



Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 85/2022

Näkökulmia metsäalan kestävyyskeskusteluun

Systeminen lähestymistapa

Kalle Aro, Sari Karvinen, Sari Pynnönen, Katriina Soini ja
Elina Vehmasto (toim.)

Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 85/2022

Näkökulmia metsäalan kestävyyskeskusteluun

Systeminen lähestymistapa

Kalle Aro, Sari Karvinen, Sari Pynnönen,
Katriina Soini ja Elina Vehmasto (toim.)

Luonnonvarakeskus, Helsinki 2022



Maa- ja metsätalousministeriö

Viittausohje:

Aro, K., Karvinen, S., Pynnönen, S., Soini, K. & Vehmasto, E. (toim.). 2022. Näkökulmia metsäalan kestävyyskeskusteluun: Systeminen lähestymistapa. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 85/2022. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 115 s.

Viittausohje yksittäiseen artikkeliin:

Soini, K., Pynnönen, S., Aro, K., Vehmasto, E. & Salo, M. 2022. Metsät ja kestävä kehitys. Julkaisussa: Aro, K., Karvinen, S., Pynnönen, S., Soini, K. & Vehmasto, E. (toim.). 2022. Näkökulmia metsäalan kestävyyskeskusteluun: Systeminen lähestymistapa. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 85/2022 Luonnonvarakeskus. Helsinki. s. 7–13.



ISBN 978-952-380-525-5 (Painettu)

ISBN 978-952-380-526-2 (Verkkajulkaisu)

ISSN 2342-7647 (Painettu)

ISSN 2342-7639 (Verkkajulkaisu)

URN <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-526-2>

Copyright: Luonnonvarakeskus (Luke)

Toimittajat: Kalle Aro, Sari Karvinen, Sari Pynnönen, Katriina Soini ja Elina Vehmasto

Kirjoittajat: Kalle Aro, Hannu Hirvelä, Mikko Jokinen, Sari Karvinen, Harri Kilpeläinen, Kari T. Korhonen, Jouko Kumpula, Juha Laitila, Antti Mutanen, Pekka Nöjd, Antti-Juhani Pekkarinen, Sari Pynnönen, Tarmo Rätty, Matti Salo, Sakari Sarkkola, Katriina Soini, Anne Tolvanen, Seija Tuulentie, Liisa Tyrväinen ja Jari Viitanen

Julkaisija ja kustantaja: Luonnonvarakeskus (Luke), Helsinki 2022

Julkaisuvuosi: 2022

Kannen kuva: Erkki Oksanen, Luke.

Painopaikka ja julkaisumyynti: PunaMusta Oy, <http://luke.omapumu.com/fi/>

Tiivistelmä

Toimittajat: Kalle Aro¹, Sari Karvinen², Sari Pynnönen³, Katriina Soini³ ja Elina Vehmasto⁴

Kirjoittajat: Kalle Aro, Hannu Hirvelä, Mikko Jokinen, Sari Karvinen, Harri Kilpeläinen, Kari T. Korhonen, Jouko Kumpula, Juha Laitila, Antti Mutanen, Pekka Nöjd, Antti-Juhani Pekkarinen, Sari Pynnönen, Tarmo Rätty, Matti Salo, Sakari Sarkkola, Katriina Soini, Anne Tolvanen, Seija Tuulentie, Liisa Tyrväinen ja Jari Viitanen

¹Luonnonvarakeskus, Paavo Havaksen tie 3, 90570 Oulu

²Luonnonvarakeskus, Yliopistokatu 6 B 80100 Joensuu

³Luonnonvarakeskus, Latokartanonkaari 9 00790 Helsinki

⁴Luonnonvarakeskus, Itäinen Pitkäkatu 4 A 20520 Turku

Metsien kestävästä käytöstä ja hoidosta on puhuttu pitkään tutkimuksessa, neuvonnassa sekä kansallisessa ja kansainvälisessä metsäpolitiikassa. Siitä käydään myös vilkasta julkista keskustelua eri toimijoiden ja kansalaisten kesken. Vaikka määritelmät kestävästä käytöstä hieman poikkeavat, kestävällä käytöllä ja hoidolla viitataan yleensä sellaiseen metsien käyttöön, joka mahdollistaa metsävarojen riittävyyden myös tuleville sukupolville, mutta turvaa myös luonnon arvojen säilymisen. Näiden päämäärien lisäksi metsillä nähdään tehtäviä myös aineellisen hyvinvoinnin turvaamisessa ja aivan viime vuosina myös ilmastonmuutoksen hillinnässä ja sopeutumisen. Näiden tavoitteiden toteuttaminen käytännössä nostaa esiin monia yhteensovittamisen kysymyksiä, kuten myös keskustelua parhaimmista keinoista erilaisilla mittakaavatasoilla: kansainvälisellä ja kansallisella tasolla, maakunnissa ja jopa yksittäisellä metsätilalla. Käytännön kautta avautuu metsäalan kestävyyskysymysten monitahoisuus – ja toisinaan myös ristiriitaisuus.

Tässä raportissa esitellään systeeminen näkökulma metsien kestävää käyttöä ja hoitoa koskevaan keskusteluun ja tutkimukseen. Raportti kuvaa metsiin liittyvän kestävyyskeskustelun yleisiä piirteitä ja jäsentää metsien käytön kestävyyspuhetta kolmen eri kehyyksen kautta: politiikan kehys, toiminnallinen kehys ja relationaalinen kehys, ja kuvaa metsään liittyvän tutkimuksen roolia kussakin kehyyksessä. Poliitiikan kehyyksessä käydään metsien kestävään käyttöön liittyvää tavoitekeskustelua. Toiminnallinen kehys avaa näkymän metsäalan toimintaan ja auttaa tunnistamaan järjestelmään liittyviä vuorovaikutussuhteita erilaisilla tasoilla. Relationaalinen kehys puolestaan luo syvempää ymmärrystä metsäalan dynamiikkaa ohjaavista arvoista ja valtasuhteista. Raportissa sovelletaan toiminnallista kehystä Pohjois-Suomen metsäalan sosio-ekologisen järjestelmän tarkastelussa, ja annetaan esimerkkejä järjestelmän ja alajärjestelmien kestävyteen liittyvistä kysymyksistä. Lisäksi tarkastellaan erilaisia vaihtosuhteita erilaisten metsänkäyttötapojen ja keskeisten vaikutusten välillä Pohjois-Suomessa.

Systeeminen lähestymistapa mahdollistaa metsien käytön kestävyteen liittyvien kysymysten monitahoisen tarkastelun ja tekee näkyväksi paitsi kestävyyskysymysten kompleksisuuden, myös arvojen merkityksen kestävyttä koskevassa keskustelussa ja tutkimuksessa. Raportti peräänkuuluttaa selkeämpää puhetta metsiä koskevaan kestävyyskeskusteluun, korostaa tiedenvälisen tutkimuksen ja erilaisten synteisien tärkeyttä sekä osallistavaa otetta metsien kestävästä käytön kysymysten ymmärtämisessä ja ratkaisujen hakemisessa.

Asiasanat: kestävä kehitys, kestävyys, metsäala, systeemiajattelu, metsäpolitiikka, vaihtosuhteet, yhteishyödyt, sosio-ekologinen systeemi

Sisällys

1. Johdanto	6
2. Metsien käytön kestävyys: käsitteet ja lähestymistavat	7
2.1. Metsät ja kestävä kehitys	7
2.1.1. Kestävyys metsäntutkimuksessa.....	7
2.1.2. Kestävyys metsäpolitiikassa.....	8
2.1.3. Kestävyys metsäneuvonnassa ja metsäsuunnittelussa	9
2.1.4. ”Kokonaiskestävä” metsien hoito ja käyttö	10
Tietolaatikko 1: Metsäalaan liittyviä kansallisia ja kansainvälisiä kestävyysmäärittelyjä ja tahtotilan ilmauksia	13
2.2. Metsien käytön kestävyyspuheen kolme kehystä	14
2.2.1. Kestävyys systeemiajattelun näkökulmasta	14
2.2.2. Poliittikan kehys.....	17
Tietolaatikko 2: Kestävyysulottuvuuksien luonnehdintoja.....	18
2.2.3. Toiminnallinen kehys	20
2.2.4. Relationaalinen kehys	23
2.3. Metsien käytön kestävyuden arviointi.....	24
2.3.1. Kestävyuden kriteerit ja indikaattorit	24
2.3.2. Indikaattorityön kehityssuuntia	26
2.4. Vaihtosuhteet kestävyuden tarkastelussa.....	27
3. Näkökulmia metsien käytön kestävyuden tarkasteluun – tapauksena Pohjois-Suomi	29
Tietolaatikko 3: Metsäalan osallistava systeemikartoitus.....	30
3.1. Metsäalan sosio-ekologinen järjestelmä Pohjois-Suomessa	32
3.2. Metsiä hyödyntävät elinkeinot	35
3.2.1. Raaka-ainevarannot ja hyödyntämismahdollisuudet.....	35
Tietolaatikko 4: HIISI-hanke: HIISI-WEM ja HIISI-WAM.....	37
3.2.2. Metsätalous ja -teollisuus	39
3.2.3. Puun energiakäyttö.....	43
3.2.4. Luontomatkailu	45
3.2.5. Luonnontuoteala	46
3.2.6. Poronhoito	46
3.3. Metsäluonnon monimuotoisuus.....	51
3.4. Hiilivarasto ja -nielu	52
Tietolaatikko 5: Elinkaariarviointi (LCA) metsien kestävä käytön arvioinnissa.....	54

3.5. Metsätalouden vesistövaikutukset.....	55
3.6. Metsien hyvinvointi- ja terveysvaikutukset.....	58
3.7. Metsien maisema- ja virkistysarvot.....	60
3.8. Kulttuuriperintö	62
3.9. Metsäsuhde ja metsiin liittyvät arvot, asenteet ja tunteet	62
3.10. Metsien käyttöön liittyvät konfliktit ja eri käyttömuotojen yhteensovittaminen.....	64
4. Vaihtosuhteet Pohjois-Suomen metsien käytössä.....	67
5. Johtopäätökset.....	73
Tietolaatikko 6: Tunnistettuja tutkimustarpeita	77
Viitteet.....	79
Liitteet	101

1. Johdanto

Tämän vuosituhannen alun keskeiset globaalit tavoitteet liittyvät ilmastonmuutoksen torjuntaan, luonnon monimuotoisuuden heikkenemisen pysäyttämiseen ja keinoihin, miten uusiutuville luonnonvaroilla voidaan kestäväällä tavalla korvata fossiilisia raaka-aineita erilaisten tuotteiden ja energian tuotannossa. Meneillään oleva siirtyminen vaikuttaa yhteiskunnan kaikkiin osaluoksiin myös Suomessa, ja keskustelua luonnonvarojen käytöstä käydään vilkkaasti erityisesti metsiin liittyen. Keskustelu on hyvin monitasoista ulottuen erilaisista metsänhoitotoimenpiteistä jokamiehen oikeuksiin, metsätalouden merkityksestä Suomen taloudelle aina globaaleihin tavoitteisiin ja oikeudenmukaisuuteen. Kestävyys -sanaa käytetään hyvin eri merkityksissä, toisinaan myös legitimoimaan joitakin argumentteja. Metsien hoidon ja käytön kestävydestä keskustellaan usein vain yhdestä näkökulmasta kerrallaan, vaikka kestävyden perusideana on tarkasteltavan ilmiön tai järjestelmän ymmärtäminen ja tarkastelu kokonaisuutena. Viimeaikaisessa keskustelussa on nostettu esiin kokonaiskestävyden käsite, mutta myös sillä voidaan tarkoittaa eri asioita. Tutkimuksen tehtävänä on tuottaa tutkimustietoon perustuvaa näkemystä siitä, miten metsiä tulisi hoitaa ja käyttää kestävästi. Tehtävä ei ole helppo metsäalan laajuuden ja moniulotteisuuden vuoksi, sekä kestävä kehityksen käsitteen epämääräisyyden ja normatiivisuuden vuoksi.

Tämän raportin tavoitteena on tuoda metsien kestävä käytön ja hoidon keskusteluun systeminen näkökulma: selventää metsäalaan liittyvää kestävyyspuhetta, kestävyyskäsitteiden sisältöjä ja tulkintoja systeemisestä näkökulmasta; kuvata metsien käytön ja hoidon keskeisimpiä kestävyyskysymyksiä; tarkastella metsien käytön kestävyyttä vaihtosuhteiden näkökulmasta erityisesti Pohjois-Suomessa; sekä tunnistaa metsäalan kestävyden ymmärtämiseen liittyviä tieto- ja tutkimustarpeita.

Raportti perustuu olemassa olevaan tutkimuskirjallisuuteen sekä metsäalan kestävyttä koskeviin kansallisen ja kansainvälisen tason strategioihin ja ohjelmiin (Luku 2); Luken asiantuntijoiden näkemys metsäalan keskeisistä kestävyyskysymyksistä (Luku 3). Metsäalan systeemisen ymmärryksen luomista ja vaihtosuhteiden tunnistamista varten järjestettiin kaksi työpajaa Luken metsä- ja kestävyystutkimuksen asiantuntijoille (Luvut 2 ja 4). Tutkimuksen luonteen ja resurssien rajallisuuden vuoksi raportissa ei ole voitu soveltaa johdonmukaisesti tieteidenvälistä systeemijattelun lähestymistapaa. Raportti osoittaa tällaisen tutkimuksen resurssoinnin tarpeen.

Työ toteutettiin maa- ja metsätalousministeriön toimeksiannosta KOKOMETSA-hankkeessa (Selvitys metsäalan kokonaiskestävyden määrittelystä ja tietotarpeista) tukemaan Kansallisen metsästrategian 2035 valmistelua. Kestävyteen liittyviä näkökulmia Pohjois-Suomen metsien osalta kartoitettiin aikaisemmin toteutetussa, Luken sisäisessä SÖPU-hankkeessa (Metsäsektorin ja lisääntyvän puunkäytön kokonaiskestävyys Pohjois-Suomessa) (ks. Luku 3). Näihin kahden hankkeeseen osallistui laaja ja eri tutkimusaloja edustava joukko Luonnonvarakeskuksen tutkijoita.

2. Metsien käytön kestävyys: käsitteet ja lähestymistavat

Metsien kestävä käyttö tai kestävä metsätalous on ollut Suomessa yksi kaikkein eniten esillä ollut aihe luonnonvaroihin liittyen. Taustalla on metsien keskeinen merkitys suomalaisen yhteiskunnan kehittymiselle ja kansantaloudelle. Metsät hallitsevat suomalaista maisemaa ja niillä on ollut suuri merkitys suomalaiselle taloudelle, työllisyydelle ja kulttuurille. Toisin kuin monissa muissa maissa, metsät ovat Suomessa pitkälti yksityisomistuksessa, joten usealla suomalaisella on myös taloudellinen suhde metsiin.

Metsien käytön kestävyttä ja metsäpolitiikkaa tutkitaan paljon Suomessa ja kansainvälisesti. Tämän luvun puitteissa ei ole mahdollista luoda kokonaiskuvaa kaikesta tutkimuksesta tai metsien käytön kestävyteen liittyvästä keskustelusta. Tavoitteena ei ole myöskään määritellä, mitä on metsien kestävä käyttö ja hoito, vaan antaa työkaluja metsiä koskevan kestävyyskeskustelun ja -tutkimuksen jäsentämiseen. Luvussa 2.1. avataan lyhyesti, miten metsien kestävä käyttö ja hoitoa on tarkasteltu suomalaisessa tutkimuksessa, politiikassa ja käytännön työssä, ja miten kestävä käyttö pyritään ohjaamaan. Luku 2.2. esittelee kolme kehystä metsien kestävä käyttö ja hoidon keskusteluun. Luvussa 2.3. kuvataan lyhyesti kestävyden arvioinnin kysymyksiä metsäalalla. Luku 2.4. esittelee, miten vaihtosuhteiden tarkastelun avulla voidaan jäsentää kestävyyskysymyksiä.

2.1. Metsät ja kestävä kehitys

Katriina Soini, Sari Pynnönen, Kalle Aro, Elina Vehmasto ja Matti Salo

Metsien kestävästä käytöstä, "sopivasta" ja "hyväksyttävästä" metsävarojen käytön määrästä suhteessa metsien kasvuun ja uusiutumiskykyyn on puhuttu pitkään. Ensimmäisen kerran ajatuksia siitä esitti saksalainen metsänhoitaja von Carlowitz 1700-luvun alkupuolella (von Carlowitz 1713). Kestävä kehityksen käsitteen esittelyn myötä (Ympäristön ja kehityksen maailmankomissio 1987), kestävyys otettiin pian metsää koskevan tutkimuksen ja politiikan, mutta myös käytännön toimijoiden käyttöön. Kestävä kehityksen tavoite, ihmisten hyvinvoinnin turvaaminen oikeudenmukaisesti planetaarisissa rajoissa, antaa mahdollisuuden monenlaisille tulkinnoille ja lähestymistavoille. Käsitteen laajuuden on katsottu selittävän sen laajaa käyttöä ja säilymistä politiikan ja tutkimuksen käsitteenä niin pitkään (Dryzek 2013). Tämä koskee myös metsiin liittyvää kestävyyskeskustelua ja -tutkimusta.

2.1.1. Kestävyys metsäntutkimuksessa

Metsäntutkimuksella on Suomessa pitkä, yli satavuotinen historia. Metsäntutkimuksen tavoitteena on ollut tukea metsätalouden kehittymistä Suomessa kunkin ajan tavoitteiden mukaisesti (Laine 2012). Useat metsätalouteen, metsänhoitoon, puuvaroihin ja metsien yhteiskunnalliseen merkitykseen liittyvät tutkimukset palvelevat myös metsiin liittyvää kestävyystutkimusta. 1990-luvulta lähtien metsät ovat olleet myös yhteiskuntatieteellisen ympäristöntutkimuksen ja kestävyystutkimuksen kohteena. Tutkimukset ovat analysoineet metsäpolitiikkaa ja -taloutta sekä kestävyyskäsitteiden muuttumista eri aikoina (Donner-Amnell 1995, Leskinen 2007, Kröger & Raitio 2017). Puuntuotannon, ympäristön ja alkuperäiskansojen prioriteetit metsien suojelun ja metsäpolitiikan kysymyksissä ovat saaneet paljon huomiota (Saarikoski & Raitio 2013, Sarkki & Heikkinen 2015), samoin kuin biodiversiteetti (Valkeapää & Karppinen 2013). Aivan viime vuosina metsien merkitys ilmastonmuutoksen hillinnässä ja sopeutumisessa on noussut voimakkaasti

esiin. Puuraaka-aineen mahdollisuuksia biotaloudessa ja biokiertoaloudessa on hahmoteltu ja tutkittu laajalti monista eri näkökulmista (Aresto ym. 2021), myös kriittisemmin äänenpainoin (Ramcilovic-Suominen & Pülz 2018, Halonen ym. 2022). Yhteiskuntatieteiden ja humanististen tieteiden piirissä on pohdittu ihmisten metsäsuhdetta, sen muotoutumista ja muutosta suhteessa kestävyteen (Halla ym. 2020, Siivonen 2020). Viimeaikainen metsätutkimus on nostanut yhä useammin kysymyksen siitä, mihin kaikkiin tarpeisiin metsät voivat riittää ja miten kestävän kehityksen eri tavoitteet (ekologiset, taloudelliset, sosiaaliset ja kulttuuriset) ovat todellisuudessa yhteensovittavissa (Jalonen ym. 2006, Kröger & Raitio 2017, Blattert ym. 2022, Halonen ym. 2022).

2.1.2. Kestävyys metsäpolitiikassa

Suomen metsien hoitoa ja metsistä saatavaa hyvinvointia on pyritty edistämään lukuisilla metsäohjelmilla 1960-luvulta lähtien. Vanhimmat ohjelmat painottuivat puuntuotannon kestävyteen, laajemmin eri kestävyysnäkökulmia alettiin ottaa huomioon Kansallisessa metsäohjelmassa 2010 (Maa- ja metsätalousministeriö 1999). Voimassa oleva Kansallinen metsästrategia 2025 pyrkii ohjaamaan metsien käyttöä kestävyysnäkökohdat huomioiden kokonaisvaltaisesti. Parhaillaan valmisteilla olevan Kansallisen metsästrategian 2035 tavoitteena on ottaa huomioon entistä ajanmukaisemmin kokonaisvaltainen kestävä kehitys sekä myös metsien merkitys ilmastonmuutoksen hillinnässä ja siihen sopeutumisessa (Maa- ja metsätalousministeriö 2022a).

Suomessa metsien kestävä käyttöä ohjataan myös metsälaille. Vuonna 1997 annetun Metsälain (1093/1996) tarkoitus 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 heijasteli siten kansainvälisiä linjauksia kestävästä kehityksestä (Ympäristön ja kehityksen maailmankomissio 1987 1987) sekä biologisen monimuotoisuuden suojelusta (Yhdistyneet kansakunnat 1992, Biodiversiteettisopimus). Metsälakia sovelletaan metsän hoitamiseen ja käyttämiseen metsätalousmaaksi luettavilla alueilla, se ei siis kosketa koko metsäsektoria. Vuonna 2014 astui voimaan uusi metsälaki (1093/1996, laki metsälain muuttamisesta 1085/2013). Metsälain tarkoitus säilyi ennallaan, mutta lailla haluttiin parantaa metsätalouden kannattavuutta, motivoida metsänomistajia metsien hyvään hoitoon omien tavoitteidensa mukaisesti ja vaikuttaa myönteisesti metsien monimuotoisuuden laajamittaisemmin. Uudistettu metsälaki on mahdollistanut aiempaa monipuolisemman metsien käsittelyn antaen aiempaa enemmän metsänomistajalle toimintavapauksia, mutta myös vastuuta. Laissa annetaan metsien hoidolle ja käytölle yleiset raamit.

Metsien kestävä käyttöön ja hoitoon vaikuttavat myös monet muut kansalliset ja kansainväliset politiikat ja strategiat, kuten biodiversiteettistrategia, kansallinen metsästrategia ja biotalousstrategia. Ne eivät kuitenkaan ole juridisesti sitovia. Suomessa on laadittu useita metsiä koskevia kansallisia strategioita ja ohjelmia, joissa kestävyys mainitaan jollain tavoin tavoitteena: Suomen biotalousstrategia (Valtioneuvosto 2022); Etelä-Suomen metsien monimuotoisuuden toimintaohjelma 2014–2025 (METSÖ-ohjelma) (Valtioneuvoston periaatepäätös 2014); energia- ja ilmastostrategia (Valtioneuvoston selonteko 2016); kansallinen biodiversiteettistrategia (Valtioneuvoston periaatepäätös 2012). Alueellisella tasolla laaditaan metsäohjelmia. Alueelliset metsäohjelmat 2021–2025 ovat lakisääteisiä maakunnallisia metsäsektorin kehittämissuunnitelmia ja työohjelmia. Ne pyrkivät edistämään metsien hyödyntämistä monipuolisesti ja kestävästi siten, että paikalliset lähtökohdat, kehittämistarpeet ja tavoitteet otetaan huomioon. Ne toteuttavat EU:n ja Suomen tavoitteita muun muassa luonnon monimuotoisuuden lisäämisestä, ilmastonmuutoksen hillinnästä ja maaseudun kehittämisestä.

Kansalliseen metsäpolitiikkaan vaikuttavat lukuisat kansainväliset ja EU-politiikat (Maa- ja metsätalousministeriö 2015). Metsiä koskevat linjaukset kootaan ja pyritään sovittamaan yhteen Valtioneuvoston metsäpoliittisessa selonteossa ja Kansallisessa metsästrategiassa (Maa- ja metsätalousministeriö 2014, 2015). Viimeisimmän kansallisen metsästrategian, Kansallinen metsästrategia 2025:n, valtioneuvosto hyväksyi 12.2.2015 periaatepäätöksellään. Metsiä koskevia asioita linjataan myös muissa strategioissa ja ohjelmissa, kuten biotalousstrategiat, Etelä-Suomen metsien monimuotoisuuden toimintaohjelma METSO, energia- ja ilmastopoliittinen strategia, kansallinen biodiversiteettistrategia sekä maaseutu- ja aluepoliittiset strategiat ja ohjelmat. Metsien käyttöön vaikuttaa myös monet muut politiikat, kuten energiapolitiikka, veropolitiikka sekä maankäytön suunnittelua koskeva ohjaus.

Metsien ”kestävään käyttöön” vaikuttavia kansainvälisiä ja EU-tason politiikkoja ovat EU:n vuoteen 2030 ulottuva biodiversiteettistrategia (COM(2020) 380 final), ennallistamisasetus (COM(2022) 304 final), EU:n uusi metsästrategia (COM(2021) 572 final), uusiutuvan energian direktiivi eli ns. RED II -direktiivin päivitys (COM(2021) 557 final), lisäksi metsien käyttöön voivat vaikuttaa niin taksonomia-asetus, hiiliviljely, päästökauppadiirektiivi ja LULUCF-asetuksen muutokset sekä EU:n maaperästrategia. EU:n komission ja parlamentin lisäksi FOREST EUROPE on keskeinen kansainvälinen toimija metsiin liittyvissä kysymyksissä. Se on yleiseurooppalainen, vapaaehtoinen korkean tason politiikkaverkosto, jonka muodostavat jäsenmaiden metsäasioista vastaavat ministerit. Vuodesta 1990 tavoitteena on ollut kehittää yhteisiä metsästrategioita allekirjoittajamaiden ja EU:n kesken, kuinka käyttää ja hoitaa metsävaroja kestävästi. FOREST EUROPE:n kestävä metsien käytön ja hoidon määritelmä kriteereineen ja indikaattoreineen on kansainvälisessä käytössä (ks. Tietolaatikko 1).

Kurttila ym. (2022) mukaan yhteistä metsiin liittyvissä nykyisissä politiikkatoimissa on, että niissä korostuvat voimakkaasti biodiversiteettiin, metsien hiilensidontaan sekä metsien terveys- ja suojavaikutuksiin liittyvät tavoitteet. Sen sijaan puun tuotantoon ja käyttöön liittyvät taloudelliset tavoitteet ja näiden vaikutukset esimerkiksi maaseudun elinvoimaisuuteen, yrittäjyyteen ja huoltovarmuuteen jäävät vähemmälle huomiolle. Havaittavissa on myös siirtymä vapaaehtoisista toimista kohti yksityiskohtaista lakitasoista sääntelyä (Kurttila ym. 2022). Metsäalaa koskevan politiikan ja sääntelyn haasteena on eri toimenpiteiden yhteensovittaminen, jotta metsien käyttöä koskevat tavoitteet eivät olisi epärealistisia (Blatter 2022).

2.1.3. Kestävyys metsäneuvonnassa ja metsäsuunnittelussa

Metsätalouden ympäristövaikutuksiin on kiinnitetty enenevästi huomiota 1980-luvulta alkaen ympäristökysymysten noustua esiin yleisesti yhteiskunnassa. Tuolloin julkaistiin myös ensimmäiset yksityismetsätalouden käyttöön tarkoitetut ympäristöohjeistukset (ks. esim. Keskusmetsälautakunta Tapio 1985). Ohjeistukset ovat keskeinen osa metsätalouden toimijoiden tapoja viedä kestävä käytön ja hoidon periaatteita metsänomistajien ja metsäammattilaisten käyttöön. Nykyään metsänhoidon suosituksia kehitetään ja päivitetään laajan asiantuntijayhteistyön pohjalta osana Kansallisen metsästrategian toimeenpanoa. Viime vuosina suosituksiin on tuotu esimerkiksi ilmastokestävyyden ja talousmetsien luonnonhoidon viimeisintä tutkimustietoa. Suosituksissa on lähtökohtana ”kokonaiskestävä” metsien hoito ja käyttö, sekä metsien monikäytön edistäminen (Keskusmetsälautakunta Tapio 2020). Kestävyys on mukana sanana myös nuoren metsän hoitoon, erilaisiin luonnonhoitotoimenpiteisiin ja metsätieverkoston ylläpitoon suunnatussa kannustinjärjestelmässä, Kemera-tuessa (Kestävä metsätalouden rahoituslaki), jota ollaan uudistamassa.

Yksityisille metsänomistajille tarkoitetun tilakohtaisen metsäsuunnittelun tavoite on auttaa metsänomistajaa saamaan metsästään suurin mahdollinen omien tavoitteidensa mukainen

hyöty (Saarinen ym. 2018), joka voi olla taloudellista tai liittyä esimerkiksi omistajan luonnon-suojelu- tai virkistyskäyttötavoitteisiin. Perinteisesti metsäsuunnittelussa on painottunut taloudellinen tuotto ja metsän uudistumisen varmistaminen pitkällä aikavälillä. Yhteiskunnan asettamat vähimmäistavoitteet esimerkiksi ekologisen kestävyuden osalta on määritelty metsä- ja luonnonsuojelulaeissa. Metsäalan toimijoiden palvelut ovat edelleen keskittyneet puuntuotantoon ja -korjuuseen, vaikka kysyntä metsänomistamisen muita tavoitteita palveleville palveluille on kasvanut (Mattila & Roos 2014, Peltola & Tuomisaari 2015). Tutkimusten mukaan metsänomistajat ovat kiinnostuneita ylläpitämään ja parantamaan luonnon monimuotoisuutta ja virkistys- sekä maisema-arvoja metsässään puuntuotannon ohella (esim. Takala ym. 2017, Pynnönen ym. 2018). Metsävaratiedon tuotanto ja metsäneuvonta eivät vielä täysin pysty vastaamaan näihin usein ekologiseen, sosiaaliseen ja kulttuuriseen kestävyteen liittyvien tavoitteiden vaatimuksiin (Mattila & Roos 2014, Pynnönen 2020).

2.1.4. ”Kokonaiskestävä” metsien hoito ja käyttö

Viime vuosina Suomessa on alettu puhua kokonaiskestävästä metsien käytöstä. Kokonaiskestävyydelle, sen paremmin kuin kestäväälle kehitykselle tai kestävyydelle ei ole olemassa yhtä selkeää määritelmää (Tietolaatikko 1). Termi esiintyy suomalaisissa metsäalan strategioissa (Kansallinen metsästrategia 2025, alueelliset metsäohjelmat) sekä Kansallisen metsästrategian kestävyyttä koskevassa jatkokehitystyössä (esim. Paaskoski ym. 2022). Kokonaiskestävyys terminä on otettu myös neuvonnan käyttöön (Keskusmetsälautakunta Tapio 2020). Määritelmässä korostuvat yhtäältä ekosysteemipalvelut ”kokonaiskestävä metsänhoito huomioi kaikkien metsäluonnon tarjoamien ekosysteemipalveluiden kestävä tuotannon ja tilan” (MMM 2020, ks. myös Keskusmetsälautakunta Tapio 2020), mutta myös kestävyuden osa-alueet, ekologinen, taloudellinen, sosiaalinen ja kulttuurinen kestävyys (Paaskoski ym. 2022). Tapio on hahmottelemassa ilmastokestävyyden roolia osana kokonaiskestävyydessä: ”Kokonaiskestävä metsänhoito muodostuu ekologisen, taloudellisen sekä sosiaalisen ja kulttuurisen kestävyuden osa-alueista. Ilmastokestävyydellä on vuorovaikutus kuhunkin näistä.” (Keskusmetsälautakunta Tapio 2020, 9).

Julkisessa keskustelussa poliitikot ja asiantuntijat ovat antaneet kokonaiskestävyydelle metsiä koskien hieman erilaisia tulkintoja. Esimerkiksi entinen maa- ja metsätalousministeri Jari Lepän mielestä kokonaiskestävyys toteutuu, kun talouden, työllisyyden ja monimuotoisuuden tarpeet yhdistyvät, ja hän näkee näin Suomessa tapahtuneen (STT/Audiomedia Oy 10.6.2021). Luontopaneelin puheenjohtaja Janne Kotiaho on katsonut kestävyuden kolmen pilarin ja niiden tasapainoa hakevan ajattelun olevan vanhentuneen, ja nostaa ekologisen kestävyuden tärkeimmäksi (STT/Audiomedia Oy 26.1.2022). Sitran metsäasiantuntija Timo Lehesvirta puolestaan on peräänkuuluttanut kokonaiskestävyysajattelussaan moninäkökulmaista ja monitavoitteista metsien käyttöä, luontaisiin olosuhteisiin perustuvaa ja monimuotoista metsien käyttöä ja varoittaa osaoptimoinnin riskeistä (STT/Audiomedia Oy 28.12.2021). Luken järjestämässä Suo-metsäfoorumissa kokonaiskestävyydellä viitattiin erilaisten ekologisten tavoitteiden (vesien-suojelu, hiilensidonta ym.) yhteensovittamiseen suometsien hoidossa (Finér 2021).

Myös muissa maissa ja kansainvälisessä (englanninkielisessä) metsäpolitiikassa ja metsätutkimuksessa kestävydestä puhutaan usein eri ulottuvuuksien kautta yhdessä tai erikseen. Eri ulottuvuudet nimetään erikseen, toisinaan käytetään termiä ”*holistic*”¹, jolla kestävyyskeskustelussa viitataan väljästi eri ulottuvuuksien tai asioiden samanaikaiseen huomioimiseen, kuten suomalaisessa kokonaiskestävyyskeskustelussa. Esimerkiksi Euroopan metsäinstituutin johtaja Marc

¹ Kreikan kielen sana holon viittaa kokonaisuuteen, joka on enemmän kuin osiensa summa.

Palahí (2019) on nostanut holismin esiin saksalaisen Alexander von Humboldtin ajattelun pohjalta aikamme kompleksisten haasteiden ymmärtämisessä. Humboldt korosti systeemisen, moninäkökulmaisen lähestymistavan merkitystä niin luonnon ymmärtämisessä kuin sitä koskevan tiedon tuotannossa. Holismilla filosofisena suuntauksena on pitkä historia ja siitä voidaan erottaa monia eri suuntauksia. Kestävyykeskustelussa sillä voi olla myös monia muita merkityksiä, minkä vuoksi sitä ei voida varata ainoastaan eri kestävyysulottuvuuksien välisiin tarkasteluihin.

Kaikissa eri käyttötarkoituksissaan kokonaiskestävyydellä näytetään siis viitattavan moninäkökulmaisuuteen, kestävyuden tarkasteluun systeemisesti useammasta kuin yhdestä näkökulmasta. Tältä perustalta voidaan myös kysyä, onko tarkoituksenmukaista edes määrittellä kokonaiskestävyyttä, koska sillä tavoitellaan kestävä kehityksen perimmäistä ideaa: erilaisten tavoitteiden, luonnon ja ihmisen hyvinvoinnin yhteensovittamista oikeudenmukaisesti ja systeemisesti. Tämä liittyy siis siihen, että metsää, samoin kuin muita sektoreita koskevassa kestävyyskeskustelussa on erotettavissa monenlaisia puhetapoja, jotka eivät välttämättä kohtaa tai puhunta jää hyvin yleiselle tasolle (Soini & Salo 2022, Tietolaatikko 1). Kestävyystermiä käytetään metsää koskevilla strategioilla, julkisessa keskustelussa ja myös tutkimukseen liittyen joskus väljästi, määrittelemättä tarkemmin puhunnan kohdetta: onko kysymys metsävaroista, niiden käytöstä ja hoidosta, metsätaloudesta mukaan lukien metsäteollisuus, vai esimerkiksi metsistä osana elämäntapaa tai hyvää elämää. Tämän vuoksi KOKOMETSA-tutkijaryhmä päätyi luomaan kokonaisvaltaisen kuvan metsäalasta, jossa tuodaan esiin mahdollisimman kattavasti metsään liittyvät erilaiset toiminnot (Kuva 1). Kuvaa voi hyödyntää metsien käyttöä koskevassa keskustelussa ja rajausten tekemisessä.

Metsien kestävä käyttöä koskevassa keskustelussa sekoittuvat usein myös erilaiset maantieteelliset tasot: globaali, kansallinen, alueellinen tai vaikkapa yhtä metsätilaa tai metsälöä koskevat tarkastelut. Myös ajallinen mittakaava voi vaihdella. Vuoteen 2015 asti keskustelu noudatteli pitkään Brundtlandin raportin (Yhteinen tulevaisuutemme 1987) linjaa ja ajatusta kestävästä kehityksestä lineaarisena prosessina siten, että pyrittiin etsimään yksittäisiä parannuksia, jotka pidemmällä aikavälillä johtaisivat kestävä kehityksen tavoitteiden saavuttamiseen. YK:n globaalin kestävä kehityksen toimintaohjelman Agenda 2030 (2015) ja Pariisin ilmastopöytäkirjan (2015) myötä alettiin puhua kestävästä siirtymästä ja kestävästä murroksesta, jotka korostavat muutoksen systeemisyyttä ja kiireellisyyttä (ks. tarkemmin Soini & Salo 2022). Tutkijoiden keskuudessa kestävyys siirtymän ja -murroksen käsitteet olivat käytössä jo aiemmin. Kestävä kehityksen yhteydessä on myös tärkeää tunnistaa, kenen näkökulmasta kestävydestä puhutaan: onko näkökulma esimerkiksi metsänomistajan, metsäammattilaisen, kansalaisten, kansantalouden vai luonnon. Myös tutkijoilla voi olla omia henkilökohtaisia näkemyksiä ja tavoitteita metsien kestävä käytön ja hoidon suhteen. Yhteistä käsitystä siitä, mitä kestävydellä kulloinkin metsien hoidon ja käytön yhteydessä tarkoitetaan, ei siis vallitse.

Tietolaatikko 1: Metsäalaan liittyviä kansallisia ja kansainvälisiä kestävyysmäärittelyjä ja tahtotilan ilmauksia

FOREST EUROPE (päivitystyö käynnissä)

Sustainable forest management is “the stewardship and use of forests and forest lands in a way, and at a rate, that maintains their biodiversity, productivity, regeneration capacity, vitality and their potential to fulfil, now and in the future, relevant ecological, economic and social functions, at local, national and global levels, and that does not cause damage to other ecosystems.” (FOREST EUROPE 1993)

FAO

Sustainable forest management is “a dynamic and evolving concept, which aims to maintain and enhance the economic, social and environmental values of all types of forests, for the benefit of present and future generations. Forests and trees, when sustainably managed, make vital contributions both to people and to the planet, bolstering livelihoods, providing clean air and water, conserving biodiversity and responding to climate change.” (FAO 2022). FAOn kriteerit ja indikaattorit kestäväälle metsänhoidolle ovat osittain samat kuin FOREST EUROPE:n, joka on ollut mukana FAOn työssä. FAOlla on vahvempi painotus kehittyvien maiden metsätaloudessa.

