pohjois-Suomessa kuolleen puuston keskitilavuus on 8,0 kuutiometriä hehtaarilla ja Etelä-Suomessa 3,3 kuutiometriä hehtaarilla. Männyin osuus kuolleen puuston tilavuudesta on yli puolet, kuusta on neljäsosa ja lehtipuustoa on noin 15 %. Pieni osa puustosta on niin pitkälle lahonnutta, että maastossa ei voida määrittää edes sitä, onko kyseessä havu- vai lehtipuu.

Kattavaa tietoa kuolleen puuston määrästä on ollut saatavilla vasta 1990-luvun puolivälistä lähtien, mutta niin sanotusta käyttökelpoisesta kuolleesta puustosta on mittaustietoa jo 1930-luvulta lähtien. Käyttökelpoista kuollutta puuta oli tuolloin 1930-luvulla metsämaalla keskimäärin 1,9 kuutiometriä hehtaarilla ja 1950-luvulla 1,8 kuutiometriä hehtaarilla. 1980-luvulla määrä oli vain 1,5 kuutiometriä hehtaarilla mutta on sittemmin lisääntynyt nykyiseen 2,4 kuutiometriin hehtaarilla. Tarkat mittaukset ovat VMI:n perusta. Elektroniset mittavälineet helpottavat työtä (kuva 5).



Kuva 5. Puun rinnankorkeusläpimitan mittaaminen elektronisilla mittasaksilla. Kuva: Erkki Oksanen, Luke.

Kirjallisuus

- Ihalainen, A. ja Mäkelä, H. 2009. Kuolleen puuston määrä ja laatu Etelä- ja Pohjois-Suomessa 2004–2007. Metsätieteen aikakauskirja 1/2009: 35–56.
- Ilvessalo, Y. 1942. Suomen metsävarat ja metsien tila. II valtakunnan metsien arviointi. Communicationes Institutii Forestalis Fenniae 30.1. 446 s. <http://urn.fi/URN:NBN:fi-met-la-201207171062>
- Ilvessalo, Y. 1948. Nyky-Suomen metsät. Valtakunnan metsien arviointeihin perustuva kuvaus. Communicationes Institutii Forestalis Fenniae 35.5. 51 s. <http://urn.fi/URN:NBN:fi-met-la-201207181279>
- Korhonen, K. T., Ihalainen, A., Viiri, H., Heikkinen, J., Henttonen, H.M., Hotanen, J.-P., Mäkelä, H., Nevalainen, S. ja Pitkänen, J. Suomen metsät 2004–2008 ja niiden kehitys 1921–2008. Metsätieteen Aikakauskirja 3/2013. s. 269–608. www.metla.fi/metinfo/vmi

Tulevaisuuden metsät ja metsänhoito

Timo Saksa

Metsien hyödyntäminen monipuolistuu

Metsiemme hoidon päätavoitteena on korkea puuston kasvu ja hyvä taloudellinen tulos, joka saadaan puun myyntituloista. Suuressa osassa talousmetsiämme muut käyttötaavoitteet ovatkin perinteisesti jääneet toisarvoisiksi puuntuotantoon verrattuna. Muut metsänkäyttötavoitteet kuin puuntuotanto on sisällytetty metsänhoitosuosituksiin pääsääntöisesti läpäisyperiaatteella. Viime vuosina metsänhoito-ohjeistukseen on tosin tehty mm. riista- ja maisemanhoitopainotteisia erillissuosituksia. Käytännössä metsien hakkuiden yhteydessä metsänomistajan tavoitteet on pyritty sovittamaan yhteen kohteen sanelemien mahdollisuuksien mukaan.

Viime vuosina puuntuotannon rinnalle on alkanut nousta aiempaa voimakkaammin muitakin metsien käytön tavoitteita. Perinteisten riistan, marjojen ja muiden luonnon tuotteiden lisäksi metsiä hyödynnetään enenevässä määrin myös luontomatkailun areenana, terveyspalvelujen lähteenä tai vaikkapa hiilensidonnain kohteina. Toistaiseksi nämä tavoitteet on voitu toteuttaa talousmetsissämme niin, että puuntuotantoa ei ole tarvinnut rajoittaa lainkaan tai sitä on pitänyt rajoittaa vain lievästi. Tulevaisuudessa edellä mainittuja metsien mahdollisuuksia hyödyntävän elinkeinotoiminnan tarpeisiin varataan erillisiä alueita, joissa puuntuotantoa edistävät toimenpiteet jätetään taka-alalle.

Osa metsänomistajista on alkanut arvostaa metsien virkistys- ja maisema-arvoja enemmän kuin puuntuotantoa, kun puunmyyntitulojen taloudellinen merkitys heille on vähentynyt. Näiden tarpeiden täyttämiseksi osassa talousmetsistämme metsienkäsittelyssä on tehtävä muutoksia, jotka useimmissa tapauksissa johtavat puuston iän pidentymiseen sekä vähemmän intensiiviseen metsänhoitoon puuntuotannon näkökulmasta.

Lähivuosikymmeninä metsien hyödyntäminen puuntuotannon kautta on edelleen ratkaisevassa asemassa Suomen elinkeinoelämässä. Puuta ja puukuitua tarvitaan pidemmällä aikavälillä nykyistä enemmän niin perinteisten kuin uusien metsäteollisuuden tuotteiden valmistuksessa. Koska teollisuuden tarvitsema puu tuotetaan jatkossa nykyistä pienemmällä pinta-alalla, on metsänhoitomenetelmien oltava tehokkaita. Intensiivisessä puuntuotannossa olevilla alueilla puuston kiertoajat tulevat olemaan nyt käytössä olevia kiertoaikoja lyhyempiä: kuusella ja koivulla 40-70 vuotta ja männällä 50-80 vuotta Etelä-Suomessa. Lyhyempien kiertoaikojen vuoksi vanhoja metsiä ei juuri pääse syntymään. Intensiivisessä puuntuotannossa olevia metsiä uudistetaan pääosin viljelemällä käyttäen hyväksi maanmuokkausta ja jaloitettuja materiaaleja. Edelleen puuston kasvua edistetään oikea-aikaisella taimikonhoidolla ja kasvatuslannoituksilla.

Metsänkasvatukseen uusia vivahteita

Metsänkasvatuksen menetelmät eriytyvät tulevaisuudessa nykyistä enemmän sen mukaan, mikä on puuraaka-aineen käyttötarkoitus. Esimerkiksi silloin, kun kasvatetaan energia-puuta tai maksimoidaan biomassan tuotos nuorissa metsissä, käytetään suurempaa puuston taimikkovaiheen tiheyttä (kuva 1) ja aikaistettua harvennuskäsittelyä verrattuna sellaiseen kasvatusketjuun, joka tähtää tavanomaisen ainespuun tuottamiseen. Samoin puusta uutettavien aineiden saannon parantaminen voi jatkossa edellyttää muutoksia perinteiseen metsänhoitoon verrattuna: metsän uudistamismateriaalina voidaan alkaa esimerkiksi käyttää siemeniä ja taimia, joiden geneettinen perimä tuottaa runsaasti haluttua uuteainetta puuhun. Metsänkäsittelyä voidaan myös muuttaa niin, että kasvu allokoituu aiempaa enemmän runkokuun sijasta esimerkiksi puun oksiin ja latvukseen, jos se on edullista puu-aineen loppukäyttöä ajatellen.

Koska metsien käytön tavoitteet eriytyvät ja puun uudet käyttömuodot asettavat vaatimuksia, myös metsänkäsitteilymenetelmät eriytyvät jatkossa. Se puolestaan näkyy metsäisessä maisemassamme. Laajemmassa maisemakuvasa intensiivisesti kasvatetut, perinteisiin tai uusiin tuotteisiin tähtäävään ainespuun kasvatukseen tähtäävät metsiköt sekä energiapuun kasvatukseen tähtäävät metsiköt vuorottelevat sellaisten metsien kanssa, joita käytetään ensisijaisesti erilaisiin maisema-, virkistys- ja terveystarkoituksiin.

Metsien käsittelymenetelmien kirjo on myös laajenemassa 2014 voimaan tulleen metsälain muutoksen myötä. Nykyään vallitsevan metsien kasvatustavan eli tasaikäisen metsän kasvatuksen rinnalle on tullut jatkuvaa metsän peitteellisyttä ylläpitävä eri-ikäisen metsän kasvattaminen. Eri-ikäisen metsän käsittelyyn kuuluvat poiminta- ja pienaukkohakkuut. Eriasteiset poiminta- ja pienaukkohakkuut tulevat todennäköisesti olemaan yleisimpiä niissä metsissä, joissa puuntuotanto ei ole ensimmäinen metsänomistajan tavoite. Eri-ikäiskasvatusta harjoitetaan kuitenkin myös monijaksoisissa, useamman latvuskerroksen sisältävissä puuntuotantoon painottuvissa metsissä.

Eri-ikäismetsässä kasvatettavan puuston määrä on selvästi varttunutta tasaikäismetsää pienempi, mikä myös muuttaa metsien kuvaa: metsät ovat aiempaa harvempia. Toisaalta metsän peitteellisuuden ylläpito eri-ikäismetsässä edellyttää tasaikäisen metsän uudistamisvaihetta - siemen- tai suojuspuuasentoa tai avohakkuualan säästöpuuta - suurempaa puustopääomaa. Näin ollen eri-ikäismetsässä metsätalouden aiheuttamat muutokset maisemassa eri ajankohtien välillä jäävät periaatteessa vähäisemmiksi kuin tasaikäismetsässä.



Kuva 1. Puubiomassan maksimointiin tähtäävässä puuntuotannossa taimikot ja nuoret metsät kasvatetaan nykyistä selvästi tiheämpinä. Kuva: Timo Saksa.

Metsänhoitotyö koneellistuu

Puunkorjuun koneellistamisaste kasvoi 1900-luvun lopulla parissa vuosikymmenessä lähes sataan prosenttiin. Metsänhoitotöissä - metsänviljelyssä ja taimikonhoidossa - vastaava kehitys on vielä edessä. Ainostaan maanmuokkaus on yltänyt tähän mennessä samalle koneellistamisen asteelle puunkorjuun kanssa. Koneellisen maanmuokkauksen yleistyminen mahdollisti taimituotannon siirtymisen paljasjuurisista taimista paakkutaimien tuotantoon, mikä on suurelta osin pitänyt kurissa metsän istutuksen kustannuskehitystä.

Metsänkylvö tehdään tänä päivänä pitkälti maanmuokauskoneeseen, yleensä metsä-äkeeseen, liitetyn kylvölaitteen avulla. Koneellisen kylvön osuus on ollut viime vuosina 70 prosenttia metsänkylvöalasta, ja se nousee tulevaisuudessa lähemmäs sataa prosenttia. Käsin kylvettäväksi jäävät vain kaikkein kivisimmät ja pienimmät kohteet, joissa koneellisen muokkauksen edellytykset ovat heikot.

Koneelliseen istutukseen, jossa yhdistetään maanmuokaus ja istutustyö, on nykyisin olemassa teknisesti käyttökelpoisia laitteita (kuva 2). Lisäksi koneellisessa, läpi kasvukauden tehtävissä istutuksissa on päästy hyviin, manuaalisen istutuksen kanssa vertailukelpoisiin uudistamistuloksiin.



Kuva 2. Metsänhoitotöistä tehdään tulevaisuudessa yhä suurempi osa koneellisesti. Kuvassa M-planter-istutuskone, jolla voidaan tehdä kaksi muokkausjälkeä ja istuttaa molemmat mättäät samalla kertaa. Kuva: Timo Saksa.

Istutuskoneiden kustannuskilpailukyky ei toistaiseksi ole ollut täysin riittävä verrattuna koneellisen maanmuokkauksen ja miestyönä tehdyn istutuksen kustannuksiin. Koneellisen istutuksen osuus on toistaiseksi ollut muutamia prosentteja istutustaimien kokonaismäärästä, mutta sen osuus nousee aiempaa ripeämmin lähivuosina istutuslaitteiden teknisen kehityksen edetessä ja työvoimakustannusten kohotessa. Koneellisesti istutettavien kohteiden osuuden on arvioitu nousevan lähimmän kymmenen vuoden aikana 50 prosentin tasolle istutusalaista.

Taimikonhoidon koneellistaminen on yleistynyt koneellista istutusta hitaammin. Koneelliseen taimikonhoitoonkin on kuitenkin kehitetty erilaisia toimivia laiteratkaisuja. Toistaiseksi koneellisen taimikonhoidon yleistymisen pullonkaulana ovat olleet sen raivaussahatyötä korkeammat kustannukset. Ero koneellisen ja miestyön kustannusten välillä on kuitenkin kaventunut viime vuosina sitä mukaa kun laitteiden kehitystyö on edennyt ja työvoimakustannukset ovat nousseet.

Uusimmalla taimikonhoitokoneinnovaatiolla, kitkevällä perkaajalla, päästään kaksivaiheista taimikonhoitoa eli raivaussahalla tehtävää varhaisperkausta ja myöhempää taimikon hoitoa edullisempiin taimikonhoitokustannuksiin. Edellytyksenä kuitenkin on, että koneellinen kitkentä jää pääosin ainoaksi taimikonhoitotoimenpiteeksi. Koneellisen kit-

kennän periaatteena on poistaa kasvatettavaa puustoa haittaava kasvillisuus juurineen, mikä ehkäisee tehokkaasti lehtipuiden uudelleen kasvua kanto- tai juurivesoina. Koneellinen kitkentä soveltuu vain nuoreen, noin metrin mittaiseen taimikkoon, tällöin nuoreen taimikkoon ei jää tuottamattomia ajouria ja se ei vaurioidu liikaa. Puuston kokorajoituksista huolimatta voidaan ennustaa, että koneellinen kitkentä yleistyy havupuutaimikoiden hoitomenetelmänä. Sitä hyödyntänevät etenkin suurmaanomistajat, joille taimikonhoidon aikataulutus on helpompaa kuin muille.

Varttuneemman, pituudeltaan yli kaksimetrisen, taimikon hoidossa käytettävät laitteet perustuvat leikkaaviin tai pyöriviin teriin, jotka katkaisevat poistettavan puun. Toistaiseksi tällaisten koneiden tuottavuudet ovat olleet verraten alhaisia, ja ne ovat pärjänneet raivaussahatyölle vain kaikkein työläimmissä kohteissa. Nykyisin myöhemmän taimikon hoidon toteutusperiaatteena on valikoida yksilöllisesti kasvamaan jätettävät puut, mutta tulevaisuudessa voidaan käyttää joko täysin systemaattista harvennusta tai systemaattisen ja valikoivan harvennustavan yhdistelmää. Tällöin koneellisen menetelmän kustannuskilpailukyky koheenee oleellisesti etenkin, jos poistettavaa puustoa voidaan hyödyntää esimerkiksi energiapuuna tai uusien biotalous-tuotteiden raaka-aineena.

Erityisesti myöhemmän taimikonhoidon jälkeen koneellisesti hoidettu taimikon puusto eroaa perinteisen raivaus-sahatyön jäljestä. Koneellisen taimikonhoidon jälkeen taimikossa on jo ajourat ja kasvamaan jääneessä puustossa on aiempaa enemmän niin sanottuja paripuita, jotka on tarkoitus kasvattaa vain ensimmäiseen hakkuuseen saakka. Samoin koneen jäljiltä taimikkoon voi usein jäädä alikasvosta, joka olisi poistettu raivaussahatyössä. Metsikön kehitykseen tällä valtapuuston alle jäävällä ositteella ei tosin ole sanottavaa merkitystä. Kun koneellinen taimikonhoito tehdään systemaattisena harvennuksena, on jäljelle jäävä puusto pieninä puuryppäinä tai jopa kapeina kaistaleina. Koneellisen taimikonhoidon myötä taimikoiden esteettinen laatu sekä virkistyskäyttöarvo saattavat laskea. Sen sijaan esimerkiksi riistan kannalta puuston ryhmittäisellä rakenteella voi olla myös positiivisia vaikutuksia.

Metsikön kasvatuksen alkupään operaatioiden - maanmuokkauksen, viljelyn ja taimikonhoidon - koneellistaminen johtaa taloudellisista syistä metsikkökuvioiden koon kasvamiseen. Pienten metsikkökuvioiden käsittely tehokkailla koneilla ei ole taloudellisesti järkevää, koska pinta-alaltaan pienillä työmailla koneiden siirtokustannusten osuus kokonaiskustannuksista nousee kohtuuttoman suureksi. Metsämaaisemassa metsänhoitotöiden koneellistaminen tulee näkemään aiempaa suurempina samassa kehitysvaiheessa olevina metsiköinä.

Uusia toimintamalleja tarvitaan

Metsänhoitopalveluja tarjoavien toimijoiden toimintaympäristö on tällä hetkellä voimakkaassa murroksessa. Metsätalouden organisaatioiden rakennemuutoksen myötä metsänhoitopalveluiden markkinat ovat avautumassa aiempaa voimakkaammalle kilpailulle. Yksityismetsissä metsänhoitotyöt ovat perinteisesti olleet metsänhoitoyhdistysten peilikenttää, mutta alalle on jo tullut muitakin toimijoita, kuten puunostajia, ja kilpailu asiakkaista kiristyneenä jatkossa. Oli sitten kysymys mistä palvelun toimittajasta tahansa, varsinkin operatiivisen toiminnan tekee kuitenkin yleensä alihankintasuhteessa oleva yritys tai yrittäjä.

Toimintaympäristön muuttuessa etsitään myös uusia palvelukonsepteja ja toimintamalleja. Kun metsänomistajat osallistuvat aiempaa vähemmän omalla työpanoksellaan metsänhoitotöihin, yhä useampi metsänhoitopalveluja tarjoava toimija markkinoi kokonaisvaltaisempaa palvelua, joka voi kattaa esimerkiksi koko metsänuudistamisketjun aina maanmuokkauksesta myöhempään taimikonhoitoon. Samoin yleistyvät niin sanotut koko metsäomaisuuden hoitopalvelut, jotka kattavat metsänhoidon lisäksi myös puumyynnistä ja korjuusta huolehtimisen.

Ilmastonmuutos uhka ja mahdollisuus metsillemme

Viime vuosina useat myrskyt ja paikoin lähes lumettomat tai roudattomat talvet ovat tuoneet haasteita metsien kasvatukseen. Metsien harvennuksiin roudattomilla pehmeillä mailla on kehitetty teknisiä ratkaisuja, ja toimintarutiineja on muutettu enemmän maastoa säästävään suuntaan hyödyntämällä kohteesta saatavaa ennakkoinformaatiota sekä toiminnanaikaista tiedonkeruuta. Ilmastonmuutoksen etene- misen vuoksi joudutaan miettimään pidemmällä aikavälillä metsikön kasvatustiheyksiä, harvennuksien aikataulutusta ja harvennuskertojen lukumäärää korjuuvaurio- ja myrsky- tuhoriskien minimoimiseksi.

Vaikka ilmastonmuutos lisää metsänkasvatuksen riskiä, se antaa myös mahdollisuuksia pidentyvän kasvukauden hyödyntämiseen: viljelyssä on mahdollista käyttää eteläisempää alkuperää olevaa viljelymateriaalia, mikä parantaa metsien kasvua. Samoin jalojen lehtipuiden kasvatusedellytykset paranevat eteläisimmän Suomen alueella. Toisaalta ilmastonmuutoksen on ennustettu tuovan mukanaan pidentyviä kuivia jaksoja kasvukauden aikana, mikä rajoittaa esimerkiksi kuusen ja rauduskoivun kasvatusta vettä herkästi läpäisevillä keskiviljävillä kangasmailla.

Lisäksi ilmastonmuutoksen myötä metsänhoidossa tulee yhä suuremmassa määrin ottaa huomioon lisääntyvät hyönteis- ja sienituhoriskit. Ilmaston lämmitessä kaarna-kuoriaisten ja muiden hyönteisten aiheuttamien epidemioiden todennäköisyys kasvaa ja riski vieraslajien rantautumisesta metsiimme on aiempaa suurempi. Jotta nämä uhat voidaan välttää ja vahingot minimoida, tulevaisuuden metsänhoidolta tarvitaan ennaltaehkäiseviä toimenpiteitä sekä nopeaa reagoitakykyä.

Kirjallisuus

- Asikainen, A., Ilvesniemi, H., Sievänen, R., Vapaavuori, E. ja Muthonen, T. (toim.). 2012. Bioenergia, ilmastonmuutos ja Suomen metsät. Metlan työraportteja 240. 211 s. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-951-40-2378-1>
- Kolström, T., Kuhanen, E., Hantula, J. ja Leppänen, J. 2013. Metsävi- sio. Metla ja Metsäkustannus. 79 s. ISBN 978-952-6612-20-1
- Äijälä, O., Koistinen, A., Sved, J., Vanhatalo, K. ja Väisänen, P. (toim.) 2014. Metsänhoidon suositukset. Metsätalouden kehittä- miskeskus Tapion julkaisuja. 179 s. SBN 978-952-6612-32-4. <http://tapio.fi/julkaisut-ja-raportit/metsanhoidon-suosi- tukset-2/>

2.2 Metsälainsäädäntö ja metsäsertifiointi

Metsälainsäädäntö

Sauli Valkonen

Puuntuotannon ylivalta

”Puun tuotantoon soveliasta maata älköön ilman hyväksyttävää syytä pidettävä vajaan tuottoisena tai tuottamattomana.” (Metsänhoitolakikomitean mietintö 1953.)

Metsänhoitolakikomitean ajatus on kaikille tuttu: Suomen metsien olemassaolon tarkoitus on tuottaa puuta teollisuutta varten. Komitean ajatusta on toteutettu tiukalla normiohjauksella (metsälait ja -asetukset, ministeriön päätökset ja metsänhoito-ohjeet), neuvonnalla ja taloudellisilla kannustimilla. Täydessä ankaruudessaan periaatetta ei ole tosin koskaan yritetty panna täytäntöön.

Metsänhoitolakikomitean päivistä 1990-luvulle ulottunut ajanjakso voidaan pitää tehometsätaloudeksi kutsutun ajattelun- ja toimintatavan kultakautena. Metsien muut arvot, hyödyt ja tuotteet olivat sivuseikkoja puuntuotannon rinnalla. Säädöksissä niitä ei noteerattu mitenkään. Niistä oli lupa pyrkiä huolehtimaan vapaaehtoisin toimin, jos se ei haitannut puun tuottamista. Periaatetta nimitettiin metsien monikäyttöksi. Tehometsänhoidon liiallisia haittoja esimerkiksi vesistöille, riistalle ja maisemille pyrittiin pienentämään toimeenpano- ja valvontaorganisaatioiden omin ohjein ja suosituksin.

Ekosysteemipalvelujen asemassa on tapahtunut suuria muutoksia 1990-luvulta lähtien. Ne ilmenevät selvästi kahden viimeisimmän metsälakiremontin säädöksissä (1996 ja 2014). Muutokset olivat periaatteessa suuria, mutta käytännössä niillä ei ole ollut suurta vaikutusta.

Luonnon monimuotoisuus säädöksiin

Puuntuotannon suvereenisuuteen tuli ensimmäinen vakava särö 1990-luvun puolivälissä, kun Suomi liittyi Rion biodiversiteettisopimukseen. Sopimuksen yksi päätarkoituksista oli hidastaa tropiikin metsien hävittämistä ja maailman metsien monimuotoisuuden köyhtymistä. Monimuotoisuudesta tuli huolehtia allekirjoittajien kotimaissa lainsäädännön tasolla. Sopimuksen takia Suomen metsäsäädökset oli uusittava, ja vuonna 1996 tehtiin kokonaan uusi metsälaki. Pelkästään se, että lain voimalla pyrittiin edistämään jotain muuta kuin puuntuotantoa, oli suuri periaatteellinen käänne metsäpolitiikassa. Uudistuksen käytännön vaikutukset monimuotoisuudelle ovat jääneet kuitenkin vaatimattomiksi.

Uusien säädösten mukaan metsäluonnon monimuotoisuuden kannalta tärkeiden elinympäristöjen ominaispiirteet tuli säilyttää hakkuissa ja muissa toimenpiteissä. Ne luoteltiin ja määriteltiin säädöksissä pintapuolisesti, samoin kuin

kielletty toimenpiteet. Metsänomistajan velvollisuus sietää elinympäristöistä aiheutuvia taloudellisia menetyksiä säädettiin vähäiseksi. Niinpä elinympäristöt jäivät käytännössä hyvin pienialaisiksi: mediaani oli 0,35 hehtaaria. Elinympäristöjä on rajattu Suomen metsiin vain noin 150 000 hehtaaria eli noin 0,8 % metsämaan pinta-alasta. Mitään muita monimuotoisuutta ylläpitäviä rakennepiirteitä tai toimia ei säädöksiin tullut, vaikka esimerkiksi säästöpuiden ja lahoppuun merkitys tunnettiin jo tuolloin.

Lakiin ei sisällynyt lainkaan muita ekosysteemipalveluja kuin puuntuotantoa ja monimuotoisuutta koskevia velvoitteita. Niiden olemassaolo toki noteerattiin periaatteessa: ”Tämän lain tarkoituksena on edistää metsien taloudellisesti, ekologisesti ja sosiaalisesti kestävä hoitoa ja käyttöä siten, että metsät antavat kestävästi hyvän tuoton samalla, kun niiden biologinen monimuotoisuus säilytetään.” (Metsälaki 1093/1996, 1. §).

Poliittinen ilmapiiri oli monimuotoisuuden säilyttämistä voimien myötä muuttunut niin, että muidenkin ekosysteemipalvelujen edistämiseksi voitiin antaa entistä enemmän tilaa metsänhoidossa. Metsäkeskus Tapio oli menettänyt asemansa yksityismetsien hallintoa johtaneena organisaationa, ja sen metsänhoito-ohjeet muuttuivat puolivirallisista normeista suosituksiksi. Suosituksissa voitiin entistä vapaammin neuvoa metsäammattilaisia riistan, maiseman ja vesistöjen huomioonottamisessa. Kaupallisten intressien kytkeytyminen monimuotoisuuteen toi Suomenkin metsiin puuta-varan ja samalla metsänkäsittelyn sertifiointiin. Kilpaileviin sertifikaatteihin (PEFC ja FSC) sisältyy monenlaisia ekosysteemipalveluja ylläpitäviä kohtia, joita myös toteutetaan josain muodossa varsin laajasti.

Jatkuva kasvatusta sallitaan 2014

Toinen suuri periaatteellinen muutos puuntuotannon ja muiden ekosysteemipalvelujen arvostuksessa toteutui vuoden 2014 metsälakiuudistuksessa. Metsän erirakenteiskasvatusta eli jatkuva kasvatusta sallittiin. Metsää saa hakata poimimalla sieltä yksittäisiä puita tai puuryhmiä, ja tekemällä pienaukkoja, jolloin metsä säilyy peitteisenä.

Jatkuvan kasvatuksen torjuminen on koko tehometsätalouden ajan ollut metsäpolitiikan ja normiohjauksen pääkohde. Metsien kurjaan kuntoon 1900-luvun alussa johtanut harsintahakkuu oli 1980-luvulla vihdoin saatu kitkettyä suomalaisesta metsänhoidosta. Kaikki siihen viittaavakin nähtiin pikusormen antamisena paholaiselle. Siksi yläharvennus, alikasvoksen vapauttaminen ja varsinkin poiminta- ja pienaukkohakkuu olivat jyrkästi ohjeiden ja suositusten vastaisia tai kiellettyjä. Kieltoja ei kuitenkaan aina noudatettu, ja jatkuvasta kasvatuksesta käytiin katkeria oikeustaisteluja. Kampailu päättyi 1980-luvun lopulla pattitilanteeseen. Menetelmät olivat kyllä lainvastaisia, mutta säädökset ja niiden perustelut olivat kovin epämääräisiä ja juridisesti vaikeita pan-

na täytäntöön. Lainvalvojat pyrkivät jatkossa väistämään riitoja ja sovitteluun näkemyksiä jyrkkien toimenpiteiden ja oikeusjuttujen sijaan, eikä vastapuolikaan nähnyt menestymisen toiveita käräjöinnin jatkamisessa.

Paine metsänhoidon monipuolistamiseen alkoi 1990-luvun alussa kasvaa monesta syystä: biodiversiteetti oli aiheuttanut läpimurron metsäpolitiikassa ja säädöksissä, ja kansalliset olivat huolissaan avohakkuun turmiollisuudesta. Aktiivisilla metsänomistajilla, tutkijoilla ja luontoväellä oli kasvia vaatimuksia metsätalouden kestävyys, kannattavuuden ja liberalisoinnin puolesta. Puuntuotannon kestävyys ei näyttänyt enää akuutilta ongelmalta 2000-luvulle siirryttäessä, kun puuston kasvu ja hakkuumahdollisuudet olivat paljon puun käyttöä suuremmat. Myös metsäteollisuuden rakennemuutos vahvisti käsityksiä, joiden mukaan nyt olisi jo aika antaa enemmän vapautta ja mahdollisuuksia muullekin kuin puuntuotannon maksimoinnille.

Eri-ikäisrakenteisen metsän kasvatus oli vuoden 1996 metsälain mukaan sallittu vain erityiskohteissa erityisperusteluin erityisluvalla (6. §). Metsänomistajan tahto ei riittänyt perusteluksi. Säädöstä tulkittiin hyvin ahtaasti, eikä sen perusteella käsitelty kovin monta hehtaaria, mikä oli tarkoitustakin. Mutta vuonna 2014 voimaan tulneiden muutosten jälkeen metsänomistaja saa vapaasti valita poiminta- ja pienaukkohakkuun ilman mitään perusteluja (kuva 1). Kiinnostusta siihen on. Metsänomistajille tehdyssä kyselytutkimuksessa 27 prosenttia metsänomistajista ilmoitti siirtyvänsä jatkuvaan kasvatukseen joko kaikissa metsissään tai osassa niistä. Lisäksi 25 prosenttia olisi halukas ainakin kokeilemaan menetelmää (Kumela ja Hänninen 2011). Muissa tutkimuksissa on saatu samanlaisia tuloksia.

Erirakenteiskasvatus ei ehkä yleisty nopeasti. Markkinamekanismi pitäne huolen siitä, että pienipiirteisten menetelmien osuus kasvaa vain hitaasti. Puunostajat ja -korjaajat eivät ole kovin innokkaita ostamaan erirakenteisleimikoita eivätkä ainakaan tarjoamaan niistä korkeita hintoja. Metsäammattilaisten asenteet ovat melko negatiivisia jatkuvaa kasvatusta kohtaan. Menetelmään liittyvät todelliset ja kuvitellut vaikeudet eivät kannusta heitä suosittelemaan sitä metsäsuunnittelussa, leimikonteossa tai puukaupassa.

Jatkuvan kasvatuksen merkitys ekosysteemipalveluille

Erirakenteiskasvatuksen salliminen tarjoaa metsänomistajille ja metsäammattilaisille lisää mahdollisuuksia muiden ekosysteemipalvelujen edistämiseen. Se nimittäin mahdollistaa eri tilanteita ja tavoitteita varten räätälöidyn metsänkäsittelyn. Poiminta- ja pienaukkohakkuun käyttö avohakkuun sijasta ja rinnalla voisi monipuolistaa talousmetsien rakenteellista vaihtelua.

Metsän erirakenteiskasvatus ei itsestään ratkaise ekosysteemipalvelujen turvaamisen ongelmia talousmetsissä, vaikka sitä käytettäisiin laajemminkin. Erirakenteismetsä ei vastaa ominaisuuksiltaan vanhaa metsää, puhumattakaan aarniometsästä. Isoimmat ja vanhimmat puut poistetaan, ja metsä on harvaa ja pienipuustoista. Siinä ei ole vanhan metsän rakennepiirteitä: kookkaita vanhoja puita, suuria vanho-



Kuva 1. Vuoden 2014 metsälakiuudistuksen mukaan jatkuva kasvatus (erirakenteiskasvatus) sallitaan. Metsää saa hakata poimimalla sieltä suurimpia yksittäisiä puita tai puuryhmiä, jolloin muodostuu pienaukkoja. Kuva: Erkki Oksanen, Luke.

ja lehtipuita, eikä järeää lahoppuuta. Niiden säästämisestä ja ylläpitämisestä on huolehdittava erikseen kuten muussakin metsänhoidossa. On myös selvää, että eri-ikäisrakenteinen talousmetsä ei ole mitenkään yliveraisen kaunis, jos maisemallisesti arvokkaiden elementtien säilymisestä ja kehittämisestä ei huolehdita.

Erirakenteiskasvatuksella voidaan luoda ja ylläpitää riistalle, etenkin metsäkanalinnuille sopivia metsien piirteitä. Tällaisia ovat mustikkavarvuston runsaus ja pysyvyys, kuusialikasvoksen muodostamat tiheiköt, riittävä peitteisyys, pysyvä suoja ylhäältäpäin katsottuna sekä pienaukot lehtisäästöpuineen. Mutta eri riistalajit tarvitsevat monenlaisia ympäristöelementtejä, joiden luomisesta ja ylläpidosta täytyy huolehtia erikseen myös erirakenteiskasvatuksessa.

Erirakenteisen metsän kasvattaminen voisi onnistuessaan tarjota ratkaisun turvemaametsien kannattavuusongelmien ja vesistökuormituksen torjumiseen. Ojitusalueiden metsät alkavat vähitellen saavuttaa päätehakkuukypsyyttä: niiden vuotuisen uudistamisalan ennustetaan lähitulevaisuudessa saavuttavan 50 000 hehtaaria. Turveilla käytetään useimmiten intensiivisimpiä metsänuudistamismenetelmiä, etenkin avohakkuu-maanmuokkaus-istutus-kunnostusojitus-ketjua. Tällaiset menetelmät ovat kuitenkin kalliita, ja turvemaiden metsänkasvatuksen kannatta-

vuus eli pääoman tuotto prosentti jää kankaita heikommaksi. Lisäksi avohakkuun, maanmuokkauksen ja kunnostusojituksen yhdistelmään liittyy vakava vesistökuormituksen riski: kun puusto hakataan pois, maa myllätään ja vedet johdetaan ojien kautta pois, kiintoaineen ja ravinteiden huuhtoutuminen voi lisääntyä. Erirakenteiskasvatusta käyttämällä avohakkuu ja valtaosa muokkauksista voitaisiin välttää. Menetelmän toimivuudesta on kuitenkin niin vähän kokemusta ja tutkimustuloksia, ettei sitä voida ainakaan vielä ryhtyä soveltamaan laajoilla pienta-aloilla.

Uusi metsälaki ei edistä monimuotoisuutta eikä mitakaan ekosysteemipalveluja

Yksi vuoden 2014 metsälakimuutokselle asetetuista tavoitteista oli turvata metsäluonnon monimuotoisuus entistä paremmin. Kuten edellä kävi ilmi, erirakenteiskasvatuksen yleistymisen varaan ei voida paljon laskea. Muut muutokset olivat monimuotoisuuden kannalta enimmäkseen haitallisia.

Lakimuutoksessa kiristettiin myös niitä kriteereitä, joilla erilaiset metsäiset elinympäristöt kelpaavat lain tarkoittamaksi metsätalouden tärkeiksi elinympäristöiksi. Elinympäristöt tulevat pienemään entisestään, koska pienialaisuus ja taloudellinen vähämerkityksellisyys otettiin laissa niitä määritteleviksi tekijöiksi. Elinympäristöjen säästämisestä aiheutuvien haittojen korvauksetta sietämisen rajaa alennettiin, minkä vuoksi elinympäristöjen hakkaaminen ja puutavaran korjuu helpottuvat. Tähän asti elinympäristöt on yleensä jätetty kokonaan rauhaan. Elinympäristöjen ominaispiirteet on lain mukaan toki pyrittävä säilyttämään.

Lakimuutoksen yhteydessä elinympäristöjen luetteloon lisättiin muutamia suotyyppisiä, mutta niiden pinta-ala jää käytännössä hyvin pieneksi, muutamiksi tuhansiksi hehtaareiksi. Puuntuotannollisesti vähäarvoiset ojitetut suot saa nyt hakata ja jättää ennallistumaan. Niitä on paljon, mutta monimuotoisuuden kannalta tälläkään muutoksella ei ole kovin paljon merkitystä. Karujen soiden lajisto on köyhä, ja niillä elää vain muutamia uhanalaisia lajeja. Karuja soita on jäljellä melko paljon luonnontilassakin, eivätkä ne ole luontotyyppinä yhtä uhanalaisia kuin viljavimmat suot. Monet uhanalaiset luontotyyppit jäävät edelleen lainsuojattomiksi – ja metsälain perusteella turvattavista elinympäristöistäkin lainsuojattomiksi jäävät kaikki ne, jotka eivät ole pienialaisia! Elinympäristöjen lisäksi laki ei vielä kukaan sisällä mitään turvaa muille monimuotoisuuden kannalta tärkeille elementeille, kuten vanhat metsät, lahoppu, kuolleet puut, suuret ja vanhat puut, lehtisekapuusto ja harvinaiset puulajit.

Erirakenteiskasvatuksen sallimisen lisäksi metsänkäsittely ei uusimpien lakimuutosten nojalla tule monipuolistumaan. Vallitsevaan tasaikäisten metsiköiden kasvatuksen menetelmään tehtiin käytännössä vain yksi merkittävä muutos: uudistamishakkuun ikä- ja järeysrajoitteet poistettiin. Aiemmin metsän sai päätehakata vasta tietyn ikäisenä tai kokoisena. Nyt rajoituksia ei enää ole, vaan päätehakkuun saa tehdä vaikka taimikossa, jos niin haluaa. Muutos palvelee metsien hakkuumahdollisuuksien täysimääräistä hyödyntämistä ja taloudellisen tuloksen maksimointia – se siis tuo mukanaan isompia uudistusaloja, tehostaa hak-

kuu- ja hoitotoimintaa sekä tuo joustavuutta metsänomistajan talouteen.

Lisäksi metsänuudistamisen nopeutta ja tehokkuutta säätelevät kriteerit kiristyvät. Toisin sanoen metsänuudistamisessa on saatava tulevaisuudessa aikaan tiheämpiä taimikoita aiempaa nopeammin. Muutoksen yhtenä tarkoituksena on vähentää luontaisen uudistamisen ja kylvön käyttöä ja lisätä istutusta ainakin Etelä-Suomessa. Muutosta on myös markkinoitu puulajien kasvattamisen vapautumisena, mutta käytännössä muutoksen vaikutukset jäävät pieniksi.

Metsälaki puuntuotannon asialla - muut ekosysteemipalvelut edelleen sivuosassa

Metsälakimuutos ohjaa kohti lisääntyviä hakkuuita, suurempia avohakkuuita ja tehokkaampia metsänuudistamisen menetelmiä – siis tehokkaampaa puuntuotantoa. Tämä ei edistä muita ekosysteemipalveluja. Tavallinen jaksottainen metsätalous säilyy vallitsevana ja käytännöllään ennallaan tai tehostuu. Sen aiheuttamat haitat ekosysteemeille ja ekosysteemipalveluille säilyvät tai jopa kasvavat. Uusissa säädöksissä ei edelleenkään noteerata lainkaan muita ekosysteemipalveluja kuin puuntuotanto ja monimuotoisuus. Niistä huolehtiminen on jätetty muiden säädösten, metsien suojelun ja vapaaehtoisten toimien varaan. Niitä ovat muun muassa metsien sertifiointi, vapaaehtoinen ja tilapäinen suojele (METSÖ-ohjelma), metsäluonnon hoito KEMERA-tuella ja metsänhoitosuosituksiset.

Metsien ekosysteemipalvelujen edellytysten turvaaminen jää siis lähitulevaisuudessa muun kuin metsälainsäädännön varaan. Tietoisuutta vaihtoehtoista ja niiden tarpeesta lakimuutos kuitenkin lisää, mikä raivaa tietä suuremmille muutoksille kaukana tulevaisuudessa.

Kirjallisuus

- Kostamo, J., Punttila, P., Valkonen, S. ja Koistinen, A. (toim.). 2012. Metsälain muutos ehdotuksen (17.8.2012) vaikutusten arviointi. Raportti. Metsäntutkimuslaitos, Metsätalouden kehittämisskeskus Tapio ja Suomen ympäristökeskus. 19 s. http://www.mmm.fi/attachments/metsat/6D4q6z-OJC/121220_mlaki_vaik_arviointi_UUSI.pdf
- Kumela, H. ja Hänninen, H. 2011. Metsänomistajien näkemykset metsänkäsittelymenetelmien monipuolistamisesta. Metlan työraportteja 203. 76 s. <http://urn.fi/URN:IS-BN:978-951-40-2303-3>
- Metsänhoitolakikomitean mietintö. 1953. Komiteamietintö nro 8/1953. 115 s. <http://hdl.handle.net/1975/9104>
- Metsänkäsittelymenetelmien monipuolistaminen – jatkotyöryhmän muistio. 2012. Maa- ja metsätalousministeriö. Työryhmämuistio mmm 2012: 7. [Linkki](#)
- Siitonen, J. 2013. Muuttaisiko metsälakiehdotus metsäluonnon arvokkaiden elinympäristöjen turvaamisen käytäntöjä? Metsätieteen aikakauskirja 1/2013: 78-84.
- Valkonen, S., Saarinen, M. ja Hökkä, H. 2014. Avohakkuuttomasta metsänhoidostako ratkaisu turvemaiden uudistamis- ja vesistöongelmiin? Julkaisussa: Rönkkönen, S. (toim.). Toimiva suoluonto vesistöjen- ja ilmastonsuojelun edellytyksinä. Ympäristöakatemia ja Ympäristöareena ry. s. 28. ISBN 978-952-67460-7-4 (PDF) <http://www.ymparistoakatemia.fi/wp-content/uploads/2014/01/koko-taitto-oikea.pdf>

Metsälain erityisen tärkeät elinympäristöt ja niiden merkitys monimuotoisuudelle

Jari Kouki

Biodiversiteetti koostuu lajien ja populaatioiden perintökijöistä, lajeista sekä ekosysteemeistä ja niiden vaihtelusta. Biodiversiteetti on ekosysteemipalvelujen ja ekosysteemipalveluihin rakentuvan biotalouden merkittävin osatekijä. Biotalous perustuu biodiversiteetin tarjoamiin mahdollisuuksiin. Biodiversiteetin turvaaminen onkin yksi tärkeimmistä ekosysteemipalveluiden turvaamiskeinoista. Tällöin ei ole kyse vain niiden biodiversiteetin osien suojelusta, joilla tällä hetkellä on joko ekologista tai taloudellista merkitystä, vaan ennemminkin koko biodiversiteetin tarjoamien mahdollisuuksien turvaamisesta myös tulevaisuuden tarpeisiin. Lukuisat esimerkit osoittavat, kuinka aiemmin merkityksettömiksi arvioidut lajit tai biodiversiteettiin perustuvat biologiset prosessit saattavat nousta tärkeään rooliin biotaloudessa tai ekosysteemipalvelujen turvaamisessa.

Biodiversiteetin säilyttäminen edellyttää aktiivisia ja suunnitelmallisia toimia, koska lajien ja elinympäristöjen monimuotoisuus saattaa tulla laaja-alaisesti uhatuksi vallitsevien maankäyttötapojen myötä. Erityisesti metsien kohdalla Suomessa on dokumentoitu mittavaa lajien ja luontotyyppien uhanalaistumista ja jopa häviämistä. Sitä on havaittavissa myös muualla, missä avohakkuut ovat keskeinen puunkorjuun muoto.

Avohakkuun voimaperäisyyden vaihtelu ja vähentäminen on nähty keinoksi, jolla puuston korjuun aiheuttamia kielteisiä vaikutuksia biodiversiteetille voitaisiin vähentää. Suomessa ja muissa Pohjoismaissa sekä Baltian maissa etenkin avainbiotoopit ovat vakiintuneet yhdeksi metsänhoidon menetelmäksi, jolla monimuotoisuutta turvataan. Avainbiotoopit ovat monimuotoisuuden kannalta poikkeuksellisen rikkaita elinympäristöjä. Avainbiotooppeja alettiin kartoittaa ja suojella useissa maissa 1990-luvun aikana. Avainbiotooppien perustavoite on yksinkertainen: niiden tarkoitus on lisätä pienialaista vaihtelua metsien käytön - eli hakkuiden - voimaperäisyydessä ja näin edistää lajien ja pienialaisten elinympäristöjen säilymistä talousmetsissä.

Suomessa avainbiotooppien säilyttäminen sisällytettiin vuonna 1997 voimaan tulleeseen metsälakiin. Laissa ne mainitaan erityisen tärkeinä elinympäristöinä. Kansainvälisissä yhteyksissä avainbiotooppi on kuitenkin melko vakiintunut termi (ruots. *nyckelbiotop*, engl. *woodland key habitat*), ja sitä käytetään myös tässä kirjoituksessa.

Mitkä ovat avainbiotooppeja?

Yleisesti luonnehtien avainbiotoopit ovat elinympäristöjä tai luontotyyppejä, joiden merkitys lajistolliselle tai habitaattien monimuotoisuudelle on tavanomaista suurempi. Määritelmä ei ole tosin erityisen täsmällinen. Usein se tulkitaan niin, että avainbiotoopeilla on niiden pinta-alaosuutta sel-

västi suurempi merkitys lajien ja etenkin uhanalaisten lajien esiintymisen, yleisen lajirunsauden tai lajien populaatiokokojen kannalta.

Avainbiotoopit voidaan määrittellä myös niiden elinympäristötyypin perusteella. Tällaisen määrittelyn mukaan avainbiotoopin elinympäristö on alueellisesti harvinainen tai siinä on kyseisen elinympäristön luonnontilaisuutta ilmentäviä rakennepiirteitä. Tällöin avainbiotoopit lisäävät alueellista elinympäristöjen kirjoa enemmän kuin niiden pinta-alan perusteella voisi ennustaa.

Avainbiotooppeihin ajatellaan usein keskittyvän tavanomaista enemmän uhanalaisiksi luokiteltuja lajeja, tai sitten ajatellaan, että niiden edustamat luontotyypit itsessään ovat uhanalaisia. Uhanalaisten lajien todennettua esiintymistä ei kuitenkaan yleensä ole käytetty avainbiotooppien määrittämisessä etenkin Suomessa, vaan ennemminkin kyse on vain mahdollisuudesta: avainbiotoopit ovat rakenteeltaan tai elinympäristöltään sellaisia, että uhanalaisten lajien esiintyminen niissä on todennäköistä.

Vuonna 1997 voimaan tulleessa metsälaiissa avainbiotooppien määritelmään on luettelut eräitä muitakin kriteereitä. Lain mukaan avainbiotooppien tulisi olla mahdollisimman yksiselitteisesti tunnistettavissa ja rajattavissa. Lisäksi oletetaan, että avainbiotoopit ovat yleensä pienialaisia ja luonnontilaisia tai luonnontilaisen kaltaisia. Vuonna 2014 voimaan tulleessa metsälain päivityksessä avainbiotooppien määritelmät ja luonnehdinnat ovat hyvin samanlaisia kuin vuoden 1997 laissa. Merkittävä ero on, että pienialaisuuden vaatimus on siirretty lain perusteluosasta osaksi varsinaista lakitekstiä.

Nykyisessä metsälaiissa on seitsemän avainbiotooppien pääryhmää:

1. Lähteet, purot ja pienten lampien lähiympäristöt
2. Eräät suoelinympäristöt
3. Rehevät lehtolaidut
4. Tietynlaiset kangasmetsäsaarekkeet
5. Rotkot ja kurut
6. Jyrkänteet ja niiden alusmetsät
7. Hietikot, kalliit, kivikot ja louhikot.

Kohdan 2 suoelinympäristöt sisältävät viisi alatyyppeä, jotka ovat pääasiassa erilaisia korpia, lettoja ja luhtia mutta myös vähäpuustoisia ja vähätuottoisia jouto- ja kitumaan soita. Vuoden 1997 metsälain mukaan avainbiotooppien pinta-aloja on raportoitu ensimmäisen kerran yhtenevästi koko maan

osalta vuoden 2013 Metsätilastollisessa vuosikirjassa. Koko maassa avainbiotoopit kattavat 0,9 prosenttia puuntuotannon metsätalousmaan pinta-alasta, mutta Pohjois-Suomessa niiden osuus on kaksinkertainen (1,2 %) Etelä-Suomeen (0,6 %) verrattuna. Avainbiotoopeissa siis toistuu sama ilmiö kuin metsien suojelualueissa: Etelä-Suomessa suojelumäärät ovat selvästi Pohjois-Suomea alhaisemmat. Pohjois-Suomen suurempi avainbiotooppiosuus aiheutuu suurelta osin avainbiotoopeihin sisältyvistä Pohjois-Pohjanmaan vähäpuustoisista soista mutta myös purojen, norojen ja lettojen suuremmasta määrästä Pohjois-Suomessa.

Avainbiotooppeja koskeva ohjeistus

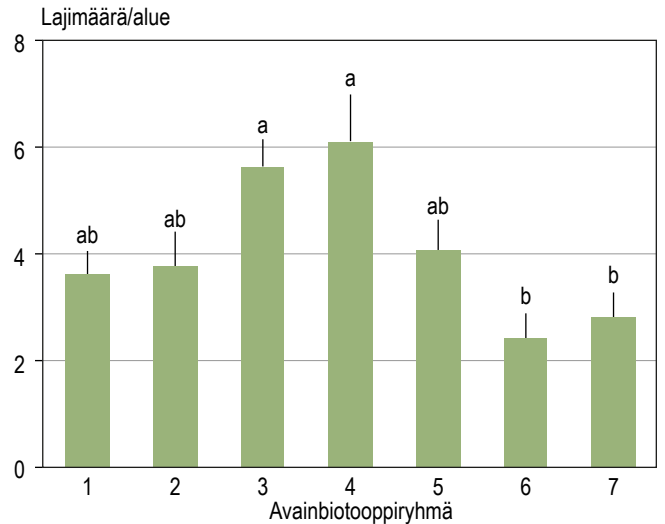
Metsien avainbiotooppien ohjeistus on pääosin sisällytetty metsälakiin, mutta myös luonnonsuojelulaisissa (29. §) on puustoisten ja metsäisten elinympäristöjen avainbiotooppeja. Luonnonsuojelulaisissa näitä kutsutaan suojelluiksi luontotyypeiksi. Luonnonsuojelulain avainbiotoopeihin kuuluvat muun muassa jalopuumetsiköt, tervaleppäkorvet ja maise-mallisesti merkittävät yksittäiset puut ja puuryhmät.

Sekä metsälaki että luonnonsuojelulaki koskee kaikkia maanomistajia, ja niiden määräykset ovat luonnollisesti kaikkia velvoittavia. Lait ovatkin avainbiotooppien merkittävin ohjauskeino. Laissa säädetyn lisäksi maanomistajat voivat säilyttää myös muunlaisia avainbiotoopeiksi käsitettäviä metsiköitä tai metsien rakennepiirteitä sekä muutoinkin noudattaa metsänhoitosuosituksen luonnonhoidon menetelmiä. Viime vuosina käynnissä ollut METSO-ohjelma on koonnut sellaisia metsien elinympäristöjä, joiden suojelun lisääminen on erityisen olennaista. Kolmantena ohjauskeinona ovat sertifiointijärjestelmien asettamat kriteerit. Sertifiointijärjestelmien - etenkin PEFC:n - kriteerit ja vaatimukset ovat kuitenkin melko yhteneviä metsä- ja luonnonsuojelulakien kanssa, eli ne eivät merkittävästi lisää avainbiotooppeja lain vaatimukseen verrattuna.

Avainbiotooppien ja säästöpuiden merkitys biodiversiteetin ja ekosysteemipalvelujen turvaamisessa

Avainbiotooppien merkitys biodiversiteetin turvaamisessa on ollut kiistanalainen. Kun ohjeistus avainbiotoopeista otettiin käyttöön, aiheeseen liittyvää tutkimustietoa oli hyvin vähän. Avainbiotoopeihin kohdistuva kritiikki perustuu yleensä siihen yleiseen ekologiseen ilmiöön, että suurilla alueilla on enemmän lajeja. Jos näin on, pienialaiset avainbiotoopit eivät voi olla merkittäviä biodiversiteetin kannalta. Asia ei kuitenkaan ole aivan näin suoraviivainen.

Avainbiotooppien merkitys voi olla kolmella tapaa tärkeä: Ensinnäkin avainbiotoopit täydentävät isompien suojelualueiden verkostoa lisäämällä suojeltua pinta-alaa. Tällöin ne lisäävät myös varsinaisilla, isoilla suojelualueilla esiintyvien luontotyyppien pinta-alaa ja mahdollisesti auttavat esimerkiksi lahoppuusta riippuvaisia lajeja selviämään talousmetsissä. Toiseksi avainbiotoopit saattavat olla toiminnallisesti tärkeitä niin, että ne mahdollistavat ja edistävät yksilöiden leviämistä suojelualueelta toiselle. Tällöin avainbio-



Kuva 1. Kääpälajien lukumäärä erityyppisissä avainbiotoopeissa ja kontrollimetsässä. Kontrollit ovat kuusivaltaisia, tutkimusalueelle tyypillisiä talousmetsiä. Kuva osoittaa, että kääpälajeja on avainbiotoopeissa usein enemmän kuin talousmetsissä, mutta tämä ei päde kaikkien avainbiotooppien kohdalla. Kuvassa ovat mukana kaikki kääpälajit; uhanalaisten kääpälajien esiintymisiä ei avainbiotoopeissa juuri ollut. Avainbiotooppiyryhmät: 1 = purojen välittömät rantametsät, 2 = rehevät kuusikkokorvet, jonkin verran lehtipuita, 3 = kosteat lehtometsät, 4 = tuoreet lehtometsät, 5 = jyrkänteet ja niiden alusmetsät, 6 = kalliot ja kivikot, 7 = kontrollimetsät. Y-akselilla lajimäärä 400 m²:n mittausalaa kohden. Pienet kirjaimet pylväiden päällä ilmaisevat parittaiset tilastollisesti merkitsevät erot.

toopit eivät itsessään ylläpidä merkittäviä lajimääriä tai populaatioita mutta toimivat eräänlaisina askelkivinä yksilöille ja lajeille. Kolmanneksi avainbiotoopit voivat olla luontaisesti pienialaisia luontotyyppejä - esimerkiksi lehtolaikkuja, lähteitä tai puroja - joiden elinympäristö on hyvin rajallinen ja joiden lajiston suojeluun pienialaiset suojelualueet suojavyöhykkeineen riittäisivät mainiosti.

Avainbiotooppien kiistanalaisuus liittyy ainakin osittain siihen, mihin edellä luetelluista kolmesta tavoitteesta niiden avulla pyritään. Esimerkiksi Ruotsissa on korostettu uhanalaisten lajien esiintymistä avainbiotooppeja määritettäessä. Sen sijaan Suomessa niitä on rajattu pääasiassa esimerkiksi habitaatin rakenteellisten piirteiden perusteella.

Avainbiotooppien toteutuksessa onkin merkittäviä eroja eri maiden välillä. Esimerkiksi avainbiotoopeiksi luettelavat habitaatit, niiltä edellytettävät rakenteet tai luonnontilaisuus sekä avainbiotooppien koko vaihtelevat huomattavasti Pohjoismaissa. Niinpä onkin odotettavaa, että avainbiotooppien merkitys biodiversiteetin ylläpitämisessä vaihtelee pelkästään näistä määrittelyihin ja toteutukseen liittyvistä syistä ja että avainbiotooppien merkitystä on vaikea yleisesti arvioida.

Avainbiotooppien koko on pienimmillään Suomessa, jossa keskikoko jää reilusti alle yhden hehtaarin. Suurimmillaan avainbiotoopit puolestaan ovat Ruotsissa, jossa keskikoko lähentelee viittä hehtaaria. Avainbiotooppien koko heijastuu myös niiden lajistoon. Suomessa uhanalaisia tai niin sanottu-



Kuva 2. Kun lajit esiintyvät pienialaisina populaatioina, voivat avainbiotoopit olla esiintymien turvaamisessa nimensä mukaisesti avainasemassa. Kuvassa myrsinoporrass (*Diplazium sibiricum*). Kuva: Jari Kouki.

ja punaisen listan lajeja ei avainbiotoopeissa esiinny tavanomaista enempää. Näiden erityistä suojelua kaipaavien lajien kannalta avainbiotoopit eivät siis ole erityisen merkittäviä lajistokeskittymiä. Ruotsissa uhanalaisia lajeja on avainbiotoopeissa selvästi enemmän kuin tavanomaisissa metsäelinympäristöissä. Vaikka Suomen ja Ruotsin tilanteessa havaittu ero saattaa osaltaan heijastaa myös uhanalaisluokituksen eroja, on ilmeistä, että avainbiotooppien keskimäärin suurempi pinta-ala Ruotsissa edistää uhanalaisten lajien elinmahdollisuuksia niissä.

Vaikka Suomessa metsien avainbiotoopit eivät ole osoittautumassa kovin merkittäviksi muun muassa lahoppuusta riippuvaisen uhanalaisen lajiston suojelussa, niillä saattaa kuitenkin olla tärkeä rooli yleisempien lajien populaatioiden turvaajina. Suomessa avainbiotoopit ylläpitävät esimerkiksi selvästi tavanomaista metsää rikkaampaa käypälajistoa, vaikkakaan uhanalaisia lajeja niistä ei löydy (kuva 1). On ilmeistä, että näin avainbiotoopit turvaavat vielä nykyisin melko yleisinä esiintyvien lajien populaatioita ja siten ehkäisevät uhanalaistumisen lisääntymistä.

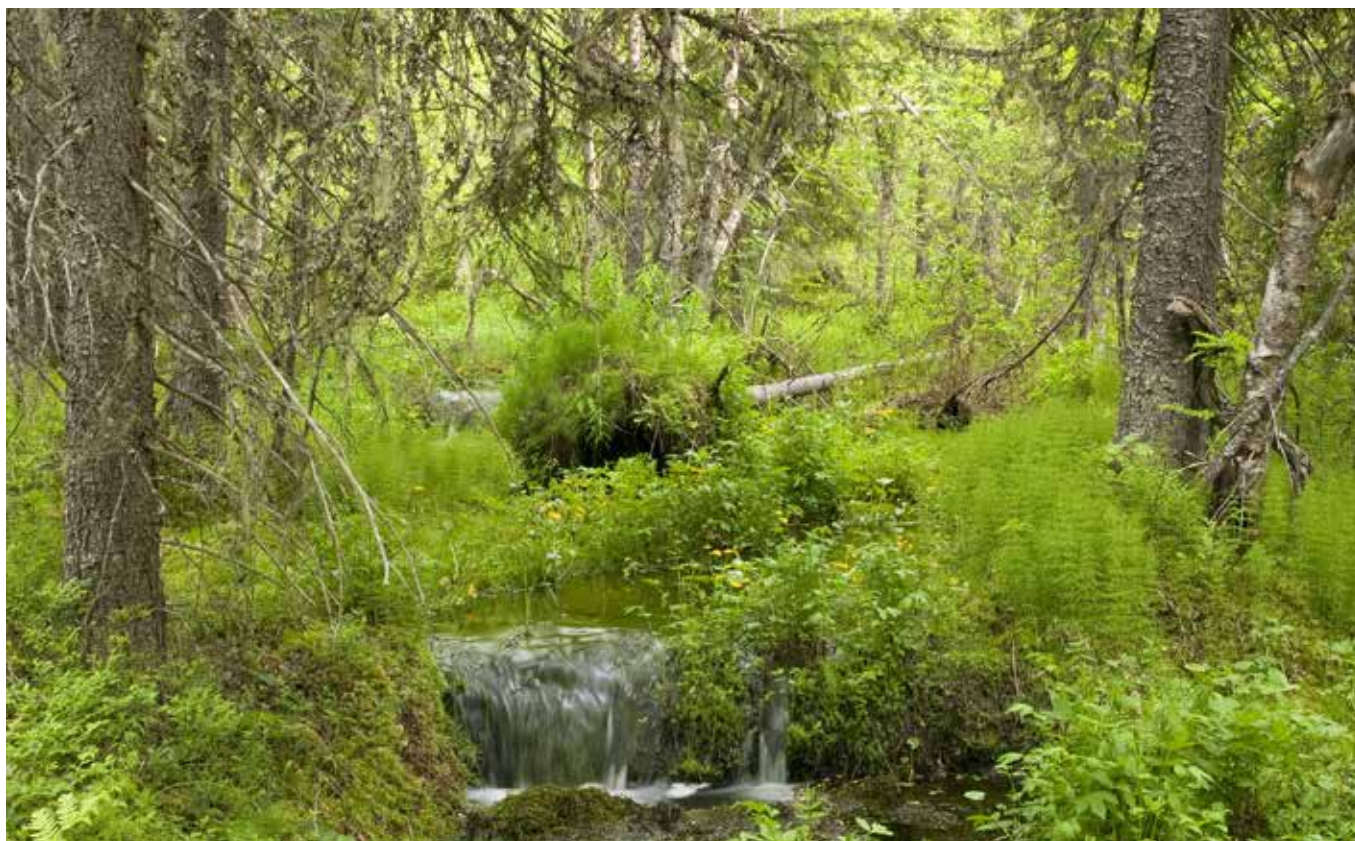
Ekosysteemin toiminnan ja monien ekosysteemipalveluiden kannalta myös runsaiden tai niin sanottujen keskirusaiden lajien esiintyminen avainbiotoopeissa on merkityksellinen, sillä usein nimenomaan tällaiset lajit vastaavat ekosysteemien toiminnasta: Keskirusaita lajeja on paljon, jolloin erityyppiset ekosysteemin toiminnot on turvattu. Li-

säksi lajien yksilömäärä on usein melko korkea, jolloin lajit vaikuttavat laajasti koko ekosysteemiin. Harvinaisten lajien kohdalla näin ei yleensä ole, ja hyvin runsaat lajit puolestaan vastaavat vain rajallisesta määrästä erilaisia ekosysteemin toimintoja.

Eräät avainbiotoopit ovat luontaisestikin pienialaisia, jolloin käytännössä ei ole mahdollisuuksia kyseisten elinympäristöjen laaja-alaiseen suojeluun. Tällaisia ovat muun muassa eräät lehdot (kuva 2) ja muut poikkeuksellisen rehevät elinympäristöt (kuva 3).

Teoreettisesti voi pohtia, että luontaisestikin pienialaisina esiintyvien avainbiotooppien kohdalla suurempi alue olisi lajirunsauden kannalta parempi kuin pieni. Asetelma nähdään helposti kuitenkin niin, että vastakkain ovat vaikkapa 10 hehtaarin tuore kangasmetsä ja 1 hehtaarin suuruinen ravinteikas lehto. Vaikka molempien suojeluun voi olla perusteita, on lehtotyyppien lajiston suojelun ainoa vaihtoehto tuon pienen lehtolaikun turvaaminen. Sillä esiintyvän lajiston suojelua ei voida korvata 10 hehtaarin kangasmetsälaikeilla.

Pienten suojelualueiden merkitys on tunnustettu kauan ennen kuin avainbiotooppeja alettiin nimetä ja suojella. Suomeenkin on vuosikymmenien aikana perustettu useita suojelualueita turvaamaan tiettyä pienialaisena esiintyvää elinympäristöä tai yksittäisen lajin esiintymää. Silloin kun näiden alueiden elinympäristö ei muutu esimerkiksi tavanomaisen metsän ikääntymisen (sukcession) tai ulkopuolelta tule-



Kuva 3. Monet elinympäristöt, esimerkiksi purot ja norot, esiintyvät luonnostaan pienialaisina. Tällaisia elinympäristöjä on jo pitkään Suomessa suojeltu erillisten pienten suojelualueiden avulla. Avainbiotoopeiksi tällaiset elinympäristöt ovat otollisia. Kuva: Erkki Okanen, Luke.

van vaikutuksen takia, ovat pienetkin alueet pystyneet ylläpitämään lajien esiintymisiä. Tällaisissa tapauksissa avainbiotoopeilla on erityisen tärkeä rooli lajiston suojelussa.

Yleisemmin katsottuna on selvää, että eri lajit ja erilaiset elinympäristöt edellyttävät toisistaan poikkeavia suojelukeinoja. Keinot puolestaan heijastavat muun muassa lajin tiukkuutta niiden elinympäristövaatimuksissa tai turvattavan elinympäristön rakenteessa ja dynamiikassa eli sukkessiossa. Monet viimeaikaiset tutkimukset ovat osoittaneet, että tehokkaimmat suojelukeinot löydetään silloin, kun lajien elinympäristövaatimukset otetaan laji- tai lajiryhmätasolla huomioon, niiden elinympäristöjen perusrakenne ja -dynamiikka tunnetaan ja lajien sekä elinympäristöjen esiintymisiä tarkastellaan riittävän pitkäjänteisesti. Tällöin nähdään, miten maankäyttö ja luontainen sukkessio muuttavat elinympäristöjen määrää. Sopivia elinympäristöjä voi olla niin suojelualueilla kuin talousmetsissäkin.

Talousmetsissä avainbiotoopit voivat parhaimmillaan säilyttää monien harvinaisten lajien esiintymispaikkoja, mutta on ilmeistä, että avainbiotoopit eivät ole kovin tehokkaita yksinään ja että niiden avulla voidaan turvata vain melko pieni osa biodiversiteetistä ja ekosysteemipalveluista. Osana metsien biodiversiteetin turvaamista niillä on kuitenkin oma merkittävä asemansa.

Kirjallisuus

- Junninen, K. & Kouki, J. 2006. Are woodland key habitats in Finland hotspots for polypores (Basidiomycota)? *Scandinavian Journal of Forest Research* 21(1): 32–40. <http://dx.doi.org/doi:10.1080/02827580500530009>
- Järvinen, O. 1982. Conservation of endangered plant populations: single large or several small reserves? *Oikos* 38: 301–307. <http://dx.doi.org/doi:10.2307/3544669>
- Komonen, A. & Kouki, J. 2011. Do woodland key habitats really support the functionality of reserve networks? *Biological Conservation* 144: 667–667. <http://dx.doi.org/doi:10.1016/j.biocon.2010.05.024>
- Kouki, J. ja Tikkanen, O.-P. (toim.). 2007. Uhanalaisten lahoppulajien elinympäristöjen turvaaminen suojelualueilla ja talousmetsissä: kustannustehokkuus ja ekologiset, ekonomiset sekä sosiaaliset vaikutukset Kitsin seudulla Lieksassa. Ympäristöministeriö. Helsinki. Suomen Ympäristö 24/2007: 1–104. <http://hdl.handle.net/10138/38413>
- Tikkanen, O. P., Heinonen, T., Kouki, J. & Matero, J. 2007. Habitat suitability models of saproxylic red-listed boreal forest species in long-term matrix management: Cost-effective measures for multi-species conservation. *Biological Conservation* 140: 359–372. <http://dx.doi.org/doi:10.1016/j.biocon.2007.08.020>
- Timonen, J., Siitonen, J., Gustafsson, L., Kotiaho, J. S., Stokland, J. N., Sverdrup-Thygeson, A. & Mönkkönen, M. 2010. Woodland key habitats in northern Europe: concepts, inventory and protection. *Scandinavian Journal of Forest Research* 25: 309–324. [Linkki](#)
- Timonen, J., Gustafsson, L., Kotiaho, J. S. & Mönkkönen, M. 2011. Hotspots in cold climate: Conservation value of woodland key habitats in boreal forests. *Biological Conservation* 144: 2061–2067. [Linkki](#)

Säilykö vapaa pääsy metsiin? Jokamiehen oikeuksien hyväksyntä ja ongelmat

Seija Tuulentie, Arto Naskali ja Outi Rantala

Euroopassa jokamiehen oikeudet ovat laajimmin käytössä pohjoismaissa. Ne antavat kaikille mahdollisuuden liikua lihasvoimin, oleskella, leiriytyä tilapäisesti ja hyödyntää eräitä luonnontuotteita maanomistuksesta riippumatta. Suomen ympäristöministeriön vuonna 2012 julkaisemassa raportissa jokamiehen oikeuksien määrittelyä laajassa merkityksessä liittyvän kaikkeen sellaiseen toisen alueella tapahtuvaan toimintaan, johon ei vaadita maanomistajan suostumusta, viranomaisen myöntämää lupaa tai joka ei muutoin ole kiellettyä.

Pohjoismaista vain Norjassa on laki jokamiehen oikeuksista. Ruotsissa jokamiehen oikeuskäsite mainitaan perustus- ja ympäristölaissa mutta käsitteen sisältöä ei ole tarkennettu. Suomessa jokamiehen oikeutta ei ole laissa määritelty varsinaisena oikeutena. Sen taustalla on kuitenkin laaja lainsäädäntö, vaikka käsite ei sellaisenaan tule esiin kuin muutamassa laissa.

Viime aikoina keskustelu jokamiehen oikeuksien käytöstä ja tulevaisuudesta niin Suomessa kuin muissakin pohjoismaissa on vilkastunut. Tähän on monia syitä: Maankäytön muutokset kaventavat jatkuvasti kansalaisten mahdollisuuksia luonnonkäyttöön. Uusia maa-alueita otetaan erityiseen, jokamiehen oikeudet poissulkevaan käyttöön. Toisaalta aineettomien luontoarvojen kaupallinen hyödyntäminen lisääntyy. Luontomatkailla, luonnon virkistyskäyttöön liittyvät palvelut ja ulkomaalaisten marjanpoiminta ovat esimerkkejä sellaisista kaupallisista maankäyttömuodoista, jotka ovat houkutelleet kyseenalaistamaan pohjoismaista jokamiehen oikeuksien perinnettä.

Ekosysteempipalveluajattelu tuo uusia näkökulmia maanomistus- ja käyttöoikeuskysymyksiin. Ekosysteempipalvelu oikeudellisenä käsitteenä on lähes tuntematon. Suomen voimassa olevassa lainsäädännössä luonnonvarojen omistamista, käyttöä ja suojelua säännellään erilaisista lähtökohdista, jonka johdosta sääntely ei ekosysteempipalveluiden näkökulmasta ole järjestelmällistä. Tämä koskee erityisesti sääntely- ja kulttuuripalveluja.

Joistakin ekosysteempipalveluista nautimme jokamiehen oikeuksien perusteella vapaasti (kuva 1). Miten perinteiset suomalaiset ja pohjoismaiset jokamiehen oikeudet sopivat yhteen nykyihmisen luontosuhteen sekä kaupallistuneiden ja globaalien luonnonkäyttötapojen kanssa?

Julkisen keskustelun lähtökohdat

Tässä artikkelissa luodaan ensin katsaus eräisiin jokamiehen oikeuksista pohjoismaissa, Ruotsissa ja Suomessa vuosina 1994–2012 tehtyihin selvityksiin ja tarkastellaan sen jälkeen **Seija Tuulentien** ja **Outi Rantalan** analyysia Suomen ja Ruotsin mediajulkisuudessa ja nettiblogeissa, vuosina 2007–2011

käydystä keskustelusta (20 artikkelia maata kohden). Aiheen käsittely on ollut Ruotsissa ja Suomessa samantapaista siinä mielessä, että selvityksissä ja kyselytutkimuksissa jokamiehen oikeudet ovat saaneet laajan hyväksynnän. Media-keskustelussa ja nettikirjoituksissakin korostetaan oikeuksien ainutlaatuisuutta ja tärkeyttä, mutta argumentointi on näissä kirjoituksissa usein voimakasta ja kriittistä. Ulkomaa-laisten marjanpoimijoiden asema ja motorisoidut aktiviteetit herättävät tunteita. Ruotsissa keskustelunaiheet ovat viime vuosina käsitelleet ennen kaikkea latumaksuja ja rantarakentamista, kun taas Suomessa painopiste on ollut marjanpoiminnassa ja kaupallisessa luontomatkaillussa.

Kielitieteilijä **Deborah Tannen** on todennut, että nykyisessä argumentatiivisessa kulttuurissa äänen saa parhaiten kuuluviin, kun luo aggressiivisiäkin vastakkainasetteluja. Nettikeskustelujen voimakasta argumentaatiota voi pitää osana laajempaa asenne- ja maailmankatsomuskokonaisuutta – jokamiehen oikeuksista keskusteltaessa esiin tulevat kytkennät moniin muihin yhteiskunnallisiin ja poliittisiin keskusteluaiheisiin.

Jokamiehen oikeudet koetaan myös vahvasti kulttuurisena ja sosiaalisena oikeutena, ei niinkään laillisuuskysymyksenä. Jokamiehen oikeudet voidaan ymmärtää sekä common pool -ajattelusta lähtien että osana sosiaalista pääoma. Common pool -ajattelussa kysymys on pitkälti luottamuksesta. Sosiaalisen pääoman määritelmässään yhteiskuntatieteilijä **Elinor Ostrom** korostaa yhteisesti jaettua tietoa ja ymmärrystä sekä normeja, sääntöjä ja odotuksia, joita eri ryhmillä on. Ostrom toteaa, että tällaista pitkän ajan kuluessa syntynyttä yhteistä ymmärrystä on vaikea pukea sanalliseen muotoon ja se murenee helposti, jos tulee esimerkiksi paljon uusia toimijoita. Jokamiehen oikeuskeskustelussa tulee esiin myös se, että tapojen mukaiset käytännöt ja rutiinit ovat vaikeasti ilmaistavia ja ne tulevat näkyviin vasta kiistatilanteessa.

Laaja hyväksyntä

Kansalliset kyselytutkimukset niin Suomessa kuin Ruotsissakin ovat osoittaneet jokamiehen oikeuksien olevan laajasti kannatettuja ja hyväksytyjä. Kuitenkin jo se, että oikeuksien sisältöä ja asemaa selvitetään tasaisin väliajoin, osoittaa, että asia ei ole täysin ongelmaton.

Pohjoismainen Allemansrätten i Norden -selvitys vuonna 1997 sai alkunsa huomiosta, että jokamiehen oikeuksien painopiste on muuttunut virkistyskäyttöön ja kaupalliseen toimintaan aiemman hyötykäytön sijaan. Raportissa kuvataan eri pohjoismaiden jokamiehen oikeuskäytäntöjä ja päädyttään toteamaan, että jokamiehen oikeuksia ei voi pohjoismaisella tasolla yhtenäistää, koska niillä on erilaiset historial-



Kuva 1. Pilkkiminen on Suomessa osa maksutonta yleiskalastusoikeutta, eli sitä voi harjoittaa jokamiehenoikeudella. Ruotsissa ja Norjassa, mistä kuva on, pilkkiminen vaatii luvan. Kuva: Seija Tuulentie.

liset ja kulttuuriset juuret eri maissa. Maankäytön suunnitteluun ja muuhunkin oikeuksiin liittyviin kysymyksiin toivottiin kuitenkin enemmän pohjoismaista yhteistyötä ja viestintää.

Ruotsissa Friluftsforsking-hankeessa selvitettiin ruotsalaisten suhtautumista jokamiehenoikeuksiin vuosina 2007–2008. Noin 95 prosenttia ruotsalaisen kyselyn vastaajista piti jokamiehenoikeuksien säilyttämistä tärkeänä. Kolme neljäs-tä piti oikeuksia tärkeinä omalle luonnon virkistyskäytölleen. Myös matkailuyrittäjät pitivät oikeuksia tärkeinä omalle toiminnalleen. Ruotsissa tehtiin myös vuonna 2011 Naturvårdsverketin aloitteesta selvitys, jonka tuloksissa korostettiin, että jokamiehenoikeuksien sisältö ja rooli ovat väistämättä sidoksissa kulloiseenkin laajempaan yhteiskunnalliseen tilanteeseen eli niitä pitää pystyä täsmentämään ja kohdentamaan. Kuitenkin tässäkin selvityksessä jokamiehenoikeuksien asema todettiin erittäin vahvaksi. Selvityksen oikeudellisessa osuudessa todettiin, että omistusoikeuden rajoja pitäisi tarkastella, jotta perinteisiä tapoja voitaisiin kehittää.

Suomessa 1990-luvulla tehdyt selvitykset ja opinnäytetyöt keskittyivät erityisesti Euroopan unionin jäsenyyden vaikutuksiin jokamiehenoikeuksiin. Euroopan unioniin liittymi-

sen jälkeen vuonna 1997 tehdyssä maanomistajien näkemyksiä tarkastelevassa **Mari-Kaisa Miettisen** opinnäytetyössä todettiin, että maanomistajat kokevat jokamiehenoikeuksien toimivan suhteellisen hyvin. Myös ulkomaalaisten turistien uhkaa Suomelle pidettiin opinnäytetyön tulosten mukaan pienempänä kuin ennen EU-jäsenyyttä.

Suomalaisessa Jokamiehenoikeuksien tulkintoja ja haasteita -selvityksessä vuonna 2006 lähdettiin kärjistyneen mediakeskustelun pohjalta tarkastelemaan etenkin jokamiehenoikeuksien ongelmakohtia. Selvä enemmistö selvityksen kyselyyn vastanneista katsoi, että nykyisellään jokamiehenoikeuksien käyttö ei aiheuta yleisesti ottaen suuria ongelmia. Haitattomuuden vaatimusta kuitenkin korostettiin. Luontoyrittäjyys herätti eniten keskustelua, eikä yritystoiminnan katsottu kuuluvan jokamiehenoikeuksien piiriin samalla tavalla kuin yksittäisten ihmisten luonnon käyttöön.

Suomessa viimeisin jokamiehenoikeusjulkaisu on ympäristöministeriön Jokamiehenoikeudet ja toimiminen toisen maalla. Lainsäädäntöä ja hyviä käytäntöjä (Tuunanen ym. 2012). Sen pohjana on ministeriön vuonna 2007 teettämä selvitys jokamiehenoikeuksien toimivuudesta. Tämän

selvityksen mukaan lähinnä yritystoiminta, moottorikelkkailu, koiravaljakoilla ja hevosilla liikkuminen sekä ulkomaalaisten marjanpoiminta koetaan häiritseviksi. Jokamiehenoikeyksiin kohdistuvien rajoitusten sijaan parempi tiedottaminen ja ihmisten asenteisiin ja vastuuntuntoon vetoaminen nähdään keinoina, joiden avulla voidaan puuttua häiritseviin toimintoihin.

Omistus, kaupallistuminen ja elämäntyyli

Media- ja nettikeskustelu jokamiehenoikeyksista on usein kärjistynyttä ja sisältää poliittiseen keskusteluun kuuluvaa voimakasta argumentaatiota, jossa ihmisiä jaetaan ikään kuin meihin ja muihin monin eri tavoin. Tuulentien ja Rantalan analysoimissa Suomen ja Ruotsin nettikirjoituksissa erotui kolme hallitsevaa teemaa: (1) omistusoikeus, joka jakaantuu puheeseen yksityisestä ja kansallisesta omaisuudesta, (2) kaupallistuminen ja (3) elämäntyyli. Lisäksi jonkin verran keskustelua käytiin ekologian näkökulmasta (taulukko 1.).

Kysymys omistusoikeudesta liittyy sekä yksityiseen että kansalliseen omistukseen. Omistajuusteemaa, kuten muitakin teemoja, käsitellään kirjoituksissa täysin vastakkaisista näkökulmista. Yksityisomistajuuteen liittyvässä puheessa korostuvat toisten kustannuksella hyötyminen ja maanomistajien oikeuksien loukkaaminen, mutta myös luonnon omistamisen kyseenalaistaminen ja näkemys, että yksityinen maanomistus rajoittaa jokamiehenoikeyksien käyttöä. Kansallisen omistuksen teema ja kansalliseen identiteettiin liittyvät kysymykset syntyvät ennen kaikkea globalisoitumisen aiheuttamista paineista. Jokamiehenoikeyksien käytön yhteydessä ei ole aiemmin ollut tarvetta erotella oman maan kansalaisia muista. Tarve ilmaistiin ensimmäisiä kertoja Euroopan unioniin liittymisen yhteydessä, kun heräsi huoli, että EU kieltää jokamiehenoikeydet. Silloin todettiin, että tällaista uhkaa ei ole, kunhan oikeudet ovat samat kaikille EU:n kansalaisille.

Ruotsissa kansalaisten oikeudet nousivat esiin matkailun yhteydessä jo 1990-luvulla, kun ryhmämatkoja oli myyty ulkomaalaisille turisteille Etelä-Ruotsin maalaismaisemiin ja siitä oli aiheutunut haittaa maanomistajille. Samantyyppinen tilanne on ollut myöhemmin Suomessa, kun ulkomaiset matkanjärjestäjät ovat myyneet matkoja autiotupamajoituksella.

Suomessa kansalaisuuteen liittyvät oikeudet ovat kuitenkin useammin kietoutuneet marjanpoimintakysymyksiin kuin matkailualaan. Se, että ulkomaalaiset poimijat poimivat ”meidän” marjamme, on ollut yleinen huoli media- ja nettikeskustelussa. Toisaalta suomalaisessa nettikeskustelussa ja mediassa on keskusteluttanut omien kansalaisten vieraantuminen perinteisistä luonnon hyödyntämisen tavoista. Lisäksi luonnon käytöstä on puhuttu kansallisuusomaisuuskäsitteeseen liittyen ja siinä ovat nousseet esiin sellaiset teemat kuin valtion harjoittama valvonta ja kontrolli, kaupungistuminen, kansallisidentiteetti ja kansalliset liikelaitokset. Kansalaisten tasa-arvoisuuteen liittyen on käyty keskustelua saamelaisten oikeuksista sekä kansalaisten vastuista ja velvollisuuksista.

Median ja nettikeskustelujen kaupallistumista koskeva puhe haastaa puolestaan pohtimaan vapaan maankäyttöoikeuden ja taloudellisten etujen välistä jännitettä esimerkiksi kansallispuistojen ja virkistyskäyttöpalveluiden kontekstissa, ulkomaalaisen työvoiman käytön kysymyksissä sekä perinteisten elinkeinojen muutokseen liittyvissä kysymyksissä. Kaupallistuminen luonnollisesti kietoutuu omistusoikeuteen eli ajatukseen siitä, että joku muu hyötyy taloudellisesti toisen maaomaisuudesta.

Elämäntyyliä koskevassa puheessa keskeiseksi nousee niin ikään muutos perinteisistä harrastuksista kohti urbaaneja elintapoja ja uusien teknologioiden käyttöä. Uudet luonnossa liikkumisen tavat vaativat kehittyneempää infrastruktuuria, jonka rahoittamiseksi keskusteluissa on esitetty erilaisia käyttömaksuja. Kirjoittelussa peräänkuulutetaan uusien sukupolvien sosiaalistamista jokamiehenoikeyksiin sekä terveen järjen käyttöä oikeuksien hyödyntämisessä.

Nettikeskustelijat käyttävät jokamiehenoikeyksista puheessaankin vahvoja, tunteisiin vetoavia argumentointitapoja. Erilaiset metaforat ja analogiat ovat tyyppillisiä. Sellaiset ilmaukset ja fraasit kuin uhatut oikeudet, luonto on vain eliitille ja marjasota politisoivat osaltaan maankäyttöön liittyviä keskusteluja. Politisoitumisen voidaan ajatella johtuvan luonnonkäyttöön liittyvien perinteiden ja yhteiskunnallisten arvojen muutoksesta.

Luontoon sopiviin ja vastuullisiin toimintatapoihin nojautuminen sekä yksilöiden velvollisuudentuntoon vetoaminen eivät tehoa, jos kansalaisten kulttuuriset käsitykset hyvistä toimintatavoista ovat kovin erilaisia. Kansainvälisten ja pai-

Taulukko 1. Jokamiehenoikeyksia käsittelevien kirjoitusten jakautuminen pääteemoihin. Osassa kirjoituksista on useampia pääteemoja, joten teemojen lukumäärä on 72, vaikka kirjoituksia on 40.

	Yksityisomistus	Kansallinen omaisuus ja identiteetti	Ekologia	Kaupallistuminen	Elämäntyyli ja kulttuuri	N
Ruotsi	9	8	2	12	9	40
Suomi	4	9	-	9	10	32
N	13	17	2	21	19	72

kallisten tapojen sekoittuessa tukeutuminen perinteisiin kyseenalaistuu. Jokamiehenoikeuksien tulevaisuuden kannalta olennaista on, että oikeuksien käyttötavat ovat sekä maanomistajien että laajemman yhteiskunnan hyväksyttävissä, jotta kritiikki oikeuksien olemassaoloa kohtaan ei kasva.

Useimmissa selvityksissä ei ole tarkasteltu yksittäisiä ongelmatapauksia eikä sitä, missä kiistat kärjistyvät – osin ehkä sen pelossa, että jokamiehenoikeuksien yleinen hyväksyntä heikkenisi, jos epäkohtia nostettaisiin liikaa esiin. Tapaus-tutkimukset olisivat kuitenkin tarpeellisia kiistakysymysten sovittelumiseksi. Toisaalta esimerkiksi kaupalliseen marjatoimintaan liittyviä neuvottelumekanismeja, kuten kylätomikuntien ja maakuntaliiton välisiä keskusteluja, on kehitetty viime aikoina.

Kysymys siitä, missä määrin luonnonvarojen käytön sääntelyn kehittämisessä olisi tarkoituksenmukaista käyttää ekosysteemipalvelujen käsitettä, vaatii lisätarkasteluja. Ekosysteemipalveluihin liittyen voitaisiin kehittää uusia hallinnan mekanismeja. Voitaisiin hyödyntää esimerkiksi niin sanottua common pool -ajattelua, mikä tarkoittaa yhteisömistämisen instituutioiden kehittämistä. Instituutiot voivat olla muodollisia tai epämuodollisia, kuten tapoihin liittyviä. Maanomistusrajat ylittävät ekosysteemipalvelualueet voisivat olla vaihtoehto suosituille markkinapohjaisille ohjauskeinoille, kuten ekosysteemipalvelumaksuille ja virkistysarvo-kaupan kaltaisten uusien markkinoiden luomiselle.

Kirjallisuus

- Allemansrätten i Norden. TemaNord 1997: 501. Pohjoismainen ministerineuvosto, Kööpenhamina. 76 s. ISBN 92-9120-990-2
- Lehtonen, S., Heikkinen, T. ja Hirvonen, J. 2007. Jokamiehenoikeuksien tulkintoja ja haasteita luontoliikunnan ja -matkailun kannalta. Maaseutupolitiikan yhteistyöryhmän julkaisu. 74 s. http://www.maaseutupolitiikka.fi/files/50/YTR_1_07.pdf
- Sandell, K. ja Fredman, P. 2010. The Right of Public Access – Opportunity or Obstacle for Nature Tourism in Sweden? *Scandinavian Journal of Hospitality and Tourism* 10 (3): 291–309. <http://dx.doi.org/doi:10.1080/15022250.2010.502366>
- Sandell, K. ja Svenning, M. 2011. Allemansrätten och dess framtid. Utredning om allemansrätten. Naturvårdsverket. 225 s. <http://www.naturvardsverket.se/Documents/publikationer6400/978-91-620-6470-9.pdf>
- Tuulentie, S. ja Rantala, O. 2013. Will "Free Entry into the Forest" Remain? Teoksessa Müller, D.K., Lundmark, L. & Lemelin, R.H. (toim.) *New Issues in Polar Tourism. Communities, Environments, Politics*. Springer, London, 177–188. http://dx.doi.org/doi:10.1007/978-94-007-5884-1_12
- Tuunanen, P., Tarasti, M. ja Rautiainen, A. (toim.). 2012. Jokamiehenoikeudet ja toimiminen toisen alueella. Lainsäädäntöä ja hyviä käytäntöjä. *Suomen Ympäristö* 30: 1–142. <http://hdl.handle.net/10138/38797>

Kestävä metsätalous ja sen arviointi indikaattoreiden ja metsäsertifiointin avulla

Jari Parviainen

Kestävän metsätalouden käsite

Kestävän metsätalouden ajatus syntyi 300 vuotta sitten Keski-Euroopassa. Tiheästi asuttua Keski-Eurooppaa uhkasi 1600-luvun lopulla puupula. Metsiä hakattiin tarvepuun käyttöön ilman pitkäjänteistä suunnittelua. Puuta tarvittiin runsaasti 30-vuotisen sodan vaurioiden korjaamiseen, kotitalouksien lämmittämiseen ja ruuanlaittoon sekä teolliseen käyttöön kuten kaivosteollisuuteen, laivanrakennukseen ja lasi-, rauta- ja panimoteollisuuden tarpeisiin.

Se, että rakennus- ja polttopuun sekä puuhiilen saanti kyläyhteisöjen ja teollisuuden päivittäisiin tarpeisiin oli välttämätöntä turvata, johti ajatukseen kestävästä, jatkuvasti ja tasaisesti puuta tuottavasta metsien käytöstä. Kestävyyden käsite esiintyy ensi kerran saksalaisen ylivuori-insinöörin **Hanns Carl von Garlowitzin** kirjoittamassa, ensimmäisessä keskieuropalaista metsänhoitoa käsittelevässä teoksessa *Sylvicultura Oeconomia* vuodelta 1713. Metsänhoitajan pojan järjelemä kestävyyskäsite rajoittui puuvarojen turvaamiseen ja oli sisällöltään hyvin selkeä: älä koskaan hakkaa enemmän puuta kuin metsä kasvaa.

Kestävyyden ydinajatuksena oli jo 1700-luvulla metsän luonne uudistuvana luonnonvarana. Uudistuvuus erottaa metsätalouden olennaisella tavalla esimerkiksi kaivosteollisuudesta. Kaivoksen malmivarat ehtyvät, kun louhintaa jatketaan riittävän kauan. Metsä sen sijaan uudistuu luontaisestikin ja sitä voidaan kasvattaa samalla paikalla periaatteessa ikuisuuteen saakka, kunhan metsän puuston ja kasvupaikan kunnosta huolehditaan.

Moderni kestävä metsätalouden käsite perustuu vuonna 1992 Riossa Brasiliassa pidetyn YK:n ympäristö- ja kehityskonferenssin (UNCED) linjaukseen, jossa hyväksyttiin metsien hoitoa, käyttöä ja kestävää kehitystä koskevat periaatteet. Tämä linjaus sisälsi tavoitteen siitä, että metsien käytössä otetaan yhtäaikaaisesti huomioon ekologiset, taloudelliset ja sosiaaliset sekä kulttuuriset näkökulmat. Von Garlowitzin puuntuotantoon rajoittunut kestävyyskäsite laajeni linjauksen myötä olennaisesti. Puun kasvun ja hakkuiden välinen suhde onkin vain yksi näkökulma kestävyteen, joskin se on ehkä tärkein yksittäinen kestävyden mittari.

Euroopan metsätaloutta varten metsien kestävä hoidon ja käytön käsite¹ luotiin ja hyväksyttiin toisessa Euroopan metsäministerikonferenssissa (FOREST EUROPE -prosessi) Helsingissä vuonna 1993.

¹ Tässä artikkelissa englanninkielisestä termistä sustainable forest management käytetään suomennoksina ja vastineina termejä kestävä metsätalous ja metsien kestävä hoito ja käyttö. Niihin sisältyy muun muassa metsien hallinnointi ja suunnittelu sekä talousmetsien kestävä hoito ja käyttö, monimuotoisuus sekä metsien suojeleminen suojelualueilla.

Päätöslauselman H¹ artiklan D mukaan

”metsien kestävä hoito ja käyttö tarkoittavat metsien ja metsämaiden hoitoa ja käyttöä siten, että säilytetään niiden monimuotoisuus, tuottavuus, uusiutumiskyky, elinvoimaisuus ja mahdollisuus toteuttaa nyt ja tulevaisuudessa merkityksellisiä ekologisia, taloudellisia ja sosiaalisia toimintoja paikallisilla, kansallisilla ja maailmanlaajuisilla tasoilla, sekä siten, ettei aiheuteta vahinkoa muille ekosysteemeille”.

Kestävän metsätalouden mittarit

Yleisestä kestävä metsätalouden määritelmästä on johdettu mahdollisimmat yksiselitteiset ja mitattavissa olevat kestävyden kriteerit ja indikaattorit eli mittarit. Niiden avulla arvioidaan yhtenäisin perustein eri alueilla ja eri valtioissa harjoitettavan metsätalouden kestävyttä. Niitä käytetään myös metsäpolitiikan ja -strategioiden asettamisessa ja seurannassa, metsien tilan raportoinnissa, metsän hoidon suunnitelmassa, tiedon välittämisessä metsätaloudesta poliittisille päätöksentekijöille ja muille metsistä kiinnostuneille, tutkimusaloitteiden tekemisessä sekä metsäsertifiointissa.

Ensimmäinen yleiseurooppalainen indikaattorikokoelma Euroopan kestävä metsänhoidon mittaamiseen kehitettiin Suomen johdolla vuosina 1993-1995 ja vahvistettiin käytettäväksi Lissabonissa vuonna 1998. Sittemmin indikaattorikokoelma tarkistettiin vuosina 2002-2003, jolloin myös indikaattorien määrää vähennettiin. Euroopan metsien tila on arvioitu indikaattoreihin perustuen neljästi metsäministerikokouksien yhteydessä (Lissabon 1998, Wien 2003, Varsova 2007 ja Oslo 2011).

Vastaavanlaista metsätalouden kestävyden mittarityötä on tehty myös muissa maanosissa. Maailmanlaajuisesti on perustettu kaikkiaan yhdeksän mittarilaitetta, joista FOREST EUROPE -prosessin ohella pisimmälle ovat kehittyneet Montreal-, ITTO- (International Tropical Timber Organization) ja ATO (African Timber Organization) -prosessien työt.

Suomen metsien kestävyden arviointi tapahtuu yleiseurooppalaisen indikaattorikokoelman avulla. Eräissä asiayhteyksissä on laadittu kansallisia lisämittareita, tai yleiseurooppalaista indikaattoria on muutettu vastaamaan paremmin kansallisia olosuhteita. Suomen metsien tila on arvioitu yleiseurooppalaisten indikaattorien perusteella neljästi, vuosina 1997, 2000, 2007 ja 2011. Meneillään on viides raportointi metsiemme tilasta lokakuussa 2015 Madridissa pidettävää Euroopan metsäministereiden kokousta varten. Tällä tavoin eri asiakokonaisuuksista on syntynyt jo lähes 20 vuoden aikasarja, mikä mahdollistaa metsissä tapahtuneiden muu-

toksien havaitsemisen. Viimeisin raportti vuodelta 2011 kuvaa Suomen metsien tilaa myös suhteessa muihin Euroopan valtioihin (ks. <http://www.metla.fi/metinfo/kestavyys/>).

Millaisia ovat kestävyysmittarit

Mittarit on ryhmitetty kuuden kriteerin alle (ks. taulukko 1). Kriteerit ovat niitä päätekijöitä, jotka määrittelevät metsätalouden kestävyyskuvan kyseessä olevassa valtiossa.

Mittarit eli indikaattorit mittaavat vuorostaan kriteerien toteutumista, ja ne koostuvat kahdesta erityyppisestä lähestymistavasta: 1) kuvailevat indikaattorit ja 2) määrälliset indikaattorit.

Kuvailevilla indikaattoreilla tarkoitetaan poliittisia ohjauskeinoja, toimenpiteitä ja sopimuksia kestävyysedistämiseksi. Niillä kuvaillaan myös sanallisesti ilmiöitä tai asiaa ja sen tilaa. Kuvaileviin indikaattoreihin kuuluvat siten

- lainsäädännölliset ohjauskeinot, muun muassa metsälaki, luonnonsuojelulaki, maankäyttö- ja rakennuslaki ja poronhoitolaki
- institutionaaliset järjestelyt, muun muassa lakien valvonta, metsäpoliittiset keinot ja metsäohjelmat, kansainväliset sopimukset ja organisaatiot
- taloudelliset ohjauskeinot, muun muassa rahoitus- ja tukimuodot ja metsäverotus
- tiedolliset ohjauskeinot, muun muassa tiedonkeruujärjestelmät, tutkimus, koulutus- ja neuvontatoiminta, ohjeistus ja eri organisaatioiden yhteistoiminta.

Yleiseurooppalaisia kestävä metsätalouden kuvailevia indikaattoreita on 17. Niistä 5 kertoo valtiossa harjoitettavan metsäpolitiikan yleisistä periaatteista, ja 12 kertoo jo-

kaiseen kuuteen kriteeriin liittyvistä ohjauskeinoista ja poliittisista järjestelyistä.

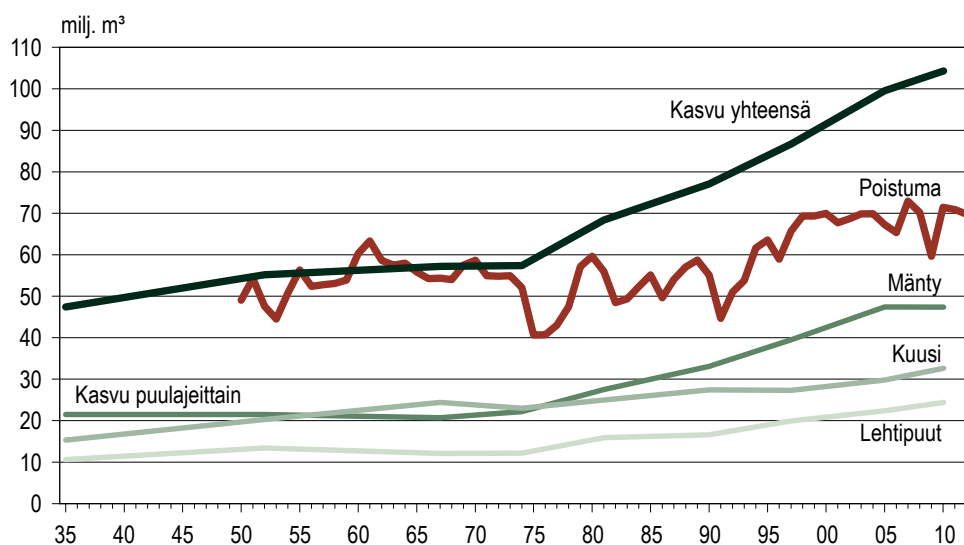
Määrälliset indikaattorit ovat puolestaan konkreettisia, mitattavia tunnuksia metsien ominaisuuksista tai muita metsiä ja metsätaloutta koskevia tilastotietoja ja asiakokonaisuuksia. Mitattavissa tai arvioitavissa olevia tunnuksia ovat esimerkiksi metsäpinta-ala, puuston tilavuus ja työvoiman määrä. Samaan aihekokonaisuuteen eli kriteeriin liittyy sekä kuvailevia että määrällisiä indikaattoreita. Yleiseurooppalaisia kestävä metsätalouden määrällisiä indikaattoreita on kaikkiaan 29 kappaletta (taulukko 2).

Tiedot indikaattoreihin saadaan tutkimuksista, metsävarojen inventoinneista, tilastoista, seurantajärjestelmistä ja erillisistä selvityksistä. Indikaattoreille voidaan asettaa myös tavoitetasoja eli standardeja, jotka indikaattorin tulee saavuttaa kestävyyskannalta.

Suomen metsien tila vuonna 2013

Suomen metsien tila on kohentunut viimeisten 20 vuoden aikana. Puuston määrä on lisääntynyt 40 vuoden kuluessa yli 40 prosenttia (kuva 1). Samanaikaisesti metsistä on voitu hakata ja käyttää puuta metsien nykyisen puuvaraston sisältämä puumäärä eli 2 300 miljoona kuutiometriä. Metsien monimuotoisuuden turvaamiseksi talousmetsissä on toteutettu luonnonhoitotoimia ja metsien suojelupinta-ala on kolminkertaistettu 35 vuoden aikana. Näiden toimien ansiosta tiettyjen metsälajien uhanalaistuminen on hidastunut tai pysähtynyt, vaikka uhanalaistumiskehitystä ei ole voitu kokonaan pysäyttää.

Koska puuvarojen käyttö on selkeästi metsien vuotuista kasvua pienempi, Suomen metsät toimivat niin sanottuna hiilinieluna sitoen ilmakehästä puustoon ja maahan hiiltä, jon-



Kuva 1. Metsien puuston kasvun ja hakkuiden suhde on yksi tärkeimmistä metsien kestävyysmittareista. Kestävyys toteutuu kun hakkuut eivät ylitä kasvua pitkällä aikavälillä. Suomessa metsien vuotuiset hakkuut ovat olleet viime vuosikymmenenä 50–60 prosenttia puuston vuotuisesta kasvusta. Siksi metsiemme puuvarat ovat koko ajan kasvaneet ja sitoneet samalla ilmakehän hiiltä puustoon. Kuva: Metsäntutkimuslaitos.

ka määrä vastaa noin puolta Suomen teollisuuden aiheuttamista vuotuisista hiilidioksidipäästöistä. Kesän 2010 ankaria kaistaleittäisiä sekä talven 2011 myrskytuhoja lukuun ottamatta laaja-alaisia metsätuhoja ei ole Suomessa esiintynyt viimeiseen 30 vuoteen. Ilmastonmuutoksen arvioidaan lisäävän metsien kasvua, mutta samalla ilmaston ääri-ilmiöt lisääntynevät ja voivat aiheuttaa paikallisia tuhoja.

Metsien ja niiden biopohjaisten tuotteiden ja ekosysteemipalvelujen arvioidaan muodostavan edelleen tärkeän elinkeinoperustan Suomen kansantaloudelle, koska on varauduttava ilmastonmuutoksen lieventämiseen ja hyvinvointipalvelujen tuottamiseen kansalaisille. Koska puu on matalaenerginen ja hiilineutraali raaka-aine, sillä ennakoidaan olevan suuri kysyntä uusiutuvan metsäenergian tuotannossa, puurakentamisessa sekä uusissa biotalouden tuotteissa. Metsäsektorin osuus on bruttokansantuotteesta 5 prosenttia, mutta se voi nousta alueellisesti yli 10 prosenttiin kuten Kaakkois- ja Itä-Suomessa sekä Kainuussa. Siitä huolimatta että metsäteollisuuden tuotannon rakennemuutos on jatkunut 2010-luvun alussa, uusien biotuotteiden kehittämisen ja metsäenergian käytön lisääntymisen arvioidaan synnyttävän uuden noususuhdanteen metsäteollisuudelle.

Metsäsertifiointi on vapaaehtoinen talousmetsien metsänhoidon tarkistuskeino

Metsäsertifiointilla on runsas 20 vuoden historia. Metsäsertifiointi on markkinaosapuolien talousmetsien metsänhoidon tarkistusväline, joka täydentää muita metsien käsittelyn ohjausvälineitä. Metsäsertifiointin käyttö ei ole pakollista, vaan vapaaehtoista. Metsäsertifiointi varmistaa muun muassa sen, että monimuotoisuus ja ympäristönhoito otetaan riittävän perusteellisesti huomioon metsänhoidon toteutuksessa. Metsäsertifiointi ei ole kuitenkaan metsien suojelun lisäämiskeino, sillä päätökset suojelusta ja metsäalueiden siirtämisestä pois metsätalouskäytöstä on Suomessa ja muualla maailmassa tehty muilla demokraattisen päätöksenteon menetelmillä omistusoikeus-, korvaus- ja kompensatiokysymysten vuoksi.

Metsäsertifiointi on vakiintunut väline metsätaloudessa. Sertifiointi tukee metsä- ja puutuotteiden markkinointia, sillä sertifikaatti antaa viestin siitä, että puu on uusiutuva ja kierrätettävä luonnonmateriaali eikä puuraaka-aineen hankinta aiheuta olennaisia haitallisia ympäristövaikutuksia. Se myös sitouttaa eri toimijat kestävän metsätalouden harjoittamiseen ja edistää tehokasta ja korkealaatuista toimintaa metsäorganisaatioissa.

Sertifiointi ja puutuotteen leimaaminen sertifikaatilla sisältää kaksi osa-aluetta 1) metsäsertifiointin ja 2) puun alkuperän hallinnan (CoC) sertifikaatin. Puun alkuperän hallinta tarkoittaa puujalosteen koko tuotantoketjun seurantaan kannolta valmiiksi tuotteeksi. Sen avulla varmistetaan, että puutuote on todella valmistettu sertifioiduista metsistä hankitusta puutavarasta. Kun nämä kaksi ehtoa ovat täytetty, yritys tai puutuotteen myyjä on oikeutettu merkitsemään tuotteensa sertifioiduksi.



Kuva 2. Lönnrothin petäjä on hyvä lisä kulttuurisen näkökulman säilyttämisestä kestävyyden yhtenä elementtinä. Kuva: Erkki Oksanen, Luke.

Standardien täyttymisen tutkii riippumaton, ulkopuolinen sertifiointiyritys. Suomessa näitä tarkistuksia eli auditointeja ovat toteuttaneet muun muassa SFS-sertifiointi ja Det Norske Veritas (DNV).

Metsäsertifiointi tarvitsee kansainvälisen kehiksen

Suomen PEFC-metsäsertifiointijärjestelmä on sertifiointin kansainvälisen käytön ja tarpeen vuoksi osa kansainvälistä järjestelmää. Vuonna 2000 Suomen metsäsertifiointijärjestelmä hyväksyttiin PEFC-järjestelmään, jonka kotipaikka on Sveitsissä Genevessä. PEFC on maailmanlaajuinen metsäsertifiointijärjestelmä. Siihen hyväksytään mukaan ne järjestelmät, jotka täyttävät kansainvälisesti hyväksytyt kestävän metsätalouden periaatteet. Euroopassa perusvaatimukset ovat Rion ympäristökokouksen 1992 periaatteet ja Euroopan metsäministereiden hyväksymät kestävän metsätalouden mittarit.

PEFC-järjestelmän lisäksi on kehitetty myös toinen kansainvälinen metsäsertifiointijärjestelmä eli FSC-järjestelmä. Järjestelmän kotipaikka sijaitsee Saksassa Bonnissa. FSC-sertifiointijärjestelmä käyttää perustana kansainvälisessä toiminnassaan kymmentä yhtenäistä periaatetta. Periaatteista on johdettu maakohtaisia standardeja. Kansainvälinen FSC organisaatio hyväksyi Suomen FSC-järjestelmän standardit 2011.

Peruselementit molemmissa sertifiointijärjestelmissä ovat toistensa kaltaisia. Suurin ero on standardien päätöksentekojärjestelmissä sekä siinä, että FSC-järjestelmässä painotetaan ensisijaisesti ympäristöasioita, kun taas PEFC-järjestelmä hakee tasapainoa kestävyiden kolmen tekijän: ekologian, talouden ja sosiaalisten näkökulmien kesken. PEFC on valtamenetelmä yksityisten ja perheiden omistamien metsien sertifiointissa, kun vuorostaan FSC on ulottanut toimintansa useimmiten metsäyhtiöiden ja valtion omistamiin metsiin, tai yksittäisiin suuriin metsätiloihin.

Suomen metsistä on sertifioitu noin 90 prosenttia PEFC-järjestelmällä. Lisäksi on annettu yli 190 puun toimitusketjun alkuperätodistusta puuraaka-ainetta käyttäville yrityksille. FSC-järjestelmän mukaisesti sertifioituja metsiä on Suomessa noin 400 000 hehtaaria, eli 1,7 prosenttia.

Kaikilla Suomen 13 metsäkeskusalueella on voimassa oleva PEFC-sertifikaatti. Koska sertifiointi on vapaaehtoista, kaikki metsänomistajat eivät ole osallistuneet sertifiointiin. Sertifikaatit ovat voimassa viisi vuotta. Siitä huolimatta alueilla tehdään seuranta-auditointi vuosittain riippumattoman, ulkopuolisen sertifiointiyrityksen toimesta. Mahdollisista poikkeamista raportoidaan, ja korjaavat toimenpiteet metsänhoidossa on toteutettava, jotta sertifikaatti pysyy voimassa.

Maaillanlaajuisesti sertifioituja metsiä oli vuoden 2014 lopussa noin 450 miljoonaa hehtaaria, mikä on noin 11 prosenttia maailman metsien kokonaispinta-alasta. Puolet sertifioiduista metsistä sijaitsee Euroopassa ja puolet muissa maanosissa. PEFC-järjestelmä on laajimmalle levinnyt: sen mukaisesti sertifioituja metsiä on noin 59 prosenttia sertifioidusta metsäpinta-alasta maailmassa. FSC-järjestelmällä sertifioituja metsiä on 41 prosenttia sertifioidusta maailman metsäpinta-alasta, josta yli puolet sijaitsee Kanadassa, USA:ssa ja Venäjällä.

Standardit avainasemassa

Metsäsertifiointin ytimenä ovat standardit, jotka metsänhoidon on täytettävä sertifikaatin saamiseksi. Suomessa sovelletaan niin sanottua ryhmäsertifiointia, johon sitoutuvat metsäkeskusten toimialueen metsänomistajien ohella myös muut toimijat, kuten metsätyöntekijät, koneyritykset, metsäteollisuusyritykset puun ostajina sekä neuvonta- ja suunnitteluorganisaatiot. Ryhmäsertifiointi on pienmetsänomistusrakenteisessa metsänhoidossa ainoa järkevä ja kustannustehokas menetelmä, sillä useat monimuotoisuusvaatimukset voidaan toteuttaa vain alueellisella tasolla yli tilarajojen. Tällaisia vaatimuksia ovat esimerkiksi kulotus ja lakisääteiset metsien suojelualueet.

Ensimmäiset PEFC-standardit valmistuivat 1997 laaja-pohjaisessa työryhmässä, johon kuuluivat myös useat ympäristötahot. Koska sertifiointia tulee jatkuvasti kehittää, standardit on tarkistettu Suomessa kolme kertaa ja neljäs tarkistus saatiin päätökseen kesällä 2014. Uudet standardit sisältävät 32 mitattavaa kriteeriä, ja ne tulevat käyttöön vuonna 2016 sen jälkeen kun kansainvälinen PEFC on ne hyväksynyt.

Metsäsertifiointin standardit ottavat yhtä aikaa huomioon kestävyiden kolme eri tekijää, toisin sanoen ekologiset, taloudelliset, sosiaaliset ja kulttuuriset tekijät. Tekijät muistuttavat tässä suhteessa kestävä metsätalouden mittareita. PEFC-järjestelmässä käytetään perustana standardien lisäksi FOREST EUROPE -sopimuksen mukaisia paneurooppalaisia kestävä metsätalouden käytännön tason toimintaohjeita. Tämä varmistaa sen, että kestävyiden käsitteellä on yhtenäinen ja laajasti eri toimijoiden hyväksymä merkityssisältö.

Kehittämisenäkymät

Tietotarve metsistä kasvaa jatkuvasti mm. kansainvälisen hiiliraportoinnin (Kioton sopimuksen toimeenpanon seuranta), YK:n biodiversiteettisopimuksen, EU:n ilmastomuutoksen hillinnän (kestävästi tuotettu biomassa) ja suojeltavien luontotyyppeiden ja eliöeläinten säädösten seurannan (Natura 2000 kohteiden seuranta), sekä metsäsopimusten (FOREST EUROPE-prosessi ja maailmanlaajuinen YK:n metsäfoorumi UNFF) seurannan vuoksi.

Myös muut sektorit kuin metsätalous tarvitsevat metsiä koskevia mittareita ja tietoja omaan toimintaansa. Metsä- ja puuraaka-ainetietoja tarvitaan erityisesti biopolttoaineiden valmistuksessa. Rakentamis sektorilla niitä tarvitaan puurakenteiden ja rakentamisen hiilitaseen selvittämisen vuoksi ja terveyssektorilla metsien virkistyspalvelujen ja terveysvaikutteisten aineiden hyvinvointivaikutusten todentamisen vuoksi.

Kestävä metsätalouden mittareilla kerätään monipuolinen ja tasapainoinen kestävyttä koskeva tieto metsistä ottamalla huomioon kaikki kolme kestävyiden elementtiä: ekologia, talous ja sosiaaliset/kulttuuriset näkökulmat (kuva 2). Mittareilla voidaan arvioida aikasarjojen ansiosta metsätalouden tilaa ja sen kehitystä kokonaisuudessaan sekä samalla korostaa tiettyjä metsien erityisominaisuuksia. Myös metsäsertifiointi on tullut jädäkseen, koska sillä voidaan osoittaa puun hankinta- ja jalostusketjun kestävyys käytännön metsänhoidossa.

Kestävyiden mittareita tulee kehittää jatkuvasti. Suurin kehittämistarve on tällä hetkellä puupohjaisten tuotteiden ja metsien hyvinvointivaikutusten ominaisuuksien liittäminen mittareihin kestävä metsien hoidon ja puuraaka-aineen tuottamisen mittareiden rinnalle. Lisäselvityksiä tarvitaan esimerkiksi puutuotteiden elinkaaresta mukaan lukien kierrätys, tuotteen hiilitaseesta (vähähiilisydestä) ottaen huomioon puutuotteen valmistusketju, sekä analyysiä siitä, millaista metsänhoitoa tarvitaan edistettäessä ihmisten virkistytymistä metsäluonnossa. Puuraaka-aineen uusiutuvaus, elinkaari ja kierrätettävyyden sekä vähähiilisyys tulee ottaa mukaan vertailuun yhdenmukaisten mittareiden ja

laskennan kautta kilpailevien raaka-aineiden kanssa, kuten rakentamisessa betonin, kiven ja öljypohjaisten tuotteiden kanssa.

Kestävä metsänhoito on tunnistettu ja sen tason ja laadun mittaaminen onnistuu kestävyden mittareilla. Nykyinen FOREST EUROPE eli pan-eurooppalainen mittarikoelma vaatii silti päivitystä erityisesti metsäbiomassan, ilmastonmuutoksen, ekosysteemipalvelujen sekä muiden kuin puutuotteiden osalta. Päivittämistyö on aloitettu Euroopan eri valtioiden nimeämän asiantuntijatyöryhmän toi-

mesta. Tavoitteena on saada päivitetty mittarikoelma hyväksyttäväksi Euroopan metsäministerikokouksessa Madridissa lokakuussa 2015. Työryhmässä keskustellaan myös yksittäisten indikaattoreiden yhdistämisestä monipuolisemmiksi indikaattoreiksi, jolloin tietoa voidaan tiivistää ja havainnollistaa eri näkökulmien yhteydet. Metsien tilan arviointia varten on niin ikään kehitteillä menettelyjä, joissa indikaattorit luokitellaan kolmeen ryhmään: taustatunnuksiksi, selittäviksi tunnuksiksi ja arvioinnin kohteena oleviksi avainindikaattoreiksi.

Taulukko 1. Kestävän metsätalouden kriteerit ja indikaattorit.

Yleiseurooppalaiset kestävä metsätalouden 6 kriteeriä ovat seuraavat:

- metsävarojen ylläpitäminen ja tarkoituksenmukainen lisääminen sekä metsien merkitys maailmanlaajuiselle hiilenkierrolle
- metsien terveyden ja elinvoimaisuuden ylläpitäminen
- metsien tuotannollisten toimenpiteiden ylläpitäminen ja tarkoituksenmukainen lisääminen
- luonnon monimuotoisuuden ylläpitäminen, suojeleminen ja tarkoituksenmukainen lisääminen metsäekosysteemissä
- metsien suojoitustoimien ylläpitäminen ja tarkoituksenmukainen lisääminen metsien hoidossa
- muiden yhteiskunnallis-taloudellisten toimintojen ja edellytysten ylläpitäminen.

Näihin kuuteen kriteeriin liittyvät sekä kestävä metsätalouden kuvailevat indikaattorit että määrälliset eli mitattavat indikaattorit.

Kuvailevat indikaattorit ovat metsätalouden ohjaukskeinoja, pääosin poliittisia toimenpiteitä kuten lainsäädäntö, kansainväliset sopimukset, kansallinen metsäohjelma, alueelliset metsäohjelmat, metsiä koskevat strategiat kuten biotalousstrategia ja metsien monimuotoisuuden säilyttämisen strategia, EU:n metsästrategia ja direktiivit, metsätalouden tukirahoitus sekä metsätalouden toiminansta vataavat julkiset organisaatiot ja tiedonvälityskeskukset. Kaikkiaan kuvailevia indikaattoreita on 17. Valtiossa harjoitettavan metsäpolitiikan yleisiä periaatteita, ohjaukskeinoja, metsäorganisaatiota ja tutkimusta koskevia indikaattoreita on viisi, ja niiden lisäksi 12 indikaattoria kertoo jokaiseen kuuteen kriteeriin liittyvistä ohjaukskeinoista ja poliittisista järjestelyistä.

Alla olevassa luettelossa on listattu Suomessa käytössä olevat mitattavat, määrälliset indikaattorit.

Kestävän metsätalouden määrälliset indikaattorit kriteereittäin Suomen olosuhteissa.

Kriteeri 1. Metsävarat

Metsäpinta-ala (1.1)
Puuston määrä (1.2)
Metsien ikäluokkarakenne (1.3)
Metsien hiilivarasto (1.4)
Puuperäisten polttoaineiden käyttö (6.9)
Puurakentaminen

Kriteeri 2. Terveys ja elinvoimaisuus

Ilman epäpuhtauslaskelmat (2.1)
Maaperän kemiallinen tila (2.2)
Puiden harsuuntuminen (2.3)
Metsätuhot (2.4)
Ilmastonmuutoksen mahdolliset metsävaikutukset

Kriteeri 3. Tuotanto ja käyttö

Puuston kasvu ja poistuma (3.1)
Vuotuisten hakkuiden määrä ja arvo (3.2)
Metsäsuunnittelun kattavuus (3.5)
Ekosysteemipalvelut
Muut kuin puutuotteet (3.3)
Palvelut, erityisesti virkistyspalvelut (3.4 ja 6.10)

Kriteeri 4. Monimuotoisuus

Puulajikoostumus (4.1)
Metsänuudistaminen (4.2)
Luonnonmetsät (4.3)
Ulkomaiset puulajit (4.4)
Kuollut puuaines (4.5)
Geenivarat (4.6)
Metsäpeite maisematasolla (4.7)
Uhanalaiset metsälajit (4.8)
Suojellut metsät (4.9)

Kriteeri 5. Suojametsät

Metsärajametsät (5.1)
Suojametsät - infrastruktuuri ja hoidetut luonnonvarat (5.2)
Metsätalouden vesistövaikutukset

Kriteeri 6. Yhteiskunnallinen ja taloudellinen merkitys

Metsäsektorin osuus BKT:stä (6.2)
Yksityismetsätalouden puuntuotannon nettotulos (6.3)
Metsien julkiset hyödykkeet (6.4)
Metsäteollisuustuotteiden kulutus (6.7)
Metsäsektorin ulkomaankauppa (6.8)
Metsäsektorin työvoima (6.5)
Työturvallisuus ja -terveys (6.6)
Kansalaisten vaikutus- ja osallistumismahdollisuuksien turvaaminen
Metsäalan tutkimus, opetus ja koulutus
Kulttuuriset ja henkiset arvot (6.11)

Metsäsertifioinnin PEFC standardit

Suomen PEFC-metsäsertifiointijärjestelmän vuonna 2015 käytössä olevat standardit sisältävät 29 kriteeriä, joiden noudattamista seurataan ja arvioidaan riippumattoman, ulkopuolisen sertifiointiyhtiön toimestakulloisenkin metsäkeskuksen toimialueen metsissä. Jokaisen kriteerin kohdalla on täsmällinen määrittely sertifioinnissa tarkistettavista asioista sekä raja-arvot, jotka tulee ylittää. Esimerkiksi sääs-

tö- ja lahopuut-kriteerissä (numero 13) tarkistetaan, että uudistamisalueelle on jätetty vähintään 5-10 säästö- ja lahopuuta hehtaarille, joiden läpimitta on rinnantasolta ainakin 10 cm (lahopuilla 20 cm). Säästö- ja lahopuiksi luetaan myös poikkeukselliset puut kuten petolintujen pesäpuut, suuret kaktajat, palokoropuut sekä pystyssä olevat lahopuut ja kuolleet puut. Nämä vaatimukset ovat kansainvälisessäkin vertailussa poikkeuksellisen korkeat.

Taulukko 2. Kriteerit metsäkeskuksen tai metsänhoitoyhdistyksen tasolla.

- 1: Lakisääteisiä vaatimuksia noudatetaan
- 2: Metsien puusto säilytetään elinvoimaisena hiilinieluna
- 3: Puuston terveydestä huolehditaan
- 4: Metsänuudistamisessa käytetään Suomen luontaiseen lajistoon kuuluvia puulajeja
- 5: Energiapuuta korjataan kestävästi
- 6: Metsäsunnittelulla edistetään metsien kestävä hoitoa ja käyttöä
- 7: Taimikoita hoidetaan puuntuotannon turvaamiseksi
- 8: Yksityismetsien ensiharvennus- ja hankintahakkuuta edistetään puuston kasvukunnon parantamiseksi
- 9: Suojelualueiden suojeluarvot turvataan
- 10: Arvokkaiden elinympäristöjen ominaispiirteet säilytetään
- 11: Suoluontoa säilytetään
- 12: Uhanalaisten lajien tunnetut elinpaikat turvataan
- 13: Säästö- ja lahopuustoa jätetään metsätalouden toimenpiteissä
- 14: Muuntogeenistä metsänviljelyaineistoa ei käytetä
- 15: Metsätiesuunnitelmiin sisältyy ympäristöselvitys
- 16: Tulen hallitulla käytöllä edistetään luonnon monimuotoisuutta
- 17: Vesistöjen ja pienvesien läheisyydessä toimittaessa huolehditaan vesiensuojelusta
- 18: Vesiensuojelusta huolehditaan kunnostusojituskohteilla
- 19: Pohjavesien laatu turvataan metsätalouden toimenpiteissä
- 20: Metsien hoidossa käytetään vain biologisesti hajoavia kasvinsuojeluaineita
- 21: Työntekijöiden osaaminen varmistetaan
- 22: Työturvallisuudesta, työhyvinvoinnista ja tasa-arvosta huolehditaan
- 23: Työnantajavelvoitteita noudatetaan
- 24: Metsänomistajien osaamista edistetään
- 25: Lasten ja nuorten metsätietämystä edistetään
- 26: Jokamiehenoikeudet turvataan
- 27: Metsien monikäyttöedellytyksiä edistetään
- 28: Porotalouden toimintaedellytykset turvataan
- 29: Saamelaiskulttuurin ja saamelaisten perinteisten elinkeinojen toimintaedellytykset turvataan saamelaisten kotiseutualueella saamelaisten kestävä kehityksen mukaisesti.

Kirjallisuus

- Baycheva, T., Inhaizer, H., Lier, M., Prins, K. & Wolfslehner, B. 2013. Implementing Criteria and Indicators for Sustainable Forest management in Europe. European Forest Institute. 128 s. http://www.ci-sfm.org/uploads/CI-SFM-Final_Report.pdf
- Kantola, M., Leikola, M., Parviainen, J. ja Sipilä, A. 2000. Tiedätkö metsistä Suomessa ja Euroopassa. Kustannusosakeyhtiö Tammi. 232 s.
- Parviainen, J. 2003. Diversity of Certification Schemes in Europe, in the Face of Management Diversity. Julkaisussa: The Nature and Culture of Forests. Implications of Diversity for Sustainability, Trade and Certification. Rolfe, T.J. (toim.). Proceedings of a conference held at the University of British Columbia, May 10-12, 2001. Institute of European Studies, University of British Columbia. s. 159-166.
- Parviainen, J. 2009. Nachhaltige Waldbewirtschaftung und steigende Ansprüche der Gesellschaft in Europa. Julkaisussa: Thees, O. & Lemm, R. (toim.). Management zukunftsfähige Waldnutzung. Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft. Birmensdorf. s. 649-674.
- Parviainen, J., Furu, P. & Kretsch, C. 2010. Tools for assessment of human health dimensions in forests. Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen 161(3). s. 114-119. [Linkki](#)
- Parviainen, J. 2010. Sustainable forest management (SFM) and biological diversity under changing needs of society - an example from the European situation. In: Koizumi, T., Okabe, K., Thomson, I., Sugimura, K., Toma, T. & Fujita, K. (toim.). The Role of Forest Biodiversity in the Sustainable Use of Ecosystem Goods and Services in Agro-Forestry, Fisheries, and Forestry. Proceedings of International Symposium for the Convention of Biological Diversity, April 26-28, 2010, Tokyo, Japan. Forestry and Forest Products Research Institute, Ibaraki, Japan. s. 78-85. [Linkki](#)
- Parviainen, J. ja Västilä, S. 2011. Suomen metsät 2011. Kestävä metsätalouden kriteereihin ja indikaattoreihin perustuen. Maa- ja metsätalousministeriö ja Metsäntutkimuslaitos. 5/2011. Valtioneuvosto. 96 s. <http://www.metla.fi/metinfo/kestavyys/>
- State of Europe's Forests 2011. Status and Trends on Sustainable Forest Management in Europe. FOREST EUROPE, UNECE and FAO. 337 s. [Linkki](#)



3

TUOTANTOPALVELUT

3.1 Vesi ja puiden juuret

Vesi ja vesivarat

Sirpa Piirainen

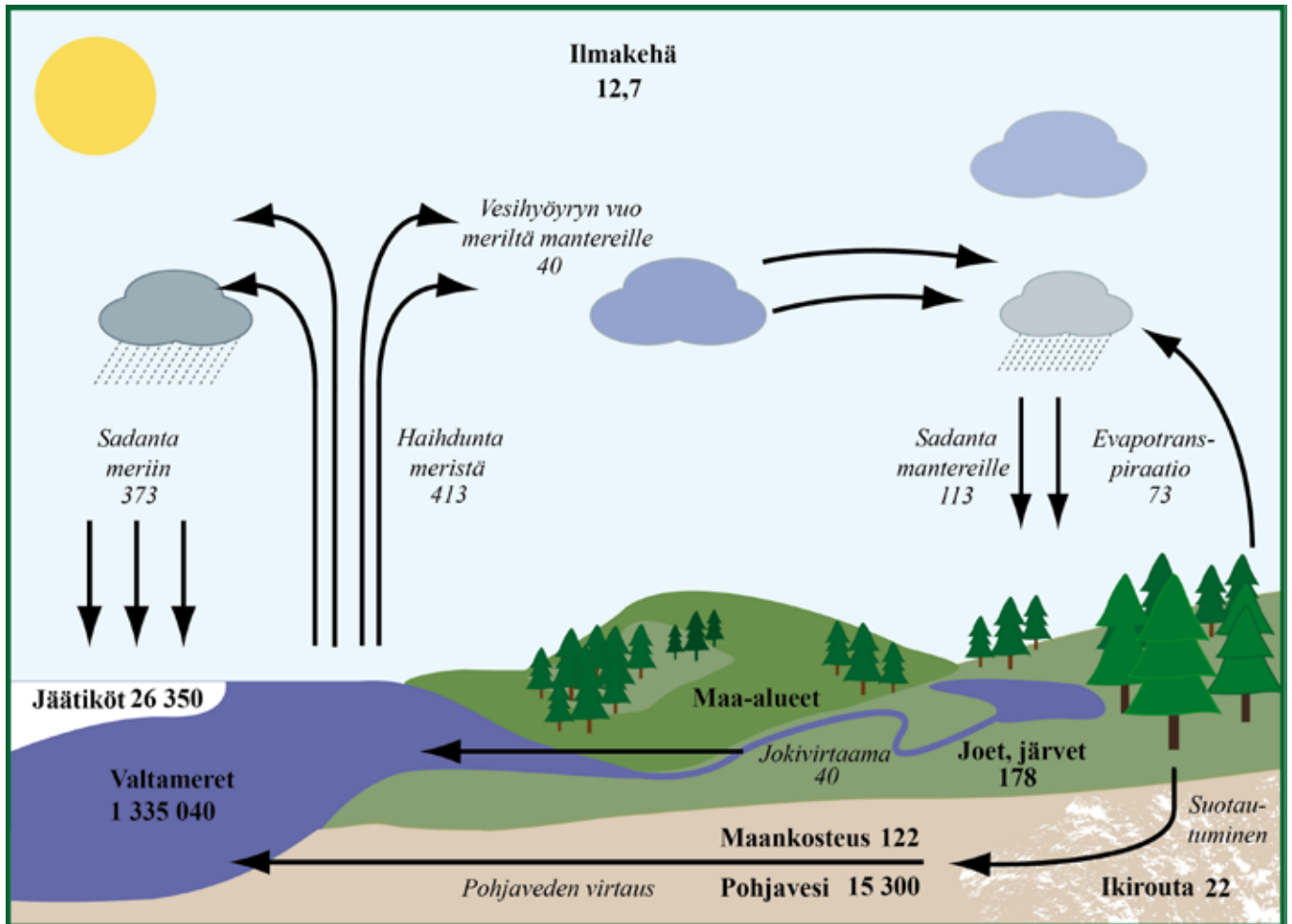
Globaalit veden varastot ja kiertokulku

Maapallolla on vettä $1\,377 \cdot 10^6$ km³, mutta suurin osa siitä on suolaista vettä. Maan veden varastot ovat vain noin 2,5 % maapallon koko vesimäärästä. Jäätiköillä ja pysyvän lumen alueilla makeasta vedestä on 68,9 %, pohjaveteenä maa-alueilla 29,9 %, maankosteutena, ikiroutana sekä soissa 0,9 % ja loput 0,3 % järvissä sekä virtavesissä, mm. joissa. Pohjavesiin, järviin ja virtavesiin varastoitunutta vettä kutsutaan uusiutuviksi vesivaroiksi. Vesivarannot eivät ole jakautuneet maapallolle tasan. Pohjoisen pallonpuoliskon havumetsävyöhykkeellä ja päiväntasaajan sademetsävyöhykkeellä makeaa vettä on runsaasti, mutta on arvioitu, että noin kolmannes maapallon väestöstä elää alueilla, joilla vedestä on ajoittain pulaa, ja noin 450 miljoonaa elää vakavan vedenpuutoksen vaivaamilla alueilla.

Vesi, jäätiköitä lukuun ottamatta, on maapallolla jatkuvasti liikkeessä (kuva 1). Vettä haihtuu meristä, järvestä ja maa-alueilta sekä kasvillisuuden haihdunnan kautta ilmakehään vesihöyryksi, josta se sateen mukana sadantana palautuu takaisin maahan ja meriin. Maa-alueilla vesi, jota kasvillisuus ei ole käyttänyt, suoutuu maahan ja edelleen pohjaveteen, puroihin ja jokiin, joista se liikkuu virtaamana järviin ja edelleen meriin. Myös pohjavesi on jatkuvassa hitaassa liikkeessä ja purkautuu vesistöihin. Koska merten pinta-ala on huomattavasti suurempi kuin maa-alueiden, suurimmat vesivirrat ovat haihdunta meristä ja sadanta meriin. Vesivirtojen mukana kulkeva vesi on aina makeaa vettä.

Vesivirtojen määrää kuvataan erilaisilla suureilla, joilla on erilaiset yksiköt. Sadanta tai sademäärä on tietyllä alueella tietyssä ajassa satanut vesimäärä millimetreinä ilmaistuna, eli lumisadekin muutetaan sulaneeksi vesimääräksi. Yhden millimetrin sademäärä vastaa yhtä litraa vettä neliometrille. Aikayksikkönä voidaan käyttää tuntia (esim. mm/h), kuukautta, vuotta jne. Myös haihdunnan yksikkönä käytetään millimetriä aikayksikössä. Virtavesien kuljettamaa vesimäärää uomassa kuvataan muun muassa virtaamalla (tilavuusvirta), jonka yksikkö on kuutiota sekunnissa (m³/s). Virtaaman määrä uomassa voi vaihdella tunneittain, vuorokaudenajoittain, vuodenajoittain ja vuosittain esimerkiksi sateisuuden, lumensulamisen nopeuden tai haihdunnan vaikutuksesta. Myös sanaa valuma käytetään, kun kuvataan tietyltä valuma-alueelta purkautuvaa veden määrää eli virtaamaa pinta-alayksikköä kohti (l/s/km²). Lisäksi sanaa valunta käytetään kuvaamaan tietyltä valuma-alueelta purkautuvaa veden määrää millimetreinä halutussa aikayksikössä. Sadanta ja valunta ilmaistaan siis samoilla yksiköillä. Niiden erotuksena voidaan laskea valuma-alueen haihdunta, jos oletetaan, ettei alueen vesivarastoissa tapahdu muutosta. Virtaus-käsite on yleinen termi ja sitä voidaan käyttää niin veden, ilman kuin kiinteän aineen liikkeiden kuvaamiseen.

Suomi on jokien ja purojen maa, niiden yhteenlaskettu pituus on yli 100 000 km. Kuvassa Kermankoski Heinävedellä. Kuva: Erkki Oksanen, Luke.



Kuva 1. Kaavio veden globaalista kiertokulusta. Vesivarastot (10^3 km^3) on esitetty vahvennetulla fontilla ja vuotuiset vesivirrat ($10^3 \text{ km}^3/\text{a}$) kursivilla. Mukailtu Trenberth et al. (2007) perusteella.

Suomen vesivarat

Suomessa makean veden varastot ovat runsaat. Maassamme on 56 000 yli yhden hehtaarin suuruista järveä ja noin 6 000 talousvesikäyttöön soveltuvaa pohjavesialuetta. Makean veden varastoiksemme on arvioitu noin 930 km^3 , mutta suurin osa siitä on vaikeasti hyödynnettävää, kallio- ja maaperän varastoissa olevaa vettä. Helposti hyödynnettävässä pintavesivarastossa, pääasiassa järvissä, vedestä on noin neljännes, pohjavedenä noin 0,2 % ja suurin osa (kolme neljänestä) virtavesissä. Taulukossa 1 on esitetty kuusi Suomen suurinta järveä, joiden yhteenlaskettu vesimäärä on 69 km^3 . Suomen yhteenlasketut vuosittain uusiutuvat vesivarat ovat 110 km^3 , josta pohjaveden osuus on 2 % - suurin osa on siis jokien valuntaa. Vettä myös tulee Suomeen rajajokien kautta Ruotsista 3 km^3 :a vuodessa ja vastaavasti lähtee 27 m^3 Norjan ja Venäjän puolelle. Vuosittain uusiutuviissa vesivaroissa omavaraisuusaste on 97 %. Suomen suurimmat joet, virtaaman perusteella, on esitetty taulukossa 2. Näiden jokien kautta kulkee lähes 70 % uusiutuviista vesivaroistamme. Kaikki taulukossa 2 esitetyt joet, Tornionjokea lukuun ottamatta, on valjastettu myös sähköenergiantuotantoon, joten

niiden pää- tai sivu-uomien virtaamaa säännöstellään viranomaisten voimavaroille myöntämien lupien mukaisesti.

Sateet ylläpitävät vesivarojamme. Keskimääräinen sadanta eli sademäärä Suomessa on 181 km^3 vuodessa. Suomen vuosittainen sadanta vaihtelee Etelä-Suomen 750 millimetristä Pohjois-Suomen 400 millimetriin. Kasvukauden aikana sataa noin 50–60 % koko vuoden sadannasta, ja lumena sataa keskimäärin koko maan alueella noin 20 %. Joulun- ja maaliskuussa sateet tulevat pääosin lumena ja kertyvät lumipeitteeksi maan pinnalle. Sateisimpia kuukausia ovat heinä- ja elokuu ja vähäsateisimpia helmi- ja maaliskuu. Sadannasta poistuu haihtumalla ja kasvillisuuden haihuttamana vuosittain noin 40 %.

Veden käyttö ja laatu

Runsaista vesivaroista huolimatta makeaa vettä käytetään Suomessa maltillisesti. Vuosittain vesilaitokset jakavat vettä $0,408 \text{ km}^3$ ja teollisuus suurimpana vedenkäyttäjänä käyttää sitä $2,3 \text{ km}^3$. Lisäksi teollisuus käyttää vuosittain merivettä noin $5,8 \text{ km}^3$ enimmäkseen jäähdytykseen. Euroopassa iso osa käytetystä vedestä menee kasteluun (24 %) ja Etelä-Eu-

Taulukko 1. Suomen suurimmat järvet ja niiden vesitilavuus sekä pinta-ala.

	Tilavuus, km ³	Pinta-ala, km ²
Saimaa	14,8	1 377
Inarijärvi	15,5	1 084
Päijänne	15,4	1 083
Pielinen	9,0	894
Oulujärvi	6,2	887
Pihlajavesi	8,1	713

roopan maissa jopa yli 80 %. Suomessa kastelun osuus veden käytöstä on vain 3 %.

Uusiutuvan veden määrään suhteutettuna Suomessa käytetään vettä 1,5 % vuotuisesta määrästä, ja asukasta kohti tämä tarkoittaa 309 m³ vuodessa. Laskennallisesti jokainen asukas voisi käyttää uusiutuvaa vettä 20 400 m³/vuosi. Veden jakelu on Suomessa hyvin organisoitu ja väestöstä 80 % saa talousvetensä vesilaitosten kautta. Pohjavesiesiintymät ja keinotekoiset pohjavesivarannot, nk. tekopohjavedet, ovat merkittäviä veden hankinnan kannalta, sillä vesilaitokset jakavat niiden vettä noin 0,3 km³ vuosittain, mikä vastaa 60 % vesilaitosten jakamasta talousvedestä. Pohjaveden laatu on Suomessa keskimäärin erittäin hyvää, ja järvistämmekin 85 % ja joista 65 % on joko hyvässä tai erinomaisessa ekologisessa tilassa. Hyvästä tai erinomaisesta laadusta huolimatta pohja- ja pintavedet eivät sellaisenaan sovi jaettavaksi talousvedeksi, vaan vesilaitoksella veden pH säädetään sopivaksi, orgaaninen aines poistetaan saostuksella ja suodatuksella sekä mikrobit ja bakteerit poistetaan otsonoinnilla. Lisäksi veteen lisätään hiilidioksidia, joka lisää veden emäksisyyttä ja vähentää korroosiota putkistoissa. Lopuksi vesi suodatetaan aktiivihiihiin suodattimen läpi ja desinfioidaan ultraviolettivalolla.

Pohjavesi

Juomakelpoinen pohjavesi on yksi tärkeimmistä metsiämme ekosysteemipalveluista. Pohjavettä muodostuu ja esiintyy kaikenlaisilla mailla, myös soilla. Yhdyskuntien veden hankinnan kannalta merkittävimpiä ovat nk. akviferit eli pohjavesiesiintymät. Nämä varsinaiset pohjavesialueet esiintyvät harjuilla, deltoilla ja reunamuodostumilla, jotka muodostuvat viimeisen jääkauden aikana. Laaja-alaisimpia näistä ovat Salpausselät. Maa-aines on näissä esiintymissä lajittunutta soraa, hiekkaa tai karkeaa hietaa, maakerrokset ovat paksumia, useita kymmeniä metrejä, ja maa-aineksen vedenläpäisevyys on hyvä. Myös moreenimailla muodostuu talouskäyttöön soveltuvaa pohjavettä, ja haja-asutusalueiden yksittäiset kaivot ovat pääasiassa tällaisen veden varassa. Moreenimailla maakerrokset ovat yleensä ohuempia kuin lajittuneilla mailla ja niiden maa-aines on hienompaa, jolloin myös vedenläpäisevyys on hitaampaa. Moreenimaiden pohjavesivarat ovat huomattavasti pienemmät kuin akviferien ja veden riittävyys voi olla moreenimaiden kaivoissa ongelma.

Taulukko 2. Suomen suurimmat joet ja niiden virtaama, valuma-alueen koko ja vuosivalunta.

	Päivittäinen virtaama, keskiarvo, m ³ /s	Valuma-alueen koko, km ²	Valunta, km ³ /a
Vuoksi	610	61 100	19
Kemijoki	560	51 000	18
Tornionjoki	380	40 200	12
Kymijoki	290	37 200	9
Kokemäenjoki	240	27 100	8
Oulujoki	260	22 900	8

Talven aikana kertyneen lumen sulaminen keväällä ja sulamisveden suotautuminen maakerrosten läpi on merkittävin pohjavesivarastoja täydentävä hydrologinen tapahtuma. Talven aikana pohjaveden pinta laskee, koska pohjavesi valuu painovoiman vaikutuksesta kohti vesistöjä. Myös kesällä pohjaveden pinta laskee, koska vain pieni osa kesäateista ehtii suotautua pohjaveteen saakka. Osa kesäateista jää jo puiden lehvästöön nk. latvuspidäntänä eli interseptiona ja haihtuu (evaporaatio) takaisin ilmakehään. Metsikkösadanta eli latvuksen alapuolelle satavan veden osuus vaihtelee puulajeittain: kuusi runsasoksaista pidättää tehokkaimmin sadantaa, kuusikon alle sataa 65–70 % vapaasta sadannasta. Koivikoissa ja männiköissä latvuspidäntä on heikompa ja metsikkösadannan osuus on 75–80 % vapaasta sadannasta. Lisäksi pintakasvillisuuden lehvästö pidättää sadantaa. Suurin osa kasvukauden aikaisten sateiden vedestä haihtuu kasvillisuuden vedenoton kautta (transpiraatio) takaisin ilmakehään. Vuositasolla kasvillisuus haihduttaa evapotranspiraation kautta noin puolet sadannasta. Kun evapotranspiraatio syksyllä pienenee, sadannasta suurempi osa imeytyy taas maahan ja pohjaveteen täydentäen vesivarastoja. Kaikki maahan suotautuva vesi ei päädy pohjavedeeksi, vaan osa vedestä liikkuu kyllästymättömässä maakerroksessa nk. pinta-kerrosvaluntana kohti uomaa. Lumen sulamisvedet ja rankkasateet voivat päätyä uomiin pinta-kerrosvaluntana myös maan pintaa pitkin. Talven ja syksyn sademäärillä on suurin merkitys pohjaveden määrään. Vuositasolla pohjavesialueisiin voi sora-alueilla suotautua 60–75 % koko vuoden sademäärästä. Moreenialueilla suotautuvan veden osuus on tyypillisesti 10–30 %.

Kallioperästä johtuen pohjaveden laatu vaihtelee. Muutamien aineiden, kuten raudan, mangaanin ja fluoridin sekä paikoitellen radonin, pitoisuudet ylittävät käyttövedelle asetetut suositukset. Pohjavesi on myös hapanta (pH keskimäärin 6,2–6,4) verrattuna ohjearvoihin (6,5–9,5). Koska Suomen pohjavesialueet ovat suhteellisen pienialaisia ja niiden maakerrokset eli suotautumiskerrokset ovat suhteellisen ohuita pidäytymismekanismien näkökulmasta, pohjavedet pilaantuvat helposti ihmistoiminnan vaikutuksesta. Pohjaveden puhdistuminen on myös hidasta, ja pienetkin määrät esim. liuottimia tai öljyjä estävät talousveden käytön. Vuonna 2013 riskialttiita pohjavesialueita oli 350 ja noin 100 aluetta oli luokiteltu vedenlaadultaan huonoksi. Pohjaveden tilalle

riskiä aiheuttavat mm. teollisuusalueet, pilaantuneet maa-alueet, tie- ja raideliikenne, soranotto ja kotieläintalous.

Lait suojaavat pohjaveden laatua ja määrää sekä ehkäisevät pilaantumista. Ympäristösuojelulain on ehdoton pohjaveden pilaamiskielto (YSL 8. §) ja pilaantuneen pohjaveden puhdistamisvelvollisuus (YSL 75. §). Lisäksi kunnat voivat ympäristösuojelulain perusteella antaa omia ympäristösuojelumääräyksiä pohjavesialueille (YSL 19. §). Myös vesilaissa säädellään pohjavedenoton tai imeytyksen luvanvaraisuutta (VL 2. §, 3. §), ja vesilailla voidaan rajoittaa vedenottoon käytetyn pohjavesialueen muuta maankäyttöä (vedenottamon vesioikeudelliset suoja-alueet, VL 4:11 §). Muutoin pohjavesialueet, jotka soveltuisivat vedenhankintaan, eivät ole suoje-lualueita. Luokiteltujen alueiden pohjavesiä suojellaan lisäksi vesipuidedirektiivillä (2000/60/EY) ja pohjavesidirektiivillä (2006/118/EY) ja niihin liittyvillä kansallisilla valtioneuvoston asetuksilla (341/2009 ja 342/2009). Myös maa- ja metsätalousterministeriön Vesitalousstrategia 2011-2020 suojelee ja parantaa pohjaveden laatua. Lisäksi pohjavesialueilla voi olla kunnallisia ja vapaaehtoisia suojelusuunnitelmia, jotka ovat luonteeltaan ohjaavia, mutta ne voivat sisältää yksityiskoh-taisia toimintaohjeita mm. metsätaloudelle.

Metsätalous ja pohjavesi

Metsätalous on luokiteltujen pohjavesialueiden pääasiallinen (75 %) maankäyttömuoto, vaikkakin niillä on myös peltoja, asutusta, teollisuutta ja liikennealueita. Puusto ja pinta-kasvillisuus vaikuttavat pohjavesialueen hydrologiaan: lumen määrä ja vesiarvo metsässä ovat noin neljänneksen pienempiä kuin aukealla, ja myös kasvillisuuden haihdunta pienentää pohjaveteen suotautuvaa vesimäärää. Kasvillisuus vai-kuttaa myös maahan suotautuvan veden laatuun. Latvustosta huuhtoutuu kuivalaskeuman mukana tulleita aineita, kuten rikkiä ja typpeä, lisäksi neulasista ja lehdistä huuhtoutuu muun muassa hiiltä ja kaliumia metsikkösadantaan. Typpeä myös pidättyvä latvustoon, muun muassa epifyytteihin (lupot, jäkälät). Sadeveden laatu muuttuu edelleen sen kul-kiessa pintakasvillisuuden läpi. Humuskerroksessa sijaitsee pääosa puiden ja pintakasvillisuuden hienojuurista, joiden veden ja ravinteidenotto muuttaa suotautuvan veden mää-rää ja koostumusta. Humuskerroksen läpi pääsee noin 60 % metsikkösadannasta. Orgaanisen hiilen määrä lähes kaksin-kertaistuu sekä kalsiumin ja magnesiumin määrät lisäänty-vät (40-60 %), mutta epäorgaanisten tyyppiyhdisteiden (am-monium- ja nitraattityppi) sekä rikin määrä vähenevät met-sikkösadantaan verrattuna. Hiili ja muut suotautuvat ravin-teet pidättyvät kivennäismaakerrokseen tehokkaasti erilai-sien prosessien kautta. Hiili, fosfori ja rikki pidättyvät podso-limaannokselle tyypilliseen rikastumiskerrokseen yhdessä raudan ja alumiinin kanssa, ja emäskationit pidättyvät maa-hiukkasten pinnoille kationinvaihtoreaktioiden kautta. Nit-raattityppi on ravinteista huonoimmin pidättyvä, ja jos sitä on ylimäärin, eivätkä kasvit pysty kaikkea käyttämään, sitä voi huuhtoutua pohjaveteen saakka. Metsämaissamme nit-raatin muodostumista hillitsee happamuus.

Metsänkäsittelytoimenpiteet, kuten kasvatus- ja uudista-mishakkuut, vähentävät kasvillisuuden biomassaa ja lisäävät maan kuolleeseen orgaaniseen aineeseen määrää. Varsinkin uudis-tamishakkuiden ja niihin liittyvän maanmuokkauksen jälkeen ravinnehuuhtoumat voivat kasvaa. Pohjavesialueilla tehdyis-sä tutkimuksissa pohjaveden kohonneita nitraattipitoisuuksia on havaittu, mutta pitoisuudet ovat olleet huomattavas-ti alle käyttövesisuositusten. Hakkuut ovat vain lyhytaikai-nen häiriö, ja uuden puusukupolven sekä pintakasvillisuu-den kehittyminen palauttavat ravinnekierron taas suljetuk-si. Metsätalouden vesiensuojeluohjeissa pohjavesialueiden erikoisluonne ja tärkeys on otettu huomioon. Pohjavesialueil-la ei tehdä ojituksia, kulotuksia, lannoituksia tai voimakkaita maanmuokkauksia, eikä hakkuutähteitä tai kantoja kerätä. Myös torjunta-aineiden käyttö on kielletty. Lisäksi metsäko-neissa suositellaan käytettäväksi suoja-aitaita ja kasvipo-hjaisia öljyjä, eikä koneita huolleta pohjavesialueilla. Koneis-sa suositellaan säilytettäväksi myös öljyvähinkojentorjun-takalustoa. Suositukset ovat osittain myös sitovia, jos halu-taan tuottaa puuta FSC- tai PEFC-sertifiointien mukaisesti. Puun- ja pohjavedentuotanto eivät ole toisiaan poissulkevia metsiemme ekosysteemipalveluja.

Kirjallisuus

- Mannerkoski, H. 2012. Metsien ilmastolliset ja hydrologiset suo-javaikutukset. Itä-Suomen yliopisto, metsätieteiden osasto. Silva Carelica 57. 295 s. ISBN: 978-952-61-0819-3
- Mälkki, E. 1999. Pohjavesi ja pohjaveden ympäristö. Tammi. 304 s.
- Piirainen, S. 2002. Nutrient fluxes through a boreal coniferous forest and the effects of clear-cutting (väitöskirja). Metsän-tutkimuslaitoksen tiedonantoja 859. 50 s. ja 5 osajulkaisua. <http://urn.fi/URN:ISBN:951-40-1839-7>
- Trenberth, K. E., Smith, L., Qian, T., Dai, A. & Fasullo, J., 2007. Esti-mates of the global water budget and its annual cycle using observational and model data. Journal of Hydrometeorology 8(4): 758-769. <http://dx.doi.org/10.1175/JHM600.1>

Juurten ekosysteemipalvelut

Tapani Repo, Marja Roitto, Anna Korhonen ja Tarja Lehto

Otsikko voi vaikuttaa erikoiselta, jopa absurdilta. Voivatko juuret ja erityisesti puiden juuret tuottaa ekosysteemipalveluja? Ovatko ne luotu jonkun palvelijoiksi ja ketkä mahtavat olla asiakkaita? Jos kysymyksen juurien ekosysteemipalveluista kääntää kysymykseksi siitä, mitä hyötyä on puiden juurista ja minkälaisia hyödykkeitä ihminen voi suoraan tai välillisesti saada juurista, silloin on mahdollista löytää erilaisia vastauksia. Artikkelissa käydään läpi niitä puiden juuriin liittyviä seikkoja, jotka merkittävästi vaikuttavat ihmisten toimintaan ja sitä kautta ovat määriteltävissä juurien tuotamiksi ekosysteemipalveluiksi.

Ekosysteemipalvelu-käsitteen avulla pyritään arvotamaan ekosysteemin ihmisille tuottamat aineelliset ja aineettomat tuotteet ja arvot. Ekosysteemipalvelut kattavat ravinnon ja muiden hyödykkeiden tuottamiseen, ympäristöön, virkistykseen sekä niiden ylläpitoon liittyviä asioita. Puut ovat keskeinen osa metsäekosysteemiä ja sen tuottamia palveluja. Metsäekosysteemi puineen ei kuitenkaan ole ainoastaan sitä, mitä näemme liikkeessämme metsässä ja nauttiessamme metsän tarjoamista antimista. Merkittävä osa metsäekosysteemiä, juuret mukaan lukien, on silmin näkymättömissä maan alla.

Voivatko puut kasvaa luonnossa ilman juuria? Vastaus on ei. Eräiden teorioiden mukaan kasveillakin olisi aivoiksi luokiteltavat osat ja niiden sijaintipaikka olisi juurenkärsissä. Vaikka kasvien aivoja ei ole pitävästi pystytty osoittamaan samassa mielessä kuin selkärangkaisilla eläimillä, tällaisen keskusohjausyksikön tai aistinelimen mahdollinen olemassaolo ja sijoittaminen juuriin viittaavat juurien keskeiseen rooliin myös puiden toiminnassa ja sen myötä niiden tuottamissa ekosysteemipalveluissa.

Juuret vastaavat puiden veden ja ravinteidenotosta

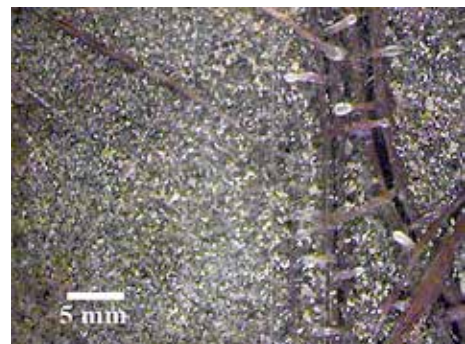
Juurten tärkein tehtävä on veden ja ravinteidenotto. Tästä toiminnasta vastaavat lähinnä alle kaksi millimetriä paksut ohutjuuret ja erityisesti sienijuuret, joita kutsutaan myös mykorritsoiksi (kuva 1). Sienijuuret ovat ohutjuurten ja sienten muodostama symbioosi, jota ilman monet puulajit eivät pystyisi lainkaan tulemaan toimeen. Tässä symbioosissa sieni ottaa maasta ravinteita, jotka puu siirtää kuljetussysteeminsä kautta maanpäällisiin kasvosinisiin. Sieni taas saa puulta yhteytystuotteita omaan kasvuunsa. Sienijuurisymbioosin tuloksena muodostuu myös itiöemiä, joita kansankielellä kutsutaan sieniksi. Niiden keruuseen liittyvä hyötyliikunta, siitä saatava virkistys sekä sienten käyttö ravinnonlähteenä ovat tärkeitä juurien tarjoamia ekosysteemipalveluja.

Juuret pitävät puut pystyssä

Puiden pitäminen pystyssä on yksi tärkeimpiä juurten tehtäviä, jonka hoitavat pääosin tanakat paksujuuret. Lisäksi ohutjuuret sienirihmastokytkeineen laajentavat merkittävästi maan ja juuriston välistä kontaktipintaa. Samalla paranevat juurten kyky ottaa vastaan tuulien ja lumikuormien runkoon ja lehvästöön kohdistama vääntömomentti, jolloin puut pysyvät paremmin pystyssä. Eräät ruohovartisiksi luokiteltavat bambulajit voivat kasvaa hyvinkin kookkaiksi käyttämällä vain vähän resursseja juurten kasvuun, silloin kun sekä veden että ravinteidenotto maasta on turvattu. Tällaisesta kasvutavasta on seurauksena, että rungot eivät pysy pystyssä ilman ympäröivien kasvien antamaa tukea. Samanlainen kasvutapa ei onnistu pitkäikäisillä metsäpuilla, joihin kohdistuu pitkän kiertoajan aikana monenlaisia rasituksia.

Juuret hiilivarastona ja osana hiilen kiertoa

Suotuisa kasvu edellyttää tasapainoa puiden maanpäällisten osien ja juurten välillä. Puu käyttää elinkaarensa aikana suuren osan yhteyttämistuotteistaan juurten kasvuun ja uusiutumiseen. Arvioiden mukaan 20–40 prosenttia metsien kokonaisbiomassasta on juurissa. Euroopan lauhkean vyöhykkeen metsien kokonaisbiomassan on arvioitu olevan noin 220 tonnia hehtaarilta, josta 52 tonnia on paksujuurissa ja 2,4 tonnia ohutjuurissa. Juurten kasvu ja ylläpito edellyttää fotosynteesin mahdollistamaa hiilivirtaa ilmakehästä. Huomattava osa biomassaan varastoituneesta hiilestä pysyy juurissa, kunnes puu juurineen kuolee. Sen jälkeen tai ihmisen tekemän hakkuun seurauksena juuriin varastoitunut hiili vapautuu, jolloin osa hiilestä jää maahan ja osa vapautuu takaisin ilmakehään.



Kuva 1. Monet juurten ekosysteemipalvelut liittyvät ohutjuurien toimintaan. Kuvassa on männyn ohutjuuria juurikameralla kuvattuna. Kuva: Eija Koljonen.

Vaikka ohutjuuriin sitoutuneen biomassan osuus puiden kokonaisbiomassasta on melko vähäinen, on ohutjuurien merkitys puiden kasvun ja metsäekosysteemin hiilen kieron kannalta on selvästi suurempi. Arvioiden mukaan jopa 75 prosenttia puiden vuotuisesta yhteyttämistuotoksesta käytetään ohutjuurten kasvuun. Ohutjuuret ovat suhteellisen lyhytikäisiä, ja niiden elinajat vaihtelevat riippuen kasvupaikasta, puulajista, maan ja ilman olosuhteista. Lyhytikäisyyden takia ohutjuurissa tapahtuu jatkuvaa syntymistä, kuolemista ja hajoamista - jos olosuhteet niin sallivat. Sienijuuria on paljon, esimerkiksi boreaalisessa kuusimetsässä on noin kaksi miljoonaa juurenkärkeä neliometrillä. Juurien suuri määrä sekä lyhyt elinaika tarkoittavat huomattavaa hiilivirtaa, kun juurikarike jää maahan. Pohjoiskarjalaisessa 50-vuotiaassa kuusikossa haaroittumattomat osat ohutjuuria, jotka yleensä ovat myös sienijuurellisia, elävät keskimäärin 300 päivää. Sen sijaan haaroittuneiden, pitkäjuuriksi luokiteltujen ohutjuurten keskimääräinen elinaika oli 420-465 päivää. Osana hiilen kiertokulkua ohutjuuret hyödyttävätkin ekosysteemiä merkittävästi, mitä voidaan pitää yhtenä hienojuurten tuotamana ekosysteemipalveluna.

Hyvä juurien toiminta - parempi puun laatu

Juurten ja verson välinen epätasapaino yhteyttämistuotteiden jakaantumisessa tarkoittaa yleensä kasvun heikkenemistä, kasvutappioita ja biomassan laadun huononemista. Tällaisen epätasapainon voivat aiheuttaa esimerkiksi erilaiset ympäristöstä johtuvat stressitekijät, kuten äärevät sääolot (kuivuus, märkyys, kylmyys) tai tuholaiset. Epätasapaino voi aiheutua myös ravinteiden saatavuuden heikkenemisestä, kun metsistä koottava puubiomassa, hakkuutähteet ja kannot mukaan lukien, hyödynnetään energialähteenä entistä tarkemmin. Tällaisista tekijöistä johtuvat mahdolliset kasvutappiot ja puuaineksen laadun heikkeneminen ilmenevät vasta pitkän ajan kuluessa. Hyvä puun laatu toisaalta parantaa puuteollisuuden kannattavuutta, tuotteiden menekkiä ja arvoa. Näin ollen ilman juurien tehokasta toimintaa ei voida saavuttaa hyvää puuntuotosta ja laadukasta biomassaa.

Ohutjuuret metsien toimivan vesi- ja ravinnetalouden takana

Globaalisti vettä haihtuu vuosittain maa-alueilta noin 75 000 km³, josta kasvillisuuden kautta tapahtuva ilmarakohaihdunta eli transpiraatio on noin puolet. Loppuosa haihdunnasta on maanpintaan (30 %) sekä latvuksiin ja pintakasvillisuuteen (20 %) pidättäytyntä vettä. Suomen oloissa metsikön vuotuinen ilmarakohaihdunta voi kasvupaikasta, puustosta ja kasvukaudesta riippuen olla jopa puolet sadannasta. Ilmarakojen kautta haihtuva vesi otetaan juurten kautta. Juurten vedenotolla ja latvuksen kautta tapahtuvalla haihdunnalla on tärkeä merkitys metsikön vesitalouden kannalta, erityisesti sellaisilla kasvupaikoilla, joilla korkea pohjaveden pinta on puiden kasvun kannalta ongelmallinen. Vaikka sienijuurten, ohutjuurten ja paksujuurten kautta otettavan veden osuusia ei tarkkaan tiedetä, on oletettavaa, että suurin osa ilmarakohaihdunnan vedestä otetaan ohutjuurien kautta. Hyvin

toimiva juuristo voi siten edistää puiden kautta tapahtuvaa haihduntaa ja kuivattaa maata, jolloin maan märkyys säilyy juurten toiminnan ja puiden kasvun kannalta siedettävänä. Puut ottavat maasta myös elintoimintoihinsa tarvittavat ravinteet suurimmaksi osaksi sienijuurten avulla, sillä sienijuuret pystyvät ottamaan ravinteita myös sellaisissa muodoissa, jotka eivät ole pelkille juurille saatavilla. Ilman juurten aktiivista toimintaa ravinnepäästöt vesistöihin ja pohjaveteen olisivat suuremmat.

Juuret ja veden kiertokulku

Juurten ottamasta kokonaisvesimäärästä vain muutama prosentti käytetään yhteyttämiseen. Loput menevät ilmarakohaihdunnan kautta ilmakehään ja edelleen globaaliin hydrologiseen kiertoon. Metsäekosysteemien kautta tapahtuva haihdunta vaikuttaa merkittävästi ilmastosäätelyyn. Koska haihduntaan käytetään suuri osa ekosysteemiin sitoutuvasta auringon säteilyenergiasta, juurten ja maanpäällisten kasvinosien toiminta vaikuttavat muiden muassa maan pintalämpötiloihin ja muihin mikroilmaston suureisiin. Lisäksi puiden juuret yhtenä hydrologisen kierron osana toimivat suodattimina, joiden avulla maahan joko sadantana tai erilaisina päästöinä kulkeutunut vesi puhdistuu, kun juurten kautta otettu vesi ilmarakohaihduntaan höyrystyy ilmakehään. Maahan tunkeutuvat juuret muodostavat myös vesikanavia, joiden kautta määrättyissä olosuhteissa ylimääräinen vesi voi valua syvempiin maakerroksiin. Juurten ulkopinnat voivat kuivina aikoina myös toimia kanavina, joiden kautta syvemmällä maassa olevaa vettä voi nousta pintamaahan. Tämä vesi kostuttaa pintamaata, jolloin ravinteiden otto on helpompaa kuin kuivasta maasta.

Juuret pitävät maan paikoillaan

Sekä paksu- että ohutjuuret muodostavat maahan laajan verkoston, joka vakauttaa maaperää. Tiheän juuriverkoston sisältävä maa ei ole herkkä rankkasateiden, tulvien ja myrskytuulien aiheuttamalle eroosiolle. Suomessa eroosiota tapahtuu erityisesti ojitusalueilla, joilla hienoaaines lähtee helposti veden mukana liikkeelle. Rankkasateille ja tulville alttiita kohteita ovat esimerkiksi eroosioherkät metsänuudistamisalat, pengerrykset ja erilaiset patorakennelmat. Vuoristoseutujen jyrkillä rinteillä maa- ja lumivyöryt ovat myös yleisiä. Tällaisilla alueilla tiivis juuriverkosto ja sopiva puusto voivat vakauttaa maata ja ehkäistä tuhoja. Kuivilla alueilla juurten merkitys aavikoiden etenemisen ehkäisyssä ja aavikoiden metsityksessä on myös ensiarvoisen tärkeä. Juuriverkosto parantaa myös maaperän kantavuutta mahdollistamalla koneelliset metsänhoitotoimenpiteet kosteilla orgaanisilla mailla ja hienojakoisilla kivennäismailla, joiden kantaavuus olisi muutoin riittämätöntä.

Juuret muussa hyötykäytössä

Puiden juuria on viime aikoina tutkittu myös niiden sisältämien mahdollisten käyttökelpoisten kemiallisten yhdisteiden vuoksi. Näin juurten hyödyntäminen on saamassa uu-

sia sovelluksia. Esimerkiksi erään, männyn juuristosta eristetyn sienen tuottamalla yhdisteellä voi olla tulevaisuudessa lääketieteellistä käyttöä silmänpohjan rappeuman ehkäisyssä tai elintarviketeollisuudessa estämässä elintarvikkeiden pilaantumista. Näihin käyttötarkoituksiin aineella on kuitenkin vielä matkaa, mutta se osoittaa juurissa piilevän potentiaalisia käyttötapoja.

Nykyisin metsänuudistamisaloilta nostettavia kantoja käytetään laajasti energiatuotannossa. Kantojen nosto vaikuttaa metsämaahan. On arvioitu, että tavanomaisen avohakkuun ja maanmuokkauksen yhteydessä noin 30 prosenttia maanpinnasta rikkoutuu, mutta kannonnosto kasvat-
taa rikkoutuneen maaperän osuuden 60 prosentiksi. Kantojen nosto on todellisuudessa suureksi osaksi paksujuurten nostoa. Kanto paksujuurineen muodostaisi maaperässä erittäin hitaasti hajoavan hiilivarannon, joka osaltaan toimisi ilmastomuutoksen hidastajana. Siten on epäselvää, auttaako kantojen nosto bioenergiaksi paljoakaan hiilen sitomisessa.

Kasveja voidaan käyttää pilaantuneiden maa-alueiden puhdistamisessa. On esimerkiksi selvitetty kasvien soveltuvuutta raskasmetallien ja öljyhiilivedyillä pilaantuneiden maiden puhdistamiseen. Haavan avulla tehdyissä saastuneen maan puhdistuskokeissa on saatu lupaavia tuloksia erityisesti öljypohjaisten saasteiden puhdistamisesta. Menetelmä perustuu sienijuurten ja maassa olevien bakteerien yhteistyöhön, jolloin ne keräävät haitta-aineet pois maaperästä, siirtävät aineet osittain maanpäällisiin kasvinosiin sekä hajottavat maassa olevia haitallisia orgaanisia yhdisteitä. On myös havaittu, että eräillä pajulajeilla on taipumus kerätä suuria määriä raskasmetalleja, kuten kadmiumia, mitä ominaisuutta voidaan käyttää hyväksi maaperän puhdistuksessa. Maanpäälliset kasvinosat ovat juuria helpommin korjattavissa ja siirrettävissä puhdistettavaksi.

Juuret avainasemassa ilmastonmuutoksessa

Ilmastonmuutos voi muuttaa maan olosuhteita ja siten vaikuttaa juurten toimintaan ja metsien kasvuun tulevaisuudessa. Osa näistä muutoksista voi olla juuristolle hyödyllisiä, osa haitallisia. Lämpötilan nousu lisää maanpäällisten kasvinosien kasvun ohella myös juurten kasvua. Tämä lisää hiilen varastoitumista juuriin ja juurikarikkeena maahan. Maan lämpötilan kohoaminen lisää juurten ja juurikarikkeen mikrobiologista hajotusta. Ilmastonmuutokseen liittyy myös riskejä. Kesäaikaiset kuivuusjaksot voivat olla kohtalokkaita etenkin matalajuurisille lajeille, kuten kuuselle, jonka juurista 70 prosenttia kasvaa aivan maan pintaosissa, alle 10 senttimetrin syvyydessä. Ilmaston lämpenemisen ennustetaan vaikuttavan erityisesti pohjoisen havumetsävyöhykkeen talvisäihin: keskilämpötilat nousevat, myrskyt ja talvisateet lisääntyvät, lumipeite ohenee ja routa vähenee. Roudan väheneminen heikentää puiden ankkuroitumista maahan, jolloin myrskytuhoariski kasvaa (kuva 2). Toisaalta talvipakkasilta suojaavan lumipeitteen puuttuminen lisää juurten pakkasvaurioriskiä. Viivästynyt roudan sulaminen ja hidas maan lämpeneminen keväällä heikentävät juurten ve-

den- ja ravinteidenottoa ja juurten kasvua, heijastuen myös maanpäällisten osien kasvuun.

Puiden juurilla on monia tehtäviä, joihin ei jokapäiväisen elämän yhteydessä kiinnitetä huomiota. Useimmat edellä mainituista tehtävistä koskevat myös ruohovartisten kasvien juuria. Nykykäsityksen mukaan puiden juurilla ei ole lepotilaa samassa mielessä kuin maanpäällisillä kasvinosilla. Niillä on siten kyky kasvaa ja 'tuottaa ekosysteemipalveluja' ympäri vuoden olosuhteiden niin salliessa.

Miten juuria ja niiden kasvua voidaan tutkia

Tutkimustietoa juurien toiminnasta tarvitaan, jotta voidaan ymmärtää puiden kasvua ja metsäekosysteemin ainevirtoja muuttuvissa ympäristöoloissa. Juuret kasvavat maan alla, mikä tekee niiden tutkimisesta haastavaa. Juuristotutkimus-



Kuva 2. Voimakas myrsky voi kaataa puita, vaikka juuristo on levinnyt laajalle alueelle. Myrskytuhoista voi koitua metsänomistajilla huomattavia taloudellisia menetyksiä. Kuva: Tapani Repo.

ta tehdään sekä laboratorio-oloissa että maastossa. Laboratoriokokeet voidaan tehdä esimerkiksi erikoisvalmisteisissa juuristokammioissa, dasotroneissa (kuva 3). Joensuussa Luonnonvarakeskuksen ja Itä-Suomen yliopiston yhteiskäytössä olevat dasotronit ovat usean metrin korkuisia kammiota, joissa voidaan säätää maan ja ilman olosuhteita toisistaan riippumatta. Dasotronien olosuhteita muuttamalla voidaan nopeuttaa puiden kasvu- ja lepokauden muodostamaa vuosisyyskliä, jolloin yhden kalenterivuoden aikana voidaan kasvattaa jopa kaksi kasvukautta. Kammiokokeiden avulla saadaan yksityiskohtaista tietoa juurten toiminnasta, koska ympäristöolojen säätö juuristokammioissa on tarkkaan kontrolloitua. Kammiokokeiden avulla voidaan myös testata eri menetelmien toimivuutta ennen kuin niitä käytetään maasto-oloissa. Maastokokeissa ympäristöolojen säätö on hankalaa, joten juuristotutkimukset ovat useimmiten seurantalatyypisiä tai yhteen ajankohtaan liittyviä määrittämiä.

Juuritutkimuksissa seurataan erilaisia asioita, kuten fysiologiaa, anatomiaa, rakennetta ja kasvua. Mittauksien perusteella saadaan tietoa kasvun dynamiikasta (lyhyt- ja pitkäjuurten kasvu, juurenkärkien lukumäärä), kokonaisbiomassasta, biomassan jakaantumisesta eri kasvinosiin, juuribiomassan jakaantumisesta juurten halkaisijan suhteen eri ko-

loluokkiin, juurten elinajasta ja hajoamisesta. Kasvumäärittäminen voidaan tehdä käyttäen miniritsonikuvausta (kuvat 1 ja 3), jossa juuria seurataan maahan asetettujen läpinäkyvien kuvausputkien välityksellä. Juuribiomassa saadaan maanäytteiden ja maahan asetettujen ns. juurisukkien avulla. Näissä menetelmissä juuret erotellaan maasta, ja halkaisijaltaan eripaksuisten juurten osuus eri kokoluokissa määritetään skannaamalla ja punnitsemalla. Sienirihmaston kasvu ja lajikoostumus voidaan määrittää molekyylibiologisin menetelmin kahdenlaisista näytteistä: joko maahan upotettavien erikoisvalmisteisten pussien sisään kasvavista rihmastonäytteistä tai juurenkärjistä otettavista näytteistä. Juurten vedenjohtavuus voidaan määrittää korkeapainevirtausmittauksella. Juuriin johdettavan sähkövirran avulla saadaan tietoa juurten elinvoimaisuudesta. Uudet, kuvantamiseen perustuvat menetelmät tekevät tuloaan myös juuristotutkimuksiin, mutta laitteiden käyttöä rajoittaa toistaiseksi se, että ne eivät erota kohdetta riittävän tarkasti, ne ovat liian painavia liikuteltavaksi maastossa tai ne ovat liian kalliita. Koska juuret ovat kiinteässä vuorovaikutuksessa maanpäällisten kasvinosien kanssa, juuritutkimuksien yhteydessä on tärkeää selvittää myös maanpäällisten kasvinosien toimintaa.



Kuva 3. Juuristokammioissa tutkitaan puiden kasvua tarkkaan säädellyissä ympäristöoloissa.

Kirjallisuus

- Baluška, F., Mancuso, S., Volkman, D. & Barlow, P. 2004. Root apices as plant command centres: the unique 'brain-like' status of the root apex transition zone. *Biologia, Bratislava*, 59/ Suppl. 13: 1-13.
- Finér, L., Ohashi, M., Noguchi, K. & Hirano, Y. 2011. Fine root production and turnover in forest ecosystems in relation to stand and environment characteristics. *Forest Ecology and Management* 262: 2008-2023. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2011.08.042>
- Godbold, D. L. & Brunner, I. 2007. The platform for European root science, COST action E38: An introduction and overview. *Plant Biosystems* 141: 390-393. <http://dx.doi.org/10.1080/11263500701625715>
- Helmisaari, H.-S., Ostonen, I., Lõhmus, K., Derome, J., Lindroos, A.-J., Merilä, P. & Nöjd, P. 2009. Ectomycorrhizal root tips in relation to site and stand characteristics in Norway spruce and Scots pine stands in boreal forests. *Tree Physiology* 29: 445-456. <http://dx.doi.org/10.1093/treephys/tpn042>
- Lawrence, D. M., Thornton, P. E., Oleson, K. W. & Bonan, G. B. 2007. The Partitioning of Evapotranspiration into Transpiration, Soil Evaporation, and Canopy Evaporation in a GCM: Impacts on Land-Atmosphere Interaction. *Journal of Hydrometeorology* 8: 862-880. <http://dx.doi.org/10.1175/JHM596.1>
- Lehto, T. & Zwiazek, J. J. 2011. Ectomycorrhizas and water relations of trees: a review. *Mycorrhiza* 21: 71-90. <http://dx.doi.org/10.1007/s00572-010-0348-9>
- Repo, T., Roitto, M. ja Sutinen, S. 2011. Juuritutkimuksella uutta tietoa puiden kasvusta. *Metsätieteen aikakauskirja* 4/2011: s. 83-287.
- Repo, T., Sirkiä, S., Heinonen, J., Lavigné, A., Roitto, M., Koljonen, E., Sutinen, S. & Finér, L. 2014. Effects of soil frost on fine root growth and longevity of Norway spruce. *Forest Ecology and Management* 313: 112-122. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2013.11.002>

3.2 Metsäkasvillisuus ja monimuotoisuus

Metsien luokitus metsäekosysteemipalvelujen perustana

Juha-Pekka Hotanen

Metsiä luokitellaan muun muassa sen perusteella, millaisilla kasvupaikoilla ne kasvavat. Tämän metsätyyppioppiin perustuvan kasvupaikkaluokittelun vahvuuksia ovat käytön yksinkertaisuus ja monikäyttöisyys. Tyyppejä voidaan soveltaa samanaikaisesti puuntuotoskyvyn määrittämiseen, uudistamismenetelmien ja puulajin valintaan sekä metsänhoitotöiden ja hakkuiden tarpeen ja ajoituksen arvioimiseen. Järjestelmän sovellukset kasvupaikkatyyppineen ulottuvat metsäsuunnittelusta, metsänhoito-ohjeista, valtakunnan metsien inventoinnista sekä metsä- ja luonnonvaratilastoinnista metsäekologiseen tutkimukseen ja suojelubiologiseen kartoitukseen.

Metsä- ja suotyyppittelyn piirissä on lähes koko metsätalousmaan yli 26 miljoonan hehtaarin ala metsä-, kitu- ja joutomaineen, toisin sanoen noin 87 % Suomen maapinta-alasta. Kivennäismaiden kitu- ja joutomaille on kuitenkin laadittu kasvupaikkaluokista (ravinteisuusluokista) poikkeavat luokituksensa.

Puuntuotannollisten tavoitteiden rinnalla metsäsuunnittelussa ja metsänhoidossa korostuvat entistä enemmän metsien muut luontohyödyt (ekosysteemipalvelut), kuten esimerkiksi keräilytuotteet ja riista, monimuotoisuuden suojeleminen, metsätuhojen torjunta, maaperän tuotoskyvyn ylläpito ja hiilen sidonta sekä maisehoito ja virkistyskäyttö.

Metsän tuottamien ekosysteemipalvelujen suhteet ovat monimutkaisia ja osin puutteellisesti tunnettuja. Tämä asettaa haasteita metsien monitavoitteiselle hoidolle ja käytölle. Kokonaisvaltaista näkemystä siitä, miten metsiä tulisi käsitellä ja millaisiin metsien alueellisiin tai tilakohtaisiin rakenteisiin pitäisi pyrkiä, tulee myös tutkimuksen keinoin syventää.

Miten metsien luokitus, erityisesti kasvupaikkaluokitus, kytketty eri ekosysteemipalvelujen kuvaukseen? Neljästä eri pääryhmästä (tuotantopalvelut, säätelypalvelut, kulttuuripalvelut, tukipalvelut) tarkastellaan seuraavassa keskeisiä esimerkkejä.

Tuotantopalvelut

Käytännön metsätalous operoi pitkälti kasvupaikkatyypeillä. Tyypin ominaisuuksia täydennetään tarpeen mukaan maalaajitiedoilla ja heikentynyttä puuntuotoskykyä sitä ilmaisevilla lisämääreillä. Metsätaloudessa sovelletaan myös täydentäviä tai korvaavia hyvyysluokittelumenetelmiä, esimerkiksi puuston ikään ja pituuskehitykseen perustuvaa valtapituusbonitointia. Tämä ns. puustobonitointi antaa tietyissä olosuhteissa tarkemman kuvan puuntuotoskyvystä kuin kasvupaik-

katyyppi. Valtapituusbonitointi on kuitenkin herkkä virheille ja sen käyttökelpoisuus on rajallinen.

Kasvupaikkaluokittelun rinnalla itse metsiä luokitellaan puuston perusteella. Samallakin metsikkökuviolla on lukuisia luokituksia, moneen eri tarkoitukseen. Yleistavoitteena on useimmiten kuvata kuvion metsänhoidon ja puuntuotannon tila. Tällöin arvioidaan metsikön syntytapaa, eri-ikäisrakenteisuutta, puuston jaksoisuutta, kehitysluokkaa, laatua, eri latvuserrosluokkia, mahdollista avainbiotooppia, luonnontilaisuutta, tehtyjä ja tulevia toimenpiteitä, vaurioita ja tuhoja jne.

Viime vuosina kasvupaikkaluokittelua on kehitetty niin, että se ottaa entistä paremmin huomioon erilaisten metsänkäsitelyjen vaikutukset kasvillisuuden rakenteeseen eri kasvillisuusvyöhykkeillä ja näin auttaa määrittämään kasvupaikkaa oikein. Metsäoitusalueilla myös itse luokitusta on tarkennettu siten, että metsätalouuskäyttöä arvioitaessa otetaan paremmin huomioon, millainen suo oli ennen ojitamista. Tämä arviointi tehdään nykyisten piirteiden perusteella.

Ojitusalueiden luokitteluperusteet nousevat myös ratkaisevaan asemaan, kun tunnistetaan metsätaloudellisesti kannattamattomia ojitettuja suometsiä. Tällaiset kohteet vapautuvat uudistamisvelvoitteesta, ja niillä voidaan harjoittaa tai tuottaa monia muita ekosysteemipalveluja kuin ainespuun kasvattamista. Näitä mahdollisuuksia on alettu myös systemaattisesti tutkia.

On ilmeistä, että maaperätiedoilla, kasvupaikkatyyppillä ja normaalisti mitattavilla metsikkötunnuksilla ei pystytä ennustamaan riittävän hyvin erirakenteisten metsiköiden uudistumistulosta, varsinkaan syntyvien taimien tilajakaumaa. On tutkittava, miten kasvillisuuteen perustuvaa luokittelua voi viedä näissä tilanteissa pidemmälle, osakasvustotasolle asti, jotta saadaan kehitettyä käyttökelpoisia apumuuttujia, joiden avulla voidaan ennustaa uudistumistuloksia paremmin.

Puuston tuotoksen tai metsänhoitotoimenpiteiden tarpeiden arvioimiseksi ei ole tarpeen sitoa ojitusalueiden luokittelua ojituksen jälkeiseen kuivatusvaihesarjaan. Käytännön metsätaloudessa onkin pitkälti luovuttu ojikko- ja muutumavaiheen erottelusta, etenkin kun yhä enenevässä määrin ollaan siirtymässä ojituksen jälkeisiin, uudistettuihin 2. puusukupolven metsiin. Valtakunnan metsien inventoinnissa (VMI) kuivatusvaiheet on toistaiseksi eroteltu. Ensimmäisen puusukupolven metsissä käsitteisiin ojikko, muuttuma ja turvekangas sisältyykin runsaasti informaatiota ekosysteemiin tilasta. VMI:ssa turvekangasvaiheen saavuttanutta kuviota pidetään edelleen turvekankaana, vaikka se taan-



Kuva 1. Kuivahkoa kangasta Muinais-Päijänteiden rannalla Pihtiputaalla. Metsikkö tuottaa laadukasta puuta, marjoja ja sieniä (mm. herkkutatteja), sen ulkoilu- ja virkistysarvot ovat korkeat. Valoisa harjumaisema on samalla pohjavesialuetta. Paikalla on ollut kivi-kautista asutusta. Monimuotoisuusarvo on kuitenkin melko pieni. Kuva: Juha-Pekka Hotanen.

tuvan kehityksen seurauksena olisi kasvillisuudeltaan jälleen muuttuman kaltainen.

Kasvupaikkatyypin on yksi keskeisistä muuttujista, kun kehitetään marjalajien empiirisiä peittävyys- ja satomalleja. Mallit ovat tarpeen metsäsuunnitteluohjelmistoissa, jotta voidaan numeerisesti tarkastella satoja ja niiden vaihtelua yleisesti mitattavien sijainti- ja metsikkötunnusten avulla. Metsänkäsitteilyn vaikutuksia tarkastellaan simuloinnein, ja marjametsät voidaan asettaa paremmuusjärjestykseen. Kaikki tämä voidaan ottaa huomioon, kun etsitään parasta vaihtoehtoa metsän käsittelyyn esimerkiksi taajamametsissä sekä viher- ja virkistysalueilla.

Kasvupaikan viljavuus vaikuttaa selvästi kasvatettaviin puulajiin ja potentiaaliin puulajisuhteisiin. Mitä monipuolisemmat puulajisuhteet, sitä monipuolisempia ovat yleensä myös sienisadot. Yhtä puulajia kasvava metsikkö voi toki

tuottaa kilomäärässä laskettuna suuremman sadon kuin sekametsä: esimerkiksi kuivahkon kankaan männikkö tai tuoreen kankaan kuusikko voi kasvattaa suuren herkkutattisadon (kuva 1). Tärkein metsikkötunnus sienisatoja ennustettaessa on kuitenkin puuston kehitysluokka tai ikä. Parhaat sienisadot saadaan yleensä nuorehkoista, hyväkasvuisista metsistä. Marja- ja sienisatoja ennustettaessa taustamuuttujana ja suurta vuosien välistä vaihtelua aiheuttavana tekijänä ovat vuotuiset sääolosuhteet. Empiiristen mallien laadintaan tarvitaan mittauksia erilaisina vuosina.

Eri riistalajit menestyvät parhaiten tietyn tyyppisissä elinympäristöissä. Elinympäristön arvoon vaikuttavat muun muassa kasvupaikka, puuston ja muun kasvillisuuden rakenne, alueen koko ja suhteet muihin elinympäristöihin. Puusoltaan varttuneen tuoreen ja kuivahkon kankaan runsaat ja suojaavat mustikkavarvikot hyönteisineen ovat tärkeitä ka-

nalintujen poikasille. Pensaskerros tarjoaa riistalle suojaa ja ravintoa. Pensaskerros tulee peittävämmäksi ja monimuotoisemmaksi sekä kivennäis- että turvemaidella, kun kasvupaikka muuttuu viljavammaksi. Jotkut lajit ovat taas pikeminkin sidoksissa maisematyyppiin: esimerkiksi riekko vaatii suuressa osassa maata riittävästi aukeaa alaa kuten suota sekä suon ja reunametsien vaihtelua.

Suurin osa porojen talviravintopaikoista on luppometsiköiden ohella kuivilla kankailla ja karukkokankailla. Porolaidunnus on muuttanut metsätuotantokuvaa vähentämällä jäkälän määrää ja osin muutakin kasvillisuutta, jolloin sammaleet ovat vallanneet alaa. Sammaloitumisen myötä nämä karut kasvupaikat vaikuttavat laajoilla alueilla todellista viljavimmilta.

Koristejäkälän tuotanto keskittyy sekin kivennäismaiden karuimmille kasvupaikoille; tosin laidunnuksen vuoksi poronhoitoalueiden ulkopuolelle.

Säätelypalvelut

Hiilitase on keskeisin tekijä tarkasteltaessa metsien ilmastoa lämmittävää tai viilentävää vaikutusta. Nuori, kasvava metsä sitoo enemmän hiiltä etenkin maanpäällisiin osiin kuin vanha metsä, jonka hiilivarastot puolestaan ovat nuorta talousmetsää selvästi suuremmat. Myös vanhojen metsien maaperän hiilivarasto kasvaa vielä sen jälkeen, kun puiden sitoman hiilen kertyminen on loppunut. Puiden ja puutuotteiden sisältämän hiilen lisäksi metsätalouden hiilitaseessa tulee huomioida myös maaperän hiilitase (kuva 2). Merkittävä osa boreaalisten metsien hiilivarastosta sijaitsee maaperässä toisin kuin suuressa osassa tropiikkia, jossa hiilivarasto sijaitsee puustossa. Päätehakkuun ja sitä usein seuraavan maanmuokkauksen jälkeen osa maaperän hiilestä vapautuu ilmaan. Alueen sijainnista ja kasvupaikkatyyppistä riippuu, kuinka nopeasti kasvava metsä sitoo vapautunutta hiiltä takaisin.

Kasvupaikkojen erilaisuus on siis otettava huomioon, kun arvioidaan metsiin sitoutuneita hiilivarastoja. Hiiltä on sekä pinnan orgaanisessa kerroksessa että sen alapuolisissa kerroksissa. Suomessa saatujen tulosten mukaan maaperähiilen kokonaismäärä vähenee, kun siirrytään ravinteikkailta kasvupaikkatyypeiltä kohti karumpia. Näin on myös humuskerroksen alapuolisessa kivennäismaassa. Orgaanisen kerroksen hiilen määrä kasvaa aluksi, mutta kääntyy sitten laskuun, kun siirrytään tuoreilta kankailla kohti karuja kasvupaikkoja, joilla biomassan ja samalla hiilen määrään vaikuttavan karikkeen tuotos on vähäinen. Kasvupaikan ravinteisuuden ja kariketuosoksen välillä on positiivinen riippuvuus. Lehdossa ja lehtomaisilla kankailla karike hajoaa orgaanisessa kerroksessa nopeasti.

Kun on tarkasteltu hiilen määrän muutoksia noin 20 vuoden ajanjaksona lehtomaisilla, tuoreilla, kuivahkoilla ja kuivilta kankailla, on havaittu, että maaperään hiiltä kertyi eniten viljavimmille kasvupaikoille ja määrä pieneni asteittain kohti karuimpia kasvupaikkoja. Sama koski humuskerroksen alapuolista kivennäismaakerrosta (0–40 cm). Tämä johtui siitä, että ravinteisilla paikoilla orgaaninen kerros on sekoittunut kivennäismaan kanssa, ja että maahan tuleva runsas karike

on ohuen tai puuttuvan orgaanisen kerroksen vuoksi vuorovaikutuksessa suoraan kivennäismaan kanssa.

On myös saatu tuloksia, joiden mukaan kivennäismaiden orgaanisessa pintakerroksessa hiiltä oli paljon silloin, kun kasvupaikka sijaitsi pohjoisessa, puusto oli vanhaa, topografia tasaista ja suosammalpeittävyys (kosteusindikaattori) runsasta. Humuskerroksen alapuolisessa kivennäismaassa hiiltä lisäsivät kasvupaikan eteläinen sijainti, vähäkivisyys, hienojakoinen maalaji, viljava kasvupaikka ja suosammalten runsaus.

Myös talous- ja luonnonmetsiä on vertailtu. Ulkomaisen mallilaskelmien mukaan maan hiilimäärä on suurempi luonnon- kuin talousmetsissä. Sen sijaan Suomessa, etenkin maan eteläosassa, maaperätunnusten erot ovat pieniä, koska likimain kaikkia metsiä on hakattu, kaskettu tai laidunnettu. Suomalaisessa aineistossa luonnon- ja talousmetsiä erottelikin parhaiten orgaanisen kerroksen ja kivennäismaan hiilen ja typen suhteet (C/N -suhde). Ennakolta oli arvioitu, että luonnonmetsien orgaanisen kerroksen hiilen suurempi määrä olisi erotteliva tekijä. Luonnonmetsien orgaanisessa kerroksessa ja kivennäismaakerroksessa (0–10 cm:n syvyydessä) oli vähemmän tyyppiä kuin talousmetsissä.

Hiilen määrää on vertailtu myös entisen kaskialueen (Järvi-Suomen) ja vastaavalla leveydellä olevan läntisen Suomen välillä. Orgaanisen kerroksen hiilimäärä oli kaskialueella länttä pienempi niin lehtomaisilla, tuoreilla, kuivahkoilla kuin kuivilla kankailla.

Suomen soiden turvekerroksiin varastoitunut hiilimäärä on noin viisinkertainen verrattuna kivennäismaiden hiilimäärään. Hiilen kertymisen kannalta ombrotrofiset ”rahkasuot” ja minerotrofiset ”sarasuot” ovat erilaisia. Rahkasuotla uutta orgaanista ainetta kertyy pääasiassa vain edellisen kerroksen päälle. Sarasuotla orgaanista ainetta kertyy jatkuvasti lähes koko turvekerrokseen, eikä turpeen happiprofiili ole yhtä jyrkkä kuin rahkasuotla eli happea virtaa syvemmälle turpeeseen sarakasvien juurien kautta.

Ojittamattomat suot ovat yhä keskimäärin hiilinieluja. Viimeaikaiskertymät esimerkiksi 300 vuoden ajalta ovat selvästi pitkäaikaiskertymiä suuremmat. Pääosa eroista johtuu siitä, että mitä paksumpaa pitkäaikaiskertymää (turveprofiilia) tarkastellaan, sitä pidempään turve on ehtinyt hajoa ja hiilimäärä pienentyä alun perin turpeeseen sitoutuneesta hiilimäärästä. Tähän ovat vaikuttaneet mm. aerobinen ja anaerobinen hajoaminen, huuhtoutumat ja suopalot. On myös mahdollista, että hiilen kertymisnopeus on viime aikoina kiihtynyt. Ojittamattomien soiden pitkäaikaiskertymä on noin 15–35 g C m⁻² a⁻¹. Tätä keskimääräistä pitkäajan nettohiilikertymää voidaan pitää todellisena hiilinieluna.