UN, Strategic Plan for Forests 2030 and six goals

UN Strategic Plan for Forests 2030 calls for a world where forests are “sustainably managed, contribute to sustainable development and provide economic, social, environmental and cultural benefits for present and future generations.” When sustainably managed, forests are healthy, productive, resilient and renewable ecosystems which provide essential goods and services to people worldwide. YK:n Agenda 2030 toimintaohjelmaan liittyvä metsiä koskeva strateginen suunnitelma. (Yhdistyneet kansakunnat 2017)

Kansallinen metsästrategia 2025 (päivitystyö käynnissä)

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 (sama määritelmä kuin FOREST EUROPE:n). Metsien kestävä hoito ja käyttö terminä pitää sisällään myös metsien suojelun. Kulttuurinen kestävyys voidaan nähdä kestävä kehityksen neljäntenä ulottuvuutena tai sitä voidaan pitää taloudellista, ekologista ja sosiaalista kestävyyttä tasapainottavana, selittävänä ja välittävänä tekijänä. Kulttuuri voidaan nähdä myös koko kestävä kehityksen perustana ja rakenteena, jonka avulla kestävä kehityksen tavoitteet saavutetaan. (Maa- ja metsätalousministeriö 2019)

Suomen biodiversiteettistrategia 2012 (päivitystyö käynnissä)

Tavoitteena on Suomen luonnon monimuotoisuuden ja luonnonvarojen ekologisesti, taloudellisesti, sosiaalisesti ja kulttuurisesti kestävä käyttö ja kehitys, joka turvaa paitsi luonnon monimuotoisuuden säilymistä myös tulevien sukupolvien elinmahdollisuudet ja luonnonvaroihin perustuvat elinkeinot. (Valtioneuvosto 2012)

Suomen biotalousstrategia 2022

Sosiaalinen kestävyys: Kaikille yhteiskunnan jäsenille taataan mahdollisuudet hyvään elämään, terveyteen, koulutukseen ja työllistymiseen. *Taloudellinen kestävyys:* Kestävä talous on edellytys yhteiskunnan keskeisille toiminnoille. Taloudellinen hyvinvointi ei voi perustua

pitkällä aikavälillä velkaantumiselle eikä luonnonvarojen ylikulutukselle. Vähemmästä enemmän -kiertotalousperiaatteen vahvistaminen mahdollistaa hyvinvoinnin kasvun lisäämättä luonnonvarojen kulutusta. Muutos kohti kestävämpää taloutta rakentuu luonnonvarojen viisaaseen käyttöön, osaamisen vahvistamiseen ja työpaikkojen lisäämiseen. Työpaikkojen syntyä, työhyvinvointia ja -turvallisuutta edistetään mm. tuotantotapojen ja toimintamallien uudistamisella. Teollisuuden uudistumista edistetään, jotta saadaan lisää korkean jalostusarvon ja tuottavuuden työpaikkoja. *Ekologinen kestävyys*: yhteiskunnan kyky toimia maapallon kantokyvyn asettamissa rajoissa. Tavoitteena on turvata luonnonjärjestelmien toiminta ja uusiutumiskyky nyt ja tulevaisuudessa. Ekologisen kestävyuden kannalta keskeistä on varovaisuusperiaatteen noudattaminen. Ennen toimiin ryhtymistä tulee arvioida riskit, haitat ja kustannukset. Tärkeää on myös haittojen synnyn ennalta estäminen ja haittojen torjuminen niiden syntylähteillä. Biotalousperiaatteiden ekologisen kestävyuden varmistaminen on ensisijaisen tärkeää. Ilmastotavoitteiden ja luonnon monimuotoisuustavoitteiden saavuttaminen sekä luonnonvarojen ylikulutuksen vähentäminen edellyttävät biotalouden raaka-ainepohjan kestävyuden varmistamista ja sivu- ja jätevirtojen hyödyntämisen vahvistamista sekä tuotteiden elinkaaren pidentämistä ja kiertotalouden mukaista suunnittelua ja toimintamalleja. *Oikeudenmukaisuus*: Biotalousperiaatteiden hyötyjen ja haittojen oikeudenmukaiseen jakaantumiseen tulee kiinnittää huomiota kaikkien yhtäläisen hyvinvoinnin edistämiseksi. Biotalousperiaatteiden asettelussa on oleellista huomioida mahdolliset eturistiriidat ja oikeudenmukaisuus eri osapuolten välillä. Asianosaisten osallisuuden kannalta on oleellista tunnistaa eri ryhmien tarpeet ja oikeudet. *Eettinen kestävyys* on kaiken kattava teema, joka tulee ottaa huomioon yleisesti poliittisessa valmistelussa. Siirtymä hiilineutraaliin yhteiskuntaan tulee tehdä alueellisesti ja sosiaalisesti oikeudenmukaisella tavalla. (Valtioneuvosto 2022)

Suomi 2050 – Kestävän kehityksen yhteiskuntasitoumus

Kestävän kehityksen yhteiskuntasitoumus on keskeinen väline YK:n kestävä kehityksen toimintaohjelman toteuttamisessa. Yhteiskuntasitoumus rakentuu kahdeksasta tavoitteesta, jotka ovat yhdenvertaiset mahdollisuuden hyvinvointiin, vaikuttavien ihmisten yhteiskunta, työtä kestävästi, kestävät yhdyskunnat ja paikallisyhteisöt, hiilineutraali yhteiskunta, resursiivias talous, luonnon kantokykyä kunnioittavat elämäntavat sekä luontoa kunnioittava päätöksenteko. (Kestävän kehityksen toimikunta 2016)

2.2. Metsien käytön kestävyyspuheen kolme kehystä

Katriina Soini, Kalle Aro ja Sari Karvinen

2.2.1. Kestävyys systeemijattelun näkökulmasta

Tässä raportissa metsien käytön kestävyyttä lähestytään Soinin ja Salon (2022) ajattelua hyödyntäen kolmen toisiinsa kytkeytyvän kestävyyspuheen kehysten kautta (Kuva 2). Näkökulma on laaja ja yleinen. Lähestymistapa ei ota kantaa yksittäisiin metsänhoitomenetelmiin tai puuntuotannon kestävään määrään tai pyri antamaan yksiselitteistä määritelmää kestäville metsien käytölle ja hoidolle. Kehysten tarkoitus on tehdä ymmärrettäväksi erilaisten näkökulmien ja lähestymistapojen moninaisuus metsien kestävä käyttöä ja hoitoa koskevassa tutkimuksessa, päätöksenteossa ja yleisessä keskustelussa.



Kuva 2. Kestävyyspuheen kehykset metsien käytölle. Metsien käytön strategioita laadittaessa kehyksiä voi soveltaa siten, että politiikan kehys liittyy ylätasoon tavoitteiden asettamiseen. Toiminnallinen kehys taas liittyy enemmän siihen, miten tavoitteisiin päästään. Tässä voi ottaa eri näkökulmia: metsien hyvinvoinnin, kasvun ja uudistumiskyvyn tai vaikkapa talouden, sekä eri tavoitteiden väliset yhteistarkastelut. Relationaalinen kehys kohdentuu asioihin, joilla pyritään pureutumaan metsien käytön yhteiskunnallisiin rakenteisiin ja toimintatapoihin, joilla mahdollistetaan tarvittava muutos.

Kaikki kolme kehystä perustuvat systeemiseen ajatteluun. Systeemiajattelu (*systems thinking*) on tapa hahmottaa monimutkaisia kokonaisuuksia ja etsiä niihin, mutta myös laajemmin, tapa ymmärtää ja merkityksellistää ympäröivää maailmaa (Allen et al. 2019). Systeemiajattelun kohteena on usein jokin ilmiö tai järjestelmä. Järjestelmä rakentuu osista, joiden suhteet toisiinsa nähden ovat määriteltävissä. Kukin järjestelmän osa voi muodostaa oman järjestelmänsä (alajärjestelmä), tai sillä voi olla rinnakkainen järjestelmä. Järjestelmän ja sen alajärjestelmien välillä on vuorovaikutusta. Eri osien välillä siirtyy informaatiota ja energiaa, ja se voi kehittyä omilla ehdoillaan (emergenttinen). Sen vuoksi järjestelmän toimintaa ei voi palauttaa sen osiin, vaan järjestelmä ja sen toiminta ovat enemmän kuin osiensa summa. Siinä mielessä järjestelmä on holistinen.

Systeemisessä tutkimuksessa keskeistä on tutkia eri asioiden välisiä vuorovaikutuksia ja keskinäisriippuvuuksia kohteena olevan järjestelmän osalta, ja tarkastella yksittäisten osien sijaan kokonaisuuksia ja niiden pohjalta syntyvää toimintaa. Siksi ongelmien tai ilmiöiden tutkimus lähteekin liikkeelle erilaisten systeemien, sen osien tai järjestelmien rajaamisesta ja ymmärtämisestä. Systeeminen ja ei-systeeminen (yksittäistä systeemin osaa koskeva) tieto eivät ole toistensa vaihtoehtoja, vaan kummallakin on oma tehtävänsä ympäröivän maailman kuvaamisessa ja ymmärtämisessä. Kestävyytutkimuksessa ja erityisesti kestävyysmuutosta tutkivassa kestävyystieteessä systeemijattelu on kriittisen tärkeää, koska järjestelmien sopeutumisen ja muutoksen ymmärtämiseksi on välttämätöntä hahmottaa eri asioiden välisiä yhteyksiä (Wiek ym. 2011, Voulvoulis ym. 2022).

Systeemitutkimusta voidaan tehdä monista eri teoreettisista lähtökohdista ja menetelmiä hyödyntäen. Karkeasti systeeminen tutkimus voidaan jakaa ”koviin” (*hard systems methodology*) ja ”pehmeisiin” (*soft systems methodology*) lähestymistapoihin. Jos ongelma voidaan määrittellä tai rajata, sitä voi lähestyä esimerkiksi mallintamalla, tekoälyn tai kausaalikarttojen avulla (*hard systems methodology*). Mallinnusta käytetäänkin silloin, kun tutkitaan esimerkiksi erilaisten metsänkäyttövaihtoehtojen ekologisia tai taloudellisia vaikutuksia, tai niiden yhdistelmiä. Tällöin systeemiä katsotaan sen ulkopuolelta (Reynolds & Holwell 2010).

Toisinaan tutkittava ilmiö tai ongelma karkaa selvärajaisia määrittelyjä, ja päätelmät ongelman luonteesta vaihtelevat suuresti. Tämä johtuu siitä, että eri toimijoilla voi olla erilaista tietoa, tulkintoja, käsityksiä ja uskomuksia (mentaaliset mallit), jotka kumpuavat erilaisista taustoista ja historiasta. Ihmisillä, myös tutkijoilla, on taipumus ajatella, että itse nähty systeemin osa on tärkein (Senge 1996). ”Metsäalan kestävyys” tai ”metsien kestävä käyttö” on tyypillisesti asia, josta vallitsee poikkeavia näkemyksiä, samoin tavoitteista ja tarvittavista toimenpiteistä tai jopa siitä, mitä ”metsällä”, ”metsäalalla” tai ”metsäsektorilla” tuolloin tarkoitetaan. Myös tutkijat painottavat eri tavoin eri systeemin osien ja niiden tutkimuksen tärkeyttä. Tapauksissa, joissa ongelman rajaus tai luonne ei ole selvä, voidaan käyttää ”pehmeää” systeemitutkimuksen lähestymistapaa. Siinä tarkasteltava systeemi määrittyy ja avautuu aina eri tavoin riippuen valitusta näkökulmasta. Pehmeän systeemitutkimuksen menetelmät, kuten osallistavan systeemikartoituksen menetelmät, kriittinen systeemianalyysi ja heuristiikka, tunnistavat paitsi erilaiset tiedon lajit, myös asioiden arvosidonnaisuudet ja ristikkäiset intressit (Checkland 2011). Tutkimusongelman arvosidonnaisuudesta johtuen pehmeää systeemianalyysia tehdään usein vuorovaikteisesti niin, että osallistujien moninainen osaaminen, asiantuntijuus ja ääni tulevat kuuluviin. Pehmeällä systeemitutkimuksella on erityinen rooli kestävyystutkimuksessa kovan systeemitutkimuksen rinnalla, koska kestävyysongelmat ovat ”viheliäisiä ongelmia”², joiden syyt ja myös mahdolliset ratkaisut eivät ole selväpiirteisiä. Kestävyys edellyttää erilaisten arvoasetelmien ja eettisten kysymysten tunnistamista ja tutkimusta. Tällaisten kysymysten sisällyttäminen tietokoneavusteisiin malleihin ei aina välttämättä ole mahdollista tai ainakaan mielekästä.

Seuraavassa esitellään kestävyyspuheen kolme kehystä erityisesti metsäalan näkökulmasta.

² Viheliäiset ongelmat (*wicked problems*) ovat yhteiskunnallisia ongelmia, joiden ratkaiseminen tuntuu mahdottomalta, koska jokainen ratkaisuyritys tuottaa uudenlaisen ymmärryksen ongelmallisen tilanteen luonteesta – ja samalla uudenlaisen ongelman. Käsitteen lanseerasivat Rittel & Webber 1973. Kestävyteen linkittävät esim. Dentoni & Bitzer 2015.

2.2.2. Poliitiikan kehys

Usein metsäalan kestävydestä keskusteltaessa puheena ovat metsien käytön tavoitteet: kuinka paljon ja miten metsävaroja tulisi käyttää eri tarpeisiin tai miten metsätalouden vaikutuksia ympäristöön tulisi vähentää tai metsäluontoa hoitaa, toisin sanoen ”minkä tulee kestää”. Metsiä tarkastellaan siis resurssina erilaisiin ja toisinaan ristiriitaisiin hyvinvoinnin tarpeisiin, mikä on ensisijaisesti poliittinen ja yhteiskunnallinen kysymys, ei tieteellinen. Tällöin keskustellaan metsien käytöstä eri kestävyysulottuvuuksien tai -pilareiden kautta, joita on tavallisemmin erotettu kolme: ekologinen, taloudellinen, sosiaalinen. Viimeaikaisessa keskustelussa on puhuttu myös kulttuurisesta kestävydestä (KMS 2015, Paaskoski ym. 2022) ja ilmastokestävyydestä (Tapio 2020), yleisessä kestävyyskeskustelussa lisäksi institutionaalisesta tai yhteiskunnallisesta kestävydestä. Oikeudenmukaisuus on yhä vahvemmin myös mukana, joko sosiaaliseen kestävyteen liittyvänä tai omana teemanaan. Tietolaatikossa 2 kuvataan lyhyesti, millaisia sisältöjä näille eri ulottuvuuksille on annettu, ei ulottuvuuksiin liittyviä tavoitteita sinänsä.

”Pilariajattelu” on vakiintunut osaksi puhuntaa ja myös tutkimusta, kun yritetään yhteensovittaa erilaisia kestävyystavoitteita. Vaikka ihmisillä voi olla hieman eri näkemykset siitä, mitä eri pilarit tarkoittavat, niiden avulla voidaan puhua erilaisista metsään liittyvistä kestävyyskysymyksistä yleisellä tasolla, koska kestävyys on muuten abstrakti ja vaikea käsite. Ongelmallista on kuitenkin, että pilarit voidaan määritellä (tiedostetusti tai tiedostamatta) eri tavalla, eivätkä ne myöskään ole yhteismitallisia (sisältävät näkökulmia, joita ei voida keskenään vertailla tai arvottaa), mikä voi hankaloittaa keskustelua. Pilareiden kautta tapahtuva yleinen keskustelu ei välttämättä ota huomioon paikallisia erityispiirteitä: metsätalouden kestävyyskysymykset Etelä-Suomessa ja Pohjois-Suomessa tai Suomessa ja Nepalissa ovat mitä suurimmassa määrin erilaisia.

Tietolaatikko 2: Kestävyytulottuvuuksien luonnehdintoja

Ekologisella kestävyydellä tarkoitetaan yleensä luonnon monimuotoisuuden eli biodiversiteetin säilyttämistä ja ekosysteemien toimivuuden varmistamista, jotta luonnon palautumiskyky erilaisista häiriöistä säilyisi. Ekologisesti kestävä toiminta pyrkii siis välttämään luonnonvarojen liikkakäyttöä ja luonnontilan heikentymistä esimerkiksi saastumisen muodossa. Monimuotoisuudella tarkoitetaan luonnossa yleisesti esiintyvää vaihtelua. Useimmiten se ymmärretään lajiston monimuotoisuutena ja sitä kuvataan esimerkiksi tietyn alueen tai elinympäristön lajimäärän avulla. Monimuotoisuutta on myös elinympäristöjen (habitaattien) tasolla ja lajien sisäisellä eli geneettisellä tasolla. Ekologisen kestävyuden tarkasteluihin liitetään usein myös metsäekosysteemin terveyden ja elinvoiman ylläpito sekä metsää ympäröivät ekosysteemit (kuten vesi- ja maaekosysteemit).

Sosiaalinen kestävyys. Sosiaaliseen kestävyteen voidaan sisällyttää hyvin monenlaisia aiheita, jotka liittyvät suoraan metsäsektorilla toimiviin, mutta myös laajemmin metsätalousalueen ihmisiin ja yhteisöihin (Soini ym. 2021). Sosiaalinen kestävyys on erityisesti ihmisten hyvinvointiin ja tasa-arvoon liittyvä universaali ja ylikulttuurinen asia. Sen piiriin kuuluvat ihmisten perustarpeiden tyydyttäminen, terveellinen ja riittävä ravitsemus, puhdas ja turvallinen ympäristö sekä riittävä taloudellinen toimeentulo perustarpeiden tyydyttämiseen. Tarkastelu voi kattaa ihmisten terveyden, turvallisuuden ja hyvinvoinnin sekä niiden yhteydet ympäristöön ja luontoon. Sosiaaliseen kestävyteen liitetään usein myös kysymykset koulutuksesta ja ammatillisesta osaamisesta, jotka tukevat inhimillistä hyvinvointia, mutta myös luovat valmiuksia luonnonvarojen kestävään hallintaan. Sosiaalisen kestävyteen katsotaan usein kuuluvaksi myös tasa-arvoon ja oikeudenmukaisuuteen liittyvät kysymykset. Oikeudenmukaisuus määrittelee yksilöiden ja yhteisöjen toimintamahdollisuuksia sekä osaltaan myös ihmisten hyvinvoinnin kokemusta. Oikeudenmukaisuudessa on hyvin monenlaisia ulottuvuuksia ja se voi koskea ihmisiä, yhteisöjä, alueita tai sukupolvia, mutta myös ei-inhimillisiä luontokappaleita. Oikeudenmukaisuuteen liittyy muun muassa taloudellisen toiminnan hyötyjen ja haittojen jakaminen reilusti; eri osapuolten yhtäläisen arvokkuuden kunnioittaminen; ihmisten kuuleminen ja osallistaminen heitä koskevissa kysymyksissä tai erilaisien haittojen hyvittäminen tai lievittäminen (Bennett ym. 2021, Kivimaa ym. 2022).

Kulttuuri on alkanut vakiinnuttaa paikkaansa omana näkökulmanaan vasta viime vuosina kestävä kehityksen keskustelussa (Jokinen 2014, Soini & Birkeland 2014). Kulttuuri kattaa laajasti ottaen kaiken inhimillisen toiminnan: maailmankuvan, uskomukset, tavat, käytännöt, lait sekä ylipäätään konkreettisille (esimerkiksi metsä tekemisen ympäristönä, metsästä saatavat tuotteet) ja abstrakteille (esimerkiksi kestävä metsätalouden ymmärtäminen) asioille annetut jaetut merkitykset, sekä identiteetin. Kulttuuri määrittää kaikki ne toimintatavat, joilla olemme yhteydessä toisiimme ja metsiin ammatillisesti tai kansalaisina. Kulttuurilla on siten suuri merkitys uusien metsänhoitotapojen ja metsäkäsitysten omaksumisessa ja hyväksymisessä. Kulttuuriset kysymykset nousevat usein pintaan vasta, kun esimerkiksi joidenkin arvojen koetaan olevan uhattuina. Erilaisten intressien yhteensovittamiseksi, ristiriitojen välttämiseksi ja tavoitellun muutoksen aikaansaamiseksi kulttuuristen tekijöiden tunnistaminen on ensiarvoisen tärkeää. MEKKO-työryhmän raportissa (Paaskoski ym. 2022) *metsäkulttuurinen kestävyys kestävä kehityksen osana* -näkökulma korostaa metsäkulttuurin vaalimista. Metsäkulttuuriperintö kertoo siitä, miten, miksi ja millaisissa olosuhteissa Suomessa on aikojen kuluessa hyödynnetty metsiä, miten metsiin on suhtauduttu ja mitä menneisyyden metsäsuhteista on seurannut. Tällä ymmärryksellä on olennainen merkitys nykyhetken hahmottamiselle ja tulevaisuuteen suuntaamiselle. *Metsäkulttuurinen kestävyys kestävä kehityksen tukena* -näkökulma pyrkii vahvistamaan kestävyuden eri ulottuvuuksien samanaikaista

toteutumista luonnon kantokyvyn rajoissa ja sovittamaan yhteen erilaisia kestävyystavoitteita. *Metsäkulttuurinen kestävyysmurros osana kestävän kehityksen perustaa* -näkökulma korostaa globaalia, maailmankuvallisesta muutostarpeesta kohti maapallon kantokyvyn mukaista kulttuuria ja elämäntapaa. Suomalainen metsäkulttuurin katsotaan olevan osa tätä systeemistä muutosta.

Taloudellinen kestävyys. Myöskään taloudelliselle kestävyydelle ei ole yhtä yksiselitteistä tulkintaa tai määritelmää. Yhteinen tulevaisuus -raportissa talous nähtiin yhtenä pilarina hyvinvoinnin tuottamisessa. Vuosikymmenten ajan talouden suhde muihin kestävyiden ulottuvuuksiin on herättänyt paljon keskustelua erityisesti siksi, että jatkuvan talouskasvun tavoittelun arvioidaan olevan yksi keskeinen syy nykyisiin kestävyysongelmiin myös metsiin liittyen. Parhaillaan talouden roolia kestävyiden ulottuvuutena haetaan uudenlaisten paradigmojen kautta (Järvensivu ym. 2022). Esimerkiksi Ympäristöministeriö (2022) määrittelee taloudellisen kestävyiden tasapainoiseksi kasvuksi, joka ei perustu pitkällä aikavälillä velkaantumiseen tai varantojen hävittämiseen. Kestävä talous on edellytys yhteiskunnan keskeisille toiminnolle ja kansakunnan hyvinvoinnille. Metsien osalta taloudellisessa kestävydessä on kiinnitetty huomiota mm. metsien elinvoimaisuuteen, tuottavuuteen ja kannattavuuteen (MMM 2022) sekä metsistä saataviin tuotteisiin ja palveluihin, työllisyyteen sekä julkishyödykkeisiin (maisema, hiilensidonta ym.) (FOREST EUROPE 2015).

Muita kestävyysulottuvuuksia. Puuntuotannollinen kestävyys tarkoittaa metsien puuntuoton ylläpitoa ja huomio kiinnitetään puuvarantojen säilymiseen riittävällä tasolla luonnon ja ihmisen hyvinvoinnin tarpeisiin. Se on vanhin tapa puhua metsien käytön kestävydestä. Puuntuotannollinen kestävyys liittyy vahvasti myös arvioihin suurimmasta ylläpidettävissä olevasta hakkuukertymästä. **Ilmastokestävyys** -termiä on käytetty viime aikoina, kun on haluttu kuvata metsien merkitystä ilmastonmuutokseen sopeutumisessa ja hillinnässä. Sitä linkitetään myös osaksi kestävän metsänhoidon suosituksia (Keskusmetsälautakunta Tapio 2020). Euroopan metsäinstituutin mukaan ilmastokestävydessä on kyse strategiasta lisätä metsien ja metsäsektorin ilmastohyötyjä siten, että syntyy synergioita muiden metsänkäyttötavoitteiden kanssa (esim. kasvihuonekaasujen vähentäminen, tuottavuus ja hyödyt).

Pilareihin ja ulottuvuuksiin perustuvien kestävyysmallien rinnalle on tullut muita malleja (ks. esim. Järvensivu ym. 2022), joita on tuotu keskusteluun erityisesti tutkijoiden ja kansalaisyhteiskunnan toimesta. Näissä malleissa korostetaan planeetan rajallisia resursseja sekä ihmisen ja luonnon yhteyksiä hyvinvoinnin rakentamisessa, ja vastaavasti taloudelle on haettu uudenlaista roolia ja paikkaa. Tavoitteena on kokonaisvaltaisempi yhteiskunnallinen muutos.

Tunnetuin näistä ajattelumalleista on nk. **donitsitalouden** malli (*donough economy*), jonka kehittänyt brittiläinen taloustieteilijä Kate Raworth (2018). Tässä mallissa tunnustetaan riittävälle hyvinvoinnille planetaariset rajat ja edellytykset, joiden väliin jää tilaa turvalliselle ja oikeudenmukaiselle toiminnalle, yhteiskunnalliselle kehitykselle sekä jakamiseen ja kierrätykseen perustavalle taloudelle. Donitsitalouden lisäksi hyvin paljon samanlaisia elementtejä liittyy **hyvinvointitalouden** (*economy of wellbeing*) käsitteeseen. Tämän termin toi Suomessa keskusteluun SOSTE ry (Särkelä ym. 2014). Hyvinvointitalous on otettu melko laajasti käyttöön eri toimijoiden keskuudessa ja sille on annettu myös erilaisia tulkintoja (Helne 2022). Toiset korostavat talouskasvun ja hyvinvoinnin keskinäisriippuvuutta, toisessa taas talouskasvu nähdään luonnon ja sitä myöten myös ihmisen hyvinvoinnin uhkana. Uusista käsitteistä huolimatta kestävän kehityksen pilarit tulevat varmasti kuitenkin säilymään ainakin jonkin aikaa kestävyyskeskustelun ja -

politiikan työkaluina, ovathan ne siinä määrin vakiinnuttaneet paikkansa niin tutkimuksessa, politiikassa kuin kansalaistenkin keskuudessa.

Politiikan kehys on tärkeä, sillä sen kautta asetetaan metsien käyttöön ja hoitoon liittyviä tavoitteita sekä käydään näihin liittyvää arvokeskustelua eri toimijoiden kanssa. Kestävyydessä oleellista on monien, toisinaan myös keskenään ristiriitaisten tavoitteiden samanaikainen edistäminen, mikä edellyttää asioiden moninäkökulmaista tarkastelua. Poliitiikan kehyksessä huomio kuitenkin kohdistuu usein yksittäisiin ulottuvuuksiin, vaikka reaali maailmassa kaikki kestävyysulottuvuudet ovat kytköksissä toisiinsa (keskinäisriippuvuudet) ja niiden välillä on erilaisia vaihtosuhteita. Vaihtosuhteiden tarkastelu kestävyysulottuvuuksien tasolla on haastavaa, koska yksittäisten kestävyysulottuvuuksien ja indikaattoreiden merkitys ja painoarvo vaihtelee aina kontekstista riippuen (ks. Luku 2.4.). Tämän vuoksi kestävyyttä arvioidaan tai tutkitaan jostakin valitusta näkökulmasta tai kontekstista, eivätkä keskinäisriippuvuudet ja vaihtosuhteet tule esiin. Mitä laajemmalle alueelliselle tasolle mennään ja mitä pidemmän aikavälin tarkastelusta on kysymys, sitä suurempaa yksittäisiin tekijöihin liittyvä vaihtelu on. Poliitiikan kehyksessä kestävyyttä tarkastellaan ilmiönä, ihmistoiminta tai arvot eivät ole useinkaan mukana tarkasteluissa. Vaikka keskusteluun osallistuvat toimijat ja tutkijat tuovat oman intressinsä ja näkemyksensä esiin, politiikan kehukseen ei sisälly oman tai muiden toimijoiden aseman tai toiminnan reflektointi.

Politiikan kehystä käytetään erityisesti silloin, kun pyritään tunnistamaan erilaisia intressejä ja sovittamaan niitä yhteen. Siksi erilaisten sidosryhmien osallisuus metsäpolitiikan ja -strategioiden ja neuvonnan suunnitteluun mahdollisimman varhaisessa vaiheessa on tiedostettu tärkeäksi. Tutkimuksella on useita tehtäviä politiikan tukemisessa, metsäpoliittisten strategioiden ja ohjauskeinojen laatimisessa. Tutkimus tuottaa tietoa esimerkiksi erilaisten metsänhoitokäytäntöjen ja käytön vaikutuksesta ympäristöön tai ekosysteemipalveluihin, talouteen ja kulttuuriin. On olemassa monia osallistavia tutkimusmenetelmiä kuten monikriteerianalyysit, kansalaisraadit, tulevaisuuden käyttövaihtoehdot (skenaariot), joilla kestävyystavoitteita voidaan hahmottaa ja puntaroida yhdessä sidosryhmien kanssa.

2.2.3. Toiminnallinen kehys

Toinen kehys tarkastelee metsien käyttöä toiminnallisesta näkökulmasta pyrkien ymmärtämään metsien käytön kestävyyttä nimenomaan tietyssä kontekstissa. Toiminnallinen analyysi voi kohdistua esimerkiksi johonkin metsäsektorin osa-alueeseen (esim. metsäbioenergia, ks. Groundström & Juhola 2021). Analyyseissa pyritään systemaattiseen tarkasteluun siten, että järjestelmän toiminnan eri ulottuvuudet ja siihen vaikuttavat tekijät vuorovaikutussuhteineen on otettu huomioon. Oleellista on järjestelmän eri osien (järjestelmät, alajärjestelmät ja rinnakkaisjärjestelmät) sekä alueellinen (tarkastelutason maantieteelliset ulottuvuudet) tunnistaminen ja tarkastelun aikavälin määrittäminen. Ajallisessa rajauksessa on tärkeää tunnistaa järjestelmän nykytilaan vaikuttavat keskeiset piirteet, esimerkiksi maankäytön/metsänhoidon historia, sosio-kulttuuriset, institutionaaliset ja poliittiset kysymykset. Toimintajärjestelmän analysoinnissa voidaan hyödyntää erilaisia viitekehkyksiä.

Ekosysteemipalvelut -viitekehys (*ecosystem services, ES*) tarkastelee, miten metsien ekosysteemipalvelut muodostuvat. Ekosysteemipalvelut tulivat tunnetuksi Globaalin ekosysteemi-arvion myötä (MEA 2005) ja niitä käytetään laajalti erilaisten ympäristöhyötyjen tunnistamisessa ja arvottamisessa, myös metsäkontekstissa (esim. Pohjanmies ym. 2021). Ekosysteemipalvelut on jaoteltu tuotanto-, sääntely-, ylläpito- ja kulttuuripalveluihin. Huomio on ekologisissa prosesseissa ja niissä hyödyissä, mitä tietynlainen metsäekosysteemi voi tarjota joko ihmiselle tai ekosysteemin muille osille. Ekosysteemipalvelut eivät tunnista ihmisen roolia aktiivisena

toimijana muuta kuin ekosysteemipalvelujen arvottajana. Ekosysteemipalvelut -viitekehys soveltuu hyvin metsien tuottamien hyötyjen arviointiin.

Sosio-tekninen monitasomalli (*multi-level perspective, MLP*) pyrkii ymmärtämään keskinäis- ja polkuriippuvaisen järjestelmän muutosta tai siirtymää (transitio) (Geels 2002). Malli on vaikiintunut energiajärjestelmän tarkastelukehiksenä, mutta sen käyttö on viimeisten vuosien aikana laajentunut esimerkiksi ruokajärjestelmän tutkimukseen. Monitasomalli hyödyntää kolmea analyyttistä tasoa (*landscape, regime, niche*) selittäessään järjestelmän siirtymää: Landscape -tasolla vaikuttavat megatrendit ja globaalit kehityskulut. Nämä vaikuttavat regime -tasolla toimivaan kansalliseen järjestelmään muokkaamalla sen toimintakykyä, kontekstia ja tavoitteita. Niche -tasolla kehittyvät sosio-tekniset innovaatiot pyrkivät murtautumaan järjestelmän keskinäisriippuvuuden läpi ja asettamaan itsensä osaksi vallitsevaa järjestelmää. Monitasomallissa mielenkiinto keskittyykin näiden kolmen tason väliseen dynamiikkaan, ja usein erityisesti regime-niche -vuorovaikutukseen.

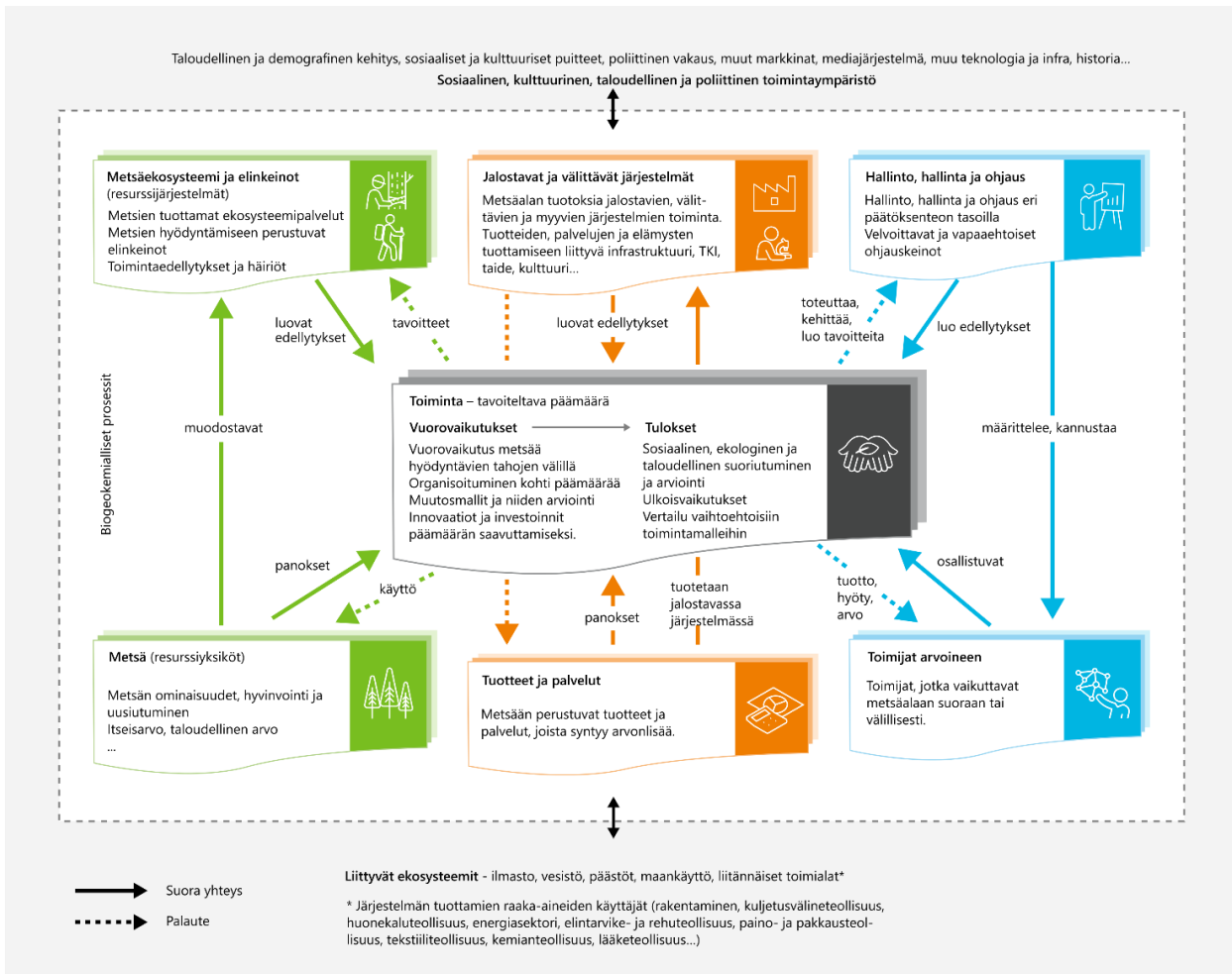
Sosio-ekologinen järjestelmä (*socio-ecological system, SES*) on kolmas tapa analysoida sosio-ekologisia järjestelmiä. Toisin kuin ekosysteemipalveluissa, tässä viitekehyksessä huomio kohdistuu myös toimijoihin, ihmisiin ja yhteiskuntaan. Järjestelmä ymmärretään dynaamisena ja sopeutuvana siten, että se on jatkuvassa muutoksessa ja yhteydessä muihin rinnakkaisiin järjestelmiin. Sosio-ekologisen järjestelmän keskiössä on tavoiteltava päämäärä ja toiminta sen saavuttamiseksi. Järjestelmä on jaettu neljään toisiinsa vaikuttavaan ulottuvuuteen: (i) resurssi-järjestelmät; (ii) resurssiyksiköt; (iii) hallintajärjestelmä; (iv) käyttäjät. Järjestelmä on yhteydessä ulkopuoliseen taloudelliseen, sosiaaliseen poliittiseen toimintajärjestelmään ja muihin ekosysteemeihin (Ostrom 2007). Järjestelmän eri osat ovat toisiinsa kytkeytyneitä, vaikuttavat toinen toistensa toimintoihin ja kehitykseen, ja siten koko järjestelmän toimintaan. Järjestelmän jokainen osa on autonominen ja vuorovaikutussuhteiden kautta muuttaa systeemiä koko ajan. Malli pyrkii kuvaamaan toimintajärjestelmän kompleksisuutta. Se tunnistaa jatkuvan muutoksen: kun järjestelmän yhdessä osassa tapahtuu muutos, se vaikuttaa kaikkiin muihin järjestelmän osiin. Sosio-ekologisen järjestelmän avulla on mahdollista arvioida erilaisia vuorovaikutussuhteita ja löytää tekijöitä, jotka voivat vaikuttaa järjestelmän kestävyttä edistävästi tai heikentävästi. SES-kehys auttaa siis ennen kaikkea analysoimaan haluttua metsäalan järjestelmää tai sen osaa, sekä pohtimaan, miten toivottavaa muutosta voidaan saada aikaan, tunnistamaan muutoksen mahdollisia esteitä ja interventioiden vaikutuksia.

SES-järjestelmä liittyy erityisesti **resilienssiteoriaan**, joka pyrkii ymmärtämään ja analysoimaan järjestelmän palautumis- ja sopeutumiskykyä, mutta myös muutosta (Folke ym. 2016). Siten resilienssillä ja kestäväällä kehityksellä on yhteys, vaikka ne lähestyvät kestävyttä eri näkökulmista (Chaigneau ym. 2022, Reyers ym. 2022). Resilienssi -käsite on ollut viime vuosina hieman katveessa, mutta COVID-pandemia ja viimeksi Venäjän hyökkäyssota Ukrainaan on nostanut sen jälleen keskusteluun erityisesti huoltovarmuuden kautta. Resilienssillä voidaan ymmärtää järjestelmän kestävyttä lyhyellä ja pitkällä aikavälillä: lyhyt viittaa palautumiskykyyn ja kykyyn sietää erilaisia häiriöitä (kuten huoltovarmuus), pitkällä aikavälillä taas resilienssi mahdollistaa kestävyssiirtymän ja -muutoksen sopeutumis- ja uudistumiskyvyn myötä. On hyvä huomata, että resilienssi ei aina ole myönteinen asia. Esimerkiksi metsäteollisuuden matala jalostusaste voi olla esimerkki kielteisestä resilienssistä ja lukkiutuneesta tilanteesta, jossa olemassa olevat rakenteet ja markkinat ylläpitävät epätoivottavaa tilaa (Cinner & Barnes 2019). Jossain tilanteessa siis voi olla hyvä, että järjestelmä siirtyykin toiseen tilaan murroksen kautta palautumisen ja sopeutumisen sijaan, eikä pyri palautumaan tai sopeutumaan vanhaan.

Kuvassa 3 on esitetty **sosio-ekologinen järjestelmä sovellettuna metsäalalle** karkealla tasolla. Lähtökohdiana on käytetty Ostromin päivitettyä sosio-ekologisen järjestelmän (SES) -

kehystä (McGinnis & Ostrom 2014). Kehystä on täydennetty tuotteita sekä niitä jalostavien ja välittävien alajärjestelmien kokonaisuuksilla kattavamman kokonaiskuvan luomiseksi järjestelmästä (Marshall 2015). Lisäksi työssä on hyödynnetty UNISECO-projektissa maatalousjärjestelmälle laadittua ohjeistusta SES-mallin soveltamisesta (Guisepelli et al. 2018). Esitetty kehys on siis metsäalan ympärille syntyneen järjestelmän dynaaminen kuvaus, joka koostuu alajärjestelmistä ja alajärjestelmien välisestä vuorovaikutuksesta. Kehyksen avulla voidaan hahmottaa, miten metsäalan eri osat vaikuttavat tilanteessa, jossa tavoiteltavaksi päämääräksi on asetettu kokonaiskestävyyden toteutuminen. Kuvaa luettaessa on huomioitava, että esitetty kuvaus pyrkii havainnollistamaan kestävyyden toteutumisen kannalta keskeisimpiä ilmiöitä, eikä siten pyri tarkasti kuvaamaan esimerkiksi kaikkia alajärjestelmien välisiä ja sisäisiä vuorovaikutussuhteita metsäalalla. Kuten edellä mainittu, järjestelmä ei myöskään toimi tyhjiössä vaan on jatkuvasti linkittynyt ja voimakkaan riippuvainen muista yhteiskunnan järjestelmistä ja niiden toiminoista. Sosio-ekologinen järjestelmä poikkeaa muista esitellyistä järjestelmistä siinä, että toimijat arvoineen ovat mukana tarkasteluissa. Myös tarkasteltavan järjestelmän yhteydet muihin järjestelmiin tunnustetaan.

Toiminta perustuu metsiä hyödyntävien tahojen väliseen vuorovaikutukseen, joka sisältää sovitut muutosmallit ja teot kohti asetettua tavoitetta. Vuorovaikutuksista syntyy tuloksia, joilla arvioidaan toiminnan kestävyysasuorutumista sosiaalisesta, ekologisesta ja taloudellisesta näkökulmasta. Tuloksille asetetaan soveltuvia kestävyysindikaattoreita ja vertailukohtana voidaan käyttää vaihtoehtoista toimintamallia. Metsäalan järjestelmän sisäisistä ulottuvuuksista **metsä-ekosysteemi ja elinkeinot** (resurssijärjestelmät), **metsä** (resurssiyksiköt) sekä **hallinto, hallinta ja ohjaus** (hallintajärjestelmä) luovat edellytykset toiminnalle, joka puolestaan hyödyntää niitä ja luo tavoitteita. **Toimijat** (käyttäjät) osallistuvat toimintaan ja saavat siitä hyötyä tai arvoa. Jokaista sisäistä ulottuvuutta kuvataan soveltuvilla muuttujilla, joista on listattu esimerkkejä kuvassa. Muuttujia tarkennetaan edelleen asettamalla ulottuvuutta koskevia indikaattoreita. Järjestelmän ulkoisena ulottuvuutena on sosiaalinen, kulttuurinen ja poliittinen toimintaympäristö eli konteksti, jossa metsäala toimii. Metsäalalla on myös vaikutusta muihin ekosysteemeihin ja järjestelmiin, kuten ilmastoon, vesistöön, maankäyttöön sekä liitännäisiin toimialoihin, joille metsäala tuottaa raaka-aineita tai tuotteita jatkojalostettavaksi. Kehys mahdollistaa tarkastelun paikallisella, alueellisella, kansallisella tai globaalilla tasolla. Alajärjestelmien sisällöt ja järjestelmien väliset vuorovaikutukset riippuvat tarkastelun kohteena olevan tasosta tai järjestelmän muista rajauksista (esim. mitä metsäalan järjestelmää tarkastellaan).



Kuva 3. Metsäalan sosio-ekologinen järjestelmä (mukaillen McGinnis & Ostrom 2014, Marshall 2015). Kuva on tuotettu Luken tutkijoille järjestetyssä työpajaprosessissa keväällä 2022 (ks. tarkemmin Luku 3). Kuva löytyy tarkempana <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-526-2>

2.2.4. Relationaalinen kehys

Kolmas kestävyiden kehys on relationaalinen. Siinä kestävyttä tarkastellaan olotilana tai suhteena. Relationaalisella kehyksellä on paljon yhtäläisyyksiä toiminnallisen kehityksen kanssa, mutta siinä järjestelmän osia ei tarkastella itsenäisinä, vaan toisistaan riippuvaisina ja tiettyyn ympäristöön "uppoutuneina" (*embedded*). Relationaalinen kehys tarkoittaa erilaisten raja-aitojen ylittämistä luonnon ja kulttuurin, materiaalsen ja aineettoman, subjektiivisuuden ja objektiivisuuden välillä. Sen mukaan sekä luontoa että ihmisen toimintaa on kaikkialla ja ne ovat jatkuvasti toisiinsa kietoutuneita. Tässä suhteessa relationaalisuus haastaa ajattelua ihmisen ja luonnon erillisyydestä, jota erityisesti länsimaisessa ajattelussa ja tieteessä on korostettu vuosikymmenten ajan (ks. Haverinen ym. 2021). Relationaalisuus korostaa myös tiedon suhteellisuutta ja huomioi erilaiset tiedon lajit (paikallinen, traditionaalinen, tieteellinen) sekä tunteet olemassaolon ja tietämisen tapana (Walsh ym. 2021).

Relationaalisen kehityksen näkökulma auttaa ymmärtämään metsän kestävästä käytöstä koskevan keskustelun erilaiset lähtökohdat, jotka kumpuavat erilaisesta tiedostetuista ja tiedostamattomista metsään liittyvistä merkityksistä. Siihen kuuluu näiden lähtökohtien tunnistaminen ja tunnistaminen keskustelua ohjaavana tekijänä. Kaikilla metsäalan toimijoilla ja myös kansalaisilla on oma metsäsuhde, joka vaikuttaa argumentointiin ja toimintaan (Halla ym. 2020). Tämä kehys

myös muistuttaa, että vasta kun ymmärrämme olevamme osa luontoa ja tajuamme luonnon kokonaisvaltaisen merkityksen hyvinvoinnillemme, on mahdollisuus kokonaisvaltaiseen toimintatapojen ja ajattelun muutokseen, jota erityisesti kestävyysmurroskeskustelu peräänkuuluttaa (Soini & Salo 2022). Ilman tätä muutosta kestävyys tavoittelu jää helposti pinnalliseksi keskusteluksi.

Vaikka relationaalinen kehys voi vaikuttaa abstraktilta, se itse asiassa on lähempänä reaali-ilmaa kuin muut kehykset: sen avulla voidaan saada esiin ihmistoimintaa ohjaavat paikalliset ja alueelliset ajurit ja samalla myös muutoksen edellytykset. Moninaisten suhteiden verkostoa voidaan käyttää lähtökohtana erilaisten ratkaisujen innovatiivisessa yhteiskehittelyssä, kun eri toimijat yhdessä tutkijoiden kanssa pohtivat uudenlaisia toimintatapoja, hallintamekanismeja tai jopa teknologisia ratkaisuja metsien kestäväan käyttöön. Tällaisilla prosesseilla voi puolestaan olla ihmisten totuttuja ajattelu- ja toimintatapoja haastavia vaikutuksia. Relationaalinen kehys korostaa myös arvojen ja valtasuhteiden näkyväksi tekemistä, ja niiden huomioimista kaikessa kestävyteen liittyvässä toiminnassa.

2.3. Metsien käytön kestävyysarviointi

Katriina Soini, Kari T. Korhonen, Sari Pynnönen ja Jari Viitanen

2.3.1. Kestävyyskriteerit ja indikaattorit

Kestävän kehityksen arviointiin on kehitetty useita eri kriteeristöjä, indikaattoreita ja indikaattorikokoelmia aina 1990-luvulta lähtien (Meadows 1998). Kestävyyskriteeri tarkoittaa tiettyä kestävyysosa-aluetta tai ilmiötä koskevaa arviointiperustetta, joka määrittää kestävyys tavoitteen tai ideaalituloksen (Sahely ym. 2005). Indikaattori puolestaan on mitattava työkalu, menetelmä tai tunnusluku, joka määrittelee ja kuvailee kriteerillä kuvattavaa ilmiötä, ja siten kuvaa kestävyyskriteerissä tapahtuvaa muutosta (Pavlovskaja 2014). Indikaattoreiden tehtävänä on tuottaa tietoa siitä, miten kestävyystavoitteita saavutetaan. Esimerkiksi vanhan metsän määrä voi olla ekologisen kestävyyskriteerin ja sitä kuvaava indikaattori yli 140-vuotiaan metsän hehtaarimäärä. Metsien käyttöä ja hoitoa kuvaavia mittareita on lukuisia. Indikaattoreista tulee kestävyysindikaattoreita, kun ne liitetään joihinkin tiettyihin, usein aikaan sidottuihin kestävyystavoitteisiin (Meadows 1998). Kestävyysindikaattorit voivat olla yhtä moninaisia kuin tarkastelun kohteena oleva järjestelmä. Monet indikaattorit pystyvät kuvaamaan vain rajallisesti haluttua ilmiötä tai järjestelmää, eivätkä mitkään indikaattorit kykene kattamaan kaikkia kestävyys näkökulmia. Indikaattorit, samoin kuin näkemys kestävästä kehityksestä, voivat muuttua yhteiskunnan tavoitteiden, ajan ja paikan mukaan. Toisin sanoen, se mitä mitataan, kertoo siitä, mitä kulloinkin pidetään kestävyys kannalta tärkeänä. Usein indikaattorityössä kuitenkin keskitytään ensisijaisesti siihen, mitä voidaan teknisesti mitata (McCool & Stankey 2004). Keskustelussa käsitteitä (kriteeri, indikaattori, mittari) käytetään usein sekaisin.

Indikaattorit voivat olla laadullisia tai määrällisiä. Määrällisillä indikaattoreilla seurataan systemaattisesti, tietyn aikavälein, tiettyä kriteeriä koskevaa muutosta, kuten hakkuiden määrää, suojelualueiden määrää, kuolleen puun määrää, metsätuhoja, metsäalan osuutta bruttokansantuotteesta tai metsien virkistyskäyttöä. Laadulliset indikaattorit ovat kuvailevia ja usein niiden kartoittamiseksi tarvitaan erillisiä tutkimuksia, kuten kyselyjä ja haastatteluja. Niiden seuranta vaatii usein enemmän resursseja ja ne ovat usein siten määrällisiä indikaattoreita resurssi-intensiivisempiä, eivätkä välttämättä tuota vertailukelpoista dataa. Laadullisilla indikaattoreilla voidaan kuvata esimerkiksi metsään liittyviä arvoja ja merkityksiä tai institutionaalisia puitteita. Laadullista indikaattoritietoa ei ole helppo kommunikoida yksityiskohtaisesti tai yhteensovittava

määrällisen tiedon kanssa. Siksi määrälliset indikaattorit ovat usein voimakkaammin esillä kestävydestä keskusteltaessa. Samasta syystä metsää koskevat sosiaaliset, kulttuuriset ja institutionaaliset kestävyysnäkökulmat, joita usein joudutaan seuraamaan laadullisilla indikaattoreilla, jäävät vähemmälle huomiolle.

Metsien kestävään käyttöön ja hoitoon liittyvä indikaattorityö käynnistyi muiden kestävyysindikaattoreiden tapaan 1990-luvulla (ks. esim. Raison ym. 2001). Vuosien saatossa eri tahot ovat laatineet metsien käyttöä koskevia indikaattoreita erilaisille spatiaalisille tasoille ja erilaisiin kestävänsä metsätalouden ohjelmiin liittyen: kansainväliselle (FAO), eurooppalaiselle (FOREST EUROPE), kansalliselle (Kansallisen metsästrategian indikaattorit); alueelliselle ja paikalliselle tasolle (alueelliset metsäohjelmat) (Liite 1). Lisäksi metsien käyttöä ja hoitoa koskevia indikaattoreita sisältyy yleisempiin kestävänsä kehityksen toimintaohjelmiin esim. YK:n kestävänsä kehityksen indikaattoreihin (YK, Agenda 2030) ja Suomen kestävänsä kehityksen indikaattoreihin (Valtioneuvoston kanslia).

Yleisesti ottaen metsien kestävänsä käyttöön liittyvät ekologiset mittarit ovat vakiintuneempia, kuten metsien vaikutus luonnon monimuotoisuuteen, ympäröivään maaperään tai vesistöön. Metsien terveyttä ja hyvinvointia kuvaavat indikaattorit liittyvät metsien puuntuotantokykyyn, mutta niillä on myös ekologinen merkitys. Viime aikoina on alettu seurata myös metsien ilmastovaikutuksia (FOREST EUROPE). Metsien käytön ympäristövaikutusten mittaamisessa voidaan hyödyntää myös puutuotteiden elinkaarilaskentaa. Elinkaarilaskentaa voidaan käyttää myös metsästä saatavien tuotteiden ja -palveluiden arviointiin (ks. Tietolaatikko 5). Elinkaarilaskentaa on pyritty laajentamaan viime aikoina ympäristövaikutuksista sosiaalisiin vaikutuksiin (Usva 2022).

Puunkäytön taloudellisen kestävyysmittareina pidetään usein puuston vuotuisen nettokasvun ja hakkuupoistuman suhdetta (PEFC ja FOREST EUROPE -kriteerit). Suomessa käytettävä suurimman ylläpidettävissä olevan hakkuukertymän arvio kuvaa hakkuiden ylärajaa silloin, kun tavoitellaan metsätalouden taloudellista ja puuntuotannollista kestävyttä pitkällä aikavälillä (ks. Luku 3.1.1.). Metsäalan taloudellista kestävyttä voidaan mitata myös esimerkiksi arvonlisäyksen tai bruttokansantuotteen kasvuna, investointeina, työllisten määrällä tai viennin arvolla. Näiden mittareiden avulla voidaan vertailla eri alueiden ja kansakuntien taloudellista kehitystä. Suomessa Tilastokeskus julkaisee aluetilinpidoissaan toimialoittaisia tietoja työllisyydestä, arvonlisäyksestä ja tuotoksesta maakunnittain. Mittarit eivät kuitenkaan ole yksiselitteisiä, sillä esimerkiksi bruttokansantuote mittaa rajatun alueen elintasoja tietyn ajan kuluessa, mutta se ei välttämättä kerro mitään elämisen laadusta tai ympäristön tilasta. Näistä syistä bruttokansantuotetta kestävyysmittaajana kritisoitetaan yhä useammin ja sille on ehdotettu vaihtoehtoisia mittareita.

Metsien käytön yhteiskunnallisia ulottuvuuksia sekä sosiaalisia ja kulttuurisia kysymyksiä on kaikkein haastavinta mitata. Väestöön liittyviä sosio-ekonomisia muuttujia voidaan toki kartoittaa, kuten demografisia tietoja, koulutusta, ammattiasemaa, työllisyyttä tai mitattua terveyttä. Samoin voidaan dokumentoida esimerkiksi kulttuuriperinnön säilyttämiseen liittyviä asioita. Näitä voidaan käyttää ainakin epäsuorasti sosiaalisen tai kulttuurisen kestävyysmittaajina. Sen sijaan ihmisten hyvinvointiin ja kulttuuriseen merkityksenantoon liittyvät asiat ovat osittain subjektiivisia, tilanne-, aika- ja paikkasidonnaisia (Walker & Jackson 2019). Niitä on vaikea tilastoida tai tavoittaa edes laajoilla kyselytutkimuksilla, ja siksi ne edellyttävät laadullisempaa tutkimusotetta. Toinen haaste on tavoitetasojen asettaminen. Varsinkaan kulttuuriselle kestävyydelle ei voida asettaa mielekkäitä tavoitetasoja perus- ja ihmisoikeuksia sekä kulttuurisia oikeuksia lukuun ottamatta, koska kulttuuri on ajassa ja myös paikassa muuttuva ilmiö. Saman yhteisön ja jopa yksittäisen ihmisen kulttuurinen merkityksenanto voi poiketa riippuen

siitä, mistä tai minkälaisesta metsästä tai metsään liittyvästä kulttuurisesta ilmiöstä on kysymys. Silloin ei voi tehdä oletuksia (Valkonen 2006). Yhteiskuntien kehittyessä ajatus ihmisoikeuksienkin sisällöstä voi muuttua, jolloin myös toiminnan täytyy muuttua vastaamaan uusia vaatimuksia.

2.3.2. Indikaattorityön kehityssuuntia

FOREST EUROPE on ollut keskeinen toimija metsäalan kestävyysindikaattoreiden kehittämisessä: FOREST EUROPE:n yhteistyössä kehitettyjä indikaattoreita on käytetty lähtökohtana niin globaalilla (FAO), kuin kansallisella (Suomi) tasoilla. Laajasta käytöstä huolimatta näissä indikaattoreissa on havaittu puutteita, kuten liian kapea fokus ainoastaan ketjun alkupäähän (metsävarat), käsitteellisen viitekehyksen ja kausaalisuhteiden kuvaamisen puute, epäselvyys suhteessa poliittisiin tavoitteisiin, sekä olemassa olevan datan, heikkojen signaalien ja sosioekonomisten indikaattoreiden puute (Wolfslehner ym. 2016). Monet näistä mainituista asioista liittyvät juuri systeemisen näkökulman puutteeseen. FOREST EUROPE päivittää parhaillaan indikaattoreitaan.

Metsäalaa koskeva indikaattorityö kohtaa samat vaatimukset kuin kestävä kehityksen indikaattorityö yleensä (Mccool & Stanley 2004): indikaattoreiden tulee kuvata haluttujen tavoitteiden saavuttamista; niiden pitää olla yksiselitteisiä, luotettavia, vertailukelpoisia; niiden pitää pystyä mittaamaan haluttua ilmiötä tai tavoitetta ja huomioimaan ajalliset ja maantieteelliset mittakaavat. Indikaattoreiden tulkinta ja käyttö ovat myös keskeisiä erityisesti, kun kestävyyttä käytetään päätöksenteon perusteena. Johtopäätösten tekeminen yksittäiseen indikaattoriin perustuen voi johtaa kestävyden tavoittelun kannalta harhaan, koska eri tekijöiden keskinäisriippuvuuksien vuoksi yhden indikaattorin parantuva tilanne voi samalla heikentää toisen indikaattorin tilaa. Toisaalta laaja-alaisen ja ajankohtaisen indikaattoritiedon tuottaminen vaatii paljon resursseja, ja voi antaa sirpaleisen kuvan kokonaisuudesta. Ratkaisuksi on ehdotettu erilaisia indeksejä, jotka voisivat tuottaa arvion kokonaiskestävyydestä. Indeksit ovat eräänlaisia aggregaatteja eri indikaattoreista. Ne ovat yksinkertaisia ja antavat yleiskuvan, mutta samalla voivat peittää yksittäisten mitattavien tekijöiden merkittäviäkin muutoksia. Koska indeksit ovat laskennallisia, niihin voi olla vaikea kytkeä sosiaaliin ja kulttuuriin liittyviä kestävyysnäkökulmia, jotka perustuvat usein laadulliseen tai kuvailevaan tietoon. Voidaankin ajatella, että määrällisillä indikaattoreilla ja indekseillä sekä muilla tavoilla kuvata kehitystä on erilaisia tehtäviä päätöksenteon näkökulmasta.

Indikaattorit pohjautuvat yleensä tutkimustietoon, vaikka niiden valinta liittyy kunkin ohjelman ja sen laatimiseen osallistuvien tahojen tavoitteisiin. Koska kestävä kehitys ja sen tavoitteet muuttuvat ajassa ja yhteiskunnan kehittyessä, myös kestävyysindikaattoreihin liittyvät tarpeet muuttuvat. Tämän vuoksi indikaattoreiden toimivuutta on tarkasteltava säännöllisesti ja kriittisesti. Nyt ajankohtainen keskustelunaihe indikaattoreihin liittyen on EU:n taksonomia-asetus eli luokittelujärjestelmä, jonka avulla pyritään vauhdittamaan ympäristön kannalta kestäviä investointeja. Sen avulla pyritään määrittelemään millainen rahoitustoiminta ja investoinnit ovat ympäristön kannalta kestäviä. Kestävyyskriteerit määritellään tieteen pohjalta. Tavoitteena on erityisesti kirittää ilmastopäästövähennyksiä. Ympäristökestävyyden rinnalle pyritään rakentamaan myös sosiaaliin näkökohtiin liittyvä taksonomia, joka puolestaan pyrkii luomaan läpinäkyvyyttä kestävyden sosiaaliin näkökohtiin, miten pääomavirrat vaikuttavat ihmisoikeuksien toteutumiseen ja miten niillä voidaan parantaa asuin- ja työolosuhteita. Taksonomia tulee siis vahvistamaan indikaattoreiden merkitystä metsiin liittyvässä politiikassa.

Ympäristön ja yhteiskunnan muutos on nopeaa esimerkiksi ilmaston lämpenemisen vaikutusten, mutta myös maailmanpoliittisen tilanteen vuoksi. Vastaavasti uusien indikaattoreiden kehittäminen

ja niiden saattaminen osaksi seurantajärjestelmää on hitaampi prosessi. Tässä tilanteessa voi olla tarkoituksenmukaista pyrkiä myös kehittämään mittareita ei ainoastaan tilan, tavoitteiden, tulosten ja toiminnan, vaan myös prosessien mittaamiseen. Tällöin mittaamista voisi jatkossa kohdentaa resilienssiin ja erilaisia kyvykkyyksiä luoviin ja vahvistaviin tekijöihin kuten esimerkiksi monimuotoisuuden vahvistamiseen (ei pelkästään biologinen, vaan myös taloudellinen ja yhteiskunnallinen monimuotoisuus), oppimiseen ja erilaisen tiedon yhdistämiseen, järjestelmien mahdollisuuksiin organisoitua itse (esimerkiksi hakemalla paikallisesti sopivia ratkaisuja) ja yhteistyömahdollisuuksiin erilaisten mittakaavatasojen välillä.

Tiedon tuotannon demokratisoituminen ja kansalaisten mukaan ottaminen tiedon tuotantoon heijastuu myös indikaattorityöhön. Yhtenä esimerkkinä tästä voidaan mainita erilaiset kansalaistieteen hankkeet, joissa keskeisiä sidosryhmiä ja laajemmin kansalaisia osallistetaan tiedon tuotantoon. Esimerkiksi THINK-hankkeessa on osallistettu metsäalan toimijoita kestävän metsätalouden indikaattoreiden kehittämisessä (Jyväskylän yliopisto 2022). Kansalaisten näkemyksiä oikeudenmukaisesta ja ilmastoviisaasta metsien käytöstä kartoitetaan FACTOR-hankkeessa (Kohdataan ilmastonmuutos yhdessä) Lapin maakunnan asukkaille suunnatussa kyselyssä ja kyselyn pohjata rekrytoitavalta kansalaisraadilta. Kansalaisraati keskustelee Lapin metsien käytöstä ja eri käyttömuotojen yhteensovittamisesta erityisesti ilmastonmuutoksen tilanteessa asiantuntijatiedon pohjalta, ja antaa suosituksensa Lapin liiton vihreän siirtymän jaostolle (Lapin metsäraati 2022).

2.4. Vaihtosuhteet kestävyiden tarkastelussa

Sari Pynnönen

Päätöksenteko metsien kestävästä käytöstä vaatii arviointia sen vaikutuksista eri metsienkäyttömuodoille ja metsien tuottamille ekosysteemipalveluille. Vaikutusten arviointi edellyttää eri metsänkäyttötapojen vaihtosuhteiden (*trade-off*) ja yhteishyötyjen (*synergy*) tunnistamista.

Vaihtosuhte (vaihtokauppatilanne) ilmenee, kun yhden ekosysteemipalvelun lisääntynyt käyttö johtaa toisen ekosysteemipalvelun laadun tai määrän heikkenemiseen, tai kun yksi käyttäjä (yksilö tai ryhmä) käyttää ekosysteemipalvelua muiden sidosryhmien käyttömahdollisuuden tai hyvinvoinnin kustannuksella (Rodríguez ym. 2006, Howe ym. 2014). Laajemmin vaihtosuhteella voidaan viitata myös tilanteisiin, joissa tarkasteltavat ominaisuudet, esimerkiksi ekosysteemipalvelut muuttuvat yhdensuuntaisesti, mutta eritahtisesti tai eri suhteissa (Lu ym. 2014). Vaihtosuhteet johtuvat resurssien rajallisuudesta. Yhteishyöty puolestaan ilmenee, kun kaksi tai useampi ekosysteemipalvelu lisääntyy tai vahvistuu toistensa muutoksen vaikutuksesta.

Vaihtosuhteet aiheutuvat aina ihmisten päätöksistä käyttää jotain luonnonresurssia tavoilla, jotka muuttavat ekosysteemin tuottamien hyötyjen laatua, runsautta tai hyötyjen suhteita toisiinsa (Rodríguez ym. 2006). Vaihtosuhteiden ilmeneminen on todennäköistä, jos maankäyttö- ja päätöksistä tehdään kerrallaan vain yksittäiselle alueelle huomioimatta päätöksen vaikutuksia sitä ympäröivään alueeseen (Goldman et al. 2007), esimerkkinä hakkuualueen vaikutus ympäröivän metsän tuulituhorisktiin. Usein vaihtosuhteet ilmenevät tahattomasti, kun tehtävien metsänkäyttöpäätösten vaikutuksia metsäluonnolle, metsän muille käyttömuodoille ja muille relevanteille sidosryhmille ei ole arvioitu riittävästi etukäteen (Rodríguez ym. 2006). Sosiaaliset normit ja totut ajattelutavat vaikuttavat siihen, kuinka mikäkin sidosryhmä kokee vaihtosuhteet (McShane ym. 2011), esimerkiksi sen mukaan, painotetaanko enemmän sosiaalista vai ekologista kestävyttä.

Vaihtosuhteiden esiintymisen laajuus vaihtelee sekä alueellisesti (paikallinen, alueellinen, globaali) että ajallisesti (lyhyt, keskipitkä tai pitkä aikaväli) (Rodríguez ym. 2006). Lisäksi vaihtosuhteita voidaan luokitella muutosten palautuvuuden (Rodríguez ym. 2006) sekä hyötyjen ja haittojen eri sidosryhmille kohdentumisen mukaan (TEEB 2010). Alueellinen laajuus viittaa vaihtosuhteen seurausten sijoittumiseen joko paikallisesti tai etäämmällä. Ajallisesti vaihtosuhte voi vaikuttaa joko välittömästi (esimerkiksi virkistykselle tärkeän lähimetsän häviäminen avohakkuun seurauksena) tai sen vaikutukset voivat erottua vasta pidemmän ajan kuluttua (esimerkiksi vesistöjen umpeenkasvu ravinnevalumien takia). Palautuvuus kertoo todennäköisyydestä, jolla muutettu ekosysteemi palautuu alkuperäiseen tilaansa, kun muutoksen aiheuttanut metsänkäyttö päättyy (Rodríguez ym. 2006). Eri sidosryhmät voivat olla vaihtosuhteissa joko "voittajia" tai "häviäjiä" sen mukaan, mikä sidosryhmä hyötyy ekosysteemipalveluiden erilaisesta tarjonnasta ja keihin muutoksen kustannukset tai haitat kohdistuvat (TEEB 2010). Vaihtosuhteiden ennakointi ja siten hallitseminen muuttuu epävarmemmaksi ja hankalammaksi ajallisen tai alueellisen laajuuden kasvaessa (Rodríguez ym. 2006).

Vaihtosuhteiden tunnistaminen mahdollistaa maankäyttöpäätösten pitkäaikaisten vaikutusten ymmärtämisen sekä eri ekosysteemipalveluiden että lyhyen ja pitkän aikavälin hyötyjen välillä (Rodríguez ym. 2006). Maankäytön suunnittelulla ja tavoitteiden yhteensovittamisella erilaisilla metsänkäsittelytavoilla vaihtosuhteita voidaan usein parantaa (esim. Pohjanmies ym. 2017). Esimerkiksi puuntuotannon ja muiden ekosysteemipalveluiden välistä vaihtosuhdetta voidaan lieventää optimoimalla metsienkäyttöä maisematasolla (Miina et al. 2010, Mönkkönen et al. 2014, Schwenk ym. 2012, Triviño ym. 2015).

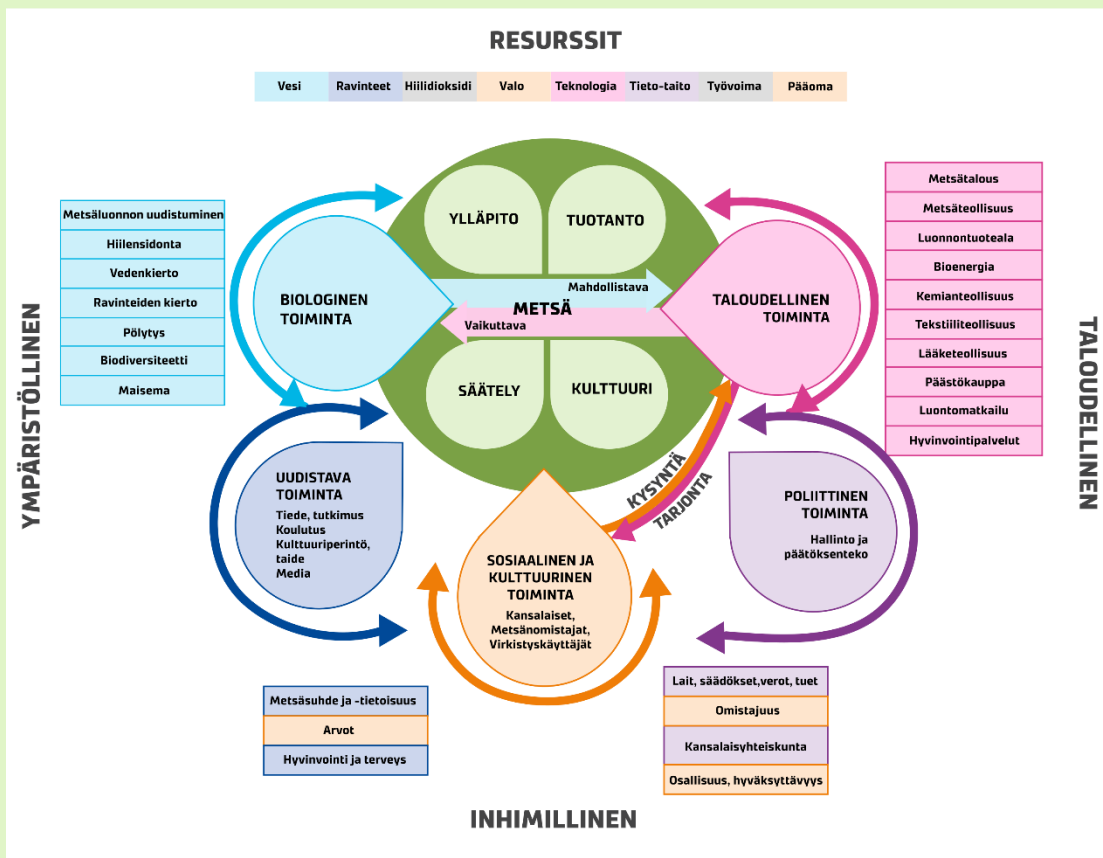
Metsänkäyttöpäätöksillä voi olla vaihtosuhteita myös laajemmin yhteiskunnassa kuin pelkän metsäalan sisällä. Esimerkiksi kansallisten ilmastotavoitteiden saavuttaminen voi edellyttää tiukempia päästöleikkauksia muilta sektoreilta, jos metsien hiilinielut pienenevät lisääntyvien hakkuiden takia. Päästövähennysten saavuttaminen muilta sektoreilta voi olla kansantaloudellisesti kalliimpaa kuin metsien lisääntyvistä hakkuista saatavat tulot. Maankäytössä on vaihtosuhteita myös eri maankäyttömuotojen välillä. Metsiä hakataan esimerkiksi rakentamisen, maanviljelyn, tuulivoiman tai kaivostoiminnan tieltä. Näissä tapauksissa vaihtosuhte monen metsänkäyttömuodon välillä on palautumaton, ja arvioitavana on, tuottaako toinen maankäyttömuoto kestävämmän hyvinvointia kuin metsä.

3. Näkökulmia metsien käytön kestävyys- tarkasteluun – tapauksena Pohjois-Suomi

SOPU-hankkeessa koottiin yhteen metsäalan kokonaiskestävyyteen liittyvää tietopohjaa eri tieteenaloilta. Hankkeen alkuperäisenä tavoitteena oli luoda lyhyt katsaus metsäalan kokonaiskestävyyttä koskeviin tutkimustuloksiin ja määritellä olemassa olevien kestävyysindikaattoreiden perusteella tarkastelukehikko, jonka avulla voidaan arvioida metsäalan kokonaiskestävyyttä ja lisääntyvän puunkäytön vaikutuksia Pohjois-Suomessa. Alkukartoituksen jälkeen todettiin, että metsäalan kokonaiskestävyys on määritelmänä täsmennyksen, erilaisia viitekehiköitä on paljon ja ne sisältävät mittareita, joille ei ole määritelty tavoitetasoja Pohjois-Suomelle. Näin ollen käytettävissä ei ollut riittävästi tietoa arviointikehikon luomiseksi. Hankkeen sisältöä fokuoitiin uudelleen metsäalan järjestelmän yleiseen kuvaukseen, kestävyys-
liittyvien näkökulmien tarkasteluun, metsän eri käyttömuotojen vaikutuksiin sekä Pohjois-Suomen metsäalan erityiskysymyksiin. Tässä luvussa esitellään esimerkki SES-mallin soveltamisesta metsäalan toimintajärjestelmän kuvaukseen sekä tutkimukseen ja Luken tutkijoiden asiantuntemukseen perustuvia näkökulmia Pohjois-Suomen metsien käyttöön.

Tietolaatikko 3: Metsäalan osallistava systeemikartoitus

Luonnonvarakeskuksen tutkijat pyrkivät saamaan kokonaisvaltaisen käsityksen metsien kestävästä käytöstä luomalla systeemisen kuvan metsäalasta ja sen toiminnasta. Tavoitteena oli löytää uusia, laajempia näkökulmia metsiä koskevaan kestävyyskeskusteluun. Työhön osallistui laaja joukko metsäalan tutkijoita (metsäekonomia, metsäekologia, metsänhoitotiede) sekä kestävyyskysymyksistä kiinnostuneita tutkijoita politiikan, ympäristötaloustieteen ja yhteiskunnallisen ympäristöntutkimuksen aloilta. Prosessissa hyödynnettiin väljästi osallistavan systeemikartoituksen lähestymistavan menetelmää³. Prosessi koostui valmistelevan tutkijaryhmän työstä sekä kahdesta työpajasta, joihin osallistui 50 Luken tutkijaa. Metsäalan toimintajärjestelmän kuvaamiseksi tutkijaryhmä laati kirjallisuuden pohjalta alustavan visuaalisen esityksen metsäalasta systeeminä. Kuvan pohjana käytettiin yleisesti tutkimuksen ja politiikan käytössä vakiintuneita ekosysteemipalveluita (tuotanto-, säätely-, ylläpito- ja kulttuuripalvelut). Toimintaa hahmotettiin viiden erilaisen, toisiinsa kytkeytyvän näkökulman kautta: biologinen, taloudellinen, sosiaalinen ja kulttuurinen toiminta sekä uudistava ja poliittinen toiminta. Toimintaan liitettiin keskeiset alaluokat toimijoineen. Toiminta/toimija -ajattelun myötä haluttiin tuoda perinteiseen kestävyysajatteluun dynaamisuutta. Myös resurssit tuotiin näkyviin. (Kuva 4)

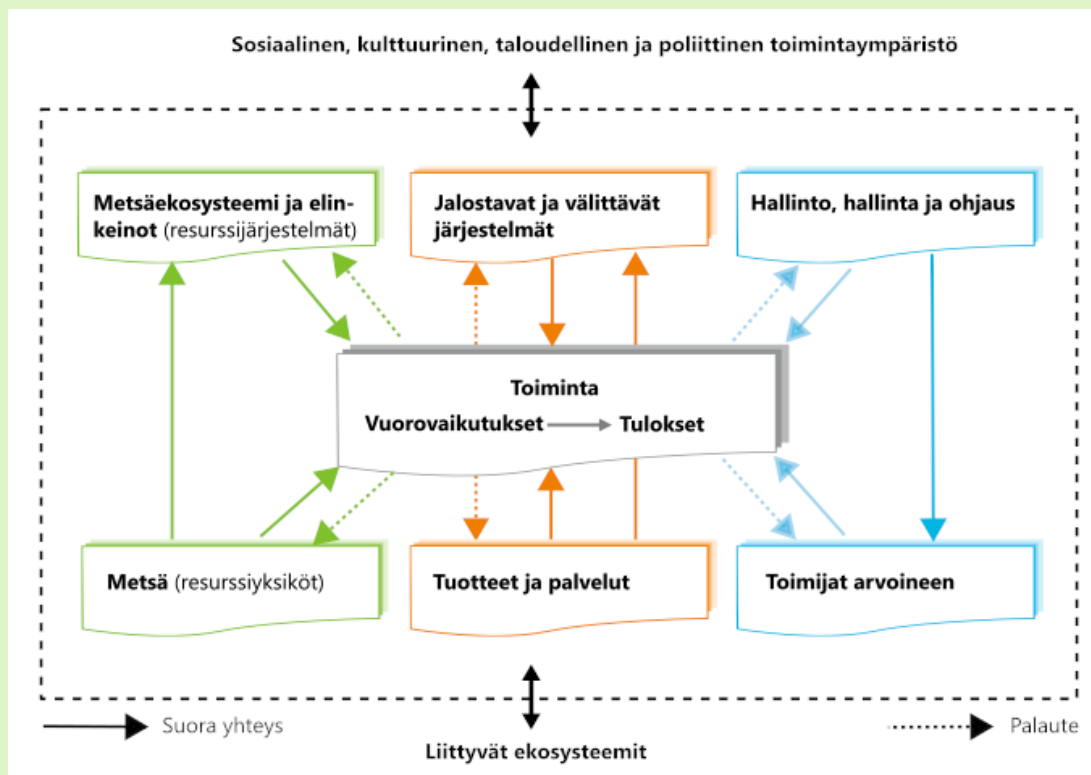


Kuva 4. Metsäalan toimintajärjestelmän ensimmäinen kuvausversio.

Kuva herätti runsaasti keskustelua ja parannusehdotuksia ensimmäisessä työpajassa, osallistajat kritisoivat erityisesti sekä ekosysteemi- että kestävyyspilari-ajattelua. Pilarilähestymistapa nähtiin jäykkänä ja ekosysteemipalvelut puolestaan liian vaikeaselkoisena. Myös ajan ja paikan "näkyttömyys" saivat kritiikkiä. Tutkijaryhmän tekemä analyysi työpajan palautteesta osoitti, että ehdotetut muutokset olivat pitkälti yhdenmukaisia Elinor Ostromin

esittelemän sosio-ekologisen systeemi (SES) -mallin kanssa (ks. Luku 2.2.2.), ja ryhmä laati palautteen perusteella metsäalaa koskevan mallin Ostromin lähestymistapaa mukaillen (Kuva 5). Uutta kuvaa esiteltiin toisessa tutkijatyöpajassa ja sitä pidettiin yleisesti ottaen hyvänä kuvauksena metsäalasta ja sen toiminnasta.

Työpajoissa sekä pienemmässä tutkijaryhmässä käyty monipuolinen keskustelu mahdollisti monitieteisen lähestymistavan metsäalan kestävyys eri ulottuvuuksiin ja loi ymmärrystä tieteidenvälisen työskentelyn tärkeydestä. Se havahdutti myös ajattelemaan kestävyyskysymysten monimuotoisuutta ja arvosidonnaisuutta eri alueellisilla ja ajallisilla tasoilla ja siten pääsemään pilareihin nojautuvan kestävyyspuheen taakse.



Kuva 5. Metsäalan toimintajärjestelmän SES-mallin mukainen kuvausversio (ks. myös kuva 3).

³ Osallistavia systeemikartoituksen menetelmiä on useita (ks. Barbrook-Johnson & Penn 2022). Menetelmän avulla voidaan yhdistää eri tieteiden ja muiden lähteiden tietoa (paikallinen tieto, asiantuntijatieto), jotta ilmiöstä saadaan parempi kokonaiskuva ja voidaan hahmotella vaihtoehtoisia tulevaisuuspolkuja. Tässä sovellettiin väljästi yhtä yksinkertaista prosessia (Penn & Barbrook-Johnson 2020). Tunnetuin osallistavista systeemikartoituksen menetelmistä lienee nk. *fuzzy cognitive mapping*, joka on monien eri tieteiden käyttämä menetelmä. Sitä sovelletaan varsinkin tieteidenvälisen, kuten sosio-ekologisten järjestelmien ja ongelmien (esim. ilmastonmuutoksen) kuvaamiseen ja ymmärtämiseen (Gray ym. 2015).

3.1. Metsäalan sosio-ekologinen järjestelmä Pohjois-Suomessa

Sari Karvinen ja Kalle Aro

Metsäalan sosio-ekologisen järjestelmän sisältöä havainnollistetaan alueellisella tasolla taulukossa 1, esimerkkinä Lapin maakunta. SES-järjestelmän ydinkysymysten määrittely, alajärjestelmien kuvaukset ja järjestelmän analysointi edellyttävät erillisen tapaustutkimuksen toteuttamista, mikä ei tässä yhteydessä ollut mahdollista. Sisältö perustuu olemassa oleviin, metsien käyttöä koskeviin strategia-asiakirjoihin ja jäljempänä luvussa 3 esiin nostettuihin näkökulmiin, jotka koskevat metsäalaa yleensä tai ovat Pohjois-Suomen erityispiirteitä.

Kansallista metsästrategiaa toteuttava *Lapin alueellinen metsäohjelma 2021–2025* antaa suuntaviivat alueen metsien hoidolle, käytölle ja suojelulle, puunkäytölle ja jatkojalostukselle sekä metsien monikäytölle. Metsäalan visioksi on kirjattu ”Lapin metsien kestävä hoito ja käyttö on kasvavan hyvinvoinnin lähde” ja tavoitetilaksi asetettu ”hakkuu- ja hoitomäärien nostaminen metsätalouden vesiensuojelua ja talousmetsien hoitoa painottaen kokonaiskestävyys ja muut maankäyttömuodot huomioiden”. Ohjelmaan sisältyy yli 20 kehittämistavoitetta, joiden teemat ovat Kansallisen metsästrategian mukaisia: Metsätieto ja alustatalous; Metsäalan vuorovaikutus ja viestintä; Resurssitehokas ja kestävä metsänhoito; Talousmetsien luonnonhoito ja metsäluonnon monimuotoisuus; Ilmastokestävä metsätalous; Metsätiet ja metsien saavutettavuus; Uudet puupohjaiset tuotteet; Luontomatkailu, luonnontuoteala ja luontoon perustuvat muut palvelut; Osaaminen ja koulutus, Kansainvälinen metsäpolitiikka ja EU-vaikuttaminen. (Metsäkeskus 2020)

Maakuntasuunnitelman vuoteen 2040 ja maakuntaohjelman vuosille 2022–2025 sisältävä *Lappi-sopimus* puolestaan määrittelee maakunnan tavoitellun pitkän aikavälin vision ja yleiset kehitystavoitteet, jotka koskevat välillisesti tai suoraan myös metsäalaa. Lappi-sopimuksen painopisteistä metsäalaa voidaan katsoa liittyvän muun muassa seuraavat: Arktinen talous ja teollisuus kasvavat kestävästi uudistumalla; Väestökehityksen ja työvoiman riittävyyden haasteet hallintaan; Osaamisen kehittäminen vastaamaan toimintaympäristön nopeita muutoksia; Ilmastomuutoksen hillitseminen ja luonnon monimuotoisuuden turvaaminen; Saamelaiskulttuurin elinvoimaisuus (Lapin liitto 2021b). Lapin Vihreän kehityksen ohjelma ”*Lapin Green Deal -tiekartta*” määrittelee Lappi-sopimukseen sisältyviä kestävä kehityksen tavoitteita ja niihin liittyviä toimenpiteitä (Lapin liitto 2021b). Metsäalaa liittyviä tavoitekokonaisuuksia ovat erityisesti ympäristönsuojelun ja luonnon monimuotoisuuden vahvistaminen, ilmastoviisas ja kestävä metsien käyttö sekä kestävä matkailu (Lapin liitto 2021a).