Tietyt suotyypit edustava kasvupaikka on turvetta kerrottävän prosessin tulos. Pääasiassa aluskasvillisuuden perusteella määräytyvällä tyyppillä on kiinteä yhteys pintakerroksen ravinteisuuteen, kosteuteen, turvelajiin ja hiilen viimeaikaiskertymään, mutta myös löyhempi suhte turvekerroksen paksuuteen ja hiilen kokonaismäärään ja hiilitaseeseen. Suotyypiryhmät ja suotyypit palvelevat näiden tunnusten esittämiskehikkona.

Mallilaskelmien mukaan ojitusalueiden *maan* hiilitase voi olla joko negatiivinen tai positiivinen, ja tämä riippuu pääosin

suotyypistä. Reheviltä ja keskiravinteisilta turvemailta (esimerkiksi ruohokorpi, mustikkakorpi) hiiltä vapautuu maasta enemmän kuin siihen sitoutuu. Sen sijaan karut turvemaat (esimerkiksi isovarpu-, tupasvilla- ja korpiráme) voivat jatkaa hiilen kerryttämistä myös maahan. Kokonaisuutena Suomen metsäojitettujen turvemaiden *maaperä* näyttäisi olevan hiilen päästölähde. Mutta kun otetaan huomioon puustoon ja muuhun kasvillisuuteen sitoutuva hiili, ovat ojitusalueet tällä hetkellä keskimäärin hiilinieluja. Puuston vanhetessa ja päätehakkuiden yleistyessä hiilen sidonta heikkenee, ja jossain vaiheessa tase kääntyy ainakin väliaikaisesti negatiiviseksi.

Tietämys etenkin metsäojitusalojen hiilidynamiikasta on vielä puutteellista. Hiilitasetutkimusta tarvitaan vielä monilta suotyypeiltä ja eri suokasvillisuusvyöhykkeiltä. Oletettavaa on, että metsätaloudellisesti kannattamattomat (kunnostusojituskelvottomat) ojitetut turvemaat, vajaat miljöönä hehtaaria, toimivat tällä hetkellä tehokkaana hiilinieluna, koska sammaleet ja kenttäkerros (varvusto) ovat kasvaneet voimakkaasti.

Viime aikoina on myös metsien albedo eli heijastuskyky saanut runsaasti huomiota. Borealisilla, tummanvihreillä havumetsillä on alhainen albedo eli ne pidättävät suuremman osan säteilystä kuin vaaleat lehtimetsät ja siten lämmitävät ilmastoa hiilensidonnastaan ja -varastoinnistaan huolimatta. Erot havu- ja lehtimetsien välillä syntyvät erityisesti talviaikaisista eroista. Metsien merkittävät albedo -vaikutukset ovat kasvupaikkaluokittelua huomattavasti laajempia, lähinnä kasvimaantieteellisiä kysymyksiä.

Kulttuuripalvelut

On ekosysteemipalveluja, joissa mahdollinen kasvupaikkaluokitus on luokitteluhierarkiassa selvästi alempana kuin itse palvelun kuvaamiseen välttämättä tarvitaan. Esimerkiksi metsämaisematason ryhmittely perustuu kasvupaikkatyyppiä paljon laajempiin kokonaisuuksiin: mm. topografiaan, kivennäismaiden ja soiden vaihteluun, eri-ikäisiin metsikkökuviioihin, näkyvyyteen. Tyyppivaihtelu mahdollistaa kuitenkin eri puulajivaltaisten metsien olemassaolon ja erilaiset sekametsien puulajisuhteet. Puustoon perustuva metsien yleisluokitus on siten tarpeen tässäkin yhteydessä.

Marjastusta ja sienestystä lukuun ottamatta muulla metsäulkoilulla, virkistyksellä ja retkeilyllä ei ole kovin paljon tekemistä kasvupaikkaluokituksen kanssa. Tärkeitä ovat hyvät reittiverkostot ja -varustukset, mutta mieltymyksiä on erilaisia. Topografian ja metsämaiseman vaihtelu ovat suotavia, kenties joillekin myös erityyppiset kasvupaikat retkeilyreitillä.

Äskettäin on kehitetty Vaara-Kainuun matkailun suunnittelua tukevaa toimintamallia, joka ottaa huomioon eri ekosysteemipalveluja. Malli perustuu ekologisen, sosiaalisen ja

Kuva 2. Ruohoturvekangas Vantaalla. Metsikkö tuottaa puuta paljon, ja sen aluskasvillisuus on monimuotoinen. Turvekerros painuu, tiivistyy ja maatuu (mineralisoituu) ojituksen seurauksena. Maaperä toimii hiilen lähteenä, mutta hiiltä sitoutuu voimakkaasti kasvavaan puustoon. Kuva: Hannu Nousiainen.



kulttuurisen tiedon sekä kävijäsuosion yhdistämiseen. Sen avulla saadaan selville kohteiden soveltuvuus matkailun kehittämiseen ja voidaan tunnistaa ristiriidoille alttiit alueet. Toimintamallissa esimerkiksi rakentamisen voimakkuus säädetään ekologisen arvon perusteella. Mitä korkeampi ekologinen arvo, sitä vähemmän pitäisi rakentaa matkailijoiden tarpeisiin - ja päinvastoin. Ekologinen arvo määritetään eri aineistojen pohjalta laaditun ekologisen luokittelun avulla.

Metsä-, suo- ja turvekangastyypit riittävän lukuisine ja saavutettavine demonstraatiokohteineen muodostavat metsän- ja luonnonhoidon opetuksen selkärangan. Kuriositeettina voidaan mainita, että ruohoinen rimpineva ja rimpinen lettonevaräme sekä vieressä oleva turvetuotantoalue osoittautuivat kiitetyiksi kansainvälisen suuperformanssin esiintymisalustoiksi.

Tukipalvelut

Metsien käytössä erotetaan myös erikoiskäsittelyä vaativat metsikkökuviot, joita ovat mm. geenireservimetsät ja erikoista puulajia kasvavat metsät, kasvun ja ulkoisten ominaisuuksien perusteella valittujen pluspuiden siemenmateriaalilla perustetut plusmetsiköt, vaarojen ja korkeiden mäkien lakimetsäalueet, puistometsät, suojametsäalueet, suojapuustot, suojeluohjelma-alueet, luonnonsuojelualueet, ulkoilmametsät, viheralueet ja taajamametsät, luonnonmuistomerkit, kulttuuri- ja muinaisjäännekohteet, perinneympäristöt, maisemametsät sekä metsälaiissa mainitut, erityisen tärkeät elinympäristöt.

Monimuotoisuuden ylläpidossa ratkaisevan tärkeitä ovat suojelualueiden rinnalla avainbiotooppien luokitus, kuvaukset ja tunnistaminen. Monimuotoisuustarkasteluissa on määriteltävä, mihin eliöryhmiin ne kohdistuvat. Metsä- ja suokasvillisuuden suojelussa ja monimuotoisuuden hoidossa metsä- ja suotyypit ovat keskeisessä asemassa, metsätyypit täydennettynä erityisesti puuston iällä tai kehitysluokalla. Esimerkiksi eri lehtotyyppiä erotetaan noin 30 ja yksityiskohdaisia, kasvitieteellisiä suotyyppejä noin 100.

Kasvupaikan viljavuuden ja samalla ainakin kasvillisuuden, makrosienten, hyönteisten ja maaperäeliöstön monimuotoisuuden välillä on vahva positiivinen korrelaatio. Kun metsä- ja suotyypit tai kasvupaikkatyyppikin on varustettu puustotunnuksilla (puulajisuhteet, ikä, lahoppuun määrä ja laatu), se ilmaisee hyvin paljon metsikkökuvion todellisesta ja mahdollisesta monimuotoisuudesta. Lajistotiedolla täydennettynä tyyppi kertoo myös luonnonsuojelullisesta arvosta, vrt. harvinaiset ja uhanalaiset lajit.

Työtä vaatii vielä tyypittelyn kehittäminen ja kansainvälinen vertailtavuus muun muassa luokiteltavien suoyksiköiden hierarkian eri tasoilla (yhdistymätyyppi, päätyyppiryhmä, päätyyppi, jne.) ja niiden välillä. Tälle on tarve, kun laaditaan esimerkiksi EU:n soidensuojeluohjelmia ja seurataan niiden toteutumista. Sama koskee myös kivennäismaita. Vertailtavuuskatoksia ja harmonisointiyrityksiä on käynnissä.

Metsänhoidon suositusten monipuolistuminen antaa mahdollisuuden ottaa entistä paremmin huomioon monimuotoisuus-, virkistys- ja maisema-arvot. Koska menetelmiä on aiempaa enemmän, voidaan kokeilla erilaisia luontaisia

rakenteita ja kehityskulkuja myös talousmetsissä. Fennoskandian (Suomi, Ruotsi, Norja) luonnonmetsistä on kuvattu vallitsevan rakennedynamiikan perusteella neljä eri ryhmää: 1) *tasaikäsrakenteiset metsät*, jotka ovat syntyneet voimakaiden häiriöiden jälkeen, 2) *kohorttimetsät*, jotka syntyvät osittaishäiriöiden tuloksena ja jotka koostuvat useammasta sekaisin kasvavasta puukäluokasta, 3) *laikkudynamiikkametsät*, joissa häiriöalat ovat keskimääräisiä (200 m² - 1 ha), ja 4) *pienaukkodynamiikkametsät*, joissa puita tai puuryhmiä kuolee vain vähän kerrallaan (häiriöalat < 200 m²).

Kaikkia neljää eri tyyppiä on havaittu sekä mänty- että kuusivaltaisissa metsissä, mutta niiden yleisyys kuitenkin vaihtelee pääpuulajin mukaan ja samalla karkeasti ottaen kasvupaikkatyyppiryhmän mukaan. Pienaukkoja on havaittu useimmin kuusivaltaisissa metsissä, kohortteja taas mäntyvaltaisissa metsissä. Näitä harvinaisempi on tasaikäsrakenteinen tyyppi niin laajassa kuin laikkudynamiikkamitta-kaavassakin.

Jotta luontaisia häiriötyyppejä voidaan soveltaa metsänhoitoon, tarvitaan malleja siitä, miten rakennedynamiikkaa konkreettisesti toteutetaan tila- tai aluekohtaisesti. Ehdoteista (strategisista) malleista keskeisimpiä ovat a) *avainbiotooppi-käytävämalli*, b) *ASIO -malli* ja c) *monikohorttimalli*.

Avainbiotooppi-käytävämalli perustuu klassiseen saariteoriaan, ja sitä on käytetty metsien aluesuunnittelussa Suomessa ja Ruotsissa. Hakkuiden ulkopuolelle jätettävät avainbiotoopit ja käytävät ovat yleensä voimakkailla häiriöiltä säästyviä luontotyyppieitä. ASIO -mallissa kasvupaikkojen kosteus- ja viljavuusvaihtelu on jaettu neljään luokkaan oletetun palofrekvenssivaihtelun mukaan. Mallia on sovellettu lähinnä teoreettisena viitekehyyksenä Ruotsissa ja Suomessa. Perusidean toteuttamiseksi tarvitaan tietoa, kuinka usein metsäpalot ja muut häiriöt esiintyvät ja miten ne vaikuttavat metsän rakenteeseen erityyppisillä kasvupaikoilla.

Monikohorttimallia on ideoitu Kanadassa, ja siinä lähitökohtana on luontaisen metsäpalojen esiintyminen maisemassa ja näin syntyvä metsäalueen metsien ikärakenne. Erityisesti ASIO- ja monikohorttimalli voidaan nähdä malleina, joilla metsätaloustaloustalouteen saadaan paitsi monimuotoisuuden, myös virkistyskäytön kannalta tärkeitä ominaisuuksia.

Tähänastiset tutkimustulokset viittaavat siihen, että häiriödynamiikkamallien soveltaminen vaikuttaisi edullisesti ainakin metsätalouden ekologiseen kestävytyteen. Sen sijaan talousvaikutuksista tulokset ovat ristiriitaisia. Joidenkin mukaan eri-ikäsrakenteisen metsän kasvatus voi olla taloudelliselta tulokseltaan verrattavissa tasaikäsrakenteisen metsän kasvatukseen. Tutkimustuloksia on edelleen liian vähän, mutta niitä on odotettavissa lisää aivan lähitulevaisuudessa. Sosiaalisista vaikutuksista on niukasti tutkimustietoa. Vaikutukset puun tarjontaan ja työllisyyteen riippuvat paikallisesta ja globaalista toimintaympäristöstä. Metsien luontaisia rakenteita ylläpitävän hoidon voidaan olettaa vaikuttavan positiivisesti myös metsien virkistyskäyttöarvoon.

Ekosysteemipalvelujen suhteet

Metsien eri käyttötavat ja hyödyt kilpailevat usein keskenään jonkin verran, mutta harvoin sulkevat toisensa kokonaan pois. Hiljattain on ilmestynyt kansainvälistä huomiota herättänyt ruotsalainen tutkimus kasvupaikalla kasvavan puulajimäärän ja eri luontohyötyjen suhteista sekä yksittäisen, tietyn puulajin biomassan ja luontohyötyjen suhteista kuin myös luontohyötyjen keskinäisistä suhteista.

Päätulos oli, että useamman puulajin metsiköt, tosin tiettyyn lajilukumäärään saakka, tuottivat enemmän hyötyjä kuin vain yhden puulajin metsiköt. Tällaisia hyötyjä olivat puuston totaalihiomassan kasvu sekä mustikan ja riistan tuotantopotentiaalin kasvu. Maaperän hiilimäärä ja aluskasvillisuuden monimuotoisuus kasvoivat tasaisemmin puulajilukumäärän myötä. Erityisesti runsaan puulajimäärän metsiköissä kasvoi todennäköisyys, että siellä esiintyisi vähintään 40 mm:n paksuisia lahoppukappaleita.

Mikään yksittäinen puulaji ei kyennyt tuottamaan kaikkia hyötyjä. Kuusen ja puuston kokonaisbiomassan sekä kuusen ja lahoppuun esiintymisen todennäköisyyden välillä oli positiivinen korrelaatio. Männyn biomassan ja mustikan tuotantopotentiaalin välillä oli vahva riippuvuus, mikä saa vahvistusta myös suomalaisista tutkimuksista. Mitä enemmän metsässä oli koivua, sitä enemmän maaperässä oli hiiltä. Sen sijaan pyökkiä ei vaikuttanut mihinkään laskettuun hyötyyn.

Keskinäisistä suhteista riistan tuotantopotentiaalin ja aluskasvillisuuden monimuotoisuuden välillä oli positiivinen vuorosuhde, samoin kuin riistan ja mustikan tuotantopotentiaalin välillä. Mustikan ja lahoppuun esiintymisen todennäköisyyden korrelaatio näytti olevan positiivinen, mikä johtui pääasiassa siitä, että mustikan peittävyys on suuri varttuneissa ja vanhoissa riittävän valoisissa männiköissä, joista löytyy usein myös riittävän kokoinen kuollut puu.

Mitä suurempi oli puuston kokonaiskasvu, sitä pienempi oli mustikan ja riistan tuotantopotentiaali. Hyvässä kasvuiässä olevissa tiheissä metsiköissä varvikon peittävyys on pieni. Lahoppuun esiintymisen ja riistan tuotantopotentiaalin välillä oli samanlainen negatiivinen vuorosuhde. Korrelaatio oli negatiivinen myös puuston totaalihiomassan ja lahoppuun esiintymisen välillä, mikä todennäköisesti johtui siitä, että kasvu hidastuu iän myötä, mutta lahoppuun todennäköisyys kasvaa.

Kyseisessä tutkimuksessa ei käytetty kasvupaikkatyyppiä muuttujana, vaikka sen vaihtelu on tutkittujen ilmiöiden taustalla ja selittäjänä. Tutkimus kuitenkin osoitti, että on mahdollista maksimoida kaikkia luontohyötyjä yksittäisessä metsikössä, ja antoi viitteitä siitä, etteivät vierekkäiset yhden lajin metsiköt optimoi luontohyötyjä riittävän hyvin, vaikka metsikköjä olisi vierekkäin paljonkin. Laajemmalla aluetasolla saavutettava ratkaisu, joka yhdistäisi metsien eri käyttömuodot ja palvelut, voi olla siis erilainen kuin ratkaisu, jota sovellettaisiin metsälötasolla, puhumattakaan metsikkötasosta.

Kirjallisuus

- Gamfeldt, L., Snäll, T., Bagchi, R., Jonsson, M., Gustafsson, L., Kjeller, P., Ruiz-Jaen, M. C., Fröberg, M., Stendahl, J., Philipson, C. D., Mikusiński, G., Andersson, E., Westerlund, B., Andrén, H., Moberg, F., Moen, J. & Bengtsson, J. 2013. Higher levels of multiple ecosystem services are found in forests with more tree species. *Nature Communications*. 34 s. <http://www.nature.com/ncomms/journal/v4/n1/full/ncomms2328.html>
- Hotanen, J.-P., Nousiainen, H., Mäkipää, R., Reinikainen, A. ja Tonteri, T. 2013. Metsätyypit – opas kasvupaikkojen luokitteluun. 2. painos. Metsäkustannus. 192 s.
- Kniivilä, M., Horne, P., Hytönen, M., Jäppinen, J.-P., Naskali, A., Primmer, E. ja Rinne, J. 2011. Monia hyötyjä metsistä – ekosysteemipalvelujen yhteistuotanto ja tuotteistaminen. PTT-raportteja 227. 66 s. http://ptt.fi/wp-content/uploads/2013/04/rap227_1602111028.pdf
- Korhonen, R., Korpela, L. ja Sarkkola, S. (toim.). 2008. Suomi – Suoma. Soiden ja turpeen tutkimus sekä kestävä käyttö. Suoseura ry, Maahenki ry. 288 s.
- Kuuluvainen, T. & Aakala, T. 2011. Natural forest dynamics in boreal Fennoscandia: a review and classification. *Silva Fennica* 45: 823–841. <http://dx.doi.org/10.14214/sf.73>
- Raunio, A., Schulman, A. ja Kontula, T. (toim.). 2008. Suomen luontotyypien uhanalaisuus – Osa 2: Luontotyyppien kuvaukset. Suomen ympäristö 8/2008. 572 s. <http://hdl.handle.net/10138/37932>
- Tamminen, P. ja Ilvesniemi, H. 2012. Maaperän hiili ja tyyppi luontotilaisissa ja talousmetsissä. Metlan työraportteja 236. 16 s. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-951-40-2369-9>
- Tolvanen, A., Kangas, K., Vendelin, I., Huhta, E., Hytönen, M., Jäkäläniemi, A., Kyttä, M., Nikula, A., Nivala, V., Tarvainen, O., Tuulentie, S. ja Tyrväinen, L. 2014. Vaaka punnitsee, arvottaa, tasapainottaa –toimintamalli Vaara-Kainuun matkailualueiden suunnitteluun. Metsäntutkimuslaitos. 62 s. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-951-40-2483-2>

Aluskasvillisuus tuottaa tietoa Suomen ja Venäjän Karjalan metsistä

Maija Salemaa, Hannu Ilvesniemi, Alexander Kryshen, Natalia Lukina, Päivi Merilä, Jari Oksanen, Elena Tikhonova ja Tiina Tonteri

Metsiä jäkäläkankaista ukonhattulehtoihin

Suomen ja Venäjän Karjalan metsät kuuluvat pääasiassa boreaaliseen havumetsävyöhykkeeseen. Tällä itäisen Fennoskandian alueella metsäkasvillisuuden vaihtelu ulottuu karuista jäkäläkankaista (kuva 1) reheviin ukonhattulehtoihin (kuva 2). Metsien kasvuolot ovat samanlaiset ilmaston ja maaperän suhteen, mutta rakenteeltaan rajan kahdella puolella olevat metsät poikkeavat monessa suhteessa toisistaan. Erilainen luonnonvarojen käyttö ja erilaiset metsänhoidon menetelmät ovat ohjanneet metsien kehitystä eri suuntiin viimeisten 70 vuoden aikana.

Päätihakatut tai kulojen aukeiksi polttamat metsäalueet saavat Karjalassa usein jäädä metsittymään luontaisesti, minkä tuloksena sinne on syntynyt tiheitä koivuvaltaisia metsälaikkuja. Suomessa metsäaukot uudistetaan yleensä joko istuttamalla puiden taimia tai kylvämällä siemeniä, ja ennen tätä uudistusalueen maanpinta muokataan, jotta taimien alkukehitys varmistuisi. Karjalassa harvennushakkuita

on tehty vähän, minkä seurauksena puunrungot kasvavat tiheämmässä ja metsissä on paljon enemmän kuollutta puuta kuin Suomessa. Metsien rakenteeseen vaikuttavat myös metsäpalot, jotka ovat Karjalassa yleisiä, mutta jotka torjutaan nykyään Suomessa lähes kokonaan. Toisaalta Suomen puolella metsät ovat pirstoutuneet eri-ikäisten metsiköiden ja hakkuuaukkojen mosaiikiksi, jonka sisällä risteilee tiheä metsätieverkosto. Tämän vuoksi Suomen metsissä on paljon erilaisia reuna-alueita, joiden luonto poikkeaa metsän syvemmistä sisäosista.

Kasvilajit indikoivat ilmastoa ja sen muutosta

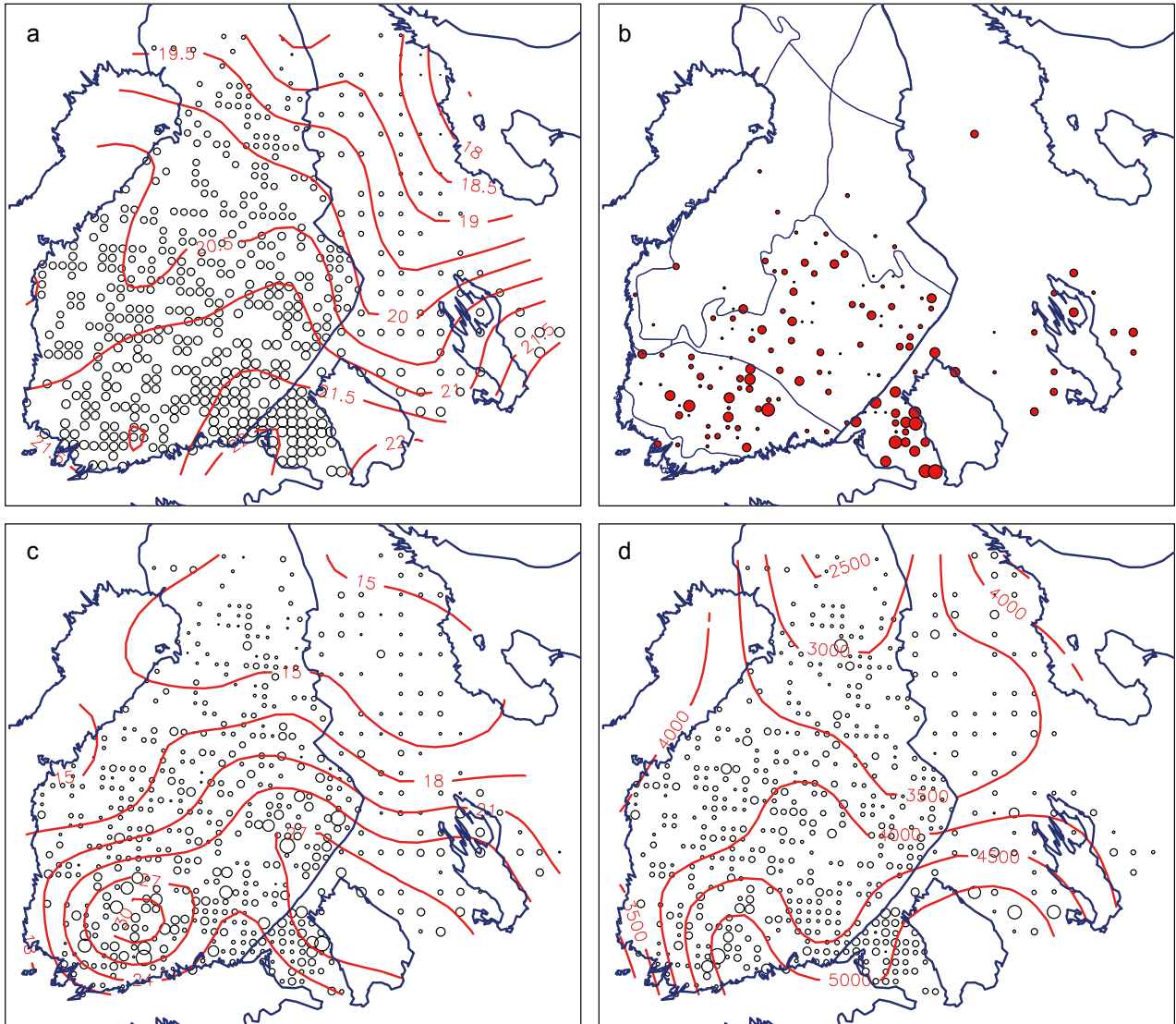
Boreaalisen metsän aluskasvillisuuden etelä-pohjoissuuntainen vyöhykkeellisyys määräytyy pitkälti ilmastotekijöiden mukaan. Joidenkin kasvilajien levinneisyysrajat noudattavat hyvin esimerkiksi lämpötilan isokliinejä eli saman arvon käy-



Kuva 1. Jäkäläpeitteinen karukkokangas Rokualla Vaalan kunnassa, on esimerkki itäisen Fennoskandian karuimmista metsistä. Kuva: Hannu Nousiainen.

Kuva 2. Rehevimpiä metsiä edustaa ukonhattulehto Laatokan pohjoisrannalla. Kookas violettikukkainen lehtoukonhattu (*Aconitum lycoctonum*) kasvaa yli metrin korkeaksi. Kuva: Maija Salemaa.





Kuva 3. a) Vuorokausien keskimääräinen maksimilämpötila (°C) heinäkuussa mallitettuna WordClim-tietokannan aineistosta. Koealat on merkitty ympyröillä, joiden koko suurenee muuttujan arvon suuretessa. b) Käenkaalin (*Oxalis acetosella*) runsaus peittävyysprosentteina. Boreaalisen metsäkasvillisuuden alavyöhykkeet ja niiden lohkot on piirretty karttaan Suomen ympäristökeskuksen (SYKE) luokituksen mukaan. c) Putkilokasvien lajimäärä kangasmetsien koealoilla (pinta-ala 400 m²). d) Kalsiumin (Ca) totaalipitoisuus (mg/kg) metsämaan orgaanisessa kerroksessa. Saman arvon käyrät on mallitettu koealojen arvoista tasoitusfunktiolla.

riä (kuva 3a) metsien erilaisesta rakenteesta riippumatta. Yksi tällainen laji on käenkaali, jonka runsaan esiintymisen pohjoisraja seurailee etelä- ja keskiboreaalisten alavyöhykkeiden välistä rajaa (kuva 3b). Muita levinneisyydeltään samankaltaisia lajeja ovat mm. metsäkastikka, sananjalka ja ruusuke-sammal. Tällaiset lajit, joilla on selkeät vaatimukset lämpötilan tai jonkin lämpötilan kanssa korreloivan tekijän, kuten maaperän mikrobien hajotustoiminnan suhteen, saattavat levitä pohjoiseen päin ilmaston lämmetessä. Näin ollen ne tuottavat tietoa siitä, miten ilmastomuutos vaikuttaa metsäekosysteemiin. Pitkäaikaisia seuranta tutkimuksia tarvitaan, jotta lajien levinneisyysalueiden muutokset paljastuvat.

Aluskasvillisuus heijastaa metsän puuntuotoskykyä

Metsien aluskasvillisuuden lajisto ilmaisee metsämaan ravinteisuutta. Sillä on tärkeä rooli sekä suomalaisessa että venäläisessä metsätuotantoluokittelussa, jota taas tarvitaan metsätalouden ja luonnonsuojelun suunnittelutyössä. Puolukka ja mustikka ovat yleisiä ja runsaita varpuja havumetsien aluskasvillisuudessa. Nämä lajit eivät kuitenkaan ole ilmastoalueiden tai metsätuotantoluokittelun täsmäindikaattoreita, sillä niiden ekolokero on laaja eli ne pystyvät kasvamaan monenlaisissa olosuhteissa. Monet ruohot ja heinät sen sijaan kasvavat boreaalisella vyöhykkeellä vain ravinteikkaimmilla paikoilla. Esimerkiksi ruohoista oravanmarja ja käenkaali (kuva 4) ja heinämaisistä kasveista nuokkuhelmikkä ja sormisara



Kuva 4. Käenkaali (*Oxalis acetosella*) on ravinteikkaiden kasvupaikkojen indikaattorilaji. Kuva: Hannu Nousiainen.

ovat runsaimpia lehdossa ja lehtomaisilla kankailla. Ekosysteemipalvelujen näkökulmasta metsien ruohokasvit ovat monella tapaa hyödyllisiä: ne kertovat metsämaan laadusta ja niiden lajimäärän avulla voidaan ennustaa jopa kasvupaikan puuntuotoskyky metsätaloutta varten melko luotettavasti.

Biodiversiteetin hot spot -alueet

Putkilokasvien lajimäärät ovat suurimmat itäisen Fennoskandian eteläosien ravinteikkaimmilla metsämailla. Näillä alueilla maaperässä on kohtalaisesti typpeä ja suuremmat kalsiumpitoisuudet kuin karummilla kasvupaikoilla (kuvat 3c ja d). Tällaiset lajidiversiteetin keskittymät eli hot spot -alueet sijaitsevat Lounais- ja Kaakkois-Suomessa, Karjalankannaksella, Laatokan pohjoisrannoilla ja Äänisen ympäristössä.

Metsätalous muuttaa kasvillisuutta eniten

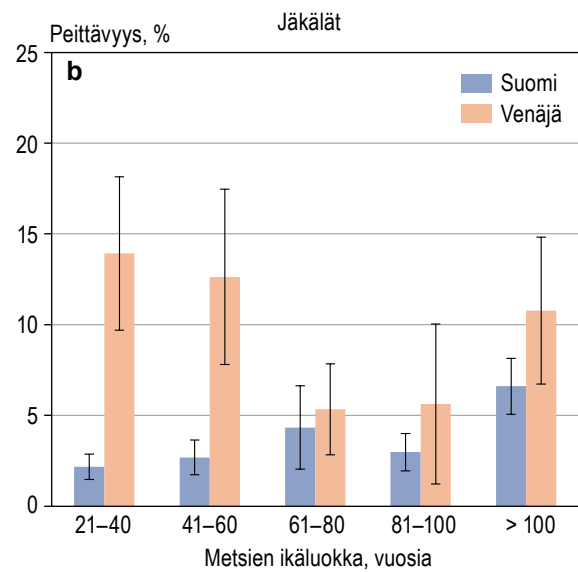
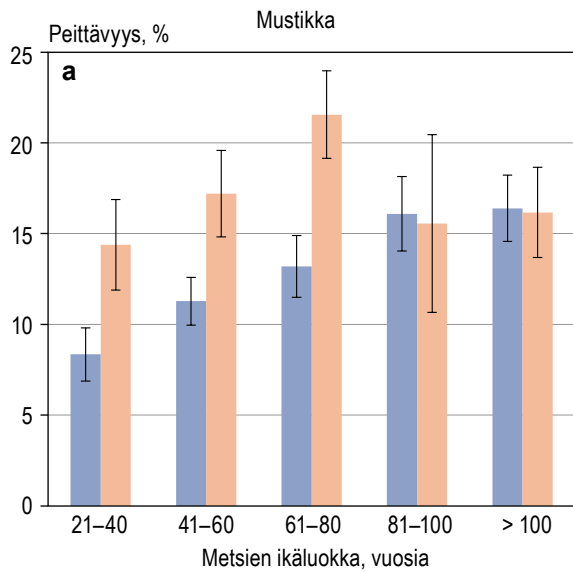
Kasvillisuus muuttuu vähitellen metsien ikääntyessä, mutta hyvinkin nopeita muutoksia tapahtuu hakkuukäsittelyjen seurauksena. Metsien uudistaminen päätehakuilla ja uudistusalojen maanmuokkaus mullistavat monien kasvilajien elinympäristön perinpohjaisesti. Esimerkiksi mustikkaa kasvaa tuoreilla ja kuivahkoilla kankailla alle 80-vuotiais-

sa metsissä Suomen puolella selvästi vähemmän kuin vastaavan ikäisissä metsissä Venäjän Karjalassa (kuva 5a). On todennäköistä, että Suomen puolella yleisesti tehty uudistusalojen maanmuokkaus katkoo mustikan maavarsiverkostot, mikä hidastaa myös versojen kasvua. Varvikoiden maanalaisten osien palautuminen kestää kymmeniä vuosia. Suomalaisissa tutkimuksissa on osoitettu, että mustikkasadot pienentyvät uudistusaloilla jopa kymmenesosaan hakkuuta edeltäneistä määristä.

Kuivilla kasvupaikoilla (kuivahkot, kuivat ja karukkokankaat) jäkälät peittävät maanpintaa Suomen puolella huomattavasti pienemmällä alalla kuin Venäjän Karjalassa, varsinkin nuorissa metsissä (kuva 5b). Ero saattaa johtua siitä, että kulumiselle herkäät jäkälät kärsivät Suomessa uudistusalojen maanpinnan rikkoutumisesta ja sitkeämmät sammalet valtaavat niiltä kasvutilaa. Toisaalta Karjalassa metsäpalojen köyhdyttämä kuiva metsämaa voi olla sammalten kasvulle epäsuotuisa, mikä edistää jäkäläkköjen kehittymistä.

Aluskasvillisuus ja ekosysteemipalvelut

Metsäluontomme olisi paljon yksitoikkoisempi ilman marjamättäitä, keväisiä vuokkoja ja vihreästä sammalpeitteestä pilkistäviä jäkäläitä. Aluskasvillisuus suojaa ja ruokkii mo-



Kuva 5. a) Mustikan (*Vaccinium myrtillus*) peittävyysprosentti (keskiarvo \pm keskivirhe) tuoreiden ja kuivahkojen kankaiden koealoilla ja b) jäkälien peittävyysprosentti kuivahkojen, kuivien ja karukkokankaiden koealoilla Suomessa ja Venäjän Karjalassa eri-ikäisissä kangasmetsissä. Venäjän Karjalan aineisto käsittää Karjalan tasavallan ja Karjalankannaksen yhdessä.

nia eläinlajeja ja rakentaa näin perustaa koko metsän biodiversiteetille. Monilajinen kasvipeite ilahduttaa metsäpolulla vaeltavaa ihmistä kauneudellaan ja tuottaa näin kulttuuripalveluja. Varpujen marjasadot ovat esimerkki metsäekosysteemin tuotantopalveluista ja aluskasvillisuuden ravinne-, vesi- ja hiilikierroilla on tärkeä tehtävä ylläpitopalveluiden osana. Lisäksi varvikot sitovat maavarsillaan ja juurillaan maaperää ja toimivat säätelypalvelujen tuottajina. Kasvilajistoa voidaan hyödyntää monipuolisesti arvioitaessa miten metsien käyttö ja ympäristömuutokset vaikuttavat metsien ekosysteemipalveluihin ja niiden kustannusten arvottamiseen. Suomen ja Venäjän Karjalan rakenteeltaan ja käyttöhistorialtaan erilaiset metsät antavat erinomaisen mahdollisuuden tämän tutkimiseen.

Kangasmetsien kasvillisuus-, puusto- ja maaperäinventoinnit toteutettiin Suomessa EU:n BioSoil-projektissa vuosina 2006–2007 (417 koealaa) ja Karjalan tasavallassa ja Karjalankannaksella vertailukelpoisin menetelmin vuosina 2008–2009 (132 koealaa).

Kirjallisuus

- Ahti, T., Hämet-Ahti, L. & Jalas, J. 1968. Vegetation zones and their sections in northwestern Europe. *Annales Botanici Fennici* 5: 169–211.
- Jantunen, J., Saarinen, K. & Marttila, O. 2001. Effects of forest management on field layer vegetation: A comparison between Finnish and Russian Karelia. *Scandinavian Journal of Forest Research* 16: 442–449. <http://dx.doi.org/10.1080/02827580152632838>
- Reinikainen, A., Mäkipää, R., Vanha-Majamaa, I. ja Hotanen, J.-P. (toim.). 2000. Kasvit muuttuvassa metsäluonnossa. Tammi, Helsinki. 384 s.
- Uotila, A., Hotanen, J.-P. & Kouki, J. 2005. Succession of understory vegetation in managed and semi-natural Scots pine forests in eastern Finland and Russian Karelia. *Canadian Journal of Forest Research* 35(6): 1 422–1 441. <http://dx.doi.org/10.1139/x05-063>
- Uotila, A. & Kouki, J. 2005. Understory vegetation in spruce-dominated forests in eastern Finland and Russian Karelia: Successional patterns after anthropogenic and natural disturbances. *Forest Ecology and Management* 215: 113–137. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2005.05.008>

Aluskasvillisuus on tärkeä osa boreaalista metsää

Maija Salemaa, Heljä-Sisko Helmisaari, Päivi Merilä ja Pekka Nöjd

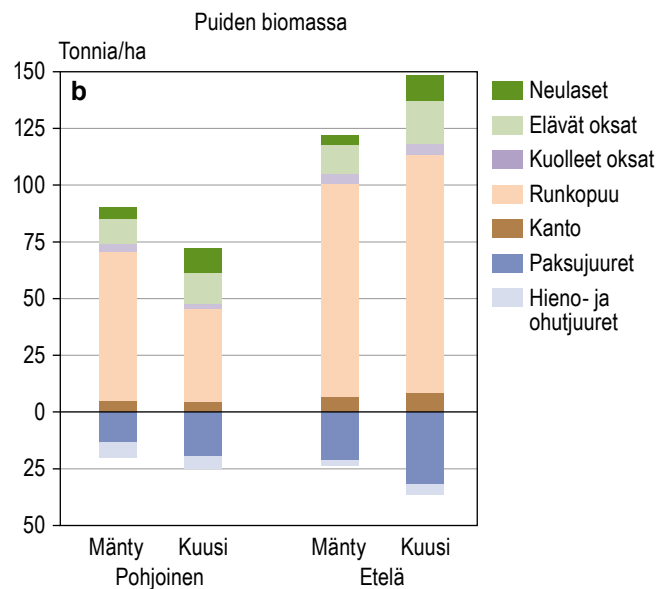
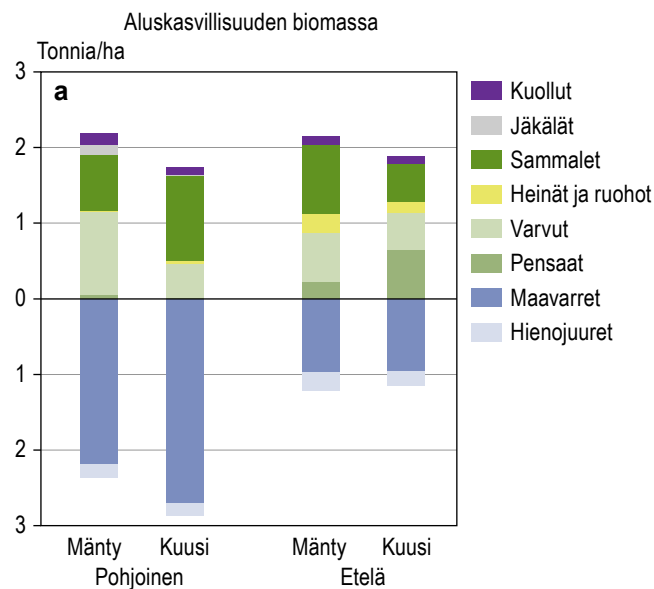
Pohjakerroksen sammalet ja jäkälät sekä kenttäkerroksen varvut, ruohot, heinät ja sarat luovat boreaaliseen metsään monilajisen ja vaihtelevan aluskasvillisuuden. Ilmastotekijöiden lisäksi kasvupaikan ravinteisuus, metsien ikä ja puuston tiheys vaikuttavat aluskasvillisuuden lajistoon ja runsauteen. Varttuneessa kangasmetsässä varvut ja sammalet muodostavat tavallisesti suurimman osan aluskasvillisuuden biomassasta. Metsien uudistaminen avohakkuilla, metsämaan muokkaus ja energiapuun korjuu vähentävät suuressi aluskasvillisuutta.

Vaikka aluskasvillisuuden biomassa on pieni verrattuna puihin (kuva 1a,b), sillä on tärkeä merkitys ekosysteemin toiminnalle. Aluskasvillisuus säätelee metsien ravinnekiertoa ja vaikuttaa maaperän vesi- ja lämpötilouteen. Kivennäismaan pinnalla oleva orgaaninen kerros eli kangashumus syntyy puiden neulaskarikkeen lisäksi suurelta osin aluskasvillisuuden - etenkin sammalten ja varpujen - hajoavista ja kuolleista osista. Paksu kangashumus on metsän ravinne- ja hiilivarasto, mutta se saattaa vaikeuttaa puiden siementen itämistä ja puuston taimettumista.

Aluskasvillisuus sisältää painoysikköä kohden enemmän tyypeä kuin puut. Ruohot ja vuosittain lehtensä varisuttavat varvut, kuten mustikka, palauttavat tyypeä lehtikarikkeen mukana nopeasti ekosysteemin ainekiertoon. Myös sammalet ovat tärkeä kasviryhmä metsän typpitalo-



Kuva 2. Sammalet ovat tärkeä kasviryhmä metsän typpitalouden kannalta, sillä niiden pinnalla elävät cyanobakteerit sitovat ilmakehän tyypeä pohjoisissa niukatyyppisissä metsissä. Kuivassa metsäkerrossammal (*Hylocomium splendens*) ja edessä isokynsisammal (*Dicranum majus*). Kuva: Hannu Nousiainen.



Kuva 1. a) Aluskasvillisuuden ja b) puuston biomassat (tonnia kuiva-ainetta/ha) maan päällä ja maan alla Pohjois-Suomessa (Kivalo: 60-vuotias kuivahkon kankaan männikkö ja 75-vuotias tuoreen kankaan kuusikko) ja Etelä-Suomessa (Tammela: 65-vuotias kuivahkon kankaan männikkö ja 65-vuotias tuoreen kankaan kuusikko). Puiden ja pensaiden maanpäällinen ja paksujuurten biomassa on mallitettu Repolan (2009) yhtälöillä. Muu tieto biomassoista perustuu vuonna 2002 otettuihin kasvi- ja humusnäytteisiin. Hieno- ja ohutjuurten biomassa kivennäismaassa on mallitettu kairanäytteistä saatujen suhdelukujen mukaan. Sammalten ja jäkälän hajoavat alaosat eivät ole mukana tässä kuvassa. Koealat kuuluvat metsien intensiiviseurannan verkostoon.

uden kannalta (kuva 2). Niiden pinnalla elävät syanobakteerit voivat sitoa ilmakehän kaasumaista typpeä 0,5-1 kg/ha vuodessa Pohjois-Suomessa. Tämä biologinen typensidonta tuo pitkällä aikavälillä suuren määrän uutta typpeä metsäekosysteemiin, jossa typpi on kasvien kasvua rajoittava tekijä. Toisaalta paksu sammalkerros toimii lämpöeristeenä, mikä viilentää maaperää ja hidastaa mikrobitoimintaa ja siten ravinnekiertoa.

Aluskasvillisuuden kokonaisbiomassasta 40-60 % on maan alla (kuva 1a). Sekä männiköissä että kuusikoissa aluskasvillisuudella on enemmän maanalaista biomassaa pohjoisessa kuin etelässä. Varsinkin puuvartisten varpujen laajat maavarsiverkostot elävät kymmeniä vuosia ja toimivat pitkäaikaisina hiilivarastoina. Puiden juurten ja varpujen maavarsien ja hienojuurten kasvudynamiikka onkin siten yksi tekijä, joka vaikuttaa orgaanisen kerroksen hiilimäärän vaihteluun vuosien välillä etenkin Pohjois-Suomessa.

Kirjallisuus

- Leppänen, S. M., Salemaa, M., Smolander, A., Mäkipää, R. & Tiirola, M. 2013. Nitrogen fixation and methanotrophy in forest mosses along a N deposition gradient. *Environmental and Experimental Botany* 90: 62-69. <http://dx.doi.org/10.1016/j.envexpbot.2012.12.006>
- Merilä, P., Mustajärvi, K., Helmisaari, H.-S., Hilli, S., Lindroos, A.-J., Nieminen, T. M., Nöjd, P., Rautio, P., Salemaa, M. & Ukonmaanaho, L. 2014. Above- and below-ground N stocks in coniferous boreal forests in Finland: Implications for sustainability of more intensive biomass utilization. *Forest Ecology and Management* 311: 17-28. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2013.06.029>
- Repola, J. 2009. Biomass equations for Scots pine and Norway spruce in Finland. *Silva Fennica* 43: 625-647. <http://dx.doi.org/10.14214/sf.184>

Metsien monimuotoisuus

Juha Siitonen ja Anne Tolvanen

Monimuotoisuuden käsite

Monimuotoisuuden eli biodiversiteetin käsite tarkoittaa yleisesti ottaen kaikkea luonnossa esiintyvää vaihtelua. Tavallisesti erotetaan kolme monimuotoisuuden tarkastelutasoa: lajiston monimuotoisuus, lajien sisäinen geneettinen monimuotoisuus sekä elinympäristöjen monimuotoisuus.

Lajiston monimuotoisuutta mitataan yleensä tietyn metsikön tai alueen lajimäärän avulla (α -diversiteetti). Lajiston monimuotoisuutta kuvaa myös se, kuinka paljon lajiston koostumus muuttuu, kun siirrytään metsiköstä toiseen metsikköön tai johonkin muuhun elinympäristöön (β -diversiteetti). Kahdessa metsikössä voi olla sama lajimäärä, mutta lajit voivat olla osittain tai kokonaan eri lajeja. Monista metsiköistä ja muista elinympäristöistä muodostuvan metsämaiseman kokonaislajimäärä (γ -diversiteetti) riippuu sekä yksittäisten metsiköiden lajirikkaudesta että lajiston vaihtelusta metsiköiden välillä.

Geneettinen monimuotoisuus tarkoittaa lajien sisäistä perinnöllistä vaihtelua. Lajin sisällä voi esiintyä joko paljon tai vain vähän perinnöllistä vaihtelua, ja esimerkiksi eri osissa Suomea samasta lajista voi esiintyä perinnöllisesti erilaistuneita, paikallisiin olosuhteisiin sopeutuneita alalajeja tai kantoja. Lapissa esiintyvä kuusen alalaji siperiankuusi (*Picea abies* ssp. *obovata*) on kapealatvaisempi ja lyhytkoisempi kuin Etelä-Suomen kuuset ja kestää siten paremmin lumikuormaa. Tunturikoivu (*Betula pubescens* ssp. *czerepanovii*) on hieskoivuun erilaistunut alalaji, joka on sopeutunut ankariin kasvuolosuhteisiin. Eri alueilla esiintyvien alalajien lisäksi tavallisilla puulajeillamme on geneettistä vaihtelua runsaasti myös paikallisissa populaatioissa. Tämä voi näkyä puiden ilmiössä - esimerkiksi haavalla yksilöiden välillä vaihteleva ruskaväriytyminen on geneettisesti määräytyneitä ominaisuuksia, mutta myös vähemmän näkyvissä ominaisuuksissa, kuten kasvunopeudessa, kasvuun lähdön tai talvilevon alkamisen ajoittumisessa ja kasvinsyöjiä torjuvien haitta-ainesten pitoisuuksissa. Tällainen vaihtelu on tärkeää ja mahdollistaa sen, että kasveille voi muodostua tiettyihin pysyviin kasvuolosuhteisiin sopeutuneita, geneettisesti toisistaan poikkeavia kantoja. Geneettinen monimuotoisuus on lisäksi edellytys sille, että ympäristöolosuhteiden muuttuessa lajit pystyvät sopeutumaan uudenlaisiin olosuhteisiin. Pitkällä aikavälillä geneettinen monimuotoisuus on evoluution eli lajinkehityksen välttämätön edellytys.

Elinympäristöjen monimuotoisuus tarkoittaa sitä, että lajiston koostumus ei yleensä vaihtelee sattumanvaraisesti, vaan olosuhteiltaan tietynlaisille kasvupaikoille muodostuu lajikoostumukseltaan samankaltainen eliöyhteisö. Esimerkiksi metsätyyppien luokittelu perustuu juuri kasvupaikalle tyypillisiin kasviyhdyksuntiin. Kasvillisuuden ohella muu lajisto vaihtelee kasvupaikan ja muiden ympäristöolosuhteiden mukaan.

Suomen metsäluonnon lajistollinen monimuotoisuus

Suomessa arvioidaan elävän noin 50 000 lajia, kun lasketaan yhteen kaikki eläin-, kasvi- ja sienilajit. Vaikka Suomen lajisto on poikkeuksellisen hyvin tunnettu, uusia lajeja löydetään maastamme jatkuvasti. Puutteellisesti tunnettuihin ja uhanalaisiin metsälajeihin keskittyvässä PUTTE-tutkimusohjelmassa löydettiin vuosina 2003-2012 yhteensä 1 600 maalemme uutta lajia, joista 350 oli aiemmin kokonaan kuvaa-mattomia, tieteelle uusia lajeja.

Kokonaislajimäärästä noin 40 % eli 20 000 lajia elää metsissä (taulukko 1). Suurin osa metsälajeista on selkärangattomia eläimiä, ja lajimäärältään suurimpia ryhmiä ovat hyönteisiin kuuluvat kolme lahkoa: pistiäiset, kaksisiipiset ja kovakuoriaiset. Metsissä kasvavia sienilajeja on lähes kymmenkertaisesti metsäkasvilajeihin verrattuna. Pohjoisten havumetsien lajistolle tyypillinen piirre on se, että sammal- ja jäkälälajeja on runsaasti verrattuna putkilokasveihin.

Taksonomisten ryhmien sijaan lajit voidaan jakaa myös sen mukaan, mille trofiatasolle eli ravintoketjun tasolle ne kuuluvat (taulukko 1). Yhteyttävät vihreät kasvit (putkilokasvit ja sammalet) ovat tuottajia ja kuuluvat alimmalle trofiatasolle. Näitä syövät herbivorit eli kasvinsyöjät kuuluvat toiselle tasolle, ja kasvinsyöjiä syövät pedot sekä loiset kuuluvat edelleen seuraaville tasoille. Detritivorit eli hajottajaeliöt käyttävät sekä kasvi- että eläinperäistä kuollutta orgaanista ainetta ravintonaan. Valtaosa sienistä on hajottajia, mutta sieniin kuuluu myös elävillä kasveilla ja toisilla sienillä loisivia lajeja. Selkärangattomiin lajeihin kuuluu hyvin suuri joukko metsän karikekerroksessa eläviä hajottajalajeja. Huomatava osa metsän nettoperustuotannosta (yhteyttämisen ja hengityksen erotuksena kertyvä biomassa) sitoutuu puiden runkoihin, oksiin ja juuristoon, ja tämä energia vapautuu hajottajien käyttöön puiden kuollessa. Lahoavasta puusta riippuvaiset lajit muodostavatkin vähintään viidenneksen koko metsälajistosta.

Kasvupaikan tuotoskyky selittää osan metsikön kokonaislajimäärän vaihtelusta (kuva 1). Lehdossa samankokoisella pinta-alalla kasvaa noin kaksi kertaa enemmän kasvilajeja kuin kuivalla kankaalla. Putkilokasvien kokonaislajimäärä on lehdossa moninkertainen, mutta varpu- ja jäkälälajisto on kuivalla kankaalla monipuolisempi. Samoin lehdossa on moninkertaisesti kuivaan kankaaseen verrattuna perhoslajeja, sahapistiäislajeja ja muiden sellaisten eliöryhmien lajeja, joissa on paljon kasvinsyöjiä. Toisaalta monien muiden eliöryhmien, esimerkiksi kovakuoriaisten tai kääpien, lajimäärä ei näytä riippuvan kovinkaan voimakkaasti kasvupaikkatyypistä. Sen sijaan lajiston koostumus (β -diversiteetti) muuttuu, kun siirrytään kasvupaikkatyypiltä toiselle, ja tämän ravinteusvaihtelun ääripäissä eli lehdossa ja kuivalla kankaal-



Kuva 1. Kasvupaikan tuotoskyky selittää osan metsikön kokonaislajimäärän vaihtelusta. Lehdossa samankokoisella pinta-alalla kasvaa noin kaksi kertaa enemmän kasvilajeja kuin kuivalla kankaalla. Kuvassa keskiravinteinen lehtokuusikko, jossa valtalajeina ovat valkovuokko (*Anemone nemorosa*), oravanmarja (*Maianthemum bifolium*) ja käenkaali eli ketunleipä (*Oxalis acetosella*). Kuva: Erkki Oksanen, Luke.

la lajisto on jo lähes kokonaan erilainen (kuva 2). Metsikön sukkessiovaihe on toinen lajirikkauteen ja lajikoostumukseen voimakkaasti vaikuttava tekijä. Lajimäärä on korkeimmillaan heti voimakkaan häiriön jälkeen, kuten metsäpalon tai talousmetsän avohakkuun, ja myös lajikoostumus poikkeaa eniten muiden sukkessiovaiheiden lajistosta. Vanhassa luonnonmetsässä lajimäärä on selvästi suurempi kuin vanhassa talousmetsässä; ero johtuu suurelta osin lahoppuulla elävästä lajistosta.

Usein esitetyjä mutta heikosti perusteltuja ja osittain väärinkäsitykseen perustuvia väitteitä Suomen lajistosta ovat seuraavat: 1) Maamme metsälajisto on erityisen köyhää, koska lajistomme on niin nuori, vasta jääkauden jälkeen viimeisten 10 000 vuoden aikana tänne levinnyt. 2) Suomessa ei esiinny kotoperäisiä lajeja, ja siksi lajistomme monimuotoisuuden säilyttämisellä ei ole erityistä globaalia merkitystä. 3) Suomessa lajit esiintyvät levinneisyytensä ääri rajoilla, eikä näiden reunapopulaatioiden säilymisellä tai häviämislä ole suurtakaan merkitystä.

Lajit levisivät jääkauden jälkeen Suomeen kirjaimellisesti paljaalle maalle mannerjään reunan vetäytyessä. Lajit, niiden väliset vuorovaikutukset ja lajien muodostamat eliöyhteisöt eivät kuitenkaan ilmestyneet tyhjästä, vaan ovat vuosimiljoonia vanhoja. Jääkauden aikana boreaalinen metsälajisto oli vetäytynyt etelämmäksi nk. refugioalueille Balkanille, Mustanmeren pohjoispuolelle ja Uralvuoriston eteläpuolelle. Ilmaston taas lämmitessä lajit ja eliöyhteisöt levisivät takaisin kohti pohjoista ja länttä.

Jääkauden jälkeinen leviämishistoria on syynä siihen, että Suomessa ei ole kotoperäisiä eli endeemisiä lajeja harvoja poikkeuksia lukuun ottamatta. Aika jääkauden jälkeen, noin 10 000 vuotta, on yleensä liian lyhyt lajiutumiseen. Suomes- ta sekä muualta Fennoskandian alueelta on kuitenkin vanhastaan tunnettu joukko tälle alueelle endeemisiä kasvila-



Kuva 2. Putkilokasvien kokonaislajimäärä on lehdossa moninkertainen, mutta varpu- ja jäkälälajisto on kuivalla kankaalla monipuolisempi. Kuva: Hannu Nousiainen.

jeja tai alalajeja, kuten perämerenmaruna (*Artemisia campestris* subsp. *bottnica*) ja harjumasmalo (*Anthyllis vulneraria* subsp. *fennica*). Tällaisia Fennoskandian ja Itämeren ympäristön alueella kotoperäisiä kasveja on Suomesta tavattu yhteensä kuutisenkymmentä. Kasveilla nopeaa lajiutumista on tapahtunut nopeasti muuttuvissa tai olosuhteiltaan poikkeavissa elinympäristöissä, kuten maankohoamisrannikolla ja harjuilla, ja lajiutuminen perustuu lajiristeymiin tai apomiktiseen lisääntymiseen eli siementen tuottamiseen ilman hedelmöitystä. Suomessa voi kuitenkin olla endeemisiä lajeja myös muissa eliöryhmissä. Lajiutuminen on vain niin äskettäin tapahtunutta, että uudet lajit eivät vielä morfologisesti juurikaan eroa kantalajeistaan. Esimerkiksi eteläisimmästä Suomesta tavattu kovakuoriaislaji, halavasepikkä (*Hylocharis cruentatus*), tunnetaan toistaiseksi ainoastaan meiltä. Laji on hyvin samankaltainen kuin lähisukulaisensa haapasepikkä (*H. populi*). Halavasepikkä elää tulvivissa joenrantapajukoissa, ja se on mahdollisesti lajiutunut jääkauden jälkeen, jolloin jäätiköiden sulaessa sopivia elinympäristöjä esiintyi runsaasti laajoilla alueilla.

Suurin osa Suomen borealisesta metsälajistosta on levinnyt idässä vähintään Uralille asti (länsipalearktiset lajit) tai sitten Venäjän Kaukoitään tai jopa Japaniin asti. Tässä mielessä kaikki Suomen lajit ovat reunapopulaatioita, joiden levinneisyyden ydinalue on jossain muualla. Lajinkehityksen eli evoluution näkökulmasta kuitenkin reunapopulaatiot ovat usein merkityksellisiä: paikalliskantojen erilaistumista ja lajiutumista uusiksi lajeiksi tapahtuu nimenomaan lajien levinneisyysalueiden reunoilla.

Elinympäristöjen monimuotoisuus ja geneettinen monimuotoisuus

Metsätaloudessa ja metsäekologiassa on perinteisesti totuttu luokittelemaan kasviyhdyksuntia metsä- ja suotyypeiksi. Elinympäristötyyppi tai luontotyyppi ovat yleisempiä käsitteitä, jotka sopivat myös muihin elinympäristöihin kuin metsiin ja soihin. Luontotyyppi kuvaa rajattavissa olevia maa- tai vesialueita, joilla vallitsevat samankaltaiset ympäristötekijät ja eliölajisto ja jotka eroavat näiden ominaisuuksien perus-

Taulukko 1. Metsälajien arvioitu lajimäärä eri eliöryhmissä. Lisäksi kussakin eliöryhmässä on arvioitu erikseen kasvinsyöjien, lahoppuusta riippuvaisen lajien sekä loisten lajimäärä metsälajeissa. Lajimäärissä ovat mukana myös puustoisilla soilla esiintyvät lajit. Viimeisellä rivillä kokonaislajimäärät on pyöristetty. Lähde: Siitonen ja Hanski 2004.

Eliöryhmä	Metsälajeja	Kasvinsyöjät	Lahoppuusta riippuvaiset lajit	Loiset
Selkärangattomat	113			
Nisäkkäät	36	16	-	-
Linnut	76	16	24	-
Selkärangattomat	11 000			
Perhoset	1 000	950	30	-
Kovakuoriaiset	1 500	250	800	10
Pistiäiset	2 500	400	500-1 000	2 000
Kaksisiipiset	2 500	500	500-1 000	200
Muut hyönteiset	1 000	500	50	130
Muut niveljalkaiset	1 000	150	300	50
Muut selkärangattomat	1 200	10	100	500
Putkilokasvit	350	-	-	4
Itiökasvit	400			
Lehtisammalet	300	-	-	-
Maksasammalet	100	-	20	-
Sienet	5 000			
Helttä- ja kupusienet	1 400	-	300	50
Hyytelösienet	65	-	65	-
Kääväkkäät	800	-	600	50
Kotelosienet	1 500	-	600	500
Ruoste- ja nokisienet	300	-	-	300
Limasienet	200	-	150	-
Jäkälät	600	-	50	-
Yhteensä	20 000	2 500	4 000-5 000	4 000

teella muista luontotyypeistä. Metsissä kasvupaikan lisäksi toinen lajikoostumukseen voimakkaasti vaikuttava tekijä on metsikön sukkessiovaihe. Metsikön uudistumiseen johtavan häiriön, kuten metsäpalon tai avohakkuun, seurauksena lajiston koostumus muuttuu toisenlaiseksi. Sulkeutuneessa vanhassa metsässä esiintyneet lajit häviävät kokonaan tai vähenevät, ja toisaalta paikalle leviää uutta, avoimeen ympäristöön sopeutunutta lajistoa. Puuston sukkession myötä lajiston koostumus vähitellen muuttuu, kunnes noin 100–200 vuoden kuluttua paikalla on taas vanhalle metsälle ominainen lajisto. Se muistuttaa koostumukseltaan lajistoa, joka oli paikalla ennen häiriötä.

Kuinka paljon Suomessa sitten on erilaisia metsäluontotyyppejä? Perinteinen kasvupaikkaluokitus erottaa ravinteisuuden perusteella kasvupaikkatyyppit sekä näillä eri metsäkasvillisuusvyöhykkeissä esiintyvät metsätyyppit, joita voi olla yksi tai useampia kullakin kasvupaikkatyyppillä. Erilaisia metsätyyppejä on erotettu noin sata, kun kitu- ja joutomaan tyyppitkin lasketaan mukaan.

Ensimmäinen kaikki elinympäristötyypit kattava luokittelu tehtiin Suomen luontotyyppien uhanalaisuuden arvioinnissa. Tässä tarkastelussa perinteisten metsätyyppien sijasta metsäluontotyyppien jaottelun perustana käytettiin luokittelua, joka perustuu kasvupaikkatyyppiin, pääpuulajiin sekä metsikön sukkessiovaiheeseen (ikäluokkaan). Erilaisia metsäluontotyyppejä kuvattiin 73. Suoluontotyyppejä kuvattiin 70 ja kaikkia luontotyyppejä yhteensä noin 400 erilaista. On tehty subjektiivinen päätös, kuinka pienten kasvupaikkaerojen ja lajistollisten erojen perusteella luontotyyppejä erotetaan omiksi tyypeikseen. Ei siis ole olemassa yksiselitteistä vastausta siihen, kuinka monta erilaista metsäluontotyyppiä Suomessa on. Suomelle ominaisia metsäluontotyyppejä, joita muualla maailmassa ei juuri esiinny, ovat erilaiset harjumatset sekä maankohoamisrannikon primaarisukkessiometsät.

Suomen metsäluontotyyppejä vastaavia tyyppejä esiintyy muualla Fennoskandian alueella Ruotsissa, Norjassa ja Karjalan tasavallassa Venäjällä. Fennoskandian alueen itäpuolella kallioperä ja maalajit muuttuvat, ilmasto muuttuu manteisemmaksi, ja myös lajiston koostumus muuttuu vähitellen itään päin mentäessä. Esimerkiksi uusina puulajeina mukaan tulevat siperianlehtikuusi Äänisjärven itäpuolella, siperianpihta Vienanmeren itäpuolella ja siperiansembra Komissa.

Lajistomme geneettinen monimuotoisuus on äärimmäisen puutteellisesti kartoitettu. Parhaiten tunnetaan puulajien perinnöllinen vaihtelu. Useimmista muista lajeista emme pysty sanomaan, kuinka paljon niiden perintötekijöissä on vaihtelua yhden populaation sisällä, populaatioiden välillä tai vaikkapa Suomen eri osien välillä – ja mitä tämä vaihtelu merkitsee ekosysteemipalveluille. Yleiset ja laajalle levinneet lajit ovat myös geneettisesti monimuotoisempia kuin harvinaiset tai suppeasti levinneet lajit. Esimerkiksi uhanalaisella korpikolvalla (*Pytho kolwensis*) on osoitettu olevan huomattavasti vähemmän geneettistä muuntelua kuin lähisukuisella mutta yleisemmällä laakakolvalla (*P. depressus*). Kun lajit uhanalaistuvat ja niiden levinneisyysalue supistuu, niin geneettistä monimuotoisuutta menetetään jo paljon ennen kuin laji kokonaan häviää.

Monimuotoisuuden merkitys tuotantopalveluille

Teoreettisesti samoin kuin käytännön kannalta kiinnostava kysymys on, vaikuttaako monimuotoisuus eliöyhteisön perustuotantoon – metsässä erityisesti puuston kasvuun. Todennäköisesti metsikön kokonaislajimäärällä ei ole suoraa kytköstä tämänhetkiseen tuottokykyyn. Kasvun edellytyksinä olevat perusprosessit, kuten karikkeiden hajotus ja ravinteiden kierto, toimisivat tehokkaasti paljon pienemmälläkin lajimäärällä. Muutamat lajit ovat nk. avainlajeja: niillä on keskeinen vaikutus koko metsäekosysteemin toiminnan kannalta. Kaikki pääpuulajimme (mänty, kuusi, koivut, haapa) ovat tällaisia avainlajeja. Hajottajalajistossa eräs änkymatolajijä (*Cognettia sphagnetorum*) on erittäin tärkeä hajottaja. Lajiston monimuotoisuus vaikuttaa kuitenkin todennäköisesti positiivisesti metsän puuntuotoskykyyn ja ylipäänsä sopeutumiskykyyn muuttuvissa olosuhteissa. Esimerkiksi yhdellä varttuneella puulla saattaa olla juuristossaan useita kymmeniä sienilajeja, jotka muodostavat puun juurten kanssa sienijuuren. Osa sieniosakkaista toimii tehokkaammin kosteina kesinä, osa taas poikkeuksellisen kuivina kesinä. Olosuhteiden muuttuessa tulevat uusissa olosuhteissa tehokkaimmat lajit vallitseviksi.

Yleiset ja runsaat lajit ovat yleensä ekosysteemin toiminnan ja perustuotannon kannalta tärkeämpiä kuin harvinaiset tai vähälukuiset lajit. Mustikka on tuoreilla ja kuivahkoilla kankailla kenttäkerroksen runsain kasvilaji, ja sillä voi elää toukkana noin 140 perhoslajia (kuva 3). Mustikanlehtiä syövät kasvinsyöjätoukat ovat tärkeää ravintoa mm. metsäkanalintujen poikasille, ja mustikka voi siten vaikuttaa metsäkanalintujen riistakantoihin. Runsaasti ja suhteellisen varhain kukkiva mustikka on myös pölyttäjähyönteisille tärkeä ravintokohde alkukesällä. Jos mustikka vähenee, sillä voi olla laajoja seurannaisvaikutuksia muuhun metsälajistoon.

Onko harvinaisilla lajeilla sitten ylipäänsä merkitystä tuotantopalvelujen kannalta? Harvinaisten lajien merkitys liittyy yleensä geenivaroihin ja niiden tulevaisuuden käyttömahdollisuuksiin, nk. optioarvoon. Hyvänä esimerkkitapauksena voi toimia biopulppaus eli selluloosakuitujen irrotus puusta ilman energiaa ja kemikaaleja puuta lahottavien sienten avulla. Tehokkaimmaksi ligniiniin hajottajaksi ja samalla selluloosan irrottajaksi osoittautui laboratoriotutkimuksissa talikääpä (*Physisporinus rivulosus*) (kuva 4). Se on harvinaisen luonnonmetsien laji, joka suosii erityisesti metsäpaloalueita. Tällä hetkellä ei ole edellytyksiä käyttää biopulppausta teollisessa mittakaavassa, mutta tulevaisuuden maailmassa, missä energian säästäminen teollisuusprosesseissa voi olla tärkein tavoite, tälle lajille tai vastaaville lajeille voi olla käyttöä. Puuta lahottavien lajien entsyymipatteristo on maailmalla vilkkaan tutkimuksen kohteena, ja tavoitteena on mm. biopolttoaineiden tuotanto. Puuta lahottavat sienet voivat olla tulevaisuudessa merkittäviä myös ravinnon tuotannossa (esim. siitake, osterivinokas). Joskus harvinaisen laji itsessään voi olla hyödynnettävä keräilytuote, kuten tuoksuvalmuska (*Tricholoma matsutake*). Japanissa arvostettu ja kaupallisesti hyvin arvokas sieni kasvaa vanhoissa



Kuva 3. Mustikka (*Vaccinium myrtillus*) on tuoreilla ja kuivahkoilla kankailla kenttäkerroksen runsain kasvilaji, ja sillä voi elää toukkana noin 140 perhoslajia. Mustikan lehtiä syövät kasvinsyöjätoukat ovat mm. metsäkanalintujen poikasten tärkeä ravintokokohde, ja mustikka voi siten vaikuttaa metsäkanalintukantoihin. Kuva: Hannu Nousiainen.



Kuva 4. Talikääpä (*Physisporinus rivulosus*) on laboratoriokeissa osoittautunut tehokkaaksi ligniiniin hajottajaksi ja selluloosan irrottajaksi. Kuvassa talikääpä palaneella haapamaapuulla. Kuva: Reijo Penttilä.

männiköissä ja on ilmeisen vaateliias kasvupaikkojensa suhteen. Valitettavasti harvinaisten lajien suuri kaupallinen arvo voi johtaa kestäättömän tehokkaaseen keruuseen ja pyyntiin, mikä on globaalissa mittakaavassa merkittävä syy lajien uhanalaistumiseen.

Monimuotoisuuden suhde ylläpito- ja säätelypalveluihin

Ekosysteemipalvelujen luokittelussa ylläpito- ja säätelypalveluilla tarkoitetaan luonnon perusprosesseja, joihin perustuu ekosys-

teemien ja ylipäänsä elämän säilyminen maapallolla. Tällaisia ylläpito- ja säätelypalveluita ovat esimerkiksi fotosynteesi ja ekosysteemien perustuotanto, hapen ja hiilen kierto, ravinteiden kierto sekä orgaanisen maaperän muodostuminen. Säätelypalveluilla puolestaan tarkoitetaan ekosysteemien kykyä säädellä ilmastoa sekä erilaisia hydrologisia ja biogeokemiallisia kiertoja, veden ja ilman puhdistamista, tuholaiskantojen luontaista säätelyä sekä kasvien pölytystä.

Ekosysteemipalvelut perustuvat erilaisiin ekosysteemien toimintoihin sekä lajeihin, jotka ylläpitävät näitä toimintoja. Toisin sanoen kaikki ekosysteemipalvelut perustuvat pohjim-

miltaan biodiversiteettiin, luonnon monimuotoisuuteen. Samoin kuin tuotantopalvelujen kohdalla, yksittäisellä lajilla on harvoin ratkaisevaa merkitystä ekosysteemien toiminnan ja siten ylläpito- ja säätelypalveluiden kannalta. Ajatuskokeena voidaan toki pohtia, mitä jonkun yksittäisen lajin puuttuminen vaikuttaisi ylläpito- tai säätelypalveluihin. Jos edellä mainittu *Cognettia sphagnetorum* -änkyrimato jostain syystä häviäisi kokonaan, tällä olisi epäilemättä merkittävä vaikutus ylläpito- ja säätelypalveluihin eli ravinteiden kierto- (ja siten puuston kasvuun, joka on tuotantopalvelu), metsämaan muodostumiseen ja pitkällä aikavälillä maaperän hiilivaraston muodostumiseen. Jos mustikka häviäisi kokonaan, tämä vaikuttaisi merkittävästi säätelypalveluihin eli pölyttäjälajistoon ja siten myös muiden metsäkasvien pölytykseen.

Vaikka yksittäisten lajien merkitystä ylläpito- ja säätelypalveluiden kannalta voidaankin vain harvoin osoittaa, monimuotoiset ekosysteemit pystyvät aina turvaamaan ylläpito- ja säätelypalvelut paremmin kuin yksipuoliset ekosysteemit. Esimerkiksi monipuolinen peto- ja loislajisto säätelee luontaisesti metsätuholaisena merkittävien lajien kasvuun ja ennalta ehkäisee tuhojen syntymistä. Pohjois-Kiinassa on istutettu satoja tuhansia tai jopa miljoonia hehtaareja dahurianlehtikuusimetsää tavoitteena puuntuotannon lisäksi eroosion ehkäiseminen ja muut suojavaikutukset. Pari ensimmäistä vuosikymmentä näiden istutettujen puupeltojen kasvu oli hyvä, ja hyvin yksinkertainen ekosysteemi näytti tuottavan toivotut säätelypalvelut. Parikymmentuvuotiaisiin, noin kymmenmetrisiksi varttuneisiin metsiin löysi kuitenkin tiensä joukko lehtikuusen tuholaisia, joista pahin on neulasia syövä siperianmäntykehrääjä (*Dendrolimus sibiricus*). Luontaisten vihollisten puutteessa tuholaiskannat ovat kasvaneet eksponentiaalisesti ja tuhonneet istutusmetsät kokonaan laajoilta alueilta. Samoilla seuduilla samankaltaiset vähäiset luonnontilaiset metsät ovat puolestaan miltei täysin säästyneet tuholaisilta.

Monimuotoisuus ja kulttuuripalvelut

Luonto on tärkeä virkistyskäytön ja matkailun vetovoimatekijä. Luonnonarvoiltaan arvokkaat alueet tuottavat ihmiselle runsaasti kulttuuripalveluita virkistytymisen, miellyttävien luontokokemusten ja oppimisen myötä. Sekä elinympäristön että lajiston monimuotoisuudella on merkitystä sille, kuinka miellyttävänä tai houkuttelevana luontokohde koetaan. Elinympäristöjen monimuotoisuus, vaihtelevat metsien rakennepiirteet ja maiseman ajoittainen avautuminen lisäävät visuaalisen maiseman kiinnostavuutta. Lajiston monimuotoisuus on sen sijaan hahmotettavissa lähinnä välillisesti elinympäristöjen monimuotoisuuden kautta tai yksittäisten harvinaisten tai niin kutsuttujen ”karismaattisten” lajien kuten lintujen tai suurpetojen esiintymisen perusteella.

Suomen 35 kansallispuiston kävijämäärätutkimukset osoittavat, että luontotyyppien kirjo sekä vallitseva luontotyyppi olivat retkeilypalvelujen ohella keskeisiä selittäjiä sille, kuinka paljon käyntikertoja tietyssä puistossa oli. Tunturivaltaiset puistot ovat vetovoimaisimpia ja suovaltaiset puolestaan vähiten vetovoimaisia käyntikohteita. Myös lajistollisella monimuotoisuudella on merkitystä käyntimääriin ja

käyttäjien mielipiteisiin. Tämä näkyy Oulangan kansallispuistossa siten, että puiston ne kohteet, joissa oli eniten kävijöitä, olivat myös puiston lajirikkaimpia. Kyselytutkimusten mukaan matkailijat arvostivat eniten toimia, jotka liittyvät luonnon monimuotoisuuden lisäämiseen. Vaikka kansallispuistojen ja suojelualueiden monimuotoisuus on arvo, jota voi olla vaikea suoraan havainnoida tai arvottaa, monimuotoisuuden välilliset vaikutukset kävijämääriin, kävijäkokemuksiin ja matkailutuloihin ovat mitattavissa.

Lintuharrastus, lintujen bongaus sekä harvinaisten ja kiinnostavien lajien havainnointi ovat esimerkki yksittäisten lajien merkityksestä kulttuuripalveluille. Lintuharrastus on yleinen jokamiehenoikeuksiin perustuva harrastus, johon liittyy retkeily luonnossa, siellä havaittujen lajien määrittäminen ja lajintunnistustaitojen oppiminen. Lintujen bongaus on tavoitteellisempaa toimintaa, jossa pyritään maksimoimaan havaittujen lajien määrä tietyllä alueella tietyssä aikana. Bongarit saattavat kuluttaa huomattavan määrän aikaa ja rahaa uusien lajihavaintojen perässä, ja tarkoitusta varten on perustettu myös kaupallista luontomatkailutoimintaa. Suurpetoturismi on yleistynyt erityisesti Suomen itärajalla, jossa karhuja ja susia houkuttelee paikalle haaskojen avulla. Suomen itärajalla on tällä hetkellä 150 piilokoja matkailukäytössä, kun mukaan lasketaan sekä suurpeto- että lintukoju. Toiminta työllistää kymmeniä perheyrytystä. Yksittäisten, harvinaisten tai kiinnostavien lajien merkitys ja arvo on siis mitattavissa erityisesti silloin, kun niiden havainnointiin liittyy tavoitteellista ja taloudellista toimintaa.

Monimuotoisuus ja kulttuuripalveluiden tuotanto ovat vahvasti kytköksissä toisiinsa myös siten, että voimakas virkistyskäytön ja matkailun kasvu voi sekä uhata monimuotoisuutta että auttaa sen turvaamista. Maailman mittakaavassa matkailu on eräs suurimmista uhkista monimuotoisuudelle ja keskeinen syy lajien uhanalaistumiselle. Ongelmat aiheutuvat erityisesti siitä, että lajien luontaiset elinympäristöt tuhoutuvat matkailurakentamisen seurauksena, eroosio lisääntyy, vieraslajit leviävät ja eläimet häiriintyvät. Lajistomuutoksia tapahtuu herkkien lajien korvautuessa häiriötä sietävillä urbaaneilla lajeilla. Toisaalta matkailusta saatuja tuloja voidaan käyttää luonnonsuojeluun, luontokohteiden laadun ylläpitoon ja kohteiden kunnostamiseen, jolloin kulttuuripalveluiden tuotanto myös tukee monimuotoisuutta. Lisääntyvien luontokokemusten myötä ihmisten asenteet kehittyvät luontoystävällisemmiksi. Keskeinen kysymys onkin, kuinka voidaan turvata luonnon monimuotoisuutta ja samalla lisätä ihmisten positiivisia luontokokemuksia.

Kirjallisuus

- Hotanen, J.-P., Nousiainen, H., Mäkipää, R., Reinikainen, A. ja Tonteri, T. 2013. Metsätyyppit - opas kasvupaikkojen luokitteluun. 2. painos. Metsäkustannus. 192 s. ISBN: 978-952-5694-22-2
- Juslén, A. & Sirkiä, S. 2013. The unknown northern green: evaluation of a national forest biodiversity research program. *Biodiversity and Conservation* 22(3): 811-823. <http://dx.doi.org/10.1007/s10531-013-0444-1>
- Juslén, A., Kuusinen, M., Muona, J., Siitonen, J. ja Toivanen, H. (toim.). 2008. Puutteellisesti tunnettujen ja uhanalaisten met-

- sälajien tutkimusohjelma. Loppuraportti. Suomen ympäristö 1/2008. 146 s. <http://hdl.handle.net/10138/38375>
- Juutinen, A., Mitani, Y., Mäntymaa, E., Shoji, Y., Siikamäki, P. & Svento, R. 2011. Combining ecological and recreational aspects in national park management: A choice experiment application. *Ecological Economics* 70: 1 231-1 239.
- Kouki, J. 2013. Nuoret luonnonmetsät metsien hoidon ja suoje- lun mallina. Uusia mahdollisuuksia metsäluonnon suojeluun talousmetsissä. *Luonnon Tutkija* 117 (1-2): 4-19.
- Neuvonen, M., Pouta, E., Puustinen, J. & Sievänen, T. 2010. Visits to national parks: Effects of park characteristics and spa- tial demand. *Journal for Nature Conservation* 18: 224-229.
- Rassi, P., Hyvärinen, E., Juslén, A. ja Mannerkoski, I. (toim.). 2010. Suomen lajien uhanalaisuus - Punainen kirja 2010. Ympäristöministeriö ja Suomen ympäristökeskus, Helsin- ki. 685 s. http://www.ymp.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Julkaisut/Erillisjulkaisut/Suomen_lajien_uhanalaisuus_Punainen_kirja%284709%29
- Raunio, A., Schulman, A. ja Kontula, T. (toim.). 2008. Suomen luontotyyppien uhanalaisuus - Osa 2. Luontotyyppien ku- vaukset. Suomen ympäristö 8/2008. 572 s. <http://hdl.hand- le.net/10138/37932>
- Siitonen, J. (toim.). 2001. Monimuotoinen metsä. Metsäluonnon monimuotoisuuden tutkimusohjelman loppuraportti. Met- säntutkimuslaitoksen tiedonantoja 812. 226 s. <http://urn.fi/URN:ISBN:951-40-1787-0>
- Siitonen, J. ja Hanski, I. 2004. Metsälajiston ekologia ja monimuo- toisuus. Teoksessa: Kuuluvainen, T., Saaristo, L., Keto-Tokoi, P., Kostamo, J., Kuuluvainen, J., Kuusinen, M., Ollikainen, M. ja Salpakivi-Salomaa, P. (toim.). *Metsän kätköissä. Suomen metsäluonnon monimuotoisuus*. Edita, Helsinki. s. 76-109.
- Tyrväinen, L., Tolvanen, A. ja Tuulentie, S. 2013. Näkökulmia mat- kailualueiden ympäristökysymyksiin. Julkaisussa: Veijola, S. (toim.). *Matkailututkimuksen lukukirja. Lapin yliopistokus- tannus, Rovaniemi*. s. 146-159. ISBN: 9789524846394

Biodiversiteetin merkitys ekosysteemiprosesseille

Raisa Mäkipää

Ekosysteemi ja lajien väliset vuorovaikutussuhteet

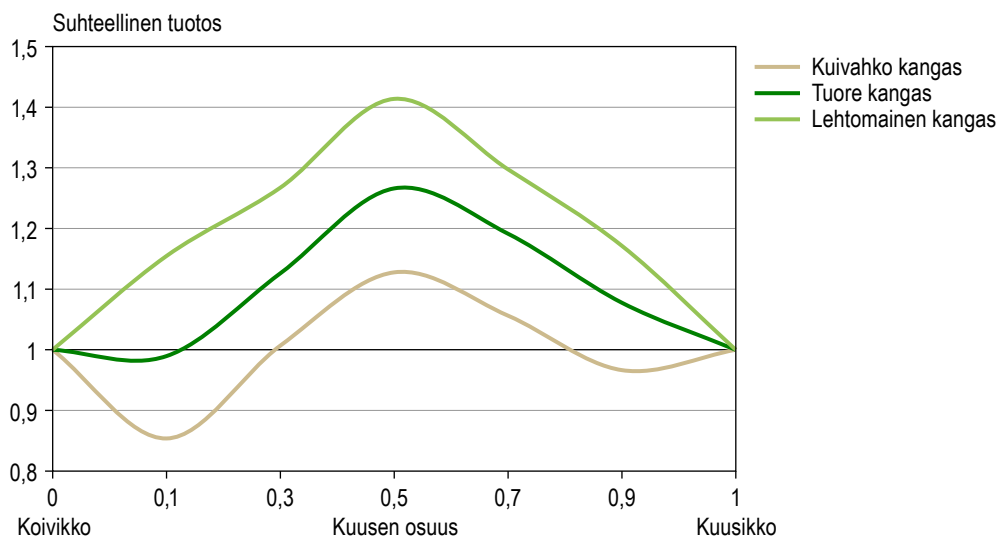
Ekosysteemi tarkoittaa alueen eliöyhteisöjen ja ympäristötekijöiden muodostamaa toiminnallista kokonaisuutta. Kaikkien ekosysteemien toiminnan perustana on fotosynteesissä (tai harvemmin kemiosynteesissä) hiiliyhdisteiksi sidottu energia sekä orgaanisen aineksen hajotus, joka mahdollistaa ravinteiden kierron. Fotosynteesissä sidotun hiilen varassa toimii koko eliöyhteisöjen muodostama ravintoverkko. Ekosysteemin perustuotantoon vaikuttavat fotosyntetisoivien kasvilajien ominaisuudet, niiden vuorovaikutussuhteet muiden eliölajien kanssa (kuten kilpailu, herbivoria, symbioosi ja taudinaiheuttajat), hajotustoiminnan ja ravinnekierron vilkkaus sekä ympäristötekijät.

Toimiva ekosysteemi, jossa eliölajien välillä on runsaasti vuorovaikutusta - ja erityisesti toimintaa tasapainottavia takaisinkytkentöjä - ja huomattavan vastustuskykyinen erilaisten häiriö- ja stressitekijöiden vaikutuksille. Lajistoltaan rikkaassa ekosysteemissä on myös toiminnallisesti toisiaan kompensoivia lajeja. Tämä vahvistaa ekosysteemin kykyä palautua häiriön jälkeen nopeasti alkuperäisen kaltaiseen tilaan. Lajien harvinaistumisella ja häviämällä paikallisesti voi olla vakavia seurauksia ekosysteemin toiminnalle, kyvyllä kestää häiriöitä sekä kyvylle palautua häiriöistä. Jos ekosysteemistä on hävinnyt toiminnan kannalta keskeisiä lajeja, sen palautuminen voi olla hidasta ja tuottokyky jääää häiriön jälkeen alkuperäistä huonommaksi.

Kilpailevat lajit käyttävät resursseja tehokkaasti

Lajistoltaan monimuotoisissa ekosysteemeissä kilpailevien lajien ekolokerot ovat lomittaisia. Tällöin resursseja käytetään yleensä tehokkaammin ja biomassaa tuotetaan enemmän kuin niukkalajisissa ekosysteemeissä. Boreaalissa metsissä kasvilajidiversiteetti on suurin ravinteisilla kasvupaikoilla, ja kun lajimäärä on suuri, lajien ekolokerot ovat kapeita. Kasvilajidiversiteetin kasvaessa perustuotanto yleensä kasvaa ja myös kokonaisbiomassa voi kasvaa (kuva 1).

Teorian mukaan usean puulajin metsiköissä resursseja käytetään tehokkaammin ja kasvu on nopeampaa kuin yhden puulajin metsiköissä. Kun lajin sisäinen resurssikilpailu on intensiivistä, niin ekolokeroltaan erilainen puulaji voi vähentää puuyksilöiden välistä resurssikilpailua ja lisätä kasvua. Malliennusteiden mukaan biodiversiteetin positiivinen vaikutus on boreaalissa metsissä voimakkainta hyvillä kasvupaikoilla. Esimerkiksi tuoreen kankaan varttuneessa kuusikossa puut kilpailevat valosta ja ravinteista hyvin pontevasti. Kun kuusien ohella metsässä kasvaa koivuja ja mäntyjä, joilla on erilainen kasvurytmi tai juurten syvyydjakauma kuin kuusella, puuyksilöiden välinen kilpailu vähenee ja metsikön perustuotanto kasvaa. Kokeelliset aineistot ovat osoittaneet, että sekametsissä koivusekoitus lisää kuusen kasvua erityisesti, jos koivun osuus on suhteellisen pieni. Koivu ei lisää männyn kasvua yhtä selvästi. Mänty-kuusisekamet-



Kuva 1. Useamman puulajin metsiköissä tuotos on suurempi kuin yhden puulajin metsiköissä, ja vaikutus on voimakkainta hyvillä kasvupaikoilla. Kuusi-koivusekametsien suhteellinen tuotos (sekametsän tuotos jaettuna monokulttuurin tuotoksella) kuivahkolla, tuoreella ja lehtomaisella kankaalla, kun kuusen osuus puiden lukumäärästä vaihtelee. Lähde: Shanin ym. 2014.



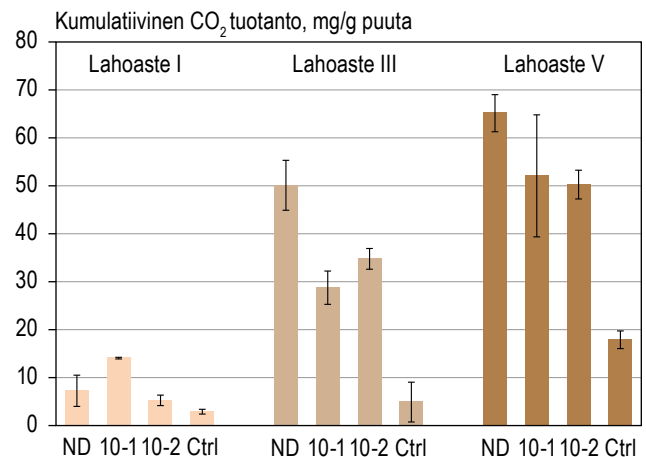
Kuva 2. Hajottajamikrobiston diversiteetti vaikuttaa lahoppuun hajoamisnopeuteen. Hajottajamikrobiston lajimäärää köyhdytettiin kokeellisessa tutkimuksessa mikrobiympäristöä laimentamalla. Kolmea eri lahoastetta (I, III ja V) edustavia puupuruja inkuboitiin 16 viikkoa sen jälkeen, kun niihin oli lisätty tälle lahoasteelle ominainen (ND) tai siitä laimentamalla köyhdytetty mikrobisto (10^{-1} tai 10^{-2}).

sien kasvun on ennustettu olevan 15 % suurempi kuin mänty- tai kuusimonokulttuurien. Usean puulajin metsiköillä on myös paremmat mahdollisuudet sopeutua muuttuviin olosuhteisiin kuin yhden puulajin metsiköillä. Esimerkiksi kahden ja kolmen puulajin metsiköiden kasvun ennustetaan olevan muuttuvassa ilmastossa suotuisampaa kuin yhden puulajin metsiköiden. Muuttuneista kasvuolosuhteista hyötyvät eniten havupuusekametsät.

Hajottajamikrobeja tarvitaan monta lajia

Biodiversiteetti vaikuttaa perustuotannon ohella myös muiden keskeisten ekosysteemiprosessien kuten mikrobiologisen hajotuksen ja ravinteiden kierron nopeuteen (kuva 2). Borealisissa metsäekosysteemeissä sienet ovat tärkeimpiä kuolleeseen orgaaniseen aineeseen hajottajia. Tutkimuksissa on osoitettu, että sienilajien moninaisuus lisää hajotusaktiivisuutta erityisesti silloin, jos ympäristöolosuhteet vaihtelevat voimakkaasti. Hajottajasienet kuitenkin täydentävät toistensa toimintaa. Onkin osoitettu, että kohtuullisen pieni sienilajimäärä riittää siihen, että hajotusaktiivisuus on suurimmillaan (kuva 3).

Sienilajit ovat erikoistuneet erilaisten yhdisteiden hajottamiseen, esimerkiksi ruskolahottajat pystyvät hajottamaan selluloosaa, mutta valkolahottajat hajottavat myös ligniiniä. Kun yhteisössä on sienilajisto, joka toimii monipuolisesti ja pystyy hajottamaan eri yhdisteitä, niin lajimäärän kasvattaminen ei aina lisää hajotusaktiivisuutta. Itse asiassa voi käydä päinvastoin, koska suuressa lajijoukossa on myös toisiinsa haitallisesti vaikuttavia lajeja. Voimakkaasti keskenään kilpailevat sienet voivat tuottaa toistensa kasvua ja entsyymituotantoa rajoittavia yhdisteitä (antagonismi), minkä vuoksi suurin lajimäärä ei välttämättä johda suurimpaan hajotusaktiivisuuteen.



Kuva 3. Lajidiversiteetin pienentäminen vaikuttaa puun hajoamisnopeuteen lahoamisen keskivaihetta edustavassa näytteessä (lahoaste III), mutta ei pitkälle lahonneessa puussa (lahoaste V), jossa on alun perin ollut hyvin monia lajeja. Lahoppuun hajoamisnopeus näyttää saavuttavan huippunsa kohtuullisen pienellä lajimäärällä. Lähde: Valentin ym. 2014.

Kirjallisuus

- Heikkinen, J. & Mäkipää, R. 2010. Testing hypotheses on shape and distribution of ecological response curves. *Ecological Modelling* 221: 388–399.
- Shanin, V., Komarov, A. & Mäkipää, R. 2014. Tree species composition affects productivity and carbon dynamics on different site types in boreal forests. *European Journal of Forest Research* 133: 273–286.
- Valentín, L., Rajala, T., Peltoniemi, M., Heinonsalo, J., Pennanen, T. & Mäkipää, R. 2014. Loss of diversity in fungal communities affects decomposition activity in Norway spruce wood. *Frontiers in Microbiology* 5: 230.

3.3 Puun tuotanto ja bioenergia

Laadukas ja monimuotoinen puuraaka-aine puunjalostuksen pohjana

Erkki Verkasalo

Puu on ollut aina mukana suomalaisten elämässä

Suomalaisen puunkäytön ja metsätulojen perusta on ollut pohjoisen havumetsävyöhykkeen tukkipuu. Siitä tehtiin jo varhaisina vuosisatoina asumukset ja talousrakennukset sekä rakennettiin kaupungit ja kylät, sillat ja muu silloinen infrastruktuuri. Järeästä, suorasta ja vähäoksisesta tukkipuusta työstettiin kulkuvälineet hevosajopelejä, veneitä ja valtamerilaivoja myöten. Puusta ylipäänsä valmistettiin suuri osa silloisissa elinkeinoissa käytetyistä työvälineistä ja tarve-esineistä. Puuta osattiin käyttää monipuolisesti ja taidokkaasti ja ammattikunta oli vahva.

Ruotsalaisen Suomen hallintovalta ja virkamieskunta venäläisessä Vanhassa-Suomessa ja myöhemmin Suomen suuriruhtinaskunnassa antoivat metsänkäytössä kuitenkin etusijan kaivosteollisuudelle, jossa käytettiin mäntyä ja kuusta kaivospölkkyinä, metallien valmistukselle, jossa tarvittiin suuria määriä kaikenlaisesta puusta saatavaa puuhiiltä, sekä mäntytervan viennille puulaivojen rakentamisen tarpeisiin. Raaka-aineena oli sekä tukki- että propsipuu. Tämä köyhdytti suuresti aluksi rannikkoalueiden ja enenevästi vesistöjen varsien metsiä pitkälle sisämaahan, Perä-Pohjolaa ja Lappia lukuun ottamatta. Koskivoiman käyttöön perustunut vesisahausta laajeni kuitenkin kaupalliseksi toiminnaksi ja sahatavaraa vietiin Länsi-Eurooppaan, erityisesti Isoon-Britanniaan. Sahauksen taloudellinen merkitys ohittikin tervanpoltton Itä-Suomessa ja Suomenlahden rannikkokaupungeissa jo 1700-luvun loppupuolella, mutta Pohjanmaalla vasta sata vuotta myöhemmin. Tervan laskeva ja sahatavaran nouseva elinkaari kohtasivat toisensa 1830-luvulla. Yksi virstanpylväs oli suomalaisen sahatavaran ilmestyminen The Economist lehden hintanoteerauksiin vuonna 1856.

Edellä kuvattu puuntyöstö ja vesisahausta olivat lähtökohтия, joiden pohjalta puuteollisuus ja puunkäyttö kehittyivät vähitellen nykyiseksi puutuoteteollisuudeksi perus- ja jatkojalostuslaitoksineen. Puuhiilen valmistus ja tervanpoltto olivat puolestaan esiasteita puun laajamittaiselle kemialliselle hyödyntämiselle ja biojalostukselle. Näihin käyttöihin soveltumaton puu, sekä havu- että lehtipuu, hyödynnettiin lämmityksessä ja ruoanvalmistuksessa - puu oli lähes ainoa lämpöenergian ja käyttövoiman lähde ja nämä ensiaskeleita nykyiselle bioenergian hyödyntämiselle.

Puunkäytön perinteinen kasvustrategia: tuotevalikoiman laajentaminen ja jätteiden hyödyntäminen

Puunjalostus alkoi kehittyä laajamittaiseksi, suomalaisten yritysten hallitsemaksi liiketoiminnaksi kuitenkin vasta sen jälkeen, kun höyrysahojen rakentaminen sallittiin vuonna 1857. Tämän sysäyksen seurauksena tukkihakkuut laajenivat vuosisadan loppuun mennessä Lapin ja Koillismaan uittojokien vaikutuspiiriin saakka. Vallitseva hakkuutapa aina 1920-luvulle saakka oli tukkien määrämittahakkuu, selvästi nykyistä ankarammin mitta- ja laatuvaatimuksin. Suuri osa puista jäi tällöin metsään. Kaikki teollisuuspuun hakkuut olivat päätehakkuuta. Sahat veivät toisen maailmansodan loppumiseen saakka ulkomaille jalostamatonta tapulikuivattua sahatavaraa. Puusepänteknologiaan tarkoitettua sahatavaraa toimitettiin vain kotimaan markkinoille, höylättyä tavaraakin vietiin ulkomaille vain satunnaisesti.

Kolme seikkaa mahdollisti sen että sahauspintoja, rimoja ja propsi- eli kuitupuuta voitiin ryhtyä jalostamaan selluloosaksi: ensinnäkin sahauskessa ja hakkuissa jäi yli paljon puuta, toiseksi selluloosan tuotantoteknologian kehityminen mahdollisti näiden raaka-aineiden käytön ja kolmanneksi vientimahdollisuudet avautuivat ensin Venäjälle ja myöhemmin Länsi-Eurooppaan. Tämä merkitsi suuria markkinoita sahauskseen kelpaamattomalle puulle ja vähitellen myös harvennuspuulle. Selluteollisuutemme synnyttivät lähes kokonaan sahayhtiöt. Sellun valmistus keskittyi Suomessa melko pitkään puuhiomoihin ja sulfiittitehtaisiin, joista ensimmäiset perustettiin vuosina 1859 ja 1876. Niissä voitiin käyttää vain tuoretta kuusta. Maamme ensimmäinen ns. integraattitehdas käynnistyi Valkeakoskella, jonne sulfiittisellutehtaan kupeeseen rakennettiin sitä hakkeella ruokkinut saha jo vuonna 1889. Ruotsalaisen mallin mukaisen sulfaattiprosessin omaksuivat aluksi etelärannikolla mäntyä sahanneet yhtiöt 1900-luvun alkuvuosina, jotta niidenkin sahausjätteille syntyisi muuta käyttöä kuin jätepoltto. Lohjan paperitehtaalla (rakennettu 1907-1908) olikin pitkään ainoa sulfaattisellutehtaamme, jossa käytettiin mäntyproppia. Pohjois-Suomen sahojen jätteen puu ja propsit saivat myös käyttöä pian ensimmäisen maailmansodan jälkeen, kun Kemiin, Ouluun ja Kajaanin perustettiin sellutehtaita.

Paperi- ja pähviteollisuutta syntyi puuhiomien yhteyteen aluksi pienimuotoisena, mutta varsinainen laajentuminen alkoi vuoden 1905 jälkeen. Heti ensimmäisen maailmansodan jälkeen käynnistyivät kahden silloin suurimman sahayhtiömme, Ahlström Oy:n ja Enso-Gutzeit Oy:n aikakauteensa nähden suuret tehtaat. Ne käyttivät kuusta sekä sahojen jätteinä että propsipuuna.

Mainittakoon, että kaupungistuminen ja teollisuuden laajeneminen johtivat yhtä lailla polttopuun, erityisesti koivuhalojen kysynnän valtavaan kasvuun sekä päätehakkuualoita että harvennuksista. Tämä alkoi Suomessa jo 1800-luvun lopulla, kiihtyi itsenäisyyden aikana mutta romahti 1950- ja 1960-luvuilla halvan öljyn tultua markkinoille. Halkojen ja pilkkeiden käyttö laskikin vuoden 1930 huipusta 13 miljoonasta kuutiometriä 1970-1980-lukujen 4,5 miljoonaan kuutiometriin - tästä se on tosin noussut uudelleen 6-7 miljoonaan kuutiometriin.

Itsenäisessä Suomessa metsäteollisuus laajeni nopeasti sotavuosiin saakka, johon mennessä puunkäyttö nousi 18 miljoonaan kuutiometriin vuodessa (vrt. kotitarvekäyttö 12 milj. m³ ja vienti 3 milj. m³). Kemiallisen metsäteollisuuden tuotannon arvo ohitti mekaanisen jo vuonna 1927. Sahateollisuuskin saavutti silloin huippunsa tuotannon arvossa, johon se pääsi uudelleen vasta 1970-luvulla. Sellu-, paperi- ja kartonkiteollisuus laajenivat sekä tuotteita että kapasiteettia lisäämällä. Määrämittahakkuista siirryttiin vähitellen selväpiirteisiin pääte- ja ylispuuhakkuihin ja metsää uudistettiin enimmäkseen siemen- tai suojuspuumenetelmillä. Metsänviljelyä aloiteltiin varovasti, ensimmäiset istutuskuusikkomme ja kylvömännikkömme ovat peräisin tuolta ajalta.

Sotavuodet ja alueluovutukset vähensivät merkittävästi puuvaroja ja tehtaita sekä käytännössä katkaisivat metsäteollisuuden kehittymisen 15 vuodeksi. Sotavuosina jouduttiin kuitenkin aloittamaan pakon edessä puun biojalostus: puuhiiltä häkäpönttömootoreihin, mäntyöljyä voiteluaineisiin, tärpättiä vernissoihin, kitteihin ja voiteluöljyihin, sul-

fiittispiiritä ja teknokemian tuotteita teollisiin käyttötarkoituksiin. Toki sotakorvausten maksaminen toi teollisuudelle myös tilauksia. Niiden kokonaismäärä kahdeksan vuoden aikana vastasi tuoteryhmittäinkin tarkastellen kuitenkin korkeintaan vuoden 1947 tuotantomäärää.

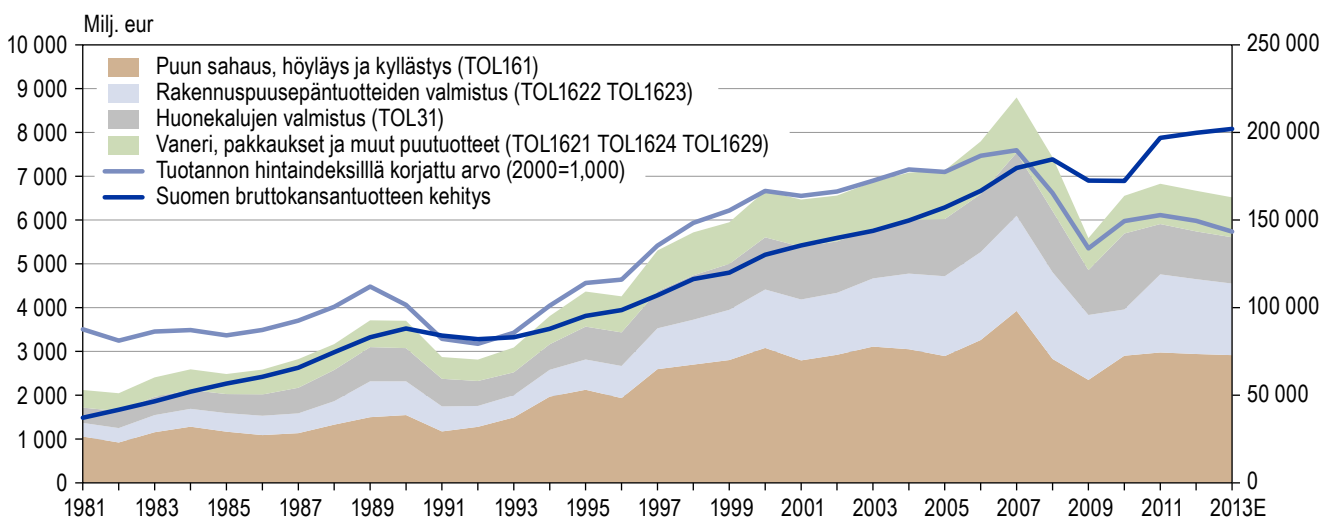
Teollisuuden puunkäyttö alkoi kasvaa vasta 1950-luvulla ja nousi 25 miljoonaan kuutiometriin vuonna 1955. Tämän jälkeen puunkäyttö on kasvanut jatkuvasti, kolmea suurta suhdannetaantumaa lukuun ottamatta. Vuonna 2007 syntyi tähänastinen ennätys 75 miljoonaa kuutiometriä. Tämän jälkeisten nopeiden laskujen ja nousujen jälkeen ollaan nyt tasolla 65 miljoonaa kuutiometriä.

Kuvassa 1 on tarkasteltu metsäteollisuuden perus- ja jatkojalostuksen suhteiden kehittymistä, esimerkkinä puutuoteteollisuus vuosina 1981-2013. Vaikka jatkojalostuksen tuotannon bruttoarvo on kasvanut selvästi tällä aikavälillä, sen osuus toimialan koko bruttoarvosta on kasvanut huomattavasti vähemmän ja viimeisinä vuosina jopa pienentynyt. Perustuotteet ovat vastaavasti säilyttäneet asemansa, eikä niiden suuremmasta suhdanneherkkyydestäkään ilmene suoranaisia todisteita.

Koivu on merkittävä puulaji puutuotealalle

Koivua on puuvaroistamme noin 15 %. Kahdesta koivulajistamme rauduskoivu on selvästi eteläisempi ja lisäksi tuottoisampi, laadukkaampi ja pitkäikäisempi kuin hieskoivu. Rauduskoivua on kuitenkin koivuvaroista vajaa neljännes ja hieskoivua yli kolme neljännestä. Tukkilaatuista puustosta rauduskoivua on noin viisi prosenttiyksikköä enemmän kuin hieskoivua. Järeissä tukkiluokissa rauduskoivu on enemmistönä, mutta pienissä tukkiluokissa vähemmistönä.

Hyvälaatuisen koivun käytön kannalta avainasemassa ovat olleet Itä- ja Keski-Suomen kaskikauden aikana syntyneet rauduskoivikot. Koivutukkia käyttävä teollisuus keskittyy edelleen tänne, vaikka raaka-ainetta saadaankin nykyään



Kuva 1. Suomen puutuoteteollisuuden bruttoarvon kehitys toimialoittain (vasen sarake) ja bruttokansantuotteen kehitys (oikea sarake) vuosina 1981-2013. TOL = toimialaluokka. Lähde: Tilastokeskus 6.3.2015 / PuuSuomi-laatuohjelma / Pekka Salonen.

lähinnä koivua sisältävistä sekametsistä, keski-ikäisten metsien harvennuksista, venäläisestä tuontikoivusta ja enenevästi myös istutuskoivikoista. Etelä- ja Länsi-Suomessa on ollut 1990-luvulle saakka runsaskin koivuteollisuus, mutta se on sittemmin supistunut vaneritukin saatavuudessa ilmenneiden ongelmien, kuten myös tehtaiden vanhenemisen ja kannattavuuden heikentymisen vuoksi.

Koivun laatu mahdollistaa kuitenkin edelleen pk-yritystoimintaan sopivia, teollisesti kannattavia erikoistuotteita. Tällaisia ovat muun muassa koivuviilu vaativiin pintoihin sisäkäytössä, visa- ja lainekoivutuotteet sekä monenlaiset käyttö- ja koriste-esineet kulutuskestävyyttä edellyttäviä työkaluista aina akustisesti toimiviin soittimiin ja koristeellisiin käsitöihin ja muistoesineisiin saakka. Esimerkkeinä mainittakoon koivusta tehtävät ovenkahvat ja puuhuonekalujen liitostapit, joita valmistavat yritykset ovat alansa markkinajohtajia.

Koivun teollinen sahaus alkoi Suomessa jo 1850-luvulla, kasvoi tasaisesti itsenäisyyden aikana, saavutti huippunsa eli 400 000 tukkikuutiometriä 1960-luvulla ja on tämän jälkeen kutistunut noin neljänneksen ennätysvuosista. Väli-aikaiseksi jäänyt nousu ajoittui vuosituhannen vaihteeseen, jolloin myös sahattiin muutamia vuosia ns. oksakoivua harvennusten pikkutukeista huonekaluliimalevyihin.

Koivu on silti ollut koko ajan ylivoimaisesti sahatuin lehtipuulajimme. Kaikki koivusahat ovat nykyisin pieniä tai keskisuuria perheyriä. Sahakoivuksi kelpuutetaan nykyään vain järeä, suora, lahoton ja lähes oksaton koivutukki. Sellaisen saatavuus on heikentynyt merkittävästi 1960-luvulta lähtien. Koivusahatavara menee valtaosin suomalaiselle huonekalu-, parketti- ja sisustusteollisuudelle. Ulkomaille sitä viedään vain vähän.

Ensimmäinen merkittävä koivunkäyttäjämme oli kuitenkin koivukepeistä lankarullia sorvannut teollisuus. Ensimmäinen rullatehdas käynnistyi vuonna 1873. Suomalainen rullateollisuus kasvoi oman alansa markkinajohtajaksi koko maailmassa 1910- ja 1920-luvuilla, mutta hiipui nopeasti rullien kysynnän vähentyessä.

Koivuvanerteollisuudesta kehittyi sen sijaan mittava teollisuuden ala. Sen esiastetta edusti vaneripohjaisten koivutuolien valmistus (vuonna 1894) mutta varsinainen teollinen tuotanto alkoi tee- ja hedelmälaatikkovanereiden valmistuksella (vuonna 1912). Rullateollisuuden tavoin suomalaiset yhtiöt saavuttivat lehtipuuvanereiden markkinajohtajan aseman 10 vuotta myöhemmin huonekalu- ja sisustusvanereiden pohjalta. Sotavuodet ja rauhansopimuksen mukaiset alueluovutukset aiheuttivat tilapäisen taantumisen. Tämän jälkeen koivuvanerteollisuus taas laajeni ja se käytti enimmillään kaksi miljoonaa tukkikuutiometriä 1960-luvun puolivälissä.

Sittemmin koivutukin käyttö vaneriteollisuudessa on supistunut vajaaseen puoleen huippuvuosien määrästä. Käyttö väheni aluksi koivutukin niukkuuden sekä muiden puulevyjen ja trooppisesta lehtipuusta tehdyn vanerin kilpailun ja myöhemmin venäläisen ja balttilaisen vanerin kilpailun vuoksi. Tuoterakenne on myös muuttunut. Tärkeimmiksi tuoteryhmiä ovat tulleet ensin rakennusteollisuudessa käytettävät vanerit, sitten kuljetusajoneuvoissa, konteissa ja laivoissa (ml.

nestekaasutankkerit) käytettävät vanerit. Perinteiset käyttökohteet ovat toki edelleen olemassa. Suomalaisen koivun kilpailukykytekijöistä ovat olennaisimmiksi muodostuneet teknis-fysikaaliset ominaisuudet kuten hyvä kimmoisuus ja sopiva huokoisuus, terveysvaikutteiset ominaisuudet kuten hajuttomuus, mauttomuus ja harmittomat uuteaineet, sekä ympäristötietoinen alkuperän hallinta. Aikaisemmin tärkeimpiä ominaisuuksia olivat tasainen vaaleus, oksattomuus ja hyvä pinnoitettavuus. Valtaosa tuotteista on nykyisin eri tavoin pintakäsiteltäviä tai päällystettyjä erikoistuotteita.

Vaneriteollisuus reagoi koivun saatavuus- ja hintaongelmiin 1960-70-luvuilla käyttämällä halvempaa kuusiviilua tuotteissa, joissa ominaisuudet ja hinta määräytyvät pääasiassa koivuisen pintaviilun mukaan, ja 1990-luvulla käynnistämällä havuvaneri- ja kertopuutehtaita laajassa mitassa. Havupuuta on sorvattu viiluksi koivua enemmän vuodesta 1993 lähtien. Venäjältä tuotua vaneritukkaa ryhdyttiin käyttämään merkittäviä määriä 2000-luvulla, koivusta enimmillään lähes puolet ja kuudesta yli 10 prosenttia. Määrät ovat sittemmin pienentyneet merkittävästi.

Pienpuukysymyksen ratkaisuja eri puulajeilla

Metsätaloudessa on tunnettu huolta pienpuun menekistä viimeiset 100 vuotta, erityisesti sotien jälkeen. Vuonna 1952 perustettiin erityinen Pienpuutoimikunta, joka teetti yli 300 tutkimusta ja selvitystä pienpuun uusien käyttömuotojen ja teknologioiden kehittämiseksi suomalaiseen toimintaympäristöön.

Havupienpuulle on syntynyt vähitellen sellu- ja paperiteollisuudessa teknologia- ja tuoteratkaisuja, joilla on pystytty hyödyntämään pienpuulle ominaiset kuituominaisuudet sekä paperien että kartonkien valmistuksessa, pitämään uuteaineet hallinnassa ja jopa hyödyntämään niitä kemiallisissa jalosteissa. Ongelmallisena pidetty ensiharvennuskäytäntö on todettu kelvolliseksi sulfaattisellun raaka-aineeksi, ja siitä saatavaa kuitua käytetään esimerkiksi pehmo- ja hienopapereissa. Lisäksi on kehitetty menetelmä ensiharvennuskäytön mekaaniseen kuitutukseen. Pienpuun vuotuista energiakäyttöä metsähakkeena on onnistuttu nostamaan viimeisen 10 vuoden aikana 3-4 miljoonaa kuutiometriin, osa siitä on myös havupuuta. Pikkutukkaa on ryhdytty sahaamaan pienestä koostaan, teknisistä vioistaan ja melko suppeasta tuotevalikoimastaan huolimatta vuosittain noin kaksi miljoonaa kuutiometriä, mikä on noin 10 prosenttia sahojen raaka-aineesta. Pikkutukit ovat tyyppillisesti läpimitaltaan 12-15 cm, mutta niitä sahataan jopa yhdeksän senttimetrin läpimittaan saakka.

Koivun ja muiden lehtipuiden osalta pienpuun hyödyntämiseen soveltuvien tuotteiden ja valmistusmenetelmien kehitys on ollut hitaampaa. Vasta 1950-luvulla keksittiin sulfaattikeiton sovellus ja sellun valkaisumenetelmä, jolla koivusta voidaan valmistaa taloudellisesti sellua. Tämä tuli silloin sopivaan vaiheeseen lisäämään koivun kysyntää, joka oli romahtanut polttopuun menekin heikennyttyä halvan öljyn vuoksi. Koivun käyttö selluteollisuudessa kasvoikin seuraavalla vuosikymmenellä neljään miljoonaan kuutiometriin.



Kuva 2. Laatu puun käytön lisääminen painottuu puutuoteteollisuuteen ja puurakentamiseen. Joensuun Metla-talo on hyvä esimerkki puun innovatiivisesta käytöstä suurissa julkisissa rakennuksissa. Valokuva: Jussi Tiainen.

Tämän jälkeen kehitettiin myös ns. korkeasaantomassoja. Pääasiassa kartonkeihin käytettävän neutraalisulfaattiselluloosan (NSSC) valmistus kehitettiin 1960-luvulla alun perin koivulle. Monien paperilajien seosmassojen valmistukseen tarkoitettu kemikuumahierre (BCTMP) kehitettiin 1990-luvulla. Taito käyttää koivua merkittäviä määriä paino- ja kirjoituspaperissa ja taive- ja nestepakkauskartongeissa nosti koivun käytön suurimmillaan 12 miljoonaan kuutiometriin 1990-luvulla. Näin suuri tuotannon lisäys oli mahdollista vain käyttämällä tuontipuuta. Kotimaisen koivukuitupuun vuotuinen käyttö on vakiintunut 5-7 miljoonaan kuutiometriin. Pääasiassa venäläisen tuontikoivun käyttö on vaihdellut vuosittain kolmesta kahdeksaan miljoonaan kuutiometriin, venäläisten vientitullipolitiikan ja sellun kysynnän vaihtelun mukaan. Viime vuosina merkittävän lisän koivusellutehtaiden tuotevalikoimaan on tuonut puuvillaa korvaavan tekstiilikuitumassan valmistus muunnetulla sulfaattimenetelmällä koivusta. Tämä on myös varmistanut koivusellun tulevaisuutta tilanteessa, jossa eukalyptus- ja akaasiasellut ovat tulleet erittäin vahvoiksi kilpailijoiksi maailman markkinoilla mm. hienopaperien valmistuksessa.

Lastu- ja kuitulevyteollisuuteen panostettiin merkittävästi 1950-luvulta lähtien, kun kerros- ja pientalojen rakentaminen oli kasvussa ja käytettävissä oli hyödyntämiskelpoista pienpuuta sekä sahojen ja vaneritehtaiden sivutuotteita. Raaka-aineeksi soveltuvi periaatteessa mikä hyvänsä puulaji, myös haapa ja leppä. Suomessa toimikin enimmäkseen lähes 20 lastulevytehdasta ja kymmenkunta kuitulevytehdasta 1970-luvulla. Raaka-aineen käyttö oli suurimmillaan yli kaksi miljoonaa kuutiometriä. Levyjä käytettiin sekä rakentamisessa (kuivat tilat) että koti- ja konttorikalusteissa ja huonekaluissa. Tuotteiden kilpailukyky vientimarkkinoilla osoittautui nopeasti huonoksi ja yli puolet tehtaista lopetettiin 1980-luvun loppuun mennessä. Itä-Euroopan halpatuotanto alkoi tämän jälkeen vallata kotimaan markkinoita. Tehtaiden omistajien tiheät vaihdokset, kuten myös kohu lastulevyjen formaldehydipitoisen liiman aiheuttamista sisäilman terveysriskeistä vaikuttivat samaan suuntaan. Vuoden 2015 alussa on toiminnassa enää yksi lastulevytehdas ja kaksi kuitulevytehdasta, jotka nekin käyttävät puuraaka-aineenaan pelkästään sahanpurua, kuorta ja muita puujätteitä. Suomi ei ole enää omavarainen lastu- ja kuitulevyissä.

Vähemmistöpuulajit haasteena

Haapa, harmaa- ja tervaleppä, pajut ja harvinaisemmat lehtipuulajit tuovat metsiin monimuotoisuutta, saattavat puskuroida metsiä ulkoisia stressejä ja tuhoriskejä vastaan ja lisäävät yleisökyselyjen mukaan metsän viihtyisyyttä. Näitä puulajeja on vajaa kolme prosenttia puuvaroistamme. Teollisia käyttötarkoituksia niistä saataville puuraaka-aineille on kuitenkin onnistuttu kehittämään vain vähän.

Haavan puuaineen ominaisuudet kuten sopiva tiheys ja keveys, huokoisuus, tasainen vaaleus ja hohtava kauneus ovat sinänsä kilpailukykyisiä, osin ainutlaatuisiakin monissa käyttötarkoituksissa, mutta epävarma saatavuus kotimaasta kulloiseenkin käyttötarkoitukseen on hillinnyt innostusta teollisiin investointeihin. Suurimmat haittatekijät ovat haapavarojen hajanainen sijainti, pienet hehtaarikohtaiset hakkuukertymät, herkästi syntyvä lahovikaisuus ja useimpien tuotteiden alhainen saanto käyttöön saatavasta raaka-aineesta.

Tulitikkuteollisuus oli järeän haavan pääkäyttäjä Suomessa 1980-luvulle saakka, mutta jäljellä ei ole enää yhtään tehdasta. Haapaa sahataan vuosittain korkeintaan 10 000 kuutiometriä (arvio). Tärkeimpiä jalosteita ovat saunojen ja kylpyhuoneiden sisusteet, seinä- ja kattopaneelit, pallopelien mailat ja hirsihuvilat sekä paanukatot kirkoissa ja erikoisrakennuksissa (kuva 2). Haapaa on käytetty pieniä määriä myös vanereissa, yleensä kuusen kanssa sekavanereissa. Haapaa voidaan jatkaa liimaamalla ja myös painekyllästää kuten männyn pintapuuta. Viilutus pinnoitusmateriaaliksi on myös täysin mahdollista. Suurin haaste on kuivauskäyttämisen eli se, miten kosteuden vaihtelu ja mitta- ja muotopysyvyys ilmenevät tuotteissa kuivauksen jälkeen ja tuotteiden käytössä vaihtelevissa kosteusoloissa.

Haavasta on tehty sulfaattisellua 1970-luvulta lähtien, yleensä sekakeittona koivun kanssa mutta myös omina erinään. Kemikumahierrettä ryhdyttiin valmistamaan koivun tavoin 1990-luvulla. Haapaa on keitetty erilaisiksi selluiksi enimmillään 400 000 kuutiometriä vuodessa. Haapaa keitetään jatkossakin sen erikoisselluluonteen ansiosta. Haapaa käytetään toki myös energiapuuna ja pieniä määriä lastu- ja kuitulevytehtailla.

Hybridahaapa käsittää geneettiseltä alkuperältään erilaisia, eurooppalaisen ja amerikkalaisen haavan keskenään risteytettyjä muotoja. Siitä innostuttiin nopeakasvuisena ja tuottoisaksi arvioituna haapalajina kahdessaakin paperiyhtiössä 1990-luvun lopulla. Toisessa niistä perustettiin hybridahaapaviljelyksiä ja käynnistettiin tuotanto haapapaperikoneella, jolla valmistettiin korkealaatuista painopaperia kuumahierteestä. Tuote löysi hyvin asemansa markkinoilla, mutta lahoamattoman haavan saatavuus erityisesti kotimaasta osoittautui ongelmalliseksi; valtaosa raaka-aineesta jouduttiin tuomaan Baltian maista ja Venäjältä. Hybridahaapaviljelysten perustaminen osoittautui kalliiksi ja viljelykset tuoherkiksi: viljelyksiä verottivat hirvet, jänikset ja erilaiset lahonaiheuttajat. Tavoitteena olleen vesasyntyisen toisen puusukupolven käytön kannattavuutta ei ehditty näkemään siihen mennessä, kun paperikone kahden vuoden käytön jälkeen muutettiin kuusipohjaiseen tuotantoon. Hybridahaapaa testattiin tuolloin myös puutuotteiden raaka-aineena. Se so-

veltui eräisiin puutuotteisiin varsin hyvin, joskin useimpiin niistä hieman heikommin kuin metsähaapa.

Harmaa- ja tervaleppää sahataan korkeintaan saman verran kuin haapaa, lähinnä Järvi-Suomessa. Käyttökohteita on kuitenkin vähemmän, lähinnä seinä- ja kattopaneelisiin kosteissa ja joskus kuivissa tiloissa. Tervaleppää voidaan käyttää myös parketeissa, huonekalujen näkyvissä pinnoissa ja koriste-esineissä. Harmaaleppä on keveys ja erityinen punertava ja tasainen väri, haittana lahoherkkyys, pehmeys ja eläminen. Tervaleppä on tiheämpää ja kovempaa ja sen sydän- ja pintapuun välillä on selvä väriero. Molemmat puulajit ovat varsin oksaisia. Käyttö energiapuuna ja lastu- ja kuitulevyissä sopii molemmille leppälajeille.

Huomion ansaitsevat myös hienot puusepänpuulajit (kuva 3) pihlaja, raita, vaahtera ja lehmus sekä tammi ja saarni, joita meillä pidetään arvokkaimpina ja monikäyttöisimpinä puulajeina. Näiden lehtipuulajien käyttö vaatii kokemusta ja taitoa, erityisesti puun kuivauskäyttämisen tuntemusta (mittoa, muodon ja värin pysyvyys), sopivia työvälineitä ja silmää harmoniselle kauneudelle.

Ulkomaiset puulajit ovat saaneet melko vähän tilaa suomalaisessa puunkäytössä ja hybridahaapaa lukuun ottamatta niitä on käytetty vain puutuotteiden raaka-aineiksi. Ulkomaisia havupuulajeja on istutettu metsiimme vain puutuotealan pienyritysten käyttötarkoituksia ajatellen. Siperianlehtikuusi on näistä selvästi yleisin, mutta sitäkin käytetään vuosittain arviolta vain muutaman tuhat kuutiometriä, josta siitäkkin valtaosa tuodaan Venäjältä. Siperianlehtikuusesta tavoitellaan yleensä lahon- tai kosteudenkestävää sydänpuuta ulkorakentamiseen (piharakentaminen ja terassit, hirsihuvilat ja mökit, laiturit ja muut vesirakenteet). Joskus etsitään lehtikuusen sydän- ja pintapuulle ominaisia erikoisia värisävyyttä tai pystykarsittua puuta huonekaluihin ja sisustamiseen (lattiamateriaalit, paneelit). Euroopanlehtikuusta on myös istutettu jonkin verran, mutta se häviää tavoitelluissa ominaisuuksissa siperianlehtikuuselle. Kummankin lehtikuusilajin haasteina ovat sisäiset kasvujännitykset, eläminen, halkeilu ja oksaisuus sekä kuivaus- ja työstettävyysongelmat. Siperianlehtikuusen sydänpuusta on tunnistettu uuteaineita, pinosylviineihin kuuluvia stilbeneitä, jotka antavat puulle luontaista lahonkestoa ja mahdollisesti kosteudensietoa ja saattavat eristettyinä soveltua puunsuojauskemikaalien tehoaineiksi.

Pohjoisamerikkalaista alkuperää olevaa kontortamäntyä on myös kokeiltu 1970-luvulla. Puulaji on kuitenkin osoittautunut Suomessa huonolaatuiseksi, erityisesti oksaisuus on haittatekijä, ja herkästi erilaisille bioottisille tuhoille. Ruotsalaiset kokemukset kontortamännystä ovat olleet jonkun verran parempia.

Miten raaka-aine muuttuu lähivuosisikymmeninä

Saha- ja vaneriteollisuuden kotimainen raaka-ainepohja on muuttumassa. Tukkien keskikoko ja parhaiden tuotelaatujen osuudet ovat jo pienentyneet 1960-luvulta lähtien kiihtyvällä nopeudella, kun järeimmät luonnonmetsät ovat vähentyneet ja niiden hakkuita on rajoitettu suojelulla ja kaa-



Kuva 3. Erilaiset puulajit luovat yhdessä tunnelmaa sisätiloihin. Metla-talossa tähän on päästy esimerkiksi kuusipilarien ja -paneelien, mäntykaiteiden sekä koivuportaiden ja -kalusteiden tasapainoisella sijoittelulla aulatiloihin. Seinissä on myös koivuvaneria ja kokoustilojen tuolit on tehty 12 kotimaisesta lehtipuulajista. Valokuva: Jussi Tiainen.

voituksella. Päätehakkuihin saatavat tukit pienenevät edelleen jossain määrin, mutta harvennushakkuissa tukkien järeyden kasvu. Mäntytukkirunkojen arvosta muodostuu karkeasti 80 % laadusta ja 20 % järeydestä. Kuusitukkirungoilla sekä laadun että järeyden merkitys on noin 50 %.

Tukkipuu on tullut tähän asti lähes pelkästään luontaisesti syntyneistä metsistä ja valtaosin, arviolta 70–80-prosenttisesti päätehakkuihin. Viljelymetsien ja harvennuspuiden osuus hakattavasta puustosta on kuitenkin kasvanut sitä

mukaa kuin metsänuudistaminen ja -kasvatus on tehostunut. Metsänuudistaminen viljellen on Suomessa muista pohjoismaista poiketen melko uutta - laajassa mittassa se alkoi vasta 1960-luvulla.

Viljelypuu näkyy jo jossain määrin koivutukkien markkinoilla. Istutusrauduskoivusta on saatu hyviä kokemuksia mm. korkean tukkiosuuden, hyvän vaneriviilun saannon sekä terveeksisuuden ansiosta. Tosin haittapuolia ovat puuaineen ulkonäköä häiritsevät ruskotäpläisyys, hirvi- ja myyrätuhoista seuraavat värjä- ja lahoamat sekä nopeasta kasvusta johtuva puuaineen tavallista alhaisempi tiheys, mihin kytkeytyvät alhainen lujuus, kimmoisuus ja kovuus. Luontaisesti syntyneitä rauduskoivua alhaisempi tiheys johtanee selluteollisuudessa hieman totuttua heikompaan massan saantoon.

Männyn ja kuusen viljelytukkia on saatu 2000-luvun alusta lähtien jonkin verran harvennushakkuista Etelä- ja Keski-Suomessa, laajemmin istutuskuusi sekä kylvö- ja istutusmänty ovat tulossa tukkimarkkinoille 2020-luvulla. Maan eteläpuoliskossa viljelypuustojen harvennushakkuista saatavien tukkien määrät ovat selvässä kasvussa, ja myös päätehakkuihin niitä alkaa tulla näkyvästi. Valtakunnalliset laskelmat ensimmäisistä tukkihakkuihin tulevista viljelypuustoista osoittavat, että tukkien keskimääräinen laatu on niissä huonompi kuin luontaisesti syntyneissä puustoissa, mutta kuitenkin parempi kuin viljelypuustoista on ennakoitu. Tukkiolosuhteet on samassa rungolla läpimitassa luontaisesti syntyneissä männyissä 2–10 prosenttiyksikköä korkeampi kuin kylvetyissä ja 10–15 prosenttiyksikköä korkeampi kuin istutetuissa. Luontaisesti syntyneistä kuusista saadaan tukkipuuta noin 10 prosenttiyksikköä enemmän kuin istutuskuusista.

Viljelymetsien nopea nuoruusvaiheen kasvu näkyy puussa oksikkuutena, alhaisempana tiheytenä ja suurempana nuoren puun osuutena rungolla ympärillä. Tästä on todennäköisesti seurauksena huonompi sahatavaran lujuusluokkajakauma sekä enemmän mitta- ja muotopysyvyyso ongelmia kuivauksessa ja käytössä. Viljelypuun alhaisempi tiheys näkyy ominaisuuseroina kaikissa puun loppukäyttökoh-teissa. Laatuero on selvimmät järeyksissä puustoissa. Jatkossa viljelypuun laatu parantuu nuorten puustojen vart-

tuessa hakkuuvaiheeseen. Niissä näkyvät jo taimitarhoilla ja metsänkylvössä käytettävän siemenen ja istutuksissa käytettävien taimien alkuperän valinnan ja metsänviljelyn työmenetelmien kehittyminen, samoin kuin laatuksivatkuksen soveltaminen myös viljelypuustojen kasvatuksessa.

Suometsien merkitys raakapuun lähteenä sellu- ja paperiteollisuudelle on ollut kasvussa jo 20 vuotta, erityisesti runsassoisella Pohjanmaalla, Pohjois-Suomessa ja osassa Itä-Suomea. Suometsien koivu on yli 90-prosenttisesti hieskoivua. Sen puuaine eroaa kangasmaiden hieskoivusta ja varsinkin luontaisesti syntyneestä rauduskoivusta siten, että tiheys on alhaisempi mutta kuidut karkeammat. Täten sellun saanto on melko alhainen. Koivutukkien hakkuukertymät ovat suometsissä pieniä, tukkien osuus on päätehakkuissakin vain keskimäärin 10 prosenttia ja tukki, vaneriviilu ja varsinkin sahatavara on kaikissa suhteissa heikkoa laatuempaa.

Suometsien männyllä ja kuusella on omia erityispiirteitä, jotka kertovat sopivista tuotesovelluksista. Raaka-aineen laatu vaihtelee metsiköiden välillä tyypillisesti enemmän kuin kangasmailla. Mäntyselällä vastaa ominaisuuksiltaan tyypillistä ensiharvennusmassaa ja se soveltuu hyvin esim. pehmopapereihin tai kartonkien tai hienopaperin pintakerrokseen, joskin sellun valmistuskustannukset ovat tavallista korkeammat. Korkea uuteainepitoisuus haittaa käyttöä hiokkeessa tai hierteessä. Kuusihiokeen ja -hierteen saanto lienee hyvä mutta laatu huonohko ja energiakustannukset tavallista korkeammat. Mäntytukkien laatu jää useimmiten selvästi kangasmaista, erityisesti laadukas tyvitukki ja terveoksinen latvatukki ovat harvinaisuuksia. Hyvät puolet ovat korkea lujuus tyvitukin sydäntavarassa ja suuri sydänpuun osuus, joten sahatavara soveltuu puurakentamisessa parhaiten runkorakenteisiin, ulkovuorauksiin ja hirsitaloihin sekä kaikenlaiseen pitkäaikaiskestävyyttä vaativaan käyttöön. Valtaosa tuotteista on kuitenkin halpoja laatuja. Kuusitukkien laatu on korpimailla melko lähellä kangasmaita, ja tyvitukit ovat usein järeitä ja ulkoisesti laadukkaita. Tukeissa on tavallista harvemmin lahoa mutta puuaineen elämistä ja halkeilua aiheuttava lylypuu ja runsaat kuivat oksat ovat haittatekijöitä tuotteissa, jotka edellyttävät hyvää ulkonäköä ja laadukasta kuivausta. Sahatavaralla ja vaneriviilulla on korkea lujuus.

Viime vuosina on ns. peitteistä metsänkasvatusta esitetty vaihtoehtoksi kiertoaikaan perustuvalla metsikkötaloudelle. Peitteisessä metsänkasvatuksessa puustoja kasvatetaan joko eri-ikäisrakenteisina tai niitä uudistetaan luontaisesti pienaukkoina. Näillä kasvatustavoilla saatavan puuraaka-aineen laadusta on vielä vähän tietoa. Eri-ikäisrakenteisena kasvatetun kuusen kasvu ja tiheys vaihtelu rungon säteen suunnassa poikkeavat tavallisesta kuusesta. Sydäntavara on ilmeisen lujaa, mutta kasvuhypäykset voivat johtaa puun halkeiluun jalostuksessa ja käytössä. Kuusiraaka-aine vaihtaa samantapaiselta kuin ojitetuilla turvemaidilla. Männy tutkimukset on vasta käynnistetty.

Biotalousnäkökulmat vaikuttavat jatkossa puunkäyttöön

Biotalous tarkoittaa taloutta, joka käyttää biologisia luonnonvaroja ravinnon, tuotteiden, energian ja palveluiden tuottamiseen. Biotalous pyrkii vähentämään riippuvuutta fossiilisesta energiasta, ehkäisemään ekosysteemien köyhtymistä sekä edistämään talouskehitystä ja luomaan uusia työpaikkoja kestävä kehityksen periaatteiden mukaisesti.

Biotalous tavoittelee hiilineutraalia ja resurssitehokasta yhteiskuntaa, joka puolestaan tuo uusia mahdollisuuksia edistää puutuotealaa ja parantaa sen kilpailukykyä, kasvua ja työllistävyyttä. Keskeiset osat resurssitehokkuutta ovat vähähiilisyys, kierrätettävyys ja raaka-aineiden ja tuotteiden kestävä hankinta ja käyttö. Nämä ovat myös puubiomassan hyödyntämisessä syntyvien materiaalien ja tuotteiden etuja suhteessa moniin vaihtoehtoihin raaka-ainelähteisiin.

Metsäklusteri on avainasemassa suomalaisen biotalouden kehittämisessä. Puubiomassaa käyttävän teollisuuden sellu- ja paperipohjainen painotus on siirtymässä kohti moniin tuotantomuotoihin ja palvelutarjontaan perustuvaa vihreää taloutta. Samalla rajat puubiomassan käyttömuotojen välillä ovat hälvenemässä. Suomessa on kolme merkittävää keinoa lisätä puun käyttöä: puutuotteiden valmistus, selluloosan tuotannon lisäys sekä puubiomassoihin perustuva bioenergia ja lisäarvoa tuovien biojalosteiden tuotanto. Mahdollisuudet lisätä puutuotteiden tuotantoa tulevat erityisesti vientimarkkinoiden kautta, mutta mahdollisuuksia on myös kotimaan markkinoille. Puupohjaista bioenergiaa voidaan lisätä metsäenergiapuun korjuun ja käytön lisäksi myös puutuotteiden ja erityisesti sellun valmistuksessa syntyviä sivuvirtoja hyödyntämällä. Sahojen ja vaneritehtaiden sivutuotteita, varsinkin kuorta, haketta ja purua, syntyy koko ajan suuria määriä tuotantolaitoksilla. Niitä käytetään bioenergiانا, mutta sen ohella ne ovat kasvava raaka-ainelähde teknokemian tuotteisiin käytettäviin biojalosteisiin ja monelaisiin kuluttajatuotteisiin käytettäviin bioaktiivisiin aineisiin.

Puunkäytön uudet toimintamallit, tuotteet, palvelut ja niihin yhdistetty elinkaariajattelu lisäävät metsäklusterin kilpailukykyä. Ne tehostavat materiaalivirtojen käyttöä ja hallintaa sekä vastaavat kasvavaan rakentamisen ja asumisen tuotteiden, logistiikkaratkaisujen sekä biojalostamotuotteiden kysyntään. Biotalous edellyttää metsäklusterilta kuitenkin uutta osaamista, teknologian kehittämistä, reagointikykyä politiikka- ja markkinamuutoksiin sekä uusia liiketoimintamalleja ja toimintatapoja. Avainasia on tietopääoman kasvattamiseen perustuva uudistuminen. Kuvassa 4 on esimerkki siitä, miten tutkimus- ja kehittämistoiminta voi auttaa tässä asiassa.

Temaattinen rakenne ja painopistealueet



Kuva 4. Puumateriaalit ja -tuotteet biotalouden rakentamisessa - Luonnonvarakeskuksen tutkimus- ja kehittämisohjelman teemat ja painotukset (2014–2018). <http://www.metla.fi/ohjelma/mat/tutkimuskysymykset-taustaa.htm>

Kirjallisuus

- Diesen, M. 1998. Economics of the pulp and paper industry. Papermaking Science and Technology. Volume 1. Finnish Paper Engineers' Association and TAPPI / Paperi ja Puu Oy. Gummerus Oy, Jyväskylä, Finland. 186 s.
- Hakkila, P. & Verkasalo, E. 2009. Structure and properties of wood and woody biomass. Julkaisussa: (ed.). Forest Resources and Sustainable Management. Papermaking Science and Technology. Volume 2. Second Edition - Totally Updated. Paper Engineers' Association / Paperi ja Puu Oy. Gummerus Oy, Jyväskylä, Finland. s. 133-215.
- Heräjärvi, H., Junkkonen, R., Koivunen, H., Metros, J., Piira, T. ja Verkasalo, E. 2006. Metsä- ja hybridihaapa sahatavaran ja jatkojalosteiden raaka-aineena. Metlan työraportteja 31. 102 s. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-951-40-2008-7>
- Heräjärvi, H., Kettunen, L. ja Murtovaara, I. (toim.). 2014. Uudistuvat puutuotearvoketjut ja puunhankintaratkaisut (PUU) - Tutkimus- ja kehittämisohjelman loppuraportti. Metlan työraportteja 284. 117 s. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-951-40-2461-0>
- Kuisma, M. 1993. Metsäteollisuuden maa - Suomi, metsät ja kansainvälinen järjestelmä. 1620-1920. Suomen Historiallinen Seura, Helsinki. 633 s.

- Niemistö, P., Viherä-Aarnio, A., Velling, P., Heräjärvi, H. ja Verkasalo, E. (toim.) 2008. Koivun kasvatus ja käyttö. Metsäntutkimuslaitos & Metsäkustannus Oy. 254 s.
- Työ- ja elinkeinoministeriö. 2013. Suomen biotalousstrategia - Kestävä kasvua biotaloudesta. 17 s. http://biotalous.fi/wp-content/uploads/2014/07/Julkaistu_Biotalous-web_080514.pdf
- Verkasalo, E. ja Karvinen, L. (toim.). 2012. Puunkäytön mahdollisuudet ja puutuotteiden menekki. PKM-tutkimusohjelman tulokset ja niiden hyödyntäminen. Metlan työraportteja 251. 266 s. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-951-40-2404-7>
- Verkasalo, E., Stöd, R., Heräjärvi, H., Kilpeläinen, H., Lindblad, J. ja Wall, T. 2006. Suometsien puuraaka-aineen laatu ja soveltuvuus eri käyttötarkoituksiin. Julkaisussa: Ahti, E., Kaunisto, S., Moilanen, M. & Murtovaara, I. (toim.). Suosta metsäksi. Suometsien ekologisesti ja taloudellisesti kestävä kasvatus ja käyttö. Tutkimusohjelman loppuraportti. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 947. s. 276-333. <http://urn.fi/URN:ISBN:951-40-1987-3>
- Verkasalo, E. ja Viitanen, H. (toim.). 2001. Lehtikuusi puusepän-teollisuuden raaka-aineena. Yhteistutkimushankkeen loppujulkaisu. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 809. 151 s. <http://urn.fi/URN:ISBN:951-40-1782-X>

Puun biojalostaminen: lisäarvotuotteita puun eri osista ja puunjalostuksen sivuvirroista

Erkki Verkasalo

Biojalostus on prosessi jossa biomassasta tuotetaan polttoaineita, energiaa tai päätuotteen valmistusprosessille lisäarvoa tuovia kemikaaleja, materiaaleja tai muita tuotteita. Biojalostuksessa käytettävä materiaali voi olla joko luonnosta peräisin olevaa raaka-ainetta tai sellaisesta esijalostettua materiaalia. Biojalostamon periaate ja tarkoitus ovat analogisia öljynjalostamon kanssa, jossa ns. lisäarvotuotteiden eli petrokemian jalosteiden osuus tuotannon arvosta on suurempi kuin ns. päätuotteiden eli polttonesteiden osuus. Tämä on mahdollista myös puuta eri muodoissaan käyttävissä biojalostamoissa, joissa uusiutuvien luonnonraaka-aineiden käyttö on suuri kilpailuetu. Biojalostus keskittyy maailmalla ns. agrobiomassan, kuten palmuöljyn, viljan, oljen ja hampun jalostamiseen. Suomessa puubiomassa eri muodoissaan on selvästi suurin raaka-ainelähde, toiseksi suurin on turve.

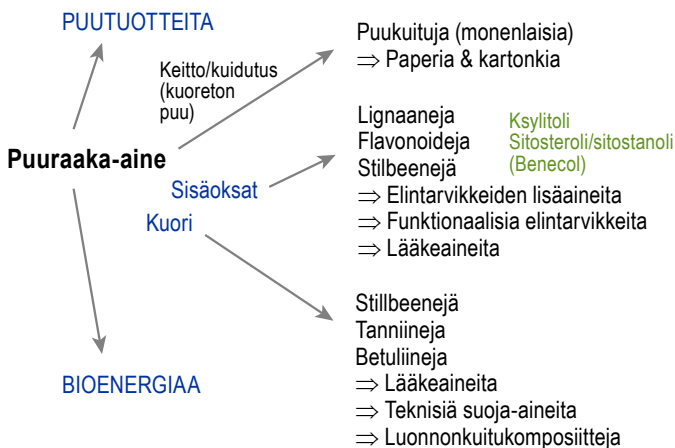
Puun biojalostuksen arvoketjujen perustana (kuva 1) voi olla a) pyöreää puutavaraa tai sen osat, b) latvusmassa (vihermassan kanssa tai ilman), c) pelkkä vihermassa, d) kannot ja mahdollisesti myös juuret, e) selluprosessien sivutuotteet (jäteliemet, kemialliset jakeet), e) puutuoteteollisuuden sivutuotteet (kuori, sahanpuru, sahan- tai vanerihake, hakkeen seulontajätteet), sahatavaran ja vanerin tasausjäte, höylänlastu, hiontapöly), f) termiset nesteet tai öljyt (ks. **Lauri Sikanen** artikkeli sivulta 105 alkaen) tai g) kierrätysmateriaalit (rakennustyömaiden jättepuu, purettavien ja saneerattavien rakennusten puuosat, puupakkausjäte, jättepaperit ja -kartongit). Tarkoitus on kaikissa tapauksissa erottaa biomassasta haluttuja fysikaalisia ositteita tai kemiallisia yhdistettä ja muokata niitä tämän jälkeen prosessitekniikkaa käyt-

täen eri käyttötarkoituksiin soveltuviksi raaka-aineiksi, materiaaleiksi ja lopputuotteiksi.

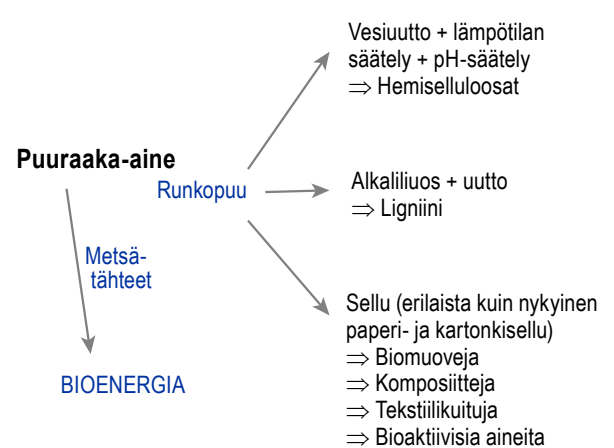
Lisäarvotuotteita valmistavat biojalostamot voivat olla raaka-ainelähtöisesti integroituina sellutehtaisiin, kuten Suomessa nykyisin mäntyöljyä jatkojalostavat tai ligniini-vahaa valmistavat laitokset, tai lämpö- tai sähköenergiaa tuottaviin laitoksiin, kuten toistaiseksi ainoa pyrolyysiöljylaitoksemme. Ne voivat olla myös kytkettyinä sahoihin tai vaneritehtaisiin tai toimia niiden läheisyydessä. Biojalostamot voivat toimia jatkojalostuslähtöisesti esimerkiksi sellaisten tehtaiden yhteydessä, jotka valmistavat teknokemian tuotteita, bioaktiivisia aineita, elintarvikkeita tai lääkeaineita, ja jotka ovat siten biojalostamoiden asiakkaita. Mahdollisia ovat myös kokonaan erilliset kemialliset laitokset ja hypoteettisesti maa- ja metsätaloustilojen laitokset, jossa puubiomassaa käytetään agrobiomassan kanssa yhdessä tai sen rinnalla.

Biojalostuksen historia ulottuu Suomessa 1930-luvulle. Mäntysellutehtailta ryhdyttiin erottamaan keittoprosessin jälkeen mustalipeästä uuteaineita niistä tislattavaan mäntyöljyyn ja tärpättiin. Mäntyöljystä jalostetaan lähinnä rasvahappoja ja hartseja, lisäksi esiöljyä ja jalostettua mäntyöljyä ja mäntypikettä. Tärpätistä jalostetaan *Anfa- ja Beta-pineenejä* ja *kareeneja*. Käyttökohteina ovat muun muassa maalit, liimat, voiteluaineet, autonrenkaat, painovärit, kosmetiikka, puhdistusaineet, hajusteet, elintarvikkeet ja vaipat. Ekologinen etu ovat tuotannon pienet hiilidioksidipäästöt, jotka ovat vain 25 % vastaavien öljypohjaisten raaka-aineiden aiheuttamista päästöistä.

Metsästä hyvinvointia –arvoketjut



Metsäkemikaali –arvoketjut



Kuva 1. Kaksi esimerkkiä biojalostuksen arvoketjuista, joissa raaka-aineena on pyöreä puu (Bjarne Holmbom, Åbo Akademi).

Selluloosajohdannaiset ovat ryhmä erilaisia kemiallisesti muunneltuja selluloosapohjaisia tuotteita, kuten *karboksimeetyyliselluloosa* CMC, mikrokiteinen selluloosa MCC, *hydroksipropyylimetyyliselluloosa* HPMC, ja *metyyliselluloosa* MC. Näitä valmistetaan Suomessakin satoihin käyttötarkoituksiin muokkaamalla eri tavoin selluloosamolekyylien hydroksyyliiryhmiä. Tuotteilla on suuri kaupallinen merkitys, ennen kaikkea sakeutus- ja stabilointiaineina erilaisissa elintarvikkeissa, juomissa ja lääkeaineissa, hammastahnassa ja liistereissä, paperin päällystyspastoissa, tiili- ja keramiikkatuotteissa ja tulevaisuudessa myös kalvojen, pinnoitteiden ja komposiitti- ja tekstiilikuitujen materiaalina. Menneiltä vuosilta muistetaan esimerkiksi elokuvafilmeissä käytetty sellolaani ja räjähdysaineissa käytetty nitroselluloosa.

Puun eri osista löydettyjä bioaktiivisia aineita käytetään terveyteen ja sen ylläpitoon tavoitteina mm. kolesterolin hallintaa sekä kipujen, tulehdusten, ihottumien ja kasvainten hoito (funktionaaliset elintarvikkeet, farmaseuttisesti vaikuttavat aineet, ravinnelisiäaineet, kosmeettiset tuotteet, eläinten rehut ja viihdykkeet). Toinen käyttökohte ovat biosuoja-aineet eli biosidit (hyönteis-, sieni- ja kasvilajien torjunta) ja antioksidantit (ruoka, rehut, öljyt, kosmetiikka, pakkaukset). Bioaktiiviset yhdisteet ovat luonnossa poikkeuksellisen monimuotoisia: erilaisia fenoleita on yli 10 000, terpeenejä 22 000 ja alkaloideja yli 12 000. Niiden määrä ja laatu vaihtelevat voimakkaasti puolajieittain muun muassa puuyksilön perimän ja iän mukaan. Esimerkiksi männyn sydänpuun lahonkestävyyden takana olevien *stilbeenien* pitoisuus vaihtelee enemmän perimän kuin kasvuympäristön mukaan.

Tunnettuja suomalaisia kaupallistettuja bioaktiivisia tuotteita, jotka perustuvat puubiomassaan, ovat koivusokeri eli *ksyllitoli* (hampaiden hoito, 1975), männyn *sitosteroli* eli rekisteröitynä tavaramerkkinä Benecol (kuva 2) (kolesterolin säätely, 1995) ja kuusen sisäoksien HMR-*lignaani* (ihon, haavojen, tulehdusten ja kasvainten hoito, 2006). Koivusta on valutettu vuosikymmeniä mahlaa (juomaseokset, kosmetiikka), ja siitä on kehitetty uusia tuotteita painonkontrolliin-

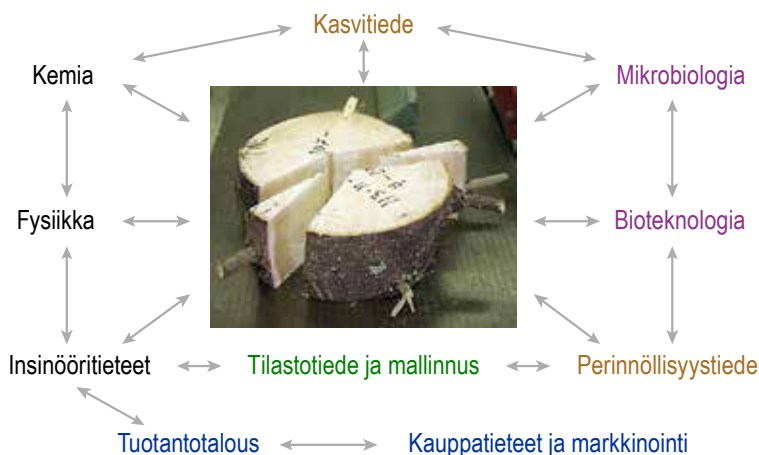
tiin, ruoansulatukseen edistämiseen sekä iho-, allergia- ja reumaoireiden hoitoon. Koivun kuoren betuliinia käytetään kosmetiikkaan ja siitäkin on löydetty merkittävästi luonnont antibiootteja. Grillihiilen valmistuksen sivutuotteena syntyy koivusta tislettä, josta on eristetty tehokkaasti rikkakasveja, kasvitauteja, tuholaisia ja nisäkkäitä torjuvia, osin haihtuvia yhdisteitä; nämä ovat tehoaineina yleisesti myynnissä olevissa puutarhojen ja koristekasviviljelmien torjunta-aineissa, myös hirvikarkotteissa.

Kuusen ja männyn *tanniinit* estävät lahottajasienten kasvua puussa ja puupohjaisissa tuotteissa ja hidastavat puuaineen halkeilua, haurastumista ja harmaantumista auringon uv-valossa. Niistä, sekä männyn stilbeeneistä voidaan todennäköisesti kehittää tehoaineita puunsuojaus- ja pintakäsittelykemikaaleihin. Tanniinit ovat tehokkaita antioksidantteja ja proteiinien saostajia. Kuusen neulasissa ja kuoressa esiintyy pienessä määrin alkaloideja, koivussa taas runsain määrin papyrifeerihappoa. Niitä molempia voitaneen hyödyntää männyn ja kuusen taimien hyönteis- ja nisäkästuhojen torjunnassa.

Termiset kuivatus- eli pyrolyysiprosesseilla tai vesitai asetoniuutolla valmistetut nesteet ja öljyt voivat myös olla lähtökohtana, kun puupohjaisesta biomassasta valmistetaan teknokemikaaleja tai elintarvikkeiden tehoaineita. Näissä prosesseissa käytetään yleensä korkeita lämpötiloja ja usein yli- tai alipainetta. Prosessien tuloksena syntyvistä nesteistä tai öljyistä eristetään tavoiteltavia kemiallisia yhdisteitä, joita lisätään tehoaineina varsinaisiin tuotteisiin parantamaan niiden funktionaalisia ominaisuuksia, kuten maalien korroosiokestoja, liimojen sitoutumiskykyä tai kosmetiikka- ja elintarviketuotteiden aromia.

Monien edellä mainittujen bioaktiivisten aineiden raaka-ainetta voidaan hankkia tehokkaasti sahojen ja vaneritehtaiden sivutuotteista, varsinkin kuoresta, hakkeesta ja purusta, joita syntyy koko ajan suuria määriä tuotantolaitoksilla.

Puutiede on tärkeässä asemassa, kun kehitetään biojalostusta kohti monipuolista lisäarvotuotteiden kirjoa. Tähän



Kuva 3. Puutieteen ja -teknologian tutkimuksen liityntäpinnat eri tieteenaloihin (Pekka Saranpää ja Erkki Verkasalo, Luke).



Kuva 2. Benecol-ravintorasva on suomalainen, maailmanmainetta saanut biojaloste, jonka tehoaineet ovat peräisin puubiomassasta. Kuva: Kauko Salo.

tähtäävä tutkimus- ja kehittämistyö vaatii poikkeuksellisen monitieteistä osaamista ja sisältää teknisesti vaativia sovelluksia, luovia kaupallisia ratkaisuja ja asiakkaiden ja kuttajien kuuntelua tarkalla korvalla (kuva 3).

Kirjallisuus

- Alén, R. 2011. Biorefining of forest resources. Papermaking Science and Technology. Volume 20. Finnish Paper Engineers' Association / Paperi ja Puu Oy. Gummerus Oy, Jyväskylä, Finland. 381 s.
- Anttila, P., Nivala, M., Laitila, J. ja Korhonen, K. T. 2013. Metsähäkkeen alueellinen korjuupotentiaali ja käyttö. Metlan työraportteja 267. 24 s. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-951-40-2420-7>
- Forest Cluster Ltd. 2011. Future Biorefinery. Programme Report 2009-2011. 176 s. http://www.forestcluster.fi/sites/www.forestcluster.fi/files/Forestcluster_FuBio_Report_Reader.pdf
- Työ- ja elinkeinoministeriö. 2013. Suomen biotalousstrategia - Kestävää kasvua biotaloudesta. 17 s. https://www.tem.fi/files/39784/Suomen_biotalousstrategia.pdf

Koivu - kansallispuu

Henrik Heräjärvi

Koivuvarat

Suomessa kasvatetaan metsätaloudellisin perustein kahta koivulajia: rauduskoivua (*Betula pendula*) ja hieskoivua (*B. pubescens*). Vähäistä metsätaloudellista merkitystä on myös rauduksen muunnoksella visakoivulla (*B. pendula* var. *carelica*), jota kasvaa viljeltyinä muutamia tuhansia hehtaareja Etelä- ja Väli-Suomessa. Raudus- ja hieskoivun lisäksi pensasmaisina kasvavaa vaivaiskoivua (*B. nana*) ja tunturikoivua (*B. pubescens* ssp. *czerepanovii*) esiintyy lähinnä turvemailla ja Pohjois-Suomessa. Niillä on tärkeä ekologinen rooli, mutta niitä ei hyödynnetä kaupallisesti satunnaista koriste- tai polttopuukäyttöä lukuun ottamatta. Koivun kokonaistilavuus Suomessa on valtakunnan metsien 11. inventoinnin mukaan 391 miljoonaa kuutiometriä (vrt. mänty 1 157 ja kuusi 703 miljoonaa kuutiometriä). Koivusta suuri osa kasvaa sekapuustona havupuuvaltaisissa metsissä. Koivun osuus kokonaispuustosta vaihtelee metsäkeskusalueittain 15 ja 20 prosentin välillä.

Kotimainen koivutukki, jota on 2000-luvulla hakattu keskimäärin miljoona kuutiometriä vuodessa, on tuonut metsänomistajille bruttokantorahatuloja 30-60 miljoonaa euroa vuodessa. Lehtikuitupuuta (sis. jonkin verran haapaa) hakataan vuosittain 6-7 miljoonaa kuutiometriä ja siitä saadaan 70-115 miljoonaa euroa kantorahatuloja. Koivutukkia tuotiin Suomeen pääosin Venäjältä vuonna 2012 runsaat 100 000 kuutiometriä ja koivukuitupuuta runsaat 4 miljoonaa kuutiometriä. Visakoivu on yksikköhinnaltaan metsiemme arvokkain puutavaralaji, ja sitä hakataan vuosittain muutamia tuhansia kuutiometrejä.

Vastoin yleistä käsitystä rauduskoivun osuus puuvaroitamme on selvästi hieskoivua pienempi ja pienenee etelästä pohjoiseen siirryttäessä. Rauduskoivun kokonaistilavuus on 104 miljoonaa kuutiometriä (hieskoivun 287) ja osuus koko Suomen puuvaroista 4,5 prosenttia (hieskoivun 12,3). Viljelypuulajina raudus (kuva 1) on kuitenkin hiestä selvästi yleisempi, mikä johtuu erityisesti rauduksen nopeammasta kasvusta, paremmasta runkomuodosta ja suuremmasta järeydestä päätehakkuvaiheessa. Hieskoivu kasvaa hyvin sekä kivennäis- että turvemailla, raudus ei sovellu turvemailla kasvatettavaksi.

Puuaine on molemmissa koivulajeissa käytännössä samanlaista, eikä hiestä ja raudusta erotella toisistaan missään teollisissa prosesseissa. Visakoivun puuaine on paitsi koristeellista myös erityisen lujaa ja kovaa. Metsänomistaja saa hyvälaatuisesta visakoivusta jopa 4 000 euroa kuutiometriltä - puutavara myydäänkin tavallisesti kilohinnalla (3-7 € per tuorekilo laadusta ja myyntierän koosta riippuen). Suurin osa visakoivusta matkaa pyöreänä puuna keskieuropalaisille viilutehtaille, ja viiluilla mm. pinnoitetaan arvohuonekaluja.



Kuva 1. Rauduskoivun tyvitukin laatua ja jalostusarvoa voidaan kohottaa pystykarsimalla runkoa. Pystykarsinta kannattaa tehdä kesällä täyden lehden aikaan ja leikkaavilla työkaluilla. Vain hento-oksaisia, hyväkasvuisia ja suorarunkoisia rauduskoivuja kannattaa karsia metsätaloudellisesti. Kuva: Henrik Heräjärvi.

Koivu kelpaa moneksi

Kaikki tuntevat koivun ulkonäöltä, mutta aina ei ajatella tämän tutun piha- tai maisemapuun polkuja kannolta eteenpäin. Koivun käyttötavat ovat monipuolisemmat kuin millään muulla kotimaisella puulajilla. Tässä kappaleessa tarkastellaan lähinnä koivun teollisista käyttötavoista alkavia arvoketjuja.

Kuiduttava teollisuus kattaa 90 prosenttia koivun teollisesta käytöstä, noin 10 miljoonaa kuutiometriä vuodessa. Vaneri- ja viiluteollisuus käyttää noin miljoona kuutiometriä ja sahateollisuus runsaat 100 000 kuutiometriä koivutukkia vuodessa. Lopputuotteiden ja jatkojalosteiden kirjo on valtava.

Puumassa-, paperi- ja kartonkiteollisuudessa koivun lyhyet ja ohutseinäiset kuidut antavat tuotteille hyvän painettavuuden ja läpinäkyvyyden. Koivumassoja käytetäänkin sellaisissa päällystetyissä hienopapereissa (taidepaperit, kuvakirjat, kalenterit, esitteet, mainokset, aikakauslehdet) ja päällystämättömissä hienopapereissa (toimistopaperit, kirjekuoret, kirjat, luettelot), jotka vaativat hyvää painettavuutta ja korkeata pinnan laatua. Toinen merkittävä koivumassojen käyttökohde ovat kartongit. Koivukuiduilla saadaan pakkauskartonkeihin jäykkyyttä (taivekartongit), pinnan painettavuutta, kosteudenkestoa (nestepakkauskartongit) sekä erityisesti hajuttomuutta ja mauttomuutta, jota vaativat elintarvike-, lääke- ja kosmetiikkatuotteet.

Tavallisessa sellunkeitossa puuhakkeesta poistetaan ligniini, jolloin jäljelle jäävät selluloosa ja hemiselluloosa. Kun hemiselluloosakin liuotetaan pois, syntyy ns. liukosellua, jota käytetään tekstiiliteollisuudessa. Suomessa liukosellua on ryhdytty tuottamaan yhdessä noin 150 000 tonnin vuosituotannon koivuselluloosatehtaassa. Monivaiheisen jalostusprosessin tuloksena liukosellusta saadaan lankaa, josta valmistettuja kankaita kutsutaan viskoosiksi, modaalikiksi tai raioniksi. Liukosellun raaka-aineena voi käyttää lähes mitä tahansa puulajia, mutta koivun etuna on esimerkiksi havupuuviskoosiin verrattuna kellastumattomuus. Tekstiilikuitujen lisäksi liukosellusta tehdään asetaattia, josta valmistetaan mm. sellofaania, elintarvikepakkauksia, elintarvikkeiden ja kosmetiikkatuotteiden lisäaineita sekä lääkkeiden pinnoitteita.

Suomessa tuotetaan vuosittain noin miljoona kuutiometriä vaneria, josta runsas kolmannes on koivuvaneria ja kaksi kolmannesta kuusivaneria. Koivuvaneri on puutuoteollisuuden vientiin menevistä perusjalosteista yksikköarvoltaan kallein, noin kaksinkertainen havuvaneriin tai lehtipuusahatavaraan nähden ja noin nelinkertainen havupuusahatavaraan nähden. Koivuvanerin vuotuisen viennin arvo on 2000-luvulla vaihdellut 200 ja 400 miljoonan euron välillä. Valkaistua koivusellua on viety 100–150 miljoonan euron arvosta, eli koivuvaneri on vientituotteena jopa koivusellua tärkeämpi. Koivusta ei enää valmisteta ns. perusvanereita vaan pääosin eri tavoin pinnoitettuja erikoistuotteita. Koivuvanerin tärkeimmät käyttötavat ovat kuljetusväline- ja rakennusteollisuuden tuotteet, jotka edellyttävät jäykkyyttä, lujuutta, kylmänkestoa, kulutuskestoa ja mittapysyvyyttä. Mielenkiintoinen ja viime vuosina hyvin tärkeä koivuvanerin loppu-

käyttökohde on ollut nesteytettyä maakaasua kuljettavien tankkereiden rakenteet. Alle -160 celsiusasteen lämpötilaan jäädytetyt säiliöt tuetaan ja eristetään laivan rungosta koivuvanerilla, joka säilyttää jäykkyytensä ja lujuutensa alhaisissakin lämpötiloissa paremmin kuin mikään muu vastaavan hintaluokan materiaali.

Koivuvaneria ja -sahatavaraa käytetään kotimaassa mm. huonekalutuotantoon (kuva 2). Tunnetuimpia, jo brändin aseman saavuttaneita koivujalosteita ovat Aalto-huonekalut. Niiden menestyksen takana on paitsi ajaton muotoilu myös koivupuun erityispiirre, joka mahdollistaa huonekalukomponenttien taivuttamisen lujuuden siitä kärsimättä. Monissa massavalmistettavissa toimistokalusteissa hyödynnetään niin ikään koivusahatavaran, liimalevyn tai viulun vaaleutta, pinnan kovuutta ja helppoa käsiteltävyyttä. Samat ominaisuudet ovat edesauttaneet koivun suosiota parketeissa ja lattialankkuina. Koivun lujuutta ja iskunkestävyyttä on vuosisatoja hyödynnetty työkaluissa sekä kodin käyttö- ja koriste-esineissä.

Koivu on tärkein energiapuulajimme. Pelkästään koivuselluloosatehtaiden sivutuotteena syntyvän mustalipeän poltto tuottaa noin viisi prosenttia Suomen energian käytöstä ja lähes neljänneksen Suomen bioenergian tuotannosta. Tämän päälle tulevat metsäteollisuudessa poltettavat sivutuotteet (hake, puru, kuori), kiinteistöjen polttopuu (kuva 3), pelletit, briquetit ja grillihiilet. Koivupuun suuren tiheyden vuoksi sen suhteellinen energiasisältö on 10–25 prosenttia korkeampi kuin muilla kotimaisilla polttopuulajeilla; tuohella energiasisältö on selvästi tätäkin korkeampi. Tehollisissa lämpöarvoissa erot ovat kuitenkin vähäiset, koska koivun puuaineessa on havupuuta vähemmän korkean lämpöarvon ligniiniä.

Koivua jalostavien teollisten prosessien sivutuotteiden varaan on kehittynyt kemianteollisuutta, jonka johdannais tuotteita nautimme mm. jogurteissa, hammastahnoissa, jäätelöissä ja kolesterolia alentavissa margariineissa. Myös maalien, öljyjen, liimojen, papereiden, pesuaineiden ja monien muiden kulutustuotteiden toimintaominaisuuksia parannetaan paljolti koivusta peräisin olevan karboksimeetylliselluloosan (CMC) avulla. E-koodi 466 pakkauksessa kertoo sakeuttamis-, stabilointi- tai täyteaineena käytetyn CMC:tä.

Kun koivua hiilletään grillihiileksi, prosessin yhteydessä saadaan talteen pyrolyysiöljyjä eli koivutisleitä. Ne toimivat hyvin kosketusvaikutteisina herbisideinä, jotka torjuvat erityisen hyvin leveälehtisiä rikkakasveja mutta myös perunaruttoa ja kirvoja sekä karkottavat jopa myyriä. Koivun tuohesta kolmannes on betuliinia, joka antaa tuohelle sen valkoisen värin. Betuliini näyttäisi olevan tehokas lääke loissairauksien, eräiden syöpien, bakteerien ja sienitautien torjunnassa sekä tulehdusten ja jopa HI-viruksen hoidossa. Betuliinin on myös havaittu alentavan veren kolesterolia kolesterolilääkkeiden veroisesti. Vanhojen koivujen rungolla kasvavissa pakurikäävissä betuliinia on konsentroituuneessa muodossa - tästä syystä pakurin keinollisen viljelyn mahdollisuuksia ja kannattavuutta tutkitaankin aktiivisesti. Kaikille tuttu ksylitoli, jota aiemmin kutsuttiin koivusokeriksi, on koivun hemiselluloosasta saatava makeutusaine. Suomessa havaittiin 1970-luvulla, että ksylitoli vaikuttaa hampaiden terveyteen:



Kuva 2. Koivuhalkoja on perinteisesti käytetty pientalojen ja saunojen lämmittämiseen. Polttopuuna koivua käytetään kolme miljoonaa kiintokuutiometriä vuodessa. Kuva: Erkki Oksanen, Luke.



Kuva 3. Huippulaatuista huonekalupuuta haluttaessa koivu kuivataan edelleen nk. läpisäheina ja ulkokuivauksessa jopa kahden vuoden ajan. Kuva: Henrik Heräjärvi.

se ehkäisee kariesta, vähentää plakin määrää ja pienentää myös lasten riskiä sairastua korvatulehdukseen.

Rauduskoivu äänestettiin vuonna 1988 Suomen kansallispuuksi. Teollisuuden ja kotitalouksien monien käyttökohdeiden lisäksi koivuilla on boreaalisen havumetsävyöhykkeen yleisimpinä lehtipuina keskeinen asema biodiversiteetin ylläpidossa. Koivun sitkeys niin kasvina kuin käyttöesineinäkin on saattanut tarinankertojien ja lauluntekijöiden mielikuvituksen lentoon. Koivua pidetään sen kauneuden ja sitkeyden takia pohjoisen feminiinisyyden ilmentymänä.

Kirjallisuus

Niemistö, P., Viherä-Aarnio, A., Velling, P., Heräjärvi, H. ja Verkasalo, E. (toim.). 2008. Koivun kasvatus ja käyttö. Metsäntutkimuslaitos & Metsäkustannus Oy. 254 s. ISBN: 978-952-5694-12-3

Tiilikkala, K. ja Segerstedt, M. (toim.). 2010. Koivutisle - kasvin-suojelun uusi innovaatio. Maa- ja elintaviketalous 143. MTT. 129 s. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-487-226-3>

Uudet biopolttoainejalosteet: pelletit, pyrolyysiöljy, biodiesel ja bioetanoli

Lauri Sikanen

Metsiemme bioenergia on vuosisatojen ajan ollut polttopuuta, jonka käyttö edelleenkin on erittäin merkittävä uusiutuvan energian lähde Suomessa ja maailmalla. Viimeisen parinkymmenen vuoden aikana hake on yleistynyt polttoaineena ja mahdollistanut metsäbiomassan hyödyntämisen energiantuotannossa aiempaa monipuolisemmin ja nykyaikaisemmin. Vuonna 2009 metsähaketta käytettiin Suomessa ensimmäistä kertaa enemmän kuin perinteistä polttopuuta. Metsäbiomassan käyttö energian tuotannossa ja laajemmin biotalouden raaka-aineena kehittyi koko ajan, koska tutkimusalalla on erittäin aktiivista kaikkialla maailmassa. Monet nyt tutkitut ja lupaavat biojalosteet ovat toki olleet tiedossa jo vuosikymmenet, mutta niiden laajamittainen tuotanto ja käyttö on tehtävä aina suhteessa vallitsevaan tilanteeseen ja erityisesti suhteessa arvioituun tulevaisuuteen. Siksi tutkimusta ja kokeiluja tarvitaan paljon, ennen kuin jokin aiemmin käyttämätön tuote tai teknologia saadaan muodostumaan todelliseksi ekosysteemin tuotantopalveluksi.

Pelletti

Haketta pidemmälle jalostettu kiinteä puupolttoaine on pelletti (kuva 1). Pelletin selkeä etu on sen suuri energiatiheys tilavuuteen nähden, minkä ansiosta pelletteja voi kuljettaa erittäin tehokkaasti. Pelletin käsittely on myös helppo automatisoida, ja kotitalouksien pellettikattilat toimivatkin lähes öljylämmityksen tavoin. Ekosysteempalveluiden näkökulmasta pelletti tuo puupolttoaineet vaihtoehdoksi myös niille käyttäjille, joiden puuvarat eivät ole riittävät tai ne eivät ole riittävän lähellä. Esimerkiksi Isolla-Britanniassa ja Tanskalla ei kummallakaan ole merkittäviä metsävaroja, mutta pelletti tarjoaa kilpailukykyisen vaihtoehdon energiantuotannossa kivihiilelle tai öljylle. Näin siitäkin huolimatta, että pelletit tuodaan Venäjältä tai Kanadasta. Suomelle pelletit eivät tuoneet aiemmin tavoiteltua ratkaisua sen enempää energian tuotannon polttoaineena kuin vientituotteena. Puu on Suomessa liian arvokasta muihin pelletin tuottajamaihin verrattuna, etenkin jos joudumme kilpailutilanteeseen vientimarkkinoilla. Kotimaan käyttöpuolella hake ja polttopuut ovat pitäneet pintansa paljon ennakoitua paremmin, joten pellettien käyttö on lisääntynyt vakaasti mutta paljon aiemmin arvioitua hitaammin. Suomessa toimi kuitenkin yli 20 pellettitehdasta vuonna 2014 ja sopivasti toimintaympäristöön ja markkinoihin sovitettuna tehtaiden toiminta oli useimmiten kohtuullisen kannattavaakin.

Pelletti on erittäin tiiviiksi puristettua puuta, pelletin ominaispaino on yli 1 100 kg/m³. Tiheys ja kuivuus nostavat pelletin energiasisällön korkeaksi tilavuutta kohti mitattuna. Yksi kuutiometrin vetoinen laatikollinen pellettiä painaa noin 650 kiloa, ja energiaa laatikollisessa on noin 3 megawattituntia.

Samaan energiamäärään tarvitaan lähes 3 pinokuutiometriä koivuhalkoja tai 300 litraa kevyttä polttoöljyä. Pelletti on yleisimmin 8 mm paksu ja 3–40 mm pitkä puurae. Tasalaatuisuutensa vuoksi pellettiä on helppo kuljettaa erilaisilla hihna- ja ruuvikuljettimilla, ja jopa puhaltimilla. Siksi sen käyttö voidaan automatisoida hyvin pitkälle, lähes öljyn tasolle. Pelletin valmistus on teollisena prosessina yksinkertainen verrattuna esimerkiksi nestemäisiin biopolttoaineisiin. Pelletin laatuvaatimukset kansainvälisessä kaupassa ovat kuitenkin korkeat, ja siksi tuotannon suunnittelu ja pelletin valmistus vaatii hyvää teknologiaa ja ammattitaitoa. (kuva 1)

Pellettiä voidaan valmistaa puun lisäksi esimerkiksi maatalouden ruohovartisista sivuvirroista, kuten oljesta tai riisin akanoista. Myös ruokohelpiä ja muita energiaruohoja on kehitetty pellettien raaka-aineena. Puu on kuitenkin polttoainemuinaisuuksiltaan paras. Puusta pellettien valmistus on helppointa, ruohoihin verrattuna tuhkapitoisuus on pieni ja palamisessa syntyvät päästöt helpompi hallita. Puutuoteteollisuuden sivutuotteena syntyvää raaka-ainetta on monessa maassa tarjolla runsaasti, erityisesti Kanadassa ja Venäjällä suuri osa jopa korjatusta puusta jää perinteisissä jalostusketjuissa sivutuotteeksi tai jätteeksi. Yleensä näin käy maissa, joissa metsät ovat valtion omistuksessa ja puu on halpaa. Osittain tästä syystä Venäjällä ja Kanadassa on viimeisen kymmenen vuoden aikana investoitu paljon pellettintuo-



Kuva 1. Puupelletti on pitkälle jalostettu kiinteä puupolttoaine. Kuva: Lauri Sikanen.

tantolaitoksiin. Lisäksi Kanadan Brittiläisessä Kolumbiassa on lähes miljardi kuutiometriä hyönteisten tappamaa puuta odottamassa korjuuta ja jalostusta huonolaatuiseksi sahatavaraksi ja pelleteiksi.

Pelletin vahvuus on sen helppous ja monikäyttöisyys. Pellettiä voi käyttää pienissä, automatisoiduissa takoissa, kuten italialaiset tekevät. Yksittäisten talojen lämmityksessä pelletti on suosittua Ruotsissa, Saksassa ja Itävallassa. Saksassa on myös paljon isompia kohteita, jopa kokonaisia kyliä, jotka lämpiävät pelleteillä. Ruotsissa, Tanskassa ja erityisesti Isossa-Britanniassa on useita suuria, yhdistettyjä sähkön- ja lämmöntuotantolaitoksia, jotka ovat korvanneet hiiltä pelleteillä.

Maailmanlaajuisesti tarkasteltuna pelletin tulevaisuus näyttää lupaavalta: vuonna 2012 pelletin globaali kulutus oli noin 15 miljoonaa tonnia, mutta Pöyry Oyj on arvioinut pelletin kulutukseksi vuonna 2020 jo 46 miljoonaa tonnia. Kulutus kasvaa eniten läntisessä Euroopassa. Kasvatavat markkinat on luotu EU:n ilmastopolitiikalla ja siihen liittyvillä uusiutuvan energian tukiratkaisuilla. Euroopan kasvava kysyntä katetaan oman tuotannon lisäksi Pohjois-Amerikasta ja Venäjältä tuotavilla pelleteillä. Tuonnin Etelä-Amerikasta arvioidaan kasvavan kohti vuotta 2020. Perusteluna tälle oletukselle on tehokas raaka-aineen tuotanto plantaaseilla.

Pyrolyysiöljy ja biohiili

Pyrolyysi eli kuivatuslaus on puun tai muun hiiltä sisältävän aineen kuumentamista hapettomassa tilassa niin, että biomassaa hajoaa erilaisiksi ositteiksi eli fraktioiksi. Kuivatuslauksesta saadaan tyyppillisesti hiiltä, erilaisia tervoja, fenoleja ja happoja. Yleisnimityksenä pyrolyysin nestemäisille tuotteille on pyrolyysiöljy. Pyrolyysiöljy on palava neste, joka on kemialliselta koostumukseltaan erittäin monimutkainen. Pyrolyysiöljyä voidaan käyttää polttoaineena korvaamaan fossiilista öljyä, sekä raaka-aineena erilaisissa kemianteollisuuden prosesseissa. Pyrolyysiprosessia voidaan muunnella ja säätää muuttamalla reaktiopainetta, lämpötilaa ja reaktioaikaa, jotka kaikki vaikuttavat lopputuotteen ominaisuuksiin.

Hitaassa pyrolyysissä voidaan tunteja kestävässä prosessissa vaiheistuksella saada eroteltua useita erilaisia lopputuotteita samasta raaka-aineesta. Kansanomainen esimerkki hitaasta pyrolyysistä on tervan polttaminen tai puuhiilen valmistaminen hiilimiilussa. Puuta kuumennetaan suljetussa tilassa tai käsittelykammiossa niin ettei tilaan pääse ilmaa ja sen mukana happea. Puu kuumenee, mutta ei syty liekkipaloon, puusta vapautuvat kaasut ohjataan tilasta pois ja lauhdutaan nesteiksi. Puun yhdisteet kaasuuntuvat erilaisissa lämpötiloissa, ja niinpä niitä on mahdollista poistaa puusta hallitusti muuntelemalla käsittelylämpötilaa, painetta ja käsittelyaikaa. Kun kaasut lauhdutetaan hallitusti takaisin nesteiksi, saadaan lopputuotteet eroteltua hyvinkin tarkasti (kuva 2).

Hitaan pyrolyysin lopputuotteena on raaka-aineen kuivapainoon suhteutettuna keskimäärin 30 % hiiltä ja 50 % pyrolyysiöljyä. Muu osa lopputuotteesta on kondensoitumattomia kaasuja, jotka voidaan esimerkiksi polttaa prosessin lämmittämiseksi tai raaka-aineen kuivaamiseksi. Prosessin tuottama hiili voidaan käyttää polttoaineena, muuntaa aktiivihiileksi



Kuva 2. Hitaassa pyrolyysissä lopputuotteita voidaan helposti muunnella prosessia ohjaamalla. Kuva: Lauri Sikanen.

tai jalostaa muihin teollisiin prosesseihin. Hiiltä voi varastoida myös sellaisenaan maaperään hiilivarastoksi. Maatalousmaahan haudattuna hiili parantaa erityisesti vähäravinteisten maaperien ravinne- ja vesitaloutta. Tätä terra preta -nimellä tunnettua menetelmää on käytetty Etelä-Amerikassa jo tuhansia vuosia sitten ruoan tuotannon tehostamisessa, ja viime vuosina sen toimivuutta on tutkittu myös suomalaisessa maaperässä. Tässä nk. agrohiilimenetelmässä pyrolyysin tuotteella luodaan ratkaisu kahteen maapallon haasteeseen: kuinka varastoida hiiltä maaperään ja miten lisätä maaperän potentiaalia tuottaa lisää ruokaa maapallon väkiluvun kasvaessa.

Nopea pyrolyysi puolestaan on ohi muutamassa sekunnissa, ja se saadaan viritettyä teollisena prosessina hyvin tehokkaaksi. Myös lopputuotetta saadaan nopeassa pyrolyysissä enemmän kuin hitaassa. Nopeaa pyrolyysia käytetään lähes pelkästään pyrolyysiöljyn valmistamiseksi. Uusimmissa kaupallisissa prosesseissa sekoitetaan kosteudeltaan 10-prosenttinen puujauho erillisessä reaktorissa 800-asteeseen hapettomaan hiekka- ja kaasuvirtaan, joka on erotettu leijupetikattilasta. Tällaista prosessia käytetään myös Joensuun marraskuussa 2013 käyttöön otetussa pyrolyysiöljytehtaassa. Puujauho muuttuu kaasuksi ja hiileksi alle viidessä sekunnissa. Tämän jälkeen kaasu erotetaan hiekka-hiiliseoksesta erilleen ja lauhdutetaan öljyksi. Hiili menee hiekkavirran mukana takaisin voimalaitoksen kattilaan ja palaa siellä muun polttoaineen seassa.

Pyrolyysiöljyä käytetään korvaamaan raskasta polttoöljyä energiantuotannossa. Pyrolyysiöljy on hapanta, ja sen kemialliset ominaisuudet pyrkivät muuttumaan varastoinnissa (taulukko 1). Pyrolyysiöljyn käyttö energiantuotannossa on kuitenkin kohtuullisen suoraviivaista, ja ennen kaikkea energiakäyttö muodostaa tälle uudelle tuotteelle taloudellisesti järkevät markkinat jo tänään. Taloudellisesti kestävä tilanne mahdollistaa tuotteen pitkäjänteisen kehitystyön. Uusia jalostuspolkuja etsitään koko ajan. Esimerkiksi USA:n energiavirasto on teettänyt selvityksen pyrolyysiöljyn jalostuksesta dieseliiksi ja bensiiniksi. Monia teollisuudenaloja kiinnostavat pyrolyysiöljyn sisältämät tuhannet erilaiset yhdis-

Taulukko 1. Pyrolyysiöljyn ja raskaan polttoöljyn ominaisuuksien vertailu.

Ominaisuus	Pyrolyysiöljy	Raskas polttoöljy
Vesipitoisuus	15-30	0,1
pH	2,5	-
Tiheys	1,2	0,94
Tuhka	0-0,2	0,1
Lämpöarvo (MJ/kg)	16-19	40
Alkuainepitoisuudet, %		
Hiili (C)	54-58	85
Vety (H)	5,5-7,0	11
Happi (O)	35-40	1,0
Typpi (N)	0-0,2	0,3

teet ja niiden tarjoamat mahdollisuudet esimerkiksi lääkeaineissa, pinnoitteissa ja ravinnossa. Ruokateollisuuden käyttämät savuaromit ja mikroruoan ruskettajat ovat usein pyrolyysiöljyistä jalostettuja.

Bioetanoli ja biodiesel

Bioetanoliksi kutsutaan *etanolia*, joka on tuotettu polttoaineeksi kasvipohjaisista raaka-aineista. Periaatteessa kaikki hiivojen ja sokerin avulla valmistettu alkoholi voidaan luokitella bioetanoliksi, mutta tässä yhteydessä tarkastellaan vain puusta valmistettavaa etanolia, joka on tarkoitettu polttoaineeksi tai kemian teollisuuden raaka-aineeksi. Suomessa on pitkät perinteet etanolin valmistamisesta puusta. Kieltoainekumoamisen jälkeen 1930-luvulla sellutehtaan jäteliemestä käytetty ja tislattu sulfiittisprii tuli kauppoihin tuotemerkillä Karhu-viina. Tällä väkevänmakuisella viinalla ohjattiin kulutus pois salakuljetetusta spriistä lailliseen Alkon myymään viinaan. Karhu-viina eli ”tikkuviina” oli sulfiittisulfitprosessin sivutuote, jonka tuotanto loppui sulfiittiprosessin muuttuessa nykyään käytettäväksi sulfaattiprosessiksi.

Etanolin valmistaminen puusta on vaativa prosessi. Puun *selluloosan* ja *hemiselluloosan* sisältämät *hiilihydraatit* eivät ole sellaisessa muodossa, että alkoholia tuottavat hiivat voisivat käyttää niitä ravintonaan. Siksi selluloosat on muunnettava käyttökelpoisempaan muotoon (kuva 3). Perinteisin ratkaisu tähän on *happohydrolyysi*, joka toteutetaan usein kaksivaiheisena. Miedommalla happokäsittelyllä hydrolysoidaan ensin hemiselluloosa ja väkevämällä happokäsittelyllä selluloosa. Hydrolyysin jälkeen puun sokerit ovat hiivoille käyttökelpoisessa muodossa ja puun sisältämä *ligniini* voidaan erottaa käytettäväksi niin ikään polttoaineena tai kemian teollisuuden raaka-aineena. Ligniini on luonnon oma polymeeri, jolle myös haetaan nykyään käyttökohteita. Yhdestä tonnista kuivaa puuta eli noin kahdes-

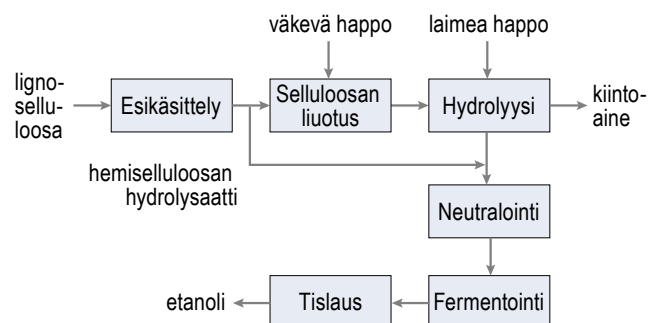
ta ja puolesta kuutiometrissä tuotetta puuta voidaan saada teoriassa noin 450 litraa etanolia. Prosessien hyötysuhteet kuitenkin vaihtelevat, ja käytännössä mm. *fermentointi* vaikeuttavat monet puussa luonnostaan esiintyvät aineet tai prosessin omat sivutuotteet. Käytännön kokeissa lopputuotetta on saatu huomattavasti vähemmän kuin teoriassa, parhaimmillaankin alle 400 litraa etanolia puutonnin kohti. Havupuun kuoresta etanolia saa puolestaan 100-200 litraa kuiva-ainetonnin kohti.

Uusimpiin bioetanolin valmistusmenetelmiin kuuluu puun kaasuttaminen häkää ja vetyä sisältäväksi synteetisikaasuksi ja sen fermentoiminen etanoliksi. Menetelmää pidetään taloudellisempänä ja saannoltaan parempana kuin perinteistä, hydrolyysiin perustuvaa menetelmää. Kaasutus-fermentointimenetelmä on kaupallistamisen kynnyksellä, mutta vielä sitä ei käytetä laajamittaisesti missään.

Bioetanolin valmistaminen puusta on ekologisesti ja eettisesti kestävämpi ratkaisu kuin sokeriruohon tai maissin käyttäminen etanolin raaka-aineena. Energiatase on parempi, eikä tuotanto kuluta ruoan tuotannon resursseja. Suomessa St1 Oy on intensiivisesti kehittänyt bioetanolin valmistusta erilaisista raaka-aineista, myös puusta. Yhtiö on rekisteröinyt itselleen *Cellunolix*-tavaramerkin, ja yhtiöllä on oma puuetanolin valmistusteknologia. St1 suunnittelee avaavansa Suomen useita puuetanolin tuotantolaitoksia lähinnä muiden puunjalostuslaitosten yhteyteen. VTT:n tutkimusten mukaan myös sellu- ja paperitehtaiden jätekuitu olisi Suomessa kustannustehokas raaka-aine bioetanolin tuotantoon - nykyisin tämä jätekuitu on lähes käyttämätöntä.

Bioetanolin kulutus kasvaa koko ajan, joskaan ei kovin nopeasti. Suomessa on saatu muutaman vuoden ajan kokemuksia etanolin käytöstä liikenteessä, eivätkä etukäteen maalaillut uhkakuvat moottoririkoista näytä toteutuneen. Puuetanoli on jo nyt jokseenkin kilpailukykyistä, ja sen tuotanto erityisesti Suomessa liikennepolttoaineeksi kotimaisesta puusta olisi myös kauppatasemme kannalta terveellinen ekosysteemipalvelu.

Biodiesel on toinen nestemäinen polttoaine, joka kiinnostaa suuren kaupallisen potentiaalinsa vuoksi ja jota niin ikään voidaan valmistaa puusta. Tällä hetkellä suurin osa käyte-



Kuva 3. Väkevähappohydrolyysi muuttaa puun sokerit alkoholi-käymisen edellyttämään muotoon.

tystä puupohjaisesta dieselistä valmistetaan palmuöljystä. Palmuöljyn käyttö on herättänyt paljon keskustelua erityisesti heikon ekologisen kestävyuden vuoksi: Aasiassa raivataan luonnonmetsiä uusien palmuöljyplantaasien tieltä, ja siksi palmuöljyn hiilijalanjälki on suurempi kuin useimpien sivuvirroista tuotettavien raaka-aineiden. Tässä tarkastelussa palmuöljy sivuutetaan ja keskitytään Suomen metsistä saatavien raaka-aineiden käyttöön biodieselin tuotannossa.

Olemassa olevista metsäteollisuuden sivuvirroista mäntyöljy on ehkä helpoin raaka-aine biodieselin tuotantoon. UPM-Kymmene on vastikään tuonut markkinoille Bio Verno -tuotenimellä olevan biodieselin, joka on valmistettu mäntyöljystä yhtiön Lappeenrannan tehtailla. Maailman ensimmäinen teollisen mittakaavan laitos aloitti biodieselin valmistuksen mäntyöljystä Ruotsin Piitimessä vuonna 2010. Tässä Sun Pine Oy:n prosessissa mäntyöljy käsitellään ensin vaakuimitislauksella raakabiodieseliksi ja varsinainen biodiesel valmistuu vetykäsitelyllä Göteborgissa sijaitsevassa jalostamossa. UPM-Kymmenen Bio Verno -prosessissa raakamäntyöljy puhdistetaan ensin metalleista ja vedestä. Tämän jälkeen tehdään katalyyttien, lämmön ja paineen avulla prosessointi, joka poistaa hapen, rikin ja typen. Prosessissa mäntyöljy myös hajoaa eli *krakkautuu* biodieseliksi ja biobensiiniksi, jotka erotetaan jalostuksen viimeisessä vaiheessa.

Viime vuosina on biodieselin valmistuksessa tutkittu paljon Saksassa jo 1920-luvulla kehitettyä Fischer-Tropsch- eli FT-menetelmää. Puuta käytettäessä menetelmä perustuu puun kaasuttamiseen ja sen tuloksena saadun hiilimonoksidin ja vedyn muuttamiseen katalyyttisesti ”vahoiksi” eli pitkäketjuisiksi parafiineiksi. Vahat muutetaan dieseliksi vetykrakkauksella. Menetelmällä voitaisiin tehdä dieseliä suoraan ilman vahavaihetta, mutta vahojen kautta tehtynä prosessin saanto on huomattavasti parempi. Fischer-Tropsch-menetelmää on käytetty viimeisen vajaan sadan vuoden aikana maissa, joissa öljyä on ollut niukasti saatavilla, kuten esimerkiksi Saksassa ja Japanissa toisen maailmansodan aikaan ja myöhemmin Etelä-Afrikassa kauppasaaron takia. Eteläafrikkalainen Sasol Oy käyttää menetelmää edelleen omassa tuotannossaan, jossa maakaasua muutetaan biodieseliksi FT-synteesin avulla. Viimeisen kahdenkymmenen vuoden aikana on kehitetty tarmokkaasti sitä, miten FT-prosessilla valmistetaan biodieseliä puusta. Koelaitoksia on useita, mutta yhtään täyden mittakaavan laitosta ei vielä ole toiminnassa. Suomessa Kemin Ajokseen suunniteltu FT-laitos on saanut EU:n ehdollista rahoitusta yli 80 miljoonaa euroa, mutta investointipäätöstä ei ole tehty.

Liikenteen biopolttoaineet ovat erittäin merkittävä ekosysteemin tuotantopalvelujen kehityksen kohde kaupallisen potentiaalinsa takia. Kysyntä on Suomen tuotantomahdollisuuksiin nähden lähes rajaton, ja prosessilla tuotettu arvonlisä on suurempi kuin esimerkiksi pelkästään lämmöntuotantoon tarkoitettulla hakkeella. Jos kaikki Suomen metsien vuotuinen kasvu, noin 100 miljoonaa kuutiometriä, jalostettaisiin biodieseliksi, polttoainetta kertyisi teoriassa vuosittain 20 miljardia litraa, mikä vastaa noin 200 terawattituntia energiaa. Vuonna 2012 Suomessa kulutettiin liikenteen polttoaineita 48 terawattitunnin verran. Jos kaikki liikenteen polttoaineet olisivat dieseliä ja ne tehtäisiin puusta, valmistami-

seen kuluisi noin 27 miljoonaa kuutiometriä puuta. Suomessa liikenteenkin biopolttoaineet saataisiin ”omasta metsästä”, mutta maailmalaajuisesti pelkästään tieliikenne kuluttaa energiaa vuodessa 11 miljardia megawattituntia. Tämän energiamäärän tuottaminen puusta vaatisi teoriassa noin 6 miljardia kuutiometriä puuta. Vuonna 2012 puuta hakattiin koko maailmassa 3,5 miljardia kuutiometriä yhteensä kaikkiin käyttömuotoihin. Samaan aikaan metsäpinta-ala maailmassa pienenee, joten metsäbiomassa voi olla merkittävä paikallinen ratkaisu – mutta globaalia energian tarvetta metsät eivät yksin kykene täyttämään.

Kirjallisuus

- Jones, S. B., Holladay, J. E., Valkenburg, C., Stevens, D. J., Walton, C. W., Kinchin, C., Elliott, D. C. & Czernik, S. 2009. Production of Gasoline and Diesel from Biomass via Fast Pyrolysis, Hydrotreating and Hydrocracking: A Design Case. U.S. Department of Energy. 76 s. http://www.pnl.gov/main/publications/external/technical_reports/pnnl-18284.pdf
- Metsätilastollinen vuosikirja 2013. Metsäntutkimuslaitos. 450 s. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-951-40-2450-4>
- Pöyry Ltd. 2011. Pellets Becoming a Global Commodity? Pöyry View Point. 7 s. <http://www.poyry.co.uk/sites/www.poyry.co.uk/files/110.pdf>
- Saarnio, S., Heimonen, K., & Kettunen, R. 2013. Biochar addition indirectly affects N₂O emissions via soil moisture and plant N uptake. *Soil Biology and Biochemistry* 58: 99-106. <http://dx.doi.org/10.1016/j.soilbio.2012.10.035>
- Suokko, A. 2010. Lignoselluloosaetanoliin ja synteetikaasusta fermentoitujen poltonesteiden teknologiatarkastelu. VTT Tiedotteita 2533. 88 s. <http://www.vtt.fi/publications/index.jsp>
- Zhang, Q., Chang, J., Wang, T. & Xu, Y. 2007. Review of biomass pyrolysis oil properties and upgrading research. *Energy Conversion and Management* 48: 87-92.
- Virtanen, S. 2005. Biodieselin valmistus Fischer-Tropsch-synteesillä. Lappeenrannan teknillinen yliopisto. 10s. <http://www3.lut.fi/webhotel/teke/kklemola/2005-biodiesel-FT.pdf>
- Virtanen, S. 2006. Lignoselluloosan hydrolyysi. Lappeenrannan teknillinen yliopisto. 21 s. <http://www3.lut.fi/webhotel/teke/kklemola/Virtanen-kirjallisuustyo.pdf>

Metsäbiomassavarat, hankinnan teknologia ja käyttö

Juha Laitila, Antti Asikainen ja Perttu Anttila

Metsäbiomassavarat sekä aines- ja energiapuun hankinta

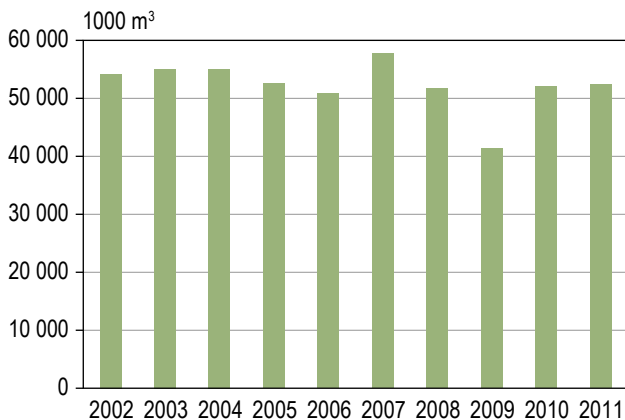
Metsäbiomassalla tai tarkemmin puubiomassalla tarkoitetaan puuvartisten kasvien koko biomassaa. Puubiomassa voidaan jakaa eri biomassaositteisiin puun käyttötarkoituksen tai puun eri osien biologisten funktioiden perusteella. Tässä luvussa puubiomassa jaetaan teollisuuden ainespuuhun, nuorten metsien pienpuuhun, latvusmassaan sekä kanto- ja juurimassaan. Tarkastelussa keskitytään metsäbiomassavarojen hyödyntämiseen teollisuudessa ja energiantuotannossa sekä arvioihin korjuukelpoisesta energiapuupotentiaalista.

Teollisuuden markkinahakkuut eli metsän hakkuut myyntitarkoituksessa ovat olleet keskimäärin noin 55 miljoonaa kuutiometriä vuodessa vuosituhatannen ensimmäisellä vuosikymmenellä (kuva 1). Suurimman kestävän hakkuusuunnitteen eli tulevan talouskauden taloudellisesti ja puuntuotannollisesti kestävän suunnitellun hakkuumäärän on arvioitu olevan yli 70 miljoonaa kuutiometriä vuodessa. Metsähakkeen käyttömäärät sen sijaan ovat kasvaneet jyrkästi viime vuosina, ja vuonna 2012 metsähaketta käytettiin 8,3 miljoonaa kuutiometriä (kuva 2). Tämä kehitys on kansallinen menestystarina, jonka taustalla on ollut pitkäkestoinen metsä- ja energiasektorin käytännön, tutkimuksen, kehityksen, koulutuksen ja politiikan yhteisponnistus. Saavutettu tulos osoittaa, että suuria määriä metsäbiomassaa voidaan saada liikkeelle ja että suotuisissa olosuhteissa kehitys voi olla erittäin nopeaa.

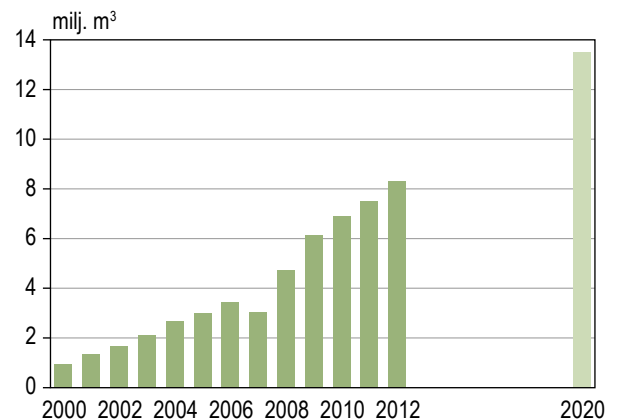
Energiantuotantoon voidaan käyttää kaikkia puun biomassaositteita. Vaikka eri puulajien ja niiden biomassaositteiden energiasisältö vaihtelee, karkeasti voidaan sanoa, että

kuivan puubiomassan energiasisältö on 19,6 MJ/kg. Suurin osa korjattavasta runkopuusta käytetään metsäteollisuuden raaka-aineena, jossa siitä saatavien erilaisten tuotteiden jalostusarvo muodostuu suoraa energiakäyttöä korkeammaksi. Metsäteollisuuden sivutuotevirtojen (mustalipeä, sahojen sivutuotteet) kautta energiantuotantoon ohjautuu 30 miljoonan puukuutiometrin energiasisältöä vastaava puuvirta. Suoraan energiaksi korjattavan puun raaka-aineiksi on laskettu runkohukkapuu, latvusmassa, kannot ja nuorten metsien harvensuspuu.

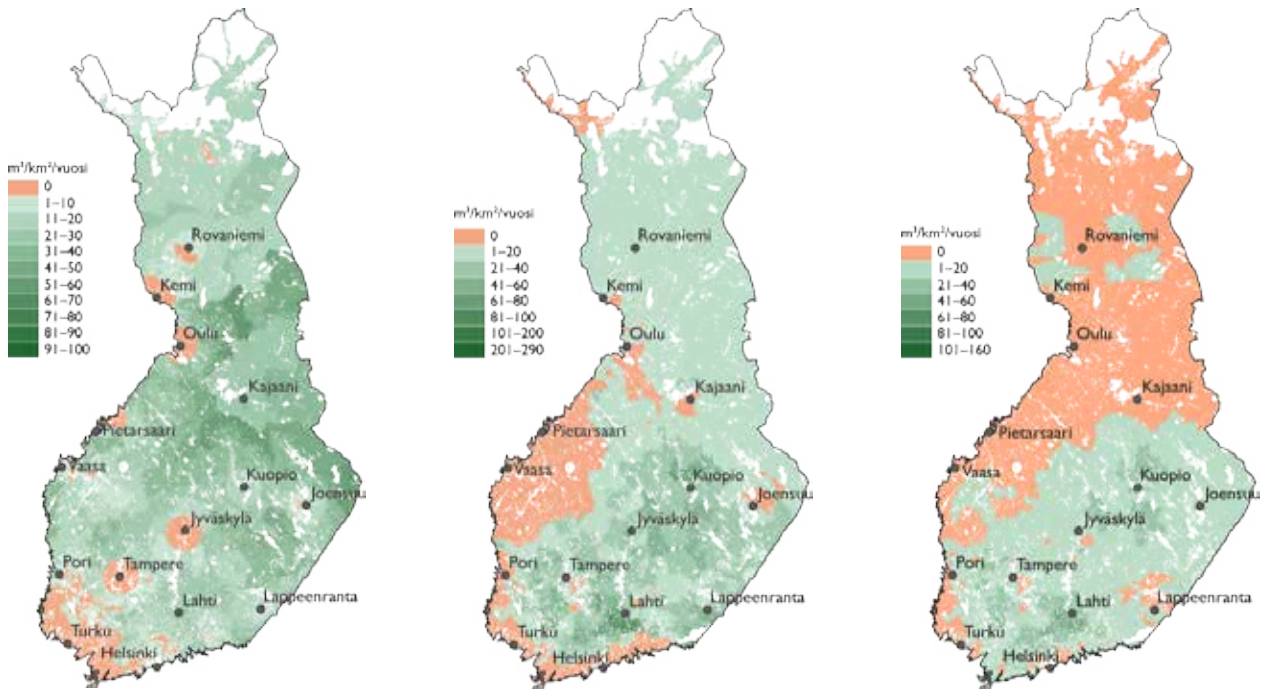
Useissa eri tutkimuksissa on arvioitu Suomen metsähakepotentiaalia käyttäen laskennan taustamateriaaleina mm. valtakunnan metsien inventointien aineistoja (VMI-aineistoja), markkinahakkuutilastoja ja metsäsuunnitelma-aineistoja. Eri tutkimusten pohjalta näyttää siltä, että kun ainespuun mitat täyttävä puu rajataan pääosin energiakäytön ulkopuolelle, metsistämme on korjattavissa 15–20 miljoonaa kuutiometriä energiahaketta vuosittain. Metsähakevarat ja erityisesti niiden käyttö jakautuvat epätasaisesti maan eri osiin. Itä- ja Keski-Suomessa on runsaasti käyttämättömiä metsähakevaroja, kun taas rannikolle ja Etelä-Suomeen energiabiomassaa on kuljetettava muualta Suomesta, mikäli käyttöä aiotaan lisätä (kuva 3). Kartassa olevilta ruskeilta alueiltakaan kaikkea biomassaa ei ole korjattu, vaan esimerkiksi latvusmassasta kolmannes on jätetty metsään. Metsähakevarojen kokonaispotentiaalin perusteella ilmasto- ja energiastrategian metsähakkeen käyttötaavoite energiantuotannossa (13,5 miljoonaa kuutiometriä) on hyvin saavutettavissa, mutta alueelliset erot metsähakkeen saatavuudessa ovat suuria. Jatkossa kehitystä rajoittaa eniten metsähakkeen hintakilpailukyky monopolitoainelaitoksissa. Mikäli fos-



Kuva 1. Markkinahakkuuiden kehitys Suomessa 2002–2011 (Metsätalastollinen vuosikirja 2013).



Kuva 2. Metsähakkeen käytön kehitys Suomessa ja Kansallisen energia- ja ilmastostrategian mukainen metsähakkeen käytön tavoitetaso v. 2020 (Ylitalo 2013, Kansallinen energia- ja ilmastostrategia 2013).



Kuva 3. Metsähakepotentiaali, kun nykykäyttö on vähennetty eli ns. metsähaketase. Latvusmassa- ja kantoase vuosien 2002–2011 keskimääräisten hakkuiden mukaan laskettuna ja pienpuutase VMI-aineiston pohjalta, jos korjuu tapahtuisi kokopuuna. Kartat vasemmalta: pienpuu, latvusmassa, kannot.

siilien polttoaineiden ja erityisesti hiilen hinta jää pitkäksi ajaksi alhaiselle tasolle, metsähakkeen käyttö ei enää lisäänty suurissa laitoksissa tulevana vuosina.

Puunhankinnan teknologia ja logistiikka

Teollisuuden ainespuu

Teollisuuden käyttämän ainespuun korjuu on käytännössä kokonaan koneellistettu: puutavaran valmistus (hakuut) tehdään yksiotharvesterilla (kuva 4) ja metsäkuljetus kuormaa kantavalla metsätraktorilla (kuva 5). Tällä vuosituhanella Suomesta on tullut maailman johtava metsäkonevalmistaja, ja myös pohjoismainen tavaralajimenetelmä, jossa puu karsitaan ja katkotaan metsässä, on globaalissa mittakaavassa johtava korjuumenetelmä. Metsissäämme työskentelee keskimäärin noin 1 900 hakkuukonetta ja 2 000 kuormatraktoria tukki- ja kuitupuun korjuussa.

Teollisuuden ainespuun kaukokuljetus hoidetaan pääosin täysperävaunullisilla puutavara-autoilla. Maantiekuljetuksen osuus kuljetussuoritteesta on 50–60 %, rautatiekuljetuksen 30–40 % ja vesitiekuljetuksen 4–6 %. Kuljetussuorite on suure, jolla kuvataan kuljetustyön määrää ja joka saadaan kuljetetun tavaramäärän ja kuljetusmatkan pituuden tulona. Puutavara kulkee aina osan matkasta autoilla, sillä sekä rautatie- että vesitiekuljetus edellyttävät puun syöttökuljetuksia terminaaleihin maanteitse. Merkittävin muutos puutavaran autokuljetuskalustossa on 76 tonnia painavien yhdistelmien salliminen maantieliikenteessä 1.10.2013 alkaen. Suurentamalla kuormien kokoa pyritään pienentämään kuljetuskustannuksia ja vähentämään kuljetusten aiheuttamia päästöjä. Tiestön painorajoitukset ja siltojen kantavuus ja alikulku-

korkeudet voivat kuitenkin rajoittaa merkittävästi suuremman kaluston käytöstä saatavia hyötyjä.

Energiapuun hankinta

Latvusmassan ja kantojen korjuumäärät ovat kytköksissä ainespuun vuotuisiin hakkuumääriin, ja raaka-aineen hankinta on siten tiukasti kytketty osaksi puukauppaa ja puunkorjuuta. Harvennuksilla energiapuun korjuu voi olla liitetty osaksi ainespuuhakkuuta tai työ tehdään erilliskorjuuna, irrallaan teollisuuden puunkorjuusta. Latvusmassan, kantojen ja harvennusetsien energiapuun hinnoittelusta, korjuusta, varastoinnista ja pois kuljetuksesta sovitaan puukaupan yhteydessä. Energiapuun määrän mittaus perustuu pääosin metsäkuljetuksen yhteydessä tehtävään kuormainvaakamittaukseen.

Kun energiapuuta korjataan pätehtäkköiltä ainespuuhakkuun yhteydessä, muutetaan hakkuukoneen työtapa niin, että oksat ja latvat kasautuvat hakkuu-uran varteeseen (kuva 4). Sen sijaan normaalissa työtavassa oksat ja latvat on pyritty keräämään ajouralle suojaamaan maaperää ja parantamaan kantavuutta. Latvusmassan kasaaminen parantaa metsäkuljetuksessa materiaalin saamista talteen, tehostaa korjuutyötä sekä ehkäisee kivien ja kivennäismaan joutumista latvusmassan joukkoon. Kantojen korjuu etenee puunkorjuun ja latvusmassan korjuun sekä metsänuudistamistöiden asettamissa aikarajoissa. Kantoja nostotetaan käytännössä vain niinä kuukausina, jolloin maa on roudaton ja lumeton. Kantojen korjuussa kannot nostetaan, pilkataan ja kasataan kaivukoneilla, joissa on kantojen nosto- ja pilkotalaite.

Ensiharvennusleimikoilla on yleistynyt puunkorjuutapana nk. yhdistelmäkorjuu, jossa korjataan samalla kertaa sekä aines- että energiapuuta (kuva 5). Yhdistelmäkorjuussa eli



Kuva 4. Latvusmassa hakataan kasoille ajouran varteen ainespuuhakkuun yhteydessä. Kuva: Juha Laitila.

integroidussa korjuussa aines- ja energiapuun kertymään voidaan vaikuttaa muuttamalla kuitupuun katkontapituuksia, laatuvaatimuksia ja latvaläpimittoja markkinatilanteen ja korjuuolosuhteiden mukaan. Energiapuun erilliskorjuussa tyypillinen korjuukohde on lehtipuu- tai mäntyvaltainen nuori kasvatusmetsä, jossa valtaosa poistettavasta puusta ei täytä ainespuun mitta- tai laatuvaatimuksia tai leimikon puulle ei ole markkinatilanteesta johtuen kysyntää tai muuta käyttöä.

Energiapuun toimitusketjut

Metsähakkeen hankintajärjestelmä rakentuu pitkälti sen mukaan, mihin ketjun vaiheeseen haketus sijoitetaan ja missä muodossa materiaalia sen vuoksi kuljetetaan (kuva 6). Metsähakkeen korjuumenetelmät voidaan jakaa haketuspaikkansa mukaan keskitetyn ja hajautetun haketuksen menetelmiin. Kun haketus keskitetään metsähakkeen käyttöpaikalle tai terminaaliin, voidaan saavuttaa suuret vuosituotokset, korkeat koneiden käyttöasteet ja pienemmät haketus- ja kuljetuskustannukset. Käyttöpaikka- ja terminaalihaketusketjuissa metsäkuljetusta seuraa tienvarsivarastoinnin jälkeen auto- kuljetus käyttöpaikalle tai terminaaliin.

Käyttöpaikalla ja terminaalissa hakettamisen heikkoutena on se, että kuljetuksen kuormakoko jää pieneksi prosessoimattomalla latvusmassalla, kokopuulla sekä kanto- ja juuripuulla, mikä kasvattaa kuljetuksen kustannuksia etenkin kaukokuljetuksessa. Kuormakokoa on pyritty kasvattamaan tiivistämällä latvusmassa risutukeiksi, karsimalla ja katkomalla harvennuspuuta määrämittaan sekä pilkomalla kanto- ja juuripuuta. Suurten investointikustannusten vuoksi haketus käyttöpaikalla sopii vain suurille voimalaitoksille. Lisäksi melu- ja pölyongelmat saattavat rajoittaa haketustavan käyttöönottoa, jos haketuspaikan läheisyydessä on pysyvää asutusta.

Terminaaleista haketta voidaan toimittaa erikokoisille laitoille. Terminaali on toimitusvarma puskurivarasto esimerkiksi kelirikkoaikana, jolloin raskas liikenne ei pääse kaikil-

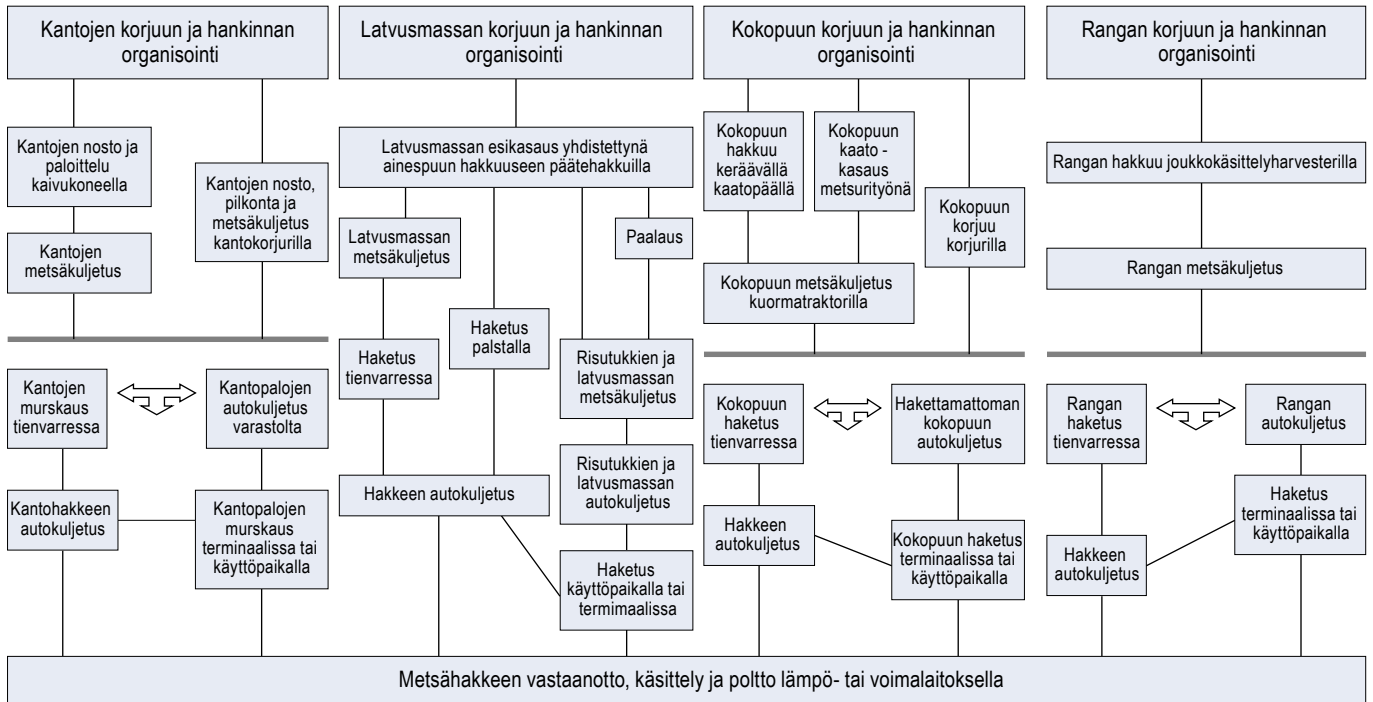


Kuva 5. Energiapuusta on tullut yhdistelmäkorjuun myötä osa ainespuukauppaa myös harvennusmetsissä. Kuva: Juha Laitila.

le sivuteille. Hakkeen ja hakepuun käsittely terminaalisissa lisää kustannuksia, samoin kuin mahdollinen ristiinkuljetus, jos joudutaan viemään materiaalia ensiksi metsästä terminaaliin ja sitten terminaalista voimalaitokselle. Haketerminaalit sijaitsevat yleensä metsähakkeen käyttöasteiden läheisyydessä tai turvesoiden yhteydessä. Terminaaleihin voidaan kuljettaa myös valmista haketta varmuusvarastoon. Terminaalitoiminta soveltuu tuotantoketjuun hyvin myös silloin, kun joudutaan yhdistelemään eri kaukokuljetusmuotoja.

Hajautetun haketuksen menetelmiä ovat välivarastolla tai palstalla tapahtuvaan haketukseen perustuvat korjuuketjut. Välivarastohaketuksessa materiaali haketetaan suoraan vieressä odottavan hakeauton kuormatilaa (kuva 7). Hakkurin ja hakeauton toiminnot kytkeytyvät kiinteästi toisiinsa, mikä merkitsee sitä, ettei haketusta ja kuljetusta voi rajoittaa. Kaukokuljetusmatkasta riippuen odotusaikoja tulee joko hakkurille tai hakeautolle. Käytettäessä useampia hakeautoja hakkurin odotusaikoja voidaan vähentää, mutta silloin hakeautojen odotusajat saattavat kasvaa. Tämä ns. kuuma ketju on myös altis keskeytyksille. Välivarastohaketusmenetelmässä auton kantavuus ja kuormakoko saadaan hyödynnettyä täysimääräisesti, ja menetelmä on kuljetustehokas myös pitkillä kaukokuljetusmatkoilla.

Välivarastohaketusjärjestelmä on hakkeen tuotannon perusratkaisu, joka soveltuu sekä pienille että suurille käyttöpaikoille. Haketus tehdään yleensä kuorma- autoalustaisilla tai maataloustraktorisovitteisilla hakkureilla. Lisäksi käytössä on muutamia hakkuri-hakeautoja, joissa haketus- ja kaukokuljetus on integroitu samaan yksikköön. Palstahaketusketjussa haketuksen ja metsäkuljetuksen, samoin kuin joissain tapauksissa myös hakkuun, tekee yksi ja sama kone yhdellä käyntikerralla. Palstahakkuri on kallis, painava ja herkkä vioille ja vaurioille, mikä nostaa menetelmällä tuotetun hakkeen tuotantokustannuksia. Palstahaketuksella tuotetaan haketta erittäin vähän, ja korjuumenetelmällä on korkeintaan paikallista merkitystä metsähakkeen tuotannossa Suomessa.



Kuva 6. Vaihtoehtoisia metsähakkeen tuotantoketjuja.



Kuva 7. Harvennuspuun haketusta tienvarsivarastolla.
Kuva: Juha Laitila.

Kirjallisuus

- Anttila, P., Nivala, M., Laitila, J. ja Korhonen, K. T. 2013. Metsähakkeen alueellinen korjuupotentiaali ja käyttö. Metlan työraportteja 267. 24 s. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-951-40-2420-7>
- Hakkila, P. 2004. Puuenergian teknologiaohjelma 1999–2003. Loppuraportti. Teknologiaohjelmaraaportti 5/2004. 135 s. http://www.tekes.fi/globalassets/julkaisut/puuenergian_teknologiaohjelma.pdf
- Ikonen, T. ja Routa, J. 2013. Bioenergiamarckinat. Julkaisussa: Viitanen, J. ja Hänninen R. (toim.). Metsäsektorin suhdannekatsaus 2013–2014: 37–41.
- Kansallinen energia- ja ilmastostrategia 2013. Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja. Energia ja ilmasto 8/2013. 53 s. ISBN: 978-952-227-750-3. https://www.tem.fi/files/36266/Energia_ja_ilmastostrategia_nettijulkaisu_SUOMENKIELINEN.pdf
- Laitila, J., Leinonen, A., Flyktman, M., Virkkunen, M. ja Asikainen, A. 2010. Metsähakkeen hankinta- ja toimituslogistiikan haasteet ja kehittämistarpeet. VTT Tiedotteita 2564. 143 s. <http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2010/t2564.pdf>
- Laitila, J. 2012. Methodology for choice of harvesting system for energy wood from early thinning. Dissertationes Forestales 143. 103 s. <http://dx.doi.org/10.14214/df.143>
- Metsätalastollinen vuosikirja. 2013. Suomen virallinen tilasto. Metsätutkimuslaitos. 450 s. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-951-40-2450-4>
- Ylitalo, E. 2013. Puun energiakäyttö 2012. Metsätalastiedote 15/2013. 7 s. <http://www.metla.fi/metinfo/tilasto/julkaisut/mtt/2013/puupolttoaine2012.pdf>

Kestävän metsätalouden edistäminen suomalais-venäläisenä yhteistyönä

Timo Leinonen ja Timo Karjalainen

Suomi ja Venäjä ovat metsäalan suurmaita - Suomi korkea-luokkaisten painopapereiden tuottajana ja Venäjä metsävaaroiltaan. Suomen ja Venäjän monitahoiselle metsäalan yhteistyölle antavat pohjaa metsäsektorien suuri merkitys kansantaloudelle Suomessa ja Venäjän monilla alueilla, erityisesti Luoteis-Venäjällä (kuva 1), samankaltaiset luonnonolot havumetsävyöhykkeellä sekä 2000-luvulla kiihtynyt metsäteollisuuden integraatio osana globalisaatiota. Suomen ja Venäjän metsäsektoreita yhdistävät pitkäaikainen raakapuun ja metsäteollisuustuotteiden sekä koneiden ja laitteiden kauppa, suomalaisyritysten tehdasinvestoinnit Venäjälle sekä aktiivinen metsäalan koulutus- ja tutkimusyhteistyö.

Molemmat maat ovat kansainvälisten metsä- ja ympäristösopimusten myötä sitoutuneet kestävän metsätalouden periaatteisiin. Venäjällä kestävä metsätalous määritetään niiden toimenpiteiden toteuttamiseksi, jotka turvaavat metsien kestävän ja monitavoitteisen käytön sekä niiden tuottavuuden, kestävyden ja monimuotoisuuden säilyttämisen ja lisäämisen.

Neuvostoliiton romahtaminen käynnisti tiiviin yhteistyön

Neuvostoliiton hajottua metsäsektorin toimintaympäristö muuttui Venäjällä voimakkaasti, kun suunnitelmataloudesta siirryttiin kohti markkinataloutta, metsien hallinnon järjestäminen ja rahoitus muuttuivat sekä metsäteollisuusyritykset yksityistettiin nopeassa tahdissa - samalla, kun koko yhteiskunta oli voimakkaassa poliittisessa, taloudellisessa ja sosiaalisessa myllerryksessä.

Suomessa nähtiin tarpeelliseksi tukea uuden Venäjän kehitystä. Vuonna 1992 maiden välille allekirjoitettu lähialueyhteistyösopimus oli lähtölaukaus laaja-alaiselle ja tiiviille yhteistyölle. Suomen tavoitteena oli tukea kohtamaan poliittista, taloudellista ja sosiaalista vakautta. Metsäalalla harjoitettiin 1990-luvun alkupuoliskolla opiskelija- ja tutkijavaihtoa, kehitettiin yhteistyössä Petroskoin yliopiston ja Pietarin metsäakatemian metsäopetusta, pidettiin seminaareja ja tutkittiin mm. sitä, miten harvennushakkuiden voimakkuus



Kuva 1. Kestävän metsätalouden yhteistyö on keskittynyt Luoteis-Venäjälle.

vaikutti käsittelemättömien metsiköiden kehitykseen Karjalan tasavallassa ja Leningradin alueella. Hankerahoitus tuli pääosin Suomen puolelta muun muassa maa- ja metsätalousministeriön, opetusministeriön ja lääninhallitusten kautta.

Puun tuonnin kasvu lisäsi painetta kestävän metsätalouden edistämiseen Luoteis-Venäjällä

Metsäalan yhteistyön sisältöön ovat vaikuttaneet sekä globaali ympäristö- ja metsäpolitiikka että kotimaiset intressit. Myös Suomen ja Venäjän metsäpolitiikkaa ja metsälainsäädäntöä muovasivat vuonna 1992 YK:n ympäristö- ja kehityskonferenssissa (UNCED) Rio de Janeïrossa solmittu ilmastonmuutosta koskeva puitesopimus ja biologista monimuotoisuutta koskeva yleissopimus (CBD) ja hyväksytyt metsien hoitoa, käyttöä ja kestävää kehitystä koskevat ns. metsäperiaatteet sekä 1990-luvun alussa kehitetyt kestävän metsätalouden kriteerit ja indikaattorit.

Suomen kannalta metsäalan yhteistyön tavoitteena oli tukea Venäjän metsäsektorin tasapainoista kehitystä kohti kestävää metsien käyttöä ja hoitoa. Yhteistyöllä pyrittiin luomaan edellytyksiä puunkorjuun kannattavuuden parantamiselle ja metsätalouden ekologiselle hyväksyttävyydelle sekä edistämään suomalaisen osaamisen ja metsäteknologian vientiä Venäjälle. Metsäalan tutkimus- ja kehityshankkeiden teemoihin vaikuttivat tuontipuun kasvanut merkitys suomalaiselle metsäteollisuudelle, ympäristöjärjestöjen lisääntynyt aktiivisuus lähialueilla ja tärkeiden eurooppalaisten asiakkaiden kasvava kiinnostus Venäjän metsätalouden kestävyyttä kohtaan. Luonnonsuojelun ja muiden ekologisten kysymysten lisäksi metsäalan hanketoiminnassa yleistyivät metsätalouden yhteiskunnalliset, taloudelliset, teknologiset ja metsänhoidolliset aiheet, eri metsänkäyttömuotojen yhteensovittamiseen ja metsäsuunnitteluun sekä metsien sertifiointiin liittyvät teemat.

Luoteis-Venäjän metsäohjelma kestävän metsätalouden edistäjänä

Laaja-alaisempi yhteistyö alkoi vuonna 1997, kun käynnistettiin suomalais-venäläinen Luoteis-Venäjän kestävän metsätalouden ja luonnon monimuotoisuuden kehittämissuunnitelma. Suomen puolelta ohjelman metsätalouden osiosta vastasi maa- ja metsätalousministeriö ja Venäjän puolelta Venäjän metsätalouden ministeriö Rosleshoz. Luonnon monimuotoisuuden suojelun osiosta vastasivat Suomessa ympäristöministeriö ja koordinoijana Suomen ympäristökeskus SYKE ja Venäjällä luonnonvarainministeriö ja Luoteis-Venäjän alueiden luonnonvarainhallinnat. Suomen puolella hankerahoitus tuli ulkoasiainministeriön koordinoimista lähialuevaroista.

Metsäohjelma toteutettiin neljässä vaiheessa vuosina 1997–2011. Tavoitteena oli päästä irti aiemmista pienistä ja irrallisista hankkeista ja toteuttaa useampivuotisia isompia hankkeita yhteisesti sovituista teemoista, jotka tukisivat kestävän metsätalouden periaatteiden ja menetelmien käyttöön-ottoa ja metsätalouden rakenteellisia uudistuksia (kuva 2).

Maantieteellisesti painotus oli Suomen lähialueilla ja erityisesti niillä alueilla, joilla Suomen metsäsektorilla oli mielenkiintoa sijoittaa tehtaisiin ja joilta tuoda puuta. Näitä alueita olivat Karjalan tasavalta sekä Leningradin, Vologdan ja Novgorodin alueet.

Ohjelman kahden ensimmäisen vaiheen aikana (1997–2000 ja 2001–2004) hankkeiden pääteemoja olivat metsäsuunnittelu, mallimetsäkonseptin kehittäminen, metsien uudistaminen, metsien sertifiointi, metsäopetus ja -koulutus sekä bioenergia. Kahden ensimmäisen vaiheen aikana toteutettiin 32 hanketta. Kolmannen vaiheen (2005–2008) pääasialliseksi teemaksi valittiin metsäalan koulutus ja opetus, ja pääpaino oli eri tasojen metsäammattilaisten täydennyskoulutuksessa. Yleistavoitteena oli parantaa metsäsektorin työntekijöiden tietoja ja taitoja, mikä edistäisi kestävän metsätalouden ja metsäsektorin kehitystä Luoteis-Venäjällä. Ohjelman kolmannessa vaiheessa siirryttiin tasapuoliseen kumppanuuteen ja aiemmasta poiketen yhteisrahoituksen periaatteisiin, joiden mukaan molemmat osapuolet rahoittivat projektien omien asiantuntijoidensa kustannukset. Hankkeilla pyrittiin siihen, että tulokset vaikuttaisivat pitkäaikaisesti metsäalan toimintaan: tulosten haluttiin vahvistavan Venäjän metsäalan oppilaitosten omia kykyjä kehittää eri tasojen työntekijöiden opetussuunnitelmia, -menetelmiä ja kursseja. Hankkeita toteutettiin neljä.

Ohjelman neljäs ja viimeinen vaihe (2009–2011) keskittyi skandinaavisen metsien hoidon menetelmien esittelyyn, Venäjän metsähallinnon uudistusten tukemiseen sekä julkisen vallan ja yritysten välisen yhteistyön edistämiseen. Toteutettuja hankkeita oli yhteensä viisi.

Metsäohjelman päättyttyä suomalais-venäläisen talouskomission alaisessa kestävän metsätalouden työryhmässä on nimetty muutamia jatkoyhteistyön teema-alueita. Metsänuudistamisen alalla on tehty metsänviljelyn ja taimikonhoidon opas. Metsäsuunnittelussa on tarkasteltu Suomen ja Venäjän valtakunnan metsien inventoinnin menetelmiä ja keskusteltu yhteistyömahdollisuuksista. Suomalaisten ja venäläisten toimijoiden yhteistyötä on edistetty Venäjällä vasta kehittymässä olevalla bioenergia-alalla. Työryhmän aloitteesta on vertailtu metsätalouden kannattavuuden arviointimenetelmiä ja kannattavuutta Suomessa ja Venäjällä.

Metsäpolitiikka taloudellisen yhteistyön edistäjänä

Suomen ja Venäjän metsäpolitiikan periaatteena on turvata ja lisätä kansalaisten hyvinvointia hyödyntämällä metsiä monipuolisesti kestävän kehityksen periaatteita noudattaen. Maiden metsäsektorien toimintaedellytysten parantamiseksi ja yhteisen näkemyksen muodostamiseksi eri valtionhallinnon tasoilla on toteutettu monia toimia. Edellä käsitelty lähialueyhteistyö oli yksi näkyvimmistä toimintamuodoista, johon osallistui laaja joukko viranomaisia ja toimijoita kansalaisjärjestöistä, tutkimus- ja koulutusorganisaatioista ja yrityksistä.

Pysyviä metsäsektorin yhteistyöelimisiä edustavat suomalais-venäläisen talouskomission alaisuudessa toimivat kes-

tävän metsätalouden ja metsäteollisuuden työryhmät. Työryhmät muodostavat erinomaisen foorumin maiden metsäsektorin viranomaisille ja yrityksille keskustella metsätalouden ja -teollisuuden yhteistyön edistämisestä ja ennen kaikkea ongelmista. Tätä kautta kaupan tai yritystoiminnan ongelmat voidaan nostaa keskusteluun vaikka pääministeritasolle.

Metsäsektorien suurta merkitystä maidemme taloudelle korostavat myös metsäsektorin korkeimman tason keskustelufoorumeina toimineet metsähuippukokoukset, joita ovat johtaneet pääministerit. Vuosina 2002–2012 kokouksia järjestettiin neljä vuoronperään Suomessa ja Venäjällä. Kaikissa niissä on ollut mukana 200–300 suomalaista ja venäläistä hallinnon, yritysjohton ja koulutus- ja tutkimuslaitosten ja kansalaisjärjestöjen edustajaa. Esimerkiksi 2012 Helsingissä pidetyn metsähuippukokouksen tavoitteena oli edistää yhteistyö- ja liiketoimintamahdollisuuksia sekä investointeja biotalouteen metsäsektorille. Pääteemoina olivat metsäpolitiikka, puun käyttö innovatiivisessa ekologisessa rakentamisessa ja biotalouden investoinnit. Vaikka huippukokousten konkreettisia tuloksia on vaikea mitata, ne ovat tarjonneet eri toimijoille tilaisuuden keskustella metsäsektorin ajankohtaisista asioista ja edistää suorien kontaktien syntyä suomalaisten ja venäläisten toimijoiden välillä. Tämä puolestaan edistää yhteisten asioiden hoitamista, oli kyse sitten kaupankäynnistä tai viranomaistoiminnasta - ihmiset hän asioita hoitavat niin yrityksissä kuin ministeriöissäkin.

Metsäntutkimus yhteisen tietopohjan luojana

Venäjän ensimmäisenä metsätieteilijänä voidaan pitää tsaari **Pietari Suurta** (1682–1725). Perehtyessään metsäasioihin ja tehdessään metsiä koskevia päätöksiä hänellä oli järjestelmällinen tieteellinen ote. Hän edisti luonnonvarojen järkevää ja säästävää käyttöä antamalla lukuisia luonteeltaan rajoittavia ja kieltäviä säädöksiä sekä perustamalla suojelualueita. Tärkein metsänsuojelun tavoite oli kuitenkin varmistaa laivanrakennukseen soveltuvan puun riittävyys. Suomen ja Venäjän metsäntutkimuksen ja metsänhoidon opit ovat tulleet Saksasta. Venäjän ensimmäisen metsänhoitaja käsittelevän kirjan kirjoitti saksalainen metsänhoitaja **Ferdinand Fokel** vuonna 1766.

Nyky päivänä pohjoisten havumetsien sukcession ja metsänhoidon perusteet ovat Suomessa ja Venäjällä pitkälti samanlaiset. Metsien hoidon menetelmät ovat poikenneet kuitenkin toisistaan Suomessa ja Luoteis-Venäjällä. Neuvostoliiton ajoilta on periytynyt metsien ekstensiivisen hoidon malli, jossa metsiä on hakattu pääasiassa laajoina avohakkuina ja hakkuualueet uudistettu lähinnä luontaisesti. Taimikoiden hoitoon ja metsien harvennushakkuisiin on panostettu huomattavasti vähemmän kuin Suomessa, jossa yksityinen metsänomistus on edistänyt metsien aktiivista hoitoa ja hyödyntämistä. Venäjällä on kiinnitetty vähemmän huomiota metsätalouden kannattavuuteen kuin Suomessa.



Kuva 2. Suomalais-venäläisen päättäjien metsäfoorumin osallistujia hakkuutyömaalla Hämeenlinnassa maaliskuussa 2011. Kuva: Erkki Oksanen, Luke.

Viimeisten 20 vuoden aikana metsäntutkimuksen yhteistyössä painopisteinä ovat olleet taimituotanto, metsänuudistaminen, hoito- ja harvennushakkuut sekä puunkorjuun menetelmät ja kustannukset. Venäjällä on kasvanut kiinnostus Suomessa harjoitettavaan metsien hoidon malliin ja menetteliin sitä mukaa, kun paikallisen metsäteollisuuden, erityisesti sahateollisuuden, vaikeudet saada raakapuuta ovat lisääntyneet.

Metsäalan koulutusta eri tasoilla

Venäläisiä metsäalan työntekijöitä on käynyt koulutuksessa Suomessa. Erityisesti tavaralajimenetelmän¹ käyttöön liittyvää koulutusta on annettu monissa ammatillisissa oppilaitoksissa, mm. kursseja metsäkoneenkuljettajille. Myös metsähallinnon asiantuntijoita on kurssitettu. Joensuun yliopistossa oli mahdollista perehtyä Venäjän metsätalouteen 1990-luvulla alkaneessa sivuainekokonaisuudessa, ja opetus on jatkunut Itä-Suomen yliopistossa. Vuonna 2007 aloitti suomalais-venäläisen Cross Border Universityn (CBU) metsämaisteriohjelma. Ohjelma on kansainvälinen ja englanninkielinen, ja sitä koordinoi Itä-Suomen yliopisto. Maisteriohjelmaan otetaan vuosittain opiskelemaan noin 20 opiskelijaa neljään yhteistyöyliopistoon. Venäjältä CBU:n metsämaisteriohjelmissa ovat mukana Petroskoin valtionyliopisto, Pietarin metsätekninen yliopisto ja Moskovan valtion metsäyliopisto. Itä-Suomen yliopistossa on tässä ohjelmassa ollut opiskelijoita hyvin monista maista, eniten Venäjältä; sen sijaan suomalaisia opiskelijoita on ollut toistaiseksi vain muutama. Opiskelijat suorittavat osan opinnoista Suomessa ja osan Venäjällä.

Yritykset ja kestävän metsätalouden edistäminen Luoteis-Venäjällä

Voidaan sanoa, että suomalaiset metsäyritykset ovat olleet kestävän metsätalouden edistämisen pioneereja Luoteis-Venäjällä. Yritykset ovat joutuneet huomioimaan metsien kestävyyden osatekijät toiminnassaan Venäjällä, koska niiden metsä tuotteita on kaupattu kansainvälisestikin: aluksi kestävyyttä jouduttiin miettimään puuntuonnissa ja 2000-luvun alusta lähtien tehdyissä tehdasinvestoinneissa ja metsien vuokrauksessa. Esimerkkeinä näistä ovat jo 1990-luvun lopussa venäläisten ympäristöjärjestöjen kanssa tehdyt sopimukset olla ostamatta tai hakkaamatta puuta ns. vanhojen metsien moratorioalueilta Karjalan tasavallasta. Varmistuaakseen Venäjältä hankitun puun laillisuudesta ja hyväksyttävyydestä suomalaiset metsäyritykset rakensivat jo 1990-luvun lopulla Venäjän puun alkuperän seurantajärjestelmiä.

Lisäksi suomalaiset metsäyritykset, kuten Stora Enso, UPM ja Metsä Group, ovat olleet eturintamassa viemässä hoito- ja harvennushakkuiden ideologiaa vuokrametsäalueilleen mm. Karjalan tasavallassa sekä Leningradin ja Novgorodin alueilla. Yritykset ovat myös sertifioineet vuokrametsiään Venäjällä kansainvälisten metsäsertifiointijärjestelmi-

en mukaisesti. Käytettyjä järjestelmiä ovat Forest Stewardship Council eli FSC ja Programme for the Endorsement of Forest Certification eli PEFC. Suomalaiset metsä- ja metsäkonealan yritykset ovat olleet myös kiitettävästi mukana lukuisissa metsäalan tutkimus- ja kehityshankkeissa, monissa myös rahoittajina. Eikä pidä unohtaa venäläisiä vastuullisia metsäteollisuusyrityksiä: ne ovat alueen merkittäviä investoijia, työllistäjiä ja veronmaksajia, joten ne ovat merkittäviä viranomaisten lobbaajia, kun edistetään kestävä metsätaloutta ja metsäsertifiointia ja vastustetaan laittoman puun ja puutuotteiden kauppaa. Tässä työssä yhteinen sävel on löytynyt usein myös tutkijoiden ja venäläisten luonnonsuojelijajärjestöjen kanssa.

Mitä kestävän metsätalouden yhteistyöllä on saavutettu?

Tieto, osaaminen ja ymmärrys maiden metsäsektoreista ovat lisääntyneet valtavasti 20 vuodessa. Tiiviin yhteistyön ansiosta molemmissa maissa on satoja metsäalan ammattilaisia ja viranomaisia, joilla on ”yhteinen kieli”, jotka tuntevat naapurimaan metsäsektorin toimintaa ja voivat hyödyntää ja soveltaa osaamistaan omassa työssään. Hanketoiminnan ansiosta tiedonvaihto on lisääntynyt ja luottamus kasvanut.

Toimivat yhteistyöverkostot ovat tärkeä yhteistyön tulos. Nokian varatoimitusjohtajana toiminut **Harry Mildh** totesi jo vuosia sitten osuvasti, että on liian myöhäistä luoda verkostoa, kun tarvitset sitä. Suomalaiset ja venäläiset metsäviranomaiset ovat pystyneet hyödyntämään hyviä kahdenvälisiä suhteitaan monissa kansainvälisissä metsä- ja ympäristöprosesseissa. Hanketoiminnan ansiosta myös kotimaisten toimijoiden yhteistyö on vahvistunut.

Metsäalan instituutioiden vahvistaminen on edistänyt kestävien kehitysvaikutusten aikaansaamista Venäjällä. Esimerkkinä toimivat alueellisten metsähallintojen uudistamisen tukeminen, metsäalan koulutuksen kehittäminen ja tutkimuksen vahvistaminen.

Kahdenvälisellä lähialueyhteistyörahoituksella on saavutettu merkittäviä hyötyjä melko pienellä panostuksella kytkemällä kahdenvälinen yhteistyö laajempaan kansainväliseen yhteistyöhön. Toiminnalla on ollut merkittävä rooli EU:n ja Venäjän välisten rajayhteistyöohjelmien käynnistymisessä – esimerkkeinä ovat EU:n teknisen avun ohjelma TACIS ja ENPI CBC-*raja-alueyhteistyöohjelmat*, joista molemmista on rahoitettu myös monia metsähankkeita.

Kestävän metsätalouden yhteistyö on edistänyt osaltaan myös kaupallista yhteistyötä. Esimerkkinä mainittakoon puukauppa, metsäteollisuustuotteiden kauppa, metsäalan konsultointi ja koulutusvienti sekä suomalaisten metsäkoneiden ja puutavara-autojen vienti. Yhteistyö on myötävaikuttanut myös metsäteollisuuden investointeihin, jotka ovat olleet pääosin suomalaisten yritysten investointeja Venäjälle. Toivottavasti jatkossa saamme enemmän myös venäläisiä metsäteollisuusinvestointeja Suomeen.

¹ Tavaralajimenetelmässä puu kaadetaan, karsitaan ja katkotaan metsässä eri käyttötarkoituksiin meneviksi puutavaralajeiksi.

Yhteistyön tulevaisuus

Kestävän metsätalouden hanketoiminnan painopiste on siirtymässä jatkossa entistä enemmän kaupalliselle pohjalle. Tälle luo hyvän perustan aiemmassa yhteistyössä hankittu asiantuntemus ja luodut verkostot. Kaupallisen yhteistyön viriämisestä esimerkkeinä toimivat metsätienrakennuksen konsultoinnin ja metsäalan täydennuskoulutuksen toteutuneet vientihankkeet.

Kansainväliset yhteistyöaloitteet vaikuttavat siihen, miten Suomi toteuttaa jatkossa metsäyhteistyötä Venäjän kanssa. EU:n uusi ohjelmakausi 2014–2020, Suomen rakennerahasto-ohjelma 2014–2020 sekä EU:n raja-alueyhteistyö-ohjelmat tarjoavat jatkossa mahdollisuuksia myös isoihin yhteistyöhankkeisiin. Näissä ohjelmissa kestävä metsätalous ei todennäköisesti ole esillä omana teemanaan, vaan se voi sisältyä esimerkiksi uusiutuvien luonnonvarojen, uusiutuvan energian ja ympäristöön liittyviin teemoihin. Jatkossa Suomen ja Venäjän kahdenvälinen yhteistyö voi kestävän metsätalouden edistämiseksi tarkoittaa viranomaisyhteistyötä, yksittäisiä hankkeita ja sovittuihin teemoihin keskittyviä edistämistoimia, joissa on myös kaupallinen intressi mukana.

EU:n kasvavat tavoitteet lisätä uusiutuvan energian käyttöä ja Venäjän maailman suurimpiin kuuluvat metsävarat liisännevät kiinnostusta metsäenergiavarojen ja metsäenergian hankinnan tutkimukseen.

Maailmanlaajuisista ilmastonmuutoksen torjunnan, vähähiilisen talouden ja kestävän kehityksen kysymyksistä on tarpeen palata aika ajoin myös ruohonjuuritasolle. Miten metsiä tulee uudistaa, hoitaa ja suojella, jotta paikallinen metsäteollisuus saisi tarvitsemansa raakapuun ja paikalliset ihmiset mahdollisuuden luonnonantimien keräämiseen ja virkistäytymiseen ja miten turvata arvokaiden elinympäristöjen säilyminen. Mikäli näitä kysymyksiä ei saada ratkaistua esimerkiksi Pohjois-Karjalan Uimaharjussa tai Karjalan tasavallan Segežassa, globaalien metsä- ja ympäristökysymysten pohdinta tuntuu poliitikkojen, virkamiesten ja tutkijoiden kaukaiselta puuhastelulta.

Kirjallisuus

- Aarva, P. 2011. Suomen ja Venäjän välinen lähialueyhteistyö vuosina 2004–2009. Evaluaattioraportti. Ulkoasiainministeriö. Edita Oyj. 108 s. <http://www.formin.fi/public/default.aspx?contentid=325116&contentlan=1&culture=fi-FI>
- Kansallinen metsäohjelma 2015. 2011. Metsäalasta biotalouden vastuullinen edelläkävijä. Maa- ja metsätalousministeriö. Juvenes Print. 52 s. http://www.mmm.fi/attachments/metsat/kmo/5ywlDJ2Uy/Kansallinen_metsaohjelma_2015_Valtioneuvoston_periaatepaatos_16.12.2010.pdf
- Ministry of Agriculture and Forestry 2011 a. Bilateral forestry co-operation with Russia. http://www.mmm.fi/en/index/frontpage/forests/eu_international_cooperation/bilateral/russia.html
- Ministry of Agriculture and Forestry 2011 b. III Phase of the Finnish-Russian development programme on forest management and conservation of biological diversity in North-West Russia. http://www.mmm.fi/en/index/frontpage/forests/eu_international_cooperation/bilateral/russia/NWRDP.html
- Osnovy gosudarstvennoj politiki v oblasti ispolzovanija, ohrany, zaštšity i vosproizvodstva lesov v Rossijskoi Federatsii na period do 2030 goda. 2013. [Metsien käytön, valvonnan, suojelun ja uudistamisen valtiollisen metsäpolitiikan perusteet Venäjän federaatiossa vuoteen 2030 asti]. Pravitelstvo Rossijskoi Fedratsii. Rasporjaženie ot 26.9.2013 g. № 1724-r. Moskva.
- Saramäki, T. 2012. The profitability of forestry in Finland and Russia. Working Papers of the Finnish Forest Research Institute 250. 48 s. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-951-40-2401-6>
- Strahov, V. V., Pisarenko, A. I. & Borisov, V. A. 2001. Globalizatsija lesnogo hozjaistva [Metsätalouden globalisaatio]. VNIITS-lesresurs, Moskva. 400 s.
- Suomen metsät 2007. Kestävän metsätalouden kriteereihin ja indikaattoreihin perustuen. Maa- ja metsätalousministeriö 7/2007. Vammalan Kirjapaino Oy. 99 s.

Metsäalan tulevaisuudennäkymät Suomessa

Riitta Hänninen

Metsäala on käynyt historiansa aikana läpi useita toimintaympäristön aiheuttamia muutoksia, mutta pysynyt yhtenä tärkeimmistä taloudellista hyvinvointia luovista toimialoista Suomessa. Vuonna 2013 noin viidesosa Suomen koko viennin arvosta tuli metsäteollisuudesta. Alueellisesti metsäsektori on tärkeä tulon ja työllisyyden lähde, ja metsäteollisuuden varassa on myös noin 70 prosenttia Suomen uusiutuvan energian tuotannosta. Seuraavina vuosikymmeninä isot globaalit muutossuunnat, megatrendit, haastavat metsäalan ja koko suomalaisen hyvinvointiyhteiskunnan. Maailmalla vaikuttavia suurimpia megatrendejä ovat väestön lisääntyminen, kehittyvien maiden elintason nousu ja niiden painoarvon kasvu maailmantaloudessa, informaatioteknologian kehitys, ilmastonmuutos, energian tarpeen kasvu sekä luonnonvarojen niukkeneminen ja luonnon monimuotoisuuden väheneminen.

Maailmantalouden rakennemuutos on muuttamassa talouden painopistettä perinteisistä teollisuusmaista Aasian ja Etelä-Amerikan kehittyviin talouksiin, jonne myös väestön kasvu keskittyy. Tämä talouden uusjako on tuonut muutospaineita Suomenkin elinkeinorakenteisiin. Informaatioteknologia on syrjäyttämässä paperia, ja yhdessä tämän vaikutuksen kanssa kehitys on johtanut siihen, että paperin tuotantokapasiteetti on supistunut Suomessa. Herääkin kysymys, miltä näyttävät metsäalan tulevaisuudennäkymät nyt. Entä onko metsäala yksi keskeinen, kansalaisille hyvinvointia tuottava elinkeino Suomessa myös tulevaisuudessa?

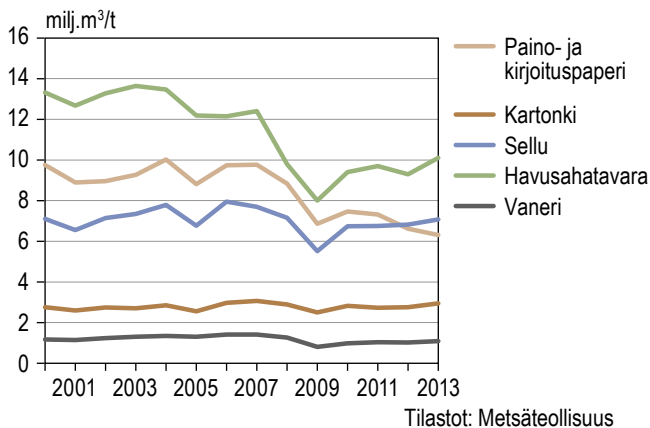
Viime vuosien taloustaantuma voimisti metsäalan rakennemuutosta

Koko metsäsektorin osuus Suomen bruttokansantuotteesta on pienentynyt viime vuosikymmenellä. Vuosina 2000–2011 osuus aleni 6 prosentista 2,5 prosenttiin bruttokan-

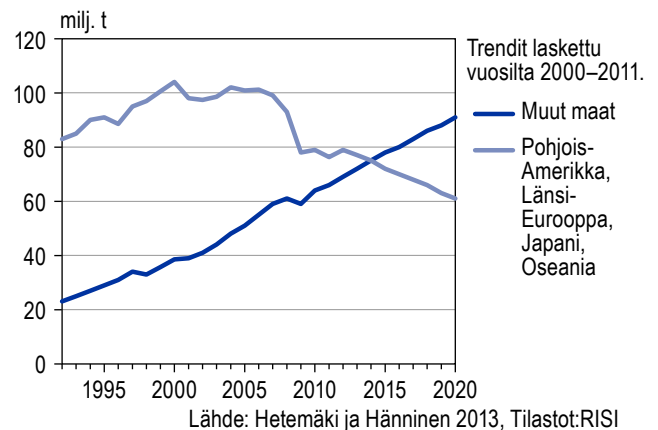
santuotteen arvonlisäyksestä. Syynä tähän on ollut paperin, sahatavaran ja vanerin tuotannon supistuminen huippuvuosista noin kolmanneksella (kuva 1). Samalla metsäteollisuuden viennin arvo ja työllisyys ovat vähentyneet merkittävästi. Metsäteollisuuden investoinnit kotimaahan ovat vuosina 2007–2012 jopa puolittuneet 2000-luvun ensimmäisten vuosien lukemista. Metsätaloudessa muutokset ovat olleet pienempiä ja työllisyys on pysynyt lähes ennallaan. Tämä johtuu siitä, että puuta on tuotu ulkomailta aiempaa vähemmän, jolloin teollisuus on hankkinut puunsa kotimaasta. Myös energiapuun korjuu metsistämme on kasvanut.

Metsäteollisuuden tuotannon laskun taustalla yhtenä tekijänä on viime vuosien taloustaantuma, joka vähensi kysyntää Euroopan päävientimarkkinoilla ja kotimaassa. Taantumasta pahiten kärsineistä toimialoista sahatavaran ja sellun tuotanto on kuitenkin vuoden 2009 jälkeen kääntynyt kasvuun. Pitemmällä aikavälillä paperiteollisuuden tuotteista sellun, kartongin ja pehmopaperin kysyntä kasvaa, mutta painopaperin kysyntää ja tuotantoa perinteisissä tuottajamaissa Länsi-Euroopassa sekä Pohjois-Amerikassa vähentää edelleen se, että sähköinen viestintä ja internet korvaavat painettua viestintää. Paperiteollisuuden perinteiset tuottajat ovat menettäneet kilpailuetua tuotantokustannuksiltaan halvemmille Etelä-Amerikan ja Aasian maille, joihin uusien investointien kasvu on keskittynyt.

Suomen paperin tuotannosta yli puolet on aikakauslehtipapereita. Näiden kysyntä on pienentynyt aikakauslehtien painosmäärien vähentyessä. Metsäteollisuuden kansainvälisen tietopalvelun RISI:n arvion mukaan paperin kysyntä ja tuotanto saattavat laskea Euroopassa 2000-luvun huippuvuosista jopa 45 prosenttia vuoteen 2028 mennessä. Vaikka kulutus kasvaa vielä kehittyvissä maissa, niissäkin on jo merkkejä kasvun heikentymisestä. Suuntaus paperittomiin toimistoihin vähentää myös hienopaperin kulutusta.



Kuva 1. Suomen metsäteollisuuden tuotanto vuosina 2000–2013. Tilastot: Metsäteollisuus.



Kuva 2. Graafisten painopaperien kulutus 1992–2011 ja trendiennusteet vuoteen 2020. Lähde: Hetemäki ja Hänninen 2013, Tilastot:RISI

Suomen painopaperin tuotannon on arvioitu vähenevän vuoteen 2020 mennessä noin 30 prosenttia vuodesta 2007, olettaen että kustannuskilpailukyky ei merkittävästi parane. Silloin tuotantomäärä olisi 1990-luvun alkuvuosien tasolla (Hetemäki ja Hänninen 2009) (kuva 2). Arvio saattaa olla jopa optimistinen, sillä viime vuosien heikko talouskehitys EU:n alueella näyttäisi nopeuttavan muutosta.

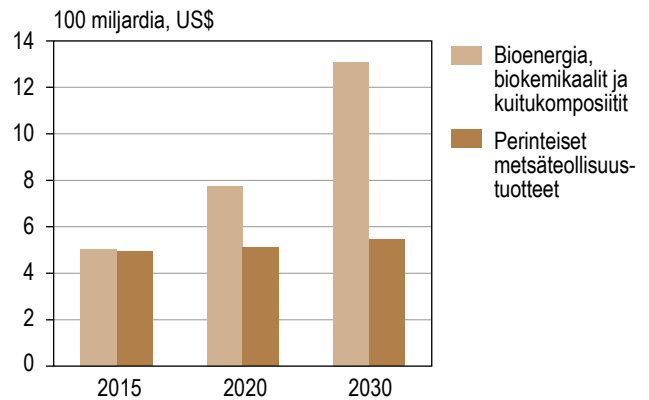
Painopaperin tarve ei tulevaisuudessa kuitenkaan maailmalla kokonaan häviä, vaan paperi tulee edelleen olemaan jonkinlainen osa jokapäiväistä elämää. Paperiteollisuuden muilla tuotteilla, sellulla, kartongilla ja pehmopaperilla, on kuitenkin painopapereita paremmat kysynnän kasvunäkymät. Suomen kannalta etenkin neitseelliseen kuituun perustuva elintarvikepakkauskartonkien markkinakehitys näyttää suhteellisen hyvältä. Sellun kysyntä kasvaa sellukuidun jatkojalosteissa, ja pitkäkuituisen pohjoisen havusellun kilpailuedut lujittavana kuituna esimerkiksi luonnonkuitukomposiiteissa lisäävät sen kysyntää.

Puutuotteiden kulutuksen globaaleissa muutostekijöissä ei ole näkyvissä samantyyppistä kulutusta vähentävää tekijää kuin mitä sähköinen viestintä on merkinnyt painopapereille. Suomen sahatavaran tuotannon lasku 2000-luvun huippuvuosista on seurausta Euroopan taloustaantumasta sekä kilpailun kiristymisestä erityisesti Venäjän, Saksan ja Ruotsin lisätessä tuotantoaan. Euroopan talouden taantumana aikana Suomi on lisännyt sahatavaran vientiä Euroopan ulkopuolisille markkinoille: Pohjois-Afrikkaan, Lähi-itään ja Aasiaan. Kun taloustaantumasta toivutaan, markkinanäkymät näyttävät pitemmällä aikavälillä hyviltä. Euroopan unionin tavoitteet kasvihuonekaasupäästöjen vähentämisessä suosivat puun käyttöä, ja rakentaminen kasvaa kaikkialla maailmassa. Viennin ja tuotannon lisääminen edellyttävät kuitenkin kilpailukyvyn parantamista, esimerkiksi kehittämällä nykyisten perustuotteiden rinnalle jalosteita, uusia tuotteita ja niihin liittyviä palveluja sekä panostamalla markkinointiin.

Tulevaisuuden merkittävä kasvupotentiaali on biotaloudessa

Suomen rinnalla useat muut maat ovat perustaneet tulevaisuuden kasvuodotuksensa biotalouden varaan. Koska maailman luonnonvarat niukentuvat ja ilmastomuutosta on hidastettava, tämä lisää tulevaisuudessa uusiutuviin raaka-aineisiin perustuvien materiaalien, tuotteiden sekä energian kysyntää. On arvioitu, että metsäbiomassaan perustuvien biotuotteiden globaali markkinakysyntä yli kaksinkertaisuiksi arvoltaan vuosina 2015–2030, kun perinteisten metsäteollisuustuotteiden kysyntä kasvaisi noin kymmentä prosenttia (kuva 3).

Suomen kansallisessa biotalousstrategiassa metsien ja metsäalan merkitys on runsaiden metsävarojen vuoksi keskeinen, ja Suomessa biotalous on suurelta osin metsiin perustuvaa. Biotaloudessa tavoitellaan vähähiilisyttä, resurssitehokkuutta ja fossiilisen energian korvaamista uusiutuvalle. Suomen kansallisen biotalousstrategian mukaan biotalous muodostaa Suomessa noin kuusitoista prosenttia kansantalouden tuotoksesta. Vuoteen 2025 mennessä strategi-



Lähde: Forest Products Association of Canada 2011.

Kuva 3. Arvio erilaisten metsäbiomassaan perustuvien tuotteiden globaalien markkinapotentiaalien kehityksestä vuoteen 2030 mennessä.

an tavoitteena on kasvattaa biotalouden tuotos 61 miljardista eurosta 100 miljardiin euroon.

Tulevaisuuden biotaloudessa tehdään todennäköisesti lähes kaikkia perinteisiä tuotteita, mutta uutta kasvua syntyy uusien teknologioiden ja tuoteinnovaatioiden myötä. Tulevaisuudessa sellun monipuolistuva käyttö eriyttäneen sen paperin tuotannosta. Nanosellua voidaan käyttää parantamaan paperin ja kartongin ominaisuuksia, sideaineena autoteollisuuden-, pakkaus- ja rakennusmateriaaliteollisuuden komposiiteissa, suodattimissa, ruokatuotteissa, kosmetiikassa, jne. Kun ympäristötietoisuus lisääntyy ja sähköinen kaupankäynti kasvaa, ne lisäävät puukuituun perustuvien pakkausten kysyntää.

Puutuoteollisuudessa innovaatiot voivat liittyä uudenlaisten insinööripuutuotteiden kehittämiseen. Tuotteiden tuotantokustannukset olisivat entistä pienemmät mutta ja-lostusarvo suurempi. Esimerkkejä näistä ovat jo nykyiset rakentamista nopeuttavat, lujat ja kevyet massiivipuulevyt, sisustamisen designhuonekalut ja kaiuttimet. Rakentamisessa ilmastopoliittika tukee osaltaan uusiutuvien materiaalien kuten puutuotteiden, kysyntää. Sahatavaran tuotannosta noin 40 prosenttia kulutetaan kotimaassa, ja kotimaista puun käyttöä on pyritty lisäämään esimerkiksi edistämällä puukerrostalorakentamista.

Biokomposiitit ovat jo alkaneet korvata painekyllästettyä puuta muun muassa ulkotilojen rakenteissa. Uusia, korkeamman lisäarvon biokomposiittituotteita on esimerkiksi keittiökalusteissa ja liikennevälineissä. Tulevaisuuden biojalostamoissa tuotetaan monenlaisia tuotteita ja polttoaineita jätteestä ja puusta sekä puun komponenteista (selluloosa, hemiselluloosa ja ligniini). Biojalostamotuotteita voivat olla myös erilaiset *biopolymeerit* ja *biokemikaalit* elintarvike-, lääke-, ja kosmetiikkateollisuuden käyttöön.

Biotaloudessa puun ja metsien käyttö monipuolistuvat entisestään. Palveluiden kysyntä kasvaa, ja kasvualoja ovat tuotantoon liittyvät teolliset palvelut, tuotteisiin liittyvät palvelut sekä metsiin liittyvät aineettomat palvelut, kuten metsien virkistyskäyttö ja luontomatkailu. Kehittyvän informaatioteknologian hyödyntäminen auttaa osaltaan räätälöimään

ja kehittämään uusia palveluja ja tuotesysteemejä erilaisille asiakasryhmille.

Biojalostamot ja bioenergia lisäävät puun käyttöä

Suomessa ainespuun vuotuisia hakkuita voidaan lisätä nykyisestä, ja käynnissä oleva metsäteollisuuden rakennemuutos merkitsee myös tuotannon lisäarvon kasvua. Äänekoskelle ollaan rakentamassa ensimmäistä laajamittaista biojalostamoja ja muita investointikohteita on valmisteilla. Jo tiedossa olevat suunnitelmat lisäävät puun käyttöä miljoonilla kuutiometreillä. Kansallisen metsästrategian 2025 tavoitteena on lisätä puun käyttöä nykyisestä 15 miljoonalla kuutiometrillä. Lisäksi tavoitteena on nostaa metsähakkeeseen perustuvaa lämmön ja sähkön tuotantoa vuoteen 2020 mennessä. Puun lisäkysyntä edellyttää toimivia raakapuumarkkinoita sekä puunhankinnan ja metsien käytön tehostamista.

Suomessa metsäenergian tuotanto on sidoksissa metsäteollisuuteen. Energiapuuta ei erikseen kasvateta, vaan siihen perustuvan energian tuotannossa hyödynnetään metsäteollisuuden tuotannossa syntyviä tähteitä ja raakapuun korjuun yhteydessä syntyviä hakkuutähteitä, oksia ja kantoja. Suuria metsähaketta käyttäviä sähkön ja lämmöntuotannon laitoksia (CHP) on otettu Suomessa käyttöön useita, ja UPM käynnisti alkuvuonna 2015 mäntyöljystä liikenteen polttoainetta tuottavan laitoksen. Ongelmana energiamarkkinoilla on investointien kalleus ja suuret vaihtelut eri energiamuotojen keskinäisissä hintasuhteissa, sääntelyssä ja tukipolitiikassa. Investointihalukkuuteen vaikuttaa osaltaan EU-politiikka. Esimerkiksi EU:n päästökaupan hintojen lasku on vähentänyt metsäenergian kilpailukykyä.

Viime kädessä metsäenergian käyttö riippuu sen hinnasta muihin energiamuotoihin nähden. Yhdysvallat on ottanut liuskeöljyn ja liuskekaasun varantojaan käyttöön ja lisännyt kivihiilen vientiä Eurooppaan, mikä on mullistanut energiamarkkinoita. Kivihiilen hinta on alentunut, ja kivihiili on osin syrjäyttänyt uusiutuvaa energiaa, sillä samaan aikaan päästöoikeuksien hinta on ollut alhaalla. Pitemmällä aikavälillä metsäbiomassan suurimittainen käyttö saattaa jäädä energian tuotannossa välivaiheeksi. RISI:n mukaan Eurooppaan saattaa syntyä vajausta biomassasta, jolloin kasvavaan energian kysyntään on kehitettävä muita ratkaisuja. Arvokas puukuitu kannattaa käyttää kohteissa, joissa siitä saadaan parhain lisäarvo.

Metsillä on myös tulevaisuudessa keskeinen merkitys suomalaisessa yhteiskunnassa

Vaikka globaalit muutossuunnat ovat johtaneet nykyiseen murrokseen metsäalalla, monet muutoksista näyttäisivät tulevaisuudessa lisäävän metsiin ja puuhun kohdistuvaa kysyntää. Väestö kasvaa ja kaupungistuu, ja kehittyvien maiden vaurastuva keskiluokka arvostaa aiempaa enemmän laadukkaita tuotteita ja palveluita. Edellytyksenä Suomessa sijaitsevan metsäteollisuuden menestymiselle on kuitenkin kansainvälinen kilpailukyky, johon vaikuttavat tuotantokustan-

nusten rinnalla asiakaslähtöisyys, uudet tuotteet ja palvelut, osaaminen ja uusien teknologioiden käyttöönotto. Metsäalan kilpailukyky on tulevaisuudessa pikemminkin pitkälle jalostetuissa tuotteissa kuin massatuotannossa.

Avainkysymys on, miten saadaan kasvuun metsäteollisuuden ja koko metsäsektorin 2000-luvulla laskussa ollut arvonlisäys. Tulevaisuuden biotaloudessa tarvitaan uudenlaisia pitkälle jalostettuja tuotteita, joita metsäala voi tuottaa. Biotalouden olennainen osa on myös se, että tuotteet sisältävät enemmän lisäarvoa vähemmästä raaka-ainemäärästä. Lisäarvoa tuotteisiin syntyy yhä enemmän niihin liitetävistä palveluista. Pitkällä aikavälillä metsäteollisuus sekä puun ja metsien käyttö monipuolistuvat entisestään. Uutta liiketoimintaa ja työpaikkoja syntyy nykyisten toimialojen rajoille sekä kokonaan uusille puuta ja metsiä hyödyntäville aloille. Puunjalostus on jo nyt yhä enemmän myös energia- ja kemianteollisuutta.

Ihmisten hyvinvointi koostuu taloudellisten ja materiaalistien tekijöiden lisäksi monista muista tekijöistä, kuten terveydestä ja virkistäytymisestä, puhtaasta ja elinvoimaisesta ympäristöstä sekä metsäluonnon monimuotoisuudesta. Näihin perustuvien palveluiden kysyntä kasvaa tulevaisuudessa, jolloin arvonlisää syntyy myös kehittämällä metsien matkailu-, virkistys- ja terveyspalveluita ja edistämällä niihin liittyvää yrittäjyyttä.

Suomen vahvuuksia metsäalalla ovat runsaat ja elinvoimaiset metsävarat, kansainvälisesti poikkeuksellisen laaja yksityismetsänomistus, korkeatasoinen koulutus ja tutkimus, hyvät liikenne- ja tietoliikenneyhteydet sekä vakaa yhteiskunta. Kuluttajien ja yhteiskunnan ympäristötietoisuuden lisääntyessä ja mieltymysten muuttuessa lähemmäs vihreitä tuotteita ja -arvoja metsäalalla on myös tulevaisuudessa keskeinen merkitys yhteiskunnassa.

Kirjallisuus

- Hetemäki, L. ja Hänninen, R. 2009. Arvio Suomen puunjalostuksen tuotannosta ja puunkäytöstä vuosina 2015 ja 2020. Metlan työraportteja 122: 1-63. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-951-40-2165-7>
- Hetemäki, L. ja Hänninen, R. 2013. Suomen metsäalan taloudellisen merkitys nyt ja tulevaisuudessa. Kansantaloudellinen aikakauskirja 2: 191-208. http://www.taloustieteellinenyhdistys.fi/wp-content/uploads/2014/09/hetemäki_hänninen.pdf
- Hetemäki, L., Hänninen, R. & Moiseyev, A. 2013. Markets and Market Forces for Pulp and Paper Products. Kirjassa: Hansen, E., Vlosky, R. & Panwar, R. (toim.). Global Forest Products: Trends, Management, and Sustainability. Taylor and Francis Publishers, USA. s. 99-127.
- Hänninen, R. 2013. Suomen metsäsektori monipuolistuu ja uudistuu. Talous ja yhteiskunta 4: 14-19. <http://www.labour.fi/TjaYpdf/ty42013/ty42013Hanninen.pdf>
- Hänninen, R., Katila, P. ja Västilä S. 2014. Megatrendit muuttavat Suomen metsäalaa. Metsätieteen aikakauskirja 4: 675-678.
- Kansallinen metsästrategia 2025. http://www.mmm.fi/fi/index/etusivu/metsat/Strategiat_ohjelmat/kansallinenmetsastrategia2025.html
- Suomen biotalousstrategia 2014. https://www.tem.fi/files/39784/Suomen_biotalousstrategia.pdf

3.4 Marjat

3.4.1 Marjastuksen mahdollisuudet

Luonnonmarjat ja myrkylliset marjalajit

Kauko Salo

Suomessa kasvaa viitisenkymmentä luonnonvaraista marjakasvilajia, joista 37 on syötäviä ja kuudentoista kasvilajin marjoja voidaan poimia ravinnoksi. Suurin osa syötävistä luonnonmarjoista on metsien kasveja, jotka voivat kasvaa monella metsätuotannolla kuivilla kankailla lehtoihin.

Puolukka (*Vaccinium vitis-idaea*) on Etelä-Suomessa metsien yleisin varpukasvi kuivahkoilla kankailla. Sen korkeus on 5–30 cm. Se marjoo myös kuivilla kankailla, kallioiden painanteissa ja Lapissa kuivilla tunturikankailla (kuva 1). Puolukan lehdet ovat vahamaisen nahkeita, monivuotisia ja ikivihreitä. Puolukka lisääntyy pääasiassa kasvullisesti maavarren silmuista ja kasvaa laikuittaisina kloonina. Uudistushakkuun jälkeen puolukan varvusto yleensä voimistuu valon ja lämmön lisääntyessä. Tällöin se myös kukkii hyvin ja tuottaa runsaan sadon, jos pölytys on onnistunut ja jos muokaus ei ole tuhonnut kasvustoja. Kulutus- ja metsäpaloalueilla puolukka elpyy nopeasti palamattomista maavarsista ja tuottaa runsaita satoja usean vuoden ajan palon jälkeen. Myös harvennushakkuut parantavat puolukan kasvuolosuhteita. Varvuston peittävyys lisääntyy ja sadot paranevat puolivarjoisilla kasvupaikoilla.

Mustikka (*Vaccinium myrtillus*) on puolukan ohella Suomen kangasmetsien valtavaru. Sen korkeus on 10–40 cm. Se kasvaa runsaimmillaan tuoreilla kankailla, mutta se on yleinen myös kuivahkoilla kankailla. Mustikka pudottaa lehrensä talveksi, mutta sen vihreät varret pystyvät yhteyttämään lehdettöminä. Mustikka lisääntyy pääasiassa kasvullisesti maavarren avulla. Yhden maavarren muodostama kloonni voi kasvaa yhtenäisenä jopa 30 vuotta, ja yksittäiset versot elävät noin 15 vuotta vanhoiksi. Mustikan kukat ja lehdet puhkeavat lähes yhtä aikaa toukokuussa ja aikaisen kukinnan takia halla vaurioittaa usein kukkia (kuva 2). Aikaisin keväällä kylmien ja tuulisten sääjaksojen aikana pölytys voi epäonnistua, sillä tällöin pölyttävät hyönteiset eivät lennä. Mustikan versot ja vahapeitteettömät lehdet eivät kestä avohakkuualueilla auringon paahdetta, jolloin maaperä kuivuu, ja mustikkasato jää tällaisilla alueilla yleensä heikoksi.

Satoisia ja vähän poimittuja kangasmetsien marjavarpuja ovat juolukka ja variksenmarjat, jotka ovat käyttökelpoisia ravintokasveja ja suotta aliarvostettuja marjalajeja. Etelänvariksenmarja (*Empetrum nigrum ssp. nigrum*) kasvaa karukokankailla jäkälien kanssa sekä kuivilla kankailla. Pohjanvariksenmarja (*Empetrum hermaphroditum ssp. hermaphroditum*) kasvaa pääasiassa kuivilla ja kuivahkoilla kankail-

la sekä tunturikankailla. Variksenmarjojen lehdet ovat melkein neulamaisia, ja ne talvehtivat lumen alla. Marjat ovat herneen kokoisia ja kiiltävän mustia. Variksenmarjan vahva pääjuuri tunkeutuu syväälle, mutta muu juuristo on pinnallinen. Variksenmarjat ovat tuulipölytteisiä kloonikasveja, joiden siemeniä linnut levittävät. Metsäpalon tai kulotuksen jälkeen variksenmarja uudistuu muita varpuja hitaammin. Variksenmarjojen sato voi olla hyvänä vuonna lähes 200 miljoonaa kiloa. Variksenmarja on maultaan neutraali, sillä marjan sokeri- ja happopitoisuudet ovat alhaisia. Marjoista voi valmistaa mehuja, hilloja ja hyttelöitä sellaisenaan tai yhdistelemällä marjoja muiden, runsashappoisempien marjojen, mm. puolukan tai isokarpalon, kanssa.



Kuva 1. Puolukka (*Vaccinium vitis-idaea*) marjoo kuivissa ja kuivahkoissa kangasmetsissä ja Lapissa myös tunturikankailla. Kuva: Erkki Oksanen, Luke.



Kuva 2. Mustikan (*Vaccinium myrtillus*) kukat ja lehdet puhkeavat lähes yhtä aikaa toukokuussa. Aikaisen kukinnan takia halla vaurioittaa usein kukkia. Kylmien ja tuulisten sääjaksojen aikana keväällä pölytys voi epäonnistua, sillä tällöin pölyttävät hyönteiset eivät lennä. Kuva: Hannu Nousiainen.



Kuva 3. Juolukan (*Vaccinium uliginosum*) kukinto on latvaterttu, jossa on 1–3 kukkaa. Teriö on ruukkumainen, väriltään valkoinen tai punertava. Mustikalla kukat ovat yksittäin lehtihangoissa, ja niiden väri on vihertävänkellertävä. Juolukka varistaa lehtensä talveksi mustikan tapaan. Kuva: Hannu Nousiainen.

Juolukka (*Vaccinium uliginosum*) on soilla kasvava marjavarpu, mutta se kasvaa Lapissa ja Koillismaalla myös kuivahkoissa ja kuivissa kangasmetsissä (kuva 3). Juolukan marjan malto on monen mielestä vetinen, mutta marjan C-vitamiinipitoisuus on samansuuruinen kuin mustikan marjalla. Juolukan marjoja on käytetty ravinnoksi aivan liian vähän. Marjat sopivat hyvin mustikan kanssa sekamehuihin. Kokeilemisen arvoista sekamehua saa sekoittamalla tuoretta mustikkaa, variksenmarjoja sekä juolukkaa ja joukkoon lisätään puutarhasta poimittuja mustaherukan marjoja.

Lehtomaiset kankaat ja lehdot ovat useimmille marjavaruille liian reheviä kasvupaikkoja, joissa menestyvät ruohovartiset kasvilajit. Lehtojen, lehtomaisten ja tuoreitten kangasmetsien marjakasveja ovat lillukka (*Rubus saxatilis*) (kuva 4), mesimarja (*Rubus arcticus*), ja vadelma (*Rubus idaeus*). Vadelma kasvaa monenlaisilla rehevillä kasvupaikoilla, mutta myös metsänlaiteilla, kivikoissa, hakkuuaukeilla ja tienvarsilla. Vadelma hyötyy uudistushakkuista (kuva 5), se suosii typpi-pitoista kasvupaikkaa ja hyödyntää tehokkaasti aukeiden maidon valaistuksen. Vadelma kasvaa myös kulotusalueilla, ja se voi olla yleinen kuloalueilla jo toisena kulotuksen jälkeisenä vuonna. Luonnonvadelmaa poimitaan paikallisesti, mutta pääosa kaupallisesta ja kotitalouskäytöstä muodostuu puutarhavadelmista.

Ahomansikka eli metsämansikka (*Fragaria vesca*) kypsyy syötävistä marjalajeista ensimmäisenä, yleensä juhanuksen jälkeen. Se kasvaa Etelä- ja Keski-Suomessa Oulun korkeudelle asti ahoilla, niityillä, teiden pientareilla, mäen-

rinteillä ja hakkuuaukeilla. Ahomansikan kasvupaikat ovat vähentyneet, koska valoisat metsälaidun- ja kaskenpolttoalueet sekä niityt ovat vähentyneet nopeasti viimeisen 50–60 vuoden aikana. Ahomansikan aromi on ainutlaatuinen. Marjat voi syödä sellaisenaan tai maidon tai maustamattoman jogurtin kanssa. Ahomansikan ohella mesimarjan kasvupaikat ovat vähentyneet nopeasti viime vuosikymmeninä, sillä kosteat niityt on raivattu pelloiksi, laiduntaminen on loppunut ja avo-ojien tilalla ovat viljelypeltojen salaojat.

Metsissä kasvavista puista syötäviä marjoja tuottavat kataja (*Juniperus communis*), tuomi (*Prunus padus*) ja pihlaja (*Sorbus aucuparia*). Kataja on kaksikotinen havupuulaji, joka kasvaa 0,5–10 metriä korkeaksi pensaaksi tai puuksi. Sen hede- ja emikukat ovat eri kasveissa. Käpyjä eli "katajanmarjoja" kehittyy vain emipensaisiin ja ne kypsyvät kolmantena kesänä, jolloin ne ovat sinisiä. Katajanmarjoja käytetään liharuokien, oluen, geneverin ja ginin maustamiseen. Tuomi (*Prunus padus*) on 3–12 metriä korkea monirunkoinen pensas tai puu. Alkukesällä tuomen tunnistaa voimakkaan tuoksuisista valkoisista kukista. Kukintona on nuokkuva monikukkainen terttu ja hedelmä on kiiltävän musta luumarja. Marjat ovat meheviä ja kitkerän makuisia ja ne sisältävät omena-, sitruuna- ja parkkihappoja. Marjoja voidaan käyttää liköörien ja mehujen valmistamiseen. Pihlajasta (*Sorbus aucuparia*) on erillinen artikkeli tämän kirjan sivulta 184 alkaen.

Syötävien marjakasvien lisäksi Suomessa esiintyy ainakin 16 sellaista metsissä kasvavaa myrkyllistä luonnonmarjalajia, jotka syötynä aiheuttavat ihmiselle myrkytystilan tai



Kuva 4. Sudenmarjan (*Paris quadrifolia*) marja on sinimusta, vahapeitteinen ja myrkyllinen. Marja muistuttaa mustikan marjaa, ja siksi lapset voivat poimia niitä suuhunsa. Kuvassa punaiset lillukan (*Rubus saxatilis*) marjat on syötäviä. Marja sisältää ison siemenen, jonka voi siivilöidä pois, jos valmistaa hilloa tai hyytelöä. Lillukan lehdistä voi valmistaa maukasta yrttijuomaa. Kuva: Kauko Salo.

kosketeltaessa ärsyttävät ihoa, eli niillä jokaisella on myrkyvaikutus ihmiseen. Useimmat myrkylliset marjalajit kasvavat lehdossa ja lehtomaisilla kankailla.

Maamme myrkyllisimpiin marjakasveihin luettava näsiä (*Daphne mezereum*) on lehtojen ja lehtomaisten kankaitten 60–120 senttimetriä korkea pensas. Näsiä kukkii aikaisin keväällä, ja sen vaaleanpunaisten kukkien tuoksu on huumaava (kuva 6). Lapset voivat poimia houkuttelevan punaisia marjoja suuhunsa, ja jo muutaman marjan syöminen voi johtaa vakavaan myrkytykseen (kuva 7).

Kielo (*Convallaria majalis*) ja oravanmarja (*Maianthemum bifolium*) ovat laaja-alaisia kasvupaikkansa suhteen, ja ne voivat kasvaa myös kuivissa ja kuivahkoissa kangasmetsissä. Terttuseljaa (*Sambucus racemosa*) tavataan viljelykarkulaisena metsissä. Mustakoisokin (*Solanum nigrum*) voi kasvaa rehevissä rantametsissä, mutta useimmin viljelymaitten reunamilla ja joutomailla. Harvinaisia lajeja ovat euroopanmarjakuusi (*Taxus baccata*) ja sinikuusama (*Lonicera caerulea*).

Myrkyllisiä marjoja on edellä mainittujen lisäksi kalliokielolla (*Polygonatum odoratum*), lehtokielolla (*Polygonatum multiflorum*), punakoisolla (*Solanum dulcamara*), lehtokuusamalla (*Lonicera xylosteum*), puna- ja mustakonanmarjalla (*Actaea erythrocarpa*, *A. spicata*), koiranheidellä (*Viburnum opulus*), korpipaatsamalla (*Rhamnus frangula*). Sudenmarjalla (*Paris quadrifolia*) on mustikkaa muistuttavat sinimustat marjat (kuva 4).

Kielo on 15–25 senttimetriä korkea kasvi. Kukat ovat valkoisia ja miellyttävän tuoksuisia. Kielon marjojen lisäksi myös sen lehdet, varsi ja juurakko ovat myrkyllisiä (kuva 8). Kielosta on löydetty lähes 40 sydämen toimintaan vaikuttavaa ainetta, glykosidia. Kielo on valittu kansanäänestyksellä Suomen kansalliskukaksi vuonna 1967.

Hengenvaaralliset kasvimyrkytykset ovat harvinaisia Suomessa. Myrkytystietokeskuksen mukaan kasvimyrky-



Kuva 5. Vadelma (*Rubus idaeus*) runsastuu uudistushakkuualueilla noin kymmenen vuoden ajan, mutta alkaa sen jälkeen vähentyä. Kuvassa kartanokimalainen (*Bombus hypnorum*) pölyttää vadelman kukkia. Kuva: Hannu Nousiainen.



Kuva 6. Näsiä (*Daphne mezereum*) eli riidenmarja on maamme myrkyllisimpiä kasvilajeja, joka kukkii aikaisin keväällä ennen lehtien puhkeamista lehdossa ja lehtomaisissa kangasmetsissä. Kukissa on huumaava, pihasyreenin (*Syringa vulgaris*) kukkia muistuttava tuoksu. Kukkien haistelu voi aiheuttaa pahoinvointia. Kuva: Erkki Oksanen, Luke.



Kuva 7. Näsiän punaiset marjat ovat pahanmakuisia ja erittäin myrkyllisiä. Kuva: Erkki Oksanen, Luke.



Kuva 8. Suomen kansalliskukaksi valittu kielo (*Convallaria majalis*) on myrkyllinen kasvilaji. Marjojen lisäksi sen lehdet, varsi ja juurakko ovat myrkyllisiä. Kuva: Erkki Oksanen, Luke.

tyksiä sattuu eniten pienille lapsille, jotka voivat laittaa suuhunsa kaikkea, mitä käsiinsä saavat. Sudenmarjan, kielon ja näsiän myrkylliset marjat ovat meheviä ja houkuttelevan värisiä ja siksi lapset luulevat marjoja syötäväksi.

Kirjallisuus

Moisio, S. ja Törrönen, R. 2008. Luonnonmarjat. Edita Prima Oy, Helsinki. 102 s.

Paarlahti, J. 2005. Myrkkukasvit. WSOY. 185 s.

Salo, K. 2005. Keräilytuotteet. Kirjassa: Rantala, S. (toim.). Metsäkoulu. Metsäkustannus Oy. Karisto Oy, Hämeenlinna. s. 205-216.

Salo, K. 1996. Peatland berries - a valuable nourishing resource. Kirjassa: Vasander, H. (toim.). Peatlands in Finland. Gummerus Printing, Jyväskylä. s. 39-44.

Mustikka- ja puolukkasatojen talteenotto

Marjut Turtiainen, Kauko Salo ja Olli Saastamoinen

Luonnonmarjojen poiminta on tärkeä metsänkayttömuoto Suomessa. Vuonna 2011 valmistui tutkimus ”Luonnon virkistyskäytön valtakunnallinen inventointi (LVVI2)”, jonka mukaan marjastusta harrastaa yli puolet (58 %) suomalaisista, ja se on yksi suosituimmista ulkoiluharrastuksista kävelylenkkeilyn ja luonnon vesissä uimisen jälkeen. Marjastus on säilyttänyt suosionsa Suomessa, jos tilannetta vertaa esimerkiksi muihin Pohjoismaihin. Ruotsissa ja Norjassa poimitut marjamäärät ovat pienentyneet 1970-luvulta lähtien, ja Ruotsissa myös poimintaan osallistuminen on laskenut voimakkaasti 1980- ja 1990-luvuilla.

Virkistäytymisen ohella marjastuksesta saadaan taloudellista hyötyä. Marjoja poimitaan kotitarvekäyttöön ja myytäväksi, ja joillekin ihmisille marjojen myynnistä saatavat ansiot ovat merkittävä lisätulonlähde. Runsaana satovuonna 1997 luonnonmarjoja poimittiin 56,5 miljoonaa kiloa ja poiminnan taloudellinen arvo oli noin 100 miljoonaa euroa. Keskimertaisena satovuonna 1998 vastaavat luvut olivat 49,7 miljoonaa kiloa ja 80 miljoonaa euroa. Nämä luvut sisältävät sekä kotitarvepoiminnan että kaupallisen poiminnan, joista jälkimmäisen osuus oli noin yksi neljäsosa molempina vuosina. Marjastuksen merkitys tulonlähteenä ja työllistäjänä on suurin Itä- ja Pohjois-Suomessa harvaan asutuilla seuduilla, joissa työttömyysaste on korkea ja ihmisten taloudellinen asema heikompi maan muihin osiin verrattuna.

Marjastuksen suosiosta ja sen monista hyödyistä huolimatta luonnonmarjavarojamme voisi hyödyntää nykyistä huomattavasti enemmän. Luonnonmarjatalouden kehittämiseksi tarvitaan luotettavaa valtakunnallista ja alueellista tietoa luonnonmarjojen biologisista sadoista sekä niiden vuotuisesta ja alueellisesta vaihtelusta. Jotta satojen poimintamahdollisuuksia (talteenottomahdollisuuksia) voidaan arvioida realistisesti, tarvitaan myös tietoa luonnonmarjojen poimituista määristä (talteenottomääristä) ja niiden vaihteluista eri osissa maata. Talteenottomäärien ja biologisten

kokonaissatojen suhteena saadaan selville valtakunnalliset ja alueelliset talteenottoasteet.

Suomen luonnonmarjavarjoja ei ole systemaattisesti inventoitu, toisin Ruotsissa. Kunta- ja maakuntakohtaisia marjasatoarvioita on tehty eri puolilla maata lyhytkestoisten maastomittauksiin perustuvien (empiiristen) tutkimusten pohjalta. Tärkeimpien metsämarjojemme mustikan ja puolukan (kuvat 1 ja 2) valtakunnalliset ja suuralueittaiset (kuva 3) kokonaissatoarviot keskimertaisena satovuotena perustuvat satomalleihin, jotka yhdistävät empiirisiä marjasatoaineistoja ja metsäsuunnittelun kenttähenkilöstön asiantuntemusta ja jotka on edelleen yhdistetty valtakunnan metsien inventointitietoihin. Näissä laskelmissa on huomioitu kivennäismaiden ja soiden marjojen tuotanto, mutta ei tunturimetsien satoja. Metsäntutkimuslaitoksen (Luonnonvarakeskus 1.1.2015 alkaen) pysyviltä marjakoealoilta kerätyn MASI-aineiston avulla on arvioitu mustikka- ja puolukkasatojen vaihtelua vuosina 1997–2008 (taulukko 1).

Itä-Suomen yliopistossa 1990-luvun lopussa tehdyn luonnonmarjojen talteenoton kyselytutkimuksen tulokset on yhdistetty valtakunnallisiin ja suuraluiden satotietoihin ja näin on saatu luotettavia arvioita mustikan ja puolukan talteenottoasteista koko maassa ja sen suuralueilla (taulukko 1). Tutkimusjakson 1997–2008 satoisin mustikkavuosi oli 1997, jolloin koko maassa poimittiin 5,8 % biologisen kokonaissadon määrästä (taulukko 1). Samana vuonna puolukoita poimittiin talteen 7,6 % puolukan biologisesta kokonaissadosta (taulukko 1).

Vuosi 1997 oli hyvä mustikka- ja puolukkavuosi koko maassa. Sekä mustikan että puolukan talteenottoasteet olivat suurimmat Etelä-Suomen alueella (taulukko 1). Tulos vaikuttaa yllättävältä, mutta väestön painottuminen Etelä-Suomeen lisäsi talteenoton tehokkuutta, vaikka kotitaloutta kohditi kerätyt marjamäärät jäivät Etelä-Suomessa vuonna 1997 heikoiksi. Mustikkaa poimittiin 5,3 kiloa ja puolukkaa 5,9 kiloa kotitaloutta kohden.

Taulukko 1. Mustikan ja puolukan biologiset kokonaissadot keskimertaisena satovuotena, sadon vaihtelu (minimi ja maksimi) vuosina 1997–2008 sekä talteenotto prosentit vuonna 1997.

	Mustikka			Puolukka		
	Kok.sato (milj. kg)	Vaihteluväli (milj. kg)	Talteenotto-prosentti (%)	Kok.sato (milj. kg)	Vaihteluväli (milj. kg)	Talteenotto-prosentti(%)
Etelä-Suomi	28,9	14,4–49,1	11,8	36,9	18,4–55,3	12,4
Länsi-Suomi	26,1	13,0–44,3	6,1	39,7	19,8–59,5	7,8
Itä-Suomi	28,8	14,4–49,0	8,3	38,7	19,3–58,0	11,6
Oulu-Kainuu	36,3	18,2–61,7	6,8	56,8	28,4–85,2	10,2
Lappi	63,5	31,8–108,0	1,2	85,2	42,6–127,8	1,9
Koko maa	183,6	91,8–312,1	5,8	257,2	128,6–385,7	7,6



Kuva 1. Runsaana puolukkavuonna 2005 sato oli keskimäärin 35 kg/ha ja heikkoina vuosina 2004, 2008 ja 2010 vain 12–13 kg/ha. Kuva: Erkki Oksanen, Luke.

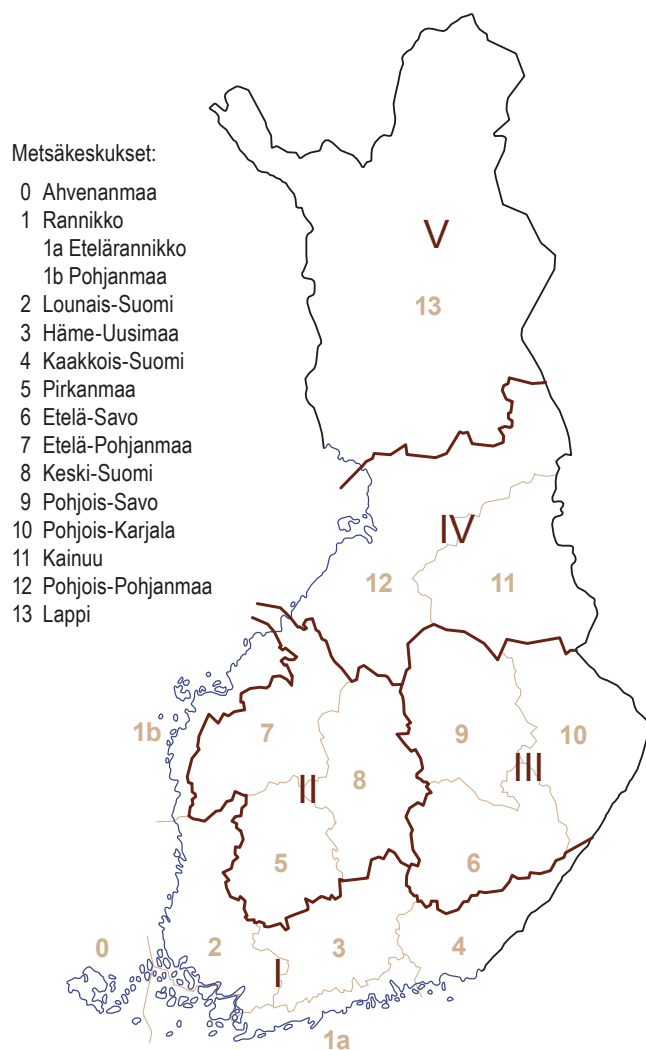


Kuva 2. Runsaimmat mustikkasadot olivat keskimäärin 43 kg/ha vuonna 2012 ja heikoimmat sadot 12 kg/ha vuonna 2004. Kuva: Erkki Oksanen, Luke.

Toiseksi suurimmat talteenottomäärät poimittiin Itä-Suomen alueella ja kolmanneksi suurimmat Oulu-Kainuun alueella (taulukko 1). Oulu-Kainuun alueen asukkaat poimivat eniten marjoja kotitaloutta kohden vuonna 1997, mustikkaa 23,7 kiloa/kotitalous ja puolukkaa 46,2 kiloa/kotitalous, mutta silti talteenoton tehokkuus ei noussut 7–10 prosenttiyksikköä suuremmaksi alueen harvan asutuksen vuoksi. Lapissa mustikan ja puolukan talteenottoasteet olivat alle 2 % laajan alueen runsaan sadon ja pienen väkiluvun takia. Jokaisella suuralueella alueen omat asukkaat poimivat marjasadosta talteen 80–99 %.

Tulokset kuvaavat 1990-luvun lopun tilannetta, jolloin ulkomaalaiset metsämarjojen poimijat olivat lähes tuntematon ilmiö Suomessa. 2000-luvun alkupuolelta lähtien luonnonmarjojen talteenotossa – etenkin kaupallisessa poiminnassa – on tapahtunut merkittävä muutos, sillä ulkomaalaisten poimijoiden määrä Suomen metsissä ja soilla on lisääntynyt ja yhä suurempi määrä luonnonmarjojen kaupallisesta poiminnasta kerätään ulkomaalaisvoimin. Vuonna 2011 suomalaiset kotitaloudet poimivat yhteensä 34,9 miljoonaa kiloa luonnonmarjoja: mustikoita 14,3 miljoonaa kiloa, puolukoita 16,1 miljoonaa kiloa ja muita luonnonmarjoja 4,5 miljoonaa kiloa. Erään arvion mukaan vuonna 2011 ulkomaalaiset poimijat keräsivät 9 miljoonaa kiloa luonnonmarjoja, 78 % kauppaan tulleesta marjamäärästä. Talteenottomääräksi vuonna 2011 saatiin 43,9 miljoonaa kiloa, ja sen taloudellinen arvo järjestyneen kaupan ostotilaston hinnoilla oli lähes 100 miljoonaa euroa.

Talteenottoasteet antavat perustietoa siitä, kuinka paljon poimintaa on mahdollista tehostaa. Marjoja jalostava teollisuus ja muu alan yritystoiminta sekä alueelliset kehittäjäorganisaatiot ovat kiinnostuneet talteenottomääristä. Luonnonmarjoja on mahdollista kerätä huomattavasti nykyistä enemmän, ja se on myös toivottavaa ravinnon, terveyden ja talouden näkökulmista tarkasteltuna.



Kuva 3. Metsäkeskuksiin perustuva suuraluejako: I Etelä-Suomi (metsäkeskukset 1–4), II Länsi-Suomi (5, 7 ja 8), III Itä-Suomi (6, 9, ja 10), IV Oulu-Kainuu (11 ja 12) ja V Lappi (13).

Kirjallisuus

- Saastamoinen, O., Kangas, K. & Aho, H. 2000. The picking of wild berries in Finland in 1997 and 1998. *Scandinavian Journal of Forest Research* 15: 645-650. <http://dx.doi.org/10.1080/02827580050216897>
- Saastamoinen, O., Turtiainen, M. ja Salo, K. 2013. Mustikan ja puolukan sadot ja talteenotto Pohjois-Suomessa - kohti systemaattista marjatalouden tarkastelua. Julkaisussa: Peltola, R. & Soppela, K. (toim.). Luonnontuotealan valtakunnallinen tutkimusseminaari 4.10.2011. MTT Raportti 87. s. 18-20. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-487-438-0>
- Sievänen, T. ja Neuvonen, M. (toim.). 2011. Luonnon virkistyskäyttö 2010. Metlan työraportteja 212. 190 s. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-951-40-2332-3>
- Turtiainen, M., Salo, K. ja Saastamoinen, O. 2005. Satomalleilla lasketut Suomen kangasmetsien alueelliset ja valtakunnalliset mustikka- ja puolukkasadot. Joensuun yliopisto, metsätieteellinen tiedekunta. Tiedonantoja 167. 44 s. http://epublications.uef.fi/pub/urn_isbn_952-458-764-5/urn_isbn_952-458-764-5.pdf
- Turtiainen, M., Salo, K. ja Saastamoinen, O. 2007. Mustikan ja puolukan marjasatojen valtakunnalliset ja alueelliset kokonaisestimaatit Suomen suometsissä. *Suo* 58(3-4): 87-98.
- Turtiainen, M., Salo, K. & Saastamoinen, O. 2011. Variations of yield and utilisation of bilberries (*Vaccinium myrtillus* L.) and cowberries (*V. vitis-idaea* L.) in Finland. *Silva Fennica* 45(2): 237-251. <http://dx.doi.org/10.14214/sf.115>
- Vaara, M., Saastamoinen, O. & Turtiainen, M. 2013. Changes in wild berry picking in Finland between 1997 and 2011. *Scandinavian Journal of Forest Research* 28(6): 586-595. <http://dx.doi.org/10.1080/02827581.2013.786123>

Valtakunnalliset marja- ja sienisatoennusteet

Kauko Salo

Suomalaiset marjastajat ja sienestäjät, noin kaksi miljoonaa ihmistä, tietävät odottaa alkukesästä lähtien valtakunnallisia marja- ja sienisatotiedotteita, jotka ovat nousseet marja- ja sienisatotutkimushankkeen suosituimmaksi tuotteeksi. Metsätutkimuslaitos (Metla) on laatinut näitä tiedotteita vuodesta 1994 lähtien ja Luonnonvarakeskus (Luke) vuodesta 2015 lähtien. Marja- ja sienisatotutkimuksessa ovat mukana tärkeimmät luonnonvaraiset talousmarjat, puolukka, mustikka ja suomuurain, sekä yleisimmät ruokasienilajit, joita on 40.

Kasvukauden aikana julkaistaan 3-5 kirjallista valtakunnallista marja- ja sienisatotiedotetta, joissa on valokuvia ja diagrammeja (pylväskaavioita) marjoista sekä ruoka- ja myrkkysienistä niiden oikeilla kasvupaikoilla. Tiedotteiden avulla poimijoita informoidaan marjalajien kukinnan ja kypsymisen aikatauluista sekä satotasosta: onko vuotuinen sato muodostumassa erittäin runsaaksi, runsaaksi, keskinkertaiseksi, melko heikoksi vai heikoksi. Poimijoille on tärkeää tiedottaa, millä aikataululla marjat kypsyvät eri puolilla Suomea, minkälaisille kasvupaikoille sato muodostuu ja mitkä tekijät ovat vaikuttaneet marjasadon kehittymiseen.

Satoennusteet perustuvat tutkimusmetsissä ja -soilla tehtäviin koelainventointeihin. Koeverkostoon on kuulunut viime vuosina koko valtakunnan alueella 150 tutkimusmetsää ja -suota. Jokaiselle metsäkuviolle on sijoitettu potentiaaliseen marjakasvustoon viisi kappaletta neliömetrin kokoista koeruutua. Pysyviä koeruutuja on inventoitu viime vuosina noin 750, ja jokaisen ruudun nurkissa on muovitaipit, jotta samat koeruudut löytyvät seuraavinakin vuosina. Avohakkuun aikana koeruutuja on tuhoutunut ja korvaavia ruutuja on sijoitettu lähimetsiin. Kauppasienilajeja ja niiden yleisyyttä on selvitetty niiltä metsäkuviolta, joilla mustikan tai puolukan koeruudut ovat sijainneet.



Kuva 1. Savonseudän rantametsästä poimittiin vuonna 2008 yhdeltä neliömetrin kokoiselta koeruudulta mustikoita 593 kappaletta, jotka painoivat 189,8 g. Mustikkasato oli tällä metsäkuviolla ennätysellinen 150 kiloa/ha. Kuva: Kauko Salo.

Koeruuduilta lasketaan kasvukauden aikana mustikan, puolukan ja suomuuraimen kukkien ja raakileiden lukumäärät. Kun marjat ovat kypsiä, ne poimitaan ja lasketaan tarkasti (kuva 1). Marja- ja sieniaineistosta (MASI-aineisto) on laskettu valtakunnalliset mustikka- ja puolukkasadot (kg/ha) vuosina 1997-2013 (kuva 2). Runsassatoina mustikkavuonna 2013 keskimääräinen sato oli 43 kg/ha, ja vastaavasti runsassatoin puolukkavuosi oli 2005, jolloin keskimääräiseksi sadoksi saatiin puolukkakasvustoissa 35 kg/ha (kuva 2). Vuosina 2011-2013 mustikkasadot olivat runsaita tai erittäin runsaita (kuva 2). Keskimääräinen sato mustikalla on 20 kg/



Kuva 2. Valtakunnalliset mustikka- ja puolukkasadot (kiloa/ha) vuosina 1997-2013.

ha, jonka alle satotaso laski vuonna 2014. Myös puolukka-sadot ovat olleet runsaita vuosina 2012–2013, mutta vuonna 2011 satotaso jäi alle 20 kg/ha ja vuonna 2010 sato oli keskimäärin vain 11,5 kg/ha (kuva 2).

Marja- ja sienisatotutkimus on tutkijan kannalta mais-tuvaista, sillä tutkittavan marja- ja sieniaineiston voi syö-dä - männyn tai kuusen puuaineen ja puutavaran ominai-suuksia tutkivan tilanne on toinen. Kukkien, raakileitten ja kypsien marjojen lukumääriä ovat viime vuosina laskeneet Metlan, Helsingin, Turun, Itä-Suomen ja Oulun yliopistojen ja riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen porontutkimusase-man kenttähenkilöstö, eräiden metsäoppilaitosten opetta-jat ja opiskelijat sekä 4H-järjestön toimihenkilöt ja 4H-nuo-ret, yhteensä noin sata henkeä.

Ensimmäiset satoennusteet tehdään mustikan ja suo-muuraimen kukkien lukumäärän perusteella kesäkuun al-kupuolella. Tällöin tehdään ennusteita tulevan sadon mää-rästä, jos hallat eivät ole vikuuttaneet kukkia. Pölytyksen on-nistumisen tai epäonnistumisen jälkeen raakilevaiheen las-kenta antaa tarkennetun kuvan kehittyvästä sadosta. Pölyttä-vien hyönteisten tulisi lentää juuri niinä aikoina, kun mustik-ka, suomuurain tai puolukka ovat kukassa. Kylmät ja tuuliset säät kukinta-aikana vähentävät pölytyksen onnistumista.

Savonlinnan Savonrannalla tutkittiin vuonna 2008 kontu-kimalaisten (*Bombus terrestris*) merkitystä mustikan pölyt-täjinä. Kontukimalaiset lentelivät ahkerasti pöntöstään koko kevään ja kesän lähialueen mustikkakasvustoihin ja palasivat pesälleen vasut täynnä mustikan keltaista siitepölyä (kuva 3). Kontukimalaisten merkitys hyvälle marjasadolle oli suuri, sillä pölytystoiminnan ansiosta viiden koeruudun keskimää-räinen sato oli kaksitoista kertaa suurempi kuin valtakun-nalliseen marjasatotutkimukseen kuuluneilta koeruuduilta saatu sato. Valtakunnallinen mustikkasato oli vuonna 2008 heikko, keskimäärin 14 kg/ha, mutta kontukimalaispönttö-jen läheisyydessä sato oli 174 kg/ha.

Heinäkuussa mustikka kärsii usein kuivuudesta, jolloin juuristo tarvitsee vettä kypsymisvaiheessa. Kesän voimak-



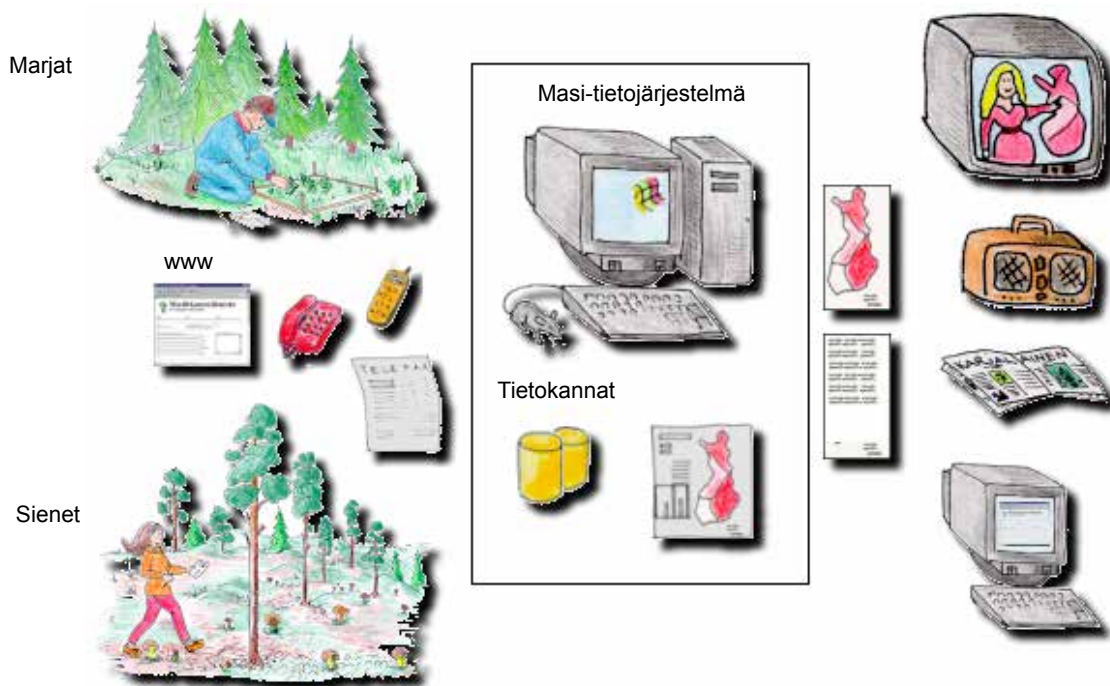
Kuva 3. Kontukimalaistyöläinen (*Bombus terrestris*) palaa pe-sälleen vasut täynnä mustikan keltaista siitepölyä. Kuva: Kauko Salo.

kaat sade- ja raekuurot sekä kovat tuulet voivat piiskata eri-tyisesti avosoilla suomuuraimen kukkia, jotka putoavat maa-han. Tällöin pölyttäjähyönteiset eivät löydä niitä ja pölytys epäonnistuu.

Lumipeite on tärkeä suoja kaikille metsän kasveille. Mus-tikka tarvitsee lunta talvehtiakseen hyvin, sillä se on pakka-selle herkkä kasvi. Hangen alla on tasainen kosteus, eivät-kä tuuli ja pakkanen pääse kuivattamaan varpuja. Vähälumi-nen talvi vuonna 2014 aiheutti ongelmia mustikan varvus-tolle. Mustikkakasvustot ruskistuivat, ja vaurioituneita mus-tikkakasvustoja tavattiin eri puolilla Etelä- ja Keski-Suomea (kuva 4). Yleisesti on todettu, että Suomen olosuhteissa il-masto muuttuu enemmän talvella kuin kesällä. Talvikuukau-sina lämpötilat kohoavat, jolloin sateet tulevat vetenä ja suo-



Kuva 4. Savonselän rantametsän koeruutu keväällä 2014. Koeruudussa näkyy ruskeiksi paleltuneita mustikan versoja. Kuva: Kauko Salo.



Kuva 5. Marja- ja sienisatotiedot siirtyvät maastolomakkeilta internetin välityksellä MASI-tietokantaan Luonnonvarakeskuksen (1.1.2015 asti Metsäntutkimuslaitos) Joensuun toimipaikkaan, jossa kirjoitetaan marja- ja sienisatotiedotteet, laaditaan diagrammit ja kuvat ja josta ne lähetetään edelleen tiedotusvälineille. Kuva: Seija Sulonen.

jasäät yleistyvät. Kun lämpötilat nousevat aikaisin keväällä, lumipeite ohenee ja mm. mustikka jää ilman suojaa.

Metsäkuvioilta on koeruujuen perustamisvaiheessa määritetty kasvupaikan yleistiedot: sijaintikunta ja kylä, päivämäärä, inventoija(t) ja paikan koordinaatit, pääpuulaji ja muut puulajit, kasvupaikkatyyppi ja metsikön kehitysluokka, metsikön ikäarvio ja pohjapinta-ala sekä marjalajin peittävyysprosentti koeruujuella. Maastossa on laskettu kukkien, raakileiden tai kypsien marjojen lukumäärät erikseen jokaiselta viideltä koeruujuelta ja tiedot on lähetetty internetin välityksellä MASI-tietokantaan (kuva 5). Joensuun toimipaikassa aineisto käsitellään ja kirjoitetaan valtakunnalliset satotiedotteet, jotka lähetetään tiedotusvälineille, ja ne ovat luettavissa myös Luonnonvarakeskuksen internetsivuilla.

Marja- ja sienisatotiedotteiden merkitys

Mustikka-, puolukka ja suomuurainsatojen alueellisilla ja kokonaismäärillä, keskimääräisillä tai heikoilla sadoilla (kg/ha) on merkitystä, kun suunnitellaan keräysmatkoja lähimetsiin tai kaupallista poimintaa eri puolille valtakuntaa ja myös määritettäessä ulkomaisten poimijoiden poimintapaikkoja. Marja- ja sienisatoennusteitten merkitys korostuu silloin, kun marja- ja sienisato on runsas, jolloin kotitalouksiin poimitaan luonnonmarjoja ja sieniä paljon. Tällöin saadaan myös verotomia poimintatuloja tai marjoja ja sieniä annetaan myös tuttaville ja sukulaisille.

Tiedotteiden avulla pyritään lisäämään marjojen ja kauppiasienten poimimista sekä rohkaistaan suomalaisia käyttämään puhtaita ja ravintorikkaita marjoja ja sieniä. Tiedotteilla halutaan myös lisätä niiden käyttöä kotitalouksissa, suur-

keittiöissä ja kouluissa sekä innostaa liikkumaan metsissä ja soilla. Tiedotteiden toivotaan lisäävän koti- ja ulkomaista marjakauppaa ja siten tukevan jalostustoimintaa harjoittavia yrityksiä ja maatilamatkailualaa.

Kirjallisuus

- Lindroos, M. ja Salo, K. 2008. Marjatkin ovat osa metsätaloutta. *Metsäntutkimus* 2: 16-19.
- Salo, K. 2001. Satoennusteita seuraamalla poimija tietää, milloin marjat ovat kypsiä poimittaviksi. Julkaisussa: Kangas, J. ja Kokko, A. (toim.). *Metsän eri käyttömuotojen arvottaminen ja yhteensovittaminen*. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 800. s. 22-23. <http://urn.fi/URN:ISBN:951-40-1770-6>
- Salo, K. 2009. Pölyttäjien merkitys hyvälle marjasadolle on suuri. *Metsäntutkimuslaitoksen marja- ja sienisatotiedote* 8.4.2009. 1s. ja 4 valokuvaa. <http://www.metla.fi/tiedotteet/2009/2009-04-08-marjat-ja-kimalaiset.htm>
- Salo, K. 1999. Principles and design of a prognosis system for an annual forecast of non-wood forest products. Julkaisussa: Niskanen, A. & Demidova, N. (toim.). *Research Approaches to Support Non-Wood Forest Products Sector Development: Case of Arkhangelsk Region, Russia*. *EFI Proceedings* 29: 35-44. ISBN: 952-9844-65-4
- Salo, K. 2010. Suut makiaksi. *Vieraskynä*-artikkeli. *Aarre* 6: 21.

Marjojen ravintoaineet, polyfenolit ja terveysvaikutukset

Riitta Törrönen

Pohjoisten alueiden asukkaille marjat ovat aina olleet tärkeitä vitamiinien ja kivennäisaineiden lähteitä. Nykypäivänäkin asiantuntijoiden laatimat ravitsemussuositukset kannustavat lisäämään niiden käyttöä. Marjoilla onkin monia hyviä ravitsemuksellisia ominaisuuksia. Ravintoaineiden lisäksi marjat sisältävät runsaasti polyfenoleja, joilla todennäköisesti on monipuolisia vaikutuksia terveyteemme. Silti syömme tuontihedelmiä paljon enemmän kuin omia marjojamme, vaikka marjat ovat ravinto- ja polyfenolisällöltään niitä parempia. Ravitsemuksellisten hyötyjen ohella marjat antavat väriä ja makua ruokavalioon, ja metsämarjat ovat kotimaista lähiruokaa.

Tärkeimmät syötävät metsämarjamme ovat puolukka, mustikka, vadelma, variksenmarja, mesimarja ja pihlajanmarja sekä soilla kasvavat isokarpalo ja lakka (hilla, suomurain).

Ravintoaineet

Ravintoaineella tarkoitetaan elintarvikkeessa olevaa ainetta, josta saadaan energiaa tai jota tarvitaan kasvuun, elämän ylläpitämiseen ja kehitykseen. Ihmiselle välttämättömiä ravintoaineita on lähes 50, ja ne jaetaan energiaravintoaineisiin (hiilihydraatit, rasvat ja proteiinit) ja suojaravintoaineisiin (vitamiinit ja kivennäisaineet). Ravintoainekoostumus kertoo ravintoaineiden määrän sadassa grammassa elintarviketta. Suomessa käytettävien elintarvikkeiden ravintoainekoostumustiedot ovat Terveyden ja hyvinvoinnin laitoksen ylläpitämässä Fineli-tietopankissa (www.fineli.fi). Se sisältää tiedot myös suomalaisten marjojen ravintoaineista,

mutta siitä puuttuvat tiedot mm. aroniasta, juulukasta, mesimarjasta ja variksenmarjasta.

Marjat koostuvat pääasiallisesti vedestä, jonka osuus niiden painosta on 80–90 %. Kuiva-aineesta suurin osa on hiilihydraatteja (sokereita ja kuitua) sekä orgaanisia happoja. Proteiineja ja rasvoja on vähän: proteiineja keskimäärin 0,7 g/100 g ja rasvoja keskimäärin 0,5 g/100 g. Lisäksi niissä on ravitsemuksellisesti tärkeitä kivennäisaineita ja vitamiineja. Koska marjat sisältävät runsaasti vettä ja vain vähän rasvaa, niistä saa vain niukasti energiaa. Metsämarjojen keskimääräinen energiasisältö on noin 40 kcal 100 grammassa (taulukko 1). Pääosa energiasta saadaan sokereista. Tärkeimmät sokerit ovat glukoosi ja fruktoosi, sakkaroosia on yleensä vähän. Poikkeuksena on mesimarja, jossa sakkaroosia on enemmän kuin glukoosia ja fruktoosia (taulukko 2). Marjoissa on sokereita suunnilleen saman verran kuin monissa vihanneksissa ja juureksissa, mutta vähemmän kuin tuontihedelmässä (taulukko 1).

Marjojen tasapainoinen maku ja aromi riippuvat sokerin ja hapon suhteesta, ja ilman sokeria ne olisivat happamia ja karvaita. Sokereiden määrä lisääntyy kypsymisen aikana ja samalla happojen määrä vähenee. Marjojen pH on selvästi hapan, noin 3. Pääasialliset orgaaniset hapot ovat sitruunahappo ja omenahappo (taulukko 3). Niiden pitoisuudet ovat suurimmat karpalossa ja puolukassa. Puolukassa, lakassa, karpalossa ja variksenmarjassa on lisäksi bentsoehappoa, joka toimii niissä luonnollisena säilöntäaineena. Se estää hiivojen, homeiden ja bakteerien kasvua.

Ravintokuiduksi kutsutaan imeytymättömiä hiilihydraatteja. Vaikka kuitu ei imeydy, sillä on monia tärkeitä tehtä-

Taulukko 1. Marjojen ja eräiden tuontihedelmien ravintoainepitoisuuksia (100 grammassa).

	Energia kcal	Hiilihydraatit (sokerit) g	Rasva g	Kuitu g	Kalium mg	Magnesium mg	Rauta mg	Sinkki mg	C-vitamiini mg	E-vitamiini mg
Karpalo	33	3,5	0,7	3,3	25	8	0,7	0,2	20	0,9
Lakka	54	7,8	0,5	6,3	170	29	0,7	0,6	100	3
Mustikka	44	6,4	0,6	3,3	110	9	0,6	0,2	15	1,9
Pihlajanmarja	45	6,3	0	6,0	330	24	0,9	0,3	98	1,2
Puolukka	39	6,7	0,5	2,6	80	9	0,4	0,2	7,5	1,5
Vadelma	41	4,1	0,8	3,7	220	25	1,1	0,4	38	0,9
Appelsiini	47	8,9	0,3	2,1	150	13	0,2	0,1	51	0,5
Banaani	87	18,3	0,4	1,8	360	33	0,4	0,2	10	0,2
Omena	45	9,4	0,1	1,8	120	4	< 0,1	< 0,1	4	0,2
Viinirypäle	74	15,5	0,4	1,1	230	9	0,2	0,1	5	0,6
Suosittelava saanti/vrk (aikuiset)				25-35	3 100-3 500	280-350	9-15	7-9	75	8-10

Lähteet: Fineli Elintarvikkeiden koostumustietopankki, versio 16, Terveyden ja hyvinvoinnin laitos 2013, www.fineli.fi; saantisuositukset: Suomalaiset ravitsemussuositukset 2014, Valtion ravitsemusneuvottelukunta.

Taulukko 2. Marjojen sokeripitoisuuksia¹.

	Glukoosi	Fruktoosi	Sakkaroosi
Karpalo	2,8	2,1	0,02
Lakka	2,5	2,7	0
Mustikka	3,1	4,1	0,06
Puolukka	4,2	4,2	0,1
Metsävadelma	4,7	5,7	0,05
Variksenmarja, eteläinen	2,5	1,8	0,04
Mesimarja	0,9	1,0	3,0

Lähteet: Viljakainen ym. 2002, Häkkinen ym. 1995 (mesimarja)
¹g/100 ml marjan mehua tai g/100 g tuorepainoa (mesimarja)

viä ruoansulatuskanavassa. Kuitua on kahta eri tyyppiä: Liukenematon, selluloosan tyyppinen kuitu ylläpitää suoliston toimintaa ja estää ummetusta lisäämällä ja pehmentämällä ulosteen massaa ja nopeuttamalla sen kulkua suolistossa. Liukoinen, geeliytyvä kuitu hidastaa mahalaukun tyhjenemistä lisäämällä ruokamassan viskositeettia. Siten se hidastaa sokerin imeytymistä ja tasoittaa verensokerin vaihteluita. Se myös lisää kolesterolin poistumista ulosteeseen ja alentaa näin veren kolesterolipitoisuutta. Marjojen kuitu on pääasiassa liukenematonta muotoa. Liukoista kuitua, *pektiiniä*, on eniten herukoissa ja metsämarjoissa sitä on vähemmän. Pektiiinipitoisuus on suurin vähän raaoissa marjoissa. Metsämarjoissa kuitua on noin 3 grammaa 100 grammassa, lakassa ja pihlajanmarjassa kuitenkin noin 6 g/100 g (taulukko 1). Tuontihedelmissä kuitua on vähemmän kuin marjoissa. Sata grammaa metsämarjoja kattaa 10–25 % kuidun päivittäisestä saantisuosituksista (taulukko 4).

Marjat sisältävät monia kivennäisaineita, mm. *kaliunia* ja *magnesiumia* sekä hivenaineista *rautaa* ja *sinkkiä* (taulukko 1). Niistä saadaan vain vähän *natriunia* ja suhteessa paljon enemmän kaliunia, mikä on edullista verenpaineen kannalta. Marjojen kivennäisainepitoisuudet ovat samaa tasoa kuin tuontihedelmien, mutta rautaa marjoissa on kuitenkin hie-man enemmän. Vaikka marjoista saadaan kivennäisaineita monipuolisesti, 100 grammaa marjaa kattaa kuitenkin vain 1–10 % suositeltavasta päiväsaannista.

Marjojen tärkeimpiä *vitamiineja* ovat C- ja E-vitamiini. C-vitamiinia on runsaasti lakassa ja pihlajanmarjassa, kaksinkertaisesti appelsiiniin verrattuna (taulukko 1). Kaikissa metsämarjoissa on E-vitamiinia enemmän kuin hedelmis-sä. Sata grammaa metsämarjoja kattaa 10–133 % C-vitamiinin ja 9–38 % E-vitamiinin suositeltavasta päiväsaannista (taulukko 4). Metsämarjoissa on myös A-vitamiinin esias-teina toimivia *karotenoideja*, eniten niitä on mustikassa, lakassa ja pihlajanmarjassa.

Edellä mainitut vitamiinit ovat monien muiden vaikutus-ensa ohella myös *antioksidanteja*. Antioksidantit ovat yh-disteitä, jotka estävät vapaiden radikaalien aiheuttamaa hap-pettumista. Vapaita radikaaleja syntyy elimistössä mm. hap-pen vaikutuksesta, ja ne reagoivat helposti monitydyttymät-tömien rasvahappojen, DNA:n ja proteiinien kanssa aiheut-taen monenlaisia vaurioita. Vapaiden radikaalien arvellaan

Taulukko 3. Marjojen happopitoisuuksia¹ ja pH-arvoja.

	Omena-happo	Sitruuna-happo	Bentsoe-happo	pH
Karpalo	1,6	1,5	0,02	2,37
Lakka	0,8	0,4	0,05	3,20
Mustikka	0,4	0,8		2,98
Puolukka	0,4	1,8	0,07	2,67
Metsävadelma	0,3	1,5		3,28
Variksenmarja, eteläinen	0,4	0,2	0,006	3,52
Mesimarja	0,4	1,2		3,06

Lähteet: Viljakainen ym. 2002, Häkkinen ym. 1995 (mesimarja)
¹g/100 ml marjan mehua tai g/100 g tuorepainoa (mesimarja)

Taulukko 4. Prosentuaalinen osuus, jonka 100 grammaa marjoja tai eräitä tuontihedelmiä kattaa kuidun ja C- ja E-vitamiinien päivittäisestä saantisuosituksista (= 100 %). Muiden ravintoai-neiden saanti on yleensä alle 10 % suosituksesta.

	Kuitu	C-vitamiini	E-vitamiini
Karpalo	13 %	27 %	9 % miehet, 11 % naiset
Lakka	25 %	133 %	30 % miehet, 38 % naiset
Mustikka	13 %	20 %	19 % miehet, 24 % naiset
Pihlajanmarja	24 %	131 %	12 % miehet, 15 % naiset
Puolukka	10 %	10 %	15 % miehet, 19 % naiset
Vadelma	15 %	51 %	9 % naiset, 11 % naiset
Appelsiini	8 %	68 %	5 % miehet, 6 % naiset
Banaani	7 %	13 %	2 % miehet, 3 % naiset
Omena	7 %	5 %	2 % miehet, 3 % naiset
Viinirypäle	4 %	7 %	6 % miehet, 8 % naiset

vaikuttavan monien kroonisten sairauksien kuten sydän- ja verisuonisairauksien ja syöpien syntyyn sekä ikääntymiseen liittyviin muutoksiin. On paljon tutkimustietoa siitä, että antioksidanttivitamiineja sisältävä kasvisruoka on terveydelle hyödyllistä ja suojaa sairauksilta. Useita laajoja tutkimuksia on tehty myös siitä, voitaisiinko sydäntautien ja syöpien ris-kiä vähentää nauttimalla suuria määriä C-vitamiinia, E-vita-miineja tai karotenoideja ravintolisistä. Tulokset ovat olleet pettymyksiä: ravintolisät eivät ole vähentäneet sairastumis-riskiä, vaan joissain tapauksissa jopa lisänneet sitä. On siis tärkeää turvata riittävä antioksidanttien saanti pillereiden sijaan marjoista ja muusta terveellisestä ruoasta. Marjois-ta saatavia antioksidanteja ovat C- ja E-vitamiinien ja ka-rotenoidien lisäksi myös polyfenolit.

Polyfenolit

Tieteellisen tutkimuksen kohteena marjat ovat viime vuo-sikymmenen aikana olleet erityisesti sisältämiensä *polyfe-nolien* takia. Polyfenolit (*fenoliyhdisteet*, *fenoliset yhdisteet*) ovat kasvien tuottamia aineita, ja niitä on monissa kasvi-kunnan tuotteissa, kuten kasviksissa, hedelmissä, viljois-

sa, kahvissa, teessä, kaakaossa ja punaviinissä. Ne ovat siten olennainen osa ruokavaliotamme. Ruoan tärkeimmät polyfenoliryhmät ovat *flavonoidit*, *fenolihapot*, *tanniinit*, *lignaanit* ja *stilbeenit* (taulukko 5). Nämä voidaan vielä jaotella useaan alaluokkaan.

Vaikka polyfenolit eivät ole terveyden kannalta välttämättömiä ravintoaineita, niillä uskotaan olevan monia edullisia vaikutuksia ihmisen hyvinvointiin ja terveyteen. Ne ovat antioksidantteja, ja saamme niitä ruokavaliostamme paljon enemmän kuin mitään muita antioksidantteja. Aikaisemmin uskottiin, että polyfenolien hyödylliset vaikutukset terveyteen liittyisivät niiden antioksidanttiominaisuuksiin, mutta nykyisin tästä käsityksestä on luovuttu. Polyfenoleilla on hyvin monenlaisia muita biologisia vaikutuksia, joihin terveyshyödyt voivat perustua. Rungas polyfenolien saanti ruoasta näyttää vähentävän mm. sydän- ja verisuonitautien, tyypin 2 diabeteksen, syöpien ja ikääntymiseen liittyvien aivosairauksien riskitekijöitä. Vaikka polyfenolien terveyshyödyt näyttävät lupaavilta, tarvitaan paljon lisätutkimuksia ennen kuin ymmärretään paremmin niiden merkitys sairauksien riskin vähentämisessä. Käytettävissä olevan tutkimustiedon perusteella ei voida antaa suosituksia siitä, mitä yksittäisiä polyfenoleja ruokavaliosta tulisi saada, mikä olisi riittävä määrä tai mikä liikaa. Erityyppisiä polyfenoleja saa monipuolisesti kasvisvoittoisesta ruokavaliosta, joka sisältää vaihtelevasti erilaisia kasviksia, hedelmiä ja marjoja sekä täysjyvävilja-

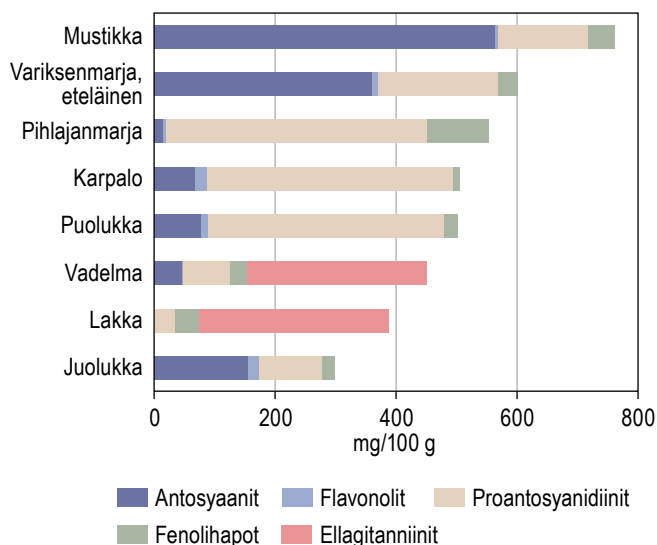
tuotteita, kahvia ja teetä. Ravitsemussuosituksen mukainen ruokavalio turvaa myös polyfenolien monipuolisen saannin.

Marjat sisältävät monenlaisia polyfenoleja (taulukko 5). Niissä on flavonoideja (*antosyaanit*, *flavonolit* ja *flavanolit*), fenolihappoja (*hydroksikanelihapot* ja *hydroksibentsoehapot*) sekä tanniineja (*proantosyanidiinit* ja *ellagitanniinit*). Kuvasa 1 on yhteenvedo näiden polyfenolien pitoisuuksista suomalaisissa metsämarjoissa. Niiden lisäksi metsämarjoissa on lignaaneja (kuva 2) ja myös stilbeeneihin kuuluvaa resveratrolia on löydetty. Näiden pitoisuudet ovat kuitenkin selvästi pienemmät kuin edellä mainittujen polyfenolien.

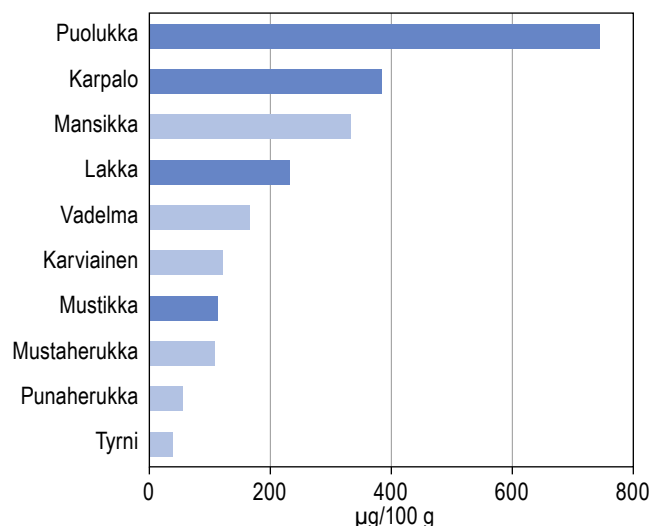
Antosyaanit ovat marjojen tärkeimpiä flavonoideja, ja ne antavat marjoille niiden punaisen, sinisen tai mustan värin. Antosyaaneja on hyvin paljon tummissa marjoissa, kuten mustikassa, variksenmarjassa ja juolukassa. Pohjoisen variksenmarjassa niitä on enemmän kuin eteläisessä alalajissa. Toinen flavonoidiryhmä marjoissa on flavonolit. Niitä on kaikissa marjoissa, eniten juolukassa ja muissa metsämarjoissa, mutta niitä on paljon vähemmän kuin antosyaaneja. Marjojen flavonoidipitoisuuden voi arvioida niiden värin perusteella: mitä tummempi marja, sitä enemmän siinä on flavonoideja. Punaisissa marjoissa antosyaaneja on vähemmän kuin mustissa ja sinisissä marjoissa, ja kaikkein vähiten niitä on keltaisissa tai hyvin vaaleissa marjoissa. Joistakin vaaleista marjoista antosyaanit puuttuvat täysin.

Taulukko 5. Tavallisimmat ruoan polyfenolit ja esimerkkejä niiden lähteistä.

Flavonoidit	
<i>Flavonolit</i> - kversetiini, kemferoli, myrisetiini	sipuli, lehtikaali, parsakaali, salaatti, tomaatti, omena, viinirypäle, marjat, tee, punaviini
<i>Flavonit</i> - apigeniini, luteoliini	lehtiselleri, paprika, persilja
<i>Flavanolit</i> - naringeniini, hesperetiini	sitruhedelmät
<i>Flavanolit (katekiinit)</i> - epikatekiini, epigallokatekiinigallaatti	tee, suklaa, punaviini, marjat
<i>Antosyaanit</i> - syanidiini, delfinidiini, pelargonidiini, malvidiini	marjat, viinirypäle, kirsikka, luumu, munakoiso, punakaali, punaviini
<i>Isoflavonoidit</i> - daidseiini, genisteiini	soijapapu
Fenolihapot	
<i>Hydroksibentsoehapot</i> - gallihappo, p-hydroksibentsoehappo, vanilliinihappo	tee, viini, marjat
<i>Hydroksikanelihapot</i> - p-kumaarihappo, kahvihappo, ferulahappo, klorogeenihappo	kahvi, viljatuotteet, peruna, omena, marjat
Tanniinit	
<i>Proantosyanidiinit</i> - oligo- ja polymeerit	kaakao, suklaa, omena, punaviini, marjat
<i>Ellagitanniinit</i> - sanguiniini H-6	eräät marjat, pähkinät
Lignaanit - larisiresinoli, pinoresinoli	pellavan siemenet, ruis, marjat
Stilbeenit - resveratrolia	viinirypäle, punaviini, marjat



Kuva 1. Marjojen polyfenolipitoisuuksia. Tiedot ovat MTT:n ja Kuopion yliopiston tutkimuksista (Mattila ym. 2006, Koponen ym. 2007, Hellström ym. 2009).



Kuva 2. Marjojen lignaanipitoisuuksia. Lähde: Nurmi ym. 2010.

Myös flavanolit ovat flavonoideja, ja niitä on pieniä määriä kaikissa marjoissa, eniten puolukassa. Proantosyanidiinit ovat 2–50 flavanoliyksiköstä muodostuneita erikokoisia tanniineja. Tunnetuimpia flavanolien ja proantosyanidiinien lähteitä ovat kaakao ja tumma suklaa. Niitä on myös kaikissa marjoissa, ylivoimaisesti eniten aroniassa. Myös pihlajanmarjassa, karpalossa ja puolukassa niitä on enemmän kuin tummassa suklaassa.

Vain mesimarjassa, lakassa, vadelmassa ja mansikassa on runsaasti ellagitanniineja. Metsävadelmassa niitä on hieman enemmän kuin puutarhavadelmassa. Koska niitä ei ole merkittäviä määriä muissa tavanomaisissa elintarvikkeissa, ovat nämä marjat ellagitanniinien pääasialliset lähteet suomalaisessa ruokavaliossa. Fenolihappoja on kaikissa marjoissa, erityisesti hydroksikanelihappoja. Eniten niitä on pihlajanmarjassa.

Lignaanit ovat ns. kasviestrogeeneja. Ne muuttuvat elimistössä suolistobakteerien avulla yhdisteiksi, joiden rakenne muistuttaa hieman estrogeenin (naissukupuolihormonin) rakennetta ja joilla on lievä *estrogeenin* kaltainen vaikutus. Niiden arvellaan lievittävän vaihdevuosisoireita ja suojaavan muun muassa hormonaalisilta syöviltiltä (rintasyöpä ja eturauhassyöpä) sekä sydän- ja verisuonisairauksilta. Lignaaneja on paljon pellavan siemenissä ja rukiissa. Rukiin ohella marjat ovat yksi merkittävistä lignaanien lähteistä suomalaisessa ruokavaliossa. Eniten niitä on puolukassa (kuva 2).

Ruoan tunnetuin stilbeeni on *resveratrol*, ja sen tunnetuimmat lähteet ovat viinirypäleet ja punaviini. Sitä on löydetty myös *Vaccinium*-suvun marjoista eli puolukasta, mustikasta ja karpalosta. Resveratrolin terveysvaikutukset kiinnostavat tutkijoita, koska se on arveltu voivan suojata syöviltiltä, sydän- ja verisuonisairauksilta, diabetekselta ja lihavuudelta sekä pidentävän elinikää.

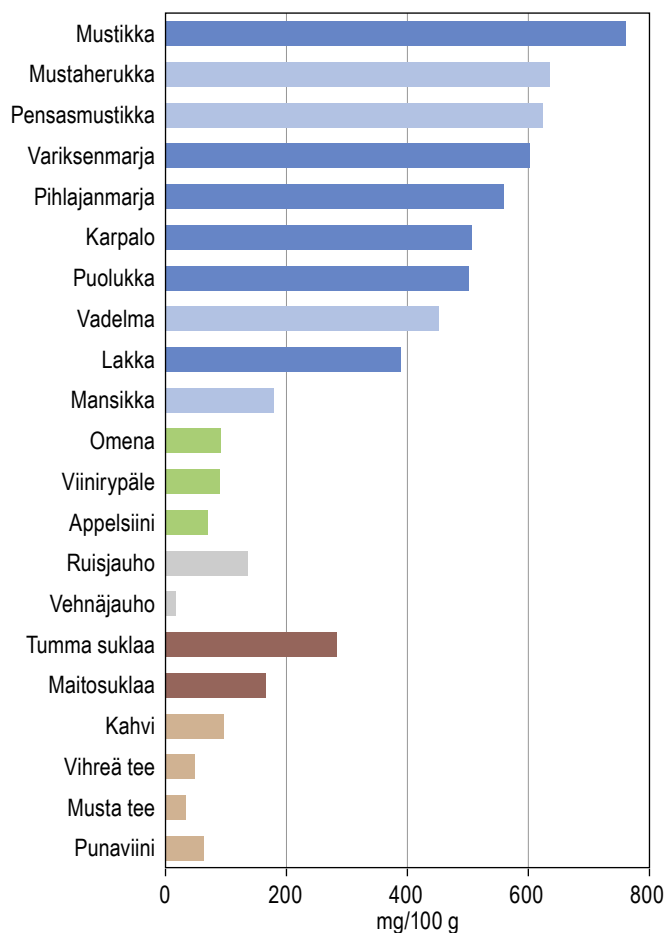
Kuvassa 3 esitetty vertailu osoittaa, että marjat ovat suomalaisessa ruokavaliossa parhaita polyfenolien lähteitä.

Kaikissa metsämarjoissa kokonaispolyfenolipitoisuudet ovat suuremmat kuin muissa tunnetuissa polyfenolien lähteissä, kuten teessä, punaviinissä tai tummassa suklaassa. Marjojen polyfenolikoostumus on monipuolinen. Sitrushedelmistä ja teestä saadaan pääasiassa vain tiettyjä flavonoideja, suklaasta flavonoideja ja proantosyanidiineja, kahvista ja viljatuotteista fenolihappoja. Marjoista saadaan näitä kaikkia. Keskimäärin suomalaiset aikuiset saavat ruokavaliostaan erilaisia polyfenoleja hieman alle 900 milligrammaa vuorokaudessa. Suurin osa siitä saadaan kahvista ja viljatuotteista, koska niitä kulutetaan paljon enemmän kuin esimerkiksi marjoja. Polyfenolien saantia on kuitenkin helppo kasvattaa ja monipuolistaa lisäämällä ruokavalioon marjoja. Esimerkiksi 100 g tai 1–2 dl mustikoita lähes kaksinkertaistaisi saannin.

Terveysvaikutukset

Marjojen terveysvaikutuksia on tutkittu monella tavalla. Helppointa ja halvinta on tehdä ns. *in vitro* -tutkimuksia. Niissä tutkitaan marjauutteiden tai ainesosien vaikutuksia koeputkessa tai esimerkiksi soluviljelmässä, ei elävässä elimistössä. Tällaisia tutkimuksia on tehty paljon, mutta ongelmana on se, että niistä ei voi tehdä suoria johtopäätöksiä vaikutuksista ihmiselimistöön. Tällaisilla menetelmillä on tutkittu varsinkin marjojen antioksidanttiaktiivisuutta eli kykyä tuhota vapaita radikaaleja tai estää rasvojen hapettumista. Useat tutkimukset ovat kiistatta osoittaneet, että metsämarjoilla on suurempi antioksidatiivinen teho kuin useimmilla kasvikunnan tuotteilla.

Monilla suomalaisilla marjoilla on osoitettu olevan antimikrobisia eli mikrobin kasvua ehkäiseviä vaikutuksia *in vitro*. Ne estävät mm. haitallisten suolistobakteerien kasvua, mutta eivät vaikuta hyödyllisiin maitohappobakteereihin. Haitalliset bakteerit voivat aiheuttaa ruokamyrkytyksiä



Kuva 3. Marjojen ja eräiden muiden elintarvikkeiden kokonaispolyfenolipitoisuuksia. Tiedot ovat MTT:n ja Kuopion yliopiston tutkimuksista (Mattila ym. 2006, Koponen ym. 2007, Hellström ym. 2009, Ovaskainen ym. 2008).

ja suolistoinfektioita. Näissä tutkimuksissa lakka ja vadelma ovat olleet tehokkaimpia. Karpalo-, puolukka-, variesenmarja- ja mustikkamehut ja niiden polyfenolit puolestaan pystyvät estämään keuhkokuumetta aiheuttavan pneumokokkibakteerin ja aivokalvontulehdusta aiheuttavan meningokokkibakteerin kiinnittymistä soluihin in vitro. Näiden bakteerien täytyy kiinnittyä nenä-nielualueen soluihin pystyäkseen aiheuttamaan sairauden.

Monet metsämarjat ja muut marjat estävät erilaisten syöpäsolujen kasvua soluviljelmissä. Marjojen vaikutuksia syöpäkasvaimiin on tutkittu myös hiirillä, joille tyyppillistä länsimaista ruokavaliota muistuttava rehu aiheuttaa suolistokasvaimia. Rehuun lisätty lakka, puolukka ja mustikka vähensivät kasvainten muodostumista. Eläintutkimuksissa on osoitettu myös puolukkamehun edulliset vaikutukset verisuoniterveyteen. Rotilla, joilla on luonnostaan korkea verenpaine, puolukkamehu paransi verisuonen toimintaa ja alensi verenpainetta.

Ihmisillä marjojen terveysvaikutuksia voidaan tutkia epidemiologisissa eli väestötutkimuksissa sekä kliinisissä tutkimuksissa. *Epidemiologisissa* tutkimuksissa selvitetään ruoan

käytön yhteyksiä sairastumisriskiin pitkällä aikavälillä. Lajoissa amerikkalaisväestöissä tehdyissä tutkimuksissa marjojen käyttö ja antosyaanien saanti on ollut yhteydessä alenuneeseen verenpainetaudin ja muiden sydän- ja verisuonisairauksien, tyyppin 2 diabeteksen ja muistisairauksien riskiin. Näissä tutkimuksissa hyödylliset vaikutukset liittyvät pensasmustikoihin ja mansikoihin, koska ne ovat eniten käytetyt marjat amerikkalaisessa ruokavaliossa. Suomalaisissa väestötutkimuksissa on osoitettu, että runsas marjojen syönti vähentää metabolisen oireyhtymän ja tyyppin 2 diabeteksen riskiä.

Kliiniset tutkimukset ovat luotettavin tapa saada tietoa marjojen terveysvaikutuksista. Niissä tutkimukseen osallistuvat henkilöt satunnaistetaan kahteen tai useampaan ryhmään, joista yksi (vertailuryhmä) ei syö marjoja ja muut ryhmät syövät tutkimuksen kohteina olevia marjoja tai marjatuotteita päivittäin muutaman viikon tai kuukauden ajan. Tutkittavat henkilöt voivat olla terveitä tai heillä voi olla sairauksien riskitekijöitä, esimerkiksi ylipainoa tai kohonnut verenpaine, kolesteroli tai verenpaine. Tutkittavien terveydentilaa seurataan verinäytteistä tehtävillä mittauksilla tai muilla elimistön toimintaa kuvaavilla mittauksilla. Kliinisiä tutkimuksia on tehty eniten amerikkalaisella viljellyllä pensaskarpalolla ja pensasmustikalla. Suomalaisista metsämarjoista tutkimuksia on hyvin vähän tai ei ollenkaan.

Karpalon virtsatietulehduksia estävää vaikutusta on tutkittu lukuisissa kliinisissä potilastutkimuksissa. Tutkimukset on tehty lähes yksinomaan amerikkalaisella viljellyllä pensaskarpalolla (*Vaccinium macrocarpon* Ait.) ja siitä tehdyillä mehuilla ja muilla valmisteilla. Ainoastaan yhdessä Suomessa tehdyssä tutkimuksessa on käytetty kotimaista karpalo-puolukkamehua. Tässä tutkimuksessa toistuvista virtsatietulehduksista kärsivät naiset joivat puolen vuoden ajan päivittäin karpalo-puolukkamehua. Seuraavan vuoden aikana heillä oli virtsatietulehduksia puolet vähemmän kuin kontrolliryhmällä. Karpalon vaikutuksen arvellaan johtuvan siitä, että siinä olevat proantotsyaniidit estävät tulehduksia aiheuttavan bakteerin kiinnittymisen virtsateiden limakalvoille.

Mustikkaa on käytetty Euroopassa lähes tuhannen vuoden ajan kansanlääkinnässä erilaisten sairauksien ennaltaehkäisyyn ja hoitoon, kuten ripuliin, keripukkiin ja tulehdukseen, ja mustikanlehtiä diabeteksen hoitoon. Tieteellisiä tutkimuksia on eniten mustikan vaikutuksista verisuonten ja silmien terveyteen. Suurin osa verisuonten terveyteen liittyvistä tutkimuksista on tehty 1960-80-luvuilla, ja useimmat niistä on julkaistu italian tai ranskan kielellä. Niissä on yleensä käytetty mustikasta uutettua antosyaanivalmistetta. Nämä vanhat tutkimukset eivät kuitenkaan täytä nykyajan kliinisen tutkimuksen vaatimuksia, eikä niiden tuloksia voida pitää luotettavina.

Mustikan ja sen antosyaanien vaikutus silmien terveyteen on luontaistuotteiden mainonnasta tuttu väite. Niitä alettiin tutkia ja suositella hämäränäön parantamiseksi, kun toisen maailmansodan aikana sotilaslentäjät väittivät, että mustikkahillo paransi heidän näkökykyään yölennoilla. Asiasta on tehty useita tutkimuksia, ja alustavat tutkimustulokset olivatkin lupaavia, mutta uudemmista paremmin tehdyissä tutkimuksissa ei ole todettu yhtä positiivisia vaikutuksia. Tutki-

muksissa on käytetty mustikan antosyaanivalmisteita eikä mustikkaa sellaisenaan. Mustikkaa syömällä saisi helposti enemmän antosyaaneja kuin luontaistuotteista. On esitetty, että mustikasta olisi apua myös muihin silmäsairauksiin ja esimerkiksi näyttöpäätetyössä rasittuville silmille. Jotta voitaisiin varmistaa vanhat käsitykset mustikan vaikutuksista silmien terveyteen, tarvitaan lisää nykyaikaisilla silmälääketieteen menetelmillä tehtyjä kliinisiä tutkimuksia.

Suomessa on viime vuosina kiinnostuttu metsämustikan vaikutuksista henkilöihin, joilla on metabolisen oireyhtymän piirteitä ja siten suurentunut riski sairastua tyypin 2 diabetekseen. Tehdyissä kliinisissä tutkimuksissa säännöllinen mustikan käyttö ei ole parantanut sokeri- ja rasva-aineenvaihduntaa, mutta se on lieventänyt metaboliseen oireyhtymään ja tyypin 2 diabetekseen liittyvää matala-asteista tulehdustilaa. Maailmanlaajuisesti mustikkatutkimus keskittyy pääasiassa pensasmustikkaan ja sen mahdollisuuksiin ehkäistä sydän- ja verisuonisairauksia, tyypin 2 diabetesta ja ikäännyttymiseen liittyviä muistisairauksia.

Tietomme metsämarjojen terveellisyydestä perustuvat niiden erinomaiseen ravintoaine- ja polyfenolikoostumukseen. Viitteitä niiden mahdollisista terveysvaikutuksista on saatu erilaisista in vitro -tutkimuksista ja koe-eläimillä tehdyistä tutkimuksista. Sen sijaan luotettavia kliinisiä tutkimuksia on toistaiseksi vähän, ja useimpien metsämarjojen osalta ne puuttuvat kokonaan. EU:ssa on voimassa elintarvikkeiden ravitsemus- ja terveysväitteitä koskevaa lainsäädäntö, joka säätelee sitä, mitä terveellisyyteen viittaavia väitteitä saa esittää pakkausmerkinnöissä ja markkinointiviestinnässä. Ravitsemusväite on sellainen väite, joka kertoo elintarvikkeella olevan erityisiä hyödyllisiä ravitsemuksellisia ominaisuuksia joko energiamäärän tai ravintoainoiden tai muiden aineiden suhteen. Metsämarjoista ja niistä valmistetuista tuotteista on tietyn edellytyksin mahdollista käyttää kuituun, C-vitamiiniin ja E-vitamiiniin liittyviä ravitsemusväitteitä. Terveysväite puolestaan on sellainen väite, jossa kerrotaan elintarvikkeen ja terveyden välillä olevan tietty yhteys. Väitteen on perustuttava tieteelliseen näyttöön, jonka riittävyyden arvioi Euroopan elintarviketurvallisuusviranomainen EFSA. Se ei toistaiseksi ole hyväksynyt yhtään marjoihin liittyvää terveysväitettä, koska tutkimustieto terveysvaikutuksista on puutteellista.

Kirjallisuus

- Ehala, S., Vaher, M. & Kaljurand, M. 2005. Characterization of phenolic profiles of Northern European berries by capillary electrophoresis and determination of their antioxidant activity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 53(16): 6484-6490. <http://dx.doi.org/10.1021/jf050397w>
- Hellström, J. K., Törrönen, A. R. & Mattila, P. H. 2009. Proanthocyanidins in common food products of plant origin. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 57(17):7899-7906. <http://dx.doi.org/10.1021/jf901434d>
- Häkkinen, S., Kokko, H., Paasisalo, S. & Kärenlampi, S. 1995. Sugars and organic acids in clones and cultivars of arctic bramble and hybrid. Sensory evaluation of juices and jellies. *Agricultural Science in Finland* 4: 385-395.
- Koponen, J. M., Happonen, A. M., Mattila, P. H. & Törrönen, A. R. 2007. Contents of anthocyanins and ellagitannins in selected foods consumed in Finland. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 55(4):1612-1169. <http://dx.doi.org/10.1021/jf062897a>
- Mattila, P., Hellström, J. & Törrönen, R. 2006. Phenolic acids in berries, fruits, and beverages. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 54(19):7193-7199. <http://dx.doi.org/10.1021/jf0615247>
- Määttä-Riihinen, K. R., Kamal-Eldin, A., Mattila, P. H., González-Paramás, A. M. & Törrönen, A. R. 2004. Distribution and contents of phenolic compounds in eighteen Scandinavian berry species. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 52(14):4477-4486. <http://dx.doi.org/10.1021/jf049595y>
- Määttä-Riihinen, K. R., Kamal-Eldin, A. & Törrönen, A. R. 2004. Identification and quantification of phenolic compounds in berries of *Fragaria* and *Rubus* species (family Rosaceae). *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 52(29):6178-6187. <http://dx.doi.org/10.1021/jf049450r>
- Nurmi, T., Mursu, J., Peñalvo, J. L., Poulsen, H. E & Voutilainen, S. 2010. Dietary intake and urinary excretion of lignans in Finnish men. *British Journal of Nutrition* 103(5): 677-685. <http://dx.doi.org/10.1017/S0007114509992261>
- Ovaskainen, M-L., Törrönen, R., Koponen, J. M., Sinkko, H., Hellström, J., Reinivuo, H. & Mattila, P. 2008. Dietary intake and major food sources of polyphenols in Finnish adults. *Journal of Nutrition* 138(3): 562-566. <http://jn.nutrition.org/content/138/3/562>
- Törrönen, R., Riihinen, K., Sarkkinen, E. & Feodoroff, R. 2013. Selvitys marjojen terveysvaikutusten kliinisestä tutkimusnäytöstä. OSKE-osaamiskeskusohjelma, Itä-Suomen yliopisto ja Foodfiles. 99 s. http://www.kuopioinnovation.fi/uploads/aineistopankki/elintarvikekehitys_fi/Selvitys%20marjojen%20terveysvaikutusten%20kliinisest%C3%A4%20tutkimusn%C3%A4yt%C3%B6st%C3%A4.pdf
- Viljakainen, S., Visti, A. & Laakso S. 2002. Concentrations of organic acids and soluble sugars in juices from Nordic berries. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B, Soil and Plant Science* 52(2): 101-109. <http://dx.doi.org/10.1080/090647102321089846>

Marjojen laatuluokitus ja vastaanottopisteessä maksettavaan hintaan vaikuttavat tekijät

Marja Päivänurmi

Marjojen poimiminen metsässä ravinnoksi on kuulunut suomalaiseseen perinteeseen jo vuosisatoja. Marjat ovat tuoneet tärkeän ravintolisän ruokavalioon sekä osaltaan auttaneet selviytymään vaikeiden aikojen yli. Kaupallisen poiminnan myötä marjojen keräämisestä on saanut verotonta lisätuloa sekä verratonta liikuntaa metsässä. Arvioiden mukaan Suomen metsissä kasvaa ravintokäyttöön soveltuvia marjoja parikymmentä, joista kaupallisesti tärkeimpiä ovat puolukka, mustikka ja suomuurain eli lakka.

Suomessa satoisimpia metsämarjoja, puolukoita (kuva 1) ja mustikoita (kuva 2), ostavat yritykset voidaan karkeasti jakaa roskaikaisena tai puhdistettuna vastaanottaviin yrityksiin. Roskaikaisena vastaanotettava metsämarja on luokiteltu pelkästään roskaiseksi. Ostohinta on alhaisempi puhdistettuun verrattuna, ja se vaihtelee vain vähän satokauden aikana ja eri satokausien välillä huolimatta sadon määrästä, sillä marjat menevät teollisuuskäyttöön. Puhdistettuja metsämarjoja ostavat alan yritysten lisäksi torikauppiaat.

Jo satokauden alkaessa yrityksellä on oltava ostamastaan metsämarjasta alustava hintakäsitys, joka pohjautuu asiakaskunnan kysyntään sekä aikaisempien vuosien tilanteeseen ja kokemukseen. Ostohinta pitää olla hinnastossa

jo heti ensimmäisten marjojen kypsyessä keruukuntoon ja poimijan tuodessa niitä ostopisteeseen. Metsämarjoista satokauden aikana maksettavaan hintaan vaikuttavat monet eri tekijät yhdessä. Yleensä hinnoittelussa puhutaan jo vakiintuneena terminä ”päivän hinnasta”, mikä tarkoittaa, että ostohinta voi vaihdella päivittäin tai pysyä samalla tasolla pitempäänkin. Kotimaan kaupassa tärkeä kuluerä on myös arvonlisävero. Poimijat eivät ole arvonlisäverovelvollisia, joten arvonlisävero lisätään ostohintaan, jonka maksaa marjoja vastaanottava yritys.

Jotta metsämarjoja voi poimia kaupallisesti myyntiin, poimijan on tiedettävä muutamia perusasioita jo ennen poiminnan aloittamista vastaanottopisteessä hyväksyttävän laadun takaamiseksi. Metsämarjoja vastaanottavat yritykset jakavat mielellään tietoa ja opastavat poimijoita, jotta virheilteä välttyttäisiin jo alussa. Ei ole kenenkään etu, että poimija tekee turhaa työtä puutteellisen neuvonnan takia. Tärkeintä metsämarjojen poiminnassa, käsittelyssä ja kuljetuksessa on puhtaus. Poiminnassa käytettävien välineiden ja säilytysastioiden tulee olla elintarvikemuovia, ja niitä on pestävä tarpeen mukaan. Myös poimijan käsien ja vaatetuksen on oltava puhtaita. Tärkeää on lisäksi marjojen oikea säilytys ja



Kuva 1. Puolukan yksi kypsä marja painaa keskimäärin 0,23 grammaa kasvaessaan kuivilla ja kuivahkoilla kankailla ja 0,25 grammaa kasvaessaan tuoreilla kankailla. Kuva: Kauko Salo.



Kuva 2. Mustikan yksi kypsä marja painaa keskimäärin 0,36 grammaa kasvaessaan tuoreilla kankailla ja 0,32 grammaa kasvaessaan kuivahkoilla ja kuivilla kankailla. Kuva: Kauko Salo.

kuljetus, ettei niiden laatu kärsi juuri ennen tuontia vastaanottopisteeseen. Poimitut marjat säilytetään viileässä kevyesti peitettynä ja kuljetuksessa huomioidaan, ettei autossa ole samassa tilassa voimakkaita hajuja aiheuttavia tarvikkeita tai esineitä, esimerkiksi polttoainekanistereita. Poimitun marjan tulee olla riittävän kypsä. Mustikan poiminnan alkaessa kypsä ja poimintakuntainen marja on helppo havaita värin perusteella. Puolukassa sen sijaan on usein sadon kypsyessä eri kypsyyssasteita jopa samassa tertussa. Raat puolukat on helppo nähdä ja poistaa puhdistuksen yhteydessä. Poimittaessa käytettävien erilaisten poimureiden takia marjojen joukkoon tulee myös lehtiä, oksia ja muita marjoja, jotka tulee poistaa ennen kauppaan tuontia. Maksettavaan hintaan laatu ei vaikuta korottavasti, sillä vaadittava laatu on ostopisteessä edellytys metsämarjan vastaanotolle. Huonolaatuista marjaa ei tule ottaa vastaan.

Paikallista torikauppaa lukuun ottamatta valtaosa tuorekauppaan myytävästä metsämarjasta päättyy Etelä-Suomen tukkumarkkinoille, jossa kysyntä ja tarjonta voivat vaihdella paljon eri päivinä ja satokauden eri vaiheissa. Yleensä ns. normaalimääräisen sadon alussa metsämarjoista maksetaan hieman enemmän kuin satomäärien kasvaessa ja satokauden edetessä ympäri Suomen. Liian korkeaa ostohintaa ei ole järkevää maksaa sadon alussa, sillä poimijoiden on vaikea ymmärtää merkittävää hinnan alenemista. Tasainen ostohinta pienin vaihteluin on paras vaihtoehto ja aiheuttaa vähiten erimielisyyksiä. Samoin ostohinta tulee pitää samana koko ostopäivän ajan. Poimijat kysyvät usein puhelimitse päivän hintaa poimimalleen marjalle, ja aamulla luvattu ostohinta tulee maksaa iltaan saakka.

Tuoremarkkinoilla on joka vuosi suhteellisen tasainen, tietyn suuruinen kysyntä metsämarjoille. Jos satomäärät vaihtelevat eri puolilla Suomea merkittävästi, se näkyy myös kyseisen ostopaikkakunnan ostohinnoissa. Jos sato on hyvä Itä-Suomessa, mutta muualla Suomessa huono, marjoista pystytään maksamaan hieman parempaa hintaa hyvän ja varman kysynnän takia. Lisäksi tuolloin Itä-Suomeen saapuu kiertäviä ostajia muualta Suomesta, mikä aiheuttaa hintakilpailua ja nostaa ostohintoja. Tämä ilmiö on yleensä hetkellinen ja tasoittuu normaaliksi ajan myötä ja satokauden edetessä kohti loppua.

Viime vuosina Suomessa metsämarjojen poiminta on muuttunut: poimijoita tarvitaan yhä enemmän ulkomailta. On kuitenkin tärkeää, että tulevaisuudessa poimijoita löytyisi omasta maasta. Suomalaisten metsämarjojen arvostusta on saatu nostettua tiedotuksella, neuvonnalla ja metsämarjojen tieteellisillä ravintoaine- ja terveystutkimustuloksilla. Verottoman poimintatulon sekä metsässä liikkumisen hyödyn mahdollistavat jokamiehen oikeutemme, joista kaikkien tulisi ottaa oma osansa jossain muodossa. Koska metsämarjoja vastaanottavat ja niitä välittävät yritykset sekä poimijat tekevät luottamuksellista yhteistyötä, koko ketjun metsästä lopulliselle kuluttajalle pitää toimia ja tällöin suomalaisilla on laadukasta, kotimaista marjaa ruokapöydässä.

Kirjallisuus

Turtiainen, M., Salo, K. & Saastamoinen, O. 2011. Variations of yields and utilisation of bilberries (*Vaccinium myrtillus* L.) and cowberries (*V. vitis-idaea* L.) in Finland. *Silva Fennica* 45(2): 237-251. <http://dx.doi.org/10.14214/sf.115>

Luonnonmarjojen käyttö kotitalouksissa ja teollisuudessa

Matti Vaara

Suomea asuttava väestö on käyttänyt marjoja ravintonaan tuhansia vuosia. Puolukka tunnettiin nimeltä jo 4 000 vuotta sitten. Puolukalla on aina ollut merkitystä myös talviajan ravintona, sillä sen sisältämä luonnon säilöntäaine, bentsoehappo, parantaa marjojen säilyvyyttä. Mustikka oli tärkeä loppukesän ja syksyn ravinto- ja lääke-marja. Itä-Suomessa myös mustikoita syötiin talvisin, sillä kuivattu mustikka sopi hyvin keittoihin ja jauhojen jatkeeksi puuroihin. Marjojen käyttö kotitalouksissa lisääntyi merkittävästi 1950-luvulla sota-ajan pulavuosien jälkeisinä aikoina, kun sokerin hinta laski ja jääkaapit yleistyivät. Säilytysmahdollisuudet parantuivat edelleen 1970-luvulla pakastimien yleistymisen myötä, jolloin marjojen kotitarvepoiminta lisääntyi merkittävästi. Nykyäänkin 56 % Suomen kotitalouksista poimii marjoja omiksi tarpeiksi. Marjastuksen vetovoimaisuuden taustalla ovat ravintolisän ohella luontoon liittyvä virkistys, oman työn ilo sekä itse poimittujen marjojen puhtaus. Nykyään paitsi marjastukseen aktiviteettina myös marjojen syötiin liitetään monia terveysvaikutuksia. Voidaankin todeta, että marjastus- ja sienestysintä nykyymmärtäessään ovat vasta viime vuosikymmeninä syntyneitä ilmiöitä.

Suomalaisten kotitalouksien keräämät luonnonmarjamäärät ja niiden käyttö sekä muutokset marjojen poiminnassa tunnetaan hyvin niiden keruututkimusten perusteella, jotka toteutettiin Itä-Suomen yliopistossa vuosina 1997-1999 ja 2011-2013. Sen sijaan kotitalouksien luonnonmarjojen kuluksista tai teollisuuden marjojen käytöstä ei ole olemassa systemaattista tutkimustietoa. Marjojen kulutusta on kyläkin selvitetty Maa- ja metsätalousministeriön vuotuisissa Ravintotase-laskelmissa, jotka ovat useisiin lähteisiin perustuvia arvioita. Laskelmien ongelmana on, ettei niiden perusteella voi erotella, mikä osuus kulutetuista marjoista on poimittu itse tai mikä osuus marjoista on luonnonmarjoja ja viljeltyjä, eikä myöskään sitä, mikä osuus marjoista on kotimaista alkuperää. Myös Maaseutuviraston laatimat tilastot luonnonmarjojen kauppaantumäärästä sekä Tullihallituksen marjoja käsittelevät ulkomaankauppatilastot auttavat hahmottamaan arviota Suomen luonnosta talteen otettujen marjojen virroista (kuva 1). Nykyään, toisin kuin vielä 15 vuotta sitten, kotitalouksien ja teollisuuden käyttämät luonnonmarjat ovat peräisin kolmesta merkittävästä lähteestä: suomalaisten kotitalouksien ja ulkomaalaisten poimijoiden keruista sekä marjojen maahantuonnista.

Vuosina 2011-2013 suomalaiset kotitaloudet keräsivät luonnonmarjoja omaan käyttöön tai luovuttivat niitä korvauksetta sukulaisille ja tuttaville keskimäärin 32 miljoonaa kiloa vuodessa. Kotitaloutta kohden laskettuna marjoja kerättiin noin 13 kiloa ja henkilöä kohden noin 6 kiloa. Marjoista 41 % oli mustikoita, 37 % puolukoita, 7 % lakkoja ja 10 % vadelmia. Eniten marjoja kotitarpeiksi poimittiin Lapissa (27 kiloa/talous) ja vähiten Etelä-Suomessa (7,5 kiloa/talous). Mi-

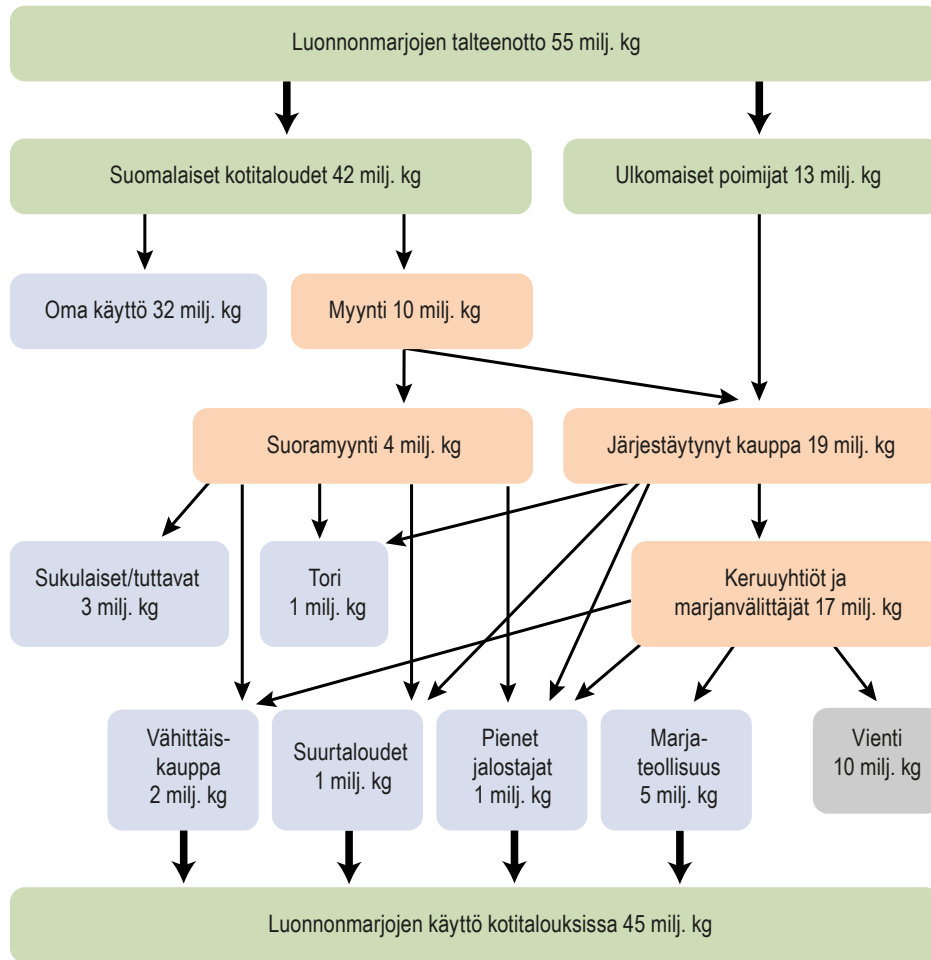
käli sukulaisille ja tuttaville myydyt marjat luetaan kotitarvepoiminnaksi, kerättiin marjoja yhteensä 35 miljoonaa kiloa eli noin 14 kiloa taloutta kohden. Lakkaa kerättiin tavanomaista vähemmän, sillä tutkimusjakson vuosille 2011-2012 osui kaksi peräkkäistä poikkeuksellisen huonoa lakkasatovuotta. Vuosina 1997-1999 lakkojen osuus omaan käyttöön poimituista marjoista oli 17 %.

Kotaloudet poimivat marjoja myyntiin yhteensä noin 10 miljoonaa kiloa, josta siis 3 miljoonaa kiloa myytiin sukulaisille tai tuttaville ja 7 miljoonaa kiloa marja-alalla toimiville marjanvälittäjille, marjanjalostajille, ravintoloille ja vähittäiskaupalle. Marja-alan yritysten kutsumat ulkomaalaiset poimijat ottivat luonnonmarjoja talteen varovaisenkin arviota mukaan vähintään 12-13 miljoonaa kiloa vuodessa (noin 80 % tilastoidusta järjestäytyneen marjakaupan ostamasta marjamäärästä). Kutsuttujen kaupallisten poimijoiden lisäksi Suomen metsissä ahertaa vuosittain tuhansia omatoimisesti maahan saapuneita poimijoita, jotka saattavat poimia vuodessa marjoja useita miljoonia kiloja. Näiden tietojen perusteella voi arvioida, että Suomen metsistä jaksolla 2011-2013 kerätty vuotuinen marjamäärä oli vähintään 55 miljoonaa kiloa.

Vuosien 1997-1999 ja 2011-2013 poiminta-aineistojen vertailu paljastaa huomionarvoisia seikkoja, miten kotitalouksien marjastaminen on muuttunut. Suomalaisten innokkuus poimia marjoja ja poimitut määrät eivät sinänsä ole vähentyneet merkittävästi saati romahtaneet, kuten julkisessa keskustelussa on annettu ymmärtää. Kaiken kaikkiaan vuosina 2011-2013 kerättiin (omaan käyttöön ja myyntiin) kahta suosituimpaa marja-lajia, mustikkaa ja puolukkaa, keskimäärin 34 miljoonaa kiloa, mikä on ainoastaan 2 miljoonaa kiloa vähemmän kuin vuosien 1997-99 keskiarvo. Kotitalouksien omaan käyttöön keräämät mustikan ja puolukan vuotuiset kokonaismäärät pysyivät yhtä suurina ja olivat noin 25 miljoonaa kiloa.

Yksi mielenkiintoisimmista havainnoista on mustikan nouseminen puolukan ohi kotitalouksien halutuimmaksi marjaksi. Omaan käyttöön kerätyn mustikan vuotuinen poimintamäärä lisääntyi tarkastelujaksolla (1997-2013) 8,5 miljoonasta kilosta 13 miljoonaa kiloon, ja vastaavasti puolukan määrä väheni 16,3 miljoonasta kilosta 11,7 miljoonaa kiloon. Mustikan lisääntyneestä käytöstä kotitalouksissa kertoo sekin tosiasia, että vuosina 1997-1999 ainoastaan 24 % omaan käyttöön kerättyistä marjoista oli mustikkaa, kun vastaava osuus 2011-2013 oli 41 %. Myös kotitalouksien into myydä mustikkaa väheni: vuosina 2011-2013 kerätystä mustikasta myyntiin päätyi ainoastaan 15 %, kun vastaava osuus 1997-1999 oli noin 30 %.

Kaiken kaikkiaan kotitaloudet myivät vuosina 1997-1999 keskimäärin 12 miljoonaa kiloa luonnonmarjoja, kun vastaava luku vuosina 2011-2013 oli noin 2 miljoonaa kiloa pienempi.



Kuva 1. Kotimaisten luonnonmarjojen virrat metsistä kotitalouksien käyttöön vuosina 2011–2013.

Vaikka myyntimäärä olikin vuosina 2011–2013 hieman pienempi, voi ero hyvinkin johtua satotason vaihtelun vaikutuksesta. Marja-alalla toimivien yritysten näkökulmasta isommaksi huolenaiheeksi muodostuneekin se seikka, että nykyään yhä suurempi osa kotitalouksista myy marjansa suoraan kuluttajille, kuten sukulaisille ja tuttaville tai suurkeittiöihin ja ravintoloihin. Vuosina 2011–2013 keskimäärin 83 % marjoja myyneistä kotitalouksista oli myynyt niitä muuallekin kuin organisoidun marja-alan piiriin luettaville toimijoille.

Kun luonnonmarjojen ulkomainen kysyntä on kasvanut, käyttää teollisuus yhä vähemmän kotimaista luonnonmarjaa. Suomalaiset marjat viedään ulkomaille pääosin jalostamattomina, joten suuri osa jalostuksen tuottamasta arvonnäyksestä jää hyödyntämättä. Suomen luonnosta kerätään marjoja kaupalliseen käyttöön yli 20 miljoonaa kiloa, mutta jalostavan teollisuuden käyttöön sitä riittää ainoastaan 4–5 miljoonaa kiloa, sillä yli puolet marjoista menee suoraan (tuoreina tai pakasteina) vientiin. Luonnonmarjojen vientimääristä ei ole tarkkoja tietoja. Tullihallituksen vientitilastojen mukaan Suomesta on viety viime vuosien aikana luonnonmarjoja keskimäärin 10 miljoonaa kiloa vuodessa. Luonnonmarjoja vievien yritysten edustajat raportoivat noin 10–12 miljoonan kilon vientimääristä. Loput kaupallises-

ta marjasta, eli noin 5 miljoonaa kiloa, menee tuoreena tai pakasteena tori- ja vähittäiskauppaan sekä ravintoloiden ja suurkeittiöiden sekä luonnontuotteisiin erikoistuneiden yritysten tuotannon raaka-aineeksi (kuva 1).

Koska marjoja jalostava teollisuus ei saa tarpeeksi kotimaista luonnonmarjaa, se joutuukin käyttämään raaka-aineena tuontimarjoja ja viljeltyjä marjoja. Viime vuosina Suomeen on tuotu keskimäärin 22 miljoonaa kiloa marjoja, josta noin puolet on luonnonmarjoja (mustikkaa, puolukkaa ja karpaloa). Suomen viljeltyjen marjojen vuotuinen tuotanto on noin 15–16 miljoonaa kiloa, josta marjanjalostus- ja elintarviketeollisuus käyttää 8 miljoonaa kiloa ja loput menevät tuoreina tai pakasteina vähittäismyyntin kautta kotitalouksille. Lisäksi Suomeen tuodaan suuria määriä marjavalmisteita, joiden kohdalla varsinaisen luonnonmarjojen osuuden tai alkuperän (viljelty vai luonnonmarja) arviointi on hankalaa.

Luonnonmarjoja jalostavien yritysten kirjo on laaja. Toisessa ääripäässä ovat elintarviketeollisuuden yritykset, jotka käyttävät suuria määriä marjoja, mutta itse marjojen jalostus on vain pieni osa yritysten liiketoiminnasta. Elintarviketeollisuus hankkii tarvitsemansa kotimaiset raaka-aineet marjoja välittäviltä yrityksiltä ja ulkomailta. Eniten marjoja teollisuus käyttää hillojen sekä alkoholijuomien sekä mar-

japakasteiden valmistukseen (noin 2–2,5 miljoonaa kiloa kotimaisia luonnonmarjoja). Teollisuus käyttää marjoja lisäksi mm. meijeri- ja leipomotuotteissa. Toisaalta marja-alalla toimii monia pieniä, luonnonmarjojen jalostukseen erikoistuneita yrittäjiä, jotka käyttävät raaka-aineenaan yksinomaan kotimaisia luonnonmarjoja. Monien erikoisjalostajien tuotanto perustuu pieniin marjamääriin, ja usein raaka-aineena käytetyt marjat saatetaan poimia kokonaisuudessaan itse tai ostaa tuttavilta ja ns. sopimuspoimijoilta. Elintarviketeollisuuden ja luonnonmarjoihin erikoistuneiden jalostusyritysten välimaastossa on suuri joukko marjoja jalostavia pienyrityksiä, jotka käyttävät luonnonmarjojen ohella myös muita luonnontuotteita, viljeltyjä marjoja ja hedelmiä. Näiden yritysten tuotanto koostuu monista eri tuoteryhmistä ja luonnonmarjat muodostavat usein vain pienen osan liikevaihdosta. Marjoja jalostavan elintarvike- ja pienteollisuuden tuotteiden maastavienti on olematonta, joten jalostajien käyttämä suomalainen luonnonmarja päättyy lähes kokonaan suomalaisiin ruokapöytiin.

Suomalaisten kotitalouksien kulutukseen päätyvä kotimaisten luonnonmarjojen kokonaismäärä on näin arvioituna vajaa 45 miljoonaa kiloa, josta jalostamatonta marjaa (tuoretta tai pakastettua) on noin 38 miljoonaa kiloa ja jalostettuja marjatuotteita (ja ravintola- tai keittiötuotteita) noin 7 miljoonaa kiloa (kuva 1). Jalostettuna ostetuissa marjatuotteissa marjat kulutetaan pienissä erissä, sillä esimerkiksi jogurttien, rahkojen, jäätelöiden, levitteiden, myslien ja hiutaleiden marjasisällöksi on arvioitu 4–5 %. Hillot, soseet ja mehut sisältävät marjoja noin 25–35 %.

Marjat ovat tärkeä osa perinteistä pohjoismaista terveyttä edistävää ruokavaliota (kuva 2). Marjoista ei ole asetettu mitään virallista käyttösuositusta, mutta 100 gramman päi-

vittäistä marja-annosta on pidetty hyvänä ohjenuorana. Vuositasolla tämä tarkoittaa 36–37 kiloa marjoja (luonnonmarjat ja viljeltyt marjat) henkilöä kohden. Ravintotaseen selvitysten mukaan tällä hetkellä suomalaiset kuluttavat niitä noin 14–15 kiloa, eli 40 % tavoitteesta. Arvioiden mukaan kulutetuista marjoista 8 kiloa on luonnonmarjoja ja niistä noin 80 % itse poimittuja. Tiedotus marjojen terveysvaikutuksista, ekologisuudesta ja käytön monipuolisuudesta on lisännyt kotitalouksien mielenkiintoa ostaa ja kuluttaa luonnonmarjoja ja marjatuotteita. Siitäkin huolimatta, että marjoja tulee kauppaan enemmän kuin koskaan, ei päivittäistavarakaupasta (elintarvikekaupat, torit) saatavan tuoreen tai pakastetun kotimaisen luonnonmarjan saatavuus ole juurikaan parantunut. Ja vaikka päivittäistavaraupoissa on runsas valikoima marjatuotteita, kotimaisten luonnonmarjatuotteiden osuus niistä on melko pieni.

Kokonaismääräksi muutettuna suomalaiset kuluttavat siis lähes 80 miljoonaa kiloa marjoja, kun tavoite on liki 200 miljoonaa kiloa. Viime vuosina Suomen vuotuinen marjojen ”tuotanto” (poiminta, viljely ja tuonti) on ollut hieman yli 90 miljoonaa kiloa. Luonnonmarjojen maastavienti huomioiden Suomeen jää marjoja tälläkin tavoin arvioituna noin 80 miljoonaa kiloa. Käytännössä ravintosuositusten mukaisen tavoitteen saavuttaminen edellyttää luonnonmarjojen talteenoton lisäämistä kolminkertaiseksi nykyisestä (160–170 miljoonaa kiloa), sillä marjojen viljelyn tai marjojen tuontimäärien merkittävä lisääminen ei näillä näkymin ole mahdollista.

Ainakin teoriassa luonnonmarjojen poiminnan kolminkertaistaminen on mahdollista, sillä Suomen metsien poimintakelpoisen marjasadon on arvioitu olevan noin 30 % biologisesta kokonaissadosta. Käytännössä tämä vaatisi kuitenkin



Kuva 2. Tuoreista suo- ja metsämarjoista valmistetaan monenlaisia tuotteita, ja ne ovat suosittuja pöydän antimia. Kuvassa suomaarain- ja mustikkahillokulhot. Kuva: Erkki Oksanen, Luke.

kin ulkomaalaispoimijoiden määrän kymmenkertaistamista tai sitä, että jokainen marjastusta harrastava kotitalous liisäisi talteenottoaan nykyisestä 30 kilosta 100 kiloon. Vaikka luonnonmarjojen keruun kolminkertaistaminen tuntuukin mahdollomalta, voidaan kuitenkin ajatella, että keruun lisääminen esimerkiksi 100 miljoonaan kiloon, on hyvänä satovuonna realistista. Merkittävä talteenoton lisääminen täytynee kuitenkin perustua kaupallisen poiminnan tehostamiseen. Niin kauan kuin virkistys ja vapaa-ajan vietto ovat marjastuksen keskeisiä vaikuttimia, ei kotitarvepoiminnan määrään voi juuri vaikuttaa. Kotitaloudet poimivat vapaa-ajallaan marjoja niin paljon kuin haluavat, joten voidaan ajatella kotitarvepoiminnan määrän kertovan sen hetkisestä suurimmasta mahdollisesta kapasiteetista.

Sen sijaan myyntipoiminnan motiiveihin ja esteisiin voidaan vaikuttaa nopeammin ja helpommin. Potentiaalia on olemassa, sillä vuonna 2011 marjoja keränneistä kotitalouksista lähes kolmannes piti myyntipoimintaa periaatteessa hyvänä tulonlähteenä. Nykyään marjojen kaupallinen poiminta, kuten monien muidenkin luonnontuotteiden keruu, on siinä mielessä erikoinen alkutuotannon ala, että poimijoiden täytyy itse löytää marjojen ostajat ja kuljettaa marjat ostajille. Kun otetaan huomioon marjanostopisteiden harveneminen ja siirtyminen kyläkaupoista asutuskeskuksiin, suomalaisten kotitalouksien myyntiin poimimat marjamäärät ovat pysyneet yllättävän suurina. Marja-alan jatkuvuuden ja kasvun kannalta keskeinen tulevaisuuden haaste on marjojen hankinnan uudelleenjärjestely siten, että suomalaiset myyntipoiminnasta kiinnostuneet kotitaloudet saadaan yhtä tehokkaan marjojen hankintajärjestelmän osaksi kuin ulkomailtakin saapuneet poimijat.

Kirjallisuus

- Saastamoinen, O., Kangas, K. & Aho, H. 2000. The picking of wild berries in Finland in 1997 and 1998. *Scandinavian Journal of Forest Research* 15(6): 645-650. <http://dx.doi.org/10.1080/02827580050216897>
- Maaseutuvirasto. 2013. MARSJ 2012. Luonnonmarjojen ja -sienten kauppaantulomäärät vuonna 2012. 51 s. http://www.mavi.fi/fi/tietoa-meista/tiedotteet/Documents/Marsi_2012.pdf
- Sillanpää, M. 2000. Happamasta makeaan. Suomalaisen ruoka- ja tapakulttuurin kehitys. Hyvää Suomesta. Gummerus. 2. p. 231 s. ISBN: 952-5244-02-4
- Turtiainen, M., Salo, K. & Saastamoinen, O. 2011. Variations of yield and utilisation of bilberries (*Vaccinium myrtillus* L.) and cowberries (*V. vitis-idaea* L.) in Finland. *Silva Fennica* 45(2): 237-251. <http://dx.doi.org/10.14214/sf.115>
- Uusivirta, H. 1993. Suomalaisen ruokaperinteen keittokirja. WSOY, Porvoo. 240 s.
- Vaara, M., Saastamoinen, O. & Turtiainen, M. 2013. Changes in wild berry picking in Finland between 1997 and 2011. *Scandinavian Journal of Forest Research* 28(6): 586-595. <http://dx.doi.org/10.1080/02827581.2013.786123>

Mustikka- ja puolukkasatojen mallitus ja huomioiminen metsien käsittelyssä

Jari Miina, Marjut Turtiainen, Kauko Salo, Juha-Pekka Hotanen ja Timo Pukkala

Mustikka ja puolukka ovat taloudellisesti tärkeitä metsämarjoja, joita kerätään runsaasti sekä kotitalouksien käyttöön että myyntiin. Myös metsänomistajat arvostavat puuntuotannon ohella yhä enemmän metsiensä tuottamia muita hyötyjä, kuten metsämarjoja, ja haluavat ottaa ne huomioon metsän käsittelyssä. Siten metsänhoidon suunnittelussa on pystyttävä arvioimaan esimerkiksi sitä, miten metsän käsittely vaikuttaa puuntuotantoon ja marjasatoihin.