Edellä mainitut visiot ja tavoitteet voidaan rinnastaa SES-järjestelmän toimintatilanteeseen ja tavoiteltavaan päämäärään (toiminta). Strategioihin kirjatut toimenpiteet kuvaavat, miten tavoitteisiin suunnitellaan päästävän (vuorovaikutukset). Lapin metsäohjelmaan, Lappi-sopimukseen ja Lapin Green Deal -tiekarttaan sisältyy lukuisia kehittämistoimenpiteitä, joiden yksityiskohtainen listaus taulukkaan ei ole tarkoituksenmukaista. Sen sijaan taulukossa on esitetty vuorovaikutusten tarkasteluun SES-mallin mukainen sisältö ja viittauksia eri näkökulmiin, joita voi hyödyntää mallia käytettäessä. Vuorovaikutusten osalta keskeisessä merkityksessä ovat metsän eri käyttömuotojen väliset keskinäisriippuvuudet ja vaihtosuhteet, jotka vaikuttavat mahdollisuuteen saavuttaa metsien käytölle asetettuja tavoitteita (ks. luku 4).

Lapin metsäohjelman ja Lappi-sopimuksen tavoitteiden toteutumista seurataan laadullisella arvioinnilla ja seurantamittareilla, joista on mainittu esimerkkejä taulukossa. Lappi-sopimukseen sisältyy useita taloudellisia mittareita, kuten arvonlisäyksen, liikevaihdon ja investointien kehitys sekä TKI-rahoitus. Nämä mittarit sisältyvät myös Kansalliseen metsästrategiaan 2025, kun Lapin metsäohjelmassa liiketoiminnan seuranta kohdistuu puurakentamiseen ja luonnontuotealaan.

Sosiaalisista mittareista kaikille yhteinen on koulutus, Lappi-sopimuksessa korostetaan lisäksi muun muassa väestömäärän muutosta ja työllisyyttä.

Lapin metsäohjelman seurantamittareissa painotetaan käytännön metsätaloutta ja talousmet-sien luonnonhoitoa kuvaavia tunnuksia, metsien suojelua ja monimuotoisuutta sekä hiilinielua. Kansallisessa metsästrategiassa ja Lapin metsäohjelmassa on asetettu mittareille lähtö- ja ta-voitetasoja, Lappi-sopimuksessa niitä ei ole mainittu. Kehittämistarpeeksi mainitaan seuranta-järjestelmän luominen laadullisten tavoitteiden, kuten vihreän siirtymän etenemisen, seuran-taan (Lapin liitto 2021b).

Taulukko 1. Esimerkki SES-kehikon soveltamisesta metsäalalle Lapin maakunnassa (ks. myös Kuva 3).

SES- alajärjestelmä	Sisältö ja näkökulmia tarkasteluun
Toiminta	<p>Metsäalaa koskevien tavoitteiden ja toimenpiteiden määrittely, katso:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kansallinen metsästrategia 2025 (Maa- ja metsätalousministeriö 2019) • Lapin metsäohjelma (Metsäkeskus 2020) • Lappi-sopimus (Lapin liitto 2021b) • Lapin Green Deal -tiekartta (Lapin liitto 2021a) <p>Vuorovaikutus metsätalouden, metsien matkailu- ja virkistyskäytön, poronhoidon, met-sästyksen, luonnonsuojelun, ym. käyttömuotojen välillä</p> <p>Organisoituminen asetetun tavoitteen saavuttamiseksi:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Teot, innovaatiot ja muutokset, niiden arviointi • Investoinnit taloudelliseen ja inhimilliseen pääomaan, ml. koulutus • Tiedonvaihto, oppiminen <p>Esimerkkejä Lapin metsäohjelman ja Lappi-sopimuksen tulosindikaattoreista:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sosiaalinen suoriutuminen: metsäalan opiskelijat, metsätapahtumiin osallistuminen, kansallispuistojen ja retkeilyalueiden kävijämäärät, työpaikkojen lkm, työllisyysaste, saamelaiskulttuurin elinvoimaisuus, koulutustaso, jne. • Ekologinen suoriutuminen: kuolleiden puuston määrä, metsien suojelu, vesiensuojelu, hiili-nielu, luonnonhoidon huomioiminen, bioenergian käyttömäärät, uusiutuvan energian osuus, jne. <p>Taloudellinen suoriutuminen: arvonlisäys, liikevaihto, investointien määrä, jalostusaste, T&K-rahoitus, hakkuut, metsänhoitomäärät, jne.</p> <p>Näkökulmia:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Puun energiakäyttö, luku 3.1.2. • Luontomatkailu, luku 3.1.3. • Poronhoito, luku 3.1.5. • Metsätalouden vesistövaikutukset, luku 3.4. • Metsien hyvinvointi- ja terveysvaikutukset, luku 3.5. • Metsien maisema- ja virkistysarvot, luku 3.6. • Metsien käyttöön liittyvät konfliktit ja eri käyttömuotojen yhteensovittaminen, luku 3.9 • Keskinäisriippuvuudet ja vaihtosuhteet, luku 4.
Metsäekosysteemit ja elinkeinot (resurssijärjestelmät)	<p>Metsien tuottamat ekosysteemipalvelut</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ylläpitävät palvelut: veden ja hiilen kierto, maaperän muodostuminen, monimuotoi-suus, jne. • Tuotantopalvelut: puu, marjat, sienet, riista, jne. • Säätelypalvelut: veden suodattuminen, CO2 pidätys, lämpötila, jne. • Kulttuuripalvelut: maisema, terveys, virkistys, henkiset arvot, jne. <p>Metsien hyödyntämiseen perustuvat elinkeinot Toimintaedellytykset ja häiriöt (luonnontuhot, metsänkäyttö)</p> <p>Näkökulmia:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Metsäluonnon monimuotoisuus, luku 3.2.

	<ul style="list-style-type: none"> • Hiilivarasto ja -nielu, luku 3.3. • Metsien hyvinvointi- ja terveysvaikutukset, luku 3.5. • Metsien maisema- ja virkistysarvot, luku 3.6. • Metsiä hyödyntävät elinkeinot, luku 3.1.
Metsät (resurssiyksiköt)	<p>Metsän ominaisuudet, hyvinvointi ja uusiutuminen Metsänomistus Itseisarvo, taloudellinen arvo</p> <p>Näkökulmia:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Metsäluonnon monimuotoisuus, luku 3.2. • Metsien kasvuun vaikuttavat tekijät, luku 3.1.1.
Toimijat	<p>Metsänomistajat Paliskunnat Metsäalan yritykset ja yrittäjät Muiden toimialojen yritykset ja yrittäjät Etujärjestöt Tutkimus- ja oppilaitokset, kehittämisorganisaatiot Muut sidosryhmät: kansalaisjärjestöt, kansalaiset, media</p> <p>Näkökulmia:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kulttuuriperintö, luku 3.7. • Maailmankatsomus, arvot ja asenteet, luku 3.8.
Hallinto, hallinta ja ohjaus	<p>Hallinto:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kansalliset ja EU-tason politiikat ja strategiat • Rahoitusmekanismit, luonnonsuojelu • Valtion- ja paikallishallinto (maakunta, kunta) • Saamelaiskäräjät • Metsänomistajat <p>Verkostot Velvoittava ohjaus:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lait ja asetukset • Verot ja tuet • Valvonta ja sanktiot <p>Vapaaehtoinen ohjaus:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hyvän metsänhoidon suositukset • Metsäsertifiointikriteerit
Jalostavat ja välittävät järjestelmät	<p>Teollisuus- ja palveluyritykset Tuotteiden, palvelujen ja elämysten tuottamiseen liittyvä infrastruktuuri TKI Taide, kulttuuri</p>
Tuotteet ja palvelut	<p>Puuraaka-aine ja puupolttoaineet Metsäteollisuuden tuotteet Luontomatkailu Hyvinvointipalvelut Luonnontuotteet Porotalouden tuotteet, porotalousyritysten matkailupalvelut Kehittyvät palvelut (hiilensidonta, maisema-arvokauppa) Raaka-aineet muille teollisuudenaloille</p>
Sosiaalinen, kulttuurinen, taloudellinen ja poliittinen toimintaympäristö	<p>Metsäalan toimintaympäristö paikallisella, alueellisella, kansallisella ja globaalilla tasolla Lapin erityispiirteitä esimerkiksi (Metsäkeskus 2020):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Suuri valtion maiden osuus ja suojeltujen alueiden määrä. • Poronhoitoalue. • Saamelaisten kotiseutualue. • Ilmastonmuutoksen vaikutukset pohjoisiin metsiin ovat suurimmat. • Matkailun ja kaivosteollisuuden merkitys maankäyttäjänä on suuri. <p>Metsäalaan vaikuttavat megatrendit (ks. esim. Kärkkäinen ym. 2022)</p>
Liittyvät ekosysteemit	<p>Ilmasto, vesistö, päästöt, maankäyttö, liitännäiset toimialat</p>

3.2. Metsiä hyödyntävät elinkeinot

Hannu Hirvelä, Sari Karvinen, Harri Kilpeläinen, Kari T. Korhonen, Jouko Kumpula, Juha Laitila, Antti Mutanen, Pekka Nöjd, Antti-Juhani Pekkarinen, Tarmo Rätty, Seija Tuulentie, Liisa Tyrväinen ja Jari Viitanen

3.2.1. Raaka-ainevarannot ja hyödyntämismahdollisuudet

Luonnonvarakeskuksen laatima **suurimman ylläpidettävissä olevan aines- ja energiapuun hakkuukertymän (SY)** arvio kuvaa hakkuiden ylärajaa silloin, kun tavoitellaan metsätalouden taloudellista ja puuntuotannollista kestävyyttä pitkällä aikavälillä. Maakunnittain laadituissa SY-arvioissa on otettu huomioon mm. suojelualueet ja puuntuotannon rajoitukset, metsänhoidon suositukset, puutavaralajien hinnat, puuntuotannon ja -korjuun kustannukset, sekä hakkuukertymien, nettotulojen ja metsien tuottoarvon kestävyys usean vuosikymmenen pituisen tarkastelujakson aikana. Neljän prosentin laskentakorkokannalla laadittu suurimman ylläpidettävissä olevan hakkuukertymäärävion määritelmä on kuvattu tarkemmin mm. MELA Tulospalvelun laatuselosteessa (Luke 2022b) ja julkaisussa Maanvilja ym. (2021).

SY-arviossa monimuotoisuutta lisäävinä toimina mm. jätetään uudistusaloille säästöpuina 5 kuutiometriä runkopuuta hehtaarille ja ne säilyvät hakkuiden ulkopuolella koko laskelma-ajan. Lisäksi kuollutta puuta ei korjata talteen hakkuissa. Arviossa ei suoraan rajoiteta kasvun ja poistuman suhdetta, hakkuutapoja tai ikäluokkarakennetta. Myöskään puulajikohtaista kestävyyttä ei edellytetä. Laskelmassa ei oteta huomioon puumarkkinatilannetta tai metsänomistajien puunmyyntikäyttäytymistä.

Koko Suomen tasolla suurimman ylläpidettävissä olevan aines- ja energiapuun hakkuukertymän arvioidaan olevan kymmenvuotiskaudella 2016–2025 keskimäärin 80,5 miljoonaa kuutiometriä runkopuuta vuodessa (Luke 2022b). Etelä-Suomessa runkopuun hakkuukertymäärä on yhteensä 60,4 miljoonaa ja Pohjois-Suomessa 20,1 miljoonaa kuutiometriä vuodessa. Seuraavalla kaudella 2026–2035 suurimman ylläpidettävissä olevan hakkuukertymän arvioidaan kasvavan selvästi sekä Etelä- että Pohjois-Suomessa (taulukko 2). Koko 30 vuoden tarkastelujaksolla 2016–2045 hakkuukertymäärä on keskimäärin 86,3 miljoonaa kuutiometriä runkopuuta vuodessa.

Runkopuun **tilastoitu hakkuukertymä** koko Suomessa oli vuosina 2016–2020 keskimäärin 72,6 miljoonaa kuutiometriä vuodessa (Taulukko 2, Luke 2022a), joka on 90 prosenttia suurimman ylläpidettävissä olevan hakkuukertymän arviosta kaudella 2016–2025 ja 84 prosenttia 30 vuoden tarkastelujaksolla 2016–2045. Alueittainen vaihtelu on suurta, sillä tarkastelujaksolla 2016–2045 vastaava osuus on Etelä-Suomessa 90 ja Pohjois-Suomessa 68 prosenttia. Tukkipuun osalta tilastoitu hakkuukertymä on koko Suomessa 73 prosenttia, Etelä-Suomessa 76 prosenttia ja Pohjois-Suomessa 60 prosenttia suurimman ylläpidettävissä olevan hakkuukertymäärävion 30 vuoden tarkastelujakson keskimääräisestä tukkikertymästä.

Metsäteollisuuden ja energiantuotannon puuntarvearvioita kuvaavassa HIISI-WEM-skenaariolaskelmassa (Tietolaatikko 4, Taulukko 2) runkopuun vuotuinen hakkuukertymäärä on 71,1 miljoonaa kuutiometriä kaudella 2016–2025 (88 prosenttia vastaavasta SY-arviosta) ja 77,2 miljoonaa kuutiometriä keskimäärin tarkastelujaksolla 2016–2045 (90 prosenttia SY-arviosta). Tukkipuun osalta HIISI-WEM-skenaariion kertymäärä on 79 prosenttia SY-arvion tukkikertymästä keskimäärin koko 30 vuoden tarkastelujakson aikana.

Suurimman ylläpidettävissä olevan hakkuukertymän arviossa runkopuun kokonaispoistuma kaudella 2016–2025 on 92,4 miljoonaa kuutiometriä vuodessa, joka on 87 prosenttia laskelman

runkopuun tilavuuskasvun arviosta (Kuva 6). Etelä-Suomessa osuus on 94 ja Pohjois-Suomessa 72 prosenttia. Kaudella 2026–2035 kokonaispoistuman osuus puuston kasvusta lisääntyy SY-laskelmassa 96 prosenttiin koko Suomessa. Kokonaispoistumaan sisältyy runkopuun hakkuukertymän lisäksi raivauksessa, taimikonhoidossa ja hakkuissa metsään kaadettuna jäävä runkopuu sekä luonnonpoistumana kuollut ja metsiin jäävä runkopuu.

Luken hakkuumahdollisuuksien arvioinnissa on oletettu, että metsissä tapahtuvat tuhot ovat pienialaisia ja satunnaisluontoisia ja siten esimerkiksi laajamittaisia myrsky- tai hyönteistuhoja ei esiinny. 2000-luvulla laajuudeltaan merkittävin Suomessa esiintynyt metsätuho aiheutui Pyy- ja Janika-myrskyistä 2001, jolloin Etelä-Suomessa tuhoutui noin kahdeksan miljoonaa kuutiometriä puuta. Pyy- ja Janika-myrskytuhoista ei aiheutunut merkittävää seurannaistuhoa kirjanpainajien vuoksi, toisin kuin Etelä-Ruotsin Gudrun-myrskyn tuhoissa 2005. Ilmaston lämmetessä on mahdollista, että esimerkiksi myrskytuhot lisääntyvät Suomessa, samoin kirjanpainajatuhot myrskytuhojen tai kuivuusstressin vaikutuksesta. Myös Suomen ulkopuolella tapahtuneet metsätuhot voivat aiheuttaa ja ovat aiheuttaneet lyhytaikaisia häiriöitä Suomen puumarkkinoihin, kun tuhopuiden korjuu tuo halpaa kuitu- ja energiapuuta markkinoille.

Suomen **metsien kasvua** on seurattu sadan vuoden ajan. Muutokset olivat melko vähäisiä 1920-luvulta 1970-luvun alkuun. Metsien kasvatuserät muuttuivat jyrkästi 1950-luvulta alkaen jatkuvasta kasvatuksesta luopumisen, alaharvennuksiin siirtymisen sekä myöhemmin myös metsänviljelyn yleistymisen myötä. Vaikutukset alkoivat näkyä vuoden 1973 öljykriisin jälkeen. Inventointitulokset osoittivat puuston kasvun jatkuvaa nousua 1970-luvun alkupuolen 57,4 miljoonan kuutiometrin vuotuisesta kasvusta 2010-luvulla mitattuun 107,8 miljoonaan kuutiometriin saakka. Tulokset meneillään olevasta VMI13:sta (2019–2023) osoittavat trendin taittuneen, ja uusin kasvu-arvio on 103,2 miljoonaa kuutiometriä vuodessa. Uusin kasvutulos perustuu lyhyempään kasvunmittausjaksoon kuin aikanaan saatava lopullinen VMI13:n kasvu-arvio. Kasvun aleneminen on männyn kasvun alenemistä, kuusen kasvu on edelleen noussut.

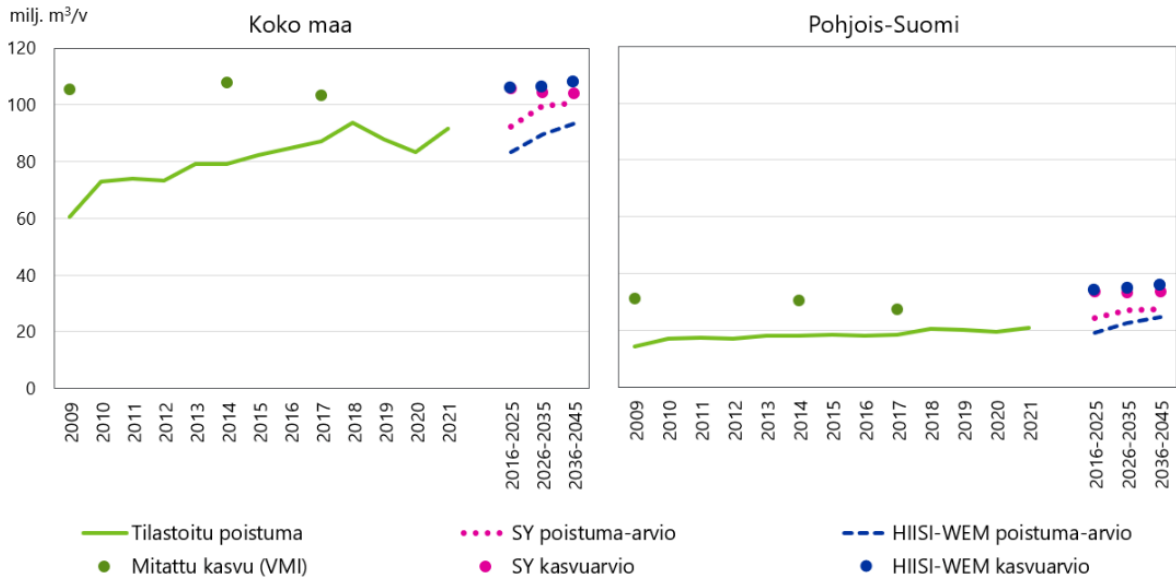
On ennen aikaista arvioida, onko kasvun hidastumisessa kyse lyhytaikaisesta vaihtelusta vai pysyvämmästä muutoksesta. Männyn kasvuntaso, lustonleveysindeksi, on VMI13:n kasvunmittausjaksolla ollut selvästi alle pitkän ajan keskimääräisen tason. Kasvuntason voi olettaa palautuvan tavanomaiselle tasolle, joka tarkoittaisi kasvun nousua VMI12:n mukaiselle tasolle. Männiköiden ikärakenne johtanee edelleen männyn kasvun pienenemiseen, mutta tätä kompensoi nuorten kuusimetsien lisääntyvä kasvu.

Tietolaatikko 4: HIISI-hanke: HIISI-WEM ja HIISI-WAM

HIISI-hanke toteutettiin Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy:n, Suomen ympäristökeskuksen (SYKE), Luonnonvarakeskuksen (Luke), Terveysten ja hyvinvoinnin laitoksen (THL) ja Pel-lervon taloustutkimuksen (PTT) yhteishankkeena osana valtioneuvoston yhteistä selvitys- ja tutkimustoimintaa (VN TEAS) (HIISI2035). HIISI-hanke ja sen joulukuussa 2021 julkaistut raportit palvelivat mm. tutkimus- ja selvitystarpeita kansallisen ilmasto- ja energiastrategian ja keskipitkän aikavälin ilmastopolitiikan suunnitelman (KAISU) valmistelussa.

HIISI-hankkeessa Luonnonvarakeskus laati maatalous- ja LULUCF-sektoria (maankäyttö, maankäytön muutokset ja metsätalous) käsittelevän WEM-perusskenaarion ja WAM-politiikkaskenaarion (Maanavilja ym. 2021). Metsätalouden osalta skenaarioiden taustalla olivat arviot metsäteollisuuden ja energiantuotannon puunkäyttömääristä tulevina vuosina. Metsäteollisuuden puunkäyttöarvio perustui Metsäteollisuus ry:n ja Sahateollisuus ry:n hiilitiekartoissa esitettyihin perusuriin sekä näihin tehtyihin investointi- ja kapasiteetin lopettamis päätöksiin perustuviin tarkistuksiin eri metsäteollisuustuotteiden tuotantomäärien kehityksestä (Maanavilja ym. 2021). Metsähakkeen ja pientalojen polttopuun käyttömäärät perustuivat VTT:n TIMES-mallinnuksen tuloksiin (Maanavilja ym. 2021).

Metsäteollisuuden puunkäytöstä sekä metsähakkeen ja pientalojen polttopuun käyttömääristä johdettuja tarvearvioita käytettiin metsäskenaariolaskelmien hakkuukertymätavoitteina. Tulevaa kehitystä kuvaavat WEM- (*With Existing Measures*) ja WAM-skenaariot (*With Additional Measures*) sisälsivät samat metsäteollisuuden puunkäyttömäärien tarvearviot, mutta energiantuotannon puunkäyttömäärissä oli lieviä eroja. Lisäksi WEM- ja WAM-skenaarioissa oli eroja metsänkäsittelyssä: WAM-skenaariossa lisättiin metsänlannoitusta, vähennettiin ojitettujen turvemaiden kunnostusajituksia ja hyödynnettiin yläharvennustyyppisiä hakkuuta turvemailla Metsäteollisuus ry:n ilmastotiekartan taustaselvityksen metsänhoitoskenaarion keinoihin pohjautuen (Maanavilja ym. 2021). Metsäteollisuus ry:n ilmastotiekartan taustaselvityksen (Luke 2020) metsänhoitoskenaarion keinoilla ja toimilla pyrittiin lisäämään puuston kasvua talousmetsissä ja vahvistamaan metsien muiden käyttömuotojen huomioon ottamista. Yllä mainittujen lisäksi keinovalikoimassa oli taimikonhoitomäärien kaksinkertaistaminen nykytasosta ja jalostetun viljelymateriaalin käyttäminen metsänviljelyssä. Näiden osalta sekä WEM- että WAM-skenaariossa oletettiin, että taimikonhoito tehtiin skenaarioissa metsänhoidon suositusten mukaisesti aina, kun se oli puustotietojen perusteella mahdollista ja että jalostetun viljelymateriaalin mahdollinen vaikutus ilmeni skenaariolaskelmissa vain kalibroidun kasvuntason kautta ilman erillisiä jalostushyötymalleja (Maanavilja ym. 2021).



Kuva 6. Tilastoitu runkopuun kasvu (VMI11 2009–2013, VMI12 2014–2018 ja VMI13 2019–2020) ja runkopuun kokonaispoistuma vuosina 2009–2021 sekä suurimman ylläpidettävissä olevan hakkuukertymäärion (SY) ja HIISI-WEM-skenaarion mukaiset kasvu- ja poistuma-arviot tarkastelujaksolla 2016–2045, miljoonaa kuutiometriä vuodessa. (Luke 2022a, Luke 2022b, Luke2022c, Maanavilja ym. 2021).

Taulukko 2. Tilastoitu runkopuun kasvu, kokonaispoistuma, hakkuukertymä ja uudistushakkuiden pinta-ala keskimäärin vuosina 2016–2020 sekä suurimman ylläpidettävissä olevan hakkuukertymäärion (SY) ja HIISI-WEM-skenaarion mukaiset kasvu-, poistuma-, hakkuukertymä- ja uudistushakkuuala-arviot tarkastelujaksolla 2016–2045. (Luke 2022a, Luke 2022b, Luke 2022c, Maanavilja ym. 2021).

Tilastoitu	Suomi	Pohjois-Suomi
	2016–2020	2016–2020
Puuston kasvu, milj.m ³ /v *)	103,5	27,2
Kokonaispoistuma, milj.m ³ /v	87,4	19,3
Runkopuun hakkuukertymä, milj.m ³ /v	72,6	15,0
Uudistushakkuuala, 1 000 ha/v	169	54
*) VMI13 2019–2020		

Suurin ylläpidettävissä oleva hakkuukertymäärvio (SY)	Suomi			Pohjois-Suomi		
	2016–2025	2026–2035	2036–2045	2016–2025	2026–2035	2036–2045
Puuston kasvu, milj.m ³ /v	105,8	104,3	104,2	33,5	33,2	33,4
Kokonaispoistuma, milj.m ³ /v	92,4	99,8	100,5	24,1	27,0	27,3
Runkopuun hakkuukertymä, milj.m ³ /v	80,5	88,9	89,5	20,1	23,3	23,3
Uudistushakkuuala, 1 000 ha/v	266	254	246	88	85	84

HIISI-WEM	Suomi			Pohjois-Suomi		
	2016– 2025	2026– 2035	2036– 2045	2016– 2025	2026– 2035	2036– 2045
Puuston kasvu, milj.m ³ /v	106,0	106,4	108,1	34,0	34,8	35,8
Kokonaispoistuma, milj.m ³ /v	83,3	89,6	93,5	19,1	22,5	24,4
Runkopuun hakkuukertymä, milj.m ³ /v	71,1	78,6	82,0	15,1	18,6	20,0
Uudistushakkuuala, 1 000 ha/v	217	200	205	57	58	69

3.2.2. Metsätalous ja -teollisuus

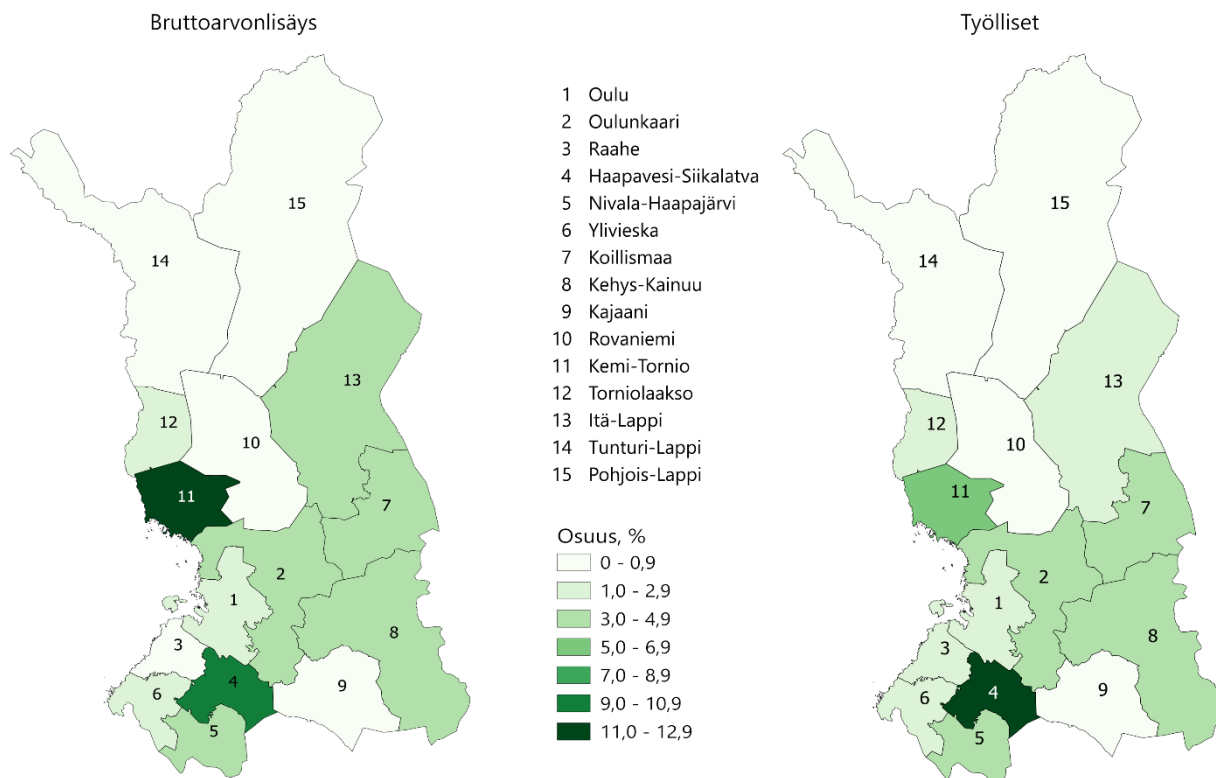
Metsäsektori kansantaloudessa

Metsäsektori, joka käsitteenä kattaa yleensä metsätalouden ja -teollisuuden, on luonut hyvinvointia Suomeen runsaan sadan vuoden ajan ja on edelleen merkittävä osa kansantaloutta. Metsäsektorin osuus Suomen bruttokansantuotteesta on vakiintunut neljän prosentin tasolle ja kattaa noin viidenneksen Suomen tavaraviennin arvosta (Luke 2022). Metsäteollisuuden osuus koko teollisuuden tuotoksesta on noin 18 prosenttia (Tilastokeskus 2022). Osa metsäteollisuuden tuotoksesta päätyy välituotteina muille kotimaan toimialoille, esimerkiksi puutuote-teollisuudesta lähes kolmasosa rakentamiseen (Berg-Andersson ym. 2021). Metsäteollisuus kehittää aktiivisesti uusia biopohjaisia tuotteita, joilla voidaan korvata fossiilisia raaka-aineita muilla teollisuudenaloilla (ks. luku 3.2.2). Metsäsektori tuottaa myös suurimman osan Suomen uusiutuvasta energiasta (ks. luku 3.2.3).

Valtaosa metsäteollisuuden tuotteista viedään ulkomaille, joten maailmanmarkkinoiden vallitseva suhdannetilanne vaikuttaa voimakkaasti tuotantomääriin ja edelleen metsätalouteen puun kysynnän kautta. Yksityismetsänomistajat ovat tärkein Suomessa puuta tarjoava taho, ja hakkuista tehdään noin 80 prosenttia yksityismetsissä. Bruttokantorahatuloja, joiden suuruus vaihtelee vuosittain hakkuumäärien ja suhdannetilanteen mukaan, yksityismetsänomistajille maksetaan vuosittain noin kaksi miljardia euroa. Yksityismetsätaloudesta syntyvistä puunmyyntituloista merkittävä osa päätyy valtiolle verotuksen kautta. Metsänomistajat saavat puunmyyntitulojen lisäksi muitakin taloudellisia hyötyjä metsästä, esimerkiksi korvausta metsien asettamisesta määräaikaan luonnonsuojeluun ja vuokratuloja maankäytöstä, kuten sähkölinjoista, tuulivoimaloista tai metsästysalueista. Metsä on myös sijoituskohde, jolloin metsän arvon nousu tuottaa omistajalleen taloudellista hyötyä. Kehittymässä on myös uusia metsistä saatavia tulonlähteitä, kuten maisema- ja virkistysarvokauppa sekä hiilensidontapalvelut.

Vuonna 2021 metsäsektori työllisti suoraan 61 000 henkilöä, mikä vastasi noin kahta prosenttia kaikista työllisistä Suomessa (Luke 2022). Toimialojen kerrannaisvaikutukset ulottuvat kuitenkin useille muille teollisuudenaloille, jotka jäävät perinteisen tilinpidon ulkopuolelle. Metsäsektorin kerrannaisvaikutuksina aiheutuvan työllisyyden on arvioitu olevan hieman välitöntä työllisyyttä suurempi (Kärkkäinen ym. 2022).

Metsäteollisuus on merkittävä työllistäjä usealla paikkakunnalla Suomessa, kun taas metsätalouden tulo- ja työllisyysvaikutukset jakaantuvat laajemmin alue- ja paikallistasolle pohjoisinta Suomea lukuun ottamatta, jossa puolestaan matkailu-, kalastus- ja metsästyspalvelut sekä porotalous ovat tärkeitä elinkeinoja (ks. luvut 3.2.4 ja 3.2.6). (Kuva 7)



Kuva 7. Metsäteollisuuden osuus Pohjois-Suomen seutukuntien bruttoarvonlisäyksestä ja työllisistä vuonna 2019. (Tilastot: Tilastokeskus 2022a,b)

Väestökehitys

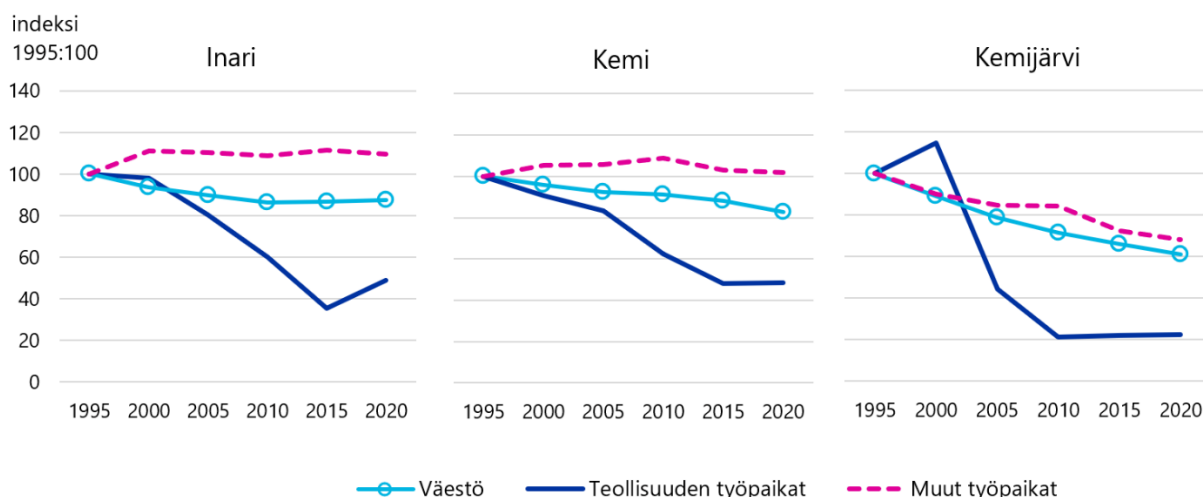
Kuntien elinkeinorakenteella on suuri merkitys työllisyydelle ja taloudelle, mutta elinkeinorakenne vaikuttaa välillisesti myös väestökehitykseen. Talouden suhdannevaihteluilla tai toimialan rakennemuutoksilla on erityisiä vaikutuksia kunnissa, joissa yritys- ja työllisyysrakenne on keskittynyt voimakkaasti yhden toimialan tai toimijan ympärille. Tästä hyvänä esimerkkinä on 2000-luvulla tapahtunut metsäteollisuuden rakennemuutos, jolla on ollut suuret vaikutukset muun muassa Pohjois-Suomen metsäteollisuuspaikkakuntien Kemin ja Kemijärven kehitykseen. (Valtiovarainministeriö 2020)

Kemi ja Kemijärvi kuuluvat väestöään nopeasti menettäviin kuntiin, ja väestön vähennys vuosina 2013–2018 on ollut enemmän kuin yksi prosentti vuodessa, kun taas Lapin matkailupaikkakunnat, kuten Inari, ovat olleet joko hitaammin väestöään menettäviä tai kasvavia (Valtiovarainministeriö 2020). Myös työpaikkojen määrät ovat vähentyneet näillä paikkakunnilla, vaikka työpaikkojen väheneminen ei välttämättä seuraa väestön vähenemistä (Sotarauta ym. 2021). (Kuva 8)

Kemijärven väestö on vähentynyt noin 40 prosenttia vuodesta 1995 (Tilastokeskus 2022b). Väestömäärän vähenemiseen ovat vaikuttaneet erityisesti Salcompin laturitehtaan ja Stora Enson sellutehtaan lopettamiset, joiden myötä paikkakunnalta on hävinnyt noin tuhat työpaikkaa (Kemijärven kaupunki 2013). Kaikkiaan Kemijärven työpaikkojen määrä on laskenut 43 prosenttia vuodesta 1995, teollisuustyöpaikkojen osalta vähennys on ollut 78 prosenttia. Kemijärven sellutehdas suljettiin vuonna 2008 ja tehtaalta irtisanottiin 215 henkilöä. Itä-Lapin seutukunta, johon Kemijärvi kuuluu, nimettiin äkillisen rakennemuutoksen alueeksi vuosina 2008–2009. Kehittämisyhteistyötä myönnettiin erityisesti Arktos Groupille, joka perusti liimapalkkitehtaan

sellutehtaan tiloihin (Felin & Mella 2013). Yritys ei kuitenkaan menestynyt ja sen toiminta loppui vuonna 2012. Nykyisin alueella toimii Keitele Groupin liimapuutehdas, joka työllistää noin 120 henkeä.

Väestön väheneminen heikentää työvoiman saatavuutta ja hidastaa yritystoiminnan kehittämistä. Esimerkiksi Lapissa lähes 60 prosenttia yrityksistä kokee rekrytointivaikeuksia ja osaaajapula on määritelty vakavaksi uhaksi elinkeinoelämän kilpailukyvyllä (Lapin liitto 2021a). Metsäteollisuuden suunnitteilla ja rakenteilla olevista investoinneista merkittävä osa kohdentuu Pohjois-Suomeen, mikä puunkäytön kasvun lisäksi tarkoittaa työllisyyden kasvua tuotannossa, puunkorjuussa ja logistiikassa.



Kuva 8. Väestön, teollisuuden työpaikkojen ja muiden työpaikkojen kehitys Inarissa, Kemissä ja Kemijärvellä vuosina 1995–2010. (Tilastot: Tilastokeskus 2022c,d)

Metsäteollisuuden uusiutuminen

Metsäyhtiöt ja muut yritykset etsivät Suomessa uutta liiketoimintaa kolmesta pääsuunnasta: biopolttoaineista, biokemikaaleista ja biomateriaaleista, jotka voisivat korvata muun muassa fossiilisista raaka-aineista valmistettuja tuotteita, kuten muovia, tekstiilikuituja tai liikenteen polttoaineita. Selluloosateknologian läpimurrot ulottuvat laajalti muille aloille, kuten lääketieteeseen. Aihioita uusiksi puupohjaisiksi tuotteiksi on paljon, mutta aina ei ole selvää, mille tuotteille löytyy lopulta kannattavat markkinat. Lisäksi tuotekehitys ja uuden tuotannon kasvattaminen teolliseen mittakaavaan vaatii aikaa ja sitoo pääomia. Tarve ja markkinapotentiaali uusille ja ympäristöä vähemmän kuormittaville uusiutuvista luonnonvaroista valmistetuille tuotteille on kuitenkin huomattava (Arasto ym. 2021). Toistaiseksi uudet innovaatiot eivät ole näkyneet uusina, merkittävänä raakapuun käyttökohteina. Seuraavassa esittelemme joitakin uudentyypisiä puun käyttökohteita.