Metsänhoidon suunnittelun apuvälineissä puun tuotantoa eli metsien kehitystä ja hakkuita simuloidaan matemaattisilla malleilla. Vastaavanlaisia tuotantomalleja on laadittu myös metsien ei-puuaineisille tuotteille. Marjasadon määrää ennustetaan samoilla kasvupaikkaa ja puustoa kuvaavilla tunnuksilla, joita käytetään nykyisissä metsikkösimulaattoreissa. Marjasatomallit voidaan siis liittää jo käytössä oleviin ohjelmistoihin, missä ne mahdollistavat puun ja marjojen yhteistuotannon tarkastelun, kun metsien käsittelyä suunnitellaan.

Mustikalle ja puolukalle on laadittu marjasatomalleja sekä asiantuntijoiden arvioiden että empiiristen aineistojen avulla. Asiantuntijoiden arvioita erilaisten marjametsien hyvydestä on käytetty mallien laadinnassa silloin, kun empiiriset aineistot eivät ole olleet riittävän edustavia. Ensimmäiset empiiriset marjasatomallit perustuivat lyhyisiin seurantaajaksoihin ja alueellisiin aineistoihin, joten niillä ei ole ollut mahdollista laatia esimerkiksi valtakunnallisia satoarvioita. Valtakunnallisia marjasatoarvioita on laadittu asiantuntijamalleilla, jotka arvioitiin ja kalibroitiin sekä julkaisemattomien että kirjallisuudessa esitettyjen empiiristen marjasatoaineistojen avulla.

Uusimmat mustikan ja puolukan satomallit on laadittu koko maan kattavien empiiristen aineistojen avulla, ja ne ennustavat metsikön keskimääräisen vuotuisen marjasadon. Mallit kuvaavat myös marjasatojen voimakkaan vuosien välisen satunnaisen vaihtelun, jota ei pystytä selittämään puustoa ja kasvupaikkaa kuvaavilla tunnuksilla. Mallit eivät kuitenkaan ennusta tulevan kesän marjasatoja, sillä malleihin ei ole sisällytetty säätekijöiden vaikutusta kukintaan, pölytykseen ja marjojen kypsymiseen.

Uudet marjasatomallit koostuvat kahdesta mallista: varpujen peittävyuden ja marjojen lukumäärän ennustavista malleista. Peittävyysmallia voidaan käyttää esimerkiksi ennustettaessa metsikön hyvyttä metsäkanalintujen elinympäristönä, sillä mustikka ja puolukka ovat tärkeitä kenttäkerroksen varpuja muun muassa metsolle. Mustikan ja puolukan peittävyys ennustettiin kasvupaikkaa ja puustoa kuvaavien tunnusavulla käyttäen aineistona kasvillisuuskuvauskuvaus, jotka oli tehty valtakunnan metsien inventoinnin (VMI) pysyvillä koelaloilla vuonna 1995. Aineisto sisälsi kaikkiaan noin 3 000 kasvillisuuskuvausta eri puolilta Suomea.

Puolukan peittävyysmallin laadinta-aineistossa oli mukana kivennäismaiden ohella myös korpien ja rämeiden muuttumat ja turvekankaat.

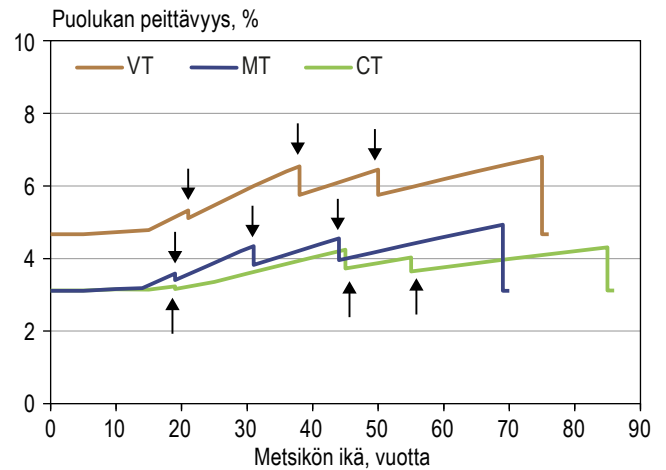
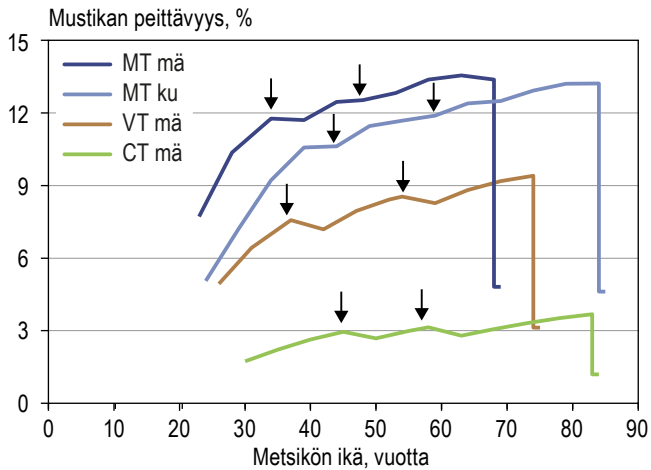
Marjojen lukumäärä ja sen vuotuinen vaihtelu ennustettiin varpujen peittävyuden ja puustotunnusten avulla hyödyntäen marjainventointiaineistoa, jonka Metsäntutkimuslaitos oli kerännyt pysyville koeruuduillaan vuosina 2001-2012 (ns. MASI-aineisto). Pysyviä koeruutuja on perustettu eri puolille Suomea metsiköihin, joissa on havaittu hyviä mustikka- tai puolukkasatoja.

Kuten oletettavaa, suurimmat mustikan peittävyudet havaittiin tuoreilla kankailla ja suurimmat puolukan peittävyudet kuivahkoilla kankailla (kuva 1). Mustikan peittävyys lehtomaisilla ja kuivahkoilla kankailla oli 62 prosenttia tuoreen kankaan mustikan peittävyudesta. Vallitsevalla puulajilla oli vaikutusta mustikan peittävyteen samalla kasvupaikalla: mäntyvaltaisissa metsissä peittävyys oli suurempi kuin kuusi- tai lehtipuuvaltaisissa metsissä. Taimikkovaiheen jälkeen mustikan peittävyys kasvoi metsikön iän karttuessa ja pohjapinta-alan kasvaessa tiettyyn rajaan asti, jonka jälkeen puuston tiheys rajoittaa mustikan peittävyttä. Mallien mukaan mustikan peittävyys oli suurimmillaan, kun puuston pohjapinta-ala oli 24 m²/ha, joten puuston harvennukset ovat tarpeen, jos mustikan peittävyys halutaan pitää mahdollisimman suurena.

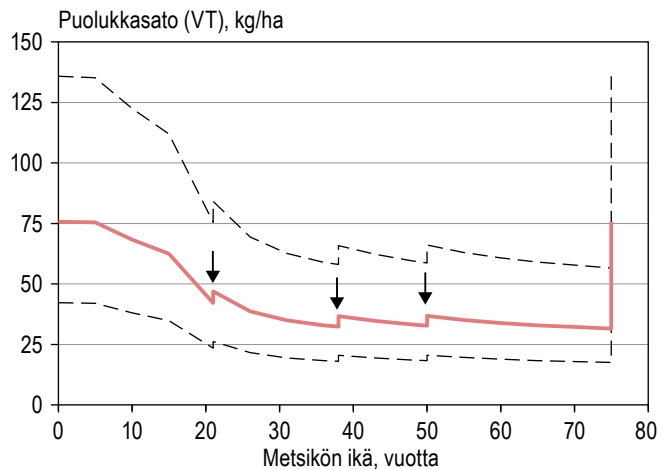
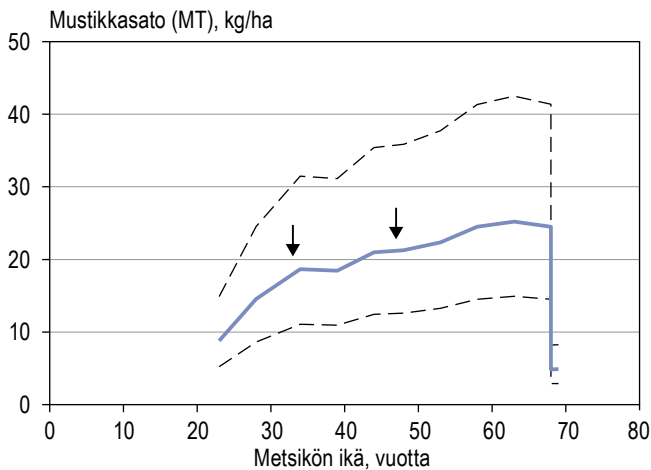
Puolukan peittävyys kuivilla ja tuoreilla kankailla oli 66 prosenttia kuivahkon kankaan puolukan peittävydestä (kuva 1). Myös ravinteiset korvet ja rämeet osoittautuivat parhaaksi puolukan peittävyuden suhteen. Kangasmetsissä ja korvissa vallitseva puulaji vaikutti puolukan peittävyteen siten, että mäntyvaltaisissa metsissä peittävyys oli suurempi kuin lehtipuun- tai kuusivaltaisissa metsissä.

MASI-aineiston tuoreen kankaan männiköissä mustikkasadot olivat kaksinkertaiset kuusikoiden satoihin verrattuna. Männiköissä mustikkasatojen suhteellinen vuosien välinen vaihtelu oli pienempää kuin kuusikoissa. Kuusikoissa puuston pohjapinta-alan kasvu vähensi ja mustikan peittävyuden kasvu lisäsi marjojen lukumäärää, kun taas männiköissä vain mustikan peittävyys selitti merkittävästi marjojen lukumäärää. Malleilla tehtyjen ennusteiden mukaan Etelä-Suomessa tuoreella kankaalla keskimääräinen vuotuinen mustikkasato oli ensiharvennusvaiheen männikössä noin 20 kg/ha ja varttuneessa kasvatusmännikössä noin 25 kg/ha (kuva 2). Vastaavasti kuusikossa sekä ensiharvennusvaiheessa että varttuneessa kasvatusmetsässä keskimääräinen vuotuinen mustikkasato oli noin 10 kg/ha.

MASI-aineiston puolukkaruudut sijaitsivat pääasiallisesti kuivahkoilla kankailla, joten kasvupaikan viljavuus ei selittänyt puolukkasatoja. Vaikka puuston pohjapinta-alan kasvu lisäsi puolukan peittävyttä, niin vastaavasti puuston pohja-



Kuva 1. Malleilla ennustettu mustikan ja puolukan peittävyys tuoreen (MT), kuivahkon (VT) ja kuivan (CT) kankaan männikössä ja tuoreen kankaan kuusikossa Etelä-Suomessa. Metsikön kehitys on ennustettu Motti-simulaattorilla, ja harvennukset (nuolet) ja päätehakkuu on simuloitu metsänhoidon suositusten mukaisesti.



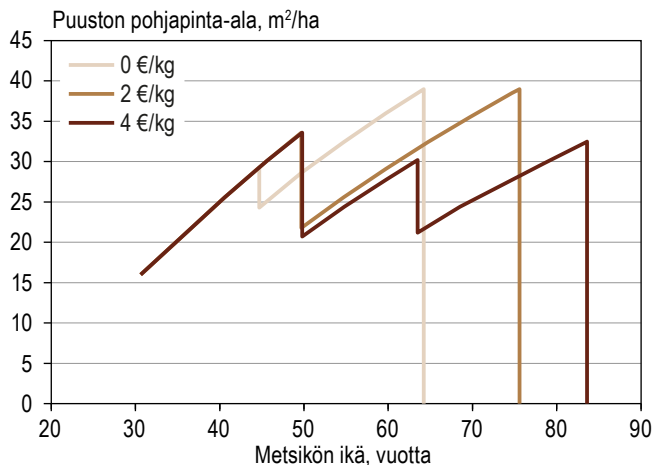
Kuva 2. Malleilla ennustettu keskimääräinen marjasato (yhtenäinen viiva) ja sadon vuotuista vaihtelua kuvaava 95 %:n luottamusväli (katkoviivat) tuoreen kankaan ja kuivahkon kankaan männikössä Etelä-Suomessa. Metsikön kehitys on ennustettu Motti-simulaattorilla, ja harvennukset (nuolet) ja päätehakkuu on simuloitu metsänhoidon suositusten mukaisesti.

pinta-alan kasvu pienensi puolukkasatoja. Puolukkasato kasvoi puolukan peittävyden kasvaessa tiettyyn rajaan (58 %) asti; tämän jälkeen sato aleni peittävyden kasvaessa. Malleilla laskettujen ennusteiden mukaan keskimääräinen vuotuinen puolukkasato oli suurimmillaan siemenpuumetsiköissä ja nuorissa taimikoissa (kuva 2). Etelä-Suomessa siemenpuumännikön vuotuinen keskisato oli 75 kg/ha. Taimikkovaiheen jälkeen puolukkasato pieneni melko voimakkaasti ja kasvoi sitten vain väliaikaisesti aina harvennusten jälkeen.

Mallilaskelmien mukaan mustikkasatoon vaikuttavat eniten kasvupaikan hyvyys ja metsikön kehitysvaihe (kuva 2). Metsän käsittelyllä - puulajivalinnalla, harvennuksilla ja kiertoajan pituudella - voidaan myös vaikuttaa mustikkasatoihin. Mutta kannattaisiko pelkästään puuntuotantoon tähtävästä metsänkäsittelyä muuttaa mustikkasatojen parantamiseksi, jos kiertoajan aikana metsiköstä poimituista mustikoista maksettaisiin kaksi euroa kilolta? Tätä on tutkittu marjasa-

tomallien ja puuston kehitystä kuvaavien mallien avulla. Tuoreen kankaan männikön, kuusikon ja mänty-kuusi-koivusekametsän taloudellisesti optimaaliset hakkuuohjelmat määritettiin maksimoimalla mustikan poimintatulojen ja puunhakuutulojen yhteisarvoa ja käyttämällä korkokantana kolme prosenttia. Seuraavat tulokset koskevat metsiä, joita kasvatetaan tasaikäisrakenteisina.

Pelkästään puun tuotannossa olevan metsän käsittelyä kannattaa muuttaa, jos tavoitteena on tuottaa samassa metsikössä sekä puuta että mustikoita. Kun mustikan kilohinta oli kaksi euroa ja mustikkatulot otettiin huomioon (kuva 3), männikköä harvennettiin voimakkaammin viisi vuotta myöhemmin ja kiertoaika piteni 12 vuotta verrattuna puuntuotannon hakkuuohjelmaan. Kuusikossa ja sekametsässä mustikkasadot eivät yllä männikön tasolle, joten mustikasta pitäisi saada 4–8 euroa kilolta, jotta metsänkäsittelyä kannattaisi muuttaa mustikkaa suosivammaksi.



Kuva 3. Mustikan poimintatulosten (2 ja 4 euroa/kg) huomioon ottaminen muuttaa tuoreen kankaan männikön hakkuuohjelmaa, joka optimoi vain puuntuotantoa (mustikka 0 euroa/kg). Laskelmissa on maksimoitu paljaan maan arvoa kolmen prosentin korkokannalla.

Männiköstä ja sekametsästä koko kiertoajan aikana saatavat mustikan poimintatulot ylittivät puunhakkuutulot, kun korkokanta oli kolme prosenttia ja mustikan kilohinta neljä euroa. Koron ollessa neljä prosenttia poimintatulot olivat suuremmat jo kahden euron kilohinnalla.

Mustikan poimintatulosten huomioonottaminen hakkuutulosten ohella pidensi metsiköiden kiertoaikoja sekä lisäsi harvennusten lukumäärää ja voimakkuutta. Lisäksi sekametsien harvennuksissa suosittiin mäntyä. Taloudellisesti kannattavinta on muuttaa sellaisten metsien käsittelyä, joissa potentiaalinen mustikkasato on suuri eli mustikkatyyppin männiköissä.

Myös eri-ikäisrakenteisten metsien mustikkasatoja ja niistä saatavia poimintatuloja on tarkasteltu simulointien avulla. Tuoreella kankaalla eri-ikäisrakenteisen kuusikon keskimääräiset mustikkasadot olivat viisi kertaa suuremmat kuin tasaikäisrakenteisen kuusikon. Nykysuositusten mukaisesti kasvatetut ja käsitellyt tasaikäisrakenteiset kuusikot ovat aivan liian tiheitä, jotta ne tuottaisivat runsaita mustikkasatoja. Sen sijaan eri-ikäisrakenteisessä kuusikossa puut kasvavat niin harvassa, että mustikka pystyy tuottamaan hyviä marjasatoja. Nykysuositusten mukaisesti käsitellyssä tuoreen kankaan männikössä – erityisesti soistuvilla kankailla – mustikka saa riittävästi valoa, vettä ja ravinteita, jotta se pystyy tuottamaan hyviä mustikkasatoja.

Metsämarjoja arvostetaan yhä enemmän, ja niiden merkitys kotitarvepoimijoille ja metsien virkistyskäyttäjille voi olla jopa enemmän kuin mitä poimijoille on viime vuosina maksettu kauppaan tuoduista marjoista (noin kaksi euroa kilolta). Ei-puuaineisten tuotteiden, kuten marjojen, merkityksen kasvaessa myös nämä tuotteet tulisi ottaa huomioon, kun metsänhoitoa suunnitellaan. Marjasatomalleilla tehdyt laskelmat osoittavat, että metsän käsittelyllä voidaan parantaa marjasatoja. Jokamiehen oikeuksien vuoksi metsänomistaja ei ehkä itse pysty hyödyntämään omien metsiensä tuottamia marjoja. Toisaalta hänellä on mahdollisuus keskit-

tyä yksinomaan puuntuotantoon ja kerätä marjat omia metsiään satoisammista paikoista. Puun ja muiden metsän tuotteiden yhteistuotannosta saatuja tutkimustuloksia voidaan kuitenkin hyödyntää ainakin kuntien ja valtion metsien käsittelyssä erityisesti sellaisilla alueilla, joita käytetään virkistykseen ja joista tiedetään poimittavan marjoja.

Kirjallisuus

- Ihalainen, M. & Pukkala, T. 2001. Modelling cowberry (*Vaccinium vitis-idaea*) and bilberry (*Vaccinium myrtillus*) yields from mineral soils and peatlands on the basis of visual estimates. *Silva Fennica* 35(3): 329–340. <http://dx.doi.org/10.14214/sf.588>
- Ihalainen, M., Alho, J., Kolehmainen, O. & Pukkala, T. 2002. Expert models for bilberry and cowberry yields in Finnish forests. *Forest Ecology and Management* 157: 15–22.
- Ihalainen, M., Salo, K. & Pukkala, T. 2003. Empirical prediction models for *Vaccinium myrtillus* and *V. vitis-idaea* berry yields in North Karelia, Finland. *Silva Fennica* 37(1): 95–108. <http://dx.doi.org/10.14214/sf.513>
- Ihalainen, M., Pukkala, T. & Saastamoinen, O. 2005. Regional expert models for bilberry and cowberry yields in Finland. *Boreal Environmental Research* 10: 145–158.
- Miina, J., Hotanen, J.-P. & Salo, K. 2009. Modelling the abundance and temporal variation in the production of bilberry (*Vaccinium myrtillus* L.) in Finnish mineral soil forests. *Silva Fennica* 43(4): 577–593. <http://dx.doi.org/10.14214/sf.181>
- Miina, J., Pukkala, T., Hotanen, J.-P. & Salo, K. 2010. Optimizing the joint production of timber and bilberries. *Forest Ecology and Management* 259: 2 065–2 071.
- Pukkala, T., Lähde, E., Laiho, O., Salo, K. & Hotanen, J.-P. 2011. A multifunctional comparison of even-aged and uneven-aged forest management in a boreal region. *Canadian Journal of Forest Research* 41: 851–862.
- Turtiainen, M., Salo, K. & Saastamoinen, O. 2005. Satomalleilla lasketut Suomen kangasmetsien alueelliset ja valtakunnalliset mustikka- ja puolukkasadot. Joensuun yliopisto, metsätieteellinen tiedekunta. Tiedonantoja 167. 44 s.
- Turtiainen, M., Miina, J., Salo, K. & Hotanen, J.-P. 2013. Empirical prediction models for the coverage and yields of cowberry in Finland. *Silva Fennica* 47(3): 1–22. <http://dx.doi.org/10.14214/sf.1005>

3.4.2 Marjastuksen ja sienestyksen uhkakuvia

Kaupalliset metsämarjanpoimijat: metsämarja-alan muutos ja merkitys

Jarno Valkonen ja Pekka Rantanen

Metsähedelmiä on tänä vuonna ollut tavallista runsaammin; mustikoitakin on ollut toisinpaikoin ballan runsaasti, joten niistä olisi voinut hyvän sibatulon ansaita, jos lapset ja vanhat olisivat niitä baan ottaneet poimiakseen, ettei niin suunnattomat paljoudet olisi jääneet metsiin mätänemään!

Turun Lehti 23.8.1889

Samantyyppisiä luonnehdintoja metsämarjojen hyödyntämistä voi kuulla nykyäänkin. Maailma ei ole ilmeisesti muuttunut reilussa sadassa vuodessa. Tällainen käsitys on kuitenkin harhaanjohtava, sillä metsämarjojen hyödyntämisen käytännöt ovat muuttuneet jatkuvasti. Metsämarjojen poiminta on joillekin suomalaisille osa luontoharrastusta, toisille tärkeää kotitarvepoimintaa ja osalle lisätulojen hankkimista. Marjojen poiminta myyntiin on kuitenkin vähentynyt, ja erityisesti myynti marjayrityksille on suhteellisen vähäistä. Suoramyynti toreilla, vähittäiskauppoihin tai ravintoloihin on määrältään suurempaa. Omaan ja sukulaisten käyttöön poimiminen lie-nee kaikkein tärkeintä suomalaisille. Yksi keskeinen syy poimintahalukkuuden laimentumiseen on, että metsämarjojen hinta ei ole pysynyt elinkustannusten nousun perässä. Niin sanottu mopo-indeksi on epäedullinen, mikä ei kannusta paikallisia kaupalliseen poimintaan, kuten yksi metsämarjayrittäjä haastattelussa asiaa nuorison kannalta kuvaa:

Virtanen puhuu aina mopo-indeksistä. Kun hän oli 14, hän pystyi poimimaan yhdellä kaudella niin, että hän sai Tunturi-mopon. Tänä päivänä se on nuorelle ihmiselle hyvin vaikea poimia marjaa, että pääsis mopon ostaan.

Suomalaisten kaupallinen metsämarjojen poiminta on vähentynyt vuosi vuodelta niin, että nykyään suurin osa marjayritysten ostamista metsämarjoista on jonkun muun kuin paikallisen väestön keräämiä. Ulkomaalaisten metsämarjanpoiminta onkin merkittävin muutos, mitä suomalainen metsämarjanpoimintakulttuuri on kohdannut pitkään aikaan. Metsämarjateollisuus on entistä riippuvaisempi kansainvälisen kilpailun suhdanteista.

Ulkomaalaiset poimijat ja kaupallisen metsämarjapöiminnan muutos

Suomen liittyminen Euroopan unioniin merkitsi muutosta metsämarja-alalla. Ennen EU-jäsenyyttä Suomi pystyi asettamaan suojatulleja turvatakseen kotimaisen luonnontuo-

teteollisuuden toimintaedellytyksiä. EU-jäsenyyden jälkeen tämä ei ole enää mahdollista. Siksi suomalaisen metsämarja-alan toimintaedellytykset muuttuivat 1990-luvulla. Suomalaisen yritysten näkökulmasta kansainvälinen hintakilpailu näkyy siten, että ollaan esimerkiksi huolestuneita halvemman kiinalaisen puolukan vaikutuksesta myyntimarkkinoilla. Toisaalta metsämarjamarkkinoita on kasvattanut erityisesti mustikoiden kysynnän kasvu, sillä niiden sisältämistä antioksidanteista on tullut tärkeä raaka-aine terveystuote-teollisuudelle. Metsämarjojen matalasta jalostusasteesta on kannettu myös paljon huolta. Osa suomalaisistakin metsämarjayrityksistä on pyrkinyt kehittämään metsämarjatuotteitaan, jotta asema arvoketjussa olisi turvallisempi: ”Mitä alempana olet ravintoketjussa tavallaan, että olet riippuvainen. Jos sinulla on omia lopputuotteita, jalosteita, niin silloinhan sinulla on aina enemmän tilaa hengittää.”

Tuotemarkkinat vaikuttavat metsämarja-alaan myös siten, että luonnonmarjat joutuvat kilpailemaan esimerkiksi leipomotuotteiden kohdalla puutarhamarjojen ja hedelmien kanssa. Metsämarjojen hinta voi muodostua liian kalliiksi. Suomalaiselle metsämarja-alalle tällaiset markkinoiden toimintamekanismit ja niissä tapahtuvat muutokset ovat olleet keskeisiä. Kun kävi hiljalleen selväksi, että suomalaisten poimintahalukkuus ei riitä turvaamaan raaka-ainetarvetta, monet marjayritykset ryhtyivät kutsumaan poimijoita ulkomailta paikatakseen vähenevän kotimaisen poiminnan muodostamaa aukkoa.

Ensin poimijoita tuli runsaasti Itä-Euroopasta, erityisesti Venäjältä ja Ukrainasta. Marjayritysten näkökulmasta lähialueiden ulkomaalaiset poimijat olivat suomalaisia ahkerampia, mutta kuitenkin poimivat huomattavasti vähemmän kuin thaimaalaiset nykyään. Monet haastattelemamme metsämarjayrittäjät totesivat, että itäeurooppalaiset poimijat yhdistävät marjamatkaansa sekä työntekoa että turismia. Thaimaalaisilla ei ole taloudellisia mahdollisuuksia eikä halua harjoittaa turismia Suomessa, ja siksi he ovat yrityksille poimijoina parempia. Euroopan yhdentymisprosessi on avannut itäeurooppalaisille ihmisille muitakin, houkuttelevampia työmahdollisuuksia, minkä seurauksena kiinnostus poimia metsämarjoja Suomessa on vähentynyt. Erityisesti venäläisten poimijoiden määrä on laskenut viimeisten vuosien aikana ja vastaavasti ukrainalaisten poimijoiden määrä on kasvanut. Vuonna 2013 thaimaalaisia poimijoita oli noin 3 200, ukrainalaisia reilu 900, venäläisiä enää noin 150 ja valkovenäläisiä parikymmentä.

Thaimaalaisia metsämarjojen poimijoita saapui Ruotsiin ennen kuin Suomeen. Aluksi thaimaalaisia poimijoita

tuli Ruotsiin olemassa olevien sukulaisverkostojen kautta. Jo tähän tapaan liittyi pienimuotoisia rekrytointimaksuja ja poimijamäärien kasvaessa muita vakiintuneita tapoja ja toistuvan kausityön muodostumista. Tiedot thaimaalaisista poimijoista kulkivat myös suomalaisten yritysten korviin. Ensimmäiset thaimaalaiset kutsuttiin Suomeen vuonna 2005. Heidät kutsuneella suomalaisella metsämarjayrityksellä oli emoyhtiönsä kautta tiiviitä yhteyksiä Ruotsiin, josta myös otettiin mallia. Kutsuttuja oli 92, joista poimijoita oli 88, muut olivat rekrytoijia sekä leirihenkilökuntaa. Rekrytoinnin keskeinen ero maiden välillä on ollut se, että thaimaalaisen poimijoiden rekrytointi Suomeen ammatillistui nopeasti, koska Suomessa ei muodostunut sukulaisverkostojen nojalla tapahtuvaa, epävirallista rekrytointikulttuuria, kuten Ruotsissa. Yritysten rooli poimijoiden kutsujina oli siis alusta alkaen keskeinen, mitä sekä Suomen että Thaimaan valtio edellyttivät.

Thaimaalaisen poimijoiden määrä on kasvanut voimakkaasti. Kun vuonna 2005 thaimaalaisia poimijoita oli 88, oli heitä seuraavana vuonna yli 600. Tuhannen poimijan määrä ylittyi vuonna 2007. Vuonna 2009 poimijoita oli jo yli 2 000. Poimijamäärän lasku tapahtui vuonna 2010, kun kahden perättäisen huonon satovuoden aiheuttamat ongelmat havahduttivat viranomaiset. Samaan aikaan tuli ilmi epäselvyyksiä poimijoiden rekrytoinnissa, kuten katteettomia lupauksia, ylisuuria rekrytointimaksuja sekä korkoja ja muita epämääräisiä rahastustapoja. Huhut korruptiota levisivät samaan aikaan. Suomen Hanoin suurlähetystö keskeytti vietnamilaisten poimijoiden rekrytoinnin epäonnistuneen kokeilun jälkeen. Samalla suomalaiset yritykset toivat Suomen Bangkokin suurlähetystölle painokkaasti esille, että thaimaalaisia poimijoita tarvitaan.

Pahinta, mitä Thaimaassa tapahtui, oli yhden thaimaalaisen rekrytoijan murha, jota ei ole pystytty selvittämään. Näiden ongelmien kasaantuminen lienee syy poimijamäärän laskemiseen lähes 2 500:sta reiluun 1 500 poimijaan vuodeksi 2010. Tämän jälkeen thaimaalaisen poimijoiden määrä on kasvanut. Poimijoiden määrä kuitenkin laski jälleen kaudelle 2014, koska osa yrityksistä ei pystynyt turvaamaan riittävää tulotasoa poimijoilleen edellisestä vuonna. Vuonna 2015 thaimaalaisen poimijoiden määrä nousi jälleen yli 3000, koska thaimaalaisen poimijoiden tulos oli hyvä vuonna 2014. Suomalaiset viranomaiset ovat ryhtyneet tarkemmin säätelemään vuosittaista kolmansista maista kutsuttavien poimijoiden lukumäärää.



Kuva 1. Thaimaalaiset marjanpoimijat siirtävät mustikat säkeistä ja saaveista marjalaatikoihin. Kuva: Pekka Rantanen.

Thaimaalaisen poimijoiden rekrytointi ja työskentely Suomessa

Ulkomaalaisten poimijoiden oikeus poimia metsämarjoja perustuu samalla tavalla kuin suomalaistenkin jokamiehenoikeuksiin (kuva 1), mutta eroaa merkittävästi siksi, että kolmansista maista kutsutut poimijat tarvitsevat Schengen-viisumin. Ulkomaalaislaista on tehty tulkinta, että metsämarjojen poimiminen on mahdollista ilman työntekijän oleskelulupaa. Thaimaalaiset poimijat tulevat Suomeen suomalaisten yritysten kutsumina, mutta eivät täysin omatoimisesti. Yritykset ovat ulkoistaneet rekrytointivastuun niin kutsutuille koordinaattoreille, joille poimijoiden välittäminen on liiketoimintaa.

Koordinaattorit toimivat yritysten ja poimijoiden välillä: koordinaattorit huolehtivat Thaimaassa poimijoiden rekrytointi- ja matkajärjestelyt poimijoiden ja yritysten puolesta. Suomessa koordinaattorit huolehtivat yritysten poimintaleireistä ja niiden toiminnasta niin, että poimijat poimivat yrityksille marjoja ja että poimijoilla on mitä poimia. Tällaiset rekrytointiyritykset ovat suomalaisiin yrityksiin kiinteässä vuoro-

vaikutuksessa. Osa on sukulaisuussuhteisiin perustuvia pieniä kokonaisuuksia ja osa laajemmin organisoituja yrityksiä. Koordinaattori-nimitys kuvastaa, ja ehkä myös korostaa, tämän rekrytointitavan eroa suhteessa virallisemmin määritettyihin rekrytoinnin organisoimisen tapoihin. Nämä toimijat eivät ole olleet Thaimaan lainsäädännön puitteissa rekrytointiyhtiöitä, jolloin niiden toimintaan ei ole sovellettu rekrytointiyhtiöitä koskevaa lainsäädäntöä.

Suomessa toimivien rekrytointiyhtiöiden toimintaan liittyy sellainen erityinen piirre, että ne enemmän tai vähemmän osallistuvat Suomessa poimintatyön organisointiin ja marjaleirien toiminnan säätelyyn. Tämä piirre erottaa selvästi kaikki aikaisemmat metsämarjojen poimintatavat: koordinaattorivetoinen poiminta voi olla hyvin organisoitua ja tehokasta, mikä parhaimmillaan edesauttaa hyvän tuloksen saavuttamisessa. Tehokas poimintaorganisaatio löytää parhaiten runsaimmat marja-alueet ja pystyy hankkimaan soveltuvat majoitusleirit niin, että poimijoille ei koidu liiallisia lisäkustannuksia.

Kaikilta osin toiminnan organisointi ei ole ollut näin tehokasta, koska pelko työsuhteen määreiden täyttymisestä on vähentänyt marjayrittäjien halukkuutta ohjata poimintaa. Ulkomaalaisten poimintatyön säätelyn ja säännötmömyyden välinen häilyvyys aiheuttaa osittain marjanpoimintatapoja, jotka saavat aikaan epäselvyyksiä. Koska poimijoiden ja yrityksen välillä ei ole sopimusta, niin poimijat voivat myydä keräämänsä marjat kenelle tahansa. Usein käytännössä asia ei ole näin, vaan poimijoita on saatettu kieltää myymästä muille kuin heidät kutsuneelle yritykselle. Poimijat ovat myös saattaneet suostua tällaiseen järjestelyyn vapaaehtoisesti, mutta poimijoita on saatettu uhata myös lähettämällä takaisin Thaimaahan.

Yhden haastattelemamme thaimaalaisen koordinaattorin mukaan työntekijöiden rekrytointi on kuin lottoa, jossa huono satovuosi vähentää halukkaiden määrää, kun taas hyvän satovuoden jälkeen halukkaita lähtijöitä on paljon. Jossakin määrin samanlaista liikettä on tapahtunut myös viranomais-säätelyssä, kun huonot satovuodet ja ongelmat ovat vahvistaneet säätelytoimenpiteitä. 50 thaimaalaisen poimijan ja metsämarjayrityksen välinen kiista syksyllä 2013 sai aikaan sen, että viranomaiset asettivat selvityshenkilön kartoittamaan metsämarja-alan toiminnanperiaatteita ja ongelmia. Kyseisen yrityksen ja poimijoiden välisen kiistan kärjistyminen mitä ilmeisimmin asettuu kohtaan, jolloin poimijat ovat huomanneet, että voitollinen marjamatka alkaa olla heille mahdottomuus. Tämä asiantila johtuu ainakin osittain heikohkosta satovuodesta. Huonon satovuoden merkitys on erityisen suuri thaimalaisille poimijoille, koska he sijoittavat suuren summan rahaa marjamatkaan.

Suomalaiset metsämarjayritykset ovat yksimielisiä siitä, että thaimalaiset poimijat ovat ylivertaisia muihin verrattuna (kuva 2). Tämä stereotyyppinen näkemys perustuu kuitenkin siihen, että thaimalaiset tekevät todella pitkiä työpäiviä eivätkä pidä loma- tai sairaspäiviä, ellei ole aivan pakko. Thaimalaiset maksavat itse rekrytointi- ja lentolippukulut sekä ruoka-, asumis- ja bensakulut Suomessa, mikä sitoo heitä taloudellisesti poimintatyöhön ja epäilemättä myös motivoi.

Marjamatkan sisältämä taloudellinen riski, mutta myös mahdollisuus hyviin tuloihin kannustavat heitä kovaan työskentelyyn. Toinen syy thaimaalaisten poimijoiden tuloksellisuuteen on poimintaorganisaation tehokas toiminta. Kuten jo edellä mainittiin, koordinaattorit eivät pelkästään huolehdi poimijoiden rekrytoinnista Thaimaassa, vaan johtavat marjaleirien ja poimintaorganisaation työtä Suomessa. Tällainen poimintatyön organisointi, joka sisältää tehokkaita tapoja etsiä hyviä poimintapaikkoja, tekee thaimaalaisista poimijoista ylivertaisia verrattuna muihin poimijaryhmiin. Monet koordinaattorit kiinnittävät rekrytoinnissa paljon huomioita siihen, että poimijat ovat kykeneviä kovaan työhön, ja osa rekrytoijista ottaa mukaansa edellisen kauden poimijoista vain sellaisia, jotka ovat pystyneet saavuttamaan huomattavan poimintatuloksen. Näin ei aina tapahdu, ja yritykset saattavat valitella, että poimijoiden huono tulos johtuu poimijoiden kokemattomuudesta. Molemmissa tapauksissa koordinaattoreilla on merkittävä kausityömahdollisuuksia määrittävä portinvartijan rooli, mikä sellittää heidän vahvaa asemaansa erityisesti poimijoiden suhteen. On kuitenkin myös niin, että koordinaattorit joutuvat kilpailemaan keskenään



Kuva 2. Poimittujen mustikoitten punnitus illalla klo 20.40. Kuva: Pekka Rantanen.

parhaista poimijoista, mutta poimijoita houkutellessaan toisinaan myös katteettomien lupauksien avulla. Suomeen tulee yhä sellaisia poimijoita, jotka ovat käyneet vuosittain Suomessa ensimmäisistä vuosista alkaen, ja osa heistä on sitä ennen ollut Ruotsissa poimimassa metsämarjoja. Kokeneet poimijat ovat tärkeä voimavara, koska he usein opettavat tulokkaille poimintatyön salat. Yksi tällainen kokenut poimija toteasi haluavansa jatkaa Suomeen tulemistaan siihen asti, kunnes hän on ehtinyt opettaa molemmille pojilleen kaiken tietämänsä marjojen poimimisesta. Sukulaisuusverkostot ovatkin merkittäviä rekrytointikanavia, mutta edellisessä on erityisen kiinnostavaa se, että thaimaalaisten poimijoiden marjamatkat Suomeen ovat olleet jo niin pitkä ilmiö, että sukupolvet alkavat vaihtua toisiin, jolloin metsämarjoista ja niiden poiminnasta opitun tiedon ja kokemuksen siirtäminen nuoremmille sukupolville tulee ajankohtaiseksi Thaimaassa. Huomionarvoista on myös se, että metsämarjojen poiminta ei ole ainoa mahdollinen kausityön muoto Thaimaasta lähteille, vaan pikemmin määrällisesti suhteellisen pieni kausityön muoto mutta riskistään huolimatta monia houkutteleva ansiomahdollisuus. Monet thaimaalaiset marjanpoimijat ovatkin olleet kausityössä muuallakin. Kovan poimintatyön, tulospainneiden, velkaantumiseriskien ja heikon terveyden yhdistelmä on aiheuttanut myös muutaman ulkomaalaisen poimijan kuoleman Suomessa. Poimijoiden terveyttä onkin alettu varmistamaan tarkemmin lähtömaassa. Ulkomaalaisia poimijoita, jotka ovat loukkaantuneet juuri ennen matkaa, on tullut Suomeen poimintatyöhön, koska sijoitettuja rahoja ei olisi voinut saada enää takaisin. Tällainen ei ole hyvä asia.

Ulkomaalaisten poimijoiden ja suomalaisen maaseudun kohtaaminen

Kun vuonna 2005 Suomeen saapui ensimmäinen thaimaalaisten poimijoiden ryhmä, nousi metsämarjojen poiminta ryminällä otsikoihin. Vuosien varrella toiminta on herättänyt suomalaisessa julkisuudessa sekä ymmärrystä että kritiikkiä. Marjojen poiminta perinteisenä maaseutujen pienimuotoisen ansaintamahdollisuuteena on yhäkin olemassa, mutta sen merkitys yritystoiminnalle on vähäinen. Erityisesti thaimaalaisten tekemä laajamittainen poimintatyö on mahdollistanut metsämarja-alan muutoksen ja marjoista on tullut uudella tavalla ymmärretty luonnonvara, luonnontuoteollisuuden tehokkaasti hyödyntämä raaka-aine, josta pyritään jalostamaan terveystietoisille kuluttajille superfoodia. Thaimaalaisten poimijoiden organisoitu toiminta ja liikkuminen laajoilla alueilla ovat tehostaneet metsämarjojen poimintaa, koska poimijaryhmät liikkuvat marjakauden aikana aivan eri intensiteetillä maakuntarajojen yli kuin suomalaiset metsämarjojen keräilijät. Poiminnan organisoituneisuus on ollut myös asia, miksi ulkomaalaisten poimintaa on kritisoitu: ”tuhansien ihmisten organisointi ympäri Lapin marjamaita ei ole jokamiehen oikeutta vaan silkkää raakaa bisnestä”. Kritiikki on kohdistunut erityisesti organisoituneeseen, taloudelliseen voittoon pyrkivään yritystoimintaan, mikä kuitenkin usein liittyy ulkomaalaisten poimijoiden asemaan ja heidän tuloihinsa. Thaimaalaisille poimijoille muodostuu tap-

pio- tai velkaantumiseriski, koska he sijoittavat rahaa marjamatkaan etukäteen ilman varmuutta tuloista. Sekä suomalaiset ja rekrytoijien toimintaa ja pyrkineet puuttumaan tämän epävirallisen työvoiman käyttämisen järjestelmän tuotantoihin ongelmiin. Pahimmillaan kyse voi olla ihmiskaupasta.

Kun ulkomaalaisen poimintatyön organisointi on kasvanut ja tehostunut, esille on tullut vahvemmin kysymyksiä myös siitä, kenelle Suomessa kasvavat marjat kuuluvat ja kuka niitä saa hyödyntää. Jo nykyisellä ulkomaalaisten poimijoiden määrällä parhaista marjapaikoista joudutaan kilpailemaan. Kilpailua voi esiintyä sekä ulkomaalaisten ryhmien välillä että paikallisten ihmisten kanssa. Paikalliset tahot ja marjayritykset ovatkin pyrkineet saamaan aikaan sopimuksia, joilla esimerkiksi asutuskeskusten lähialueita varataan paikallisille poimijoille. Paikallisten ihmisten erityiset poiminta-alueet ovat tässä suhteessa uudenlainen keskustelun aihe. Valitukset siitä, että mättäät on poimittu tyhjiksi, luultavasti lisääntyvät suhteessa poimijoiden määrään. Myös metsissä harjoitettua kiusantekoa tai marjojen varastamista ovat ulkomaalaiset poimijat kohdanneet, eikä vaarallisilta konflikteiltaakaan ole vältytty. Tällaista on ilmennyt myös eri ulkomaalaisten ryhmien välillä, kun on kiisteltä, kuka marjapaikalta väistyy. Aseitakin on otettu esille, kun poiminta-alueesta on tullut kiistaa, ja myös varoituskaukuisia on ammuttu. Järkevä poimittavan marjamäärän raja ja poimijoiden välinen kilpailu parhaista marjamaista liittyvät toisiinsa. Suomeen kutsuttavien poimijoiden määrään ei pidä aiheuttaa liian kovaa kilpailua parhaista poiminta-alueista. On myös ehdotettu, että metsämarjojen kulloinenkin markkina- ja varastotilanne pitäisi ottaa huomioon kutsuttavien poimijoiden kokonaiskiintiössä. Suomessa vuotuisesta kokonaismäärästä voidaan taloudellisesti poimia korkeintaan 20 %, mikä on hyvä ottaa huomioon kaupallisen metsämarja-alan toiminnan reunaehtona. Ruotsissa ulkomaalaisten poimijoiden määrä on ollut välillä moninkertainen Suomeen verrattuna, ja se on tuottanut runsaan määrän erilaisia ongelmia, jotka ovat kärjistyneet erityisesti huonojen satovuosien aikana.

Ulkomaalaisten metsämarjapojiminta Suomessa on muutanut monin tavoin suomalaisen maaseudun merkitystä ja marjanpoimintakulttuuria. Ulkomaalaisten poimijoiden kutsusta Suomeen voi perustella sillä, että luonnontuoteollisuuden pitkäjänteinen kehittäminen tai nykyymmärtäminen yritystoiminnan olemassaolo, ei onnistu ilman ulkomaalaista työvoimaa. Paikalliset poimivat ja myyvät marjoja yrityksille yksinkertaisesti liian vähän. Luonnonmarja-alan kehittämisen kannalta ulkomaalaisten tekemä työ on perusteltua. Ulkomaalaisten poimijoiden heikko asema on osoittautunut suurimmaksi ongelmaksi. Tähän perustuvat myös vaatimukset työsuhteesta, koska se antaisi virallista suojaa haavoittuvassa asemassa oleville poimijoille.

Luonnontuotealan tulevaisuuden ja kehittämisen kannalta olennainen kysymys on, millainen suhde poimijoita kutsuvan yrityksen ja poimijoiden välillä on. Suomalaiset yritykset ovat toistuvasti korostaneet, ettei heidän ja heille poimivien thaimaalaisten välillä ole minkäänlaista työ- tai muuhun riippuvuussuhteeseen perustuvaa sopimusta. Yritys vain kutsuu poimijoita ja huolehtii parhaansa mukaan, että poimijoil-

la on poimittavaa sekä poimintakalusto saatavilla ja elinolosuhteet kunnossa. Lähes kaikki yrittäjät ovat olleet sitä mieltä, että jos nykykäytännöstä luovutaan, yritysten on pakko laittaa lappu luukulle. Toisaalta työsuhde pohjainen poiminta on pystynyt pitämään Ruotsissa yritystoiminnan elossa, vaikkakaan työsuhde ei ole poistanut kaikkia ansiotason ongelmallisuksia tai minimiansiotason säädösten kiertämisen tapoja.

Suomen nykyinen malli, jossa yrityksiltä edellytetään, että ulkomaalaiset poimijat saavuttavat tietyn nettotulotason, on lähellä ruotsalaista käytäntöä, paitsi että se ei sisällä työsuhdetta. Näin myöskään tuloja ei voi verottaa, koska jokamiehen oikeuden nojalla poimittu myyntitulo on lähtökohtaisesti verotonta. Keskeinen Suomen valtion käyttämä säätelymekanismi on kausityöohje viisumivollisista maista, mitä on käytetty yritys kohtaiseenkin säätelyyn entistä enemmän. Myös Thaimaan viranomaiset ovat asettaneet joukon velvoitteita yrityksille kohtaan, eivätkä yritysten toimintatavat siten voi olla millaisia väin. Thaimaan valtio voi halutesaan estää kansalaistensa poistumisen maasta (tämä koskee sekä koordinaattoreita että poimijoita). Suomen valtio voi puolestaan olla myöntämättä viisumeita.

Thaimaalaisten poiminta on saanut aikaan keskustelua ja kiistelyä siitä, millä tavalla ulkomaalaisten ihmisten tekemä poimintatyö on työtä. Thaimaalaisten poiminnan organisoituneisuus, tehokkuus ja ryhmissä toimiminen on näkyvä ilmaisu siitä, miten thaimaalaisten marjanpoiminta on pohjimmiltaan erilaista kuin ruotsalaisten marjanpoiminta. Yhäkin metsämarjat asettuvat kahden ääripään väliin. Metsään joko mätänee valtava, hyödynnettävissä oleva marjamäärä, tai mättäät onkin poimittu tyhjiksi. Metsämarjayritysten, rekrytoijien ja erityisesti thaimaalaisten poimijoiden toiminta on selkeästi tehostanut kaupallista poimintaa, mutta tyhjä mättäät ovat myös alkaneet ärsyttää muita. Tämä sekä poimijoiden ansiotason ongelmat ovat keskeisiä ulottuvuuksia sosiaalisesti kestävässä metsämarjateollisuuden tulevaisuudelle.

Osa luonnontuoteteollisuusyrityksistä on ryhtynyt itse soveltamaan sosiaalista vastuujärjestelmää (ISO 26000), mikä on myönteinen asia. Aiempia ongelmia on vaivannut se puute, että erilaisten konfliktien ratkaisutavat ja säätely on ollut epämääräistä. Tämä johtuu siitä, että ei ole ollut olemassa virallisia toimintatapoja ongelmien ratkaisuihin, ja toiseksi Suomessa ei ole yksittäistä viranomaisstahoa, joka huolehtisi säätelystä kokonaisvaltaisesti.

Metsämarja-ala on parhaillaankin muutoksessa. Markku Wallinin laatima viranomais selvitys suosittaa metsämarjojen poimintaan työsopimussuhdetta. Toisena vaihtoehtona tuodaan esille erillislain säätäminen, mitä kuitenkin pidetään lähtökohtaisesti huonona vaihtoehtona, sillä se muodostaisi Suomeen kolmannen työnteon kategorian työsuhteen ja yrittäjätöön lisäksi. Tämän raportin jälkeen työ- ja elinkeinoministeriö, ulkoasiainministeriö ja kolmansista maista poimijoita kutsuvat metsämarjayritykset allekirjoittivat aiesopimuksen, jossa määritetään entistä tarkemmin metsämarja-alan kausityön ehtoja. Sopimus on merkittävä, koska se luo aikaisemmille säätely tavoille virallisen pohjan. Poimijoiden toteutunut ansiotaso vaikuttaa yrityksen seuraavan vuoden poimijoiden lukumäärään, joka aiemmin oli epä- määräisesti kausityöohjeessa määritetty seikka. Poiminta-

työtä ei aiesopimuksen mukaan tehdä vielääkään työsuhteessa, mutta marjaleirien tukihenkilöstöllä, kuten kokeilla, autonkorjaajilla, kirjanpitäjillä ja leirinjohtajilla, pitää jatkossa olla työntekijän oleskelulupa.

Laajemmin luonnontuotealan säätelyn taustalla on Euroopan unionin tuore kausityödirektiivi, jonka yksi keskeinen tarkoitus on yhdenmukaistaa työn tekemisen muotoja ja ehtoja EU:ssa. Kausityödirektiivi on hyvä pohja eettisesti kestävä luonnontuoteteollisuuden rakentamiseksi. On selvää, että ulkomaalaiset poimijat ovat olleet haavoittuvassa asemassa ja heidän neuvotteluasemansa on ollut heikko. Vaikka tämän poimintatyön säätelyä on kehitetty paljon, niin se- kään ei ole estänyt lähes vuosittain toistuvia ongelmatilanteita. Tuore aiesopimus on merkittävä kehittämistoimenpide, joka selkeyttää alan toimijoiden vastuita ja velvollisuuksia.

Kirjallisuus

- Hedberg, C. 2013. 'Grapes of Wrath'? Power Spatialities and Aspects of Labour in the Wild Berry Global Commodity Chain. *Competition and Change* 17(1): 57-74.
- Eriksson, M. & Tollefsen, A. 2013. Of Berries and Seasonal Work. The Swedish Berry Industry and the Disciplining of Labour Migration from Thailand. Kirjassa: Geiger, M. & Pécoud, A. (toim.). *Disciplining the Transnational Mobility of People*. Palgrave, Basingstoke. s. 185-206.
- Rantanen, P. ja Valkonen, J. 2008. Pieni genealoginen tapahtuma: Tapaustutkimus ulkomaalaisten luonnonmarjapoiminnasta Suomessa. *Sociologia* 45(1): 21-36.
- Rantanen, P. ja Valkonen, J. 2011. Ulkomaalaiset metsämarjanpoimijat Suomessa. *Ulkorajarahasto, Ulkoasiainministeriö*. 84 s.
- Rantanen, P. ja Valkonen, J. 2013. Ulkomaalaisten marjanpoimijoiden ja suomalaisen maaseudun kohtaaminen. *Maaseudun uusi aika* 21(2-3): 85-90.
- Vaara, M., Saastamoinen, O. & Turtiainen, M. 2013. Changes in wild berry picking in Finland between 1997 and 2011. *Scandinavian Journal of Forest Research* 28(6): 586-595. <http://dx.doi.org/10.1080/02827581.2013.786123>
- Valkonen, J. ja Rantanen, P. 2011. Suomalainen marjasoppa on monen yrittäjän keitos. *Hyvinvointikatsaus* 4/2011. s. 24-28.
- Wallin, M. 2014. Ehdotuksia ulkomaalaisten metsämarjanpoimijoiden olosuhteisiin liittyvien epäkohtien korjaamiseksi. *Työ- ja elinkeinoministeriö, Helsinki*. 41 s.

Tauteja metsästä

Heikki Henttonen

Metsät hyödyttävät ihmisiä monin tavoin. Mutta ei pidä unohtaa, että kaikessa hyvässä on myös negatiiviset puolensa. Metsien osalta kyse on joistain zoonoottisista, eläimistä ihmisiin leviävistä taudeista. Yleisesti ottaen pohjoinen luonto on tässä suhteessa puhtaampi kuin monet eteläiset seudut, mutta kyllä meilläkin on riesamme. Esittelen tässä yleisimpiä zoonoosejamme, ja mukana on myös pari, joita ei Suomessa vielä tavata, mutta jotka voivat tänne levitä.

Myyräkuume

Myyräkuume on yleisimpiä eläinperäisistä taudeistamme (kuva 1). Se on Puumala-viruksen aiheuttama infektio tauti, joka kuuluu munuaisoireisiin verenvuotokuumeisiin. Onneksi myyräkuume on tässä tautiryhmässä lievimmistä päästä. Suomalaisen nimensä virus on saanut sitä, että se ensimmäistä kertaa maailmassa löydettiin vuonna 1979 Puumalasta kerättyistä metsämyyristä.

Taudinkuva

Myyräkuume alkaa yleensä rajuna kuumeena, johon liittyy päänsärkyä ja pahoinvointia. Muut oireet kuten selkävivot (munuaisten aiheuttama oire) tai näköhäiriöt tulevat paria päivää myöhemmin. Itämisaika on pitkä, vähintään kaksi viikkoa, usein kolme viikkoa, ja voi olla jopa kuusi viikkoa. Jos

kuume iskee pari päivää pölyisän työn jälkeen, kyse ei ole myyräkuumeesta. Pitkä itämisaika on hyvä muistaa, koska viikkojen takainen tartunta voi yllättää vaikka lomamatkalla ulkomailla. Puumala-viruksen ei tiedetä siirtyvän äidistä sikiöön raskauden aikana.

Vain yksi viidestä tartunnan saaneesta ihmisestä sairastuu. Suurin osa saa vasta-aineet ja elinikäisen immuniteetin tietämättään. Noin viidellä prosentilla suomalaisista on Puumala-viruksen vasta-aineet, joskin paikoin Järvi-Suomessa yli 60-vuotiaista miehistä vasta-aineita on yli puolella. Koska myyräkuume on virustauti, antibioottihoitoa ei ole.

Akuutin taudin luonne vaihtelee suuresti, lievistä pahaan. Useinkaan lievää kuumeilua ja päänsärkyä ei edes tunnista myyräkuumeeksi. Myyräkuume on kuitenkin ärhäkkä tauti, joten lääkäriissäkäynti kannattaa taudin varmistamiseksi. Yli puolella potilaista munuaisoireet ovat selvät ja ilmenevät selkäkivuna, virtsaamishäiriönä tai molempina. Viisi prosenttia sairaustapauksista on niin vakavia, että dialyysihoito (munuaiskonehoito) on tarpeen. Myyräkuumeeseen saattaa liittyä oireita myös muissa elimissä, kuten maksassa ja sydämessä. Myös keskushermosto-oireet ovat yleisiä, kuten voimakas päänsärky, näköhäiriöt tai sekavuus.

Alttiudella saada paha myyräkuume on perinnöllinen tausta, ja tällehen ei ihminen voi mitään. Yli 33 000 potilaan joukossa vuodesta 1995 lähtien on ollut vajaa 20 kuoleman-



Kuva 1. Metsämyyrä levittää myyräkuumeen aiheuttavaa Puumala-virusta. Kuva: Erkki Oksanen, Luke.

tapausta, ja tutkituissa tapauksissa kyse on ollut mainitusta perinnöllisestä taustasta.

Esiintyminen

Monista myyrälajeistamme vain metsämyyrä levittää myyräkuumeen aiheuttavaa Puumala-virusta. Myyräkuumeen esiintyminen seuraa metsämyyrän kannanvaihteluita. Vuodesta 1995 jatkuneen Terveyden ja hyvinvoinnin laitoksen tartuntatautirekisterin mukaan ihmisiä sairastuu vuosittain hyvin vaihteleva määrä: alle tuhannesta yli 3 000:een. Loppusyksyllä metsämyyristä 30–50 % voi kantaa Puumala-virusta, mutta tuolloin myyriä on jo vähemmän. Tästä johtuen loppusyksy ja alkutalvi ovat pahinta myyräkuumeen riskiaikaa, mutta sairastumisia voi tapahtua ympäri vuoden. Virus on siis hyvin yleinen.

Tartunta

Puumala-virus leviää metsämyyrän ulosteissa ja syljessä. Ihminen saa tartunnan useimmiten hengitysteitse pölytartuntana paikoissa, joihin metsämyyrät varsinkin loppusyksyllä tunkeutuvat. Tällaisia ovat muun muassa mökit, ulkorakennukset, puuliiterit ja heinäladot. Näissä puuhatessaan ihmisellä on suuret mahdollisuudet hengittää keuhkoihinsa Puumala-virusta pölyn mukana. Mökeillä tai kellareissa siivotessa kannattaa käyttää kosteita rättejä, vaikka desinfioivaan liuokseen kastettuna, koska se estää pölyämisen. Pölyimuri sen sijaan levittää pölyä ilmaan. Varmoin keino saada myyräkuume on hakata halkoja loppusyksyllä sisällä puuliiterissä.

Usein kysytään, onko puutarhan multakeoista tai keväistä heinämakkaroista myyräkuumevaaraa lapsille. Ei ole, sillä ne eivät ole metsämyyrien tekosia. Samoin usein kysytään, voiko sienia poimia, jos niissä on myyrien hampaiden jälkiä - metsämyyrähän syö mielellään monia sienilajeja. Kylä voi - vaarallisuutta on ajaa autolla sinne metsän reunaan. Virus tuhoutuu nopeasti ruokaa kuumennettaessa. Yleensä metsämyyrä ei itsestään kovin paljoa jälkiä jätä, selvimmät ovat tummat pienet papanat liiterissä tai mökin nurkassa.

Tupakointi on suurin yksittäinen lisäriskitekijä myyräkuumeen saamiseksi. Ilmeisesti keuhkojen värekarvat eivät tupakoitsijoilla toimi kunnolla, eikä viruspöly poistu keuhkoista.

Kannattaakin realistisesti verrata riskejä toisiinsa. Tupakoinnilla ja autoilulla on selvät, tunnetut riskinsä. Sen sijaan myyräkuumeen saaminen marjoista tai sienistä on epätodennäköistä, koska yleensä tartunta tapahtuu hengitysteitse pölyn mukana. Tietenkin, jos huomaa sienien päällä tuoreita papanoita tai lakissa tuoreita hampaanjälkiä, voi sellaisen sienien jättää poimimatta.

Virus myyrissä

Kun metsämyyrä itse saa tartunnan, se kantaa virusta ja myös levittää sitä koko loppuelämänsä, joskin erityis saatana olla tehokkainta kuukausi tartunnan jälkeen. Myyrävuosina metsämyyräkanta on runsaimmillaan loppukesästä alkusyksyyn, ja Puumala-virus leviää myyrissä parin kuukauden

viiveellä. Näin ollen virusta kantavien metsämyyrien määrä on suurimmillaan alku- ja keskitalvella, jolloin myös eniten ihmisiä sairastuu. Metsämyyrät tunkeutuvat mielellään ulkorakennuksiin talven tullen, ja talvella kylmässä virus säilyy paremmin kuin kesällä lämpimässä. Kun metsämyyräkannan noustessa myyrät ja virukset isäntiensä mukana, leviävät tehokkaasti suomalaisessa metsämaisemassa, niin siten sairastumisia riittää.

Virus säilyy tartuntakykyisenä myyrän ulkopuolella huoneenlämmössä kaksi viikkoa, mutta talvella kylmässä ja kosteassa todennäköisesti paljon pitempään. Siksi pölyvien paikkojen siivoukset mökeillä ja muissa rakennuksissa kannattaa tehdä alkukesällä. Metsämyyrälle itselleen virus ei aiheuta näkyvää sairautta.

Suositeltavaa on, että omakotitaloissa, ulkorakennuksissa ja mökeillä pidetään hiirenloukkuja vireessä jatkuvasti ja poistamaan myyrät, kun niitä tulee rakennuksiin. Jos myyriä pyydystetään vain silloin tällöin, voi nurkkiin ruiskittu virus säilyä viikkoja tartuntakykyisenä. On parempi pyytää kutsumattomat vieraat pois sitä mukaa, kun ne yrittävät sisälle, erityisesti syksyllä ja alkutalvella. Kuolleista myyristä tartuntaa ei saa helposti.

On laskettu, kuinka paljon virusta kantavia metsämyyriä olisi saattanut olla maan eteläpuoliskolla loppusyksyllä 2008 - myyräkuumeen ennätysvuonna. Laskelmien mukaan Suomessa oli 80 miljoonaa virusmyyrää. EU:ssa 70 % myyräkuumetapauksista ilmenee Suomessa.

Jänisrutto

Jänisrutto on taudin nimenä aika harhaanjohtava. Tautia kylä jäniksissäkin esiintyy, mutta myyrät ovat taudin esiintymiselle olennaisia.

Jänisrutto eli tularemia on *Francisella tularensis*-bakteerin aiheuttama tauti, joka voi tarttua lukuisiin eläimiin, myös ihmiseen. Bakteeri tarttuu herkästi, ja hengitettynä se voi aiheuttaa vakavan keuhkokuumeen. Tämän kirjoittaja kärsi aikoinaan kolme viikkoa Helsingin Auroran sairaalassa jänisruttokeuhkokuumeen kourissa, ammattitautina myyristä saatuna.

Suomessa tulareman saa useimmiten loppukesällä tai alkusyksyllä hyttysten puremasta. Taudin voi saada myös sairastunutta eläintä käsittelemällä ihohaavan kautta tai bakteerin saastuttamaa elintarviketta syömällä. Myös saastuneesta juomavedestä voi saada tartunnan. Pölytartuntana saatu bakteeri voi aiheuttaa keuhkokuumeen.

Suomessa tulareman esiintyvyys vaihtelee paljon alueellisesti. Joillakin alueilla tauti on vähälukuinen, kun taas joillain alueilla tulee melkoinen osa maamme ihmistautitapauksista. Pohjoinen Pohjanmaa johtaa tilastoja.

Suomessa tulareman esiintyminen noudattaa myyrien kannanvaihteluita, mutta liki vuoden viiveellä. Kun esimerkiksi myyräkuume runsastuu heti myyrähuipun myötä syys-talvella, niin tularemiaa esiintyy ihmisissä vasta myyrähuipun jälkeen seuraavan kesän lopulla. Jänikset eivät voi toimia taudin reservuaarina, luonnonvarastona, koska ne kuolevat tautiin. Tularemiaa esiintyy myyrissä, ja elinkierron epäillään tapahtuvan myyrien, veden ja hyttysten kautta.

Kun ihmiset saavat tartunnan useimmiten hyttysistä, mutta taudin yleisyys kuitenkin noudattaa myyrrien kannanvaihteluita, niin mikä on yhteys? Tularemia esiintyy usein kosteikkojen ja vesistöjen läheisyydessä. Hyttystoukat kehittyvät vedessä. Myyräkannan huippuvaiheessa ja lumien sulaessa seuraavana keväänä bakteeria voi kulkeutua runsaasti pintavesiin myyrrien ulosteista. Hyttystoukat voivat saada bakteerin vedestä, ja hyttystoukista bakteeri voi siirtyä muodonvaihdoksessa edelleen aikuisiin hyttysiin. Vesissä elävien ameebojen on myös epäilty olevan tulareman säilymispaikkoja.

Suomessa tularemiaan sairastuu vuosittain vähintään parikymmentä ja enintään tuhatkunta ihmistä. Taudin itämisaika on keskimäärin 3–5 vuorokautta. Taudinkuvan määrää tartuntatapa: onko se tullut hyttysenpuremasta, haavasta, hengitysteitse, ruoasta vai juomasta. Kova kuume on tyypillinen oire. Usein hyttysen pistokohdassa on tulehtunut haavauma. Läheiset imusolmukkeet suurenevat ja saattavat märkiä. Hengitysteitse saatu infektio aiheuttaa jänisruttokeuhkokuumeen. Keuhkokuumemuotoa on lähinnä esiintynyt maanviljelijöissä, jotka ovat saaneet bakteerin pölytartuntana heinälatoihin kuolleista myyristä.

Antibiootit tehoavat yleensä tularemiaan, joskin Pohjois-Euroopassa tunnetaan myös kantoja, jotka ovat yleisimmille tulareman hoidossa käytetyille antibiooteille vastustuskykyisiä. Epidemia-alueiden lääkärit tuntevat taudin, joten antibioottihoito määrätään yleensä suoraan oireiden mukaan. Vasta-aineet nousevat parin viikon viiveellä ja myös katoavat suhteellisen pian, mutta immuniteetti pysyy.

Pogostantauti

Sindbis-viruksen aiheuttamaa pogostantautia esiintyy etupäässä maamme itä- ja keskiosissa loppukesällä ja syksyllä. Sairastuneiden määrä vaihtelee vuosittain paristakymmenestä jopa 1 300:aan. Tartunnan saa hyttysen pistosta. Mitä enemmän hyttysen pistoja esiintyy, sen suurempi on riski sairastua. Itämisaika hyttysten pistosta oireiden ilmeneemiseen on noin neljä vuorokautta. Oireina on kuumetta, ihottumaa ja nivelvaivoja, jotka voivat jatkua pitkään ja olla hankalia. Tästäkin taudissa on todettu, että tietty perinnöllinen tausta altistaa vaikeammille oireille. Tautia on esiintynyt seitsemän vuoden jaksoissa, ja siksi on epäilty, että kanalinnot voisivat olla viruksen isäntinä luonnossa.

Punkkitaudit

Maassamme tavataan kahta punkkilajia, jotka voivat levittää borrelioosia ja puutiaisavokuumetta ihmisiin (kuva 2). Puutiainen (*Ixodes ricinus*) on periaatteessa levinneisyydeltään läntinen ja taigapunkki (*Ixodes persulcatus*) itäinen, mutta Suomessa molempia esiintyy laajalti. Aiemmin luultiin, että puutiainen levittää eurooppalaista aivokuumeen muotoa ja taigapunkki taas aivokuumeen ärhäkkäämpää siperialaista muotoa. Nykyisin tiedetään, että ainakin Suomessa punkkilajit ja viruskannat menevät ristiin. Puutiaisavokuumetta vastaan on rokotus, mutta borrelioita vastaan ei vielä ole Euroopassa. Ongelmana on, että Euroopassa on useita *Borrelia*-lajeja,



Kuva 2. Aikuinen puutiainen työntää kärsänsä syväälle ihmisen ihoon ja erittää samalla puuduttavia aineita, jolloin pisto ei tunnu. Puutiainen imee ihmisestä veriaterian ja voi tartuttaa ihmiseen borrelioosin tai puutiaisavokuumeen. Kuva: Heikki Henttonen.

joten kaikkiin tehoavan rokotuksen kehittäminen ei ole ollut helppoa.

Punkkien elämäntieto

Puutiaisen elämäntietoon kuuluu kolme vaihetta: toukka, nymfi ja aikuinen. Puutiaisen kehitys vie aikaa, sillä kukin vaihe kestää vuoden. Yleensä puutiaisista puhuttaessa ihmiset ajattelevat vain aikuisia, siis isokokoisinta kehitysvaihetta. Aikuinen puutiainen on muutaman millimetrin mittainen litteä punkki. Aikuinen naaras imee niin paljon verta, että se paisuu viiden millimetrin kokoiseksi. Pienempikokoisia, millimetrin tai parin mittaisia toukkia ja nymfejä on vaikeampi havaita, mutta myös ne ovat tärkeitä tautien levittäjiä. Kaikki kehitysvaiheet vaativat veriaterian kehittyäkseen seuraavaan vaiheeseen. Tästä johtuen ne levittävät tehokkaasti viruksia, bakteereita ja alkueläimiä. Vaikka nymfeissä taudinaiheuttajia kantavien osuus on pienempi kuin aikuisissa, on nymfejä paljon enemmän kuin aikuisia, mikä korostaa nymfien merkitystä.

Puutiaista esiintyy Suomessa nykyisin noin Rovaniemen korkeudelle asti. Se elää ruohikossa ja pensaisissa odottamassa lämminveristä isäntäeläintä. Toukat ja nymfit saavat veriateriansa pienemmistä nisäkkäistä, kuten metsämyyristä ja metsähiiristä, kun taas aikuiset imevät enimmäkseen suurimmista lajeista, kuten metsä- ja valkohäntäkauriista, jäniksistä, ketuista ja villisioistakin.

Usein esiintyvä harhaluulo on, että runsaina myyrävuosina olisi paljon puutiaisia, mutta tuolloin unohdetaan punkkien monivuotinen elinkierto. Runsaana myyrävuonna munista kuoriutuvat toukat kyllä hyötyvät myyristä, kun veriaterian tarjoajia on runsaasti. Runsas toukkamäärä muuttuu runsaaksi nymfimääräksi kuitenkin vasta seuraavana vuonna, jolloin myyräkanta on jo romahtanut. Aikuisia puutiaisia on runsaammin taas vuotta myöhemmin.

Olennaista on se, että *Borrelia*-bakteerit ja puutiaisai-vokuumevirukset lisääntyvät nimenomaan pikkujyrsijöissä, mutta isommista nisäkkäistä aikuinen punkkinaaras saa isomman veriaterian, jonka turvin se tuottaa paljon munia. Kauriissa *Borrelia* ei lisääntynyt. Isompien nisäkkäiden merkitys puutiaisille on veriaterian tarjoaminen ja puutiaisten siirtäminen uusille alueille. Näin ollen metsäkauriin leviäminen ja runsastuminen lisäävät punkkien määriä.

Lämpötila vaikuttaa punkkien esiintymiseen, ja niinpä on oletettavaa, että ilmaston lämmetessä punkit leviävät Suomessa nykyistä laajemmalle. Lämpötilan nousu vaikuttaa puutiaisten aktiivisuuteen keväällä. Nymfit lähtevät liikkeelle jo 5-7 asteen lämmössä, mutta toukat vasta noin 10 asteen lämmössä. Lisäksi taigapunkki saattaa olla paremmin sopeutunut kylmiin olosuhteisiin.

Taudit

Suomessa esiintyy kahta puutiaisai-vokuumevirusta. Euroopalainen virus on yleisempi, mutta siperialaista pidetään vaarallisempänä. Puutiaisai-vokuumeita tavataan enimmäkseen rannikkoseuduilla, mutta Kaakkois-Suomessa ja paikoin Savossa ja Keski-Suomessakin on pesäkkeitä. Pohjoisin ihmistapaus on Simosta.

Borrelia-lajeja on useita, ja niiden aiheuttamat taudit ovat erilaisia. Yksi aiheuttaa niveloireita, toinen iho-oireita ja kolmas neurologisia oireita. Uusia lajeja on löydetty viime vuosina. Eri *Borrelia*-lajien isäntälajit vaihtelevat luonnossa. Euroopalainen *Borrelia*-ongelma on huomattavan monimuotoinen ja borrelioositapausten määrä on ollut kasvussa.

Puutiaisai-vokuumevirus siirtyy nopeasti ihmiseen punkin imiessä verta, mutta onneksi tätä tautia vastaan on rokotte. Sen sijaan *Borrelia*-bakteerit siirtyvät hitaasti. *Borrelia*-lajien välillä on eroja, mutta useimpien kohdalla puutiaisen pureman pitää jatkua liki vuorokauden ennen kuin bakteeri siirtyy. Siksi päivittäinen punkkitarkastus riskialueilla on olennaista. Ongelmana vain on, että pienten toukkien ja nymfiin havaitseminen vaikkapa hiusten seasta on vaikeaa. Keskimäärin on arvioitu, että riski saada puutiaisai-vokuume punkin puremasta on alle 1/1 000 puremaa. Sen sijaan riski saada borrelioosi on huomattavasti suurempi, 1/25-50 puremasta, jos punkki on ollut pitkään kiinni ihmisessä. Borrelioosi esiintyy eniten loppukesällä ja alkusyksyllä. Usein, mutta ei aina, puremakohdan ympärille kehittyy punertava ihottuma. Antibiootit yleensä tehoavat - sen paremmin, mitä varhaisemmin hoito on aloitettu.

Ekinokokit

Ekinokokeista keskustellaan säännöllisesti mediassa, ja tutkijoilla on täysi työ pitää sensaatiojuttuja kärkevien toimittajien jalat maassa. Lisäongelmia tuo se, että lajeja tai itse asiassa lajiryhmiä on kaksi, ja maallikoilta menevät helposti sekaisin lajit, niiden elämäntavat ja niiden aiheuttamat sairaudet.

Ekinokokit ovat pienikokoisia, korkeintaan viiden millimetrin mittaisia heisimatoja ("lapamatoja"). Ekinokokkien elämäntavoihin kuuluu pääisäntänä petonisäkäs, joka Eu-

roopassa on yleensä koira-eläin, ja väli-isäntänä pääisännän ravinnoksi soveltuva kasvin-syöjä-nisäkkäs. Pääisännässä loinen lisääntyy suvullisesti ja tuottaa luontoon leviäviä munia, mutta väli-isäntä on muuten elämäntavallisesti välttämätön. Petoeläin saa loisen syömällä loistoukkia kantavan väli-isännän.

Pelätty laji on myyräekinokokki (kuva 3). Loisen pääisäntä voi olla kettu, naali, supikoira ja tavallinen koira, mutta kissa ei ole hyvä isäntä. Näätäeläimiin loinen ei tartu. Väli-isäntä on jyrsijä, yleensä myyrä tai sopuli. Ihminen voi saada tartunnan vain loisen munista, jotka ovat levinneet luontoon pääisännän ulosteista. Olennaista on petoeläinten runsaus, myyrillä sen sijaan ei ole merkitystä ihmisten tartuttajina, vaan loisen elämäntavallisuuden turvaajina.

Myyräekinokokkia esiintyy Keski-Euroopassa ja muun muassa Tanskassa, Huippuvuorilla ja Pohjois-Venäjällä. Myös Virossa loinen esiintyy, mutta tilanteesta Suomen lähialueilla itärajan takana ei ole tietoa. Monilla alueilla Euroopassa loinen on runsastunut ja laajentanut levinneisyyttään, osittain luultavasti kettukantojen nousun vuoksi. Keski-Euroopassa useilla alueilla yli puolella ketuista on loinen. Yllättäen pari vuotta sitten loinen löytyi ketuista muutamalta paikkakunnalta Etelä-Ruotsista. Löydöt aiheuttivat runsaasti mediahuomiota, mutta perusteellisen harkinnan jälkeen Ruotsin eläinlääkintäviranomaiset päättivät, ettei mihinkään rajoitukseen esim. marjan- ja sienenpoiminnassa ole tarvetta. Norjan mannermaaltakaan loista ei ole tavattu.

Suomesta loista ei ole koskaan löytynyt (kirjoitettu 10.6.2014). Elintarviketurvallisuusvirasto (Evira) seuraa kettujen ja supikoirien mahdollisia tartuntoja ja Luonnonvarakeskus (Luke) puolestaan myyrätilannetta ympäri maata. Suomessa on vuosikymmenien kuluessa tarkastettu tuhansia koira-eläimiä ja useita kymmeniätuhansia myyriä, mutta viitteitä myyräekinokokista ei ole löytynyt. Koska loista esiintyy Venäjällä ja Virossa, voi otaksua, että joskus loinen saapuu Suomeenkin.

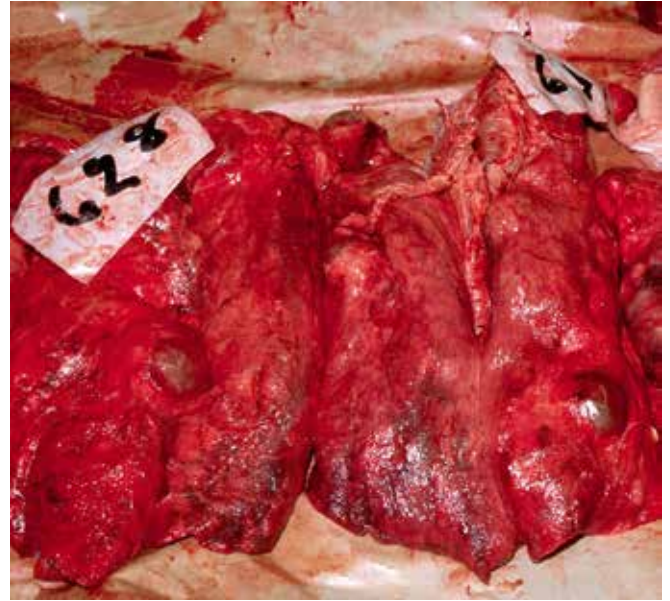
Keski-Euroopassa ihmistartuntoja esiintyy harvakseltaan. Silti monet varovat raakojen marjojen syöntiä siinä pelossa, että voisivat saada tartunnan. Nykykäsityksen mukaan tartunta marjoista on epätodennäköinen. Tähän liittyy Ruotsin viranomaisten päätös olla rajoittamatta marjojen ja sienienpoimintaa sen lisäksi, että loinen on siellä niin harvinainen. Ihmistartunta tapahtuu oman infektoituneen koiran turkkiin ulosteista jääneistä loismunista, kun koira on syönyt loista kantavia myyriä. Siksi myyräekinokokkia koirien säännöllinen matolääkintä on olennaista, ja siksi ulkomailta tuotaville koirille on annettava matolääkekuuri ennen Suomeen tuloa.

Ihmiselle loinen on hengenvaarallinen, jos infektio johtaa pysyvään sairauteen. Kuitenkin vain ehkä alle viidennes tartunnoista johtaa pysyvään loissairauteen. Tauti ilmenee maksassa hitaasti kehittyvänä syöpämäisenä kasvaimena. Oireet ilmenevät vasta 10-15 vuoden kuluttua tartunnasta. Loiskasvaimen leikkaaminen on hyvin vaikeaa, jollei mahdotonta. Nykyisin on kuitenkin lääkkeitä, joilla loiskasvaimen eteneminen saadaan estettyä.

Myyräekinokokkia Suomessa ei siis (ainakaan vielä) ole. Sen sijaan meillä, lähinnä Itä-Suomessa ja Itä-Lapissa, ta-



Kuva 3. Myyräekinokokin toukkarakkulamassaa myyrän maksassa. Kuva: Heikki Henttonen.



Kuva 4. Hirviekinokokin väli-isäntiä ovat poro ja hirvi, joissa toukkarakkulat esiintyvät keuhkoissa. Kuvassa kaksi nesterakkulaa hirven keuhkoissa. Kuva: Antti Oksanen.

vataan hirviekinokokkia (kuva 4). Sen elämäntarvissa pääisäntänä on susi ja luultavasti myös koira, ja väli-isäntänä hirvieläin kuten poro, peura tai hirvi. Ihminen saa hirviekinokokitartunnan pääisännän, koiraeläimen, ulosteista leviävien munien välityksellä. Sen sijaan tauti ei tartu väliisännän, kuten tartunnan saaneen hirvieläimen lihasta tai elimistä. Samoin kuin myyräekinokokilla, tartunnanlähde ihmisille on koira. Pohjois-Suomessa ja Ruijassa hirviekinokokin aiheuttamia ihmistartuntoja tavattiin viime vuosisadan alkupuolella, mutta kun porokoirien ruokintaa porojen teurasjätteillä rajoitettiin, ihmistapaukset hävisivät. Ekinokokkeja vastaan ei ole rokotetta.

Ihmisen maksassa hirviekinokokki muodostaa paksuseinäisen, yksiosaisen, selvästi rajoittuvan ja kasvavan rakon. Siksi se on yleensä hoidettavissa leikkauksella huomattavasti helpommin kuin myyräekinokokin aiheuttama syöpämainen infektio. Ihmisessä tartunnan kehittyminen vie monta vuotta, ennen kuin oireet ilmenevät.

Suomessa tavattava hirviekinokokki on yleensä hirvieläimen keuhkoissa. Metsästäjien kannattaa rutiininomaisesti tarkistaa hirvien keuhkot mahdollisten, noin viiden sentin kokoisten tai pienempien nesterakkuloiden havaitsemiseksi. Koirille ei pidä syöttää raakoja keuhkoja, ja metsästyskoirille on annettava matolääkekuuri säännöllisesti. Koska hirviekinokokki on Suomessa vielä varsin harvinainen ja levinneisyydeltään rajoittunut, ei muita suosituksia loisen torjumiseksi ole annettu. Kotoperäisiä ihmistartuntoja ei Suomessa ole havaittu yli puoleen vuosisataan.

Raivotauti

Raivotauti eli ihmisen vesikauhu eli *rabies* on nisäkkäiden tappava tauti. Suomi on virallisesti vapaa raivotaudista, ja viimeksi tautia todettiin riistaeläimissä Kaakkois-Suomessa

1988-89. Epidemia saatiin kuriin laajalla syöttirokotuskampanjalla, jossa metsästäjät tekivät suuren urakan. Metsästyskoirat rokotetaan säännöllisesti rabiasta vastaan, ja riskiryhmiin kuuluvat ihmiset voidaan rokottaa.

Raivotautivirussukuun kuuluu useita eri viruslajeja. Klassisen, Euroopan maanisäkkäissä esiintyvän rabieksen lisäksi Euroopassa tavataan kahta viruslajia lepakoissa. Suomessa on tavattu kahdesti lepakkorabiasta, ja siksi lepakoita ei koskaan pidä käsitellä paljain käsin. Lepakkotutkija menehtyi Suomessa vuonna 1985 lepakon puremasta samaansa tautiin. Klassista rabiesvirusta vastaan kehitetty rokote tehoaa myös lepakkovirusiin.

Koska raivotautivirus ei etene veren mukana vaan hermosoluja pitkin, sen eteneminen voi olla hidasta. Oireiden ilmaantumien voi viedä jopa kuukausia, jos purema on osunut ihmisen raajojen ääriosiin. Oireet ilmaantuvat aikaisintaan kaksi viikkoa puremasta. Ennen oireiden ilmaantumista tauti voidaan torjua rokotteilla ja vasta-aineilla, mikäli altistusta osataan epäillä ja hoitoon hakeudutaan mahdollisimman pian pureman jälkeen.

Suomen lainsäädäntö pyrkii estämään rabieksen leviämisen maahamme. Toimenpiteinä ovat koirien ja kissojen pakolliset ja vapaaehtoiset rokotukset. Rokottamattomien koirien, kissojen ja muiden eläinten maanantuontia ja salakuljetusta tulisi välttää. Metsästyskoirien rokotus on pakollista. Lisäksi kaakkoisrajalla suoritetaan kahdesti vuodessa valtion kustannuksella pienpetojen syöttirokotus. Evira seuraa rokoteohjelman tehoa tutkimalla vasta-aineita rokotusalueella pyydetyistä ketuista ja supikoirista. Lisäksi Evira tutkii vuosittain useita satoja muualta Suomesta pyydettyjä ketuja ja supikoiria. Rabiestapauksia ei ole todettu suomalaisissa maanisäkkäissä vuoden 1989 jälkeen.

Kirjallisuus

- Henttonen, H. 2013. Myyräkuumenäkymiä. Metsäntutkimuslaitoksen tiedote 22.4.2013. 3 s. [http://www.metla.fi/ajankoh-
taista/myyrakuume.htm](http://www.metla.fi/ajankoh-
taista/myyrakuume.htm)
- Henttonen, H. ja Oksanen, A. 2013. Riistanisäkkäiden taudit. Teok-
sessa: Nummi, P. ja Väänänen, V.-M., (toim.). Suomalainen
riistanhoito. Metsäkustannus. s. 213-223.
- Hubalek, Z. 2012. Tick-borne viruses in Europe. Parasitol. Res.
111: 9-36.
- Jarva, H., Lavikainen, A., Henttonen, H. ja Meri, S. 2002. Uhkaa-
vatko ekinokokit meitä? Duodecim 118: 2 083-2 090.
- Radolf, J. D., Caimano, M. C., Stevenson, B. & Hu, L. T. 2012. Of
ticks, mice and men: understanding the dual-host lifestyle
of Lyme disease spirochaetes. Nature Reviews Microbiolo-
gy 10: 87-99.
- Sane, J., Kurkela, S., Vaheri, A. ja Vapalahti, O. 2009. Pogostantau-
tiepidemia - joko taas? Duodecim 125: 1 261-1 268.
- Seppänen, M. 2011. Hyönteisten levittämät taudit ja puremat Suo-
messä. Duodecim 127: 1 393-1 400.
- Syrjänen, J., Mustonen, J., Vapalahti, O., Henttonen, H. ja Vahe-
ri, A. 2005. Jyrsijöiden levittämät sairaudet Suomessa. Duo-
decim 121: 295-302.
- Vaheri, A., Henttonen, H., Voutilainen, L., Mustonen, J. & Vapa-
lahti, O. 2013. Hantavirus infections in Europe and their im-
pact on public health. Reviews in Medical Virology 23: 35-49.
- Vapalahti, O., Ruuhela, R. ja Henttonen, H. 2012. Uudet infekti-
taudit Suomessa - ilmastonmuutosko syynä? Duodecim 128:
1 381-1 387.

Hirvikärpänen, metsissä liikkujan kiusa

Sirpa Kaunisto

Hirvikärpänen (*Lipoptena cervi*) on tuttu monelle syksyisessä metsässä liikkujalle suomalaiselle (kuva 1). Lukuisat marjastajat, sienestäjät, metsästäjät, suunnistajat, kuntoilijat ja ulkotyöntekijät ovat joutuneet hirvikärpästen hyökkäysten kohteeksi. Osalle heistä hirvikärpäsen puremat ovat aiheuttaneet voimakkaasti kutiavaa ja jopa kuukausia kestävää ihottumaa. Suomessa ensimmäiset hirvikärpäshavainnot tehtiin vuonna 1960 maamme kaakkoisosassa, minkä jälkeen hirvikärpänen on nopeasti levittäytynyt yli Etelä- ja Keski-Suomen, aina Etelä-Lappiin saakka. Hirvikärpänen on todistettavasti ollut ihmisen riesana jo hyvin kauan, sillä hirvikärpäsen jäänteitä on tunnistettu yli 5 000 vuotta vanhan, Ötztalin Alpeilta löydetyn ihmismuumion varusteista. **Carl von Linné** kuvasi hirvikärpäsen Ruotsissa vuonna 1758. Täikärpästen heimon kuuluva hirvikärpänen on nimensä mukaisesti hirvieläimillä esiintyvä ulkoloinen, joka tietyissä kehitysvaiheissa elää hirvieläimen ihon pinnalla ja turkissa käyttäen isännän verta ravintonaan. Hirvikärpänen voi erehtyä isännänvalinnassaan ja päätyä imemään verta myös ihmisistä. Ihmisten voimakkaat reaktiot tätä ulkoloista vastaan voivat rajoittaa metsien virkistys- ja hyötykäyttöä syksyisin. Hirvikärpäsen olemassaololla on siis monia yhteiskunnallisia ja ekologisia merkityksiä.

Hirvikärpäsen maantieteellinen levinneisyys

Hirvikärpästä tavataan Britteinsaarilla, Keski-, Pohjois- ja Itä-Euroopassa, Siperiassa, Pohjois-Kiinassa ja Korean niemimaalla. Hirvikärpäsestä on havaintoja myös Pohjois-Amerikan koillisosissa, jonne se on todennäköisesti levinnyt Euroopasta tuotujen hirvieläinten mukana 1800-luvun lopulla. Fennoskandiassa on kaksi erillistä hirvikärpäspopulaatiota, läntinen ja itäinen populaatio, jotka Pohjanlahti pitää erillään. Läntinen hirvikärpäspopulaatio Ruotsissa ja Norjassa on todennäköisesti saapunut Keski-Euroopasta ja itäinen populaatio Suomessa on peräisin Venäjältä. Ruotsin hirvikärpäspopulaatio on levittäytynyt Norjan puolelle vasta 1980-luvulla. Hirvikärpäsen levinneisyyden arvioitu pohjoisraja Ruotsissa ja Norjassa sijaitsee huomattavasti alempana, noin 400–500 km etelämpänä kuin Suomen populaation levinneisyyden pohjoisraja.

Suomessa ensimmäiset havainnot aikuisista lentävistä hirvikärpäsisistä tehtiin vuonna 1960 Vehkalahdelta ja Mäntyharjulta. Vuoteen 1964 mennessä hirvikärpäshavaintojen määrä kasvoi runsaasti eri puolilla Kaakkois-Suomea. 1990-luvun alussa hirvikärpäsen levinneisyysalue kattoi jo koko Etelä-Suomen ja eteläisen Keski-Suomen, tiettyjä länsirannikon alueita lukuun ottamatta. Vuonna 2000 hirvikärpänen saavutti loput Suomen länsirannikosta sekä lounaisosaariston, Ahvenanmaa mukaan lukien. Vuosituhannen taitteesta lähtien hirvikärpänen jatkoi levittäytymistään kohti



Kuva 1. Aikuinen siivellinen hirvikärpänen. Kuva: Erkki Oksanen, Luke.

pohjoista, yli Keski-Suomen aina Etelä-Lappiin saakka. Hirvikärpäsen nykyisen levinneisyyden pohjoisraja sijaitsee Kemi-Kuusamo-linjalla. Vaikka yksittäisiä hirvikärpäshavaintoja on tehty tämän linjan pohjoispuolelta, hirvikärpäsen leviäminen näyttää ainakin toistaiseksi pysähtyneen poronhoitoalueen etelärajalle vuoteen 2009 mennessä.

Hirvikärpäsen isäntäeläimet

Suomessa hirvikärpäsen tärkein isäntälaji on hirvi (*Alces alces*). Hurjimpien arvioiden mukaan yhdessä isossa hirvisonnissa voi olla lähemmäs 20 000 verta imevää aikuista hirvikärpästä. Suomessa myös metsäpeuralta (*Rangifer tarandus fennicus*) ja porolta (*Rangifer tarandus tarandus*) on tavattu hirvikärpäsiä. Hirvikärpäset näyttävät kuitenkin lisääntyvän heikosti porolla ja metsäpeuralalla. Ruotsissa ja Norjassa, metsäkauris (*Capreolus capreolus*) on hirven ohella merkittävä isäntälaji, mutta Suomessa hirvikärpäsen lisääntymisestä metsäkauriilla on olemassa vielä vähän näyttöä. Keski-Euroopassa hirvikärpänen lisääntyy täpläkauriilla (*Dama dama*), metsäkauriilla ja saksanhirvellä (*Cervus elaphus*). Pohjois-Amerikan koillisosissa hirvikärpäsiä on löydetty sekä hirveltä että valkohäntäkauriilta (*Odocoileus virginianus*). Hirvikärpäsen ei ole raportoitu lisääntyvän muissa kuin hirvieläimissä, vaikka aikuisia hirvikärpäsiä tavataan muillakin eläimillä ja usein myös ihmisillä.

Hirvikärpäsen on havaittu aiheuttavan hirvillä ja poroilla karvanlähtöä, laaja-alaisia karvattomia kohtia sekä sekundaarisia ihotulehduksia. Karvanlähtö voi aiheuttaa ongelmia

talviaikaan, jolloin ohentunut karvapeite tai paljaat ihoalueet eivät eristä ja suojaa pakkaselta. Ivermektiini, joka on porojen tavanomainen loislääke, vaikuttaisi olevan toimiva lääke myös hirvikärpästä vastaan. Luonnossa elävien hirvieläinten rokottaminen ei kuitenkaan tule kysymykseen lääkeytyksen kalleuden ja haitallisten ympäristövaikutusten takia.

Hirvikärpäsen elinkierto

Hirvikärpäset käyvät elämänsä aikana läpi täydellisen muodonvaihdoksen, johon kuuluu neljä perättäistä kehitysvaihetta: muna, toukka, kotelo ja aikuinen. Suomen olosuhteissa hirvikärpäsen elinkierrossa on viisi päätaphtumaa, joissa vapaana maastossa elävät ja hirvessä loisivat kehitysvaiheet seuraavat toisiaan: 1) uusi siivellinen aikuissukupolvi kuoriutuu maastossa olevista kotelosta loppukesällä ja syksyllä, 2) kotelosta kuoriutuneet aikuiset etsivät isännän ja tiputtavat siipensä isäntään laskeuduttuaan, 3) siivettömät aikuiset ruokailevat verellä ja lisääntyvät useaan otteeseen isännän ihon pinnalla, 4) muna- ja toukkavaihe tapahtuvat isännän turkissa loisivan hirvikärpäsnaaraan sisällä, 5) hirvikärpäsnaaraan synnyttämät kotelot tipahtelevat hirvieläimen turkista maastoon talvehtimaan ja odottamaan seuraavaa kesää ja aikuisten kehitystä. Ainoastaan kotelot ja juuri kotelosta kuoriutuneet siivelliset aikuiset elävät vapaana maastossa. Muut elinkierron vaiheet kuten siivettömät aikuiset sekä muna- ja toukkavaiheet tapahtuvat siis isännän iholla ja turkissa.

Aikuiset hirvikärpäset kuoriutuvat maastossa olevista kotelosta loppukesällä tai syksyllä (kuva 2). Tarkka kuoriutumisaikajankohta riippuu erityisesti kuluneen kesän kehityslämpötiloista ja maantieteellisestä leveysasteesta. Pohjoista kohti mentäessä kesä viilenee, kehitysaika pitenee ja aikuiset, lentävät hirvikärpäset ilmestyvät maastoon myöhemmin. Pohjois-Suomessa aikuisten kuoriutuminen voi alkaa yli kuukautta myöhemmin kuin Etelä-Suomessa.

Aikuinen hirvikärpäsen on tärkeää löytää itselleen sopiva isäntälaji hyvissä ajoin ennen talvea turvatakseen säännölliset veriateriat sekä lämpimät olosuhteet lisääntymiselle. Kun ilmat syksyllä viilenevät ja päivälämpötila laskee alle +5 °C:een tai lähelle nollaa, maastossa lentelevät hirvikärpäset katoavat. Tämä ei johdu siitä, että hirvikärpäset kuolisivat, vaan ne ovat kohmeessa eivätkä vaihtolämpöisinä kykene lentämään. Aikuiset hirvikärpäset selviävät yllättävän hyvin hengissä pikkupakkasista ja niiden tiedetään selviävän lyhyen aikaa jopa -15 °C-asteessa. Näin ollen hirvikärpäset voivat ilmestyä loppusyksyllä uudelleen esiin, mikäli päivälämpötila nousee takaisin riittävän korkeaksi. Päivälämpötilojen lopullinen viileneminen, mikä yleensä tapahtuu lokakuun alkupuoliskon jälkeen, on kriittinen ajanjakso. Mikäli sopivaa isäntää ei tähän mennessä löydy, aikuiset kärpäset kuolevat ennen pitkää maastossa ollessaan. Niinpä heti kotelosta kuoriutumisen jälkeen aikuinen hirvikärpäsen väijyy esimerkiksi heinäkorrossa tai oksan kärjessä ja hyökkää ohi kulkevan hirvieläimen tai vahinkoisännän, ku-



Kuva 2. Aikuinen hirvikärpäsen on kuoriutumassa kotelostaan. Kuva: Sirpa Kaunisto.



Kuva 3. Aikuinen siipensä pudottanut ja hirven verellä ruokaillut hirvikärpäsen. Kuva: Sauli Laaksonen.

ten ihmisen, kimppuun. Hirvikärpäset pudottavat siipensä laskeuduttuaan hirvieläimeen ja usein myös ihmiseen laskeutumisensa jälkeen.

Aikuiset siivettömät hirvikärpäset, sekä naaraat että koiraat, viettävät loppuelämänsä valitsemassaan hirvieläinyksilössä isäntää enää vaihtamatta. Edellisenä syksynä kuoriutuneet aikuiset kärpäset voivat loisia hirvieläimellä yhtäjaksoisesti edellisestä syksystä seuraavaan kesään. Tuona aikana hirvikärpäset syövät säännöllisesti isännän verta (kuva 3). Hirvikärpäsnaaras tuottaa jälkeläisiä niin kauan kuin se elää hirven turkissa. Hirvikärpänen ei muni hirvieläimen tai vahinkoisännän ihon alle, mikä on hyvin yleinen harhaluulo. Sen sijaan hirvikärpäsellä ja muilla täikärpäksillä muna- ja toukkavaiheet tapahtuvat naaraan sisällä. Munasta kuoriutunut alkeellinen toukka käyttää ravinnokseen naaraan lisääntymiselimistön rauhasen eritteitä, kunnes se on viimeisessä toukkavaiheessa valmis koteloitumaan. Jälkeläisen kehitys naaraan sisällä päättyy toukan koteloitumisvaiheeseen. Hirvikärpäsnaaras synnyttää aina vain yhden, lähes valmiin kotelon kerrallaan. Sama naaras synnyttää kuitenkin useita kertoja edellisestä syksystä ainakin seuraavaan kevääseen Suomen olosuhteissa. Tuotettua kotelomäärää naarasta kohhti ei tiedetä, mutta toisella täikärpäksellä, lampaantäikärpäksellä (*Melophagus ovinus*), kotelomäärä on muutamia kymmeniä. Ensimmäiset hirvikärpäsen kotelot tipahtavat hirvieläimen turkista jo samana syksynä maastoon talvehtimaan. Koteloitua tipahtelee maastoon pitkin vuotta sitä mukaa kun hirvikärpäsnaaraat niitä tuottavat. Vanhimmat kotelot joutuvat selviytymään maastossa jopa kymmenen kuukautta erilaisten vuodenaikojen ja vihollisten armoilla, kunnes aikuiset kärpäset ovat kehittyneet ja valmiita kuoriutumaan kotelosta seuraavana syksynä. Huhti-toukokuussa syntyneiden koteloiden maastokausi on lyhyempi.

Hirvikärpäsen ominaispiirteet ja elinympäristöt maastossa

Aikuisia, juuri kuoriutuneita hirvikärpäsiä tavataan siellä, missä hirvet ovat kuluneen vuoden aikana talvehtineet ja kulkeneet. Tällaisia paikkoja ovat esimerkiksi sekametsät, nuoret mäntytaimikot, hakkuuaukeat ja metsän reunustamat pellot. Yleisvaikeutella aikuisesta siivellisestä hirvikärpäsestä on tanakka; sen pituus on noin 5–6 millimetriä (kuva 1). Hirvikärpästen väriyty vaihtelee kellertävänruskeasta tummanruskeaan. Aikuisen hirvikärpäsen ruumis on litteä ja kovapintainen. Sen reidet ovat paksut ja karvaiset. Jaloissa on vahvat kynnet, joiden avulla hirvikärpänen tarrautuu lujasti isäntäeläimensä karvoihin. Hirvikärpäsen imukärsä on selkeästi näkyvissä. Imukärsässä on pieniä hampaita, joilla hirvikärpänen rikkoo isäntänsä ihon päästäkseen imemään verta. Hirvikärpäsen siipisuonitus on vaalea ja siivet ovat leivossa takaruumiin päällä suoraan taaksepäin suunnattuina. Siipien pudottaminen erottaa hirvikärpäsen kaikista muista Suomessa tavattavista täikärpäksistä. Aikuisen siivellisen hirvikärpäsen voi sekoittaa erityisesti lintujen täikärpäsiin (*Ornithomya* spp.). Toisin kuin hirvikärpäksellä, lintukärpästen siivet ovat pysyvät ja ne osoittavat viistosti taaksepäin sekä siipien vahvat suonet ovat mustat.

Hirvikärpäsen kotelot puolestaan ovat läpimitaltaan noin kolme millimetriä, soikean muotoisia ja väriltään kirkkaan mustia. Koteluita ympäröi kova kitiinikuori. Hirvikärpäsen koteluita on maastossa melkein ympäri vuoden, mutta niitä on helpoin havaita hirvien talvilaitumilla valkoista lunta vasten. Hirvien tuoreilla makuupaikoilla hirvikärpäsen koteluita voi olla kymmenittäin, joskus jopa sadoittain.

Hirvikärpästen määrää rajoittavat tekijät

Sopivan isäntälajin saatavuus (määrä ja maantieteellinen levinneisyys) on kenties ratkaisevin hirvikärpäsen esiintymiseen ja runsauteen vaikuttava tekijä. Suomen hirvikanta taantui lähes sukupuuton partaalle 1800-luvun lopussa pääasiassa metsästyksen takia. Ei ole tietoa, oliko tätä ennen Suomessa hirvikärpäsiä, mutta mikäli oli, niin myös ne hävisivät hirvikannan kutistuessa olemattomiin. Hirvikanta runsastui nopeasti jatkosodan jälkeen ja erityisesti 1970-luvulta eteenpäin, jolloin myös hirvikärpänen alkoi levitä ja runsastua maassamme. Hirvikärpästen esiintyvyys saattoi olla huipussaan vuoden 2001 tienoilla Etelä- ja Keski-Suomessa, jolloin koko Suomen talvehtiva hirvikanta oli liki 140 000 yksilöä. Hirvikantaa on sittemmin vähennetty tehostetulla metsästyksellä, ja Riista- ja Kalantutkimuslaitoksen (RKTL) arvion mukaan vuonna 2012 Suomessa talvehti noin 68 000 hirveä. Hirvikannan ohella hirvikärpäsen menestymiseen vaikuttavat sääolot ja hirvikärpäsiä saalistavat eläimet. Isännän ulkopuolella elävät hirvikärpäsen kehitysvaiheet kohtaavat erilaisia sääolosuhteita sekä saalistajia, kuten lintuja, pikkunisäkkäitä ja petoselkärangattomia. Esimerkiksi talvisin koteluita voivat uhata useita päiviä tai viikkoja kestävä pakkasjaksot sekä tiaisit.

Hirvikärpäsen aiheuttamat ongelmat ihmisille

Metsissä ja metsien välittömässä läheisyydessä liikkuvat ihmiset ja kotieläimet joutuvat syksyisin hirvikärpästen hyökkäysten kohteeksi. Hirvikärpänen valitsee kohteensa ilmeisesti näköaistinsa perusteella ja ampaisee kohti tummaa, isohkoa ja liikkuvaa kohdetta. On mahdollista, että hirvikärpänen käyttää myös esimerkiksi kohteesta vapautuvaa hiili-dioksidiä tai lämpösäteilyä isännänvalintansa vihjeinä, mutta aiheesta ei juurikaan ole olemassa tutkimustietoa. Hirvikärpäset lennähtävät usein ihmisten hiuksiin ja vaatetukseen, jonka jälkeen ne pudottavat siipensä ja ryömivät nopeasti piiloon hakeutuen ihokontaktiin. Hirvikärpäsen mäsäsiintymäalueilla marjastaja, sienestäjä, suunnistaja, metsästäjä tai metsätyöläinen voi hetkessä saada kimppuunsa useita kymmeniä kärpäsiä, varsinkin jos ensimmäisten joukossa sattuu paikan päälle.

Hirvikärpäset purevat ja imevät verta myös ihmisestä. Hirvikärpäsen purema on yleensä kivuton, mutta eräät ihmiset saattavat tuntea pienen nipistuksen ihollaan. Hirvikärpäset aiheuttavat monelle voimakkaita pelko- ja inhoreaktioita hämähäkkiä muistuttavien siivettömien aikuisten ryömiessä vaatteiden alla ja päänahassa. Hirvikärpäset takertuvat jaloissa olevilla kynsillään tiukasti hiuksiin ja vaatteiden kuituihin. Lit-

teistä ja kovapintaisista hirvikärpäsisistä on vaikea saada otetta, ja niiden tappaminen vaatii tiukan kynsiotteen. Saunominen ja kylpeminen eivät välttämättä auta hirvikärpäsisistä eroon pääsemisessä, ja niitä voi löytyä vaatteista ja hiuksista muutamien päivien ajan metsässä käynnin jälkeen.

Osalle ihmisistä hirvikärpäsen purema aiheuttaa kiusallista, voimakkaasti kutiavaa ja jopa kuukausia kestävästä ihottumaa, jota kutsutaan hirvikärpäsihottumaksi. Hirvikärpäsihottuma johtuu ihmisen herkistymisestä puremille. Herkistyminen edellyttää altistumisaikaa, jonka kesto vaihtelee yhdestä useampaan syksyyn. Ihottuman yhdistäminen hirvikärpäsen puremaan saattaa olla joskus vaikeaa, sillä altistus on voinut jatkua useita vuosia, ennen kuin hirvikärpäsihottuma puhkeaa. Hirvikärpäsihottuman yleisimmät esiintymispaikat ovat päänahka, niska ja yläselkä. Puremakohtaan voi ensin muodostua nokkos-paukamia, ja alue voi punoittaa ja olla turvonnut. Muutaman tunnin kuluttua puremakohdan muodostuu punoittava, 5-10 millimetrin läpimittainen ja tarkkarajainen läiskä tai näppy. Tuoreeltaan tämä puremanäppy voi vetistää. Puremanäppy kutisee paljon, jolloin ihoalue raavitaan helposti rikki. Tämän seurauksena rikkoutuneeseen ihoon voi kulkeutua sormissa bakteereita ja puremakohda tulehtuu. Märkimisen syynä voi olla esimerkiksi *Staphylococcus aureus* sekundaari-infektio. Yhdellä henkilöllä voi olla samanaikaisesti useita puremanäppyjä, jotka voivat kroonistua. Kroonistuneet puremanäpyt voivat muuttua koviksi kyhmyiksi, ja säilyä jopa vuoden ajan. Mikäli voimakkaasti herkistynyt henkilö saa yhden tai muutaman uuden hirvikärpäspureman seuraavina syksyinä, myös aiemmat puremakohdat alkavat yleensä oireilla uudestaan. Hirvikärpäsihottuman diagnosointi ei ole helppoa. Hirvikärpäsen puremasta johtuvat kroonistuneet kyhmyt voivat muistuttaa ihokasvaimia tai imusolmukepää. Tämän vuoksi perusteellinen diagnosointi ja kudoksetalpalan otto on joskus tarpeen, jotta hyönteispuremasta saadaan tarpeeksi viitteitä. Osa ihmisistä voi altistuttuaan hirvikärpäsilte saada myös allergisia hengitystie- ja silmäoireita, jolloin heillä on veressänsä vasta-aineita jollekin hirvikärpäsen syljen sisältämälle valkuaisaineelle. Hirvikärpästen levittäytyessä maassamme myös lajin aiheuttamat ihottumatapaukset ovat yleistyneet. Hirvikärpäsisistä ihottumaa saavia potilaita voi nykyään haakeutua lääkärin vastaanotolle kaikkialla Suomessa, sekä hirvikärpäsen levinneisyysalueella että sen ulkopuolella. Eräiden arvioiden mukaan useat tuhannet metsissä syksyisin liikkuvat suomalaiset olisivat viime vuosina herkistyneet hirvikärpästen puremille.

Niveljalkaisiin kuuluvat hyönteiset ja punkit voivat toimia vektoreina eli taudinvälittäjinä siirtäen taudinaiheuttajia (eli patogeeneja) saman tai eri eläinlajin yksilöiden välillä. On mahdollista, että myös hirvikärpänen voisi levittää viruksia, bakteereja ja alkueliöitä hirvieläimestä toiseen ja hirvieläimistä vahinkoisäntiin, kuten ihmiseen. On olemassa jonkin verran viitteitä siitä, että hirvikärpänen voisi levittää *Bartonella*-suvun bakteereja. *Bartonella*-suvun bakteerit ovat gram-negatiivisia, solunsisäisiä bakteereita, joista osa on ihmiselle ja muille nisäkkäille patogeenisia. *Bartonella*-bakteerit elävät veren punasoluissa sekä ruumiinonteloiden, verisuonten ja imusuonten seinämien *endoteeli*- eli pintasolu-

sa. Lisäksi ne voivat oleskella luuytimessä sekä immuunisoluisissa. *Bartonella*-bakteerit voivat aiheuttaa ihmisillä useita erilaisia oireyhtymiä, kuten verisuonikasvaimia, kuumeilua, sydänlappätulehdusta, luutulehdusta, näköhermon tulehdusta sekä tulehdusmuutoksia keuhkoihin, maksaan ja pernaan. Vielä ei kuitenkaan tiedetä, miten helposti *Bartonella*-bakteerit siirtyvät hirvikärpäsen pureman tai ulosteen välityksellä ihmiseen tai muihin nisäkkäisiin. Siitäkään ei ole tietoa, miten hirvikärpäsen mahdollisesti levittämät *Bartonella*-bakteerit vaikuttavat ihmiseen. Suomessa, Norjassa, Saksassa ja Yhdysvalloissa hirvikärpäsilte on tunnistettu ja eristetty muutamia eri *Bartonella*-lajeja. Yleisimmin *Bartonellaa* on havaittu siivettömiltä, hirvieläimen verta imeneiltä aikuisilta kärpäsilte, jotka eivät ole enää vaarassa päätyä ihmiseen. Suomessa *Bartonella*-DNA:ta on eristetty kuitenkin myös koteloista ja siivellisestä vapaana lentävästä aikuisesta. Lisätutkimuksia tarvitaan koskien siivellisten, juuri kuoriutuneiden hirvikärpästen kykyä levittää taudinaiheuttajia. Hirvikärpänen ei liene kuitenkaan yhtä tehokas patogeenevektori verrattuna seläläisiin niveljalkaisiin, jotka imevät verta useammasta nisäkkäisyksilöstä elämänsä aikana (esimerkiksi hyttys tai punkit).

Hirvikärpästen puremista aiheutuvien ongelmien hoito ja hirvikärpäsilte suojauminen

Hoitona hirvikärpäsihottumaan ja siihen liittyvään kutinaan käytetään paikallisesti vahvaa kortisonivoidetta tai suun kautta otettavaa *antihistamiinia*. Voimakkaissa hirvikärpäshallergioissa antihistamiinia voidaan ottaa jo ennaltaehkäisevästi, kun mahdollinen uusi hirvikärpäsaltistus on tiedossa. Sekundaari-infektioita merkivässä puremakohdassa voidaan hoitaa *antibiooteilla*. Mahdollinen hirvikärpäsestä ihmiseen levinnyt *Bartonella*-infektio voidaan hoitaa antibioottikuurilla.

Hirvikärpästen maantieteellinen levittäytyminen ja ihmisten kokema riesa on tuonut mukanaan hirvikärpäsilte suojautumiseen liittyvät hirvikärpästakit, suojahuput ja karkotteet. Ihminen suojautuu hirvikärpäsilte tiiviin ja suojaavan vaateuksen sekä hupun tai muun päähineen avulla (kuva 4). Vaatetuksessa hihan- ja päänsuiden tulisi olla tiiviisti sidottuina. Vaalean ja kiiltävöpintaisen vaatetuksen on todettu houkuttelevan vähemmän hirvikärpäsiä kuin tumman ja mattapintaisen. Vaatetuskaan ei aina estä muutamaa hirvikärpästä pääsemästä iholle. Voimakkaasti herkistyneen, ihottumaa saavan ihmisen paras suojautumiskeino hirvikärpäselte on pysyä poissa metsästä pahimman hirvikärpäsan ajan yli, mikä valitettavasti tarkoittaa parasta puolukka- ja sienisesonkia.



Kuva 4. Hirvikärpäsiltä voi suojautua tiiviin ja suojaavan vaatetuksen sekä hupun tai muun päähineen avulla. Kuva: Erkki Oksanen, Luke.

Kirjallisuus

- Duodu, S., Madslin, K., Hjelm, E., Molin, Y., Paziewska-Harris, A., Harris, P. D., Colquhoun, D. J. & Ytrehus, B. 2013. *Bartonella* infections in deer keds (*Lipoptena cervi*) and moose (*Alces alces*) in Norway. Applied and environmental microbiology 79(1): 322-327.
- Kaunisto, S. 2012. An invasive ectoparasite of cervids, the deer ked: dispersion, cold tolerance and predation. Publications of the University of Eastern Finland. Dissertations in Forestry and Natural Sciences. Nro 87. 85 s. + 5 osajulkaisua.
- Kaunisto, S., Välimäki, P., Kortet, R., Koskimäki, J., Härkönen, S., Kaitala, A., Laaksonen, S., Härkönen, L. & Ylönen, H. 2012. Avian predation on a parasitic fly of cervids during winter: can host-related cues increase the predation risk? Biological Journal of the Linnean Society 106(2): 275-286.
- Korhonen, E. M., Pérez Vera, C., Pulliainen, A. T., Sironen, T., Aaltonen, K., Kortet, R., Härkönen, L., Härkönen, S., Paakkonen, T., Nieminen, P., Mustonen, A. M., Ylönen, H. & Vapalahti, O. 2014. Molecular detection of *Bartonella* spp. in deer ked pupae, adult keds and moose blood in Finland. Epidemiology & Infection 143(3): 578-585.

- Kortet, R., Härkönen, L., Hokkanen, P., Härkönen, S., Kaitala, A., Kaunisto, S., Laaksonen, S., Kekäläinen, J. & Ylönen, H. 2010. Experiments on the ectoparasitic deer ked that often attacks humans: preferences for body parts, colour and temperature. Bulletin of Entomological Research 100: 279-285.
- Laukkanen, A., Ruoppi, P. & Mäkinen-Kiljunen, S. 2005. Deer ked-induced occupational allergic rhinoconjunctivitis. Annals of Allergy, Asthma and Immunology 94: 604-608.
- Paakkonen, T. 2012. Ecophysiology of the deer ked (*Lipoptena cervi*) and its hosts. Publications of the University of Eastern Finland. Dissertations in Forestry and Natural Sciences. Nro 66. 83 s. + 4 osajulkaisua.
- Pellikka, J., Heliövaara, K., Huldén, L. & Huldén, L. 2010. Hirvikärpäsikohtaamiset ja niiden vaikutukset luonnossa liikkujien käyttäytymiseen. Metsätieteen aikakauskirja 3: 221-237.
- Reunala, T., Laine, M., Vornanen, M. & Härkönen, S. 2008. Hirvikärpäsihottuma - maanlaajuinen riesa. Duodecim 124: 1 607-1 613.
- Välimäki, P., Madslin, K., Malmsten, J., Härkönen, L., Härkönen, S., Kaitala, A., Kortet, R., Laaksonen, S., Mehl, R., Redford, L., Ylönen, H. & Ytrehus, B. 2010. Fennoscandian distribution of an important parasite of cervids, the deer ked (*Lipoptena cervi*), revisited. Parasitology Research 107: 117-125.

3.5 Sienet

Metsien ja puiden sienet

Kauko Salo

Sienet muodostavat kolmannen suuren eliöryhmän kasvien ja eläinten lisäksi, ja niillä on keskeinen merkitys metsäekosysteemeissä juurisieninä, lahottajina ja loisina. Eläimet ja sienet ovat toisensa puolesta eläviä eliöitä, eli niillä ei ole kasvien kykyä valmistaa auringonvalon avulla eloperäisiä, energiapiitoisia yhdisteitä. Sienet eroavat eläimistä siinä, että niillä ei ole sisäistä ruoansulatusta. Sienirihmasto elää metsämaan humuksessa ja puiden hienojuurten ympärillä. Rihmasto ei näe, ellei humusta käänne, jolloin erivärisiä rihmastoja voi nähdä humuksen sisällä tai sen alapinnalla. Sienirihmasto on rihmastollisten sienten pääasiallinen elämänavaihe. Rihmastot voivat kasvaa metsämaassa kymmenien tai jopa satojen neliömetrien laajuiselle alueelle, ja ne voivat olla iältään satoja vuosia vanhoja. Itiöemä on sienen suvullinen lisääntymisrakenne, joka levittää lajin itiöitä. Itiöemät eivät ole sieniyksilöitä, vaan vain rihmastonsa osia.

Sienissä ei ole kasveille tyypillisiä lehtivihreähiukkasia, joilla ne voisivat yhteyttää ja tuottaa elintärkeitä rakennusaineita, kuten sokereita. Monet putkilokasvit ovatkin riippuvaisia niiden juuristossa elävistä mykorrhitsa- eli juurisienistä. *Symbioosi* tarkoittaa lajien välistä vuorovaikutussuhdetta, josta molemmat osapuolet hyötyvät. Tällainen suhde on kuusella (*Picea abies*) ja herkkutatilla (*Boletus edulis*) sekä männyllä (*Pinus sylvestris*) ja männynherkkutatilla (*B. pinophilus*). Tällaisessa symbioosissa herkkutatien sienirihmasto muodostaa puun juuriston ohuimpien hienojuurten kanssa sienijuuren, jonka avulla kuusi hyötyy sieniosakkaan laajasta rihmastosta ja saa paremmin vettä ja siihen liuenneita kivennäisaineita. Herkkutatien rihmastot saavat puolestaan kuuselta sokereita eli *hiilihydraatteja* tuottaakseen itiöemiä eli herkkutatien poimittavia, maanpäällisiä osia, joihin sen itiöt kehittyvät ja joiden avulla itiöt leviävät. Sienijuuri suojaa myös puiden hienojuuria taudeilta.

Puiden lyhytjuuret ovat sienijuurellisia, eli itse juuri ei ota maasta ravinteita, vaan ravinteiden otto tapahtuu sienirihmastojen avulla. Pintasienuurissa (*ektomykorrhitsa*) rihmastorakenteita on kasvien soluväleissä ja juurien pinnalla. Tässä sienijuurytyypissä isäntäkasveina ovat puut ja sieninä sekä kanta- että kotelosienet. Sienijuuri voi tunkeutua kasvin juuren soluihin ja muodostaa sisäsienuuren (*endomykorrhitsa*), jolloin sienirihmasto läpäisee soluseinän. Isäntäkasveina voivat olla kämmekkäkasvit ja sieninä kantasienuret tai isäntäkasveina kanervakasvit ja sammalet ja sieninä kotelosienet, mutta myös eräät kantasienuret. Sekatyypin sienijuurista (*ektendomykorrhitsa*) voi löytää sekä sisä- että pintasienuurien rakenteita. Tällaisissa sienijuurissa isäntäkasveina ovat monet puulajit ja kanervakasvit ja sientä muodostavat sekä kotelo- että kantasienuret.

Kotelo- ja kantasienuret

Sienikunnan tunnetuimpia aitosieniä ovat kotelosienet (*Ascomycota*) ja kantasienuret (*Basidiomycota*), jotka ovat kehittyneet samasta kantamuodosta. Lajiluetteloiden mukaan Suomessa arvioidaan olevan vähintään 5 584 sienilajia. Näistä on kantasienuriin kuuluvia helttasienuriä ja tatteja 1 821 lajia, kääväkkeitä 950 lajia (joista 237 kääpiä) sekä kotelosieniä 2 106 lajia. Maassamme kasvaa edellä mainittujen sienten lisäksi huomattavan suuri joukko vielä tuntemattomia ja tieteelle kuvaamattomia sienilajeja.

Kotelosienten nimi tulee itiökotelosta eli askuksesta, jossa koteloitiöt syntyvät. Kotelosienet voivat olla lahottajia (kuva 1), juurisieniä tai loisia. Parhaimmista ruokasienuretä kotelosieniin kuuluvat korvasieni (*Gyromitra esculenta*) ja huhtasienuret (*Morchella* spp.). Korvasieni kasvaa hiekkapohjaisissa kangasmetsissä, ja se on sekä juurisieni että lahottaja. Huhtasienuret ovat lehdossa, palopaikoilla ja puutarhoissa kasvavia lahottajasienuriä.

Kantasienurien itiöemiä on monenmuotoisia, -värisiä, -hajuisia ja -kokoisia. Samalla kangasmetsäkuviolla kasvaa usein myös eri-ikäisiä saman lajin itiöemiä. Sienen itiöemän tunto-merkkien perusteella monet sienilajit, mm. ruokasienuret, voi tunnistaa paljaalla silmällä, mutta monet silmälle näkymättömät mikrosienet ovat tunnistettavissa vain itiöiden ja mikroskoopin avulla. Itiöemät ovat nopeakasvuisia, ja ne pilaantuvat nopeasti. Nuotiopaikoilla ja palaneella metsämaalla esiintyvän pienen nuotiomustesienen (*Coprinus angulatus*) itiöemät sulavat musteeksi vuorokauden kuluessa.

Jäkälöityneet kotelosienet

Suomessa kasvaa 1 845 jäkälälajia tai lajia alemmaa taksonia, jotka kuuluvat systemaattisessa luokituksessa sienuriin ja ovat niin sanottuja jäkälöityneitä kotelosieniä. Jäkälät (*Lichenes*) (kuva 2) ovat yhteisnimitys sienurielle, jotka muodostavat seko-varren yhdessä fotosynteesin osakkaan kanssa (*myco-* ja *fotobiontti*). Sieniosakas on yleensä kotelosieni, harvoin kantasienuret. Fotobiontti on yleensä viherlevä (*Chlorophyta*) tai syanobakteeri (*Cyanobacteria*) tai molempia. Sieniosakas imee vettä, jota rihmastojen välissä olevat levät käyttävät ja muodostavat yhteyttämällä sienen tarvitsemia aineita.

Puitten sienet

Maassamme on löydetty yli 700 lajia kääväkkeitä ja 237 kääpälajia, jotka elävät metsäisissä ympäristöissä. Kääväkkeitä ja käävissä on paljon uhanalaisiksi luokiteltuja lajeja, ja uhanalaistumisen syinä ovat lajien kasvuolosuhteiden sopivien laho-



Kuva 1. Metsäluonnossa lahottajasienten tehtävä on monipuolinen. Sorkkasieni (*Onygena equina*) on melko harvinainen kotelosieni, joka lahottaa hirven sorkkia. Kuva: Kauko Salo.



Kuva 2. Jäkälat ovat sieniä, joissa sieniosakkaana on yleensä kotelosieni ja yhteyttävänä osapuolena on viherlevä tai syanobakteeri. Kuvassa harmaatorvijäkälä (*Cladonia deformis*), joka kasvaa metsämaan humuksella. Kuva: Kauko Salo.

puiden ja vanhojen metsien väheneminen. Kääpien ekologinen merkitys on lajimäärää paljon suurempi, sillä ne lahottavat metsiemme puita ja eräät kääpälaajat aiheuttavat metsätaloudellista vahinkoa. Osa kääivistä on harvinaisia vanhan metsän indikaattorilajeja. Suurin osa kääivistä on lahottajia, osa tappaa eläviä puita.

Käävät lahottavat aarnimetsien keloja ja talousmetsien hakkuutähteitä, jolloin puuaineksen selluloosa, hemiselluloosa ja ligniini muuttuvat sellaisiksi yhdisteiksi, jotka kelpaa-

vat maaperän mikrobeille, hyönteisille ja lopulta muille metsän kasveille.

Suurin osa kääpien tukevista ja kovista itiöemistä kasvaa puun rungossa tai oksissa ja ovat monivuotisia. Lepänarinakäävän (*Phellinus alni*) itiöemä on todettu kasvaneen samassa puussa yli 50 vuotta. Osa kääivistä on hentoja ja pehmeämaltoisia, ja ne kasvavat puun tai oksan pinnalla ohuena kerroksena. Jalkakäävät (*Polyporus*) ovat jalallisia puuaineen valkolahottajia. Maassa kasvava yksivuotinen lampaankääpä (*Albatrellus ovinus*) on hyvä ruokasieni.

Suomen yleisimpiä puilla kasvavia kääpälajeja ovat kantokääpä (*Fomitopsis pinicola*), taulakääpä (*Fomes fomentarius*), arinakääpä (*Phellinus igniarius*), pötkkelökääpä (*Piptoporus betulinus*) ja pakurikääpä (*Inonotus obliquus*).

Kantokääpä syö puusta selluloosan ja hemiselluloosan, jolloin ligniini jää jäljelle. Laho on ruskeaa ja helposti lohkeavaa ruskolahoa. Kantokääpä kasvaa hyvin yleisenä koko maassa kuusessa, mutta myös männynssä, koivuissa ja harmaalepässä. Sen kasvualustana ovat kannot, pystypuiden rungot ja maapuut eri-ikäisissä talousmetsissä ja luonnonmetsissä. Kantokäävän itiöemän yläpinta on väriltään harmaa tai musta, reunassa on oranssia tai punaista ja uloin ja nuorin reuna on kellertävä tai kermanvalkoinen. Alapinnan pillikerros on vaalean kellertävä (kuva 3).

Koko maassa tavattava taulakääpä on täysikasvuisena kavionmuotoinen (kuva 3, sivu 190). Itiöemän alapinta on tasainen ja yläpinta on tuhkanharmaa, kasvuvyöhykkeissä on ruskeaa väriä. Taulakääpä on yleinen vanhoissa luonnonmetsissä ja talousmetsissä koko maassa. Isäntäpuina ovat koivut, joskus haapa ja tervaleppä. Taulakääpä syö selluloosan ja hemiselluloosan lisäksi myös ligniiniin, jolloin laho on pehmeää ja kuituista valkolahoa.

Arinakäävän itiöemä on kiilamainen, nuorena kanelinruskea ja harmaantuva, vanhana lähes musta. Isäntäpuina ovat kaikki lehtipuulajit, mutta ei haapa, jolla kasvaa samaan sukuun kuuluvat haavankääpä (*Phellinus tremulae*) ja haavanmarinakääpä (*P. populicola*). Lahon väri on valkoinen.



Kuva 3. Maastamme on löydetty 237 kääpälajia, joista monet on luokiteltu uhanalaisiksi, sillä kääpien kasvualustaksi sopivat laho-puut ja vanhat metsät vähenevät. Kuvassa monimuotoinen ja -värinen kantokääpä (*Fomitopsis pinicola*) on maamme yleisimpiä kääpiä. Se aiheuttaa ruskolahoa eniten kuusessa, mutta myös männynssä, koivuissa ja harmaalepässä. Kantokääpä kasvaa kannoissa, pystypuiden rungoissa sekä eri-ikäisten talousmetsien ja luonnonmetsien maapuissa. Kuva: Kauko Salo.



Kuva 4. Parhaimmat ruokasienet, tatit, rouskut ja haperot kuuluvat kantasieniin. Kuvassa nokirousku (*Lactarius lignyotus*), jonka lakin yläpinta on tummanruskea, lähes musta ja samettinukkainen. Nokirouskun maku on pähkinäinen, ja sienen voi käyttää ruoaksi ilman keittämistä. Kuva: Kauko Salo.

Pökkelökäävän yksivuotinen itiöemä on nuorena pehmeä ja pallomainen, aikuisvaiheessa laakean munuaisenmuotoinen, yläpinnaltaan vaalean nahan värinen. Pökkelökääpä on koivujen patogeeni ja tappaa vain koivuja. Kuolleen koivun laho on ruskeaa.

Pakurikäävän itiöemä on yksivuotinen, resupinaattinen eli alustanmyötäinen ja ohutmaltoinen, vain noin yhden senttimetrin paksuinen. Pakurikääpää yleisempiä ovat sienet aiheuttamat kasvannaiset, hiilenmustat pakurit (kuva 10, sivu 194). Isäntäkasvina ovat koivut, jotka se tappaa. Pakurikäävän itiöemä syntyy tuohen alle, jolloin se paljastuu revenneen tuohen välistä.

Poimituimmat ruokasienet ovat kangasmetsien juurisieniä

Taloudellisesti tärkeimmistä ruokasienistä tatit (*Boletales*, kuva 1, sivu 168), rouskut (kuva 4) ja haperot (*Russulales*) sekä muista helttasienistä (*Agaricales*) mustavahakas (*Hygrophorus camarophyllus*), tuoksuvalmuska (*Tricholoma matsutake*) (kuva 5, sivu 171) ja kehnäsieni (*Cortinarius caperatus*) ovat satoisia kangasmetsien juurisieniä. Tateilla lakin alla on pillit, joissa itiöt muodostuvat, ja rouskuilla, haperoilla ja muilla helttasienillä itiöt muodostuvat itiölavoihin helttojen ulkopinnalle. Laholla puuaineella ja kannoissa lahoittajina kasvavat helttasieniin kuuluvat mesisienet (*Armillaria* spp.), jotka ovat myös loisia, sekä yleensä kuusen kannoissa kasvava kuusilahokka (*Hypholoma capnoides*).



Kuva 5. Suppilovahverot (*Cantharellus tubaeformis*) kuuluvat kääväkkäisiin ja ovat suosittuja ruokasieniä. Ne kasvavat suurina ryhminä kumpuilevissa havumetsissä. Niitä voi poimia elokuusta lähtien marraskuun lopulle ja lumen tuloon asti. Kuva: Kauko Salo.

Hyvistä kangasmetsien ruokasienistä kääväkkäisiin kuuluvat keltavahvero (*Cantharellus cibarius*), suppilovahvero (*C. tubaeformis*) (kuva 5) ja mustatorvisieni (*Craterellus cornucopioides*), jotka ovat juurisieniä. Lampaankääpä (*Albatrellus ovinus*) on yksivuotinen maassa kasvava kääpä, joka luokitellaan sekä juurisieneksi että lahottajaksi. Vahvero-orakkaisiin (*Hydnum*-suku) kuuluvat vaalea-orakas (*H. repandum*) ja rusko-orakkaat (*H. rufescens* coll.) ovat tuoreitten ja kosteitten kangasmetsien juurisieniä, joilla lakin alla on piikit eli orat, joihin itiöt muodostuvat.

Satoisimman ja lajirikkaimman sieniryhmän muodostavat seitikit (*Cortinarius* spp.) (kuva 6), joita on metsissämme yli 200 lajia. Seitikeille ominainen sukutuntomerkki on seitti, jota esiintyy jalassa erilaisina vöinä tai seitti peittää nuoren itiöemän helttoja. Seitikkien sukuun kuuluu tappavan myrkyllinen suippumyrkkyseitikki (*Cortinarius rubellus*) ja suuri määrä syötäväksi kelpaamattomia lajeja.

Mäntyvaltaisten kangasmetsien satoisimpia sienilajeja ovat kangastatti (*Suillus variegatus*), kangarousku (*Lactarius rufus*), isohapero (*Russula paludosa*) ja kangahapero (*R. decolorans*) sekä männynpunikkitatti (*Leccinum vulpinum*). Kuusivaltaisissa metsissä satoisia sienilajeja ovat haaparouskut (*Lactarius trivialis*, *L. utilis*) ja viinihaperot (*Russula vinosa*, *R. pubescens*). Koivuvaltaisten sekametsien satoisin sienilaji on koivunpunikkitatti (*Leccinum versipelle*).



Kuva 6. Suomuvyöseitikin (*Cortinarius pholideus*) lakin yläpinalla on ruskeita suomuja. Jalan seittivyöhykkeen alapuolella esiintyy suomukiehkuroita. Kuva: Kauko Salo.

Metsikön rakenne, säätekijät ja metsänhoitotoimenpiteet vaikuttavat sienisatoihin

Sienten esiintymistä ja määrää säätelevät metsikön puulajisuhteet, puuston ikä ja tiheys sekä humus- ja karikkekerroksen paksuus, kosteus ja koostumus. Suurin osa puiden ja pensaiden juurista kasvaa kangasmetsän pintakerroksessa, ja siten myös juurisienet ja lahottajat kasvavat siellä. Säätekijöistä sademäärä (kosteus) ja lämpötila (kuivuus) ja niiden ajoittuminen kasvukauden aikana vaikuttavat sienilajiston monimuotoisuuteen ja satomääriin.

Kangasmetsän hehtaarilla sienirihmastoon kokonaismäärä voi olla 6 000 kiloa, josta maaperäeläimet syövät sienirihmastoja noin 4 000 kiloa, joten erään laskelman mukaan elävän sienirihmastoon määrä on 2 000 kiloa hehtaarilla. Samalla, kuusta kasvavalla metsäkuviolla voi kasvaa satoisina sienivuosina juuri- ja lahottajasieniä yhteensä noin 100 kiloa, mutta keskinkertaisina sienivuosina noin 30 kiloa. Maanpäällisen sienisadon määrä on vain 1,5–5 prosenttia sienijuurten kokonaismäärästä.

Metsänhoitotoimenpiteistä avohakkuu on merkittävintä sienilajistoa vähentävä ja satomääriin vaikuttava tekijä. Monet hyvistä ruokasienilajeista häviävät vuosiksi avohakkuualueilta, ja tatti- sekä seitikkilajit ilmestyvät vasta uuden puusukupolven myötä nuoriin kasvatusmetsiin. Avohakkuun jälkeen metsän pohjakerros kuivuu helposti, jolloin kosteampiin olosuhteisiin tottuneet lahottajasienet vähenevät ja tilalle tulee kuivuutta enemmän sietäviä, puuainetta lahottavia kääpiä. Metsämaan pintakerroksen rikkoutuessa metsäkoneiden painosta metsäteiden ja -polkujen varsille voi ilmestyä suuria määriä voitatteja (*Suillus luteus*) ja nummitatteja (*S. bovinus*), kangasrouskuja (*Lactarius rufus*) sekä keväisin korvasieniä (*Gyromitra esculenta*). Kalkituksen on todettu olevan haitallista kuivahkojen ja kuivien mäntykankaiden juurisienisadoille.

Vuonna 2003 oli ennätysmäinen herkkutattisato Itä-Suomessa ja melko runsas koko maassa. Männyherkkutatteja kasvoi tuolloin Pohjois-Karjalan mäntykankailla jopa 200 kiloa hehtaarilla ja herkkutatteja istutuskuusikoissa 100 kiloa hehtaarilla. Sienten vastaanottopisteissä I-luokan herkkutatteista maksettiin tuolloin 3 euroa kilolta. Herkkutatteja poimittiin Pohjois-Karjalassa järjestäytyneen kaupan kautta 1,9 miljoonaa kiloa ja koko Suomessa 4 miljoonaa kiloa. Kaupan kautta kulkeneen herkkutatatin arvo oli koko maassa 10 miljoonaa euroa, josta 4,9 miljoonaa euroa tuli verottomina poimintatuloina pohjoiskarjalaisille poimijoille. Monet henkilöt, mm. opiskelijat ja eläkeläiset, ansaitsivat tattiin poiminnalla verottomia poimintatuloja tuhansia euroja. Eräs nelihenkinen perhe poimi tatteja neljän viikon ajan ja sai niistä 12 000 euroa.

Kirjallisuus

- Niemelä, T. 2005. Käävät, puiden sienet. *Norrinia* 13: 1–320.
- Rassi, P., Hyvärinen, E., Juslén, A. ja Mannerkoski, I. (toim.). 2010. Suomen lajien uhanalaisuus – Punainen kirja 2010. Ympäristöministeriö ja Suomen ympäristökeskus, Helsinki. 685 s.
- Salo, K. 1999. Syysmyöhällä suppiloita ja torvia metsästäämään. Pohjois-Karjalan luonnosta – kolumni. *Karjalainen*. 17.9.1999.
- Salo, K. 2003. Mätänevät sienikasat Jaamankankaalla ja Patvinsuon ympäristössä. Pilperöisiä – kolumni. *Karjalainen*. 17.10.2003.
- Salo, K., Lindroos, V. ja Kuronen, V. 2005. Tatista vaan! Ilias Oy. Otavan Kirjapaino, Keuruu. 112 s.
- Salo, K. 2006. Sateet tuovat eloa sienirihmastoisiin. Vieraskynä-artikkeli. *Helsingin Sanomat*. 5.9.2006.
- Salo, K. 2007. Kastelu lisää keltavahverosatoa. English summary: Chantarelle (*Cantharellus cibarius*) yields can be increased by irrigation. *Sienilehti* 59(1): 11–14.
- Salo, K. 2007. Keltavahverolöytöjä joulukuussa. *Sienilehti* 59(1): 16–17.
- Timonen, S. ja Valkonen, J. (toim.). 2013. Sienten biologia. *Gaudemus Oy*. 448 s.

Ruokasienten käyttö ja kauppa

Marjut Turtiainen ja Kauko Salo

Kauppasiemillä tarkoitetaan myyntiin kelpaavia sieniä, joiden itiöemissä on helposti opittavat, selkeät perustuntomerkit, jotta niitä ei sekoiteta myrkkysieniin tai sellaisiin lajeihin, joilla ei ole merkitystä ruokasienenä. Kauppasiemet ovat yleisiä ja satoisia, pääosin havumetsiemme sienilajeja. Myös kotitarvekäyttöön poimittavat ruokasiemet ovat pääosin kauppasiemiä. Kauppasiemien poiminta ja myynti on pitkään ollut viranomaisten säätelemää ja valvomaa. Elintarviketurvallisuuksivirasto Evira on pitänyt ruokasiemiasetuksen mukaisista kauppasiemiluettelosta kesäkuun loppuun 2012 asti. Entinen ruokasiemiasetus on kumottu ja Eviran ylläpitämä kauppasiemiluettelo on muuttunut suosituksiksi uuden asetuksen saadessa lain voiman 1.7.2012. Suositeltavat ruokasiemet ovat samat kuin aiemmin asetuksella kauppasiemiksi määritetyt ruokasiemilajit.

Itä-Suomen yliopistossa selvitettiin suomalaisten kotitalouksien luonnonsienten poimintaa vuosina 1997-1999 ja 2011. Vuosina 1997-1999 rouskut olivat suosituin sieniryhmä ja niiden osuus oli 37-53 % poimituista kokonaisuudesta (taulukko 1). Kantarellit eli keltavahverot (*Cantharellus cibarius*) poimittiin enimmäkseen kotitarvekäyttöön. Suppilovahveroita (*Cantharellus tubaeformis*), korvasieniä

(*Gyromitra esculenta*) ja mustatorvisieniä (*Craterellus cornucopioides*) poimittiin vuonna 2011 enemmän kuin 1990-luvun loppupuolella (taulukko 1). Vuonna 2011 herkku- ja männynherkkutatti (*Boletus edulis*, *B. pinophilus*) yhdessä muodostivat kymmenesosan kokonaispoiminnasta, mutta kaupallisesta poiminnasta lähes neljänneksen (taulukko 1). Vuonna 2011 talteen otetun luonnonsienisadon taloudellinen arvo oli 46,4 miljoonaa euroa, josta kotitarvekäytön osuus oli 42 miljoonaa euroa ja myyntipoiminnan osuus 4,4 miljoonaa euroa.

Jokaisena tutkimusvuonna suurin osa sienistä (85-90 %) poimittiin kotitalouksien omaan käyttöön ja vain pieni osa kotitalouksista osallistui sienten kaupalliseen poimintaan (taulukko 2). Runsassatoisena sienivuonna 1998 ruokasiemiä poimittiin yhteensä 16,1 miljoonaa kiloa, 7,3 kg/kotitalous ja heikkona sienivuonna 1999 ruokasiemiä poimittiin yhteensä 3,3 miljoonaa kiloa, 1,5 kg/kotitalous (taulukko 2). Keskinkertaisena sienivuonna 1997 luvut olivat 8,6 miljoonaa kiloa ja 3,9 kg/kotitalous (taulukko 2).

Vuonna 2003 herkkutattisato oli erittäin runsas Itä-Suomen alueella. Tällöin kaupan kautta kulkeneen herkkutatatin arvo oli koko maassa 10 miljoonaa euroa, josta lähes puolet, 4,9 miljoonaa euroa, tuli verottomina poimintatuloina

Taulukko 1. Ruokasienten prosenttiosuudet syötävien luonnonsienten kokonaispoimintamääristä vuosina 1997-1999 ja 2011. Vastaavat osuudet myyntipoiminnan määrästä vuosille 1997 ja 2011 esitetään suluisissa.

Laji	Osuus kokonaispoimintamäärästä (%)			
	1997	1998	1999	2011
Rouskut	37 (39)	48	53	21 (37)
- Haaparousku	20 (37)	33	28	
- Kangas- ja karvarousku	17 (2)	15	25	
Kantarelli	11 (5)	22	15	23 (3)
Herkku- ja männynherkkutatti	12 (9)	7	3	10 (23)
Kangas-, voi- ja punikkutatti	7 (0)	3	3	4 (1)
Iso-, kangas-, kelta- ja viinihapero	3 (0)	2	3	2 (0)
Suppilovahvero, korvasieni, mustatorvisieni	30 (46)	18	22	40 (36)

Taulukko 2. Suomalaisten kotitalouksien poimimat keskimääräiset sienimäärät (kg/kotitalous) ja kokonaisuudet (milj. kg) vuosina 1997-1999 ja 2011. Oman käytön ja myynnin osuudet kotitarvepoiminnan ja myyntipoiminnan yhteenlasketusta määrästä esitetään prosenttilukuina suluisissa.

	kg/kotitalous				milj. kg			
	1997	1998	1999	2011	1997	1998	1999	2011
Oma käyttö	3,5 (90 %)	6,2 (85 %)	1,3 (90 %)	5,2 (88 %)	7,7	13,7	3,0	13,1
Myynti	0,4 (10 %)	1,1 (15 %)	0,2 (10 %)	0,7 (12 %)	0,9	2,4	0,4	1,8
Yhteensä	3,9	7,3	1,5	6,0	8,6	16,1	3,3	15,0

pohjoiskarjalaisille poimijoille. Herkkutatien lisäksi Pohjois-Karjalassa poimittiin myös muita kauppasieniä myyntiin ja omaan käyttöön yhteensä 2,7 miljoonan euron arvosta. Monet henkilöt ansaitsivat tattien poiminnasta tuhansia euroja verottomia poimintatuloja. Sienestyksen virkistysarvoksi on Pohjois-Karjalassa arvioitu vuositasolla ainakin 10 % talteenoton arvosta, ja se voi olla varovaisen arvion mukaan 760 000 euroa hyvinä sienivuosina.

Käyttötavat

Suomessa sienten käyttö on saanut vaikutteita sekä idästä että lännestä, ja perinteisesti sieniä on syöty enemmän maan itäosissa kuin muualla Suomessa. Suomalaisista kotitalouksista 80–90 % käyttää sieniä kotitaloudessaan suolattuna, kuivattuna, paistettuna, muhennettuna tai keittoina. Vuoden 2006 kulutustutkimuksen mukaan suomalainen käytti tuoreita sieniä vuodessa keskimäärin 0,9 kiloa henkeä kohdin. Vuoden 1998 kulutustutkimuksen mukaan vastaava luku oli 1,4 kiloa. Näissä luvuissa ovat mukana metsäsienten ohella myös viljeltyt sienet, joita käytetään kuitenkin huomattavasti vähemmän kuin metsäsieniä. Suomessa sienten käyttö on vähäistä verrattuna marjojen kulutukseen. Luonnosta poimittujen sienten arvostus on ollut nousussa lähiruoan suosion kasvun myötä.

Sienikastikkeet, sienisalaatit, muhennokset ja paistetut sienet ovat perinteisesti olleet suosituimpia sieniruokia. Viime vuosina ruokasieniä on käytetty monipuolisemmin keitoissa, pitsoissa, piirakoissa, pastoissa ja risotoissa. Suomalaisien sienten käyttöä voi edistää monin tavoin, kuten

tarjoamalla kuluttajille nykyistä monipuolisempia sienituotteita. Myös ruokaohjeiden sienivalikoimaa pitäisi laajentaa. Italialaisesta ruokakulttuurista voisi ottaa mallia uusia sienituotteita ja erilaisia sienireseptejä kehitettäessä. Erilaiset alkupala- ja pikkupalareseptit voisivat vedota eri kohderymiin paremmin kuin perinteiset suomalaiset sieniohjeet, ja trenditietoiset nuoret kuluttajat oppisivat käyttämään sieniä nykyistä enemmän.

Monet sienilajit sisältävät väripigmenttejä, joita voidaan käyttää orgaanisten kuitujen kuten villan ja silkin värjäykseen. Vaikka monet värjäyssienet eivät olekaan myrkyllisiä, syötäviä ja värjäyssieniä ei pidä kerätä samaan koriin. Sienet voidaan käyttää värjäykseen tuoreina, kuivattuna tai pakastettuna. Sienistä saadaan monia kauniita värisävyjä, seitikeistä punaisen eri sävyjä ja yli-ikäisen herkkutatien pillistöstä keltaista väriä. Herkkutatien lisäksi kauppasienistä kelpaavat värjäykseen kangastatti (*Suillus variegatus*) ja voitatti (*Suillus luteus*). Nykyiseen sienten käytettävyyserkistöön on lisätty musta neliö kertomaan sienilajin käyttöarvosta värjäyssienenä.

Itiöemien käsittely ja perussäilöntä

Syötäväiksi tunnistetut itiöemät perataan metsässä mahdollisimman puhtaksi. Ne nostetaan maasta kokonaisina, sillä sekä lakki että jalka ovat usein ruuaksi kelpavia. Multaisen jalan tyven voi katkaista ja harjata roskat pois sen pinnalta (kuva 1). Sieni halkaistaan ja todetaan sen toukattomuus. Toukkaiset ja pehmeältä tuntuvat, yli-ikäiset sienet on paras jättää metsään.



Kuva 1. Herkkutatit ovat arvostetuimpia kauppasieniä kotimaassa, mutta myös italialaiset ja muut keskieurooppalaiset arvostavat suuresti suomalaisia herkkutatteja. Tatit puhdistetaan metsässä, multainen jalan tyvi leikataan sieniveitsellä, lakin ja pillien pinnalta roskat harjataan pois. Kuvan kolme suurikokoista männynherkkutatia (*Boletus pinophilus*) painoivat yhteensä 1,2 kiloa. Kuva: Kauko Salo.

Sienten maku ja rakenne ovat parhaimmillaan juuri poimituissa sienissä. Poiminnan jälkeen sienten elintoiminnot jatkuvat ja pilaantuminen alkaa nopeasti, sillä sienet ovat suosituja kasvualusta homeille, hiivoille ja bakteereille. Sienten säilyvyys on verrattavissa tuoreeseen lihaan tai kalaan. Sienet esikäsitellään heti poiminnan jälkeen ruuaksi valmistamista tai säilöntää varten. Vanhojen tattien pillistön voi poistaa, jos niissä on hyönteisten toukkia tai munia, mutta toukkattomat ja nuorten tattien pillistöt ovat erinomaista sieniruokien raaka-ainetta. Ennen säilöntää haapa- ja kangas- ja karvarousku keitetään kirpeän maun poistamiseksi. Suolaamista ja pakastamista varten itiöemät paloitellaan ja kuivuriin siirrettävät itiöemät viipaloidaan. Jos sienet viedään myyntiin, ne pitää esikäsitellä ostajan määrittelemällä tavalla.

Korvasienen tuoreet itiöemät on keitettävä kahteen kertaan runsaassa vedessä (1 osa sieniä ja 3 osaa vettä) vähintään viisi minuuttia kerrallaan, jotta korvasienen sisältämä solumyrkky, gyromitriini, liukenisi veteen. Korvasienen kuivattuja itiöemiä liotetaan kahden tunnin ajan ja liotuksen jälkeen itiöemät keitetään kahteen kertaan kuten tuoreet itiöemät.

Suolaaminen sopii kiinteille, kovamaltoisille ja kirpeille rouskuille. Pakastamista voi suositella lähes kaikille sienilajeille. Itiöemät pakastetaan raakoina tai hauduttamisen jälkeen. Useimmat ruokasienet soveltuvat kuivattaviksi hyötykasvikuivurilla. Kuivatussa sienissä maku- ja ravintoaineet säilyvät hyvin. Kuivaamiseen soveltuvat ohutmaltoisista sienistä suppilovahvero (kuva 2) ja mustatorvisieni, mutta myös kiinteälihaiset lampaankääpä (*Albatrellus ovinus*) ja tuoksuvalmuska (*Tricholoma matsutake*) (kuva 5) ja paksumaltoiset tatit, joiden lakit ja jalat viipaloidaan ohuiksi, noin puolen sentin paksuisiksi siivuksi ennen kuivuriin laittamista.

Sienikauppa

Luonnonmarjojen ja -sienten kilohinnat ja poimintatulot on kerätty marja- ja sienikauppaa harjoittavilta yrityksiltä MARSII-tutkimuksen avulla 1970-luvun loppupuolelta lähtien. Organisoitun kaupan lisäksi marjoja ja sieniä myydään toreilla sekä suoraan ravintoloihin, kouluihin, sairaaloihin, erilaisiin laitoksiin ja suurkeittiöihin, vähittäiskauppoihin ja yksityishenkilöille. Valtakunnalliset MARSII-tilastot osoittavat, että vuonna 2003 järjestyneeseen kauppaan tuli lähes 1,7 miljoonaa kiloa kauppasieniä (kuva 3). Vuonna 1998 sieniä tuli 1,4 miljoonaa kiloa ja vuonna 2000 lähes 1,0 miljoonaa kiloa (kuva 3). Herkkutatit ovat olleet kaupallisesti tärkein sieniryhmä viime vuosina hyvien herkku- ja männynherkkutatituvosien takia (kuva 4).

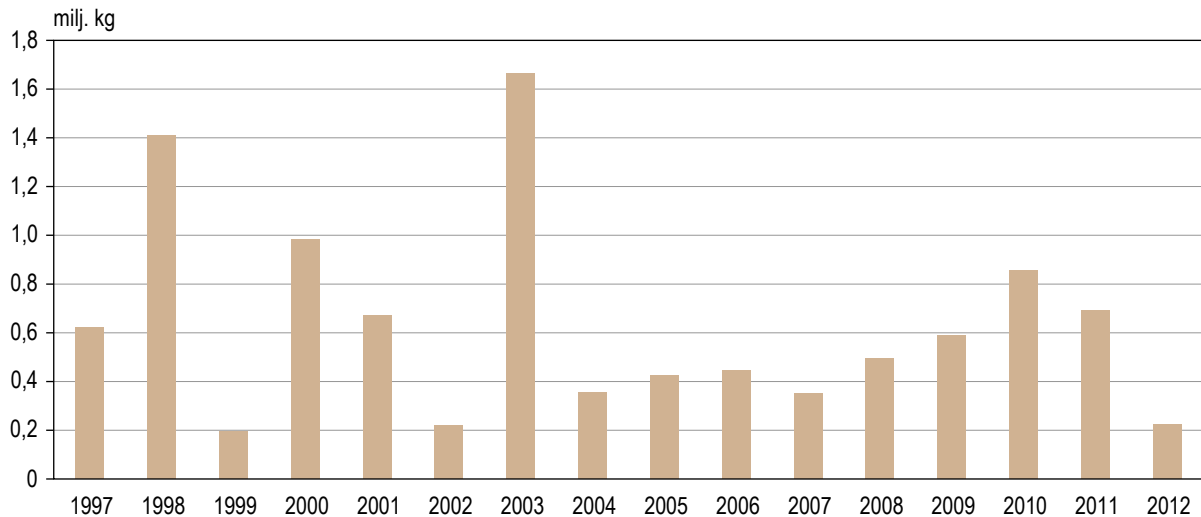
Toisin kuin luonnonmarjat, luonnonsienet poimitaan kauppaan pääasiassa suomalaisvoimin. Itäsuomalaiset ovat perinteisesti olleet aktiivisimpia poimijoita, ja viime vuosina yli 80 % organisoitun kauppiaan tulleesta sienimäärästä on kerätty Itä-Suomen alueelta. Sieniä ostavat ja jalostavat muutamat kymmenet yritykset, jotka ovat keskittyneet pääasiassa Itä-Suomeen. Viime vuosina eri puolille valtakuntaa on syntynyt uusia sieniyhtiöitä, jotka ovat usein monialayhtiöitä.



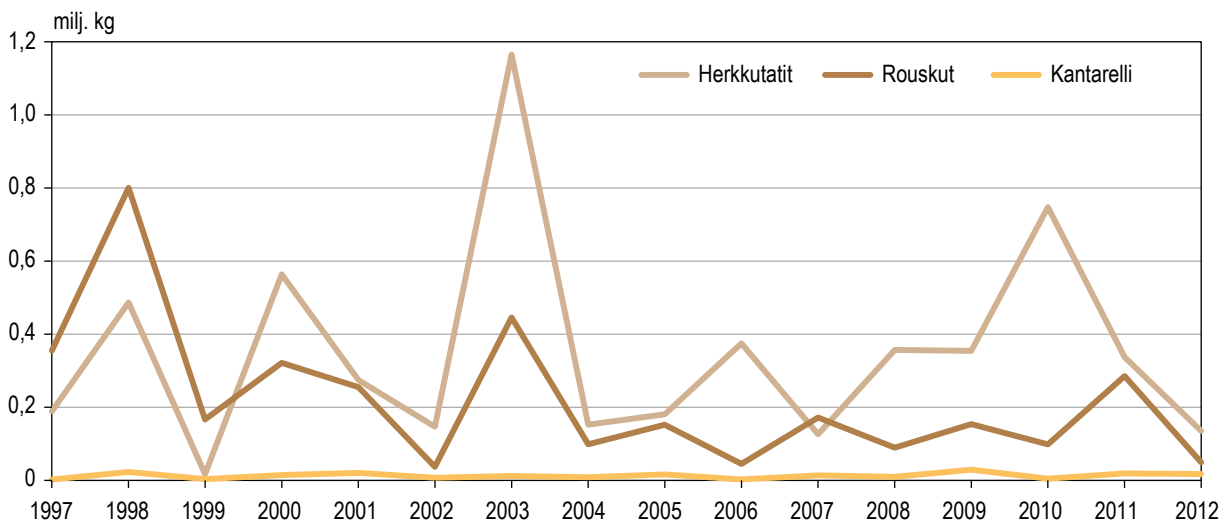
Kuva 2. Suppilovahverot (*Cantharellus tubaeformis*) ovat nykyään käytetyimpiä ruokasieniä kotitalouksissa, ja ne soveltuvat hyvin ohutmaltoisina kuivattavaksi sienikuivurilla. Kuva: Kauko Salo.

Kauppasientien vienti on viime vuosina vilkastunut, ja pääsuunta on ollut Etelä- ja Keski-Eurooppa. Tuoreita ja jäädytettyjä sieniä tuodaan Suomeen kuitenkin enemmän kuin viedään. Suurin osa myyntiin poimituista herkkutateista menee vientiin. Herkkutateilla on kasvavat markkinat Italian lisäksi myös muissa Etelä- ja Keski-Euroopan maissa sekä Japanissa kotimaan markkinoita unohtamatta. Tuoksuvalmuskalla on kysyntää Japanissa, mutta sen sato vaihtelee vuosittain paljon, ja siksi sitä on vaikea markkinoida Japaniin (kuva 5).

Sienten vastaanottajat haluavat tatit metsästä välittäjille ja jalostajille hyvälaatuisina. Erityisesti herkkutatitien poiminta vaatii valppautta, sillä sieni voi kehittyä nopeasti ja myös toukkaisuus lisääntyy nopeasti, jolloin laatuluokan heikentyessä kilohintakin laskee. Sieniä vastaanottavat yritykset seuraavat herkkutatitilanteen kehittymistä päivittäin varmistakseen keräilyketjun toimivuuden kuljetuksineen ja jälkikäsitteilyineen. Sienisadon määrän vuotuinen vaihtelu aiheuttaa sen, ettei syötävien luonnonsienten tasaista tarjontaa jalostusteollisuudelle ja vientiin voi taata. Luonnonolosuhteet ja sienisadot voivat vaihdella vuosittain eri puolilla maata, joten sienisato voi olla Satakunnassa heikko, mutta Pohjois-Karjalassa runsas. Ostajien kannattaa verkostoitua ja seurata sienisadon kehittymistä yhteistyössä poimijoiden kanssa. Sienten kaupallista poimintaa voidaan lisätä monis-



Kuvat 3. Luonnonsientien kauppaantulomäärät v. 1997–2012 MARS-tilastojen mukaan.



Kuva 4. Herkkutatien (herkku- ja männynherkkutatti), rouskujen (haapa-, kangas- ja karvarousku) ja kantarellin kauppaantulomäärät v. 1997–2012 MARS-tilastojen mukaan.

sa maakunnissa, jos ruokasienten keruu, vastaanotto, esikäsittely, myynti ja markkinointi organisoidaan tehokkaammin. Sienten nykyistä laajempi jatkojalostaminen toisi uutta ja kasvavaa yrittäjyyttä ja lisätyöpaikkoja koko maahan.

Heinäkuussa 2012 voimaan tullut uusi elintarvikkeita koskeva asetus vaikuttaa myös sienikauppaan. Suositeltavien ruokasienten lisäksi myös muita syötäväksi kelpaavia sieniä voidaan myydä. Uusi asetus lisää poimijan ja myyjän vastuuta siitä, että myytävät ruokasienet ovat turvallisia eikä niitä saa sekoittaa myrkyllisiin näköislajeihin. Uusien ruokasienilajien hyödyntämismahdollisuuksia voi parantaa se, että poimijalla ja myyjällä on mahdollisuus pitää kaupan myös sellaisia ruokasieniä, jotka eivät sisällyneet aiempaan kauppa-sieniluetteloon. Kaupallista poimintaa voi laajentaa sellaisiin ruokasieniin, jotka tuottavat runsaan vuotuisen sadon ja joil-

la vuosien välinen vaihtelu on vähäisempää kuin herkkutatteilla. Tällaisia lajeja ovat kangastatti, keltahapero (*Russula claroflava*), isohapero (*R. paludosa*), viinihapero (*R. vinosa*), lehtoviinihapero (*R. pubescens*) ja kangashapero (*R. decolorans*) sekä kehnäsieni (*Cortinarius caperatus*).



Kuva 5. Tuoksuvalmuska (*Tricholoma matsutake*) on haluttu kauppasieni Japanissa. Se on satoisin Pohjois-Suomen hiekkapohjaisilla mäntykankailla. Imelän hajun perusteella sen itiöemät voi tunnistaa maastossa. Kuva: Kauko Salo.

Kirjallisuus

von Bonsdorff, T., Hopsu-Neuvonen, A., Huhtinen, S., Korhonen, J., Kosonen, L., Moisio, S. ja Palmen, J. 2013. Sienimetsästä markkinoille. Opetushallitus. Juvenes Print - Suomen Yliopistopaino Oy, Tampere. 176 s.

Cai, M., Pettenella, D. & Vidale, E. 2011. Income generation from wild mushrooms in marginal rural areas. *Forest Policy and Economics* 13: 221-226.

Maaseutuvirasto. 2012. Luonnonmarjojen ja -sienten kauppantulomäärät vuonna 2011. MARS 2011. 46 s. http://www.mmm.fi/attachments/mmm/julkaisut/muutjulkaisut/66zJlc5Cd/Korjattu2_MARS_2011_MMM_rap_final.pdf

Miina, J., Kurttila, M. ja Salo, K. 2013. Kauppasienisadot itäsuomalaisissa kuusikoissa - koealaverkosto ja tuloksia vuosilta 2010 - 2012. Metlan työraportteja 266. 30 s. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-951-40-2419-1>

Pikkarainen, E. 2006. Sienten ja marjojen käyttötavat Suomessa, Italiassa ja Saksassa. Helsingin yliopisto, maatalous-metsätieteellinen tiedekunta. Pro gradu-tutkielma. 83 s. + liitteet. <http://www.arktisetaromit.fi/binary/file/-/id/17/fid/344/>

Salo, K., Lindroos, J. ja Kuronen, V. 2005. Tatista vaan! Ilias Oy. Otavan Kirjapaino, Keuruu. 112 s.

Salo, K. 2006. Tattien poiminta on kovaa työtä ja sitä pitää arvostaa. Kolumni. Karjalainen, Savon Sanomat, Keski-suomalainen ja Ilkka. 25.9.2006.

Turtiainen, M., Saastamoinen, O., Kangas, K. & Vaara, M. 2012. Picking of wild edible mushrooms in Finland in 1997-1999 and 2011. *Silva Fennica* 46(4): 569-581. <http://dx.doi.org/10.14214/sf.911>

Myrkkysienet ja sienimyrkytykset

Marja Härkönen

Sienien tehtävä ekosysteemissä on pyörittää aineiden kiertokulkua. Jotkut sienet pystyvät hajottamaan suuria molekyyliä kuten selluloosaa ja ligniiniä, toiset taas kuljettavat maaperästä mineraaleja kasvien käytettäväksi. Sienien aineenvaihdunnan tuloksena syntyy monenlaisia yhdisteitä. Ne ilmenevät sienenkerääjälle esimerkiksi tuoksu- ja makuvihteina. Jotkut yhdisteistä ovat ihmiselle tai eläimille myrkyllisiä. Mitä hyötyä sienelle on siitä, että se tappaa itiöidensä levittäjän? Ehkä ei mitään, ehkä kaikki on vain sattumaa. Esimerkiksi valko- ja kavalakärpässien tappavia myrkkyyjä *amatoksiineita* on eristetty mitättömän pieniä määriä herkkusienestä, herkkutatista ja kantarellista. Sienten arvellaan käyttävän noita aineita proteiinisynteesinsä säätelijöinä. Valko- ja kavalakärpässienellä *amatoksiinien* määrä on jossakin evoluution vaiheessa monituhatkertaistunut.

Kaikille elollisille samat myrkyt eivät ole vaarallisia. Joidenkin eläinten ruoansulatussyömit pystyvät pilkkomaan haitallisia yhdisteitä, esimerkiksi etanat kaluavat mielellään valkokärpässientä. Edes se, mitä voi sanoa myrkyksi, ei ole itsestään selvää. Bakteerikokeissa eräät sienet, etenkin mustarousku, ovat osoittautuneet *mutageeniseksi* eli bakteerien mutaatioita edistäväksi. Monet *mutageeniset* aineet ovat myös *karsinogeenisia* eli syöpää aiheuttavia. On vaikea osoittaa, lisääkö mustarousku myös ihmisen elimistön karsinogeenikuormaa, mutta varmuuden vuoksi mustarouskut kannattaa jättää pois ruokavaliosta.

Mikrosienten, esimerkiksi eräiden homeiden, valmistamia myrkkyyjä kutsutaan tavallisesti *mykotoksiineiksi* ja suursienten valmistamia sienimyrkyiksi. Homekoulut ovat nykyään jatkuva puheenaihe, ja syksyisin sieniaikaan myös myrkkysienet pääsevät otsikoihin. Sienimyrkytykset ovat Suomessa kuitenkin harvinaisia. Siitä saakka, kun kuolemansyytilastoja on laadittu, on kuolemaan johtaneita myrkytyksiä kirjattu alle 50. Niiden aiheuttajina on useimmiten ollut valkokärpässieni (*Amanita virosa*), neljä kertaa raakana syöty korvasieni (*Gyromitra esculenta*), kerran suippumyrkkyseitikki (*Cortinarius rubellus*) ja kerran pulkkosieni (*Paxillus involutus*). Kaikkien sienilajien kemialla ei ole tutkittu järjestelmällisesti. Sieniä on käytetty ruoaksi historian hämärästä saakka ja samalla on kertynyt kokemusperäistä tietoa tiettyjen lajien myrkyllisyydestä. Suurin osa sienilajeista ei ole sillä lailla houkuttelevia, että päätyisivät sienestäjän koriin. Parisenkymmentä lajia on sellaisia, että ne ovat joskus aiheuttaneet tai voisivat aiheuttaa myrkytyksiä.

Sienimyrkkyjä on monen tyyppisiä

Kun jokin sieni on osoittautunut myrkylliseksi, sen myrkkyyaineet pyritään analysoimaan. Tehtävä on vaikea, koska sienissä on paljon erilaisia yhdisteitä ja niiden kemiallinen koostumus saattaa vaihdella myös sienen kasvupaikan ja iän mu-

kaan ja jopa itiöemien eri osissa, kuten heltoissa, lakissa ja jalassa. Esimerkiksi Keski-Euroopassa paljon ongelmia aiheuttavan isorusokkaan (*Entoloma sinuatum*) myrkyt koostumusta ei yrityksistä huolimatta ole vielä selvitetty.

Sienimyrkyt on tapana jaotella seuraaviin päätyyppeihin: **solumyrkyt, hermomyrkyt ja ruoansulatuskanavaa ärsyttävät myrkyt**. Eri henkilöt ovat eri määrin herkkiä sienien sisältämille yhdisteille. Herkille ihmisille tietyt sienilajit voivat aiheuttaa allergiaa tai alkoholin ohella käytettynä antabusreaktion. Joillakin saattaa olla sienisokerin imeytymishäiriö (*trehaloosi-intoleranssi*), vastaavanlainen kuin maitosokerin aiheuttama *laktoosi-intoleranssi*. Harvinaisissa tapauksissa tiettyjen sienilajien syönti on aikaansaanut lihaskudoksen äkillisen vaurion (*rabdomyolyyssi*) tai verisolujen hajoamista (*hemolyyssi*).

Sienet keräävät tehokkaasti kivennäisaineita. Myös maaperään joutuneet haitalliset raskasmetallit kertyvät sienirihmoihin ja edelleen itiöemiin. Esimerkiksi herkkusienet ovat tehokkaita kadmiumin rikastajia. Hyvä neuvo onkin: älä kerää ruokasieniä saastuneilta alueilta. Sienet keräävät myös radioaktiivisia aineita, mikäli niitä on maaperässä. Ydinvoimalaonnettomuuden vaikutus laskeuma-alueella on pitkäaikainen. Ongelmallisimmin on *cesium 137*, jonka puoliintumisaika on 30 vuotta. Se rikastuu niukkakalkkisilla alueilla *kaliumin* tilalle sienirihmoihin ja edelleen eläinten elimistöön.

Valkokärpässieni

Valkokärpässieni (*Amanita virosa*) on kauttaaltaan valkoinen sienilaji (kuva 1). Se on tappavan myrkyllinen, ja sen myrkyllisyys on yleisesti tiedossa. Tästä johtuen jotkut sienestäjät jättävät kaikki valkoiset sienet keräämättä. Toisaalta, jatkuvista varoiteluista huolimatta myrkytyksiä sattuu varsinkin silloin, kun valkokärpässieniä on runsaasti. Valkokärpässieni on yleinen Etelä-Suomessa. Pohjoisimmat löydöt ovat Rovaniemeltä.

Perinteiset rouskujen ja tattien kerääjät eivät valkokärpässieniä sorru, vaan useimmiten sitä erehtyvät poimimaan herkkusienien (*Agaricus* sp.) etsijät. Nuorena, ennen itiöiden kypsymistä herkkusienienkin heltat ovat valkoiset - ja tällaisina nuorina aihioina viljellyt herkkusienet useimmiten myydään. Myöhemmin helttojen väri muuttuu punertavaksi (kuva 2). Useat herkkusienilajit ovat valkoisia. Ne on helppo tunnistaa herkkusieniksi tumman itiöpölyn avulla (kuva 3). Se värjää kypsyessään herkkusienien heltat tummanruskeiksi tai mustiksi, kun taas kärpässienten itiöt ja heltat ovat pysyvän valkoiset. Sekä herkkusienillä että valkokärpässienellä on rengas, mutta valkokärpässienien rengas on usein repeleinen ja jää helposti huomaamatta. Toisin kuin herkkusienillä, valkokärpässienellä jalan tyveä verhoaa iso valkoinen tuppi, mutta se kätkeytyy syvälle kuusimetsän sammaleeseen ja jää helposti huomaamatta (kuva 1).

Kuva 1. Valkokärpäsieni (*Amanita virosa*) on kokonaan valkoinen, renkaallinen sien. Tässä kuvassa rengas vielä peittää sien valkoisia heltoja. Sen tyvipaksunnosta verhoaa kookas säkkimäinen tuppi, joka tosin kätkeytyy kasvualueensa paksuun sammalpeitteeseen. Valkokärpäsieni on eksynyt silloin tällöin sienestäjän koriin herkkusienenä (*Agaricus* sp.). Kuva: Marja Härkönen.



Kuva 2. Aivan nuorena kuusiherkkusien heltat ovat valkoiset, mutta punertuvat ja edelleen tummuvat itiöiden kypsyessä. Samalla heltoja suojuksen kalvo repeää renkaaksi jalkaan. Kuva: Marja Härkönen.

Kuva 3. Kuusiherkkusieni (*Agaricus silvicola*) on heijonkoissa viihtyvä laji. Täysikasvuinen se on helppo erottaa valkokärpäsienenä tummien heltojen avulla. Kuva: Marja Härkönen.



Valkokärpäsienen myrkyt, *amatoksiinit*, ovat solumyrkyjä. Ne eivät liukene veteen, eivätkä hajoa keittämisen aikana. Myrkyt vaikuttavat ensisijassa maksaan ja munuaisiin. Oireet alkavat noin 6–24 tunnin kuluttua oksenteluna ja ripulina. Maksavaurioihin liittyviä oireita ovat keltaisuus, väsymys ja sekavuus. Vakavissa tapauksissa maksakooma johtaa kuolemaan. Aikuiselle tappava annos on 1–2 itiöemää. Valkokärpäsienimyrkytys vaatii aina sairaalahoitoa.

Kavalakärpäsieni

Kavalakärpäsieni (*Amanita phalloides*) on läheistä sukua valkokärpäsienenelle. Sen kavaluus piilee siinä, että se on kaunis sieni, ja ihminen toivoisi kauniilta lajilta kaikinpuo-

lista hyvyyttä. Kavalakärpäsieni on kuitenkin ollut syyllisenä yli 90 %:ssa maailmalla tilastoiduista sienimyrkytyskuolemista. Sienestäjän koriin se on joutunut joko vihreänä haperolajina tai jonakin herkkusienenä tai vain miellyttävän ulkomuotonsa ja miedon makunsa vuoksi.

Kavalakärpäsieni nousee maasta munanmuotoisena ja valkoisen suojuksen ympäröimänä. Kun lakki kasvaa, suojuksen kalvo repeää, ja siitä jää lakin pintaan muutama riekale. Lakki voi myös jäädä sileäksi ja revennyt suojuksen kokonaisuudessaan kookkaaksi, valkoiseksi tupeksi jalan mukulamaiseen tyveen. Jalka on valkoinen, ja siinä on leveä rengas. Lakin pintakelmu on vaalean-, oliivin- tai harmaanvihreä, silkinhiiltainen, kosteana tahmea. Kavalakärpäsieni on yleinen Keski-Euroopan rehevissä lehdissä. Suomessa sitä on tavattu harvinaise-

na Turun saaristossa, ja Ahvenanmaalla se on joinakin vuosina runsas. Varmennettuja myrkytystapauksia ei Suomes-
ta tunneta, joskin muutamia epäilyksiä silti.

Punakärpässieni

Punakärpässienen (*Amanita muscaria*) tuntee pikkulapsikin ja pitää sitä myrkyllisyyden perikuvana. Se ei kuitenkaan ole vaarallisin myrkkysienistämme, vaikka siihen liittyy enem-
män tarinoita kuin yhteenkään muuhun sieneen. Punakär-
pässientä on käytetty ja käytetään paikoin vieläkin kärpäs-
myrkkynä. Kasvitieteen isä **Carl von Linné** tunsu tämän tradi-
tion ja antoi punakärpässienelle tieteellisen nimen *Amanita muscaria*. *Musca* on latinaa ja tarkoittaa kärpästä.

Eräät tutkijat ovat uuden hyönteismyrkyn kehittäminen mielessään kokeilleet kärpästen hävittämistä punakärpäs-
sienen avulla, mutta heikoin tuloksin. Useissa kielissä sienen nimi kuitenkin viittaa kärpäsiin. Tunnetuilla sienietnolegeil-
la **Valentina** ja **R. Gordon Wassonilla** on tähän oma selityk-
sensä. Henkisesti häiriintyneestä ihmisestä sanotaan jos-
kus, että hänellä on kärpäsiä päässään. Wassonien hypo-
teesin mukaan kärpässieni tarkoittaa sientä, joka aiheuttaa
kärpäsiä päähän eli tekee ihmisen sekopäiseksi. Ja sehän on
punakärpässienen kiistaton ominaisuus.

Venäläiset aloittivat Siperian valtuksen **livana Julman**
(1530–1584) hallintokaudella. 1600-luvulla alkoivat rikollis-
ten karkotukset Siperiaan. Joukossa oli myös oppineita ih-
misiä, jotka alkoivat merkitä muistiin paikallisten asukkai-
den ihmeellisiä tapoja. Eryyisesti Tšuktšien niemimaalta ja
Kamtšatkalta kantautui tarinoita, joiden mukaan juhla-asuun
pukeutuneet šamaanit tanssivat noitarumpujen säestyksellä
ja lopulta lankesivat loveen ja saivat yhteyden esi-isien hen-
kiin. He matkustivat tuonpuoleisessa etsien neuvoja heimon-
sa ongelmiin. Kaiken tämän teki mahdolliseksi punakärpäs-
sieni. Myöhemmin Siperiaan alettiin tehdä varsinaisia tutki-
musmatkoja ja kuvauksia punakärpässienen käytöstä ker-
tyi runsaasti. Ilmeisesti sitä on käytetty laajalla alueella In-
arin Lapista aina Beringinmerelle asti. Sittemmin, kun Siperian
kansat tutustuivat alkoholiin, sienten käyttö päihtymistar-
koituksiin on loppunut.

Tutkijat ovat merkinneet muistiin, kuinka sienen vaiku-
tus alkoi näkyä vajaan tunnin kuluttua syömisestä jalkojen
ja käsien vapinana. Sitten menoihin osallistuneet alkoivat
hyppiä, tanssia ja laulaa. Toiset kiljuvat tai joutuvat kauhun
valtaan. Lopulta kaikki vaipuvat syvään uneen, jonka aikana
kokivat hallusinaatioita. Ne ilmenivät monenlaisina kauniina
tai pelottavina näkyinä, jotka olivat toden tuntuisia ja jäivät
mieleen. Monet kertoivat matkoista outoihin maihin tai jopa
omaan tulevaisuutensa. Riehumavaihe ja univaihe toistui-
vat moneen kertaan ja vähitellen vaimentuivat. Juhlia saat-
toi jatkaa juomalla omaa tai toisten sientä nauttineiden virt-
saa, jota näissä rituaaleissa kerättiin varta vasten valmistet-
tuihin nahkakuppeihin. Tutkijoiden mukaan virtsakupeilla oli
paljon kärkkyjiä ja virtsasta sai jopa paremmat tuntemukset
kuin itse sienestä. Ilmeistä on, että kärpässienen hallusino-
geeniset aineet kulkivat munuaisten läpi ja edelleen virtsaan
hajoamatta. Ratkaisematta on, mistä Siperian kansat olivat
alun perin keksineet tämän taidon.

Oman aikamme kokeilijat ovat yleensä pettyneet tunte-
muksiinsa. Mieleen on jäänyt ennen muuta oksentelu ja pa-
hoinvointi, mutta ei mitään ihmeellistä tajunnan laajentumis-
ta. Näin vaikuttavasta sienestä on tietenkin tehty kemialli-
sia tutkimuksia. Siitä on nimetty monia keskushermostoon
ja psyykeen vaikuttavia myrkkyyä, kuten *muskariini*, *muski-
moli*, *muskatsoli* ja *iboteenihappo*. Ne ovat vesiliukoisia ja
hajoavat helposti keitetessä.

Ruskokärpässieni

Ruskokärpässieni (*Amanita regalis*) on punakärpässienen lä-
hisukulainen, joka kasvaa tavallisesti kuusivaltaisissa havu-
metsissä, mutta myös tunturikoivikoissa. Se on Suomessa
melko yleinen, mutta jo Keski-Euroopassa harvinainen. Sen
lakkki on kellanruskea ja pinnan laikut kellanvalkoisia (kuva
4). Sitä on meillä silloin tällöin erehdytty poimimaan ukon-
sienenä (*Macrolepiota procera*). Ukonsieni on kookas, ja sen
pinnassa on lakin pohjaväriä tummempia suomuja, ei irralli-
sia laikkuja. Sen rengas on sormusmainen, ei jalkaan kiinni-
kasvanut ja roikkuva kuten kärpässienellä. Koska ruskokär-
pässieneen ei liity mitään rituaalista käyttöä, on sen myrk-
kyaineitakin tutkittu vähän, mutta siitä on löydetty samoja
aineita kuin punakärpässienestä. Myös myrkytysten tapaus-
selostuksissa kuvataan samanlaisia tajunnan menetyksiä ja
harha-aistimuksia kuin punakärpässienen aiheuttamat.

Pantterikärpässieni

Pantterikärpässieni (*Amanita pantherina*) on sekä nimensä
että kauniin ulkomuotonsa suhteen kiehtova laji. Sen lak-
ki on vaaleanruskea, reunoiltaan säteittäisuurteinen. Lakin
pinnassa on pieniä valkoisia laikkuja samankeskisinä kehi-
nä. Jalka on valkoinen, ja siinä on kapea rengas aika alhaalla,
noin jalan puolivälissä. Jalan tyvessä on mukulamainen pak-
sunnos, jonka reuna on terävärainen. Pantterikärpässieni
kasvaa lehdoissa ja puistoissa jalojen lehtipuiden, varsinkin
tammen, seurassa ja on levinneisyydeltään aika eteläinen.
Suomen pohjoisin löytö on Etelä-Savosta.

Pantterikärpässienessä on samanlaisia hermomyrkkyyä
kuin puna- ja ruskokärpässienessä, mutta ilmeisesti suu-
rempina pitoisuuksia, koska se on Keski- Euroopassa aiheut-
tanut useita kuolemantapauksia. Sitä on yleensä erehdytty
poimimaan rusokärpässienenä (*Amanita rubescens*), joka on
meilläkin yleinen, mutta ei kuulu tavanomaiseen ruokasie-
nivalikoimaamme.

Kärpässienten joukossa on muitakin, edellisiä lievemmin
myrkyllisiä lajeja, kuten kangaskärpässieni (*Amanita porphy-
ria*) ja keltakärpäsieni (*Amanita citrina*), jotka eivät muistuta
ulkonäöltään mitään suosittua ruokasientä.

Suippumyrkkyseitikki

Seitikit herättävät pelkoa vielä enemmän kuin kärpässienet.
Näin ei ole aina ollut. **Toivo Rautavaaran** väitöskirjassa vuo-
delta 1947 vielä kerrottiin, että seitikkien suvusta ei tunneta
myrkyllisiä lajeja ja eräissä Keski-Euroopan maissa joitakin
lajeja myydään jopa toreilla.



Kuva 4. Ruskokärpässi (Amanita regalis) on kautta maailman levinneen punakärpässi (A. muscaria) harvinaisempi pohjoinen sukulainen. Kuva: Marja Härkönen.

Seitikit on suurin helttasienisukumme ja tärkein metsäpuitemme sienijuurikumppani. Seitikkien suku on aika helppo tunnistaa, mutta lajitason määrittäminen on vaikeaa. Vuonna 2008 ilmestyneessä pohjoismaisessa teoksessa *Funga Nordica* esitellään Pohjoismaista 369 seitikkilajia, mutta niitä arvellaan olevan ainakin 900 lajia.

1950-luvulla alkoi Puolasta kuulua kummia. Siellä sattui lyhyessä ajassa suuri määrä outoja, munuaisten tuhoutumiseen johtaneita sairaustapauksia. Epidemian aiheuttajan löytäminen oli vaikeaa. Lopulta tutkimuksia tehnyt lääkäri osasi yhdistää myrkytystapaukset 3–14 päivää ennen oireiden ilmaantumista nautittuihin sieniaaterioihin. Päätelmää sienimyrkytyksistä ei tahdottu uskoa, koska tähän mennessä ei tunnettu sienimyrkkyjä, joilla olisi näin pitkä latenssiaika sienten syömisen ja sairastumisen välillä. Kun epäiltyjen sieniaterioiden jäännöksiä syötettiin koe-eläimille, asia varmistui. Puolalainen sienitutkija professori **Alina Skirgiello** päätyi epäilemään sienilajia *Cortinarius orellanus*. Sen oli kuvannut tieteelle jo 1800-luvulla ruotsalainen sienitieteen isä **Elias Fries**, mutta sen myrkyllisyys varmistui vasta, kun sitä syötettiin koe-eläimille. Laji kasvaa eteläisessä Ruotsissa ja Norjassa, mutta saattaa löytyä myös Etelä- Suomesta. Suomenkieliseksi nimekseen se on saanut lehtomyrkyseitikki.

1970-luvulla Suomessa sattui muutamia samantapaisia myrkytyksiä kuin Puolassa aiemmin. Nyt tiedettiin jo seitikkimyrkytyksen mahdollisuus. Silti oli melkoista salapoliisityötä selvittää syyllinen sienilaji varsinkin, kun ensimmäinen

myrkytystapaus sattui pakastetuilla sekasienillä. Sienitutkija ja **Harri Harmaja** kertoo Suomen ensimmäisistä dokumentoiduista seitikkimyrkytyksistä *Sienilehdessä* 2/1973 ja 2/1975. Tutkijat tekivät perusteellista työtä, tallensivat näytteitä ja lähettivät niitä Itävaltaan seitikkien maailmankuululle tutkijalle professori **Meinhard Moserille**. Omassa maassamme ei tuolloin ollut ainoatakaan seitikkeihin erikoistunutta sienitutkijaa, ja Harmajakin piti suippumyrkkyseitikkiä (*Cortinarius rubellus*) vaikeasti tunnistettavana ja harvinaisena lajina. No, nyt sen tuntee jokainen vähänkin sieniin perehtynyt, ja se on osoittautunut yleiseksi Etelä- ja Keski-Suomessa.

Seitikkejä ei yleensä ollut käytetty ruoaksi monivyoseitikkiä (*C. triumphans*) ja punavyöseitikkiä (*C. armillatus*) lukuun ottamatta, joten oli vaikeaa sanoa, olisiko seitikeissä muitakin myrkyllisiä lajeja. Todettiin, että on parasta välttää koko seitikkien sukua.

Sittemmin suippumyrkkyseitikin myrkyjen kemiallinen rakenne on selvitetty ja niille on annettu nimeksi *orellaniini*. Suippumyrkkyseitikki on keskikokoinen, oranssinruskea ja huopamaisen himmeäpintainen. Lakki on aluksi kellomainen, myöhemmin laakeneva ja siinä on terävähuippuinen keskuskohouma. Heltat ovat ruskeat, kolotyviset, aika paksut ja aika harvassa. Nuoria heltoja peittää hämähäkinseittimäinen suojuus. Kun sieni laakenee, suojuus katkeilee ja liimautuu osittain sienen jalkaan niin, että sitä on enää vaikea havaita. Jalka on aika pitkä ja usein tyveltä paksumpi ja siinä on

epäselviä, katkonaisia, keltaisia vöitä. Sieni tuoksuu raa'alta perunalta tai retiisiltä.

Korvasieni

Korvasienen (*Gyromitra esculenta*) tieteellinen lajinimi *esculenta* tarkoittaa syötävää. Niinpä korvasieni onkin vanha perinteinen kevätherkku, joka on osattu esikäsitellä keittämällä tai kuivaamalla. Korvasienen myrky, *gyromitriini*, on helposti haihtuva ja vesiliukoinen. Suomessa tapahtuneet kuolemaan johtaneet myrkytykset ovat sattuneet lapsille, jotka ovat syöneet raakoja korvasieniä. Lisäksi kerrotaan, että saksalaisia sotilaita olisi Lapin sodassa kuollut heidän syötyään tuoreita korvasieniä paistettuina ilman esikäsitelyä.

Oireet alkavat tavallisesti 5–8 tuntia sienen syömisestä oksenteluna ja pahoinvointina. Myös hermostollisia oireita, kuten huimausta, voimattomuutta ja kaksoiskuvien näkemistä ilmenee. Vakavissa tapauksissa maksa ja munuaiset vaurioituvat. Korvasienimyrkkyjä on tutkittu paljon ja niiden perusteella laadittu tarkkoja käyttöohjeita, jotka voi kiteyttää lyhyesti: korvasienet on ennen ruoaksi valmistamista keitettävä kaksi kertaa viisi minuuttia väljässä vedessä ja vesi on vaihdettava keittämiskertojen välissä.

Pulkkosieni

Pulkkosientä (*Paxillus involutus*) on Suomessa aikaisemmin käytetty ruokasienenä, tosin ryöppäämällä esikäsiteltynä. Siksi herätti yleistä hämmennystä, kun vuoden 1978 kesällä lehdistössä kerrottiin miehen kuolleen Rovaniemellä pulkkosienimyrkytykseen. Kaksi miestä oli viikonlopun juopottelun jälkeen syönyt keittämättömistä pulkkosienistä tehtyä salaattia. Pari tuntia syömisensä jälkeen miehet sairastuivat oi-

reinaan kova vatsakipu, oksennukset ja verinen ripuli. Lapin keskussairaalassa toinen miehistä toipui, mutta toinen kuoli. Ruumiinavauksen perusteella todettiin, että kuolema ei voinut johtua juopottelusta, vaan sen aiheutti äkillinen hoitoon reagoimaton verenkierron heikentyminen.

Jo aikaisemmin 1950- ja -60-luvuilla pulkkosienen myrkyllisyys oli todettu Keski-Euroopassa. Myrkytyksiä oli sattunut satoja, ja joukossa oli lukuisia kuolemantapauksia. Pulkkosientä ei heti osattu epäillä, koska sairastuneiden joukossa oli usein muitakin ruokailijoita, jotka selvisivät pulkkosieniateriasta ilman mitään outoja tuntemuksia. Näiden tapausten perusteella Suomessakin sieniasiantuntijat olivat alkaneet varoitella pulkkosienestä, mutta Rovaniemen tapaus oli ratkaiseva syy liittää se myrkkysienilistoille. Se aiheuttaa eräänlaista ravintoallergiaa sille herkistyneille ihmisille ja vaatii yleensä useita syöntikertoja ennen kuin oireet ilmenevät - kerta kerralta yhä rajumpina. Pulkkosieniallergiassa tapahtuu herkistyminen pulkkosienen proteiineille, jotka muistuttavat ihmisen punasolujen pinnan proteiineja. Pulkkosieni-proteiinien torjumiseksi elimistö alkaa muodostaa vasta-aineita, jotka aiheuttavat sen omien verisolujen tuhoutumista.

Pulkkosieni on kauttaaltaan himmeänruskea sieni. Nuoren lakin reuna on sisään kiertynyt ja nukkainen. Vanhana sieni on suppilomainen. Heltat ovat vaaleanruskeat ja tummuvat välittömästi niitä painettaessa (kuva 5). Pulkkosieni muistuttaa ulkonäöltään mustarouskua (*Lactarius necator*), mutta siitä ei rouskujen tapaan erity maitiaisnestettä. Se on hyvin yleinen koko maassa ja varsinkin ihmistoiminnan vaikutusalueilla, kuten piholla, puistoissa, ojitetuilla soilla ja hakkuualueilla.



Kuva 5. Pulkkosieni (*Paxillus involutus*) on himmeänruskea rouskumainen myrkkysieni, mutta siitä ei erity maitiaisnestettä. Pulkkosienen heltat ovat vaaleanruskeat ja tummuvat niitä sormella painettaessa. Kuva: Kauko Salo.

Huomioon otettavia myrkkysieniä

Solumyrkkyjä sisältäviä sieniä

- Valkokärpäsieni (*Amanita virosa*)
- Kavalakärpässiäni (*Amanita phalloides*)
- Suippumyrkkyseitikki (*Cortinarius rubellus*)
- Myrkkynäpikkä (*Galerina marginata*)
- Eräät pikku-ukonsienet (*Lepiota* spp.)
- Korvasieni (*Gyromitra esculenta*)

Hermostomyrkkyjä sisältäviä sieniä

- Punakärpässiäni (*Amanita muscaria*)
- Ruskokärpässiäni (*Amanita regalis*)
- Pantterikärpässiäni (*Amanita pantherina*)
- Korvasieni (*Gyromitra esculenta*)
- Eräät risakkaat (*Inocybe* spp.)
- Eräät malikat (*Clitocybe* spp.)
- Eräät madonlakit (*Psilocybe* spp.)
- Eräät kirjoheltat (*Panaeolus* spp.)
- Eräät lahorusokkaat (*Pluteus* spp.)
- Eräät rusokkaat (*Entoloma* spp.)

Ruoansulatuskanavaa ärsyttäviä lajeja

- Kangaskärpässiäni (*Amanita porphyria*)
- Keltakärpässiäni (*Amanita citrina*)
- Pisamavalmuska (*Tricholoma pessundatum*)
- Isojuurekas (*Clitocybula platyphylla*)
- Isokaulussieni (*Stropharia hornemannii*)
- Keltareunavalmuska (*Tricholoma arvernense*)
- Kitkerälahokka (*Hypholoma fasciculare*)
- Kultasieni (*Phaeolepiota aurea*)
- Lakritsirousku (*Lactarius helvus*)
- Nurmitupaskynsikäs (*Clitocybe connata*)

Useat lajit kypsentämättöminä ja pilaantumaan päässeet sieniruoat

Antabusreaktioita alkoholin kanssa nautittuna aiheuttavia lajeja

- Harmaamustesieni (*Coprinopsis atramentaria*)
- Nuijamalikka (*Ampulloclitocybe clavipes*)

Allergiatyyppistä punasolujen tai lihassolujen tuhoa aiheuttavia lajeja

- Pulkkosieni (*Paxillus involutus*)
- Kangaskeltavalmuska (*Tricholoma equestre*)

Karsinogeenisiä sisältäviä lajeja

- Mustarousku (*Lactarius necator*)

Kirjallisuus

- von Bonsdorff, T., Hopsu-Neuvonen, A., Huhtinen, S., Korhonen, J., Kosonen, L., Moisio, S. ja Palmen, J. 2013. Sienimetsästä markkinoille. Opetushallitus. Juvenes Print - Suomen Yliopistopaino Oy, Tampere. 176 s.
- Bresinsky, A. & Besl, H. 1990. A colour atlas of poisonous fungi. Wolfe Publishing Ltd. 295 s.
- Knudsen, H. & Vesterholt, J. (toim.). 2008. Funga Nordica. Agaricoid, boletoid, and cyphelloid genera. Nordsvamp - Copenhagen. 965 s.
- Rautavaara, T. 1947. Suomen sienisato. WSOY. 534 s.
- Salo, K. 2003. Myrkkysienten metsästys. Pilperöisiä - kolumni. Karjalainen. 26.9.2003.
- Salo, K. 2006. Herkullinen myrkkysieni. Pohjois-Karjalan Luonnosta - kolumni. Karjalainen. 6.5.2006.
- Timonen, S. ja Valkonen, J. (toim.). 2013. Sienten biologia. Gaudemus Oy. 448 s.

Sienten laatuluokitus ja vastaanottopisteessä hintaan vaikuttavat tekijät

Marja Päivänurmi

Metsäsienet ovat kuuluneet olennaisena osana karjalaiseen ruokaperinteeseen (kuva 1). Tatteja ja rouskuja on osattu poimia ja säilöä talven varalle jo sukupolvien ajan. Itäistä Suomea voidaankin hyvällä syyllä kutsua Suomen sieniaitaksi sekä lajien luontaisten kasvuolosuhteiden ja määrien sekä sienten käytön ja poimimisen perinteen takia. Järjestäytynyt kaupallinen poiminta, neuvonta ja vastaanotto alkoivat kehittyä voimakkaasti 1960-luvun alussa, ja Itä-Suomi näytti alalle suuntaa.

Kaupallisesti merkittävimmät sienilajit ja -ryhmät ovat herkkutatit, rouskut, kantarelli ja suppilovahvero. Toreilla tuorekaupassa myydään tuoretta kantarellia ja suppilovahveroa, mutta järjestäytynyt sienikauppa kattaa laajemman kirjon eri sienilajeja tuoreena, keitettynä ja suolattuna. Metsäsienten vuosittaiseksi kokonaissadoksi arvioidaan noin 1 000 miljoonaa kiloa, josta vain murto-osa kerätään talteen.

Sienten kauppa alkoi kehittyä yli 50 vuotta sitten. Keitetyt ja suolatut rouskut ovat kuuluneet ostovalikoimaan alusta alkaen. Herkkutatteja ostettiin tuolloin tuoresuolattuna ja niitä vietiin Keski-Eurooppaan sieninä purkittaville yrityksille. Pakastetatit olivat vielä tuolloin tuntematon käsite. Korvasieniä ostettiin suuria määriä ja niitä myytiin tuoreena Etelä-Suomen ravintoloihin ja kauppoihin sekä kuivattiin vientiä varten.

Sieniala on kokenut suuren muutoksen ja kehityksen viime vuosien aikana. Sienten ostotoiminnassa mukana olevien yritysten tulee huolehtia useista lain vaatimista velvoitteista: vastaanotto- ja säilytystilojen perusvaatimustasosta, hygieniasta, työntekijöiden opastuksesta sekä omavalvonnasta.

Opastus ja neuvonta ovat olleet ja ovat edelleen tärkeitä sekä poimijan että vastaanottavan yrityksen kannalta. Jos vastaanottopisteessä on riittävä tietoa ja taitoa sienten käsittelystä, sitä pystytään jakamaan poimijoille. Kun poimijalle annetaan riittävästi asianmukaisia ja selkeitä ohjeita kunakin sienilajin kaupallisesta käsittelystä, asia hallitaan usein jo seuraavalla poiminta- ja vastaanottokerralla. Poimijan tulee mm. tunnistaa poimimansa sieni ja osata sen käsitteily vastaanottopisteeseen tuontiin saakka. Näin saadaan tasalaatuista, hyvää sientä kauppaan ja sienten hylkääminen vastaanotettaessa huonon laadun tai väärän käsittelyn takia on vähäistä.

Ennen satokauden alkua yrityksellä tulee olla käsitys sienten ostohinnoista, sillä niiden pitää olla listalla heti kauden alettua, kun ensimmäiset sienentuojat saapuvat vastaanottopisteeseen. Oikean hintatason asettamiseen suuntaa antavat aiemmat asiakassuhteet sekä etenkin kokemus alalla. Vakiintuneena terminä puhutaan nykyisin ”päivän hinnasta”, mikä tarkoittaa sitä, että ostohinta voi vaihdella päivittäin tai pysyä entisellä tasolla pitempäänkin. Vielä 1980-luvulla päivittäiset hintavaihtelut saattoivat olla hyvinkin suuria suuntaan tai toiseen.

Nykyisin pyritään tasaiseen ostohintatasoon pienin vaihteluin läpi satokauden. Ostohinta tulee pitää samana koko päivän ajan aamusta iltaan. Kotimaan kauppaan myytäessä tulee hintaan laskea myös arvonlisäveron osuus, joka on huomioitava hinnoittelussa. Poimijat eivät ole arvonlisäverovelvollisia, joten heiltä ostettaessa arvonlisävero lisätään kotimaassa myytäessä ostohinnan päälle. Ostotoimintaa harjoittavan yrityksen tulee huomioida myös ostomäärät ja niiden vaihtelut. Sienen ostohinnan pitää olla sillä tasolla, että yritys pystyy ottamaan vastaan päivittäin poimijoiden keräämät suuret, tuhansienkin kilojen sienimäärät.

Tuorekauppaan menevät kantarellit ja suppilovahverot, ja niiden päämarkkinat ovat Etelä-Suomessa. Paikallismyyntiin (torit ja ravintolat) jää vain pieni osa vastaanottavien yritysten kantarelleista ja suppilovahveroista.

Rouskut ostetaan poimijoilta valmiiksi keitettynä ja suolattuina vastaanottavan yrityksen poimintaohjeen mukaan. Oikein käsitelty rousku säilyy poimijan kylmävarastossa pitkään ja sienierän voi tuoda yhdellä kertaa kuljetuskustannusten minimoimiseksi. Keitetyt ja suolatut rouskut myydään ainoastaan kotimaisille tukkuasiakkaille ja purkittaville yrityksille. Suomalaisia rouskuja (haapa- ja kangarousku) on yritetty viedä ulkomaille, mutta viennin esteenä on ollut rouskujemme liian voimakas maku ja kalleus. Rouskujen ostohintataso on laskenut paljon viime vuosien aikana. Syyinä tähän on halpa tuontisieni Keski- ja Itä-Euroopasta, jonka hintatasoon suomalaista sientä verrataan hankittaessa suuria määriä sieninä teollisuuden käyttöön. Pienemmät toimijat ovat arvostaneet puhdasta, suomalaista raaka-ainetta.

Korvasienikauppa on muuttunut viime vuosikymmeninä suuresti. Vielä 1960- ja 1970-luvuilla korvasienestä maksettiin korkeaa hintaa: satokauden alussa jopa 12 euroa/kilo. Hintataso vakiintui sadon edetessä 3-4 euroon kilolta. Korvasientä myytiin tuolloin tuoreena suoraan ravintoloihin ja purkittajille sekä vietiin Keski-Eurooppaan kuivattuna. Myrkykeskustelut ja EU:n myötä tullut kaupankäynnin tiukentuminen ovat laskeneet korvasienen arvostusta sekä käyttöä ravintoloissa ja kotitalouksissa. Nykyisin vain harvat yritykset ostavat suuria määriä tuoretta korvasientä ja täten hintatasokin on laskenut ja vakiintunut 2-3 euroon kilolta koko satokauden ajaksi.

Suomessa herkkutatitkauppa on kokenut suuren muutoksen. Ostotoiminnan alettua 1960-luvulla herkkutatteja ostettiin tuoresuolattuna ja seuraavana vuosikymmenenä keitettynä, suolaliuokseen säilötyinä. Vientimarkkinat löytyivät tuolloin Keski-Euroopasta: Saksasta, Itävallasta, Sveitsistä ja Ranskasta. 1980-luvulla alkoi tuoreen ja pakastetun herkkutatit kysyntä kasvaa. Italialaiset ostajat kiinnostuivat Suomesta ja suomalaisesta herkkutatista. Italia nou-

si nopeasti suurimmaksi vientimaaksi. Tuoreen herkkutatatin ostotoiminnan alussa ei ollut käytössä mitään valmista luokittelua, vaan ostoluokat piti hakea satokausittain yrityksen ja erehdyksen kautta. Nykyisin käytössä oleva luokittelu käsittää selkeät, yksinkertaiset luokat I, II ja III, jotka uusienkin poimijoiden on helppo oppia nopeasti.

Hintataso määräytyy samoin kuin muissakin luonnontuotteissa, mutta herkkutatatin ostohintaan vaikuttaa suuresti myös Keski-Euroopan satotilanne sekä sadon ajankohta. Ostavilla yrityksillä on käsitys hintatasosta jo ennen satokauden alkua. Jos herkkutatatin sato alkaa jo kesä-heinäkuussa, kysyntä tuoremarkkinoilla Euroopassa on pientä ja markkinoiden tarvitsema sieni löytyy lähempää, mm. Romaniasta. Tällöin herkkutatatti menee pakastettavaksi, ja se myydään yleensä vasta syksyllä satokauden päätyttyä.

Pakastus ja varastointi kuluttavat monen kuukauden ajan sähköenergiaa ja sitovat pääomaa pitkäksi aikaa. Jos herkkutatatin satokausi Suomessa ajoittuu elo-syyskuulle ja Keski-Euroopasta ei tule sientä markkinoille, ostohintaa pystyy nostamaan. Keski-Euroopan hyvä herkkutatatisato heijastuu myös suomalaisesta tuoreesta ja pakastetusta herkkutatatista maksettavaan hintaan. Vaikka suomalaista herkkutatattia arvostetaan, siitä ei kuitenkaan olla valmiita maksamaan huomattavasti korkeampaa hintaa. Tässä suhteessa herkkutatatin maailmanmarkkinahintaa on seurattava koko satokauden ajan. Vaikka herkkutatatista valtaosa viedäänkin ulkomaille, vastaanottavat yritykset tekevät koko ajan työtä sen eteen, että kotimaan kulutukseen jäisi yhä suurempi osa tästä maailmalla arvostetusta sienestä.

Luonnonsienten kaupallinen ja yksityiskäyttöpoiminta elää edelleen voimakkaana Itä-Suomessa. Neuvontaa ja opastusta tarvitaan kuitenkin satokauden aikana. Uusia poimijoita tulee mukaan toimintaan vuosittain ja veroton poimintatulo antaa mukavan lisätulon reippaan luonnossa liikkumisen ilon ja hyödyn lisäksi. Luotettava ja luottamuksellinen yhteistyö luonnonsieniä vastaanottavien ja välittävien yritysten sekä poimijoiden välillä on tärkeää ja takaa toiminnan jatkuvuuden satokaudesta toiseen.



Kuva 1. Herkku- ja männynherkkutatattien (*Boletus edulis*, *B. pinophilus*) ostotoiminta alkoi Suomessa 1960-luvun alussa, jolloin herkkutatatit ostettiin tuoresuolattuna ja seuraavalla vuosikymmenellä keitettynä, suolaliokseen säilöttyinä. 1980-luvulla tuoreen ja pakastetun herkkutatatin kysyntä alkoi kasvaa ja Italia nousi suurimmaksi vientimaaksi. Tuoreitten kantarellien (*Cantharellus cibarius*) päämarkkinat ovat Etelä-Suomessa. Kuva: Anne Silvast.

3.6 Yrtit

Kauppayrtit, keruu ja käyttö

Kauko Salo ja Marjut Turtiainen

Suomen luonnossa kasvaa 28 kauppayrttiä, joista kymmenen on metsissä kasvavia marjakasveja. Useimmat kasvavat kuivilla, kuivahkoilla tai tuoreilla kangasmetsätyypeillä. Kauppayrteistä puita edustavat kataja (*Juniperus communis*), mänty (*Pinus sylvestris*), kuusi (*Picea abies*), pihlaja (*Sorbus aucuparia*), raudus- ja hieskoivu (*Betula pendula*, *B. pubescens*) sekä korpipaatsama (*Rhamnus frangula*), rohdoskasvina tunnettuna pieni puu tai pensas.

Mesiangervo (*Filipendula ulmaria*) ja mustaherukka (*Ribes nigrum*) ovat lehtojen, puronvarsien ja kosteitten niittyjen kasveja. Lillukka (*Rubus saxatilis*) kasvaa tuoreilla kankailla ja kultapiisku (*Solidago virgaurea*) monenlaisilla kasvupaikoilla kangasmetsissä ja lettosoilla. Mesimarja (*Rubus arcticus*) ja siankärsämö (*Achillea millefolium*) kasvavat mm. metsäteiden varsilla, joten ne eivät ole tyypillisiä metsäkasveja. Samaan sarjaan kuuluu voikukka (*Taraxacum officinale*), jonka alkuperäisenä kasvupaikkoina ovat kuitenkin lehdot ja jokien rantaniityt ja merenrannat, mutta myös pellot, niityt, teiden pientareet ja puutarhat.

Kuivilla kankailla kasvavat kanerva (*Calluna vulgaris*) ja sianpuolukka (*Arctostaphylos uva-ursi*). Suopursu (*Ledum palustre*) on rämeitten valtavarpuja, mutta kasvaa Lapissa myös kangasmetsissä ja tundralla. Ahomansikka (*Fragaria vesca*) on kuivien niittyjen kasvi, ja sen kasvupaikat ovat vähentyneet viime vuosikymmenien aikana metsälaidunnuksen ja kaskeamisen loputtua.

Maitohorsma (*Chamerion angustifolium*) on metsien pioneerilaji ja se valtaa nopeasti mm. metsäpalon jälkeen sille sopivat kasvupaikat. Vadelma (*Rubus idaeus*) on myös pioneerilaji, joka valtaa tuoreet hakkuualueet, mutta ei kestä kilpailua puiden kanssa, vaan häviää metsän varttuessa. Metsiemme valtavarpuja edustavat kauppayrteistä puolukka (*Vaccinium vitis-idaea*) ja mustikka (*Vaccinium myrtillus*). Metsissämme kasvaa kauppayrttien lisäksi useita puuvartisista rohdoskasveja, joita on käytetty myös kansanlääkinnässä. Tällaisia ovat harmaa- ja tervaleppä (*Alnus incana*, *A. glutinosa*), pajut (*Salix* spp.) ja haapa (*Populus tremula*) sekä lehtojen puista tammi (*Quercus robur*), lehmus (*Tilia cordata*) sekä vuori- ja kynäjalava (*Ulmus glabra*, *U. laevis*).

Kauppayrttejä käytetään ravinnoksi erilaisina juomina tai antamaan makua salaatteihin, leipiin, keittoihin ja muhennoksiin. Monilla yrteillä on rohdosmaisia vaikutuksia. Suomen puhtaassa luonnossa valoisan kesän ansiosta yrttikasvien aromipitoisuus on korkea, usein korkeampi kuin ulkomailta viljellyissä kasveissa. Luonnonyrteissä on runsaasti erilaisia vitamiineja sekä kivennäis- ja hivenaineita. Yrttikasvit ovat muiden kasvien tapaan runsaskuituisia ja vähärasvaisia.

Yrttikasvien yleisin käsittelytapa on kuivaaminen, jolloin kasvit kuivataan hyötykasvikuivurilla pidemmän säilytysajan takaamiseksi. Pakastaminen sopii syötäväksi tarkoitetuille kasveille. Fermentointi eli hiostaminen tuo esiin kasvien aromaattisia aineita, ja samalla kitkerät parkkiaineet hajoavat. Yrttijuomiksi ja erilaisiin teesekeoituksiin kelpaavat ahomansikan, maitohorsman, vadelman, mustikan ja mustaherukan lehdet ja kanervan kukat. Huomioitavaa on, että mahdollisten rohdosvaikutusten vuoksi samasta yrtilajista tehtyä juomaa ei yleensä suositella käytettäväksi päivittäin viikkoa pidempään. Salaatteihin voi käyttää vaikkapa maitohorsman ja mustikan lehtiä. Kuivatut mustikan marjat auttavat ripuliin.

Vaaleanvihreistä kuusen vuosikasvaimista eli kuusenkerkistä keitetään makeaa kuusenkerkkäsiirappia (kuva 1). Männyn ja kuusen kerkkiä käytetään myös rohdoksena yrttijuomaksi, kylpyihin sekä hengitysteiden sairauksissa. Keväiset koivun hiirenkorvat ovat vitamiinirikasta salaattiaineesta, ja varhain keväällä koivusta voi juoksuttaa juomaksi mahlaa. Katajanmarjat soveltuvat hyvin lihan ja kotikaljan mausteeksi. Katajanoksista ja -havuista saa aromattista savustuspurua.

Luonnonvaraisissa yrttikasveissa on myös rohdos- eli lääkekasveja, joita käytetään lääkinälliseen tarkoitukseen ja joita sitovat lääkelain määräykset. Luonnonvaraisia lääkekasveja ovat isohirvenjäkälä eli islanninjäkälä (*Cetraria islandica*), sianpuolukka, suopursu ja paatsama, joista kaksi jälkimmäistä ovat myrkyllisiä. Myrkyllisiä lääkekasveja ei saa kokeilla omin päin. Luonnonyrttejä voidaan hyödyntää lisäksi kosmetiikan valmistuksessa sekä tuoksuina, väriaineina ja koristeina.

Isohirvenjäkälä kasvaa yleisenä kuivissa männiköissä ja karuilla kallioilla, usein yhdessä poronjäkälien (*Cladonia* spp.) kanssa. Isohirvenjäkälän sekovarsi on vihertävä tai ruskea, pensasmainen ja pysty, jopa 10 senttimetriä korkea. Se on muodostunut levästä ja sienestä, jotka elävät symbioosisa toistensa kanssa (kuva 2). Jäkälän kuivattua sekovartta on käytetty rohdoksena vilustumisoireisiin, liman irrotukseen, nielun ja hengitysteiden tulehduksiin sekä rauhoittamaan ärtyneitä limakalvoja. Isohirvenjäkälällä on ollut suuri merkitys kansanlääkinnässä. Sillä on parannettu ruoansulatus- ja hengityselimistön vaivoja. Isohirvenjäkälästä valmistetaan mm. kuusenkerkkä-islanninjäkäläluutevalmistetta, jota saa luontaistuotekaupoista ja jolla tuetaan hengitysteiden hyvinvointia.

Sianpuolukka on talvivihanta varpukasvi, ja se voi muodostaa mattomaisia, useitten neliömetrien laajuisia kasvustoja hiekkaisilla kankailla, kallioilla ja harjujen rinteillä. Sian-



Kuva 1. Kuusen (*Picea abies*) tuoreista ja pehmeistä vuosikasvaimista, kerkistä, valmistetaan yskänsiirappia. Kuva: Erkki Oksanen, Luke.



Kuva 2. Isohirvenjäkälän eli islanninjäkälän (*Cetraria islandica*) noin 10 senttimetriä korkea, vihertävä tai ruskea sekovarsi muodostuu levästä ja sienestä, jotka elävät symbioosissa toistensa kanssa. Kansanlääkinnässä isohirvenjäkälällä on parannettu ruoansulatus- ja hengityselimistön vaivoja. Kuva: Erkki Oksanen, Luke.



Kuva 3. Suopursu (*Ledum palustre*) sisältää myrkyllisiä terpeeneyä. Sen lehtiä kerätään kosmetiikkateollisuuden tarpeisiin. Kukkien tuoksu voi aiheuttaa voimakasta päänsärkyä. Kuva: Hannu Nousiainen.

puolukan lehtiä käytetään rohtona virtsateiden ja virtsarakon sekä munuaistulehdusten hoidossa. Korpipaatsaman kuorta on käytetty ulostuslääkkeenä.

Suopursu on kauppayrtti, mutta se ei kelpaa ihmisen ravinnoksi. Sen kuivattuja lehtiä käytetään kosmetiikkateollisuuden raaka-aineena. Hienonnettuja suopursun lehtiä ja oksia käytetään villalankojen värjäyksessä, jolloin saadaan kellanruskeita värisävyjä. Suopursun kukat, lehdet ja varpujen kuori sisältävät myrkyllisiä terpeeneyä, jotka vaikuttavat ihmisen keskushermostoon aiheuttaen pahoinvointia. Kukki- en tuoksukin voi aiheuttaa voimakasta päänsärkyä (kuva 3).

Voikukka on kauppayrtti ja arvokkaimpia luonnonkasveja, vaikka se on kiusallisen rikkaruohon maineessa. Voikukka ei ole yhden ainoan kasvin nimi, vaan voikukka-nimi kuuluu suu- relle joukolle ulkoasultaan hieman toisistaan poikkeavia voi- kukkia. Se lisääntyy apomiktisesti eli ilman pölytystä. Maas- tamme on määritetty viitisensataa voikukkalajia.

Voikukasta käytetään ihmisen ravinnoksi lehdet, juu- ret ja kukan mykeröt sekä mykerönuput. Voikukan nuoret ja puhdistetut lehdet kerätään salaatiksi, ja lehdet soveltuvat myös keittoihin ja muhennoksiin. Lehdissä on C-vitamiinia noin 25–35 mg 100 grammassa lehtiä eli kaksin-kolminkertai- nen määrä perinteiseen lehtisalaattiin verrattuna. Voikukan juuressa esiintyvä varastohiilihydraatti on nimeltään *inuliini*, josta muodostuu sen hajotessa hedelmäsokeria ja joka on käyttökelpoista diabeetikoille. Ennen vanhaan pestyt juuret kuivattiin ja paahdettiin, jolloin juurista saatiin kahvin kor- viketta. Voikukan auenneista kukista eli mykeröistä voi val- mistaa simaa tai kaljaa tai niitä voi syödä sellaisenaan kie- hautettuna (kuva 4).



Kuva 4. Voikukan (*Taraxacum officinale*) varren päässä on kirkkaankeltainen kukinto, mykerö, joka on muodostunut sadoista pienistä kukista. Kukista voi valmistaa simaa tai kaljaa, ja mykeröitä voi syödä sellaisenaan kiehautettuna. Kuva: Erkki Oksanen, Luke.

Luonnonyrttien keruu

Kaupalliseen poimintaan ja omaan käyttöön kerättävät kasvilajit on tunnettava hyvin, sillä osalla syötäväksi kelpaavista yrteistä on myrkyllinen näköislaji. Suomessa kasvaa luonnonvaraisena noin sata myrkyllistä tai myrkyllisenä pidettävää putkilokasvia, joista noin kaksikymmentä on erittäin myrkyllisiä. Kaikkien kasvien myrkyllisyyttä tai myrkyttömyyttä ei varmuudella tunneta. Tästä syystä muita kuin varmasti syötäväksi tunnettuja kasveja ei pidä maistella. Myrkykkäkasvit ovat vaarallisia lapsille, sillä kuusaman, sudenmarjan, kielon ja näsiän myrkylliset marjat ovat meheviä ja houkuttelevan värisiä.

Ruohovartisten kasvien kerääminen kuuluu jokamiehenoikeuksiin, mutta puiden lehtien, silmujen tai vuosikasvaimien kerääminen, mahlan juoksuttaminen tai jäkälän kerääminen vaatii maanomistajan luvan. Pihlajan ja katajan marjoja saa kerätä vapaasti. Yrtit kannattaa poimia sellaisista paikoista, missä runsas liikenne tai teollisuus ei rasita luontoa. Puhtaimmat kasvit kerätään alueilta, joita ei ole lannoitettu tai käsitelty rikkaruohojen ja tuhohyönteisten torjunta-aineilla eikä vesakontorjunta-aineilla.

Yrttibuumi alkoi Suomessa 1980-luvulla ja kiinnostus luonnonyrttien poimintaan on kasvanut kolmenkymmenen viime vuoden aikana, mutta silti yrtejä kerätään huomattavasti vähemmän kuin luonnonmarjoja ja -sieniä. Luonnonvirkistyskäytön valtakunnallisen tutkimuksen mukaan yrtejä,

kukkia ja koristekasveja keräsi 24 % suomalaisista vuonna 2010. Yrttikasveista mustaherukan, nokkososen, koivun, voikukan, vadelman, katajan ja pihlajan tunnistivat yli 80 % vastaajista. Lähes yhtä tunnettuja olivat kanerva, kuusenkerkät, ahomansikka ja maitohorsma.

Sekä naiset että miehet ovat lisänneet luonnonyrttien käyttöä elintarvikkeina viime vuosikymmenten aikana. Yrtejä käytetään tuoreina sesonkikauden herkuina ja yleisimmin juoma-aineksina. Mustaherukan, koivun, vadelman ja ahomansikan lehdistä hiostetaan teetä. Keittoihin, laatikoihin ja muhennoksiin sopivat katajanmarjat, ja monenlaisia yrtejä käytetään myös salaatteihin.

Yrttiala on laajentunut Suomessa kaupalliseksi toiminnaksi, mutta suuri osa myytävistä yrttituotteista on ulkomaista alkuperää. Päivittäistavarakaupassa luonnonyrtejä on tarjolla melko vähän. Luonnonyrtejä myydään kuluttajille pääosin kuivattuina ja valmiiksi tuotteiksi jalostettuina. Tavallisia päivittäistavarakaupan yrttituotteita ovat yrttijuoma-ainekset, yrttimausteet ja yrttisuolat. Luontaistuotekaupoissa myydään ravintolisinä erilaisia puristeita, jauheita, kapsleita ja uutteita. Suomalaisia luonnonyrtejä markkinoidaan kosmeettisina valmisteina niin kotimaassa kuin kansainvälisestikin.

Luonnonyrttien kaupallinen keruu ja myynti elintarvikkeeksi tai lääkinnälliseen käyttöön ilman jalostusta on verotonta tuloa samoin kuin marjojen ja sienten poimiminen myyntiin. Tästä huolimatta Suomessa luonnonyrtejä poimi-

taan myytäväksi vain vähän. Viimeisen kahden vuosikymmenen aikana luonnonkasvien hyödyntämistä on pyritty edistämään muun muassa tutkimustoiminnan ja erilaisten kehittämishankkeiden avulla.

Yrttien keruu ja jatkojalostaminen antavat keruutuotteen lisäarvoa marjastuksen ja sienestyksen ohella. Suomalaisista luonnonyrttikauppaa ja kotitarvepoimintaa ei tilastoida säännöllisesti, mutta varovaisen arvion mukaan sen yhteisarvo oli 5,4 miljoonaa euroa vuonna 2000. Vertauksen vuoksi mainittakoon, että samana vuonna luonnonmarjojen talteenoton arvo oli 72 miljoonaa euroa ja kauppasienten arvo 21 miljoonaa euroa.

Kirjallisuus

- Moisio, S., Mäkinen, Y., Tuominen, M. ja Vauras, J. 2006. Luonnonyrttiopas. Opetushallitus. Tammer-Paino Oy, Tampere. 68 s.
- Piippo, S. 2005. Luonnonyrtilt. Villivihannekset ja marjat. WSOY. Helsinki. 176 s.
- Rautavaara, T. 1980. Miten luonto parantaa: kansanparannuskeinoja ja luontaislääketiedettä. WSOY, Porvoo. 284 s.
- Salo, K. 2011. Keräilytuotteet. Julkaisussa: Rantala, S. (toim.). Metsäkoulu. 7. painos. Metsäkustannus Oy. Kariston Kirjapaino Oy, Hämeenlinna. s. 207-218.
- Sievänen, T. ja Neuvonen, M. (toim.). 2011. Luonnon virkistyskäyttö 2010. Metlan työraportteja 212. 190 s. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-951-40-2332-3>

Pihlaja monikäyttöpuuna ja maitohorsma kauppayrttinä

Kauko Salo

Pihlajan (*Sorbus aucuparia*) syysruska on kauneimmillaan, kun keltaiset ja hehkuvan punaiset lehdet loistavat lähimaisemassa. Tällöin lehtien klorofyllihiukkaset eli lehtivihreä hajoaa, keltaiset ja punaiset värisävyt pääsevät näkyviin. Syksyn kirpeät pakkaset lisäävät väriloistoa. Leutoina ja sateisina syksyinä värit ovat maisemassa haaleampia.

Pihlaja kasvaa lehdöissä, lehtomaisissa ja tuoreissa kangasmetsissä sekä rehevissä korvissa 5–10 metriä korkeaksi puuksi. Avoimilla paikoilla oijen reunamilla, laidunmailla tai metsänreunassa yksittäinen puu on usein haarova. Pihlaja on pioneeripuulaji, ja se lisääntyy tehokkaasti sekä suvullisesti siemenistä että suvuttomasti juuri- ja kantovesoista.

Pihlajan vuodessa ilmentyä Suomen neljä vuodenaikaa. Keväällä muuttolintujen saapuessa hennon vihreät lehtisilmut aukeavat. Keskipäivän vihreyteen puhkeavat voimakas-tuoksuiset valkoiset kukat, jotka houkuttelevat kärpäsiä, mehiläisiä ja kovakuoriaisia pölyttämään. Syyskuussa kypsyvät punaruskeat tai kellanpunaiset marjat. Myöhäissyksyn lehdet ovat ruskan pääelementtejä. Talvella pihlajissa ruokaileva tilhiparvi (*Bombycilla garrulus*) elävöittää hiljaista talvimaismaa. Pihlaja on muinaissuomalaisen pyhä puu, joka

on pyhitetty ylijumala Ukon puolisolle Raunille. Vanha kansa ennusti pihlajan marjojen määrästä talven lumisuutta: Pihlaja ei kahta taakkaa kannan, marjoja ja lunta.

Pihlajanmarjasato on Suomessa varovaisen arvion mukaan yli 10 miljoonaa kiloa, mutta vuosien väliset erot ovat suuria. Vuonna 2014 pihlajanmarjasato oli erittäin runsas ja pienissäkin pihlajissa oli sangollinen marjoja. Satoarvio oli tällöin yli 20 miljoonaa kiloa. Suurissa pihlajissa voi olla 100 kiloa marjoja.

Ahvenanmaalla ja lounaisaariaristossa kasvavat suomenpihlaja (*Sorbus hybrida*) ja ruotsinpihlaja (*S. intermedia*) tuottavat syötäviä hedelmiä, joita sanotaan marjoiksi. Yleensä pihlajan marjat ovat happamia, mutta happaman makuisen pihlajan vierestä voi löytää vähemmän happaman pihlajan marjoja. Tällaisista vähemmän happamista pihlajista linnut syövät ensimmäisinä kypsät marjat. Makujen kirjo on suuri, mikä johtuu puiden erilaisesta perimästä.

Kotipihlajan marjojen happamuus tulee omenahaposta ja karvaus sorbiini-, parasorbiini- ja sorbitaninapitoista. Marjoissa on runsaasti C-vitamiinia, noin 100 mg sadassa grammassa marjoja eli yhtä paljon kuin suomuuraimen marjoissa.



Kuva 1. Pihlajan (*Sorbus aucuparia*) marjat ovat terveellisiä, ja niissä on C-vitamiinia 100 milligrammaa sadassa grammassa marjoja eli yhtä paljon kuin suomuuraimen (*Rubus chamaemorus*) marjoissa. Marjoista tehdään mehuja, hilloja, nektareita, hyytelöitä ja soseita sekä erilaisia juomia. Kuivatut ja jauhetut marjat sopivat puuroon ja leivän valmistamiseen. Kuva: Kauko Salo.

Marjoista tehdään erilaisia mehuja, hilloja, nektareita, hytte-löitä ja soseita. Kitkeryyttä voidaan laimentaa sekoittamalla survottuihin marjoihin omena- ja porkkanasosetta. Marjo-ja käytetään erilaisiin juomiin ja väkiviinan mausteeksi. Kuu- vatut marjat säilyvät hyvin, ja ne voidaan jauhaa hienoksi ja käyttää puuroon ja leipään (kuva 1).

Nuorista pihlajan lehdistä ja silmuista voi valmistaa sa- laattia. Keväällä silmuissa on karvasmantelin makua. Van- hemmat lehdet voi käyttää kuivattuna yhdessä vadelman ja mustaherukan lehtien kanssa teeaineksina. Kotieläinten ruokinnassa marjoja on annettu sioille perunoihin tai viljaan sekoitettuna. Ennen vanhaan pihlajan kuivattuja ja keitetty- jä marjoja käytettiin yleisesti ulostusrohtona ja edistämään virtsaneritystä. Marjoilla myös lievitettiin sappikivivaivoja ja ehkäistiin keripukkia.

Metsätaloudellisesti pihlajaa pidettiin pitkään roskapuu- na, mutta viime vuosina sen arvostus on noussut. Pihlajan puuaines on väriltään punaista, sitkeää ja siten kestävä. Puusta tehtiin kirveenvarsia, aisoja, luokkipuita, haravan- piikkejä, astioita ja paloviinatynnyreitä. Nykyään pihlajapuu on haluttua raaka-ainetta erikoispuuseppien keskuudessa. Presidentin virka-asunnon työhuoneessa on pihlajasta val- mistetut tuolit. Ulkokäyttöön pihlaja ei sovi, sillä puu kutis- tuu ja laajenee kosteuden ja lämpötilan muuttuessa. Pihla- jaa pitäisi suosia nykyistä enemmän kaupunkipuuna, katujen reunaistutuksissa, teiden reunavalleissa ja puistoissa. Pih- laja on vaatimaton kasvupaikan suhteen sekä helppohoitoi- nen, taudin- ja talvenkestävä puulaji.

Pihlajanmarjakoi on pihlajan tuholainen

Pihlajanmarjakoi (*Argyresthia conjugella*) on pieni harmaan- kirjava perhonen, joka munii pihlajan kehittyviin raakileisiin. Munista kehittyvät toukat elävät pihlajanmarjoissa, joiden hedelmälihaan ne kaivavat käytäviään ja syövät marjojen si- sustaa ja vahingoittavat myös marjojen siemeniä. Pihlajan- marjat ovat toukkien syönnösten jälkeen ulosteitten täyttä- miä. Täysikasvuinen toukka on noin 7 millimetriä pitkä ja vä- riiltään vaalean punertava. Loppukesällä toukat pudottautu- vat silkkirihman varassa maahan ja koteloituvat maanpin- nan alle silkistä kehräämänsä kaksinkertaisen kotelokopan sisään talvehtimaan. Heikkoina pihlajan satovuosina pihla- janmarjakoit munivat myös tarhaomenapuun (*Malus domes- tica*) kukille. Toukat kaivavat käytäviään kehittyviin hedelmiin ja aiheuttavat näin suurta tuhoa omenasadolle.

Tilhi kylvää pihlajaa

Syksyllä ja talvella pihlaja saa ruokavieraita, ja muutama- sa minuutissa suuri tilhiparvi (*Bombycilla garrulus*) syö puun tyhjäksi marjoista (kuva 2). Syksyn lämpimillä käyneet mar- jat sisältävät alkoholia, mutta tilhi ei siitä välitä; sillä on ko- koonsa nähden kolme kertaa suurempi maksa kuin ihmisellä.

Tilhi, taviokuurnien (*Pinicola enucleator*) (kuva 3) ja punatulkkujen (*Pyrrhula pyrrhula*) lisäksi räkättirastaat (*Turdus pilaris*) ja mustarastaat (*T. merula*), varis (*Corvus corone cornix*), harakka (*Pica pica*) ja närhi (*Garrulus gladius*)



Kuva 2. Tilhi (*Bombycilla garrulus*) on taigan, havumetsien lin- tu. Se pesii Pohjois-Suomessa, Kainuussa ja Pohjois-Karjalan maakunnan koillisosissa. Tilhi syö oman painonsa verran pihla- jan marjoja päivässä eli noin 170 pihlajanmarjaa. Tilhen syömät marjojen siemenet kulkeutuvat vahingoittumattomina linnun suoliston läpi uusille kasvupaikoille. Kuva: Erkki Oksanen, Luke.



Kuva 3. Taviokuurna (*Pinicola enucleator*) on Metsä-Lapin lintu, jonka vaelluksia voi nähdä joinakin vuosina Etelä-Suomessa. Tällöin sen voi nähdä syömässä pihlajanmarjoja. Kuva: Seppo Neuvonen.

syövät mielellään pihlajan marjoja, ja tiaisista ainakin sini- (*Parus caeruleus*) ja talitiainen (*P. major*) käyttävät marjoja ravintonaan.

Pihlajalle on erityisen tärkeää, että suuri osa sen marjoista päätyisi lintujen vatsaan. Kun tilhet ja räkättirastaat syövät marjoja, hedelmäliha sulaa ravinnoksi ja siemenet kulkevat vahingoittumatta linnun suoliston läpi ja ulosteiden mukana uusille kasvupaikoille.

Pohjanlahden rannoilla ja luodoilla merestä nousevan maan ensimmäisiä puuvartisia pioneerikasveja ovat tyrni (*Hippophaë rhamnoides*) ja pihlaja, joiden siemeniä rastaat ja tilhet levittävät vaellusmatkoillaan meren uloimmille luodoille. Pihlajan taimia on löydetty kasvamassa suurten kivien päällä ja tilapäisepifyytteinä muiden puiden oksien haaroissa - linnut ovat nämäkin siemenet levittäneet.

Aikuinen tilhi syö päivässä oman painonsa verran pihlajanmarjoja, keskimäärin 64 grammaa. Varovaisen arvion mukaan iso, 500 tilhen parvi, syö päivässä 32 kiloa pihlajanmarjoja ja kuukauden aikana lähes 1 000 kiloa. Pihlajanmarjoja sopii yhteen kiloon noin 2 700 kappaletta, joissa jokaisessa on useimmiten kolme siementä. Yhdessä kilossa on siten noin 8 100 siementä. 500 tilhen parvi levittää viikon aikana 1,8 miljoonaa siementä lähialueiden metsiin ja puistoihin. Miljoonista siemenistä itää taimeksi vain murto-osa. Momenlaiset metsät, pellonpientareet ja kaukaiset luodot ovat saaneet pihlajansa tilhien ja rastaiden levitystyön tuloksena.

Maitohorsma on monipuolinen yrttikasvi

Vanha metsä uudistui luonnonvoimien ansiosta. Metsäpaloit tekivät suuria aukkoja metsiin, myrskyt kaatoivat metsää, hyönteistuhot ja sienitaudit täydensivät metsäpalojen ja myrskyjen tuhoja. Näille avoimille metsämaille syntyi uusi metsäsukupolvi luontaisen uudistumisen kautta, tai ihmisen uudisti metsää taimia istuttamalla tai kylvämällä. Metsän kehitys (*suknessio*) kulkee alkuvaiheen (*pioneerivaihe*) kautta kohti vanhaa metsää (*kliimaksivaihe*).

Pioneerikasvina maitohorsma (*Chamerion angustifolium*) valloittaa nopeasti avohakkuu- ja metsäpaloalueet sekä kaskimaat (kuva 4). Maitohorsma on tunnettu meillä myös nimillä palokukka, paloheinä, palohorsma ja paloruoho. Nimet viittaavat kasvupaikkoihin, kaskeamiseen ja runsaasiin metsäpaloihin 1800-luvun alusta 1900-luvun alkuvuosikymmenille asti, jolloin maitohorsma oli metsäalueilla yleisempi kuin tänään.

Kaskenpolton, kulon tai metsäpalon jälkeen metsämaan pH-arvo ja typen määrä nousevat, kun kenttä- ja pohjakerros ovat palaneet. Maitohorsman lukuisat siemenet ovat odottaneet maapankissa, ja nuoret taimet röyhähtävät kasvuun metsäpalon jälkeen puiden varjostuksen vähetessä ja maan mikrobitoiminnan alkaessa. Maitohorsman typenkäyttökyky antaa sille kasvun alkuvaiheessa nopean lähdön moniin muihin ruohokasveihin verrattuna. Massaesiintymisiin vai-



Kuva 4. Maitohorsma (*Chamerion angustifolium*) on pioneerikasvi, ja se valtaa nopeasti avoimet ahohakkuu- ja metsäpaloalueet sekä kaskimaat. Kuva: Erkki Oksanen, Luke.



Kuva 5. Niittykimalainen (*Bombus pratorum*) kerää mettä maitohorsman kukista, jotka ovat mettä keräävien kimalaisten ja mehiläisten erityissuosiossa. Mehiläisten keräämässä maitohorsmahunajassa on miellyttävä maku. Kukkien terälehdistä valmistetaan vaaleanpunaista horsmankukkasimaa tai -juomaa. Jääpalojen sisään jäädytetyt kukkia voi käyttää erilaisiin juomiin. Kuva: Kauko Salo.

kuttavat myös maitohorsman siementuottokyky ja sen leviämisenbiologia. Yksi kasviyksilö voi tuottaa useita kymmeniä tuhansia siemeniä kasvukauden aikana. Hedelmän pitkistä kodasta haivenelliset siemenet lentävät satoja metrejä laskuvarjohyppääjän tavoin pienenkin tuulenvireen voimasta aukeilla alueilla.

Maitohorsma on kauppayrtti, jonka nuoria lehtiä kerätään käsin ennen kukintaa kesä-heinäkuussa. Myöhemmin kerättyinä lehdet ovat kovempia ja niissä on karvas maku.

Tienvierien ja ratapenkkojen saastuneilta alueilta lehtiä ei saa kerätä. Kosteilta ja varjoisilta niittyjen ja metsien reunoilta saadaan maittavimman makuiset lehdet. Kuivatut tai hiosetetut lehdet käytetään yrtiljuomiksi tai teeaineksena. Pelkkä horsman lehdistä valmistettu tee on hieman kitkerää, mutta joukkoon voi sekoittaa mustaherukan ja mesiangervon kuivattuja lehtiä, jolloin maku paranee.

Keväällä poimittuja nuoria versoja keitetään kattilassa 5-6 minuuttia ja nautitaan parsan tapaan voin, margariinin tai maustetun öljykastikkeen kanssa. Neljän kapean verholehden ja neljän punaisen terälehdien muodostama kukka on syötävä, ja kukkia voi käyttää erilaisten salaattien koristeena.

Maitohorsman kukat ovat mettä keräävien kimalaisten ja mehiläisten erityissuosiossa (kuva 5). Mehiläisten keräämässä maitohorsmahunajassa on miellyttävä maku. Maitohorsman suomenkielinen nimi on peräisin tiedosta, että maidon tuotanto paranee, kun lehmät syövät maitohorsmia. Ne

ovatkin erinomaista rehua lehmille, sillä kuivapainosta on neljännes valkuaisaineita ja C-vitamiinia on runsaasti myös tuoreissa lehdistä. Vuonna 1982 maakuntakukkatoimikunta valitsi yleisöäänestykseen perustuen Etelä-Pohjanmaan maakuntakukaksi maitohorsman, jota kutsutaan myös rentun ruusuksi.

Kirjallisuus

- Miettinen, T. 1991. Maitohorsma - hyötykasvi juurennipukasta latvaan asti. *Terve elämä* 23 (3): 52-53.
- Raatikainen, M., Rossi, E. ja Vänninen, I. 1985. Kotipihlajan marjasadon määritysmenetelmät ja marjasato. *Silva Fennica* 19(2): 203-209. <http://dx.doi.org/10.14214/sf.a15420>
- Rautavaara, T. 1980. Miten luonto parantaa: kansanparannuskeinoja ja luontaislääketiedettä. WSOY, Porvoo. 284 s.
- Rautavaara, T. 1985. Maitohorsma on monikäyttöistä. *Tee* 17(3): 72-73.
- Salo, K. 1997. Rentun ruusu palo- ja kaskikukkana sekä iivananteen raaka-aineena. *Pohjois-Karjalan Luonnosta - kolumni*. Karjalainen. 26.7.1997.
- Salo, K. 1997. Kotipihlaja on monikäyttöinen puu. *Pohjois-Karjalan Luonnosta - kolumni*. Karjalainen. 12.10.1997.
- Salo, K. 1999. Tiilhi, pihlajan kylväjä. *Pohjois-Karjalan Luonnosta - kolumni*. Karjalainen. 23.2.1999.

3.7 Erikoisluonnontuotteet

Metsien erikoisluonnontuotteet

Kauko Salo ja Marjut Turtiainen

Metsissä kasvavat luonnontuotteet voidaan jakaa neljään pääryhmään: luonnonmarjat, luonnonsienet, luonnonyrtit sekä erikoisluonnontuotteet. Erikoisluonnontuotteet eli erikoiskeruuotteet voidaan jakaa kolmeen ryhmään: 1) puiden sivutuotteet, 2) koriste-, puunonta- ja käsityömateriaalit ja 3) luonnonlääkintätuotteet. Näissä ryhmissä voi olla päällekkäiskäyttöä, sillä puiden sivutuotteita on käytetty koristemateriaaleina ja perinteisessä luonnonlääkinnässä (kansanlääkinnässä) rohtoina.

Puiden sivutuotteet

Puiden sivutuotteita ovat pettu, terva, puuhiili, pihka, koivun tuhka, käävät, pahkat, tuohi, kaarna, kävyt, havut, oksat ja juuret sekä koivunmahla, josta on erillinen artikkeli sivulta 196 alkaen.

Erikoisluonnontuotteista pettua ja mahlaa voi käyttää ihmisen ravinnoksi. Pettuliinoja irrotetaan toukokuun loppupuolelta heinäkuun alkupuolelle. Pettuliinat paahdetaan uunissa hiilien päällä, tai keitetään, jotta saadaan poistettua *parkkiaineet, hartsit, vahat, terpeenit ja ligniinit*. Keräykseen soveltuvat pettupuut ovat hyväkasvuisia, ohut- ja sileäkuorisia, vähintään 50-vuotiaita oksattomia mäntyjä.

Petusta valmistetaan pettujauhoja, joilla korvataan leipää leivottaessa osa ruisjauhoista (kuva 1). Nykysuosituksen mukaan petun määrä leivässä ei saa ylittää kahtakymmentäviittä painoprosenttia. Suomessa petun maine ja muisto sotavuosien hätäravintona on vankka, sillä pettua lisättiin leipäjauhoon, kun vilja loppui. Pettua eli petäjäistä on Suomessa syöty hätäravintona nälkävuosien aikana 1860-luvulla ja viimeksi 1918 sisällissodan aikana. Pettu voi olla ravintorikkaampi kuin kotimaiset viljalajimme, sillä se sisältää runsaasti ravintokuitua sekä rautaa, mangaania ja sinkkiä. Petussa on myös runsaasti *flavonoideja*, joiden on todettu tutkimuksissa suojaavan sydän- ja verisuonitaudeilta. Pula vuosien hätäravinto on osoittautunut nykypäivän tutkimuksissa terveelliseksi elintarvikkeiden raaka-aineksi, jolla on kysyntää ulkomaita myöten.

Tervaa saadaan puusta kuivatistaamalla, eli puuainesta hajotetaan hapettomassa tilassa lämmön avulla, jolloin syntyy kiinteää jätettä, öljyä ja haihtuvia aineita. Puuterva on kemiallisesti monimutkainen, satojen eri yhdisteiden seos. Siinä on noin puolet selluloosasta muodostuneita hiilivetyjä ja lisäksi noin 10 % ligniinistä syntyneitä *fenoleja*, pihkas- ta muodostuneita *polymeerejä* sekä hartsi- ja rasvahappoja.



Kuva 1. Pettuleipä oli pulavuosina metsänkulkijan tärkeä eväs ja juomana maistui lähdevesi. Kuvan pettuleipä on asetettu puhtaan tuohen päälle ja pettuleipä on viipaloitu puukolla, jonka terän kyläseppä on takonut. Puukon kahva valmistettiin visakoivusta (*Betula pendula var. carelica*). Lähdevesi nautittiin raidan (*Salix caprea*) pahkasta tehdystä sotkakupista. Eväät ja tarve-esineet kulkivat maastossa mukavasti tuohikontissa. Kuva: Erkki Oksanen, Luke.

Tervassa on myös vettä, puuhappoja ja tärpättiöljyä. Tervaa poltetaan tavallisesti mäntypuusta, joko uuneissa tai perinteisesti tervahaudoissa.

Tervan valmistus on tuhansia vuosia vanha taito. Suomessakin tervan tuotannosta on satojen vuosien perinteet, sillä terva oli maamme keskeinen vientituote 300 vuoden ajan aina 1900-luvun alkupuolelle saakka. Tervalla on suojattu lai-



Kuva 2. Joensuussa Metla-talon sisäpihan katseenvangitsija on paanukattoinen kokoustila Käpy, joka muistuttaa ylösalaisin käännettyä venettä. Ulkokuoressa on 10 000 kappaletta haapapuuista (*Populus tremula*) veistettyä paanua, jotka tervataan parin vuoden välein. Kuva: Kauko Salo.

voja ja puisia veneitä, rakennusten puukatteita, kuten kirkkojen paanukattoja, sekä puisia ja metallisia tarve-esineitä. Tervahaudoissa poltettua tervaa käytetään nykyään vähän, perinteisesti sillä on tervattu soutuveneitä.

Uudisrakennusten katto- ja pintarakenteita on erityispauksissa tervattu, mm. Joensuussa Metla-talon Käpy-neuvottelutilan ulkokuoren paanut, jotka on veistetty haavasta (*Populus tremula*) (kuva 2). Ennen terva oli tärkeä rohto ihmisten ja eläinten vaivojen hoidossa antiseptisen, tulehdusta parantavan vaikutuksensa takia. Nykyään tervaa käytetään myös kosmetiikassa ja lääkkeissä, saunatuotteissa ja terva-aromeina. Tervanpolton sivutuotteena syntyy puuhiiltä, jota käytettiin pajojen ahjoissa raudanvalmistukseen. Puuhiiltä voi käyttää myös grillihiilenä, mutta nykyään grillihiili valmistetaan lehtipuusta.

Pihka on *hartsia* ja *terpeenejä* sisältävä havupuiden erite, jota pihkasolut erittävät puiden pihkaonteloihin ja -tiehyisiin. Pihkaa juoksutetaan tekemällä runkoon syviä viiltoja puukolla ja pihkavirta kerätään valutusastiaan. Vanhimpien pihkan käyttömuotoja on ollut purupihka. Pihkaa on puruskeltu raikkaan maun vuoksi, ja sen on havaittu puhdistavan ja suojaavan hampaita ja ikeniä. Jalostettuna pihkaa esiintyy maaleissa, lakoissa, liuottimissa, painomusteissa, saippuissa, purukumeissa ja hajuvesissä.

Perinteisesti havupuun ja varsinkin kuusen (*Picea abies*) pihkasta on valmistettu salvaa, jota on käytetty haavojen ja ihoinfektioiden hoitoon. Vuonna 2008 kuusenpihkavoide hyväksyttiin lääkinälliseksi tuotteeksi, ja sitä saa apteekista. Se on ensimmäinen suomalainen luonnontuote, joka on läpäissyt Lääkelaitoksen testin ja saanut CE-hyväksynnän.

CE-merkki takaa markkinointioikeuden koko Euroopan unionin alueella

Raudus- ja hieskoivun (*Betula pendula*, *B. pubescens*) tuhka on hyvää lannoitetta ja kalkitsemisainetta. Se sisältää tyypeä lukuun ottamatta muita ravinteita lähes samoissa mitasuhteissa kuin niitä sitoutuu puuston biomassaansa. Tuhkalannoitus parantaa puuston kasvua erityisesti ojitettujen turvemaiden havupuuvaltaisissa metsiköissä. Tuhka sisältää myös haitallisia raskasmetalleja, mm. kadmiumia, joiden enimmäispitoisuuksille on määritetty lannoitevalmistelainsäädännössä rajat. Lannoitteeksi sopivaa puuntuuhkaa arvioidaan syntyvän vuosittain 150 000–200 000 tonnia. Puhtaalla puuntuuhkalla voitaisiin lannoittaa ainakin 35 000 hehtaaria suometsiä. Tuhkan metsäkäytön osuus lannoitusalaista on vähäinen. Koivun tuhkaa on käytetty perinteisesti myös suomalaisessa kansanlääkinnässä.

Käävät ovat puiden sieniä, jotka lahoavat puun eri osia. Arinakääpää (*Phellinus igniarius*) on käytetty uunien tulisi-joissa hiilloksen ylläpitäjänä, sillä se palaa hitaasti. Taulakääpää (*Fomes fomentarius*) on ollut tärkeä tulentekoväline 1800-luvun puoliväliin saakka, jolloin tulitikkujen keksiminen syrjäytti sen. Taulakäävästä on valmistettu hattuja, ja sitä on käytetty lääkinässä (kuva 3). Pehmeää pötkelökääpää (*Piptoporus betulinus*) on hyödynnetty neulatyynynä. Okrakääpää (*Hapalopilus rutilans*), taulakääpää ja pötkelökääpää soveltuvat lankojen värjäykseen.

Pahkat ovat puissa esiintyviä kasvannaisia, joita synnyttää puun pinnan vaurio tai paikallinen muutos perintötekijöissä. Tällöin puun jälsikerroksessa oleva solu alkaa jakautua muuta soluja nopeammin, ja vuosien aikana puun rungon kylkeen, oksaan tai juureen muodostuu pahka. Lehtipuiden pahkois-



Kuva 3. Taulakääpä (*Fomes fomentarius*) oli ennen tärkeä hyötysieni. Taulaa saatiin itiöemän mokkaamisesta mallosta, jota keitettiin vedessä ja muokattiin lopulta kuohkeaksi. Taula on ollut kauppatavara, ja sitä on käytetty tulenteossa. Siitä on valmistettu keveitä ja kestäviä liivejä ja hattuja. Kuva: Kauko Salo.

ta valmistetaan monenlaisia hyöty- ja koriste-esineitä, kuten kuksia ja juoma-astioita. Suurista pahkoista on valmistettu huonekaluja.

Tuohi on koivun kuoren kuollutta, korkkiutunutta solukkoa. Se on rakenteeltaan sitkeää, vettä läpäisemätöntä ja hyvin säilyvää. Näiden edullisten ominaisuuksiensa vuoksi tuohia on käytetty perinteisesti talojen kateaineena (kuva 4) ja seinäeristeenä sekä monien käyttöesineiden, kuten konttien, tuohikorien, virsujen, juomalippien, ropposten ja marjatuokkosten materiaalina. Tuohesta on valmistettu myös verkon kohoja ja painoja sekä erilaisia koriste-esineitä, mm. tuohisormuksia. Tuohesta on kehitetty käyttökelpoisia uusia sovellutuksia: tuohia voidaan laminoida tai käyttää jalostettuna tuohimurskelevynä sisustuksessa tai äänieristeenä. Tuohen valkoinen väri johtuu *betuliinista* eli koivuhartsista, jolla on voimakas, bakteereita tappava vaikutus. Tällä hetkellä betuliinia hyödynnetään kaupallisesti lähinnä kosmetiikassa ja luontaistuotteissa, mutta uusia käyttötapoja voisi löytyä lääkkeitä ja kemianteollisuuden tuotteista.

Kaarnaksi sanotaan puuvartisten kasvien vartta suojaavaa ulkokuorta, mutta usein sillä tarkoitetaan männyn (*Pinus sylvestris*) paksua kuorta. Kaarna on ääntä, lämpöä ja vettä eristävää, huokoista, kevyttä, kimmoista ja pehmeää. Kaarnaa on käytetty nuotan kannattimina ja ongenkohoina sekä lasten kaarnaveneissä. Se sopii myös taulujen, pannunalusten, kulhojen ja erilaisten koriste-esineiden valmistukseen. Kaarnatöitä voidaan valmistaa myös jauhetusta kaarnasilpusta. Nykyisin kaarnaa käytetään myös kasvualustana, maanparannusaineena, katteena ja polttoaineena puunjalostusteollisuudessa.

Käpy on havupuun emikukinto, jossa yksittäiset emikukat ovat järjestyneet tiiviisti kierteiseen asentoon. Siemenet sijaitsevat kävyn suomujen välissä ja karisevat kypsyttyään maahan. Mänty ja kuusi varistavat siemenensä kevättalvella, jotta ne leviävät lumen sulaessa sulamisvesien mukana uusille kasvupaikoille. Kahden pääpuulajimme käpyjä kerätään sie-



Kuva 4. Tuohi on raudus- ja hieskoivujen (*Betula pendula*, *B. pubescens*) kuollutta, korkkiutunutta solukkoa, joka on rakenteeltaan sitkeää, hyvin säilyvää ja vettä läpäisemätöntä. Siksi tuohia on perinteisesti käytetty erilaisten rakennusten kateaineena. Kuva: Erkki Oksanen, Luke.

mentuotantoa varten siemenviljelmiltä ja metsistä syksystä keskitalveen saakka. Käpytikän (*Dendrocopus major*) ja oravan (*Sciurus vulgaris*) sanotaan syövän käpyjä, mutta ne etsivät öljypitoisia siemeniä kävyn suomujen välistä. Männyn ja kuusen siemeniä ei käytetä ihmisen ravinnoksi.

Käsityö-, koriste- ja punontamateriaalit

Metsistä on kerätty entisinä aikoina tarveaineita, joista valmistettiin kaikenlaisia tarve-esineitä jokapäiväistä elämästä varten. Lattiamattoja on punottu katinlieoista (*Lycopodium clavatum*). Metsälehmuksen (*Tilia cordata*) kuorta liotettiin vedessä, ja siitä tehtiin sitkeitä köysiä ja kestäviä mattoja. Kuusen päleistä valmistettiin erilaisia marja-, sieni- ja perunakoreja (kuva 5).

Kuusen juurista punottiin köysiä ja vanteita astioille ja tervatynnyreihin. **Carl von Linné** on kertonut Lapin-matkoillaan nähneensä ihmisiä, joilla oli koivun tuohesta tehtyjä sadeviittoja vartalon suojana. Tuohilevyjen keskellä oli reikä päätä varten, ja tuohilevy suojasi hartioita ja yläruumista sateilta.

Metsistä saataviin koristemateriaaleihin kuuluvat joulu-kuuset, sammalet, jäkälät, oksat ja risut, havut, kävyt, marjat, varvut, heinät, lieot, kuivakukat, leikkovihreät, käävät, tuohi, kaarna, naavat ja kannot sekä kivet. Suomessa luonnonmateriaaleja on käytetty koriste-esineinä melko vähän muuhun Eurooppaan verrattuna. Tällä vuosituuhannella luonnosta peräisin olevien koristemateriaalien arvostus on noussut. Suomalaisen koristemateriaalien jalostusaste on alhainen, mikä heikentää luonnonkoristemateriaalituotannon kannattavuutta.

Luonnon tuotteiden käyttö koristemateriaaleiksi painottuu joulun aikaan. Tämä johtuu siitä, että monet luonnon tuotteet, kuten kävyt, havut, sammalet ja palleroporonjäkäliä, ovat käytetyimpiä jouluasetelmissa ja erilaisissa jouluisis-



Kuva 5. Kuusipäreistä (*Picea abies*) valmistettiin ennen monenlaisia tarve-esineitä, yleisimpiä olivat marja-, sieni- ja perunakorit. Kuvassa korin yläosan sisäpuolella kiertää vahvistuksena kuusipanta ja ulkopuolella on koivun tuohesta valmistettu reunus, jonka päällä kiertää tumma, tuomen (*Prunus padus*) oksasta halkaistu panta. Pannat ja päreet on punottu kiinni toisiinsa pajunvitsoilla (*Salix* sp.). Korin sanko on taivutettu kuusivitsoista. Sienikorissa karva- (*Lactarius torminosus*) ja haaparouskuja (*L. trivialis*). Kuva: Kauko Salo.

sa koristeissa: seppeleissä, kranseissa, köynnöksissä, kukka-asetelmissa ja käpykoristeissa.

Lapset tekivät kävyistä käpylehmiä ja -lampaita leikkeihinä vuosisatojen ajan (kuva 6). Nykyisin kävyistä ja käpyasetelmistä tehdään erilaisia koristeita joulukuuseen (kuva 7). Kukkakauppojen koriste-esineissä käytetään ulkomailta tuotuja käpyjä, joista suosittuja ovat mm. sembramännyn (*Pinus cembra*) kävyt. Sen siemeniä on käytetty ravintona vuosisatojen ajan Siperiassa Venäjällä, missä siemenet ovat ruokavalioon kuuluva luonnontuote.

Syksyisiin asetelmiin kuuluvat kuivakukat, puolukan (*Vaccinium vitis-idaea*) varvut, lehdettömät mustikan (*V. myrtillus*) varvut, havut ja pihlajan (*Sorbus aucuparia*) marjaokset. Keväällä hyödynnetään koivujen, lepän (*Alnus incana*), pajujen (*Salix* spp.) ja muiden kotimaisten lehtipuiden oksia. Kesällä käytetään puolukan ja mustikan varpuja, kukkia ja leikkovihreinä erilaisia saniaisia.

Perinteisesti lehteistä koivunoksista on valmistettu vihtoja eli vastoja. Lehdetön koivunrisu on käyttökelpoinen materiaali luutien ja vispilöiden valmistamiseen. Kanervan

(*Ledum palustre*) varpuja voi käyttää luutien raaka-aineena. Koivun ja monen puulajin oksista ja risuista voi valmistaa käyttö- ja koriste-esineitä: risumattoja, koreja, piirakka- vuokien ja kukkaruukkujen suojuksia, seinätekstiilejä, verhoja, kranseja ja erilaisia eläinhahmoja.

Sammalia käytetään nykyisin koristetarkoituksiin kukka-asetelmissa, köynnöksissä ja kuivakukatöissä. Kuivattua seinäsammalta (*Pleurozium schreberi*) ja korpikarusammalta (*Polytrichum commune*) on perinteisesti käytetty eristeenä lattiapohjissa ja tilkkeenä hirsien välissä. Korpikarusammalta on valmistettu kynnysmattoja ja harjoja.

Vuosisatojen ajan suomalaiset ovat käyttäneet jäkäliä ruokana, värien ja kuidun lähteenä, kansanlääkinnässä sekä koristelussa. Koristetarkoituksiin kerätään palleroporonjäkäliä (*Cladonia stellaris*, kuva 3, sivu 197), joka on taloudellisesti merkittävin Suomen metsistä saatava koristemateriaali. Lisäksi jäkäliä käytetään hajuvesiteollisuuden raaka-aineena ja antibioottien valmistuksessa sekä bioindikaattoreina ilmansaastetutkimuksissa ja metsien monimuotoisuutta



Kuva 6. Kävyt soveltuvat koriste- ja askartelukäyttöön. Lapset tekivät kävyistä käpylehmiä ja -lampaita leikkeihinsä vuosisatojen ajan. Kuva: Erkki Oksanen, Luke.



Kuva 7. Nykyisin kävyistä ja käpyasetelmista tehdään erilaisia koristeita joulukuuseen. Kuva: Erkki Oksanen, Luke.

arvioitaessa. Jäkälien avulla voidaan myös tutkia geologisten ja arkeologisten kivipintojen ikää.

Joulukuusi on peräisin 1500-luvun Saksasta. 1800-luvun alkupuolella joulukuusi levisi saksalaisten aatelisten mukana Englannin hoviin ja Pohjoismaiden aatelistiperheisiin. Suomessa joulukuusi yleistyi nopeasti kaupunkiporvariston keskuudessa 1800-luvun lopulla, mutta maaseudulla vasta 1900-luvun alussa. Nykyisin joulukuusia kaadetaan vuosittain noin 1,4 miljoonaa kappaletta, joista yli puolet menee myyntiin. Myytävistä kuusista noin puolet tulee kotimaisilta viljelmiltä ja toinen puoli tavallisista talousmetsistä. Kasvattajat voivat erikoistua kotimaisen metsäkuusen lisäksi myös serbian- (*Picea omorika*) ja mustakuuseen (*P. mariana*). Kasvattajien joulukuusista saama myyntitulo on arvioitu noin 15 miljoonaksi euroksi ja kaadettujen joulukuusten kokonaisarvoksi yhteensä 25 miljoonaa euroa vuodessa. Suomeen tuodaan joulukuusia myös ulkomailta. Vuonna 2010 Suomeen tuotiin tullaustietojen mukaan 55 000 joulupuuta, joista suurin osa oli peräisin Tanskasta.

Luonnonmateriaaleista hyödynnetään myös niiden sisältämiä väriaineita. Luonnonvärien lähteenä käytetään ruohokasveja, sammalia, jäkälää, helttasieniä, kääpiä, puun kaarinaa ja kuorta, lehtiä ja havuja sekä käpyjä. Villalankojen, pellavan ja puuvillan värjäyskasveiksi soveltuvat ruohot, varvut ja jäkälät sekä helttasienet ja käävät (kuva 8).

Ennen synteettisten väriaineiden yleistymistä luonnonvärejä käytettiin paitsi lankojen ja kankaiden myös kalaverkkojen värjäykseen. Kalat karttoivat uusia vaaleita verkkoja, ja siksi puuvillaverkot värjättiin ruskeiksi, harmaiksi tai vihertäviksi. Värien tarttumista ja pysyvyyttä lisätään erilaisten kemikaalien, mm. *alunan*, *tanniinin* ja *viinikiven* avulla. Jäkälillä värjätessä *puretusta* eli lankojen käsittelyä kemikaaleilla ennen värjäystä ei tarvita, sillä niiden sekundääriyhdisteet toimivat luontaisina puretusaineina. Kasvi- ja sienivärjäys on yhä suosittumpaa, ja värjäyskursseja järjestetään eri puolilla maatamme.

Pajut ovat kestäviä ja taipuisia ja soveltuvat siten punontamateriaaleiksi. Suomessa kasvaa noin 30 pajulajia alalajit mukaan lukien. Niiden kuoren väri vaihtelee oranssista vihreään, punaiseen, ruskeaan ja miltei mustaan. Punontatöihin käytetään pajulajien lisäksi männyn, kuusen, koivun ja pajun juuria. Kuorimattomista vitsoista tehty kalanyppydykset eli



Kuva 8. Villalankojen, pellavan ja puuvillan värjäyskasveiksi soveltuvat sienet, varvut ja ruohot, joista saadaan punaisia, vihertäviä ja kellertäviä värisävyjä. Kuvan vihertäviä ja kellertäviä värisävyjä saadaan mm. ruohoista ja varvuista. Kuva: Erkki Oksanen, Luke.

vitsamerrat ovat olleet kalastajien suosiossa. Erilaiset pajusta tehdyt korit, huonekalut ja lastenvaunut yleistyivät nopeamin säätyläisten kuin rahvaan keskuudessa.

Pajut sulautuvat hyvin luonnon värimaailmaan, ja kukkaruukut voi piilottaa pajusuojuksiin tai -amppeleihin. Pajun kuorta on kerätty nahkojen parkitsemiseksi. Pajurohdokset ovat pajun kuoresta tai lehdistä valmistettuja, *salisylaatteja* sisältäviä luonnontuotteita, joiden yleisimpiä käyttötarkoituksia ovat kuumeen hoito ja päänsäryn lievitys. Nopeakasuisuutensa vuoksi pajuja on käytetty energiapuuna, ja niistä on tehty pajupillejä sekä pääsiäisperinteeseen kuuluvia virpomavitsoja. Nykyisin erilaiset pajutyöt ovat suosittuja koriste- ja käyttöesineitä niin sisä- kuin ulkotiloissa.

Luonnonlääkintä

Erään määritelmän mukaan kansanlääkintä tai kansanparannus on terveyskulttuuria, jota harjoitetaan virallisen länsimaisen koululääketieteen ulkopuolella. Luonnonlääkintä on alueeltaan erittäin laaja, ja sen rajat koululääketieteeseen nähden ovat epäselvät. Kansanlääkintä-termin synonyymina käytetään usein luonnonlääkintä-terminä. Kansanlääkintä-nimityksellä korostetaan hoitomuodon perinteisyyttä ja luonnonlääkintä-nimityksellä sen vaikutustapaa.

Suomalaisessa kansanlääkinnässä terva, pihka ja koivun tuhka ovat olleet yleisesti käytössä. Koivuntuhka on kansanomainen syövänhoitomenetelmä, joka on noussut Suomesta maailmanmaineeseen. Syöpälääkkeen lisäksi koivuntuhkautetta käytetään yleisen energisyyden ja elinvoiman lisäämiseen, närästyksen, liikkahapaisuuteen, ihottumaan,

reumaan, mahalaukun ja suoliston ongelmiin sekä tulehdus- ja virusalttiuteen.

Kekomuurahaiset (*Formica rufa* col.) rakentavat pesäkeon havupuuvaltaisiin metsiin männyn ja kuusen neulasista. Yhdessä pesässä voi olla 100 000 yksilöä. Keko voi olla 50–100 vuotta vanha ja parikin metriä korkea. Kekomuurahaiset ovat hyötyeläimiä, sillä ne syövät hyönteisiä, niiden raatoja ja toukkia sekä lypsävät kirvojen mesikastetta ravinnokseen. Kekomuurahaiset ovat toisten muurahaisten, hämähäkkien, tikkojen ja karhujen ravintoa. Jos kekomuurahaisten pesiä tuhoutuu, saattaa kekojen hävittämisestä seurata haitallisten hyönteislajien lisääntyminen metsissä.

Kekomuurahaisen munia eli toukkakoteloita (kuva 9) on käytetty kanojen (*Gallus gallus domesticus*) ja fasaanien (*Phasianus colchicus*) ruokinnassa, ja myös ihmisille proteiinirikkaana ravintona sekä luonnonlääkkeeksi. Kekomuurahaisia ja niiden munia on käytetty spriihin sekoitettuna lihaskivun ja reumatismiin. Myös kramppeihin ja suonenvendon hoidosta löytyy mainintoja. Kotitekoisiin rohtoihin muurahaisten munia tarvittiin vähän, ja usein niihin käytettiin muniin lisäksi myös muurahaisia ja kekoaineksia. Ennen teollisten lääkkeiden tuloa markkinoille 1950-luvulla muurahaisten munia myytiin myös apteekkeihin, joissa niistä valmistettiin lääkinällisiä tuotteita.

Pesän koosta ja säistä riippuen yhdestä muurahaispesästä saa munia puolesta kilosta kahteen kiloon. Ammattimurahattajien keruusaaliit myytiin 1800-luvun loppupuolelta lähtien Viipuriin, Pietariin Venäjälle ja Saksaan. Vienti oli laajimmillaan 1930-luvulla. Nykyisin muurahaisten munia viehdään Keski-Eurooppaan luontaistuotteiden ja lemmikkien,



Kuva 9. Kekomuurahaisten (*Formica rufa* coll.) normaalikokoisesta keosta ja kesän säistä riippuen niiden munia eli toukkakoteloita voi kerätä kilon tai kaksi. Munien keruu-aika kestää kolme tai neljä viikkoa kesäkuun loppupuolelta heinäkuun loppupuolelle asti. Kuva: Erkki Oksanen, Luke.

lintujen ja kalojen ruokien valmistusta varten. Kotimaassa muurahaisten munia käytetään rohdoksi nykyisin vähän, sillä apteekkeissa ei ole myynnissä sellaisia tuotteita, jotka sisältäisivät muurahaisten munia.

Isohirvenjäkälä eli islanninjäkälä (*Cetraria islandica*) kasvaa yleisenä Suomessa kuivissa männiköissä ja karuilla kallioilla usein yhdessä poronjäkälien kanssa. Se on vihertävä tai ruskea, pensasmainen, noin 10 cm korkea jäkälä (kuva 2, sivu 181). Vaatimattomasta ulkonäöstään huolimatta isohirvenjäkälällä on ollut suuri merkitys kansanlääkinnässä, ja sillä on parannettu ruoansulatus- ja hengityselimistön vaivoja. Rohdokseksi on käytetty kokonaista kuivattua sekovartta. Nykyisin isohirvenjäkälästä valmistetaan mm. kuusenkerkkä-islanninjäkäläluutetta, jota saa luontais- ja tuotekaupoista ja jota käytetään tukemaan hengitysteiden hyvinvointia.

Pakurikäävän (*Inonotus obliquus*) hiilenmustaa kasvannaista, pakuria (kuva 10), on jauhettu teeainekseksi Venäjällä ja Siperiassa jo 1600-luvulla, ja on todennäköistä, että tieto pakurin lääkinällisistä vaikutuksista olisi tunnettu Suomessa jo tuolloin. Suomessa pakuritee tunnettiin sotavuosina ”tikkateenä”, jota käytettiin kahvin korvikkeena.

Pakuriuutetta on nautittu päivittäin yleiskunnon kohennukseen, mutta myös lääkinällisesti syövän ehkäisyyn ja hoitoon sekä vatsahaavaan, tuberkuloosiin ja diabeteksen hoitoon. Viime vuosina on kokeellisesti osoitettu, että eräs pakurista eristetty yhdiste ehkäisee syöpäsolujen kasvua. Pakuri nousi näyttävästi suomalaismedian otsikoihin, kun Elintarviketurvallisuusvirasto Evira päätti kieltää pakurin markkinoinnin vuonna 2010, mutta pyörsi kiellon vuoden 2011 lopulla.

Viime vuosina pakurin suosio on kasvanut voimakkaasti sen terveyttä edistävien vaikutusten vuoksi ja markkinoille on tullut lukuisia pakurituotteita. Tutkimus pakurin viljelyn edellytyksistä ja viljelyn kannattavuudesta on aloitettu. Tarkoituksena on käynnistää pakurin laajamittainen ja suunnitelmallinen tuotanto koti- ja ulkomaan markkinoiden tyydyttämiseksi. Ulkomailla pakurin merkittävämpiä markkinointikohteita ovat Kiina ja Japani.

Jokamiehenoikeuksilla tarkoitetaan jokaisen Suomessa oleskelevan mahdollisuutta käyttää luontoa siitä riippumatta, kuka omistaa alueen tai on sen haltija. Oikeuksista nauttimiseen ei tarvita maanomistajan lupaa, eikä niistä tarvitse maksaa. Eri lait antavat, ohjaavat tai rajoittavat jokamiehenoikeuksia.



Kuva 10. Pakurikäävän (*Inonotus obliquus*) hiilenmusta kasvannainen, pakuri, esiintyy oksan halkeamissa tai rungon vauriokohdissa. Pakurikäävän lahottamassa rauduskoivussa (*Betula pendula*) voi kasvaa myös koralliorakkaita (*Hericium coralloides*), jotka ovat silmällä pidettäviä vanhan metsän sienilajeja. Kuva: Kauko Salo.

Taulukko 1. Jokamiehen oikeudet ja erikoisluonnontuotteet.

Sallittua on	Kiellettyä on
<ul style="list-style-type: none">• Kerätä luonnonvaraisia marjoja, sieniä, kukkia ja yleensä ruohomaisia kasveja, elleivät ne ole rauhoitettuja.• Kerätä myös pihlajan- ja katajanmarjoja.• Kerätä rauhoittamattomien luonnonkasvien siemeniä.• Kerätä maasta käpyjä tai kuivia risuja.• Irrottaa puussa kasvava kääpä puuta vahingoittamatta.• Kerätä yksittäisiä kiviä, esim. taskuun.	<ul style="list-style-type: none">• Ottaa kasvavasta puusta tuohtia, kuorta, oksia, pahkoja, juuria, lehtiä, pihkaa, mahlaa, pakuria tai käpyjä.• Ottaa oksia tuulen kaatamasta tuoreesta puusta.• Ottaa sammalta, jäkälää, puuta tai varpuja toisen maalta.• Niittää ruohoa tai muuta kasvustoa.• Poimia rauhoitettuja kasveja tai niiden osia, mikä koskee soveltuvien osien myös rauhoitettujen kasvien siemeniä.
Huomioita: <ul style="list-style-type: none">• Kekomuurahaisen munien eli toukkakoteloiden keräämisestä ei ole erikseen säädetty. Hyvän käytännön mukaisesti koteloiden keräämisestä on kuitenkin hyvä sopia maanomistajan kanssa.• Luonnonsuojelualueilla jokamiehen oikeudet eivät sellaisenaan ole voimassa. Kasvien ja kasvinosien (myös siementen) kerääminen vaatii yleensä luvan ja on sallittu vain tieteellistä tutkimusta varten.	

Kirjallisuus

- Halmetoja, J. 2012. Pakurikäpää. J. Halmetoja Studios, Tampere. 270 s. ISBN 978-952-93-1252-8
- Miettinen, M. ja Raatikainen, V. 1995. Pajutyöt. Opetushallitus. Gummerus Kirjapaino Oy, Saarijärvi. 78 s. ISBN 951-719-421-8
- Rinne, T. 2012. Risupupu ja sammalsydän: koristeita lähiluonnon materiaaleista. Gummerus Kustannus Oy. Bookwell Oy, Porvoo. 110 s.
- Rämä, H. 2011. Jäkälät ja ihminen. Teoksessa: Stenroos, S., Ahti, T., Lohtander, K. ja Mylly, L. (toim.). Suomen jäkäläopas. Kasvimuseo, Luonnontieteellinen keskusmuseo. Helsinki. s. 48-51. ISBN 978-952-10-6804-1
- Siponen, A. 2013. Coniferous resin salve, ancient and effective treatment for chronic wounds - laboratory and clinical studies. Academic dissertation. Department of Orthopedics and Traumatology, University of Helsinki. 88 s. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-10-8711-0>
- Sundström, E. 2003. Värjäämme yrteillä, sienillä ja jäkälillä. Kustannus-Mäkelä Oy, Karkkila. 81 s.
- Tuunanen, P., Tarasti, M. ja Rautiainen, A. (toim.). 2012. Jokamiehen oikeudet ja toimiminen toisen alueella. Lainsäädäntöä ja hyviä käytäntöjä. Suomen ympäristö 30/2012. 141 s. <http://hdl.handle.net/10138/38797>
- Vestola, U. ja Leppä, M. 2013. Tikkuja ristiin: kaunista kotiin luonnonmateriaaleilla. Minerva Kustannus Oy. Bookwell Oy, Porvoo. 152 s. ISBN 9789524927994

Mahla rauduskoivun sivutuotteena ja palleroporonjäkälä koristemateriaalina

Kauko Salo ja Marjut Turtiainen

Mahlan merkitys ihmisen taloudessa on ollut vähäinen viimeisten vuosikymmenten aikana. Sata vuotta sitten metsissä samoajat, kaskenpolttajat ja karjan paimenet käyttivät keväisin koivunmahlaa energiajuomana. Mahla oli arvokas ravinnonlisä lumien sulaessa, sillä pitkän talven jälkeen ravinto oli lopussa ja raikas mahla virkisti ihmisiä ja eläimiä, kunnes vihreät kasvit ja heinät olivat hyödynnettävissä. Silloin mahlanvalutukseen sai ryhtyä kuka tahansa, jos vain sopiva koivu osui kohdalle. Nykyisin koivunmahlan valutukseen tarvitaan aina maanomistajan lupa, sillä valutus ei kuulu jokamiehenoikeuksiin. Mahlan tehtävä on kuljettaa vettä, ravinteita ja sokereita koivun kasvaville silmuille.

Koivunmahla virtaa puista huhtikuussa ja toukokuun alkupuolella ennen silmuja puhkeamista (kuva 1). Koivunmahlassa on vettä 99 % ja kiintoaineita noin 1 % eli 10 grammaa litrassa (kuva 1). Mahla on koivun itsensä tarvitsemien ja valmistamien ravinteiden laimea vesiliuos, jota se tarvitsee kasvunsa käynnistämiseen keväällä ennen kuin yhteyttäminen lehdissä alkaa.

Mahlassa on hedelmäsokeria eli *fruktoosia* ja rypälesokeria eli *glukoosia* keskimäärin 9,7 grammaa litrassa, mutta tavallista sokeria eli *sakkaroosia* vain hyvin pieniä määriä ja vain alkukevällä. Mahla sisältää koivun juurten maasta ottamaa vettä ja erilaisia epäorgaanisia yhdisteitä, joista yleisimpiä kivennäis- ja hivenaineita ovat *kalium* (K), *kalsium* (Ca) ja *magnesium* (Mg) sekä *mangaani* (Mn). Mahlan hedelmähappo ovat omena-, sitruuna- ja fosforihappo, joiden kokonaismäärä on noin 0,1 grammaa litrassa mahlaa. Mahlassa on pieniä määriä myös *glutamiiniä*, *asparagiiniä* ja *sitrulliiniä*, jotka ovat koivun valkuaisaineiden rakenneosia. Koivun juuristo imee maasta veden mukana typpiravinteita, jotka koivu muuttaa omien entsyymiensä avulla aminohapoiksi. Niitä on mahlalitrassa noin 0,05 grammaa.

Mahlaa voi kerätä keväällä kahden viikon ajan. Mahlan valunta loppuu yleensä siihen, kun koivut ovat hiirenkorvalla. Puun kunto ja koko vaikuttavat merkittävästi siihen, kuinka paljon mahlaa tulee. Runsaimmin mahlaa saadaan paksuista ja isolatvaisista puista, joilla on hyvä vuosikasvu ja rungon halkaisija on rinnankorkeudelta vähintään 30 senttimetriä. Tällaiset rauduskoivut (*Betula pendula*) valuvat mahlaa 20-30 litraa vuorokaudessa (kuva 2), ja yhdestä puusta voi saada mahlaa valutusjakson aikana 300 litraa. Viileät kevetsäät (alhaiset päivä- ja yölämpötilat) ja kevään hidaskasvu edistävät mahlan virtausta paremmin kuin kevään nopea eteneminen ja korkeat päivä- ja yölämpötilat. Mahlan talteenoton tuottoisin ajanjakso on valunnan alkamisesta 6-10 vuorokautta, jolloin saadaan yli puolet kokonaisvalunnan määrästä.



Kuva 1. Kylmä ja raikas mahla on maittava janojuoma, jossa on vettä 99 %, sokereita, kivennäis- ja hivenaineita sekä valkuaisaineita 1 % eli 10 grammaa litrassa. Kuva: Urho Kettunen.

Mahlan juoksutuksessa hygienian on tärkeää

Puussa virratessaan mahla on puhdasta, mutta puun kairauksen yhteydessä mikrobit saastuttavat sen herkästi. Mahlan valutusreiän ympäristö saa helposti sienitaudin, joka näkyy koivun puuaineen värivikoina ja myöhemmin lahovikaisuutena sekä rungossa esiintyvänä kääpinä. Ruskeaksi muuttuvan valutusreiän ympäristöstä on määritetty bakteereita, hiivoja ja homeita, joille mahlan kostuttama puuaines on hyvä kasvualusta. Mahla houkuttelee valutusreiän ympäristöön myös muurahaisia ja hyönteisiä. Väri- ja lahoviat alentavat koivun käyttöarvoa vaneri- ja sahateollisuudessa.

Suuria mahlamääriä kerätään juoksuttamalla valuva mahla keräysastioihin puuhun yläviihtoon poratusta reiästä. Porattuun reikään asetetaan steriloitu holkki, josta mahla kulkee puhdistettujen letkujen kautta teollisesti valmistettuihin ja tiiviisti suljettaviin muoviasestioihin. Mahla pilaantuu yhtä helposti kuin maito, ja siksi mahla on saatava kylmäkuljetusjärjestelmän kautta jatkokäsittelyyn 12 tunnin kuluessa. Viileässä, esimerkiksi jääkaapissa, mahla säilyy noin vuorokauden. Jos mahlaa haluaa kerätä suurempia määriä, mahla on pakastettava tai pastöroitava. Nykyään teollisessa tuotannossa mahla saadaan säilymään kuumentamatta sekä ilman lisä- ja säilöntäaineita.

Mahla sopii moneen käyttötarkoitukseen

Ruoanvalmistuksessa mahlaa käytettiin ennen vellien, taikoiden ja juuston osana. Saunomisen jälkeen hiukset huuhdeltiin mahlavedellä. Mahlalla hoidettiin kevätsymystä, keripukkia ja munuaissairauksia. Nykyajan ihmisille mahla sopii janojuomaksi sellaisenaan, puolukka- tai karpalomehulla maustettuna tai siman, oluen ja sahdin raaka-aineena. Leivottaessa taikinaan voi lisätä mahlaa veden sijasta, jolloin hiivan toiminta mahlan vaikutuksesta vilkastuu.

Palleroporonjäkälä

Poronhoitoalueen eteläpuolella Oulujokilaaksossa, Perämeren rannikolla ja Kainuussa palleroporonjäkälää (*Cladonia stellaris*) on kerätty useiden vuosikymmenien ajan. Sitä käytetään koristetarkoituksiin hautasepeleissä, kukkalaitteissa ja arkkitehtien pienoismalleissa.

Palleroporonjäkälä vaatii menestyäkseen runsaasti valoa (kuva 3). Avohakkuualueilla se ei kuitenkaan viihdy, sillä se kuivuu auringon paahteessa ja tuulessa ja sen laatu kärsii hakkuutähteiden vaikutuksesta. Jäkäläköt tarvitsevat suojakseen mäntytuuston, jotta ne kasvaisivat hyvin ja kehittyisivät peittävydeltään tasaisiksi.



Kuva 2. Runsaimmin mahlaa tuottavat rauduskoivut (*Betula pendula*), jotka ovat isolatvaisia ja hyväkasvuisia, ja niiden rungon halkaisija on rinnankorkeudelta vähintään 30 senttimetriä. Tällaiset rauduskoivut valuvat mahlaa 20–30 litraa vuorokaudessa. Mahlan valutusta Haaparinteellä, Kolin kansallispuiston naapurissa 8.5.1996. Kuva: Kauko Salo.



Kuva 3. Palleroporonjäkälä (*Cladonia stellaris*) kasvaa kuivilla kankailla ja karukkokankailla, joilla kasvun edellytykset ovat vaateilaimille lajeille vähäiset. Palleroporonjäkälä on muiden maajäkälien tapaan hidaskasvuinen ja se kasvaa vuodessa vain 3–6 millimetriä. Kuva: Erkki Oksanen, Luke.



Kuva 4. Latvastaan pyöreät, noin 8 senttimetriä korkeat palleroporonjäkälät kerätään sateisella säällä puulaatikoihin. Kuivina kausina keruualue kastellaan ennen nostoa. Palleroporonjäkälän poimintaa Rokualla, Vaalassa 10.6.1986. Kuva: Jukka-Pekka Jäppinen.

Palleroporonjäkälän kilpailukyky on heikko, joten rehevillä kasvupaikoilla se häviää kilpailussa sammalille ja varvUILLE. Parhaiten se viihtyy kuivilla kankailla ja karukkokankailla, joilla kasvun edellytykset ovat vaateliaimmille lajeille vähäiset. Palleroporonjäkälä on muiden maajäkäliden tapaan hidaskasvuinen: se kasvaa vuodessa vain 3–6 millimetriä (kuva 3).

Jäkälä kasvaa parhaiten pilvisinä ja sateisina päivinä sekä aamu- ja yökasteessa, joita merenrannikkometsissä esiintyy useammin kuin sisämaassa. Palleroporonjäkälä kasvaa hyvin myös keväällä, kun lumet sulavat ja kosteutta on riittävästi. Poronjäkälillä ei ole juuria, vaan ne ottavat ravinteita koko sekovarrellaan sadevedestä ja ilman kosteudesta.

Kulotuksen, kaskeamisen ja metsäpalojen jälkeen jäkäläkasvillisuuden sukkessio on hidasta. Noin kymmenen vuotta metsäpalojen jälkeen kuiville mäntykankaalle ilmestyvät ensimmäisenä rupi- ja torvijäkälät. Myöhemmin alaa valtaavat valkoporonjäkälä (*Cladonia arbuscula*) ja harmaaporonjäkälä (*C. rangiferina*). Palleroporonjäkäläkankaan muodostuminen kes-

tää ainakin 60 vuotta. Ankaran metsäpalojen jälkeen palleroporonjäkälä saavuttaa valta-aseman vasta 200 vuoden kuluttua.

Jäkäläkköjen määrää ovat vähentäneet uudistushakkuut, ihmisten aikaansaama talleus, porot ja kestävyysrajat ylittävä keruu. Palleroporonjäkälä ei kestä kohtuullistakaan poronlaidunnusta, ja se uudistuu hitaammin kuin muut poronjäkälät. Lapissa suuret porolaumat ovat syöneet maanpintaa myötäilevän jäkäläpeitteen paikoitellen kokonaan. Palleroporonjäkälät ehtivät saavuttaa kauniin palleromaisen muotonsa Lapissa vain vaikeakulkuisissa maastoissa, joille porot eivät pääse laiduntamaan.

Jäkälää kerätään (nostetaan) kosteana sulan maan aikana. Kuivina kausina keruualue kastellaan ennen nostoa. Koristejäkäläksi kelpaa vain hyvälaatuinen palleroporonjäkälä, jonka on oltava haarautumaton, latvastaan pyöreä ja noin kahdeksan senttimetrin korkuinen (kuva 4). Nostajat valitsevat parhaat ja kookkaimmat jäkäläyksilöt kerättäviksi mataliin puulaatikoihin. Nostotapaa voidaan kutsua jäkälän yläharventamiseksi, koska pienille, jäljelle jääville yksilöille tulee lisää kasvutilaa. Uusi nosto tehdään, kun osa kasvamaan jätetyistä yksilöistä on varttunut riittävän suuriksi.

Muutamille Oulujoen varren kunnille ja Hailuodolle palleroporonjäkälän keruulla on huomattava taloudellinen merkitys. Eniten jäkälää kerättiin viettiin Keski-Eurooppaan 1950- ja 1960-luvuilla, ja viimeisin viennin huippuvuosi oli 1970, jolloin vietiin 1 900 tonnia jäkälää. Tämän jälkeen vienti on laskenut. Vuosina 2008–2012 palleroporonjäkälää on viety Suomesta noin 200 tonnia vuodessa ja viennin arvo on ollut miljoona euroa vuodessa. Parhailta jäkäläkankailla palleroporonjäkälän tuotto voi olla nelinkertainen puuntuotantoon verrattuna.

Kirjallisuus

- Kallio, H. ja Kallio, S. 1987. Koivunmahla: Suomalaisen innovaation perusteet. Moniste. Advisers Uotinen Ky. Tampere. 41 s.
- Kauppi, M. 1979. The exploitation of *Cladonia stellaris* in Finland. *Lichenologist* 11: 85–89. doi:10.1017/S0024282979000104
- Matila, A. ja Kubin, E. 1998. Palleroporonjäkälä (*Cladonia stellaris*) keruutuotteena ja siihen vaikuttavat puustotekijät. *Metsätieteellinen aikakauskirja. Folia Forestalia* 4/1998: 531–542.
- Nevalainen, S. 2006. Discolouration of birch sapping. *Julkaisusssa: Solheim, H. & Hietala, A. M. (toim.). Forest pathology research in the Nordic and Baltic countries 2005. Proceedings from the SNS meeting in Forest Pathology at Skogbrukets Kursinstitut, Biri, Norway, 28–31 August 2005. Aktuelt fra Skogforskningen* 1: 32–36. <http://www.skogoglandskap.no/filearchive/a-2006-1.pdf>
- Salo, K. 1996. Koivun mahla, elämän neste sopii moneen käyttö-tarkoitukseen. Aliokirjoitus. Karjalainen. 24.4.1996.
- Salo, K. 2000. Kaskikoivun mahla virtaa. Kirjassa: Loven, L. ja Rainio, H. (toim.). Kolin perintö. Kaskisavusta kansallismaisemaan. Metsäntutkimuslaitos – Geologian tutkimuskeskus. Gummerus Kirjapaino Oy, Jyväskylä. s. 78–83. http://tupa.gtk.fi/julkaisu/erikoisjulkaisu/ej_038.pdf

3.8 Riistaeläimet

Millaista metsää riistalle

Pekka Helle ja Harto Lindén

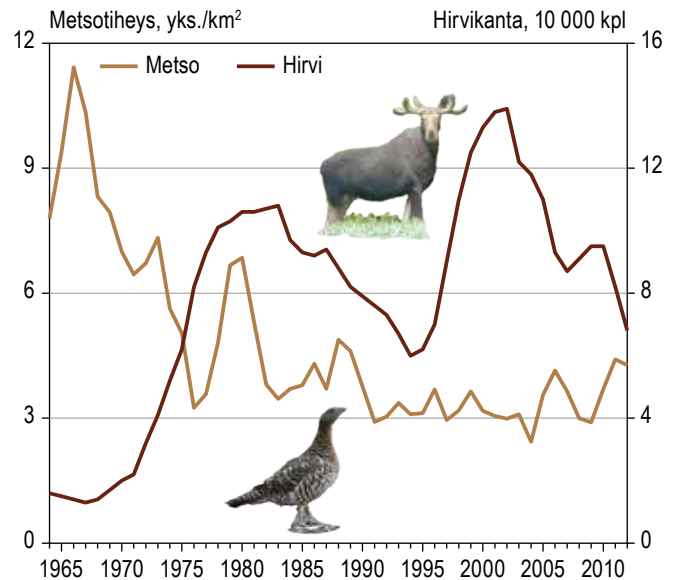
Kun tarkastellaan, millaisia elinympäristövaatimuksia on metsien riistaeläimillä, nousee esiin lajiparina hirvi (*Alces alces*) ja metso (*Tetrao urogallus*). Hirvikannat ovat kasvaneet räjähdysmäisesti 1970-luvun alusta lähtien, ja merkittävä osasyynä tähän on nuorten taimikoiden runsaus. Metsäkanalintuarviointien mukaan metsokantojen romahdus puolestaan alkoi 60-luvun puolivälistä – tosin metsokannat olivat vielä aikaisemmin runsaampia, mutta joidenkin erämiesten mukaan ”entiset kannat” ovat aina parhaat (kuva 1). Sanotaan, että jos hirvella kumartaa, niin metsolle pyllistää. Sanonnassa on totta toinen puoli, mutta asia ei ole yksiselitteinen.

Muutama vuosikymmen sitten metsän eläimistöä jaettiin melko yksiselitteisesti vanhojen ja nuorten metsien lajeihin. Sittemmin monet vanhan metsän tyyppilajit ovat osoittaneet pärjäävänsä muuallakin, ne ovat löytäneet uusia ekolokeroita tai sopeutuneet yleisesti vallitseviin olosuhteisiin. Elinolot eivät ehkä ole optimaaliset, mutta toimeen tullaan.

Ravintoa, suoja ja tilaa

Eläimet vaativat ympäristöltään pelkistetyksi ravintoa, suoja ja tilaa. Ravinto ja suoja ovat selviä tarpeita, joiden päivittäinen tyydyttäminen on kaikille selviö. Tilakäsite ei ehkä avaudu yhtä helposti. Hirvi ja metso saattavat käyttää samaa tilaa (kuvat 2 ja 3), mutta sen tilan sisällä ne kulkevat eri polkuja eivätkä ehkä edes kohtaakaan toisiaan. Molemmille lajeille on tärkeää, että ympäristössä, monien kilometrien säteellä, on runsaasti metsämaata. Nyky-Suomessa tämä metsämaa on hyvin mosaiikkimainen, monien eri ikäluokkien ja metsätyyppien kokonaisuus. Jos esimerkiksi tuhannen hehtaarin alueella on 60 % metsämaata, siellä viihtyvät sekä hirvi että metso ja muutkin metsänriistaksi luokiteltavat lajit, vaikka varttunutta metsää olisi vain muutaman prosentin verran. Toisaalta jos vanhaa metsää olisikin kymmenkunta prosenttia, mutta muun ikäisiä metsiä yhteensä vain parikymmentä prosenttia, metsänriista olisi vaikeuksissa.

Tilaa vaativat eläinryhmät mutta etenkin populaatiot. Metsänriistamme on pääosin varsin paikallista, poikkeuksina etenkin suurpedot. Paikallispopulaatioiden on oltava toiminnallisessa yhteydessä toisiinsa, muutoin seuraa eristäytyminen ja tuhoutumishuhka. Metson soitimet ovat tästä hyvä esimerkki: hyvillä metsäalueilla soitimet ovat kahden kilometrin etäisyydellä toisistaan. Mikäli soidinetäisyydet kasvavat lähelle kymmentä kilometriä, tilanne lienee kriittinen. Metso toimii eräänlaisena sateenvarjolajina, jonka soi-



Kuva 1. Metson (*Tetrao urogallus*) tiheys ja hirvikannan koko (*Alces alces*) vuosina 1964–2012 (Luonnonvarakeskus).

timien läheisyydessä viihtyvät mm. monet arvokkaat metsälintulajit. Riistakolmioarviointien mukaan niillä alueilla, joilla on runsaasti metsoja, on monipuolisesti myös muuta metsäriistaa.

Riistaeläimet usein välttelevät ihmisiä, ja suurpedot, joiden liikkuvuus on hämmästyttävän suurta, pyrkivät kiertämään ihmisen kaukaa. Tämä ei tosin aina onnistu, sillä ihmisasutus ulottuu lähes kaikkialle. Ihmistoiminta ajaa myös metson soitimia yhä syvemmälle korpeen. Maahamme olisi suunniteltava alueita, joissa metsäisyysaste olisi korkea, mikä sallisi toimivien populaatioyhteyksien olemassaolon.

Nyky metsätalouden suhde luonnonhoitoon

Metsien monikäyttö tuli meillä metsänhoidon sanastoon ja yleiseen kielenkäyttöön 1960-luvulla heijasteena yleisemmästä luonnonmerkityksen ymmärryksestä ja ympäristön arvojen korostumisesta. Osaltaan tätä vauhditti ympäristöliikkeen piiristä alkanut ankarakin avohakkuitten kritiikki. Metsänhoidossa riistan hyvinvointi huomioitiin jo aikaisemmin. Esimerkiksi Pohjois-Suomessa valtion maille 1950-luvulla metsäammattikunta kartoitti metson soidinpaiikkoja laajalti tarkoituksena ottaa niitä huomioon leimikkojen suunnittelussa. Huomattava osa metsäammatti-



Kuva 2. Hirvi (*Alces alces*) on maamme merkittävin riistaeläin sekä lihantuotoltaan että taloudellisesti. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen mukaan vuonna 2013 kaadettiin 38 025 hirveä. Hirven laskennallinen lihantuotto oli tuolloin 5 miljoonaa kiloa ja lihan arvo 35 miljoonaa euroa. Kuva: Erkki Oksanen, Luke.

kunnasta oli metsästyksen harrastajia, ja ajatus syntyi ammattikunnan sisäلتä. Soidinpaikkatietoa ei kuitenkaan osattu eikä voitu ottaa käytännössä huomioon juuri lainkaan.

Metsänhoitosuosituksia ovat laatineet Metsähallitus valtion maille ja metsätalouden kehittämiskeskus Tapio yksityismaille 1970-luvulta lähtien. Riistankin huomioon otettavia suosituksia on tarkennettu useita kertoja, ja nykyään riistan elinmahdollisuuksiin kiinnitetään vakavasti huomiota. Uusin Hyvän metsänhoidon suositukset (Tapio) on vuodelta 2007 ja Metsähallituksen metsätalouden ympäristöopas vuodelta 2011. Valtion mailla käytössä ovat myös ympäristö- ja laatuajantasaistukset sekä ajantasaiset luonnonvaratiedot. Pätevätkään suositukset eivät vielä riitä, vaan tieto on koulutuksella siirrettävä koko metsäammattikunnalle.

Riistan ja koko metsäluonnon hyvinvointi tulee edelleen huomioon otetuksi mm. Etelä-Suomen METSO-monimuotoisuusohjelmassa ja metsäsertifiointissa, jälkimmäisessä tosin vain yleisellä tasolla. Uusi metsälaki avartaa edelleen mahdollisuuksia käyttää metsää muuhunkin kuin vain puuntuotantoon. Myös monet muut toimijat pitävät metsäasiaa omanaan, myös useat kansalaisjärjestöt. Hyvä esimerkki on vuonna 2001 perustettu Keski-Suomen metsäparlamentti, jonka avulla edistetään maakunnan vaakunallinnun elinvoimaisuutta. Metsäparlamenttiin kuuluu muun

muussa metsäammattilaisia, ympäristö- ja riistahallintoa sekä lintuharrastajia.

Nykyään metsänkasvatuksen aineettomat arvot ovat nousseet puuntuotantotavoitteiden rinnalle. Monet metsänomistajat korostavat metsien hoidossa maisemallisia, virkistykseellisiä, luonnonsuojellullisia ja myös riistanhoidollisia näkökohtia. Suuntausta vahvistaa se, että kasvava joukko metsänomistajia asuu kaupungeissa. Laajoihin alueisiin soveltuvaa metsäsuunnittelua voidaan toteuttaa yksityismaille yhteismetsien avulla, mistä on merkkejä näkynekin.

Riistan tämän hetkisiin ja tuleviin elinoloihin vaikuttaa suositusten mukainen metsänhoito: hakkuut, energiapuun korjuu ja luonnonhoito. Pienet suojelualueet ovat korvaamattomia silloin, kun halutaan suojella uhanalaisten lajien erityiskohteita, mutta yleisesti ottaen metsiemme peruslajiston ja myös riistan elinvoimaisuuteen vaikuttaa se, paljonko on talousmetsiä ja miten niitä hoidetaan.

Paikallismetsien hoitotarpeet

Metsikön kokoinen alue on eläinyksilön, parin tai poikueen elinalue tai sen osa. Pienielinpiirisillä lajeilla yksi metsäkuvio voi olla riittävä kokonaisuus, mutta useimmille riistalajeille se on kuitenkin vain elinpiirin osa tai jokin vuodenvieron aikana tarvittavista elinpiirin osista. Riistalajien välillä



Kuva 3. Metso (*Tetrao urogallus*) on maamme suurin metsäkanalintu. Aikuisen ukkometson pituus on noin 90 senttiä, siipiväli noin 85 senttiä ja paino noin neljä kiloa. Metson elinympäristöjä ovat varttuneet tai vanhat metsät, mutta se kelpuuttaa soidinpaikoikseen myös nuoret, 30–40-vuotiaat mäntyvaltaiset kasvatusmetsät. Metson ravintoon kuuluvat kesällä puiden silmut ja lehdet, loppukeksillä ja syksyllä marjat. Talvella metsot syövät männyn neulasia ja taimien silmuja. Kuva: Erkki Oksanen, Luke.

on luonnollisesti suuria eroja esimerkiksi siinä, minkä ikäisessä metsässä ne parhaiten viihtyvät. Latvuspeittävyys on yleensä huomattava jo metsikön kehittyessä nuoreksi kasvatusmetsäksi, mikä on eduksi metsäkanalinnuille ja monille muille lajeille. Metsäjänikselle (*Lepus timidus*) ja hirvieläimille nuoret taimikkovaiheet ovat sitä vastoin parhaita ruokamaita. Yksittäistä metsikköä ei voida yleensä hoitaa niin, että se tyydyttäisi kaikkien lajien vaatimuksia, mutta eräät metsän rakennepiirteet ovat kuitenkin kaikille eduksi. Tämä korostaa kuviokokonaisuuksien (maiseman) tärkeyttä: kaikkia lajeja palvelee parhaiten eri kehitysvaiheissa olevien metsiköiden mosaiikki, kunhan metsäpeitteisyyttä on riittävästi.

Tiedot riistalajien elinympäristövaatimuksista perustuvat yleensä tutkimuksiin, joiden tuloksia metsänhoitosuosituksissakin käytetään. Monessa asiassa käsitykset perustuvat asiantuntijoiden kokemukseen; paljon on kysymyksiä, joita ei tutkimuksen keinoin voidakaan ratkaista. Tilanne on metsäntutkimukselle tuttu: tuloksia vaaditaan pikaisesti, mutta esimerkiksi metsän varttuessa tapahtuvat hitaat muutokset ja niiden yksiselitteiset tulkinnat vaativat pitkäkestoisia seurantoja.

Riistalajien elinympäristövaatimusten huomioon ottaminen edellyttää yksinkertaisimmillaan sitä, että turvataan niiden perustarpeet, ravinto ja suoja. Eri lajien vaatimukset

metsikkötasolla poikkeavat toisistaan, mutta perustavoitteena elinympäristöjen hoidossa on rakenteeltaan vaihteleva sekametsä, jossa on alikasvosta ja elinvoimainen kenttäkerros. Hyvä tavoite on myös välttää liiallista raivaimista (hallittu hoitamattomuus). Edelleen tavoiteltavia rakennepiirteitä kuviotasolla ovat puuston ja pensaskerroksen koko- ja tiheysvaihtelu sekä aukkoisuus. Petoriskin alla eläville riistaeläimille on taattava sekä turvalliset suojapaikat että toimivat pakoreitit.

Konkreettinen toimi yksittäisissä metsiköissä on arvokkaiden elinympäristöjen säästäminen. Näitä ovat rehevät puronvarret, korpijuotit, vähäpuustoiset suot ja kallioiset lakimetsät. Vaihtumisvyöhykkeet ovat riistalle tärkeitä, varsinkin suon ja metsän väliset, ja ne tulisi ottaa suunnittelussa huomioon. Taimikonhoidossa tulee välttää lehtipuuston ja pensaston tarpeetonta poistamista. Harvenushakkuut tulisi tehdä ajallaan, jotta latukset elpyvät, aluskasvillisuus rehevöityy ja marjasadot runsastuvat. Kenttäkerroksen arvokasvi mustikka on tärkeä niin metsäkanalinnuille kuin riistanisäkkäille. Jos hyvät mustikkavarvikot vähenevät tuntuvasti, se helpottaa myös esimerkiksi maapetoja lintupoikueiden saalistamisessa.

Tasaikäisrakenteisessa metsässä riistan kannalta tavoiteltavia seikkoja ovat yli kiertoajan pysyvät rakenteet ja rakenteen vaihtelu. Kasvatus- ja uudistushakkuissa jäte-

tään säästöpuita tai puuryhmiä, jotka on tarkoitettu pysyviksi metsään. Ne ovat tavallisesti lehtipuita. Myös pienialaisia riistatiheiköitä suositaan jätettäväksi. Eri-ikäisrakenneinen metsä tarjoaa riistalle myönteisenä ajallisesti jatkuvan peitteisyyden. Sen hoidossa poimintahakkuin ylläpidetään ja kehitetään metsän eri-ikäisrakenteisuutta ja monilajisuutta.

Edellä hahmotellut tavoitteet ovat kirkkaina metsänhoitosuosituksissa. Kuviotasolla tilanne on helposti hallittava, sillä kuvio on perusyksikkö metsätalouden toimissa. Maiseman taso on vaikeampi, varsinkin pirstaleisissa yksityismetsissä. Se onnistuu isommilla yhden maanomistajan alueilla, ja Metsänhallituksella onkin ollut tiennäyttäjän rooli ja alue-ekologista ajattelua on tuotu vahvasti mukaan metsäsuunnitteluun. Esimerkiksi yksityismailla ei ole helppoa eikä usein edes mahdollista ottaa huomioon metson soidinpaikkaa ja -aluetta, sillä niiden tarvitsema alue on noin 300 hehtaaria.

Riista tulee hyötymään siitä, että puuston kokonaistilavuus kasvaa edelleen ja myös varttuneiden kehitysvaiheiden osuus kasvaa. Ilmaston lämpeneminen vaikuttaa tähän samaan suuntaan. Esimerkiksi metsolle sopivat ympäristöt saattavat hyvinkin lisääntyä, kun 1950- ja 1960-luvuilla hakattujen alueiden suuret metsäikäluokat ovat varttuneet kasvatusmetsävaiheeseen. Metsien nuorten vaiheiden hoito on laajasti viivästynyt, mistä on aiheutunut kasvu- ja elämänsykliä, mutta toisaalta lehtipuuston osuus sekapuuna on selvästi kasvanut, mikä on riistalle ollut edullinen asia.

Uhkakuviakin on. Metsäenergian korjuu lisääntyy nopeasti, ja siihen voi liittyä monia riistan kannalta epäedullisia asioita. Kannonosto uudistusalueilta hidastaa kenttäkerroksen elpymistä hakkuun jälkeen. Siirtyminen massateollisuudesta energiapuun käyttöön lisää metsän nuorten ikäluokkien käytön kasvua. Tukkipuun tuottaminen mahdollisimman lyhyessä ajassa tulee lyhentämään kiertoaikaa, mikä voi johtaa mm. mustikan määrän vähenemiseen pitempään kiertoaikaan verrattuna. Erityisesti Etelä-Suomessa nähtävä ja voimistuva kuusettuminen on koko riistatalajistoa ajatellen epäedullista. Siellä myös muu maan käyttö kaventaa riistalle sopivien alueiden pinta-alaa.

Kirjallisuus

- Lindén, H., Danilov, P. I., Gromtsev, A., Helle, P., Ivanter, E. V. ja Kurhinen, J. 2001. Laajat metsäkäytävät Fennoskandian havumetsälajiston suojelussa. Suomen Riista 47 s. 94-104.
- Lindén, H. ja Helle, P. 2013. Metsäkanalintujen ympäristönhoito. Kirjassa: Nummi, P. ja Väänänen, V.-M. (toim.). Suomalainen riistanhoito. Metsäkustannus. Bookwell Oy. s. 19-27.
- Miettinen, J. 2011. Metson elinympäristöt talousmetsissä. Suomen Riista 57: 18-36.
- Pakkala, T., Pellikka, J. & Lindén, H. 2003. Capercaillie - a good candidate for an umbrella species in taiga forests. Wildlife Biology 9: 309-316.
- Päivinen, J., Björkqvist, N., Karvonen, L., Kaukonen, M., Korhonen, K.-M., Kuokkanen, P., Lehtonen, H. ja Tolonen, A. (toim.). 2011. Metsähallituksen metsätalouden ympäristöopas. Metsähallituksen metsätalouden julkaisuja 67. 162 s. <https://julkaisut.metsa.fi/assets/pdf/mt/ymparistoopas2011.pdf>
- Sirkiä, S. ja Lindén, H. 2011. Metsoymmärryksen muuttuneet mittakaavat. Suomen Riista 57. s. 7-17.
- Sirkiä, S., Pellikka, J. & Lindén, H. 2010. Balancing the needs of capercaillie (*Tetrao urogallus*) and moose (*Alces alces*) in large-scale human land use. European Journal of Wildlife Research 56: 249-260. <http://dx.doi.org/10.1007/s10344-009-0306-z>
- Äijälä, O., Koistinen, A., Sved, J., Vanhatalo, K. ja Väisänen, P. 2014. Hyvät metsänhoidon suositukset. Metsäkustannus. 264 s. . ISBN: 978-952-6612-22-5 (painettu) <http://tapio.otomatias.com/julkaisut-ja-raportit/metsanhoidon-suositukset-verkkajulkaisu/>

Hirvieläimet ja metsien monimuotoisuus

Pekka Niemelä

Suomessa metsäekosysteemeihin ja sitä kautta metsien monimuotoisuuteen vaikuttavia hirvieläimiä ovat hirvi (*Alces alces*), metsäkauris (*Capreolus capreolus*) (kuva 1), pohjoisamerikkalainen tulokaslaji valkohäntäpeura tai nykyiseltä nimeltään valkohäntäkauris (*Odocoileus virginianus*) (kuva 2), poro (*Rangifer tarandus tarandus*) sekä metsäpeura (*R. tarandus fennicus*).

Erityisesti hirvi on runsastunut huomattavasti, ja sitä on edistänyt tehostunut metsänhoito, joka on luonut runsaasti taimikoita ja siten kattanut hirvieläimille runsaan ruokapöydän. Nykyisin hirven talvikannat ovat vakiintuneet 80 000–90 000 yksilöön, valkohäntäkaurista on noin 30 000 yksilöä. Metsäkauriita on mantereella noin 20 000 yksilöä ja Ahvenanmaalla noin 10 000. Porojen kokonaismäärä lieenee noin 200 000 yksilöä. Metsäpeurakanta on taantunut: vuoden 2013 laskennoissa sitä tavattiin vain 1 852 yksilöä.

Kookkaina kasvinsyöjinä hirvieläimet kuluttavat suuria määriä kasvibiomassaa. Esimerkiksi hirvi voi kesäaikaan syödä jopa 30–40 kiloa tuoretta kasvibiomassaa vuorokaudessa. On arvioitu, että hirvikanta kuluttaisi kasvibiomassaa vuosittain keskimäärin 11,4 kiloa metsähehtaarilta

kuivana kasvibiomassana mitattuna. Näin laskettuna koko Suomen hirvikanta kuluttaa vuodessa noin 300 tonnia metsiemme kasvibiomassaa. Lisäksi hirvieläimet syövät valikoiden. Näistä tekijöistä johtuen kasvaneet hirvieläinkannat ovat alkaneet voimallisesti muokata metsäekosysteemejä, metsien eliöyhteisöjä ja niiden monimuotoisuutta (kuvat 1 ja 2).

Hirvieläinten aiheuttamat muutokset kasvillisuudessa

Hirvieläimet suosivat ravintonaan lehtipuita. Parhaiten borealisissa metsissä ravinnoksi kelpaavat haapa, pajut (etenkin raita ja kiiltopaju), pihlaja ja koivut (etenkin rauduskoivu). Kuusi kelpaa huonosti hirvieläinten ravinnoksi, mutta metsäkauris saattaa tehdä kuusitaimikoissa merkittävää tuhoa. Metsäkauris kykenee käyttämään ravinnokseen jopa myrkyllistä marjakuusta ja estämään sen uudistumisen Ahvenanmaalla. Lepät eivät myöskään kelpaa ravinnoksi. Hirvieläinten pitkäaikainen laiduntaminen tietyllä alueella saattaa muuttaa metsän puulajikoostumusta huo-



Kuva 1. Metsäkauris (*Capreolus capreolus*) syö kesällä heinä- ja ruohokasveja, jäkäliä, marjoja ja sieniä. Talvella metsäkauris syö varpuja, puiden ja pensaiden oksia. Metsäkauris voi aiheuttaa kuusitaimikoissa merkittäviä tuhoja syömällä taimien versoja ja silmuja. Kuva: Erkki Oksanen, Luke.



Kuva 2. Valkohäntäkauris (*Odocoileus virginianus*) on pohjoisamerikkalainen hirvieläin, joka tuotiin Suomeen 1930-luvulla. Se syö ruohovartisia kasveja, puiden ja pensaiden versoja. Runsaslumisina talvina se viihtyy rehevissä sekametsissä ja erityisesti kuusikoissa, joissa lunta on vähemmän kuin muualla. Talvella sen ravintoa ovat mustikan varvut, männyn ja katajan vuosisikasvaimet sekä lehtipuiden oksat. Kuva: Erkki Oksanen, Luke.

mattavasti. Alueilla, joilla hirvitiheys on suuri, hirvet estävät suosimiensa puulajien uudistumisen ja kasvun latvuserokseen. Yhdysvalloissa Isle Royalin saarella pitkään kestänyt hirven laidunnus muutti kasvillisuuden musta- ja valkoisuuden hallitsemaksi ”kuusisavanniksi”. Latvuston harveneminen hyödytti ruohovartisia kasveja, koska valoa pääsi enemmän kenttäkerrokseen. Tästä syystä maisema muuttui savannimaiseksi.

Myös Pohjoismaissa suoritettut aitauskokeet ovat osoittaneet, että hirven pitkäaikainen laiduntaminen johtaa samantyyppisiin puulajimuutoksiin kuin Pohjois-Amerikassa: lehtipuut ja pajut vähenevät voimakkaasti ja vastaavasti kuusi lisääntyy. Ruotsalaiset tutkimukset osoittavat, että ylitiheän hirvikannan alueilla erityisesti haavan ja pihlajan uudistuminen on estynyt lähes täysin. Samanlaista haavan ja pihlajan vähentymistä on havaittu myös Suomessa.

Toisin kuin Pohjois-Amerikassa, mänty on boreaalisissa metsissä hirven tärkeä talvinen ravintokasvi ja siten myös mänty kärsii hirven laidunnuksesta. Mielenkiintoista on, että alun perin pohjoisamerikkalainen valkohäntäkauris oppi nopeasti käyttämään mäntyä talviravinnokseen Suomessa. Pohjoisamerikkalaiset mäntylajit eivät sille kelpaa.

Hirvieläinten laidunnus muuttaa myös kenttäkerroksen kasvilajikoostumusta. Ruotsalaisessa tutkimuksessa jäljiteltiin hirven syömätapoja. Tutkimus osoitti, että hirven ruokailu vaikutti merkittävästi kenttäkerroksen kasvillisuuteen. Kasvillisuuden monimuotoisuus oli suurimmillaan silloin kun laidunnus oli keskitasoa. Vähiten lajeja oli, kun ku-

lutus oli vähäistä tai suurta. Tulokset tukivat siten hypoteesia, jonka mukaan keskitason häiriö on biodiversiteetin kannalta edullisinta (niin kutsuttu ”intermediate disturbance -hypothesis”). Pitkän evoluutiohistorian aikana kasvivyhyteistöt ovat sopeutuneet kasvinsyöjien laidunnukseen.

Poro poikkeaa muista hirvieläimistä sikäli, että se käyttää talvella ravinnokseen lähes yksinomaan jäkälää ja luppoa. Kesällä taas poron pääasiallista ravintoa ovat tunturikoivu, pajut sekä kenttäkerroksen kasvillisuus, kuten ruohot ja varvuisia etenkin mustikka. Loppukesällä poron tärkeää ravintoa ovat sienet tyypipitoisuutensa vuoksi. Poron laidunnus muuttaa voimakkaasti kenttäkerroksen kasvillisuuden rakennetta (kuva 3).

Porolle kelpaavat jäkälälajit vähenevät etenkin alueilla, joilla poroja on paljon/tiheässä, mutta porolle kelpaamaton tinäjäkälä yleistyy. Porot kuluttavat maaperää talleamalla, ja tämä mahdollistaa toisaalta metsien taimettumisen, luo etenkin varuille uusia kasvupaikkoja ja lisää osaltaan kasvillisuuden biodiversiteettiä. Aitauskokeet ovat osoittaneet, että pajut, vaivaiskoivu, varvut (variksenmarja, mustikka) ja heinäkasvit lisääntyivät aitausten sisällä. Sammalet sen sijaan vähenevät. Laidunnus muuttaa myös maaperän kosteus- ja ravinneolosuhteita, mikä vuorostaan heijastuu kasvillisuuteen. Monin paikoin on tunturikoivumetsissä havaittavissa selvä kaluamisraja, ja poro saattaa estää hiesekä rauduskoivujen kasvua ja uudistumista etenkin poronhoitoalueen eteläosissa.



Kuva 3. Poron (*Rangifer tarandus tarandus*) aiheuttaman laidunnuksen vaikutus näkyy kasvillisuudessa. Poron laidunnusalueilla poro syö jäkälät ja vain aitauksen suojaamana yhtenäiset jäkäläkasvustot säilyvät elinvoimaisina. Kuva: Otso Suominen.

Viime vuosina tunturi- ja hallamittarien aiheuttamat tuhot ovat lisääntyneet voimakkaasti Suomen, Ruotsin ja Norjan tunturikoivikoissa. Suomalais-norjalaiset tutkimukset ovat osoittaneet, että porojen laidunnus ja mittarituhot ovat monimutkaisessa vuorovaikutussuhteessa. Porojen laidunnus estää tunturikoivikoiden uudistumisen mittarituhojen jälkeen ja muuttaa tunturikoivuekosysteemin tundraekosysteemiksi. Hirvieläimet saattavat siten vaikuttaa ekosysteemiin dramaattisesti.

Poronlaidunnuksella näyttää olevan mielenkiintoinen kytkös ilmastomuutokseen niin kutsutun albedo-ilmiön kautta. Peitteinen kasvillisuus edistää lumen sulamista keväisin, koska kasvillisuus imee itseensä auringon lämmön. Kun poro ja muut hirvieläimet harventavat puustoa ja muuttavat kasvillisuutta, ne samalla lisäävät keväisin auringon valon heijastumista lumesta takaisin ilmakehään, jolloin lumen sulaminen hidastuu. Hirvieläimet voivat siten boreaalisissa ja arktisissa olosuhteissa hidastaa ilmastomuutosta ja estää osaltaan tundran muuttumista lämpötilan nousun myötä metsäekosysteemiksi. Porokantojen säätely saattaa olla siten yksi mekanismi pitää tundra tundrana.

Hirvieläinten vaikutukset muuhun elämistöön

Hirvieläinten valikoiva ravinnonkäyttö vaikuttaa joko välittömästi tai välillisesti metsäekosysteemin muihin eliöyhteisöihin ja niiden biodiversiteettiin. Hyvänä esimerkkinä toimii boreaalisten metsien avainlaji haapa. Avainlajeiksi kutsutaan sellaisia lajeja, jotka ovat ekosysteemin toiminnan kannalta keskeisiä. Monet lajit ja eliöryhmät ovat haavasta riippuvaisia: lahoavaan haapaan ovat erikoistuneet monet hyönteisryhmät, käyvät ja jäkälät, lehvästössä elää suuri joukko perhos-, sahapistiäis- ja kovakuoriaislajeja. Tikkojen tekemistä pesäkoloista hyötyvät kololinnut ja nisäkkäät, kuten liito-orava.

Hirven ja muiden hirvieläinten aiheuttama haavan häviäminen metsämaisemasta vaikuttaa siten välillisesti kaikkiin haavasta riippuvien lajien ja eliöyhteisöjen elinolosuhteisiin. Erityisessä vaaravyöhykkeessä ovat lajit, jotka jossain elinkiertonsa vaiheessa ovat täysin riippuvaisia haavasta. Ruotsissa tehdyt tutkimukset osoittivat, että hirven syönti alensi koivujen lehvästössä esiintyvien kovakuoriaisten ja perhosten yksilö- ja lajimääriä. Toisaalta kirvat ja muut imevät hyönteiset hyötyivät, sillä koivun syöminen lisäsi veronkasvua ja siten näiden hyönteisryhmien ravintoresurssia. Toisessa ruotsalaisessa kokeessa jäljiteltiin hirven syöntiä männyllä ja neulasbiomassan poiston vaikutuksia männyn niveljalkaisyhteisöön. Lisääntynyt neulasbiomassan kulutus pienensi männyllä elävää hämähäkkifaunaa. Muut eliöryhmät reagoivat vaihtelevasti riippuen kasvupaikan tuottavuudesta.

Hirven aiheuttama kulutus vaikuttaa myös linnustoon. Norjalainen tutkimus osoitti, että kaluamisrajan (alle 3 metriä) alapuolella pesivä varpuslintulajisto kärsi hirven aiheuttamasta kulutuksesta. Kaluamisrajan yläpuolella pesivä linnusto sen sijaan hyötyi syönnistä.



Kuva 4. Mustikka on hirvelle, valkohäntäkauriille ja metsäkauriille tärkeä ravintokasvi. Hirven ruokavaliossa mustikka on kolmanneksi tärkein ravintokasvi; määrällisesti eniten hirvi syö mäntyä, toisena tulee koivu. Mustikkakasvustoissa elävät hyönteiset ja niiden toukat ovat metsäkanalintujen poikasten tärkeää ravintoa. Lisäksi mustikkakasvustot suojaavat metsäkanalinnun poikasia pedoilta. Kuva: Juha-Pekka Hotanen.

Mustikka on erityisen tärkeä ravintokasvi hirvieläimille. Hirvelle mustikka on kolmanneksi tärkein ravintokasvi männyn ja koivujen jälkeen. Myös valkohäntäkauriille ja metsäkauriille mustikka on erittäin tärkein ravintokasvi (kuva 4).

Suomen metsien kasvillisuusinventoinnit ovat osoittaneet, että mustikka ja muutkin varpukasvit ovat taantuneet huomattavasti viime vuosikymmeninä. Vähentymisen syyksi on arveltu metsätaloutta, mutta yhtenä synnä voi olla hirvieläinten laidunnus, joka kuluttaa mustikkaa ja muita varpuja. Mustikan väheneminen vaikuttaa sillä elä-

viin eliöyhteisöihin. Skotlannissa todettiin, että saksanhirven (*Dama dama*) mieltymys mustikkaan vähentää huomattavasti kenttäkerroksen hyönteisten ja aivan erityisesti perhostoukkien yksilömääriä. Varsinkin mustikalla elävät perhostoukat ovat kanalintujen poikasten tärkeää ravintoa. Tutkijat pitivätkin saksanhirven lisääntyntä kenttäkerroksen laidunnusta yhtenä syynä nummiriekkokantojen (*Lagopus lagopus scoticus*) laskuun Skotlannissa. Nummiriekko on pohjoismaisen riekon (*L. lagopus*) alalaji, joka elää mm. Skotlannissa, Walesissa ja Irlannissa.

Suomessa mustikalla elävät hyönteistoukat ovat esimerkiksi metsonpoikasten tärkeää ravintoa kasvukauden alussa. Yksi selitys viimeaikaisille kanalintukantojen pienemmiselle voi olla mustikan väheneminen. Myös se, että porot syövät pajuja, vaikuttaa pajujen eliöyhteisöihin ja edelleen riekon ravinnonsaantimahdollisuuksiin. Vaikutus on siten samanlainen kuin on todettu etelässä mustikan ja hirvieläinten välillä.

Poron laidunnusvaikutuksista Suomen ja Norjan Lapissa tehdyt tutkimukset osoittavat, että kenttäkerroksen eliöyhteisöt ovat sopeutuneet evoluutiohistorian aikana hyvin poron aiheuttamaan laidunnuspaineeseen. Korkeimmat maakiittäjäis- ja kärsäkäs-lajiston biodiversiteetti-arvot saavutetaan, kun laidunnuspaine on keskitasoa. Lajeja on vähiten niillä alueilla, joilla laidunnuspaine on pieni tai suuri. Samoin maakiittäjäisiä on eniten niillä koealoilla, missä laidunnuspaine oli keskitasoa. Tulokset tukivat siten keskitason häiriöhypoteesia (intermediate disturbance -hypothesis).

Hirvieläinten metsäekosysteemivaikutukset

Pohjois-Amerikan havumetsissä tehdyt tutkimukset osoittavat, että hirven valikoivan ruokailun aiheuttamat muutokset etenkin metsän sukcession alkuvaiheessa vaikuttavat monimutkaisten vuorovaikutusten kautta maaperän hajot-



Kuva 5. Suorien ja epäsuorien vuorovaikutusten verkko, jossa hirvi vaikuttaa valikoivan ruokailunsa kautta kasvillisuuteen. Tämä puolestaan vaikuttaa ravinteiden kiertoon ja siten koko ekosysteemin tuottavuuteen ja lajistoon.

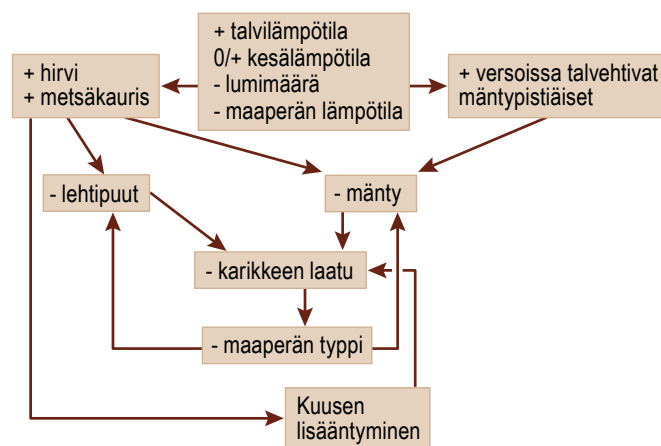
tajayhteisöihin ja ravinnekiertoihin. Edelleen nämä muutokset vaikuttavat koko metsäekosysteemin rakenteeseen ja toimintaan ja siten myös kasvinsyöjiin itseensä.

Hirven valikoiva laidunnus muuttaa metsien rakennetta siten, että lehtipuiden suhteellinen osuus vähenee ja havupuiden osuus lisääntyy. Vastaavasti hitaasti hajoava havupuiden neulaskarrike lisääntyy ja nopeasti hajoavien lehtipuiden karrike vähenee. Seurauksena maaperän ravinnekierto hidastuu ja maaperä köyhtyy. Viljavaan maaperään sopeutuneet kasvilajit korvautuvat ravinneköyhän maaperän lajeilla. Hitaampikasvuiset ja niukemmilla ravinteilla toimeentulevat havupuut hyötyvät maaperän köyhtymisestä yhä enemmän ja lehtipuut vähenevät. Samalla myös metsien tuottavuus alenee (kuva 5).

Poron laidunnuksella on myös merkittäviä maaperäekologisia vaikutuksia. Vaikutusten suunta maaperän ravinnekiertoon ei ole kuitenkaan yleistettävissä, vaan vaikutus vaihtelee riippuen suuresti maaperän ravinteisuudesta sekä laidunnuksen kestosta ja laidunnuksen ajallisesta ja paikallisesta vaihtelusta.

Toisena esimerkkinä hirvieläinten laidunnuksen aiheuttamista ekosysteemivaikutuksista on se, että lisääntyneet hirvieläinkannat ja hyönteistuhot sisällytetään ilmastonmuutoskenaarioihin. Ilmastonmuutoksen on ennustettu muuttavan etenkin Etelä-Suomen metsät lehtipuuvaltaisiksi. Havupuut taantuvat etelässä ja lehtipuista etenkin koivut yleistyvät voimakkaasti.

Hirvieläinten valikoiva laidunnus saattaa kuitenkin muuttaa tätä kehitystä. Hirvieläimet hyötyvät Etelä-Suomessa ilmastonmuutoksesta leutojen talvien ansiosta. Vähentynyt lumipeite sallii ylihiiden hirvieläinkantojen käytävän entistä tehokkaammin lehtipuita ja myös tärkeintä talvista ravintokasvia mäntyä. Kun lehtipuiden osuus vähenee, se aiheuttaa edellä kuvatun karikkeen laadun muutoksen. Hitaasti hajoava neulaskarrike lisääntyy, ja nopeasti hajoava lehtipuukarrike vähenee. Seurauksena karikkeen



Kuva 6. Kaaviokuva eteläisen Fennoskandian ekosysteemimuutoksista nykyisten ilmastonmuutosennusteiden toteutuessa, + tarkoittaa positiivista ja - negatiivista nettovaikutusta.

hajoaminen ja ravinnekierto hidastuvat. Tästä edelleen seuraa maaperän köyhtyminen, joka suosii etenkin kuusta. Hirvieläinten mukaan ottaminen aiheuttaa sen, että ilmastoskenaariot voivat päätyä kokonaan toisenlaiseen lopputulokseen kuin mitä pelkät ilmastolliset tekijät antavat aiheutta olettaa (kuva 6).

Hirvieläinten ravintoketjuvaikutukset

Kaikki hirvieläimet ovat kasvissyöjiä ja siten ravintoketjujen alkupäässä. Hirvikantojen muutokset vaikuttavat suoraan ja välillisesti myös ravintoketjujen ylempiin trofiatasoihin, niiden eliöyhteisöihin ja monimuotoisuuteen. Seuraavassa muutamia esimerkkejä hirvieläinten trofiatasovaikutuksista.

Hirvieläimet suurikokoisina kasvinsyöjinä tuottavat paljon jätöksiä, joihin muodostuu nopeasti niitä hajottava eliöyhteisö. Monet lantakuoriaislajit, kuten hirvenlantiainen (*Aphodius nemoralis*), elävät hirvieläinten lannassa. Hirvikannan kasvun myötä hirvenlantiainen ja pohjanlantiainen (*A. borealis*) ovat laajentaneet levinneisyysaluettaan. Sompasammalet (*Splachnum*-lajit) elävät hirvieläinten lannalla, ja eräät niistä, kuten punasompasammal (*S. rubrum*), ovat uhanalaisia. Ruotsissa hirvenlannassa elää ainakin 26 sienilajia (kuva 7).

Hirvikantojen vahvistuminen on mahdollistanut niitä ravinnokeeseen käyttävien suurpetokantojen lisääntymisen. Periaatteessa kaikki suurpedot - karhu, susi, ilves ja ahma - ovat hyötäneet hirvieläinkantojen runsastumisesta. Hirvieläinten määrät mahdollistaisivat huomattavasti suuremmat suurpetokannat varsinkin alueilla, missä metsäkauris- ja valkohäntäkauriskannat ovat korkeat. Tässä nousevat kuitenkin esiin suurpetokantojen sääntelyyn liittyvät luonnonsuojelulliset, sosiaaliset ja sosioekonomiset kysymykset.

Hirvikantojen voimakas lisääntyminen 1970-luvulta lähtien on mahdollistanut myös hirven merkittävän ulkoloisen hirvikärpäsän (*Lipoptena cervi*) levittäytymisen Suomeen ja kärpäsän voimakkaan runsastumisen. Hirvikärpäsän koetaan kiusalliseksi, ja sen yleistyminen on muuttanut huomattavasti etenkin naisten ja lapsiperheiden käyttäytymistä: loppukesästä ei mennä enää yhtä herkästi metsään virkistytymään ja keräämään marjoja tai sieniä. Siten hirvieläimillä saattaa olla huomattavia - osin yllättäviäkin - sosio-ekonomisia vaikutuksia, jotka heijastuvat koko yhteiskuntaan.



Kuva 7. Hirven lannassa kasvava keltasompasammal (*Splachnum luteum*). Kuva: Kari Kaunisto.

Kirjallisuus

- Danell, K., Bergström, R. Duncan, P. & Pastor, J. (toim.). 2006. Large herbivore ecology, ecosystem dynamics and conservation. Cambridge University Press. 506 s.
- Hyppönen, M., Penttilä, T. ja Poikajärvi, H. (toim.). 1998. Poron vaikutus metsä- ja tunturiluontoon. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 678. 141 s. <http://urn.fi/URN:ISBN:951-40-1616-5>
- Riikonen, J. ja Vapaavuori, E. (toim.). 2005. Ilmasto muuttuu - mukautuvatko metsät. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 944. 128 s. <http://urn.fi/URN:ISBN:951-40-1978-4>
- Stark, S. 2002. Reindeer grazing and soil nutrient cycling in boreal and tundra ecosystems. Acta Universitatis Ouluensis, A 382. 31 s. <http://herkules oulu.fi/isbn9514266927/>
- Suominen, O. ja Niemelä, P. 1996. Muuttavatko kasvinsyöjä-nisäkkäät metsäkasvillisuuttamme? Folia Forestalia 1996(1): 41-49. <http://urn.fi/URN:NBN:fi-metla-201209046080>
- Suominen, O., Persson, I.-L., Danell, K., Bergström, R. & Pastor, J. 2008. Impact of simulated moose densities on abundance and richness of vegetation, herbivorous and predatory arthropods along a productivity gradient. Ecography 31(5): 636-645. <http://dx.doi.org/10.1111/j.0906-7590.2008.05480.x>

Suurpetojen vaikutus riistaeläinkantoihin

Ilpo Kojola

Suomessa elävät suuret petoeläimet, karhu (*Ursus arctos*), susi (*Canis lupus*), ahma (*Gulo gulo*) ja ilves (*Lynx lynx*), vaikuttavat kukin omalla, lajin ravintobiologiaan perustuvalla tavallaan muiden riistaeläinten runsauteen. Suomessa elää noin 1 500 karhua, 150 sutta, 200 ahmaa ja 3 000 ilvestä. Saaliseläintensä kantojen säätelijäksi suurpedot ylittävät harvoin - pääroolin säätelijänä on varannut itselleen ihminen, joka vaikuttaa paitsi metsästyksen harrastajana, myös metsätalouden harjoittajana suurten petoeläinten ja niiden saaliseläinkantojen väliseen suhteeseen. Oman lukunsa muodostavat suurpetojen vaikutus pienempien petoeläinten kantoihin sekä suurten petoeläinten vaikutus toinen toisiinsa.

Karhu kaataa hirviä

Karhu on Euroopan suurin petoeläin (kuva 1). Sen ravinnossa etusija on kasviravinnolla. Liharavintoa karhu mielii etenkin keväällä, puoli vuotta kestäneen paastonsa jälkeen. Mitä pohjoisemmaksi mennään, sitä enemmän eläinravintoa karhun ruokavalioon kuuluu. Luonnonvaraisista saaliseläimistä tärkein on hirvi (*Alces alces*), jonka osuus esimerkiksi Ruotsin karhujen ravinnossa on noin 20 %. Täysikasvuisten karhujen saaliiksi päätyvät sekä aikuiset hirvet että hirvenvasat, mutta keskenkasvuisten nuorten karhujen on tyydyttävä jahtaamaan vassoja. Aikuisen hirven pyynti tuottaa helpoimmin tulosta, kun karhua kannattelee yöpakkasen kovettama keväthanki, joka ei kuitenkaan ole niin tärkeisen kova, että hirvi sen päällä voisi astella. Keskimää-



Kuva 1. Kaikkiruokaisen karhun (*Ursus arctos*) ravinnosta noin 70 prosenttia on kasvikunnan tuotteita. Karhu syö syksyisin paljon metsä- ja suomarjoja, muurahaisia se kaivaa muurahaiskeoista ja erilaisia hyönteisten toukkia puista. Hunaja on karhun suurta herkkua. Keväällä karhu syö liharavintoa pyydystämällä hirviä (*Alces alces*) ja metsäpeuroja (*Rangifer tarandus fennicus*) sekä pikkunisäkkäitä. Kuva: Ilpo Kojola.

räisesti hirvi ei kuitenkaan ole karhulle mikään helppo saalis, sillä valtaosassa yrityksistään karhu jää ilman saalista.

Ruotsin kahdella tutkimusalueella karhu tappoi 5-7 hirvenvasaa vuodessa. Uroskarhut saattoivat lisäksi pyytää ravinnokseen 2-3 vanhempaa hirveä. Karhun vaikutusta hirvikannan vasantuotantoon pienensi se, että vasansa menettäneet hirtilehmät tuottivat energiavarastojen säästyessä lähes poikkeuksetta kaksosvasat seuraavana vuonna.

Karhun merkityksestä suomalaisen hirvikannan verotajana ei ole tutkimustietoa. Ruotsin hirvitiheydet ovat 3-4 kertaa suuremmat kuin Suomessa, minkä takia ruotsalaiset tutkimustulokset eivät luultavasti päde meillä. Jos karhun vuodessa tappamien hirvien määrä ei olisi sidoksissa hirvitiheyteen, tiheä karhukanta vaikuttaisi itäisimmän Suomen hirvikantaan voimakkaammin kuin Ruotsin karhualueilla. Harvemmassa kannasta karhun on kuitenkin vaikeampi löytää saalista kuin tiheän kannan alueelta.

Myös susi syö sorkkaeläimiä

Lisääntymisikäiset sudet elävät pareina. Pari ja sen saama jälkikasvu muodostavat perhelauman, johon kuuluu Suomessa 3-15, keskimäärin kuusi jäsentä. Laumana saalistaminen tekee mahdolliseksi sen, että suden tärkein ravintolähde voi olla sitä itseään kymmenkertaisesti painavampi saaliseläin.

Suden ravinnon koostumuksessa näkyikin ensisijaisesti, millaisia sorkkaeläimiä sen elinalueilla esiintyy ja kuinka paljon (kuva 2). Etelä- ja Keski-Euroopassa susi saalistaa pääasiassa villisikoja (*Sus scrofa*), saksanhirviä (*Cervus elaphus*) ja metsäkauriita (*Capreolus capreolus*), mutta jo hyppy Suomenlahden yli muuttaa tilanteen - Suomessa villisian ja metsäkauriin korvaavat hirvi ja valkohäntäkauris (*Odocoileus virginianus*). Hirvi on tärkein saaliseläin suurimmalle osalle Suomen susilaumoja. Varsinais-Suomessa ja Etelä-Satakunnassa myös valkohäntäkauris on merkittävä osa suden ravinnosta, mutta pohjoiskarjalaisen ja pohjoissavolaisen susilauman käyttämästä lihasta hirvenlihaa on 90 prosenttia.



Kuva 2. Suden (*Canis lupus*) pääravintoa ovat hirvet, niiden vasat ja metsäpeurat. Poronhoitoalueella susi saalistaa poroja (*Rangifer tarandus tarandus*). Lisäksi saaliseläimiin kuuluvat metsäjänikset (*Lepus timidus*), linnut ja myyrät. Talvella susilauma, johon kuuluu keskimäärin kuusi sutta, tappaa hirven kerran viikossa ja kesällä kaksi hirveä, jolloin saaliseläiminä ovat pienemmät hirven vasat. Kuva: Eero Heinonen.

Pannalla varustettujen susien tehoseurannoin on saatu selville, että talvella susilauma tappaa hirven keskimäärin kerran viikossa, kesällä kaksi hirveä viikossa. Erolle on luonnollinen selitys, sillä kesällä saalistetaan vassoja, jotka ovat pienikokoisia talviajan saalishirviin verrattuina.

Ottamalla huomioon susien tappamien hirvien lukumäärä, Suomen hirvikannan koko ja arvioitu vuotuinen kasvupotentiaali sekä susikannan yksilömäärä voidaan arvioida, että sudet syövät Suomen hirvikannan tuotosta vain 3-4 %. Vähäinen prosenttiosuus johtuu siitä, että vain pieni osa hirvikannasta elää susilaumojen reviireillä. Suomessa on parisenkymmentä susireviiriä, joita hallitsee joko perhelauma tai pari. Reviirien yhteinen pinta-ala on noin 20 000 km² eli kymmenkunta prosenttia poronhoidon ulkopuolisen Suomen pinta-alasta.

Susilaumojen reviirit ovat eri asia. Laskeman mukaan pitäisi lauman reviirille jättää hirvikannan vuotuisesta sadosta 30-50 % susien korjattavaksi, jos hirvikannan väheneminen halutaan välttää. Susien kaatama tai tappama osuus on suurimmillaan pienillä reviireillä ja vastaavasti vähäisempi laajoilla reviireillä. Susilauman reviirin pinta-ala on Suomessa keskimäärin 1 200 km², pienimmät pinta-alat ovat 600-700 km² ja suurimmat 1 800-2 000 km².

Hirvenpyynnissä menestyy parhaiten vakiintunut susilauma, jossa on uroksen ja naaraan seurassa pentujen lisäksi myös vuotta vanhempaa jälkikasvua. Myös uroksen iällä on merkitystä: saalistus päättyy varmimmin hirvenkaatoon, jos lauman aikuinen uros on parhaassa iässä, 5-6 vuoden ikäinen. Sudet saalistavat enimmäkseen alle kaksivuotiaita ja kaikkein vanhimpia hirviä.

Suurpedot ja metsäpeura

Yksi itäisen taigametsän tunnuseläimiä on metsäpeura (*Rangifer tarandus fennicus*), joka elää Kainuussa ja Keski-Pohjanmaalla, kummallakin seudulla on noin tuhannen eläimen populaatio. Metsäpeura palasi itärajan takaa Kainuuseen 1960-luvun alussa ja alkoi pikkuhiljaa runsastua Kuhmon itäosissa. Lukumäärä oli enimmillään noin 2 000 yksilöä 2000-luvun alussa, mutta alkoi seuraavina vuosina nopeasti supistua. Suden pääravinto oli metsäpeurakannan huippuvaiheessa hirvi, mutta noin viidennes ravinnon biomassasta oli metsäpeuraa.

Yksi keskeinen syy metsäpeurakannan vähenemiseen lienee ollut se, että susi asettui lisääntyvänä populaationa Kainuuseen. Metsäpeuran vasantuotannon ja susikannan määrän välillä havaittiin vahva negatiivinen korrelaatio, jota voisi selittää metsäpeurakannan lasku susien runsastuessa.

Tuoreimmat havainnot Kainuusta viittaavat kuitenkin siihen, että myös karhu ja ilves vaikuttaisivat metsäpeurakannan vasantuotantoon. Vasojen osuus metsäpeurakannassa on viimeksi kuluneiden kahden vuoden aikana selvästi kasvanut, vaikka susien määrä on pysynyt samalla tasolla kuin metsäpeurakannan vähentyessä. Karhuja ja ilveksiä on nyt vähemmän kuin silloin, kun metsäpeuran vasaprocentti oli alimmillaan.



Kuva 3. Ahma (*Gulo gulo*) on pääasiassa raadonsyöjä. Se saalistaa poroja ja muita sorkkaeläimiä, mutta hirvi on sille liian suuri saaliseläin. Ruokavalioon kuuluvat linnut, hyönteisten toukat, metsäjänikset (*Lupus timidus*), myyrät, ja se syö myös mielellään metsä- ja suomarjoja. Kuva: Pekka Nygren.

Ahma hyötyy sudesta

Ahmalla on laajapohjaiset kinnasmaiset tassut, ja se kulkee syvässä lumessa uppoamatta (kuva 3). Talvi on kulkurille otollista aikaa aloittaa pentujen ruokinta. Poronhoitoalueen ulkopuolella useimmat ahman pesät sijaitsevat susien reviireillä, ja naaraat ruokkivat pentunsa pääasiassa susien kaatamista hirvistä anastamallaan ruhonkappaleilla.

Urokset ja pesimättömät naaraat liikkuvat vapaasti ilman sidosta pesäpaikkaan ja saalistavat poronhoitoalueen ulkopuolella aktiivisemmin kuin pentuja ruokkivat naaraat. Näiden yksinään liikkuvien ahmojen talviravinnossa keskeinen sija on metsäjäniksellä (*Lupus timidus*).

Ahma vaikuttaa epäsuorasti niin suden kuin ilveksenkin rooliin saalistajana. Suden tappamien hirvien tai metsäpeurojen jäänteistä osa päättyy ahman ravinnoksi, mikä takia suden on tapettava vuodessa muutama saaliseläin enemmän. Ahman tapoihin kuuluu myös saaliseläimen osien varastoiminen suden ulottumattomiin. Ilveksen tappama metsäpeura tai valkohäntäkauris voi päättyä ahman ravinnoksi, sillä ilves ei kykene käyttämään jäätyneitä saaliseläintä. Ahma pystyy myös karkottamaan ilveksen saaliin luota.

Ahman vaikutuksesta luonnonvaraisten saaliseläinten kuolleisuuteen ja kannan runsauteen on olemassa vähän tietoa. Brittiläisessä Kolumbiassa on havaittu vastasyntyneiden metsäkaribun (*Rangifer tarandus caribou*) vasojen päätyvän usein ahman saaliiksi, ja periaatteessa ahmalla voi olla roolinsa myös Kainuun metsäpeurojen vasahävikissä.

Ilves on kauriinmetsästäjä, mutta voi elää myös jäniksen vuotta

Ilveksen mieluisin saalis on metsäkauris (kuva 4). Ilveksen vaikutus metsäkauriskantaan voimistuu, kun siirrytään Keski-Euroopasta Pohjois-Eurooppaan. Pitkän ja runsaslumisen talven haasteet saavat metsäkauriskannan reagoimaan herkemmin saalistajiin. Ääri rajoillaan sinnittelevä pohjoinen metsäkaurisesiintymä sietää ilvestä heikommin kuin esiintymät etelämpänä.

Lounais-Suomessa valkohäntäkauris on ilvekselle tärkeä saaliseläin. Täysikasvuinen valkohäntäkauris on ilveksen saaliiksi suurempuoleinen. Ravintoanalyysit ovatkin osoittaneet, että etenkin urosilvekset metsästävät tätä alkuaan pohjoisamerikkalaista hirvieläintä. Ilveksen vaikutuksesta valkohäntäkauriskannan runsauteen ei ole vielä julkaistu systemaattisesti kerättyjä aineistoja.

Keski- ja Itä-Suomen alueilla ilves joutuu tyytymään pääasiassa metsäjänikseen, jolla se tulee toimeen, mutta metsäjänis ei ravintona ole pienten hirvieläinten luokkaa. Tätä osoittavat Itä-Suomessa kaadettujen ilvesten vähäisemmät rasvavarastot.

Ilves vaikuttanee paikallisesti metsäjäniskantaan silloin, kun sen kannanvaihtelu on aallonpohjavaiheessa. Energeettisen laskelman perusteella ilveksen pitäisi tappaa henkensä pitimiksi metsäjänis joka toinen päivä, jos sen ravintolähteenä olisi pelkästään metsäjänis. Jos metsäjänisiä esiintyy ilveksen reviiirillä vähän, ilvekset saalistavat myös metsäkanalintuja.

Kanalintukantoihin ilves vaikuttanee enimmäkseen positiivisesti, sillä se tappaa kettuja (*Vulpes vulpes*), joiden vähentäminen heijastuu lintukannan runsauteen enemmän kuin ilveksen oma satunnaisempi linnunpyynti.

Kirjallisuus

- Gurarie, E., Suutarinen, J., Kojola, I. & Ovaskainen, O. 2011. Summer movements, predation and habitat use of wolves in human modified boreal forests. *Oecologia* 165: 891-903. [Linkki](#)
- Jędrzejewski, V., Apollonio, M., Jędrzejewska, B. & Kojola, I. 2011. Ungulate-large carnivore relationships in Europe. Kirjassa: Apollonio, M., Andersen, R. & Putman, R. (toim.). *Ungulates and their management in Europe: problems and perspectives*. Cambridge University Press. s. 284-314.
- Kojola, I., Huitu, O., Toppinen, K., Heikura, K., Heikkinen, S. & Ronkainen, S. 2004. Predation on European wild forest reindeer (*Rangifer tarandus*) by wolves (*Canis lupus*) in Finland. *Journal of Zoology (London)* 263(3): 229-235. [Linkki](#)
- Kojola, I., Tuomivaara, J., Heikkinen, S., Heikura, K., Kilpeläinen, K., Keränen, J., Paasivaara, A. & Ruusila, V. 2009. Endangered prey and predators: European wild forest reindeer and wolves. *Annales Zoologici Fennici* 46(6): 416-422. [Linkki](#)
- Koskela, I., Kojola, I., Aspi, J. & Hyvärinen, M. 2013. The diet of breeding female wolverines (*Gulo gulo*) in two areas of Finland. *Acta Theriologica* 58: 199-204. [Linkki](#)
- Suomen susikannan hoitosuunnitelma. 2005. Maa- ja metsätalousministeriö. 66 s. [Linkki](#)
- Suomen karhukannan hoitosuunnitelma. 2007. Maa- ja metsätalousministeriö. 66 s. [Linkki](#)
- Suomen ilveskannan hoitosuunnitelma. 2007. Maa- ja metsätalousministeriö. 66 s. [Linkki](#)
- Suomen ahmakannan hoitosuunnitelma. 2014. Maa- ja metsätalousministeriö. 26 s. [Linkki](#)



Kuva 4. Ilves (*Lynx lynx*) on Suomen ainoa luonnonvarainen kisa-eläin. Se saalistaa Etelä-Suomessa valkohäntä- (*Odocoileus virginianus*) ja metsäkauriita (*Capreolus capreolus*) ja Lapissa poroja. Metsäjänis on ilveksen tärkeimpiä saaliseläimiä ja sen ruokavalioon kuuluvat myös oravat, (*Sciurus vulgaris*), metsäkanalinnut ja myyrät. Ilves tappaa kettuja (*Vulpes vulpes*), jotka kilpailevat sen kanssa jäniksistä ja muista pienistä saaliseläimistä. Kuva: Erkki Oksanen, Luke.



4

SÄÄTELYPALVELUT

4.1 Ilmastonmuutos ja saasteet

Ilmastonmuutoksen vaikutus metsien kasvuun ja kehitykseen sekä ekosysteempipalveluihin

Seppo Kellomäki

Metsät, ekosysteempipalvelut ja ilmastonmuutos

Suomessa metsät tuottavat pääasiassa sahatukkeja, kuitupuuta ja energiabiomassaa, mutta metsiä käytetään laajasti myös ulkoiluun ja luonnontuotteiden keräilyyn. Lisäksi metsät ovat monien eliöiden luontaisia elinympäristöjä, ja niiden sitoma hiili luo ilmastopoliittista liikkumavaraa. Metsäekosysteemien toiminta ja rakenne asettavat rajat sille, miten metsiä käytetään erilaisten palveluiden tuottamiseen. Tässä yhteydessä sana *toiminta* viittaa muun muassa metsien kasvuun ja kehitykseen, kun taas *rakenne* tarkoittaa esimerkiksi metsien ja ikä- ja puulajisuhteita. Ilmastonmuutos vaikuttaa voimakkaasti siihen, miten metsät kasvavat ja kehittyvät tulevaisuudessa ja millaisia rakenteita niissä on erilaisten palveluiden tuottamiseksi.

Ilmastonmuutos globaalisti ja paikallisesti

Suomi sijoittuu borealiselle vyöhykkeelle (60°-70° N), jossa lämpötila laskee ja sademäärä vähenee etelästä pohjoiseen. Eteläisimmässä Suomessa vuotuinen keskilämpötila on +5... +6 °C, Oulun korkeudella 0 °C:n vaiheilla ja pohjoisimmassa Suomessa -3 ... -2 °C. Vuotuinen keskisadanta on puolestaan 600-700 mm eteläisimmässä Suomessa, 500-600 mm Oulun korkeudella ja 300-400 mm pohjoisimmassa Suomessa.

Kansainvälisen ilmastopaneelin (IPCC) arviot osoittavat, että vuotuinen keskilämpötila voi Suomessa kohota 3-4 °C tämän vuosisadan loppuun mennessä (taulukko 1). Talvella eli joului-, tammi- ja helmikuussa lämpötila voi olla 6-8 °C nykyistä korkeampi, kun taas kesällä eli kesä-, heinä- ja elokuussa lämpötila kohoaisi 1-2 °C. Muutos olisi suurinta Pohjois-Suomessa, mutta myös Etelä-Suomessa lämpötila voi kohota tuntuvasti. Samalla kasvukausi pidentyisi: kevät aikaistuisi ja talvi viivästyisi. Kasvukausi pidentyisi siten, että tämän vuosisadan puoliväliin mennessä lämpösumma olisi kasvanut 30-50 % ja vuosisadan loppuun mennessä 50-90 % (kuva 1). Pohjoisimmassa Suomessa lämpösumma olisi tuolloin 800-900 ja eteläisimmässä Suomessa 2 000-2 300 vuorokausiastetta, joka ilmaisee + 5 °C ylittävien vuorokausi- lämpötilojen summan. Samalla sademäärä kasvaisi. Ilmastoskenariosta riippuen lisäys voi olla 20-40 % siten, että lisäys olisi suurinta Pohjois-Suomessa (kuva 1). Sademäärä kasvaisi ennen muuta talvella, kun taas kesällä se kasvaisi vain muutaman prosentin tai paikallisesti jopa vähentyisi.

Huuhkakaski palaa Kolin kansallispuistossa 12.6.1996. Kuva: Kauko Salo.

Ilmastonmuutos

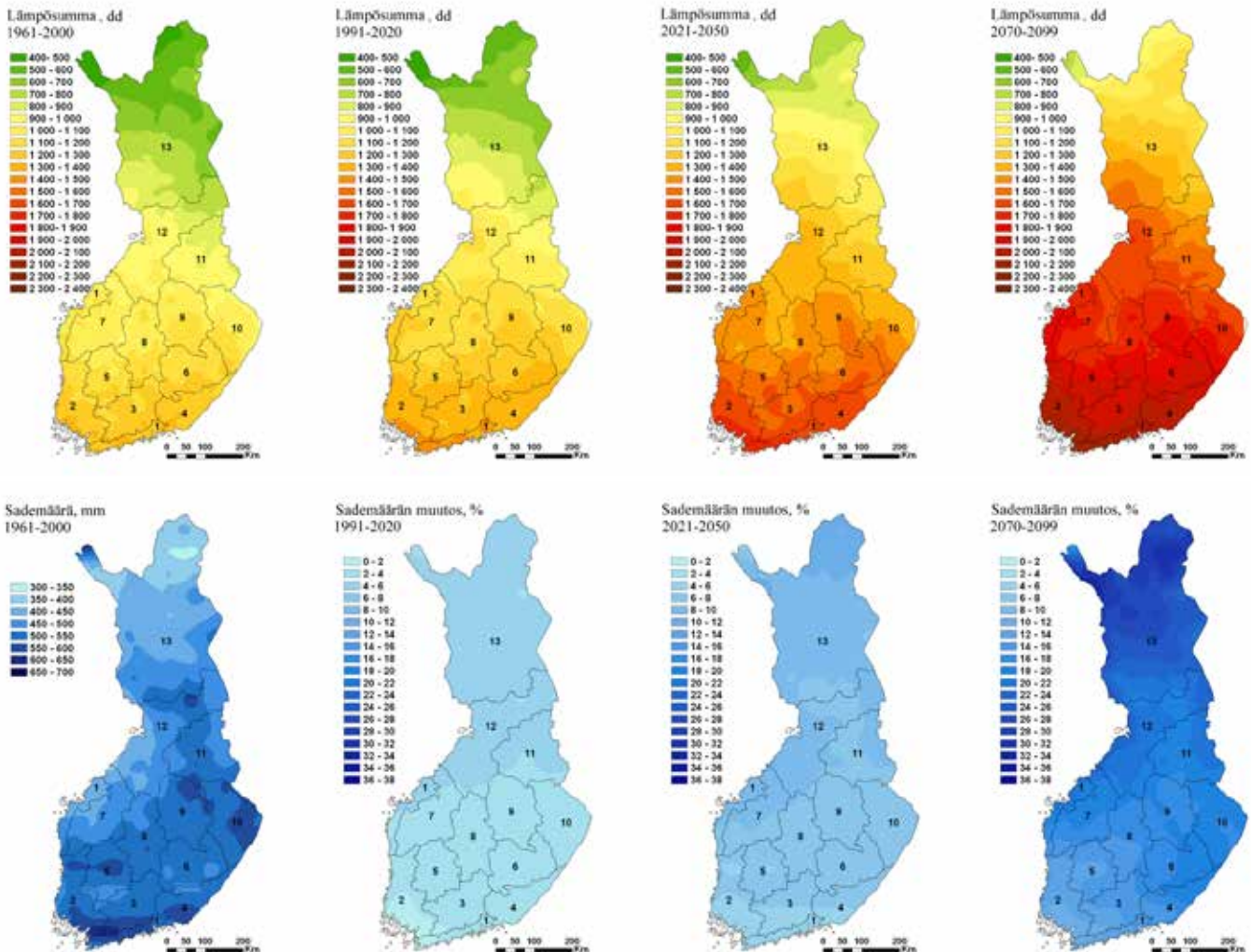
Kansainvälisen ilmastopaneelin (International Panel for Climate Change, IPCC) määrittelyn mukaan ilmastonmuutos tarkoittaa ilman lämpötilassa ja sadannassa tapahtuvia systemaattisia muutoksia, olivatpa ne luontaisista syistä tai ihmisen toiminnasta aiheutuvia. Tavallisesti ilmastonmuutoksella viitataan kuitenkin ihmisen aiheuttamiin muutoksiin, jotka johtuvat kasvihuonekaasujen pitoisuuksien lisääntymisestä ilmakehässä. Tärkeimpiä kasvihuonekaasuja ovat hiilidioksidi (CO₂), metaani (CH₄) ja typpioksiduuli (N₂O), joi- ta syntyy muun muassa fossiilisista polttoaineiden käytös- tä ja metsien häviämisestä. Esimerkiksi CO₂:n pitoisuus on kasvanut arvosta 280 ppm arvoon 380 ppm vuosina 1750-2005. Kasvihuonekaasujen pitoisuuksien nousu lisää säteilypakotetta: lämpöä pidättyä alailmakehään entistä enem- män, jolloin ilman lämpötila kohoaa ja sen seurauksena sadannan määrä muuttuu.

Pitkän aikavälin ilmastoennusteet perustuvat arvioihin il- makehässä olevien kasvihuonekaasujen pitoisuuksien kas-

vusta. Pitoisuuksien kasvu on yhteydessä maapallon väes- tön kasvuun ja elintapoihin sekä teollistumiseen ja energi- an käyttöön. Esimerkiksi päästöskenaariot A1 ja A2 edusta- vat eri suuntiin etenevää taloudellista, teknistä ja väestöl- listä kehitystä, mutta molemmissa kasvihuonekaasujen pi- toisuudet lisääntyvät nopeasti. Skenaariot B1 ja B2 painot- tavat puolestaan ympäristöarvoja ja sellaisia taloudellisia ja teknisiä ratkaisuja, jotka hidastavat kasvihuonekaasujen pi- toisuuksien kasvua. Eri päästöskenaarioihin perustuvat en- nusteet maapallon lämpötilan ja sadannan muuttumisesta voivat poiketa toisistaan, jos kohta kaikki päästöskenaariot ja ilmastomallit osoittavat maapallon ilmaston lämpiävän.

Kuivuutta voi esiintyä nykyistä useammin

Suomessa vuotuisesta sadannasta haihtuu 60-80 % pui- den latvuksista, pintakasvillisuudesta ja maanpinnalta. Vet- tä haihtuu myös talvella lumenpinnalta, ja kesällä vain osa sadevedestä päätyy maahan kasvillisuuden käyttöön. Mo- lemmilla tapauksissa haihduntanopeus on sitä suurempi,



Kuva 1. Ennuste ilmastonmuutoksen vaikutuksesta lämpösunnan kertymään ja vuotuisen sadannan suuruuteen tämän vuosisadan aikana. Lämpösomma ilmaisee niiden vuorokausien keskilämpötilojen summan, joiden aikana vuorokauden keskilämpötila on suu- rempi kuin +5 °C. (Kellomäki ym. 2005).

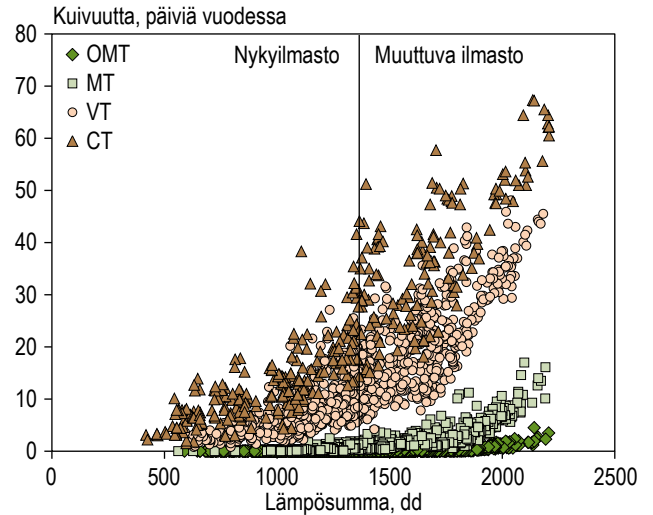
mitä korkeampi lämpötila on. Ilmastonmuutoksen seurauksena haihdunta voi olla Etelä-Suomessa 25 % ja Pohjois-Suomessa 10-15 % suurempi kuin tällä hetkellä. Etelä-Suomessa haihdunta näyttäisi lisääntyvän enemmän kuin sadanta, kun taas Pohjois-Suomessa tilanne näyttäisi olevan päinvastainen (kuva 2).

Jos haihdunta kasvaa suhteessa sadantaan, kuivuus voi lisääntyä. Se lisääntyisi erityisesti Joensuu-Oulu-akselin lounaispuolella, jossa kuivuusjaksojen esiintymistiheys ja kesto voivat kaksinkertaistua vuosisadan loppuun mennessä. Varsinkin Etelä-Suomen kuivilla ja kuivahkoilla kankailla, esimerkiksi kanervatyypin (CT) ja puolukkatyyppin (VT) kasvupaikoilla, kuivien jaksoiden lukumäärä ja pituus kasvaisivat (kuva 3). Myös tuoreilla kankailla, esimerkiksi mustikkatyypin (MT) ja käenkaali-mustikkatyypin (OMT) kasvupaikoilla, kuivuusjaksoja olisi entistä useammin, mutta niissä vaikutus puiden kasvuun jäisi todennäköisesti vähäiseksi.

Metsien kasvu ja hakkuumahdollisuudet voivat lisääntyä, varsinkin Pohjois-Suomessa

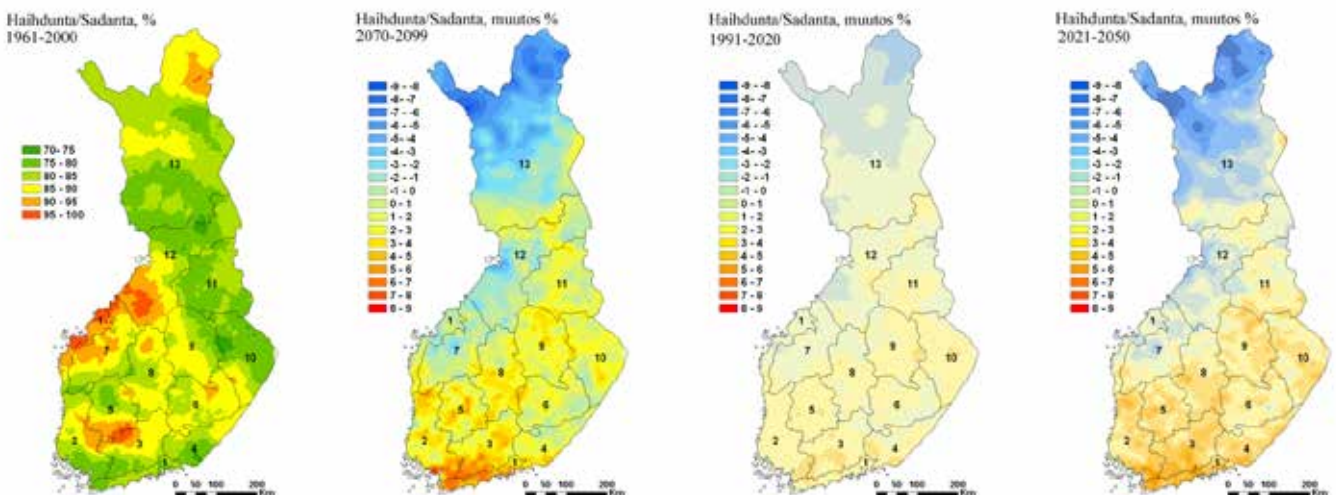
Suomi sijaitsee alueella, jossa lyhyt kesä ja alhainen lämpötila rajoittavat metsien kasvua. Lämpöolojen vaikutus on erityisen suuri Pohjois-Suomessa, missä vuotuinen keskikasvu on laajoilla alueilla 1-2 kuutiometriä hehtaaria ja vuotta kohti ($m^3 ha^{-1} a^{-1}$) puulajista, kasvupaikan viljavuudesta ja puuston kehitysvaiheesta riippuen. Etelä-Suomessa kasvu yltyä puolestaan 6-8 $m^3 ha^{-1} a^{-1}$, mutta myös näissä oloissa ilmastonmuutos voi lisätä kasvua (kuva 4).

Mallilaskelmat osoittavat, että kuluvan vuosisadan loppupuolella Pohjois-Suomen metsien kasvu voi paikoitellen jopa kaksinkertaistua (kuva 4, taulukko 1). Kuitenkin kasvu jäisi edelleenkin pienemmäksi kuin Etelä-Suomessa, missä kasvu voi lisääntyä 10-20 %. Etelä-Suomessa kuivuuden lisääntyminen voi kuitenkin vähentää kuusen kasvua kes-

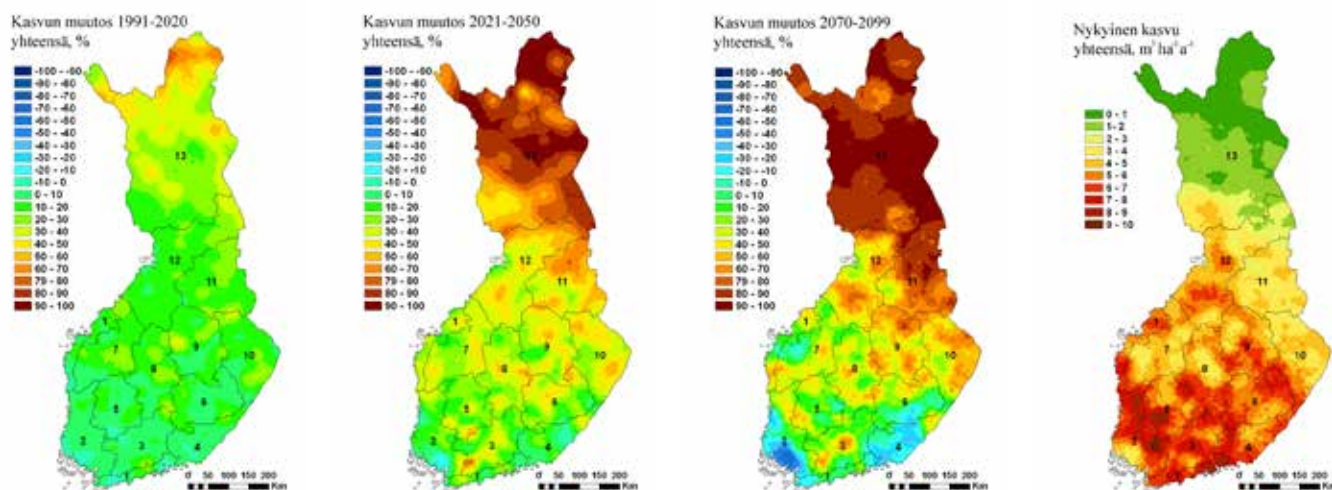


Kuva 3. Ennuste ilmastonmuutoksen vaikutuksista kuivuuden esiintymiseen erilaisilla kasvupaikoilla, joista OMT (Oxalis-Myrtillus tyyppi (käenkaali-mustikkatyypin) edustaa viljavia kasvupaikkoja hienolajitteisilla moreenimailla ja CT (Calluna tyyppi [kanervatyypin]) edustaa karuja kasvupaikkoja lajittuneilla hiekka- ja someromailla. Kuivuuden riski on ilmasto niiden päivien lukumääränä, jolloin männyt eivät saa pintamaasta riittävästi vettä (Kellomäki ym. 2008).

kikarkeilla mustikkatyypin moreenimailla. Siihen on synnyn muun muassa se, että kuusikoissa suuri osa sadevedestä sitoutuu latvuksiin ja haihtuu saapumatta juurten ulottuville. Toisaalta kuusen juuristo on pinnallinen, joten se ei saa vettä syvemmältä maasta toisin kuin mänty ja koivu. Ilman hiilidioksidipitoisuuden kohoaminen toki vähentää kuivuuden vaikutusta, kun veden käyttö yhteytyksessä tehostuu. Koko maan mittakaavassa metsien kasvu voi lisääntyä keskimäärin noin 40 % vuosisadan loppuun mennessä.



Kuva 2. Ennuste ilmastonmuutoksen vaikutuksesta evaporaation osuuteen (%) sadannasta sekä osuuden muutoksesta tämän vuosisadan aikana (Kellomäki ym. 2005).



Kuva 4. Metsien kasvu (kaikki puulajit yhdistettynä) nykyilmastossa sekä ennuste ilmastonmuutoksen vaikutuksista kasvuun tämän vuosisadan kuluessa (Kellomäki ym. 2005). Laskentamenetelmä on kuvattu tietotaulussa 2.

Taulukko 1. Ilmastonmuutoksen vaikutus metsien kasvuun Etelä-Suomessa (Oulun korkeudelta alaspäin) ja Pohjois-Suomessa (Oulun korkeudelta ylöspäin) sekä koko maan mittakaavassa (Kellomäki ym. 2005).

Alue	Kasvu, m ³ /ha/v (suluissa muutos suhteessa kasvuun nykyilmastossa, %)			
	Nykyinen	1990-2020	2021-2050	2070-2099
Etelä-Suomi	5,5	5,9 (7)	6,3 (11)	6,8 (12)
Pohjois-Suomi	2,2	2,6 (18)	3,7 (68)	4,6 (109)
Koko maa	4,1	4,5 (10)	5,3 (29)	5,9 (44)

Pääpiirteitä simuloinnista, jota käytettiin laskettaessa ilmastonmuutoksen vaikutuksia puuston kasvuun tämän vuosisadan aikana

Laskennassa käytettiin hyväksi metsäekosysteemin dynamiikkaa simuloivaa mallia, jossa kasvu riippuu puuston ominaisuuksista eli esimerkiksi puulajista, puuston tiheydestä ja puiden kokojakaumasta. Lisäksi mallissa kasvuun vaikuttaa ilman hiilidioksidipitoisuus, lämpösusma, sadanta ja maan kosteus sekä typen saatavuus. Simuloinneissa metsää oletettiin hoidettavan metsikköperiaatteella siten, että käytetään alaharvennuksia ja avohakkuita ja metsikkö uudistetaan avohakkuun jälkeen nykysuosituksia noudattaen (kuva 5).

Mallin dynamiikka kytkee toisiinsa puiden uudistamisen, kasvun ja kuoleman. Puiden kasvu on mallinnettu käyttäen hyväksi puiden läpimitan kasvua: $\Delta D = \Delta D_o \times M_1 \times \dots \times M_n$, missä ΔD on läpimitan kasvu [cm a⁻¹] ja ΔD_o on potentiaalinen läpimitan kasvu [cm a⁻¹] optimaalisissa olosuhteissa. M_1, \dots, M_n ovat tekijöitä, jotka skaalaavat kasvu suhteessa lämpösusmaan (TS; +5 °C:n kynnyksiarvo), metsikön sisäisiin valaistusoloihin sekä veden ja typen saatavuuteen. Potentiaalinen kasvu tarkoittaa kasvua, jossa puut eivät varjosta toisiaan ja jossa vettä ja typpeä on runsaasti puiden tarpeeseen näh-

den. Potentiaalinen kasvu riippuu myös puiden koosta eli läpimitasta (D cm) ja ilmakehän hiilidioksidipitoisuudesta (CO₂, ppm):

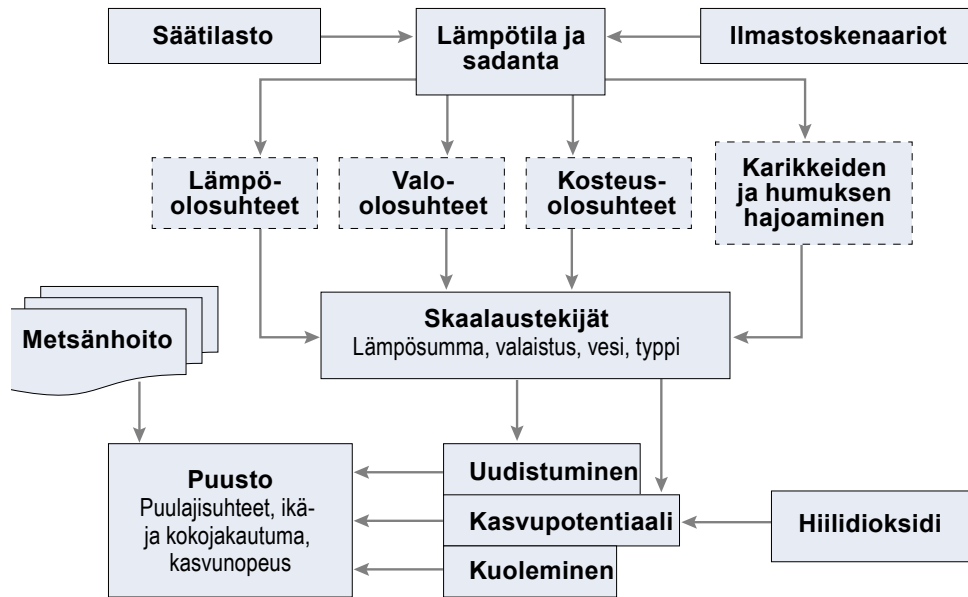
$$\Delta D_o = \exp\left(a + \frac{b}{0.01 \times CO_2}\right) \times D \times e^{DGRO \times D} \quad (1)$$

jossa a, b and DGRO ovat parametrejä. Puiden läpimitan avulla lasketaan edelleen rungon, lehvästön, oksien ja juurien kasvut sekä vastaavat massat (Mass(i,j)):

$$Mass(i, j) = \exp\left[a(i, j) + b(i, j) \times \frac{D}{c(i, j) + D}\right] \quad (2)$$

missä a(i,j), b(i,j) and c(i,j) ovat parametrejä. Puut kasvavat vuotuista aika-askelta noudattaen siten, että ositteiden massan kasvaessa syntyy samalla kariketta ja puita kuolee. Karikkeiden ja kuolleiden puiden mukana niihin sitoutunut hiili ja typpi päätyvät maahan, ja hajoavat: typpi vapautuu puiden käyttöön, ja hiili palautuu hiilidioksidina ilmakehään.

Laskennassa käytettiin hyväksi Metsäntutkimuslaitoksen valtakunnan metsien inventoinnissa käyttämiä pysyviä



Kuva 5. Pääpiirteitä metsäekosysteemimallista, jota käytettiin simuloitaessa metsän kasvua muuttuvassa ilmastossa (Kellomäki ym. 1992, 2008).

Taulukko 2. Ilmastonmuutoksen vaikutus hakkuumahdollisuuksiin Etelä-Suomessa (Oulun korkeudelta alaspäin) ja Pohjois-Suomessa (Oulun korkeudelta ylöspäin) sekä koko maan mittakaavassa (Kellomäki ym. 2005).

Alue	Hakkuumahdollisuus, m ³ /ha/v (suluissa muutos suhteessa hakkuumahdollisuuksiin nykyilmastossa, %)			
	Nykyinen	1990–2020	2021–2050	2070–2099
Etelä-Suomi	3,2	3,3 (3)	4,2 (31)	5,0 (56)
Pohjois-Suomi	1,1	1,2 (9)	2,2 (100)	3,0 (168)
Koko maa	2,3	2,4 (4)	3,3 (52)	4,2 (82)

koeajoja sekä Ilmatieteen laitoksen FinAdapt-projektilla laattimia ilmastoskenaarioita. Nykyilmasto vuosille 1991–2000 oli saatavilla 10 km x 10 km tarkkuudella ja muuttuva ilmasto 50 km x 50 km tarkkuudella jaksoille 1991–2020, 2021–2050 ja 2070–2099. Käytetty ilmastoskenaario perustui kansainvälisen ilmastopaneelin (IPCC) päästöskenaarioon SRES A2, jossa ilman hiilidioksidipitoisuus kohosi arvosta 352 ppm arvoon 841 ppm vuosina 1990–2100. Samalla lämpötila kohosi 4 °C kesällä ja 6 °C talvella.

Metsien kasvun lisääntyminen merkitsee lisääntyvää mahdollisuutta tuottaa ainespuuta eli sahatukkeja ja kuitupuuta sekä energiabiomassaa (taulukko 2). Hakkuumahdollisuudet lisääntyivät erityisesti Pohjois-Suomessa, missä metsät tällä hetkellä ovat suhteellisen nuoria ja reagoivat voimakkaasti ilmastonmuutokseen. Myös Etelä-Suomessa hakkuumahdollisuudet lisääntyivät tämän vuosisadan alkupuolella, mutta vuosisadan loppupuolella kasvu voi paikoitellen hiipua lisääntyvän kuivuuden vuoksi. Koko maan mittakaavassa hakkuumahdollisuudet voivat lähes kaksinkertaistua.

Puulajisuhteet voivat muuttua

Vallitsevat puulajisuhteet riippuvat puiden kasvusta sekä hakkuista ja metsänhoidosta, joilla metsien kasvua ja kehitystä ohjataan. Myös ilmastonmuutos voi muuttaa puulajisuhteita, sillä männyn ja koivun kasvu voi lisääntyä enemmän kuin kuusen. Etelä-Suomessa kuusen kasvu voi paikallisesti jopa taantua ja kuusen kilpailukyky heikentyä muihin puulajeihin nähden. Tähän viittaavat myös mallilaskelmat, jotka osoittavat, että kuusen osuus voi vähentyä tämän vuosisadan loppupuolella (taulukko 3) ja koivun osuus taas lisääntyä. Kuusivaltaisten puustojen määrä voi vähentyä erityisesti keskiviljavilla kasvupaikoilla, jolloin kuusikot keskittyvät kaikkein viljavimmille ja tuoreimmille kasvupaikoille.

Taulukko 3. Ilmastomuutoksen vaikutus puulajisuhteisiin Etelä-Suomessa (Oulun korkeudelta alaspäin) ja Pohjois-Suomessa (Oulun korkeudelta ylöspäin) sekä koko maan mittakaavassa. Puulajisuhteilla tarkoitetaan eri puulajien runkopuun osuutta runkopuun kokonaismäärästä esimerkiksi metsikössä tai metsäalueella (Kellomäki ym. 2005).

Alue ja puulaji	Nykyinen	1990-2020	2021-2050	2070-2099
Etelä-Suomi				
Mänty, %	42	44	54	62
Kuusi, %	49	45	33	8
Koivu, %	9	11	13	30
Pohjois-Suomi				
Mänty, %	62	63	68	77
Kuusi, %	27	26	22	14
Koivu, %	11	11	10	8
Koko maa				
Mänty, %	47	49	59	68
Kuusi, %	43	39	29	12
Koivu, %	10	12	12	20

Metsien hiilivarasto ja lahoppuun määrä voivat kasvaa

Metsän hiilivarasto koostuu puihin sitoutuneesta ja maahan varastoituneesta hiilestä. Molemmassa tapauksissa hiilivaraston suuruus korreloi puiden määrän ja kasvun kanssa: mitä suurempi on puuston määrä ja kasvu, sitä enemmän puissa on hiiltä ja sitä enemmän syntyy kariketta. Maassa karikke hajoaa humukseksi, jonka elinkaari ylittää vuosikymmenten yli. Karikkeen ja humuksen hajoamisnopeus riippuu lämpöoloista. Ilmastomuutoksella olisi skenaarioiden mukaan täten kahdenlainen vaikutus metsän hiilivarastoihin: toisaalta karikesato ja humuksen määrää lisääntyisivät, ja toisaalta karikkeiden ja humuksen hajoaminen nopeutuisi. Taulukko 4 osoittaa, että eteläisintä Suomea myöten maan hiilivarasto voi tämän vuosisadan loppupuolella kuitenkin olla suurempi kuin tällä hetkellä, kun taas puustossa lienee hiil-

tä likimain yhtä paljon kuin nyt. Pohjois-Suomessa puuston ja maan hiilivarastot puolestaan kasvaisivat puuston kasvun ja määrän kasvun myötä.

Taloustmetsissä metsämaahan kertynyt hiili edustaa eri hajoamisvaiheissa olevia karikkeita sekä hakkuutähteitä, kantoja ja kaadettuja mutta korjaamatta jääneitä puita. Myös korjaamatta jääneet tuulen- ja lumenkaadot muodostavat lahoppuuta, joka tarjoaa elinympäristöjä monille harvinaisille tai uhanalaisille eliöille. Mallilaskelmat osoittavat, että taloustmetsissä lahoppuun määrä voi ilmaston lämmetessä kasvaa: Etelä-Suomessa 15-20 % ja Pohjois-Suomessa 60-70 % tämän vuosisadan loppuun mennessä. Luonnontilaisilla alueilla, esimerkiksi suojelualueilla, lahoppuun lisäys olisi kuitenkin huomattavasti suurempi, sillä kasvun nopeutuminen lisää suoraan maahan tulevan lahoppuun määrää. Toisaalta lahominen nopeutuu kohoavassa lämpötilassa, joten lahoppuun

Taulukko 4. Ilmastomuutoksen vaikutus puihin sitoutuneen ja maahan varastoituneen hiilen määryyn Etelä-Suomessa (Oulun korkeudelta alaspäin) ja Pohjois-Suomessa (Oulun korkeudelta ylöspäin) sekä koko maan mittakaavassa (Kellomäki ym. 2005).

Alue ja puulaji	Hiiltä, Mg/ha (suluissa muutos nykytilaan verrattuna, %)			
	Nykyinen	1990-2020	2021-2050	2070-2099
Hiiltä puissa				
Etelä-Suomi	49	52 (5,9)	57 (17,1)	53 (8,3)
Pohjois-Suomi	25	28 (11,9)	36 (45,8)	40 (60,8)
Koko maa	39	42 (8,3)	50 (28,8)	51 (29,7)
Hiiltä maassa				
Etelä-Suomi	40	40 (0,1)	43 (7,2)	50 (23,9)
Pohjois-Suomi	32	32 (0)	34 (6,1)	41 (28,4)
Koko maa	37	37 (0)	39 (6,8)	46 (25,7)
Hiiltä puissa ja maassa				
Etelä-Suomi	89	90 (1,5)	100 (12,6)	102 (14,7)
Pohjois-Suomi	57	58 (2,2)	70 (23,0)	82 (45,3)
Koko maa	76	77 (1,8)	89 (16,8)	96 (27,1)

elinkaari voi jäädä lyhyemmäksi kuin nykyilmastossa. Kaiken kaikkiaan lahoppuun määrä luonnontilaisissa metsissä näyttää kuitenkin lisääntyvän lämpötilan kohotessa.

Ilmastonmuutokseen sopeutuminen - askeleita tilanteen mukaan?

Suomen maapinta-alasta kaksi kolmasosaa on metsätalouskäytössä. Pitkällä aikavälillä metsät todennäköisesti sopeutuvat ilmastonmuutokseen mutta niiden toiminnan ja rakenteen luontainen muuttuminen eivät välttämättä vastaa metsänkäytölle asetettavia odotuksia. Metsien hoidon ja käytön aktiivinen sopeuttaminen ilmastonmuutokseen vähentää muun muassa tuuli- ja hyönteistuhojen riskejä, joita ilmastonmuutokseen eittämättä liittyy. Toisaalta ilmastonmuutos näyttää lisäävän metsien kasvua ja vahvistavan metsiön perustuvan biotalouden mahdollisuuksia. Metsien aktiivinen hoito ja käyttö ovat avaimia siihen, että metsien toiminta ja rakenne sopeutuvat vastaamaan muuttuvia olosuhteita - olivatpa kysymyksessä lyhyen tai pitkän aikavälin ratkaisut.

Ilmasto muuttuu globaalisti, mutta muutoksen vaikutukset ovat paikallisia. Myös metsänhoito riippuu paikallisista olosuhteista: puuston ominaisuuksista, esimerkiksi puulajista tai puuston rakenteesta, sekä kasvupaikan viljavuudesta ja paikallisilmastosta. Tulevan kohtaamisessa tarvitaan huolellista räätälöintiä, jossa esimerkiksi uudistaminen suhteutetaan huolellisesti eri puulajien ilmasto-, kasvupaikka- ja maalajivaatimuksiin. Toisaalta ilmastonmuutokseen sopeutuminen on prosessi, jossa valinnat riippuvat vallitsevista olosuhteista. Esimerkiksi monet vieraspuulajit näyttävät houkuttelevilta vaihtoehtoilta, mutta ne eivät menesty vielä pitkään aikaan Suomessa. Tulevaisuutta ei voi siirtää tähän päivään, vaan sopeutuminen on askel askeleelta tapahtuvaa mukautumista epävarmaan muutokseen.

Kirjallisuus

- Innes, J. L., Joyce, L. A., Kellomäki, S., Louman, S., Ogden, A., Parrotta, J. & Thompson, I. 2009. Management for adaptation. Julkaisussa: Seppälä, R. (toim.). *Adaptation of Forests and People to Climate Change*. IUFRO World Series 22. s. 135-169. http://www.iufro.org/download/file/20317/153/ws22_pdf/
- Solomon, S., Qin, D., Manning, M., Chen, Z., Marquis, M., Averyt, K. B., Tignor, M. & Miller, H. L. (toim.). *Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Climate Change 2007: The physical science basis. Contribution of working group I to the fourth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press. 996 s. http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg1/ar4_wg1_full_report.pdf
- Kellomäki, S., Väisänen, H., Hänninen, H., Kolström, T., Lauhanen, R., Mattila, U. & Pajari, B. 1992. Sima: a model for forest succession based on the carbon and nitrogen cycles with application to silvicultural management of the forest ecosystem. *Silva Carelica* 22: 1-85. ISBN: 951-708-060-3
- Kellomäki, S., Strandman, H., Nuutinen, T., Peltola, H., Korhonen, K.T. & Väisänen, H. 2005. Adaptation of forest ecosystems, forests and forestry to climate change. FINADAPT Working Paper 4. Finnish Environmental Institute Mimeographs 334. Helsinki. 44 s. <http://hdl.handle.net/10138/41042>
- Kellomäki, S., Peltola, H., Nuutinen, T., Korhonen, K. T. & Strandman, H. 2008. Sensitivity of managed boreal forests in Finland to climate change, with implications for adaptive management. *Philosophical Transactions of the Royal Society B* 363: 2 341-2 351. <http://dx.doi.org/doi:10.1098/rstb.2007.2204>
- Mazziotta, A., Mönkkönen, M., Strandman, H., Routa, R., Tikkanen, O.-P. & Kellomäki, S. 2014. Modeling the effects of climate change and management on the dead wood dynamics in boreal forest plantations. *European Journal of Forest Research* 133(3): 405-421. <http://dx.doi.org/doi:10.1007/s10342-013-0773-3>

Metsät saasteiden puhdistajina

Pasi Rautio, Tiina M. Nieminen ja Antti-Jussi Lindroos

Saasteiden puhdistaminen (*waste treatment*) on rahallisesti arvokkain boreaalisen ja lauhkean vyöhykkeen metsien ekosysteemipalvelu ilmaston säätelyn (*climate regulation*) ohella. Vuonna 2010 palvelun arvioitiin olevan maailmanlaajuisesti arvoltaan noin 130 Yhdysvaltain dollaria metsähehtäaria kohden, kun boreaalisen ja lauhkean vyöhykkeen metsien tarjoamien raaka-aineiden arvo oli alle 40 dollaria hehtaaria kohden. Metsät ovat siis rahassa mitattuna yli neljä kertaa arvokkaampia saasteiden puhdistajana kuin raaka-ainelähteinä. Suhde saattaa kuulostaa hurjalta, kun suomalaisen metsän arvo on yleensä laskettu sieltä saatavien raaka-aineiden perusteella.

Saasteiden puhdistuspalvelun muodostaviin metsäekosysteemin toimintoihin kuuluvat muun muassa kaasumaisten ilmansaasteiden (esimerkiksi typpidioksidin [NO₂], rikkidioksidin [SO₂], otsonin [O₃] ja vetyfluoridin [HF]) ja pölyn sitominen metsän eri osiin. Mikäli metsät eivät tekisi rooliaan saasteiden puhdistajana, ilmanlaatu olisi huomattavasti nykyistä huonompi, ja sillä olisi valtava taloudellinen vaikutus. Euroopan komission mukaan pöly eli hiukkaset ja kaasumaiset ilmansaasteet aiheuttivat EU:ssa vuonna 2010 noin 420 000 ennenaikaista kuolemaa. Maailman terveysjärjestö (WHO) on puolestaan arvioinut, että kymmenien tuhansien kuolemien lisäksi 20–30 miljoonaa ihmistä sairastuu vuosittain ilmansaasteiden vuoksi. Ilmansaasteiden aiheuttamien menetettyjen ihmishenkien ja sairastumisten rahallisen arvon on arvioitu vuonna 2000 olleen 276–790 miljardia euroa.