UPM:n Lappeenrannan biojalostamo, joka sijaitsee Kaukaan metsäteollisuusintegraatin yhteydessä, tuottaa mäntyöljypohjaista dieseliä ja naftaa tuotenimellä UPM BioVerno liikenteen polttoaineeksi sekä muovin ja kemianteollisuuden raaka-aineeksi. Vuonna 2015 valmistuneen biojalostamon vuosituotanto on 130 000 tonnia biopolttoaineita. Paraikaa UPM rakentaa puupohjaisia biokemikaaleja valmistavaa jalostamoa Saksaan ja suunnittelee biopolttoaineita valmistavan jalostamon rakentamista Rotterdamiin. (UPM 2021 ja 2022)

St1:llä on Kajaanissa liikennepolttoaineita valmistava Cellunolix-bioetanolitehdas, joka käyttää raaka-aineenaan sahanpurua (St1 2014). NordFuel suunnittelee puuraaka-aineesta liikennekäyttöön tarkoitettua etanolia tuottavan biojalostamon rakentamista Haapavedellä sijaitsevan

Kanteleen Voima Oy:n voimalaitoksen yhteyteen (www.nordfuel.fi/biojalostamo/). Sivutuotteina jalostamo tuottaisi ligniiniä ja biokaasua. Green Fuel Nordicin tehdas Lieksassa valmistaa pyrolyysiöljyä sahateollisuuden sivuvirroista (Green Fuel Nordic 2022). Ensisijaisesti lämmityskäyttöön tuotettavan pyrolyysiöljyn tuotanto alkoi Lieksan Kevätniemessä joulukuussa 2020.

Stora Enson Sunilan sellutehdas on maailman suurin integroitu ligniiniä uuttava tehdas (Stora Enso 2022). Tehtaan ligniinikapasiteetti on 50 000 tonnia vuodessa ja toiminnassa se on ollut vuodesta 2015. Jalostetulla ligniinillä voidaan korvata öljypohjaisia fenoleja, joita käytetään vannerin, OSB-levyn, LVL-viilupuun, paperilaminaatin ja eristemateriaalin hartseissa. Muita tulevia mahdollisia käyttökohteita ovat hiilikuitu ja energian varastoinnissa käytettävä biohiili. Sunilassa on juuri käynnistetty koelaitos, jossa tuotetaan Lignode® by Stora Enso -tuotenimellä markkinoitavaa akkuihin tarkoitettua puupohjaista hiiltä (Stora Enso 2022). Biohiilen mahdollisia käyttösovelluksia ovat sähköautot, kulutuselektronikka ja suuret energianvarastointijärjestelmät. Nykyisin ladattavien akkujen anodimateriaalina käytetään uusiutumaton fossiilista hiiltä.

Jyväskylässä Spinnova ja Äänekoskella Metsä Springin ja Itochun yhteisyritys MI Demo Oy kehittävät koelaitoksissaan tavanomaisen paperisellun muuntamista tekstiilikuiduiksi teollisen mittakaavan tuotannon tarpeisiin ja kaupallisiksi lopputuotteiksi. Spinnovan koelaitos valmistui vuoden 2019 alussa (Spinnova 2022) ja MI Demon vuoden 2019 lopussa (Metsä Spring 2022). Stora Enso kehittää puolestaan puupohjaisten tekstiilikuitujen valmistusta Tree to Textile -yhteisyrityksessä Ruotsissa (Tree to Textile 2022). Spinnovan menetelmässä tekstiilikuidun valmistus perustuu mekaaniseen prosessiin, kun muut käytössä tai kehitteillä olevat sellupohjaisen tekstiilikuidun valmistustavat pohjautuvat kemialliseen liuotukseen (Spinnova 2022). Kiinnostus uusiin tekstiilikuituratkaisuihin on herännyt siksi, että nykyisin tekstiilikuitujen tuottamiseen liittyy paljon ympäristöongelmia. Puuvillan viljely aiheuttaa luonnolle haittaa suuren vedenkulutuksen, maankäytön ja torjunta-aineiden takia. Polyesteria valmistetaan puolestaan maaöljystä ja lisäksi siitä irtoaa luonnolle haitallista mikromuovia.

Valmet ja Metsä Groupin innovaatioyhtiö Metsä Spring rakensivat Äänekoskelle koelaitoksen uuden puupohjaisen 3D-kuitutuotteen kehittämiseksi (Metsä Spring 2022). Koelaitos käynnistettiin vuoden 2022 keväällä. Laitoksessa tuotetaan valmiita 3D-kuitupakkauksia suoraan märrästä puukuitumassasta ilman välivaiheita korvamaan muovista tai alumiinista valmistettuja pakkauksia. Ruokapakkauksiin ja kertakäyttöastioihin taivekartonkia valmistava Kotkamills on erikoistunut täysin muovittoman kartongin valmistukseen (Kotkamills 2022). Innovatiivista kartongissa on vesipohjainen dispersiopinnoitus, jolla tuotteet saadaan kestävämmän vettä ja rasvaa ilman perinteistä päällystämistä PE-muovilla, minkä vuoksi tuotteiden kierrättäminen raaka-aineeksi uuteen kiertoon keräyspaperin tai -kartongin mukana on vaivatonta. Perinteisten kartonkikuppien ja -astioiden kierrätys on ollut hankalaa niiden muovipäällysteiden takia, minkä vuoksi ne usein päätyvät kierrättämisen sijasta jätteeksi. Metsäteollisuus kehittää lukuisia muitakin uusia bio- ja puupohjaisia tuotteita, jotka ovat vielä joko kehitysvaiheessa tai koetuotannossa (Suomen Metsäyhdistys 2022).

Vedyn käyttö teollisissa prosesseissa ei tuota hiilidioksidipäästöjä, mikä on lisännyt eri teollisuuden alojen mielenkiintoa sen käyttöä ja tuotantoa kohtaan (SSAB 2022). Vihreää vetyä saadaan elektrolyysillä vedestä, kun energiana käytetään päästötöntä sähköä. Metsäteollisuuden mielenkiintoa vihreää vetyä kohtaan lisää se, että vedyn valmistukseen tarvitaan paljon uusiutuvaa energiaa, jota metsäteollisuus tuottaa itse. Lisäksi biopolttoaineiden ja -kemikaalien tuotantoprosesseissa on käyttöä vedylle. Vihreä ammoniakki, jota Wärtsilä paraikaa testaa laivamoottoreiden polttoaineena, on vihreää vetyä ja tyypeä sisältävä yhdiste (Wärtsilä 2022).

Toistaiseksi vihreä vety ja ammoniakki ovat huomattavan kalliita ja niiden tuotanto sekä kysyntä on vähäistä.

3.2.3. Puun energiakäyttö

Puupolttoaineilla on tuotettu viime vuosina Suomessa yli neljännes energian kokonaiskulutuksesta ja vuonna 2020 osuus oli 28 prosenttia (Suomen virallinen tilasto: Energian hankinta ja kulutus). Merkittävin puupolttoaine on sellun valmistuksen sivutuotteena syntyvä mustalipeä. Lähes yhtä paljon energiaa (37,3 TWh vuonna 2020) tuotetaan kiinteillä puupolttoaineilla, kuten esimerkiksi kuorella, sahanpurulla ja metsähakkeella (Tilastokeskus 2020). Lämpö- ja voimalaitosten käyttämistä kiinteistä puupolttoaineista tärkein on metsäteollisuuden sivutuotepuu (kuori, sahanpuru ja puutähdehake), jota hyödynnettiin energian tuotantoon yhteensä 10,6 miljoonaa kiintokuutiometriä vuonna 2020 (Luke 2020). Metsähaketta käytettiin lämpö- ja voimalaitoksilla puolestaan 7,6 miljoonaa kiintokuutiometriä (Luke 2020). Tästä määrästä harvennuspuiden pienpuuta oli 4,3 ja päätehakkUILTA korjattavaa latvusmassahaketta 2,5 miljoonaa kiintokuutiometriä. Vastaavasti järeää lahovikaista ja pystykuivaa runkopuuta käytettiin 0,6 ja kanoista murskattua metsähaketta 0,3 miljoonaa kiintokuutiometriä. Lisäksi pientalojen lämmitykseen käytetään perinteisen polttopuun ohella metsähaketta arviolta 0,6 miljoonaa kiintokuutiometriä vuodessa. Yhteensä metsähakkeen käyttö Suomessa oli 8,2 milj. kuutiometriä vuonna 2020 (Luke 2020). Perinteistä polttopuuta, eli klapeja ja halkoja kotitalouksien arvioidaan käyttävän 5,9 miljoonaa kiintokuutiometriä vuodessa (Luke 2016/2017).

Suomessa puupolttoaineiden käyttö energiantuotannossa pohjautuu puunjalostuksen sivuvirtoihin tai hakkuiden ja metsänhoidon erilaisiin tähteisiin tai pienpuuhun (Hakkila 2004). Vaihtoehtona energiakäytölle on puujakeiden lahoaminen tai mätäneminen metsään tai prosessijätteen loppusijoituspaikalle. Metsänhoito ja puuntuotantoketju tähtää teollisen ainespuun mitta- ja laatuvaatimukset täyttävän puuraaka-aineen kasvattamiseen, ei puupolttoaineiden tuottamiseen (Hakkila 2004). Latvusmassan, pienpuun ja kantojen hyödyntämiselle energiakäytössä on valtakunnalliset korjuuohjeet, joilla pyritään varmistamaan metsien käytön kokonaiskestävyys (Koistinen ym. 2019). Ohjeet on laadittu yhteistyössä metsä-, ympäristö- ja ilmastoalan tutkijoiden, asiantuntijoiden ja tiedon käyttäjien kanssa. Puun energiakäytön ilmastonmuutosta hidastava vaikutus perustuu siihen, että uusiutuvalla energialla korvataan uusiutumattomien fossiilisten polttoaineiden käyttöä ja vähennetään ilmakehään vapautuvan hiilidioksidin nettomäärää (Koistinen ym. 2019). Fossiilisista polttoaineista poiketen puun hiili on jatkuvassa kierrossa kasvillisuuden ja ilmakehän välillä. Nopeamman lahoamisen ansiosta pienläpimittainen energiapuu ja latvusmassa ovat hitaasti lahoavia kantoja ilmastotehokkaampi vaihtoehto energiantuotannossa hiilenkierron näkökulmasta (Liski ym. 2011, Koistinen ym. 2019). Puubiomassan lahoamisvauhti hidastuu ajan kuluessa ja Pohjois-Suomen kylmemmissä ilmastossa puubiomassa lahoaa jonkin verran hitaammin kuin Etelä-Suomessa (Liski ym. 2011).

Turpeen ja kivihiilen korvaaminen energiantuotannossa lisää kiinteiden puupolttoaineiden kysyntää Suomessa (Anttila ym. 2021, Patronen & Pastila 2021). Turpeen käytön kannattavuus on heikentynyt kohonneen päästöoikeuden hinnan sekä turveveron korotuksen vaikutuksesta, mistä syystä turpeen käytön puolittumistavoite etenee hallitusohjelmassa asetettua vuosi 2030 tavoitetta nopeammin. Kivihiilen käytöstä luovutaan puolestaan kivihiilen energiakäytön kielteivän lain ohjaamana vuoteen 2029 mennessä. Alueellisesti puupolttoaineiden kysyntä kasvaa eniten Pohjois-Pohjanmaalla turpeen korvautumisen seurauksena sekä Uudellamaalla kivihiilen korvautumisen seurauksena (Anttila ym. 2021, Patronen & Pastila 2021). Puupolttoaineiden kysynnän kasvua hillitsevät lämpöpumppuinvestoinnit, savukaasujen lämmöntalteenottojärjestelmien asennukset, lämmön- ja sähkön yhteistuotantolaitoksien korvaaminen lämmön erillistuotannolla niiden saavuttaessa teknisen käyttöikänsä sekä painoperiteollisuuden ahdingosta

johtuva energiantarpeen väheneminen (Patronen & Pastila 2021). Moderni teknologia mahdollistaa myös tuoreen puun hyödyntämisen energiantuotannossa, mikä vähentää varastoinnista johtuvaa materiaali- ja kuiva-ainehävikkiä ja leikkaa polttoaineiden tarvetta sekä suurilla että pienillä lämpö- ja voimalaitoksilla (Kukkonen 2019).

Vuosien 2016–2018 aikana Suomessa kulutettiin keskimäärin noin 15 TWh energiaturvetta vuodessa. Näin ollen turpeen korvautuessa energiantuotannossa kysyntää siirtyy enimmäkseen saman verran puubiomassalle, vastaten karkeasti noin 7,5–8,0 miljoonaa kiintokuutiometriä puuta (Anttila ym. 2021, Patronen & Pastila 2021). Käytännössä puubiomassan käytön kasvu ei kuitenkaan ole näin suurta edellisessä kappaleessa lueteltujen syiden ja vanhempien laitosten turpeen käyttöminimin takia. Uudet kattilat on yleensä suunniteltu siten, että ne voivat käyttää 100 % puubiomassajakeita, mutta vanhemmissa kattiloissa on usein rajoitteita polttoaineiden osuuksille, minkä vuoksi laitoksissa käytetään seospolttoaineena turvetta kattilan korroosio-ongelman minimoimiseksi. AFRY:n arvion mukaan (Patronen & Pastila 2021) puupolttoaineiden kysyntä kasvaa turpeen korvautumisen takia noin 5,1 miljoonaa kiintokuutiota ja kivihii- län korvautumisen takia noin 1,1 miljoonaa kiintokuutiota vuoteen 2025 mennessä verrattuna vuoden 2019 referenssitason. Myöhemmin tarve kääntyy laskuun, kun mm. oletetut investoinnit polttoon perustumattomaan lämmöntuotantoon ja hukkalämmön tarkempaan hyödyntämiseen toteutuvat.

Vuosina 2030 ja 2035 puupolttoaineita arvioidaan tarvittavan korvaamaan turpeella ja kivihii- lällä tuotettua energiaa yhteensä 6,2 ja 4,7 miljoonaa kiintokuutiometriä vuodessa (Patronen & Pastila 2021). AFRY:n arvioissa suurilla lämpöpumpuilla tuotetun lämmön määräksi on arvioitu noin 1,6 TWh vuonna 2025, 4,3 TWh vuonna 2030 ja 5,5 TWh vuonna 2035 (Patronen & Pastila 2021). Mikäli investoinnit polttoon perustuvaan teknologiaan eivät toteudu ja turvetta käyttäviä yhteistuotantolaitoksia korvataan puubiomassaa käyttävillä yhteistuotantolaitoksilla lämmön erillistuotannon sijaan, tarvitaan puupolttoaineita korvaamaan turpeella ja kivihii- lällä tuotettua energiaa yhteensä 8,0 ja 7,2 miljoonaa kiintokuutiometriä vuosina 2030 ja 2035 (Patronen & Pastila 2021). Suurimmillaan puupolttoaineiden arvioitu lisätarve vastaisi määrältään metsä- hakkeen nykykäyttöä (Suomen virallinen tilasto: Puun energiakäyttö 2020).

Pohjois-Suomessa turpeella on merkittävä rooli energiantuotannossa ja puupolttoaineita on arvioitu tarvittavan korvaamaan turvetta energiantuotannossa 1,4–1,6 miljoonaa kiintokuu- tiometriä vuodessa vuosina 2025–2035 (Patronen & Pastila 2021). AFRY:n arvioissa metsähake kattaa noin 45 prosenttia ja metsäteollisuuden sivutuotteet 50 prosenttia energiantuotannon puupolttoaineiden kokonaishankinnasta (Patronen & Pastila 2021). Tuontien energiapuulla on pohjoisella alueella vähäinen rooli ja ainespuuta ohjautuu vain marginaalisia määriä energian- tuotantoon. Lisäksi äskettäin ilmoitetut investoinnit kemiallisen ja mekaanisen metsäteollisuus- tuotantokapasiteettiin ja paperintuotannon loppuminen helpottavat turpeen korvatta- vuutta energiantuotannossa, kun sekä teollisuuden sivutuotteiden että hakkuutähteiden tar- jonta lisääntyy, samalla kun polttoaineiden käyttö metsäteollisuuden lämmön ja sähkön yhteis- tuotannossa supistuu. Pohjois-Suomessa metsähakkeen keskihinnat nousevat nykytasosta ky- synnän kasvun ja hankinta-alueiden laajenemisen seurauksena, mutta hinnat jäävät kuitenkin selvästi alle Etelä- ja Länsi-Suomen, jossa on niukkuutta puupolttoaineista (Patronen & Pastila 2021). Etelä- ja Länsi-Suomessa energiapuun vajetta ja hintapaineita tasataankin tuontipuulla erityisesti rannikkoalueen laitoksilla Uudenmaan ja Varsinais-Suomen maakuntien alueella (Patronen & Pastila 2021). Mahdollista on myös se, että puupolttoaineiden niukkuus ja hinta- paine sekä tuontipuuhun liittyvä epävarmuus vauhdittavat investointeja polttoon perustumat- tomaan uuden teknologian pilotointiin ja skaalaamiseen arvioitua enemmän ja nopeammalla aikataululla Suomessa.

3.2.4. Luontomatkailu

Suomalainen metsä on merkittävä matkailun vetovoimatekijä, jonka ympärille on kehitetty erilaisia matkailutuotteita sekä kotimaisille että kansainvälisille asiakkaille. Luontomatkailu perustuu merkittävältä osin puhtaan, lajistoltaan monipuolisen, ”autenttisen” luonnon hyödyntämiseen palveluliiketoiminnassa.

Talousmetsät, yhdessä suojelualueiden kanssa, luovat puitteet luontomatkailulle eri puolilla maata. Maisemaltaan arvokkailla metsäalueilla on matkailu- ja asutuskeskusten lähellä erityistä arvoa sekä virkistyskäytössä että luontomatkailun liiketoiminnassa. Näillä luontoalueilla on usein muita alueita suurempi käyttöpaine, ja niillä tuotetaan monenlaisia terveys- ja hyvinvointivaikutuksia (ten Brink ym. 2016, Tyrväinen ym. 2019).

Luontomatkailun ja luonnon virkistyskäytön arvioidaan kattavan vähintään neljäsosan majoitus-, ravitsemus-, ja ohjelmalveluista Suomessa. Tarkkoja lukuja toimialan volyyminä ei kuitenkaan ole, sillä luontomatkailua ei tilastoida erillisenä muusta matkailusta. Tilastokeskuksen arvion mukaan Suomessa työllistyy noin 33 800 henkilöä luontomatkailun ja virkistyskäytön alalla, mikä on kymmenen prosenttia koko biotalouden työllistävyydestä (Tyrväinen ym. 2018). Luontomatkailuyrityksiä, ml. ohjelmalvelu-, majoitus- ja ravitsemispalvelut, on arvioitu olevan Suomessa noin 5 700 yritystä, kun luokituksen perusteena on matkailuyrityksen toiminnan perustuminen kokonaan tai osittain luontoon (Petäjistö & Selby 2014). Luontoon perustuva palvelutoiminta pitää sisällään laajasti erilaisia palveluita luontomatkailupalveluista luonnon hyvinvointivaikutuksia hyödyntäviin Green Care -palveluihin. Luontomatkailun kysyntä on tassisesti kasvanut Suomessa ja kasvun odotetaan jatkuvan myös tulevaisuudessa (Rikkonen ym. 2020).

Metsätalous laajana maankäyttömuotona vaikuttaa matkailu- ja virkistysympäristön laatuun. Vaikka matkailijat voivat kokea saman alueen eri tavoin tulee vetovoimaisen metsäympäristön olla vaihteleva, maisemallisesti miellyttävä, kiinnostava ja monipuolinen. Usein matkailijalle tai virkistyskäyttäjälle kiinnostavasta metsästä avautuu näkymiä myös vesistöön tai muihin luontoympäristöihin (Miina ym. 2020b, c).

Metsätalouden voimakkaasti muokkaamia alueita ei pidetä vetovoimaisina, ja erityisesti laajat uudistushakkuut koetaan kielteisimmiksi varsinkin kesäaikaan (Silvennoinen ym. 2002, Karjalainen 2006, Tyrväinen ym. 2017). Talousmetsätkin soveltuvat matkailuympäristöksi, mutta luonnonmukaiselta näyttävän metsänkuvan ylläpitäminen matkailualueilla on tärkeää. Puunkäytön tehostumisen ja hakkuiden lisääntymisen myötä jatkossa on yhä tärkeämpää tunnistaa matkailun ja virkistyskäytön kannalta keskeiset alueet, joissa maisemaa ja ympäristöä tulisi erityisesti vaalia.

Laajenevan luontomatkailun ja puunkäytön vuoksi tarve maisema- ja virkistysarvojen turvaamiseksi on tunnistettu erityisesti yksityisomistuksessa olevilla metsäalueilla. Maisema- ja virkistysarvoja voidaan lisätä ja turvata yksityismetsissä ekosysteemipalvelumaksuilla (*payments for ecosystem services, PES*), joilla voidaan taloudellisesti korvata esimerkiksi maanomistajille toimenpiteitä, jotka säilyttävät tai lisäävät näitä maisema-arvoja (Thorsen ym. 2014).

Esimerkiksi maisema- ja virkistysarvokaupassa maanomistaja sitoutuu vapaaehtoisella sopimuksella noudattamaan metsänkäsitteilyn rajoituksia, ja hänelle korvataan niistä aiheutuvat tulonmenetykset ja suorat lisäkustannukset (Tyrväinen ym. 2020). Rahoitus puolestaan osittain tai kokonaan voi tulla matkailijoilta ja yrittäjiltä tai julkiselta sektorilta (Tyrväinen ym. 2014a, Konu & Tyrväinen, 2020). Toimintamalli luo yksityisille maanomistajille kannustimen ottaa maisema huomioon metsänkäyttöpäätöksissään.

3.2.5. Luonnontuoteala

Luonnontuotealaa pidetään potentiaalisena osa-alueena metsätalouden liiketoiminnan ja arvonlisän kasvattamisessa. Perinteisen alkutuotannon lisäksi kasvumahdollisuuksia nähdään muun muassa elintarvike-, bioteknologia-, kosmetiikka- ja lääketieteellisyydessä sekä viennissä. (Maa- ja metsätalousministeriö 2019, Valtioneuvosto 2022)

Käsitteenä luonnontuoteala kattaa luonnonmarjoihin, -sieniin ja yrtteihin sekä muihin luonnontuotteisiin liittyvän toiminnan, kuten raaka-aineen keruun, jalostuksen ja kaupan sekä luonnontuotteiden hyödyntämisen matkailu- ja hyvinvointipalveluissa. Luonnontuotealalla ei ole omaa toimialaluokkaa ja osa yrityksistä on monialaisia, mikä vaikeuttaa alan seurantaa ja analysointia. Alalla on arvioitu toimivan 770 yritystä, joiden kokonaisliikevaihto oli 780 miljoonaa euroa vuonna 2020. Suurin osa luonnontuotealan yrityksistä toimii elintarvikealalla ja alkutuotannossa, hyvinvointi- ja kosmetiikka-ala on puolestaan nopeasti kasvava. Luonnontuotealan ja luonnontuotteita liiketoiminnassaan hyödyntävien yritysten on arvioitu työllistävän noin 2700 henkilöä vuonna 2020. Määrä on suuntaa antava, koska siitä puuttuu pienimpien yritysten tiedot ja suurin osa alan yrityksistä on mikroyrityksiä. Alalla työskentelee myös paljon kausityövoimaa, josta merkittävä osa on ulkomaista. (Wacklin 2021)

Kaupallisesti tärkeimmät luonnonmarjat ovat mustikka, puolukka ja lakka, josta merkittävä osuus kerätään myyntiin Pohjois-Suomesta. Yritykset ovat ostaneet luonnonmarjoja ja -sieniä viime vuosina keskimäärin 14 miljoonaa kiloa vuosittain ja maksaneet poimintatuloja noin 21 miljoonaa euroa (Ruokavirasto 2020, 2021, 2022). Pohjois-Suomen (Lappi, Oulu-Kainuu) osuus on ostomäärästä vastaavasti seitsemän miljoonaa kiloa ja poimintatulosta kolme miljoonaa euroa. Ulkomaisille poimijoille maksetun poimintatulon osuus on yli 80 prosenttia. Tilastoinnin ulkopuolelle jäävät suoramyynni ja kotitarvepoiminta, jotka muodostavat moninkertaisen talteenottomäärän verrattuna tilastoituihin määriin (Uusitalo & Peltola 2015). Pohjois-Suomen osalta vertailun vuoksi mainittakoon, että poronlihan lihatuotannon arvo teurastulona ilmoitettuna on ollut keskimäärin 16 miljoonaa euroa vuodessa viimeisten kolmen vuoden aikana (Paliskuntain yhdistys 2022). Yksityismetsänomistajille on maksettu Lapin alueella vastaavasti keskimäärin 76 miljoonaa euroa bruttokantorahatuloa vuosittain (Luke 2022).

Luonnontuotteiden sato vaihtelee sekä kasvupaikan että puuston ominaisuuksien mukaan. Hyvälläkin kasvupaikalla olosuhteet muuttuvat metsän kehityksen ja käsittelyn vuoksi, eikä kaikkia luonnontuotteita voi saada samasta metsiköstä samaan aikaan. Esimerkiksi parhaat mustikkasadot saadaan puolivarjoisista varttuneista metsistä, kun taas vademat kerätään valoisista nuorista taimikoista.

Toimialana luonnontuoteala on nuori ja sen taloudellinen kannattavuus nähdään haasteellisena (Tikkanen et al. 2020). Luonnontuotealan kasvua hidastavat erityisesti kehittymättömät raaka-aineen hankintaketjut ja vähäinen tuotteistaminen (Tikkanen et al. 2020). Luonnontuoteala lisää syrjäseutujen elinvoimaa ja tuo ansaintamahdollisuuksia paikallisväestölle (Tikkanen et al. 2020). Kaupallinen luonnontuotteiden keruu ulkomaisten poimijoiden voimin voi kuitenkin aiheuttaa ristiriitoja, koska paikalliset asukkaat eivät ole hyödynsaajina, eivätkä myöskään metsänomistajat pysty vaikuttamaan jokamiehen oikeuden perusteella tehtävään kaupalliseen poimintaan (Hamunen et al. 2019).

3.2.6. Poronhoito

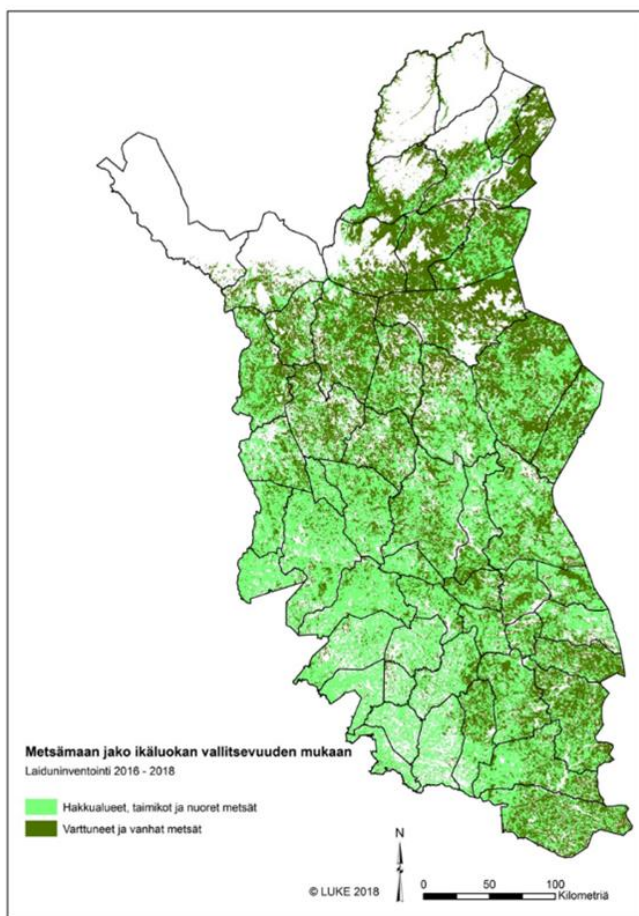
Poronhoidossa tavoitteena on ylläpitää elinkeinon kannattavuutta hyvänä ja vakaana vuodesta toiseen. Tämä on kuitenkin haasteellista, sillä porotalouden tuottavuus ja kannattavuus riippuvat poronhoitomenetelmien ohella hyvin paljon myös käytettävissä olevista luonnonlaitumista.

Taloustmetsäalueella porojen laidunnuksen ohella myös metsätalous ja muu maankäyttö vaikuttavat luonnonlaidunten määrään, laatuun ja käytettävyyteen voimakkaasti. Tämän lisäksi vuosittain vaihtelevat sää- ja lumiolosuhteet sekä pitkäaikaiset ilmaston muutostrendit heijastuvat porojen ravinnonsaantiin, kuntoon ja tuottavuuteen.

Laidunympäristön muutokset taloustmetsäalueella

Poronhoidon laidunympäristö on muuttunut viime vuosikymmenien aikana usealla eri tavalla erityisesti taloustmetsäalueella, joka kattaa karkeasti noin kolmanneksen poronhoitoalueesta. Kyseisellä alueella vanhojen kuusi- ja mäntymetsien määrä on viime vuosikymmenien aikana voimakkaasti vähentynyt (Mattila 2014, Kumpula ym. 2014 ja 2019) samalla kun laidunten jäkälämäärät ovat merkittävästi pudonneet porojen pitkäaikainen laidunnuksen ja tallauksen seurauksena (Tømmervik ym. 2004, Kumpula ym. 2011, 2014 ja 2019). Metsätalouden vaikutuksesta nykyiset laidunmetsät ovat muuttuneet rakenteeltaan pääasiassa hakkuualueiden sekä tiheiden taimikoiden ja nuorten metsien mosaiikeiksi (kuva 1) (Mattila 2014, Kumpula ym. 2019). Nämä taloustmetsien ikärakenteeseen, tiheyteen ja muihin ominaisuuksiin liittyvät muutokset ovat pudottaneet voimakkaasti luppojäkälien määrää ja saatavuutta, vaikuttaen samalla osaltaan merkittävästi myös maajäkälämäärien vähenemiseen (Kivinen ym. 2010, Kumpula ym. 2014, Sandström ym. 2016).

Metsätalouden lisäksi porojen laidunympäristö on myös yhä enemmän muuttunut ja pirstoutunut teiden, erilaisten reitistöjen, matkailurakentamisen, kaivostoiminnan, vesistö rakentamisen, soiden ojitusten ja monien muiden maankäyttömuotojen vaikutuksista (Anttonen ym. 2011, Kumpula ym. 2019). Suorien vaikutusten ohella metsien rakenteelliset muutokset ja maankäytön alueiden laajeneminen kytkeytyvät poronhoidon vaikutusten kanssa yhteen siten, että talvilaidunten vähentyessä, heikentyessä ja pirstoutuessa metsätalouden ja maankäytön vaikutuksista, myös porojen laidunnus vaikuttaa aikaisempaa voimakkaammin jäljellä oleviin laitumiin (Kumpula 2001a).



Kuva 9. Kangasmaiden metsämaan jakaantuminen eri ikäluokkiin vuosien 2016–2018 porolaiduninventoinnissa tehdyn laidunluokituksen perusteella (Kumpula ym. 2019).

Metsien ikärakenteen ja käsittelyn vaikutukset poron talviravintokasveihin

Metsien ikärakenteella on merkittävä vaikutus jäkälämääriin ja edelleen poronhoidon edellytyksiin. Tutkimuksissa on todettu, että maajäkälämäärät ovat vanhoissa ja varttuneissa metsissä suuremmat kuin uudistamisvaiheen, suojus- ja siemenpuuvaiheen sekä taimikko- ja kasvatusvaiheen metsissä (Akujärvi ym. 2014, Kumpula ym. 2014, Sandström ym. 2016).

Ikärakenteen muutoksen lisäksi metsänhakuilla ja -käsittelyillä on suoria negatiivisia vaikutuksia erityisesti luppo- ja maajäkälisiin. Puiden korjuu ja kuljetus vähentävät jäkälän määrää työkoneiden vaikutusalueella (Harris 1992, Kumpula ym. 2008a) ja maanmuokkaus metsän uudistusaloilla (Roturier & Bergsten 2006). Poronjäkälien peittävyys ja pituus on havaittu pienevän myös hakkuutähteen peittäessä ja tukahduttaessa jäkälää (Bråkenhielm & Liu 1998; Kumpula ym. 2008a, Akujärvi ym. 2014).

Hakkuualoilla säteily-, kosteus- ja tuuliolosuhteet muuttuvat oleellisesti verrattuna vanhaan metsään, jolloin jäkälät kuivuvat kesäaikana sateen jälkeen nopeammin kuin latvuston suojassa, mikä voi heikentää poronjäkälien kasvua (Jonsson-Čabrajić 2009). Valoisuuden lisääntyminen voi toisaalta parantaa jäkälän kasvuolosuhteita mm. tiheissä kasvatusmetsissä tehtyjen harvennushakuiden jälkeen, kun jäkälän kasvun kannalta puuston liian suuri varjostus vähenee (Jonsson-Čabrajić ym. 2010; Kivinen ym. 2012).

Hakkuut voivat vähentää jäkälän määrää myös välillisesti lisäämällä kasvien välistä kilpailua kasvuolosuhteiden ja maaperän ravinne muutosten vuoksi. Varjostus ja neulassadannan lisääntyminen lisäävät yleensä sammalten ja varpujen määrää (Coxson & Marsh 2001, Sulyma & Coxson 2001). Ravinteiden lisääntyminen maaperässä esim. hakkuutähteen maatumisen seurauksena voi suosia maajäkälien kustannuksella muita kasveja, kuten varpuja sekä heinä- ja ruohokasveja (Bråkenhielm & Liu 1998, Olsson & Kellner 2006).

Luppojäkäliden esiintyminen lisääntyy puuston iän ja tilavuuden kasvaessa (Jaakkola ym. 2006). Luonnontilaisissa metsissä luppoa on yleensä talousmetsiä enemmän, sillä hakkuissa luppojäkälää häviää korjattavan puuston mukana ja myös jäljelle jäävässä puustossa sitä on yleensä vähemmän (Esseen ym. 1996, Dettki & Esseen 1998, Kumpula ym. 2008a). Laajasti käsitellyissä talousmetsissä luppo myös uudistuu hitaasti. Laajat päätehakkuut saattavat lisäksi vähentää hakkuualueisiin rajautuvien reunametsien luppomääriä (Esseen ja Rehorn 1998). Lupon määrän väheneminen hakkuualueiden puustossa ja käsitellyissä metsissä johtuu todennäköisesti valaistus-, kosteus-, lämpö- ja tuuliolojen muuttumisesta (Kumpula ym. 2008a, Jonsson Čabrajić 2009).

Metsätalouden vaikutukset porojen laidunten käyttöön ja poronhoitoon

Laidunalueiden pirstoutuminen ja heikkeneminen johtaa yleensä muutoksiin ja häiriöihin porojen laiduntamisessa, talviaikaisessa ravinnonsaannissa ja vuodenaikaisten kulkureittien käytössä sekä kasvaneeseen riskiin altistua liikenneonnettomuuksille ja saalistajille (Anttonen ym. 2011, Skarin & Åhman 2014). Metsien tihentyminen, maankäyttö ja rakentaminen yleensä myös hankaloittavat porojen kokoamista ja kuljettamista. Myös metsätaloustoimenpiteiden aiheuttamat muut fyysiset muutokset, kuten metsätiet, hakkuutähteet, maanmuokkaukset sekä näkyvyyden heikkeneminen, vaikuttavat porojen laidunten valintaan, ravinnon saatavuuteen ja laidunten käytettävyyteen (Kumpula ym. 2008a). Hakkuutähte peittää jäkälää ja estää kaivamista erityisesti paksussa lumessa, lisäksi hakkuilla on vaikutusta myös lumipeitteen kovuuteen ja paksuuteen. Laajoilla aukeilla alueilla lumi useimmiten kovettuu ja paikoin myös kasaantuu kevättalvella niin, että porojen kaivaminen vaikeutuu (Koivusalo & Kokkonen 2002, Kumpula ym. 2008b). Joinakin talvina porojen ravinnon saanti voi kuitenkin helpottua ja jäkälä voi olla paremmin porojen saatavilla, mikäli tuuli puhaltaa lumipeitteen ohueksi tai lumipeite pysyy riittävän pehmeänä hakkuualueilla. Lisäksi puuston alla lumi voi suojaamaan jälkeen jäätyä yhtenäiseksi jääkuoreksi puissa olevan märän lumen pudottua alas.

Porojen onkin talviaikana laiduntaessaan havaittu suosivan varttuneita ja vanhoja metsiä ja välttävän erityisesti hakkuualueita (Kumpula ym. 2007). Tiheissä kasvatusmetsissä on myös yleensä vähemmän poronjäkälää kuin valoisammissa vanhoissa metsissä. Se, että porot välttelevät tiheitä kasvatusmetsiä, voi talviravinnon saatavuuden lisäksi liittyä myös lajille tyypilliseen käyttäytymiseen minimoida petoriskiä välttämällä näkyvyydeltään huonoja metsiä (Helle ym. 1990). Taimikonhoitotyöt sekä energiapuun ja hakkuutähteen korjuu voivat siten parantaa talousmetsien laidunominaisuuksia tehden ne poroille soveliaammiksi ja houkuttelevammiksi parantaen samalla myös jäkäliden kasvuolosuhteita. On toisaalta myös huomioitava, että tuoreempien kankaiden hakkuualueille kasvavat heinät ja ruohomaiset kasvit lisäävät porojen kesä- ja syysravinnon määrää.

Jatkuvapeitteinen metsänkasvatus ja poronhoito

Poronhoidon näkökulmasta talousmetsäalueella olevien tärkeiden varttuneiden ja vanhojen laidunmetsien säästäminen tai varovainen käsittely turvaisi todennäköisesti ominaisuuksiltaan hyvälaatuista talvilaidunympäristöä paremmin kuin näiden metsien hakkuut ja käsittelyt

nykyisillä päätehakkuumenetelmillä. Poronhoidon kannalta ongelman muodostaa myös nykyisten talousmetsien hyödyntäminen päätehakkuista seuraavilla lyhyillä kiertoajoilla. Toisaalta on selvää, että lähitulevaisuudessa eniten puunkorjuusuunnitelmia kohdistuu metsätalouden piirissä oleviin uudistuskypsiin ja varttuneisiin talousmetsiin. Sovitettaessa yhteen talousmetsien eri käyttömuotojen vastakkaisia intressejä, on kuitenkin syytä huomioida, että laidunmetsiin soveltuvien jatkuvan kasvatuksen metsänkäsittelymenetelmien kehittäminen ja laajempi käyttöönotto toisi todennäköisesti merkittäviä ja laaja-alaisia hyötyjä poronhoidolle (Miina ym. 2020a). Tätä tukee mm. se, että jatkuvapeitteistä ja monipuolista puuston ikärakennetta ylläpitävien menetelmien tuloksena syntyvien metsien on arvioitu mukailevan paremmin luonnontilaisten metsien ekologisia ominaisuuksia ja rakennetta kuin tasaikäisten talousmetsien (mm. Kuuluvainen 2009, Kuuluvainen ym. 2012).

Erilaisten metsänkäsittelymenetelmien vaikutuksia porojen laidunmetsien laatuun ja ominaisuuksiin ei ole kuitenkaan meillä empiirisesti tutkittu, mutta esim. Kanadassa tehdyt tutkimukset osoittavat jatkuvan kasvatuksen menetelmien turvaavan paremmin metsäkaribuille sopivaa talvilaidunympäristöä kuin intensiivisemmät metsänkäsittelymenetelmät (Stone ym. 2008, Nardeau Fortin ym. 2016). Myös haastatelluista poromiehistä 93 % piti peitteistä metsänkasvatusta huomattavasti parempana vaihtoehtona laidunmetsien käsittelyssä kuin päätehakkuuseen perustuvaa metsänkäsittelyä (Järvenpää 2018).

Metsätalous ja porotalouden kannattavuus

Jäkälälaidunten kunto ja käytettävyys sekä luppolaidunten määrä ja laatu vaikuttavat laitumien kestäviin poromääriin sekä poronhoidon tuottavuuteen ja kannattavuuteen (Pekkarinen ym. 2015 ja 2022). Toisaalta laidunten kuntoon, määrään ja käytettyyteen vaikuttavat sekä poronhoito itse että metsätalous ja muu maankäyttö (Kumpula ym. 2000 ja 2014). Luonnonlaitumiin perustuvassa poronhoidossa riittävän laajoilla ja hyväkuntoisilla jäkälä- ja luppolaitumilla on kuitenkin edelleen keskeinen merkitys porojen talviravinnon saannissa ja porokarjan tuottavuuden muodostumisessa (Helle & Kojola 1993, Kojola ym. 1995, Kumpula ym. 1998, Kumpula 2001b).