Ihmishenkien menetyksen ja sairastumisten lisäksi ilmansaasteet aiheuttavat valtavia satotappioita. Esimerkiksi vuonna 2000 otsonin aiheuttamat vehnän satotappiot Euroopassa (EU:ssa, Norjassa ja Sveitsissä) arvioitiin noin 3,2 miljardin euron arvoisiksi. Samaan aikaan metsien kasvu Ruotsissa väheni otsonin vaikutuksesta 38 miljoonan euron arvosta. Ilman toimivien metsäekosysteemien puhdistuspalveluja ilmansaasteiden taloudelliset vaikutukset kasvaisivat vielä paljon suuremmiksi.

Suomessa ilmansaasteet eivät aiheuta terveysongelmia ja satotappioita läheskään samassa mittakaavassa kuin esimerkiksi Etelä- ja Keski-Euroopassa, vaikka omien päästöjemme lisäksi saamme muun muassa rikkiä, typpeä ja otsonia kaukokulkeuman mukana muualta Euroopasta. Suomen metsien tärkein rooli saasteiden puhdistamisessa onkin typen ja rikin yhdisteiden sitominen metsäekosysteemien eri osiin siten, että huuhtoutuminen pohjaveteen estyy. Laskeumaa metsät puhdistavat kasvillisuuden avulla. Maaperään asti päässeitä saasteita ne poistavat puhdistamalla maavettä maaperän biogeokemiallisilla prosesseilla. Prosessin tehokkuutta seurataan mittaamalla mm. laskeuman ja maaveden koostumusta eri puolilla Suomea YK:n metsien terveydentilan seurantaverkkoon (UNECE ICP Forests) kuuluvilla intensiivisen seurannan koealoilla (kuva 1).

Laskeuman puhdistaminen

Puusto ja aluskasvillisuus voivat puhdistaa ilmaa monella tavalla sen mukaan, mitä ilman epäpuhtauksia metsään laskeutuu ja missä muodossa. Kuivalaskeuma koostuu hiukkasia ja kaasuista. Ilmassa leijuvat hiukkaset voivat olla peräisin lukemattomista lähteistä, mikä puolestaan vaikuttaa niiden koostumukseen. Maapöly sisältää niitä alkuaineita, joista maaperäkin koostuu. Teollisuuden ja energiantuotannon prosesseissa syntyvien hiukkasten koostumukseen vaikuttavat prosesseissa käytettävät raaka-aineet – esimerkiksi sulatoissa eri metalleja sisältävät malmirikasteet – tai käytettävä polttoaine, kuten öljy, puu tai turve.

Hiukkaset poistuvat ilmasta tarttumalla johonkin pintaan. Puiden ja aluskasvillisuuden lehvästöt tarjoavat valtavan tarttumapinta-alan, jolla metsät sitovat ilmakehän hiukkasia ja puhdistavat ilmaa. Yksi parhaita, ja todennäköisesti halvimpia, keinoja parantaa taajamien ilmanlaatua on huolehtia, että taajamissa on tarpeeksi puita, puistoja ja taajamametsiä suodattamassa ilmassa leijuvia hiukkasia. Metsien kyky sitoa hiukkasia riippuu esimerkiksi metsätyypistä, vallitsevasta puulajista ja puuston tiheydestä. Havumetsät ovat lehtimetsiä tehokkaampia ilmanpuhdistajia, ja esimerkiksi kuusi on tehokkaampi kuin mänty.

Kun hiukkaset ovat suodattuneet puiden ja aluskasvillisuuden lehvästöön, ne sadeveden kanssa reagoituaan joko valuvat maahan tai imeytyvät lehtien sisään lehtien pinnan läpi. Hiukkasen koostumus vaikuttaa siihen imeytyvätkö hiukkasen sisältämät alkuaineet lehden sisään vai valuvatko ne sateen mukana maahan, eli sisältääkö hiukkanen kasville välttämättömiä ravinteita vai esimerkiksi haitallisia raskasmetalleja. Esimerkiksi tyypestä on suomalaisessa metsäekosysteemissä puutetta, joten kasvillisuus ottaa typen mahdollisimman tarkoin talteen hiukkasten sisältämästä tyypestä tai jo ilmassa sadeveteen liuenneista typen yhdisteistä. Rikistä on jo pitkään ollut ylitarjontaa muun muassa teollisuuden ja liikenteen päästöjen vuoksi, joten sitä eivät kasvit tarvitse kuten tyypeä. Eri alkuaineiden priorisointi näkyy selvästi myös laskeumamittausten eri komponenteissa.

Avoimen paikan laskeumalla (*bulk deposition*) ja lehvästön läpi valuneella laskeumalla eli metsikkösadannalla (*stand throughfall*) on selkeä ero Etelä- ja Pohjois-Suomen välillä. Etelä-Suomessa laskeuman rikki- ja typpikuormat ovat huomattavasti suuremmat kuin Pohjois-Suomessa. Lisäksi Etelä-Suomessa korostuu rikin suuremmat pitoisuudet lehvästön läpi valuneessa laskeumassa verrattuna avoimen paikan laskeumaan (kuva 2).

Puiden lehvästöstä siis huuhtoutuu rikkiä sadeveden mukana metsän aluskasvillisuuteen ja maahan. Rikkipäästöjä on onnistuttu vähentämään merkittävästi ilmansuojelutoimilla viimeisten vuosikymmenien aikana, ja se on heijastu-



Kuva 1. Suomalainen metsien ja terveydentilan seurantaohjelman (UNECE ICP Forests) intensiivikoeala. Koealalla mitataan mm. puiden kasvua ja kuntoa, metsäekosysteemin ravinnekiertoa sekä laskeuman ja maaveden alkuainepitoisuuksia. Koealoja on eri puolilla Suomea mänty- ja kuusimetsissä (ks. kartta kuvissa 2 ja 3). Kuva: Erkki Oksanen, Luke.

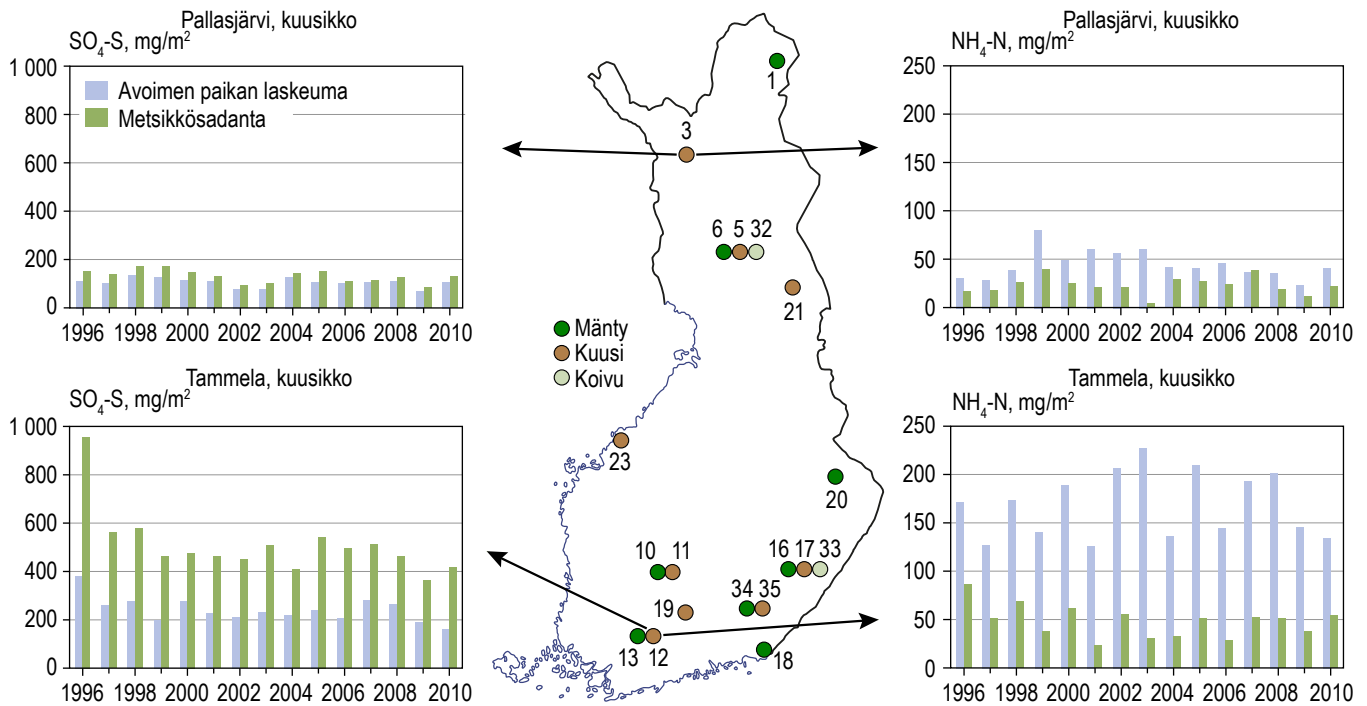
nut selvänä rikkilaskeuman vähentymisenä sekä avoimella paikalla että lehvästön läpi valuneessa sateessa. Sen sijaan typen laskeuman vähentyminen ei ole ollut yhtä tehokasta. Typen kohdalla puiden latvustossa tapahtuva ilmiö on päinvastainen kuin rikin, sillä avoimen paikan laskeumassa on enemmän typpeä kuin lehvästön läpi valuneessa sadannassa (kuva 2).

Puiden lehvästö siis pidättää sadeveden typpeä. Typpi pidättyy kasvillisuuteen erittäin tehokkaasti ja pysyy kasvien sisäisessä kierrossa niin kauan kuin kasvit ovat elossa. Kasvin kuollessa ja maatuessa muut kasvit ottavat vapautuvan typen. Tehokas biologinen sitominen pitää huolen, ettei typpi huuhtoudu rehevöittämään pintavesiä tai maaperän läpi pilaamaan pohjavettä. Pitkäaikainen ja kohonnut typpilaskeuma voi kuitenkin johtaa metsäekosysteemin kyllästymiseen typpellä ja typen pidättymisilmiön heikkenemiseen. Alkuaineet, joita ei typen tapaan imetä kasvillisuuteen, sitoutuvat maaperän eri komponentteihin, kun maaperän läpi valuva maavesi, eli maan huokosissa oleva vesi, puhdistetaan (ks. kappale ”Maaveden puhdistaminen”).

Kuivalaskeumaan luetaan hiukkasten lisäksi myös kaasumaiset ilmansaasteet, vaikka tarkkaan ottaen ne eivät laskeudu kasvillisuuden pinnalle vaan tulevat imetyiksi kasvien sisälle lehtien ilmarakojen kautta. Metsät toimivatkin val-

tavana ilmanpuhdistajana imemällä itseensä kaasumaisia saasteita, muun muassa rikin ja typen oksideja sekä otsonia. Kuten kasvillisuuden yleensäkin, metsien rooli kaasumaisten ilmansaasteiden puhdistajana on ehkä selvin keväisen otsoninhuipun puhdistamisessa. Ilman otsonipitoisuuden huippu on vuosittain kevättalvella, jolloin auringon valon määrä kasvaa. Otsoni syntyy lähinnä liikenteestä peräisin olevan typen oksidien reagoiessa valon kanssa. Kun kevät etenee pisteeseen, jossa kasvillisuus herää talvihorroksesta, otsonin määrä kuitenkin pienenee nopeasti. Kasvit aloittavat tuolloin yhteyttämisen, jolloin ilmaraot aukeavat ja kasvillisuus imee hiilidioksidia ja muutakin kaasumaisessa olosuodossa olevaa. Fotosynteesin kaasujen vaihdossa myös otsoni ja otsonia synnyttävät typen oksidit tulevat imetyiksi ilmasta kasvillisuuteen.

Sekä kaasut että hiukkaset reagoivat ilmakehässä kosteuden kanssa, jolloin niistä muodostuu märkälasseumaa. Märkälasseuma sisältää samoja alkuaineita kuin kuivalaskeumakin, mutta osa alkuaineista on märkälasseumassa paremmin kasvillisuuden käytettävissä. Se osa märkälasseumasta, jota kasvillisuus ei sido, valuu tai huuhtoutuu maahan, jossa maaperän prosessit aloittavat maaveden puhdistamisen.



Kuva 2. Rikin (sulfaattirikkiä mg/m^2 , vasemmalla) ja typen (ammoniumtipeä mg/m^2 , oikealla) vuosittainen laskeuma pohjois- ja eteläsuomalaisessa kuusikossa vuosina 1996–2010. Siniset pylväät kuvaavat avoimen paikan laskeumaa ja vihreät metsikkösadantaa.

Maaveden puhdistaminen

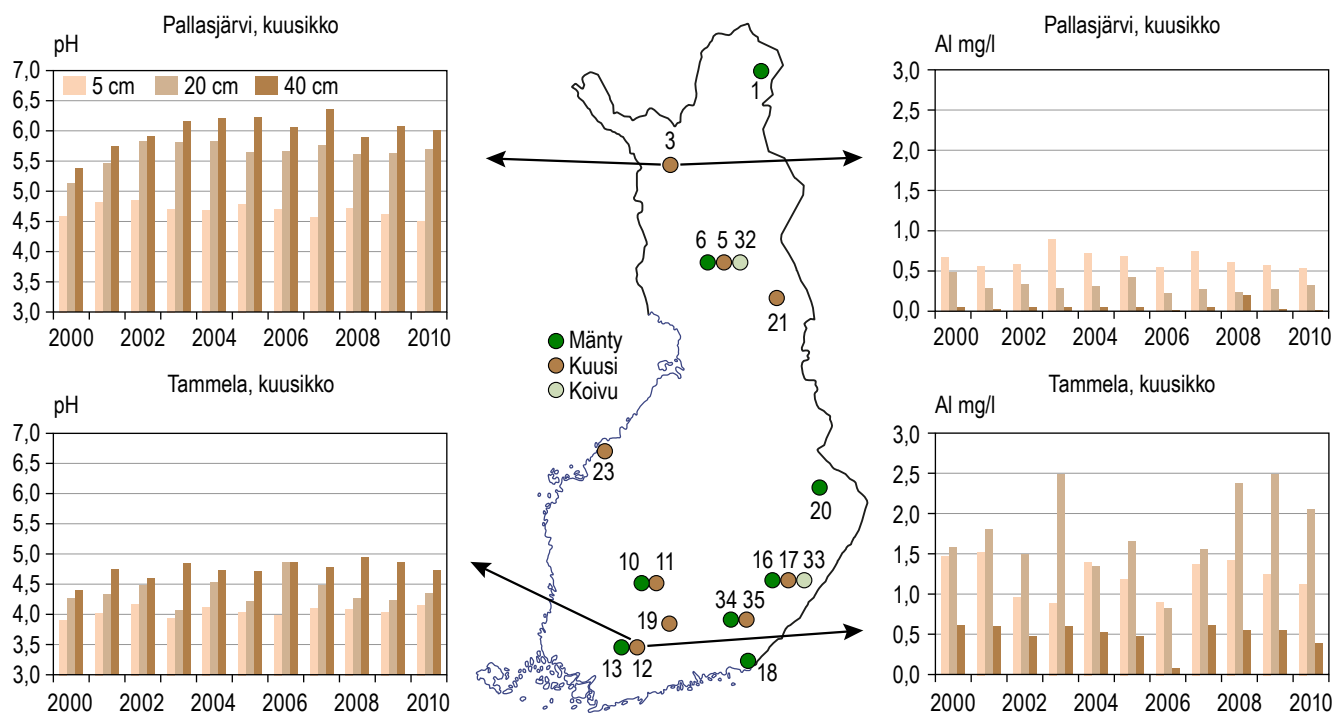
Kasvillisuuskerrosten läpi valuva vesi päätyy maahan imeytyttyään monimutkaiseen systeemiin, jonka muodostavat epäorgaaninen ja orgaaninen maa-aines, kasvien juuristo, mykorritsat eli sienijuuret ja erilaiset hajottajaeliöt. Tämä systeemi on muiden korvaamattomien toimintojensa ohella myös erittäin tehokas veden puhdistaja. Ilman tätä maaperän tarjoamaa puhdistuspalvelua monet meidän itsestään selvinä pitämämme veteen ja sen käyttöön liittyvät asiat olisivat nykyiseen verrattuna paljon vaikeampia ja ennen kaikkea kalliimpia: meillä ei olisi esimerkiksi puhdasta juomavettä, jokien ja järvien kalakuolemat olisivat tavallinen näky ja useiden järvien uimarannat olisivat käyttökeltottomia.

Suurin osa siitä laskeuman tpestä, joka ei sitoudu kasvillisuuteen sen läpi valuessaan, otetaan talteen maaperästä kasvien juuriston ja mykorritsojen kautta. Suurin osa muista haitta-aineista, jotka saapuvat laskeuman mukana maan eri kerroksiin, poistuvat maassa olevasta vedestä sitoutumalla maahiukkasiin. Huomattava osa laskeuman mukana saapuvista alkuaineista, joita pohjaveden kannalta voidaan pitää saasteina, esiintyy maavedessä positiivisesti varautuneina ioneina eli kationeina. Nämä kationit, samoin kuin maaperästä happamoitumisen seurauksena vapautuvat kationit (esimerkiksi ammonium NH_4^+ , alumiini Al^{3+} ja raskasmetallit kuten lyijy Pb^{2+} , kupari Cu^{2+} ja nikkeli Ni^{2+}), pidättyvät maahiukkasten negatiivisesti varautuneisiin kohtiin eli

vaihtopaikkoihin samalla kun maavesi kulkeutuu syvemmälle maaperässä (kuva 3).

Tätä ilmiötä, jossa maahiukkaset negatiivisten varauksen avulla pidättävät kationeja maavedestä ja toisaalta luovuttavat niitä takaisin maaveteen, nimitetään kationinvaihdoksi. Kationinvaihto on monimutkainen ilmiö, jossa maahiukkasiin pidättyvät ja maaveteen vapautuvat kationit haakeutuvat jatkuvasti uuteen tasapainotilaan. Ilmiö puskuroi osaltaan hapanta laskeumaa, sillä samalla kun metallikationit vapautuvat maahiukkasten vaihtopaikoilta, voivat maavedessä happamuutta aiheuttavat vetykationit (H^+) puolestaan pidättyä niihin vaihtopaikkoihin. Näin maaveden vetykationipitoisuus eli happamuus pienenee ja pH nousee, kun maavesi liikkuu pinnasta kohti pohjavettä (kuva 3).

Maaperä toimii siis suodattimen tavoin: se sitoo itseensä saasteita ja estää niiden huuhtoutumisen maaveden mukana pohjaveteen. Kivennäismaassa uusia vaihtopaikkoja syntyy maaperän rapautumisen myötä, ja humuksessa eloperäisen aineksen hajotessa. Näin metsämaan tarjoama puhdistusmekanismi uusiutuu koko ajan ja pystyy huolehtimaan saasteiden pidättymisestä myös tulevaisuudessa. Tämä tosin pitää paikkansa vain niin kauan kuin saasteiden laskeuma ei ylitä ympäristön sietokykyä eli niin sanottua kriittistä kuormitusta. Kriittinen kuormitus on ekologinen kynnsarvo, jonka ylittäminen aiheuttaa selvän muutoksen metsäekosysteemissä. Esimerkiksi typen suhteen monilla alueilla Euroopassa tämä kynnsarvo on ylitetty, mutta suomalais-



Kuva 3. Maaveden neutraloituminen (pH:n nousu, vasemmalla) ja alumiinipitoisuuden (Al mg/l, oikealla) pieneneminen pohjois- ja eteläsuomalaisessa kuusikossa maaveden liikkussa alaspäin maannoksessa. Mittaukset on tehty 5, 20 ja 40 senttimetrin syvyydeltä kerätyistä vajovesinäytteistä vuosina 2000–2010. Alumiinia huuhtoutuu kivennäismaan ylimmästä kerroksesta eli huuhtoutumiskerroksesta alemmaksi olevaan rikastumiskerrokseen, minkä vuoksi alumiinipitoisuus on eteläsuomalaisessa metsämaassa korkeimmillaan 20 senttimetrin syvyydessä. Pohjoissuomalaisessa metsässä maannoskerrokset ovat ohuempia, joten maahiukkasten kationinvaihtomekanismi on sitonut maaveden alumiinin ennen kuin se saavuttaa 20 senttimetrin syvyyden.

sa häiriintymättömässä metsäekosysteemissä typen pidätyminen maaperään on vielä tehokasta.

Etelä-Suomen metsissä, jossa vuosittainen typpilaskeuma on noin 3–4 kg hehtaaria kohden, pohjavesiin huuhtoutuu kangasmetsissä alle 0,5 kg typpeä hehtaaria kohden. Pohjois-Suomessa typpilaskeuma on 1–2 kg hehtaaria kohden ja huuhtouma Etelä-Suomen tapaan erittäin vähäistä. Tilanne on täysin toisenlainen Keski-Euroopassa, jossa typpilaskeuma voi suurimmillaan olla yli kymmenkertainen Etelä-Suomeen verrattuna. Suuren laskeuman alueilla metsämaat saattavat olla jo typen kyllästämiä, ja typen huuhtoutumisen on mitattu olevan jopa kymmeniä kiloja hehtaaria kohden. Näillä alueilla pohjavedet ovatkin usein typen pilaamia. Luotettavin tapa varmistua siitä, että suomalainen metsäekosysteemi pystyy tuottamaan puhdasta pohjavettä tulevaisuudessakin, on huolehtia typpilaskeuman pysymisestä kriittisen kuormituksen rajoissa. Siihen päästään rajoittamalla typpipäästöjä ja turvaamalla metsien säilyminen.

Kirjallisuus

- Lindroos, A.-J., Derome, K. & Nieminen, T. M. 2013. Sulphur and nitrogen deposition in bulk deposition and stand throughfall on intensive monitoring plots in Finland. Julkaisussa: Merilä, P. & Jortikka, S. (toim.). Forest Condition Monitoring in Finland - National report. The Finnish Forest Research Institute. <http://urn.fi/URN:NBN:fi:metla-201305087576>
- Matero, J. & Saastamoinen, O. 2007. In search of marginal environmental valuations - ecosystem services in Finnish forest accounting. *Ecological Economics* 61: 101-114. <http://dx.doi.org/doi:10.1016/j.ecolecon.2006.02.006>
- Ninan, K. E. & Inoue, M. 2013. Valuing forest ecosystem services: What we know and what we don't. *Ecological Economics* 93: 137-149. <http://dx.doi.org/doi:10.1016/j.ecolecon.2013.05.005>
- Nieminen, T. M., Derome, K. & Lindroos, A.-J. 2013. Soil percolation water quality during 1996-2010 on Level II plots in Finland. Julkaisussa: Merilä, P. & Jortikka, S. (toim.). Forest Condition Monitoring in Finland - National report. The Finnish Forest Research Institute. <http://urn.fi/URN:NBN:fi:metla-201305087577>
- Watkins, P., Pye, S. & Holland, M. 2005. CAFE CBA: baseline analysis 2000 to 2020. Oxon: United Kingdom, AEA Technology Environment. 112 s. http://ec.europa.eu/environment/archives/cale/activities/pdf/cba_baseline_results2000_2020.pdf

Hiilen ja ravinteiden huuhtoutuminen metsistä ja niiden vaikutus metsäekosysteemiin

Leena Finér

Metsä on ekosysteemi, joka rakentuu sekä orgaanisista että epäorgaanisista rakenneosista (kuva 1). Eläviä orgaanisia rakenneosia ovat eläimet, puut, pintakasvillisuus ja maaperäeliöstö. Kuollessaan ja hajotessaan ne muodostavat maaperän kuolleen orgaanisen aineksen. Puista koivut, haapa, leppä, pihlaja ja mänty ovat pioneeripuulajeja, jotka luontaisesti valtaavat metsäalueet häiriöiden, kuten metsäpalojen ja hakkuiden jälkeen. Vähitellen ne väistyvät pitkäikäisempien havupuiden, männyn ja kuusen, tieltä. Metsänhoidolla vaikutetaan luontaiseen puulajikoostumukseen ja nopeutetaan metsän kehitystä. Metsänhoidon seurauksena havupuut ovat yleisempiä nuorissa metsissä kuin pioneerivaiheen luonnonmetsissä.

Puuston lisäksi pintakasvillisuus muodostaa merkittävän boreaalisen metsän rakenneosan. Sen koostumus vaihtelee suuresti kasvupaikan ja metsän kehitysvaiheen mukaan. Varvut, kuten mustikka ja puolukka, ovat yleisiä monilla kasvupaikoilla. Ruohot ja heinät suosivat viljavia kivennäismaita sekä metsäpalo- että hakkuuaukeita. Sarat ja saramaiset kasvit ovat puolestaan soiden lajeja. Seinä- ja kerronnamaiset peittävät pohjakerroksen usein kivennäismailla ja rahkasammalet soilla.

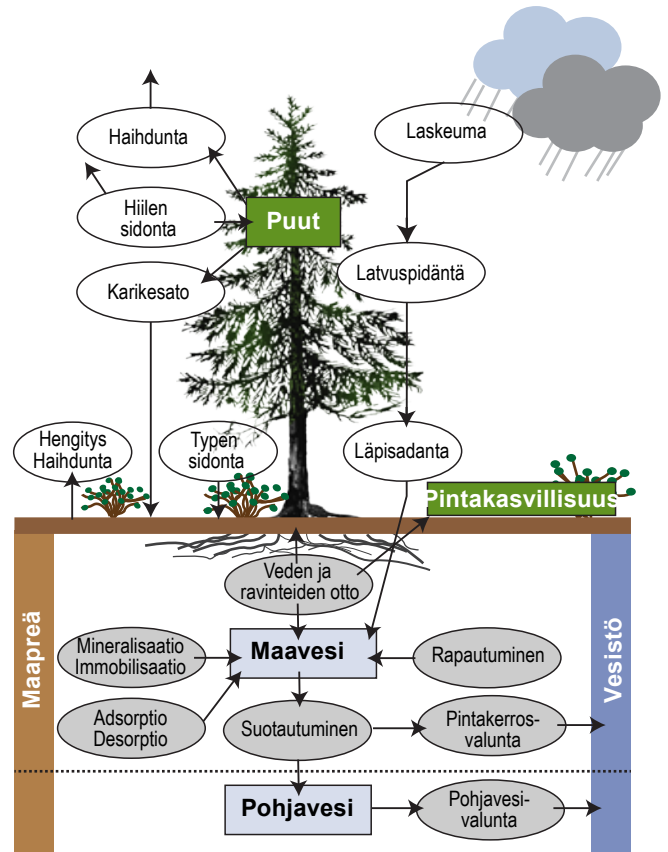
Kivennäismailla maanpinnan peittää kuolleesta orgaanisesta aineesta muodostunut humuskerros, jonka paksuus on yleensä muutamia senttimetrejä. Sen alla on kivennäismaakerros, jonka paksuus on Suomessa keskimäärin 10 metriä. Kuollutta orgaanista ainetta on sekoittunut myös ylempiin kivennäismaakerroksiin. Maaperäeliöstö ja kasvien juuret elävät pääosin humuskerroksessa ja kivennäismaan ylimmässä noin 50 senttimetrin paksuisessa kerroksessa. Suomessa kivennäismaista kolme neljäsosaa on moreenimaita ja loput lajittuneita sora- ja hiekkamaita. Jääkauden jälkeen kivennäismaat ovat podsoloituneet, minkä seurauksena niistä on usein erotettavissa selvä podsolimaan maannosprofiili: humuskerros, huuhtoutumiskerros, rikastumiskerros ja niiden alla muuttumaton pohjamaa.

Veden vaivaamilla mailla, joissa hapen puute hidastaa orgaanisen aineen hajotusta, tapahtuu soistumista ja maan pintaan kertyy orgaanista ainetta, turvetta. Vanhimpien turvekerrosten muodostuminen alkoi heti jääkauden jälkeen. Soistumista tapahtuu edelleen maankohoamisrannikolla sekä järvien ja lampien kasvaessa umpeen. Suomen soiden turvekerroksen paksuus on keskimäärin 1,5 metriä, mutta se voi joillakin soilla ylittää jopa kymmeneen metriin. Kun turvekerroksen paksuus ylittää 30 senttimetriä, puhutaan paksuturpeisista soista tai turvemaista. Paksuturpeisilla soilla pinnassa elävä kasvillisuus on menettänyt yhteyden alla olevaan kivennäismaahan ja sen ravinteisiin. Turvemailla suurin osa hajotustoiminnasta ja kasvien juurista on selvästi pohjaveden yläpuolisissa kerroksissa.

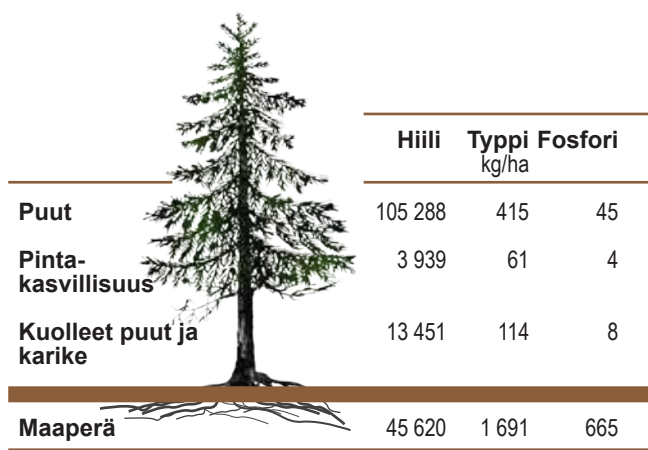
Suomen kokonaispinta-alasta noin kolmasosa eli noin 10 miljoonaa hehtaaria on turvemaita, ja niistä vajaa puolet eli 4,7 miljoonaa hehtaaria on ojitettu metsän kasvun lisäämiseksi. Ojitus vaikuttaa puuston lisäksi myös pintakasvillisuuteen. Kuivuutta ja varjoa sietämättömät suolajit kuten rahkasammalet häviävät ja korvautuvat kivennäismaiden lajeilla. Ojituksella pohjaveden pintaa lasketaan 40-50 senttimetrin syvyyteen, mikä muodostaa rajan puiden juurten kasvulle.

Boreaalisten metsäekosysteemien hiilen ja ravinteiden varastot ja virrat

Puusto, pintakasvillisuus ja maaperä muodostavat boreaalisten metsien suurimmat hiilen, typen ja fosforin varastot (kuva 2). Turvemailla maaperä koostuu pelkästään orgaanisesta aineksesta, ja se on selvästi puustoa merkittävämpi hiilen varasto. Hiili sitoutuu kasvillisuuteen fotosynteesissä ja vapautuu takaisin ilmakehään sekä kasvien hengityksessä että kuolleiden kasvinosien eli karikkeiden hajotessa (kuva 1).



Kuva 1. Aineiden varastot ja virrat metsäekosysteemissä.

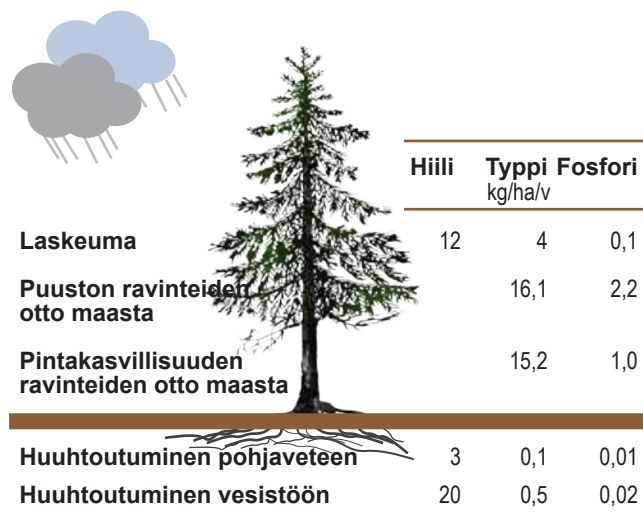


Kuva 2. Hiilen, typen ja fosforin varastot vanhassa kuusikossa.

Ravinteet puolestaan kiertävät pääosin kasvillisuuden ja maaperän välillä (kuva 3). Kasvien juuret ottavat ravinteita maaperästä, ja ne vapautuvat takaisin maaperään kuolleiden kasvien hajotessa. Kasvillisuuden sitoman hiilen kierto on nopeaa, jos se palautuu kasvien hengityksessä takaisin ilmakehään. Myös sade voi huuhtoa ravinteita, kuten kaliumia, puiden latvuksista nopeasti takaisin maaperään. Sen sijaan kasvin rakenteisiin sitoutuneen hiilen, typen ja useimpien muiden ravinteiden vapautuminen kuolleesta orgaanisesta aineesta voi kestää kauan; osa niistä voi sitoutua maahan jopa vuosisadoiksi tai vuosituhansiksi ennen kuin ne palaavat takaisin kierto. Tämän kuolleen orgaanisen aineen hitaan hajoamisen voi havaita selvästi luonnontilaisilla soilla. Luonnontilaisissa metsissä menneisyydessä usein toistuneet metsäpalot nopeuttivat hiilen ja ravinteiden vapautumista kuolleesta orgaanisesta aineesta ja estivät paksun humuskerroksen muodostumisen. Nykyään hakkuut ja maanmuokkaus ovat osittain korvanneet metsäpalojen roolin ravinnekierroksen nopeuttajina.

Ravinnelissä boreaaliset metsät saavat kuiva- ja märkälasseuman mukana. Lisäksi typensitojamikrobit pidättävät typpeä ilmakehästä. Kivennäismailla ravinteita rapautuu ravinnekiertoon myös mineraaliaineksesta. Hiiltä sekä ravinteita poistuu metsäekosysteemistä pohjaveteen ja vesistöihin huuhtoutumisen myötä sekä puunkorjuussa. Metsien ravinnekierro on lähes sulkeutunut, eli niihin ei tule ulkopuolelta juurikaan ravinnelisiä ja niistä huuhtoutuu ravinteita vähän verrattuna kasvillisuuden ja maaperän välisiin ravinnevirtoihin (kuva 3).

Typen osalta metsät toimivat eräänlaisina suodattimina: ne pidättävät suurimman osan laskeuman mukana tulleetä typpistä. Typen tehokasta pidättymistä boreaalisiin metsiin edistää se, että metsissä typen niukkuus rajoittaa puuston kasvua ja usein myös orgaanisen aineen hajotusta. Siksi kaikki käyttökelpoinen typpi sitoutuu tehokkaasti kasvillisuuteen ja maaperämikrobistoon.



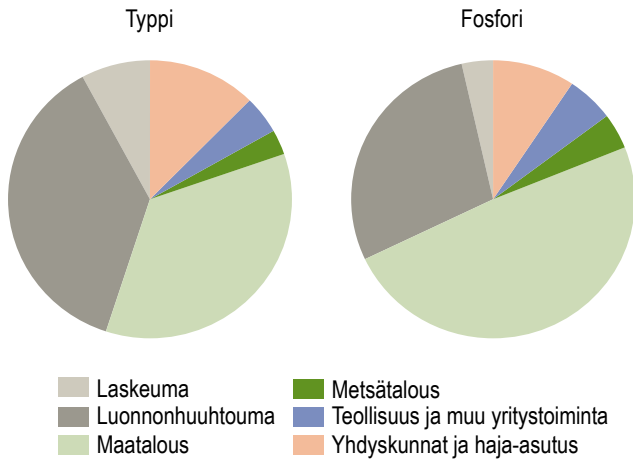
Kuva 3. Hiilen, typen ja fosforin vuotuiset virrat vanhassa kuusikossa.

Metsätalouden vaikutus hiilen ja ravinteiden huuhtoutumiseen ja pintavesien laatuun

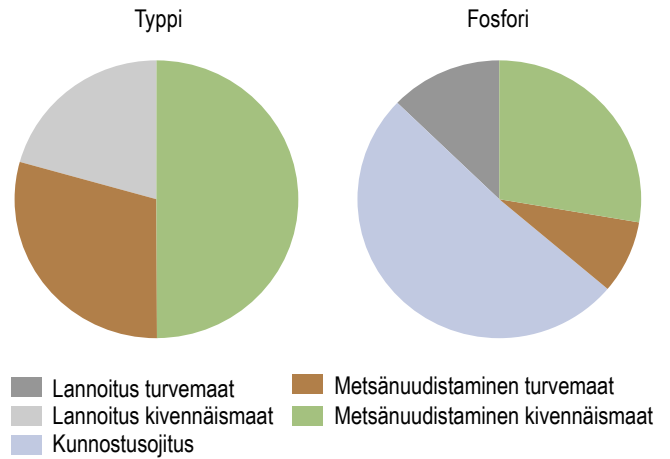
Luonnontilaisissa boreaalisisissa metsissä säännöllisesti toistuvat metsäpalot aiheuttavat huomattavan ja äkillisen hiilen ja typen vapautumisen ilmakehään sekä ravinteiden vapautumisen maaperään. Maaperästä ravinteita voi huuhtoutua pohjaveseihin tai vesistöihin. Suomessa metsäpalojen torjunta on tehokasta eikä paloilla ole enää merkitystä metsien hiilen ja ravinteiden kierrossa. Sen sijaan metsätaloustoimet voivat lisätä hiilen ja ravinteiden huuhtoutumista. Erityisesti metsänuudistamishakkuiden, maanmuokkauksen, ojituksen ja lannoituksen on osoitettu lisäävän kiintoaineen tai ravinteiden huuhtoutumista vesistöihin.

Metsänuudistamiseen tähtääviä hakkuita tehdään vuosittain 130 000–200 000 hehtaarilla, ja suurimmalla osalla hakkuualueiden pinta-alasta maanpinta muokataan uuden puusukupolven kehityksen jouduttamiseksi ennen metsänviljelytoimia. Metsien uudisojitus loppui jo 1990-luvulla ja sen jälkeen siirryttiin ojastojen kunnostuksiin, joita tehdään vuosittain 50 000–80 000 hehtaarilla. Lannoituksia tehdään vuosittain 20 000–50 000 hehtaarilla. Keinolannoitteiden lisäksi käytetään myös tuhkalannoitusta. Metsätaloustoimien vesistövaikutuksista haitallisinta on tämän hetken käsityksen mukaan kiintoaineen, typen ja fosforin huuhtoutuminen vesistöihin. Kiintoaine aiheuttaa vesistöjen madaltumista, liettymistä ja sameutumista. Typpi- ja fosforiyhdisteet puolestaan rehevöittävät vesistöjä. Vaikutukset näkyvät erityisesti latvavesissä eli pienissä noroissa, puroissa, lammissa ja järvissä, joihin kuormitusta tulee vain metsistä. Tällaisia vesiä on Suomessa runsaasti erityisesti Itä- ja Pohjois-Suomessa. Metsätalouden haitallisia vaikutuksia voidaan vähentää vesiensuojelutoimienpiteillä.

Valtakunnallisesti metsätalous on pieni vesistöjen ravinnekuormittaja verrattuna esimerkiksi maatalouteen. Vuoden



Kuva 4. Ihmisperäinen ravinnekuormitus ja luonnonhuuhtouman osuudet vesistöjen vuotuisesta typpi- ja fosforikuormituksesta.



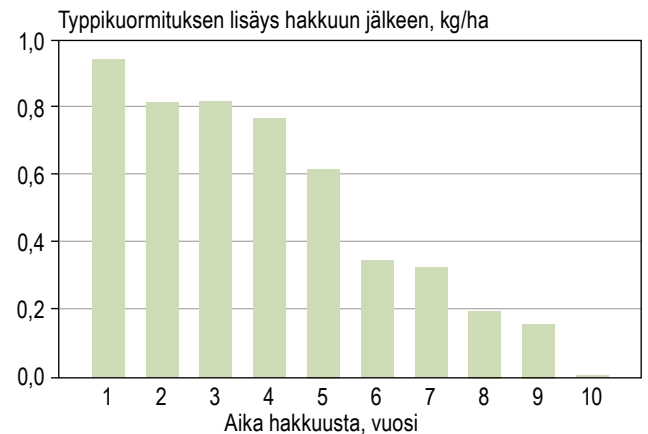
Kuva 5. Ei metsätaloustoimenpiteiden osuudet metsätalouden aiheuttamasta vuotuisesta typpi- ja fosforikuormituksesta.

2012 arvion mukaan metsätalous aiheuttaa koko maassa 5 % vesistöjen ihmistoiminnan aiheuttamasta typpikuormituksesta ja 6 % vastaavasta fosforikuormituksesta (kuva 4). Metsistä tuleva luontainen typpi- ja fosforikuormitus ovat kuitenkin suurempia kuin ihmistoiminnan aiheuttama kuormitus. Vuonna 2012 se oli 37 % vesistöihin tulevasta kokonaistyppikuormasta ja 29 % fosforikuormasta.

Metsäojitusten aiheuttama kiintoainekuormitus on vieläkin suurempi kuin luontainen kiintoainekuormitus: se on yli kaksinkertainen metsistä tulevaan luontaiseen kiintoainekuormituksen verrattuna. Vesistöihin metsistä tuleva typpikuormitus tulee pääosin kivennäis- ja turvemaiden metsänuudistamistoimien seurauksena, siinä missä fosforikuormitusta syntyy merkittävässä määrin myös kunnostusojituksista (kuva 5).

Metsänuudistamishakkuissa puuston poistaminen ja pintakasvillisuuden kuoleminen vähentävät ravinteiden ottoa maaperästä ja lisäävät ravinteiden huuhtoutumista. Hakkuut lisäävät myös ravinteiden vapautumista hakkuutähteistä ja maaperästä ja lisäävät riskiä ravinteiden huutoutumiseen. Metsänuudistamishakkuiden jälkeen tehtävä maanmuokaus aiheuttaa lähikäyttöä pintakasvillisuuden veden ja ravinteiden otolle ja kasvattaa jo hakkuun aikaansaamaa huuhtoutumista. Metsänuudistamistoimenpiteiden on todettu lisäävän typen huuhtoutumista kymmenen vuoden aikana noin 5 kg ha⁻¹ kivennäismailla ja 26 kg ha⁻¹ turvemailta, vaikka vesiensuojelusta huolehdittaisiin tämän hetken parhaiden käytäntöjen mukaisesti. Kuormitus on kivennäismailla noin kolmasosan ja turvemailloilla 1,5 kertaa suurempi kuin ilman metsänuudistamistoimia. Huuhtoutuminen on suurimmillaan 3-5 vuoden kuluttua hakkuista (kuva 6). Metsänuudistamisen aiheuttamia vesistövaikutuksia vähennetään jättämällä suojavyöhykkeitä ja -kaistoja vesistöjen varsille ja toteuttamalla maanmuokaus maaperäolosuhteet huomioon ottaen.

Kunnostusojitus lisää kiintoaineen kulkeutumista vesistöihin useiksi vuosiksi ojituksen jälkeen. Kiintoaine voi olla sekä orgaanista että epäorgaanista. Mittauksissa sen on to-



Kuva 6. Typpikuormituksen vuotuinen lisäys kivennäismailla tehtävän metsänuudistamishakkuun jälkeen.



Kuva 7. Virtaamaa ja veden laatua seurataan lasku-uomaan rakennetulta mittapadolta. Kuva: Erkki Oksanen, Luke.



Kuva 8. Laskeutusaltailla pysäytetään kunnostusojitusalueilta tulevaa kiintoainekuormitusta. Kuva: Leena Finér.

sin havaittu olevan pääosin epäorgaanista mineraalimaata, joka ei kulkeudu kauas lähdealueeltaan. Liukoisten fosfori- tai typpiyhdisteiden huuhtoutumiseen kunnostusojitus ei tutkimusten mukaan vaikuta merkittävästi. Typen ja fosforin huuhtoutumisen lisääntyminen on mahdollista jos ne kulkeutuvat kiintoaineen mukana. Liunneen orgaanisen hiilen eli humuksen huuhtoutumisen on havaittu sen sijaan vähenevän kunnostusojituksen jälkeen. On selitetty, että se johtuu orgaanisen aineen hajotuksen tehostumisesta ja veden kulkureittien ulottumisesta mineraalimaan.

Vesiensuojelusta huolehditaan kunnostusojituksen yhteydessä monin tavoin: vesiensuojelusuunnitelma laaditaan ennen ojituksen toteuttamista, ja siihen merkitään toteutettavat vesiensuojelutoimenpiteet, joita voivat olla käivukatkot, lietekuopat, pohja- ja putkipadot, laskeutusaltaat, pintavalutuskentät ja kosteikot. Tehokkaimmin kiintoainekuormitusta voidaan torjua, kun se pystytään pysäyttämään mahdollisimman lähelle lähdealuetta. Tehokkaimpia kiintoaineen ja ravinteiden pidättäjiä ovat putkipadot ja pintavalutuskentät. Haasteellista kiintoainekuormituksen pidättäminen on ohuturpeisilla hienoaineksisilla mailla.

Typpilannoitus lisää typen huuhtoutumista muutaman vuoden ajan toimenpiteen jälkeen. Kivennäismaiden fosforilannoitus ei todennäköisesti lisää fosforin huuhtoutumista, jos lannoitusalueelta huuhtoutuvat vedet pääsevät kulkeutumaan vesistöihin mineraalimaakerrosten kautta.

Turvemailla kasvua rajoittavia ja lannoituksessa annettavia ravinteita ovat fosfori, kalium ja boori. Turvemaiden fos-

fori-kaliumlannoitteet sisältävät rautaa, ja ne eivät ohjeiden mukaan toimittaessa lisää fosforin huuhtoutumista. Osa lannoitteesta (1–3 %) saattaa kuitenkin joutua ojiin ja huuhtoutua vesistöihin. Turvemailla käytetään myös tuhkalannoitusta. Myöskään sen sisältämän fosforin ei ole todettu huuhtoutuvan ohjeiden mukaan toimittaessa. Lannoitusten vesistövaikutuksia torjutaan jättämällä suojavähykkeet vesistöjen ja pienvesien varsille.

Kirjallisuus

- Finér, L., Mannerkoski, H., Piirainen, S. & Starr, M. 2003. Carbon and nitrogen pools in an old-growth, Norway spruce mixed forest in eastern Finland and changes associated with clear-cutting. *Forest Ecology and Management* 174(1-3): 51-63. [http://dx.doi.org/doi:10.1016/S0378-1127\(02\)00019-1](http://dx.doi.org/doi:10.1016/S0378-1127(02)00019-1)
- Finér, L., Mattsson, T., Joensuu, S., Koivusalo, H., Laurén, A., Makkonen, T., Nieminen, M., Tattari, T., Ahti, E., Kortelainen, P., Koskiaho, J., Leinonen, A., Nevalainen, R., Piirainen, S., Saarelainen, J., Sarkkola, S. ja Vuollekoski, M. 2010. Metsäisten valuma-alueiden vesistökuormituksen laskenta. *Suomen ympäristö 10/2010*. 33 s. <https://helda.helsinki.fi/handle/10138/37973>
- Mälkönen, E. (toim.). 2003. Metsämaa ja sen hoito. Metsäntutkimuslaitos. Metsälehti Kustannus. 220 s. ISBN: 9789525118575
- Päivänen, J. 2007. Suot ja suometsät – järkevän käytön perusteet. Metsäkustannus. 368 s. ISBN: 9789525694024
- Piirainen, S. 2002. Nutrient fluxes through a boreal coniferous forest and the effects of clear-cutting (väitöskirja). Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 859. 50 s. ja 5 osajulkaisua. <http://urn.fi/URN:ISBN:951-40-1839-7>

4.2 Metsäpalot, tuuli- ja lumituhot ja maaperän eroosio

Metsäpalojen merkitys ekosysteemipalvelujen kannalta Suomessa ja Karjalan tasavallassa

Ilkka Vanha-Majamaa, Andrey Gromtsev ja Henrik Lindberg

Metsäpalot vaikuttavat lähes kaikkiin ekosysteemipalveluihin sekä suorasti että epäsuorasti. Palojen vaikutukset ekosysteemipalveluihin riippuvat monesta eri tekijästä, esimerkiksi niiden voimakkuudesta, laajuudesta ja toistuvuudesta.

Metsäpalojen ensisijaiset vaikutukset kohdistuvat puustoon, joka voi osin tuhoutua palossa tai ainakin menettää taloudellista arvoaan merkittävässä määrin. Lisäksi vaikutukset kohdistuvat metsien keräilytuotteisiin, kuten marjoihin ja sieniin. Palojen välittömät vaikutukset esimerkiksi marjasatoihin ovat negatiivisia, mutta pitkäaikaisvaikutukset ovat yleensä positiivisia. Se, millaisia välittömiä ja pitkäaikaisia vaikutuksia palolla on, riippuu tosin kasvupaikkatyyppistä ja palon voimakkuudesta.

Paloista on hyötyä metsän monimuotoisuudelle: vain suhteellisen harva eliölaji on suoraan riippuvainen metsäpaloista, mutta useampi hyötyy merkittävästi varsinkin metsäpalojen jälkeisistä nuorista sukkessiovaiheista. Metsäpalojen jälkeisessä sukkessiokehityksessä muodostuu esimerkiksi erilaisia taimikkovaiheita, jotka ovat tärkeitä muun muassa monille riistaeläimille. Metsäpalot ovat myös ylläpitäneet tiettyjä luontotyyppejä. Ilman toistuvia metsäpaloja harjujen paahderinteet ja yleisemminkin karut metsät tuoreentuvat eli muuttuvat tavallisten kangasmetsien kaltaiseksi. Tämä näkyy esimerkiksi Suomen luontotyyppien uhanalaisuuden arvioinnissa, jossa huomattava osa karuista, metsäisistä luontotyypeistä on arvioitu uhanalaisiksi.



Kuva 1. Metsäpalon jälkiä mosaiikkimaisessa metsäluonnossa. 17 hehtaarin paloalue Kytäjän kartanon mailla v. 2003. Kuva: Ilkka Vanha-Majamaa.

Polttaessaan puuta ja muuta kasvillisuutta metsäpalot lisäävät suoraan ilmakehän hiilidioksidipäästöjä ja vaikuttavat siten muun muassa ilmaston lämpenemiseen. Maailmalaajuisesti metsäpalojen arvioidaan aiheuttavan noin viidenneksen hiilidioksidipäästöistä, mutta Suomessa ja Karjalan tasavallassa niiden merkitys on huomattavasti pienempi. Metsäpalot vaikuttavat niin ikään metsien vesitalouteen - haihduttavan puuston kuollessa vedenpinta nousee. Metsäpaloissa vapautuu toisaalta ravinteita kasvillisuuden käyttöön, mutta varsinkin karuimmilla kasvupaikoilla ravinteita huuhtoutuu vesistöihin. Palojen jälkeen rapautuminen lisääntyy ja yleinen ravinnekierto paranee vähentyneen happamuuden ja kohonneen lämmön seurauksena. Metsäpaloilla on suuri merkitys myös metsien virkistyskäytössä: hiiltynyt metsä ei välttämättä houkuttele, mutta toisaalta monimuotoiset uudet sukkessiovaiheet voivat hyvinkin soveltua virkistyskäyttöön.

Metsäpalojen ekosysteemipalveluvaikutusten säätely

Metsäpalojen ekosysteemipalveluvaikutuksia voidaan säädellä eri tavoin. Palojen vaikutuksia voidaan torjua ennaltaehkäisevällä toiminnalla, kuten lainsäädännöllä, tulen käyttöä koskevalla valistuksella, metsäpalovaroituksilla sekä mahdollisilla sammutussuunnitelmissa, jotka perustuvat metsäkuviotietoihin. Toiminnassa voidaan hyödyntää olemassa olevia paloriskiluokituksia. Suomessa esimerkiksi valistus-toiminta metsäpalojen torjunnassa on ollut merkittävässä roolissa metsäpalojen vaikutusten eliminoimisessa erityisesti 1960-luvulta lähtien.

Pohjois-Amerikassa suositellaan erilaisia metsänhoidollisia keinoja metsäpaloriskin vähentämiseksi. Tällaisia ovat muun muassa maanpinnalla olevien paloaineksien vähentäminen, latvuskorkeuden kasvattaminen ja selkeän eron tekeminen eri latvuserosten välille sekä latvuksen sulkeutumisen estäminen. Suomessa nämä ovat toteutuneet osana vakiintuneita metsänhoidon menetelmiä jo 1960-luvulta lähtien eikä tarvetta uusiin metsänhoidollisiin toimenpiteisiin metsäpaloriskien alentamiseksi juuri ole. Viime aikoina lisääntynyt bioenergian, muun muassa hakkuutähteiden ja kantojen korjuu vähentää metsien paloriskiä entisestään.

Suomen selkeä tasarakenteinen kuviometsätalous säännöllisine harvennuksineen ja pienentyneine kuvioineen yhdistettynä tiheään metsäautotieverkkoon lienee osasyys siihen, että Suomessa metsäpalojen vuosittainen pinta-ala on pieni ja varsinkin latvapaloriski on alhaisempi kuin luonnontilaisissa metsissä. Siten laajat suurpalot ovat olleet harvinaisia.

Palon jo syttyä oleellista on oikeanlaisen sammutuskaluston saatavuus, sammutustekniikan hallitseminen ja oikean sammutusstrategian valinta. Tällöin merkityksellistä on oikea paloriskien arviointi. Arvioinnissa voi käyttää apuna erilaisia paloriskiluokituksia.

Paloriskiluokitukset

Suomen ensimmäinen metsien paloriskiluokitus valmistui vuonna 1923. Luokituksessa metsät jaettiin seitsemään kasvupaikkaluokkaan, seitsemään ikäluokkaan ja kymmeneen puulajiluokkaan. Tätä jakoa mukailtiin myöhemmin yleisesti metsäpalon torjuntaa käsitellessä käytännön oppaissa. Jo näissä käytännön oppaissa tuotiin esiin erilaisten metsiköiden erilainen paloherkkyys, esimerkiksi männiköiden ja kuusiköiden erilaiset paloriskit. Luokittelu oli kuitenkin luonteeltaan kuvailevaa, eikä sitä käytetty esimerkiksi käytännön kartoitustyössä.

Mittavin suomalainen paloherkkyysluokitus ajoittuu sotavuosille välirauhan aikaan, jolloin aloitettiin niin sanotun kulontorjuntakartaston laatiminen. Tavoitteena oli kartoittaa toisaalta kuloille alttiit ja toisaalta kulojen pysäytykseen soveliaat maastot sen varalta, että Suomi joutuisi uudelleen sotaan ja esimerkiksi metsiin kohdistuvien palopommitusten kohteeksi. Työ käynnistyi loppukesällä 1940 ja jatkui edelleen jatkosodan aikana. Kiiivaimmillaan työtahti oli keväällä 1941, jolloin töissä oli runsaasti yli sata kartanpiirtäjää. Karttoihin piirrettiin käsin eri väreillä ja merkinnöillä muun muassa erittäin paloherkät ja vähemmän paloherkät alueet sekä palojen katkaisuun sopivat maastokohtat. Jo jatkosodan alussa materiaalia oli käytettävissä niin paljon, että uhanalaisimpien alueiden viranomaiset voitiin varustaa asianmukaisilla karttoilla. Sodan jälkeen karttamateriaali, joka kattoi myös rauhan ehtoissa menetetyt alueet, määrättiin luovutettavaksi Neuvostoliitolle, mutta sitä ei luovutettu vaan materiaali arkistoitettiin ja julistettiin salaiseksi 40 vuodeksi. Aikojen saatossa aineisto unohtui mutta löytyi vuonna 2000 Helsingin yliopiston kirjaston muuton yhteydessä. Kartat on myöhemmin siirretty Kansallisarkistoon, jossa ne ovat nyt digitoituna arkistolaitoksen digitaaliarkistossa (<http://www.arkisto.fi/>).

Viimeisin paloriskiluokitus ilmestyi vuonna 2011. Uusimassa luokituksessa metsät jaetaan 15 paloainestyyppiin niiden erilaisen syttymis- ja paloriskin mukaan. Luokituksessa paloainestyyppit määriteltiin vakiintuneiden metsätaloudessa käytettyjen muuttujien mukaan, jotta riskiluokituksen soveltamisessa ja metsäpalontorjunnassa voitaisiin hyödyntää metsäsuunnittelun yhteydessä kerättävää kuviotietoa. Luokituksessa paloainestyyppit on muodostettu kasvupaikkatyyppiin, puulajin ja kehitysluokan avulla, ja niitä voi täydentää puuston määrää kuvaavilla muuttujilla, kuten runkoluvulla. Samoja muuttujia on käytetty muun muassa Yhdysvalloissa käytössä olevissa luokituksissa. Kunkin paloainestyyppin syttymis-, latvapalo- ja maapaloherkkyttä on arvioitu neliportaisella järjestysasteikolla: pieni - kohtalainen - suuri - erittäin suuri. Luokittelussa pyrittiin yksinkertaisuuteen sekä tärkeimpien paloaineksien ja paloainestyyppien luonnehtimiseen, jotta palojen käyttäytymistä voitaisiin ennakoita ja ennustaa metsäpaloriskejä eri metsikkötyypeissä ja -rakenteissa. Riskiluokitukset on mahdollista viedä osaksi kuviotietoja, mikä mahdollistaisi esimerkiksi riskiluokituskarttojen tekemisen metsäpalon torjunnan avuksi. Toisaalta metsäpalojen käyttäytymisen ennakoiti voisi tulevaisuudessa mahdollistaa myös riskittömien tai vähäriskisten palojen leviämisen sallimisen esimerkiksi suojelualueilla.

Eri palomuodot

Metsäpalojen ekosysteemipalveluvaikutukset ja niiden voimakkuus riippuvat siitä, mitä metsän paloaineskerroksia metsäpalot kuluttavat. Eri palomuodot esiintyvät usein samassa palossa myös vaihtelevasti, esimerkiksi siten että pintapalo, jona palaminen useimmiten alkaa, muuntuu latva- tai maapaloksi.

Maapalossa tuli etenee pohja- ja maakerroksessa. Maapalo on mahdollinen, mikäli maaperä sisältää orgaanisesta aineksesta eli turpeesta ja kangashumuksesta koostuvan kerroksen ja palo etenee tätä kerrosta kuluttaen. Koska tällaiset ainekset ovat tiiviitä ja usein syttyvää materiaalia kosteampia, on maapalolle luonteenomaisempaa hidasta kyttemällä tapahtuva hehkupalaminen.

Pintapalo etenee kenttä- ja pohjakerroksessa, jossa ovat metsän syttymisherkimmät paloainekset. Useimmat metsäpalot alkavat pintapaloina.

Latvavalossa palo on noussut puiden latvustoon. Palon muuttuminen latvavaloksi edellyttää paloainesten pystysuuntaista jatkuvuutta, korkeaa pintapalon voimakkuutta sekä useimmiten kovaa tuulta. Palon on pystyttävä siirtymään esimerkiksi pensaskerroksen, alikasvoksen tai kuivien alaoksien avulla latvukseen ja sen jälkeen edettävä puusta toiseen. Latvapalo vaatii riittävän tiheää latvuserrosta, jotta paloaines olisi jatkuvaa, tai kovaa tuulta jatkuvuuden ylläpitämiseksi. Latvapalon syntyyn vaaditaan latvuksen riittävä kuumentuminen, koska kyseessä on enimmäkseen eläviä paloaineita. Usein tuli nousee paikoin puusta irtoavien ja kohoavien palokaasujen avulla latvuksiin ja polttaa yksittäisiä puita tai puuryhmiä mutta ei pysty leviämään laajemmin latvustossa. Tällöin voidaan puhua **soih tupalosta** tai **passiivisesta latvavalosta**. Palolla on edellytys nousta latvuksiin mutta se ei kykene jatkamaan etenemistään siellä latvusrakenteen tai vähäisen tuulen vuoksi.

Aktiivinen latvapalo sen sijaan etenee samanaikaisesti koko metsikössä - niin latvuksissa kuin alemmissä kerroksissa. Toisinaan puhutaan myös **itsenäisestä latvavalosta**, jolloin tuli etenee erillään tai vauhdikkaammin latvuserroksessa. Latvapalon synnyn syynä saattaa poikkeuksellisten sääolosuhteiden ohella olla myös korkea paikallinen palon voimakkuus, joka saa aikaan latvavalolle tyypillisen omanlaisensa paloilmaston. Nousevien lämpimien ilmavirtausten eli konvektioiden myötä syntyy tulipyörteitä, jotka lisäävät latva- ja heitepalojen riskiä. Latvapalot jaetaan joskus leviämisyyn mukaan yleisempiin tuulivaikutteisiin paloihin sekä konvektiopaloihin.

Miten Suomen metsät ovat palaneet

Metsien palohistoriaa voidaan tutkia monin eri menetelmin, muun muassa radiohiilijajoituksella riittävän isoista hiilenkappaleista, joita löytyy humuskerroksesta tai sen alta, tai turve- tai järvisedimenttinäytteiden avulla. Fennoskandiassa yleisimmin käytetty metsäpalohistorian tutkimusmenetelmä perustuu metsäpalojen puihin jättämien palokorojen ajoittamiseen. Menetelmää on pidetty suhteellisen luotettavana, mutta viimeisten kokeellisten tutkimusten perusteella esi-



Kuva 2. Viimeisintä paloriskiluokitusta varten poltettiin v. 2003–2004 yhteensä 70 koepolttoa eri kasvipaikkatyypeillä. **Timo Heikkilä** sytyttää koepolttoa Kolarissa v. 2004. Kuva: Ilkka Vanha-Majamaa.

merkiksi matalaintensiteettisten metsäpalojen jälkeen palokoroja ei aina muodostu edes suhteellisen nuorissa eli 30–40 vuotiaissa mäntymetsissä. Tulokset viittaavat siihen että ainakin mäntyvaltaisissa metsissä palokorojen ajoitusmenetelmä voi aliarvioida metsäpalojen toistuvuutta eli metsäpalo-frekvenssiä sekä palojen pinta-alaa ja merkitystä.

Ihminen on lisännyt Suomessa palojen esiintymistiheyttä ja metsäpalojen ekosysteemivaikutuksia tuhansia vuosia. Merkittävä vaikutus oli vuosisatoja vallinneella kaskikulttuurilla. Jo 1600-luvulla metsien polttoa kaskitarkoituksiin pidettiin metsävaroja hävittävänä. Pahimpina palovuosina 1800-luvulla Suomessa paloi yli 60 000 hehtaaria metsää vuodessa pelkästään valtion metsissä. Kaskikulttuurin päätyttyä 1900-luvun alkupuolella palopinta-alat alkoivat pienentyä.

Metsänhoidollinen kulutus metsien uudistusmenetelmänä oli runsaimmillaan 1950-luvulla, jolloin Suomessa kulutettiin yli 30 000 hehtaaria vuosittain. Nykyään metsää kulutetaan vuosittain keskimäärin alle tuhat hehtaaria ja kulusalojen kokonaispinta-ala on murto-osa metsämaan pinta-alasta. 1990-luvulla yleistyivät luonnonsuojelualueille monimuotoisuuden turvaamiseksi tehtävät niin sanotut ennallistamispolto. Ennallistamispoltojakin tehdään nykyään vain alle sata hehtaaria vuodessa.

Metsäpalojen lukumääriä on tarkemmin tilastoitu 1950-luvulta lähtien. Aina 1980-luvulle saakka Suomessa kirjattiin keskimäärin noin 500 metsäpaloa vuodessa. 1990-luvulla metsäpalojen määrä sen sijaan kasvoi keskimäärin 915 paloon vuodessa, ja vuosina 2000–2010 esiintyi keskimäärin 1 533 metsäpaloa vuodessa.

1950-luvulla metsäpaloissa paloi lähes 6000 hehtaaria vuodessa, siinä missä 1960-luvulla vuosittainen palanut pinta-ala oli 1355 hehtaaria, ja 1970-luvulla noin 730 hehtaaria. 1980-luvulla puolestaan paloi keskimäärin 311 hehtaaria vuosittain. Tämän jälkeen vuosittain palava pinta-ala näyttäisi olevan lievässä kasvussa. Metsää paloi 1990-luvulla 522 hehtaaria vuosittain ja vuosina 2000–2010 keskimäärin 641,5 hehtaaria.

Luonnontilaisissa metsissä paloalueiden keskikoko lienee ollut suhteellisen suuri, mikä johtuu metsien rakenteellisista eroista ja sammutustoiminnan puuttumisesta. Rikkonaisen topografian, tuhansien järvien ja soiden ansiosta palot vaihtelevat kooltaan ja voimakkuudeltaan suuresti. Vuosina 1865–1870 paloalueiden keskikoko oli 131 hehtaaria. Vielä 1900-luvun alkupuolella paloalueen keskikoko oli Pohjois-Suomessa 40 hehtaaria ja Etelä-Suomessa 18 hehtaaria. Keskimääräinen paloalan koko oli 1950-luvulla pudonnut 11,2 hehtaariin. Vuodesta 1980 lähtien paloalueen keskikoko oli koko maassa vajaan hehtaarin ja nykyään noin 0,4 hehtaaria.

Metsäpalojen tilastointi on tarkentunut viime vuosikymmenten kuluessa, mikä selittää osin metsäpalojen määrän lievän kasvun ja toisaalta paloalan keskikoon pienenemisen, koska nykyään tilastoidaan todennäköisesti hyvinkin pienet metsäpalot aikaisempaan verrattuna. Sisäasiainministeriön pelastusosasto on 2000-luvulla koonnut metsäpalotilastot osaksi Pronto-tietokantaa, jota nykyään käytetään metsäpalotilastointiin lähteenä.

Venäjällä Karjalan tasavallassa metsäpalotilastoja on saatavissa vuodesta 1956 lähtien. Tosin tilastoja ei ole käytössä vuosilta 1977–1991. Suurin yksittäinen palovuosi oli vuosi 1959, jolloin Karjalan tasavallassa paloi lähes 100 000 hehtaaria metsää. 1970-luvulla paloi enimmillään yli 40 000 hehtaaria vuodessa. Vuoden 1992 jälkeen on metsää palanut vuosittain keskimäärin 2 500–3 000 ha, mutta vuosien välinen vaihtelu on suurta, alle 200 hehtaarista tuhansiin hehtaarihin. Esimerkiksi vuonna 2013 paloi yli 13 000 hehtaaria. Yhden metsäpalon keskimääräinen pinta-ala Karjalan tasavallassa on noin 4 hehtaaria, mutta tässäkin esiintyy suurta vaihtelua. Vuonna 2013 yhdessä palossa paloi keskimäärin 32,9 hehtaaria.

Viimeisimmästä suurpalosta vuosikymmeniä

Vuonna 1959 paloi Isojoella ja Honkajoella yhdessä metsäpalossa 1 700 hehtaaria metsää. Tuusula paloi vuonna 1960 Suomen puolella 20 000 hehtaaria ja Venäjällä, josta palo



Kuva 3. Välittäjäainekset, kuten alhaalle ulottuva oksisto, alikasvos, lupot ja naavat, helpottavat palon latvaan nousua. Kuva: Ilkka Vanha-Majamaa.

sai alkunsa, 100 000 hehtaaria. Vuonna 1970 paloi Kalajoella 1 600 hehtaaria ja Limingassa noin 500 hehtaaria. Tämän jälkeen yli 1000 hehtaarin paloja ei ole tilastoitu. Lieksassa vuonna 1992 ja Laihiella vuonna 1997 paloi kummassakin noin 150 hehtaaria metsää. Etelä-Suomen viimeisin isompi palo oli Tammelassa vuonna 1997 – sen laajuus oli noin 250 hehtaaria. Vuonna 1999 Kangasalla paloi 110 hehtaaria ja 2006 Sodankylässä 130 hehtaaria metsää.

Suurpalojen esiintyminen näyttäisi nykyään olevan harvinaisempaa kuin aikaisemmin. Syyt tähän ovat ilmeiset. Suomessa metsätalous tehostui toisen maailmansodan jälkeen. Esimerkiksi metsikkörakenteiden muutos, metsien pirstoutuminen ja tieverkoston tiheneminen ovat johtaneet pieniin metsäkuvioihin ja mosaiikkimaiseen pirstoutuneeseen metsäluontoon, jossa suurpalojen riskit ovat suhteellisen vähäiset. Venäjällä Karjalan tasavallassa sen sijaan suurpaloja esiintyy yhä; vuonna 2013 suurin yksittäinen palo oli kooltaan yli 6 000 hehtaaria.

Metsäpalojen vaikutukset ekosysteemipalveluihin Suomessa ja Karjalan tasavallassa

Metsäpalojen vaikutukset ekosysteemipalveluihin ovat periaatteessa samanlaiset samoilla kasvillisuustyypeillä ja samanlaisissa palonaikaisissa olosuhteissa. Koska Suomen ja Karjalan tasavallan metsien rakenne-erot ja puulajisuhteet ovat paikoin merkittäviä, myös metsäpalojen vaikutukset ekosysteemipalveluihin poikkeavat näillä alueilla toisistaan jossakin määrin. Karjalan tasavallassa keskimääräinen paloalan koko on noin kymmenkertainen Suomeen verrattuna. Tämä johtuu siitä, että tiestö on harvempaa, metsien käsittelykuviot ovat suurempia sekä metsäpalojen sammutus on hitaampaa. Vastaavasti myös yksittäisen metsäpalon ekosysteemi-vaikutukset ovat moninkertaiset. Suurten palojen savut kulkeutuvat pahimpina palokesinä Suomeen saakka.

Suomessa käytössä oleva satelliittipohjainen metsäpalojen havainnointijärjestelmä kykenee havaitsemaan tarkasti myös Karjalan tasavallan ja Baltian alueen metsäpalot, mitä voitaisiin käyttää enemmän hyödyksi lähialueyhteistyössä.

Ilmaston lämmetessä paloriskit kasvavat

Eräiden ilmastonmuutoskenaarioiden mukaan on arvioitu, että vuoden keskilämpötilat nousevat muutamalla asteella ja keskimääräiset tuulen nopeudet kasvavat 2–4 % nykyisestä vuoteen 2100 mennessä. Nämä muutokset lisäävät todennäköisesti sekä metsäpalojen syttymisriskiä että latvapaloris-kiä ja muuttavat siten metsäpalojen ekosysteemipalveluvai- kutuksia. Lämpimämmät ajanjaksot keväällä ja alkukesällä nopeuttavat lumen sulamista ja maan kuivumista, mikä voi johtaa heinikkopaloris-kin kasvuun keväisin. Ennusteiden mu- kainen lämpötilan kasvu ja voimistuvat tuulet voivat puoles- taan edesauttaa metsäpalojen leviämistä.

Globaalisti tarkasteltuna metsäpaloilla on merkittävä vai- kutus myös ilmastonmuutokseen. Arviot vaihtelevat, eräiden arvioiden mukaan ihmisen aiheuttamien metsäpalojen vai- kutuksen osuus ilmastonmuutoksessa on viidennes. Osuu- den arvioidaan kasvavan, sillä lämpenevä ilmasto lisää met- säpaloja entisestään. Metsäpaloissa leviävä musta noki li- sää myös ilmaston lämpenemistä. Metsäpaloista arvioidaan vapautuvan ilmakehään vuosittain hiilidioksidia puolet siitä määrästä, jonka fossiilisten polttoaineitten käyttö tuottaa.

Kirjallisuus

- Larjavaara, M. 2005. Climate and forest fires in Finland: influ- ence of lightning-caused ignitions and fuel moisture. Dis- sertationes Forestales 5, Department of Forest Ecology, Uni- versity of Helsinki. 35 s. <http://dx.doi.org/doi:10.14214/df.5>
- Laukkanen, E. 1937. Metsäpalot ja niiden sammutus. Kirjapaino Oy Sana. Helsinki. 57 s.
- Lindberg, H., Heikkilä, T. ja Vanha-Majamaa, I. 2011. Suomen metsien paloainekset - kohti parempaa tulen hallintaa. Metsäntutkimuslaitos, Vantaa. 104 s. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-951-40-2294-4>
- Metsätilastollinen vuosikirja 2013. Metsäntutkimuslaitos. 450s. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-951-40-2450-4>
- Piha, A., Kuuluvainen, T., Lindberg, H. & Vanha-Majamaa, I. 2013. Can scar-based fire history reconstructions be biased? An experimental study in boreal Scots pine. Canadian Journal of Forest Research 43: 669–675.
- Saari, E. 1923. Kuloista, etupäässä Suomen valtionmetsiä silmäl- lä pitäen. Tilastollinen tutkimus. Acta Forestalia Fennica 26 (4): 1–155. <http://hdl.handle.net/10138/17083>

Tuuli- ja lumituhot

Heli Peltola

Tuhojen merkitys ja esiintyminen

Myrskyt ja kovat tuulet aiheuttavat huomattavia metsätuhoja ja taloudellisia menetyksiä, ja ne vaikuttavat merkittävästi metsien rakenteeseen ja toimintaan. Keski- ja Pohjois-Euroopassa on viimeisen kahdenkymmenen vuoden aikana ollut useita voimakkaita talvimyrskyjä, esimerkiksi vuosina 1990, 1999, 2005, 2007 ja 2009. Myrskyjen aiheuttama tuhopuuston kokonaismäärä on yli 560 miljoonaa kuutiometriä. Syyinä lisääntyneisiin myrskytuhoihin on esitetty muun muassa metsäpinta-alan ja -varojen huomattavaa lisääntymistä Keski- ja Pohjois-Euroopassa sekä metsien ikäluokkarakenteen ja puulajisuhteiden muutosta: metsien keski-ikä on nousut selvästi, ja kuusivaltaisten metsien määrä on lisääntynyt.

Pohjoismaista eritoten Ruotsi on kärsinyt merkittävästi tuulituhosta. Suomessa tuhot ovat jääneet selvästi vähäisemmiksi suojaisemman tuuli-ilmaston vuoksi. Kuitenkin myös Suomessa kovat tuulet ovat aiheuttaneet merkittäviä tuhoja 1980-luvulta lähtien, esimerkiksi vuosina 1983, 1985, 2001, 2010 ja 2011. Näiden myrskyjen seurauksena syntyneen tuhopuuston kokonaismäärä nousi yli 26 miljoonaa kuutiometriin. Myös lumituhota esiintyy toistuvasti koko Suomessa, eniten kuitenkin Pohjois-Suomessa korkeilla tykkylumen alueilla. Välittömien taloudellisten menetysten lisäksi metsään korjaamatta jäävä tuhopuusto voi lisätä myös seuraustuhon, kuten kirjapainajatuhojen, riskiä. Tuulituhon lisäksi myös lumituhot aiheuttavat toistuvasti taloudellisia menetyksiä, mutta niiden taloudellinen merkitys on selvästi vähäisempi kuin tuulituhon.

Tuhojen esiintymiseen vaikuttavat tekijät

Puut voivat kaatua juurineen tai niiden runko voi katketa, jos puuhun kohdistuva tuuli- tai lumikuorma ylittää puiden rungon tai juuriston kestävyysrajan. Tuulituhon syntyyn vaikuttavat tuulen nopeuden lisäksi tuulen puuskaisuus ja suunta sekä kesto. Tuhoriskiä lisää kovien tuulten suuri toistuvuus. Suomessa tuulituhota aikaansaavat varsin alhaiset, 11–17 metriä sekunnissa puhaltavat tuulet. Tällaisia tuulennopeuksia esiintyy vähintään kerran kymmenessä vuodessa eri puolilla Suomea.

Lumituhoriskiä vaikuttavat lumikuormien suuruus ja märkyys. Tuhoriskiä lisää puiden latvuksiin, oksiin ja rungoille kertynyt raskas ja märkä lumi sekä alijäähtynyt vesi eli huurte. Puiden latvuksiin ja rungoille kertynyt 20–40 kilon lumikuorma neliometrillä aiheuttaa yhdessä kovan tuulen kanssa huomattavaa tuhoa puustolle. Tuuli- ja lumituhon seurauksena puut taipuvat ja niiden rungot sekä latvukset voivat katketa.

Tuuli- ja lumituhoriskiä vaikuttaa myös metsien rakenne ja puuston ominaisuudet, kuten puulaji, puuston pituus ja solakkuus, latvuksen ja juuriston ominaisuudet sekä ti-

heys. Kun puuston pituus kasvaa ja solakkuus lisääntyy, tuulituhoriski kasvaa puulajista riippumatta ja tuhoon tarvittava tuulennopeus laskee. Puuston pituuden vaikutusta selittää se, että tuulennopeus kasvaa maanpinnalta ylöspäin, mikä taas lisää puiden latvuksiin kohdistuvaa tuulikuormaa. Tuulituhota alkaa yleensä esiintyä, kun puuston pituus ylittää 10–12 metriä.

Keskimmäärin alttiimpia tuhoille ovat hyvin solakat puut, mitä selittää tällaisten puiden alhaisempi rungon lujuus ja juuriston laajuus verrattuna samanpituisiin, mutta paksumpiin puihin. Toisaalta latvuksen suuri koko lisää puuhun kohdistuvaa tuulikuormaa. Yleisesti ottaen kuusta pidetään mäntyä ja koivua alttiimpina tuulituhon pinnallisemman juuriston vuoksi. Lisäksi kuusen iän myötä lisääntyvä juuriston ja rungon lahoikaisuus, esimerkiksi maannousema, heikentää sen tuhonkestävyyttä. Toisaalta myös mänty ja koivu (lehdellinen) voivat kärsiä yhtäläillä tuulituhon.

Tuulituhon todennäköisyys on suuri Suomessa uusien avohakkuualueiden reunametsissä, joissa puut eivät ole sopeutuneet voimakkaisiin tuuliin. Puustoon kohdistuva tuulikuorma lisääntyy myös voimakkaan harvennuksen jälkeen, koska tuuli pääsee puhaltamaan metsän sisällä esteettömämmin. Tuulituhoriski on suurempi varttuneiden kasvatusmetsien kuusikoissa kuin männikoissä tai koivikoissa. Toisaalta puulajista riippumatta riskiä voivat lisätä taimikonhoidon tai nuorten kasvatusmetsien ensiharvennusten laiminlyönti tai puutteellinen toteutus. Taimikoissa sekä nuorissa varsinkin ylitiheydestä kärsineissä ensiharvennusikäisissä metsissä erityisesti mänty ja koivu ovat selvästi alttiimpia lumituhon kuin kuusi.

Tiheissä puustoissa latvuskontaktit ja juuristoyhteydet naapuripuun välillä voivat lisätä puuston tuulenkestävyyttä. Toisaalta harventamattomuus tai liian myöhään tehty harvennus lisää puiden tuuli- ja lumituhoriskiä puuston riukuuntuessa tiheissä metsissä. Myös puuston lannoittaminen harvennusten yhteydessä kasvattaa riskiä. Tämä johtuu siitä, että harvennuksen ja lannoituksen jälkeen puiden neulas- ja lehtimassan sekä latvuspinta-alan kasvu lisääntyvät enemmän verrattuna puiden rungon ja juuriston kasvuun verrattuna. Toisaalta tuuli- ja lumituhon riski vähenee 5–10 vuodessa harvennuksen jälkeen. Tuhoriski vähenee myös uuden avohakkuualueen reunametsässä ajan myötä, kun puiden rungot ja juuristot ehtivät vahvistua ja sopeutua lisääntyneeseen tuulisuuteen.

Tuulen hidastumiseen metsikössä vaikuttaa puuston kehitysvaihe ja sen kerroksellisuus. Tuulituhota ei tavallisesti esiinny tiheissä taimikoissa eikä nuorissa metsiköissä, vaan lähinnä varttuneissa harvennetuissa kasvatusmetsissä ja uudistuskypsissä metsiköissä. Tasaikäisrakenteisessa männikössä ja koivikossa tuuli pääsee esteettömämmin puhaltamaan puiden latvusten alapuolella runkojen välissä ja se ei hidastu yhtä paljon kuin vastaavanlaisessa kuusi-



Kuva 1. Puiden tuulituhoriskiin vaikuttaa tuulennopeuden lisäksi tuulen puuskaisuus, suunta ja kesto. Tuulituhon riski on suuri uusien avohakkuualueiden reunametsissä, joissa puut eivät ole sopeutuneet voimakkaisiin tuuliin. Myös voimakkaan harvennuksen jälkeen puustoon kohdistuva tuulikuorma ja tuhoriski lisääntyvät, kun tuuli pääsee esteettömästi puhaltamaan metsän sisään. Kuva: Erkki Oksanen, Luke.

kossa. Syynä tähän on se, että puiden latvukset ovat lyhyempiä ja ne sijaitsevat korkeammalla. Siksi tasaikäisrakenteinen metsä voi olla jossain määrin herkempi tuulituhon kuin sellainen eri-ikäisrakenteinen metsä, jossa riittävän tiheässä sijaitsevat alempien latvuserosten puut vaimentavat tuulen aiheuttamaa kuormitusta vallitsevan latvuseroksen puille. Toisaalta myös eri-ikäisrakenteinen metsä tulisi kasvattaa melko harvana, jos pyritään turvaamaan luontainen uudistuminen.

Myös harvennustapa voi vaikuttaa puuston tuuli- ja lumituhoriskiin. Tasarakenteisessa metsässä alaharvennuksessa poistetaan pääosin lyhyitä ja solakoita puita, jotka ovat jääneet kasvussa jälkeen ja ovat alttiimpia tuhoille. Tällainen harvennus vähentää tuhoriskiä. Yläharvennuksessa poistetaan osa metsän kookkaista puista, millä pyritään parantamaan edelleen kasvatettaviksi jäävien kookkaiden puiden järeytymistä. Tämä voi lisätä jäljelle jäävän puuston tuhoriskiä eritoten varttuneessa kuusikossa.

Maaperän märkyyskin voi lisätä puiden kaatumisriskiä. Rehevimmillä ja kosteilla kasvupaikoilla pohjaveden pinta on korkeampi kuin karummilla kasvupaikoilla, mikä rajoittaa myös juuriston syvyyttä ja vaikuttaa näin ollen myös puiden ankkuroitumiseen ja tuulenkestävyyteen. Lisäksi maas-

tonmuodot vaikuttavat tuulen voimakkuuteen ja puuston tuhoriskiin: tuulennopeus on yleensä suurempi tuulenpuoleisella rinteellä kuin heti mäenharjanteen takana.

Suurin osa merkittävistä tuulituhon on esiintynyt Suomessa yleensä syksyllä roudattoman maan aikaan. Kesällä tuhot ovat yleensä pienialaisempia ja ukkosmyrskyjen aiheuttamia. Myös suurin osa kovista tuulista esiintyy Suomessa myöhäissyksyn ja varhaiskevään välisenä aikana. Talvella puiden vähäistä kaatumisriskiä selittää se, että maan rousta lisää puiden ankkuroitumista maahan kovatuulisimpaan aikaan vuodesta. Lumituhon riski on suurimmillaan varhais- ja keuhkokuumeella ja -keuhkokuumeella, jolloin puiden latvuksiin ja rungoille kertyy märkää lunta.

Tuuli- ja lumituhon todennäköisyys vaihtelee myös alueellisesti, ja se liittyy maastonmuodon, ilmaston ja sään alueelliseen vaihteluun. Voimakkaiden tuulten esiintyminen on suurinta Etelä-Suomessa lähellä rannikkoa ja järviä sekä korkeilla alueilla Pohjois-Suomessa. Lumituhoriskit ovat suurimmat korkeilla alueilla Pohjois-Suomessa, mutta myös Etelä-Suomessa lumituhon riittäviä lumikuormia esiintyy pari kolme kertaa vuosikymmenessä.



Kuva 2. Lumituhoriskiin vaikuttavat lumikuormien suuruus ja märkyys. Tuhoriskii lisää puiden latvuksiin, oksiin ja rungoille kertynyt raskas ja märkä lumi sekä alijäähtynyt vesi eli huurre. Puiden latvuksiin ja rungoille kertynyt suuri lumikuorma yhdessä kovan tuulen kanssa aiheuttaa huomattavaa tuhoa puustolle korkeilla tykkylumen alueilla. Kuva: Erkki Oksanen, Luke.

Mahdollisuudet vähentää tuhoriskejä metsänhoidon keinoin

Tuuli- ja lumituhojen riskien huomioon ottaminen metsänhoidossa voi vähentää tuuli- ja lumituhoja metsissä. Taimikonhoidon ja puuston ensiharvennusten tekeminen ajallaan parantaa puiden järeytymistä ja juuriston kestävyyttä, vähentäen puuston tuuli- ja lumituhoriskii. Myös metsän uudistamisajankohtaa aikaistamalla voidaan vähentää tuhoriskejä tuhoille alttiilla alueilla.

Voimakkaiden harvennusten tekoa varttuneissa metsiköissä tulisi välttää tuhoriskien vähentämiseksi. Myös uusien avohakkuualueiden reunametsissä tulisi harvennus tehdä hieman lievempänä. Tällä voidaan lieventää tuulen tunkeutumista metsän sisälle ja samalla pienentää puuston tuulituhoriskii. Avohakkuualan koko ei pelkästään selitä puuston tuulituhoriskii avohakkuun reunametsissä, vaikka tuulennopeus lisääntyykin avohakkuualan koon kasvaessa. Ratkaisuvassa roolissa on tuulelle alttiin metsän reunan pituus. Tuulituhojen todennäköisyyttä voidaankin vähentää hakkuun oikeanlaisella ajoituksella ja rajauksella. Hakkuuta suunniteltaessa tulisi puolestaan välttää suurten puuston korkeuserojen luomista vierekkäisillä metsikkökuvioilla. Uusia avohak-

kuualoja ei pitäisi myöskään tehdä tuulituhonille alttiilla alueilla vastikään harvennettujen metsiköiden laitaan. Kovien tuulten ja suurten lumenkertymien toistuvuusriskin, vallitsevan tuulensuunnan sekä maan roudattomuuden huomiointi metsäsuunnittelussa edistävät tuhoriskien hallintaa.

Ilmastonmuutos ja metsien tuuli- ja lumituhoriskit

Metsien tuulituhoriskien oletetaan kasvavan tulevaisuudessa eritoten Etelä- ja Keski-Suomessa, kun maan routajakson pituus lyhenee merkittävästi ilmaston lämmitessä. Nykyisin maan routaisuus parantaa kovatuulisempaan vuodenaikaan puiden ankkuroitumista. Pääosan kovista tuulista oletetaan esiintyvän Etelä- ja Keski-Suomessa 2050-luvulta eteenpäin roudattomana aikana. Pohjois-Suomessa routaa esiintyy tuolloinkin jossain määrin. Tuuli- ja lumituhoriskejä lisää myös ilmastonmuutoksen myötä lisääntyvät talvisateet, joka lisäävät maan märkyyttä ja voivat näin kasvattaa puiden kaatumisriskii entisestään. Toisaalta kovien tuulten ei oleteta nykytietämyksen mukaan lisääntyvän merkittävästi Suomessa.

Taulukko 1. Metsien tuuli- ja lumituhoriskeihin vaikuttavat tekijät.

Tuhoriskejä lisäävät	Tuhoriskejä vähentävät
Myrskyjen ja kovien tuulten (ja suurten lumikuormien) esiintyminen	Taimikoiden hyvä ja ajallaan tehty hoito
Puiden suuri pituus ja solakkuus (riukumaisuus)	Kasvatusmetsien oikea-aikainen ja oikeanlainen harventaminen
Metsien kuusivaltaisuus	Harvennusten ja lannoitusten välttäminen samaan aikaan
Metsien suuri ikä ja lahovikaisuus	Tarpeettomien harvennusten välttäminen varttuneissa kasvatusmetsissä
Uudet avohakkuualat varttuneiden (eritoten harvennettujen) metsien laidassa	Kiertoajan lyhentäminen
Taimikonhoidon laiminlyönti tai viivästyminen	Oikeat puulajivalinnat metsänuudistamisessa riskialueilla
Viivästyneet tai voimakkaat harvennukset	Vallitsevan tuulensuunnan huomioon ottaminen uusia hakkuualoja suunniteltaessa (eritoten avohakkuut)
Roudaton, märkä maa	Puuston suurten pituuserojen välttäminen vierekkäisissä metsiköissä

Metsien harvennus- ja uudistamistarvetta lisää tulevaisuudessa myös puuston määrän ja tilavuuskasvun lisääntyminen sekä ilmastomuutoksen aiheuttama metsien rakenteen ja puulajisuhteiden muutos. Tämä lisää myös tuulille alltiiden määrää. Toisaalta metsien lumituhorisken oletetaan vähenevän Suomessa tulevaisuudessa, koska vesisateiden osuus talvisateista lisääntyy merkittävästi. Tästä huolimatta suuria lumenkertymiä ja lumituhoja voi esiintyä vielä ainakin lähivuosikymmeninä, jos talven sademäärät esiintyvät lämpötilan ollessa $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$:n ja $+0,6\text{ }^{\circ}\text{C}$:n välillä. Roudajakson lyheneminen lisää myös metsien lumituhoriskejä.

Tulevaisuudessa on tarvetta monipuolistaa metsien hoitoa ja käyttöä, jotta voidaan sopeutua sekä ilmastomuutokseen että metsä- ja biotalouden muuttuviin tarpeisiin. Hyvällä metsien hoidolla voidaan jossain määrin hallita myös tulevaisuudessa sekä kovien tuulten että suurten lumenkertymien aiheuttamia tuhoriskejä metsissä. Tuhoriskien huomioonottamistarve korostuu eritoten sellaisilla alueilla, joilla kovien tuulten tai suurten lumikuormien todennäköisyys on suuri. Toisaalta on hyvä muistaa, että hyväkään metsänhoito ei välttämättä riitä estämään kovien myrskyjen aiheuttamia tuhoja.

Kirjallisuus

- Gardiner, B., Schuck, A., Schelhaas, M.-J., Orazio, C., Blennow, K. & Nicoll, B. (toim.). 2013. Living with Storms Damage to Forests. What Science can tell us 3. European Forest Institute. 129 s. http://www.efi.int/portal/virtual_library/publications/what_science_can_tell_us/3/
- Nykänen, M.-L., Peltola, H., Quine, C. P., Kellomäki, S. & Broadgate, M. 1997. Factors affecting snow damage of trees with particular reference to European conditions. *Silva Fennica* 31(2): 193-213. <http://dx.doi.org/doi:10.14214/sf.a8519>
- Peltola, H. 2006. Mechanical stability of trees under static loads. *American Journal of Botany* 93(10): 1501-1511. <http://dx.doi.org/doi:10.3732/ajb.93.10.1501>
- Peltola, H., Ikonen, V.-P., Gregow, H., Strandman, H., Kilpeläinen, A., Venäläinen, A. & Kellomäki, S. 2010. Impacts of climate change on timber production and regional risks of wind-induced damage to forests in Finland. *Forest Ecology and Management* 260(5): 833-845. <http://dx.doi.org/doi:10.1016/j.foreco.2010.06.001>
- Peltola, H., Vapaavuori, E., Niemelä, P., Kellomäki, S., Gregow, H., Huitu, O., Kallio, M., Kilpeläinen, A., Müller, M., Neuvonen, S., Salemaa, M., Siitonen, J. ja Venäläinen A. 2012. Ilmastomuutokseen sopeutuminen metsätaloudessa. Luku 3.1.2 Julkaisussa: Ruuhela, R. (toim.). Miten väistämättömään ilmastomuutokseen voidaan varautua? - Yhteenveto suomalaisesta sopeutumistutkimuksesta eri toimialoilla. Maa- ja metsätalousministeriö. MMM Julkaisusarja 6/2011, s. 38-45. http://www.mmm.fi/attachments/mmm/julkaisut/julkaisusarja/2012/67Wke725j/MMM_julkaisu_2012_6.pdf
- Zeng, H., Pukkala, T. ja Peltola, H. 2007. The use of heuristic optimization in risk management of wind damage in forest planning. *Forest Ecology and Management* 241: 189-199. <http://dx.doi.org/doi:10.1016/j.foreco.2007.01.016>

Maaperän eroosio metsissä

Hannu Mannerkoski

Eroosio ilmiönä

Eroosiolla tarkoitetaan ilmiötä, jossa jokin liikkuva aine irrottaa kohtaamaltaan rajapinnalta ainetta ja kuljettaa sitä mukanaan. Painovoimakin voi saada maa-ainekset liikkeelle. Kyse on joka tapauksessa siitä, voittaako maahiukkasia liikuttava voima hiukkasia paikallaan pitävät voimat. Liikuttavia voimia ovat veden, ilman tai jään liike-energia tai painovoima. Paikallaan pitäviä voimia ovat puolestaan hiukkas-ten väliset vetovoimat ja kitka.

Eroosiossa aine irtoaa alkuperäiseltä paikaltaan, minkä jälkeen se kulkeutuu ja lopulta kerääntyy uuteen paikkaan eli sedimentoituu, kun kuljettava voima heikkenee. Eroosio liittyy yleensä rapautumiseen, koska kiinteästä kallioperästä ja kivistä ei irtoa ainetta muuten kuin rapautumalla vähitellen hienojakoisemmaksi ainekseksi, joka altistuu eroosiolle. Eroosioon voidaan laajassa mielessä lukea myös veden liuenneiden ravinteiden kuljetus. Tässä artikkelissa näkökulma rajataan kuitenkin vain kiintoainekseen, koska ravinteiden huuhtoutumista käsitellään muissa luvuissa. Geologisessa mielessä eroosiota on tapahtunut ja sitä tapahtuu luonnostaan vaihtelevassa määrin kaikkialla. Eroosio jaetaan sitä aikaansaavan ilmiön perusteella vesieroosioon, tuulieroosioon, jääeroosioon ja maan massaliikuntoihin. Jääeroosio jätetään tämän artikkelin tarkastelun ulkopuolelle.

Vesieroosio alkaa yleensä siten, että sadepisarot irrottavat pieniä maahiukkasia osuessaan maahan. Siten vesieroosion voimakkuuteen vaikuttaa yleensä runsas sateisuus ja erityisesti yksittäisten sateiden suuri voimakkuus eli intensiteetti tai pitkä kesto. Sadepisaroiden putoamisnopeus riippuu pisaran koosta ja on 1 millimetrin läpimittaisilla pisaroilla noin 4 m s^{-1} ja 5 millimetrin läpimittaisilla pisaroilla noin 9 m s^{-1} . Aukealle tulevan sateen eli vapaan sadannan pisarakoko vaihtelee meillä välillä 0–6 mm ja metsissä maan pinnalle päätyvän sateen eli metsikkösadannan välillä 0–7 mm. Pisarakoon mediaanit vaihtelevat vastaavasti väleillä 0,7–2,1 mm ja 2,8–3,6 mm. Metsässä maan pinnalle päätyy niin sanottuna läpisadantana latvusaukoissa vapaan sadannan pisaroita ja latvusten alla oksista ja lehdistä tippuvia pisaroita. Tippuvien pisaroiden koko ei riipu sateen intensiteetistä vaan veden pintajännityksen ja painovoiman välisestä suhteesta sekä tuulesta. Läpisadannan pisaroiden koko vastaa suurin piirtein sadetta, jonka intensiteetti on 50 mm h^{-1} . Tällaisia sateita esiintyy meillä Ilmatieteen laitoksen laskelmin mukaan 7 minuutin pituisina keskimäärin kerran kahdessa vuodessa ja pitempinä vielä harvemmin.

Sadepisaroiden liike-energia eli kineettinen energia sekä tiivistää maata että irrottaa hiukkasia maan pinnasta. Tiivistävä vaikutus tukkii maan pintahuokosia ja rikkoo maan rakenneyksikköjä liettäen maan pinnalle ohuen tiiviin kerroksen, joka kuivuessaan kovettuu ja saa aikaan maan kuoretumista. Mitä suurempia pisarat ovat, sitä suurempi on ni-

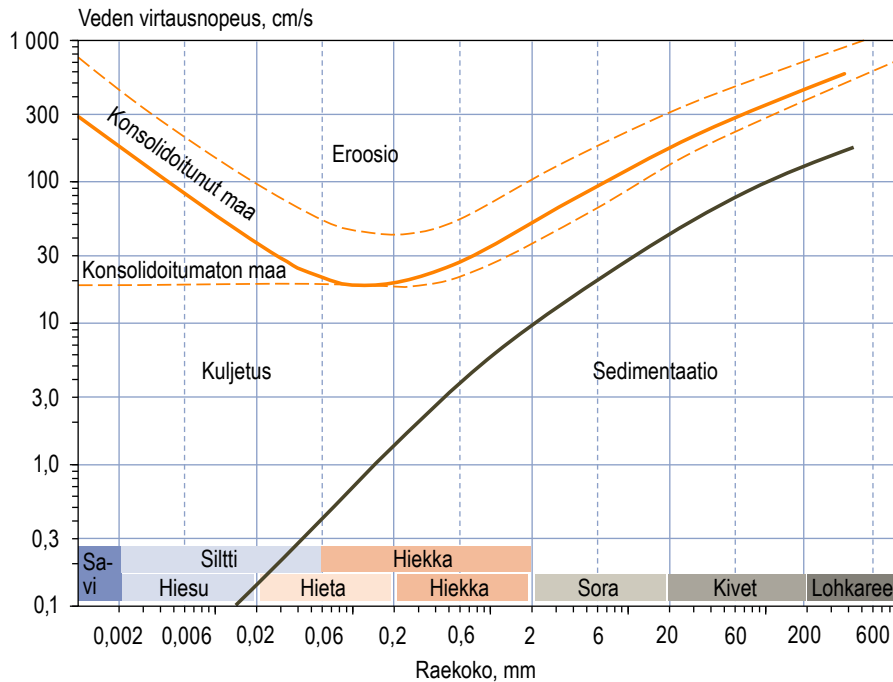
den liike-energia ja sitä suurempia maahiukkasia ne voivat irrottaa. Näin syntynyt maa-vesi-suspensio lähtee virtaamaan maanpinnan kaltevuuden suuntaisesti, jolloin maahiukkaset siis liikkuvat veden mukana, kunnes ne laskeutuvat veden pohjaan virtauksen hidastuessa. Kasvipeitteisillä pinoilla kasvillisuus ottaa vesipisarot vastaan ja estää niiden tiivistävän ja maahiukkasia irrottavan vaikutuksen.

Alussa vesieroosio on pintaeroosiota, jossa sadepisaroiden maan pinnasta irrottama hienoaines liikkuu maan pintaa pitkin ohuena kerroksena virtaavan veden eli pintavalunnan mukana. Pintaeroosiota voi tapahtua vain, jos sadepisarot kohtaavat paljaan maan pinnan. Veden imeytyminen maahan eli infiltraatio rajoittaa pintavalunnan syntymistä ja vaikuttaa siis omalta osaltaan suuresti pintaeroosion määrään. Veden liikkeessä pintavaluntana se irrottaa mukansa lisää hiukkasia maan pinnasta sitä enemmän, mitä suurempi veden virtausnopeus on.

Veden virtausnopeus riippuu rinteen kaltevuudesta ja vesikerroksen paksuudesta sekä pinnan karheudesta. Kriittinen virtausnopeus, jolla maahiukkanen lähtee virtauksen mukaan, riippuu hiukkasen koosta. Tutkimukset ovat osoittaneet, että maa-ainekset, joiden rakeiden geometrinen keskiläpimitta on 0,063–0,250 mm eli karkeaa hietaa vastaava, ovat herkimpiä irtoamaan eli erodoitumaan (kuva 1). Karkeampien rakeiden paino estää niiden liikkumista, jolloin kriittinen nopeus suurenee läpimitan suuretessa. Hienojakoisemman maan hiukkasia sitovat toisiinsa keskinäiset sidosvoimat, jotka pisaroiden tai virtaavan veden irrottavan voiman on voitettava. Jos pienet hiukkaset ovat aiemmin irronneet toisistaan ja menettäneet koheesionsa, ne voivat lähteä liikkeelle hyvin helposti.

Pintaeroosiota esiintyy kaikilla maastonmuodoilla, jos sadepisarot kohtaavat paljaan maanpinnan. Tasaisella maalla, mäkien lakiosissa ja ylärinteillä maan pinnalla liikkuvan veden eli pintavalunnan virtausnopeus on niin pieni, että vain helpoimmin irtoavia hiukkasia lähtee veden mukaan ja vesi kulkee ohuena kerroksena maan pinnalla. Kun veden virtausnopeus joko rinteen kaltevuuden, veden määrän tai molempien lisääntymisen takia suurenee joissakin kohdissa sellaiseksi, että se irrottaa ja kuljettaa enemmän ja suurempia maarakeita (kuva 1), alkaa näihin kohtiin muodostua vakoja. Vaot keräävät vettä ympäriltään, jolloin virtaus edelleen nopeutuu. Tällöin virtaus ja eroosio keskittyvät näihin vakoihin ja voidaan puhua vakoeroosiosta. Vakojen väleissä tapahtuu edelleen pintaeroosiota.

Kun vakoja on muodostunut rinteen alaosiin, ne pitenevät sateen jatkuessa ylärinteen suuntaan ja samalla syvenevät koko pituudeltaan virtaavan veden syövyttäessä maata. Lyhyillä rinteillä ei joka sateella ehdi muodostua vakoeroosiota. Pitkillä rinteillä vaot suurenevät ja lisääntyvät alaspäin mentäessä, kunnes laaksoon tultaessa virtaus heikkenee kaltevuuden pienetessä, vaot madaltuvat ja alkaa ta-



Kuva 1. Kaaviokuva veden virtausnopeuden ja maaraikoiden koon välisestä suhteesta eroosiossa. Maa-aineksen irtoamiseen tarvittava kriittinen nopeus uomaerosiossa keskimäärin (ruskea kokoviiva) ja sen vaihtelu (ruskeat katkoviivat), joka savi- ja silttimaissa johtuu suurelta osin konsolidoitumisesta eli tiivistymisestä sekä nopeus, jossa maahiukkaset laskeutuvat pohjaan sedimentiksi (musta kokoviiva). Kriittistä nopeutta suurempi nopeus aikaansaa eroosiota ja irronneiden maahiukkasten kuljetukseen riittää kriittistä nopeutta pienempi nopeus, kunnes hiukkaset sedimentoituvat. Maan raekokoluokat on ilmaistu kahden eri luokituksen mukaan.

pahtua maan laskeutumista ja kerrostumista eli sedimentoitumista vaon pohjalle tai ympäröivän tasamaan pinnalle (kuva 1). Näin tapahtuu, elleivät vaot yhdy puroksi, joka jatkaa veden ja maahiukkasten kuljetusta laaksoa pitkin ja johtaa maa-ainekset kerrostumaan kauemmas vesistöjen pohjille. Vakoeroosio vastaa rinnemailla maan kuljetuksesta usein suurimmaksi osaksi.

Pitkillä jyrkillä rinteillä vaot voivat suureta alaosissa rotkomaisiksi syöpmiksi aiheuttaen rotkoeroosiota tai syöpmäeroosiota. Rajana vaon ja rotkon välillä on yleisesti pidetty uoman noin 0,1 neliömetrin poikkileikkauspinta-alaa. Kun syöpmärotko on muodostunut, se pitenee nopeasti yläpäästään veden syöksyessä jyrkkää päätä alas ja kuluttaessa rotkon seinämää. Samalla tapahtuu usein yläpäähän sortumista ja rotkot myös levenevät seinämien sortuessa.

Syöpmärotkojen muodostuminen edellyttää riittävää vesimäärää eli riittävän suurta valuma-aluetta ja riittävää kaltevuutta. Mitä kaltevampi maan pinta on, sitä pienempi valuma-alue riittää syöpmärotkojen syntyyn. Myös sadeoloilla ja kasvillisuudella on suuri vaikutus. Rinteen kaltevuuden ei kuitenkaan välttämättä tarvitse olla mitenkään kovin suuri. Länsi-Euroopan sadeoloissa jo 1-10 cm metriä kohden riittää, jos maalaji on herkästi syöpmävää sekä maa kasvipeitteöntä ja vettä kertyy vajaasta hehtaarista kymmeneen hehtaariin laajalta alueelta. Vastaavasti metsän hakkuualueella kriittinen kaltevuus on 20 cm metriä kohden, kun vettä kertyy noin hehtaarin alueelta. Suomessa sademäärät ovat jonkin

verran pienempiä kuin Länsi-Euroopassa, minkä takia syöpmiä ei synny aivan yhtä helposti.

Pintaeroosion ja syöpmäeroosion lisäksi puhutaan uomaerosiosta, jota tapahtuu puroissa, jokiuomissa ja tietysti myös ihmisen tekemissä uomissa kuten ojissa. Uomaerosio kohdistuu uoman pohjaan ja seinämiin. Ojan eroosio voi johtaa syöpmärotkon syntymiseen ja esimerkiksi rinteen suuntaisesti kaivetut lautasauravaot voivat kehittyä eroosiovaioiksi.

Ilman liike-energiaa voi myös kuljettaa maahiukkasia, jolloin puhutaan tuulieroosiosta. Tuulen nopeus kasvaa maanpinnasta ylöspäin. Kun tuuli on saanut hiukkasen irti maasta ja nousemaan ylemmäs, hiukkaset voivat kulkeutua pitkiäkin matkoja. Osa hiukkasista liikkuu maan pintaa pitkin vierimällä tai hyppimällä, kuten vesieroosiossa uoman pohjalla. Helpoimmin tuulen mukaan lähteviä ovat maahiukkaset, joiden läpimitta on 0,10-0,15 mm, mutta tavallisesti tuuli kuljettaa hiukkasia väliltä 0,05-0,5 mm ja tuulen aikaansaamissa kerrostumissa on eniten läpimitaltaan 0,30-0,42 mm:n kokoisia hiukkasia. Isompien hiukkasten liikkeelle lähtöä heikentää niiden koko. Pienempien liikkeelle lähtöä heikentää taas niiden keskinäinen koheesio ja ympäröivien karkeampien rakeiden antama suoja. Suhteelliset erot erityisesti karkeamman aineksen suuntaan ovat paljon suurempia kuin veden yhteydessä. Näin tuulen kuljetuksesta sedimentoituneet ainekset, kuten dyynit, ovat paljon tehokkaammin lajittuneita kuin virtaavan veden kuljetuksesta syntyneet maaperä-

muodostumat. Tuulieroosion merkitys on suurin kuivilla ja aukeilla alueilla, eikä sitä esiinny metsissä. Metsät kyllä sedimentoivat tehokkaasti tuulen kuljettamia hiukkasia ja puhdistavat näin ilmaa.

Painovoiman aikaansaamaa eroosiota kutsutaan usein maan massaliikunnoiksi, koska siinä ei ole kysymys vain tiettyjen raekokojen irtoamisesta ja kulkeutumisesta vaan jonkin alueen koko maamassan tai pintamaakerroksen liikkumisesta. Hyvin usein massaliikuntojen syynä on maan vettyminen rankkasateiden tai lumen, jään tai roudan sulamisen takia. Jyrkillä rinteillä nopeimmin eteneviä massojen liikkeitä voidaan kutsua maanvyöryiksi ja hyvin vetisten massojen liikkeitä myös mutavyöryiksi. Näitä esiintyy vain vuoris- toissa, ja ne voivat tuhota myös metsiä, vaikka metsät yleensä vähentävät niiden esiintymisriskiä. Loivemmillä rinteillä voidaan puhua maanvieremistä, joissa maan liikkumisnopeus voi vaihdella hyvin paljon: noin yhdestä metristä vuodessa useisiin satoihin metreihin tunnissa. Hitainta maan liik- kumista, jossa nopeus on alle 30 cm vuodessa, kutsutaan maan valumiseksi eli solifluktioksi.

Maan massaliikunnoissa siirtyvät maamäärät ovat suuria verrattuna vesi- tai tuulieroosioon. Maan leikkauslujuus ku- vaa maan herkkyyttä massaliikuntoihin. Jos painovoiman rin- teensuuntainen vektori ylittää leikkauslujuuden, maa voi läh- teä liikkeelle. Hitaimpia massaliikuntoja puiden juurten maa- ta sitova vaikutus vähentää tehokkaasti. Maanvieremiä ja maan valumista voi esiintyä Suomessakin erityisesti lustosa- vialueilla ja muilla hienojakoisilla mailla, varsinkin syöpynei- den puro- tai jokiuomien tai maaleikkausten läheisyydessä.

Eroosio metsissä

Meillä Suomessa ilmastolliset eroosion edellytykset ovat suhteellisen heikot seuraavista syistä: vuosisadanta on mel- ko pieni ja suurin osa siitä tulee lumena, rankkasateita esiin- tyy harvoin, maasto on suhteellisen tasaista ja maaperä on keskimäärin melko karkeaa. Lumen sulamisen yhteydessä voi kuitenkin syntyä runsastakin pintavaluntaa, joka voi johtaa eroosioon paljaan maan ollessa sulana. Paikallisesti maaston ja maaperän ominaisuudet voivat luoda edellytykset eroo- siolle silloin, kun kivennäismaan pinta on paljaana. Aikanaan mannerjäätikön sulamisen jälkeen maaperä oli paljas - siltä ajalta olevia eroosion jälkiä näkyy metsissä vielä nykyään- kin. Jääkauden jälkeisen maankohoamisen aiheuttamat ves- sien virtausolojen muutokset samoin kuin ihmisten tekemät järvenlaskut ovat paljastaneet vesistön pohjaa alttiiksi eroo- siolle ja jättäneet vanhoja rantaeroosion jälkiä esille. Kaikki nämä ovat nykymetsissä näkyvissä. Myös kaikki jääkauden jäljet maastossa ovat jääeroosioon liittyviä. Alueiden met- sitymisen jälkeen luonnonilmioiden aiheuttama eroosio on ollut hyvin vähäistä.

Varttuneissa ja vanhoissa metsissä, joissa pintakasvil- lisuus ja kangashumuskerros ovat hyvin kehittyneitä, eroo- siota tapahtuu erittäin vähän (kuva 2). Tähän on monia syitä. Ensinnäkin osa sadevedestä pidättyy latvuksiin interseptio- vetenä, joka haihtuu eikä päädy koskaan maahan asti. Met- sissä maanpinnalle päätyvä osa sateesta eli metsikkösadan- ta on varttuneissa kuusikoissa keskimäärin 65-70 %, män-

niköissä noin 75 % ja koivikoissa noin 80 % puuston yläpuo- lelle ja aukealle tulevasta sademäärästä eli vapaasta sadan- nasta kesäaikana. Toiseksi latvusten alle tippuvan läpisadan- nan suurien pisaroiden aiheuttamaa suurentunutta eroosio- riskiä kompensoi metsässä maanpinnan luontainen peittei- syys, sillä kaikkialla on puista pudonnutta kariketta ja yleen- sä myös pintakasvillisuutta. Meillä boreaalisissa metsissä ki- vennäismaata peittää lisäksi hajonneista karikkeista ja kas- vien juurista muodostunut kangashumuskerros. Näin pisa- roiden kivennäismaa-ainesta irrottava vaikutus estyy. Kol- manneksi maahan tuleva sade imeytyy metsissä helpos- ti huokoiseen humuskerrokseen eikä pintavaluntaa pääse syntymään. Humuskerroksen läpi suotautunut vesi imeytyy hyvin kivennäismaahan puiden juurten pitäessä pintamaan kuohkeana. Tämä vaikutus säilyy vielä avohakkuun jälkeen- kin kymmenkunta vuotta.

Luonnonmetsissä ajoittaiset myrskytuhot voivat paljas- taa kivennäismaata, mutta harvoin niin paljon ja yhtenäisesti rinnemailla, että eroosio lähtisi alkuun. Voimakkaat metsä- palot voivat polttaa humuskerroksen myös kokonaan pois, mutta sekään ei liene kovin yleistä. Vasta ihmisen toiminta metsissä on altistanut metsämaata eroosiolle yleisemmin.

Varhaisimmat puutavaran poimintahakkuut kotitarve- puuksi eivät yleensä lisänneet eroosioriskiä, koska niiden yh- teydessä ei paljastunut kivennäismaan pintaa. Sama koskee vielä kaupallisiakin hakkuita puutavaran hevostorjuun aika- na. Kaskiviljelyn yhteydessä metsiä hakattiin voimakkaas- ti sekä maata suojaavaa humuskerrosta poltettiin ja sekoit- tettiin muokkauksessa kivennäismaahan, mikä altisti maan- pinta-eroosiolle. Kaskiviljelyn vaikutusta rinnemaiden pinta- eroosioon on vaikea arvioida jälkikäteen, mutta varmasti vai- kutusta on syntynyt muutaman viljelyvuoden aikana. Eroosion jäljet nimittäin näkyvät vesistöjen pohjakerrostumissa. Vilje- lyvaihetta seuraavina vuosina maanpinnan peitti pian pinta- kasvillisuus, ja vähitellen alueet metsittyivät, mikä johti eroo- sion vähenemiseen. Osa kaskimaista jäi kuitenkin pysyvästi viljellyiksi, jolloin eroosio jatkuu.

Suometsien ja veden vaivaamien soistuneiden kangas- metsien kuivattaminen ojitamalla lisäsi selvästi eroosiota. Kaivetuissa ojissa tapahtuu uomaeroosiota ja ojista noste- tuissa kaivumaissa pintaeroosiota. Maiden liikuttelu ja suu- ri poisvirtaavan veden määrä kaivun yhteydessä johtaa ly- hytaikaiseen suureen eroosioon, jonka määrä riippuu tur- peen laadusta ja ojan pohjan kivennäismaan laadusta ohut- turpeisilla soilla tai soistuneilla kankailla. Jos ojat on suun- niteltu oikein eikä veden virtausnopeus ojissa ylitä maape- rän mukaisia rajavirtausnopeuksia, eroosio jatkuu sateiden ja maalajin määräämällä tasolla muutaman vuoden kunnes ojaluiskat ja kaivumaat saavat kasvipeitteen ja helpoimmin liikkeelle lähtevä aines on poistunut. Jos veden virtauksen rajanopeus ylittyy liian suuren kaltevuuden takia, uoma läh- tee syöpymään ja voi johtaa pitempiaikaiseen voimakkaa- seen eroosioon. Samat ongelmat ovat kunnostusojituksen yhteydessä, mutta hyvällä suunnittelulla ja huolellisella to- teutuksella ne voidaan välttää.

Metsätaloudessa ja hydrologiassa meillä on kutsuttu eroosiossa poistuvaa maa-ainesmäärää kiintoaineshuuh- toumaksi sekä vesistöön tulevaa ja sedimentoituvaa aines-



Kuva 2. Varttuneissa ja vanhoissa metsissä, joissa pintakasvillisuus ja kangashumuskerros ovat hyvin kehittyneitä, vesi- ja tuulieroosiota sekä maan massaliikuntoja tapahtuu hyvin vähän. Kenttä- ja pohjakerroksen yhtenäinen kasvipeite ottaa vesipisarot vastaan estäen niiden tiivistävän ja maahiukkasia irrrottavan vaikutuksen. Tuulieroosiota esiintyy vain kuivilla ja aukeilla alueilla. Painovoiman aikaansaama eroosio eli maamassojen tai pintamaakerroksen liikkuminen tapahtuu jyrkillä rinteillä tai vuoristoissa maan- tai mutavyöryminä. Vyörymät ovat harvinaisia metsäpeitteisillä alueilla Suomessa. Kuva: Hannu Nousiainen.

ta kiintoaineskuormaksi. Luonnostaan se on metsämaalta vain muutama kilogramma hehtaaria kohden vuodessa, mutta ojitus tai kunnostusojitus voi nostaa sen tasolle 100-400 kg hehtaaria kohden ensimmäisenä vuonna toimenpiteen jälkeen. Mitä suurempi osa tästä on eloperäistä turveainesta eli humusta, sitä haitallisempaa se on vesistöille. Mainitun vaihtelun maksimitaso vastaa noin 0,03 millimetrin paksuisen kivennäismaakerroksen tai noin 0,5 millimetrin paksuisen turvekerroksen poistumista, eikä tällä menetyksellä ole metsän maaperälle mitään käytännön merkitystä. Vesistöihin sedimentoituessaan sen vaikutus voi kyllä olla paikallisesti hyvin suuri. Tältä tasolta määrä vähenee vuosittain nopeasti ja palautuu alkuperäiselle tasolleen vajassa kymmenessä vuodessa.

Keskimäärin yhdeksältä valuma-alueparilta tutkituina kunnostusojitus lisäsi eroosiota 17,5-kertaiseksi ensimmäisenä vuonna ja vielä neljäntenä vuonna 3,45-kertaiseksi. Jos otetaan huomioon kiintoainekuormituksesta olemassa olevat tutkimustulokset ja vuotuiset kunnostusojituspinta-alat sekä ojituksen vaikutuksen kestoaika, metsätalouden vaikutus kiintoainekuormitukseen on arvioiden mukaan koko Suomen alueella 71 000 megagrammaa (Mg) vuodessa. Tämä merkitsee 54 prosentin lisäystä metsäalueilta luonnostaan tulevaan kuormitukseen, vaikka nykyohjeiden mukaisia vesiensuojelutoimenpiteitä käytettäisiin. Kunnostusoji-

tus onkin nykyisistä metsätalouden toimenpiteistä selvästi eniten eroosiota lisäävä. Ojituksesta ja kunnostusojituksesta aiheutuneen lisääntyneen eroosion aikaansaamaa vesiensuojelutoimenpitein, joiden teho kuitenkin vaihtelee paljon. Kaikkia käytettävissä olevia keinoja on pyrittävä käyttämään, ja uusiakin pitäisi kehittää vesistöjen hyvän laadun ylläpitämiseksi.

Nykyinen koneellinen hakkuu ja puunkorjuu voivat paljastaa kivennäismaata koneiden kulku-urissa. Kaltevalla maanpinnalla vesi voi virrata urissa ja aiheuttaa eroosiota. Rinnemaastossa ajourien tulisi olla mahdollisimman hyvin korkeuskäyrien suuntaisia. Niin puunkorjuuta kuin muutakin metsätaloutta varten rakennetut metsätiet ovat paljastaneet myös paljon kivennäismaata ja lisänneet eroosiota. Näissä yhteyksissä lähtee liikkeelle pintaeroosiota itse tieltä, ojaluisilta ja rinneleikkauksilta sekä mahdollisesti uomaeroosiota tieojien pohjasta. Tienrakennuksen ja -kunnostuksen yhteydessä on pyrittävä käyttämään mahdollisimman hyviä vesiensuojelumenetelmiä eroosioaineksen vesistöihin pääsyn estämiseksi. Hakkuun ja puunkorjuun vaikutuksista eroosion määrään Suomessa ei ole luotettavia mittaustuloksia.

Metsien uudistamiseen nykyisin lähes säännönmukaisesti liittyvä metsämaan pinnan käsittely eli maanmuokkaus paljastaa yleensä runsaasti kivennäismaan pintaa alltiiksi

eroosiolle. Kevyen maanpinnan käsittelyn, kuten laikutuksen, vaikutus eroosioon jää kuitenkin pieneksi, koska paljastetut laikut eivät ole yhteydessä toisiinsa. Lautasaurauksessa vaot ovat alttiita eroosiolle, jos ne on tehty rinteiden pääkaltevuuden suuntaan, eli tätä tulisi välttää. Tätä muokkausmenetelmää käytetäänkin yleisimmin suhteellisen karkeajakoisilla mailla, joilla vesi imeytyy hyvin maaperään eikä pintavalunta useinkaan pääse muodostumaan edes vaoissa. Lautasaurauksen aiheuttaman eroosioaineen pääsy vesistöihin on yleensä helposti estettävissä metsätalouden vesiensuojeluohjeita noudattamalla.

Voimakkaammat muokkausmenetelmät, kuten aikanaan metsäaureaus ja nykyisin vakomätästys, voivat lisätä eroosiota selvästi, sillä niitä käytetään yleensä hienojakoisilla ja eroosioherkillä sekä jälkimmäistä veden vaivaamalla mailla, jolloin muokkausvaoissa virtaa usein vettä. Näiden käytöt edellyttävätkin hyvää suunnittelua ja vesiensuojelutoimenpiteitä, joilla pyritään vähentämään eroosiota ja estämään irronneen maa-aineksen pääsy vesistöihin sedimentoimalla se jo aiemmin. Tehokkaimpia tässä suhteessa ovat erilaiset suojavyöhykkeet, suojakaistat ja pintavalutuskentät, joiden tarvittavat leveydet ja pinta-alat löytyvät metsätalouden ohjeistoista.

Erosion vaikutuksia on monissa yhteyksissä pyritty arvioimaan erilaisilla laskentamalleilla, joissa pyritään ottamaan huomioon eroosioon vaikuttavat tekijät. Ensimmäiset laajaan käyttöön tehdyt mallit kehitettiin Yhdysvalloissa. Niistä yleisimmin käytetyssä USLE-kaavassa on sateen syövyttävyyden, maaperän syöpyvyyden sekä rinteiden pituuden ja kaltevuuden ohella mukana kasvipeitteisyyden ja viljelytavan sekä eroosiontorjuntamenetelmien vaikutus. Kasvipeitteisyyden ja viljelytavan vaikutus esitetään yhtenä kertoimena (C), jossa maksimia edustaa paljas sileäksi muokattu kesantopelto (C = 1,0). Minimiä edustaa alikasvosta sisältävä metsä, jossa puuston latvuspeittävyys on 75–100 % ja jossa yli 5 senttimetriä paksu humuskerros peittää 90–100 % alueesta (C = 0,0001–0,001). Näin siis täystiheän metsän raivaaminen pelloksi voi lisätä eroosiota 1 000–10 000-kertaiseksi. Kevyesti muokatulle avohakkuualalle, jossa kivennäismaan pinnasta on paljaana 40 %, kertoimen arvoksi esitetään C = 0,08–0,20.

Metsänkäsittelyn vaikutusta kuvaavat kertoimet eivät pohjautu yhtä laajoihin mittauksiin kuin maatalouden toimenpiteiden, mutta ne antavat hyvän kuvan metsän ja metsätalouden vaikutuksesta eroosioon. Nykyisin USLE-kaavasta on kehitetty uusi tietokonelaskentaan perustuva versio, RUSLE2, joka on vapaasti saatavissa ja jossa vuotuinen eroosio pitäisi olla laskettavissa yksikkörinteelle valuma-alueen rajalta uomaan saakka myös eri tavoin käsitellyillä metsämailla, joilla voi esiintyä vain pinta- tai vakoeroosiota. Kunnostusojituksen uomaeroosion riskiä on Suomessa pyritty arvioimaan topografisten ja maaperällisten paikkatietojen analysoinnilla.

Erosio on lisääntynyt ihmisen otettua metsää kasvavia alueita muuhun käyttöön, kuten laidun- ja viljelysmaiksi, liikenneyliiksi ja asutukseen. Muun käytön loputtua alueet usein metsittyvät vähitellen luonnostaan. Kaikkialla se ei kuitenkaan onnistu luontaisesti ilmaston, eroosion aiheutta-

man maaperän köyhtymisen tai siementävän puuston puutteen takia.

Paikoissa, joissa eroosio on voimakasta, sitä pyritään yleensä rajoittamaan erilaisin keinoin, koska se vähitellen muuttaa maat viljelykelvottomiksi ja vahingoittaa läheisiä vesistöjä. Metsittäminen on selvästi pitkävaikutteisoin keino eroosion vähentämiseksi. Eroosiota torjutaan istuttamalla kasvupaikalle mahdollisimman hyvin menestyviä sekä tuhoja ja tauteja vastaan kestäviä puulajeja eli käytännössä yleensä alueen alkuperäisiä puulajeja. Metsityksen ainoa heikkous on se, että sen hyvää vaikutusta joudutaan odottamaan useita vuosia, koska taimikko suojaa maata aluksi vain heikosti. Voidaan sanoa, että tehokkainta eroosiontorjuntaa on pyrkiä säilyttämään metsät siellä, missä niitä on, ja hoitaa niitä niin, että niistä lähtee liikkeelle eroosiota mahdollisimman vähän.

Kirjallisuus

- Finér, L., Mattsson, T., Joensuu, S., Koivusalo, H., Laurén, A., Makkonen, T., Nieminen, M., Tattari, S., Ahti, E., Kortelainen, P., Koskiahjo, J., Leinonen, A., Nevalainen, R., Piirainen, S., Saarelainen, J., Sarkkola, S. ja Vuollekoski, M. 2010. Metsäisten valuma-alueiden vesistökuormituksen laskenta. Suomen Ympäristö 10/2010. 33 s. <http://hdl.handle.net/10138/37973>
- Ide, J., Finér, L., Laurén, A., Piirainen, S. & Launiainen, S. 2013. Effects of clear-cutting on annual and seasonal runoff from a boreal forest catchment in eastern Finland. *Forest Ecology and Management* 304: 482–491. <http://dx.doi.org/doi:10.1016/j.foreco.2013.05.051>
- Mannerkoski, H. 2012. Metsien ilmastolliset ja hydrologiset suojavaikutukset. Itä-Suomen yliopisto, metsätieteiden osasto. *Silva Carelica* 57. 295 s. ISBN 978-952-61-0819-3
- Mustonen, S. (toim.) 1986. Sovellettu hydrologia. Vesiyhdistys ry., Helsinki. 503 s.
- Nieminen, M., Ahti, E., Koivusalo, H., Mattsson, T., Sarkkola, S. & Laurén, A. 2010. Export of suspended solids and dissolved elements from peatland areas after ditch network maintenance in south-central Finland. *Silva Fennica* 44(1): 39–49. <http://dx.doi.org/doi:10.14214/sf.161>
- Poesen, J., Nachtergaele, J., Verstraeten, G. & Valentin, C. 2003. Gully erosion and environmental change: importance and research needs. *Catena* 50: 91–133.
- Wischmeier, W. H. & Smith, D. D. 1978. Predicting rainfall erosion losses – a guide to conservation planning. U. S. Department of Agriculture, *Agriculture Handbook* 537. 58 s. http://www.ars.usda.gov/SP2UserFiles/ad_hoc/36021500USLEDatabase/AH_537.pdf

4.3 Tuhoeläimet ja puiden taudit sekä pölytyspalvelut

Tuhoeläimet ja puiden taudit metsäekosysteemeissä

Seppo Neuvonen

Tuholaiset - ihmisen kannalta haitallisia eliöitä, mutta olennaisia ekosysteemien toiminnassa

Metsäpuillamme elää useita satoja hyönteis- ja sienilajeja, mutta vain pientä osaa näistä kutsutaan tuholaisiksi. Termiä tuholainen tai tuhohyönteinen korostaa ihmisen näkökulmaa, ja sitä käytetään lajeista, jotka ainakin joskus voivat runsastua niin paljon, että ihmisille aiheutuu taloudellisia tappioita. Eri hyönteis- ja sienilajit käyttävät isäntäkasviensa eri osia lajityypillisillä tavoilla (taulukot 1 ja 2). Puiden lehtiä tai neulasia syövät hyönteiset ovat enimmäkseen perhosia, sahapistiäisiä tai lehtikuoriaisia. Kirvat imevät kasvinesteitä, ja kaarnakuoriaiset nakertavat nilaa. Maassamme näihin ryhmiin kuuluvista sadoista lajeista vain muutama kymmenen aiheuttaa tuhoja niin usein, että ne on katsottu aiheellisiksi sisällyttää Metsäntutkimuslaitoksen tuhonaiheuttajaluetteloon. Näistäkin lajeista vain muutamalla on huomattavaa taloudellista merkitystä.

Havumetsävyöhykkeessä hyönteisten ja puita vaivaavien tautien aiheuttamilla tuhoilla on luonnonvaraisilla metsäalueilla erittäin huomattava merkitys sukkession uudelleen aloittavana häiriötekijänä. Suomessa pitkään jatkunut intensiivinen metsätalous on muuttanut metsien ikärakennetta ja maiseman koostumusta niin, ettei laajoja vakavia ja puita tappavia hyönteistuhohoja ole esiintynyt havumetsissä. Esimerkkejä vakavista hyönteistuhohoista löytyy muun muassa Kanadasta, jossa kuusikäriäiset (*Choristoneura* spp.) ja kaarnakuoriaiset ovat aiheuttaneet tuhoja kymmenien miljoonien hehtaarien alueilla.

Laajimmat hyönteistuhot Suomen havumetsissä ovat mäntypistiäisten aiheuttamia, ja ne aiheuttavat lähinnä kasvutappioita. Myös sienitaudeilla, kuten versosurmalla (*Gremmeniella abietina*), on ajoittain laajahkoja epidemioita. Tuholaisten runsaudenvaihteluissa voidaan erottaa erilaisia tyyppejä. Pääosa tuholaislajeista on harvalukuisia suurimman osan aikaa, ja tällaisina jaksoina esimerkiksi ruskomäntypistiäisiä (*Neodiprion sertifer*) voi olla metsikössä vähemmän kuin sellaisia mäntypistiäislajeja, jotka eivät aiheuta tuhoja. Aika ajoin tuholaiset runsastuvat. Joukkoesiintymiä voi olla epäsäännöllisin väliajoin, mistä esimerkkinä mainittakoon rusko- ja pilkkumäntypistiäisen (*Diprion pini*) ja versosurman aiheuttamat tuhot, tai säännöllisin väliajoin, kuten tunturimittarilla (*Epirrita autumnata*) Pohjois-Fennoskandiassa. Tärkeimmillä Suomessa esiintyvillä tuholaisilla joukkoesiintymät kestävät kerrallaan yleensä enintään pari kol-

me vuotta, siinä missä Pohjois-Amerikan havumetsissä kuusikäriäisten aiheuttamat tuhot voivat kestää yli 10 vuotta.

Metsätalousalueen pohjoispuolella sijaitsevat tunturikoivikot kärsivät usein toistuvista hyönteistuhohoista. Suomen Lapissa tuhoja on aiheuttanut erityisesti tunturimittari mutta tällä vuosituhannella myös hallamittari (*Operophtera brumata*). Näiden lajien kannat vaihtelevat melko säännöllisesti Pohjois-Ruotsissa ja Norjassa, ja huippuvuosia on yleensä 8–11 vuoden välein. Suomen Lappi on ilmastoiltaan Pohjois-Ruotsia ja Norjaa mantereisempaa aluetta, jossa kovat pakkaset rajoittavat tuhojen esiintymistä, ja tuhojen esiintyminen on epäsäännöllisempää. Tunturimittarin aiheuttama tunturikoivikon paljaaksi syönti on aiheuttanut Suomen Lapissa laajoja puustokuolemia 1920- ja 1960-luvuilla. Utsjoella 1960-luvun puolivälissä tuhoutui yli tuhat neliökilometriä tunturikoivikkoa, minkä seurauksena niin sanottu luurankometsät luonnehtivat alueen maisemaa vielä 1980-luvulla. Viime vuosikymmenellä hallamittarit aiheuttivat vastaavanlaista tuhoa Utsjoen itäosissa Kaldoavin erämaa-alueella yli 400 neliökilometrin alueella.

Merkittävimmät metsätautimme ovat sienten aiheuttamia, ja usein tautiepidemioiden puhkeamisen taustalla ovat poikkeukselliset sääolot. Sienet leviävät itiöiden avulla, ja sääolot vaikuttavat paitsi puiden vastustuskykyyn myös sieni-itiöiden leviämiseen, itämiseen ja sienen tunkeutumiseen kasvisolukkaan. Havumetsiemme taloudellisesti vahingollisimpia taudinaiheuttajia ovat tyvilahoa aiheuttavat juurikäävät (*Heterobasidion* spp.), joiden aiheuttamien tuhojen on Suomessa arvioitu olevan vähintään 45 miljoonaa euroa vuodessa.

Tuhohyönteisten ja tautien aiheuttamia tuhoja on pyritty torjumaan eri tavoin taloudellisten menetysten minimoimiseksi. Kemiallisten torjunta-aineiden käyttöä metsätuhohojen torjunnassa on rajoitettu haitallisten ympäristövaikutusten vuoksi. Tämä on perusteltua senkin vuoksi, että esimerkiksi mäntypistiäistuhot esiintyvät usein karuissa männiköissä, jotka voivat olla myös pohjavesialueita. Metsien tuholaisien ja tautien torjunnassa on siirrytty enenevässä määrin ympäristöystävällisempiin menetelmiin, kuten biologiseen torjuntaan ja tuhoriskien vähentämiseen metsänhoidon keinoin.

Tuholaisia ja tauteja erilaisissa metsiköissä

Talousmetsät uudistetaan Suomessa tavallisimmin taimia istuttamalla, ja istutettujen taimien vaivana on lukuisia eläin- ja sienitautilajeja (taulukko 1). Myyrät, joiden kannat vaihte-



Kuva 1. Tunturimittarin (*Epirrita autumnata*) aiheuttamat tuhot vaikuttavat Pohjois-Euroopassa laajoilla alueilla tunturikoivikon ekosysteemipalveluihin ja maiseman matkailuarvoihin. Kuva: Seppo Neuvonen.

Taulukko 1. Eri puulajeillamme esiintyvät tärkeimmät tuhohyönteiset ja sienitaudit. Kaarnakuoriaiset ja muut runkotuholaiset esitetään Taulukossa 2. Taloudellisesti tai ekologisesti merkittävimmät lajit on lihavoitu. * = erityisesti taimien tuholaisia. Sähköisestä kirjasta klikkaamalla alleviivattua lajinimeä pääsee kyseisestä lajista kertovalle www-sivulle.

Hyönteiset	Mänty	Kuusi	Lehtipuut
Neulasia/lehtiä syöviä	Ruskomäntypistiäinen Piikkumäntypistiäinen Kirjo- ja tähtikudospistiäinen Tukkimiehentäi * Taimipikikärsäkäs * Punalatikka ja peltolude *	Kuusenkudospistiäinen Iso- ja pikkuhavukirva Tukkimiehentäi * Kuusenniluri * Havupunkki *	Tunturimittari Halla- ja lumimittari Koivukehrääjä Idän- ja lepänlehtikuoriainen Keihäsmittari *
Mahdollisesti leviävä tuholainen	Havununna	Havununna	
Käpy- ja siementuholaisia	Käypikikärsäkäs	Käpykoisa ja käpykääriäinen Kuusentalvikkiruoste Kuusentuomiruoste	
Taudit	Männnytyvitervastauti (Männynjuurikäpää) Versosurma Kuplamörsky ja mesisienet * Tervasroso ja männynversoruoste Syyshaavakka ja verinahakka Männynkääpä	Kuusentyvilaho (Kuusenjuurikäpää) Männynkaristesieni Mesisienet Verinahakka	Koivunruoste Saarnensurma Pakurikäpää Verinahakka
Kuolleilla puilla / kannoilla	Kantokääpä Verinahakka	Verinahakka	Pöckelökääpä ja taulakääpä Verinahakka

levat maassamme 3–4 vuoden sykleissä, ovat yksi merkittävimmistä tuholaisista taimikoissa. Esimerkiksi myyrähuipun 2005–2006 aikana myyrät tappoivat arviolta 8,5 miljoonaa istutettua puuntainta, joista 80 prosenttia oli kuusia. Nisäkäistä myös hirvieläimet aiheuttavat pahoja tuhoja, joita käsitellään seuraavassa artikkelissa.

Laajamittainen metsänuudistaminen avohakkuin ja istutustaimien käyttö metsänuudistamisessa ovat luoneet poikkeuksellisen hyvät olosuhteet joidenkin tuholaisien lisääntymiselle. Tällainen on erityisesti kovakuoriaisiin kuuluva tukkimiehentäi (*Hylobius abietis*), joka on yleensä varsin vähälukuinen luonnontilaisilla metsäalueilla.

Varttuneempien männiköiden pahimpia tuhohyönteisiä ovat mäntypistiäiset ja ytimennävertäjät (*Tomicus* spp.). Suomessa esiintyvistä mäntypistiäislajeista vain ruskomäntypistiäinen ja pilkkumäntypistiäinen ovat aiheuttaneet maassamme merkittäviä tuhoja. Normaalilla kuivemmat kesät voivat laukaista epäsäännöllisin välein mäntypistiäisten joukkoesiintymiä. Mäntypistiäisten aiheuttamat tuhot esiintyvät yleisimmin karuilla ja kuivilla kasvupaikoilla.

Ruskomäntypistiäinen on tavallisempi tuhonaieuttaja, ja sen toukat syövät edellisvuotisia tai vanhempia neulasia. Yksittäinen tuho kestää metsikössä yleensä pari kolme vuotta, mutta sen haitalliset vaikutukset kasvuun kasvuun voivat näkyä pidempään. Ruskomäntypistiäinen talvehtii munina, jotka naaras on sijoittanut neulasten sisään sahamaisella munanasettimellaan. Munat ovat siis alltiina talvipakkasille, ja niiden on todettu kestävän noin 36 pakkasasteen lämpötiloja. Tätä kovemmat pakkaset ovat nykyilmastossa tavallisia Itä- ja Pohjois-Suomessa, minkä ansiosta ruskomäntypistiäistuhot ovat olleet harvinaisia näillä alueilla. Poikkeuksena ovat Saariselän tuntureiden metsänrajamänniköiden lähes krooniset mäntypistiäistuhot. Ne johtuvat siitä, että kovilla pakkasilla kylmä ilma valuu tunturimaastossa laaksojen pohjalle ja korkeammat lämpötilat ylärinteiden metsänrajavyöhykkeellä mahdollistavat pistiäismunien elossa säilymisen.

Pilkkumäntypistiäisen toukat syövät männynneulasia loppukesällä, ja ne käyttävät ravinnokseen myös samana kesänä syntyneitä neulasia. Seuraukset tällaisesta syönnistä ovat männyn kannalta vakavammalla kuin ruskomäntypistiäisen syönnöksestä, jossa uusin neulaskerta jää useimmiten jäljelle. Mäntypistiäisten heikentämien puiden kimppuun voi myös hyökätä muita tuholaisia, kuten kaarnakuoriaisiin kuuluvia ytimennävertäjiä. Niiden aiheuttamat vauriot ovat tavallisia myös puutavaravarastojen läheisissä metsissä.

Kuusikoidemme pahimmat tuholaiset löytyvät sienitaudeista. Etelä-Suomessa kuusentyvilaho (*Heterobasidion parviporum*) on kuusen pahin tauti, ja se alkaa vaivata kuusikoita yleensä noin 40 vuoden iässä. Tauti voi levitä sekä ilmäteitse itiöiden avulla että puiden välisten juuriyhteyksien kautta. Sieni voi myös elää vanhoissa kannoissa jopa 30 vuotta ja levitä niistä uusiin puihin.

Kuusen neulasia syövät hyönteiset eivät sen sijaan yleensä ole aiheuttaneet merkittäviä tuhoja kuusikoissamme. Euroopan kuusikoiden pahimpana tuholaisena pidetään puun nilaa ravintonaan käyttävää kirjanpainajaa (*Ips typographus*), joka normaalisti elää myrskytuhojen vaurioittamissa kuusissa mutta niissä runsastuttuaan voi tappaa eläviä kuusia.



Kuva 2. Tukkimiehentäi (*Hylobius abietis*) voi aiheuttaa viljelymetsätaloudessa merkittäviä tuhoja vahingoittamalla tärkeimpien puulajien taimia. Se lisääntyy havupuiden kannoissa ja aikuiset kuoriaiset käyttävät ravinnokseen taimien kuorta. Kuva: Erkki Oksanen, Luke.

Suomessa kirjanpainajan aiheuttamat tuhot eivät ole olleet yhtä runsaita kuin esimerkiksi Ruotsissa, jossa viime vuosikymmenen myrskytuhojen jälkeen kirjanpainajat kuivattivat noin neljä miljoonaa kuutiometriä kuusia.

Laajojen metsätuhojen ehkäisemiseksi ja hillitsemiseksi maassamme säädettiin 1990-luvun alussa metsätuholaki, jota uudistettiin vuoden 2014 alussa. Kirjanpainajan ja muiden kaarnakuoriaisten lisääntymisen rajoittamiseksi laissa säädetään, että kaadetut ja vaurioituneet havupuut on poistettava metsästä kymmentä kuutiometriä ylittävältä osalta tiettyihin päivämääriin mennessä.

Taulukko 2. Eri puulajeillamme esiintyvät tärkeimmät kaarnakuoriaiset ja muut runkotuholaiset. Taloudellisesti tai ekologisesti merkittävimmät lajit on lihavoitu. Sähköisestä kirjasta klikkaamalla alleviivattua lajinimeä pääsee kyseisestä lajista kertovalle www-sivulle.

	Mänty	Kuusi	Lehtipuut
Kaarnakuoriaisia	Okakaarnakuoriainen Pystynävertäjä Vaakanävertäjä Pikakirjoittaja	Aito- ja himmeämonikirjaaja Kirjanpainaja & kiilto- ja pikkukirjanpainaja Kuusentähtikirjaaja Ukkoniluri	Koivunmantokuoriainen
Kaarnan alla / rungoissa	Latva- ja tyvipikikärsäkäs	Kuusijäärät Kuusenpikikärsäkäs	Ruskotäpläkärpänen Runkohaapsanen
Puutavarassa, kuolleissa pystypuissa, tuulenskaadoissa	Havukantojäärä Papintappaja ja sarvijaako Suutari ja Ranskanräättäli Vaippaniluri ja laakakolva Jättipuupistiäinen	Havukantojäärä Papintappaja Suutari Vaippaniluri Jätti- ja sinipuupistiäinen	Lehtitikaskuoriainen Lehtipuupiirtäjä



Kuva 3. Kuusen nilaa ravinnokseen käyttävä kirjanpainaja-hyönteinen (*Ips typographus*) on Keski-Euroopassa kuusikoiden pahin tuholaisten, jonka aiheuttamat tuhot ovat viime vuosina lisääntyneet myös Suomessa. Kuva: Erkki Oksanen, Luke.

Tuholaisten ja ekosysteemipalvelujen vuorovaikutukset ovat moninaisia

Tuholaiset vaikuttavat hiilitaseisiin, kiihdyttävät ravinnekiertoja ja aiheuttavat muutoksia kasvillisuudessa. Vakavat hyönteistuhot ja tautiepidemiat voivat muuttaa metsän hiilinielusta hiilen lähteeksi. Lievemmätkin tuhot, kuten mäntypistiäisten aiheuttama neulaskato, saattavat vähentää puiden kasvua ja niiden sitoman hiilen määrää useiden vuosien ajan.

Lehtiä tai neulasia joko puremalla tai kasvinesteitä ime-mällä syödessään hyönteiset rikkovat kasvien soluja ja vaikuttavat näin ravinteiden huuhtoutumiseen jossain määrin

myös silloin, kun tiheydet ovat alhaisia. Joukkoesiintymien aikana ravinteiden siirto maaperään ja vesistöihin moninkertaistuu hyönteisten papanoiden ja kuolleiden toukkien tippuessa alas latvustosta. Myös jäljelle jääneiden lehtien variseminen voi aikaistua syönnöksen tai sienitautien, esimerkiksi koivunruoste (*Melampsorium betulinum*), seurauksena, jolloin kasviaines joutuu hajottajaeliöiden toiminnan kohteeksi normaalia aikaisemmin.

Tuhohyönteisten joukkoesiintymien yhteydessä hyönteisten ulosteissa ja raadoissa vapautuu runsaasti ravinteita muun muassa kenttäkerroksen kasvien käyttöön. Tämä vapautuminen sekä valon lisääntyminen metsän pohjalla voivat näkyä esimerkiksi heinäkasvien runsastumisena muutamana tuhoa seuraavana vuotena. Kasvillisuuden muutos puolestaan vaikuttaa muun muassa pikkunisäkkäiden runsastumiseen ja poron ravintotalouteen.

Marja- ja sienisadot voivat kärsiä tuholaisten joukkoesiintymien aikana. Monet tuhohyönteislajit voivat varsinaisen isäntäkasvinsa lisäksi syödä myös muiden kasvilajien lehtiä. Puilla elävien hyönteisten, esimerkiksi halla- ja tunturimittarin sekä havununnan (*Lymantria monacha*) joukkoesiintymien yhteydessä havaitaan usein, että kenttäkerroksen varvut, erityisesti mustikka, on syöty lehdettömiksi. Tämä vaikuttaa suoraan heikentävästi marjasatoon. Puuston lehtien paljaksi syönti vaikuttaa myös sienisatoihin, koska mykorrhizasientien itiöemätuotanto perustuu puiden yhteyttämistuotteisiin, joiden määrä romahtaa hyönteisten syödessä yhteyttävät lehdet.

Sienitaudit ja tuhohyönteiset vaikuttavat ajoittain maisemallisia arvoja heikentävästi. Lapin matkailualalle tärkeä syksyinen ruskamatkailu voi kärsiä sekä koivunruoste ennaikaisesti ruskistamista koivikoista että tunturi- ja hallamittarin tuhoista. Koivunruoste vaikutukset ovat lyhytkestoisia ja toistuvat erityisesti runsassateisina kesinä, mutta mittaritoukkien aiheuttamat tuhot voivat näkyä maisemassa pitkiäkin aikoja.

Metsiköiden monimuotoisuus voi vaikuttaa tuhojen esiintymiseen. Yhden puulajin metsiköt tarjoavat tuhohyönteisille hyvät lisääntymisolosuhteet, kun taas tuhojen on havaittu olevan vähäisempiä sekametsissä. Tämän selityksenä voi olla se, että muiden puulajien läsnäolo haittaa hyönteisten, esimerkiksi kirjanpainajan, suunnistamista isäntäpuulajille. Monilajisempi metsikkö voi myös mahdollistaa paremmat elinolosuhteet tuholaisten luontaisille vihollisille, kuten hyönteisiä saalistaville linnuille ja pikkunisäkkäille.

Kirjanpainajat ja muut eläviä puita tappamaan kykenevät kovakuoriaiset sekä sienitaudit tuottavat metsäekosysteemiin lahoppuuta ja osallistuvat hajotusprosessin aloitukseen. Metsätuhot myös lisäävät monille uhanalaisille eliöille, kuten kääville, kovakuoriaisille ja kaksisiipisille, tärkeän lahoppuun määrää. Lahoppuun eliöstö on erittäin monilajista, mutta intensiivisen metsätalouden seurauksena monet lajit ovat harvinaistuneet Suomessa. Lahoppuun vähenemistä pidetäänkin yli 600 lajin vähenemisen tai taantumisen syynä.

Ympäristönmuutokset ja tuholaiset

Tuholaislajien kannanvaihteluihin voivat vaikuttaa hyvin erilaiset tekijät. Myös ilmastonmuutos vaikuttaa eri lajeihin eri tavoin. Hyönteisten aiheuttamien metsätuhojen riski voi kasvaa ilmaston muuttumisen ja muiden ympäristömuutosten seurauksena. Tämä ei kuitenkaan ole yleistettävissä kaikkiin lajeihin.

Osa tärkeimmistä tuhohyönteisistämme, ruskomäntypistiäinen ja koivulla elävät mittariperhoset, talvehtivat muna- vaiheessa puiden latvuksissa, missä ne ovat alttiina talvipakkasille. Kuolleisuutta aiheuttava kriittinen lämpötila on noin -36 °C. Talvien lämmitessä näiden lajien aiheuttamat tuhot voivat laajeta. Pilkkumäntypistiäiset ja kuusikoita vaivaavat kirjanpainajat puolestaan talvehtivat maaperässä, missä lumipeite suojaa niitä kovimmilta pakkasilta. Kirjanpainajan tuhoriski voi lisääntyä sekä lisääntyvien tuulituhojen että lämpimämpien kesien seurauksena.

Puidemme taudeista pahin, juurikäpää, hyötyy monin tavoin ilmaston lämpenemisestä. Talvien lämmitessä routa-aika lyhenee ja korjuuvauriot sekä myrskytuhot lisääntyvät, mikä edistää juurikäävän leviämistä ja itiötuotantoa. Myös itiöiden tartunta-aika ja rihmaston kasvuaika pitenevät talvien lyhetessä. Lisäksi kesien lämpeneminen edistää juurikäpärihmaston kasvua.

Kuusta ravintonaan käyttävistä tulokaslajeista havununna on selvästi runsastunut 2000-luvulla Etelä-Suomessa, mutta toistaiseksi se on maassamme pysynyt vähämerkityksisenä tuholaisena. Keski-Euroopassa laji aiheuttaa tuhoja etenkin ylitiheissä metsiköissä, joten ajallaan tehdyt harvennukset vähentävät havununnan aiheuttaman tuhon riskiä.

Tulokaslajien lisäksi vieraslajien aiheuttama riski on kasvamassa. Lisääntynyt kansainvälinen kauppa edistää vieraslajien leviämistä. Metsäpuiden tuholaisia ja tauteja voi siirtyä pitkiä matkoja pakkausmateriaalien tai taimien mukana. Suomeen muista maanosista saapuneita taudinaiheuttajia ovat jo 1800-luvulla levinnyt valkomännyntervasroso (*Cronartium ribicola*) sekä uudempina vieraslajeina koi-

vun levälaikku (*Phytophthora cactorum*), haavan kuoripolte (*Neofabraea populi*) ja haavanroso (*Entoleuca mammata*).

Kirjallisuus

Boyd, I. L., Freer-Smith, P. H., Gilligan, C. A. & Godfray, H. C. J. 2013. The consequence of tree pests and diseases for ecosystem services. *Science* 342: <http://dx.doi.org/10.1126/science.1235773>

Metsätuho-opas (MetINFO/Metla). <http://www.metla.fi/metinfo/metsienterveys/opas/>

Müller, M., Hantula, J., Henttonen, H., Huitu, O., Kaitera, J., Matala, J., Neuvonen, S., Piri, T., Sievänen, R., Viiri, H. ja Vuorinen, M. 2012. Metsien terveys. Julkaisussa Asikainen, A., Ilvesniemi, H., Sievänen, R., Vapaavuori, E. ja Muhonen, T. (toim.). Bioenergia, ilmastonmuutos ja Suomen metsät. Metlan työraportteja 240: 121-153. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-951-40-2378-1>

Jepsen, J. U., Biuw, E. M., Ims, R. A., Kapari, L. T., Schott, T., Vindstad, O. P. L. & Hagen, S. B. 2013. Ecosystem impacts of a range expanding forest defoliator at the forest-tundra ecotone. *Ecosystems* 16: 561-575. <http://dx.doi.org/DOI:10.1007/s10021-012-9629-9>

Hirvi metsätalouden säätelijänä

Juho Matala

Hirven ja metsätalouden yhteinen historia

Hirvellä (*Alces alces*) ja metsätaloudella on mielenkiintoinen yhteinen historia viime vuosisadalla. 1900-luvun alkuun mennessä hirvikanta oli voimakkaan metsästyksen myötä taantunut lähes sukupuuttoon, eikä metsienkään tila metsätaloudellisesti ollut hyvä yleisesti harjoitetun määrämittaharsinnan seurauksena. Rauhoitukset ja järjestäytyneen metsästyksen kehittyminen saivat sittemmin aikaan suotuisamat otot hirvikannan kasvulle. Metsätalouden siirtyminen harsintahakkuista tasaikäismetsikkötalouteen loi hirville hyvin kelpaavat ja runsaat taimikoiden ravintovarot. Se oli hirville tärkeää erityisesti kriittisestä talvikaudesta selviytymisen kannalta. Toisen maailmansodan jälkeen hirvikanta alkoi Suomessa kasvaa, ja 1970-luvulla kannan kasvu oli jo eksponentiaalista. Hirvikannalle on 80-luvun jälkeen ollut tyypillistä voimakas aaltoilu lähinnä metsästysverotuksen muutosten vuoksi. Viimeisin kannan huippu oli vuosittuhannen vaihteessa.

Hirven aiheuttamat taimikkovahingot havaittiin 1800-luvun lopulla, jolloin taimituhvoja käsitteleviä kirjoituksia alettiin julkaista. Ensimmäinen suomalainen vahinkojen alueellista esiintymistä käsittelevä julkaisu kuvaa Pohjanmaan alueen 1930- ja 40-luvuilla viljeltyjen taimikoiden hirvituhotilannetta vuonna 1955. Tuolloisen hirvikannan aiheuttamat vahingot arvioitiin taimikkojen kehityksen kannalta vielä merkityksellöiksi. Tilanne muuttui kuitenkin nopeasti, ja jo 1970-luvulla hirvivahinkotilanne oli metsätalouden kannalta huolestuttava. Tehostunut metsätalous oli luonut hirville ravintorikkaan elinympäristön ja mahdollistanut hirvikannan kasvua, ja 2000-luvulle saavuttaessa hirvestä oli tullut metsätalouden kannalta taimikoidemme merkittävin tuhonaiheuttaja.

Hirven ravinnonkäyttö ja elinympäristöt talousmetsissä

Hirvi on ravinnonkäyttöltään valikoiva generalisti, joka sopeuttaa ravinnonvalintaansa eri vuodenaikoina saatavilla olevan ravinnon mukaan. Kesällä ravinnonvalinnassa painottuvat laadulliset tekijät. Tällöin hirvi hyödyntää monipuolisesti saatavilla olevia ruoho- ja vesikasveja sekä puuvartisten kasvien lehtiä ja versoja, joissa on runsaasti ravinto- ja hivenaineita ja mahdollisimman vähän haitta-aineita. Koska kesäaikaan ravintoa on runsaasti ja hirvet käyttävät laajaa elinpiiriä, niiden ravinnonkäyttö ei haittaa metsätaloutta kovinkaan paljon. Metsätaloudellisesti haitallista syöntiä on lähinnä koivun versojen syönti ja lehtien riivintä, joka toistuessaan voi aiheuttaa pienten taimien kuivumista ja isomilla taimilla pensastumista. Alkukesällä hirvi voi syödä havupuiden tuoreita kasvaimia, mutta vähäisen syöntimäärän ja taimien hyvän toipumiskyvyn vuoksi siitä ei yleensä aiheudu metsätaloudellista vahinkoa. Syksyä kohti hirvi siir-

tyy käyttämään ravinnokseen yhä enemmän varpukasvillisuutta ja kelpaavuudeltaan parhaita puuvartistia kasveja eli pihlajaa, haapaa, rauduskoivua, katajaa ja pajuja.

Metsätalouden kannalta hirven ravinnonkäytön haitallisin jakso on talvella. Talviaikaan hirvi etsii ravintoa ennen muuta sieltä, mistä sitä saa helpoiten riittäviä määriä. Lumen sadettua maahan parhaiten kelpaava varpukasvillisuus peittyy ja hirvi siirtyy syömään pääasiassa puumaisia ravintokasveja. Lumen määrän kasvaessa hirven elinpiiri pienenee, mikä edelleen vähentää helposti saatavilla olevaa ravintokasvivalikoimaa. Talviaikaan pääravintokasveja ovatkin runsaan saatavuuden takia mänty ja koivut. Keski- ja kevättalvella hirvet hakeutuvat 1-3 metrisiin männyn taimikoihin. Taloudellisesti merkittävimmät tuhot tapahtuvat näissä taimikoissa hirvien syödessä taimien latvakasvaimia ja katkoessa runkoja yltääkseen kasvaimiin paremmin. Myös koivulla pahimmat vahingot aiheutuvat runkojen katkomisista, joskin koivulla myös ympärivuotinen eri kasvinosiin, lehtiin, kasvaviin versoihin ja puutuneisiin kasvaimiin kohdistuva kulutus voi merkittävästi heikentää taimien kasvua ja laatua.

Suomessa viime vuosikymmeninä harjoitettu metsätalous on muokannut metsämaisemaamme pienipiirteisesti vaihtelevan metsien eri kehitysvaiheiden mosaiikin, jossa taimikko- ja varttuneen metsän kuviot vuorottelevat. Hirville tällainen maisemarakenne tarjoaa hyvät mahdollisuudet valita vuodenkiertoonsa liittyen ravinnon saatavuuden, vasomisen ja suojan kannalta parhaiten soveltuvat elinpiirit. Hyvän liikkuvuutensa ansiosta hirvi voi myös siirtyä pitkiä matkoja parhaita elinalueita etsiessään, ja esimerkiksi sen kesä- ja talvieliniirien etäisyys voi vaihdella muutamista kilometreistä satoihin kilometreihin.

Seurantatutkimuksissa on havaittu, että Suomessa hirvien vaellukset kesä- ja talvieliniirien välillä pitenevät pohjoiseen päin mentäessä. Tämä ilmiö selittyy sillä, että pohjoisen metsien maisemapiirteisissä on laaja-alaista vaihtelua ravinteisuudessa ja puulajisuhteissa. Hirville parhaiten talvialueiksi sopivat mäntyvaltaiset taimikkoalueet voivat siis sijaita kaukana parhaista kesäalueista, jotka usein sijaitsevat rehevillä alueilla vesistöjen varsilla.

Talvisin hirven elinpiirit ja tuhoalueet keskittyvät tietyille alueille. Etenkin runsaslumisina talvina hirvet vähentävät liikkumistaan ja keskittyvät hankkimaan ravintonsa pieneltä alueelta, jolloin taimikon tuho voi olla totaalista. Tärkein tekijä tuhokesittymän syntymiseen lieneekin lumipeite. Talvialueille hakeutumisessa on kuitenkin kyse myös opitusta käyttäytymisestä ja hirven hakeutumisesta alueille, joilla on parhaat talviravintovarot. Tutkimusten mukaan hirven talvialueilla tyypillisesti on erämaista rauhallisuutta, runsaasti mäntyvaltaisia taimikoita ja nuoria kasvatusmetsiä, puustoisia turvemaita sekä pensaikkoisia kitumaita. Metsikkötasolla hirvien on talvella todettu suosivan taimikoita, joiden ympäristössä on myös suurempaa puustoa. Erityises-

ti paksun lumen aikaan pienialainen mäntytaimikko keske-
lä varttuneita metsiä on todettu hirvituhoriskiltään suureksi.

Metsänhoito ja hirvituhot

Metsänhoidon sivutuotteena hirvella on onnistuttu luomaan hyvä elinympäristö. Entä olisiko metsänhoidon keinoin mahdollista myös vähentää metsien hirvituhoalttiutta? Alueellisesti tasolla (esimerkiksi yhden maakunnan alueella) tarkasteltuna hirven aiheuttamien metsävahinkojen määrän kannalta ratkaisevin tekijä on hirvien määrä ja sen suhde vahingoille alttiisiin taimikoihin. Tällöin oleellista on sopeuttaa hirvikanta sen kokoiseksi, että alueen taimikot kestävät hirven ravinnonkäytön ilman laajoja tuhoja. Metsänhoidon keinoilla voidaan hirven tekemiin tuhoihin vaikuttaa taimikkotasolla vain, mikäli hirvikanta on kokonaisuutena kohtuullisella tasolla.

Kun perustetaan taimikkoa alueelle, jolla hirvet talvehtivat ja jolla on aiemmin todettu vahinkoja, puulajivalinta on keskeinen päätös hirvituhoalttiuden vähentämisessä. Tyypillinen ratkaisu vahinkojen välttämiseksi on ollut kuusen istuttaminen männyn ja rauduskoivun sijasta. Tuhojen torjunnan kannalta tämä ratkaisu toimii, mikäli kasvupaikka on kuuselle riittävän viljava eikä kohde ole juurikäävälle altis. Yleensä tästä aiheutuu kuitenkin tappioita verrattuna siihen, että käytettäisiin kasvupaikalle parhaiten sopivaa puulajia. Myös taimiaineksen geneettisellä alkuperällä on tutkimuksissa havaittu olevan vaikutusta hirvituhoalttiuteen sekä männyllä että rauduskoivulla siten, että kasvatuskohdetta eteläisemmät taimialkuperät ovat alttiimpia tuhoille. Käytettäessä suosituksen mukaisia taimialkuperiä tällä ei kuitenkaan ole käytännön vaikutusta tuhoihin.

Talvella männyn runsas saatavuus taimikosta on hirvella edullista, mutta toisaalta myös taimikon kestävyys hirvituhoon vastaan kasvaa taimikon tiheyden kasvaessa. Toisaalta hirvi myös suosii taimikoita, joilta se voi valikoida monipuolisesti eri puulajeja. Tästä johtuen hirvituhojen todennäköisyyttä mäntytaimikossa lisää sekapuuna esiintyvien haavan, pihlajan ja koivun runsas saatavuus samasta taimikosta. Lisäksi koivu kasvaa nopeammin kuin mänty, jolloin sen varjostus heikentää männyn kasvua ja siten parantaa männyn kelpaavuutta hirvella. Toisaalta myös taimikon aukkoisuus lisää männyn taimikon tuhoalttiutta. Hirvituhokestävyyden kannalta metsänuudistamisessa on keskeistä saada kasvupaikalle sopivan puulajin hyväkasvuinen ja tiheä taimikko.

Hirvituhoja kestävään taimikkoon pyrittäessä tärkeimpiä toimenpiteitä ovat tehokas uudistaminen, suuri pääpuulajin alkutiheys ja taimikon varhaisperkaus. Hirvivahinkoalueilla tehdään kasvatettavan taimikon harvennus tavoitetiheyteen vasta, kun latvakatkaisun vaara on ohi taimien ollessa yli nelimetrisiä. Taimikonhoidossa hirvialueilla kannattaa myös poiketa yleisohjeesta, jonka mukaan kaikki vioittuneet taimet tulisi poistaa. Hirvivahinkotaimikossa vioittuneet taimet kannattaa jättää, koska hirvi syö mieluiten jo aiemmin katkomiaan taimia.

Huonosti hoidetut taimikot ovat kaikkein alttiimpia hirvituhoille. Hirvituhoriskin huomioiminen taimikkotasolla edellä mainituin keinoin parantaa myös metsän metsänhoidol-



Kuva 1. Hirven (*Alces alces*) syönnökset eivät aina aiheuta metsätaloudellisia vahinkoja. Puut toipuvat oksasyönneistä ja yksittäisistä latvan katkaisuista yleensä hyvin. Talvella syönti kuitenkin keskittyy hirven suosimiin taimikoihin, jolloin taloudellista vahinkoa voi syntyä nopeasti. Kuva: Erkki Oksanen, Luke.

lista tilaa ja taloudellista tuottavuutta eli on joka tapauksessa metsänomistajalle kannattavaa. Tilanteessa, jossa hirvet keskittyvät talviaikaan pienelle alueelle, tuhoihin on tosin mahdotonta vaikuttaa metsänhoidon keinoin. Ratkaisua voi tällöin hakea hirvimäärän pienentämisestä tai syönninestoaineiden käytöstä. Syönninestoaineilla tuhoja voidaan pienentää ja saada alueella säilymään riittävä määrä kasvatuskelpoisia taimia. Taimikoiden aitaaminen suomalaisilla metsäpuilla sen sijaan ei ole taloudellisesti mielekäästä.

Hirven merkitys metsätuholaisena

Kaikki hirven syönnökset eivät ole metsätaloudellisesti vahingollisia. Puut toipuvat oksasyönneistä ja yksittäisistä latvan katkaisuistakin yleensä hyvin. Hirvi käyttää samoja taimikoita vuodesta toiseen etenkin talviravintokohteina, jolloin taimikossa vioitettujen taimien määrä kasvaa ja yksittäisten taimien vioitukset pahenevat. Metsätaloudellisesti merkittävää vahinkoa syntyy, kun hyvälaatuisten ja kasvatuskelpoisten taimien määrä laskee alle metsänhoidollisten suosituksen. Usein hirvituho seurauksena ongelmana on myös taimikon jääminen epätasaiseksi ja aukkoiseksi, vaikka taimimäärä hehtaaria kohden olisi kohtalainen.

Kattavimman kuvan hirven aiheuttamien metsätuhojen laajuudesta saa valtakunnan metsien inventoinnista eli VMI:stä, jossa tuhoarvioita on tehty vuodesta 1986 alkaen. VMI:n tuoreimman julkaistun tiedon mukaan hirvituhojen määrä on noussut vuodesta 1986 vuoteen 2008, ja hirvi on tällä hetkellä arvioitu yleisimmäksi taimikoiden tuhonaiheuttajaksi. Vuosina 2004–2008 hirvien aiheuttamia taimikkotuhoja havaittiin kaikkiaan 741 000 hehtaarilla, joka on 19 prosenttia koko maan taimikoista. Taimikon laatua alentavia tu-



Kuva 2. Metsätalouden kannalta hirven ravinnonkäytön haitallisin jakso on talvella, jolloin pääravintokasveja ovat runsaan saatavuuden takia männyn (*Pinus sylvestris*) ja koivun (*Betula pendula*, *B. pubescens*) taimet. Männyn taimikoissa taloudelliset tappiot ovat suuria. Kuva: Juho Matala.

hoja näistä oli 447 700 hehtaarilla eli 12 prosentilla taimikoista, ja vakavia tai täydellisiä tuhoja oli 85 100 hehtaarilla eli 2 prosentilla taimikoista. Pääosa hirvituhoista oli männyn taimikoissa, joissa niitä esiintyi kaikkiaan 557 000 hehtaarilla, joka on 24 prosenttia männyn taimikoista. Taimikon laatua alentaneita hirvituhoja oli 342 700 hehtaarilla eli 15 prosentilla männyn taimikoista, ja vakavia tai täydellisiä hirvituhoja oli 61 000 hehtaarilla, joka on 3 prosenttia männyn taimikoista.

Hirvituhojen määräästä ja vuosittaisesta vaihtelusta saa tietoja Suomen hirvituhojen korvausjärjestelmästä. Siinä metsästäjiltä kerätyistä pyyntilupamaksuista korvataan yksityismaiden hirvivahinkoja. Vahingonkorvausjärjestelmän piirissä arvioitujen korvausten määrät vuosina 2001–2011 olivat 1,6–5,4 miljoonaa euroa, ja korvausmäärä oli keskimäärin 3,3 miljoonaa euroa vuodessa. Korvattujen vahinkoalojen vuosittainen pinta-ala oli tällöin 3 000–11 600 hehtaaria ja korvausala 6 500 hehtaaria vuodessa. Korvauksista 98 prosenttia on maksettu mäntytaimikoiden vahingoista.

Hirven aiheuttamien metsätuhojen taloudellisesta merkityksestä ei ole toistaiseksi tehty kattavaa analyysiä. Ongelmana on ollut sopivien aineistojen puute. VMI:n luokiteluun perustuvaa vahinkoarviointia on vaikea täsmällisesti muuttaa euroiksi, ja Suomen hirvivahinkojen korvausjär-

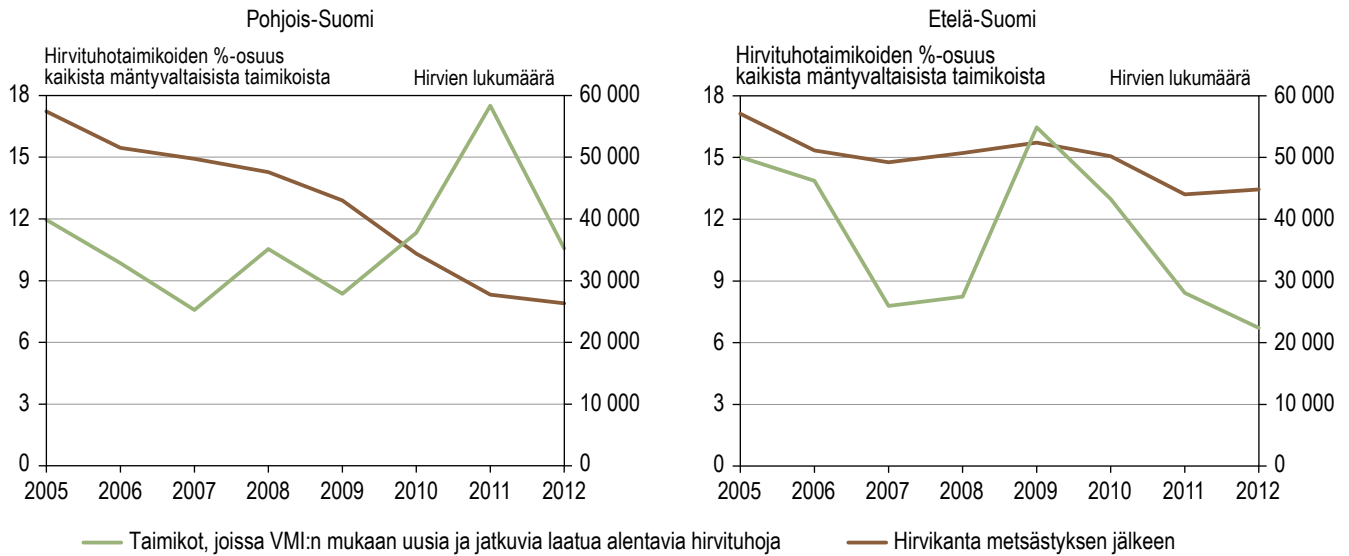
jestelmässä arvioidaan vain siihen ilmoitetut yksityismaiden hirvivahingot. Erittäin karkean arvion voi tehdä vertaamalla korvausjärjestelmän vahinkoarvioiden korvausten euromäärää ja niiden pinta-aloja vastaavan ajankohdan VMI:ssä arvioituihin hirvituhoaloihin. Vuosina 2004–2008 tuhoja korvattiin yksityismailla yhteensä 29 600 hehtaarin alalta 14,7 miljoonalla eurolla. Koska VMI:ssä vakaviksi ja täydellisiksi arvioidut vahingot, yhteensä 85 100 hehtaaria, ylittävät vahingonkorvausjärjestelmän korvausrajan, voidaan laskea VMI:ssä arvioituja hirvituhoja olevan vähintään 2,9-kertaisesti vastaavana aikana korvattuihin tuhoihin nähden. Korvausjärjestelmän mukaan VMI:n tuhojen arvoksi viiden vuoden jaksolle saadaan siis 42,3 miljoonaa euroa, joka on 8,5 miljoonaa euroa vuodessa. Tämän lisäksi myös VMI:ssä arvioidut puuston laatua alentavat tuhot aiheuttavat taloudellisia vahinkoja, joita korvausjärjestelmän kautta ei voi arvioida.

Metsätaloudellisesti kestävä hirvikanta

Metsävahinkojen laajuuden kannalta hirvien määrä on keskeinen kysymys. Alueellisesti sopivan hirvikannan määrittely ei kuitenkaan ole yksinkertaista, koska hirven aiheuttamien metsävahinkojen laajuuteen vaikuttavat monet muutkin tekijät, esimerkiksi saatavilla olevien ravintovarojen eli taimikkojen määrä ja sijoittuminen, taimikoiden tiheys ja puulajisuhteet, metsänkäsittelymenetelmät, ravinteisuusolot ja ilmasto-olot, erityisesti lumisuus. Suomessa hirvikannan säätelyä on tähän asti ohjattu valtakunnallisella talvikannan tiheystavoitteella, joka on Etelä-Suomesta Keski-Lappiin ulottuvalla vyöhykkeellä ollut 2–4 hirveä ja Ylä-Lapissa 0,5–3 hirveä tuhannella hehtaarilla. Vuoden 2012 hirven talvikanta oli tämän tavoitteen mukainen eli 74 000 hirveä. Tavoite on metsästys- ja vahinkotavoitteiden kompromissi. Hirvikanta ei tosin jakaudu tasaisesti koko maapinta-alalle ja myös metsävahinkojen huomioimisen tarkastelutaso on liian laaja, minkä takia vahinkojen määrä on joillakin alueilla edelleen varsin suuri.

Hirvikannan ja sen aiheuttamien metsävahinkojen suhteen erilaisuutta eri alueilla havainnollistaa kuva 3, jossa esitetään VMI:ssä todetut tuoreet männyn taimikoiden hirvituhot suhteessa Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen (nyk. Luonnonvarakeskus) hirvikanta-arvioon erikseen Etelä- ja Pohjois-Suomessa. VMI:n otanta ei mahdollista pienialaisempaa alueellista tarkastelua vuosittaisissa tuhomäärissä, mutta tällaisellakin alueellisella tarkastelulla saadaan huomattavan erilainen kuva taimikkotuhojen ja hirvikannan suhteesta kuin jos samoja lukuja katsottaisiin valtakunnan tasolla

Hirvikanta on tarkastelujaksolla laskenut koko maassa ja erittäin selvästi pohjoisessa. Kuitenkin VMI:ssä arvioidut tuhot ovat selkeästi vähentyneet vain etelässä. Ero johtunee luonnonolosuhteiden eroista, sillä pohjoisessa on säännöllisesti paksulumiset talvet, mikä aiheuttaa pienemmänkin hirvimäärän keskittymistä parhaille ruokamaille. Pohjoisen metsät kasvavat myös hitaammin ja ovat pidempään alttiina hirvien syönnille. Pohjoiselle tyypillisillä hienojakoisilla maille männyn kylvö ei usein onnistu ja istutusta on pakko käyttää uudistamisessa, mikä myös tuottaa harvempia ja siten tuhoille alttiimpia taimikoita. Tämän tarkastelun perusteella



Kuva 3. Hirvikanta-arvio (RKTL) ja valtakunnan metsien inventoinnissa (VMI) eri vuosina havaittujen hirvituhotaimikoiden osuus kaikista mäntyvaltaisista tai männyille uudistetuista taimikoista Pohjois- ja Etelä-Suomessa. VMI:n tuhoarvioista on otettu mukaan kaikki tuoreita hirvivahinkoja sisältävät, metsikön laatua alentavat tuhot. Hirvituhotaimikoiden pinta-alat vuonna 2012 olivat ja 1 052 km² Pohjois-Suomessa ja vastaavasti 635 km² Etelä-Suomessa.

Pohjois-Suomen metsät eivät kestä metsävahinkonäkökulmasta katsoen samankokoista hirvikantaa kuin eteläisemmät alueet. Etelä-Suomessakin tosin on vahinkojen kannalta ongelmallisia alueita ja alueellinen vaihtelu on suurta, mikä takia hirvikannan kokoa tulee tarkastella riittävän tarkalla mittakaavalla alueittain.

Tulevaisuuden metsät ja hirvi

Metsätaloudessa on nähtävissä muutostrendejä, joilla tulee olemaan vaikutuksia hirven ravintovaroihin ja metsien hirvivahinkoihin. Kuusen määrä metsien nuorissa ikäluokissa on viimeisten kahden vuosikymmenen kuluessa kasvanut, ja vastaavasti männyn ja koivun määrä on vähentynyt. Puuntarve näyttäisi vähenevän, jolloin myös metsien uudistamismäärät pienenevät. Perinteisten uudistushakkuiden vähenemiseen voi edelleen vaikuttaa myös metsänomistajien suuntautuminen vaihtoehtoihin pienialaisiin metsänkäsitteilymenetelmiin, mikä edelleen suosii varjopuulajia eli kuusta.

Tulevaisuudessa metsän uudistamisessa kuusen osuus edelleen lisääntyy ja taimikot ovat aiempaa pienialaisempia. Hirven talvista ravinnonhankintaa pienet laikuittaiset uudistusalat ja mäntytaimikoiden väheneminen vaikeuttavat. Se heikentää hirvikannan kuntoa ja tuottavuutta. Vastaavasti aiempaa vähälukuisemmat mäntytaimikot joutuvat suuremman kulutuksen alaiseksi ja vahingot niissä kasvavat, jos hirvikanta säilyy entisellä tasolla. Ruotsissa ja Norjassa, missä hirvikanta on suurempi kuin Suomessa, tällainen kehityskulku on jo havaittavissa. Muutokset metsävaroissa ovat kuitenkin hirvimäärän vaihteluihin nähden hitaita, ja niihin on mahdollista sopeutua suunnitelmallisella metsävarat ja -vahinkoris- kit huomioivalla hirvikannan hoidolla.

Kirjallisuus

- Heikkilä, R. 1994. Hirven (*Alces alces* L.) elinympäristön valinta, ravinnonkäyttö ja taimituhot metsäpuiden taimikoissa. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 486. 35 s. + 5 osajulkaisua. <http://urn.fi/URN:ISBN:951-40-1349-2>
- Heikkilä, R. 1999. Hirven hakamaat. Pihlaja-sarja nro 4. Metsälehti Kustannus ja Metsäntutkimuslaitos. 147 s. ISBN: 952-5118-25-8
- Härkönen, S. 1998. Effects of moose browsing in relation to food alternatives in Scots pine stands. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 686. 39 s. + 5 osajulkaisua. <http://urn.fi/URN:ISBN:951-40-1627-0>
- Korhonen, K. T., Ihalainen, A., Miina, J., Saksa, T. ja Viiri, H. 2010. Metsänuudistamisen tila Suomessa VMI10:n aineistojen perusteella. Metsätieteen aikakauskirja 4: 425-478.
- Lavsund, S. 1987. Moose relationships to forestry in Finland, Norway and Sweden. Swedish Wildlife Research Supplement 1: 229-243.
- Nygrén, T. 2009. Suomen hirvikannan sääätely - biologiaa ja luonnonvarapolitiikkaa. Joensuun yliopisto, University of Joensuu, PhD Dissertations in Biology, No. 64. 117 s. + 6 osajulkaisua. http://publications.uef.fi/pub/urn_isbn_978-952-219-314-8/urn_isbn_978-952-219-314-8.pdf
- Tomppo, E. ja Joensuu, J. 2003. Hirvieläinten aiheuttamat metsätuhot Etelä-Suomessa Valtakunnan metsien 8. ja 9. inventoinnin mukaan. Metsätieteen aikakauskirja 4: 507-535.

Luonnonkasvien pölytyspalvelut ja kestävä luonnonmarjojen keruu

Rainer Peltola, Henri Vanhanen, Outi Manninen, Matthew Jones ja Frank Drummond

Pölytyspalvelut

Marjakasveja pölyttävien hyönteisten toiminta kuuluu ekosysteemipalvelujen säätelypalveluihin. Suomalaiset, kaupallisesti merkittävät luonnonmarjakasvit ovat hyönteispölytteisiä tyrniä (*Hippophaë rhamnoides*) ja variksenmarjaa (*Empetrum* ssp. *nigrum*, *Empetrum nigrum* ssp. *hermaphroditum*) lukuun ottamatta. Pölytyksen onnistuminen onkin yksi tärkeimmistä marjasatoon vaikuttavista tekijöistä. Luonnonmarjojen pölytys on luontaisten pölyttäjien määrän ja aktiivisuuden varassa Pohjois-Euroopassa. Keski- ja Etelä-Euroopassa hunajan tuotantoalueilla tarhamehiläiset (*Apis mellifera*) voivat kuitenkin olla merkittäviä luonnonmarjojen pölyttäjiä.

Luontaisen pölytyksen edellytykset alkavat Pohjois-Euroopassa muodostua kasvukautta edeltävän talven ja alkukevään aikana. Pölyttäjät talvehtivat maapesissä, puiden halkeamissa ja -koloissa joko horrostaen aikuisina tai muna-asteella. Kevään edetessä pölyttäjät heräävät tai kuoriutuvat, jolloin niiden menestymisen tärkeimpänä tekijänä on

varhain kukkivien kasvien siitepöly. Etenkin alkukesällä kukkivan mustikan (*Vaccinium myrtillus*) ja pölyttäjien esiintymisen yhtäaikainen ajoittuminen vaikuttaa mustikkasadon määrään ratkaisevasti. Myöhemmin kukkiville kasveille, kuten puolukalle (*Vaccinium vitis-idaea*), pölyttäjiä on tarjolla useimmiten enemmän.

Kukinnan aikaiset sääolot vaikuttavat kukinnan keston lisäksi pölyttäjien aktiivisuuteen. Lämpimissä oloissa kukinta-aika jää lyhyeksi, mikä jättää pölytystyölle vähemmän aikaa. Lämpimät olot lisäävät toisaalta pölyttäjien aktiivisuutta. Vastaavasti kylmemmät olosuhteet pidentävät kukinnan kestoja mutta toisaalta vähentävät pölyttäjähönteisten aktiivisuutta, jolloin kylmänkestävien pölyttäjien, kuten kimalaisten (*Bombus* spp.), merkitys korostuu (kuva 1). Kukkivien kasvilajien runsaus voi vähentää yksittäisen lajin pölytystä, jos pölyttäjiä on niukasti ja pölyttäjistä kilpailevien kasvien määrä ja lajikirjo on suuri. Kukinnan jälkeiset, kasvukauden aikaiset epäedulliset olosuhteet voivat pienentää pölytyksen luomaa satopotentiaalia.



Kuva 1. Yleisimpiä ja ahkerimpia mustikan (*Vaccinium myrtillus*) ja puolukan (*V. vitis-idaea*) pölyttäjiä ovat kimalaiset (*Bombus* spp.). Kimalaiset keräävät siitepölyä ja mettä toukilleen ja käyvät siksi ahkerasti kukissa verrattuna kovakuoriaisiin ja perhosiin, jotka käyttävät siitepölyä ja mettä vain omaksi ravinnokseen. Kuvassa kanervakimalainen (*Bombus jonellus*) pelto-orvokin (*Viola arvensis*) kukalla. Kuva: Kauko Salo.

Tärkeimmät luonnonmarjojen pölyttäjät Pohjois-Euroopassa

Ilmasto-olot vaikuttavat merkittävästi luonnonpölyttäjien lajistoon. Lämpimien seutujen *Apis*-sukuun kuuluvat pölyttäjät, johon myös tarhamehiläinen kuuluu, eivät juuri lennä alle 10 asteen lämpötiloissa. Sen sijaan kimalaiset ovat sopeutuneet kylmiin olosuhteisiin, sillä arktiset kimalaislajit kykenevät lennon aikana pitämään ruumiinlämpönsä 35 asteessa jopa 0 asteen ulkolämpötilassa. Kimalaisyhdyskunnasta talvehtii ainoastaan kuningatar, joka talvihorroksesta herättyään perustaa yhdyskuntansa useimmiten vanhaan myyränkoloon. Ensimmäisen työläispolven kasvattamiseksi kimalaiskuningatar tarvitsee aikaisin kukkivien kasvien siitepölyä ja mettä. Tärkeimpiä varhaisen kevään ravintokasveja ovat etelässä ojakellukka (*Geum rivale*) ja *Salix*-suvun pajukasvit. Pohjoiseen siirryttäessä mustikan merkitys kasvaa.

Eteläborealisella vyöhykkeellä (Puumala, 61 astetta pohjoista leveyttä) tehdyn tutkimuksen mukaan kimalaiset edustavat noin 60:tä prosenttia mustikan ja puolukan kukissa vierailleista hyönteisyksilöistä. Tärkeimpänä lajina on mantukimalainen (*Bombus lucorum*). Kimalaisten jälkeksi yleisimpiä pölyttäjähyönteisiä olivat ampiaiset (*Vespula* spp.), noin 20 prosentin osuudella. Pohjoisborealisella vyöhykkeellä tehdyssä tutkimuksessa (Kuusamo, 66 astetta pohjoista leveyttä) kimalaisten merkitys on suurempi: jopa 90 prosenttia puolukan kukista havaituista hyönteisistä oli kimalaisia. Subarktisisissa oloissa (Abisko, 68 astetta pohjoista leveyttä) kimalaiskuningattaret olivat merkittävin vierailijaryhmä musti-

kan kukissa. Koska kuningatar ei liiku pesänsä ulkopuolella sen jälkeen, kun ensimmäiset työläiset ovat lentokykyisiä, havainto osoittaa mustikan ja kimalaisen vuorovaikutuksen tärkeyden pohjoisissa oloissa.

Pohjoisessa luonnonmarjojen, etenkin suomuuraimen (*Rubus chamaemorus*), pölytykseen osallistuvat myös kaksisiipiset hyönteiset (*Diptera*). Keski- ja Etelä-Euroopassa, tarhamehiläisen luonnollisella esiintymisalueella, sen merkitys myös luonnonkasvien pölytykselle on suurempi. Lauhkealla lehti- ja sekametsävyöhykkeellä (Ardennit, 50 astetta pohjoista leveyttä) puolukan pölyttäjästä jopa puolet on tarhamehiläisiä. Mustikan pölyttäjänä tarhamehiläisen merkitys on vähäisempi, todennäköisesti mustikan aikaisemman kukkimisajankohdan takia.

Lahopuuta sisältävien vanhojen metsien reunoilla ja perinnebiotoopeissa, jotka ovat usein kukkaniittyjä ja -ketoja, muiden kuin kimalaisiin kuuluvien myrkkypistiäisten merkitys pölytykselle on suuri. Suomessa on tavattu 186 koloissa pesivää pistiäislajia. Niistä 150 lajia rakentaa pesänsä joko lahoon puuhun tai kovakuoriais- ja puupistiäistoukkien tekelehtiin valmiisiin koloihin. Useat näistä kolopesijoista ovat pölytykseen osallistuvia mesipistiäisiä. Maankäytön muutokset – talousmetsien määrän kasvu, kukkivien niittyjen ja pellonpientareitten katoaminen, maaseudun rakennuskannan modernisoituminen ja elinympäristöjen sirpaloituminen – ovat vähentäneet koloissa pesivien pölyttäjähyönteisten määrää. Koloissa pesivien mesipistiäisten lajikirjoon ja määrään voidaan kuitenkin vaikuttaa, minkä vuoksi ne ovat parhaimmillaan erittäin tehokkaita ekosysteemipalvelujen tuottajia.



Kuva 2. Pölytystä varten sijoitettuja mehiläispesiviä kanadanmustikan (*Vaccinium angustifolium*) viljelyalalla Yhdysvalloissa, Mainen osavaltiossa. Kuva: Henri Vanhanen.

Tehostettu pölytys luonnonpölyttäjillä ja tarhatuilla pölyttäjillä

Pölytystuloksen maksimoiminen on yksi tehokkaimpia menetelmiä satotasojen nostamiseksi ja satovaihtelujen tasoitamiseksi. Tehostettuja pölytyspalveluja ei ole hyödynnetty luonnonmarjojen tuotannossa Suomessa, joskin mehiläistarhaajat ovat lajikukkahunajan eli mustikka-, puolukka- ja hillahunajan tuotannon ohessa tehneet myös paikallista tehostettua pölytyspalvelua. Sen sijaan Yhdysvalloissa ja Kanadassa on paikallisen luonnonmustikan eli kanadanmustikan (*Vaccinium angustifolium*) viljelyyn kehitetty useita tehostetun pölytyspalvelun menetelmiä jo 1950-luvulta lähtien.

Kanadanmustikka on matalakasvuinen, 15–60 senttimetrin korkuinen marjapensas. Sen kolme viikkoa kestävä kukinta ajoittuu loppukevään ja alkukesän väliselle ajalle. Kanadanmustikka esiintyy luontaisesti metsän aluskasvillisuudessa ja sen kasvusto runsastuu ja valtaa alaa, kun kenttäkerroksen valon määrä kasvaa mm. metsäpalojen tekemisen aukkojen vuoksi. Kanadanmustikkakentät ovat siis muodostuneet luontaisesta mustikkakasvustosta sitä varjostavan puuston poiston jälkeen (kuva 2).

Pienimmät kanadanmustikan viljelmät ovat noin 0,5–2 hehtaarin ja suuret 50–500 hehtaarin laajuisia mustikkakenttiä. Kanadanmustikan päätuotantoalueilla, Yhdysvaltojen Mainen osavaltiossa, satoarviot tehdään ensisijaisesti pölyttäjähyönteisten runsauden perusteella. Pölytyksen onnistuminen varmistetaan tuomalla osavaltioon jopa 60 000 tarhamehiläis- ja 10 000 kimalaisyhdyskuntaa vuosittain sekä parantamalla luonnonpölyttäjien olosuhteita keinopesillä ja mustikan kukinta-ajan ulkopuolella kukkivilla mesikasvikaistaleilla. Kanadanmustikan tuotannon arvo seurausvaikutuksineen on noin 190 miljoonaa euroa pelkästään Mainen osavaltiossa.

Kanadanmustikan pääasiallisina pölyttäjinä ovat mehiläiset: Mainessa on havaittu 134 eri mehiläislajin vierailevan kanadanmustikan kukissa. Muita kanadanmustikkaa pölyttäviä hyönteisiä ovat muun muassa kovakuoriaiset (*Coleoptera*), kaksisiipiset, muurahaiset (*Formicidae*) ja yökötöet (*Lepidoptera*). Kanadanmustikkaviljelmien pölytysstrategiat vaihtelevat. Osa viljelijöistä luottaa pelkästään luonnonpölytykseen, mutta etenkin suurtilat varmistavat pölytystuloksensa kaupallisilla pölytyspalveluilla. Näitä ovat vuokrattavissa olevat tarhamehiläisyhdyskunnat, ostetut apilaverhoilijamehiläiset (*Megachile rotundata*) tai kimalaisyhdyskunnat (*Bombus impatiens*). Kanadanmustikan tehostetussa pölytyksessä suositellaan kymmentä tarhamehiläisyhdyskuntaa, seitsemästä kymmeneen kimalaisyhdyskuntaa tai 50 000 apilaverhoilijamehiläisyksilöä hehtaaria kohden. Kanadassa sijaitsevilla mustikkaviljelmillä käytetään vähemmän tarhamehiläis- tai kimalaisyhdyskuntia ja apilaverhoilijamehiläisen käyttö on yleisempää. Tarhamehiläisyhdyskuntien määrä on laskenut Pohjois-Amerikassa mehiläiskadon (*Colony Collapse Disorder*) vuoksi, mikä on lisännyt tarvetta vaihtoehtoisille pölyttäjiille.

Luontaisten pölyttäjien lukumäärien on havaittu olevan korkeimmat lähellä metsänreunaa. Viljelyalojen kasvu onkin vähentänyt luontaisten pölyttäjien määrää ja lajikirjoa ja si-



Kuva 3. Erakkomehiläisille (*Osmia* spp.) tarkoitettu keinopesä Kivalon koelueella Lapissa. Erakkomehiläinen on laskenut munansa keinopesän viiteen reikään ja peittänyt reiät hiekalla. Kuva: Rainer Peltola.

ten vähentänyt niiden merkitystä. Pienillä kanadanmustikan viljelyaloilla on 4,7-kertaiset luontaisten pölyttäjien määrät suuriin viljelyaloihin verrattuna. Ero johtunee metsänreunan läheisyydestä ja reuna-alueiden laajemmasta ravintolähtevalikoimasta.

Kanadanmustikan luontaisten pölyttäjät ovat kaupallisiin pölyttäjiin verrattuna huomattavasti tehokkaampia, koska useimmat kaupalliset pölyttäjät ovat paikallisiin olosuhteisiin huonosti sopeutuneita vieraslajeja. Esimerkiksi Nova Scotiassa Kanadassa tehdyssä tutkimuksessa on havaittu luonnonpölyttäjiin lukeutuvien kimalaiskuningattarien pölyttävän 6,5 kukkaa ja *Andrena*-sukuun kuuluvien erakkomehiläisten 3,6 kukkaa samassa ajassa kuin tarhamehiläinen on pölyttänyt yhden. Mainessa vastaavissa kasvihuone- ja kenttäkokeissa seurattiin myös pölyttäjien emin luottiin jättämän siitepölyn määrää. Kokeissa havaittiin kimalaiskuningattarien (*Bombus impatiens*, *B. ternarius*) ja *Osmia atriventris* -erakkomehiläisen pölyttävän kanadanmustikkaa 6–8 kertaa tehokkaammin kuin tarhamehiläiset.

Kanadanmustikan luontaiset pölyttäjät kykenevät toimimaan myös epäsuotuisan sään vallitessa, ja ne ovat fysiologialtaan ja pölytyskäyttäytymiseltään sopeutuneempia irrottamaan siitepölyn *Vaccinium*-suvun kukkien reiällisistä ponsista. Kanadanmustikan rakenteet estävät tai rajoittavat useiden hyönteisten pääsyä siitepölyyn, mutta kimalaiset ovat sopeutuneet tähän pölytyskäyttäytymisellä, jossa kimalainen irrottaa siitepölyn heteestä värinällään. Kimalaisten lisäksi myös muilla kanadanmustikan luonnollisilla pölyttäjillä (*Halictus*-, *Osmia*-, *Megachile*- ja *Lasioglossum*-sukujen erakkomehiläiset) on vastaavanlaista pölytyskäyttäytymistä, joka irrottaa siitepölyn heteistä joko värinällä tai rummuttamalla.

Kanadanmustikkaviljelmille on laadittu suosituksia, joilla tavoitellaan mahdollisimman suuria luonnonpölyttäjien määriä: kuiville hiekkakankailla perustetaan puuttomia ja kuntatomia aukkoja maahan pesiviä erakkomehiläisiä varten, viljelmille rakennetaan tuulta rikkovia puustoaitoja, jotka helpottavat pölyttäjien lentoa tuulisina päivinä, perustetaan kanadanmustikan kukinta-ajan ulkopuolella kukkivien kasvien kaistaleita viljelmien reuna-alueille ja hoidetaan niitä aktiivisesti, perustetaan useita pieniä viljelyaloja yhden suuren sijaan sekä asennetaan lehtipuusta valmistettuja keinopesiä viljelmien reuna-alueille (kuva 3). Useilla erakkomehiläisillä lentomatkat ovat vain muutampia satoja metrejä, joten pienillä viljelmillä reuna-alueiden suuremmat pölyttäjämäärät hyödynnetään tehokkaammin.

Suosituksat ovat saaneet hyvän vastaanoton Mainen mustikkaviljelijöiden keskuudessa. Vuonna 2010 tehdyn kyselyn mukaan 84 % kasvinsuojelua harjoittavista ja 85 % luomuviljelijöistä, joita on noin neljäsosa Mainen 460:sta mustikanviljelijästä, toteuttivat hoitotoimenpiteitä luonnonpölyttäjäkantojen kasvattamiseksi. Myös tavanomaista viljelyä harjoittavat tilat ovat omaksuneet hoitotoimenpiteitä, mutta vähäisemmässä määrin (42 % kasvattajista). Kaikista viljelijöistä 22 % käyttää keinopesiä *Osmia*- ja *Megachile*-erakkomehiläispopulaatioiden kasvattamiseksi, 55 % jättää lahoppuita viljelmien läheisyyteen pölyttäjien pesintää varten, 36 % valikoi pölyttäjille vähiten haitalliset kasvinsuojeluvälineet ja 48 % istuttaa kukkivien kasvien kaistaleita viljelmien läheisyyteen tai ylläpitää sellaisia muuten.

Kanadanmustikan viljelyyn kehitetyt pölytyspalvelujen menetelmät ja suosituksat ovat täysin sovellettavissa myös Suomen oloihin sekä luonnonmarjoille että viljellyille marjoille ja hedelmille. Suomessa on kokeiltu luonnonmarjojen tehostettua pölytystä tarhamehiläisillä ja kaupallisesti tuotetuilla kontukimalaisilla (*Bombus terrestris*). Tutkimukset ovat suurelta osin vielä kesken, mutta tähänastisten tulosten perusteella tarhamehiläisillä toteutettu pölytys lisää mustikkasatoa tarhan läheisyydessä silloin, kun luontaisten pölyttäjien määrät ovat alhaiset, mutta sadonlisäystä ei saada, kun luontaisia pölyttäjiä on runsaasti. Kontukimalaiset ovat lisänneet merkittävästi mustikkasadon määrää pesän läheisyydessä, mutta näiden lähinnä kasvihuonekäyttöön tarkoitettujen kimalaisten laajempaa käyttöä rajoittanee muualla kuin eteläisessä Suomessa niiden keskieuropalaisesta alkuperästä johtuva huonohko kylmänkestävyys.

Lupaavimpia tuloksia ovat antaneet metsänreunaan sioitettavat keinopesät, joilla voidaan kasvattaa paikallisten erakkomehiläispopulaatioiden kokoa. Monet keinopesiin pesivien lajien luontaiset kannat ovat heikot pesämateriaaliksi soveltuvan lahoppuun vähyyden vuoksi. Keinopesillä voidaan myös keskittää pesintää marja-alueiden läheisyyteen. Myös heikkoja alueita voidaan vahvistaa siirtämällä pesitettyjä keinopesiä vahvojen populaatioiden alueilta, jos muut erakkomehiläisten elinkierrolle välttämättömät tekijät, kuten koko kasvukauden ajan kukkivat ravintokasvialueet, on huomioitu. Monimuotoisista reuna-alueista ja kukkivista kaistaleista hyötyvät erakkomehiläisten lisäksi muut pölyttäjät.

Luonnonmarjojen kestävä keruu

Luonnonmarjojen keruun mahdollinen haitallinen vaikutus satoisuuteen nousi tutkijoiden kiinnostuksen kohteeksi jo 1900-luvun alussa. Silloin Ruotsissa julkaistiin ensimmäinen artikkeli, jossa tutkittiin poimuripoiminnan vaikutusta puolukan satoihin. Sittenkin kysymys poiminnan ekologisesta kestävydestä jäi pitkäksi ajaksi taka-alalle, kun tutkijoiden kiinnostus suuntautui muihin luonnonmarjojen satoisuuteen vaikuttaviin tekijöihin. Yleisesti ottaen Suomessa luonnonmarjojen käsinkeruulla ei ole nähty olevan haitallisia vaikutuksia marjakasveihin.

Poiminnan vaikutuksiin on suhtauduttu tietynlaisella huolellisuudella, jota on kenties lisännyt sekä kokemusperäinen että tutkittu tieto luonnonmarjojen riittävydestä kotitalouksien käyttöön vuosien välisistä suurista satovaihteiluista huolimatta. Poiminnan kestävyys nousi kuitenkin uudelleen esille 2000-luvun alussa, kun ulkomaalaiset poimijat saapuivat Suomeen luonnonmarjojen kysynnän kasvassa. Poiminnan volyymin lisääntymisen ohella myös poimintatapa ja poiminnassa käytettyjen välineiden kehitys on herättänyt huolta luonnonmarjojen poiminnan ekologisesta kestävydestä.

Suoraa tutkimustietoa poiminnan vaikutuksista on vähän. Laidunnusta jäljittelevien ja biomassaa poistavien kokeiden perusteella voidaan kuitenkin arvioida, että luonnonmarjojen biomassan väheneminen poiminnan yhteydessä vähentää marjoja tuottavien silmujen lukumäärää. Biomassan väheneminen voi lisätä marjakasvien kasvullista palautumista ja siten vähentää suvullista lisääntymistä. Se voi myös kasvattaa nopeakasvuisten heinien osuutta kasvivyhteisössä ja vaikuttaa haitallisesti luonnonmarjojen satoihin pitkällä aikavälillä. Metsässä esiintyvien tärkeiden luonnonmarjojen, mustikan, puolukan ja variksenmarjan, tulevan vuoden satoa tuottavat kukkasilmut syntyvät edellisen vuoden syksyllä. Siksi voidaan olettaa, että syksyllä tapahtuva kovakourainen poiminta voi aiheuttaa mekaanisia vaurioita marjoja tuotaviin kukkasilmuihin.

Tällä hetkellä luonnonmarjojen kestävä keruu arvioinnissa on käytössä vain yksi sitä varten suunniteltu tutkimus, jossa selvitettiin poiminnan vaikutusta mustikan, puolukan ja variksenmarjan satoihin kolmen vuoden ajan. Tutkimuksessa tehtiin poimuripoiminnan lisäksi kaksi haravapoimintakäsittelyä: ensimmäinen normaalia haravapoimintaa vastaava poiminta ja toinen erityistä kovakouraisuutta jäljitte-

levä haravapaiminta. Tutkimuksessa ilmeni, että paimintatavasta riippumatta paiminnasta aiheutunut vaurio marjakasvien biomassana mitattuna oli niin pieni, että se ei vaikuttanut vahingollisesti mustikan, puolukan ja variksenmarjan seuraavien vuosien satoihin tai kasvulliseen palautumiseen. Tutkimuksessa paiminta tehtiin kuitenkin vain yhtenä vuotena, joten pitkäaikaisen paiminnan ja suuren paimintapaineen kohdistumisen vaikutus luonnonmarjojen kestävyys on yhä selvittämättä.

Kirjallisuus

- Drummond, F. A. 2012. Commercial bumble bee pollination of low-bush blueberry. *International Journal of Fruit Science* 12(1-3): 54-64. <http://dx.doi.org/doi:10.1080/15538362.2011.619120>
- Jones, M. S., Vanhanen, H., Peltola, R. & Drummond, F. A. 2014. A global review of arthropod-mediated ecosystem-services in *Vaccinium* berry agroecosystems. *Terrestrial Arthropod Reviews* 7: 1-38. <http://dx.doi.org/doi:10.1163/18749836-06041074>
- Manninen, O. & Peltola, R. 2013. Effects of picking methods on the berry production of bilberry (*Vaccinium myrtillus*), lingonberry 1 (*V. vitis-idaea*) and crowberry (*Empetrum nigrum* ssp. *hermaphroditum*) in Northern Finland. *Silva Fennica* 47(3): 1-12. <http://dx.doi.org/doi:10.14214/sf.972>
- Nousiainen, H. 1983. Eräiden *Vaccinium* -lajien pölytysbiologiasista, kukinnasta ja marjonnasta. Julkaisussa: Salo, K. ja Sepponen, P. (toim.). Luonnonmarja- ja sienitutkimuksen seminaari, osa 1. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 90. s. 66-86. <http://urn.fi/URN:NBN:fi-metla-201207201981>
- Peltola, R., Vanhanen H. ja Ruottinen, L. 2013. Tarhamehiläiset mustikan pölyttäjinä. *Mehiläinen* 5: 154-155.
- Salo, K. 2009. Pölyttäjien merkitys hyvälle marjasadolle on suuri. Metsäntutkimuslaitoksen tiedote 8.4.2009. <http://www.metla.fi/tiedotteet/2009/2009-04-08-marjat-ja-kimalaiset.htm>
- Stubbs, C. S., Drummond, F. A. & Yarborough, D. E. 2001. Commercial bumble bee, *Bombus impatiens*, management for lowbush blueberry. Fact Sheet No. 302, UMaine Extension No. 2421. <http://umaine.edu/blueberries/factsheets/bees/302-commercial-bumble-bee-bombus-impatiens-management-for-wild-blueberry-pollination/>
- Stubbs, C. S., Drummond, F. A. Yarborough, D. E. 2007. How to Manage Alfalfa Leafcutting Bees for Wild Blueberry Production. Fact Sheet No. 300, UMaine Extension No. 2413. <http://umaine.edu/blueberries/factsheets/bees/300-how-to-manage-alfalfa-leafcutting-bees-for-wild-blueberry-production/>
- Teräs, I., 1983. Mustikan ja puolukan pölyttäjät Etelä-Suomessa. Julkaisussa: Salo, K. ja Sepponen, P. (toim.). Luonnonmarja- ja sienitutkimuksen seminaari, osa 1. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 90. s. 59-65. <http://urn.fi/URN:NBN:fi-metla-201207201981>



5

KULTTUURIPALVELUT

5.1 Maisemanhoito, virkistyskäyttö ja luontomatkailu sekä terveys- ja hyvinvointihyödyt

Maisemanhoito metsätaloudessa

Eeva Karjalainen ja Ron Store

Maisemalla tarkoitetaan tässä tekstissä ihmisen eri aisteillaan kokema ympäristöä. Maisemaan kuuluu visuaalisen, silmillä nähtävän maiseman ohella myös äänet, tuoksut ja tuntoaistiin perustuvat havainnot. Maisema on yksi merkittävimmistä metsän tarjoamista kulttuurisista ekosysteemipalveluista. Vetovoimainen maisema on tärkeä virkistyskäyttömotiivi, ja se vaikuttaa metsästä saatavien terveysvaikutusten syntymiseen.

Maiseman laadun arviointi

Jotta laadukasta terveys- ja virkistyskäyttöä tuottavaa maisemaa pystytään tuottamaan suunnittelun, hoidon tai hoitamatta jättämisen avulla, täytyy pystyä määrittämään ja arvioimaan, millainen on laadukas maisema. Metsämaiseman laadun määrittäminen perustuu aina ihmisen - joko koulutetun asiantuntijan tai niin sanotun maallikon - arvioihin. Jälkimmäisessä tapauksessa tietyn metsäalueen käyttäjiltä tai muilta ryhmiltä kysytään heidän käsityksiään maiseman kauneudesta tai laadusta. Asiantuntija-arvioinneissa koulutettu asiantuntija tarkastelee ja arvioi maiseman laatua taiteen, suunnittelun tai hoidon periaatteiden kautta. Monesti maisemasuunnittelu ja -hoito perustuvat nimenomaan asiantuntija-arvioihin siitä, millainen on hyvä maisema kyseessä olevassa kohteessa.

Joissakin maissa maiseman laadun arviointi on osa maisemanhoidon suunnittelua ja se perustuu johonkin systemaattiseen menetelmään. Esimerkiksi Yhdysvaltojen valtion maiden maisemanhoidon prosessiin (Visual Resource Management ja Scenery Management System) kuuluu osana maiseman laadun tai vetovoimaisuuden arviointi. Siinä asiantuntijat arvioivat maiseman visuaalista laatua tai vetovoimaisuutta kiinnittäen huomiota maastonmuotoihin, kasvillisuuteen, veteen, kallioperään, ympäröivään maisemaan, harvinaisuuteen ja kulttuurivaikutuksiin sekä linjoihin, väreihin, muotoihin, tekstuuriin, koostumukseen ja visuaalisiin häiriöihin. Yleensä maisema-analyysissä tarkastellaan muun muassa visuaalisia muotoja, visuaalista voimaa, mittakaavaa, monimuotoisuutta, yhtenäisyyttä, paikan henkeä ja esteettisiä ongelmia.

Maiseman laatua voidaan arvioida myös kysymällä maiseman käyttäjien kokemuksia ja arvostuksia. Tutkimusten avulla voidaan selvittää ihmisten yleisiä maisemamieltymyksiä. On havaittu, että ihmisillä on keskimäärin samansuuntaisia

Paikkatiedon haku mobiililaitteista Suomen korkeimman puun, euroopanlehtikuusen juurella. Kuva: Timo Kilpeläinen.



Kuva 1. Vetovoimainen maisema on tärkeä virkistyskäyttömotiivi ja se vaikuttaa monenlaisten terveysvaikutusten syntyymiseen. Kolin kansallispuiston rantatieltä näkee maisemia, kuulee ääniä ja voi nauttia luonnon tuoksuista. Kuva: Erkki Oksanen, Luke.

arvostuksia, vaikkakin on olemassa yksilöllisiä, kulttuurisia tai ajallisia eroja. Maisema-arvostuksia selvittävässä tutkimuksessa vastaajille esitetään visualisointeja maisemista, tai he vierailevat ko. maisemissa, ja heiltä kysytään esimerkiksi maiseman kauneudesta, ulkoiluun soveltuvuudesta tai siitä, kuinka paljon he pitävät kyseisestä maisemasta. Näin kerättyjä tietoja maiseman arvostuksesta yhdistetään tilastollisin menetelmin ympäristöstä mitattuihin (tai vastaajilta kysytyihin) ominaisuuksiin. Käyttäjien arvostuksia alueen maisemasta voidaan kysyä myös silloin, kun suunnitellaan tietyn alueen hoitoa ja käyttöä.

Tutkimuksissa on havaittu, että ihmiset pitävät lähimaisemissa yleensä metsiköistä, joissa on kookkaita puita ja suhteellisen hyvä näkyvyys mutta samalla kuitenkin alikasvosta, vehreyttä, ja yhtenäinen vihreä kenttäkerros. Tällainen metsä on ymmärrettävä ja selkeä, koska sopiva määrä alikasvosta ja kookkaat puut auttavat hahmottamista ja suunnistamista. Tällaisessa metsässä on myös helppo kulkea ja siellä on tutkittavaa, erilaisia visuaalisia elementtejä ja salaperäisyyden tuntua. Kuitenkin myös erilaisten metsiköiden vaihtelu on tärkeää miellyttävän kokemuksen kannalta. Arvostetussa maisemassa ei näy metsätalouden jälkiä, kuten hakkuutähteitä tai muita hakkuuiden jälkiä.

Metsämaiseman suunnittelu ja hoito

Maisemanhoito lähtee metsänomistajan tavoitteista ja tarpeista. Suomen valtion mailla yhteiskunnalliset velvoitteet edellyttävät myös virkistyskäytön edistämistä. Tässä maiseman laatu on ensiarvoisen tärkeää. Metsähallitus kiinnittääkin huomiota maisema-arvoihin suunnittelun eri tasoilla. Yksityismailla metsänomistajan yhtenä tavoitteena voi olla hyvän maiseman tuottaminen. Tutkimusten mukaan 20–30 prosenttia suomalaisista yksityismetsänomistajista painottaa virkistys- ja maisema-arvoja metsänomistuksessaan. Jopa 40 prosenttia metsänomistajista omistaa metsiä, joita he eivät aio hakata niiden maisemallisten arvojen takia.

Yksityismetsissä maisema voidaan ottaa huomioon tilakohtaisen metsäsuunnittelun tavoitteissa, esimerkiksi metsänkäsittelyjen intensiteetissä sekä metsänkasvatus- tai hakkuutapojen ja puulajien valinnassa. Tarvittaessa voidaan laatia maisemapainotteinen metsäsuunnitelma. Lisäksi maisemanäkökohdat voidaan ottaa huomioon yksittäisen hakkuun suunnittelussa ja toteutuksessa, esimerkiksi hakkuun rajauksessa ja säästöpuuiden jättämisessä.

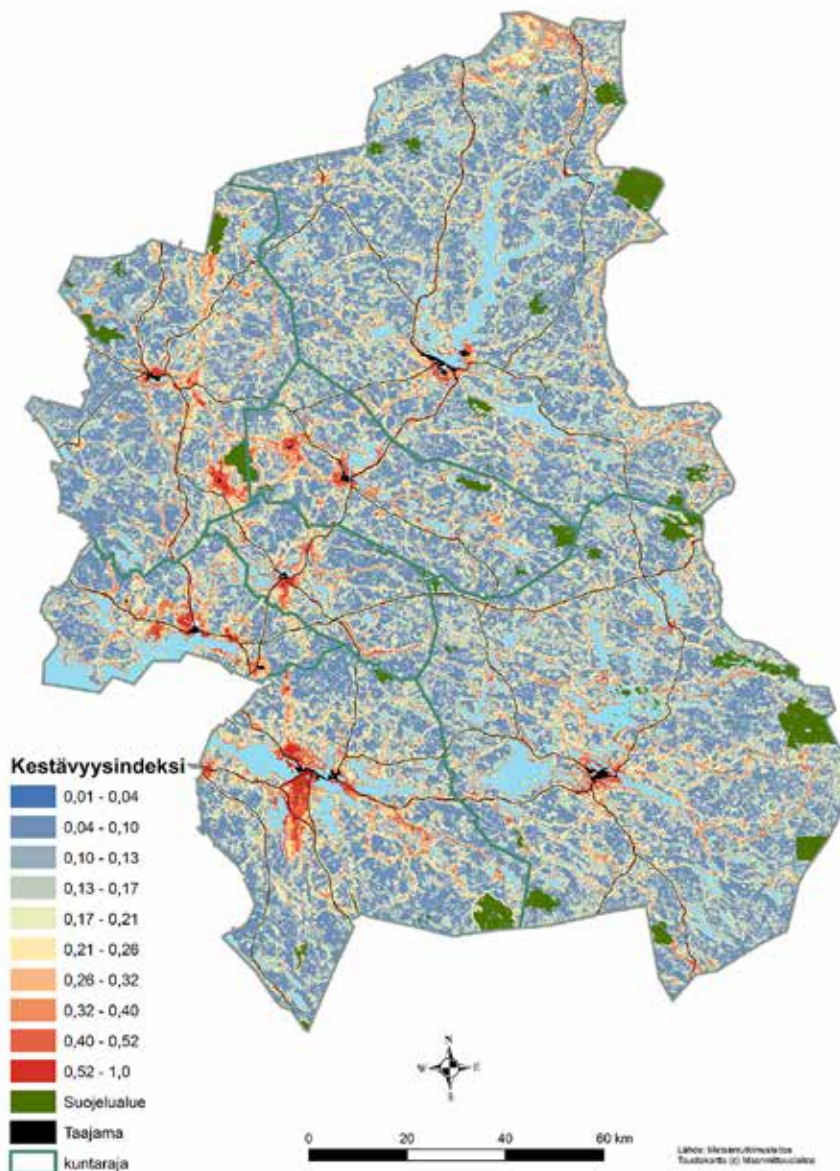
Suomalaisissa metsämaiseman hoidon ohjeistoissa kehoitetaan muun muassa sulauttamaan metsänkäsittelyt maisemaan, rajaamaan uudistusalat maaston muotoja myötäillen, välttämään geometrisia muotoja, jättämään säästöpuita ja säästöpuuryhmiä, avaamaan näkymiä vesistöihin, pi-

dentämään kiertoaikaa ja suosimaan lehtipuita. Myös hakuiden visualisointeja ja näkyvyysanalyysia voidaan käyttää suunnittelun apuna.

Metsämaiseman suunnittelu ja hoito perustuu Suomessa nykyisin useimmiten ammattilaisen asiantuntijanäkemykseen. Myös tutkimustuloksia ihmisten maisemapreferensseistä voidaan käyttää apuna maiseman hoidossa ja suunnittelussa. Useimmiten tutkimustuloksia ei ole systemaattisesti kytketty suunnitteluun, vaan ne ovat suunnittelijan tai toteut-

tajan hiljaista tietoa, jota hän saattaa käyttää tekemissään ratkaisuissa oman harkintansa mukaan. Yksityismetsien suunnittelussa ja hoidossa voidaan ottaa huomioon myös kyseisen metsänomistajan yksilölliset kauneuskäsitykset ja mieltymykset.

Yleispiirteisten ohjeiden lisäksi maisema-arvot tulisi kytkeä systemaattisemmin suunnittelu- ja inventointijärjestelmiin. Esimerkiksi käyttäjien näkemyksiä maisema-arvoista voitaisiin liittää osaksi inventointi- tai suunnittelutyökaluja.



Kuva 2. Metsämaiseman kestävyysluokitus Kainuun ja Kuusamon vaaramaan alueella. Mitä suurempi arvo, sen herkempi kohde on maiseman muutoksille.

Maisema numeerisessa metsäsuunnittelussa

Pääosa metsämaisemaan vaikuttavista ratkaisuista tehdään metsäsuunnittelussa tai leimikon suunnittelussa. Numeerisessa metsäsuunnittelussa kullekin metsikkökuvioille pyritään valitsemaan sellainen käsittelyvaihtoehto, että metsänomistajan metsälöstään saama kokonaishyöty maksimoi- tuu. Se, mistä kokonaishyöty muodostuu, riippuu metsänomistajan tavoitteista. Nykyisin, kun maisema ja virkistyskäytölliset arvot ovat yhä useammin mukana metsänomistajan tavoitteissa, pitäisi ne pystyä sisällyttämään suunnitel- tuun entistä paremmin.

Maisemaan liittyviä tavoitteita voidaan sisällyttää numeeriseen metsäsuunnitteluun usealla eri tavalla. Suora- viivaisin tapa on tunnistaa maisemallisesti arvokkaat koh- teet etukäteen ja rajoittaa niiden käsittelyä maisemaa voi- makkaasti muokkaavien toimenpiteiden osalta. On myös mahdollista tehdä vaihtoehtoisia metsäsuunnitelmia ja va- lita toteutettavaksi se vaihtoehto, joka on maiseman näkö- kulmasta tehdyä vaihtoehtoisia metsäsuunnitelmia ja va- lita toteutettavaksi se vaihtoehto, joka on maiseman näkö- kulmasta onnistunein. Jos metsänomistaja pyrkii maksimoimaan metsälönsä hänelle tuottamaa kokonaishyötyä, olisi tarpeen pystyä vertaamaan erilaisilla metsänkäsittelyratkai- suilla saatavia maisemallisia hyötyjä suhteessa puunmyyn- titulojen menetyksiin. Tämä vaihtoehto edellyttää, että tie- detään, miten maisema-arvo riippuu metsäsuunnittelussa käytettävistä puustotunnuksista.

Maisemanhoidollisten tavoitteiden huomioon ottaminen metsäsuunnittelun optimointilaskelmissa ei ole vielä yleis- tynyt. Käytännössä maiseman huomioon ottaminen tapah- tuu edelleenkin paljolti suunnittelijan näkemysten ja miel- tymysten mukaan, mikä korostaa suunnittelijan vastuuta. Samalla korostuu myös objektiivisen lisäinformaation merki- tys esimerkiksi maisemallisesti herkistä tai arvokkaista koh- teista. Tämä lisäinformaatio pitäisi olla tarjolla suunnittele- jalle ja päätöksentekijälle mahdollisimman käyttökelpoisessa muodossa, esimerkiksi maastotallentimissa näkyvinä tai suunnitelmaan liitettyinä karttoina.

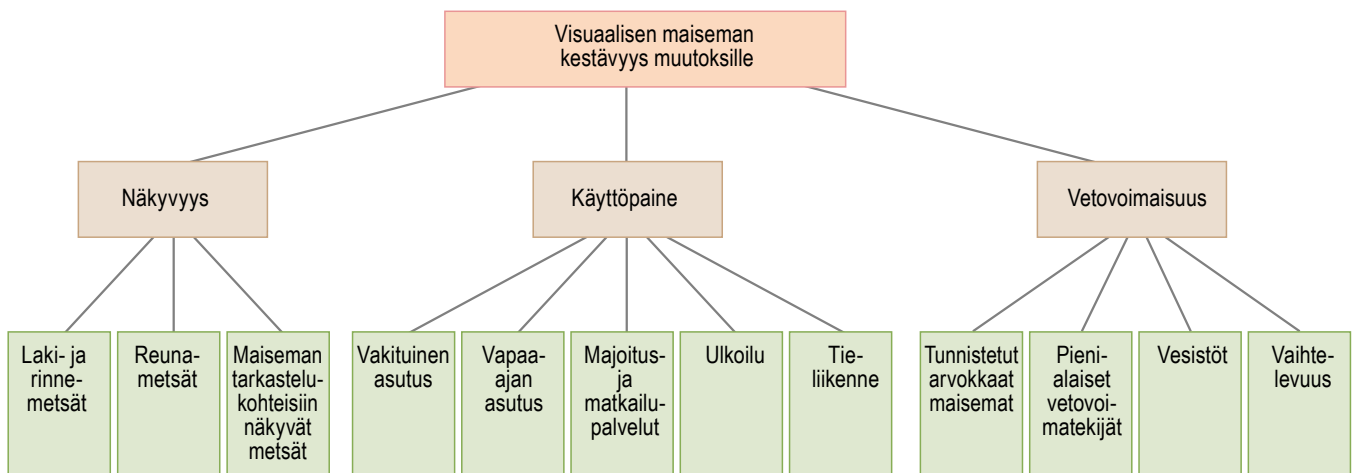
Paikkatietomenetelmät maisemasuunnittelun apuna

Paikkatietomenetelmiä on enenevässä määrin hyödynnetty monitavoitteisessa metsäsuunnittelussa tarvittavan infor- maation tuottamiseen. Maisemanhoitoon liittyvässä suun- nitelussa tarvitaan tietoa muun muassa siitä, millä alueil- la metsien käsittelyssä tulisi maisemallisista syistä noudat- ta erityistä varovaisuutta. Tällaisten alueiden selvittämiseksi voidaan paikkatietojärjestelmään yhdistää maisemamal- leja, joiden avulla pystytään laskemaan esimerkiksi maisema- arvo kaikille suurenkin alueen metsikkökuvioille. Maisema- mallit on yleensä laadittu tilastollisilla mallinustekniikoil- la, joissa koehenkilöiden arvioimaa maiseman kauneutta py- ritään ennustamaan puusto- ja kasvupaikkatunnuksilla.

Paikkatietojärjestelmällä tehtävän näkyvyysanalyysin avulla voidaan selvittää, mitkä kohteet voidaan havaita tie- tystä tarkastelupisteestä tai kuinka moneen tarkastelupis- teeseen tietty kohde näkyy. Näkyvyysanalyysissä hyödynne- tään numeerista korkeusmallia, joka kuvaa maanpinnan kor- keusvaihtelun. Lisäksi aineistona voidaan käyttää näkyvyyttä rajoittavia elementtejä, kuten puustoa ja rakennuksia. Var- sinaisessa analyysissä tutkitaan kohteiden näkyvyyttä vali- tuista maisemantarkastelupisteistä. Nämä pisteet on sijoit- tettu sellaisiin kohteisiin, joista maisemaa tavallisesti tar- kastellaan, esimerkiksi vilkkaasti liikennöityjen teiden var- sille, rannoille, asutuskeskuksiin ja matkailukeskuksiin. Ana- lyysin tuloksena on tieto siitä, kuinka moneen tarkastelupis- teeseen alueen metsät näkyvät.

Metsämaiseman visuaalisen kestävyden luokitusmenetelmä

Luonnonvarakeskuksessa on kehitetty paikkatietomenetel- miin ja asiantuntijatietämyksen mallinnukseen perustuva metsämaiseman visuaalisen kestävyden luokitusmenetel- mä. Sen avulla voidaan arvioida metsämaiseman kestävyttä erilaisille muutoksille, kuten metsänhakuille, ja tunnistaa ta-



Kuva 3. Metsämaiseman visuaalista kestävyttä kuvaavat kriteerit.

lousmetsien maisemallisesti kestävä ja herkät alueet. Maiseman kestävyys tai herkkyyden vaikuttaa paitsi maiseman kauneus ja kohteen näkyvyys maisemassa myös se, kuinka paljon siellä on kävijöitä tai käyttäjiä.

Menetelmällä tuotetun tiedon avulla talousmetsien maisemanhoidon toimenpiteet voidaan kohdentaa maisemallisesti haavoittuvimmille alueille ja näin lisätä maisemanhoidon kustannustehokkuutta. Visuaalisesti herkimpiä ovat alueet, joiden muuttaminen aiheuttaa voimakasta kritiikkiä ja vastustusta.

Visuaalisen kestävyysluokitusmenetelmä perustuu olemassa oleviin ja pinta-alallisesti kattaviin paikkatietoaineistoihin, jolloin maiseman kestävyystieto voidaan laskea mille tahansa metsäalueelle. Paikkatietomenetelmiin perustuva menetelmä on pitkälle automatisoitu eikä se myöskään vaadi juurikaan maastotyötä, joten se on kustannustehokas suurten pinta-alojen laskennassa. Menetelmässä maiseman kykyä sietää muutoksia arvioidaan kolmella pääkriteerillä: kohteen näkyvyydellä maisemarakenteessa, potentiaalisten käyttäjien määrällä sekä maiseman vetovoimaisuudella.

Metsämaiseman visuaalista kestävyyttä kuvaava indeksi ja luokitus on tällä hetkellä laadittu Kainuun ja Kuusamon vaaramaan alueelle, mutta sitä voidaan myöhemmin laajentaa koko Suomeen. Luokituksen ensimmäisessä vaiheessa valittiin visuaalisen metsämaiseman kestävyysvaikutustavat kriteerit Kainuun ja Kuusamon vaaramaan alueella ja laadittiin maiseman kestävyyttä kuvaava malli. Mallissa käytettävät kestävyyskriteerien painokertoimet tuotettiin asiantuntijätietämyksen mallinnuksella.

Luokituksen kolmea pääkriteeriä kutakin kuvaa joukko alakriteerejä. Näkyvyyden alakriteerit ovat kohteen sijainti laki-, rinne tai reunametsässä sekä näkyvyys näköalapaikkoihin. Potentiaalisten käyttäjien määrää kuvaavat vakituinen ja vapaa-ajan asutuksen määrä, majoituspalvelut, virkistysreitit ja ulkoilurakenteet sekä tieliikenne. Maiseman vetovoimaisuutta kuvaavat puolestaan muun muassa vesistön läheisyys, jo tunnistetut arvokkaat maisema-alueet ja maiseman vaihtelevuus. Vetovoimaisuuden määrittelyssä on otettu huomioon aiemmissa tutkimuksissa käyttäjiltä kysytyjä, yleistettävissä olevia arvostuksia. Kaikki kriteerit perustuvat kohteiden sijaintiin ja näkyvyyteen, ja puustotiedot eivät menetelmässä vaikuta alueiden kestävyysvaikutukseen.

Luokituksen toisessa vaiheessa hankittiin laskennassa tarvittavat paikkatietoaineistot, joiden avulla tuotettiin kutakin alakriteeriä kuvaava karttataso. Tärkeimmät aineistot olivat Maanmittauslaitoksen maastotietokanta ja korkeusmalli, Ympäristökeskuksen ympäristö- ja paikkatietopalvelun aineistot sekä kuntien toimittamat ulkoilureittiaineistot. Karttatason yhdistettiin laaditun mallin avulla paikkotietojärjestelmässä. Lopputuloksena saatiin visuaalisen metsämaiseman kestävyyttä kuvaava indeksi 250 * 250 metrin ruuduille koko Kainuun ja Kuusamon alueelle. Indeksia jaettiin edelleen maiseman kestävyysluokkiin. Indeksia ja luokitus ovat sellaisenaan liitettävissä esimerkiksi metsä- ja ympäristöorganisaatioiden paikkatieto- ja suunnittelujärjestelmiin, ja sitä voidaan käyttää apuna suunnittelussa ja päätöksenteossa.

Kirjallisuus

- Bell, S. & Apostol, D. 2008. Designing sustainable forest landscapes. New York: Taylor and Francis. 356 p.
- Karjalainen, E., Mäkinen, K., Tyrväinen, L., Silvennoinen, H. ja Store, R. 2010. Maiseman huomioon ottaminen metsätaloudessa. Metlan työraportteja 165: 1-74. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-951-40-2244-9>
- Store, R., Karjalainen, E., Haara, A., Leskinen, P. ja Nivala, V. 2015. Producing a sensitivity assessment method for visual forest landscapes. Accepted for publication. Landscape and Urban Planning.
- Store, R. 2004. Paikkatietomenetelmät metsäsuunnittelun apuvälineenä. Joensuun yliopisto, metsätieteellinen tiedekunta. Licensiaatintutkimus. 27 s.
- Valkonen, S., Löfström, I., Siitonen, J. ja Karjalainen, E. 2012. Taajamametsän uudistaminen. Julkaisussa: Hamberg, L., Löfström, I. ja Häkkinen, I. (toim.). Taajamametsät - suunnittelu ja hoito. Metsäkustannus Oy. s. 72-87. ISBN:978-952-5694-92-5

Virkistyskäyttö ja luontomatkailu

Tuija Sievänen ja Liisa Tyrväinen

Metsän tarjoamalla ulkoilumahdollisuuksilla on erityinen merkitys suomalaisille, onhan Suomessa vaikeaa liikkua luonnossa ilman, että metsä on jollain tavalla läsnä maisemassa. Suomalaiset harrastavat monipuolisesti erilaisia ulkoiluharrastuksia, ja ilmastomme neljä vuodenaikaa sekä vaihteleva luontoympäristö tarjoavatkin runsaasti erilaisia tapoja luonnossa liikkumiseen ja oleskeluun. Useilla ulkoiluharrastuksilla on pitkät perinteet, koska monet nykyiset harrastukset ovat aikaisemmin olleet osa ihmisten arkista toimeentuloa. Luonnon virkistyskäyttö määritellään usein harrastusten ja tekemisen kautta. Luonnossa virkistytymistä ovat muun muassa kävely, hiihto, veneily, retkeily, kalastaminen, marjastaminen ja metsästäminen vapaa-ajan harrastuksena.

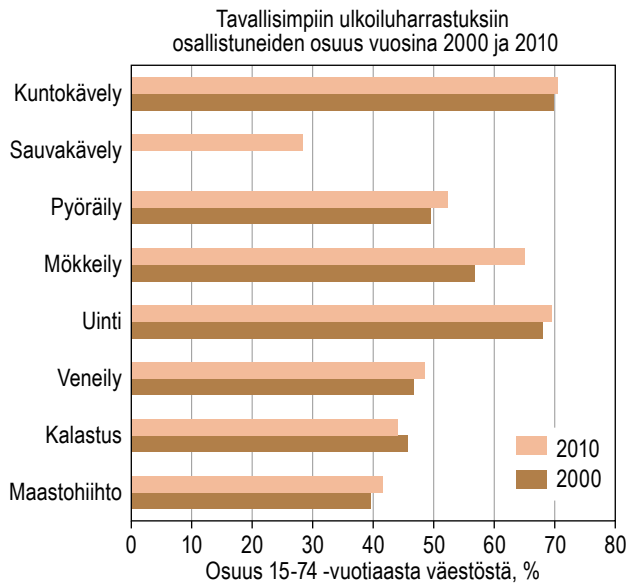
Virkistyskäytöllä tarkoitetaan vapaa-aikana tapahtuvaa liikkumista ja oleskelua luonnossa. Luonto- tai metsäympäristö rajataan pääsääntöisesti rakentamattomaksi alueeksi,

jossa luonnonmukainen kasvillisuus on vallitseva ja jonka laajuus mahdollistaa monipuolisen virkistyskäytön. Rakennettujen alueiden sisään jäävät pienet puistot ja kapeat vihervyöhykkeet rajautuivat näin pois. Virkistysalueilla ja taajamien lähimetsissä on monissa paikoissa virkistyskäyttöä tukevia rakenteita kuten ulkoilureittejä ja lepopaikkoja. Virkistyskäyttö perustuu usein jokamiehenoikeuksiin, tai se kohdistuu erityisesti virkistyskäyttöön varatuille alueille. Juuri jokamiehenoikeuksien antamat laajat virkistysmahdollisuudet Suomessa merkitsevät, että metsien tarjoama virkistysympäristö on erittäin tärkeä ekosysteemipalvelu.

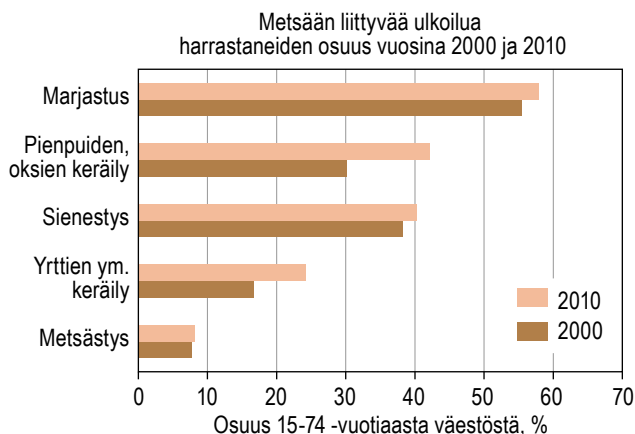
Luontomatkailuksi kutsutaan matkailua, jonka keskeinen vetovoimatekijä on luonto. Sillä voidaan viitata liikkumiseen luontoympäristössä, kuten seikkailumatkailuun, tiettyihin luonnonympäristön elementteihin keskittyvään matkailuun, kuten villieläinsafareihin ja kalastusmatkailuun, sekä matkailuun, jonka tavoitteena on luontoalueiden suojelu tai



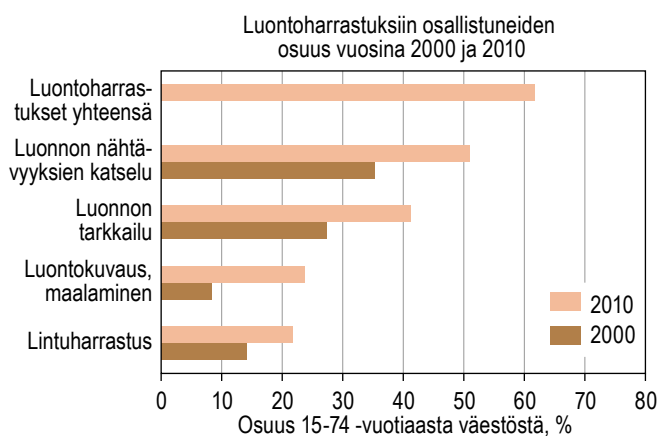
Kuva 1. Retkeily luonnossa yhdistää perheenjäseniä. Kuva: Tuija Sievänen.



Kuva 2. Suomalaisten tavallisimmat ulkoiluharrastukset ja niihin osallistuneiden osuus väestöstä vuosina 2000 ja 2010. Lähde: Sievänen ja Neuvonen 2011.



Kuva 3. Metsään läheisesti liittyviin ulkoiluharrastuksiin osallistuvien osuus väestöstä vuosina 2000 ja 2010. Lähde: Sievänen ja Neuvonen 2011.



Kuva 4. Luontoharrastuksiin osallistuvien osuus väestöstä vuosina 2000 ja 2010. Lähde: Sievänen ja Neuvonen 2011.

säilyttäminen, toisin sanoen ekoturismiin. Matkailu hyödyn-tää metsän kulttuurisia ekosysteemipalveluja: kaunista maisemaa, puhdasta luontoa sekä mahdollisuuksia kokea vahvoja elämyksiä aidossa luonnossa.

Yli 40 prosenttia suomalaisista luontomatkailee vuosittain. Ulkomaalaisista matkailijoista kolmasosa osallistuu luontoaktiviteetteihin. Luontomatkaailun ytimenä on sellainen luonnon virkistyskäyttö, jossa virkistyskäyttäjää ei ole paikakunnalla asuva henkilö vaan matkailija. Luontomatka voi toteutua omatoimisesti retkenä kansallispuistoon tai kaupallisen ohjelmalvelun muodossa opastettuna safarina. Luontomatkaailun tärkeimmät motiivit liittyvät virkistyskäytön tapaan luontoympäristön kokemiseen, sosiaalisiin tarpeisiin ja terveyshyötyihin.

Suomessa metsät ovat tärkeä luontomatkaailun resurssi. Lähes missä tahansa Suomessa matkailtaessa metsät ovat aktiviteettien ympäristö tai vähintäänkin keskeinen osa matkaa kehystävää maisemaa. Metsien matkailu- ja virkistyspalveluihin liittyvä taloudellinen toiminta on kasvanut viimeisten vuosikymmenien aikana erityisesti Pohjois-Suomessa. Luontomatkaailu ei automaattisesti pyri suojelemaan, mutta kestävän luontomatkaailun tavoitteena on säilyttää luonto vetovoimaisena. Luontomatkaailu tukeutuu kaikkialla maailmassa usein luonnonsuojelualueisiin ja niistä etenkin kansallispuistoihin, mutta matkailuaktiviteettien kirjon laajentamisen vuoksi myös talousmetsiä käytetään koko ajan enemmän. Erityisesti matkailun ohjelmalvelutuotteet, kuten motorisoitu liikkuminen, koiravaljakoretket ja hevosmatkailu eivät pääsääntöisesti sovi suojelualueille, joten niitä varten tarvitaan alueiden ulkopuolelle omat reititykset ja palvelurakenteet. Tämä asettaa vaatimuksia metsienkäsitteilylle erityisesti valtion omistamilla alueilla: metsissä on vaalittava myös maisema- ja virkistysarvoja, jotta talousmetsiä voidaan käyttää matkailuympäristönä. Metsien matkailukäytön yleistymisen kasvattaa tarvetta metsien eri käyttömuotojen yhteensovittamiseen.

Suomalaisten harrastama virkistyskäyttö

Laajan, koko aikuisväestön kattavan kyselytutkimuksen (Sievänen & Neuvonen 2011) perusteella lähes kaikki suomalaiset (96 %) harrastavat ulkoilua jonkin verran vuoden aikana. Monille ulkoilu on tärkeä osa arjen ajankäyttöä ja vapaa-ajan viettoa: keskimäärin suomalaiset ulkoilevat 2-3 kertaa viikossa eli noin 170 kertaa vuodessa. Iso osa vuosittaisista vapaapäivistä vietetään erilaisten ulkoiluharrastusten parissa. Suosituimpia ulkoiluharrastuksia ovat kävely, pyöräily, uinti luonnon vesissä, marjastus ja luonnon katselu, joita harrastaa yli puolet suomalaisista aikuisista. Kaksi viidestä harrastaa sienestystä, auringonottoa rannalla, pienpuiden keräilyä ja pilkkomista, maastohiihtoa, veneilyä ja kalastusta. Suomalaisilla on keskimäärin 13 erilaista ulkoiluharrastusta. Suuri lukumäärä kertoo siitä, että eri vuodenaikoina luonto tarjoaa erilaiset olosuhteet, tarpeet ja mahdollisuudet monipuoliselle ulkoilulle. Liikunnan tarve sekä halu rentoutua luonnossa ja kokea luonnon läheisyyttä ovat keskeisiä ulkoilun syitä.

Kävely ja sauvakävely ovat suosituimpia ulkoiluharrastuksia kodin läheisessä luonnossa (kuva 1). Kaupunkikulttuurin yleistymiseen liittyy myös eväsretkeilyn suosion kasvu. Perinteiset retken yhteydessä keitetyt nuotiokahvit ovat kaupunkiympäristössä muovautuneet piknikretkiksi luonnossa. Perinteisten ulkoiluharrastusten, kuten marjastuksen, kalastuksen ja maastohiihdon, suosio on pysynyt entisellään tai jopa hieman kasvanut (kuva 2). Niiden harrastajat asuvat tyyppillisimmin maaseudulla Itä- ja Pohjois-Suomessa. Sienestys on suosittua myös kaupunkilaisten keskuudessa. Etelä- ja itäsuomalaiset ovat innokkaimpia sienestyksen harrastajia.

Retkeilytaidot ovat tärkeitä, kun luonnossa yövytään ja viivytään pidempään. Noin joka kymmenes suomalainen harrastaa vaelluksia tai yöpymisen sisältäviä retkiä luonnossa. Perinteistä retkeilyä ja erävaellusta harrastavat sekä maaseudulla että kaupungissa asuvat. Eniten retkeilyä harrastavat Pohjois-Suomessa asuvat, mikä selittyyneet retkikohteiden runsaalla tarjonnalla.

Luontoharrastuksista suosituimpia ovat luonnon nähtävyyksien katselu ja luonnon tarkkailu, joita harrastaa lähes puolet suomalaisista. Valokuvaaminen luonnossa sekä lintuharrastukset ovat kasvattaneet suosiotaan voimakkaasti viimeisen kymmenen vuoden aikana (kuva 3). Luonnon tarkkailua harrastat keski-ikäiset, erityisesti maalla asuvat, kun taas luontokuvausta harrastavat nuoret kaupunkilaiset.

Suomalaisten vahva mökkeilykulttuuri tuo monet perinteiset metsiin liittyvät harrastukset myös kaupungissa asuvien ulottuville. Mökkeilyä harrastaa kaksi kolmesta suomalaisesta, ja mökeillä vietetään keskimäärin noin viisi viikkoa vuoden mittaan. Mökkeilyyn liittyy paljon muuta luonnossa virkistytymistä. Marjastusta, sienestystä, metsästystä ja kalastusta harrastavatkin muita useammin sellaiset suomalaiset, joilla on säännöllinen mahdollisuus mökkeilyyn. Säännöllinen mökkeilymahdollisuus on kahdella viidestä joko omalla tai perheen mökillä, ja monet vierailevat ystävien mökeillä tai käyttävät vuokrattua mökkiä. Mökkimatka onkin tyyppilisin luontomatka.

Lähiluonnossa tärkeintä on metsä

Luontoalueille arvioidaan kohdistuvan yli 600 miljoonaa suomalaisten tekemää virkistyskäyntiä vuosittain. Lähiluontoa ovat niin suuremmat kaupunkipuistot kuin taajamametsät tai maaseudulla pihapiirin ulkopuolelle jäävät luontoalueet. Lähivirkistysalueilla on lähes aina metsää: 85–90 prosentilla niistä on metsää. Lisäksi lähes puolella alueista on myös peltoa tai vesialueita. Suuri osa ulkoilusta tapahtuu arkisin ja viikonloppuisin kodin läheisillä luontoalueilla tai vapaa-ajan asuinpaikan lähiympäristössä. Noin kaksi kolmasosaa ulkoilukerroista kohdistuu lähivirkistysalueille, jotka sijaitsevat kävelyetäisyydellä asunnosta. Noin neljäsosa lähiulkoilusta suuntautuu puolestaan alueille, jonne on korkeintaan puolen tunnin matka jollakin kulkuneuvolla, tavallisimmin omalla autolla. Vain pieni osa ulkoilusta tapahtuu sitä kauempana.

Ulkoilu lähiluonnossa kestää keskimäärin alle tunnin. Lähes kaksi kolmasosaa lähiulkoilusta tapahtuu kuntien hoitamilta ulkoilualueilla. Toisaalta merkittävä osa, lähes kolman-

nes ulkoilusta, tapahtuu yksityismailla, esimerkiksi oman vapaa-ajan asunon läheisyydessä. Jokamiehenoikeuksien takia virkistyskäyttö kohdistuu laajasti asuinalueiden, mökkien ja matkailukeskusten ympäristöihin. Erityisesti retkeilyä ja virkistystä varten rakennetuilla alueilla, kuten valtion hallinnoimilla retkeilyalueilla, kansallispuistoissa ja muilla suojelualueilla, on laskettu kävijälaskennalla yli 5,6 miljoonaa käyntikertaa vuonna 2014.

Luontomatkailu

Luontomatka on matkailua, eli matkan aikana yövytään muualla kuin vakinaisessa asunnossa, esimerkiksi vapaa-ajan asunnolla tai majoitusliikkeessä. Luontomatkan pääsisältö ovat luonto- ja ulkoiluharrastukset. Kaksi viidestä suomalaisesta tekee yhden tai useamman luontomatkan vuoden aikana - keskimäärin niitä tehdään kahdeksan vuodessa. Matkoihin käytetään keskimäärin 26 päivää vuoden aikana. Luontomatkoihin harrastavien osuus on suurin pohjoissuomalaisten ja pienin länsisuomalaisten keskuudessa, mutta alueelliset erot ovat pieniä.

Suomalaisten luontomatkoihin yli puolet tehdään mökkeilyyn, maastohiihdon, laskettelun, retkeilyyn, kalastuksen, veneilyn, metsästykseen, marjastuksen tai jonkin luontoharrastuksen kuten lintuharrastuksen takia. Vuoden aikana luontomatkoihin tehneistä neljä viidestä oli tehnyt ainakin yhden mökkimatkan. Kaksi viidestä oli tehnyt matkan Lappiin talvella ja kolmannes kesällä tai syksyllä. Yksi neljästä luontomatkoihin tehneistä suomalaisista oli tehnyt matkan kansallispuistoon. Yli puolet suomalaisten tekemistä luontomatkoihin tehdään korkeintaan 200 kilometrin päähän vakituudesta asunnosta.

Luontomatkaillen volyyymi eri puolilla Suomea vaihtelee suuresti. Pohjoisen kansallispuistojen ja hiihtokohteiden ympärille kehittyneet matkailukeskukset houkuttelevat vuosittain satojatuhausia matkailijoita, kun taas Etelä-Suomen kohteissa luontomatkailu on ainakin vielä pienimuotoisempaa. Ulkomaalaiset matkailijat hyödyntävät matkailun ohjelmalveluja, joita ovat esimerkiksi erilaiset järjestetyt retket luontoon, huomattavasti enemmän kuin suomalaiset. Tarkkoja lukuja luontomatkaillen laajuudesta ei ole saatavilla matkailun puutteellisen tilastoinnin takia - tilastollisessa toimialaluokituksessa matkailua ei eroteta omaksi toimialakseen. Yleisempiä tietoja on kuitenkin saatavilla: Matkailun edistämiskeskuksen mukaan noin kolmasosa kaikista Suomeen saapuvista kansainvälisistä matkailijoista osallistuu ulkoiluaktiviteetteihin. Kattavimmat tiedot kerätään kansallispuistojen käyntimääristä, jotka ovat kaksinkertaistuneet kymmenessä vuodessa.

Vetovoimainen virkistysympäristö

Vetovoimainen virkistysympäristö houkuttelee liikkumaan ja oleskelemaan luonnossa sekä tarjoaa mahdollisuuden monipuolisiin harrastuksiin, luonnon tarkkailuun ja maisemista nauttimiseen. Laadukas virkistysympäristö tarjoaa hyviä virkistyskokemuksia, joilla tarkoitetaan sitä, että ulkoilija on tyytyväinen ja saa hakemiaan terveys- ja hyvinvointihyötyjä.

Hyvän virkistysympäristön ominaisuuksia ovat monipuoliset luontoarvot, esteettiset maisemat, kulkukelpoinen maasto sekä ulkoilua tukevat virkistyspalvelut ja ulkoilureitit ja nuotio- ja pysäköintipaikat.

Vetovoimainen ulkoilu- ja virkistysympäristö on tärkeä ekosysteemipalvelu, jota ihminen voi vahvistaa tai heikentää omilla toimillaan. Luontoympäristöjen arvostustutkimuksissa Suomessa ovat arvostetuimmiksi luontotyypeiksi nousseet toistuvasti vesistöt ja luonnonmukaiset metsäalueet. Metsätalous maankäyttömuotona vaikuttaa laajalti maisemaan. Kotimaiset matkailijat ja virkistyskäyttäjät eivät pidä metsätalouden voimakkaasti muokkaamia alueita vetovoimaisina. Uudistushakkuiden aiheuttamat maisemamuutokset koetaan epämiellyttävimmiksi. Luonnonmukaisen metsäkuvan ylläpitäminen matkailu- ja virkistyskäyttöalueilla on siis tärkeää. Ulkomaalaiset matkailijat suhtautuvat metsätalouden harjoittamiseen suomalaisia asiakkaita neutraalimmin. Heillä on tosin keskimäärin suomalaisia nuompia suomalaisen ympäristön lukutaito, eivätkä he ole tottuneet ulkoilemaan laajoilla tai luonnontilaisilla metsäalueilla.

Vuodenaikojen vaihtelu vaikuttaa merkittävästi siihen, kuinka hakkuiden vaikutukset ovat nähtävissä. Kesällä metsien uudistaminen, erityisesti maanmuokkaus ja avohakkuut, heikentävät ympäristön laatua. Talvella lumi peittää alleen

maisemaa rumentavat yksityiskohdat, kuten hakkuutähteet, kannot ja maanpinnan käsittelyjäljet. Tuolloin hakkuualueet voivat avata matkailijoiden toivomia kaukonäkymiä. Puustoiset ja nuoret talousmetsät sopivat matkailukäyttöön kohtalaisen hyvin sekä kesällä että talvella.

Hyvin suunnitellut ja järjestetyt virkistyspalvelut ehkäisevät virkistyskäytöstä johtuvaa luontoarvoja heikentävää kulumista ja muun muassa häiriöitä lintujen pesinnässä. Virkistysympäristön tarjonnan tärkein ratkaisu tehdään maankäytön suunnittelun yhteydessä, jolloin päätetään lähivirkistysalueiden sijainnista ja laajuudesta. Asukkaiden virkistyskäytön kannalta arvokkaiden alueiden ja paikkojen kartoitus on tärkeää suunnittelua tukevaa tietoa. Virkistyskäyttöä koskevaa tutkimustietoa voidaan hyödyntää alueiden sijoittelun ja mitoituksen suunnittelussa.

Taajamametsien ja -maisemien hoidolla voidaan ylläpitää vetovoimaista luontoympäristöä virkistysalueilla ja lähiluonnossa. Eniten virkistysarvoja tarjoaa sellainen metsä, missä on täysikasvuista puustoa ja useita puulajeja sekä erilaisia metsiköitä sisältäviä alueita. Metsä on rakenteeltaan avara ja kasvillisuudeltaan kiinnostava eli siellä esiintyy pensaita ja luonnonmukaista aluskasvillisuutta. Avarassa metsässä on helppo liikkua, ja se tuntuu myös turvalliselta.



Kuva 5. Lähiluonto on tärkein ulkoilupaikka. Kuva: Tuija Sievänen.

Kestävä virkistyskäyttö ja luontomatkailu

Metsän hyödyntäminen matkailussa ja elämystuotteissa on Suomessa hyvässä vauhdissa. Lapissa matkailu on kehittänyt määrätietoisen kehittämistyön avulla perhemajoituksesta vientiteollisuuteen rinnastettavaksi elinkeinoksi. Lapin matkailussa haetaan edelleen vahvaa kasvua kansainvälisiltä markkinoilta. Kestävän matkailun periaatteita on sovellettu valtion omistamien suojelu- ja retkeilyalueiden käytön suunnittelussa jo melko pitkään. Muilla alueilla kestävä matkailu on tavoitteena matkailuorganisaatioiden kehittämissstrategioissa ja suunnitelmissa, mutta niiden toteuttaminen matkailurakentamisessa ja palvelujen tuottamisessa vaihtelee. Esimerkiksi Pohjois-Suomen matkailukeskusten kehittämisessä olisi mahdollista hyödyntää paikalliskulttuuria ja paikan omaleimaisuutta nykyistä enemmän. Matkailukeskusten kehittäminen on haasteellista: kotimaisten asiakkaiden odotuksiin on vastattava, ja samalla on tarjottava palvelu- ja luontoon kulttuurisesti eri tavoin suhtautuville ulkomaalaisille asiakkaille.

Nopea matkailukeskusvetoinen kehitys voi johtaa matkailupalveluiden harkitsemattomaan ja kestävämmään rakentamiseen ja sijoitteluun. Erityisesti Lapin matkailukeskuksissa tulisi löytää tasapaino ekotehokkaan yhdyskuntarakenteen ja elämyksellisen ja luonnonläheisen ympäristön välillä. Useimmille matkailijoille tärkein vetovoimatekijä Lapissa on luonto, jonka vuoksi mahdollisuus kokea luontoa myös loma-asumisessa on tärkeää. Matkailijoiden ympäristötietoisuus ja siihen liittyvät arvot ja asenteet vahvistuvat jatkuvasti. Suomalaisten matkakohteiden suunnittelussa ja rakentamisessa tarvitaan enemmän tutkimustietoa myös ulkomaalaisten asiakkaiden matkustusmotiveista, luontosuhteesta ja asumispreferensseistä matkakohteessa.

Keskeisiä tutkimusteemoja kestävä matkailun kehittämisessä ovat luontomatkakohteiden ekologisen kestävyden turvaaminen sekä paikallisyhteisöjen rooli ja hyödyt matkailun kehittämisessä. Matkailu on suhdanneherkkä elinkeino, johon kausivaihtelut tuovat voimakasta vaihtelua. Sosiaalisen kestävyden näkökulmasta on tärkeää, että matkailupalveluja tuottavat paikalliset yrittäjät. Myös matkailuseutujen elinkeinon yhteensovittaminen on keskeinen kysymys - miten sovittaa yhteen matkailu ja kaivostoiminta, porotalous ja metsätalous tai matkailu ja luonnonsuojelu? Tutkimustietoa tarvitaan sekä maankäytön suunnittelun tueksi että mahdollisten konfliktien ehkäisemiseksi ja ratkomiseksi.

Yksi kasvavan matkailun haasteista on monikulttuurisuuden huomioon ottaminen. Luonnon käyttötavat voivat olla eri etnisten ryhmien ja kansallisuuksien keskuudessa hyvin erilaisia. Myös työntekijöitä rekrytoidaan yhä enemmän ulkomailta. Lisäksi tulevaisuudessa alueiden saavutettavuus ja helppokäyttöisyys liikuntarajoitteisten asiakkaiden ja lapsiperheiden näkökulmasta on tärkeää. Näin voidaan edesauttaa urbanisoinnin myötä luonnosta vieraantuvien lasten ja nuorten mahdollisuuksia kokea luontoelämyksiä matkakohteessa.

Luonnon virkistyskäytön ja luontomatkailun kestävyden seuraamiseksi tarvitaan jatkuvaa tiedonkeruuta ja seurantaa, jota varten tarvitaan kestävyttä kuvaavat mittarit, kriteerit

ja indikaattorit. Virkistyskäytön ja luontomatkailun yhteensovittaminen muiden metsävarojen ja maankäytön tarpeiden kanssa vaatii ajantasaista tietoa ja toimintamalleja, joiden avulla toimijoiden eri intressit ja tarpeet sovitetaan yhteen kasvavan luonnonvarojen kysynnän olosuhteissa.

Kirjallisuus

- Hamberg, L. ja Löfström, I. 2012. Taajamametsien kuluminen ja kunnostus. Julkaisussa: Hamberg, L., Löfström, I. ja Häkkinen, I. (toim.). Taajamametsät - suunnittelu ja hoito. Metsäkustannus Oy. s. 122-129. ISBN:978-952-5694-92-5
- Hasu, E. ja Tyrväinen, L. 2011. Kenelle matkailukylyä tehdään? Julkaisussa: Staffans, A. ja Merikoski, T. (toim.). Miten kestävä matkailualue tehdään? Käsikirja suunnitteluun ja rakentamiseen. Aalto yliopisto, Arkkitehtuurin laitos. s. 20-57. http://matkahanke.aalto.fi/fi/julkaisut/matka_kasikirja_2011_web.pdf
- Karjalainen, E. 2006. The visual preferences for forest regeneration and field afforestation - four case studies in Finland. University of Helsinki, Faculty of Biosciences, Department of Biological and Environmental Sciences. Dissertations Forestales 31: 1-111. <http://dx.doi.org/doi:10.14214/df.31>
- LVVI-tutkimus, Metsäntutkimuslaitos. 2010. Luonnon virkistyskäyttö - Ulkoilutilastot. <http://www.metla.fi/metinfo/monikaytto/lvvi/tietoa-ulkoilusta-2010.htm>
- MEK 2009. Rajahaastattelututkimus, osa 22: Ulkomaalaiset matkailijat Suomessa 1.1.-31.12.2008. MEK A: 164: 1-135. <http://www.visitfinland.fi/studies/rajahaastattelututkimus-osa-22-ulkomaalaiset-matkailijat-suomessa-vuonna-2008/>
- Metsähallitus 2010. Metsähallituksen kansallispuistojen käyntimäärät 2001-2009. <http://www.metsa.fi/sivustot/metsa/fi/Eraasiatjaretkely/Asiakastieto/Kayntimaarat/Kansallispuistotyhteensa/Sivut/Kansallispuistotyhteensa.aspx>
- Sievänen, T. ja Neuvonen, M. (toim.). 2011. Luonnon virkistyskäyttö 2010. Metlan työraportteja 212: 1-190. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-951-40-2332-3>
- Tyrväinen, L. ja Järviluoma, J. 2009. Lappi ja Suomi maailman matkailumarkkinoilla. Julkaisussa: Tuulentie, S. (toim.). Turisti tulee kylään. Matkailukeskukset ja lappilainen arki. Minerva kustannus Oy, Helsinki/Jyväskylä. s. 29-52. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-951-39-5906-7>
- Tyrväinen, L., Silvennoinen, H. ja Hallikainen, V. 2010. Kansainvälisten matkailijoiden maisema- ja ympäristöarvostukset Pohjois-Suomessa. Metlan työraportteja 147: 1-52. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-951-40-2222-7>
- Tyrväinen, L. ja Tuulentie S. 2010. Luontomatkailun ja virkistyskäytön haasteet metsien käytölle. Julkaisussa: Sevola, Y. (toim.). Metsä, talous ja yhteiskunta. Katsauksia metsäekonomiseen tutkimukseen. Metlan työraportteja 145: 179-189. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-951-40-2218-0>

Luontomatkailun merkitys elinkeinoelämän kannalta

Seija Tuulentie ja Liisa Tyrväinen

Suomen matkailustrategia 2020 alkaa toteamuksella, että palvelualojen ja samalla matkailun merkitys kansantaloudessa ja työllistäjänä on kasvamassa. Strategia on kirjoitettu vuonna 2007, ja sen valmistumisen jälkeen matkailulukuihin tuli taloudellisen taantuman myötä pieni notkahdus. Siitä huolimatta matkailuun uskotaan edelleen etenkin syrjäisten alueiden elinkeinona. Suomi ei tässä poikkea monesta muusta maasta: monilla alueilla maailmassa matkailun nimiin vannotaan etenkin suurten keskusten ulkopuolisilla alueilla.

Luontomatkailua pidetään matkailun nopeimmin kasvavana osa-alueena. Se on kehittynyt retkeilyn ja luonnon virkistyskäytön pohjalta. Etenkin 1990-luvulta alkaen luontomatkailu on kasvanut merkittäväksi kaupalliseksi toiminnaksi ja elinkeinoelämän osa-alueeksi, kun matkailun trendeiksi ovat nousseet luonto, ekologisuus ja toiminnallisuus. Luontomatkailu keskittyy sellaisille alueille, missä luonto on säilynyt suhteellisen alkuperäisenä, mutta luontomatkailijan tukikohtana saattaa olla yhtä hyvin maatilamatkailukohde kuin suuri matkailukeskuskin.

Luontomatkailusta on toivottu muun muassa metsätalouden vähentyneiden työpaikkojen korvaajaa ja yleisesti vetoapua syrjäisen maaseudun taloudellisen ja sosiaalisen elinvoiman ylläpitämiseen ja uusiutumiseen. Luontomatkailun elinkeinotoiminnan kasvuun on vaikuttanut olennaisesti etenkin se, että ohjelmalvelut eli luonnossa toteutettavat erilaiset ohjatut retket ovat yleistyneet. Ohjelmalveluyritysten määrä on lisääntynyt, ja niiden liikevaihto kasvanut viime vuosikymmeninä. Esimerkiksi Lapissa ohjelmalveluyritysten liikevaihto on noussut vuosina 1995–2009 kymmenestä miljoonasta eurosta 130 miljoonaan euroon. Luontoon perustuvia ohjelmalveluita käyttävät etenkin ulkomaalaiset matkailijat.

Luontomatkailu määritellään Suomessa usein laaja-alaisesti matkailuksi, jossa luonto on ensisijainen vetovoimatekijä. Luontoon perustuvan matkailun tulisi olla kestävä, ja sen tulisi säilyttää luontomatkakohdeet vetovoimaisina luontoalueina. Luontomatkailu tukeutuu eri puolilla maailmaa usein luonnonsuojelualueisiin ja niistä etenkin kansallispuistoihin. Suomessa myös talousmetsiä, erityisesti valtion omistamia alueita käytetään luontomatkailussa aktiivisesti.

Metsien eri käyttömuotoja ja elinkeinotoiminnan edellytyksiä sovitetaan yhteen erityisesti valtion metsissä osallistamalla eri sidosryhmät metsien käytön suunnitteluun. Ristiriitoja on silti syntynyt metsätalouden ja matkailun välillä erityisesti Pohjois-Suomessa. Monella tärkeällä matkailualueella, kuten Kuusamossa, Kainuussa ja Järvi-Suomessa, metsät ovat pääosin yksityisomistuksessa. Näillä alueilla metsien hakkuita ja hoitoa koskevista päätöksistä ja myös ulkoiluympäristöjen laadusta vastaavat yksityiset maanomistajat. Eri käyttömuotojen yhteensovittaminen on entistä vaa-

tivampaa. Luonnon kuluminen, ekologisesti kestävämmän rakentaminen ja ilmastonmuutos vaikuttavat luontomatkailuun muuta matkailua enemmän.

Matkailijat haluavat matkaltaan monenlaisia elämyksiä, joten luonnossa liikkuminen voi olla vain yksi matkan monesta elämyksestä. Kohdealueen mahdollisia luontomatkailukohteita ja -palveluja käyttävät luontomatkailijat hyödyntävät matkansa aikana samoja matkailupalveluja kuin muutkin matkailijat. Luontoelämys voi myös yhdistyä sellaisiin elämyksiin, joiden perustana ei sinällään ole luonto.

Luontomatkailun merkitys Suomen eri alueille

Kaikkialla maailmassa suurimmat matkailijavirrat kohdistuvat suuriin kaupunkeihin. Syrjäseudulla matkailun merkitys on kuitenkin suhteellisesti suurempi, sillä alkutuotannon elinkeinon kuten maa- ja metsätalouden merkitys on viime vuosikymmeninä vähentynyt. Maantieteilijä **Walter Christaller** kirjoitti 1960-luvun alussa siitä, että turismi on talouden haara, joka hyödyttää periferiaa, välttää keskuksia ja etsii ”korkeimpia vuoria, yksinäisimpiä metsiä ja etäisimpiä rantoja”. Tosiasia kuitenkin on, kuten Christallerkin myönsi, että kaupungeissa käy enemmän matkailijoita. Olennaista on silti se, että vapaa-ajanvieton alueena maaseutu on suosittu ja matkailutyön merkitys on suurin syrjäisillä alueilla. Matkailu voi olla joillakin alueilla jopa tärkein keino säilyttää syrjäisten alueiden elinvoimaisuus.

Kaunis ja syrjäinen luonto ei yksin riitä matkailupalveluiden toteuttamiseen, sillä luontokohteet pitää saavuttaa helposti ja niiden pitää tarjota myös palveluita. Saavutettavuuden ja luonnon säilyttämisen suhde on ongelmallinen: kun saavutettavuus ja kävijämäärät lisääntyvät, luonnonmuokaisuus yleensä myös häviää. Erilaisia rajoja luontoarvojen kannalta sopiville kävijämäärille on laskettu, mutta käytännössä kävijärajoituksia ei ole asetettu ainakaan Suomessa.

Suomen matkailustrategiassa todetaan, että luonto ja kulttuuri ovat maamme matkailun keskeisimpiä vahvuuksia ja voimavaroja. Tämän vuoksi niiden säilyttämistä ja kestävä hyödyntämisen turvaamista pidetään tärkeänä. Kansallisessa matkailustrategiassa arvioidaan, että noin neljännes Suomen matkailusta on luontomatkailua. Luontomatkailu on alueellisesti jakaantunut niin, että erityisesti Pohjois- ja Itä-Suomessa sekä saaristoalueilla luonnolla on keskeinen merkitys. Lisäksi luontoa pidetään merkittävänä tekijänä matkailukeskuksissa, mökki- ja kiertomatkailussa, veneilyssä, moottorikelkkailussa sekä kalastus- ja metsästysmatkailussa. Suomessa luonto ja kulttuuri nivoutuvat kuitenkin tiukasti ja moninaisesti yhteen, koska kulttuuri on muokkautunut ja saanut sisältönsä pitkälti luonnosta ja päinvastoin.

Matkailukysyntään vastaamisessa on nähtävissä alueittaisia eroja. Alueen elinkeinohistoria vaikuttaa siihen, kuin-



Kuva 1. Matkailijat haluavat monenlaisia elämyksiä ja luontokokemuksia. Koskenlasku Ruunaan koskilla Lieksassa on elämysmatkailua. Kuva: Urho Kettunen.

ka paljon matkailua toimialana arvostetaan ja millaista tukea matkailuyrittäjyys saa alueen päätöksentekijöiltä. Ashley Selbyn ja Leena Petäjiston tutkimuksen mukaan erityisesti aiemmin teollisuus- tai maatalousvaltaisilla alueilla saattaa olla vaikeuksia vastata matkailijakysyntään, koska matkailua ei ole pidetty merkittävänä toimialana. Se taas heijastuu edelleen asukkaiden ja päätöksentekijöiden asenteisiin sekä yleisemmin alueen kulttuuriseen ja sosiaaliseen pääomaan.

Kuntapäätäjien ja virkamiesten asenteita tutkittiin vuonna 2012 Metsäntutkimuslaitoksen tekemässä kyselyssä, jossa Suomi jaettiin viiteen alueeseen: 1) Lappi, 2) Kainuun ja Itä-Suomen käsittävä Vaara-alue, 3) Pohjanmaa ja Keski-Suomi, 4) Hämeen ja Saimaan seudun käsittävä Järvialue sekä 5) eteläiset rannikkoalueet ja Helsingin ja muut suuret kaupungit käsittävä kulttuurialue. Teollisuuden merkitystä pidettiin suurena kaikilla alueilla, mutta kaikista vastaajista lähes puolet (46 %) piti myös matkailupalvelujen merkitystä alueellaan hyvin tärkeänä. Vaara-alueella ja erityisesti Lapissa matkailupalvelujen osuus korostui. Lapissa useampi kuin kolme neljästä vastaajasta piti matkailupalveluita alueen kehityksen kannalta hyvin tärkeinä ja loputkin tärkeinä. Maa- ja metsätalouden arvioi Lapissa hyvin tärkeäksi ainoastaan 15 prosenttia vastaajista, ja matkailun kehittämistä pidettiin teollisuuden kehittämistä tärkeämpänä ainoastaan Lapissa.

Alue- ja paikallistaloudelliset vaikutukset

Luontomatkailuun liitetään usein pienimuotoisuus ja kestävän matkailun periaatteiden noudattaminen, mutta käytännössä matkailuyrittäjien asenteet ja arvot vaihtelevat. Kannattavan liiketoiminnan lainalaisuudet pätevät myös luontomatkailuun kuuluvien ohjelmalveluyrittäjien toiminnallisissa ratkaisuissa. Merkittävien alue- ja paikallistalouds-

vaikutusten aikaansaamiseksi tarvitaan kasvavia asiakasvirtoja ja kulutusta, jonka myötä samalla myös ympäristöhaitat kasvavat. Kasvun myötä myös matkailun mittakaava muuttuu: siirrytään pienimuotoisesta luontomatkailusta kohti massaturismia, jonka piirteitä on näkyvissä jo Lapissa.

Luontomatkailu voi vaikuttaa alue- ja paikallistalouteen monin tavoin. Tyypillisesti talousvaikutusten tarkasteluissa on keskitytty mittaamaan tulo- ja työllisyysvaikutuksia, jotka aiheutuvat matkailijoiden rahankäytöstä. Matkailun merkitys ja taloudelliset vaikutukset vaihtelevat kunnittain tarkasteltuina paljon: monissa Lapin kunnissa matkailun merkitys työllistäjänä on erittäin suuri. Pienemmilläänkin volyymeillä matkailu näyttäytyy merkityksellisenä tekijänä syrjäseutujen elinkeinorakenteen monipuolistajana, koska perinteiset maa- ja metsätalouden työpaikat ovat vähentyneet.

Luontomatkailun taloudellisten vaikutusten mittaamiseen sisältyy monia haasteita. **Maija Huhtala** ja **Liisa Tyrväinen** ovat tutkimuksissaan todenneet, että luontomatkailun taloudellisten vaikutusten laskemisen pääongelmana on se, että sen tulo- ja työllisyysvaikutuksia on hankala erottaa muusta matkailusta. Luontomatkailua ei tilastoida erikseen matkailutilastoissa. Lisäksi matkailua on ilmiönä vaikea erottaa toiminnallisesti ja taloudellisesti laajemmasta aluetaloudesta ja sen eri sektoreista majoitus- ja ohjelmalvelutoimintaa lukuun ottamatta. Vaikutukset jakautuvat useille eri toimialoille, kuten matkustus-, majoitus- ja ravitsemusalalle ja vähittäiskauppaan.

Jotta alue pystyy hyötymään luontomatkailusta taloudellisessa mielessä, on alueen luonnon oltava vetovoimaisena niin, että se pystyy houkuttelemaan riittävästi matkailijoita alueelle. Kohteen tulee olla helposti saavutettavissa, ja erilaisten palvelujen ja infrastruktuurin on mahdollistettava liikkuminen ja oleskelu alueella. Riittävä matkailijavirta saa



Kuva 2. Kaunis ja syrjäinen luonto ei matkailijalle aina riitä, sillä luontokohteet pitää saavuttaa helposti ja niiden pitää tarjota myös palveluita. Kuva: Erkki Oksanen, Luke.

aikaan palvelujen kysyntää. Tarjonnan luomiseen tarvitaan puolestaan osaavia yrittäjiä, toimivat yritystoiminnan edellytykset sekä sosiaalista pääomaa ja osaavaa työvoimaa. Mitä enemmän palveluja on tarjolla ja niitä ostetaan, sitä enemmän kohdealue matkailusta hyötyy.

Kattavimmin paikallistalousvaikutuksia on arvioitu kansallispuistoissa ja retkeilyalueilla. Arvioinnissa on käytetty Metsähallituksen ja Metsäntutkimuslaitoksen yhdessä kehittämää laskentasovellusta. Suurimmat paikallistaloudelliset vaikutukset syntyvät Pallaksen - Ylläksen ja Urho Kekkonen kansallispuistojen kävijöiden rahankäytöstä. Pallaksen - Ylläksen kansallispuiston kokonaistulovaikutukseksi vuonna 2012 arvioitiin 33,3 miljoonaa euroa ja työllisyysvaikutukseksi 436 henkilötyövuotta. UKK-puiston vaikutukseksi arvioitiin vastaavasti 22,2 miljoonaa euroa ja 292 henkilötyövuotta. Merkittäviä talousvaikutuksia selittävät puistojen sijainti lähellä Lapin matkailukeskuksia, sijaintialueen palvelut ja suuret kävijämäärät. Eteläisessä Suomessa suurimmat vaikutukset ovat Punkaharjun luonnonsuojelualueilla ja Kolin kansallispuistolla. Muusta matkailusta syrjässä olevien kansallispuistojen ja retkeilyalueiden paikallistaloudelliset vaikutukset sen sijaan jäävät vähäisiksi.

Luontomatkailu hyödyttää paikallisesti eniten sellaisilla alueilla, joilla on riittävästi yksityistä palvelutarjontaa. Tällainen tarjonta houkuttelee kävijöitä viipymään alueella useita päiviä. Matkailupalvelutarjonnan vähäisyys ja vierailun keskimääräinen pituus näkyvät selvästi vertailtaessa Nuuksion ja Oulangan kansallispuistojen vaikutuksia. Vaikka vuonna 2012 kävijöitä oli Nuuksiossa 21 000 enemmän kuin Oulanggalla, olivat Oulanggalla kävijöiden talousvaikutukset kymmenkertaiset Nuuksion vaikutuksiin verrattuna.

Luontomatkailu yritystoimintana

Luontomatkailun kasvusta ja yritystoiminnasta alalla on olemassa toistaiseksi melko vähän tilasto- tai tutkimustietoa. Tietoa yritystoiminnasta ja sen laajuudesta tarvitaan kuitenkin matkailualan kehittämiseksi. Tietoa tarvitaan yritysten luonteesta, toiminnan laajuudesta, toimintatavoista ja luonnon merkityksestä sekä esimerkiksi yrittäjien asenteista yrittäjyyttä kohtaan.

Matkailemisessa ja myös luonnon kokemisessa tarvitaan lähes aina erilaisia palveluja, vähintään majoitus- tai kuljetuspalveluja. Näiden matkailupalvelujen tuottaminen edellyttää yritystoimintaa, jotka useimmiten tuotetaan yksityisellä sektorilla. Tavallisimmin matkailijan käyttämä matkailutuote on palveluiden yhdistelmä, joka muodostuu majoituksesta, kuljetuksesta ja mahdollisesti myös ohjelmalveluista.

Luontomatkailuyritys voidaan määritellä yritystoiminnan lähtökohdista sellaiseksi matkailuyritykseksi, jonka toiminta tukeutuu luonnon tarjoamaan ympäristöön tai jolle luonto tai luonnon läheisyys tuo kilpailuetua yrityksen omasta näkökulmasta. Osalle matkailuyrityksistä luonnolla on vällillinen merkitys. Silloin esimerkiksi ympäröivä maisema tai sijainti tuo yritykselle kilpailuetua verrattuna muihin saman alan yrityksiin. Esimerkiksi osa majoitusyrityksistä on tällaisia. Yrityksen toiminta voi perustua myös osittain luontoon, jolloin osa yrityksen matkailupalveluista tuotetaan luonnossa. Tällainen yritys voi olla esimerkiksi majoitusyritys, joka majoituksen lisäksi tarjoaa luonnossa tapahtuvia ohjelmalveluita. Yrityksen kaikki tai lähes kaikki matkailupalvelut voidaan tuottaa luonnossa. Tällöin toiminta perustuu keskeisesti luontoon, kuten usein ohjelmalvelu- tai eräopas-toimintaa harjoittavissa yrityksissä.



Kuva 3. Luontomatkailu keskittyy usein sellaisille alueille, missä luonto on säilynyt lähes alkuperäisenä, mutta luontomatkailijan tukikohtana voi olla maatilamatkailukohde, suuri matkailukeskus tai kotimuseo. Kuva: Erkki Oksanen, Luke.

Leena Petäjistön ja Ashley Selbyn määritelmän mukaan luontomatkailuyrityksiksi voidaan lukea matkailun oheis- ja ohjelmalveluita tuottavat yritykset, kuten kalastus- ja retkeily-yritykset ja opastettuja luontoretkeä järjestävät yritykset. Alaan luetaan myös vuokraustoimintaa harjoittavia yrityksiä, joiden toimintaan liittyy luonnossa käytettäviä välineitä, esimerkiksi lumikenkiä, pyöriä, kanootteja, moottori-kelkkoja tai veneitä. Laajasti tulkittuna määritelmään voidaan sisällyttää myös majoitusyritykset, joille sijainti ja luonnonläheisyys ovat yrityksen oman näkemyksen mukaan kilpailuetu ja vetovoimatekijä.

Luontomatkailuyritysten kokonaismäärän arvio riippuu Petäjistön ja Selbyn mukaan siitä kuinka väljästi tai suppeasti toiminta halutaan ymmärtää. Jos asiaa katsotaan laajasti kriteereinä kilpailuedun saaminen luonnon läheisyydestä ja vain välillisesti, toimii maassamme yhteensä noin 6 700 luontomatkailuyritystä. Näiden yritysten työllisyysvaikutusten arvioidaan olevan 27 000 henkilötyövuotta. Suurin osa niistä on majoitusyrityksiä. Ohjelmalveluyrityksiä on noin 1 100, ja muiden alojen yrityksiä noin 1 300. Ohjelmalvelut työllistävät arvion mukaan noin 3 100 henkilötyövuotta. Jos yritystoiminnan kriteerinä pidetään toiminnan perustumista keskeisesti luontoon, toimii Suomessa yhteensä noin 3 000 luontomatkailuyritystä. Yritykset ovat usein mikro- tai pienyrityksiä, mutta alalla toimii myös suuria, jopa useita kymmeniä henkilöitä työllistäviä ohjelmalvelu- ja majoitusyrityksiä.

Luontomatkailu työnä

Suomessa matkailutyön suhteellinen merkitys on suurinta Lapissa, missä 7,7 prosenttia koko työllisyydestä oli hotelli- ja ravintolasektorilla vuonna 2010. Seuraavaksi tärkeintä matkailutyö on Ahvenanmaalla, missä matkailu edusti noin kuutta prosenttia työllisyydestä. Koko maan keskiarvo vuonna 2010 oli 4,2 prosenttia.

Matkailukehityksen strategisena tavoitteena on ollut keskittäminen. Suurimmat matkailukeskukset sijaitsevat Itä- ja Pohjois-Suomessa. Niissä luontoon perustuvan matkailun tarjoaman työn lisääntyminen näkyy myös väestörakenteessa ja työllisyystilastoissa. Matkailuala tarjoaa työtä usein työttömyyden pahiten koettelemille ja muuttoaltteimmille väestöryhmille eli naisille ja nuorille. Tämä näkyy esimerkiksi Tunturi-Lapin työvoimatilastoissa, joiden mukaan 38 prosenttia Tunturi-Lapin matkailutyövoimasta oli vuonna 2012 alle 30-vuotiaita. Naisten osuus paikallisista työntekijöistä on 2000-luvulla ollut yli 50 prosenttia. Matkailukeskusten tarjoamien työtilaisuuksien lisääntyessä nuorilla on mahdollisuus jäädä kotiseudulleen, miesvaltaiset maaseutualueet saavat naisasukkaita ja alueen muuttotase voi jopa kääntyä voitolliseksi.

Matkailutyö on kuitenkin vaikea käsite. Sen tilastoinnissa hankaluuksia aiheuttavat sekä matkailualan luokittelun vaikeus että matkailutyön sesonkiluonteisuus. Joka tapauksessa matkailu on merkittävä ja yhä suurempi työllistäjä niin maailman kuin Suomenkin mittakaavassa.

Matkailumaaseudulla työn muutos ja matkailutyön lisääntyminen näkyvät kahdella tavalla: matkailu toisaalta tuo uutta työvoimaa alueen ulkopuolelta ja toisaalta paikallisille on tarjolla uudenlaisia työpaikkoja. Kummassakin tapauksessa olennaista on matkailun voimakas sesonkiluonteisuus. Vain harva matkailukeskus tai -yritys pystyy tarjoamaan ympärivuotista työtä kaikille työntekijöille. Tiina Pirttijärven vuonna 2008 tekemän selvityksen mukaan matkailuyritysten vakainainen henkilöstö muodostaa vain noin kolmanneksen koko matkailun henkilöstöstä eli kaksi kolmannesta on sesonkityöntekijöitä. Matkailun sesonkityöllä on ollut monella tavalla huono maine. Sen erityispiirteinä on pidetty matalaa palkkaa, pitkiä työpäiviä, epäsäännöllisiä työaikoja ja matalaa koulutustasoa. Niinpä sitä on myös näiden tekijöiden vuoksi pidetty enemmänkin lyhyenä pysäh-

dyspaikkana matkalla johonkin parempaan ammattiin kuin varsinaisena ammatinvalintana.

Matkailukeskuksista on tullut myös työssäkäyntikohteita keskuksia ympäröivien alueiden asukkaille. Näiden paikallisten työntekijöiden toimenkuvat mukailevat samoja työn teon ehtoja kuin sesonkityöntekijöilläkin. Heidän suhteensa paikkaan on kuitenkin erilainen: siinä missä alueen ulkopuolelta tulevia puolen vuoden mittainen työsuhte estää muuttamasta paikkakunnalle, paikallisille se on mahdollisuus pysyä paikkakunnalla. Matkailualan töitä myös yhdistetään osaksi perinteisiä paikallisia elinkeinoja, ja niitä tehdään perinteisten maaseutuelinkeinojen töiden rinnalla. Perinteiset elinkeinot ovat tärkeä osa matkailukeskusten kulttuuri- ja perinnettä, johon monet keskusten tarjoamat tuotteet ja palvelut pohjautuvat.

Paikallisilta asukkailta matkailutyö edellyttää uudenlaisen toimintamallien omaksumista ja matkailun hyväksymistä osaksi kyläyhteisöjen arkea. Esimerkiksi Lapin maaseutus suunnitelmassa nostetaan monialayrittäjyys Lapin maaseudun tulevaisuuden elinvoimaisuuden edellytykseksi. Monialayrittäjyyden luonteviksi vaihtoehdoiksi suunnitelma nimeää erilaiset matkailun, porotalouden, maa- ja metsätalouden, luonnontuotteiden keräilyn, kalastuksen sekä muiden kausitöiden yhdistelmät. Uusien toimialojen yritystoimintaa onkin virinnyt etenkin matkailukeskusten ja kaupunkien läheiselle maaseudulle.

Matkailun sesonkityöntekijöiden kiinnostus aluetta kohtaan vaihtelee paitsi työn riittävyyden myös työn luonteen mukaan. Matkailukeskukset houkuttelevat elämäntapaan ja harrastukseen liittyvillä tekijöillä. Esimerkiksi hiihdonopettajina on tyypillisesti ihmisiä, joilla on jokin toinen ammatti kotiseudullaan mutta jotka ottavat vapaata varsinaisesta työstään muutamaksi keväiviikoksi ja työskentelevät tunturikeskuksessa. Työpaikan lisäksi asuinpaikka, ympäristö, luonto ja paikan ilmapiiri vaikuttavat kiinnostukseen muuttamalla matkailualueelle.

Matkailun ja matkailutyön hyväksyttävyyttä paikallisyhteisöissä on pyritty parantamaan eri tavoin. Länsi-Lapissa, Kolarissa, 1990- ja 2000-luvun taitteessa toteutetuissa matkailureittihankkeissa työllistämistoimien yhtenä tavoitteena oli matkailuelinkeinolle myönteisen ilmapiirin luominen. Kehityshankkeissa työllistettiin muun muassa matkailureittien ja matkailurakenteiden rakennustöihin ihmisiä, joilla oli usein negatiivisävytteisiä suhtautumistapoja matkailuun ja matkailualan töihin. Matkailun ympäristörakennustöiden ohessa metsätöitä tehneille metsureille ammatillisesti vähäarvoinen risukoiden raivaus sai uutta sisältöä. Hankkeissa työskentely osoitti monelle, että matkailuelinkeinon parissa sekä siihen liittyen tarvitaan monenlaisia työntekijöitä sekä monenlaista osaamista ja että matkailu voi työllistää muitakin kuin asiakaspalvelijoita.

Matkailun kehittyminen ja työllisyysmahdollisuuksien luominen sekä taloudellisten hyötyjen syntyminen on pitkän ajan kehittämisen tulosta. Lapissa matkailulla on jo vuosikymmenien perinteet. Alueen matkailu- ja luontomatkailuyritykset ovat kehittyneempiä, yhteistyökykyisempiä ja yhteistyöhaluisempia kuin alueilla, joilla luontomatkailun perinteet eivät ole yhtä selkeät ja pitkät. Lapissa myös majoi-

tusyritysten toiminnan nähdään perustuvan luontoon muuta maata vahvemmin. Etelä-Suomessa puolestaan ei ole tiedostettu luontomatkailun mahdollisuuksia samalla tavalla kuin Pohjois-Suomessa. Tämä voi johtua yleensä matkailualan heikommasta asemasta Etelä-Suomen kunnissa sekä pirstaleisista maanomistusoloista.

Luontomatkailun kehittämisessä niin sanottu kaikkea kaikille yhtä aikaa -periaate ei tuo hyvää lopputulosta. Sen sijaan on tärkeää valita laajoista asiakasryhmistä sellaiset asiakkaat, joita varten luontomatkailukohdetta halutaan kehittää. Kansainvälinen matkailututkimus osoittaa, että matkustajien ympäristötietoisuus ja siihen liittyvät arvot ja asenteet vahvistuvat jatkuvasti. Se, mitä Suomeen tulevat ulkomaalaiset matkailijat odottavat luonnolta ja metsäiltä, ei välttämättä ole sama kuin mitä suomalaiset pitävät tarjoamisen arvoisena. Kaikkiaan luontomatkailun tuotteistaminen erityisesti ulkomaalaisille asiakkaille tarvitsee vielä runsaasti kehittämistyötä.

Luontomatkailun kehittäminen vaatii keskimääräistä enemmän eri toimijoiden ja sektoreiden välistä yhteistyötä. Luontomatkailu ei ole vahva osa matkailusektoria, jonka toiminnan ydin on hotelli- ja ravitsemustoimialat. Se ei myöskään ole maaseudun kehittämisen tai metsäalan vahvaa osaamisaluetta. Luontomatkailu tulisi tunnistaa paremmin aluekehityksen yhtenä mahdollisuutena esimerkiksi laadittaessa matkailustrategioita. Pienyrittäjävältaiselle matkailualalle yhteistyö- ja arvoverkostojen luominen on keskeistä, koska ilman niitä ala ei voi kehittyä riittävästi.

Kirjallisuus

- Chrastler, W. 1964. Some considerations of tourism location in Europe: The peripheral regions - underdeveloped countries - recreation areas. *Papers in Regional Science* 12(1): 95-105. <http://dx.doi.org/doi:10.1111/j.1435-5597.1964.tb01256.x>
- Huhtala, M., Kajala, L. & Vatanen, E. 2010. Local economic impacts of national park visitors' spending: The development process of an estimation method. *Metlan työraportteja* 149: 1-20. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-951-40-2224-1>
- Selby, A. & Petäjästä, L. 2009. Uneven entrepreneurial responses to demands for tourism-related services adjacent to three national parks in southern Finland. *Metlan työraportteja* 127: 1-22. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-951-40-2175-6>
- Petäjästä, L. ja Selby, A. 2011. Luontomatkailuyritystoiminnan laajuus: Internet-aineistoon pohjautuva selvitys. *Metlan työraportteja* 217: 1-33. <http://www.metla.fi/julkaisut/work-ingpapers/2011/mwp217.htm>
- Petäjästä, L. ja Selby, A. 2012. Luontomatkailun yritystoiminta Suomessa. *Metlan työraportteja* 246: 1-53. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-951-40-2393-4>
- Tyrväinen, L. ja Huhtala, M. 2010. Onko luontomatkailusta metsäsektorin korvaajaksi aluetaloudessa? *PTT-katsaus* 2: 41-49.
- Vatanen, E., Pirkonen, J., Ahonen, A., Hyppönen, M. ja Mäenpää, I. 2006. Luonnon käyttöön perustuvien elinkeinojen paikallistaloudelliset vaikutukset Inarissa. *Metsätieteen aikakauskirja* 4/2006: 435-451.
- Vatanen, E., Eisto, I. ja Rannikko, P. 2012. Luontopalvelut ja matkailu syrjäisen maaseudun elinkeinojen uudistajana: tapaus Lieksa. *Kunnallistieteellinen aikakauskirja* 40 (2012) 2: 89-113. <http://urn.fi/URN:NBN:fi:ELE-1602141>
- Vatanen, E., Ovaskainen, V. ja Hyppönen, M. 2014. Luontomatkailu alue- ja paikallistaloudessa. *Julkaisussa: Tyrväinen, L., Kurttila, M., Sievänen, T. ja Tuulentie, S. (toim.). Hyvinvointia METSÄSTÄ. Suomen Kirjallisuuden Seura, Helsinki. s. 153-162.*

Metsän virkistyskäytön terveys- ja hyvinvointihyödyt

Liisa Tyrväinen

Metsäluonnon rooli suomalaisten hyvinvoinnin edistäjänä on kaupungistumisen ja elinkeinorakenteiden myötä muuttunut: metsien kulttuuristen ekosysteemipalveluiden - virkistys-, matkailu- sekä terveys- ja hyvinvointihyötyjen kysyntä kasvaa. Yhä useammin työ kuormittaa enemmän henkisesti kuin ruumiillisesti. Autoistuminen ja virtuaaliympäristöt vaikuttavat osaltaan siihen, ettei liikuntaa harrasteta riittävästi. Akuutti ja krooninen stressi sekä riittämätön stressistä palautuminen aiheuttavat pitkäaikaisia terveysvaikutuksia. Metsäluontoa käytetäänkin yhä tietoisemmin stressistä palautumiseen, mistä saavat terveys- ja hyvinvointihyödyt tunnustetaan yhä tärkeämmiksi.

Terveys- ja hyvinvointihyötyjä saadaan paitsi käyttämällä arkisin asuin- ja työympäristöjen luontoalueita myös maaseudun luontoretkiltä sekä luonnon kokemisesta ja käytöstä osana vapaa-ajan asumista. Lähellä asukkaita sijaitsevat luontoalueet tukevat erityisesti ikääntyvän väestön ja lasten hyvinvointia. Luontoliikunta on myös väestön tasa-arvoisuutta tukeva liikuntamuoto: sitä voi periaatteessa harrastaa jokainen tulotasosta riippumatta. Helposti saavutettavat luontoalueet tukevat parhaimmillaan myös työssäkäyvien työkyvyn ylläpitämistä ja arjen hyvinvointia.

Vaikka kansalaiset ulkoilevat luonnon kansainvälisesti vielä varsin aktiivisesti, on erityisesti lasten ja nuorten luontosuhde muuttunut. Kasvukeskuksissa tiivistä rakentamista suosivan kaupunkisuunnittelun myötä luontoalueita on myös aiempaa vähemmän tarjolla. Sen vuoksi luontoalueiden roolia ja mahdollisuuksia terveyden edistämistyössä tulisi perusteellisesti pohtia.

Miten luontoympäristö vaikuttaa terveyteen?

Luonnon liikkumisen terveys- ja hyvinvointihyötyjä tuottavia mekanismeja ja niiden keskinäisiä suhteita ei vielä kokonaisuudessaan tunneta. Luonnon virkistyskäyttö edistää sekä henkistä että ruumiillista terveyttä. Luonnon tarjoamat esteettiset elämykset ja luonnon oleskelu parantavat mielialaa ja auttavat palautumaan stressistä. Miellyttävä ja helposti saavutettava luontoympäristö houkuttaa ulkoiluun, mikä puolestaan edistää henkistä ja ruumiillista terveyttä. Luontoharrastukset koetaan virkistävämpänä kuin monet muut vapaa-ajan harrastukset. Asukkaat kokevat myös kaupunkiluontoalueiden käytön vähentävän stressiä ja edistävän rauhoittumista.

Tutkimuksissa luonnon käytön terveyshyötyjä on tarkasteltu erityisesti koetun terveyden ja mielialan muutosten kautta. Lisäksi kansainvälisissä laajoissa väestötutkimuksissa on pyritty hahmottamaan luontoalueiden tarjonnan merkitystä väestön sairastavuuteen ja kuolleisuuteen. Hollannissa asukkaat kokivat itsensä sitä terveemmiksi, mitä

enemmän viheralueita asuinalueella oli (3 km:n säteellä koeta). Englannissa työikäisen väestön kokonaiskuolleisuus ja verenkierto-elimistön sairauksiin liittyvä kuolleisuus oli pienempi väljillä ja vihreillä asuinalueilla, kun vakioitiin iän, sukupuolen, koulutustason, asuinympäristön haittojen, asukastiheyden, urbaanispuuden asteen ja tulotason aiheuttamat erot. Japanissa puolestaan tokiolaiset ikääntyneet yli 73-vuotiaat henkilöt, joilla asunnon lähellä oli kävelyyn sopivia puistoja ja puistokatuja, olivat muita todennäköisemmin elossa viiden vuoden seurantajakson lopussa, kun ikä, sukupuoli, aviosääty ja sosioekonominen asema oli vakioitu.

Luontoympäristöjen vaikutusta mielialaan on mitattu useissa kokeellisissa tutkimuksissa. Puistomaisissa ympäristöissä on tutkittu oleskelun hyötyjä. Oleskelu tai niissä liikkuminen parantaa mielialaa, työstä suoriutumista ja elvyttää stressistä rakennettuja ympäristöjä enemmän. Elpymiskemuksilla tarkoitetaan muun muassa rauhoittumista, ajatusten selkiytymistä, mielialan paranemista ja arjen huoltamisen unohtamista.

Helsingissä tutkittiin, miten erilaiset kaupunkiympäristöt elvyttävät ihmistä työpäivän jälkeen. Tutkimuksessa koehenkilöt vierailivat kolmessa eri kohteessa: metsässä (Helsingin Keskuspuisto), rakennetussa puistossa (Alppipuisto) ja tiiviisti rakennetussa ympäristössä (ydinkeskusta). Kullakin alueella aluksi istuttiin 15 minuuttia maisemaa katsellen, jonka jälkeen käveltiin rauhallisesti puoli tuntia. Tutkimuksen koehenkilöt osallistuivat kokeeseen iltapäivällä työpäivän päätteeksi.

Stressitilan fysiologisina indikaattoreina käytettiin verenpainetta, sydämen sykevaihtelua ja syljen kortisolipitoisuutta. Psykologisessa osassa mitattiin kysymyssarjoilla osallistujien mielialan muutoksia ja stressistä elpymistä kussakin ympäristössä. Metsässä ja puistossa elvyttiin huomattavasti paremmin kuin kaupungin keskustassa. Erot havaittiin jo 15 minuutin istumisen jälkeen. Kävelyn jälkeen oli metsäympäristön elvyttävä vaikutus muita ympäristöjä vahvempi. Elvyttävyydeltään metsä oli hieman puistoa elvyttävämpi.

Luontoalueiden annos-vaste suhde tunnetaan vielä puutteellisesti. Helsingissä ja Tampereella tehdyssä kyselytutkimuksessa havaittiin luontoalueiden käytön vaikuttavan myönteisesti kokonaismielialaan lisäämällä positiivisia ja vähentämällä negatiivisia tuntemuksia. Positiiviset tuntemukset lisääntyvät niin vapaa-aikaan kuin opiskeluun ja työhön liittyvän luonnonkäytön myötä. Hyötyvaikutus saadaan, kun lähiviheralueita käytetään vuositasolla yli viisi tuntia kuukaudessa tai kun kaupungin ulkopuolisilla luontokohteilla vierailaan 2-3 kertaa kuukaudessa. Kaupunkien ulkopuoliset luontoalueet näyttävät parantavan mielialaa kaupunkiviheralueita tehokkaammin.

Oleskelun luonnonympäristöissä (verrattuna rakennettuun kaupunkiympäristöön) on tutkimuksissa todennettu liit-



Kuva 1. Vaellus- ja marjaretket lähiluontoon sopivat kaikenikäisille ihmisille. Metsästä saatavat terveys- ja hyvinvointihyödyt tunnustetaan yhä tärkeämmiksi. Kuva: Kauko Salo.



Kuva 2. Luontoliikuntaa voi harrastaa jokainen tulotasosta riippumatta. Luonnon virkistyskäyttö edistää sekä henkistä että ruumiillista terveyttä. Elämykset ja luonnossa oleskelu parantavat mielialaa ja auttavat palautumaan stressistä. Kuva: Kauko Salo.



Kuva 3. Erilaiset luontoympäristöt ovat monelle ihmiselle tärkeä keino hallita elämän paineita ja ennaltaehkäistä sairauksia. Kuvassa Palsankoski Multialla. Kuva: Kauko Salo.

tyvän myös fysiologisiin muutoksiin muun muassa sydämen sykkeen ja ihon sähkövälityskyvyn vaihteluun sekä alenuneeseen verenpaineeseen, lihasjännitykseen ja elimistön stressihormonien pitoisuuksiin. Metsäkäyntien fysiologisia vaikutuksia selvittäviä kenttäkokeita on tehty runsaasti erityisesti Japanissa, jossa on verrattu laajan metsäisen ulkoilualan vaikutuksia rakennetussa ympäristössä oleskeluun ja liikkumiseen eri puolilla maata.

Japanilaisissa tutkimuksissa on saatu myös viitteitä siitä, että pidemmillä luontoretkillä olisi ihmisen vastustuskykyä parantavaa vaikutusta. Tutkimuksissa on mitattu ns. tappasolujen (killer cells) aktiivisuuden ja syöpää ehkäisevien proteiinien määrän veressä, joiden havaittiin olevan suurempaa kolmen päivän aikana tehtyjen metsäkävelyjen kuin kaupunkikävelyjen jälkeen. Vaikutukset näkyivät vielä seitsemän päivää kokeen jälkeen.

Suomalaisissa tutkimuksissa on saatu näyttöä siitä, että elinympäristön monimuotoisuudella ja allergioiden esiintymisellä olisi yhteys. Itäsuomalaisten terveiden nuorten kodin ympäristössä oli paljon metsää, maatalousmaata ja kasveja, kun allergisten nuorten kodin lähellä oli paljon rakennettua ympäristöä ja vesistöä. Rakennetusta ympäristöstä näyttää

puuttuvan tekijöitä, joita immuunijärjestelmä tarvitsee pysyäkseen tasapainossa. Avainkysymys saattaa olla ympäristön (maaperän) mikro-organismeille altistuminen, jolla näyttää olevan yhteys moniin sairauksiin.

Mistä hyödyt johtuvat?

Luonnossa liikkumisesta ja oleskelusta saatavat hyvinvointihyödyt ovat monen osatekijän summa. Luontoympäristö vaikuttaa näkö- kuulo- ja hajuaistin kautta suoraan hyvinvointiin. Ympäristön laatu, kuten sen koettu esteettisyys, turvallisuus ja kiinnostavuus vaikuttavat ulkoilukokemusten laatuun. Lisäksi ulkoiluympäristön olosuhteet kuten valon määrä, ilman laatu, lämpötila ja melu vaikuttavat hyötyihin. Laajemmilla metsä- ja viherympäristöillä onkin useita etuja ulkoiluympäristönä verrattuna muihin ympäristöihin. Puiden lehvästö suojaa liialliselta auringon UV-säteilyltä ja vaimentaa tuulta. Laajat metsäalueet vaimentavat tehokkaasti melua ja parantavat ilmanlaatua poistamalla pölyä ja muita epäpuhtauksia tai sitomalla otsoni-, hiilidioksidi- ja monoksidikaasuja. Toisaalta puut ja kasvit voivat tuottaa luonnossa liikkujille haittaa, esimerkiksi keväisin siitepölyä.

Psykologiselta kannalta luontoympäristö lisää hyvinvointia elvyttämällä stressitilanteista sekä houkuttamalla ihmisiä liikuntaan ja keskinäiseen kanssakäymiseen. Luonnon virkistyskäytössä hyvinvoinnin kannalta ehkä keskeisintä on kuorimitus- eli stressitilanteista elpyminen. Luonnosta nauttiminen palauttaa myös työkuorimituksesta. Toimistotyötä muistuttavien stressitilanteiden jälkeen luontoympäristön katselu tai siellä oleilu tai kävely rentouttaa fysiologisesti jo muutama minuutissa. Tarkkaavuuden parantumista luontokävelyn jälkeen on havaittu myös ADHD-diagnoosin saaneilla lapsilla ja -nuorilla. ADHD (Attention Deficit Hyperactivity Disorder) tarkoittaa havaittavia tarkkaavuuden häiriöitä, toiminnanohjauksen ongelmia ja ylivillkkautta.

Luonnossa ulkoilussa itse liikunta parantaa hyvinvointia ja terveyttä: lähiympäristössä tapahtuva ulkoilu antaa mielihyvää ja esteettisiä elämyksiä, parantaa koettua terveyttä ja kuntoa sekä auttaa irtautumaan arjesta parantaen sekä itse- tuntoa että mielialaa. Ulkoilukokemukseen vaikuttaa kuitenkin tärkeänä osana ympäristön laatu. Suomalaisten lähiulkoilukerran elpymiskokemukset ovat voimakkaimpia liikuttaessa metsä- tai peltoympäristöissä, jossa oli mukana vesielementti. Luontoalueen etäisyyden kasvaessa ulkoilukäynnit kuitenkin vähenevät. Monet ulkoilu- ja luontoharrastukset mahdollistavat sosiaalisten suhteiden hoitamista ja antavat mahdollisuuksia myös niistä vetäytymiseen.

Millaiset luontoalueet edistävät terveyttä?

Psyykkistä hyvinvointia voidaan ylläpitää säännöllisellä lähiluontoalueiden käytöllä tai luontomatkoilla maaseudulle. Vetovoimainen ympäristö on jossakin määrin kulttuurisidonnainen: seuduilla, joissa on runsaasti maatalousympäristöjä, niitä käytetään myös virkistytymiseen. Järvi-alueilla usein mielipaikaksi kuvataan vesistöjen ranta-alueet, joissa voidaan ulkoilun aikana ihailla vesistöön avautuvia maisemia eri vuodenaikoina.

Metsä näyttyy kuitenkin virkistysympäristönä suomalaisille toivottuna ja usein ylivermaisena ympäristönä. Se mahdollistaa riittävän laajana kokonaisuutena metsän tunnun ja luonnon kokemisen, hiljaisuuden ja rauhan sekä mahdollistaa yksin olemisen ja vetäytymisen omaan rauhaan. Kaupunkiympäristössäkään metsät nousevat usein esiin mielipaikkoina ja eniten käytettyinä alueina. Kaupunkilaisten mielipaikoista voimakkaimmin rauhoittavia ja arjen huolista irrottavia ovat metsä- ja luonnontilaiset alueet, liikuntaan ja harrastustoimintaan liittyvät viheralueet sekä ranta-alueet. Myönteiset tuntemukset ovat keskimäärin sitä voimakkaammat, mitä enemmän aikaa näissä paikoissa vietetään.

Mahdollisuudet virkistyskokemuksiin voivat muuttua olennaisesti luontoalueiden pirstoutuessa ja pienentyessä tai esimerkiksi metsien hakkuiden myötä. Esimerkiksi monien lähiöasukkaiden toivomaa rauhaa ja hiljaisuutta sekä metsäntunnetta voi löytyä vasta suhteellisen laaja-alaisten viheralueilta, etenkin jos käyttäjiä on paljon. Sen vuoksi on tärkeää säilyttää kaupunkialueilla riittävän laajoja, mieluummin useamman kymmenen hehtaarin metsäalueita. Myös maaseudulla metsien voimakkaat hakkuut, erityisesti uudistus- hakkuut vaikuttavat ympäristön koettuun laatuun ja vähen-

tävät virkistyskokemuksen miellyttävyyttä. Kun hakkuut osuvat omaan mielimetsään, herättää ympäristönmuutos usein vahvoja tunteita.

Yhteenveto

Metsäalueet voidaan nähdä asuinympäristössä yhtenä terveydenhuollon resurssina. Luontoympäristössä oleskelulla ja liikkumisella voidaan vaikuttaa omaan terveydentilaan. Luonto voi olla osa itsehoitoa etenkin unen laadun ja mielialan kohentamiseksi. Etenkin luonnossa sijaitsevassa mielipaikassa ihminen pystyy säätelemään olotilaansa terveyttä edistävään suuntaan. Mieluisilla, usein metsässä kulkevilla liikuntareiteillä ja laajemmilla ulkoliikunta-alueilla myös koetaan vahvempaa elpymistä kuin mielipaikaksi mainituissa puistoissa ja kaupunkikeskustan katu- ja ulkotiloissa. Hyvinvointia lisäävien kokemusten takia jostakin luontoympäristöstä syntyä mielipaikka, jota käytetään arkiulkoilun yhteydessä muun muassa päivittäisen stressin säätelyyn. Sen vuoksi näiden alueiden muuttuminen esimerkiksi metsien hakkuiden tai niiden pieneminen rakentamisen myötä heikentää voimakkaita tunteita.

Luonnonmukaisesti hoidettu ja rakentamaton luontoympäristö on tuotantokustannuksiltaan edullinen vaihtoehto verrattuna rakennettuihin liikuntapaikkoihin. Vaikka kasvukeskuisissa maankäyttöpaineet ovat vahvat, on erityisesti siellä luontoalueiden monipuolinen ja riittävä tarjonta tärkeää. Viheralueiden käyttö ja luonnossa liikkuminen vaikuttavat epäsuorasti työn tuottavuuteen ja laatuun lisäämällä psyykkistä hyvinvointia ja ylläpitämällä työkykyä. Ulkoiluun soveltuvien viheralueiden tulee sijaita riittävän lähellä, jotta niitä käytetään aktiivisesti. Kaupunkisuunnittelun ja -rakentamisen vaikutuksia asukkaiden kokemaan ympäristön laatuun tulisikin ymmärtää nykyistä paremmin. Kaupunkirakenteen tiivistyessä ja viheralueiden vähentyessä on luontoalueiden kokonaistarjontaa ja laatua pohdittava aiempaa perusteellisemmin.

Metsien tuottamat terveyshyödyt vastaavat osaltaan ikääntyvän ja kaupungistuvan väestön terveyden ja hyvinvoinnin ylläpitämisen ja edistämisen haasteisiin. Luontoympäristöt ovat monille yksi tärkeä keino hallita elämän paineita ja ennaltaehkäistä sairauksia. Tätä kautta on mahdollista saada myös taloudellisia säästöjä terveydenhuollon kustannuksissa pitkällä aikavälillä. Kaikkiaan luontoympäristön terveyshyötyjen lisäämiseen suomalaisten arkielämässä ja yrityselämässä on tehtävä työtä aiempaa laajemmalla toimijakunnalla yli perinteisten sektorirajojen. Karttuvaa tutkimustietoa voidaan hyödyntää esimerkiksi kansanterveysystyössä, opetuksessa, ympäristönhoidossa, kaupunkisuunnittelussa, luontomatkoissa ja hyvinvointipalvelujen kehittämisessä.

Kirjallisuus

- Barton, J. & Pretty, J. 2010. What is the best dose of nature and green exercise for improving mental health? A multi-study analysis. *Environmental Science and Technology* 44(10): 3947-3955. <http://dx.doi.org/doi:10.1021/es903183r>
- Jäppinen, J.-P., Tyrväinen, L., Reinikainen, M. ja Ojala, A. 2014. Luonto lähelle ja terveydeksi: Ekosysteemipalvelut ja ihmisen terveys. Argumenta-hankkeen (2013-2014) tulokset ja toimenpidesuosituksset. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 35. Suomen ympäristökeskus, Multiprint Oy, Helsinki. 104 s. <http://hdl.handle.net/10138/153461>
- Korpela, K., Ylén, M., Tyrväinen, L. & Silvennoinen, H. 2010. Favorite green, waterside and urban environments, restorative experiences and perceived health in Finland. *Health Promotion International* 25(2): 200-209. <http://dx.doi.org/doi:10.1093/heapro/daq007>
- Korpela, K. ja Paronen, O. 2011. Ulkoilun hyvinvointivaikutukset. Julkaisussa: Sievänen, T. ja Neuvonen, M. (toim.). Luonnon virkistyskäyttö 2010. Metlan työraportteja 212. s. 80-89. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-951-40-2332-3>
- Lee, J., Li, Q., Tyrväinen, L., Tsunetsugu, Y., Park, B.-J., Kagawa, T. & Miyazaki, Y. 2012. Nature therapy and preventive medicine. Julkaisussa: Maddock, J. (toim.). *Public Health - Social and Behavioral Health*. s. 325-350. <http://dx.doi.org/doi:10.5772/2242>
- Li, Q. 2010. Effect of forest bathing trips on human immune function. *Environmental Health & Preventive Medicine* 15(1): 9-17. <http://dx.doi.org/doi:10.1007/s12199-008-0068-3>
- Maas, J., Verheij, R. A., Groenewegen, P. P., de Vries, S. & Spreeuwenberg, P. 2006. Green space, urbanity, and health: How strong is the relation? *Journal of Epidemiology and Community Health* 60: 587-592. <http://dx.doi.org/doi:10.1136/jech.2005.043125>
- Mitchell, R. & Popham, F. 2008. Effect of exposure to natural environment on health inequalities: an observational population study. *Lancet* 372: 1655-1660. [http://dx.doi.org/doi:10.1016/S0140-6736\(08\)61689-X](http://dx.doi.org/doi:10.1016/S0140-6736(08)61689-X)
- Tyrväinen, L., Silvennoinen, H., Korpela, K. ja Ylén, M. 2007. Luonnon merkitys kaupunkilaisille ja vaikutus psyykkiseen hyvinvointiin. Julkaisussa: Tyrväinen, L. ja Tuulentie, S. (toim.). Luontomatkailu, metsät ja hyvinvointi. Metlan työraportteja 52. s. 57-77. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-951-40-2045-2>
- Tyrväinen, L., Pauleit, S., Seeland, K. & de Vries, S. 2005. Benefits and uses of urban forests and trees. Julkaisussa: Nilsson, K., Randrup, T. B. & Konijnendijk, C.C. (toim.). *Urban forests and trees in Europe: A reference book*. Springer Verlag. s. 81-114. <http://dx.doi.org/doi:10.1007/3-540-27684-X>
- Tyrväinen, L., Ojala, A., Korpela, K., Tsunetsugu, Y., Kawaga, T. & Lanki, T. 2014. The influence of urban green environments on stress relief measures: A field experiment. *Journal of Environmental Psychology* 38: 1-9. <http://dx.doi.org/doi:10.1016/j.jenvp.2013.12.005>
- Tyrväinen, L., Korpela, K. ja Ojala, A. 2014. Luonnon virkistyskäytön terveys- ja hyvinvointihyödyt. Julkaisussa: Tyrväinen, L., Kurttila, M., Sievänen, T. & Tuulentie, S. (toim.). *Hyvinvointia METSÄSTÄ*. Suomen Kirjallisuuden Seura, Helsinki. Kirjokansi 90. s. 48-58.

Esteetikon metsä

Yrjö Sepänmaa

Esteetikko kohtaa metsän kolmessa roolissa: ensiksi metsästä esitettyjen kuvausten, tulkintojen ja arvostusten analyysoijana, toiseksi metsämakua toteuttavana asiantuntijana ja kolmanneksi metsän tarjoamien elämysten ja kokemusten nauttijana. Metsä siihen liittyvine tulkintoineen ja arvostuksineen on siis kohde, jota yksi ajattelee tutkittavana, toinen periaatteittensa mukaan varjeltavana ja hoidettavana, ja kolmas koettavana, elettävänä.

Luonnonmetsällä ei ole inhimillistä tekijää muuten kuin epäsuorasti: säilyttäjänä, valitsijana ja rajaajana. Kulttuurimetsä on hoitajansa luomus, ja siitä hän on tekijänä vastuussa. Hänellä on tarkoituksensa, mutta kokija tulkitsee ja arvioi tulosta noista tarkoituksista riippumatta, tunkaana kuvaileva, tulkitseva ja arvottamisensa perusteleva metsäkriitikki. Siinä on päivänkriitikkiä vastaava journalistinen muoto ja laajempi, tutkimuksellinen muoto.

Estetiikan, kuten muunkin arvofilosofian, yleinen pulma on siinä, missä määrin kohteiden käsittelylle voidaan esit-

tää tutkimusperustaisia ohjeita, suosituksia ja vaatimuksia. Arvokäsityksiä ja -valintoja ollaan kyllä valmiita kuvaamaan ulkopuolisen näkökulmasta, mutta päätöksiin osallistumista ja arvoasiantuntijuuden julkituomista kartetaan. Tässä on kuvailevan ja vaikuttamaan pyrkivän estetiikan ero.

Akateemisten asiantuntijoiden parina ovat käytännön toteuttajat eli soveltamisen asiantuntijat. Heidän käsityksensä ilmenevät ennen kaikkea toiminnassa, piiloestetiikkana, eivätkä niinkään sanoin ilmaistuina makukäsityksinä. Metsä synnyttää kulkijassa elämyksiä, koska sillä on kauneusarvonsa – muillekin kuin vain omistajalleen. Metsähän on julkishyödyke, jonka yhteisen ja yleisen käytön rajat määrittelee jokamiehen oikeus. Siinä voidaan nähdä niin muodon pinta-kauneutta kuin älyyn vetoavaa merkitysten syväkauneutta. Metsä on kaunis värien ja hahmojen leikkinä, mutta myös terveenä ja toimivana ekosysteeminä, jonka huomaaminen on järjen ja ymmärryksen asia.



Kuva 1. Kivinen pelto on aikanaan raivattu metsästä, viljelty vuosikymmeniä ja nyt siinä kasvaa jälleen metsä, tiheä istutuskuusikko. Maisema muuttuu ja muuttuessaan vaihtuu metsän luonnekin. Kuva: Erkki Oksanen, Luke.



Kuva 2. Suomalaisessa maisemassa on kauneutta, laatua ja vetovoimaisuutta perustuen maastonmuotoihin, kasvillisuuteen, veteen ja ympäröivään maisemaan. Kuvassa Kolin kansallispuisto kesällä. Kuva: Erkki Oksanen, Luke.

Metsän kauneus ei kuitenkaan ole vain mietiskelemällä tavoitettavaa. Yhtä paljon, mutta toisenolaisena, se on työ- tai retkipäivän fyysisen rasituksen tuottamaa jännitystä ja onnistumisen ja selviytymisen kokemuksia. Ruumiillinen ponnistelu ja selviytymisen tuottama ilo on esteettistä mielihyvää sekkin.

Metsästä puihin, latvasta juuriin

Metsä voidaan nähdä turkkina, joka Suomen yllä on hakkuitten ja rakentamisen takia laikullinen kuin karvanlähdön aikaan. Valtaosa on kasvun eri vaiheissa olevaa hoitometsää, välissä avohakkuiden lakeutta. Luonnollisia aukkoja ovat tietysti vesistöt, puuttomat nevat ja paljaat kalliot. Kulttuurin tuottamia laikkuja ovat viljelykset, kylät ja kaupungit.

Satelliittikuvista avautuu todellinen kaukonäkymä, puolen maapallon laajuinen maisema, maa avaruudesta katsotuna. Valtamerien vesi hallitsee niitä, mantereet piirtyvät vesipalloon saarekkeina. Pallon kuiva osa on sitten huomattavan metsäinen, suurimpina poikkeuksina äärialueet: toisaalla arktinen jää ja ikirouta, toisaalla kuumuuden ja kuivuuden autioittama maa. Taivaalta näkyvät ilmaston ja maaperän tuottamat erot, mutta myös valtioiden erilaisen metsäpolitiikan jäljet, meillä erityisen selvänä Suomen ja Venäjän raja.

Kun liikutaan metsässä, mennään puiden joukkoon, osaksi puiden kansaa, mutta ollaan myös ulkona, aukko- ja piilokuvilla. Arkkitehdille metsä on talo, jonka huoneet ovat piilokuva, käänteinen maailma. Huoneita ovat puiden rajaamat tilat – tai toisin nähtynä puuryhmät ja tiheiköt itse. Metsän arkkitehtuuria ja sen rakennustaiteelle antamia virikkeitä tutkinut Lauri Louekari kiinnittää huomion tähän: tiheiköt ja niiden väliset aukot ovat huoneita molemmat, mutta eivät yhtä aikaa, vaan vaihdannaiskuvina.

Käytäviäkin metsässä on, niin kuin konttoreissa ja toimistoissa: polkuja, teitä ja rajalinjoja. Arkkitehti näkee ja kokee metsän oman taiteenlajinsa kautta ja puhuu siitä tämän kielellä muotoina, massoina, rakenteina, tiloina ja paikkoina. Ammattimielessä hän menee metsään oppiakseen ja saadakseen ideoita suunnittelutyöhönsä. Taide, rakennustaidekin, hyödyntää näitä muistumia ja luo tunnistettavia viittauksia.

Metsäkulttuuri ja sen monta alakulttuuria

Metsäkulttuuri on yksi esteettinen osakulttuuri, moninainen ja muuttuva. Estetiikka hakee tämän osakulttuurin ja sen alakulttuurien kielioppeja, sääntöjärjestelmiä. Paljon eivät esteetikot voi opettaa sille, joka on kasvanut ja elänyt metsän kanssa, oppinut tuntemaan kasvuolot, marjastajana tai metsästäjänä kuljeskellut siinä, saanut metsätöistä toimeentu-



Kuva 3. Kolin kansallispuisto talvella Kuva: Erkki Oksanen, Luke.

lonsa ja kamppailut metsää vastaan pellonraivaajana. Voimme - ainakin aluksi - vain nöyrästi opiskella hänen piiloes-tetiikkaansa, sitä ajattelua ja eläytymiskykyä, joka hänen elämässään ja toiminnassaan ilmenee. Se on metsän kielen tuntijan esteettistä kielitaitoa, luontaisen kieliopin hallintaa.

Tutkijoina kirjoitamme metsän kielestä ja kulttuurista kuvauksemme, kielioppimme, ehkä karkean ja viitteellisen, mutta silti jotakin, mikä auttaa meitä ja muita suhteuttamaan kohdettamme muihin kieliin ja kulttuureihin. Tätä kuvausta voimme pyrkiä kehittämään ja täsmentämään, saamaan sen yhtä vivahteikkaaksi kuin kohteensa. Kun piiloes-tetiikka on kirjoitettu esiin, on kieliopin tekijä tehnyt työnsä. Näkyväksi muuttuessaan arvo- ja makujärjestelmä paljastaa vahvuuksien ohella myös heikkoutensa, aukkoja kohtansa, ristiriitaisuutensa, kummallisuutensa - nekin asenteet ja arvostukset, jotka ovat ympäristökonfliktien ja -tuhojen lähde. Luontaista taitoa ja osaamista ei siis pidä romantisoidakaan, metsää kun on hävitetty alkuperäiskulttuureissakin.

Tradition tuntemuksen ja oman tietämyksensä pohjalta esteetikolle tarjoutuu mahdollisuudet kielenhuoltoon, jalostustyöhön: millainen tämä toimintajärjestelmä parhaimmillaan voisi olla, jotta se vastaisi metsän luonnetta. Ekologisesta perustasta tulee toiminnan ja normittamisen kantava arvopohja. Jos sen pystymme ottamaan huomioon, tulee jättämistämme jäljistä sellaiset, että ne kelpaavat tulevillekin sukupolville.

Esteetikolle tutkijana metsäkulttuuri monine alakulttuureineen on haasteellinen alue: hän haluaa ymmärtää sitä, mutta tuoda myös oman, esteettisen ilmiöpiirin hallintaan perustuvan tietonsa ja asiantuntemuksensa yhteiseen käyttöön. Yhden kulttuurin metsää voi verrata muiden kulttuurien metsiin ja metsiä edelleen muihin esteettisiin osakulttuureihin, kuten talon- ja tienrakennuksen tai maanviljelyksen.

Metsäkulttuurin takana on itse metsä, kulttuuriton ja sellaisena kieliopin muotoilemattomine ekologisine lainalaisuuksineen ja luonnonlakeineen. Ne viime kädessä asettavat luonnolliset rajat sille, millainen metsäkulttuuri on toimiva, millainen taas asettaa ihmisen ja luonnon vastakkain. Kulttuuri ja sen tutkimus alkaa aina joltakin perustalta, tässä se on kasvavat puut, pintakasvillisuus ja maapohja - ja kaikki ekosysteemin osat.

Heinrich von Salisch - polunavaaja, klassikko

Metsäkulttuuriin käänteentekevästi vaikuttanut ja sitä käytännön kokeidensa pohjalta luonut mestari oli saksalainen metsänhoitaja ja -omistaja **Heinrich von Salisch** (1846-1920), jonka Forstästhetik-teoksesta (1885, laajennetut ja uusitut painokset 1902 ja 1911) tuli kymmeniksi vuosiksi alan opetusta ja käytäntöjä ohjannut teos. Siinä hän määritteli metsäestetiikan opiksi talousmetsän kauneudesta; metsänhoi-

tajasta tuli metsätaiteilija ja tämän töistä metsätaidetta. Yli satavuotiaana teos on ilmestynyt USA:ssa vuonna 2008 englanniksi (Forest Aesthetics) ja samoihin aikoihin uusintapainoksena Saksassa vuonna 2009. Näin se on uudestaan mukana ja taustatukena alan nykykeskustelussa.

Von Salisch rajaa oman metsäestetiikkansa opiksi talousmetsän kauneudesta, vaikka ulottaakin pohdintansa taiteen suunnassa puistoihin ja puutarhoihin ja luonnontilaan edetessään koskemattomiin ikimetsiin. Suositusten ja normien antajan on toimittava tervejärkisen varovasti ja sen itsesäänselvyyden tunnustaen, että makukäsityksissä on eroja. Talousmetsää von Salisch ajattelee puuntuoton kannalta, mutta samalla hän pitää silmällä hoitotoimien, kuten harvennuksen ja hakkuiden vaikutusta virkistys- ja moninaiskäyttöön. Erikseen hän mainitsee metsästyksen.

Metsänhoitajan ammattitaitoon kuuluu kasvuston kehityskaaren ennakoiminen. Hoitotoimet tähtäävät, välivaiheiden kautta, tavoitetilaan, jonka hahmottamiseen tarvitaan esteettistä silmää. Metsälläkin on esteettinen ikänsä, se vaihe, jolloin se on kauneimmillaan, mutta yksi esteettisen asennekasvatuksen haasteista on opettaa näkemään ja pitämään tuo vaihe mahdollisimman pitkänä. Kaunis ei ole yksin alun taimikko, keskikohdan korjuukypsä puusto tai lopun aarniometsä, vaikkakin jokainen on jonkun erityinen suosikki.

Metsänhoitaja on luontoa jalostava puutarhuri, joka joutuu osoittamaan toimionsa järjen ja tarkoituksen - ja kun järki nähdään, arvostuksetkin muuttuvat myötämielisemmiksi. Näin hänellä on kasvatuksellinen vastuu yleisönsuhteen.

Meillä Suomessa metsäestetiikka pääsi tuoreeltaan hakusanaksi ensimmäiseen suomenkieliseen tietosanakirjaan, nimeltään yksinkertaisesti Tietosanakirja. Sen kuudennesosassa (1914) hakusanan kirjoittaja **Aimo Kaarlo Cajander** määritteli metsäestetiikan paikan ja tehtävän: ” - - se osa metsänhoito-oppia, joka selvittelee, millä tavoin kauneudellisia näkökohtia voidaan metsänhoidossa ottaa huomioon.” Määrittelijä paljasti myös selvän kantansa luonnon- ja kulttuurimetsien keskinäiseen järjestykseen: ”Yleensä hoidetut metsät ovat kauniimpia kuin haaskatut tai huonosti hoidetut, ja niin ollen metsät kaunistuvat sitä myöten kuin niitä ruvetaan hoitamaan.”

Wilhelm Stölb - seuraaja, aikalaisemme

Metsäestetiikka, jolla oli paikkansa saksalaisessa metsäalan opetuksessa 1900-luvun alkukymmeninä, menetti vähitellen itsenäisen asemansa. Tietosanakirjoistakin hakusana katosi. Se, mitä jäi jäljelle, sulautui maisemanhoitoon ja maisema-arkkitehtuuriin.

Uusi itsenäistyminen on alkanut, hitaahkosti tosin. Saksassa toisen tuleamisen aloitti **Wilhelm Stölb** - hankin metsänhoitaja - kirjallaan *Waldästhetik* (2005), joka käsittelee metsätaloutta, luonnonsuojelua ja ihmismieltä. Yhteistä taustaa von Salischiin kanssa on metsäalan koulutuksen lisäksi käytännön metsänhoitotyössä hankittu taito ja tietämys. Vertais- ja kohderyhmänä eivät nytkään ole ensisijaisesti akateemiset filosofi-esteetikot, vaan metsäalan ammattilaiset, joiden ratkaisut koskettavat sitten kaikkia metsää hyödyntäviä ja siinä eri tarkoituksessa kulkevia. Kes-

keinen on moninaiskäytön ajatus: metsään on ihmisellä oikeus, ja sillä on hänelle käyttö- ja elämysarvo. Metsä ei siis ole vain sarja metsäkuvia, vaan se on elämänpiiri, kokonainen elämysmaailma.

Ympäristöliikettä Stölb arvostelee negatiivisesta ihmiskuvasta ja luonnolle annetusta uhrin osasta, jolloin ei nähdä ihmisen toiminnan maisemia monipuolistavaa vaikutusta. Samoin hän arvostelee tunteen, kokemuksen ja rakkauten syrjäyttämistä suojeluperusteista. Luonnon inhimillistämisen, joka monissa kulttuureissa on ollut hyvinkin sananmukaista, on ajan myötä käsitteellistynyt retoriseksi ilmaukseksi, keinoksi korostaa tunne- ja jopa rakkaussuhdetta kasvokkain kohdattuun luontoon. Vaikka metsä puiheen olisikin kohdattu ja läheiseksi koettu persoona, ”sinä”, se on identiteetiltään jotakin toista, ”vierassieluinen”. Ihmiselle se on vapauden ja yksinäisyyden tarjoaja - tila, jossa voi olla irti muista.

Kun metsää muovataan esteettisiä arvoja ja luovaa otetta korostaen, sitä näin taiteistaen ja esteettistään, päädytään lähelle taidetta. Tavallisestakin metsästä tulee maisema-arkkitehtoninen, laajamittainen ympäristötaidetta muistuttava teos, josta on vain askel puutarha- tai puistotaiteeseen. Taidemetsille, sen paremmin kuin suojelluille luonnonmetsillekään, ei aseteta aineellisia tuottotavoitteita, vaan niistä saatu hyöty, aistillis-älyllinen nautinto, on aineetonta, henkistä. Mitä enemmän metsä poikkeaa luontaisesta tilastaan, sen työläämpää ylläpitoa se vaatii esteettisen ominaislaatunsa säilyttääkseen.

Puhtaan kauneuden sijasta voidaan suosia funktionaalista: laaja-alaisempaa, syntetisoivaa arvokokemusta ja -kokonaisuutta, jonka ihmisen tarpeita monipuolisesti tyydyttävä hoitometsä tarjoaa. Talous- ja tuotantometsien käsittelyssä painavat toki eniten hyötynäkökohdat, mutta moninaiskäytön ajatus muistuttaa siitä, että mukana ovat vahvasti myös esteettiset, siis kokemukselliset ja elämykselliset arvot, tunteet, tunnelmat ja mielikuvitus. Kulttuurimetsä on metsänhoitajan työmaa ja aikaansaannos. ”Puutarhurina” hän vastaa yhteisötaiteilijan tavoin ammattitaitonsa, näkemystensä ja omantuntonsa puitteissa sosiaaliin arvo-odotuksiin.

Tyylistään tekijä tunnetaan

Kuka tahansa metsään menijä ei noin vain osaa antaa arvoa metsänhoitajan teoksille ja niistä koostuville tuotannoille; hän ei näe sellaisia tekijäkohtaisia rajoja ja tyylieroja, jotka alan ammattilainen huomaa ja joista ehkä takana olevan suunnittelijan tunnistaakin. Vaikkakaan maallikko ei erota metsäkuvasta joka virtausta ja kautta, hän ei voi olla huomaamatta normien, oppien ja ohjeitten murroksia ja suunnittelumuotien vaihtumisia: mitä puulajeja suositaan, miten harsintahakkuut vaihtuvat avohakkuihin ja, kritiikin jälkeen, paluuliikettä.

Sanotaan, että puut tekevät metsän, mutta marjastajalle ja sienestäjälle metsä on maan tasalla, pinnassa, ja metsästäjälle saaliseläimissä. Metsätyypitkin luokitellaan perinteisesti pintakasvuston ja tunnuskasvien mukaan. Ihmisen käsittelemä metsä on maisema-arkkitehtoninen teos, oli se sit-

ten sukupolvien mittaisessa prosessissa hiljalleen muotoutunut tai ammattilaisen varta vasten suunnittelema ja valvoma. Omistuksen mukaan se jakaantuu vaihtuvin periaattein hoidetuiksi alueiksi. Näillä on tyyliä, joka määräytyy toisaalta lainsäädännön asettamista puitteista ja toisaalta neuvonnassa ja valistuksessa annetuista ohjeista ja määräyksistä - kuitenkin aina viime vaiheessa tekijänsä taidosta, silmästä, mutta myös perinteen voimasta. Millaiset ovat hakkuualueen rajaukset; mitä on säästetty ja mitä poistettu; onko jätetty erityisiä maamerkkejä ja eläimille pesintäpaikkoja; onko teiden ja vesistöjen suuntaan suojavyöhykkeitä; millaisia näkymiä on avattu, mitä taas varta vasten jätetty piiloon?

Vuorokauden- ja vuodenaikojen kierto saa aikaan valoisuuden, hämärän ja pimeän muutoksia, kuivien ja sateisten kausien vuorottelua, tyventä ja tuulista säätä, lumisia ja vähälumisia talvia. Vaikeampaa on ennakoida ja säännellä sitä, miten metsämaisema muuttuu vuosikymmenten tai -satojen mittaisen kasvunsa ja vanhenemisensa mukana - ja varsinkin sitä, miten metsiä ympäröivä muu maisema muotoutuu ja muuttuessaan vaihtaa metsänkin luonnetta. Kulttuurinsa rakennustyössä ihminen voi kuitenkin jäljitellä luontoa, jonka dynamiikka on jatkuvaa tasapainon hakua. Nykyhetkeään pitemmälle näkevä metsäkriitikko pyrkii arvioimaan prosessin koko kaarta.

Villi metsä, erämaa, ei ihmistä kaipaa. Sen sijaan ihmisen kaipaa myös villiä luontoa. Luonnontilasta paljastuvat itseriittoisen ympäristön toimintaperiaatteet ja lainalaisuudet, jotka ovat ekologisen estetiikan mielenkiinnon kohteena ja joista ihminen voi omaan toimintaansa ottaa oppia. Luonnon- ja kansallispuistoilla sekä maisemallisesti arvokkaiksi luokitelluilla alueilla on merkityksensä näytteinä ja malleina siitä, miten luonto hoitaa itseään. Nämä ovat kulttuurille vertailukohde ja itsekritiikin lähde.

Metsää muokatessaan ihminen tavoittelee ja luo uusia arvoja. Metsät ovat silloin hoitajansa omiakuvia ja kulttuurin kuvia, eivät vain muunnelmia ja kehitelmiä koskemattomasta erämaasta. Metsäkuvat voivat olla visioita, näkymiä tulevaisuuteen. Parhaissa ilmenee käden taidon lisäksi huumani ajattelu, joka ottaa huomioon toiset ihmiset ja tulevat sukupolvet, kasvit ja eläimet - ja myös sen fyysisen perustan, jolla yhteinen elämämme on käynyt mahdolliseksi ja jonka antamissa rajoissa sen on jatkuttavakin.

Yksi ainoa käpy, lehti tai neulainenkin voi edustaa puuta ja metsää. Ehkä tarvitsemme rajattua osaa tai sanallistamista ja kuvallistamista mietiskelläksemme metsän sisintä. Näyte tai välittävä kuvaus mahdollistaa kriittisen etäisyyden ja välittömään luontokokemukseen nähden viileäm-
män, analyttisemmän tarkastelun. Näin - metsään mene-
mättäkin - näemme ja koemme metsän puilta, mutta myös puut metsältä.

Kirjallisuus

- Hull, R. B., Robertson, D. P., Buhyoff, G. J. & Kendra, A. 2000. What Are We Hiding Behind the Visual Buffer Strip? Forest Aesthetics Reconsidered. *Journal of Forestry* 98(7): 34-38. <http://www.ingentaconnect.com/content/saf/jof/2000/00000098/00000007/art00014>
- Louekari, L. 2006. Metsän arkkitehtuuri. Oulun yliopisto, arkkitehtuurin osasto. 301 s. ISBN: 951-42-8096-2
- von Salisch, H. 1902/2008. Forest Aesthetics. The Forest History Society, Durham, North Carolina. 351 s.
- Sepänmaa, Y., Heikkilä-Palo, L. ja Kaukio, V. (toim.). 2003. Metsään mieleni. Maahenki Oy, Helsinki. 300 s. ISBN: 978-952-5328-21-9
- Stölb, W. 2005. Waldästhetik - über Forstwirtschaft, Naturschutz und die Menschenseele. Verlag Kessel, Remagen-Oberwinter. 400 s.
- Stölb, W. 2013. Waldästhetik, der vergessene Wertehorizont. 15 s. www.natursoziologie.de/files/waldaesthetik-sto-elb1373288803.pdf

Metsän teologia

Pauliina Kainulainen

Vanhassa suomalaisessa todellisuuskäsityksessä metsä on ollut keskeinen mielikuvien ja merkitysten syntysija. Metsä on auttanut ihmistä jäsentämään sisäistä maisemaansa, mielenmaisemaansa. Vaikka vanhasta metsäkeskeisemmästä maailmankatsomuksesta on menetetty paljon, palvelee metsä edelleen tässä merkityksessä myös modernin kulttuurin keskellä elävää suomalaista. Monien kokemus on, että metsä auttaa pysymään koossa pirstaloivan ajan keskellä. Metsä on tällöin myös luovuuden turvapaikka.

Metsäyhteydestä vieraantuminen ja sen seuraukset

Suomen kieli kuuluu suomalais-ugrilaisiin kieliin. Suomalais-ugrilaisuus näkyy paitsi kielessä myös suomalaisten luontosuhteessa. Suomalaisten tapa hahmottaa paikkansa kosmoksen kokonaisuudessa poikkeakin jossain määrin esimerkiksi läntisen Euroopan kansojen luonteenomaisista maailmankatsomuksista. Monien suomalais-ugrilaisien filosofien ja kirjailijoiden mukaan ugrilaisen kulttuurin ominaispiirteisiin on kuulunut niin sanottu syvä ja pehmeä luontosuhde. Tällä tarkoitetaan suhteellisen epähierarkkista suhdetta ihmisen ja muiden lajien välillä: tavoitteena ovat harmoniset, kunnioittavat suhteet. Epäjärjestyksen aiheuttaminen luonnon tasapainotiloille kostautuu kaikille, myös ihmiselle.

Liian romanttisia käsityksiä suomalais-ugrilaisesta luontosuhteesta ei ole syytä viljellä, mutta ero esimerkiksi indoeurooppalaisiin näkemyksiin on havaittavissa ja merkityksellinen. Indoeurooppalaiseen metsäsuhteeseen on kuulunut enemmän metsän pelon ja hallinnan elementtejä. Kreikkalaisperäisten filosofioiden vaikutuspiirissä korostetaan esimerkiksi ihmisen ja eläimen eroa sekä asetetaan ihminen ja muu luonto hierarkkiseen suhteeseen, jossa ihminen on ylemmänä ja oikeutettu hallitsemaan muuta luontoa. Myös yksipuoliset tulkinnat Raamatun luomiskertomuksesta ovat vaikuttaneet siihen, miten luonnon hallitsemista on pidetty ihanneena. Suomalais-ugrilaisessa kulttuuriperinteessä ihmisen paikka on nöyrempi: ihmisen tehtävä on jättää luontoon mahdollisimman pieni jälki itsestään.

Tällaiseen ikivanhaan maailmankatsomukseen perustuva metsäsuhde voi kuitenkin olla nykysuomalaiselle vaikeasti avautuva. Kärsimme mielen kolonisaatiosta ilman että olemme edes tietoisia siitä. Mielen kolonisaatio näkyy muun muassa luonnosta vieraantumisenä, joka on tapahtunut vuosisatojen mittaan asteittain. Erityisesti lännen suunnalta on tullut yhä uusia ajatteluvirtauksia, jotka ovat työntäneet suomalais-ugrilaisia kulttuuripiirteitämme syrjemmälle ja osittain tukahduttaneet niitä. Suomalaiset oirehtivat samaan tapaan kuin monet maailman kolonialisoidut alkuperäiskansat:

meillä on taipumusta masennukseen, huonoon kulttuuriseen itsetuntoon, riippuvuuksiin ja itsetuhoisuuteen.

Historiassa on ollut monia tapahtumia ja vaiheita, jotka ovat vaikuttaneet mielen kolonisaatioon. Noin tuhat vuotta sitten kristinusko tuotiin Suomen alueelle, ja erityisesti läntisessä muodossaan se suhtautui kielteisesti suomalaisten vanhaan maailmankatsomukseen. ”Pakanuuden” ilmentyminä tuhottiin esimerkiksi pyhät puut ja lehdot, ja näihin kulttuuri-ilmiöihin liittynyttä ekologista viisautta ei huomattu. Kristinuskoon sisältyy kuitenkin myös ekologisesti sensitiivisempiä ulottuvuuksia, joita oman aikamme niin kutsuttu ekoteologia pyrkii nostamaan esiin.

Läntisen kulttuuripiiriin valtafilosofiaksi kehkeytyi 1600- ja 1700-luvuilta alkaen mekanistinen eli konemainen käsitys todellisuudesta. Siihen nivoutui valistuksen hyötyä korostava ajattelu. Tämäntyyppinen hyötyajattelu on edelleen voimissaan: luonto ymmärretään luonnonvaroina, ja sen arvoa tarkastellaan ennen muuta ihmisen tyhdyän näkökulmasta. Mekanistinen maailmankatsomus teknologisine mahdollisuuksineen on tuonut suomalaisillekin paljon hyvinvointia, esimerkiksi sairauksia voidaan hoitaa tehokkaammin kuin ennen. Riskinä kuitenkin on, että ekologisten ongelmien kärjistyessä yhteiskunnat kriisiytyvät ja jo saavutetut hyvät asiat murenevat. Uusimpina käänteinä suomalaisten luontosuhteessa ovat voimakas kaupungistuminen ja virtuaalimaailman ilmaantuminen. Näilläkin ilmiöillä on myönteiset puolensa, mutta metsäsuhteen kannalta ne pääosin merkitsevät etääntymistä.

Mekanistisen maailmankuvan ja hyötyajattelun vaikutuksen vuoksi suomalaisessa metsäsuhteessa on varsinkin viime sotien jälkeen korostunut tehokkuusajattelu: puuta on saatava metsästä nopeasti ja edullisesti metsäteollisuuden tarpeisiin. Avohakkuu on ollut yleisin ja tehokkaimpana pidetty puun korjuun muoto. Vaikka hakkuuaukoille istutetaan tai muuten kasvatetaan uutta metsää, metsäluonnon monimuotoisuus on kärsinyt vuosikymmenten mittaan huomattavasti.

Avohakkuuseen perustuva metsätalous on aiheuttanut monille suomalaisille henkisesti raskaita kokemuksia, kun tuttu metsä on kadonnut muutamassa tuokiossa. Vasta viime aikoina surun ja raivon tunteita on tuotu laajemmin julki. Valokuvataiteilijat **Ritva Kovalainen** ja **Sanni Seppo** ovat tallettaneet ihmisten kertomuksia hakattujen metsien äärellä. Vanhan ja monimuotoisen metsän katoaminen merkitsee jatkuvuuden ja turvallisuuden tunteiden järkkymistä. Raju metsän käsittely rinnastuu kertomuksissa pyhäinhäväistykseen.

Metsäisen maailmankatsomuksen paluu?

Onko vallitsevalle mekanistiselle maailmankatsomukselle vaihtoehtoa? Miten muuttaa pirstaloitunut kulttuuri sellaiseksi, jossa korostuu asioiden yhteenkuuluvuus ja keskinäi-



Kuva 1. Siunattu metsä. Kuva: Erkki Oksanen, Luke.

nen riippuvuus? Tällaisen maailmankatsomuksen rakentamiseen voi hakea aineksia muun muassa vanhasta suomalaisesta todellisuuskäsityksestä, jonka rippeitä on säilynyt esimerkiksi maailman laajimmassa kansanrunouden kokelmassa *Suomen kansan vanhat runot*.

Filosofi **Tere Vadén** on ammentanut ajatteluunsa aineksia suomalais-ugrilaisesta maailmankatsomuksesta, jossa on tärkeää tuntea asioiden synnyt eli niiden perimmäiset lähtökohdat ja merkityksellisen elämän reunaehdot. Esimerkiksi globaalien ympäristöongelmien juuret ovat ihmisen arvoissa ja asenteissa, jotka nykyään saavat erityisesti maapallon rikkaimmat kansat kuluttamaan luonnonvaroja kestämättömällä tavalla.

Vadénille kielellä on kolme muotoa: metsän kieli, pihan kieli ja talon kieli. Vadénin mukaan talon kieli on näistä täsmällisin, ja sen olemukseen kuuluu määritellä ja eritellä. Talon kielen käyttäminen erottaa käyttäjän muusta luonnosta. Talon kieltä edustavat esimerkiksi talouselämän ja tieteen kielet.

Pihan kieli tulee lähemmäs arkikokemusta. Se muuntuu jatkuvasti, kun sanoja syntyy ja häviää. Pihan kieli joutuu kamppailemaan, jotta se pystyisi pitämään merkityksensä selkeinä. Vadénille metsän kieli, metsäkokemus, on perustavanlaatuisin olemisen tapa. Se on vaikeasti sanoiksi puetta-

va kokemus yhteydestä luontoon, eikä se ole käännettävissä toisille kielille. Metsän kieli on varhaisin kieli, muttei kuitenkaan alkukantainen. Se syntyy myös koko ajan uutena. Talon kielen voima ja merkitys on riippuvainen metsän kielestä, mutta ei päinvastoin.

Kulttuurissamme talon kieltä pidetään kuitenkin usein tärkeimpänä, muita ilmiöitä selittämään kykenevänä tiedon muotona. Mitä kieltä edustaa käsite ekosysteemipalvelut? Vastaus lienee yksiselitteinen: talon kieltä. Käsite on kotoaan luonnontieteiden ja talouden maailmoissa, ja se on vieraampi ihmistieteellisille lähestymistavoille, filosofialle tai ihmisten arkikokemukselle metsästä. Käsitteellä on silti sijansa omilla mukavuusalueillaan, missä se voi avata silmiä luonnon korvaamattomalle merkitykselle ihmisen näkökulmasta. Kannattaa kuitenkin pitää mielessä filosofin muistutus, että talon kielen käyttäminen luo jo itsessään erillisyyttä käyttäjän ja muun luonnon välille.

Suomalais-ugrilaisen maailmankatsomuksen ydintä ovat metsän kieli ja luontoyhteys. Kulttuurillemme tekisi hyvää palauttaa arvoonsa vanhimman viisauden elementtejä, esimerkiksi kohtuuden arvostus. Mekanistisen maailmankatsomuksen voi vaihtaa vaikkapa metsäisemmäksi. Maapallon luonnon – ja sen myötä ihmiskunnan – tulevaisuus edellyttää etäisyyden ottoa vallitseviin mekanistisiin ajattelutottumuksiin.



Kuva 2. Metsän ymmärtäminen pyhänä on elävää todellisuutta monille suomalaisille koko ajan. Metsä mielletään temppelinä, jossa voi hiljentyä ja kokea pyhän läheisyyttä. Vanhoista runoista päätellen metsään meneminen on ollut jo muinaisille suomalaisille keino hakea helpotusta huoliin. Kuva: Hannu Nousiainen.



Kuva 3. Vanhan ja monimuotoisen metsän katoaminen avohakkuun jälkeen on tuottanut monille suomalaisille jatkuvuuden ja turvallisuuden tunteiden järkkymistä. Kuva: Erkki Oksanen, Luke.

Metsän hengellinen merkitys

Siirtymä kokonaisvaltaisempaan maailmankatsomukseen mahdollistaa uudet näkökulmat kristilliseen teologiaan ja hengellisyteen. Etäisyyden otto mekanistiseen ja valistus-henkiseen indoeurooppalaisuuteen avaa portin, jonka kautta mielenmaisemaan voidaan palauttaa luonnon pyhyden tunto. Myös kristillisen tradition näkökulmasta voidaan ajatella, että luonto on pyhä. Tällöin ei kyse ole panteismista, joka merkitsee luonnon jumalallistamista, vaan jumalakäsityksestä, jossa jumaluus ymmärretään yhtä aikaa tämän- ja tuonpuoleisena. **Martin Luther** on sanonut, että ”Jumala on läsnä jokaisessa pienimmässäkin puun lehdessä”. Jumala ymmärretään siis kosmisesti läsnä olevana kaikessa luodussaan mutta samalla jonain, mikä on luodun tuolla puolen.

Käsityksellä luonnon pyhydestä on merkittäviä eettisiä seurauksia. Sitä, mitä ihminen pitää pyhänä, hän lähestyy ihmetellen ja kunnioittavasti, mikä turvaa pyhälle tietyn koskemattomuuden. Luonnon näkeminen jälleen pyhänä asettaa rajat ihmisen ahneelle taipumukselle ottaa luonnosta irti kaiken mahdollisen.

Metsän ymmärtäminen pyhänä on elävää todellisuutta monille suomalaisille koko ajan. Metsä mielletään temppelellinä, jossa voi hiljentyä ja kokea pyhän läheisyyttä. Vanhoista runoista päätellen metsään meneminen on ollut jo muinaisille suomalaisille keino hakea helpotusta huoliin. Tällaiset kokemukset voi halutessaan tulkita myös kristinuskon kehityksessä: Jumala Luojana ja eläväksi tekevä Henkenä parantaa ihmistä luomakuntansa keskellä ja sen välityksellä.

Metsäiseen maailmankatsomukseen kuuluu syklisen eli kehämäisen ajan arvostus. Se tuo tervehdyttävää vastapainoa indoeurooppalaisen kulttuurin lineaariselle aikakäsitykselle, jossa korostuu tehokas eteenpäin rientäminen. Metsässä painottuu ajan syklisyys ja vuorokauden- ja vuodenaikojen jatkuva. Vanhat puut antavat ihmiselle jatkuvuuden ja turvallisuuden tunteen. Metsän teologiassa yhdistyvät kristinuskon lineaarisesti painottunut aikakäsitys ja suomalais-ugrilainen syklisyys. Näiden tasapainoinen yhteys tekee ihmiselle hyvää. Tosin tänä ilmastonmuutoksen aikakaute- na vuodenaikojen tutun rytmin ennakoimattomat muutokset voivat aiheuttaa myös perustavanlaatuisia turvattomuutta.

Muun muassa vakavien ekologisten ongelmien vuoksi läntisessä kulttuuripiirissä on siirryttävä kokonaisempaan tapaan ymmärtää maailma ja ihmisen paikka sen osana. Valistuksen perinnöstä on syytä säilyttää sen arvokkaat elementit, kuten tasaveroisuuden ja suvaitsevaisuuden ihanteet. Mekanistisen maailmankuvan tilalle tarvitaan kuitenkin kokonaisvaltaisempi ja epähierarkkisempi todellisuuskäsitys, joka mahdollistaa luonnon pyhyden tunnon paluun.

Myös kristinuskon on tarkasteltava historiaansa kriittisesti ja suostuttava irtautumaan luontokielteisistä painotuksista, kuten yksipuolisesta luonnonhallinnan korostuksesta. Kokonaisempi, metsäkeskeinen maailmankatsomus tulee monissa suhteissa lähelle Raamatun syntymaailman kulttuuria. Siksi metsän teologian kautta löytyy tapoja tulkita esimerkiksi jumala- ja pelastuskäsityksiä omissa kontekstissämme ymmärrettävästi. Raamatun näkemys pelastuksesta on huomattavan laaja: se liittyy yksilön jumalasuhteen lisäksi ihmisten välisten suhteiden eheytymiseen erilaisissa yhteisöissä ja yhteiskunnissa. Tätä ilmentävät erityisesti evankeliumien kuvaukset Jeesus Nasaretilaisen toiminnasta ja julistuksesta. Pelastuksella on myös kosminen ulottuvuutensa, joka merkitsee kulkemista kohti harmonista suhdetta luotujen kesken – kohti luonnon omien tasapainojärjestelmien kunnioitusta.

Kristillisen teologian voi hahmottaa kolmisäikeisesti hengellisytenä, etiikkana ja oppina. Läntisessä kulttuuripiirissä hengellisyys ja mystiikka on pitkään ollut marginalisoitua. Metsän teologiassa tradition kokonaisuutta on kuitenkin palkitsevinta lähestyä juuri hengellisyden kautta – silloin muutkin ulottuvuudet löytävät paikkansa. Hengellisyys on jotain, mikä liikuttaa ihmistä hänen sisintään myöten. Hengellisyden voima tarvitaan mukaan kulttuurimme uudistamisen suureen urakkaan. Metsän teologian yksi perusajatus on tuoda voimalliset ajatteluvirtaukset, esimerkiksi uudelleentulkitut kristinuskko, valistus ja suomalais-ugrilaisuus vuorovaikutukseen keskenään ja vahvistamaan toinen toistaan. Tällaisten vanhojen ja merkittävien virtausten kantama viisaus on tarpeen, kun metsille ja ihmisille rakennetaan mahdollisimman hyvää tulevaisuutta.

Kirjallisuus

- Kainulainen, P. 2013. Metsän teologia. Kirjapaja, Helsinki. 254 s.
- Kainulainen P. (toim.). 2007. Pyhän kosketus luonnossa. Johdatus kristilliseen ekoteologiaan. Kirjapaja, Helsinki. 274 s.
- Kovalainen, R. ja Seppo, S. 2009. Metsänhoidollisia toimenpiteitä. Hiilinielu Tuotanto ja Miellotar. 200 s. ISBN: 978-952-99113-4-9
- Käkönen, M. ja Venesmäki, E. (toim.). 2009. Metsän jäljillä. Kertomuksia etelästä ja pohjolasta. Siemenpuu-säätiö, Helsinki. 188 s. <http://www.siemenpuu.org/fi/node/293>
- Lassila, P. 2011. Metsän autuus. Luonto suomalaisessa kirjallisuudessa 1700–1950. Suomalaisen Kirjallisuuden Seuran toimituksia 1344. 257 s. EISBN:9789522224071
- Siltala, P. 1987. ”Metsän turvallisuus”. *Silva Fennica* 21 (4): 405–414. <http://hdl.handle.net/10138/15488>
- Vadén, T. 2010. Kaksijalkainen ympäristövallankumous. Pamfletti synnyistä. Osuuskunta Rohkean reunaan, Tampere. 70 s. ISBN: 978-952-498-379-2

5.2 Metsät tutkimus- ja oppimisympäristöinä

Tutkimuksen merkitys Kolin kansallispuiston tarjoamille ekosysteemipalveluille

Kalle Eerikäinen

Kansallispuistot ekosysteemipalveluiden tuottajina

Maamme ensimmäiset kansallispuistot aloittivat toimintansa vuonna 1938. Ensimmäisistä kansallispuistoista Petsamo ja Porkkala jouduttiin lopettamaan toisen maailmansodan päätyttyä Neuvostoliiton kanssa solmitun rauhansopimuksen alueluovutus- ja maanvuokraehtojen perusteella. Ennen viime sotia perustetuista kansallispuistoista ovat jäljellä Pal-laksen- Ounastunturin ja Pyhätunturin kansallispuistot. Uusien kansallispuistojen perustaminen tapahtuu Suomessa lainsäädäntöteitse. Kolin kansallispuiston perustamislaki astui voimaan vuonna 1991.

Kansallispuistojemme ensisijaisena tehtävänä on edistää luonnon monimuotoisuuden suotuisaa kehitystä. Samalla ne tarjoavat kuitenkin koko kirjon ekosysteemipalveluja, muun muassa säätely- ja tuotantopalveluja sekä ylläpito- ja kulttuuripalveluja. Neljän ekosysteemipalvelun pääluokan keskinäinen merkitys ja painoarvo tosin vaihtelevat eri kansallispuistojen välillä. Lisäksi erot niiden välillä korostuvat erityisesti kulttuuri- ja tuotantopalveluiden kohdalla.

Kolin kansallispuiston tarveperusteluissa korostettiin alueen vanhojen metsien ja lehtojen lajistollista edustavuutta (ylläpito ja säätely), kaskiperinteen vaalimista (kulttuuri), ympäristökasvatusta (kulttuuri) ja tutkimusta (kulttuuri).

Kolin kansallispuiston perustaminen 1990-luvun alussa onkin nähtävä ensisijaisesti suojelutoimenpiteenä, jolla haluttiin turvata alueelle ominaisten mutta muualla harvinaistuneiden luontotyyppeiden ja niistä riippuvaisen lajiston sekä kaskikulttuurin tuottamien perinneympäristöjen ja perinnetietouden säilyminen tuleville sukupolville. Kolin kansallispuiston ensimmäiset havumetsä- eli huuhtakasket poltettiin vuonna 1994. Sitä ennen kaskia oli poltettu Kolilla 1930-luvulla. Kolin kansallispuiston perustamista edesauttoi maassamme 1980-luvulla voimistunut yleinen ympäristötietoisuus ja samanaikaisesti tapahtunut luonnonsuojeluliikkeen poliittisoituminen.

Valtionmaasta Kolin kansallispuistoksi

Kolin vaarat Pielisjärven länsirannalla olivat esihistoriallisen ajan eränkävijäkansan nautinta-alueita aina siitä alkaen, kun boreaalinen kasvi- ja eläinlajisto alkoi levitä jääkauden jäljiltä paljastuneille maa-alueille. Pysyvää ihmisasutusta alueelle alkoi muodostua kuitenkin vasta 1700-luvulla, kun ensimmäiset kaskitaloutta harjoittamaan tulleet ihmiset perustivat savunsa näille viljaviksi todetuille ja hallalta suojaisiksi tiedetyille rinnemaille. Asutuksen vakiintumisen seurauksena myös Kolia koskevaa kirjoitettua historiaa alkoi taltioitua ensin kirkonkirjoihin ja myöhemmin valtion ylläpitämiin omaisuus- ja väestörekistereihin. Karttapohjaista sijaintitietoa alueesta on saatavilla 1800-luvun puolivälistä lähtien, jolloin tehdyissä maanmittaustoimituksissa saatettiin päätökseen isojaon lohkojaotus tällä harvaan asutulla erämaa-alueella.

Kolin keskeiset vaarajaksot siirtyivät yksityisiltä maanomistajilta valtion omistukseen vuonna 1907. Kansallisromantiikan hengessä suomalaisuusaatetta kannattaneen kulttuurisivistyneistön edustajat eli karelianistit korottivat Kolin saavuttamaa asemaa kansallisena ikonina, ja tällöin myös valtiovalta osoitti aktiivisuutta maanhankinta-asiassa. **Juhani Ahon** aikalais- ja matkakertomukset, **I.K. Inhan** valokuviiin tallentamat puuttomien kaskimaiden ja Pielisen selkävesien näkymät, **Jean Sibeliuksen** neljännen sinfonian sävelmaiseimat sekä **Eero Järnefeltin** öljyväriyöt ja grafiikat ovat keskeisimpiä todisteita ja esimerkkejä Kolin roolista ja merkityksestä taiteellisena ja kulttuurillisena innoituksen lähteenä. Kolin keskeisten vaaramaiden siirtyminen valtion hallintaan oli kulttuuripoliittinen suojelutoimi, jota ensisijaisesti



Kuva 1. Kolin kansallispuistossa esiintyy boreaalisia lehtoja ja lahoppuurikkaita vanhoja metsiä. Lehdossa kasvaa vaateliaista suursaniaisista myyränporras (*Diplazium sibiricum*), hiirenporras (*Athyrium filix-femina*) ja kuvan kotkansiipi (*Matteuccia struthiopteris*). Kuva: Kalle Eerikäinen.

perusteltiin pyrkimyksellä turvata kohteen kansallismaisema-aseman säilyminen tuleville sukupolville. Maanhankinta-toimenpiteellä estettiin kuitenkin myös alueelle suunnitteilla olleiden laajojen metsänhakkuiden toimeenpano.

Perustamisvaiheessa Kolin valtionpuisto käsitti yhteensä noin 700 hehtaaria maa- ja vesialueita saarineen. Mantereen puolella valtionpuisto ulottui pituussuunnassa Ipatin vaaran pohjoispuolelta Pieni-Mäkrän etelärinteille ja oli leveimmillään Jero-Mäkrä-Karinlahti-linjalla. Alueella toimineiden vuokratilajelijöiden eli torppareiden sallittiin jatkaa pieni-piirteistä viljelytoimintaansa vuoteen 1931 saakka, jolloin itsenäisen aseman sai neljä vuokratilaa. Pienipiirteinen ja perinteisiä menetelmiä soveltanut pientilallisten maanviljelys-toiminta loi ja ylläpiti lajirikkaita perinneympäristöjä eli ahoja, niittyjä ja hakamaita, joiden suojelliset monimuotoisuusarvot ja maisemallinen ainutlaatuisuus tunnustetaan nykyään myös kansallisella tasolla.

Kolin kehityksen kannalta merkittävä vaihe ajoittui maamme itsenäistymisen aikaan, jolloin Kolin valtionmaidien hoito- ja hallintavastuu siirrettiin Metsähallitukselta juuri perustetulle Metsätieteelliselle kokeilulaitokselle, joka myöhemmin tunnettiin nimellä Metsäntutkimuslaitos (Metla). Vuonna 1924 perustetusta Kolin kokeilualueesta, joksi Kolin valtionpuiston aluetta saarineen virallisissa asiakirjoissa kutsuttiin, tuli osa Metsätieteellisen kokeilulaitoksen koko maan kattanutta tutkimusalueiden verkostoa. Tämän seurauksena myös Kolilla käynnistettiin kasvu- ja tuotosopillinen kent-

täkoetoiminta, joka käytännössä tarkoitti tuolloin tutkimuksellisen mielenkiinnon kohteena olleiden puuston alkuperä-kokeiden perustamista. Kohteen metsävarat tulivat samalla alueen hallinnoijan määräajoin toteuttamien metsäninven-tointien piiriin. Näissä inventoinneissa tavoitteena oli met-sien hoidollisen tilan kohottamisen lisäksi myös maisemallisten tekijöiden huomioon ottaminen, mikä konkretisoitui erityisesti hakkuutoimenpiteiden suunnittelussa ja kohdenta-misessa. Maisemaa säästävien hakkuumenetelmien sovel-tamisen ja paikoin täydellisten hakkuurajoitusten ansiosta Kolin lakialueiden ja Pieliseen laskevan itärinteen metsikkö-jen ikäjakaumassa ovat nykyään edustettuina myös vanhat, yli 140-vuotiaat metsät.

1900-luvulla Kolin kehitykseen ja tunnettuuteen vaikut-ti jo ennen sotia virinnyt matkailutoiminta, jonka ansiosta alue tuli yhä enenevässä määrin tunnetuksi kulttuuripiirien lisäksi myös suurelle yleisölle. Tätä taustaa vasten selittyvät myös 1900-luvulla tehdyt tieteelliset raportoinnit, joita laa-tivat alueella vierailleet ja erikoislaatusesta kohteesta kiin-nostuneet luonnontieteilijät ja geologit. Kolille tunnusomai-sista uhanalaisiksi ja harvinaistuneiksi luokitelluista lajeis-ta on esimerkiksi relikti- eli jäännelaji harmaasulkukotilo (*Bulgarica cana*).

Metlan lisäksi systemaattisia tutkimuksia alueen geolo-giasta, lajistosta, ekologiasta ja kulttuurisista erityispiirteistä tekivät Geologinen tutkimuskeskus, Pohjois-Karjalan ympä-ristökeskus (nykyisin Pohjois-Karjalan elinkeino-, liikenne-



Kuva 2. Kolin kansallispuistossa poltettiin ensimmäinen huuhtakaski vuonna 1994. Kuvassa näkyvä toinen huuhtakaski paloi vuonna 1996. Etualan vihreä kasvillisuus on vallannut vuonna 1994 kasketun maan. Kuva: Kauko Salo.



Kuva 3. Luontokeskus Ukosta saa perustietoa Kolin kansallispuistosta, sen luonnosta ja historiasta, luonnonsuojelusta ja ympäristön kestävästä käytöstä. Kuva: Erkki Oksanen, Luke.

ja ympäristökeskus) ja Joensuun yliopisto (Joensuun korkeakoulu ennen vuotta 1984 ja vuodesta 2009 alkaen Itä-Suomen yliopisto). Lisääntynyt tieto alueen suojelluisista ja kulttuurisista erityispiirteistä oli vaikuttamassa siihen, että valtiolta ryhtyi valmistelemaan Kolin kansallispuiston perustamista säätävää lakia. Vuonna 1991 voimaan tullutta perustamislakia täydennettiin jo vuonna 1996 laajennusasetuksella, mikä käytännössä kaksinkertaisti tuolloisen kansallispuiston maapinta-alan. Nykyisin Kolin kansallispuisto kattaa yli 3 000 hehtaaria maa- ja vesialueita. Metlan hallintokausi Kolilla päättyi vuonna 2007. Sen jälkeen alueen hoidosta ja hallinnoinnista on vastannut Metsähallitus, jolle nykyään on keskitetty kaikkien valtion maa- ja vesialueiden hallinnointi mukaan lukien erityiskäytön kohteet kuten luonnonsuojelualueet, tutkimusalueet ja puolustusvoimien harjoitusalueet.

Kolin kansallispuisto edelläkävijänä ekosysteempalvelujen kehitystyössä

Arvioitaessa Kolin kansallispuiston merkitystä säätelypalveluiden tuottajana, on huomioitava mittakaava. Pohjavesien muodostumisessa ja eroosion säätelyssä sen merkitys on valtakunnan mittakaavassa marginaalinen mutta pai-

kallisesti tarkasteltuna tärkeä. Uhanalaisten kasvi- ja eliölaajien säätelyssä ja ylläpitämisessä Kolin kansallispuistolla on korostunut merkitys ja se onkin rinnastettavissa vaikuttavuudeltaan tiukemman suojeluluokituksen piiriin lukeutuviin luonnonpuistoihin. Boreaalisen vanhan metsän lajiston, lehtojen kasvi-, sieni- ja eläinlajiston sekä perinneympäristöjen suojelussa Koli tarjoaa myös ylläpitäviä ja säilyttäviä palveluita. Kolin merkitystä korostaa myös tieteen keinoin kerätty ja dokumentoitu historiatieto, mikä on hyödynnetty esimerkiksi suurelle yleisölle suunnattujen kulttuuripalvelujen tarjonnan suunnittelussa ja toteutuksessa.

Kolin kansallispuiston perustaminen vuonna 1991 ei merkinnyt loppua alueella tehdylle tutkimukselle. Vaikka metsänhoidon ja -jalostuksen tutkimus ei enää perustanut uusia kenttä- ja viljelykokeita, Metlalla oli hyvät valmiudet hyödyntää aiemmin koottua tutkimustietoa alueen hoidon ja käytön suunnittelussa, mihin sisältyi myös perinneympäristöjen hoidon suunnittelu ja luontoarvoiltaan erityisten kohteiden, esimerkiksi lehtojen suojelu- ja hoitotoimenpiteiden suunnittelu. Lisääntynyt tietotarve johti uudenslaisiin inventointeihin ja tutkimuksiin, joita olivat perinneympäristöjen hoidon ja käytön suunnitteluinventoinnit, avainbiotooppi-inventointi ja perinneympäristöjen kasvillisuusmuutosten seuran-

takoejärjestelyt, Kolin riistakolmiolaskennat sekä Vaaralan kaskien kasvillisuusmuutosten seurantakoheet.

Puiston palvelutarjontaa kehitettiin ja järjestettiin opastettuja kierroksia puiston erityiskohteille. Teemapolkujen opasteet uusittiin, ja oppaita kirjoitettiin leirikoulujen käyttöön. Luontokeskus Ukon perusnäyttely ”Kolin perintö” avattiin vuonna 2000. Näyttely tarjoaa kansallispuiston luontoon ja historiaan sekä luonnonsuojeluun ja ympäristön kestävään käyttöön liittyvää tietoa Kolin kävijöille.

Vuosina 2003–2006 toteutettu Euroopan Unionin LIFE-Luonto-rahaston ja ympäristöministeriön osittain rahoittama hanke ”LIFE to Koli – Kansallispuiston metsien ja niittyjen ennallistaminen” tarjosi uudet lähtökohdat ja resurssit Koliilla tehtävän tutkimuksen kehittämiseen. LIFE to Koli -hankkeen tavoitteena oli turvata Kolin kansallispuiston Natura 2000 -suojelualueen arvokkaiden luontotyyppien ja niistä riippuvaisten eliölajien suotuisa suojelutaso. Siihen oli tarkoitus päästä ennallistamalla aiemmin talouskäytössä olleita metsä- ja suoluonnon alueita sekä hoitamalla suojellisesti arvokkaita perinneympäristöjä ja lehtoja. Ennallistamismenetelmien vaikuttavuuden tutkimiseksi Koliille perustettiin myös ennallistamisvaikutusten seurannan (EVS) koejärjestely.

Kolilla tehdyn tutkimuksen tulevaisuuden mahdollisuuksista

Tutkimusperinteet ovat juurtuneen syväälle Kolin kansallispuiston maaperään, mistä on osoituksena uusiutumiskykyssä säilyttänyt Koli-aiheinen tutkimus. Tutkimusperinteet ovat mahdollistaneet koejärjestelyt, jotka on perustettu tieteen periaatteita noudattaen ja joita on ylläpidetty ja seurattu systemaattisin mittausasetelmin. Koliille on muodostunut riittävä kriittinen määrä tutkimustietoa, joka jo olemassaolollaan synnyttää uusia ja tutkimuksellisesti mielenkiintoisia aiheyhdistelmiä ja tutkimuslinjoja.

Kolin kansallispuiston arvo tieteen ainutlaatuisena luonnonlaboratoriona on selviö. Sen sijaan sen vuosien saatossa saavuttaman aseman säilyminen muun muassa kulttuuripalvelujen tuottajana ei ole itsestäänselvyys. Tutkimustoiminnan ylläpitäminen Koliilla vaatii yhteistyötä ja määrätietoista toimenpiteitä tutkimustoimijoiden ja alueen hallinnoinnista vastaavan tahon välillä myös tulevaisuudessa. Tärkeä Koli-tutkimusta ylläpitävä voima on toistaiseksi ollut yhteinen ymmärrys jo tehtyjen tutkimuspanostusten merkityksestä sekä jaettu käsitys lisääntyvän ja tarkentuvan tiedon ainutlaatuisuudesta ja arvosta tuleville sukupolville.

Jatkossa tutkimusta tulisi kanavoida lisää myös sääntely- ja ylläpitopalveluiden kehittämiseen. Taloudellinen ja sosioekonominen matkailututkimus yhdistettynä alueiden käytön suunnitteluun ja päätöksentekoon rikastuttaisi Koli-tietämystämme. Se lisäisi myös alueen kestävä käyttöä ja parantaisi paikallisen yrittäjyyden toimintaedellytyksiä. Tulevaisuus näyttää, miten Koli-tutkimus voi rikastuttaa maamme kansallispuistojen ja suojelualueiden tarjoamia ekosysteemipalveluja.

Kirjallisuus

- Eerikäinen, K., Hotanen, J.-P., Miina, J., Neuvonen, S., Nevalainen, S., Salo, K. ja Viiri, H. 2009. Talousmetsien ennallistamisvaihtokustusten seuranta ja siihen liittyvä tutkimus Kolin kansallispuistossa. Metsäntutkimuslaitos, Joensuun toimintayksikkö. Metlan työraportteja 130: 1–83. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-951-40-2180-0>
- Grönlund, A. ja Hakalisto, S. 1998. Perinnemaisemien hoito Kolin kansallispuistossa. Pohjois-Karjalan ympäristökeskus, Joensuu. Alueelliset ympäristöjulkaisut 104: 1–81. ISBN: 952-11-0416-3
- Lovén, L. (toim.). 2004. Tutkittu ja tuntematon Koli. Kolin kansallispuiston tutkimusseminaari 24.–25.4.2002. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 915: 1–176. <http://urn.fi/URN:ISBN:951-40-1910-5>
- Lovén, L. ja Heikki, R. (toim.). 2000. Kolin perintö – Kaskisavusta kansallismaisemaan. Metsäntutkimuslaitos ja Geologian tutkimuskeskus. Gummerus Kirjapaino Oy, Jyväskylä. 160 s.
- Metsäntutkimuslaitos. 1997. Kolin kansallispuiston ja Koliilta suojeltavaksi hankittujen alueiden runkosuunnitelma. Metsäntutkimuslaitos, Joensuun tutkimusasema ja Tutkimusmetsäpalvelut. 19 s. + liitteet 1–11. <http://urn.fi/URN:ISBN:951-40-1556-8>
- Ruokolainen, L. & Salo, K. 2006. The succession of boreal forest vegetation during ten years after slashburning in Koli National Park, eastern Finland. *Annales Botanici Fennici* 43: 363–378. <http://www.seki.org/PDF/anb43-free/anb43-363.pdf>
- Salo, K. 2007. Istuin kvartsiittikivellä ja katselin polttamalla ennallistettua kuusikkoa Kolin kansallispuistossa. Luonto- ja ympäristö -kolumni. Karjalainen. 31.10.2007.
- Vehmas, M., Eerikäinen, K., Peuhkurinen, J., Packalén, P. & Maltamo, M. 2009. Identification of boreal forest stands with high herbaceous plant diversity using airborne laser scanning. *Forest Ecology and Management* 257: 46–53. <http://dx.doi.org/doi:10.1016/j.foreco.2008.08.016>
- Vehmas, M., Kouki, J., & Eerikäinen, K. 2009. Long-term spatio-temporal dynamics and historical continuity of European aspen (*Populus tremula* L.) stands in the Koli National Park, eastern Finland. *Forestry* 82: 135–148. <http://dx.doi.org/doi:10.1093/forestry/cpn044>
- Viiri, H. & Eerikäinen, K. 2012. Red-listed *Aradus laeviusculus* (Hemiptera: Aradidae) inhabits burnt restoration sites in the Koli National Park, North Karelia, Finland. *Entomologica Fennica* 23(2): 63–68. <http://ojs.tsv.fi/index.php/entomolfennica/article/view/6776/5496>

Pohjois-Karjalan biosfäärialue ekosysteemipalveluiden tutkimus- ja mallialueena

Timo J. Hokkanen, Petteri Vihervaara, Laura Mononen ja Eugene Lopatin

UNESCOn biosfäärialueohjelma (Man and the Biosphere, MaB) perustettiin vuonna 1971. Ohjelman tavoitteena oli parantaa luonnonvarojen käytön tieteellistä pohjaa monitieteisen tutkimuksen, demonstraatioiden ja koulutuksen keinoin. MaB-ohjelmasta on kasvanut maailman merkittävin luonnonsuojelun ja kestävän kehityksen mallialueverkosto, johon kuuluu jo 621 biosfäärialuetta kaikilta ilmastovyöhykeiltä, 117 maasta. Ohjelman tavoitteet ovat monipuolistuneet alkuaikojen tutkimuksesta ja luonnonsuojelusta kestävään kehitykseen. Ilmastonmuutos ja siihen liittyvät ekologiset ja yhteiskunnalliset teemat kirjattiin Madrid Action Plan -suunnitelmaan biosfäärialueiden maailmankonferenssissa 2008. Biosfäärialueilla luodaan alueellisia, siirrettäviä malleja kestävän kehityksen toimintatavoista.

Pohjois-Karjalan biosfäärialue hyväksyttiin UNESCOn ohjelmaan vuonna 1992. Keskeisiä perusteita olivat monipuoliset havumetsät ja suoluonto, kalevalainen ja ortodoksinen kulttuuriperintö sekä vaarakarjalaiset kylät. Tutkimusmahdollisuudet Joensuun korkeakouluun (sittemmin Joensuun yliopiston ja nykyisin Itä-Suomen yliopiston) sekä Mekrijärven tutkimusaseman kautta vaikuttivat myös sekä alueen valintaan että hyväksymiseen.

Pohjois-Karjalan biosfäärialue on koko olemassaolonsa ajan tehnyt tiiviistä yhteistyötä Karjalan tasavallan tutkimuslaitosten kanssa. Rajaseudut ovat usein harvaan asuttuja reuna-alueita, joissa maankäytön intensiteetti on pienempi kuin asutuskeskusten lähellä. Rajanläheiset metsäekosysteemit ovat kuitenkin intensiivisessä metsätaloustaloudessa ja Suomen puolella pirstoutuneita. Venäjällä rajanläheiset metsät ovat säästyneet Suomea paremmin hakkuista. Suomen metsien yhteys Venäjän rajan läheisiin laajoihin ja koskemattomampiin metsäalueisiin auttaa lajiston monimuotoisuuden säilymistä. Raja-alueen merkitystä korostaa Pohjois-Karjalassa se, että Ilomantsista pohjoiseen raja on ollut samalla paikalla 1600-luvun alusta asti satojen kilometrien matkalla. Parhaiten luonnon yhteydet tulevat esille suurten nisäkkäiden, esimerkiksi suurpetojen ja metsäpeuran populaatioista. Toisaalta tutkimukset Ilomantsin ja Lieksan ja Kuhmon metsissä ovat paljastaneet myös paljon uhanalaisia hyönteis-, kääpä- ja sammallajeja ja jopa tieteelle uusia hyönteislajeja.

Erilaisten ekosysteemien pinta-alan ja eliölajiston muutokset sekä ekosysteemien toiminta ilmentävät luonnon tilaa ja sen muuttumista. Ekosysteemipalvelut yhdistävät luonnon ja ihmisen ja ekosysteemipalvelujen hyödyntäminen tarjoaakin dynaamisen ja ihmisläheisen mittarin luonnon tilasta: hyödynnettävissä olevat ekosysteemipalvelut kertovat monimuotoisesta ja terveestä ekosysteemistä. Biosfäärialueen näkökulmasta ekosysteemipalvelut ovat keskeinen tapa hahmottaa sekä luonnon käyttöä että sen tulevaisuutta. Maail-

manlaajuinen biosfäärialueohjelma puolestaan tarjoaa mitattavat mahdollisuudet ja taustayhteisön, joka auttaa tutkimustiedon keruun, tietojen laajan soveltamisen sekä yhteiskunnallisen kehittämisen yhdistämistä alueella. Tutkimus ei ole vain irrallista tulosten keräämistä, vaan sitä käytetään paikalliseksi hyödyksi.

Sosioekologisen systeemin määrittely

Biosfäärialueet ovat mallialueita kestävän kehityksen paikalliselle tarkastelulle. Sosioekologisen systeemin määrittelyssä mittakaava riippuu tarkasteltavan ihmisyyteen ja sitä ylläpitävän luonnon ekologisesta kestävydestä. Ennen kuin moderni tieverkosto rakennettiin ja fossiilisten polttoaineiden voimalla toimivat kulkuvälineet yleistyivät, paikallisyhteisöt olivat mitä suurimmassa määrin riippuvaisia lähiympäristönsä tarjoamista elinkeinoista. Perinteiset elinkeinot taas olivat riippuvaisia luonnon rytmeistä. Näihin oloihin sopeutunut, sosiaalisesti ja ekologisesti kestävä ihmisyyttä tunti kestävyden rajat, mikä ei välttämättä tosin ollut tietoista vaan paikalliskulttuuriin juurtunutta hiljaista tietoa, joka oli kertynyt aikojen saatossa yritysten ja erehdysten kautta. Toisinaan luonnonvarojen hyödyntämisen ylilyönnit saattoivat näissäkkin yhteisöissä johtaa ekologista tilan pitempiaikaiseen muutokseen, jolloin kulttuurin täytyi sopeutua uuteen tilanteeseen.

Teollistumisen aikakauden jälkeisen elintason nousun myötä paikalliset tottumukset ovat muuttuneet eikä lähiympäristön luonnon tilan seuranta ja elinkeinotoiminnan ekologinen kestävyys ole ollut niin välttämätöntä kuin aiemmin. Osittain tämä johtuu siitä, että syrjäisetkin sosiaaliset yhteisöt ovat yhä tiiviimmin kytköksissä maailmanlaajuiseen talousjärjestelmään ja raaka-aineiden sekä tuotteiden laajaan liikkuvuuteen. Muualta tuotuihin tuotteisiin liittyy niitä tuottavien paikallisyhteisöjen aiheuttamia ympäristövaiku-

Taulukko 1. Pohjois-Karjalan biosfäärialueen pinta-ala sekä väestömäärä vuoden 2011 lopussa. Biosfäärialueen viralliseen rajaukseen kuuluvat Lieksa ja Ilomantsi kokonaan ja Tuupovaaran kaupunginosa Joensuussa. Biosfäärialuetoimintaa on koko maakunnassa.

Kunta	Pinta-ala (ha)	Asukasmäärä
Lieksa	407 031	12 887
Ilomantsi	317 582	6 041
Joensuu (Tuupovaara)	66 132	2 107
Yhteensä	790 745	21 035

Taulukko 2. Suojelualueet Pohjois-Karjalan biosfäärialueella. Biosfäärialueen määritelmän mukaisesti ydinalueina ovat kansallis- ja luonnonpuistot sekä muut tiukasti suojellut alueet. Asutus tai ihmistoiminnot eivät ole ydinalueilla sallittuja. Ydinalueiden läheisyydessä tai niiden ympärillä on suojavyöhykkeitä, joiden suojelustatus ei ole yhtä tiukka, esim. erilaiset Natura-alueet. Suurin osa biosfäärialueesta on yhteiskunnallisen kehittämistoiminnan piirissä olevaa yhteistoiminta-alueita.

Suojelualue	Ydinalue (ha)	Suojavyöhyke (ha)	Yhteensä (ha)
Kolin kansallispuisto	2 780	205	2 985
Patvinsuon kansallispuisto	10 544	2 482	13 026
Patvinsuon kansallispuisto	670	2 747	3 417
Koivusuon luonnonpuisto	2 208	5 353	7 561
Kesonsuon luonnonsuojelualue	1 394	7 371	8 765
Ruunaan luonnonsuojelualue	7 357	4 621	11 978
Pinta-ala yhteensä	24 953	22 779	47 732

Pohjois-Karjalan biosfäärialueen kokonaispinta-ala on 790 745 ha (suojelualueet ja yhteistoiminta-alue yhteensä).

tuksia, jotka näkyvät vain tuotantoalueilla, kaukana oman elinpiirin ulkopuolella. Ruokaa ja teollisuuden raaka-aineita tuotetaan toisilla mantereilla, ja teollisen tuotannon vaiheet voivat edellyttää tavaran siirtelyä valtavia matkoja ennen lopullista jakelua kuluttajille. Tuotanto ja kuljetus perustuvat pääosin entisaikojen ekosysteemien tuottamaan energia- ja lämmitykseen, joka on varastoitunut fossiiliseksi energiaksi. Tuotteiden elinkaariarviointi ja paikallisyhteisöjen hiilitaseen laskenta tarjoavat konkreettisia työkaluja, joiden avulla eräitä kestävyysosa-alueita voidaan jäsenneetysti tarkastella. Hiilineutraalit kunnat -hanke tarjoaa esimerkkejä hiilitaseen laskennasta (www.hinku-foorumi.fi). Nämä laskennat eivät kuitenkaan riitä biodiversiteettivaikutusten arviointiin. Ekosysteemipalveluiden näkökulmasta luonnon monimuotoisuuden hyvä tila ja kyky palautua häiriöistä eli resilienssi ovat keskeisiä kestävyysosa-alueiden elementtejä. Resilienssin käsite on sosioekologisten systeemien tarkastelussa tärkeä.

Pohjois-Karjalan biosfäärialueen ekosysteemipalvelut

Metsät, suot ja vesistöt tuottavat tärkeimmät pohjoiskarjalaiset ekosysteemipalvelut. Tuotantomittakaava riippuu tarkasteltavasta palvelusta. Esimerkiksi marjasatoja ja niiden edellyttämää hyönteispölytystä on mahdollista tarkastella 1-10 kilometrin tarkkuudella. Sen sijaan vedenlaatuun ja ilmastonsäätelyyn vaikuttavat ekosysteemiprosessit tapahtuvat huomattavasti laajemmilla alueilla. Suomen ympäristökeskuksen johtamassa SuoEko-hankkeessa selvitettiin soiden ekosysteemipalveluita Pohjois-Karjalan biosfäärialueella. Tärkeimpiä soiden ekosysteemipalveluita olivat monimuotoisuuden ylläpito, maisema-arvot, turpeen pitkäaikainen hiilivarasto sekä hillasadot. Hankkeen sidosryhmätyöpajassa arvioitiin tulevaisuudessa tärkeiksi ekosysteemipalveluiksi etenkin kulttuuri-, säätely- ja tukipalvelut, joita tälläkin hetkellä arvostetaan. Niiden lisäksi hiilensidonta, ulkoilu ja vir-



Kuva 1. Pohjois-Karjalan biosfäärialue sisältää Lieksan kaupungin, Ilomantsin kunnan ja Tuupovaaran kaupunginosan Joensuusta. Toiminnallinen rajausta sisältää myös Joensuun kaupungin toimijoinen ja yhteistyön eri kuntien kanssa.

kistys, luontomatkailu ja turismi sekä terveysvaikutteiset tuotteet arvioitiin jatkossa tärkeiksi. Myös energiapuun merkityksen arvioitiin kasvavan tulevaisuudessa.

Eniten väheneväksi tulevaisuuden ekosysteemipalveluksi arvioitiin energiaturve. Jopa energiaturpeen määrittelyä ekosysteemipalveluksi pidettiin kyseenalaisena. Monien nykyisin tärkeiden tuotantopalvelujen, kuten riistan ja marjojen, arvioitiin säilyvän tärkeinä myös tulevaisuudessa. Kuvaavaa on, että soiden säätelypalveluita, kuten ilmaston sekä veden määrän ja laadun säätelyä, eivät paikalliset toimijat tunteneet työpajassa kovin hyvin.

Monet vesistöjen tarjoamista ekosysteemipalveluista muodostuvat itse asiassa jo valuma-alueella, kun vesi virtaa kivennäismaiden ja turvemaiden halki ja virtausmatkalla tapahtuu erinäisiä biologisia ja fysikaalis-kemiallisia prosesseja. Valuma-alueiden maankäytön vaikutukset biogeokemiallisiin prosesseihin sekä vesistöjen biodiversiteettiin tunnetaan huonosti, eikä näitä ole tietojemme mukaan vielä tarkasteltu Pohjois-Karjalan biosfäärialueella, vaikka alue tarjoaa siihen otolliset olosuhteet. Alueelta (kuva 1) on olemassa myös ekosysteemipalvelujen arviointiin soveltuvia maanpeiteaineistoja.

Vaikka myös soista ja vesistöistä saadaan monia hyötyjä, taloudellisesti tarkasteltuna metsät tarjoavat toistaiseksi merkittävimmät realisoituneet ekosysteemipalvelut: ne tarjoavat puuta sahatavaran, sellun ja bioenergian tarpeisiin. Metsien keskeiset tuotantopalvelut liittyvät etenkin keräilytuotteisiin, eli sieniin ja marjoihin, sekä riistaan. Lääkeaineiden tai terveystuotteiden käyttö on nykyisellään vähäistä.