Viime vuosikymmeninä sekä taloudelliset, ekologiset, ilmastolliset että maankäyttöön liittyvät muutokset ovat kuitenkin merkittävästi heikentäneen erityisesti luonnonlaitumiin perustuvan poronhoidon kannattavuutta (Pekkarinen ym. 2021). Tästä syystä talviaikainen lisäruokinta on useimmissa paliskunnissa nykyisin välttämätöntä poronhoidon taloudellisen kannattavuuden varmistamiseksi (Pekkarinen ym. 2020), sillä talvilaidunten määrän, laadun ja tuottavuuden heikentyessä taloudellisesti kannattavin ratkaisu on siirtyä täydentämään porojen talviaikaista ravinnonsaantia lisäruokinnalla (Pekkarinen ym. 2015). Lisäruokinta heikentää kuitenkin poronhoidon kannattavuutta luonnonlaitumiin perustuvaan poronhoitoon verrattuna, mutta toisaalta mahdollistaa poromäärän säilyttämisen aikaisemmalla tasolla. Tällöin poronhoidon vuotuiset nettotulot eivät putoa yhtä paljon kuin tilanteessa, jossa poromäärää sopeutettaisiin supeuttamalla sitä koko ajan vähenevien ja heikentyvien talvilaidunten mukaan.

Talvilaidunten vähentyessä ja heikettyä aikaisempien poromäärien ylläpitäminen talviruokinnan avulla voimistaa kuitenkin jäkälikköjen kulumista erityisesti alueilla, joilla porot laiduntavat ympäri vuoden. Toisaalta mikäli talousmetsissä sijaitsevien talvilaidunten ominaisuuksia, laatua ja rakennetta voitaisiin parantaa sekä elvyttää jäkäliköitä myös poronhoidon omin toimenpitein, olisi taloudellisesti kannattavampaa vähentää lisäruokintaa tai jopa luopua siitä (Pekkarinen ym. 2020). Tämä edellyttää kuitenkin, että poronhoidosta riippumattomat muut pitkän aikavälin tekijät (ilmaston lämpeneminen, metsätalous ja muu maankäyttö) eivät heikentäisi edelleen laitumia ja jäkälän kasvua. Lisäruokinnan käyttö pysyisi kuitenkin edelleen taloudellisesti

kannattavana niinä vuosina, jolloin talviolot haittaavat merkittävästi ravinnonsaantia talvilaituimilta.

Poronlihan ja muiden porotuotteiden tuotannon lisäksi poronhoito muodostaa vankan perustan monille sitä tukeville paikallisille liitännäiselinkeinoille (mm. porotuotteiden jalostus, matkailu ja käsityöt), joten sen merkitys on perusteltua huomioida entistä paremmin myös poronhoitoalueen talousmetsien hyödyntämisessä. Pohjois-Lapin hidaskasvuisissa mäntymetsissä hiilensidonta ja porotalous voivat tuottaa yhdessä niin merkittävän taloudellisen hyödyn, että se ylittää usein perinteisen metsätalouden tuottaman taloudellisen hyödyn pitkällä aikavälillä (Parkatti & Tahvonen 2021). Toisaalta tietyissä tilanteissa (korko 3 %, hiilipäästöjen hinta 0–60 € per hiilidioksiditonni) näiden metsien hyödyntäminen metsätaloudessa jatkuvapeitteisellä metsänkasvatuksella näyttäisi muodostuvan taloudelliseksi optimiratkaisuksi, mikä samalla ylläpitäisi ja parantaisi myös porolaidunten tilaa. Näiden taloudellisten näkökulmien ohella porotalouden ja sen liitännäiselinkeinojen merkitystä korostaa myös se, että ne tuovat säännöllisiä tuloja erityisesti syrjäseudulla asuville ihmisille. Samalla poronhoitoon liittyy kulttuurisia ja sosiaalisia arvoja ja ulottuvuuksia, joiden merkitystä ja jatkumoa ei voida arvioida rahassa.

3.3. Metsäluonnon monimuotoisuus

Anne Tolvanen

Suomessa on tehty kattavat arvioinnit metsäluonnon monimuotoisuuden tilasta sekä elinympäristöjen (metsäluontotyyppien arviointi, Kouki ym. 2018a, b) että metsälajien (Hyvärinen ym. 2019) tasolla. Metsäluontotyypeistä koko maan tasolla peräti 76 % arvioitiin uhanalaisiksi. Pohjois-Suomessa uhanalaisten luontotyyppien osuus oli 56 %, kun se Etelä-Suomessa oli 79 %. Uhanalaisista lajeista suurin osa (31 %, 833 lajia) on metsissä ensisijaisesti eläviä lajeja. Sekä metsäluontotyyppien että metsälajien ensisijaisena uhanalaistumisen syynä arvioitiin olevan metsätaloustoimet, joiden myötä erityisesti vanhojen metsien osuus ja lahoppuun määrä ovat vähentyneet. Lähes puolet uhanalaisista metsälajeista elää vanhoissa tai runsaasti lahoppuuta sisältävissä metsissä (Hyvärinen ym. 2019). Tällaisia lajeja on runsaasti erityisesti hyönteisten ja muiden selkärangattomien sekä sienten joukossa, mutta myös lintujen joukossa, kuten esimerkiksi erittäin uhanalaiseksi luokiteltu hömötiainen. Uhanalaisissa lajeissa on paljon myös järeään haapaan tai muihin lehtipuihin sidoksissa olevia lajeja.

Verrattaessa uhanalaisten metsälajien kehitystä kymmenen vuotta aikaisempaan tietoon (Rassi ym. 2010) havaittiin myönteistä kehitystä 109 lajilla ja heikentymistä 140 lajilla (Hyvärinen ym. 2019). Erityisesti eteläiset perhoset hyötyvät ilmaston lämpenemisestä, kun taas jäkälät ovat jatkaneet uhanalaistumistaan elinympäristön rehevöitymisen ja metsien hakkuiden sekä ikärakenteen nuorentumisen seurauksena.

Uhanalaiset lajit ovat erikoistuneine elinympäristövaatimuksineen herkästi reagoiva indikaattori metsäluonnon monimuotoisuudessa tapahtuville muutoksille. Ongelmana on kuitenkin monien lajien vaikea tunnistettavuus ja pienet esiintymisalueet, jotka rajoittavat näiden lajien systemaattista seuranta. Myös niin kutsutut tavalliset lajit antavat tärkeää tietoa monimuotoisuuden muutoksista, ja ne voivat kertoa jopa uhanalaisia lajeja paremmin ekosysteemitason muutoksista. Esimerkiksi mustikka on avainlaji ja tärkeä ravintokasvi useille eläintaksoneille borealisissa ja subarktisisissa ekosysteemeissä (Ranwala & Naylow 2004, Hegland ym. 2016, Suárez-Seoane ym. 2019), joten muutokset sen esiintymisessä voivat vaikuttaa lajien välisiin vuorovaikutuksiin ja koko ravintoketjuun. Koska yleisiä lajeja voidaan myös systemaattisesti seurata, mustikan kaltaiset yleiset metsälajit ovat erinomaisia mallilajeja arvioitaessa metsäluonnossa tapahtuvia muutoksia.

Valtakunnan metsien inventointiin (VMI) perustuvat tutkimukset osoittavat, että metsäkasvien vaste hakkuille vaihtelee lajista, lajiryhmästä, hakkuutavasta ja maankäsittelystä riippuen. Varjoa suosivien lajien kuten esimerkiksi mustikan, seinäsammalen ja käenkaalin peittävyys laskee yli 70 %:lla uudistushakkuiden jälkeen, kun taas peittävyys lisääntyy harvennusten jälkeen 40–100 %:lla (Tonteri ym. 2017). Myös puolivarjoisiin oloihin sopeutuneet puolukka, seinäsammal ja kangaskynsisammal kärsivät uudistushakkuista (20–60 % vähennys), mutta toipuvat vanhan metsän peittävyyden tasolle 30 vuoden kuluessa harvennuksista. Valoisien paikkojen lajit metsälauha, variksenmarja ja kanerva sen sijaan lisääntyvät uudistushakkuiden jälkeen ja vähenevät harvennusten jälkeen (Tonteri ym. 2017). Jäkälät osoittavat kauttaaltaan taantumista Suomessa. Syinä tähän on arvioitu olevan mm. hakkuut ja maanmuokkaus (Miina ym. 2020a, b), porolaidunnus Pohjois-Suomessa (Akujärvi ym. 2014) sekä karujen kasvupaikkojen rehevöityminen (Tonteri ym. 2017).

Metsäluonnossa on tapahtunut myös monimuotoisuuden kannalta positiivista kehitystä verrattuna aiempien vuosikymmenten tilanteeseen, mutta lähinnä Etelä-Suomessa. Monimuotoisuutta kuvastavat rakennepiirteet, kuten järeän haavan keskitilavuus kasvoi Etelä-Suomessa yli 110 %:lla (1,4m³:stä/ha 3,0m³:iin/ha) 1980-luvusta lähtien (Korhonen ym. 2020) samalla kun kuolleen puun määrä kasvoi sekä suojelualueilla että talousmetsissä 1990-luvun tilanteeseen verrattuna. Pohjois-Suomessa haapojen määrissä ei tapahtunut muutoksia, kun taas kuolleen puun kokonaismäärä laski sekä suojelualueilla (24,6 m³:stä/ha 20,2 m³:iin/ha) että talousmetsissä (7,6 m³:stä/ha 4,8 m³:iin/ha, eli 37 % vähennys) 1990-luvun jälkeen (Korhonen ym. 2020). Vaikka jatkuvapeitteisestä ja sekametsiä suosivasta kasvatuksesta on vielä vähän tietoa, on arvioitu, että ne suosisivat nykyistä enemmän sekä maa- että loppojäkälä (Miina ym. 2020a) että ylipäätään metsäluonnon monimuotoisuutta (Huuskonen ym. 2021).

3.4. Hiilivarasto ja -nielu

Anne Tolvanen, Kari T. Korhonen, Jari Viitanen ja Tarmo Rätty

Ilmastonmuutosten hillinnän kannalta metsät toimivat merkittävänä hiilinieluna ja -varastona. Suomessa metsien nettohiilinielun eli ilmakehästä metsiin sitoutuvan hiilidioksidin määrä on vaihdellut vuodesta 1990 lähtien 17,5–47 miljoonan tonnin välillä hiilidioksidiekvivalentteina (milj.t CO² ekv.). Vuonna 2021 Suomen metsien nettohiilinielu oli Luken pikaennakon mukaan 6,7 milj.t CO² ekv. Metsien nettohiilinielu on vastannut vuositasolla keskimäärin reilua kolmannesta Suomen kokonaispäästöistä. Vuoden 2021 nielu oli kuitenkin merkittävästi pienempi lisääntyneiden hakkuiden ja alentuneen kasvun vuoksi. Suomessa metsien hakkuut ovat keskeinen hiilinielun vuosittaiseen vaihteluun vaikuttava tekijä. Kaupallisten hakkuiden ohella puuston poistuma sisältää myös kotitarvehakkuut ja luonnonpoistuman. Valtakunnan metsien inventoinnin mukaan metsien kasvu on ylittänyt poistuman 1970-luvun alusta lähtien. Puuston ohella metsien nettohiilinieluun sisällytetään myös ihmisen toiminnan aiheuttama maaperän hiilivaraston muutos. (Maa- ja metsätalousministeriö 2022b)

Vuosien 2016–2020 tilastoitu runkopuun kokonaispoistuma oli keskimäärin 87,4 miljoonaa kuutiometriä (Luke 2022a), joka on 81 % VMI12 puuston kasvuarviosta (107,82 miljoonaa kuutiometriä vuodessa). Poistuman ja kasvun suhde vaihtelee kuitenkin alueittain, sillä Etelä-Suomessa vastaava osuus on 88 % ja Pohjois-Suomessa 63 %. Kaakkois-Suomen maakunnissa kokonaispoistuma on keskimäärin jopa ylittänyt puuston kasvuarvion kyseisellä aikavälillä. Vuonna 2021 hakkuumäärät kasvoivat edelleen ja kokonaispoistuma nousi lähes 92 miljoonaa kuutiometriin.

Vanhoissa metsissä puuston hiilinielu muuttuu CO²-päästökseksi, kun puustoa kuolee kasvua enemmän. Vanhakin metsä voi kuitenkin säilyä merkittävänä hiilivarastona, sillä hiili ei aina vapaudu ilmakehään välittömästi puiden kuollessa vaan varastoituu joksikin aikaa kuolleeseen puuhun ja maaperään.

Suomessa yli puolet nykyisestä suopinta-alasta (4,7 miljoonaa hehtaaria 9,2 miljoonasta hehtaaresta) on ojitettu metsätaloustalouteen. Soiden ojitus on ollut yksi puuston kasvua lisäävä tekijä, ja nykyisin noin neljännes metsien kasvusta ja puuston määrästä on suometsissä. Suometsien merkitys puuntuotannolle on suurinta Pohjanmaalla, Meri-Lapissa, Kainuussa ja Pohjois-Karjalassa.

Luken kasvihuonekaasuinventaarion mukaan suometsien maaperästä vapautui yhteensä 6,9 Mt CO² ekv. päästöt vuonna 2018 samaan aikaan, kun niiden puusto sitoi -12,9 milj. Mt CO² ekv. (Lehtonen ym. 2021). Ojitetut suometsät ovat siten viime vuosina ja vuosikymmeninä olleet keskimäärin kasvihuonekaasujen nettoneeluja (Tilastokeskus 2021). Niiden maaperän päästöt ovat yhteydessä pohjavesipinnan tasoon. Jos pohjavesi on syvällä, kuten ojituksen jälkeen, hiilidioksidipäästöt kasvavat, kun taas pintaa lähellä oleva pohjavesi lisää metaanipäästöjä (Ojanen ym. 2019). Typpioksiduulipäästöihin vaikuttaa suometsien rehevyystaso sekä pohjavesipinnan korkeus: päästöt kasvavat pohjavesipinnan painuessa syvemmälle ja erityisesti ravinnerikkaissa suometsissä (Minkkinen ym. 2020). Suometsien maaperän päästövähennyspotentiaalia arvioitiin ILMAVA-raportissa (Lehtonen ym. 2021). Jatkuva peitteinen kasvatus, kunnostusojitusten välttäminen, pohjavesipinnan lievä nosto ja tuhkalannoitus arvioitiin merkittäviksi keinoiksi saavuttaa mittavia maaperän päästövähennyksiä suurilla pinta-aloilla.

Puuntuotannoltaan kannattamattomia heikkotuottoisia ojitettuja suometsiä on Suomessa noin 840 000 hehtaaria, ja niistä 690 000 hehtaaria (80 %) sijaitsee Pohjois-Suomessa (Kojola ym. 2015). Karujen heikkotuottoisten suometsien on arvioitu olevan kasvihuonekaasutaseiden kannalta neutraaleja tai jopa nieluja, kun taas rehevät heikkotuottoiset suometsät ovat lähteitä johtuen niiden voimakkaasta turpeen hajoamisesta (Tolvanen ym. 2018). Ilmastohyötyjä saadaan siten etenkin ravinteikkaiden heikkotuottoisten ojitettujen suometsien ennallistamisesta (Tolvanen ym. 2018).

Ilmastonäkökuulmasta katsottuna myös puusta ja puuperäisistä raaka-aineista valmistetut tuotteet varastoivat hiiltä koko elinkaarensa ajan ja voivat toimia hyvinkin pitkäikäisinä hiilivarastoina esimerkiksi puurakentamisessa. Lyhytaikaisia hiilivarastoja ovat sen sijaan esimerkiksi paperi- ja kartonkituotteet. Puutuotteiden fossiilisia raaka-aineita korvaavien hyötyjen eli niin sanottujen substituutiovaikutusten arvioiminen ja yleistäminen ei ole kuitenkaan yksinkertaista ja tuloksissa on merkittävää vaihtelua (Leskinen ym. 2018). Yleensä korvaavia vaikutuksia arvioidaan vain tietyn puutuotteen näkökulmasta ja niitä verrataan vastaavaan ei-puuvaihtoehtoon. Muita puutuotteiden substituutiovaikutusten laskentaan liittyviä ongelmia ovat tuotteen käyttöönsä päättymisen jälkeiset vaikutukset (Sandin ym. 2014). Puupohjaiset tuotteet voidaan kaskadiperiaatteen mukaisesti kierrättää tai käyttää energiantuotantoon, mutta myös metallit ja metalliseokset voidaan kierrättää useampaankin kertaan, mikä vaikuttaa puutuotteiden elinkaaren loppuvaiheen substituutioetuihin. Muita puutuotteiden ympäristö- ja kestävyysarvioihin, jotka usein perustuvat erilaisiin elinkaarilaskentateknikoihin (Tietolaatikko 5), vaikuttavia tekijöitä ovat lukuisat erilaiset tuotetyypit, korvattavat materiaalit, tuotantoteknologiat, loppukäytön jälkeiset vaikutukset, kuten roskaaminen ja tarkasteltava aikahorisontti (Leskinen ym. 2018). Useat tutkimukset kuitenkin osoittavat, että puun tai puupohjaisten tuotteiden käyttö tuottaa yleensä ilmastoetuja ja alhaisempia CO²-päästöjä verrattuna vastaaviin tuotteisiin, jotka on valmistettu uusiutumattomista materiaaleista (Verkerk ym. 2021). Soimakallio ym. (2021) tarkastelivat hakkuutasojen nostoa vuosien 2013–2014 tasolta ja niiden vaikutusta

kasvihuonekaasujen (KHK) päästöihin ja hiilivarastoihin stokastisella simuloinnilla. KHK-nettopäästöt ilmakehään kasvavat vähintään melko varmasti tarkasteluperiodilla (2015–2044), jos hakkuita lisätään; vaikutuksiin laskettiin mukaan KHK-virrat metsässä, käyttöön otetun puumateriaalin hajoaminen ja puun käytöllä vältettävissä olevat fossiiliset päästöt.

Räty ym. (2021) ovat selvittäneet puutuotteisiin sitoutuneiden pitkäaikaisten biogeenisten hiilivarastojen laskentaa ja sen kehittämismahdollisuuksia. Kotimaassa puutuotteiden hiilivarastoja on toistaiseksi arvioitu mekaanisilla laskelmilla rakennuskannan rekistereiden ja niihin perustuvien rakennusten arkkityyppien perusteella. Kuitenkin koko metsä-puutuote-ketjun kattavien kotimaisten laskelmien vertailu osoittaa tulosten herkkyyden lähtöoletuksille. Selvitys esittää materiaalivirtalaskenta (*material flow analysis, MFA*) työkalun kehittämistä metsä-puutuote-ketjun tarkasteluun ulkomailta kehitettyjen työkalujen avulla. Niiden simuloinneissa sekä met-
sän että puutuotesektorin materiaalivirrat siirtyvät joustavasti elinkaarensa mukaisesti hiilivarastoihin ja laskelmaan liittyvää epävarmuutta on mahdollista havainnollistaa.

Tietolaatikko 5: Elinkaariarviointi (LCA) metsien kestävän käytön arvioinnissa

Elinkaariarviointi (*life cycle assessment, LCA*) on erityisesti tuotteiden ympäristövaikutusten arviointiin tarkoitettu menetelmä. Siinä selvitetään kaikki metsänhoitoon liittyvät materiaali-, työ- ja polttoainevirrat sekä niistä suoraan tai epäsuorasti syntyvät vaikutukset ympäristöön. Myös maanpäällisten ja -alaisten hiilivarastojen muutos voi olla arvioinnin kohteena. Nämä kohdennetaan tuotteelle joko toiminnallista yksikköä (*functional unit, FU*) tai raaka-aineille useimmiten käytettyä ilmoitettua yksikköä (*declared unit, DU*) käyttäen. Jalostukseen menevässä kuitu- tai tukkipuussa toiminnallinen yksikkö on yleensä yksi kuutiometri metsästä korjattua puuta. Laskentayksikkö voidaan kuitenkin valita tulosten aiotun käyttötarkoituksen mukaan; jos metsänomistaja haluaa myydä hiilensidonnan krediteitä, laskentayksikkönä pitää käyttää metsänhoidolla saavutettua lisäkasvua.

Elinkaariarviointi eroaa kasvihuonekaasuraportoinnista siinä, että elinkaariset ympäristövaikutukset lasketaan yli sektorirajojen globaalisti. Vaikka lannoitteiden valmistuksen ympäristövaikutukset kohdistettaisiin Suomessa metsästä hyödynnettävälle puulle, ainakin osa vaikutuksista on syntynyt muualla maailmassa.

Jos käytettyjen resurssien tarkka kohdentaminen (allokaatio) esimerkiksi tukki- ja kuitupuun sekä energijakeiden saantoihin on mahdotonta, ympäristövaikutusten kohdentamisesta eri tuotteille tulee sopimuksenvaraista. Pääsääntönä elinkaarilaskennassa on vaikutusten fyysinen kohdentaminen, joko tuotteiden massan tai tilavuuden perusteella, mutta kriteerinä voi olla myös tuotteen arvo. Voidaan ajatella, että metsänhoidon vaikutuksien pitäisi kohdentua toiminnan tarkoituksen mukaisesti, eikä tilavuuksien mukaan vähempiarvoisille energijakeille. Kuitenkin biogeenisen hiilen määrä tuotteessa ja energia-arvo kohdennetaan tuotteille aina fyysisellä kriteerillä. Yhtä oikeaa allokointitapaa ei ole, ja valinnan seurauksena laskennan tulokset voivat vaihdella merkittävästi. Elinkaarilaskentaa ohjaavissa standardeissa painotetaan raportoinnin läpinäkyvyyttä.

Elinkaarimallinnuksen käyttö on vakiintunut erityisesti kasvihuonekaasujen laskennassa, mutta on myös muita vaikutusluokkia. Elinkaari-inventaariossa (*life cycle inventory, LCI*) puretaan käytetyt resurssit ja päästöt perusvirroiksi (*elementary flow*), joita ihminen ei ole vielä käsitellyt tai ei enää käsittele. Yhdellä perusvirralla voi olla yhteys useisiin ympäristövaikutuksiin; inventaarista voidaan johtaa laaja joukko erilaisia vaikutusluokkia eli vaikutusprofiili. Mitään vaikutusluokkaa ei saa sulkea etukäteen tarkastelusta ulos ilman perusteita.

3.5. Metsätalouden vesistövaikutukset

Sakari Sarkkola

Kaikilta maa-alueilta, myös luonnontilaisilta soilta huuhtoutuu aineita vesistöihin. Tällaista kuormitusta, joka ei ole syntyisin ihmistoiminnan välittömistä vaikutuksista, sanotaan luonnonhuuhtoumaksi tai taustakuormaksi. Pääosa vesistöihin metsäisiltä valuma-alueilta pääsevistä kuormituksesta aiheutuu tästä luonnonhuuhtoumasta. Soilla suokasvit, erityisesti rahkasammat, tuottavat vesiin esimerkiksi orgaanista hiiltä ja humushappoja ja näiden kuormat ovat yleensä suurempia kuin kivennäismailta tulevilla vesillä. Kuitenkin myös metsätaloustoimien aiheuttamalla lisäkuormituksella voi olla merkittäviäkin vaikutuksia vesistöjen vedenlaatuun ja vesistöjen ekologiaan etenkin paikallisesti. Luonteeltaan metsätalouden kuorma on ns. haja-kuormitusta.

Kaikki metsänkäsittelytoimenpiteet aiheuttavat alapuolisiin vesistöihin kuormitusta, joka syntyy toimenpiteiden aiheuttaman kiintoaineen ja ravinteiden liikkeellelähden seurauksena. Eniten kuormitusta syntyy, kun toteutetaan uudistushakkuuta ja metsänuudistamiseen liittyviä maanmuokkaustoimia (Nieminen 2003 ja 2004, Kaila ym. 2014 ja 2015, Nieminen ym. 2015), oja kunnostetaan (Joensuu ym. 2002, Nieminen ym. 2010 ja 2018) tai kasvupaikka lannoitetaan (Nieminen & Ahti 1993, Piirainen ym. 2013). Merkittävin vesien rehevöitymistä lisäävä ravinne on fosfori, jota luontaisesti on vesistöissämme niukasti. Sitä huuhtoutuu maasta ja kasvillisuudesta sekä liuenneena epäorgaanisena fosfaattifosforina ja orgaanisena fosforina että kiintoaineen mukana siihen sitoutuneena.

Toimenpiteiden aiheuttama kuormituksen kasvu johtuu eroosion lisääntymisestä ja kasvillisuuden pidätyskyvyn heikkenemisestä. Vesistökuormitus on suurinta heti ensimmäisinä vuosina toimenpiteen jälkeen ja pienenee ajan kuluessa. Ensiojitukset olivat merkittävimpiä turvemailta tulevaa kuormitusta aiheuttavia toimenpiteitä. Aiemmin ajateltiin kuormitusvaikutuksen palautuvan alkuperäisen luonnontilaisen suon taustakuormituksen tasolle 10–20 vuoden kuluessa (Finér ym. 2010). Tähän käsitykseen on tullut viime vuosina muutoksia, joista lisää tuonnempana tässä luvussa.

Kunnostusojituksen on arvioitu tuottavan yli 90 % metsätalouden toimenpiteiden kiintoainekuormituksesta (Finér ym. 2010). Kiintoaine (mineraalipartikkelit, orgaaninen aines) aiheuttaa vesistöissä veden sameutta ja tummumista sekä täyttää vesistöjä. Kiintoaineen mukana huuhtoutuu myös partikkelimaista orgaanista ja epäorgaanista fosforia, jonka on arvioitu olevan keskimäärin noin 0,1 % huuhtoutuvasta kiintoainekuormasta (Finér ym. 2010). Liuenneesta fosforista epäorgaanisen fosfaatin osuuden esimerkiksi kunnostusojitusalueilta tulevasta kuormasta on arvioitu olevan yli 70 % (Nieminen ym. 2015). Kunnostusojituksen on arvioitu aiheuttavan 40 % metsätalouden kokonaisfosforikuormituksesta. Vaikka kunnostusojitus lisää jonkin verran mineraalitypen (nitraattityppi, ammoniumtyppi) huuhtoutumista, kokonaistyyppihuuhtouma ei kuitenkaan yleensä kasva, koska orgaanisen typen määrä tavallisesti pienenee kuivatuksen tehostumisen seurauksena. Myöskään liuenneen typen huuhtouma ei juuri kasva kunnostusojituksen jälkeen ja veden väriin vaikuttavan liuenneen orgaanisen hiilen (*dissolved organic carbon, DOC*) huuhtoumat voivat jopa pienentyä (Joensuu 2002, Nieminen ym. 2017). Kunnostusojituksen aiheuttama alapuoliseen vesistöihin kohdistuva huuhtoumien lisääntyminen on suurimmillaan noin kahden vuoden aikana toimenpiteen jälkeen (Joensuu 2002, Nieminen ym. 2010).

Turvemaiden uudistamishakkuut lisäävät kaikkien pääravinteiden huuhtoutumista. Myös liuenneen orgaanisen hiilen huuhtouma voi kasvaa hakkuun jälkeen ja runsasravinteisilta

kasvupaikoilta lähtee liikkeelle hiiltä enemmän kuin niukkaravinteisten kasvupaikkojen uudistusaloilta (Nieminen ym. 2015).

Kaliumin huuhtoutumisella ei ole juuri merkittäviä vesistövaikutuksia, mutta ns. kaliumpuutosalueilla, kuten esimerkiksi alun perin märkää avosuota tai sekatyyppejä olleilla kasvupaikoilla, kaliumia on puiden käytössä kaikkiaankin niukasti. Hakkuut voivat jopa pahentaa tätä puutetta, kun ravinnetta poistuu sekä korjatun puubiomassan että huuhtoutumisen kasvun myötä (Laiho 1997, Saarinen & Silver 2011). Sarkkolan ym. (2016) mukaan runsasravinteisilta kasvupaikoilta huuhtoutui kaliumia kolmen hakkuunjälkeisen vuoden aikana noin 30 kg/ha ja karuilla kasvupaikoilta noin kolmanneksen edellä mainitusta määrästä. Karuilla kasvupaikoilla tämä kaliumhuuhtouma voi kuitenkin olla jopa kolmannes kaliumin kokonaisvarannosta turpeessa. Kaliumpoistuman vähentämiseksi karuilla kasvupaikoilla olisi syytä välttää kokopuukorjuuta.

Suometsien hakkuiden aiheuttamat ainehuuhtoumat ovat suurimmillaan kolmena ensimmäisenä vuonna toimenpiteen jälkeen ja ne voivat olla suurempia kuin kangasmaiden uudistusaloilta (Nieminen 2004). Fosforia huuhtoutuu erityisesti rämeiden uudistusaloilta, joilla sitä lähtee liikkeelle sekä turpeesta että hakkuutähteistä. Eräs merkittävä ravinteiden huuhtoutumista turpeesta lisäävä tekijä näyttäisi olevan nouseva vedenpinnan taso, jonka johdosta hapetomaan tilaan joutuvassa turvekerroksessa tapahtuu kemiallisia reaktioita, jotka edesauttavat ravinteiden liikkeellelähtöä (Kaila ym. 2015, Koskinen ym. 2017).

Lannoituksen aiheuttama vesistökuormitus riippuu käytettävästä lannoitelajista ja levitysmenetelmästä. Typpilannoitteiden käyttöä ei soilla suositella, koska lisätyypen antaminen voi johtaa epätasapainoiseen ravinnetilaan ja kasvuhäiriöihin. Mikäli puuston kasvu edellyttäisi typen lisäämistä, ollaan yleensä niin niukkaravinteisellä ojitusalueella, että metsänkasvatuksesta luopumista tulisi harkita. Nykyisin yleisimmin suometsissä käytetyistä fosfori-kalium -lannoitteista ei saralle levitettynä juuri huuhtoudu fosforia sen sitoutuessa lannoitteeseen sekoitettuihin rautayhdisteisiin (Nieminen 2011). Myöskään lannoitteena levitetystä puuntuhkasta ei ole havaittu merkittävästi huuhtoutuvan ravinteita vesistöihin (Piirainen ym. 2013). Sen sijaan välittömän huuhtoutumisvaaran aiheuttaa levityksessä suoraan ojiin joutuva lannoite. Tämän osuus tavanomaisessa lentolevityksessä lienee noin 3 % lannoitteen kokonaismäärästä (Silver & Saarinen 2007). Jotta ojiin joutuvaa lannoitemäärää voitaisiin pienentää, tulisi turvemaiden lannoituksissa suosia lentolevityksen sijasta maalevitysmenetelmiä.

Useissa tutkimuksissa on nyttemmin osoitettu, että metsäojitettujen soiden ravinnekuormitus olisi huomattavasti suurempaa kuin on aiemmin arvioitu (Nieminen ym. 2017 ja 2018a, Marttila ym. 2018, Nieminen ym. 2020, Finér ym. 2021): kuormitus ei laskekaan pitkällä tähtäimellä luonnontilaisen suon kuormituksen tasolle, vaan kuormitus on ojitetuilta soilta pysyvästi suurempaa. Tätä pysyvää, luonnontilaisten soiden kuormitusta suurempaa vesistökuormitusta, jota syntyy silloinkin, kun ojitetuilla soilla ei ole pitkään aikaan tehty kuormitusta aiheuttavia metsätaloustoimenpiteitä, on kuvattu useilla termeillä, kuten "vanhojen ojitusten kuormitus", "keräälle ojitettujen soiden kuormitus", "ojitettujen soiden taustakuormitus" sekä itse asiaa huonosti kuvaavalla termillä "ojituslisä" (Nieminen ym. 2020). Tämän määrittäminen edellä mainituissa tutkimuksissa perustuu vedenlaatuajaksarjojen mallintamiseen, joita on kerätty metsäisiltä valuma-alueilta eri puolilta Suomea; pisimpien ajaksarjojen ollessa yli 30 vuotta (Nieminen ym. 2017, Finér ym. 2021). Vanhojen ojitusten kuormituksen on arvioitu olevan kunnostusojituksen, lannoituksen ja hakkuiden aiheuttamaa kokonaiskuormitusta moninkertaisesti suurempaa, mutta kuormitusarvot ovat toistaiseksi perustuneet varsin karkeisiin yksinkertaistettuihin laskelmiin (Nieminen ym. 2017 ja 2018a, Finér ym. 2021). Vanhojen ojitusten kuormituksen tunnistaminen on muuttanut merkittävästi myös tietämystä metsätalouden kuormituksen osuudesta suhteessa muihin kuormituslähteisiin. Finérin ym. (2021) mukaan metsätalouden osuus

kaikesta vesistöihin tulevasta typen kuormasta olisi uuden tiedon perusteella noin 17 %, fosforikuormasta 35 % ja orgaanisen hiilen kuormasta 12 %. Myös suurempia lukuja on esitetty (Nieminen ym. 2020). On myös esitetty, että ojitusalueilta tulevat kuormat voisivat jopa kasvaa ojituksesta kuluvan ajan myötä (Nieminen ym. 2017 ja 2018). Ojituksen aiheuttaman kuormituksen suuruudessa on merkittävää maantieteellistä vaihtelua ja kuormituksen hehtaarikohtaisen määrän on todettu kasvavan siirryttäessä pohjoisesta etelään eli lämpösumman kasvaessa. Sen määrä painottuu kuitenkin Pohjois-Suomeen; eniten Pohjois-Pohjanmaalle Perämeren valuma-alueelle, jolla on myös suhteellisesti eniten metsäojitettua pinta-alaa (Finér ym. 2021).

Vanhojen ojitusten aiheuttaman kuormituksen syntymekanismia tunnetaan huonosti. Yhtenä mahdollisena syynä on esitetty, että uudisojitus muuttaa valuntaoloja ja ravinnekiertoa niin, ettei kuormitus ojituksen jälkeen enää siksi palaa luonnontilaisten soiden kuormituksen tasolle (Nieminen ym. 2020). Luonnontilaisilla minerotrofisilla soilla voi olla suurta merkitystä sillä, että ne pidättävät kivennäisravinteita yläpuolisilta alueilta valuvista vesistä. Kun alue ojitetaan, vedet valuvat oja pitkin vesistöihin ilman pidättymismahdollisuutta suokasvillisuuteen ja turpeeseen (Sallantaus 1988).

Yhtenä mahdollisena tekijänä on myös esitetty, että kuormitus ensiojituksen jälkeen ensin palaa lähelle luonnontilaisten soiden kuormitustasoa, mutta alkaa myöhemmin kasvaa uudelleen (Nieminen ym. 2020). Tähän voi olla syynä, että eri metsätaloustoimenpiteiden kuormitusvaikutukset vähitellen kumuloituvat toistensa päälle niin, että kuormitus jää seuraavien metsätaloustoimenpiteiden jälkeen hieman aiempaa korkeammalle tasolle. Syynä voi olla myös, että turpeen hajotus kiihtyy ojituksesta kuluneen ajan myötä esimerkiksi siksi, että syviinkin turvekerrokseen virtaa happea puuston ja samalla sen haihdunnan kasvaessa ja suon vedenpinnan tällöin laskiessa (Sarkkola ym. 2010, Ojanen ja Minkkinen 2019). On myös mahdollista, että ilmaston lämpeneminen on kiihdyttänyt orgaanisen aineen hajotusta ja sitä kautta ravinteiden vapautumista erityisesti ojitetuilla soilla. Turpeen hävikki ojitetuilla soilla on sitä nopeampaa, mitä lämpimämpi on ilmasto (Hiraishi ym. 2014). Viime aikoina on myös tuotu lisääntyvässä määrin esiin kasvi- ja puustobiomassan kasvun merkitystä mm. orgaanisen hiilen kuormituksen mahdollisena lisääjänä boreaalisilla metsäisillä valuma-alueilla (Finstad ym. 2016, Skerlep ym. 2020, Nieminen ym. 2021). Tämä ns. greening effect -teoria perustuu siihen, että kasvillisuus tuottaa helposti liukenevia hiiliyhdisteitä ja niiden tuotanto on suorassa suhteessa kasvillisuuden määrään. Jatkotutkimuksia kuitenkin vielä tarvitaan lisää, ennen kuin kasvillisuuden todellista merkitystä kuormituksen synnyn edistäjänä voidaan arvioida.

Metsätalouden vesistökuormituksen vähentämiseksi on käytössä useita menetelmiä, joilla pyritään pidättämään liikkeelle lähtenyt aine ja ravinteita ennen niiden joutumista toimenpidealueen alapuoliseen vesistöön. Näitä ovat mm. laskeutusaltaat, pintavalutuskentät, ojien kairaukset ja virtaamansäätörakenteet. Parhaimmillaan oikein tehdyllä ja mitoitettulla vesiensuojelurakenteella voidaan pidättää merkittävä osa metsätaloustoimenpiteen aiheuttamasta lisäkuormituksesta vesistöön. Hyvän suunnittelun ja ammattitaitoisen toteutuksen merkitys on suuri. On kuitenkin otettava huomioon, että yksikään menetelmä ei kykene pidättämään mitään lisäkuormia täydellisesti ja menetelmien toimivuudessa on runsaasti vaihtelua. Myös vastaanottavan alapuolisen vesistön ominaisuuksilla on iso merkitys sille, minkälainen vaikutus lisäkuormituksella on vesistön ekosysteemiin. Siten paras vesiensuojelumenetelmä on kuormituksen synnyn välttäminen eli kuormitusta aiheuttavien toimenpiteiden toteuttaminen vain todellisen tarpeen mukaan eli esimerkiksi kunnostusojituksen tekeminen vain silloin ja sellaisilla kuitusteknisillä ratkaisulla (esim. perkaus matalampaan tavoitesyvyyteen) kun se on aidosti välttämätöntä puuston kasvun kannalta. Vesiensuojelun kannalta haasteellista on myös se, että ojituksen aiheuttamaa kuormanlisää ei ole juuri mahdollista vähentää nykyisin käytössä olevilla vesiensuojelumenetelmillä eikä siihen soveltuvia uusia menetelmiä ole vielä ainakaan

toistaiseksi kehitteillä. Myöskään puuston jättäminen käsittelemättä tai ennallistaminen eivät ole välittömiä ratkaisuja, koska kuormitusta tulee ojitusalueelta puuston käsittelystä huolimatta ja ennallistaminen aiheuttaa myös kuormitusta etenkin rehevillä kasvupaikoilla (Koskinen ym. 2017). Mahdolliset tulevaisuuden ratkaisukeinot vesistövaikutusten pienentämiseksi voivat olla mm. veden pidätyksen ja viipymän lisääminen valuma-alueilla, vesien palauttaminen luonnon-tilaisille soille, suopurojen eroosion vähentäminen mm. ennallistamistoimilla, lehtipuuosuuden lisääminen metsissä ja suojavyöhykkeillä sekä peitteinen kasvatusta ja luontainen uudistaminen. Tietoa edellä mainituista toimenpiteistä tarvittaisiin kuitenkin vielä lisää.

Vesistöjen laatuun vaikuttavat erityisesti rehevöitymistä aiheuttavat ravinnekuormat, joista tärkeimmät ovat typpi ja fosfori sekä veden fotokemiallisiin ominaisuuksiin eli veden väriin/tumumiseen vaikuttavat aineet, kuten liukoinen orgaaninen hiili (DOC), joihin kaikkiin metsätaloustoimilla on sekä välitöntä (esim. hakkuut, kunnostusojitukset) että pitkäaikaista vaikutusta (vanhat ojitukset). Nämä tekijät ovat vesistöjen tilan kannalta huomattavan tärkeitä, mutta esimerkiksi nykyisessä metsästrategiassa ei näille ole käytössä seurattavaa indikaattoria. Luonnonvarakeskuksen vetämässä ja pääosin MMM:n rahoittamassa metsätalouden seurantaverkko-hankkeessa seurataan näitä ja muitakin metsätaloustoimiltaan valuma-alueilta tulevia ainekuormituksia 30:llä valuma-alueella eri puolilla Suomea. Aktiivista kuormitusseurantaa on tehty vuodesta 2014 alkaen ja kertyvä aineisto mahdollistaa tulevaisuudessa aktuaalisten kuormitusvaikutusten ohella trenditarkastelua (Finér ym. 2018).

Maankäytön toimenpiteiden aiheuttaman kuormituksen laskentaa on tehty lähinnä kahdella tavalla, jotka poikkeavat periaatteiltaan merkittävästi toisistaan. Näitä ovat prosessimallit sekä ominaiskuormituslaskuihin perustuvat laskelmat. Prosessimalleissa maaperän ja kasvillisuuden ainevirtoja kuvataan maaprofilissa yksittäisellä paikalla (esim. ICECREAM, VIHMA) tai valuma-alueella (VEMALA, INCA, SWAT, FEMMA, SUSI) (Granlund ym. 2010, Koivusalo ym. 2005, Laurén ym. 2005, Laurén ym. 2021). Periaatteessa mallien avulla voidaan tuottaa kattava kuva maankäytön tuottamasta kuormituksesta ja sen kulkeutumisesta alkaen syntypisteestä, puroihin, jokiin ja edelleen mereen. Ongelmana prosessimallien soveltamisessa on kuitenkin erityisesti tarvittavien syöttötietojen suuri määrä ja suuret vaatimukset niiden laadusta. Lisäksi monein malleihin on integroitu spesifisempiä malleja, joiden avulla tietyt mallien käyttämät lähtötiedot ennustetaan. Myös kuormituksen syntyprosesseja tunnetaan vielä heikosti.

Nk. ominaiskuormituslaskuihin perustuvan laskennan avulla voidaan arvioida etenkin eri toimenpiteiden välisiä eroja toisaalta suhteessa toisiinsa sekä taustakuormaan, ja saada kokonaiskäsitys eri maankäyttömuotojen alueellisen intensiteetin vaikutuksesta kokonaiskuormitukseen sekä taustakuorman määrästä. Ominaiskuormituslukuja on aiemmin hyödynnetty kuormituksen laskentatyökaluissa Suomessa, kuten esim. ympäristöhallinnon vesistökuormituksen arviointi- ja hallintatyökalussa (VEPS) (Tattari & Linjama 2004), ja metsätalouden typpi- fosfori- ja kiintoainekuormituksen laskentamenetelmässä (KALLE) (Finér ym. 2010). Kuormitusta voidaan laskea myös estimoimalla erikseen ainepitoisuuksia ja valunutta metsätalouden kokonaisvaikutuksen laskemiseksi (Nieminen ym. 2020, Finér ym. 2021).

3.6. Metsien hyvinvointi- ja terveysvaikutukset

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 useampaa suomalaista työ kuormittaa enemmän henkisesti kuin ruumiillisesti. Pitkittynyt stressi ja siitä riittämätön palautuminen

yhdessä vähentyneen fyysisen aktiivisuuden kanssa heikentävät terveyttä. Metsäluontoa käytetäänkin yhä tietoisemmin stressistä palautumiseen, niistä saavat terveys- ja hyvinvointihyödyt tunnistetaan paremmin (Jäppinen ym. 2014, Tyrväinen ym. 2014b ja 2019).

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 ikäänntyvän väestön ja lasten hyvinvointia. Luontoliikunta on myös väestön tasa-arvoisuutta tukeva liikuntamuoto: sitä voi periaatteessa harrastaa jokainen tulotasosta riippumatta. Helposti saavutettavat ja laadukkaat luontoalueet tukevat parhaimmillaan myös työssäkäyvien työkyvyn ylläpitämistä ja arjen hyvinvointia.

Luonnon virkistyskäyttö edistää sekä henkistä että ruumiillista terveyttä. Luonnon tarjoamat esteettiset elämykset ja luonnossa oleskelu parantavat mielialaa ja auttavat palautumaan stressistä. Miellyttävä ja helposti saavutettava luontoympäristö houkuttaa ulkoiluun, mikä puolestaan edistää henkistä ja ruumiillista terveyttä (Tyrväinen ym. 2019). Luontoharrastukset koetaan virkistävämpänä kuin monet muut vapaa-ajan harrastukset. 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 pysyäksään tasapainossa (Haahtela ym. 2013, Haahtela 2019). Yhdeksi pääkanavaksi immuunivasteen vahvistumiseen luonnossa on tunnistettu maaperän mikro-organismeille altistuminen.

Metsän terveyshyödyt voidaan kytkeä nykyistä vahvemmin osaksi terveydenhuoltoa ja suomalaisten terveyden edistämistä. Hyödyt liittyvät erityisesti ennaltaehkäisevään terveydenhoitoon sekä työkykyä palauttavaan ja kuntouttavaan vaikutukseen. Riittävän laaja metsäkokonaisuus mahdollistaakin metsäntunnun ja luontoelämykset sekä hiljaisuuden ja rauhan kokemisen. Sen vuoksi pienet ja pirstoutuneet metsäalueet eivät toimi tehokkaasti terveysmetsinä (Tyrväinen ym. 2017b). Kaupunkiympäristöissä metsien pirstoutuminen edesauttaa melun ja ilmansaasteiden tunkeutumista alueiden sisälle, mitkä vähentävät luontokäynnin terveyshyötyjä. Monimuotoisuudeltaan lajirikkaiden metsäympäristöjen arvioidaan olevan terveyttä edistäviä, etenkin jos käynnin aikana ollaan fyysisesti kontaktissa maaperämikrobeihin tai luontoympäristöön yleensä, esimerkiksi keräämällä sieniä tai syömällä marjoja (Jäppinen ym. 2014)

Lähtökohtaisesti voidaan todeta, että metsäalue, joka on monipuolinen, vaihteleva ja riittävän suuri, voi toimia tehokkaasti terveysmetsänä. Siellä tulisi myös olla polkuverkostoa sekä opastusta tai ohjausta liikkumiseen. Alueella voi olla muitakin luontotyyppisiä, jotka tuovat vaihtelua maisemaan. Tällaisia ominaisuuksia löytyy esimerkiksi kansallispuistoista tai kuntien ulkoilu- ja virkistysalueilta. Metsän terveyttä edistävät ja ylläpitävät ominaisuudet perustuvat sen elvyttävään ominaisuuksiin, altistumiseen luonnon vaihteleville ja aistittaville piirteille sekä ympäristön tarjoamiin toimintamahdollisuuksiin kuten liikuntaan. Luonnon terveyshyödyt syntyvät säännöllisen ja toistuvan käytön kautta. Siksi terveyttä edistävien metsien tulee olla lähellä kansalaisten arkea ja helposti saavutettavia.

3.7. Metsien maisema- ja virkistysarvot

Liisa Tyrväinen

Metsä näyttäytyy suomalaisille toivottuna ja usein yliverlaisena virkistysympäristönä. Se mahdollistaa riittävän laajana kokonaisuutena metsän tunnun ja luonnon kokemisen, hiljaisuuden ja rauhan sekä mahdollistaa yksin olemisen ja vetäytymisen omaan rauhaan. Kaupunkiympäristössäkin 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 metsäntuntua voi löytyä vasta suhteellisen laaja-alaisilta viheralueilta, etenkin jos käyttäjiä on paljon. Sen vuoksi on tärkeää säilyttää kaupungeissa ja kunnissa sekä niiden lähialueilla riittävän laajoja, mieluummin useamman kymmenen hehtaarin metsäalueita. Myös maaseudulla metsien voimakkaat hakkuut, erityisesti uudistushakkuut vaikuttavat ympäristön koettuun laatuun ja vähentävät virkistyskokemuksen miellyttävyyttä. Kun hakkuut osuvat omaan mielimetsään, herättää ympäristönmuutos usein vahvoja tunteita.

Talousmetsiä käytetään monin tavoin virkistyskäytössä ja matkailussa eri osissa Suomea. Ulkoilijoiden ja matkailijoiden metsämaisemaan ja -ympäristöön liittyviä arvostuksia on tutkittu melko pitkään. (Silvennoinen ym. 2002, Karjalainen 2006, Silvennoinen 2017, Tyrväinen ym. 2003 ja 2017a). Ihmisten ulkoilumotiivit ovat jossain määrin erilaisia, mutta kaunis maisema, hiljaisuus ja rauha sekä luontokokemukset ovat tärkeimpiä syitä luonnossa liikkumiseen ja oleskeluun (Hallikainen 1998, Konu ym. 2021, Neuvonen ym. 2022). Metsässä käydään tyypillisesti rauhoittumassa ja latautumassa, ja lyhytkin vierailu metsässä palauttaa nopeasti stressistä (Tyrväinen ym. 2014a, Simkin ym. 2019).

Metsätalousalueilla on eniten tutkittu lähimaisemiin kohdistuvia maisema-arvostuksia eli -preferenssejä. Pääosin tutkimuksia on tehty hoidetuissa tasaikäisissä metsissä. Luonnonprosesseja jäljittelevien ja eri-ikäisrakenteisia metsiä tuottavien metsänkäsittelyjen vaikutuksista maisemaan ja virkistyskäyttöön sekä erilaisten metsiköiden muodostamien aluekokonaisuuksien arvostuksia on tutkittu melko vähän (Hallikainen ym. 2016, Koivula ym. 2021). Maiseman kauneus, maiseman yleinen arvostaminen ja sopivuus virkistyskäyttöön ovat tyypillisesti yhteydessä toisiinsa (Karjalainen 2006). Luontoaktiviteetit kuten patikointi, metsästys, hiihto tai maastopyöräily puolestaan kytkeytyvät läheisesti ulkoilun motiiveihin sekä siihen osaltaan myös millainen metsä- tai muu luontoalue kullekin käyttäjälle on sopiva.

Metsän ominaisuudet vaikuttavat merkittävästi ulkoilu- ja matkakokemuksiin ja saatuihin hyötyihin. Tutkimuksissa ihmiset ovat arvostaneet erityisesti vanhoja ja järeäpuustoisia metsiä (Silvennoinen 2017). Metsissä arvostetaan myös suhteellisen hyvää näkyvyyttä, melko runsasta alikasvosta ja vihreää käsittelemätöntä kenttäkerrosta. Luonnontilaisiksi mielletyt tai sellaisilta näyttävät metsät, joissa ei suoraan näy ihmistoiminnan jälkiä, koetaan yleensä miellyttäväksi (Tyrväinen ym. 2003 ja 2017a, Gundersen & Frivold 2008, Silvennoinen 2017). Kansainvälisissä tutkimuksissa on todettu uudistuskypsien ja vanhojen metsien olevan arvostettuja, kun metsikössä on jonkin verran avoimuutta (Edwards ym. 2012). Myös kookkaat ja näyttävät vanhat puut ovat toivottuja ulkoilualueilla (Frick ym. 2018).

Epämiellyttävimpinä metsänkäsittelyinä pidetään uudistushakkuita, erityisesti avohakkuukohteita (Silvennoinen ym. 2002, Gundersen & Frivold 2008, Kearney & Bradley 2011, Tyrväinen ym. 2017a). Erityisesti suuret uudistushakkuualat, tuoreet hakkuujäljet kantoineen ja hakkuutähteineen sekä maanmuokkaukset koetaan kielteisesti (Silvennoinen 2017). Metsänuudistamisen kielteisiä vaikutuksia voidaan pienentää hajauttamalla niiden sijaintia, rajaamalla uudistusalan koko riittävän pieneksi, välttämällä voimakasta maanpinnan käsittelyä, keräämällä hakkuutähteet ja jättämällä kohteelle riittävästi varttuneita hyväkuntoisia puita (Karjalainen 2006, Kearney ym. 2010, Silvennoinen 2017). Jatkovapeitteinen kasvatus näyttää ylläpitävän metsän tuntoa ja metsäympäristön laatua virkistyskäytössä jaksollista kasvatusta paremmin, koska laajalaisia avoimia uudistusaloja ei synny.

Hiljattain pääkaupunkiseudulla tutkittiin psykologista elpymistä koejärjestelyssä, jossa tutkimushenkilöitä vietiin neljään erilaiseen kuusimetsään. Läkkäät, vähintään uudistuskypsyden saavuttaneet metsät palauttivat stressistä selvästi paremmin kuin nuori kasvatusmetsä (Simkin ym. 2020).

Vaikka intensiivinen metsänkäsittely laajoine uudistusaloineen yleensä heikentää maisema- ja ympäristöarvoja, voidaan hyvin sijoitetuilla uudistusaloilla parhaimmillaan avata matkailijoiden ja virkistyskäyttäjien toivomia kaukonäkymiä. Jatkovapeitteisen metsänkasvatuksen soveltaminen laajoilla alueilla voikin johtaa pahimmillaan samantyyppiseen maisemaan, jossa ulkoilijoiden arvostamaa vaihtelua on vähän.

Myös metsän harvennus laskee virkistyskäyttäjien mielestä aluksi jonkin verran maisema-arvoa, mutta hakkuujälkien hävitessä se alkaa yleensä palautua (Kearney ym. 2010). Harvennukset tuovat maisemaan usein selkeyttä ja näkyvyyttä, mikä koetaan myönteisenä asiana (Gundersen & Frivold 2008). Lahoihin ja kuolleisiin puihin suhtaudutaan vaihtelevasti ympäristöstä ja arvioijasta riippuen: Yleisesti kuolleita pysty- tai maapuita ei pidetä kovin esteettisinä (Gundersen & Frivold 2011, Silvennoinen 2017), mutta ekologinen ymmärrys lahopuiden merkityksestä monimuotoisuudelle lisää niiden arvostusta.

Maisema-arvostustutkimusten mukaan pienaukkohakkuut koetaan maisemallisesti jonkin verran paremmiksi kuin tasaikäisen metsän suojus-, siemenpuu- ja avohakkuut (Silvennoinen ym. 2019, Koivula ym. 2020). Vuodenaikojen vaihtelu vaikuttaa merkittävästi siihen, kuinka hakkuiden vaikutukset ovat nähtävissä. Kesällä maanmuokkaus ja avohakkuut heikentävät metsämaiseman laatua. Talvella lumi peittää alleen maisemaa rumentavat yksityiskohdat kuten hakkuutähteet, kannot ja maanmuokkausjäljet, jolloin uudistushakkuualueetkin koetaan toivottuina kaukonäkyminä (Tyrväinen ym. 2017a).

Ympäristön arviointiin vaikuttavat esimerkiksi henkilön arvot, asenteet, tarpeet, kansallisuus, luontosuhde, metsänomistus, luonnonlukutaito, koulutus, ikä ja sukupuoli (Silvennoinen ym. 2002, Karjalainen 2006, Gundersen & Frivold 2008 ja 2011). Metsämaiseman arviointia ohjaa osaltaan kohteen mahdollinen käyttötapa, joka on matkailijalla, virkistyskäyttäjällä, metsänomistajalla ja luonnonsuojelijalla erilainen. Jos esimerkiksi suhtautuminen metsätalouteen on keskimääräistä myönteisempi, metsätaloudesta koetaan aiheutuvan keskimääräistä vähemmän esteettistä haittaa (Kearney & Bradley 2011). Metsänomistajat ja metsäalan ammattilaiset kokevat puolestaan metsänkäsittelyjen maisemavaikutukset myönteisempinä kuin muut (Silvennoinen 2017).

Silvennoisen ym. (2019) tutkimuksessa tarkasteltiin eri-ikäisrakenteisuutta tavoittelevien hakkuiden ja uudistushakkuiden vaikutuksia kansalaisten kokemaan metsien virkistyskäyttöarvoon mäntymetsissä. Metsämaiseman vetovoimaisuus oli pääsääntöisesti sitä alhaisempi, mitä vähemmän kohteelle jäi puustoa ja mitä laajempi avoimeksi hakatun alueen koko oli. Pienaukko-

ja poimintahakkuut säilyttivät metsäympäristön vetovoimaisuuden virkistyskäytössä siemenpuu- ja avohakkuuta paremmin. Tulosten perusteella metsien eri-ikäisrakennetta tavoittelevat uudistamismenetelmät sopivat hyvin taajamien ja matkailukeskusten lähialueille sekä ulkoilu- ja retkeilyalueille.

3.8. Kulttuuriperintö

Katriina Soini

Metsäkulttuuriperintö kertoo siitä, miten, miksi ja millaisissa olosuhteissa Suomessa on aikojen kuluessa hyödynnetty metsiä, miten metsiin on suhtauduttu ja mitä menneisyyden metsäsuhteista on seurannut. Metsätalous on tuottanut ja tuottaa monenlaista materiaalista kulttuuria niin taiteessa (esim. maalaustaide, kirjallisuus, elokuvat), mutta myös arjen esineistössä (metsänhoitoon ja puun työstöön liittyvät) kuin myös aineetonta kulttuuria (tarinat, suullinen perimätieto). Museoiden tehtävänä on muistiorganisaatioina huolehtia tämän kulttuurin säilymisestä jälkipolville. Niiden vastuulla on myös valita, millaista kulttuuria säilytetään ja mitä ei - kaikkea ei voi säilyttää. Museoiden lisäksi metsäympäristöt ovat elävää kulttuuriperintöä kaikine muutoksineen. Kulttuuriperintö karttuu jatkuvasti: motot voivat olla tulevaisuuden kulttuuriperintöä. Esimerkiksi Metsähallituksen oma toiminta on muodostanut mm. metsänvarti- ja kruununmetsätorppien kulttuuriympäristöt sekä savottatyömaiden rakennusryhmät. Kulttuuriperinnöllä on merkitystä paitsi oppimisen, identiteetin näkökulmasta, myös nykyhetken hahmottamiselle ja tulevaisuuteen suuntaamiselle (Paaskoski ym. 2022).

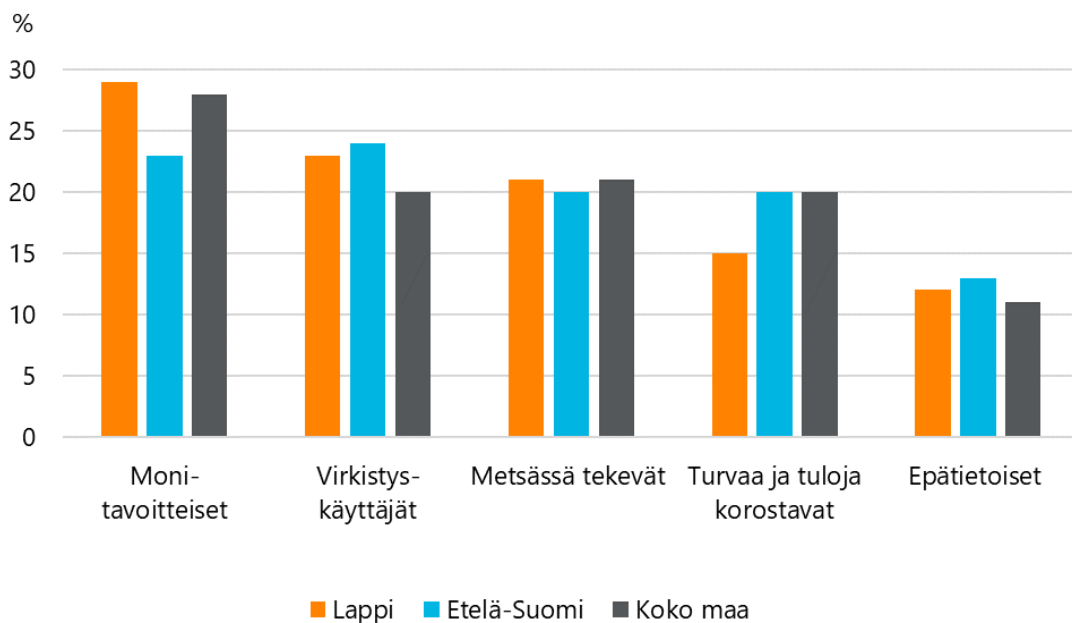
Metsien kätköissä on myös paljon muuta suomalaista historiaa, joiden säilyminen tulee huomioida metsätaloustoimenpiteitä harjoitettaessa. Yksistään Metsähallituksen metsistä on löydetty yli 10 000 arkeologista kohdetta ja Metsähallituksen suojelualueilla on yli 6000 muinaisjäännettä. Metsätalouden harjoittaminen kulttuuriperinnön kannalta tärkeillä metsäalueilla on herättänyt kriittistä keskustelua ja kiistoja esimerkiksi kalevalaiseen kulttuurimaisemaan kuuluvilla Murhijärvellä (Roiko-Jokela 2003) sekä Vienan reitillä Suomussalmella. Erityisesti saamelaiden kotiseutualueella metsätalouden arvostelu liittyy suoraan poronhoidon edellytyksiin, kuten laitumien säilymisiin, mutta ennen kaikkea alkuperäiskansan mahdollisuuden ylläpitää ja harjoittaa omaa kulttuuria ja säilyttää ja siirtää kulttuuriperintöään eteenpäin nuoremmille polville (Jokinen 2019, Peltonen et al. 2020). Potentiaalisiin hakkuukohteisiin liittyvä kulttuuriperintö tulisi tunnistaa ja tiedostaa nykyistä paremmin. Tämä edellyttää tiedon systemaattista keräämistä tietokantoihin, joita käytännön metsäsuunnittelijat hyödyntävät, mutta myös laajempaa ymmärrystä kulttuurikohteiden paikallisesta ja kansallisesta merkityksestä.

3.9. Metsäsuhde ja metsiin liittyvät arvot, asenteet ja tunteet

Katriina Soini ja Sari Pynnönen

Eri metsäalan toimijoiden, metsänomistajien, poliitikkojen ja laajemmin kansalaisten metsien käyttöön ja hoitoon liittyviä tavoitteita, arvoja, asenteita, näkemyksiä ja käsityksiä sekä metsäsuhdetta on tutkittu lukuisissa eri tutkimuksissa. Tutkimusta on tehty teoreettisesti ja käsitteellisesti erilaisista tulokulmista, esimerkiksi kulttuurintutkimuksen, antropologian ja sosiaalipsykologian menetelmin. Tutkimus auttaa ymmärtämään metsien käyttöön ja hoitoon liittyviä käsityksiä ja toimintatapoja, sekä myös metsien käyttöön liittyviä ristiriitoja ja konflikteja (ks. luku 3.10), sekä metsiin liittyvien käsitysten ja toimintatapojen muutoksia. Tässä nostetaan muutamia esimerkkejä näistä tutkimuksista.

Yksityismetsät kattavat yli 60 prosenttia Suomen metsämaasta, joten yksityismetsänomistajien metsäsuhteella, arvoilla ja asenteilla metsiä kohtaan on merkitystä. Näitä asioita on sivuttu monissakin tutkimuksissa eri näkökulmista. Metsänomistajien metsien käytön tavoitteita on tutkittu pitkäjänteisesti Suomalainen metsänomistaja -tutkimuksessa vuodesta 1999 lähtien, viimeksi vuonna 2020 (Karppinen ym. 2020). Metsänomistajien arvot ilmenevät epäsuorasti metsänomistajien metsälle asettamien tavoitteiden muodossa (Kuva 10). Suuria eroja Suomen eri osissa ei ole. Kun tavoitteita tarkastellaan metsäalan mukaan, monitavoitteiseen ja virkistyskäyttöön liittyvät metsäkäyttötavoitteet ovat vuodesta 1999 vähentyneet, kun taas taloudelliseen tuloon ja turvaan liittyvät tavoitteet kasvaneet (Karppinen ym. 2020).



Kuva 10. Metsänomistajien (n=6401) metsän käyttöä koskevat tavoitteet Lapissa, Etelä-Suomessa (Uusimaa, Varsinais-Suomi, Satakunta, Päijät-Häme ja Kanta-Häme) ja koko maassa metsänomistajien keskuudessa Karppinen ym. (2020) tutkimuksen pohjalta.

Yksityismetsänomistajien arvoja, asenteita ja tavoitteita tarkasteltaessa on huomioitava metsänomistajarakenteessa tapahtunut muutos. Karppisen ym. (2020) mukaan joka kymmenes yksityismetsänomistaja on enää päätoiminen maatalous- tai metsätalousyrittäjä, ja vain runsas kolmasosa asuu vakinaisesti tilallaan. Lapin metsänomistajista 45 % metsänomistajista asuu kokonaan eri kunnassa kuin missä metsätila sijaitsee, (Etelä-Suomi 34 % ja koko maa 37 %). Viime vuosikymmenellä palkansaajien ja kaupungeissa ja taajamissa asuvien metsänomistajien osuus on kasvanut. Takala ym. (2017, 2019) ovat puolestaan tutkineet metsänomistajien toimijuutta. Tutkimuksissa on tunnistettu erilaisia ”diskursseja”, erilaisia tapoja antaa metsille merkityksiä. Yhteisömetänomistajien tai yritysomistajien tavoitteita, arvoja tai asenteita ei ole tietävästi erikseen tutkittu.

Metsäammattilaisilla on myös tärkeä rooli metsää koskevien tavoitteiden ja arvostusten rakentamisessa. Metsäammattilaisten kompetensseja ja metsää koskevia asenteita on tutkittu biodiversiteetin osalta (Primmer & Wolf 2009, Primmer & Karppinen 2010), ammattilaisten metsäkokemuksia (Halla 2020) sekä metsäammattilaisten toimintatapojen muutosta ja oppimista kehollisen kokemuksen näkökulmasta (Peltola & Tuomisaari 2015). Tämä on jatkossakin tärkeä tutkimusaihe.

Metsäsuhde vaikuttaa siihen, miten ihmiset arvottavat, käyttävät, tulkitsevat ja keskustelevat metsästä (Halla ym. 2020). Metsäsuhde rakentuu monista eri elementeistä, kuten metsien käytöstä ja henkilökohtaisista kokemuksista, metsien ihmiselle tuottamista höydyistä, merkityksistä, tunteista ja asenteista. Metsäsuhde voi olla myös etäinen tai passiivinen. Metsäsuhde heijastelee ihmisen yleistä maailmankatsomusta ja arvomaailmaa, ja se muuttuu elämän eri vaiheissa. Metsäsuhde voi olla myös etäinen tai passiivinen. Erilaiset metsäsuhteet ovat usein metsäkiistojen taustalla, siksi metsäsuhteiden ymmärtäminen voi olla avain myös näiden kiistojen ymmärtämiseen ja ehkäisyyn (Halla ym. 2020). Suomalaisten metsäsuhteita on tutkittu laajassa metsäsuhdetutkimuksessa sekä laadullisesti että määrällisesti. Metsäsuhde rakentuu monin eri tavoin: omakohtaisen kokemuksen kautta esim. metsässä liikkumalla, mutta myös arjen käytäntöjen ja metsästä saatavien tuotteiden kautta, taiteen, kirjallisuuden ja median välityksellä. Tutkimuksessa löydettiin kuusi erilaista metsäsuhdetyyppiä. Se, onko metsäalan ammattilainen, metsänomistaja tai tavallinen kansalainen, ei ole merkityksellistä metsäsuhteen kannalta (Halla ym. 2020).

Kansalaisten metsäsuhteiden muotoutumiseen voi vaikuttaa paitsi omakohtainen kokemus metsistä myös julkinen keskustelu metsien käytöstä. Halla ja Laine (2022) ovat todenneet, että tunteilla on merkittävä rooli metsien avohakkuita koskevassa digitaalisessa keskustelussa, kun keskustelijat puolustavat omia arvojaan ja haastavat toisten. Mikkonen (2020) puolestaan tulkitsee erilaisia metsäkäsityksiä ja niiden muotoutumista esteetiikan näkökulmasta ja erottaa kaksi erilaista metsäkuva, jonka perusteella esteettisiä arvioita tehdään: kansallisromanttinen, luonnollisuutta ja metsätaloudellinen, tuottavuutta ja selkeyttä korostava metsäkuva. Näistä lähtökohdista metsän kauneuden kriteerit ovat erilaisia.

Kietäväinen ym. (tulossa) ovat analysoineet sanoma- ja aikakauslehtien metsiin liittyvistä artikkeleita ja niihin liittyviä kommentteja ja keskusteluja netissä. Yksi keskeinen teema oli jatkuvan kasvatuksen kannattajat ja avohakkuun puolesta puhujat. Jatkuvan ja jaksollisen kasvatuksen hyödyistä ja haitoista niin puuntuotannolle ja monimuotoisuudelle kuin hiilinieluille, hiilivarastoille ja ilmastomuutoksen torjunnalle oltiin erimielisiä, vaikka niitä perusteltiin osin samoilla argumenteilla, kuten esimerkiksi taloudellisella kannattavuudella, kasvulla ja hiilensidontakyvyllä. Äänekkäimpiä olivat mielipidekirjon ääripäät ja vähemmän huomiota saavat ne, jotka kannattavat monipuolisia ratkaisuja asettumatta kummallekään puolelle. Suurin yksimielisyys oli siitä, että tutkimusta tarvitaan lisää tutkimusta etenkin jatkuvasta kasvatuksesta. Kietäväinen ym. (tulossa) mukaan tutkimustulosten popularisointi jää pääsääntöisesti hyvin vajaan, koska tiedotusvälineisiin päätyvissä tiedotteissa ja artikkeleissa ei useinkaan kerrota tutkimuksen lähtökohdista ja koejärjestelyjä. Tällöin tieteellisten argumenttien taustaoletukset jäävät arvailujen varaan, mikä mahdollistaa monet tulkinnat. Vastaavasti mallilaskelmien ja simulointien lähtökohdista ei välttämättä kerrota, mitä malleja käytetty ja ovatko ne olleet soveltuvia valitulle alueelle sekä millä aineistoilla mallien oikeellisuutta ja epävarmuuksia on testattu. Mallien ja tutkimusten aineistot voivat olla paikallisia ja rajoittuneita, ja siitä huolimatta johtopäätökset yleistetään koko Suomea koskeviksi.

3.10. Metsien käyttöön liittyvät konfliktit ja eri käyttömuotojen yhteensovittaminen

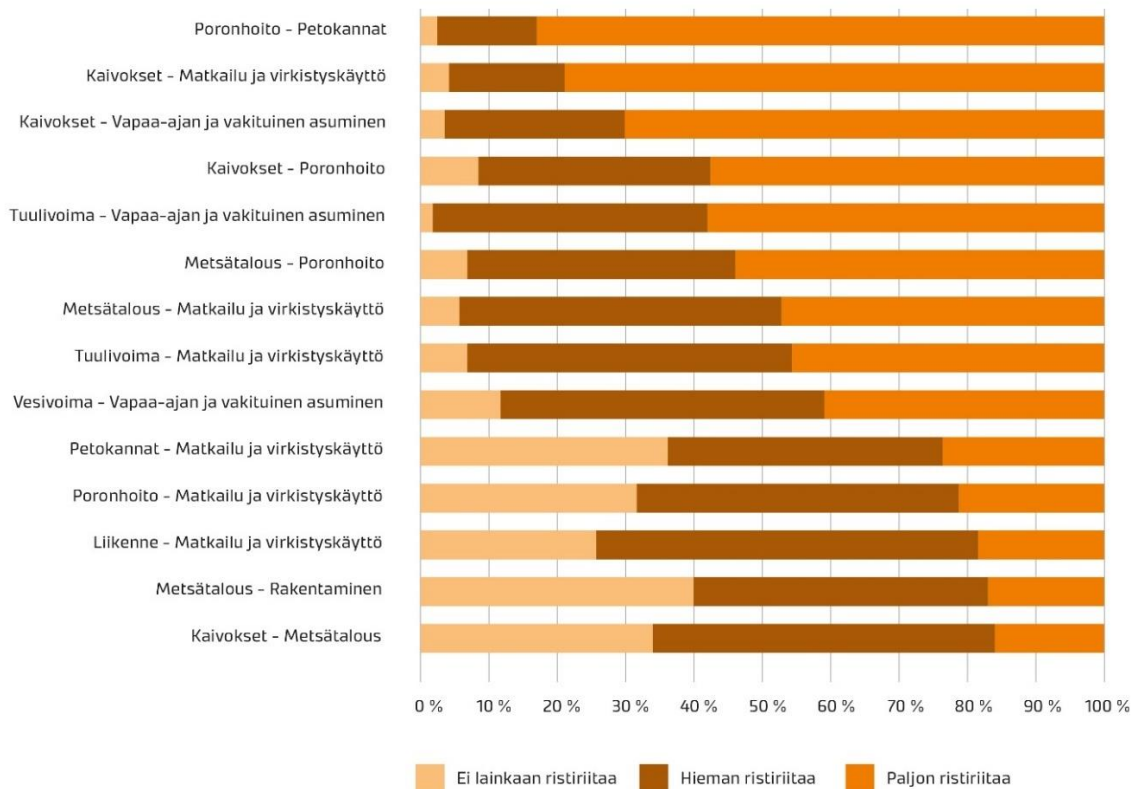
Mikko Jokinen ja Seija Tuulentie

Metsätalouteen voimakkaasti tukeutuneessa Suomessa on luonnollisesti syntynyt myös paljon metsätalouden harjoittamiseen liittyneitä ympäristökonflikteja. Avohakkuut tulivat näkyvimmäksi ympäristökritiikin kohteeksi jo 1970-luvun alussa (Hellström & Reunala 1995).

Vastaavasti lisääntynyt halu perustaa uusia kansallispuistoja erämaa-alueiden suojelemiseksi herätti runsaasti keskustelua 1960- ja 1970-luvuilla. Metsäammattikunta ja -teollisuus vastustivat tuolloin voimakkaasti suojelusuunnitelmia. 1980-luvulla ja vielä 1990-luvun alussa keskusteltiin kärjekkäästi ikimetsien tai vanhojen metsien eli alkuperäisluonnon suojelusta (Pekurinen 1997). Vuonna 1988 Murhijärvi-liike vastusti Murhisalon metsien hakkuuta Suomussalmen Kiuvasjärven kylässä. Samana vuonna Metsähallitus aloitti vanhojen metsien hakkuut Talaskankaalla (Kunnas & Myllyntaus 2020). Hakkuista syntyneen kiistan helpottamiseksi seuraavana vuonna jätettiin 48 hehtaarin suuruinen alue hakkuiden ulkopuolelle. Talaskankaan suojelualue perustettiin vuonna 1994. Vuonna 1987 erämaaliiike vastusti Kessin erämaan hakkuuta Inarissa (Pekurinen 1997). Metsien suojelun vaatimukset yhdistyivät tuolloin perinteisen poronhoidon etuihin. Käytännössä kiistan osapuolia olivat Metsähallitus ja poronhoitajat. Kiistaan liittyi myös kysymys alkuperäiskansojen oikeuksista. Konflikti poronhoitajien ja metsänhoidon välillä Ylä-Lapissa (Inari) jatkui vielä 2000-luvun alkupuolella, vaikka erämaalaki tuli voimaan vuonna 1991 (Hallikainen ym. 2008). Konflikti saatiin sovittelua vuosina 2008–2009 paliskunta- ja tokkakuntakohtaisilla määräaikaisten sopimuksilla, joissa Metsähallitus pidättäytyy hakkuista sovitulla alueilla. Jännitteitä ja poleemista keskustelua on esiintynyt Inarissa kuitenkin sen jälkeenkin. Poronhoidon ja metsätalouden välinen intressikiista on levinnyt viime vuosina valtion metsistä mm. Inarin yhteismetsään. (Jokinen 2019, Peltonen et al. 2020)

Vuonna 1994 alkoi kiista Kuusamon yhteismetsän vanhojen metsien hakkuista (Pekurinen 1997). Hallituksen asettaman Kuusamo-työryhmän esitys suojelualueiden perustamisesta toteutui lopulta vasta sen jälkeen, kun korvausvaateet käytiin läpi oikeusistuimissa. Vuosina 2006–2007 Metsähallituksen ja paikallisten asukkaiden ja yrittäjien välillä ilmeni Muoniossa metsäkiista, jossa erimielisyydet liittyivät metsien hakkuiden ja luontomatkailuelinkeinon kehittämismahdollisuuksien välisiin hyväksyttävissä oleviin vaihtosuhteisiin (Sarkki 2008). Metsät ovat säilyneet kiistelyn kohteena, mutta rinnalle on tullut monia muita ympäristökysymyksiä (esim. kaivostoiminta ja tuulivoima) ja metsäkiistojenkin teemat ovat muuttuneet (Pettersson ym. 2017).

Pettersson ym. (2017) selvittivät luonnon käytön ammattilaisille ja harrastajille sekä viranomaisille tehdyllä kyselyllä sitä, millaiset luonnonkäyttömuodot ovat erityisesti ristiriidassa keskenään (Kuva 11). Metsätalouden ja poronhoidon sekä metsätalouden ja matkailu- ja virkistyskäytön välillä nähdään olevan varsin paljon ristiriitaa, kun taas esimerkiksi metsätalouden ja kaivosten välillä ei ole juurikaan ristiriitaa.



Kuva 11. Maankäytön suunnittelijoiden näkemyksiä siitä, mitkä asiat maankäytössä aiheuttavat eniten ristiriitaa (Petterson ym. 2017).

Suhtautuminen metsätalouteen vaihtelee myös poronhoitoalueen eri osissa. Voimakkainta vastustus on siellä missä on eniten valtionmetsiä, yksityismetsävaltaisissa paliskunnissa metsätalouteen suhtaudutaan myönteisemmin (Rasmus et al. 2021). Tämä on myös ilmennyt Lapin metsäkiistojen sijoittumisessa Keski- ja Ylä-Lappiin (Jokinen 2019).

Metsähallitus on ollut edelläkävijä osallistavien suunnittelumenetelmien käyttämisessä. Julkiset kuulemiset ja osallisten kutsuminen työryhmiin oli Metsähallituksen omaehtoista toimintaa 1990-luvulla (Raitio 2008). Osallistamisprosesseja on arvosteltu, etteivät ne aidosti lisää kansalaisten vaikutusvaltaa, mutta ne ovat saaneet myös kiitosta viimeisen kymmenen vuoden aikana (Jokinen 2019). Erilaisten osallistavien ja vuorovaikutteisten suunnittelumenetelmien tarve ja vaatimus ovat lisääntyneet viimeisten parin-kolmenkymmenen vuoden aikana (Hast 2021).

Ympäristökonfliktit toimivat yhtenä metsätalouden kestävyuden mittarina. Mikäli jokin luonnonkäyttömuoto herättää ja ylläpitää kiistoja, voidaan aiheellisesti epäillä, että toimialaan liittyy kestävyysongelma yhteiskunnallisesta näkökulmasta (Jokinen 2019). Elinkeinoja ja toimintoja yhteensovittamalla pyritään ehkäisemään ja ratkaisemaan konflikteja. Yhteensovittamisprosesseissa on kuitenkin tärkeää tiedostaa mitä kulloinkin yhteensovitetään ja käydä keskustelua siitä, milloin ja millä kriteereillä joidenkin elinkeinojen voidaan katsoa olevan yhteensovitetut. (Hast 2021, Hast & Jokinen 2016)

Valkeapää (2014) on tutkinut metsien käytön hyväksyttävyyttä kansalaisten näkökulmasta ja sitä, miten legitimiiksi kansalaiset kokevat metsäpolitiikan. Tutkimuksen mukaan Suomen metsäpolitiikan legitimitettiin arvioimiseen vaikutti vahvimmin käsitys menettelytapojen oikeudenmukaisuudesta sekä metsätalouskäytäntöjen hyväksyntä. Päätöksenteko näyttäytyi kokonaisuutena melko legitimiinä, perusteltuna, vaikka eri näkökulmia ei nähty huomioitavan tasapuolisesti päätöksenteossa ja keskeinen metsätaloustoimenpide, avohakkuut, aiheutti paheksuntaa.

4. Vaihtosuhteet Pohjois-Suomen metsien käytössä

Sari Pynnönen

Seuraava vaihtosuhteiden esittely pohjautuu toukokuussa 2022 Lukessa järjestettyyn sisäiseen asiantuntijatyöpajaan, jossa tarkasteltiin vaihtosuhteita erityisesti Pohjois-Suomen kontekstissa. Työpajassa vaihtosuhteita tarkasteltiin pienryhmissä. Keskustelun pohjana käytettiin kirjallisuudesta tunnistettuja vaihtosuhteita. Hankkeessa ei resurssien rajallisuuden takia toteutettu kattavaa kirjallisuuskatsausta, vaan vaihtosuhdekirjallisuutta on haettu asiantuntijanäkemyksen pohjalta. Keskusteltavia vaihtosuhdepareja oli luokiteltu niiden ajallisen ja alueellisen vaikutuksen mukaan, niistä koituvien hyötyjen ja haittojen jakautumisen sekä muutoksen palautuvuuden mukaan (vaihtosuhteiden luokittelusta ks. luku 2.4). Kirjallisuudesta tunnistetut vaihtosuhdeparit on esitetty taulukossa 3. Vaihtosuhteiden ominaisuuksien tarkastelu on liitteessä 2.

Pienryhmien tehtävänä oli keskustella, mitkä esitetyistä tai mahdollisista ryhmän lisäämistä vaihtosuhdepareista ovat olennaisia erityisesti Pohjois-Suomen HIISI-WEM-skenaariossa (skenaariot kuvattu luvun 3.2.1 Tietolaatikossa 4), jossa hakkuut ovat lisääntymässä uusien tehdasinvestointien takia. Vaihtosuhteille tunnistettuja vaikutuksia (ajallinen, alueellinen, hyötyjen jakautuminen, palautuvuus) (Liite 2) täydennettiin osallistujien asiantuntijanäkemyksen pohjalta.

Taulukko 3. Kirjallisuudesta tunnistettuja metsänkäytön vaihtosuhteita.