Säätelypalveluista etenkin hiilensidonnin merkitys on suuri. Nykymuotoisessa metsätaloudessa sen arvioiminen kuitenkin edellyttää, että otetaan huomioon, mitä ekosysteemissä biomassaan sidotulle hiille tapahtuu kun biomassaa käytetään. Jos sidottu hiili pysyy pitkään sidottuna esimerkiksi rakennuksissa, on metsien hiilinielun korostaminen loogista. Maksimaalista hiilen sitomista biomassaan on hankalampaa puolustaa, mikäli hiili vapautetaan heti esimerkiksi bioenergiaa käytettäessä takaisin ilmakehään. Kulttuuristen ekosysteemipalveluiden kannalta metsillä on merkitystä maiseman ja monipuolisen virkistyskäytön sekä matkailun näkökulmasta.

Metsien taloudellinen hyödyntäminen aiheuttaa ristiriitoja eri käyttötapojen välille. Metsien monikäytön yhteensovittaminen talouskäytön kanssa on vanha aihe. Ekosysteemipalvelujen käsitteen myötä ihmislähtöisen monikäytön rinnalle voidaan kuitenkin tuoda ekosysteemiprosessien kestävyyskokonaisvaltaisempi tarkastelu, etenkin säate-



Kuva 2. Pohjois-Karjalan biosfäärialueeseen kuuluvat Kolin ja Patvinsuon kansallispuistot, Koivusuon luonnonpuisto sekä Kesonsuon ja Ruunaan luonnonsuojelualueet. Kolin kansallispuisto on ollut retkeilijöiden suosiossa yli 100 vuotta. Kuvan näkymä Kolin vaaralta Pieliselle. Kuva: Kauko Salo.

lypalveluiden kautta. Ekosysteemipalveluiden tuotteistaminen pakottaa myös pohtimaan elinkeinojen ja tuotteiden kestävyyttä niiden koko elinkaaren ajalta, myös raaka-aineiden päädyttyä kulutukseen.

Ekosysteemipalveluiden sosioekonominen merkitys

Pohjois-Karjalan biosfäärialueella on yhteensä noin 21 000 asukasta. Ilomantsin työllisestä työvoimasta 14,6 % on alkutuotannossa. Lieksalaisista alkutuottajia on 10 % ja joensuulaisista vain 2,2 %. Tuupovaaran lukuja ei ole erotettu muusta Joensuusta. Ilomantsissa alkutuotannon työpaikkoja (276) onkin noin kaksi kertaa enemmän kuin teollisia työpaikkoja (127). Lieksassa teollisuudessa työskentelee 726 ja Joensuussa 4 661 henkilöä, mikä on Lieksassa noin kaksi kertaa ja Joensuussa lähes seitsemän kertaa enemmän kuin alkutuotannossa. Palveluiden osuus on Joensuussa suurem-

Taulukko 3. Joensuun, Lieksan ja Ilomantsin työvoima vuonna 2013 toimialoittain.

Kunta	Alkutuotanto	%	Jalostus	%	Palvelut	%	Työvoima kaikkiaan
Joensuu	746	2,2	7 253	21,8	24,893	74,7	33 323
Ilomantsi	276	14,6	307	16,2	1,273	67,4	1 890
Lieksa	402	10,0	961	23,9	2,566	63,9	4 015
Pohjois-Karjala	4 562	7,3	14 428	23,0	42,649	68,0	62 682

Lähde: Tilastokeskus.

pi kuin Ilomantsissa ja Lieksassa, ja Lieksassa jalostuksen osuus työvoimasta on puolestaan suurempi kuin Joensuussa ja Ilomantsissa (taulukko 3). Ilomantsi erottuu joukosta eräänlaisena maalaiskuntana, jonka suurin työllistäjä on julkishallinto.

Alkutuotannon ja luonnon – ja samalla myös ekosysteemipalvelujen – merkitys reuna-alueella on selvästi suurempi kuin maakunnan keskuksessa. Ekosysteemipalveluita arvotettaessa on tärkeää, että taloudellisen arvon osalta osataan tehdä ero markkinalähtöisen hinnoittelun, vältettyjen kustannusten sekä väitettyjen preferenssien välillä. Lisäksi taloudellisen arvon rinnalla pitää tarkastella laajasti sosiaalisia ja terveydellisiä hyötyjä, luonnon itseisarvoa ja vakuumusarvoa unohtamatta.

Elinkeinojen kestävyys

Pohjois-Karjalan biosfäärialueen metsiä on käytetty surutta Suomen nykyisen hyvinvoinnin rakentamiseen koko sodanjälkeisen ajan. Intensiivinen metsänkäyttö avohakkui- neen muuttaa edelleen mittavasti maisemaa. Se näkyy hyvin muun muassa Marylandin yliopiston koko maailman metsien muutosta kuvaavassa karttapalvelussa (<http://earthenginepartners.appspot.com/science-2013-global-forest>). Vanhoja metsiä biosfäärialueella on käytännössä vain suojelualueilla. Myös suoekosysteemit ovat olleet perusteellisen muutoksen kourissa etenkin metsätalouden tehostamiseksi tehtyjen ojitusten vuoksi. Ojitukset ovat aiheuttaneet häiriöitä soiden vesitaloudessa ja siten myös soiden kyvyssä puhdistaa valuma-alueiden vesiä.



Kuva 3. Patvinsuon kansallispuiston vanhoissa metsissä kasvi- ja sienilajien diversiteetti eli lajien monipuolisuus on suuri. Kuva: Hannu Nousiainen.

Suomalaisen metsätalouden puuntuotannollinen kestävyys on ollut aluetasolla hyvin hallinnassa jo kauan. Muista metsiin perustuvista elinkeinoista tietoa on vähän. Esimerkiksi luontomatkailussa käytetään pääasiassa luonnontilaisia metsiä ja muita luonnonalueita, mutta se on toimintana alisteinen metsätaloudelle ja muille maankäyttömuodoille. Marjojen ja sienten keräily puolestaan perustuvat metsien tuotuksiin, mutta sadot eivät ole metsäsukcession kaikissa vaiheissa samanlaiset. Bioenergian lisääntyvä käyttö vaatii lisää biomassaa. Joensuun jo avattu bioöljytehdas käyttää puuta noin 300 000 m³ vuodessa ja Nurmekseen suunniteltu laitos lähes 165 000–185 000 m³ vuodessa. Myös polttopuun käyttö on Pohjois-Karjalassa yhteensä noin 300 000 m² vuodessa. Ainespuun kokonaishakkuut ovat noin 5,15 miljoonaa m³ vuodessa. Vaikutukset ekosysteemien uusiutumiseen ovat arvailujen varassa. Kaivostoiminnalle on varattu Ilomantsin itäosien malmivyöhykkeeltä, niin sanotulta kultalinjalta noin 50 aluetta. Jos ne kaikki toteutuvat, ekosysteemien kestävyystä tai luontomatkailun edellytyksistä ei kultalinjan alueella tarvitse keskustella, koska perinteiset ekosysteemit häiriintyvät ja heikentyvät väijäämättä ja joutuvat väistymään teknosysteemin tieltä.

Kestävyyden energiataloudellisena lähtökohtana pitäisi olla alueen tuottaman uusiutuvan energian vuotuinen määrä, jota voidaan pitää rajana energian käytölle. Energia voi kuluu esimerkiksi kaivoskoneiden toiminnassa, tai sillä voidaan jaella energiataloudellisesti keveämmin kerättyjä sieniä paljon laajemmalle viemällä niitä esimerkiksi Italiaan. Tällaista vaihtoehtolaskelmista voidaan sitten pohtia, mikä tuotanto on kestävä ja biosfäärialueen kannalta taloudellisesti ja sosiaalisesti järkevää. Valtavan energiankäytön kustannusta ei voida enää silloin ulkoistaa, vaan se on otettava mukaan laskelmiin. Jos kuivatut gourmet-sienet tuottavat enemmän rahaa vähemmällä vaivalla ja energiankulutuksella, niiden kerääminen on paikallisyhteisön kannalta todennäköisesti ainakin sosiaalisesti ja ekologisesti kestävämpää elinkeinotoimintaa kuin kaivosteollisuus. Kaivosteollisuus paljastaa kuitenkin globaalin talouteen liittyvät haasteet: mineraaleja tarvitaan kaikkialla, mutta kuinka korvataan paikallisyhteisöjen kokemat haitat ja kompensoidaan ekosysteemien paikallinen heikentyminen?

Matkailu nousee usein esiin ympäristöystävällisenä elinkeinona, kun etsitään vaihtoehtoja intensiiviselle ekosysteemien käytölle kuten metsätalous. Matkailun ympäristövaikutusten arvioiminen on haasteellista, koska alueelle tulevien ihmisten matkustamisesta aiheutuva energiankulutus aiheuttaa haittoja muualla. Matkailun konkreettiset ekosysteemivaikutukset paikallistasolla liittyvät pikemminkin ekosysteemien kulumiseen ja häiriintymiseen, infrastruktuurin rakentamiseen ja siitä aiheutuviin epäsuoriin vaikutuksiin. Olisi toki mahdollista selvittää matkailun keskimääräinen energiankulutus ja säätää sen pohjalta matkailulle energiankulutuksen alueellinen maksimimäärä niin että se on energiantuotannon kannalta kestävällä tasolla. Teoriassa tällainen onnistuu, mutta nykyisten käytäntöjen muuttaminen tältä pohjalta ei tunnu realistiselta. Biosfäärialue ei ole suljettu saareke, vaan energian ja raaka-aineiden lisäksi sinne virtaa rahaa muualta yhteiskunnasta. Käytännössä pitäisi pys-

tyä luomaan alueiden välille kokonaisvaltainen järjestelmä, jossa kestävätoiminta toimintatapaa kompensoidaan maksamalla sen käytöstä enemmän. Esimerkiksi kasvihuonekaasupäästöjen kompensointiin tarkoitettu hiilikauppajärjestelmä on toistaiseksi huonosti toimiva yritys tähän suuntaan.

Ekosysteemipalveluiden huomioon ottaminen päätöksenteossa ja biosfäärin tulevaisuus

Yksittäiset ekosysteemipalvelut tunnustetaan yleisellä tasolla melko hyvin. Paikallisyhteisöjen tavat käyttää luonnonantimia ja nauttia luonnosta määrittävät erityisesti ekosysteemien tuotanto- ja kulttuuripalveluja. Tietämys säätely- ja tukipalveluista voi kuitenkin olla hatarammalla pohjalla. Päätöksenteon kannalta haastavaa on, että ekosysteemipalveluita pitäisi tarkastella laajempina kokonaisuuksina, jolloin tuotantoyksiköt, esimerkiksi pienet valuma-alueet tai erilaiset luontotyytit, hahmottuisivat sen mukaan, millaisen ekosysteemipalvelukirjon ne tietyllä tavalla hoidettuna tai ilman ihmispanostusta tarjoavat. Luonnontilaisen ekosysteemin ilmaiseksi koetut hyödyt tai hoidettuun ekosysteemiin vaikkapa metsänhoidon muodossa laitetet työpanokset pitäisi ottaa huomioon niin kestävyuden tarkastelussa kuin ekosysteemipääomalle saadun tuoton arvottamisessakin.

Laajimmin ymmärrettynä ihmiskunta ja planeetan biosfääri muodostavat yhden sosioekologisen systeemin. Globaalistuvassa maailmassa on havahduttu paikallisen ja alueellisen kestävyuden tärkeyteen. Jos alueellinen kestävyys on kunnossa, ei globaalillakaan kestävyydellä ole hätää. Biosfäärialueet tarjoavat oivallisen mahdollisuuden paikallisyhteisöjen ja ympäröivän luonnon ekologisten tilan – sosioekologisen systeemin – kestävyuden tarkasteluun. Tässä tulee ottaa huomioon energiantuotannon omavaraisuuden, resurssitehokkuuden ja luonnon informaatiopääoman yhteensovittaminen. Biosfäärialueen sosioekologisen systeemin määrittelyyn ei ole olemassa vain yhtä oikeaa tapaa – alkuperäinen luonto ja sen keskimääräistä suurempi merkitys paikallisyhteisölle lienee riittävän väljä määritelmä.

Ekologinen kestävyys Pohjois-Karjalan biosfäärialueella hyötyy Venäjän rajan läheisyydestä, koska rajantakaiset yhtenäiset ja monin paikoin luonnontilaiset ekosysteemit tukevat ekologisten käytävien kautta pohjoiskarjalaisten talousmetsien toipumista metsätalouden vaikutuksista.

Kirjallisuus

- Folke, C. 2006. Resilience: The emergence of a perspective for social-ecological systems analysis. *Global Environmental Change* 16(3): 253-267. <http://dx.doi.org/doi:10.1016/j.gloenvcha.2006.04.002>
- Hansen, M. C., Potapov, P. V., Moore, R., Hancher, M., Turubanova, S. A., Tyukavina, A., Thau, D., Stehman, S. V., Goetz, S. J., Loveland, T. R., Kommareddy, A., Egorov, A., Chini, L., Justice, C. O. & Townshend, J. R. G. 2014. High-Resolution Global Maps of 21st-Century Forest Cover Change. University of Maryland, Department of Geographical Sciences. (Landsat-satelliittikuvien aikasarja-analyysi metsäalueiden muutoksista vuosi 2000-2013). <http://earthenginepartners.appspot.com/science-2013-global-forest>
- Hokkanen, T. J. & E. Leshko. 1995. Karelian biosphere reserve studies. North Karelian biosphere reserve. Joensuu. 286 s. ISBN:952-90-6370-9
- Kettunen, M., Vihervaara, P., Kinnunen, S., D'Amato, D., Badura, T., Argimon, M. & ten Brink, P. 2012. Socio-economic importance of ecosystem services in the Nordic Countries -Synthesis in the context of The Economics of Ecosystems and Biodiversity (TEEB). Nordic Council of Ministers, Copenhagen. 290 s. <http://dx.doi.org/doi:10.6027/TN2012-559>
- Kniivilä, M., Horne, P., Hytönen, M., Jäppinen, J.-P., Naskali, A., Primmer, E. ja Rinne, J. 2011. Monia hyötyjä metsistä - ekosysteempipalveluiden yhteistuotanto ja tuotteistaminen. PTT raportteja 227: 66 s. http://ptt.fi/wp-content/uploads/2013/04/rap227_1602111028.pdf
- Kopperoinen, L., Itkonen, P. & Niemelä, J. 2014. Using expert knowledge in combining green infrastructure and ecosystem services in land use planning: an insight into a new place-based methodology. *Landscape Ecology* 29(8): 1361-1375. <http://dx.doi.org/doi:10.1007/s10980-014-0014-2>
- Nordic Council of Ministers 1999. The biosphere reserve concept in Nordic countries and their cross-border regions. *TemaNord* 1999: 522. Nordic Council of Ministers, Copenhagen. 146 s. ISBN:92-893-0305-0
- UNESCO 2002. Biosphere reserves. Special places for people and nature. UNESCO, Paris. 208 s.
- Vihervaara, P., Kumpula, T., Tanskanen, A. ja Burkhard, B. 2010. Ekosysteemipalvelututkimuksen aineistot ja menetelmät kestävä maankäytön suunnittelussa - Esimerkinä Metsä-Lappi. Julkaisussa: Hiedanpää, J., Suvantola, L. ja Naskali, A. (toim.). Hyödyllinen luonto - ekosysteemipalvelut hyvinvointimme perustana. Vastapaino, Tampere. 238 s. EISBN:9789517683630

Metsä oppimisympäristönä

Teijo Nikkanen, Petteri Vanninen ja Sinikka Pöllänen

Kansallisen metsäohjelman 2015 yhtenä tärkeänä tavoitteena on se, että metsien kulttuuriarvoja tuottavia ja ihmisten hyvinvointia lisääviä tekijöitä vahvistetaan. Yhtenä toimenpiteenä tavoitteen saavuttamiseksi esitetään, että kasvattajia ja opettajia kannustetaan ja autetaan hyödyntämään metsää entistä paremmin opetuksessa. Tavoitteeksi on asetettu lasten ja nuorten sekä kasvattajien ja opettajien metsäsuhteen ja metsää koskevan tiedon myönteinen kehitys. Myös vuonna 2014 valmistunut Suomen biotalousstrategia haastaa monitieteiseen yhteistyöhön luonnon aineettomien arvojen hyödyntämiseksi ja uusien aineellisten arvojen etsimiseksi. Uudet strategiset tavoitteet edellyttävät muutoksia paitsi asiantuntijaorganisaatioiden toiminnassa myös tulevien asiantuntijoiden ja osaajien koulutuksessa eri koulutusasteilla.

Joulukuussa 2014 hyväksytyssä perusopetuksen opetus-suunnitelmassa korostetaan oppiainerajoja laajempia kokonaisuuksia, joita voidaan toteuttaa erilaisin tutkivan oppimi-

sen sovelluksin. Yhteiskunnan muutos on asettanut haasteen kehittää lapsissa ja nuorissa sellaisia tietoja ja taitoja, joita nykyajan sekä tulevaisuuden yhteiskunta heiltä odottaa. Näiden taitojen ytimen muodostavat luovuus ja innovatiivisuus, kriittinen ajattelu, ongelmanratkaisu, yhteiskehittäminen, verkostoituminen sekä kyky hyödyntää digitaalista teknologiaa. Oppiminen ei rajoitu pelkästään kouluun, vaan sitä tapahtuu myös erilaisissa fyysisissä ja teknologisissa ympäristöissä sekä yhteisöissä koko elämän ajan. Sen vuoksi koulujen ulkopuolisia ympäristöjä, kuten asiantuntijayhteisöjä ja -rakenteita sekä lähiympäristön kohteita, tulisi hyödyntää opetuksessa nykyistä tehokkaammin. Tätä kautta myös laajoja, globaaleja ilmiöitä voidaan hahmottaa ja tehdä ymmärrettäviksi, sekä jalostaa tieto tunteeksi ja asenteeksi. Siten oppilaita voidaan motivoida toimintaan oman ympäristönsä puolesta.



Kuva 1. Paikkaan sidotun kohdeinformaation haku Openmetsä-mobiilisovellutuksella Punkaharjun tutkimuspuistossa. Suomen korkein puu, 47 metrin euroopanlehtikuusi (*Larix decidua*) on kuvassa keskellä. Kuva: Timo Kilpeläinen.

Tutkimusmetsät metsäopetuskohteena

Punkaharjun tutkimusmetsillä on pitkät perinteet tutkimustulosten ja metsiä koskevien tietojen esittämisestä paikan päällä metsäympäristössä. Arvovaltaisia metsäalan retkeilyjä järjestettiin Punkaharjulle jo yli sata vuotta sitten. Tutustumiskohteena olivat ennen kaikkea 1870- ja 1880-luvuilla istutetut lehtikuusiviljelmät. Ensimmäinen lehtikuusiviljelmistä ja muista alueen metsiä koskevista tutkimustuloksista kertova metsäopas ilmestyi vuonna 1927, vain muutama vuosi sen jälkeen kun alueesta oli tullut Metsäntutkimuslaitoksen tutkimusalue. Sen jälkeen vanhoja oppaita on päivitetty ja uusia kirjoitettu. Myös erilaisia metsäpolkuja ja retkeilyreittejä on rakennettu näihin päiviin saakka. Kun samalla alueelle on istutettu puulaji- ja siemensiertokokeita, plus- ja erikoispuiden kloonikokoelmia, perustettu suuri määrä erilaisia kokeita - jotkin niistä pysyviksi koealoiksi jatkuvaa seurantaan varten jo 1920-luvulla - ei ihme, että tämä tutkimusmetsä on ollut merkittävä metsäretkeilyjen kohde ja metsäopetuspaikka jo vuosikymmeniä.

Punkaharjun kansallismaiseman matkailullinen vetovoima yhdessä Puruveden ja Pihlajaveden välissä sijaitsevalle saarelle keskittyneen monipuolisen ja ainutlaatuisen tutkimusmetsäalueen kanssa johti siihen, että Metsäntutkimuslaitoksen tutkimusaseman naapuriin rakennettiin vuonna 1994 valtakunnallinen Metsämuseo Lusto. Luston avaaminen lisäsi entisestään tutkimusmetsien merkitystä metsiä koskevan tiedon välityksessä muillekin kuin metsäalan ammattilaisille. Opasteita, metsäreittejä ja luontopolkuja rakennettiin ja parannettiin sellaisiksi, että ne palvelevat entistä paremmin tavallista metsästä ja luonnosta kiinnostunutta matkailijaa. Vähän myöhemmin, kun alettiin miettiä metsäkohteiden pedagogista tuotteistamista, oli helppo oivaltaa, että se, mikä käy metsämatkailijalle, käy myös peruskoululaiselle. On vain pohdittava, miten metsäkohteet ja niitä koskeva tieto eri kohderyhmälle esitellään mittaustuloksina, tutkimusongelmina.

Metsät opettajien koulutuksessa

Laaja-alaiset ja monisyiset yhteiskunnalliset muutokset elämän eri sektoreilla ovat nostaneet esiin keskustelun siitä, mitä asioita tai oppiaineita lapsille ja nuorille tulisi opettaa ja miten niitä tulisi opettaa. Perusopetuksen uudistuminen, opiskelijoiden käytössä olevat tietovarannot, erilaiset uudet oppimisen ympäristöt sekä sosiaalisen median ja jaetun asiantuntijuuden tarjoamat mahdollisuudet ovat haastaneet myös opettajankoulutuksen uudistumaan. Itä-Suomen yliopiston Savonlinnan-kampuksen opettajankoulutuksessa näihin haasteisiin on pyritty vastaamaan rakentamalla kestävä kasvatuksen näkökulmasta metsä- ja luontoympäristöön liittyvää oppimisympäristöä ja opetusmallia. Taustalla on havainto siitä, että metsien avulla voidaan opettaa ja havainnollistaa monipuolisesti kestävä kehityksen periaatteita.

Metsä oppimisympäristönä -ajattelun keskeisenä lähtökohtana pidetään sitä, että opittavat asiat sijoitetaan aitoihin konteksteihin ja niistä nouseviin ongelmanratkaisutilanteisiin. Tarkoituksena on valmistuvien opettajien metsäsuhteen edistäminen niin, että he oppivat käyttämään metsää

ja metsästä saatuja esimerkkejä hyväksi omassa opetuksessaan. Metsänäkökulmasta voidaan opiskella eri oppiaineita, ja opetuksessa voidaan myös käyttää hyväksi oppiaine- ja tiederajat rikkovia teemoja. Tavoitteena on ratkaista avoimia monitieteisiä ekologisia, taloudellisia ja sosiaalisia kysymyksiä ja aidosta elämästä nousevia ongelmia. Opiskelussa hyödynnetään ryhmässä toimimista, jaettava asiantuntijuutta sekä teknologiaa yhteisen suunnittelutehtävän ratkaisussa. Toteutetuista projekteista on esimerkkejä tähän tarkoitukseen rakennetussa Openmetsä-palveluportaalisissa (www.openmetsa.fi).

Opettajakoulutuksessa metsäteema näkyy opiskelun sisällöissä, menetelmissä ja arvokeskustelussa. Sisältö tarkoittaa tulevien opettajien metsätietämyksen syventämistä. Menetelmillä tarkoitetaan esimerkiksi sitä, että metsäretkien avulla pyritään rikkomaan ennakkokäsityksiä siitä, mitä ja miten opetetaan. Menetelmä voi tarkoittaa myös sitä, että opiskelijat kehittävät metsäaiheisen pelin, jota suunnitellaan he oppivat metsiin ja muita aiheeseen liittyviä sisältöjä. Oppimistehtävien tulisi olla merkityksisiltään rikkaita, jolloin ne haastavat opiskelijan tarkastelemaan tehtävää tai ratkaistavaa ongelmaa useasta näkökulmasta. Arvokeskustelussa pyritään puolestaan luomaan luonteva, avara ja kestävä kehityksen eri kulmakiville rakentuva suhtautuminen niin metsään ja luontoon kuin myös suhteessa laajemmin ihmiseen ja ihmisen toimintaan.

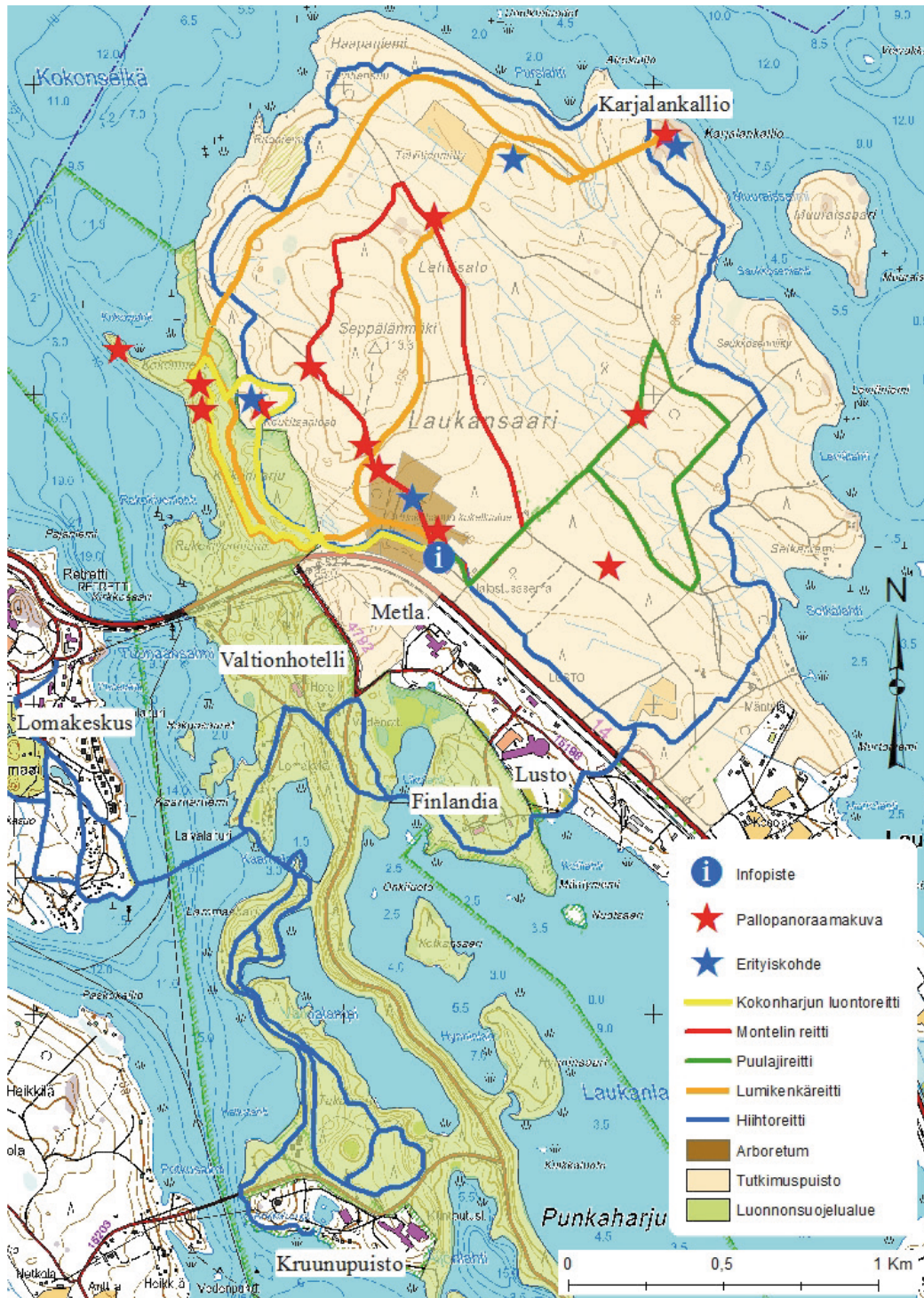
Käytännössä oppimisympäristöjä rakennetaan Metsäntutkimuslaitoksen (vuoden 2015 alusta Luonnonvarakeskuksen) tutkimuspuistoon ja Metsämuseo Lustoon Punkaharjulle sekä Savonlinnan kampukselle. Tutkimuspuiston metsät ja kokeet sekä kokeista mitatut ja dokumentoidut tiedot yhdessä metsämuseo Luston kokoelmien ja näyttelyiden kanssa muodostavat kansainvälisestikin ainutlaatuisen rikkaan luonnontieteellisen ja kulttuurisen perustan oppimisympäristön rakentamiselle.

Ihmisen moniulotteiseen hyvinvointiin liittyvään metsäsuhteeseen ohjaamisen tulisi kuulua jokaiselle kouluasteelle ja erityisesti opettajankoulutukseen. Tällaisen toiminnan kehittäminen vaatii monitieteistä tutkimus- ja kehittämistoimintaa. Metsäteeman hyödyntäminen opettajankoulutuksessa on saanut aikaan opettajankoulutuksen tiivistä ja verkostoituvaa tutkimus- ja kehitysyhteistyötä metsäntutkijoiden, metsäalan asiantuntijoiden ja Metsämuseo Luston kanssa. Erilaiset metsäkohteet ja museoympäristö luovat monipuolisia kasvatuksellisia mahdollisuuksia. Lisäksi kentällä toimivat asiantuntijat voivat välittää tuleville opettajille uusimpia käsityksiä metsien ekologisista, taloudellisista ja sosiaalisista merkityksistä sekä valottaa muutosten historiallisia syitä. Yhteistyönä rakennettu Openmetsä-portaali tarjoaa avoimen monitieteisen oppimisympäristön ja kanavan tutkimusyhteistyöhön. Kokemukset tästä yhteistyöstä ovat olleet myönteisiä ja opettavaisia: metsä on yhteisenä teemana tarjonnut konkreettisia tutkimus- ja kehittämissuhteita monitieteiselle kehittäjäryhmälle.

Openmetsä-portaali

Openmetsä-portaali on internetissä toimiva avoin oppimisympäristö, joka kokoaa yhteen ja jakaa oppimisresursseja uudella tavalla. Portaali perustuu kolmeen peruseriaatteeeseen: 1) osallistavaan oppimiseen ja asiantuntijuuden jakamiseen, 2) erilaisten teknologisten resurssien hyödyntämiseen ja 3) yhteiskehittelyyn. Osallistavassa oppimisessa op-

piminen halutaan viedä koulun ja yliopiston seinien ulkopuolelle, oikeaan metsään ja monitieteiseen toimijaverkoston, jossa eri alojen asiantuntijat, tutkijat, opettajat ja opiskelijat yhdessä voivat jakaa osaamistaan. Toiminta perustuu siihen ajatukseen, että jokainen voi tuoda oman osaamisensa verkostoon, jolloin osallistujajoukon heterogeenisyys tarjoaa nopeammin oikeaan osuva tietoa ja auttaa suhteuttamaan omaa osaamistaan siihen. Se mahdollistaa myös eri tiete-



Kuva 2. Punkaharjun tutkimuspuisto ja luonnonsuojelualue. Muutamien neliökilometrin alueella, kävelymatkan päässä sijaitsevat toisistaan Suomen kansallismaisemassa Metsäntutkimuslaitoksen (kartassa Metla), vuoden 2015 alusta Luonnonvarakeskuksen toimipaikka, Suomen Metsämuseo Lusto, kuntoutussairaala, kaksi hotellia, lomakeskus ja rautatieasema.

den rajoja rikkovien ja niiden välimaastoon sijoittuvien tehtävien ratkomisen. Siten osallistava oppiminen tähtää sekä henkilökohtaisiin että kollektiivisiin tuloksiin, jossa jokainen verkoston jäsen oppii uutta, mutta jakaa samalla omaa asiantuntijuuttaan ja auttaa muodostamaan yhteisen osaamis- ja tietovarannon.

Openmetsä teknisenä MediaWiki -sovelluksena pyrkii tehostamaan yhteisöllistä oppimista, ja se tarjoaa alustan, jossa voi hyödyntää, järjestää ja jakaa tietoa, sekä tehdä yhteistyötä niin koulu yhteisön sisällä kuin myös sen ulkopuolella. Metsään liittyvät ilmiöt on luokiteltu sisältönsä ja osaksi myös tekijöidensä puolesta viiteen pääluokkaan: metsäntutkimus, metsäkulttuuri, metsäluonto, metsä oppimisessa ja meidän metsä. Sisältöjä niihin tuottavat metsäntutkijat, metsäammattilaiset, koululaiset, opettajat ja opettajiksi opiskelevat käyttäen välineenä tekstiä, ääninauhaa ja kuvaa sekä video- ja pallopanoraamakuvaa ja niiden yhdistelmiä. Yksittäinen wiki-artikkeli ei anna oikeaa vastausta tai tyhjentävää selitystä tietyille ilmiölle, esimerkiksi kestäväälle kehitykselle, mutta useat artikkelit yhdessä voivat tarjota eri näkökulmia siihen. Wiki-ympäristö kokoaa yhteen asiantuntijaiden ja henkilökohtaisen tarkastelukulman, minkä takia se on omiaan murtamaan perinteisiä kouluoppimisen rajoja. Opettajia pyritäänkin perehdyttämään sekä Openmetsä-portaalin että tutkimusperusteisesti kehitetyn, suunnitteleman oppimisen mallin hyödyntämiseen tarjoamalla asiantuntijaverkoston apua koulujen omien metsä-aiheisten projektien toteutuksessa.

Savonlinnan seudulla on rikas metsäluonto ja siihen kytkeytyvä monitieteinen asiantuntijaverkosto. Opettajankoulutuksessa näitä on hyödynnetty erityisesti Punkaharjulla olevien Metsämuseo Luston ja Metsäntutkimuslaitoksen infrastruktuurien ja asiantuntijuuksien kautta. Oppimisympäristön keskeiset kulmakivet muodostuvat fyysisestä metsä- ja museoympäristöstä, virtuaalisesta www.openmetsa.fi-portaalista sekä niitä yhdistävästä pedagogiikasta. Näiden eri oppimisympäristöjen käytön mallintaminen ja laajentaminen perusopetukseen voi toimia yhtenä paikallisuuteen sitouttavana esimerkkinä.

Monitieteellisen yhteistyön tuloksena syntyneen Openmetsä-portaalin tavoitteena on kehittyä valtakunnalliseksi metsäoppimisen resurssiksi. Openmetsä-portaali on avoin ympäristö, jonne sekä asiantuntijat että portaalin käyttäjät tuottavat yhteisöllisesti metsäoppimisen resursseja. Tällä hetkellä portaalin sisältöjä ovat tuottaneet opettajankoulutuksen, Metsäntutkimuslaitoksen, Luston ja Metsähallituksen asiantuntijat sekä opettajaopiskelijat ja koululaiset. Paikatietopalvelun kautta yhdistetyt resurssit ovat myös metsä- ja museokohteella mobiilisti käytettävissä. Toisin kuin perinteiset oppimateriaalit, oppimisresurssi on rakennettu erilaisia medioita hyödyntäen: siinä on käytetty hyväksi kuvaa, ääntä, videota ja interaktiivisuutta. Lisäksi portaalista saa tietoa koejärjestelyistä ja mittauksista, ja jopa reaaliaikaista mittausdataa. Tavoitteena on myös laajentaa portaalin aineiston tuottajayhteisöä nykyistä enemmän perusopetuksen kouluihin sekä osallistaa oppilaat uudenlaisen oppimateriaalin tuottajiksi ja oppimisen resurssien kehitystyöhön. Portaalin toiminta luo sisältöjensä kautta merkittävää

potentiaalia myös matkailuelinkeinon harjoittamiseen sekä matkailun tutkimukseen.

Openmetsä-portaali sisältää metsäntutkimukseen, oppimiseen, kulttuuriin ja luontoon luokiteltuja sisältöjä, jotka on tuotettu Metsä oppimisympäristönä -toiminnan tuloksena. Vuoden 2014 kesällä portaali sisälsi kaikkiaan 337 sisältösivua opettajankoulutuksessa ja peruskouluissa toteutetuista projekteista, Metsäntutkimuslaitoksen (Luonnonvarakeskuksen) Punkaharjun toimipaikassa tehtävästä tutkimuksesta sekä Punkaharjun ja tutkimuspuiston luonto- ja tutkimuskohteista. Vuoden 2015 tammikuussa sivustolle oli tehty yli 700 000 vierailua. Portaalista on saatavilla suomen- ja englanninkieliset versiot sekä verkko- että mobiiliversioina. Mobiililaitteiden käyttöjärjestelmät ja sovellukset, esimerkiksi Symbian, Android, Windows ja iOS, mahdollistavat kohteille navigoinnin sekä kohdeselostukset esimerkiksi matkapuhelimella. Portaalin kautta tutkimuspuistoa pääsee katselemaan myös pallopanoraamakuvina.

Kirjallisuus

- Kansallinen metsäohjelma 2015. Metsäalasta biotalouden vastuullinen edelläkävijä. 2011. Maa- ja metsätalousministeriö. 52 s. http://www.mmm.fi/attachments/metsat/kmo/5ywLD-J2Uy/Kansallinen_metsaohjelma_2015_Valtioneuvoston_periaatepaatos_16.12.2010.pdf
- Liljeström, A., Enkenberg, J. & Pöllänen, S. 2013. Making learning whole: an instructional approach for mediating the practices of authentic science inquiries. *Cultural Studies of Science Education* 8(1): 51-86. <http://dx.doi.org/doi:10.1007/s11422-012-9416-0>
- Nikkanen, T. 2005. Metsäntutkimuksen maisema. Julkaisussa: Paaskoski, J. (toim.). *Luonnon vihreä ajatusviiva - Punkaharjun kansallismaisema*. Suomalaisen Kirjallisuuden Seura, Helsinki. s. 200-221. ISBN:9789517467155
- Suomen biotalousstrategia. 2014. Kestävää kasvua biotaloudesta. Työ- ja elinkeinoministeriö. Maa- ja metsätalousministeriö. Ympäristöministeriö. 30 s. https://www.tem.fi/files/39784/Suomen_biotalousstrategia.pdf
- Vanninen, P., Härkönen, S., Enkenberg, J. & Mäkelä, A. 2006. PuMe Interactive learning environment employing the pipequal model for forest growth and wood quality. *New Zealand Journal of Forestry Science* 36 (2-3): 280-292. http://www.scion-research.com/_data/assets/pdf_file/0012/5502/08VANNI-NEN.pdf
- Vanninen, P., Liljeström, A., Vartiainen, H., Enkenberg, J., Pellikka, I. & Pöllänen, S. 2013. Forest in teacher education: the OpenForest portal as a novel resource for learning. Julkaisussa: Issa, T., Sharef, N. M., Issa, T. & Isaías, P. (toim.). *Sustainability, Technology and Education*. Proceedings of International Conference on Sustainability, Technology and Education, Malaysia. IADIS Press. s. 111-114. ISBN:978-989-8704-00-9



6

YLLÄPITO- JA TUKIPALVELUT

Hiilensidonta ja ekosysteemin palautumiskyky

Ekaterina Shorokhova

Ylläpito- ja tukipalvelut ovat ekosysteemin toimintoja, joille kaikki muut ekosysteemin palvelut perustuvat. Ilman niitä ekosysteemiä ei yksinkertaisesti olisi. Esimerkiksi tukipalveluista on hiilensidonta, jossa ilmakehän hiilidioksidi (CO₂) varastoituu pitkäksi aikaa eläviin ja kuolleisiin puihin, maaperään ja karikkeeseen. Metsät ovat merkittäviä globaalissa hiilenkierrossa, sillä ne sitovat 30-40 % vuotuisten fossiilisten polttoaineiden hiilidioksidipäästöistä.

Suksessio ja häiriötekijät

Hiilensidonta liittyy sukkessioon ja ekosysteemin kehittymiseen. Sukkessio eli seuraanto tarkoittaa tietyllä paikalla tapahtuvaa rakenteen ja lajiston vähittäistä muuttumista. Eliöyhteisön jäsenet itse muuttavat omaa elinympäristöään. Primäärisuknessiossa eliöt valtaavat täysin uuden maapaikan. Sekundaarisuknessio metsässä voi alkaa myrskyn, metsäpalon, metsän hakkuun tai peltoviljelyn päättymisen jälkeen. Nykyään primäärisuknessiot ovat harvinaisia, mutta sekundaarisuknessiota tapahtuu koko ajan.

Taloustmetsissä tyypillisin sukkession alku on avohakkuu. Kun avohakkuun jälkeen alueen valtaavat nopeasti kasvavat lehtipuut, maahan asti pääsee valoa vähemmän kuin ennen ja taimet muuttavat lämpö- ja kosteusoloja. Tällöin aiemmin menestyneet valokasvit häviävät kilpailussa varjoa sietäville kasveille. Luonnon-tilaisissa metsissä häiriöt, kuten metsäpalot, myrskyt tai hyönteistuhot ovat sukkessiokehityksen aloittajia. Häiriöiden aiheuttama elinympäristön vaihtelu on ensiarvoisen tärkeää boreaalisen metsän eliölajiston monimuotoisuudelle. Häiriöiden seurauksena syntyy uudenlaisia elinympäristöjä, jotka antavat tilaa uusille lajeille.

Pinta-alaltaan merkittäviä luontaisia häiriötekijöitä ovat Euroopan puoleisella boreaalisella havumetsävyöhykkeellä metsäpalot ja myrskytuhot, jotka saattavat tappaa valtaosan puustosta, joskus jopa tuhansien hehtaarien alueelta. Suomessa ja Venäjän Karjalassa luonnonmetsien häiriöt ovat olleet viime vuosina pienialaisia. Ne ovat olleet pintapaloja, tuulenkaatoja ja hyönteisten tai patogeenisienten aiheuttamia yksittäisten puiden tai pienten puuryhmien vanhenemisiä ja kuolemia.

Hiilen sitoutuminen

Suomen ja Venäjän Karjalan metsiin varastoituneesta hiilestä suurin osa on maaperässä tai kuolleessa puuaineksessa. Puustossa siitä on noin kolmannes tai korkeintaan puolet. Metsäekosysteemissä hiili kiertää ilmakehän, puuston biomassan, lahoppuun ja maaperän välillä. Puut ottavat hiilidioksidia ilmasta yhteyttäessään, varastoivat hiilen biomassansa ja siirtävät sitä maaperään. Taloustmetsien sitomaa

Fotosynteesi eli yhteyttäminen on ketju biokemiallisia reaktioita, jonka tuloksena kasvit, levät ja eräät bakteerit sitovat hiilidioksidia sokereiksi vapauttaen samalla hapetta. Fotosynteesin käyttövoimana on valoenergia. Fotosynteesin tuloksena syntyy kaiken elollisen mahdollistava hiilivirta ilmakehästä metsän ekosysteemiin. Kuva: Hannu Nousiainen..

hiiltä varastoituu lisäksi puista valmistettuihin tuotteisiin. Puiden elinkaaren päättyessä muodostuu kuolleen orgaanisen aineen eli lahoppuun hiilivarasto. Hiilidioksidia vapautuu takaisin ilmaan, kun lahottajasienet lahottavat lahoppuuta, pieneliöt lahottavat puiden kariketta maassa ja metsäpalot polttavat puita, lahoppuita ja maaperää.

Muutoksia metsiin sitoutuneessa hiilessä tapahtuu jatkuvasti, kun puut kasvavat ja kuolevat. Nettomääräisiä muutoksia tapahtuu, kun metsäpinta-ala tai metsien rakenne muuttuu. Metsä toimii hiilinieluna, kun se kasvaa enemmän kuin biomassaa poistetaan ja sitä hajoaa. Vuoden hiilitase on negatiivinen, kun hiilipäästöt ylittävät hiilen sidonnan. Tällöin ekosysteemi toimii hiililähteenä. Kaiken kaikkiaan Suomen ja Venäjän Karjalan metsät toimivat hiilinieluinä.

Hiilitaseeseen vaikuttavat tekijät

Sitä, ovatko metsät hiilinieluja vai -lähteitä, säätelevät luontaiset tekijät ja metsien käsittely. Talousmetsissä metsien käsittelyllä on usein suurempi merkitys kuin luontaisilla tekijöillä. Metsät säilyvät hiilinieluinä satoja vuosia hakkuukypsyden jälkeen, eli vanhatkin metsät kasvattavat hiilivarastojaan, joskin hitaammin kuin nuoret. Vanhoissa metsissä on suurimmat hiilivarastot, sillä niissä on kuolleita pysty- ja maapuita, joita talousmetsissä on vähän. Sen sijaan maaperän hiilivarasto on talousmetsässä suurempi kuin vanhassa metsässä.

Suomessa ja Venäjän Karjalassa on pyritty kasvattamaan tasaikäistä metsikköä, jota on hoidettu harvennushakkuilla ja uudistettu päätehakkuulla. Päätehakkuun jälkeen merkittävä osa maaperän hiilivarastosta hajoaa, koska orgaanisen aineksen hajoaminen kiihtyy metsän pienilmaston muutoksen takia. Hakkuualue toimii hiilen lähteenä noin 15 vuotta. Kun puusto on noin 30 vuoden ikäistä, puustoon ja maaperään on sitoutunut hiiltä yhtä paljon kuin sitä on vapautunut hakkuun yhteydessä.

Hakkuutähteiden ja kantojen korjuu vähentää metsiin sitoutuneen hiilen ja monimuotoisuudelle tärkeän lahoppuun määrää entisestään. Hakkuutähteiden eli oksien ja latvojen hajoaminen luonnossa on nopeampaa kuin suuriläpimittaisen puun lahoaminen, eivätkä ne siten varastoi hiiltä yhtä paljon kuin järeämpi puu. Kantojen lahoaminen on pieniläpimittaiseen puuhun verrattuna hidasta, ja niiden merkitys hiilivarastoinä on suuri.

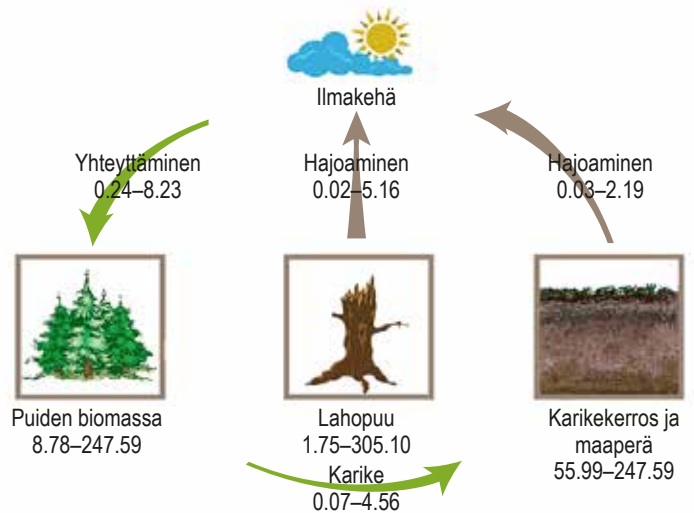
Metsien hoitaminen nykyisillä menetelmillä ei välttämättä ole paras mahdollinen tapa, kun halutaan parantaa metsäluonnon monimuotoisuutta, hiilen sidontaa ja metsän muiden käyttömuotojen edellytyksiä. Eri-ikäismetsänhoito ei luultavasti kasvata metsän hiilivarastoja, vaan metsä toimii tasaisena hiilinieluna. Koska päätehakkuuta ei tehdä ja metsä pysyy jatkuvasti peitteellisenä, metsä ei todennäköisesti toimi hiilenlähteenä ainakaan samassa mitakaavassa kuin päätehakatut kohteet. Eri-ikäismetsänhoito perustuu puuston luontaiseen uudistumiseen, eikä maaperää muokata, kuten avohakkuun jälkeisessä metsän viljelyssä. Kun maaperää ei muokata, sen hiilivarasto säilyy paremmin.

Luonnonhäiriöiden vaikutus hiilidynamiikkaan vaihtelee vuosittain. Sen merkitys voi olla nykyistä suurempi muuttuneessa ilmastossa. Venäjän Karjalassa metsäpalot aiheuttavat hiilen hävikkiä vuodessa keskimäärin 0,1-0,2 tonnia hehtaaria kohden. Siihen verrattuna Suomessa metsäpalojen aiheuttama hiilen hävikki on merkityksetön. Myrsky- ja hyönteistuhojen aiheuttamien hiilitasevaikutusten vertaileva tutkimus on vielä alkuvaiheessa.

Luonnontilaisten metsien hiilen kierto

Luonnontilaisessa metsässä luonnonhäiriöt vaikuttavat hiilensidontaan. Koko ekosysteemin hiilidynamiikka riippuu kasvupaikkatyyppistä sekä luonnonhäiriön luonteesta (metsäpalo, myrskytuho, hyönteistuhon), pinta-alasta, toistuvuudesta ja voimakkuudesta. Suurimmat muutokset tapahtuvat erityisesti metsäpaloja seuraavassa sukkessiossa. Metsiköitten pienaukkodynamiikassa vuoden hiilitase on neutraali, jos hiilen sitoma määrä ei muutu.

Vuoden hiilitaseen vaihtelu riippuu sukkession vaiheesta. Vanhoissa kuusikoissa Vepsskyn ja Keski-Venäjän aarniometsissä hiilitase on -5 - +6 tonnia hehtaaria kohden. Vepsskyn aarniometsästä saatujen tutkimustulosten mukaan tuoreiden kangasmetsien lahoppuussa voi myrskytuhojen jälkeen olla varastoituneena yli kaksisataa tonnia hiiltä hehtaarilla (kuva 1). Sen lisäksi hiiltä on varastoituneena maaperässä lähes kolmesataa tonnia hehtaarilla. Ekosysteemin hiilimäärä pienenee myrskytuhon jälkeen siihen asti, kun hiilivirta hajoamisprosesseista tai hiilen vapautumisesta ylittää kasvavan puuston sitoman hiilen määrän. Se voi kestää muutamasta vuodesta pariin sataan vuoteen tulituhon voimakkuudesta riippuen.



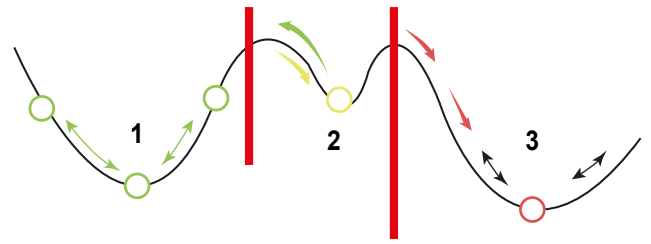
Kuva 1. Hiilivarastot ja vuoden hiilenkierto kuusikossa Vepsskyn ja Keski-Venäjän suojelualueilla, joita ei ole koskaan hakattu. Metsäekosysteemin hiili on sitoutunut koko sukkession ajan puiden biomassaan, lahoppuun, karikeeseen ja maaperään. Tulituhojen voimakkuus vaikuttaa hiilivarastojen ja virtojen vaihteluun. Hiilivarastojen yksiköt ovat tonnia hehtaaria kohden, ja vuotuiset hiilivirtojen yksiköt ovat tonnia hehtaaria kohden vuodessa.

Metsäpalon jälkeen palanneelle alueelle jää hiiltyneitä ja kuolleita pysty- ja maapuuta, joiden lahoaminen kestää satoja vuosia. Esimerkiksi Pinezhskyn aarniometsässä Arkangelin alueella Venäjällä tuoreiden kangasmetsien lahoppuuhun on pintapalon jälkeen varastoitunut hiiltä 20–60 tonnia hehtaaria kohden. Kaksisataa vuotta palon jälkeen osa hiilestä on vielä jäljellä varastoituneena pystypuihin.

Vastustus- ja palautumiskyky

Ekosysteemin toimivuutta voidaan arvioida resilienssin eli vastustus- ja palautumiskyvyn avulla. Se tarkoittaa ekosysteemin kykyä selvitä häiriöstä siten, ettei ekosysteemin laatu heikkene eikä kyky tuottaa ekosysteemipalveluita häiriinny. Vastustuskyky kuvaa ekosysteemien kykyä kestää häiriöitä ja säilyttää keskeinen rakenne, toiminta ja sisäiset palauteketjut. Palautumiskyky puolestaan kuvaa ekosysteemin kykyä palautua alkutilaan muutoksen jälkeen. Ekosysteemin resilienssiin vaikuttavat monimuotoisuus, eri organismien toiminnalliset roolit, esim. pölyttäjät tai lahottajat, sekä sisäiset toiminnalliset ketjut, kuten ravintoverkot sekä hiilen ja ravinteiden kierto.

Resilienssi-käsitteen taustalla on systeemiteoreettinen ajattelu, kestävän kehityksen käsitteen ongelmat, viime vuosien luonnonmullistusten ja onnettomuuksien mukanaan tuoma epävarmuus ja hallinnan ongelmat. Sekä teoriassa että käytännössä on tärkeää löytää jokaisen ekosysteemin resilienssin kynnyksarvo eli kuormitus, jonka eko-



Kuva 2. Ekosysteemin tilassa numero 1 resilienssi on korkea. Korkein resilienssi on aarniometsässä, jossa ekosysteemin lajisto, rakenne ja toiminnot (vihreä pallo) kehittyvät luonnollisessa häiriödynamiikassa. Jos ulkopuolinen vaikutus ekosysteemiin on liian suuri, resilienssin kynnyksarvo (punainen viiva) on ylitetty. Ekosysteemi voi muuttua väliaikaiseen tilaan 2, jossa metsän lajisto, rakenne tai toiminnot on menetetty kokonaan tai osittain. Ekosysteemi, esimerkiksi rapautunut metsämaa tai suo, muuttuu uudeksi ekosysteemiksi tilassa 3.

ysteemi kestää ilman rajua muutosta ekosysteemin laadussa, ominaispiirteissä tai ilmiöissä. Pieni muutos ympäristökuormituksessa voi aiheuttaa suuren vasteen ekosysteemissä (kuva 2). Kun kynnyksarvo on ylitetty, ekosysteemi ei välttämättä enää palaudu alkuperäiseen tilaansa. Ekologisen kynnyksarvon ylittyminen johtaa usein nopeaan muutokseen ekosysteemipalveluissa. Uhanalaiset metsät eivät pala alkuperäiseen tilaan avohakkuun jälkeen (kuva 3).



Kuva 3. Uhanalainen aarniometsä Venäjän Karjalassa. Metsä ei uudistunut avohakkuun jälkeen. Kuva: Andrey Gromtsev.



Kuva 4. Tuoreen kangasmetsän rahkasammalvaltainen kuusikko Vepsskyn aarniometsässä. Kuva: Ekaterina Shorokhova.



Kuva 5. Avohakatun kuusikon tilalle kehittyi 35 vuodessa rahkasammalvaltainen koivikko Vepsskyn aarniometsässä. Kuva: Ekaterina Shorokhova.

Hiilen sidonnan resilienssi

Metsäekosysteemiin sitoutunut ilmamehän hiili aarniometsässä vaihtelee dynamiikan mukaisesti (kuva 1). Se on vakaa tila, joka on kehittynyt evoluution aikana. Aarniometsien kynnsarvo metsien käsittelyssä riippuu mm. kasvupaikkatyyppistä. Vepsskyn aarniometsästä on laskettu, että hiilen määrä vanhassa tuoreen kankaan rahkasammalvaltaisessa kuusikossa (kuva 4) on 1 590 tonnia hehtaarilla. Siitä puustossa on 70 tonnia, lahoppuissa 20 tonnia ja maaperässä 1 500 tonnia. Avohakkuun jälkeen 5 tonnia on varastoituneena kantoihin, ja tällöin maaperän hiilivarasto laskee. Vepsskyn aarniometsän tapauksessa kuusen uudistuminen ei onnistu ainakaan 35 vuoteen avohakkuun jälkeen (kuva 5).

Luonnonvarapolitiikassa resilienssi on keskustelun avainkysymys: miten ekosysteemit ja ihmistoiminta kytkeytyvät toisiinsa? Metsien resilienssin säilyttäminen on edellytys ekosysteemipalvelujen säilyttämiselle pitkillä aikavälillä.

Kirjallisuus

Ciais, P., Schelhaas, M. J., Zaehle, S., Piao, S. L., Cescatti, A., Liski, J., Luyssaert, S., Le-Maire, G., Schulze, E.-D., Bouriaud, O., Freibauer, A., Valentini, R. & Nabuurs, G. J. 2008. Carbon accumulation in European forests. *Nature Geoscience* 1: 425-429. <http://dx.doi.org/10.1038/ngeo233>

Malhi, Y., Baldocchi, D. D. & Jarvis, P. G. 1999. The carbon balance of tropical, temperate and boreal forests. *Plant, Cell & Environment* 22(6): 715-740. <http://dx.doi.org/10.1046/j.1365-3040.1999.00453.x>

Muukkonen, P., Takala, T. & Virtanen, T. 2009. Differences in the forest landscape structure along the Finnish Russian border in southern Karelia. *Scandinavian Journal of Forest Research* 24: 140-148. <http://dx.doi.org/10.1080/02827580902758851>

Pregitzer, K. S. & Euskirchen, E. S. 2004. Carbon cycling and storage in world forests: biome patterns related to forest age. *Global Change Biology* 10 (12): 2 052-2 077. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2486.2004.00866.x>

Resilience: <http://www.resalliance.org/index.php/resilience>

Boreaalisten metsien hiilivirrat ja varastot

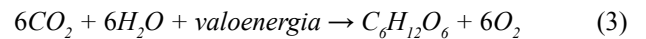
Samuli Launiainen, Aleksi Lehtonen ja Ari Laurén

Metsäekosysteemien toiminta ja olemassaolo perustuvat hiilen kiertokulkuun (kuva 1), jota pitävät yllä kasvillisuudessa ja maaperässä tapahtuvat prosessit: hiilen sidonta, kasvinosien kasvu ja kuolema sekä orgaanisen aineen hajoitus. Prosessien nopeus riippuu ympäristöoloista. Ne synnyttävät hiilen virtoja metsäekosysteemin hiilivarastojen ja ympäristön välille. Metsien hiilivarastot ovat tärkeä hyvinvoinnin lähde, ja ne tarjoavat lukuisia säätely- ja tuotantopalveluita (kuva 1). Hiilen sitoutuminen biomassaksi mahdollistaa puuraaka-aineen, biomateriaalien ja uusiutuvan bioenergian tuotannon. Metsien hiilen sidonta on merkittävässä roolissa myös kansainvälisissä ilmastositoumuksissa, sillä metsiä kestävästi hoitaen voidaan sitoa merkittäviä määriä fossiilisperäistä hiiltä ilmakehästä. Vastaavasti voidaan suuria hiilivarastoja menettää, mikäli metsiä poltetaan tai raivataan muuhun maankäyttöön. Suomen metsien hiilivarasto on kasvanut 1960-luvulta lähtien, eli metsät ovat sitoneet ilmakehästä hiiltä enemmän kuin ovat sinne vapauttaneet. Samanaikaisesti metsien hakkuut ovat lisääntyneet, ja puuta käytetään nyt enemmän kuin 1960-luvulla. Kestävän metsänhoidon avulla on mahdollista sekä saada taloudellista hyötyä että hillitä ilmastomuutosta.

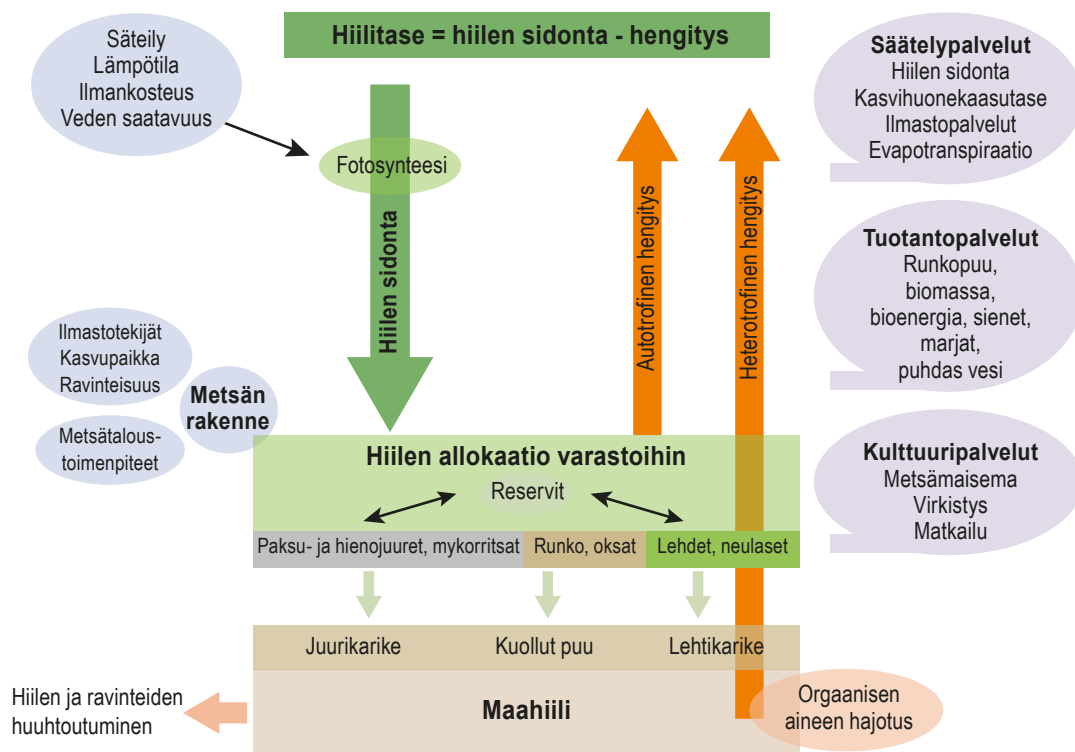
Hiilen kierron keskeiset prosessit

Fotosynteesi - hiilen sidonta

Puut ja aluskasvillisuus sitovat ilmakehän hiilidioksidia (CO₂) yhteyttämällä (kuva 1). Yhteyttämisen tuloksena syntyy kaiken elollisen mahdollistava hiilivirta ilmakehästä metsän ekosysteemiin. Fotosynteesi on biokemiallisten reaktioiden ketju, jonka tuloksena kasvit, levät ja eräät bakteerit sitovat hiilidioksidia sokereiksi (C₆H₁₂O₆) ja vapauttavat samalla hapetta (O₂):



Fotosynteesi tapahtuu lehtien ja neulasten mesofyllisolukon viherhiukkasissa, joiden pigmentit sitovat auringon valoenergiaa ns. valoreaktioissa korkeaenergiaisiksi fosforiyhdisteiksi. Samalla vesimolekyylit (H₂O) hajoavat happimolekyyleiksi ja vetyioneiksi (H⁺). Hiilidioksidin sidonta tapahtuu ns. pimeäreaktiossa, jossa vetyionit yhdistyvät hiilidioksidimolekyylin kanssa ensin yksinkertaisiksi hiiliyhdisteiksi ja edelleen suurempimolekyylisiksi yhteyttämistuotteiksi, sokereiksi.



Kuva 1. Hiilen kiertoa säätelevät prosessit aikaansaavat hiilivirtoja metsän hiilivarastojen välille ja tuottavat lukuisia ekosysteemi-palveluita.

Fotosynteesin tehokkuus lehtipinta-alaa kohden vaihtelee fysiologisten tekijöiden, lehtien ja neulasten ravinteisuuden, kasvilajin ja ympäristötekijöiden mukaan. Ympäristöolosuhteista tärkein fotosynteesin tehoa säätelevä tekijä on säteilyn voimakkuus näkyvän valon aallonpituusalueella (400-700 nm). Valon jakauma latvuksen eri osissa riippuu metsikön rakenteesta sekä lehti- ja runkobiomassan määrästä. Se muodostaa voimakkaan kilpailutekijän kasviyksilöiden välille. Boreaaliset kasvilajit ovat sopeutuneet vaihteleviin ympäristöoloihin ja pystyvät yhteyttämään tehokkaasti laajalla lämpötila-alueella. Fotosynteesin kannalta optimaalinen lämpötila on metsäpuilla noin 10-25 °C ja vaihtelee vuosisyklin vaiheen mukaan.

Puut ja pintakasvit (pois lukien sammalet ja jäkälät) ovat putkilokasveja, joiden fotosynteesi ja transpiraatio - kasvun kautta tapahtuva haihdunta - ovat kiinteässä yhteydessä toisiinsa. Jos ilma on kuivaa ja lämmintä, useimmat putkilokasvit pyrkivät estämään veden liiallista haihtumista pienentämällä lehdissä ja neulasissa sijaitsevien ilmaraikojen aukioaloastetta. Voimakkaan kuivuuden aikana veden ja ravinteiden saatavuus heikkenee, ilmarakosäätö tehostuu ja mesofyllisolukossa tapahtuu muutoksia, joiden vaikutuksesta hiilidioksidin kuljetus ilmasta viherhiukkasiin hidastuu. Tämä voi rajoittaa fotosynteesin voimakkuutta. Kuivuuden aikana hiilen sidonta heikkenee ja pitkään jatkuaan tämä heijastuu vuotuisessa kasvussa erityisesti karuilla, hyvin vettä johtavilla kasvupaikoilla.

Ylläpito- ja kasvuhengitys

Yhteytyksen tuloksena syntyviä sokereita kasvit käyttävät energianlähteenä ja uuden solukon rakennusaineena (kuva 1). Noin puolet fotosynteesituotteista kuluu välittömästi eri kasvinosien ja juuriston kanssa symbioosissa elävien mykorrhizasientien elintoimintoihin. Solujen aineenvaihdunnassa ja uuden solukon rakentamisessa vapautuu hiilidioksidia, mitä kutsutaan ylläpito- ja kasvuhengitykseksi. Hengityksen voimakkuus riippuu solukon iästä, rakenteesta, vesi- ja ravinnepitoisuudesta sekä puuston vuosisyklin ja kasvun vaiheesta. Ulkoisista ympäristötekijöistä merkittävimpiä ovat lämpötila sekä veden ja ravinteiden saatavuus. Hengityksen voimakkuus kasvaa tyypillisesti noin kaksinkertaiseksi, kun lämpötila nousee kymmenellä asteella.

Orgaanisen aineksen hajotus

Orgaanisen aineksen hajotuksessa eliöihin sitoutunut energia vapautuu, ja sitoutuneet aineet, kuten hiili ja ravinteet, palautuvat takaisin kierto. Hajotuksen lähtömateriaali, metsäkarikke, koostuu kuolleista lehdistä, neulasista, oksista, juurista, kuoresta, kannoista ja rungoista sekä eläinten ja sienien jäänteistä. Sen muodostumiseen vaikuttaa metsän ikä, koko, puulajit ja kasvupaikka. Metsäkariketta syntyy vuosittain 1 000-8 000 tonnia hehtaarille, jolloin hiiltä vapautuu vuosittain 0,5-4 tonnia hehtaaria kohden.

Hajotus tapahtuu pääasiassa maassa, katseelta piilossa. Primäärihajottajat, eli sienet ja bakteerit, kykenevät

piikkomaan karikkeen selluloosaa, hemiselluloosaa ja ligniiniä. Kuivien kangasmaiden primäärihajottajat ovat pääasiassa sieniä, mutta viljavammilla kasvupaikoilla vähemmän hapantähtö suosii bakteereja. Hajotusta ylläpitää maan ravintoverkko, jossa maaperäeläimet, kuten änkylimadot, käyttävät primäärihajottajia ravintonaan. Tämä on ravinteiden kierron kannalta erittäin tärkeää, sillä ilman eläinten laidunnusta sieni- ja bakteerimassaan sitoutuisi runsaasti ravinteita, jotka jäisivät kasvillisuuden kannalta käyttökeltvottomaan muotoon.

Hajotus on alkuvaiheessa nopeaa. Hajotuksen edetessä alkuperäisestä karikkeesta jäljelle jäävä massa vähenee samalla kun sen kemiallinen koostumus ja ravinnesuhteet muuttuvat ja siitä syntetisoituu uusia aineita. Hajotuksen alkuvaiheessa fysikaaliset ympäristötekijät, erityisesti lämpötila ja kosteus, sekä kasvupaikan ravinteisuus vaikuttavat merkittävästi hajotuksen nopeuteen, mutta hajotuksen edetessä riippuvuus ympäristöoloista heikkenee. Myös karikkeen laatu vaikuttaa hajoamisnopeuteen: lehdet ja hienojuuret hajoavat nopeasti, mutta kannot, paksujuuret, kuoret ja oksat hitaasti. Hajotuksen lopputulos eli humus on maassa erittäin stabiilia eli pitkäikäistä.

Maan kannalta hajotuksen lopputuotteita ovat humus ja liukoiset ravinteet, ilmakehän kannalta taas lähinnä hiilidioksidia ja hapettomissa oloissa metaani. Hajotuksessa muodostuu myös liukoisia orgaanisia aineita, joita voidaan pitää hajotuksen välituotteina. Nämä liukoiset yhdisteet saattavat kulkeutua muodostumispaikaltaan vesistöön saakka. Tämä kulkeutuminen on tärkeä osa koko ekosysteemin hiilivirtoja, sillä vesistöjen kautta voi vapautua jopa 10 % koko ekosysteemin nettona sitomasta hiilestä. Liukoisiin orgaanisiin yhdisteisiin kuuluu herkästi hajoavia, yleensä pienimolekyylisiä aineita ja stabiilimpia suurimolekyylisiä aineita. Herkästi hajoavien orgaanisten yhdisteiden puoliintumisaika on muutamia päiviä, kun taas stabiileilla, pysyvillä aineilla puoliintumisaika on vuosia.

Kivennäismailla orgaanisen aineen hajotus perustuu hapelliseen eli aerobiseen mikrobitoimintaan, joka on huomattavasti tehokkaampaa kuin hapeton eli anaerobinen hajotus. Suolla hajotus on aerobista ainoastaan turpeen pintaosassa, kun taas syvemmällä korkea vesipitoisuus hidastaa hapen diffuusiota ja aiheuttaa usein hapettomat olosuhteet, jolloin hajotus hidastuu ja turvetta alkaa kertyä. Turve pidättää vettä tehokkaasti, mikä tehostaa hapettomien olosuhteiden muodostumista ja hajotuksen hidastumista.

Metsien hiilivarastot

Metsien hiilivarastot koostuvat puuston ja pintakasvillisuuden biomassasta, karikkeesta ja maaperässä olevasta hiilestä (kuvat 1-3). Hiilen viipymäaika, eli aika jonka hiilimolekyylit sitoutuneena tietyssä varastossa, vaihtelee kasvinosien elinajan mukaan muutamista kuukausista (hienojuuret, lehdet, ruohokasvit) kymmeneen tai satoihin vuosiin (runkopuu, oksat, paksujuuret).

Puusto

Puusto ja pintakasvit käyttävät yhteyttämällä sitomaansa hiiltä elintoimintoihinsa ja uuden solukon rakentamiseen. Puuston biomassa muodostaa hiilivaraston, jonka kokonaismäärään ja jakautumiseen juuristoon ja latvukseen vaikuttavat niin ympäristö ja kasvupaikka kuin metsänhoitomenetelmätkin. Puiden muoto, oksikkuus ja latvuksen pituus ovat osin perintötekijöiden sanelema ominaisuuksia. Puut kuitenkin sopeutuvat kilpailuun ja vallitseviin valo- ja ravinneoloihin siten, että ne investoivat hiiltä vaihtelevan määrän maanpäällisiin osiin ja maan alle. Jos ravinteista tai vedestä on pulaa, kasvattavat puut juuristoaan, jolloin hiiltä jää vähemmän käytettäväksi runkoon ja versoihin. Jos taas kasvua rajoittavat ensisijaisesti valon määrä ja muiden puiden varjostus, puut investoivat enemmän hiiltä pituuskasvuun.

Puuston biomassan hiilivaraston määrä on verrannollinen puuston runkotilavuuteen: rungon kasvaessa myös oksien, neulasten ja juurten biomassa on kasvettava, jotta puun energiatarpeet voidaan tyydyttää. Puuston biomassan ja runkotilavuuden suhteeseen vaikuttavat ensisijaisesti puuaineen tiheys ja se, kuinka biomassa jakautuu puissa (puiden oksikkuus ja juurten määrä). Puuaineen tiheyteen puolestaan vaikuttavat perintötekijät ja kasvunopeus, joka määräytyy perintötekijöiden ja ympäristöolojen mukaan.

Puuston hiilivarasto lisääntyy kasvun myötä. Se on noin 65 tonnia hehtaaria kohden eteläsuomalaisessa mäntyvaltaisessa talousmetsässä (kuva 2, Hyytiälä), joka on kiertoaikansa puolivälissä ja jonka runkotilavuus on vajaa 200 m³. Hiilivarasto on noin kolmanneksen pienempi pohjoissuomalaisessa varttuneemmassa eri-ikäisrakenteisessa mänikössä (kuva 2, Sodankylä). Vuotuinen nettokasvu on Hyytiälässä noin 2,5-kertaista ja kariketuotos noin kolminker-

taista Sodankylään verrattuna. Erot selittyvät pitkälti erilaisilla ilmasto-oloilla ja kasvupaikoilla, jotka vaikuttavat vuotuisen hiilen sidonnan ja hengityksen määrään.

Metsänhoitotoimilla voidaan parantaa puuston kasvunopeutta ja tehostaa biomassan kertymistä (kuva 3). Mikäli puuston kasvatuksessa maksimoidaan rahallinen tuotto, on optimaalinen metsänhoitomenetelmä sellainen, jossa puuston kiertoaika on suhteellisen lyhyt. Samalla keskimääräinen puuston biomassan hiilivarasto jää pienemmäksi kuin käytettäessä pidempiä kiertoaikoja. Puuston keskimääräinen runkotilavuus ja biomassan hiilivarasto ovat Suomessa kasvaneet viime vuosikymmeninä. Vuosina 1996–2003 runkotilavuus oli metsätalousmailla keskimäärin 100 m³ hehtaaria kohden, mikä tarkoittaa, että hiiltä oli hehtaarille varastoituneena noin 71 tonnia. Vuosina 2009–2012 runkotilavuus oli 112 m³ ja hiilivarasto 80 tonnia hehtaaria kohden. Tiedot perustuvat valtakunnan metsien inventointeihin (VMI) 9 ja 11. Suomen metsien kokonaisbiomassa oli vuonna 2013 noin 1 660 miljoonaa tonnia, mikä vastaa noin 830 miljoonan tonnin hiilivarastoa.

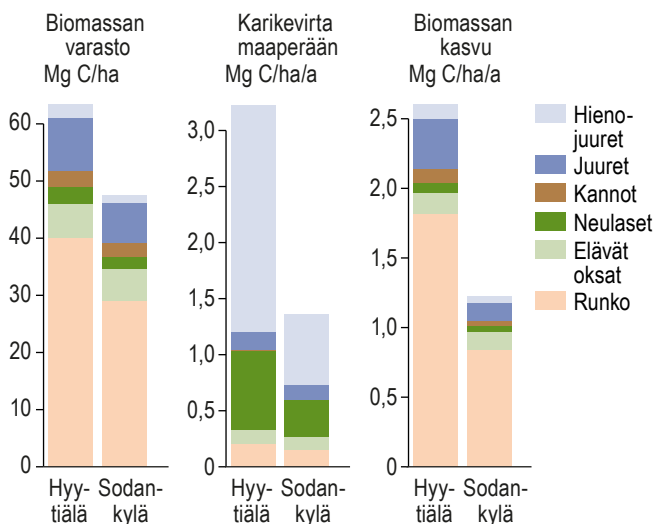
Aluskasvillisuus

Aluskasvillisuuden hiilivarasto on huomattavasti pienempi kuin varttuneen puuston. Aluskasvillisuuden kokonaisbiomassa vaihtelee metsikön rakenteen, iän, kasvupaikan ja kasvilajiston mukaan. Suomessa aluskasvillisuuden maanpäälliseen biomassa on varastoitunut hiiltä tyyppillisimmillään 0,5–1,5 tonnia hehtaaria kohden. Aluskasvillisuuden elinikä on usein lyhyt, ja tämän vuoksi siihen varastoituneet hiili ja ravinteet kiertävät tehokkaasti. Maaperän ja ekosysteemin ravinnetalouden kannalta aluskasvillisuudella on tärkeä rooli.

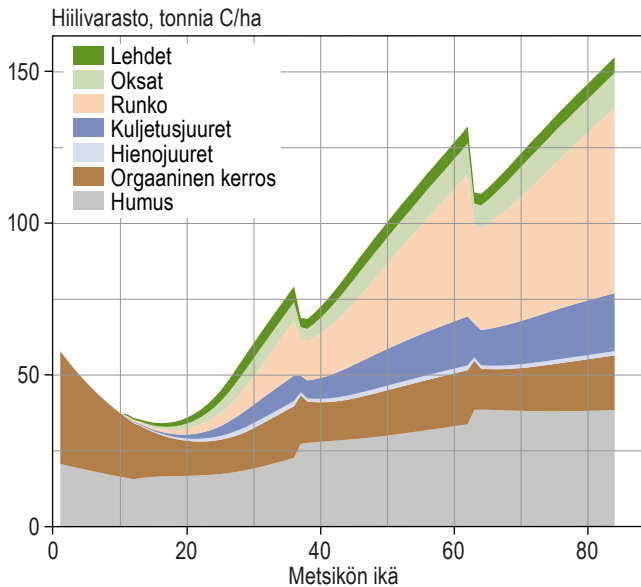
Karike ja maaperän hiili

Kun kasvinosat kuolevat, niistä virtaa orgaanista ainetta, kariketta, maaperän hiilivarastoon, joka on kertynyt tuhansien vuosien aikana kasvillisuuden tuotoksen ja hajoamisen tuloksena. Hiilen määrään maassa vaikuttavat pääasiassa maaperän laatu, kasvillisuuden kariketuotos ja hajoamisnopeutta säätelevät ympäristöolosuhteet.

Borealisissa oloissa, joissa orgaanisen aineen hajoaminen on alhaisten lämpötilojen seurauksena hidasta, maaperän hiilivarasto on usein huomattavasti suurempi kuin kasvillisuuteen sitoutuneen hiilen varasto. Yksistään kangasmailla kasvavien metsien maaperän hiilivarasto oli Suomessa 2000-luvun alussa noin 959 miljoonaa tonnia. Luonnontilaisten ja metsätalouksikäytössä olevien soiden maaperään hiiltä arvioidaan olevan sitoutuneena moninkertainen määrä, noin 5 500 miljoonaa tonnia. Puustoon ja maaperään sitoutuneen hiilen määrä vaihtelee puuston kehitysvaiheen mukaan. Hakkuut pienentävät luonnollisesti puuston hiilivarastoa, mutta samanaikaisesti karikevirta maaperään lisääntyy hetkellisesti, mikä kasvattaa väliaikaisesti maaperän hiilivarastoa (kuva 3).



Kuva 2. Puuston hiilivarasto (tonnia hiiltä hehtaaria kohden) sekä arvio vuotuisesta kariketuotoksesta ja nettokasvusta eteläsuomalaisessa noin 45-vuotiaassa mäntyvaltaisessa metsässä (Hyytiälä) ja pohjoissuomalaisessa eri-ikäisrakenteisessa mäntymetsässä (Sodankylä).



Kuva 3. Puuston ja maaperän hiilivaraston (tonnia hiiltä hehtaaria kohden) kehitys ja jakautuminen Etelä-Suomalaisessa kuusikossa PipeQual- ja Romul-mallien mukaan. Metsikön harvennukset noin 35 ja 62 vuoden iässä pienentävät tilapäisesti maanpäällistä hiilivarastoa. Harvennuksen seurauksena karie lisääntyy ja kasvattaa maan hiilivarastoja.

Suurimmat hiilivarastot ovat vanhoissa metsissä. Sekä puuston että maaperän hiilivarastoja voidaan kasvattaa lisäämällä kiertoajan pituutta. Myös maaperän rehevyys ja tuottokyky vaikuttavat hiilivarastoihin. Etelä-Suomessa maaperän hiilivarasto pienenee kivennäismailla, kun siirrytään mustikkatyyppin kuusikosta (hiilivarasto keskimäärin 80 tonnia hehtaaria kohden) männikköön (noin 70 tonnia) ja vastaavasti mustikkatyyppin männikköstä puolukkatyyppin männikköön (noin 65 tonnia). Maaperän hiilivarasto on pienempi karuilla kasvupaikoilla lähinnä siksi, että niiden vuotuinen kariketuotos on pienempi.

Suomen metsätalousmaista on suota kaikkiaan 8,7 miljoonaa hehtaaria. Tästä on ojitettu noin 4,7 miljoonaa hehtaaria. Ojituksen myötä puuston kasvu on kiihtynyt, jolloin puuston biomassaan sitoutuu hiiltä nopeammin kuin ojitamattomilla mailla. Ojituksen seurauksena suomaiden pintakerroksen happitilanne paranee, mikä nopeuttaa orgaanisen aineen hajoamista ja kasvattaa ilmakehään vapautuvan hiilidioksidin määrää. Lisääntynyt puuston kasvu tuottaa suuremman kariketuotoksen, joka osin kumoo lisääntyneen maaperäpäästön. Uusimpien tutkimustulosten mukaan hiiltä vapautuu maaperästä erityisesti rehevillä ojitetuilla orgaanisilla mailla, kun taas karuimmilla kohteilla maaperään kertyy hiiltä lisääntyneen kariketuotoksen seurauksena.

Metsikön hiilitase

Metsän hiilitase lasketaan niin, että fotosynteesissä sidotun hiilen määrästä vähennetään kasvien elintoiminnoissa, kasvussa ja orgaanisen aineen hajotuksessa vapautuvan

hiilen määrä (kuva 1). Hiilitase edustaa metsäekosysteemin kokonaishiilivaraston muutosta pinta-ala- ja aikayksikköä kohden. Hiilinielusta puhutaan silloin kun metsään sitoutuvan hiilen määrä ylittää hengityksen ja metsäekosysteemin hiilivarasto kasvaa. Vastaavasti varaston pieneneminen tarkoittaa hiilen lähdettä tai päästöä.

Metsän ja ilmakehän välistä hiilitasetta voidaan havainnoida suurin mittauksin niin sanotulla pyörrekovarianssimenetelmällä (eddy-covariance). Menetelmä perustuu pystysuuntaisen tuulenopeuden ja ilman hiilidioksidipitoisuuden vaihtelun mittauksiin noin 10–20 kertaa sekunnissa. Mittaustuloksiin sovelletaan mikrometeorologista teoriaa ja massan säilymlakia, joiden avulla hiilitase voidaan määrittää. Mitatusta hiilitaseesta voidaan prosessimallien avulla erottaa hiilen sidonta ja kokonaishengitys. Suomesa metsien ja muiden ekosysteemien kasvihuonekaasutaseita seurataan suurin mittauksin yli kymmenellä mittausasemalla muun muassa Hyytiälässä ja Sodankylässä.

Pohjoisilla alueilla ympäristötekijät vaihtelevat vuodenaikojen mukaan. Tämä heijastuu hiilen kiertoa sääteleviin prosesseihin ja edelleen niiden tuloksena syntyviin hiilivirtoihin ja hiilitaseeseen. Talviaikaan hiilen sidonta on vähäistä epäsuotuisten lämpötila- ja säteilyolosuhteiden sekä puuston ja pintakasvillisuuden lepotilan vuoksi. Vaikka matala lämpötila hidastaa myös orgaanisen aineen hajotusta sekä ylläpito- ja kasvuhengitystä, metsä muodostaa talviaikaan heikon hiilen lähteen – eli vapauttaa ilmakehään enemmän hiiltä kuin sitoo. Keväällä säteily lisääntyy ja lämpötila kohoaa. Metsäpuiden ja pintakasvien fotosynteesi elpyy, kun kasvit heräävät talvilevosta. Hiilen sidonta saavuttaa maksiminsa heinä-elokuussa. Kasvukauden aikana hiilitaseen vuorokausivaihtelu on voimakasta. Päiväaikaan hiilen sidonta on selvästi kokonaishengitystä suurempaa ja metsät toimivat voimakkaina hiilinieluinä. Yöaikaan tilanne on päinvastainen ja metsä on hiilen lähde.

Sateisten ja pilvisten jaksojen aikana jää hiilen sidonta vähäisen säteilyn takia pieneksi. Metsä voi kiivaimman kasvukaudenkin aikana olla hiilen lähde jopa useiden päivien ajan. Syksyllä päivän lyhetessä ja lämpötilan laskiessa hiilen sidonta vähenee ja puut valmistautuvat talvilepoon siirtämällä ravinteita talteen runkoon ja juuristoon. Loppusyksystä metsä kääntyy hiilen lähteeksi. Eri biomassaositteiden ylläpito- ja kasvuhengitys ovat voimakkaimmillaan alkukesästä ja pienenevät asteittain syksyä kohti mentäessä. Maahengitys on puolestaan suurimmillaan keskikesällä maan ollessa lämpimimmillään. Kuivuuden vaikutuksesta metsien hiilinielu voi pienentyä huomattavasti.

Mäntymetsän hiilitasetta on seurattu Hyytiälässä yhtäjaksoisesti vuodesta 1996. Mittausten perusteella hiilen vuosittainen sidonta on ollut keskimäärin 10,3 tonnia hehtaaria kohden (vaihteluväli 9,5–11,0 tonnia), josta pintakasvien osuus on noin 10 %. Kokonaishengitys on puolestaan keskimäärin 8,3 tonnia (7,6–9,0 tonnia), josta noin kolmannes on neulasten ja rungon hengitystä, kolmannes orgaanisen aineen hajotusta ja kolmannes juurten ja mykorritsan hengitystä. Vuotuinen hiilitase osoittaa hiilinielua, jonka voimakkuus on keskimäärin noin 2,0 tonnia hiiltä hehtaaria kohden vuodessa (vaihteluväli 1,4–2,5 tonnia). Pää-

tehakuun jälkeen Etelä-Suomen kivennäismailla kasvavat nuoret taimikot ovat hiilen lähteitä tyypillisesti noin 10–15 vuoden ikäisiksi asti ja säilyttävät tämän jälkeen hiilinielunsa yleensä koko kiertoajan.

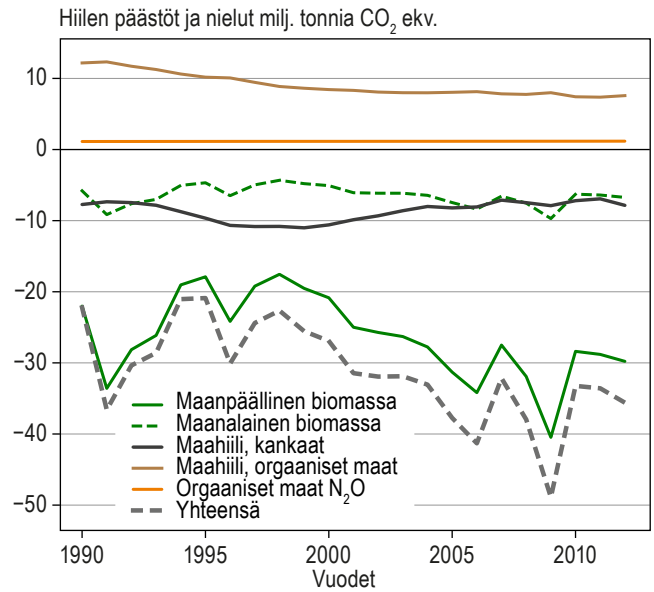
Suomen metsien kasvihuonekaasutase

Hiilitaseen lisäksi metsien ja ilmakehän väliseen kasvihuonekaasutaseeseen vaikuttavat myös metaanin ja typpioksiduulin päästöt. Suomen metsien ja maankäytön kasvihuonekaasupäästöjen laskenta perustuu epäsuoraan menetelmään, jossa hiilitasetta arvioidaan tarkastelemalla maaperän ja puuston hiilivarastojen ajallisia muutoksia.

Suomen metsiin vuosittain sitoutuvan hiilen määrä laskeetaan siten, että valtakunnan metsien inventoinnin tuotama puustomittaus tieto yhdistetään biomassaa-, karikke- ja maaperämalliin. Laskenta kattaa puuston biomassan hiilinielun, ojitettujen turvemaiden maaperäpäästöt, kangasmaiden hiilinielun, turvekenttien päästöt, puutuotteiden hiilivaraston muutoksista aiheutuvat hiilinielut ja -lähteet sekä lukuisia pienempiä päästölähteitä, kuten metsäpalot. Laskenta tehdään sekä metsälle, joka pysyy metsänä, että alueille, joiden maankäyttö muuttuu, kuten peltojen metsitys tai metsän raivaaminen muuhun käyttöön. Suomen puuston vuotuinen hiilinielu on kasvihuonekaasuinventaarion mukaan vaihdellut viime vuosina. Se on ollut 36–50 miljoonaa tonnia hiilidioksidia eli noin 10–14 miljoonaa tonnia hiiltä. Puuston vuotuinen hiilinielu on alle 5 % puuston biomassaan sitoutuneen hiilen kokonaismäärästä.

Kioton pöytäkirjan mukaisesti Suomi raportoi sekä hiilipäästöistä, jotka aiheutuvat maankäytön muutoksista, että metsänhoidon hiilinielusta. Suomen metsänhoidon vuotuinen hiilinielu on vaihdellut 20 ja 50 miljoonaa tonnia välillä (kuva 4). Suurin osa vaihtelusta selittyy vuosittaisella hakkuumäärien vaihteluilla. Myös kangasmaiden maaperän arvioidaan olevan hiilen nielu, eli hiiltä varastoituu maahan enemmän kuin vapautuu. Ojitettujen turvemaiden arvioidaan olevan hiilen lähde, jonka suuruus on tosin pienentynyt vuosina 1990–2012 lähinnä lisääntyneen puuston ja kariketuotoksen takia. Hiilidioksidipäästöjen ohella turvemaiden metsistä arvioidaan syntyvän noin miljoonan tonnin CO₂ ekvivalentin typpioksiduuli (N₂O) päästöt, sekä vajaan miljoonan tonnin CO₂ ekvivalentin metaani (CH₄) päästöt.

Suomessa metsiin sitoutuu vuosittain hiiltä määrä, joka vastaa jopa puolta teollisuuden, maatalouden, liikenteen ja energiantuotannon kotimaisista päästöistä. Kioton pöytäkirjan mukaisesti metsien vuosittainen hiilivaraston muutos raportoidaan YK:n ilmastosihteeristölle ja sopimuksen ratifioineet maat voivat lukea osan metsien hiilinielusta hyväkseen. Kioton pöytäkirjan mukaan metsänhävityksen päästöt ja metsityksen nielut lasketaan suoraan veloitteeseen. Näin Kioton pöytäkirja ohjaa välttämään metsän hävitystä ja kannustaa metsittämään alueita, joilla tämä on mahdollista. Kasvihuonekaasuinventaarion tuloksia tarvitaan arvioitaessa sitä, kuinka Suomi suoriutuu ilmastopoliittien velvoitteista.



Kuva 4. Kioton pöytäkirjan artiklan 3.4 (metsänhoito) mukaiset vuotuiset kasvihuonekaasupäästöt ja nielut Suomessa 1990 – 2012. Yksikkö on miljoonaa tonnia CO₂ ekv./a. Negatiiviset arvot kuvaavat nieluja.

Kirjallisuus

- Berg, B. & McClaugherty, C. 2003. Plant litter. Decomposition, humus formation, carbon sequestration. SpringerVerlag, Berlin. 286 s.
- Ilvesniemi, H., Levula, J., Ojansuu, R., Kolari, P., Kulmala, L., Pumpanen, J., Launiainen, S., Vesala, T. & Nikinmaa, E. 2009. Long-term measurements of the carbon balance of a boreal Scots pine dominated forest ecosystem. *Boreal Environ. Res.* 14: 731–753. <http://www.borenv.net/BER/pdfs/ber14/ber14-731.pdf>
- Lehtonen, A. 2009. Suomen kasvihuonekaasuinventaarion ja metsien merkitys hiilitaseelle. *Metsätieteen aikakauskirja* 3. s. 272–277.
- Mäkipää, R., Linkosalo, T., Niinimäki, S., Komarov, A., Bykhovets, S., Tahvonen, O. & Mäkelä, A. 2011. How forest management and climate change affect the carbon sequestration of a Norway spruce stand. *Journal of Forest Planning* 16: 107–120. <http://ci.nii.ac.jp/naid/110009357761/en>
- Ojanen, P., Minkkinen, K. & Penttilä, T. 2013. The current greenhouse gas impact of forestry-drained boreal peatlands. *Forest Ecology and Management* 289: 201–208. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2012.10.008>



7

EKOSYSTEEMIPALVELUIDEN TALOUDELLINEN ARVO JA ARVOTTAMINEN

Ihminen ja metsien arvo - miten arvottaa ekosysteemipalveluita

Artti Juutinen, Anna-Kaisa Kosenius ja Paula Horne

Metsien käytön päätöksenteossa tarvitaan tietoa ekosysteemipalvelujen arvosta.

Metsän tarjoamat ekosysteemipalvelut vaikuttavat ihmisten hyvinvointiin monin tavoin. Metsänomistaja saa puunmyynnistä tuloja ja arvostaa usein myös virkistys-tyshyötyjä. Metsänomistajan lisäksi Suomessa voivat muutkin ihmiset jokamiehen oikeudella retkeillä, marjastaa ja sienestää metsänomistajan metsässä. Tällaisilla julkishyödykeluonteisilla ekosysteemipalveluilla ei käydä kauppaa, eli metsänomistaja ei saa niistä tuloja, vaikka ottaisikin markkinattomia ekosysteemipalveluita huomioon metsänkasvatuksessa.

Talusteorian mukaan niukat voimavarat kohdentuvat tehokkaasti eri käyttötarkoituksiin hyvin toimivien markkinoiden kautta. Tällöin talous päättyy yhteiskunnan - niin metsänomistajan kuin muidenkin toimijoiden - kannalta parhaaseen lopputulokseen. Metsänomistaja pohtii, miten metsää tulisi kasvattaa omien tavoitteiden mukaisesti. Puun markkinahinnat välittävät tietoa eri kasvatusvaihtoehtojen hakkuutuloista ja kannattavuudesta. Hintojen kautta puumarkkinat ohjaavat metsänomistajia kasvattamaan metsiä siten, että ne tuottavat mahdollisimman paljon tuloja suhteessa metsän kasvatukseen ja puun korjuun kustannuksiin eli mahdollisimman paljon voittoa.

Sen sijaan markkinattomista ekosysteemipalveluista, kuten virkistyskäytöstä, ei välity tietoa, eikä metsänomistaja saa niiden tuottamisesta rahallista hyötyä (kuva 1). Tämän vuoksi metsänomistajien päätökset eivät välttämättä johda yhteiskunnan kannalta parhaaseen mahdolliseen metsien hoitotapaan. Kaikkia ekosysteemipalveluja ei tuoteta tehokkaasti, eikä ylläpidetä riittävästi.

Julkinen valta voi hanke- ja maankäyttösuunnittelulla tai ohjauskeinoja asettamalla edistää ekosysteemipalvelujen tuotantoa ja ylläpitoa. Päätöksenteossa markkinoilla vaihdettavia hyödykkeitä ja markkinattomia hyötyjä on kuitenkin vaikea ottaa tasavertaisesti huomioon, jos ne eivät ole yhteismitallisia. Markkinattomien hyötyjen taloudellinen arvottaminen - rahamääräinen mittaaminen - on keino arvioida niiden merkitystä ihmisen hyvinvoinnille. Se on luonteva tapa yhteismitallistaa metsien ekosysteemipalveluiden arvoa, sillä markkinoilla vaihdettavien hyödykkeiden, kuten puuntuotannon, arvo mitataan myös rahamääräisesti.

Metsästyksen kokonaisarvoon sisältyy markkinaperusteisia arvoja (saalislihan arvo) ja ei-markkinahintaisia arvoja (metsästyksen virkistysarvo). Kuva: Erkki Oksanen, Luke.



Kuva 1. Metsänomistaja ei saa rahallista hyötyä jokamiehenoikeudella tapahtuvasta virkistyskäytöstä. Kuva: Kauko Salo.

Moninaiset ekosysteemipalvelut ja taloudellinen kokonaisarvo

Metsän ekosysteemipalveluiden taloudellisen arvon määrittäminen ei ole suoraviivaista ekosysteemien monimutkaisuuden ja ekosysteemipalveluiden keskinäisten suhteiden vuoksi. Taloustieteessä on tunnistettu erityyppisiä arvoja, joista ekosysteemipalveluiden taloudellinen kokonaisarvo muodostuu: käyttöarvo, optioarvo, olemassaoloarvo ja perintöarvo. Kokonaisarvon käsite auttaa hahmottamaan, mitä eri hyötyjä kulloinkin tarkastellaan ja arvioidaan. Se ei siis tarkoita kaikkien olemassa olevien ekosysteemipalvelujen tämänhetkistä arvoa (nykyarvo).

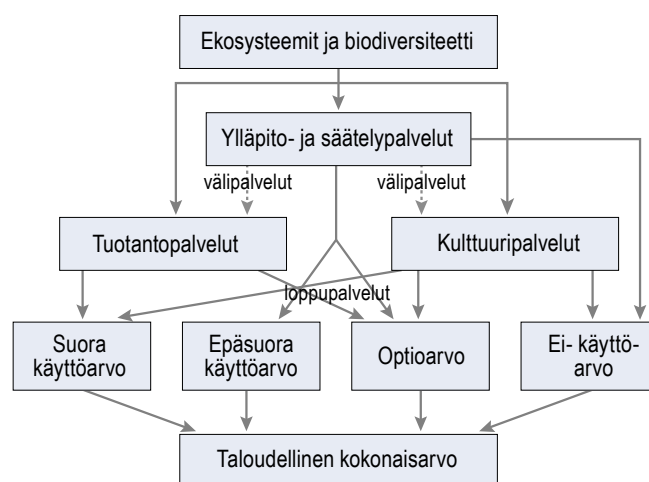
Kuva 2 havainnollistaa ekosysteemipalveluiden ja taloudellisen kokonaisarvon suhdetta. Se noudattaa maailmanlaajuisen ekosysteemipalveluiden arvioinnin (Millennium Ecosystem Assessment) tapaa ryhmitellä ekosysteemipalvelut tuotanto- ja kulttuuripalveluihin sekä ylläpito- ja säätelypalveluihin. Tuotantopalvelut, esimerkiksi puuraaka-aine, marjat, sienet ja riista, edustavat suoraa kuluttavaa käyttöä. Kulttuuripalvelut, esimerkiksi maiseman katselu ja ulkoilu, taas ovat ei-kuluttavaa käyttöä. Suoran käyttöarvon ohella epäsuoraa käyttöarvoa tuottavat ylläpito- ja säätelypalvelut, kuten luonnon ravinnekierto ja veden puhdistus.

Erityyppisiin ekosysteemipalveluihin voi liittyä myös optio- ja ei-käyttöarvo. Ei-käyttöarvoon kuuluu sekä olemassaoloarvo että perintöarvo. Olemassaoloarvo kuvastaa esimerkiksi sitä, että tietämys luonnon monimuotoisuudesta voi lisätä ihmisen hyvinvointia ilman ekosysteemin varsinaista käyttöä. Monet arvostavat sitä, että myös tulevat sukupolvet voivat nauttia ekosysteemipalveluiden hyödyistä. Tämä kuvaa perintöarvoa. Optioarvo puolestaan kuvaa mahdollisuutta hyödyntää ekosysteemipalvelua tulevaisuudessa. Yh-

teiskunnan kannalta voi olla arvokasta esimerkiksi säilyttää jokin alue tulevaa virkistäytymistä tai puhtaan veden tuotantoa varten. Ekosysteemipalveluiden optioarvo voi olla merkittävä, vaikka ekosysteemillä ei nykyisellään olisikaan käyttö- tai olemassaoloarvoa.

Eri arvottamismenetelmillä otetaan huomioon erityyppisiä arvoja

Muutokset ekosysteemipalvelujen määrässä tai laadussa vaikuttavat ihmisten taloudelliseen hyvinvointiin. Paras



Kuva 2. Ekosysteemipalveluiden ja taloudellisen kokonaisarvon suhde: mitä erityyppisiä arvoja erityyppiset ekosysteemipalvelut tuottavat?

tapa mitata rahamääräisesti muutosta jonkin ekosysteemi- palvelun tuotannossa riippuu siitä, mitä arvotyyppäjä halutaan ottaa huomioon.

Monet tuotantopalvelut ovat markkinoiden piirissä, ja niiden arvoa voidaan mitata markkinahintojen avulla. Markkinahinnat eivät kuitenkaan aina heijasta oikein ekosysteemi- palveluiden arvoa esimerkiksi siksi, että markkinahinta vastaa ekosysteemi- palveluiden kysynnän ja tarjonnan tasapainotilannetta eikä se siten kuvasta arvoa kaikille kuluttajille. Lisäksi ekosysteemi- palvelujen tuotannossa ja ylläpidossa käytettävät tuotantopanokset, tuet ja verot vaikuttavat hintoihin. Nämä hintoihin vaikuttavat tekijät pitäisi ottaa huomioon arvottamissa.

Ekosysteemi- palvelujen arvoa voidaan arvioida myös kustannusten kautta laskemalla, mitä vaihtoehtokustannuksia tietyn ekosysteemi- palvelun tuottamisesta aiheutuu, eli mihin muuhun käyttötarkoitukseen niukkaa resurssia voitaisiin käyttää. Esimerkiksi metsien monimuotoisuuden arvottamiseksi voidaan laskea, mitä tulonmenetyksiä puuntuotannolle aiheutuu, jos monimuotoisuus turvataan. Vastaavasti voidaan arvioida, kuinka suuret haittakustannukset aiheutuvat siitä, että jokin ekosysteemi- palvelu heikentyy. Kustannusten kautta tehdyt arviot antavat tyypillisesti arvon alarajan, sillä ne eivät heijasta sitä, miten kuluttajat arvostavat ekosysteemi- palvelua.

Toinen kustannustietoja hyödyntävä arvottamistapa perustuu lopputuotteen arvoon ja siihen vaikuttaviin tuotantotekijöihin. Esimerkiksi pölytyspalvelun arvo voidaan määrittää arvioimalla, miten viljelytuotteen tuottamiseen käytettävät panokset, kuten työvoima, pääoma ja pölytys, vaikuttavat tuotteen arvon muodostumiseen.

Teoriapohjaltaan vankimmat menetelmät hyötyjen arvon mittaamiseen perustuvat yhteiskunnan hyvinvointimuutokseen ja kysyntäteoriaan. Niissä arvon määräävät kuluttajien maksuhalukkuus ja mieltymykset: paljonko kuluttaja on valmis luopumaan muusta kulutuksestaan saadakseen enemmän tai parempia ekosysteemi- palveluita, esimerkiksi uusia suojelualueita. Tai paljonko hän vaatii hyvitystä siitä, että jokin virkistysalue muutetaan asuntoalueeksi ja virkistys- palvelu menetetään.

Kun ekosysteemi- palvelujen tuotantoa ja ylläpittoa edistetään, siitä aiheutuu yleensä kustannuksia ja muut tuotanto- ja kulutusmahdollisuudet vähenevät. Yksityisen kuluttajan tasolla tämä tarkoittaa sitä, että jokainen joutuu tekemään valintoja oman budjettinsa rajoissa. Kuluttaja voi olla halukas maksamaan ekosysteemi- palvelujen tuottamisesta, mutta vain käytettävissä olevien tulojen sallimissa rajoissa.

Kuluttajan mieltymyksiä eli preferenssejä voidaan mitata epäsuorasti tai suoraan. Ihmisten kulutukseen ja käyttäytymiseen liittyviin valintoihin vaikuttavat arvotettavan ekosysteemi- palvelun määrä tai laatu. Esimerkiksi matkakustannuksia käytetään tietyn alueen virkistyskäytön arvottamiseen. Matkakustannusmenetelmässä käyntimäärät ja alueelle pääsemiseen tarvittavat matkakustannukset kertovat arvosta, jonka käyttäjät antavat alueen virkistysmahdollisuuksille. Asuntojen tai tonttien kauppahintoihin perustuvan ns. hedonisten hintojen menetelmän lähtökohtana on, että asunnon yhteydessä ostetaan myös ”pala asuinympä-

ristöä”. Asunnon hinnan nousuun saattaa vaikuttaa luonto- alueen läheisyys tai lähivesistön hyvä laatu, ja tämä maksuhalukkuus kuvaa ympäristön laadun arvoa. Epäsuorat arvottamismenetelmät kuvaavat siis ekosysteemi- palveluiden suoraa käyttöarvoa.

Kuluttajien mieltymyksiä ja maksuhalukkuutta voidaan tutkia suoraan luomalla kuvitteelliset markkinat ekosysteemi- palvelulle ja kysymällä miten ihmiset valitsisivat näillä markkinoilla. Kyselyyn tai haastatteluun perustuvat menetelmät hahmottavat ekosysteemi- palvelun kokonaisarvoa, eivät pelkästään käyttöarvoa. Niitä voidaan soveltaa, kun arvotetaan ympäristön laadun muutosta, joka aiheutuu joko jo toteutuneesta tai vasta suunnitteilla olevasta hankkeesta.

Kyselytutkimuksen tulokset ovat sidoksissa kyselyssä tarkkaan kuvattuun tilanteeseen ja tarkasteltavan ekosysteemi- palvelun piirteisiin. Vastaajalta voidaan kysyä suoraan, kuinka halukas hän olisi tietyssä tilanteessa maksamaan esimerkiksi suojelutoimista metsien monimuotoisuuden turvaamiseksi tai siitä, että virkistyskäyttö säilyy nyky muodossa. Näin menetellään ehdollisen arvottamisen menetelmässä.

Valintakoemenetelmä puolestaan mahdollistaa ekosysteemi- palveluiden monipuolisemman ja tarkemman tarkastelun, kun useiden valintatilanteiden avulla saadaan tietoa eri ominaisuuksien suhteellisesta tärkeydestä. Esimerkiksi kansallisuistoissa vastaajat voivat arvostaa eri tavoin luonnon monimuotoisuutta ja virkistyspalveluita, kuten taukopaikkoja tai opasteita. Kaikkea ei kustannusten takia voi saada lisää, vaan jostakin on luovuttava, jos jotakin toista haluaa lisää.

Kyselytutkimus on menetelmänä suhteellisen työläs ja kallis. Kyselyiden ja valmiita markkina- aineistoja vaativien menetelmien rinnalle on kehitetty aiempien tutkimusten tuloksia hyödyntäviä menetelmiä. Hyötyjä tai arvoja voidaan hyödyntää yksikertaisimmillaan siirtämällä yksittäisiä tuloksia sellaisenaan käsillä olevaan uuteen, samanlaiseen päätöksentekotilanteeseen. Tilanteiden erojen vuoksi arvoja kuitenkin usein pyritään sovittamaan uuteen tilanteeseen esimerkiksi käyttämällä useiden aiempien arvottamistutkimusten keskiarvoja tai tarkastelemalla meta- analyysin keinoin ekosysteemi- palvelun arvostukseen vaikuttavia tekijöitä.

Haasteita: ketjun viimeinen lenkki, yhteisöllisyys ja kestävyys

Metsien käyttöön liittyvälle päätöksenteolle ekosysteemi- lähestymistapa tarjoaa kokonaisvaltaisen tarkastelumallin. Sil- ti tarkoituksenmukaista ei aina ole pyrkiä arvottamaan kaik- kiah mahdollisia ekosysteemi- palveluhyötyjä, vaan joskus kannattaa keskittyä keskeisiin vaikutuksiin. Ekosysteemi- palveluiden keskinäisten suhteiden vuoksi niiden erillinen yhtä- aikainen arvottaminen voi johtaa siihen, että samat hyödyt lasketaan kahdesti. Esimerkiksi ylläpitopalvelut ja eräät sää- telypalvelut ovat ns. välipalveluita, jotka auttavat loppupal- veluiden tuotannossa ja ylläpidossa (kuva 3). Yleensä arvot- tamisessa tulisikin ottaa huomioon vain ketjun loppupään palveluita.

Ekosysteemi- palvelun arvo muodostuu sosiaalisessa ympäristössä, ja sen kokonaisarvo on yksittäisten kuluttajien arvojen summa. Esimerkiksi asutuksen lähellä olevan vir-

kistysalueen arvo on yleensä huomattavasti suurempi kuin kaukana sijaitsevan. Ylläpito- ja säätelypalvelut sekä enimmäiset kulttuuripalvelut koskettavat yleensä paljon laajempaa ihmisryhmää kuin tuotantopalvelut. Onkin tärkeää identifioida, kenelle kaikille ekosysteemipalvelun hyödyt koituvat ja keiden arvostukset lasketaan yhteen.

Metsällä on myös esimerkiksi yhteisön kulttuuri-identiteettiä tukevia arvoja, jotka liittyvät nykyhetkeen ja tulevaisuuteen. Tällöin kokonaisarvon määrittäminen on hankalaa. Arvot eivät tule esille yksittäisten kuluttajien arvostuksissa, vaan niiden arvo määrittäytyy yhteisön jäsenten keskinäisessä kanssakäymisessä.

Ekosysteemipalvelujen hyödyt saadaan palveluiden virroista. Puuntuotantona hyödynnetään kerralla vain sopivaan ikään kasvaneita puita. Palveluvirrat ovatkin yleensä arvottamisen kohteena. Jos virtoja käytetään liian voimallisesti, luonnon pääoman varannot heikentyvät. Esimerkiksi metsät häviävät, jos niitä hakataan koko ajan kasvua nopeammin. Siksi palveluvirtojen arvottamisen ohella täytyy tarkastella myös varantoja ja niiden arvoa, jotta ekosysteemipalvelujen virtoja voitaisiin hyödyntää kestävästi.

Arvioidut palveluvirtojen arvot heijastavat arvoa, joka yhden yksikön lisäyksellä on varannossa (ns. raja-arvo). Kun luonnon pääoman varannot ovat riittävät ja toimintakykyiset, yhden yksikön muutoksella ei ole kestävyyskannalta merkitystä. Arvioidut raja-arvot eivät juuri muutu, vaikka varanto hieman muuttuu. Ekosysteemipalvelun tuottamiseen liittyy kynnyсарvo, jonka ylittymisen jälkeen ekosysteemi ei enää palaudu ennalleen eikä pysty ylläpitämään toimintaansa häiriöistä huolimatta. Kun varanto lähestyy kynnyсарvoa, virtoihin perustuvaa arvoa tärkeämmäksi nousee kestävyysarvo, joka mittaa ekosysteemipalvelun säilymisen arvoa.

Ekosysteemipalvelun arvoon vaikuttaa myös sen korvattavuus ja niukkuus. Ekosysteemipalvelun voi korvata rinnakkainen ekosysteemipalvelu tai sama palvelu jossain muualla. Esimerkiksi jonkin lajin tuottama ekosysteemipalvelu voi olla korvattavissa toisen lajin tuottamalla samalla ekosysteemipalvelulla tai virkistysalueella voi olla monia vaihtoehtoisia kohteita. Talousteorian mukaan jonkin ekosysteemipalvelun niukkuus lisää sen arvoa. Jos virkistysalueita on vähän, niiden arvo on korkea. Mutta mitä enemmän virkistysalueita on, sitä vähemmän ihmiset arvostavat uusia virkistysalueita. Säätelypalveluille ei useinkaan ole korvaavia tuotantotapoja, ja niiden tuotanto tarvitsee tyypillisesti laajoja yhtenäisiä alueita.

Ekosysteemipalveluja arvotetaan tyypillisesti jonkin hankkeen valmistelun yhteydessä. Tällöin saadaan rahamääräistä tietoa arvosta, joka liittyy ekosysteemipalvelujen mahdolliseen muutokseen. Erilaisia toteutusvaihtoehtoja voidaan verrata kustannus-hyötyanalyysin keinoin. Vertailu osoittaa, kuinka paljon kyseisessä hankkeessa on yhteiskunnan näkökulmasta perusteltua panostaa markkinattomien ekosysteemipalvelujen tuotantoon ja ylläpitoon. Yksittäisen hankkeen tarkastelu ei kuitenkaan kerro sitä, kuinka paljon ekosysteemipalvelujen edistämiseen tulisi yhteiskunnan näkökulmasta panostaa kaiken kaikkiaan, eikä yksittäisiä hankkeita tuloksia voi suoraan yleistää muihin hankkeisiin.

Kirjallisuus

- Bateman, I., Mace, G., Fezzi, C., Atkinson, G. & Turner, K. 2011. Economic analysis for ecosystem service assessments. *Environmental and Resource Economics* 48: 177-218. <http://dx.doi.org/10.1007/s10640-010-9418-x>
- ten Brink, P. (toim.). 2011. *The Economics of Ecosystems and Biodiversity in National and International Policy Making*. Routledge Taylor & Francis Group. 528 s.
- Champ, P. A., Boyle, K. & Brown, T. C. (toim.). 2003. *A primer on non-market valuation. The economics of non-market goods and resources*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands. 580 s.
- Hanley, N. & Barbier, E. B. 2009. *Pricing nature. Cost-benefit analysis and environmental policy*. Edward Elgar Publishing, Massachusetts, USA. 335 s. eISBN:978-1-84980-205-5
- Hein, L., van Koppen, K., de Groot, R. & van Ierland, E. 2006. Spatial scales, stakeholders and the valuation of ecosystem services. *Ecological Economics* 57: 209-228. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolecon.2005.04.005>
- Millennium Ecosystem Assessment (MA). 2003. *Ecosystems and human well-being: a framework for assessment*. Island Press, Washington. 247 s.
- UK National Ecosystem Assessment. 2011. *The UK National Ecosystem Assessment: Synthesis of the Key Findings*. UNEP-WCMC, Cambridge. 87 s. <http://uknea.unep-wcmc.org/Re-sources/tabid/82/Default.aspx>

Ekosysteempipalveluiden uudet markkinat ja tuotekehitys

Matleena Kniivilä ja Olli Saastamoinen

Perinteisesti luonnonvaroja ja muita luonnon hyötyjä ja arvoja on pyritty turvaamaan julkisen politiikkaohjauksen ja lainsäädäntöön perustuvan sääntelyn keinoin. Näitä on usein tarvittu hillitsemään luonnonvarojen ehtymistä, kun markkinaehtoinen kysyntä on kasvanut. Aikojen kuluessa on kuitenkin huomattu, että myös hyvin toimivat markkinat ovat tärkeitä luonnonvarojen ja ekosysteempipalveluiden turvaamisessa, koska ne luovat näille arvoa ja siten motiivin kestävään käyttöön. Tässä luvussa pohditaan sitä, minkälaisia markkinoita tai markkinoita muistuttavia mekanismeja ekosysteempipalveluille voidaan tietoisesti luoda. Samalla pohditaan tuotteistamisen roolia ja merkitystä ekosysteempipalvelujen käytön kehittämisessä. Pääpaino on muissa kuin puuraaka-aineeseen perustuvissa hyödyissä.

Vain osalla ekosysteempipalveluista on nykyisin markkinat

Metsät tuottavat jonkin verran tuotteita ja hyötyjä, joita voidaan sellaisenaan myydä ja ostaa markkinoilla. Tällaisia ovat esimerkiksi raakapuu ja erilaiset keräilytuotteet. Näiden ekosysteempipalveluiden hinta määräytyy markkinoilla kysynnän ja tarjonnan perusteella. Yhteiskunnalle näissä hyödyissä ei ole tärkeää pelkästään varsinainen palvelu, vaan myös tuotanto- ja jalostusketju, joka alkaa esimerkiksi raakapuusta ja päättyy puutuotteisiin, kuten paperiin, puurakennuksiin, huonekaluihin ja puuesineisiin. Puu on metsien keskei-

sin tuotantopalvelu, ja siihen perustuvalla teollisuudella on edelleen suuri merkitys Suomen kansantaloudelle. Vuonna 2013 noin 20 % Suomen tavaraviennin tuloista saatiin metsäteollisuuden tuotteista.

Kaikkiaan kuitenkin vain pienellä osalla metsien ekosysteempipalveluista on valmiit markkinat. Joillekin ekosysteempipalveluille markkinat ovat luontaisesti kehittymässä kysynnän muuttuessa. Näistä saatavaa taloudellista hyötyä voidaan kasvattaa lisätuotteistamisella. Monet metsien tuotteistamista ekosysteempipalveluista ovat kuitenkin vähemmän konkreettisia ja usein myös sellaisia, joille ei voida määrittellä omistajaa tai ostajaa (taulukko 1).

Useat ekosysteempipalvelut ovat vapaasti kaikkien käytettävissä. Niitä ei vaihdeta normaaleilla markkinoilla, eikä niillä ole hintaa. Julkishyödykeluonne ja markkinattomuus aiheuttavat sen, että päätöksenteossa näiden hyötyjen yhteiskunnallista merkitystä ja vaikutusta hyvinvointiin ei useinkaan huomioida riittävästi. Tämä voi johtaa palveluiden kesämättömään käyttöön.

Markkinoiden luomisen edellytyksenä on ostajan ja myyjän olemassaolo

Sääntely on monien ekosysteempipalveluiden turvaamisessa keskeistä, ja joskus se on jopa ainoa mahdollinen keino. Joitakin ekosysteempipalveluja voidaan kuitenkin turvata luomalla markkinamekanismeja. Kun ekosysteempipalvelulla tai

Taulukko 1. Esimerkkejä suomalaisten metsien ekosysteempipalveluista ja markkinoiden luontimahdollisuuksista niille.

	Vapaasti kaikkien hyödynnettävissä	Vähentääkö käyttö muiden käyttömahdollisuuksia / hyötyä?	Ensisijainen tarjonnan tai olemassaolon ohjauskeino	Markkinoiden luonnin mahdollisuudet ja järkevyyt (+, +/-, -)	Mahdollinen ostaja	Mahdollinen myyjä
Fotosynteesi	kyllä	ei	sääntely	-	-	-
Hiilen sidonta	kyllä	ei	sääntely	+/-	valtio, yritykset	maanomistajat
Monimuotoisuus	kyllä/ei	ei/kyllä	sääntely	+/-	valtio, yritykset	maanomistajat
Maisema	kyllä/ei	ei/kyllä	sääntely, markkinat	+/-	valtio, yritykset, yksityiset henkilöt	maanomistajat, yrittäjät
Jokamiehenoikeudella kerättävät marjat ja muut luonnontuotteet	kyllä	kyllä (paikoitellen)	markkinat*	markkinat olemassa	yritykset, yksityiset henkilöt	yksityiset henkilöt, yritykset
Raakapuu	ei	kyllä	markkinat	markkinat olemassa	yritykset	maanomistajat
Riista	ei	kyllä	sääntely, markkinat	+ (markkinat osin olemassa)	yksityiset henkilöt, yritykset	yksityiset henkilöt, valtio, yritykset

*myyntiin tarjonta: luonnontuotteiden markkinat; tuotantomäärä metsässä: metsätalous

sen heikentymisellä on hinta, aiheutuvat kustannukset - tai hyödyt - on huomioitava taloudellisessakin päätöksenteossa.

Hinnan olemassaolo tekee mahdolliseksi sen, että ekosysteemipalvelun omistaja, metsänomistaja, voi harkita metsässään erilaisia tuotantovaihtoehtoja. Markkinoita luomalla voidaan kannustaa maanomistajia ylläpitämään yhteiskunnan kannalta tärkeitä palveluita, joista he itse eivät muuten hyötyisi. Esimerkkejä tällaisista palveluista ovat luonnon monimuotoisuus ja hiilen sidonta. Markkinoiden luomisella voidaan myös pyrkiä lisäämään toiminnan kustannustehokkuutta.

Markkinoiden syntymisen edellytyksenä on muun muassa se, että palvelun myyjä ja ostaja pystytään selkeästi määrittelemään. Ekosysteemipalveluiden myyjinä voivat olla niin maanomistajat, yrittäjät kuin yhteisötkin. Koska monet ekosysteemipalveluista ovat julkishyödykkeitä, usein niiden ainoa mahdollinen ostaja on valtio tai kunta tai joissakin tapauksissa myös globaali yhteisö. Joillekin ekosysteemipalveluille, jotka eivät ole puhtaasti julkishyödykkeitä, on enemmän ostajia. Tällöin markkinat voivat olla lähempänä normaaleja palveluiden tai hyödykkeiden markkinoita tai niiden kanssa samanlaiset. Ostajia voivat olla yritykset, yhteisöt, julkisen sektorin toimijat tai yksittäiset ihmiset.

Yritykset voivat käyttää ekosysteemipalvelua tuotannossaan. Palvelu on tällöin normaali tuotantopanos, jonka hinta määräytyy markkinoilla (esim. puu). Yritys voi kuitenkin ostaa myös täysin markkinattomia hyötyjä, jolloin se joissakin tapauksissa voi myös itse luoda markkinat palvelulle. Ostamisen motiivina voi olla halu turvata tuotantoprosessissa tarvittujen ekosysteemipalveluiden tuleva saatavuus

(esim. maksut ekosysteemipalvelun tuotannosta). Taustalla voi olla myös yhteiskuntavastuu ja PR-syyt, halu varautua mahdollisiin tuleviin säädöksiin tai jo olemassa olevat säädökset, jotka pakottavat esimerkiksi kompensoimaan toiminnasta aiheutuneen haitan.

Esimerkkejä uudenaikaisista markkinamekanismeista

Ekosysteemipalveluita myydään tai ohjailaan monenlaisen markkinoiden tai markkinoita joiltakin osin muistuttavien mekanismien kautta (taulukko 2). Hintoja luovat mekanismit ovat keskenään hyvin heterogeenisiä, eikä monilla niistä ole talousteorian mukaista yhteyttä markkinoihin. Joissakin tapauksissa julkisen sektorin rooli voi olla hyvin keskeinen eikä markkinoita synny ilman poliittisia päätöksiä. Julkisen ohjauksen kautta syntyviä ovat esimerkiksi erilaiset kaupattaviin oikeuksiin tai lupiin perustuvat mekanismit tai julkisen sektorin maksut ekosysteemipalveluiden tuottamisesta. Jälkimmäisestä esimerkki on metsänomistajien vapaaehtoisuuteen perustuva metsien suojeluohjelma METSO. Julkinen sektori osallistuu markkinoiden luomiseen ja ostaa palveluita, jotta ekosysteemipalvelut pysyisivät yhteiskunnan kannalta suotuisalla tasolla tai niitä voitaisiin lisätä tai parantaa.

Kaupattaviin oikeuksiin (*tradable permits*) perustuvissa mekanismeissa yhteiskunta asettaa rajan ekosysteemien käytön tai aiheutetun haitan tasolle. Kustannukset ekosysteemien käytöstä on sisäistetty palvelun käyttäjien, usein yritysten, maksettaviksi. Esimerkki tällaisesta mekanismista

Taulukko 2. Erilaisia markkinamekanismeja tai markkinoita joiltakin osin muistuttavia mekanismeja Pirardin (2012) mukaan. Taulukko on osin mukautettu Suomeen sopivaksi.

	Ominaispiirteitä	Esimerkkejä
Normaalit markkinat (direct markets)	Markkinat, joilla tuotteesta voidaan käydä suoraan kauppaa tuottajan ja kuluttajien (tai jatkojalostajien) välillä.	Puumarkkinat
Kaupattavat oikeudet (tradable permits)	Ad hoc -markkina, jossa ympäristöresurssin käyttäjän on hankittava oikeuksia/lupia (permits). Resurssin käyttäjät voivat käydä luvilla myös keskenään kauppaa.	Päästökauppa, luontoarvopankit (mitigation banking for biodiversity)
Tarjouskilpailut (reverse auctions)	Ympäristöhöydyn tarjoajat (esim. maanomistajat) asettavat hinnan, jolla maa-alue tms. olisi käytössä huutokaupan järjestäjän (julkisvalta) toivomaan tarkoitukseen (esim. suojelu).	USA:n Conservation Reserve Program ja Australian Bush Tender -ohjelmat, joissa valtio maksaa maanomistajille tiettyjen maankäyttömuotojen/palveluiden säilyttämisestä tai tuottamisesta
Coasean-tyyppiset sopimukset (Coasean-type agreements)	Kumpaakin osapuolta hyödyttävä ympäristöhöydytysten omistusoikeuksien vaihto, ihanteellisimmassa tapauksessa ilman julkisvallan väliintuloa.	Maisema-arvokauppa, METSO:n vapaaehtoiset suojelusopimukset
Sääntelyyn perustuvat hintamekanismit (regulatory price signals)	Sääntelyn kautta nostetut/lasketut suhteelliset hinnat	Ympäristöverot
Vapaaehtoiset hintamekanismit (voluntary price signals)	Järjestelmät, joilla tuottajat osoittavat tuotannon olevan ympäristöystävällistä ja saavat tätä kautta markkinahyötyä (esim. korkeammat hinnat).	Metsäsertifiointi, vapaaehtoiset ympäristömerkit

on päästökauppa. Vastaavan tyyppisiä mekanismeja ovat ns. luontoarvopankit, joita käytetään monimuotoisuuden suojelemiseen. Ne ovat alueita, joissa maanomistajat ylläpitävät ja parantavat esimerkiksi suojelua tarvitsevien lajien elinympäristöjä tai muita arvokkaita luontoympäristöjä. Kun monimuotoisuuden taso on tietyllä sovitulla tasolla, voi maanomistaja myydä luontoarvopankistaan osuuksia niitä tarvitseville. Osuuksia voivat ostaa esimerkiksi yritykset, jotka korvaavat niillä luonnolle aiheuttamia vahinkoja. Osuuksien hinta voi määräytyä vapaasti markkinoilla. Luontoarvopankkeja ovat esimerkiksi USA:ssa käytössä oleva Conservation Banking -mekanismi ja Australian BioBanking -ohjelma.

Tarjouskilpailuissa (*reverse auctions*) viranomaiset pyytävät tarjouksia suojeltavista kohteista esimerkiksi luontoarvoiltaan arvokkaiden resurssien omistajilta. Maanomistajat esittävät hintapyynnön, jolla he ovat valmiita tarjoamaan kohdettaan suojeluun. Viranomaiset jakavat käytössä olevat suojeluvuorot eri kohteisiin tiettyjen kriteerien perusteella. Mekanismeja käytetään muun muassa Australian Bush Tender -ohjelmassa, jossa valtio maksaa maanomistajille arvokkaiden luontokohteiden suojelusta.

Ekosysteempalveluita myydään markkinoilla myös sertifiointia kautta. Sertifiointiin avulla myydään tietynlaisia tuotantotapaa, joka voi olla esimerkiksi ekosysteempalveluita säästävää. Tuotantotavan kautta tuottaja toivoo voivansa nostaa tuotteesta saatavaa hintaa. Joskus sertifiointijärjestelmään kuuluminen on kuitenkin käytännössä ehto markkinoilla mukana olemiselle (esim. metsäsertifiointi Suomessa).

Sekä luontoarvopankeissa että sertifiointissa on useita ostajia ja myyjiä - ainakin ihannetapauksessa - ja hinnat määräytyvät vapaasti markkinoilla. Joissakin tapauksissa myyjiä ja ostajia voi olla vain yksi. Näin on esimerkiksi metsänomistajan ja matkailuyrittäjän tai metsänomistajan ja metsään rajoittuvan kesämökin omistajan toteuttamassa maisema-arvokaupassa. Siinä metsänomistaja sitoutuu hoitamaan metsäänsä sovitun mukaisesti tai pidättäytymään päätehakkuista sovitun ajan. Kaupankäynnin yksityiskohdat vaihtelevat paljon tilanteen mukaan, eivätkä yhdessä tapauksessa käytetyt ehdot välttämättä päde toisessa tapauksessa. Esimerkiksi Metsähallitus ja matkailuyritykset ovat tehneet sopimuksia maisemanhoidosta, joissa matkailuyritykset korvaavat ainakin osan maisemanhoidosta aiheutuvis- ta kustannuksista.

Tuotteistamisella markkinoille - tuotekehityksellä kilpailuetuja

Edellä esitetyissä mekanismeissa pyritään hintoja ja kustannuksia määrittelemällä muuttamaan toimintaa yhteiskunnan kannalta optimaalisempaan ja ekosysteempalveluita turvaavaan suuntaan. Ekosysteempalvelujen tuotteistamisen ja tuotekehitys liittyvät sen sijaan suunniteltuun tai olemassa olevaan yritystoimintaan. Yritystoiminnan keskiössä on tuote, jonka valmistuksella ja myynnillä yksityinen yrittäjä hankkii toimeentulonsa ja yritys liikevaihtonsa ja kannattavuutensa. Tuote voi olla aineellinen tuote (esim. puutavara tai luonnon marjat), palvelutuote (opastettu retki luonnossa, vetovoimainen maisema) tai niiden yhdistelmä (opaste-

tun retken yhteydessä nautitaan itse pyydetty kala nuotiolla). Sama luonnontuote voi olla kulutushyödyke, mistä ovat esimerkkinä torilla myytävät marjat, tai tuotantohyödyke, josta esimerkkinä mainittakoon mehuteollisuuden raaka-aine.

Nämä esimerkit viittaavat jo siihen, että ekosysteempalvelujen tuotteistaminen on perinteisesti liittynyt joko luonnon tuotantopalveluihin tai kulttuuripalveluihin. Useat sääteley- ja ylläpitopalvelut ovat hiilen sidonnan kaltaisia julkisia hyödykkeitä, joiden edistämiseksi edellä kuvattu markkinoiden luominen on keskeistä. Toisaalta siinäkin on kysymys tuotteistamisesta, kun muotoillaan, millä tavoin esimerkiksi metsänomistajan metsässään tuottama hiilen sidonta määritellään, mitataan ja kontrolloidaan korvausten suorittamiseksi.

Tuotteistaminen onkin usein yleisellä tasolla määritelty mahdollisuuksien muuttamiseksi maksulliseksi tuotteeksi. Tällä tavoin tuotteistamista on käsitelty esimerkiksi matkailun yhteydessä. Tuotteistamista ja tuotekehitystä on usein käytetty samaa asiaa tarkoittavana. Tuotekehitys on kuitenkin laajempi ja systemaattisempi prosessi, jossa luodaan joko kokonaan uusi tuote tai kehitetään jo olemassa olevaa vastaamaan paremmin asiakkaiden tarpeita ja odotuksia, niin että saadaan kilpailuetua muihin nähden.

Useimmissa tapauksissa tuotekehityksessä on kysymys olemassa olevien tuotteiden kehittämisestä. Kehittäminen on myös merkinnyt tuotteiden jalostamista. Näin on tapahtunut esimerkiksi metsätaloudessa ja metsäteollisuudessa. Raakapuun viennin asemasta tukkipuuta jalostetaan sahatavaraksi, liimapuuksi, rakennuskomponenteiksi ja valmistaloiksi. Sellu on pyritty metsäteollisuudessa jalostamaan yhä korkealaatuisemmiksi papereiksi. Kaikilla tuotteilla on kuitenkin elinkaarensa ja puukuidusta pyritään paperin rinnalle kehittämään uusia biomateriaaleja, biopoltoaineita ja esimerkiksi lääketieteellisuuden tuotteita.

Suomessa on paljon myös luontomatkailuun ja luonnon- tuotteisiin liittyvää tuotteistamista. Etenkin luontomatkailun alalla tuotteistaminen ja tuotekehitys on edennyt ripeästi matkailun kasvun myötä. Suuret pohjoisen luontomatkailukeskukset tarjoavat monipuolisia luonto- ja liikuntakokemuksia patikoinnista ja murtomaahiihdosta lasketteluun ja koiravaljakkosafareihin. Itse asiassa monet keskukset, kuten Ruka ja Levi, ovat onnistuneet tuotteistamaan itsensä jo merkkituotteiksi, brändeiksi (kuva 1). Kansainvälisessä luontomatkailussa puolestaan kansallispuistoista on tullut merkkituotteita, jotka vetävät puoleensa matkailijoita. Näin on tapahtunut Suomessakin sitä mukaa kun puistojen palveluvarustusta ja markkinointia on kehitetty.

Luonnonmarjoja on Suomesta viety sellaisenaan ainakin kahden vuosisadan ajan. Vasta viime vuosikymmeninä on tuotekehitykseen kiinnitetty määrätietoisesti huomiota. Tuotekehityksen perustaksi on luonnontuotteiden kohdalla muodostunut tieteellinen tutkimus. Etenkin tuotteiden markkinoinnissa käytettävät ravitsemus- ja terveysväitteet tarvitsevat tuekseen tieteelliseen tutkimukseen perustuvan näyttön. Tutkimuksia ohjaa erityisesti Euroopan parlamentin ja neuvoston tiukka asetus (EY) N:o 1924/2006 elintarvikkeita koskevista ravitsemus- ja terveysväitteistä. Tutkimustietoa on jo koottu yhteen siitä, mitä keskeisiä ravitsemuksellisia ja terveydellisiä vaikutuksia on karpalolla, puolukalla, mus-



Kuva 1. Hyvät opasteet ja polut lisäävät luontoalueen kiinnostavuutta. Kuva: Matleena Kniivilä.

tikalla, variksenmarjalla, mustaherukalla, tyrnillä, mansikalla ja lakalla. Tietoa on koottu sekä alan yrittäjien tarpeisiin että tarvittavan lisätutkimuksen koordinaation ja tuotekehittelyn jatkamisen tueksi. Etenkin terveystieteiden todistaminen vaatii pitkäjänteistä ja monipuolista tutkimusta.

Luontomatkailu ja luonnontuotteet ovat osa vihreään hyvinvointiin liittyvää liiketoimintaa (kuva 2). Niiden tarjoamia mahdollisuuksia on alettu tunnistaa viime vuosina. Mahdollisuuksien hyödyntäminen edellyttää usein sellaisten yritysten, julkisen talouden yksiköiden ja tutkimusorganisaatioiden yhteistyötä, joiden perinteinen toiminta on ollut kaukana toisistaan. Toiminta voi olla myös osin etäällä perinteisestä luonnon hyödyntämisestä, sillä raaka-aineiden sijasta kaupaa käydään tuotteilla ja palveluilla, jotka liittyvät sekä erilaisiin elämyksiin ja merkityksiin että keskeisimpiin perustarpeisiin - terveyteen ja ravintoon - ja jotka ekosysteemit ja ihmisyhteisöt saavat yhdessä aikaan.

Kaupankäynti ekosysteemipalveluilla ei ole uusi asia, vaan niitä on ostettu ja myyty aina. Niistä melko suoraan tai jatkojalostuksen kautta saatavat rahavirrat ovat aina olleet keskeisiä Suomen kansantaloudelle. Uudempaa on se, että hinnan määrittäviä keinoja on kehitetty myös niille hyödyille, joilla

markkinoita ei luontaisesti ole. Mekanismin kehittäminen on suora seuraus joidenkin ekosysteemipalveluiden kestävästä käytöstä sekä siitä aiheutuneesta palveluiden laadun ja määrän heikentymisestä ja niukkuudesta. Uudenlaisten mekanismien merkitys kasvaa myös Suomessa tulevana vuosina.

Hintoja luovat mekanismit ovat keskenään hyvin erilaisia. Yhteistä mekanismeille on, että niiden avulla pyritään suuntaamaan ekosysteemipalveluiden käyttöä yhteiskunnan kannalta optimaaliseksi määrittämällä hyödyille ja haittoille hinta. Hinta toimii signaalina, jonka ansiosta osapuolet ehkä muuttavat käyttäytymistään ja välttävät lisä sääntelyä. Mekanismin kehittämisessä ajatuksena ei ole, että kaikista olisi käytävä kauppa, vaan tavoitteena on korjata olemassa olevia vääristymiä. Määritetty hinta ei välttämättä kuitenkaan kuvaa hyödyn tai haitan todellista taloudellista arvoa, eikä hintojen määrittäminen johda automaattisesti suurempaan kustannustehokkuuteen.

Hintoja luoviin mekanismeihin liittyy erilaisia riskejä ja heikkouksia. Jos seuranta on heikkoa tai toteutuksessa otetaan suuria riskejä, esimerkiksi luontoarvopankit voivat pahimmassa tapauksessa johtaa jopa luonnon monimuotoisuuden vähenemiseen, vaikka tavoite on päinvastainen. Se,



Kuva 2. Turisteille porot ovat osa Lapin luontomatkailun vetovoimaa, paikallisille asukkaille porotalous on luontoon perustuva elinkeino. Kuva: Erkki Oksanen, Luke.

että palvelulla on hinta, ei myöskään takaa palvelun säilymistä tai vähennä haittaa, jos hinta ei syystä tai toisesta vastaa hyödyn tai haitan todellista arvoa. Joissakin tutkimuksissa markkinamekanismin käytön on myös huomattu heikentäneen ihmisten päätösten eettisyyttä. Tämä on herättänyt epäilyksiä markkinoiden luomisen sopivuudesta aineettomien palveluiden ohjauskeinoksi.

Hyvin toteutettuna ja tehokkaasti seurattuna hintojen määrittäminen ja markkinamekanismien käyttäminen voi kuitenkin parantaa ekosysteemipalveluiden laatua ja määrää. Hintojen olemassaolo tuo ekosysteemipalvelut selvemmin osaksi päätöksentekoa ja konkretisoi palveluiden merkitystä. Myös metsänomistajalle hinta tuo mukanaan lisää vaihtoehtoja tuotannon monipuolistamiseen.

Ekosysteemipalvelujen tuotteistaminen ja tuotekehitys on yrittäjä- ja toimijalähtöinen, aktiivinen ja innovatiivinen tapa jalostaa luonnon tuotteita ja palveluja. Muunnellut tai uudet tuotteet tyydyttävät entistä paremmin olemassa olevia ja muuttuvia markkinoita ja asiakkaita. Alan toimijat voivat tuoda uutta työtä ja vaurautta sekä itselleen että yhteiskunnalle.

Kirjallisuus

- European Forest Institute (EFIMED), University of Natural Resources and Applied Life Sciences (BOKU), Alterra & Confederation of European Forest Owners (CEPF). 2008. Study on the Development and Marketing of Non-Market Forest Products and Services. DG AGRI, Study Contract No: 30-CE-0162979/00-21, Study Report. November 2008. 137 s. http://ec.europa.eu/agriculture/analysis/external/forest_products_report_en.pdf
- Kniivilä, M. ja Saastamoinen, O. 2013. Markkinat ekosysteemipalveluiden ohjaus- ja edistämiskeinona. Pellervon taloustutkimus, Helsinki. PTT työpapereita 154. 32 s. [Linkki](#)
- Komppula, R. ja Boxberg, M. 2005. Matkailuyrityksen tuotekehitys. Edita Prima, Helsinki. 176 s.
- Naskali, A., Hiedanpää, J. ja Suvantola, L. 2006. Biologinen monimuotoisuus talouskysymyksenä. Ympäristöministeriö. Suomen ympäristö 48. 141 s. [Linkki](#)
- Pirard, R. 2012. Market-based instruments for biodiversity and ecosystem services: A lexicon. Environmental Science & Policy 19–20: 59–68. [Linkki](#)
- TEEB. 2012. The Economics of Ecosystems and Biodiversity in Business and Enterprise. Edited by Joshua Bishop. Earthscan, London & New York. 270 s. [Linkki](#)
- Törrönen, R., Riihinen, K., Sarkkinen, E. ja Feodoroff, R. 2013. Selvitys marjojen terveysvaikutusten kliinisestä tutkimusnäytöstä: karpalo, puolukka, mustikka, variksenmarja, mustaherukka, tyrni, mansikka, lakka, marjaseokset. OSKE-osaa- miskeskusohjelma. Itä-Suomen yliopisto ja Oy Foodfiles Ltd. 99 s. [Linkki](#)

Metsästyksen ja riistan taloudellinen arvo

Markus Kankainen, Kaija Saarni ja Jyrki Pusenius

Metsästyksen ja riistan yhteiskunnallinen arvo

Metsästyksen arvon määrittäminen on tärkeää, että sen yhteiskunnallista merkitystä voidaan arvioida luonnonvarojen käytön säätelyyn kohdistuvassa päätöksenteossa ja suhteessa muiden toimialojen arvoon. Riistan tuottamia hyötyjä on verrattu muun muassa sen aiheuttamiin maa- ja metsätalousvahinkoihin. Viime vuosina uusien suojelualueiden perustamishankkeet ovat nostaneet metsästyksen tuottamat hyödyt yhteiskunnalliseen keskusteluun, koska suojelualueet rajoittavat metsästystä ja siten kyseisen luonnonvaran tuottamaa arvoa. Riista on merkittävä hyödyke elintarvikkeena, mutta saalis on vain osa metsästyksen tuottamasta taloudellisesta arvosta. Toisaalta, metsästystä ei olisi ilman riistaa, joten riistasaaliit vaikuttavat myös metsästyksestä syntyvään arvoon.

Metsästyksen merkitys harrastuksena ja elintarvikelahteenä on säilynyt Suomessa, vaikka yhteiskunnallinen muutos; esimerkiksi kaupungistuminen ja maanomistus, on ollut nopeaa. Rekisteröityneiden metsästäjien määrä on kasvanut aina 2010 -luvulle asti ja nykyisin metsästäjiä on yli 310 000. Metsästyspäiviä kertyy vuosittain 6 miljoonaa. Riista on myös luonnonvara, jonka ympärille voidaan rakentaa elinkeinotoimintaa.

Riistan ja metsästyksen arvoa voidaan tarkastella eri näkökulmista ja eri menetelmillä. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos on tilastoinut riistasaaliin arvoa kappalemäärien ja vakuutuskorvaushintojen perusteella. Vuonna 2012 suomalaisen riistasaaliin arvoksi arvioitiin tällä menetelmällä noin 80 miljoonaa euroa, josta hirven osuus oli vajaa 60 miljoonaa euroa.

Kun toimialan tai tuotteen yhteiskunnallista arvoa arvioidaan, kansantaloudellinen hyöty lasketaan perinteisesti tuotannon jalostusarvosta. Vastaavasti metsästysharrastusta tai riistasaalista voidaan arvottaa kyseisellä lähestymistavalla. Jalostusarvo perustuu arvonlisään, joka syntyy tuotantoketjussa yritysten tuotantopanoksista, työstä, investoinneista ja voitosta. Bruttokansantuote sisältää kaikkien tuotantoalojen yhteenlasketun arvonlisän.

Toimialakohtaisen jalostusarvon lisäksi metsästys harrastuksena tuottaa yhteisöllisiä ja hyvinvointiin liittyviä hyötyjä sekä ekosysteemipalveluita, joiden arvon mittaaminen on haastavaa. Metsästyksen liittyvä olennaisesti esimerkiksi virkistysarvo, josta metsästäjät ovat saaliin lisäksi valmiita maksamaan. Muidenkin markkinahinnattomien hyötyjen määrittämiseen on kehitetty menetelmiä, joilla pyritään arvioimaan metsästyksen kokonaisarvoa.

Riistasaalismääriin perustuva arvo

Riistasaalismääriin perustuvaa arvoa voidaan hyödyntää, kun arvioidaan, miten muuttuvat riistakannat tai saalismäärät vaikuttavat metsästyksen taloudelliseen arvoon. Riistaa on mahdollista arvottaa eri lähestymistavoilla. Taloudellista arvoa voidaan arvioida eri asiayhteyksissä vakuutusyhtiöhintoja perusteellisemmin, jos riistan yksikköhintana käytetään esimerkiksi riistan vähittäismyyntihintaa, metsästäjien myyntihalukkuushintaa tai metsästäjien ostohalukkuushintaa. Lisäksi taloudellinen arvo voidaan määrittää metsästyksustannusten perusteella.

Saalismäärät

Taloudellisesti merkittävin riistaeläin on hirvi (*Alces alces*) (kuva 1). Hirvien määrään vaikuttaa se, kuinka paljon metsästyslupia myönnetään. Tähän taas vaikuttavat taloudellisten tekijöiden ohella ekologiset ja sosiaaliset tekijät. Viime vuosina hirvien yhteenlaskettu teuraspaino on ollut 6-10 miljoonaa kiloa. Muiden hirvieläinten, eli valkohäntäkauriin (*Odocoileus virginianus*) ja metsäkauriin (*Capreolus capreolus*), teuraspainot ovat olleet yhteensä noin miljoona kiloa ja pienriistaeläinten saalismäärä noin miljoona kiloa (kuva 2).

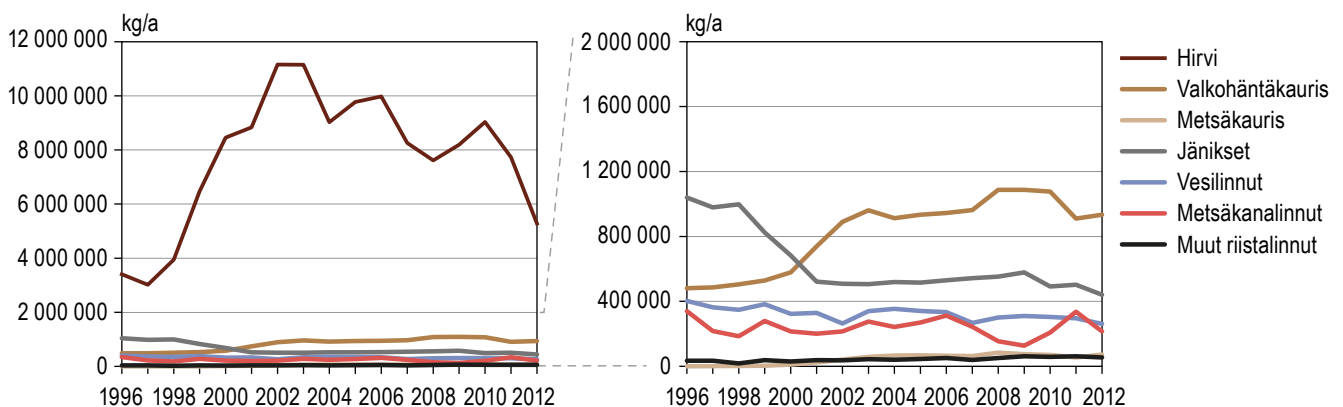
Kilomääräisen tarkastelutavan lisäksi saalis voidaan laskea kappalemääräisesti, jolloin pienriistasaaliiden merkitys kasvaa. Kilomääriä ei olekaan perusteltua käyttää esimerkiksi silloin, kun arvioidaan riistalintujen määrän vaikutusta metsästysmatkailun arvoon. Lukumääräisesti riistasaaliiksi saadaan eniten vesilintuja, joita ammutaan vuosittain noin puoli miljoonaa. Sepelkyyhkyjä (*Columba palambus*) metsästetään 200 000 yksilöllä, samoin metsäkanalintuja. Metsäjäniksiä (*Lepus timidus*) ja rusakoita (*L. europaeus*) (kuva 3) pyydetään yhteensä 200 000 yksilöllä. Lisäksi pyydetään supikoiria (*Nyctereutes procyonoides*), kettuja (*Vulpes vulpes*) ja minkkejä (*Neovison vison*) yhteensä noin 300 000 yksilöllä.

Markkinat liian pieniä luotettavaan arviointiin

Vähittäishintaa voidaan lähtökohtaisesti pitää luotettavana riistan arvon mittarina. Arviointia vaikeuttaa kuitenkin se, että vain noin prosentti kotimaisesta saaliista kulkeutuu metsästyksenseurueiden tai yksittäisten metsästäjien kautta vähittäismyyntiin ja ravintoloihin. Lisäksi monilla riistaeläinlajeilla ei ole vähittäishintaa, sillä ne eivät päädy markkinoille. Koska riistaa on markkinoilla niukalti, asettuu markkinahinta nykyisin korkeaksi. Kuvassa 4 esitetään riistan vähittäishintaan perustuva arvo. Se on kuitenkin teoreettinen, koska siinä ole-



Kuva 1. Taloudellisesti tärkein riistaeläin on hirvi (*Alces alces*). Viime vuosina hirvien teuraspainot ovat olleet 6–10 miljoonaa kiloa. Kuva: Erkki Oksanen, Luke.



Kuva 2. Riistaeläimistä saadun lihan määrä kilogrammoina vuosittain.



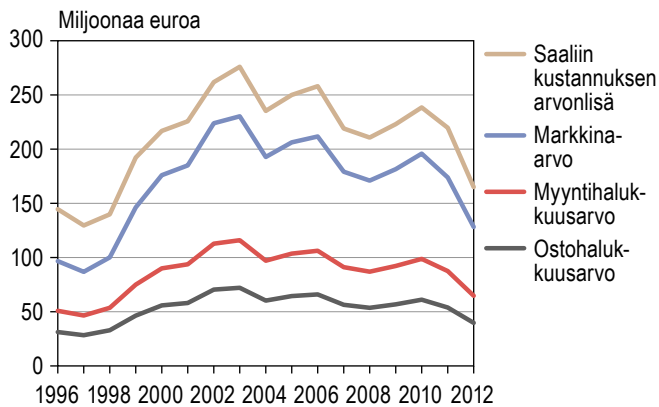
Kuva 3. Rusakon (*Lepus europaeus*) tyypillistä elinympäristöä ovat peltoaukeat. Metsäjänis (*L. timidus*) viihtyy paremmin metsissä. Metsäjäniksiä ja rusakoita ammutaan vuodessa noin 200 000. Kuva: Erkki Oksanen, Luke.

tetaan, että koko riistan lihamäärän ja pienpetojen turkisten arvo määräytyisi vähittäishinnan perusteella, vaikka vain pieni osa lihasta ja turkiksista päätyy vähittäismarkkinoille.

Riistan vähittäismarkkinahintoja ei ole tilastoitu, mutta alustavaa selvitystä varten on kerätty hirven, kauriin ja pienriistan markkinahintoja vuosina 2011 ja 2013 neljästä vähittäisliikkeestä Varsinais-Suomessa. Hirvieläinten lihan keskimääräiseksi markkinahinnaksi laskettiin 24 euroa/kilo (kuva 5). Kun hävikki otetaan huomioon, teuraspainoksi muutettuna markkinahinta oli vajaa 17 euroa/kilo.

Pienriistan markkinahinta oli löydettävissä sorsalinnuille, sepelkyhkyille ja metsäjäniksille. Kilohinnat olivat noin 20 euroa, jolloin kyyhkynkokoisten riistalintujen kappalehinta oli noin 10 euroa, sorsien ja kanalintujen 15 euroa sekä metsäjänisten noin 60 euroa.

Pienpetojen turkiksille on myös markkinahinta, samoin hirvieläinten taljoille, mutta vain pieni osa pyydetyn riistan



Kuva 4. Saaliin arvo eri arvottamistavoilla.



Kuva 5. Vuosina 2011 ja 2013 Varsinais-Suomen vähittäiskaupassa hirven keskimääräiseksi markkinahinnaksi laskettiin 24 euroa/kilo. Kuva: Erkki Oksanen, Luke.

turkeista hyödynnetään. Riistalajista, turkiksen laadusta ja määrästä riippuen tuottaja- eli metsästäjähinnat ovat olleet 10–60 euroa. Ketun, supikoiran ja hirvieläinten nahoista hyödynnetään noin 10 % ja näätien nahoista lähes kaikki. Turkkien vähittäishinta voi muodostua erittäin korkeaksi, kun tuotetta jalostetaan edelleen. Erityisen hyvälaatuisten turkkien tuottajahinnat voivat olla paljon esitettyjä arvoja korkeampia.

Arvo metsästäjän myynti- tai ostohalukkuushinnan perusteella

Tutkimuksen mukaan suurin osa saaliiksi saadun hirven ja kauriin lihasta, noin 70 %, kulutetaan metsästäjien kotitalouksissa. Lisäksi metsästäjät myyvät lähipiiriinsä noin 10 % saaliista, ja saman verran he lahjoittavat lähipiiriinsä. Siksi voi olla perustellumpaa määrittää saaliin arvo metsästäjän mielipiteen mukaan kuin vähittäisportaan markkinahinnan perusteella.

Myyntihalukkuushinnan perusteella voidaan arvioida, kuinka korkealle metsästäjät arvostavat saaliinsa ja mistä hinnasta he olisivat valmiita luopumaan siitä. Koska riista on

myös metsästäjien keskuudessa niukka hyödyke, 60 % metsästäjistä ei myy saalista mistään hinnasta. Ne metsästäjät, jotka myivät osan hirvisaaliistaan, saivat lihasta teuraspainoksi muutettuna keskimäärin 8,30 euroa/kilo vuonna 2010.

Ostohalukkuushinnassa metsästäjät arvioivat riistalihan arvon suhteessa muihin markkinoilla oleviin vaihtoehtoisiin elintarvikkeisiin. Metsästäjien ostohalukkuushinnaksi arvioitiin hirvenlihan käyttöä koskevassa tutkimuksessa vuonna 2010 keskimäärin 5,30 euroa/kilo. Molemmista tapauksissa henkilökohtaisella saalismäärällä on vaikutusta ostotai myyntihintaan, minkä vuoksi subjektiivisia hintoja on vaikea verrata vähittäishintoihin. Kuvassa 4 esitetään pienriistan osto- ja myyntihalukkuusarvo samaksi kuin hirven, sillä vastaavanlaista kyselyä ei ole tehty pienriistasta.

Tuotannon arvo tuotantopanosten eli metsästyskustannusten perusteella

Riistan metsästyskustannukset voidaan rinnastaa tuotantokustannuksiin, kun arvioidaan yhteiskunnalle aiheutuva markkinaperusteista arvoa eli sitä arvoa, joka riistasta ja metsästyksestä todellisuudessa maksetaan. Harrastuksesta syntyy yhteiskunnalle arvonlisää (mm. työpaikat sekä muiden tuotantoresurssien ja voiton synnyttämä arvonlisä), joka on laskettavissa metsästyksen käytettyjen kustannusten perusteella.

Keskivertometsästäjä kulutti vuonna 2009 harrastukseensa noin 950 euroa ja hirvenmetsästäjä vuonna 2010 keskimäärin 1 073 euroa. Kun kustannus jaetaan keskimääräisellä metsästäjäkohtaisella saaliin määrällä (62 kg vuonna 2010), hirvenlihan tuotantokustannukseksi saadaan 17,30 euroa/kilo. Pienriistan osalta on selkeämpää laskea kappalehinta kuin kilokohtainen kustannus. Pienriistan kappalehinta on noin 40 euroa.

Kustannusperusteinen arvottaminen on ainoa lähestymistapa, joka mittaa koko saaliin vaihdantaa markkinoilla. Metsästyskustannuksen arvon määrittäminen on kuitenkin ongelmallista, jos arvioidaan erikokoisten riistasaaliiden arvoa ja riistan yksikkökustannusta esimerkiksi kannanhoito suunnittelun yhteydessä. Metsästyksen kustannukset eivät muutu samassa suhteessa saalismäärien kanssa. Jos riistakanat ovat runsaita, saalista on mahdollista saada enemmän pienemmillä metsästyskustannuksilla.

Jos kustannusperusteista lähestymistapaa sovelletaan riistan arvottamiseen, kustannukset pitävät sisällään myös muita hyötyjä, kuten metsästyksen virkistysarvon. Metsästyksen kustannukset ovat keskimäärin vähittäishintaa suuremmat, mikä osaltaan selittää sen, miksi markkinoille ei kulkeudu suuria riistamääriä.

Metsästyksen jalostusarvo ja kokonaisarvo

Jalostusarvo

Riistan yhteiskunnallinen jalostusarvo saadaan, kun metsästyskustannuksiin lisätään arvonlisä, joka riistan jalostuksesta maksetaan elinkeinotoiminnalle. Suurin osa riistasta käsitellään ja kulutetaan metsästäjien omissa kotitalouksissa tai

lähipiirissä sellaisenaan. Näiltä osin se ei lisää jalostusarvoa. Pieni osa, noin prosentti, riistan määrästä päätyy elintarvikeketjun avoimille markkinoille, jolloin sen arvo kasvaa jalostamoissa, tukkukaupoissa, vähittäismyymälöissä ja suurkeittiöissä. Edelleen pienen, mutta huomattavasti avointa markkinaosuutta suuremman määrän, noin 7,5 % riistasaalista, metsästäjät tai metsästyssurveet jalostavat omaan käyttöön tai lähipiiriinsä rahtijalostamoiden palveluiden kautta.

Rahtijalostamoissa riistasta jalostetaan leikkeleitä, makkaraa ja säilykkeitä sekä tuotetaan lihanleikkauspalveluita. Keskimääräiseksi jalostushinnaksi rahtijalostamoissa laskettiin hirven käyttöä koskevassa kyselyssä 2,35 euroa/kilo vuonna 2010. Vähittäismyymälöistä saatava arvonlisä oli noin 10 euroa/kilo, kun vähittäishinnasta (16,70 euroa/kilo) vähennettiin tukkuperia hankintahinta 7 euroa/kilo eli hinta, jolla metsästyssurveet ovat myyneet riistaa elintarvikeketjun käyttöön.

Pääosa riistasaaliin ja metsästyksen jalostusarvosta muodostuu arvonlisästä, joka aiheutuu metsästyskustannuksista. Kun noin 210 000 aktiivista metsästäjää kuluttaa 950 euroa harrastukseen, sen liiketoimintaa lisäävä arvo on yli 200 miljoonaa euroa. Vähittäiskaupan ja ravintoloiden tuottama arvonlisä kotimaiselle riistalle on miljoona euroa ja rahtijalostamoiden arvonlisä noin kaksi miljoonaa euroa, koska vain pieni osa riistasaaliista ohjautuu elintarvikeketjun käyttöön.

Kokonaisarvo

Metsästyksen kokonaisarvo voidaan määrittää myös ympäristötaloudellisista lähtökohdista, jolloin siihen sisältyy sekä markkinaperusteisia eli hinnoiteltuja että ei-markkinahintaisia arvoja. Kokonaisarvon lähtökohdista voidaan pitää metsästyksestä saatuja hyötyjä, jotka muodostuvat saalislihan arvon ja metsästyksen virkistysarvon perusteella. Vastavasti kokonaisarvo voidaan määrittää metsästyskustannusten ja sen lisäksi muodostuvan kuluttajajäljämän eli nettoarvon perusteella.

Ruotsissa metsästyksen kokonaisarvo on selvitetty haastatteluisia: millä hinnalla metsästäjät olisivat valmiita luopumaan harrastuksestaan? Tutkimuksen perusteella metsästyksen metsästäjäkohtaiseksi arvoksi arvioitiin noin 1 200 euroa vuosina 2005 ja 2006. Metsästyskustannusten osuus kokonaisarvosta oli eri puolilla maata 61–67 % ja metsästyksestä saatava nettohyöty vastaavasti 33–39 %. Saalislihan osuus kokonaisarvosta oli 30–52 %.

Suomen metsästyksen kokonaisarvo sekä saaliin ja virkistysarvon suhde voidaan määrittää olettamalla, että ”metsästyksestä luopumisen arvo” on Suomessa yhtä suuri kuin Ruotsissa. Valitulla lähestymistavalla arvo olisi ollut vuonna 2010 noin 1 400 euroa, kun inflaatio on otettu huomioon. Tästä lihan arvo on 459 euroa, kun arvo määritellään sen perusteella, mihin hintaan suomalaiset hirvenmetsästäjät olisivat valmiita myymään sitä. Näin virkistysarvon osuus metsästäjää kohti laskettuna olisi 941 euroa. Nettoarvo puolestaan olisi 450 euroa, kun suomalaisten keskimääräiseksi metsästyskustannukseksi on arvioitu 950 euroa. Metsästyksen kansantaloudelliseksi kokonaisarvoksi muodostuu noin 300 miljoonaa euroa vuodessa, kun huomioidaan aktiivisten met-

sästäjien määrä (kuva 6). Vuonna 2012 normaalia pienempien hirvisaaliiden takia metsästyksen arvo oli noin 33 miljoonaa euroa pienempi kuin vuonna 2010.

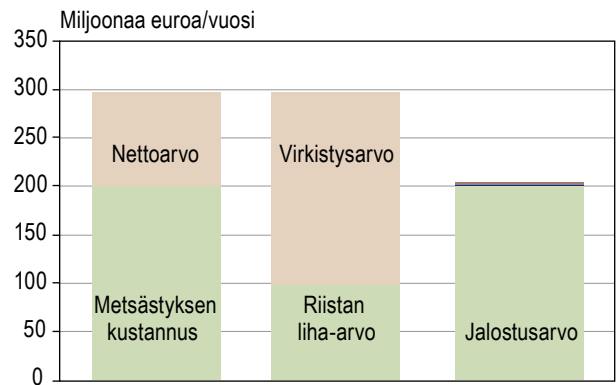
Metsästyksen ja riistan arvoon vaikuttavia tekijöitä

Metsästyksen kokonaisarvoon ei ole sisällytetty riistaelintarvikkeita. Markkinoille päätyvä riista lisää jalostusarvoa merkittävästi. Metsästystä tukevat toimialat, esimerkiksi matkailu ja metsästysvälineiden valmistus, ovat sidoksissa muihin maihin. Myöskään toimialojen välillisiä, kansantaloudellisia vaikutuksia ei ole huomioitu taloudellisessa arvotamisessa.

Metsästäjien saaliin hankkimiseen käytettyä työtä ei ole laskettu lisäarvoa lisäävänä tuotantopanoksena, koska työtä ei makseta käytännössäkään. Metsästystyön arvo olisi noin 600 miljoonaa euroa vuodessa, jos työtä tehtäisiin 100 euron päivähinnalla. Tällainen metsästystyön arvon laskeminen voi olla perusteltua, kun halutaan ottaa huomioon myös riistanhoidon arvo tai riistakantojen hoidon vaihtoehdot kustannukset valtiolle.

Kokonaisarvottamista on mahdollista lähestyä laajemmin

Kokonaisarvottamisessa perehdyttiin tässä yhteydessä riistasaaliin ja virkistysarvon tuottamaan arvoon. Kokonaisarvoa voi mitata laajemmin ottamalla mukaan muita ekosysteemi- ja palveluiden tuottamia, institutionaalisia hyötyjä tai toimialoja, joihin metsästyksellä on kerrannaisvaikutuksia. Institutionaalisia harrastuksen aiheuttamia hyötyjä voivat olla esimerkiksi terveysvaikutukset tai sosiaaliset hyödyt. Tässä yhteydessä ei arvioitu myöskään riistan aiheuttamia taloudellisia vaikutuksia maa- tai metsätalouteen tai liikenteeseen.



Kuva 6. Metsästyksen kokonaisarvo jaettuna metsästyskustannuksiin ja nettoarvoon sekä liha- ja virkistysarvoon. Riistan jalostusarvo muodostuu pääosin metsästyskustannuksista: vain pieni osa myydään markkinoille, jolloin jalostuksen ja kaupan arvonlisä on pieni.

Ekologiset, sosiaaliset ja institutionaaliset tekijät vaikuttavat riistamääriin ja metsästyksen arvoon

Valtio sääntelee riistaeläinten määrää ekologisin, sosiaalisin ja taloudellisin perustein. Eräät riistaeläimet aiheuttavat merkittäviä kustannuksia muille toimialoille, valtiolle ja yksityisille ihmisille. Kun hirvikanta lisääntyy, myös liikenneonnettomuudet ja metsävahingot lisääntyvät. Hirvikannan hoitosuunnitelman mukaan Suomen tavoitteena on ylläpitää elinvoimaista ja vakaata hirvikantaa siten, että hirvet eivät aiheuta kovin suuria vahinkoja. Suomessa näyttää hirvivahinkojen määrä liikenteessä ja metsätaloudessa kasvavan nopeasti, kun talvehtiva hirvikanta on yli 100 000 yksilöä. Lisäksi tätä suurempi hirvikanta on monilla alueilla liian suuri suhteessa laiturien tuottoon.

Käytännössä hoitosuunnitelmiin perustuva saalis olisi noin 50 000–60 000 hirveä, mikä rajoittaa markkinoille päätyvän riistan määrää ja jalostusarvoa. Nykyisillä keskimääräisillä teuraspainoilla hirvikannasta saadaan lihaa vuosittain 6,5–7,8 miljoonaa kiloa, jolloin riistan arvo jää tässä yhteydessä esitettyä pienemmäksi.

Lisääntyvät riistakannat ja saalismäärät kasvattavat riistasaaliin kokonaisarvoa. Mitä enemmän metsästäjät saavat riistaa, sitä suurempi on riistan kokonaisarvo ja sitä enemmän metsästäjät tai seurueet ovat valmiita välittämään riistaa markkinoille. Riistan markkina-arvo on lähes kolminkertainen metsästäjiltä kysytyyn subjektiiviseen arvoon nähden. Jos koko riistasaalis välitettäisiin ravintoloiden tai vähittäiskaupan kautta markkinoille, metsästyskustannusten päälle laskettava jalostusarvo olisi miljoonan euron sijasta noin 100 miljoonaa euroa. Vastaavasti rahtijalostamoissa riistan käsittelyn todettiin lisääntyvän hyvinä saalisvuosina. Metsästysmatkailu elinkeinotoimintana on mahdollista, jos riistakannat ovat niin runsaita, että kestävä turismin aiheuttaman metsästyksen ja pitävät yllä metsästyksellisten mielenkiintoa.

Markkinoilta saatavaa jalostusarvoa pienentävät elintarvikelainsäädäntö, tehoton logistiikka ja ristiriidat, jotka aiheutuvat maanvuokrauskäytännöistä ja metsästykseseuruetuominnasta. Koska metsästyksessa vuokrataan yleisesti vastikkeetta maanomistajilta, laajempi kaupallinen riistan myynti on koettu ongelmalliseksi, samoin metsästysmatkailu. Metsästykseseurueissa yleisesti hyväksytty toimintamalli on jakaa lihat metsästäjien kesken. Metsästäjät eivät käytännössä voi myydä pieniä määriä riistaa elintarvikeliikkeisiin, koska leikkattu liha määritellään jalosteeksi ja elintarvikelainsäädäntö rajoittaa tarkastamattoman riistalihan jalosteiden myyntiä. Jos metsästykseseurueet myisivät osan saaliistaan, niiden tulisi tarkastuttaa lihat lain velvoittamalla tavalla ja hankkia määräysten mukaiset elintarviketuotantoon sopivat tilat. Tämä on koettu kustannustehottomaksi, kun saalista on vähän ja sesonkiluonteisesti. Satunnaiset ja pienet saaliit vaikeuttavat myös tehokkaiden logististen riistaelintarviketuotantojen muodostumista.

Kirjallisuus

- Aarnio, J. ja Härkönen, S. 2007. Hirvestä hyötyjä ja kustannuksia. Metsätieteen aikakauskirja 2: 101–106.
- Lähtinen, K. 2010. Metsien eri käyttömuodoista saatavien hyötyjen taloudellinen arvo ja niihin liittyvä yritystoiminta Suomessa. Metsätieteen aikakauskirja 2: 143–164.
- Metsästys 2012. Riista- ja kalatalous - Tilastoja 4/2013. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. 36 s.
- Nygrén, T. 2009. Suomen hirvikannan säätely - biologiaa ja luonnonvarapolitiikkaa. Joensuun yliopisto, University of Joensuu, PhD Dissertations in Biology, No. 64. 117 s. + 6 osajulkaisua.
- Pouta, E. ja Rekola, M. 2000. Ympäristöarvostusten empiiristä mittaamisesta taloustieteessä. Julkaisussa: Haapala, A. ja Oksanen, M. (toim.). Arvot ja luonnon arvottaminen. Gaudeamus, Helsinki. s. 130–153.
- Kankainen, M., Saarni, K. ja Puseenius, J. 2014. Hirvenliha metsästä kulutukseen. Riista- ja kalatalous - Tutkimuksia ja selvityksiä 7. 25 s.
- Kankainen, M. ja Saarni, K. 2014. Hirvenlihan arvo metsästä kulutukseen. Riista- ja kalatalous - Tutkimuksia ja selvityksiä 9. 26 s.
- Toivonen, A.-L. 2009. Suomalainen metsästäjä 2008. Riista- ja kalatalous. Selvityksiä 19. 24 s.

Monitavoitteinen metsäsuunnittelu

Mikko Kurttila, Timo Pukkala ja Jari Miina

Metsäsuunnittelun tehtävä

Suomessa on neljä isoa metsänomistajaryhmää: perheet, valtio, yhtiöt ja muut tahot, kuten kunnat, seurakunnat ja yhteisöt. Perhemetsänomistajat omistavat huomattavan osan Suomen metsistä, vaikkakin heidän omistuksensa on jakaantunut keskikooltaan noin 30 hehtaarin kokoisiin metsätiloihin. Vaikka omistajaryhmien metsien käytön painotukset ja suunnitteluotteet vaihtelevat, on kaikkien metsissä tapahtuva metsäsuunnittelu monitavoitteista.

Metsänomistajat tunnistavat metsissään useita ekosysteemipalveluita ja asettavat muun muassa seuraavanlaisia tavoitteita metsiensä käytölle ja suunnittelulle: puuntuotanto, marjastus ja sienestys, riistan ja uhanalaisten eliöiden elinympäristöjen hoito ja suojelu, hiilensidonta, maisemanhoito sekä virkistys ja ulkoilu (kuva 1). Painotuksista riippumatta hyvään suunnitteluun kuuluu metsien käytön vaihtoehtojen luominen, vaihtoehtojen vaikutusten arviointi ja metsänomistajan tavoitteisiin perustuvien tietoisten päätösten tukeminen.

Metsien käytön päätöstilanteissa on runsaasti vaihtelua esimerkiksi ajallisen ja alueellisen ulottuvuuden sekä suunnittelun tavoitteiden suhteen. Tässä artikkelissa metsäsuun-

nittelun toiminta-aluetta tarkastellaan laaja-alaisesti ja sen katsotaan kattavan päätösprosessin kolme yleistä vaihetta, joita ovat päätösongelman tunnistaminen, jäsentäminen ja ratkaiseminen.

Ongelman tunnistamisvaihe tähtää päätös- ja suunnittelutilanteen täsmennykseen ja rajaamiseen. Metsien käytön päätöksenteossa tyypillinen, mutta ei suinkaan ainoa, päätöstilanne on esimerkiksi tietynt metsikön hakkuun ajankohdan ja tavan määrittäminen. Metsäsuunnittelussa ongelman jäsentämisvaihe on jäänyt valitettavan usein vähälle tarkastelulle. Syynä on voinut olla esimerkiksi se, että ongelman on oletettu olevan kaikilla omistajilla sama tai että metsätilalle tuotetun metsäsuunnitelman on oletettu ratkaisevan kaikkien omistajien ongelmat. Ongelman jäsentämisvaiheessa vaihtoehdot täsmennetään ja niiden vaikutuksista tuotetaan tietoa. Tässä vaiheessa voidaan käyttää esimerkiksi metsäsuunnittelujärjestelmiä, joihin sisällytettyjen mallien avulla voidaan ennustaa metsien tulevaa kehitystä. Ongelman ratkaisuvaiheessa mukaan kytketään päätöksentekijän ja mahdollisten ulkopuolisten osallistujien asettamat tavoitteet suunnittelualueen metsien käytölle. Vaihtoehtojen joukosta haetaan ratkaisu, joka vastaa tavoitteita parhai-



Kuva 1. Nuoren tiheän männikön tulevia mustikkasatoja voidaan parantaa harventamalla metsikkö. Kuva: Erkki Oksanen, Luke.

ten. On kuitenkin tärkeää huomata, että varsinaisesta päätöksenteosta vastaa metsänomistaja itse – tämä tehtävä ei kuulu metsäsuunnittelijalle.

Monitavoitteinen ote metsien käyttöön

Yksitavoitteinen suunnittelu on ainakin lähtökohdaltaan yksinkertaista: kaikille suunnittelualueen kuvioille valitaan sellainen käsittely, joka antaa maksimimäärän tavoiteltua asiaa. Monitavoitteisessa suunnittelussa useammalla kuin yhdellä tavoitteella on merkitystä päätöksentekijälle. Tällöin punnitaan metsiköiden ja koko metsäalueen käsittelyvaihtoehtoja sen perusteella, kuinka hyvin metsän eri tuotteiden ja palveluiden tuotantomahdollisuudet on onnistuttu sovittamaan yhteen.

Vaihtoehtojen arvioinnissa tarvitaan tietoa päätöksentekijälle tärkeistä tavoitteista ja siitä, miten päätöksentekijä suhtautuu näiden tavoitemuuttujien arvoihin ja arvojen vaihtosuhteisiin. Olennaista monitavoitteisessa suunnittelussa on myös se, että kaikkea hyvää ei voi saada yhtä aikaa. Kun alueen metsät ovat tehokkaassa käytössä, hakkuutulojen lisääminen merkitsee muutoksia muiden tavoitemuuttujien arvoissa. Jos omistaja haluaa lisää hakkuutuloja, se merkitsee muutoksia muiden tavoitemuuttujien arvoissa. Tässä korostuu päätöksentekijän rooli, sillä ulkopuoliset tahot eivät voi kertoa oikeaa ratkaisua, vaan paras ja maksimaalisen hyödyn tuottava ratkaisu riippuu päätöksentekijän subjektiivisista tavoitteista.

Monitavoitteisen metsäsuunnittelun toteutukseen on kaksi menetelmällistä pääryhmää. Optimoinnissa suurta määrää vaihtoehtoja verrataan toisiinsa. Harkinnanvaraisessa vertailussa puolestaan vertaillaan muutamaa ennalta tuotettua suunnitelmavaihtoehtoa hyödyntämällä monitavoitteisia päätöstukimenetelmiä. Jälkimmäisessä päätöstilanteessa vaihtoehdot on voitu tuottaa optimointimenetelmiä hyödyntäen. Kummassakaan menetelmässä ratkaisu ei yleensä synny suoraviivaisesti, vaan menetelmien avulla tutustutaan vaihtoehtoihin suunnitelmiin ja tavoitemuuttujien välisiin riippuvuuksiin. Monitavoitteisessa suunnittelussa olennaista on oppiminen metsän tuotantomahdollisuuksista, omista tavoitteista ja tavoitteiden välisistä vuorovaikutussuhteista.

Puuntuotannosta ekosysteemipalveluiden tuottamiseen

Lähes kaikki Suomen metsät ovat suunnittelun piirissä. Erityisesti metsien inventointi on ottanut kehitysaskelia, sillä viime vuosina on siirrytty kaukokartoitukseen perustuvaan inventointiin. On huomattavaa, että metsävarojen inventointi keskittyy edelleen pääasiassa puustoon ja muut ekosysteemipalvelut jäävät huomattavasti vähemmälle huomiolle. Inventoinnin kehittämisessä olisi suositeltavaa keskittyä inventoinnin laajentamiseen muihin metsien tuotteisiin ja palveluihin puuston inventoinnin tarkentamisen sijasta. Kattavamman metsävara-aineiston ansiosta suunnittelussa voitaisiin ottaa paremmin huomioon eri tavoitteita ja päätöksentekijän tarpeita.

Suomalaisessa metsäsuunnittelussa on metsien käytön vaihtoehtoja esitelty päätöksentekijöille vain vähän. Viime vuosiin saakka suunnittelun lähtökohdana on ollut metsänhoitosuosituksen mukainen metsien käsittely. Vaihtoehtoihin perustuva monitavoitteinen metsäsuunnittelu on ollut jo parin vuosikymmenen ajan vahvassa asemassa valtion metsien alueellisessa suunnittelussa. Jos kaikki omistajaryhmät omaksuisivat tämän suunnitteluotteen, suunnittelussa voisi paremmin ottaa huomioon metsien kyvyn tuottaa, säädellä ja ylläpitää erilaisia ekosysteemipalveluita.

Metsäsuunnittelulaskelmissa ja erityisesti päätösongelman jäsentämisvaiheessa käytetään lukuisia erilaisia malleja, joilla kuvataan metsien luonnollista kehitystä ja ihmisen toiminnan vaikutusta metsien rakenteeseen ja kehitykseen. Puuntuotantoa kuvaavia malleja on kehitetty Suomessa pitkäjänteisesti, ja niiden käyttö on yleistä. Myös muita metsien ekosysteemipalveluita varten tarvitaan vastaavanlaisia malleja. Näiden kehitystyö on viime aikoina lisääntynyt, kun mallien tarve on kasvanut metsänomistajakunnan tavoitteiden monipuolistuessa. Oleellinen vaatimus näille malleille on, että niiden antaman ennusteen tulee riippua tunnuksista, joihin metsänomistaja voi metsän hoidolla vaikuttaa ja joiden tulo-va kehitys kyetään ennustamaan suunnittelujärjestelmässä.

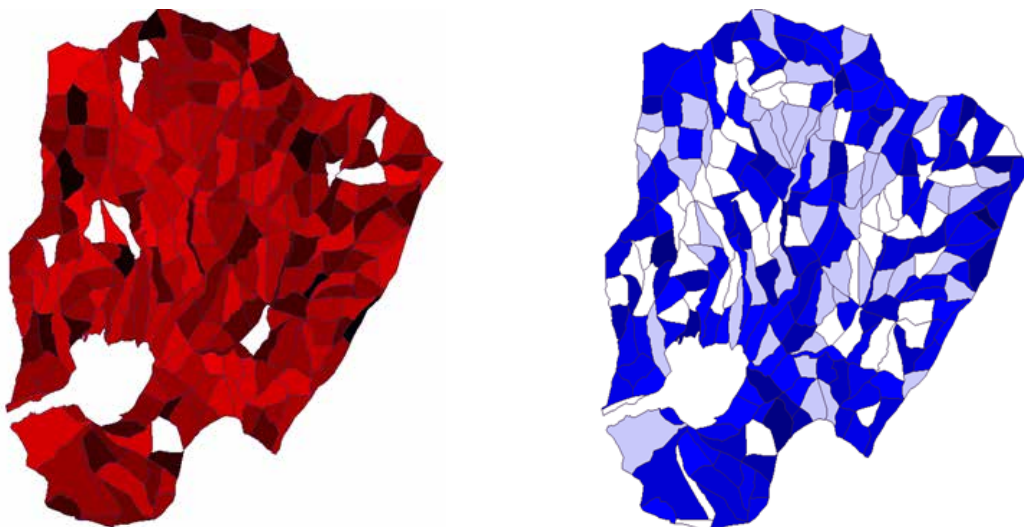
Ekosysteemipalveluiden mallintamisessa on paljon tehtävää: uusia malleja tulisi kehittää ja olemassa olevia parantaa esimerkiksi pohjaveden tuotantoa, sienisatoja, riistakantoja, tuuli- ja lumituhoja, eläin- ja kasvitautteja, virkistyskäyttöä sekä maisemanhoitoa varten. Kaikkiin näihin aiheisiin liittyen tehdään runsaasti tutkimustyötä, mutta työn tuloksena saadaan harvoin metsäsuunnittelussa käyttökelpoinen malli.

Jos metsäsuunnittelujärjestelmään on sisällytetty joukko ekosysteemipalveluita kuvaavia malleja, voidaan metsänomistajalle näyttää varsin monipuolisesti hänen metsiensä tuotantomahdollisuuksia. Suunnitteluprosessin vaiheita ajatellen kyseessä on päätösongelman jäsentäminen, jolloin päätöksentekijälle tuotetaan tietoa suunnittelualueen tuotantomahdollisuuksista ja erilaisten suunnitelmien toteuttamisen vaikutuksista eri tavoitemuuttujien arvoihin.

Seuraavassa esimerkkilaskelmassa on käytetty suunnittelutapaa, joka perustuu metsikkötason simulointiin ja alue-tason optimointiin. Suunnittelualueen pinta-ala on 5 750 hehtaaria, ja laskelmat on tehty Monsu-metsäsuunnittelujärjestelmässä. Suunnitelmien koostaminen noudattaa tyyppillistä aluetason suunnittelun kulkua. Ensín alueen metsikkökuvioille on simuloitu vaihtoehtoisia käsittelyohjelmia. Simuloinneissa metsiköitä käsitellään kolmen kymmenvuotiskauden aikana sekä tasaikäismetsätalouden että jatkuvan kasvatuksen periaatteiden mukaisesti. Lisäksi on simuloitu lepo-vaihtoehto, jossa metsikön annetaan kasvaa 30 vuoden ajan. Metsikkötason vaihtoehtojen tuottamisen jälkeen on määritetty joukko koko suunnittelualueetta koskevia tavoiteyhdistelmiä, joiden perusteella alueelle on koostettu optimointia hyödyntäen aluetason metsäsuunnitelmia. Optimoinnissa on haettu suunnittelualueen metsiköille sellainen käsittely-yhdistelmä, joka parhaiten toteuttaa asetetut aluetason tavoitteet. Kuusi vaihtoehtoista suunnitelmaa ovat:

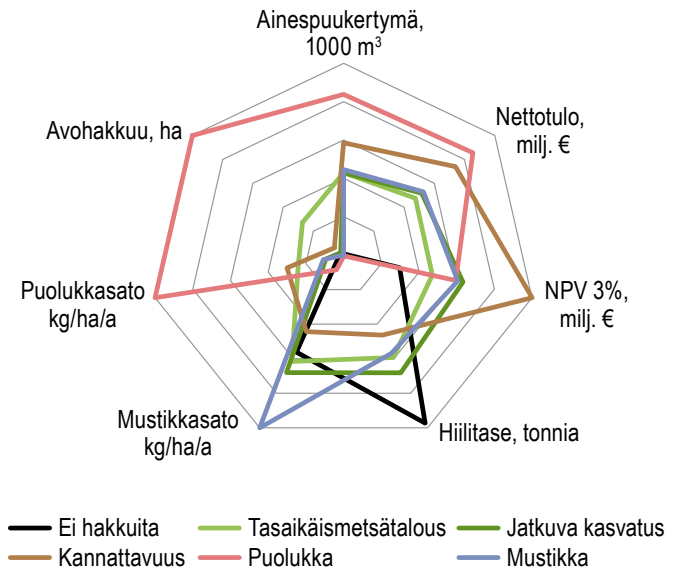
1. Ei hakkuita.
2. Tasaikäismetsätalous: Harvennukset alaharvennuksia. Hakataan 180 000 m³ kymmenessä vuodessa. Maksimoidaan nettotulot.
3. Eri-ikäismetsätalous: Kuvioilla sekä tasaikäismetsätalouden että jatkuvan kasvatuksen vaihtoehtoja. Tasaikäismetsätalouden harvennukset yläharvennuksia. Hakataan 180 000 m³ kymmenessä vuodessa. Maksimoidaan nettotulot.
4. Kannattavuus: Kuvioilla sekä tasaikäismetsätalouden että jatkuvan kasvatuksen vaihtoehtoja. Tasaikäismetsätalouden harvennukset tasaharvennuksia. Maksimoidaan nettotulojen nykyarvo kolmen prosentin korolla.
5. Puolukka: Kuvioilla sekä tasaikäismetsätalouden että jatkuvan kasvatuksen vaihtoehtoja. Tasaikäismetsätalouden harvennukset tasaharvennuksia. Maksimoidaan puolukkasato.
6. Mustikka: Kuvioilla sekä tasaikäismetsätalouden että jatkuvan kasvatuksen vaihtoehtoja. Tasaikäismetsätalouden harvennukset tasaharvennuksia. Maksimoidaan mustikkasato.

Kuvassa 2 on kuvattu suunnitelmien tulevat erilaisten tavoitemuuttujien suhteen. Suunnitelmien profiilit ovat hyvin erilaisia, ja osa suunnitelmista edustaa ääri- ja suunnittelualueen metsien käytön suhteen. Esimerkiksi suunnitelma 5 tarkoittaa käytännössä siemenpuu- ja avohakkuiden maksimointia suuren puolukkasadon tavoittelun vuoksi. Suunnitelmassa 6 puolestaan ei tehdä juuri lainkaan avohakkuita, koska mustikan sato heikkenee avohakkuun seurauksena selvästi. Suunnitelmia voidaan havainnollistaa myös teemakarttojen avulla (kuva 3). Tässä teemakartat tuotettiin kuvioiden keskimääräisille vuotuisille puolukka- ja mustikkasadoille.



Kuva 3. Teemakartta puolukalle (vasemmalla) ja mustikalle (oikealla). Mitä tummemmalla värillä kuvio on väritetty, sitä runsaampi on ennustettu keskimääräinen marjasato. Sellaisilla kuvioilla, joille on ennustettu hyvää puolukkasatoa, on tyypillisesti vastikään toteutettu avohakkuu tai siemenpuuhakkuu.

Suomalaisessa metsäsuunnittelussa on osin suomalaisesta metsänomistusrakenteesta johtuen korostunut asia, että metsänomistajille tärkeiksi oletettujen metsien käytön päätösongelmat ratkaistaan tehokkaasti ja osin kaavamaisesti. Vasta viime vuosina on tiedostettu selkeästi, että metsät mahdollistavat monia vaihtoehtoisia toimintalinjoja (kuva 4).



Kuva 2. Suunnittelualueelle tuotettujen metsäsuunnitelmien profiilit kuvattuna seitsemän eri tavoitemuuttujan suhteen. Arvot on skaalattu siten, että kunkin tavoitemuuttujan suurin mahdollinen arvo on 1 ja pienin mahdollinen arvo 0. Päätöksentekijä voi kuvasta hahmottaa metsänsä erilaisia tuotantomahdollisuuksia. Vaihtoehtoista yksi voidaan valita jatkotarkasteluun.



Kuva 4. Uudistuskypsä männikkö tuottaa hyviä mustikkasatoja. Jos omistaja antaa arvoa metsikön mustikkasadolle, hänen kannattaa viivästyttää metsikön uudistamishakkuuta. Kuva: Erkki Oksanen, Luke.

Myös päätöksentekijöiden tarpeet päätöstuella vaihtelevat. Nämä kaksi asiaa vaikuttavat myös samanaikaisesti: päätöstuen tarve kasvaa, kun metsien käytön vaihtoehtojen määrä kasvaa. Metsänomistajien metsäosaamisen väheneminen korostaa entisestään päätöstuen tarvetta. Metsäsuunnitteluun sisältyy myös metsäneuvonta, joka voi liittyä sekä päätöksentekoon että toimenpide-ehtotusten toteuttamiseen. Metsäneuvonnan kehittämisen tarve korostuu metsäsuunnittelun otteen laajetessa ja monipuolistuessa kattamaan aiempaa tasapuolisemmin metsien monipuoliset ekosysteemipalvelut.

Kirjallisuus

- Hiltunen, V. 2012. Developing decision support in participatory strategic forest planning in Metsähallitus. *Dissertationes Forestales* 141. 47 s. <http://www.metla.fi/dissertationes/df141.pdf>
- Hujala, T., Kurttila, M., Korhonen, K., Hänninen, H. ja Pykäläinen, J. 2010. Metsänomistajien päätöksentekotilanteet: kohti uudistuvia metsäsuunnittelupalveluja ja suojelupäätösten tukea. *Metlan työraportteja* 177. 40 s. <http://urn.fi/URN:IS-BN:978-951-40-2264-7>
- Kangas, A., Kangas, J. & Kurttila, M. 2008. Decision support for forest management. *Managing Forest Ecosystems* Vol. 16. Springer. 222 s.
- Pukkala, T. 2007. *Metsäsuunnittelun menetelmät*. Gummerus Kirjapaino Oy. 208 s.
- Rämö, A.-K., Horne, P. ja Primmer, E. 2013. Yksityismetsänomistajien näkemykset metsistä saatavista hyödyistä. *PTT raportteja* 241. 107 s. <http://ptt.fi/wp-content/uploads/2013/05/rap241.pdf>

METSÄ – Monikäyttö ja ekosysteemipalvelut on kattava tietokirja metsän merkityksestä jokaiselle suomalaiselle. Metsien ekosysteemipalveluilla (luontohyödyillä) tarkoitetaan perinteistä monikäyttöäkin laajempaa toimintaa metsissä.

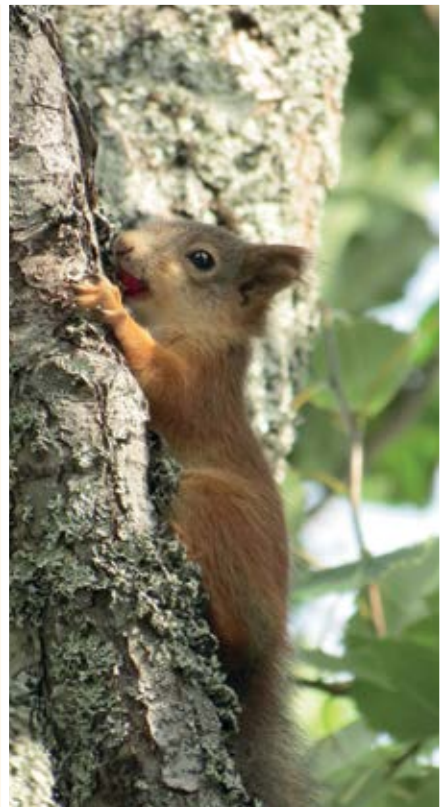


Tietokirjan toivotaan herättävän keskustelua Suomen metsäalasta, biotalouden tulevaisuudesta ja antavan uusinta tietoa metsän ekosysteemipalveluista.

Tietokirjassa 97 metsä- ja ympäristöalan tutkijaa, opettajaa ja asiantuntijaa kirjoittaa 68 artikkelissa, miten metsä monin eri tavoin antaa meille jokaiselle aineellista, fyysistä ja henkistä hyvinvointia.

Tietokirja on tarkoitettu Suomen yliopistoissa, ammattikorkeakouluissa, ammattiopistoissa, peruskouluissa opiskeleville nuorille ja aikuisille, kaupunkien ja kuntien virastoissa ja laitoksissa työskenteleville virkamiehille ja -naisille, luonnontuotealan yrittäjille sekä kansalaisille, jotka hoitavat ja kasvattavat metsiään eri puolilla Suomea, keräävät ja käyttävät kotitaloudessaan metsien tuotteita tai hyödyntävät metsien hyvinvointipalveluja.

Metsä on aarreaitta, opi käyttämään sitä. Suomalaisessa metsässä on monipuolisen biotalouden tulevaisuus.



ISBN 978-952-326-122-8 (Painettu)
ISBN 978-952-326-123-5 (Verkkójulkaisu)