Vaihtosuhte	Kuvaus
Energiapuun korjuu (ei kotitarve) – ilmasto ¹	Hakkuutähteiden energiakäyttö vähentää fossiilisten polttoaineiden päästöjä, mutta pienentää samalla myös metsän hiilivarastoa, bioenergian ilmastohyöty pienenee, päästöhyöty viivästyy
Energiapuun korjuu – biodiversiteetti ¹	Hakkuutähteiden keruu vähentää kuolleen puun määrää ja laatua, mikä edelleen heikentää lahopuusta riippuvien lajien elinympäristöä ja säilymistä, biodiversiteettikato.
Metsätalous – luontomatkailu ²	Parempien metsämaisemien ja virkistysalueiden tuomat aiempaa suuremmat määrät turisteja korvaa metsätalouden rajoituksista johtuvat tulomenetykset. Riittävästi kasvava turistimäärä tuottaa vähintään saman taloudellisen tuloksen kuin muuttuneiden metsänkäsittelytapojen aiheuttama vähentymä on, ja metsätalouden työllisyydestä menetettävät työpaikat turismin työpaikoilla paikallisella tasolla.
Poronhoito – metsätalous ³	Pohjois-Lapin poronhoitoalueen hidaskasvuissa mäntymetsissä hiilensidonnan ja porotalouden yhteinen taloudellinen hyöty ylittää monissa tilanteissa pitkällä aikavälillä perinteisen metsätalouden tuottaman puuntuotannon taloudellisen hyödyn.
Hakkuut – ilmasto ⁴	Hakkuiden lisääntyminen Suomessa lisää kasvihuonekaasupäästöjä. Lisääntyneistä hakkuista (osa bioenergiaksi) syntyvät lisääntyneet biomassalähtöiset kasvihuonekaasut ja metsien pienentynyt hiilensidonta yhdessä ovat todennäköisesti suuremmat kuin vältetyt fossiililähtöiset KHK-päästöt.
Hakkuut – substituuio (fossiilisen energian ja raaka-aineen korvaaminen biopohjaisilla) ⁴	Hakkuut mahdollistavat erilaiset puupohjaiset tuotteet, myös energian, jotka korvaavat fossiilipohjaisia tuotteita ja energiaa, ja niiden aiheuttamia KHK-päästöjä. Jotta biopohjaiset päästöt olisivat fossiilipohjaisia päästöjä pienemmät, hakatusta puusta suurempi osuus pitäisi ohjautua pitkäikäisiin tuotteisiin, bioenergiantuotannon hiilidioksidipäästöt tulisi kerätä ja säilöä, ja hakkuiden aiheuttama hiilinielun heikentyminen tulisi minimoida.
Intensiivinen puuntuotanto – metsien monikäyttö (kaikkien ekosysteemipalveluiden säilyminen) ⁵	Intensiivinen metsätalous heikentää metsäluonnon monimuotoisuutta ja monia muita ekosysteemipalveluita. Intensiivinen puuntuotanto heikentää ekosysteemin kykyä ylläpitää itseään ja palautua häiriöistä (resilienssi) sitä enemmän, mitä pidempään intensiivinen metsänkäsittely jatkuu.
Puuntuotanto – metsästysmahdollisuudet ⁶	Monet riistaeläimet vahingoittavat puuntuotantoa, erityisesti taimikoita, laiduntamalla. Metsästys auttaa hillitsemään riistatuhoja sen sosiaalisten, kulttuuristen ja mahdollisten taloudellisten hyötyjen lisäksi. Toisaalta metsänkäsittelytoimet heikentävät monien riistalajien elinympäristöjä ja siten niiden kantoja.
Puuntuotanto – virkistyskäyttö ⁷	Puuntuotanto heikentää metsän lähi- ja kaukomaisemaa ja siten alue on vähemmän houkutteleva virkistyskäyttöön.
Metsäautotiet – virkistyskäyttö ⁸	Metsätalouden tarkoituksiin tehdyt metsäautotiet hyödyttävät myös erilaisia virkistyskäytön muotoja.
Hakkuut – vesistövaikutukset ⁹	Hakkuut lisäävät kiintoaines- ja ravinnepäästöjä vesistöihin.
Viitteet: ¹ Repo ym. 2020; ² Ahtikoski ym. 2011; ³ Parkatti ja Tahvonen 2021; ⁴ Soimakallio ym. 2021; ⁵ Pohjanmies ym. 2021; ⁶ Haakana ym. 2020, Wam ym. 2016, Yemshanov ym. 2019; ⁷ Kärkkäinen ym. 2020; ⁸ Maness 2007; ⁹ Kaila ym. 2014, Nieminen ym. 2015	

Olenneiksi vaihtosuhteiksi tunnistettiin myös metsätuhojen (sekä bioottiset että abiottiset) ja ilmastomuutoksen sekä metsänkäsittelyn vaihtosuhteet. Myös riistakantojen ja taimikoiden välillä on erisuuntaisia vaihtosuhteita. Myös esimerkiksi luonnontuotteet ja pölytyspalvelut mainittiin olennaisina huomioitavina asioina, kun metsien käytön vaihtosuhteita tarkastellaan.

Vaihtosuhteissa keskeiset muuttujat ovat hankalasti rajattavia. Yksittäisten vaihtosuhteiden tarkastelu on aina yksinkertaistavaa, koska metsien käytön toiminnoilla on lukuisia erilaisia ja erisuuntaisia vaikutuksia. Esimerkiksi metsäautotiet aiheuttavat metsien pirstoutumista ja siten heikentävät luonnon tilaa, mutta metsätalouden toimintojen lisäksi ne hyödyttävät virkistyskäyttöä ja toimivat mahdollisina palokatkoina. Samalla tavalla lisääntyvät hakkuut vaikuttavat esimerkiksi paikallisesti monimuotoisuuteen ja globaalisti ilmastopäästöihin, alueelliseen työllisyyteen ja luontomatkailun toimintaedellytyksiin ja valtakunnallisesti kansantalouteen. Hakkuista koituvat hyödyt ja haitat voivat kohdentua eri toimijoihin ja sidosryhmiin. Intensiivinen metsätalous voi aiheuttaa luonnolle palautumattomia muutoksia alueellisesti tai valtakunnallisestikin.

Vaihtosuhtetilanteita voidaan eritellä myös tarkemmin eri ajallisilla ja alueellisilla ulottuvuuksilla. Vaihtosuhteilla voi näin olla erilaisia ja erisuuntaisia vaikutuksia, mikäli tarkastelun ajallista ja alueellista tarkastelutasoa muutetaan. Esimerkiksi metsänhakkuu vaikuttaa lyhyemmällä aikavälillä metsän hiilinielua ja -varastoa heikentävästi, mutta pidemmällä tarkasteluvälillä vaikutus voi olla ilmaston kannalta positiivinen puubioenergian ja -raaka-aineen korvausvaikutuksen ja uuden metsänkasvun myötä. Vastaavasti biojalostamon rakentamisesta syntyvät ympäristövaikutukset voivat olla merkittävät paikallisella tasolla. Kansallisella ja globaalilla tasolla ympäristöön kohdistuva kokonaisvaikutus voi kuitenkin olla positiivinen, mikäli biojalostamoinvestoinnin myötä on mahdollisuus vähentää fossiiliseen tuotantoon perustuvien laitosten ja muun toiminnan tarvetta muissa sijainneissa.

Olennaisten sidosryhmien nimeäminen kuhunkin vaihtosuhtetilanteeseen on vaikeaa, mutta päätöksentekoprosessien kannalta tärkeää. Jokaisessa maankäyttöön vaikuttavassa toiminnassa hyödynsaajaksi tai haitan kärsijäksi voidaan nimetä koko ihmiskunta sekä luonto globaalisti, mutta tällaisesta toteamuksesta ei saada hyödyllistä informaatiota päätöksentekoa varten. Olennaisten sidosryhmien tunnistaminen on kuitenkin tärkeää maankäytön oikeudenmukaisuuden ja sidosryhmien oikeudenmukaisuuden kokemuksen kannalta.

Osa vaihtosuhteista on selkeästi sovittamattomia ristiriitoja (esimerkiksi luonnonsuojelu ja intensiivinen metsätalous), osa taas olisi ratkaistavissa paremmalla maankäytön suunnittelulla sekä tavoitteiden yhteensovittamisella. Osassa vaihtosuhteista on mukana jatkuvia konflikteja, joita jonkun sidosryhmän kokemus epäoikeudenmukaisuudesta pitää yllä. Pohjois-Suomessa esimerkkejä näistä on poronhoidon ja muiden maankäyttömuotojen (metsätalous, luontomatkailu) välillä.

Kuten ylempänä on todettu, vaihtosuhteet ovat seurausta ihmisen toiminnasta. Ihmisen tavoitteet ja niitä edistävä toiminta ovat kuitenkin jatkuvassa muutoksessa, mikä tekee vaihtosuhteista riippuvaisia ihmisen toiminnasta syntyneestä järjestelmästä. Järjestelmän muuttuessa on mahdollista, että osa vaihtosuhteista heikentyy tai lakkaa olemasta järjestelmän muuttuneen logiikan seurauksena. Vastaavasti uusia vaihtosuhteita voi syntyä ja nousta päätöksenteon kannalta hyvinkin keskeisiksi järjestelmän kehittyessä. Esimerkiksi yhteiskunnan talousjärjestelmä, siihen liittyvät tavoitteet ja toiminta, määrittävät keskeisesti millaisia vaihtosuhteita metsien talouskäyttöön liittyy ja kuinka suuri painoarvo näillä vaihtosuhteilla yhteiskunnassa on. Järjestelmätasolla tapahtuvilla paradigmamuutoksilla voi olla mahdollista purkaa olemassa olevia vaihtosuhteita ja niihin liittyviä konflikteja, mikäli vaihtosuhteiden toinen toiminta ei muutoksen läpikäyneen järjestelmän näkökulmasta ole enää läsnä tai tavoiteltava.

Metsien eri käyttömuotojen välisten vaihtosuhteiden lisäksi vaihtosuhteet ovat keskeisiä tilanteissa, joissa metsä muutetaan toiseen maankäytön luokkaan. Esimerkkinä näistä on Pohjois-Suomessa paljon keskustellut kaivoshankkeet sekä tuulivoima-alueet. Näissä tilanteissa

muutoksen vaikutuksia ja ilmeneviä vaihtosuhteita voidaan arvioida kuitenkin samoin periaattein kuin metsien käyttömuotojen mukaisia vaihtosuhteita.

Seuraavassa esitellään neljä esimerkkiä vaihtosuhteista. Esimerkit perustuvat sisäisten työpajojen asiantuntijankemyksiin, eivätkä välttämättä kata kaikkia näkökulmia kyseisistä vaihtosuhteista. Kuten esimerkeistä voi huomata, vaihtosuhteet vaikuttavat verkostona, ja esimerkit linkittyvät toisiinsa.

Esimerkki 1: Luonnonsuojelun ja metsätalouden vaihtosuhte

- Suojelu on merkittävä metsien käyttömuoto Pohjois-Suomessa, erityisesti Lapissa. Suojelualuestatus pääosin estää metsän käytön puuntuotantoon. Siten lisäsuojelu vähentää metsätalouden käytettävissä olevaa pinta-alaa.
- Lyhyellä aikavälillä suojelun lisääntyminen vähentää puun saatavuutta, mikä voi nostaa puun hintaa ja siten parantaa yksittäisille metsänomistajille metsätalouden kannattavuutta.
- Pitkällä aikavälillä suojelun lisääminen voi vähentää teollisuuden kannattavuutta, ja siten vaikuttaa metsäteollisuuden investointihalukkuuteen.
- Suojelun lisääminen vähentää metsätalouden työllisyyttä ja tulonmuodostusta sekä kunnille että valtakunnallisesti.
- Suojelun lisäämisestä syntyvä alueen vetovoimaisuus voi auttaa lisäämään luontomatkailua, ja siihen liittyvää työllisyyttä sekä tuloja.
- Jos EU:sta tai muuten tulee vaatimuksia lisätä vanhojen metsien suojelua, suojelu ohjautuu Pohjois-Suomeen, jossa vielä paljon vanhoja metsiä ja valtion omistamia alueita.
- Suojelualueiden lisääminen parantaa luonnon monimuotoisuuden säilymisen ja suotuisan kehittymisen edellytyksiä, jolla positiivinen vaikutus sekä alueellisesti, kansallisesti että globaalisti.
- Hakkuiden väheneminen suojelun lisäämisen takia auttaa lisäämään ja säilyttämään Suomen metsien hiilinielua, joilla iso rooli Suomen hiilinielujen kokonaisuudessa.
- Suojelun lisäämisen hyödynsaajina matkailuala ja virkistyskäyttäjät, haitoista kärsivät metsätalouden toimijat sekä mahdollisesti metsänomistajat, joiden metsä siirtyi talouskäytöstä suojeluun.
- Metsätalouden vaihtosuhteisiin on iso merkitys sillä, käytetäänkö jaksollista vai jatkuvaa kasvatusta; virkistysarvot ja maisema säilyvät jatkuvan kasvatuksen hakkuissa jaksollisen kasvatuksen hakkuita paremmin. Tosin jatkuvan kasvatuksen pitkäaikaisista vaikutuksista on vasta vähän kokemusta.
- Suojelun lisäämisen välittömät vaikutukset paikallisella tasolla kohdistuvat virkistykseen, maisemaan ja hakattuun puumäärään. Pitkällä aikavälillä, vuosikymmenissä, taas esimerkiksi eri lajien geneettiseen monimuotoisuuteen.

Esimerkki 2: Hakuut ja ilmastotavoitteet

- Lisääntyvät hakuut pienentävät metsien hiilinielua ja -varastoa ja siten vaikeuttavat Suomen ilmastotavoitteiden saavuttamista.
- Pohjois-Suomessa on paljon turvemaita, joiden hakkuissa ilmastopäästöt ovat merkittäviä. Ilmastopäästöt ovat alueellisesti laajoja ja vaikuttavat globaalisti.
- Pitkäikäiset puutuotteet säilyttävät osan puun kasvussa sitoutuneesta hiilestä hakkuiden jälkeen hiilivarastona. Puutuotteiden hiilivarasto ja puun mahdollinen fossiilisia raaka-aineita korvaava vaikutus tulee huomioida hakkuiden ilmastovaikutusta arvioitaessa.

- Mikäli hakattua puuta käytetään energiantuotantoon korvaamaan fossiilisia energialähteitä, tulee vaihtosuhdetta tarkastellessa huomioida mahdollinen substituutiovaikutus.
- Jos metsien lisääntyvät hakkuut pienentävät hiilinieluja, siirtyy päästöjen vähentämisen taakka muille sektoreille, joilla se voi olla kansantaloudellisesti kalliimpaa kuin lisääntyvistä hakkuista saatava kansantaloudellinen hyöty.
- Lisääntyvistä hakkuista hyötyy metsänomistaja, mutta lisääntyvien ilmastopäästöjen haitoista kärsii koko ihmiskunta (eri maanosilla ja eri asemassa olevilla ihmisillä vaikutukset ovat erilaisia) sekä luonto.
- Puupohjaisten tuotteiden globaali kysyntä kasvaa. Suomessa metsien käytön ilmastovaikutukset voivat olla monia muita maita pienempiä esimerkiksi metsän todennäköisemmän uudistumisen vuoksi.
- Metsätalouden tukipolitiikka vaikuttaa hyötyjiin ja haittojen kärsijöihin.
- Metsätalouden toiminnan kansantaloudelliset vaikutukset voivat realisoitua vasta vuosikymmenten päästä, mutta liiketaloudelliset vaikutukset ovat välittömiä. Vaihtosuhteessa on siis myös ajallista epäsuhtaa.

Esimerkki 3. Luontomatkailu – metsätalous

- Luontomatkailu käyttää sekä suojelualueita että talousmetsiä, eri metsänkäyttökohteilla on erilaisia vaihtosuhteita ja synergioita (esim. metsäautotiet hyödyttävät myös muita metsissä liikkujia).
- Luontomatkailulla on sekä vaihtosuhteita että synergia myös luonnonsuojelun kanssa.
- Matkailu on useille Pohjois-Suomen kunnille hyvin merkittävä työllisyys- ja taloustekijä. Työvoimavaatimukset ovat erilaisia kuin metsätaloudessa.
- Metsätalous korostuu maankäytön päätöksissä ja politiikassa eri tasoilla. Luontomatkailulla ja muilla elinkeinoilla on metsäympäristölle omat vaatimuksensa, jotka eivät toteudu vain metsätalouden sivutuotteena.
- Metsätalouden käyttöön tehty tieverkko hyödyttää luontomatkailua.
- Luontomatkailun ja metsätalouden yhteensovittaminen edellyttää hakkuiden intensiteetin pienentämistä tai tiettyjen alueiden rajaamista metsätalouden toimien ulkopuolelle esimerkiksi maiseman säilymistä takia. Siten se vähentää metsätalouden kannattavuutta ja saatavan puun määrää.
- Luontomatkailun vaikutukset pääosin paikallisia, mutta lentomat kustamisen ja muun päästöintensiivisen toiminnan kautta turismi voi vaikuttaa myös globaalisti.
- Luontomatkailu voi korvata aluetaloudessa metsätalouden rajoitusten aiheuttamat tulonmenetykset, mutta tulojen jakautuminen eri sidosryhmille voi muuttua.
- Metsätalouden kannattavuus Pohjois-Suomessa ei ole hyvä ilman yhteiskunnan tukia, mikä tulee huomioida eri metsänkäyttömuotojen taloudellisia vaikutuksia ja niiden vaihtosuhteita mietittäessä.

Esimerkki 4: Poronhoito – metsätalous

- Poronhoidon ja metsätalouden yhteensovittaminen edellyttää metsätalouden intensiteetin laskemista tai tiettyjen alueiden jättämistä käsittelyjen ulkopuolelle. Toisaalta poronhoito voi paikallisesti voimakkaalla laidunnuksella vaikeuttaa esimerkiksi metsän uudistumista.
- Kansantaloudellisesti poronhoito ei välttämättä ole kannattavaa, mutta paikallisena liiketaloutena sen merkitys voi olla merkittävä.
- Poronhoidolla voi olla synergioita luonnonsuojelun ja luontomatkailun kanssa, mutta todennäköisiä vaihtosuhteita metsätalouden kanssa.

- Poronhoito Pohjois-Suomessa olennainen ja uniikki osa saamelaisten elinkeinoja ja kulttuuria, joiden häviämisellä olisi iso sosiaalinen ja kulttuurinen vaikutus paikalliselta tasolta kansalliselle.
- Jos saamelaisten poronhoitokulttuuri katoaa muiden metsänkäyttömuotojen tai muiden muutosten takia, muutos on palautumaton.
- Poronhoidosta hyötyvät saamelaiset, mutta myös muut Lapissa asuvat esimerkiksi matkailuala. Turismille porotalous on lisäarvo.
- Poronhoito ei tukipolitiikan takia ole välttämättä paikallisesti ekologisesti kestäväällä tasolla, tämä vaikuttaa paikallisella tasolla ja sekä lyhyellä että pitkällä aikavälillä.



Kuva 12. Metsien eri käyttömuodoilla on monia vaihtosuhteita ja synergioita. Lisääntyvällä puunkäytöllä eli lisääntyvillä hakkuilla on metsää voimakkaasti muokkaavana metsänkäyttömuotona useita vaihtosuhte- ja synergia- ja synergiapareja. Toimien vaikutukset vaihtelevat maantieteellisen laajuuden ja ajallisen keston mukana.

5. Johtopäätökset

Katriina Soini, Kalle Aro, Sari Pynnönen ja Sari Karvinen

- Kestävä kehitys ja kestävyys on ymmärrettävä laaja-alaisina ideaaleina ja päämääränä ihmisen ja luonnon hyvinvoinnin oikeudenmukaisessa tavoittelussa. Kestävyyden tavoittelu edellyttää arvovalintoja, joiden painotukset voivat muuttua yhteiskunnallisen kehityksen mukana. Siksi kokonaiskestävyys -termi ei ole omiaan selkeyttämään kestävyyskeskustelua.
- Metsäkeskustelua ja erityisesti metsien käytön tavoitteisiin liittyvää arvokeskustelua käydään kestävyyspilareiden tai -ulottuvuuksien kautta. Pilarit eivät kuitenkaan sovellu sen ymmärtämiseen, kuinka kestävyyttä tulisi tavoitella. Siihen tarvitaan toisenlaisia systeemisistä tarkastelutapoja, jotka integroivat taloudellisen näkökulman toiminnalliseksi osaksi järjestelmiä, eikä niistä erillisenä.
- Metsien kestävästä käytöstä puhuttaessa on tärkeää tunnistaa ja artikuloida, millaisesta toiminnallisesta järjestelmästä (järjestelmän rajaus, esim. metsäalan osasta) kulloinkin puhutaan, missä kontekstissa (maantieteellinen konteksti), kenen tai mistä näkökulmasta ja millä aikavälillä kestävyyttä tarkastellaan.
- Metsiin liittyvät toiminnalliset järjestelmät ovat linkittyneitä sekä sisäisesti että suhteessa muihin yhteiskunnan järjestelmiin. Kestäviä vaihtoehtoja etsittäessä on tunnettava järjestelmän sisäiset ja eri järjestelmien väliset vuorovaikutus- ja riippuvuus-suhteet. Yhden järjestelmän kestävyystavoitteiden optimoinnilla voi näin olla voimakkaan myönteisiä tai kielteisiä kestävyysvaikutuksia myös toisiin yhteiskunnan järjestelmiin.
- Kestävyysmurroksen tavoittelu edellyttää systeemin siirtymistä toiseen tilanteeseen. Palautumis- ja sopeutumiskyvyn ylläpitäminen ei aina ole kestävyiden näkökulmasta ristiriidatonta, sillä korkean palautumiskyvyn omaava järjestelmä saattaa häiriöiden lisäksi vastustaa myös toivottuja muutosyrityksiä.
- Vaihtosuhtetarkasteluilla voidaan tehdä näkyväksi hyötyjen ja haittojen kohdentumista eri aloille, alueille ja tahoille. Siksi vaihtosuhteiden systemaattinen tarkastelu on läpinäkyvän ja oikeudenmukaisuuden kokemuksen kannalta keskeisiä maankäyttöpäätöksiä tehtäessä.
- Vaihtosuhteet selittävät järjestelmän sisäistä toimintaa ja resurssien rajallisuudesta johtuvia valintatilanteita. Valintatilanteet ovat pohjimmiltaan arvotuskysymyksiä, joiden vastaukset ovat subjektiivisia. Eri sidosryhmien ja kansalaisten osallistaminen keskusteluun on tärkeää moninaisten näkökulmien huomioimiseksi, kun tavoitteita asetetaan ja vaihtosuhteiden tulisi olla läsnä päätöksiä tehtäessä.
- Kestävyttä ei voi yksin tiedolla hallita, sillä kestävydessä kysymys on jatkuvasti muuttuvasta dynaamisesta järjestelmästä, jossa ekologinen ja yhteiskunnallinen kestävyys ovat yhteen linkittyneitä erilaisilla ajallisilla ja maantieteellisillä tasoilla. Kestävyttä koskevissa toimissa ja päätöksenteossa on otettava huomioon myös arvot, käytännöllinen tieto ja tunteet.
- Sen lisäksi, että tutkimus tuottaa uutta ja ajankohtaista tietoa metsäalan eri osajärjestelmistä ja vuorovaikutussuhteista, olemassa olevaa dataa ja tietoa tulisi koota yhteen ja analysoida systeemisestä näkökulmasta tieteidenvälisesti. Tällaista tietoa tarvitaan mm. vaihtosuhteiden arvioinnissa, mutta myös julkisen keskustelun tueksi. Synteisien pohjalta on mahdollista arvioida uusia tietotarpeita.

Metsien kestävä käytön ja hoidon tutkimusta ja keskustelua selkeytettävä

Raportissa esitettyjen asioiden perusteella tutkimus ja keskustelu metsien kestävästä hoidosta ja käytöstä on monimutkainen asia ilman, että raportissa ei edes ole purettu tarkemmin kestävä kehityksen tai kestävyuden välisiin käsitteellisiin eroihin, metsien kestävä käytön ja hoidon tai eri metsänkäsittelevä vaihtoehtojen välisiin eroihin. Kestävä kehityksen kysymyksiä on metsien osalta tutkittu ja pohdittu jo vuosikymmeniä, tieto on lisääntynyt, keskustelun painopisteet ovat muuttuneet ja metsänhoitotavat ovat muuttuneet ympäristöä paremmin huomioiviksi. Silti keskustelu monilta osin toistaa itseään ilman, että voidaan tuottaa selkeitä vastauksia siihen, kuinka metsiä pitäisi käyttää planetaarisissa rajoissa ja ihmisille hyvinvointia tuottaen oikeudenmukaisesti yli sukupolvien tai miten sellainen muutos voitaisiin aikaansaada.

Kestävyys on *“guiding fiction”* (Shumay 1991) – jotakin, jota ei voi osoittaa tai mitata, mutta jotakin, mikä kirittää poliittista ja yhteiskunnallista keskustelua ja käytännön toimia. Käytännössä yhteinen ymmärrys kestävyuden tavoitteista yleisellä tasolla realisoituu usein oman näkökulman, alueen tai sektorin edun tavoitteluna. Tästä kriitistä huolimatta kestävyyskäsite palvelee yhteiskunnallista keskustelua siltä osin, millaista metsien käyttöä ja hoitoa tavoitellaan. Erilaiset apukäsitteet tai ‘alakestävyudet’, kuten sosiaalinen, taloudellinen, kulttuurinen tai vaikkapa ilmastokestävyys, auttavat laajan kysymyksen jäsennyksessä. Keskustelu siitä, mitä kestävyydellä kulloinkin tarkoitetaan tai tavoitellaan tai mitä eri alakestävyksiin sisällytetään, on aina jonkun toimijan tai tahon tekemä valinta ja siten arvosidonnaista. Tästä syystä voi suhtautua varauksella myös *“kokonaiskestävyuden”* tarkan määrittelyn tarpeellisuuteen.

Metsäasiat koskettavat laajaa joukkoa suomalaisia eri tavoin. Siksi kestävyyskeskustelun tulisi olla myös tavallisille kansalaisille ymmärrettävää ja sellaista, johon myös he pystyvät osallistumaan. Tällöin myös käytettävien termien tulisi olla helposti omaksuttavia. Osallisuuden näkökulmasta on siten aiheellista huomata, että kestävyuden määrittelyn tarkentaminen ja (uudelleen)määrittely voi ohjata keskustelua samalla kohti teknisluontoista asiantuntijakeskustelua, jolloin jatkuvasti vain pienellä joukolla toimijoita on todellinen mahdollisuus osallistua siihen. Voidaan myös aiheellisesti kysyä, milloin kestävyyskäsitteen käyttö on tarpeellista. Milloin puhutaan kestävydestä ja milloin ainoastaan ekologisista, taloudellisista tai sosiaalisista vaikutuksista? Pitäisikö kestävyyskäsite varata tilanteisiin, jolloin arvoista puhutaan avoimesti erilaiset tavoitteet tunnistaen? YK:n globaalin toimintaohjelmaan viitaten voidaan myös väittää, että kaiken päätöksenteon ja toiminnan tulee lähtökohtaisesti tavoitella kestävyyttä, mikä tekisi turhaksi koko kestävä kehityksen käsitteen.

Raportissa esitellyt kolme kehystä – politiikan kehys, toiminnallinen kehys ja relationaalinen kehys – voivat edistää tiedostavampaa keskustelua ilman, että lisätään samalla keskustelun kompleksisuutta. Tutkimuksen tehtävänä on tarjota tietoa päätöksenteon tueksi ja **politiikan kehys** tarjoaa erinomaisen foorumin eri tahojen keskusteluun kestävyuden tavoitteista kuten edellä todettiin. Kestävyysulottuvuudet eivät taivu analyttiseen tarkasteluun, koska niiden sisältö vaihtelee muun muassa sen mukaan, mitä, missä ja milloin kulloinkin tavoitellaan tai tarkastellaan. Analyttisessä tarkastelussa palvelevat erilaiset aika- ja tilaulottuvuudet tunnistavat kuvaukset ja mallit järjestelmistä ja niiden dynamiikasta. Sosio-ekologisen järjestelmän ymmärtäminen tuo esille toimintojen ja toimijoiden välisiä vuorovaikutuksia ja auttaa hahmottamaan päätösten seurannaisvaikutusten laajuutta. Tällaisen tutkimuksen avulla voidaan ymmärtää kestävyuden moniulotteisuutta ja monimutkaisuutta, ja tuoda keskusteluun monipuolisesti eri näkökulmia, joskaan ei aina yksinkertaisia väittämiä siitä, mikä olisi *“kestävää”*. **Toiminnallinen kehys** on siten tärkeä analyttiselle ja kriittiselle sekä erityisesti muutokseen tähtäävälle kestävyyspolitiikalle. **Relationaalinen kehys** tuo syvällisyyttä metsien käytön kestävyyskeskusteluun. Se ottaa parhaiten huomioon kestävyteen liittyvät arvosidonnaisuudet, tekee ne ymmärrettäviksi

ja myös näkyviksi paljastaen metsien käyttöön liittyviä valtasuhteita sekä kestävyysongelmien juurisyytä antaen vihjeitä myös niiden ehkäisemiksi ja ratkaisemiseksi.

Pohjois-Suomessa huomioitava erityisesti vaihtosuhteet

Pohjois-Suomea koskevan tarkastelun lopputuloksena oli, että kokonaiskestävyydelle ja lisääntyvän puunkäytön vaikutuksille ei ollut mahdollista luoda arviointikehikkoa. Kaikki kestävyysolosuhteet huomioon ottavaa mittaristoa ei voitu yksiselitteisesti määrittellä, koska tietoa ei ole riittävästi ja osaa tekijöistä ei pystytä mittaamaan tai tunnukselle eivät ole yhteismitallisia – kuten raportin kestävyyskäsitteitä koskevissa johtopäätöksissä on todettu. Kaikille mitattaville tunnuksille ei ole myöskään määritelty Pohjois-Suomea koskevia lähtö- ja tavoitetasoja, jolloin kehityksen suuntaa ei voitu arvioida. Metsäteollisuuden kehitykseen perustuvien puuntuotantokenaarioiden avulla voidaan arvioida lisääntyvän puunkäytön vaikutuksia raaka-ainevarantojen riittävyyteen sekä kansantaloutta ja metsien ekosysteemipalveluja kuvaaviin tunnuksiin. Kaikkia kestävyysolosuhteita tai metsien käyttöön liittyviä vaihtosuhteita analyysihin ei kuitenkaan pystytä sisällyttämään. Raportissa esiin tuotuja Pohjois-Suomen metsäalan erityispiirteitä voidaan hyödyntää kestävyysolosuhteiden liittyvän päätöksenteon tukena. On kuitenkin huomioitava, että sisällössä on käsitelty pääasiassa alkutuotantoa ja tarkastelusta on rajattu pois metsien hyödyntämiseen liittyvät globaalit ja välilliset vaikutukset sekä metsäteollisuuden ympäristövaikutukset ja sosiaaliset vaikutukset.

Pohjois-Suomen metsäalaa on tässä raportissa käsitelty dynaamisena sosio-ekologisena järjestelmänä, joka on voimakkaasti linkittynyt muihin yhteiskunnan toimintoihin sekä alueellisesti että kansallisesti. Järjestelmän kompleksisuuden ja sen sisältämien vaihtosuhteiden suuren määrän takia sellaisen toteuttamiskelpoisen kestävyyskriteeristön luominen, joka todellisuudessa kykenisi kuvaamaan kaikkia kestävyysolosuhteita osuvasti ja tasapuolisesti sekä mahdollistaisi toimivien ja tarkkojen indikaattorien luomisen kestävyysolosuhteiden holistiseen tarkasteluun, on vaikeaa. Järjestelmätason kestävyysolosuhteita arvioitaessa tuleekin jatkossa huomioida tarkastelun rajoitteet ja voimakkaasti yksinkertaistava luonne. Tarkastelun rajaukset rakenteellisella ja alueellisella tasolla sekä ajallisella ulottuvuudella tulee asettaa läpinäkyvästi väärinymmärrysten ja sekaannusten ehkäisemiseksi. Koska valituilla rajauksilla voidaan vaikuttaa merkittävästi tarkastelusta saataviin tuloksiin, on keskeistä tuoda esille, kenen toimesta ja millä perusteilla käytettävät rajaukset on valittu.

Metsien käyttöön liittyvissä vaihtosuhteissa keskeiset muuttujat ovat hankalasti rajattavia. Vaihtosuhteita tulisi tarkastella verkostona tai dynaamisessa systeemissä, koska yksittäisten vaihtosuhteiden tarkastelu on aina yksinkertaistavaa ja metsien käytön toiminnoilla on lukuisia erilaisia ja erisuuntaisia vaikutuksia. Sidosryhmien nimeäminen kuhunkin vaihtosuhteiden tilanteeseen on vaikeaa, mutta kuitenkin tärkeää metsien ja maankäytön oikeudenmukaisuuden ja sidosryhmien oikeudenmukaisuuden kokemuksen kannalta. Vaihtosuhteiden kattava tarkastelu on hyvin resurssi-intensiivistä, mikä pitää huomioida sekä tutkimus- että maankäytön suunnittelun hankkeita resursoitaessa. Haasteista huolimatta sekä systeeminen tarkastelu että vaihtosuhteet tuovat kestävyyskeskusteluun ja päätöksentekoon syvyyttä. Vaikka kaikkia näkökulmia ei tarkasteluissa aina pystytä kattamaan, menetelmien käyttö itsessään voi tarjota alustan eri toimijoiden väliselle rakentavalle vuorovaikutukselle. Vaihtosuhteita voi ratkaista paremmalla maankäytön suunnittelulla sekä tavoitteiden yhteensovittamisella. Tähän on jo olemassa monia menetelmiä, mutta niiden käyttöä tulee jatkossa lisätä ja menetelmiä kehittää edelleen.

Yksityiskohdista laajoihin tieteidenvälisiin kokonaisuuksiin

Suomen metsien kestävä käyttö ja hoito on laaja kysymys, jos katsotaan koko metsäalaa osana suomalaista tai kansainvälistä toimintajärjestelmää. Kuten aiemmin tässä raportissa on todettu (Luku 2), metsien kestävä käyttö ja hoitoa koskevassa päätöksenteossa voi tietoa olla valtavasti ja monilta eri tieteenaloilta. Tässä raportissa on kyetty nostamaan vain joitakin esimerkkejä. Aiempaa tutkimustietoa metsäalalta on vuosikymmenten saatossa kertynyt jo paljon, ja uutta tietoa karttuu jatkuvasti meneillään olevissa hankkeissa. Pelkästään tämän tiedon kokoaminen ja syntetisoiminen kestävyuden näkökulmasta olisi arvokasta ja tarjoaisi erinomaisen pohjan uusien tutkimushankkeiden suunnittelulle ja metsäalaa koskevan sosio-ekologisen järjestelmän toiminnan ymmärtämiselle. Tutkimukseen osallistuneet Luonnonvarakeskuksen tutkijat ovat listanneet muutamia ajankohtaisia tutkimustarpeita (Tietolaatikko 6). Tutkimusaiheita nousi erityisesti toiminnalliseen ja relationaaliseen kehukseen liittyen. Ne tarjoavat tietoa myös politiikan kehukseen.

Voidaan myös sanoa, että kestävyuden näkökulmasta tietoa ei ole koskaan riittävästi, sillä kestävydessä kysymys on jatkuvasti muuttuvasta dynaamisesta järjestelmästä, jossa ekologinen ja yhteiskunnallinen kestävyys ovat yhteen linkittyneitä erilaisilla ajallisilla ja maantieteellisillä tasoilla. Muutokset tapahtuvat järjestelmän eri osissa eriaikaisesti ja voivat aikaansaada muutoksia ja ilmiöitä, joita ei aiemmin ole tutkittu tai ennakoitu. Vaikka periaatteellisella tasolla maapallon säilyttämisestä elinkelpoisena tuleville sukupolville ja ihmisten hyvinvoinnin oikeudenmukaisesta turvaamisesta vallitsee jonkinlainen yhteisymmärrys, kompromisseja on käytännössä tehtävä. Resurssit ovat rajallisia, ihmistoiminnalla on aina jokin vaikutus luonnonympäristöön, eikä hyvinvoinnin oikeudenmukaista jakamista voida saavuttaa, vaikka se tavoitteena tuleekin olla. Yksittäisiä päätöksiä tehtäessä voidaan kysyä, mikä on ekologisesta näkökulmasta sallittua, riittävää tai mahdollista ja ihmisten näkökulmasta oikeudenmukaista tai hyväksyttävää. Tässä tilanteessa tietoa ei useinkaan ole riittävästi tai se sisältää paljon epävarmuuksia. Aikaa "riittävän" tiedon kokoamiseen ei ole, ja toisaalta se ei ole edes realistinen tavoite kestävyyskysymysten laajuuden huomioiden (Miller 2015). Kestävyyttä ei voi siis yksin tiedolla hallita.

Vaikka tietoa kestävyysarviointien tueksi on runsaasti tarjolla, kestävyuden näkökulmasta se tulee merkitykselliseksi vasta, kun se tuodaan systeemiseen kehukseen. Vaikka systeeminen ajattelu on tunnistettu kestävyuden näkökulmasta kriittisen tärkeäksi asiaksi, sitä on toistaiseksi hyödynnetty melko vähän, joskin se on nousemassa kestävyysmurrosajattelun myötä vahvemmin esiin. Systeeminen tutkimus edellyttää yhteistyötä eri tieteenalojen välillä. Tieteidenvälisyyttä on korostettu jo pitkään erityisesti kompleksisten ilmiöiden ymmärtämisessä ja selvittämisessä, mutta vieläkin se on suhteellisen vähäistä. Tieteidenvälinen keskustelu, saati tutkimus, ei ole helppoa yksistään erilaisten tai erimerkityksellisten käsitteiden, vaan myös erilaisten paradigmojen ja hierarkioiden, mutta myös tutkijoiden omien arvojen ja tavoitteiden vuoksi (Hetemäki 2019). Tieteidenvälisyyden lisäksi kestävyystutkimuksessa korostuu myös yhteiskunnan toimijoiden osallistaminen kestävyuden arviointiin ja kestävyystavoitteiden muotoiluun. Kestävyystiedon tuottaminen edellyttää siten uudentyypisiä tapoja tehdä tutkimusta. Tämäntyyppinen tutkimus vaatii perinteiseen tieteenalakohtaiseen tai jopa monitieteiseen tutkimukseen verrattuna enemmän aikaa. Tutkimusrahoitus on viime aikoina kannustanut kiitettävästi juuri tähän suuntaan.

Tietolaatikko 6: Tunnistettuja tutkimustarpeita

Politiikan kehys

- Ekologisten toimenpiteiden (esim. käytävien perustaminen) kompensointi metsänomistajille
- Sääntelyn kehittäminen monimuotoisuuden edistämiseksi ja hiilinielujen tarjoamiseksi
- Kuntien, yritysten, kansalaistoiminnan roolit metsiin liittyvissä kysymyksissä
- Metsäammattilaiset ja metsäalan muutos
- Metsiin kohdistuvien eri tavoitteiden ja toimien yhteensovittaminen
- Metsäkeskustelun jäsentäminen: toiminnan, tavoitetilan, toimijan ja toimijan kohteen erottaminen
- Biotalous tilastoinnin parantaminen (luonnontuoteala, palveluliiketoiminta, metsäteollisuuden uudet tuotteet) ja biotalouden määrittely

Toiminnallinen kehys

Metsien kasvu ja kehitys

- Pohjoisten metsien kasvun-vaihtelun syyt (liittymä VMI työhön)
- Metsien kehitysmallit erilaisten metsänhoitokäytäntöjen yhteydessä (mm. sekametsät sekä jaksollinen ja jatkuvapeitteinen kasvatusta)

Metsien terveyden ylläpito

- Metsätuhojen torjunta ja hallinta eri keinoin (biologinen torjunta, metsänhoidolliset toimenpiteet), jatkuvapeitteisen metsätalouden mahdolliset tuhoriskit, tuhojen torjunnan taloudelliset vaikutukset.
- Vieraslajien (kasvit ja tuhonaiheuttajat) vaikutus metsien ja metsäekosysteemien terveyteen

Metsätalouden vesistövaikutukset

- Vesistökuormituksen syntymekanismit ja uudet kuormituksen vähentämismenetelmät (vanhat ojitukset, kasvillisuuden merkitys kuormituksen synnyn edistäjänä)
- Ennallistaminen linkittyen sekä monimuotoisuuteen että vesistövaikutuksiin (pitkäaikaisvaikutukset, riskit ja niiden hallinta)

Metsäpuiden jalostus ilmaston muuttuessa ja siihen liittyvät mallinnukset

- Geneettisesti modifioituneet puut – mahdolliset riskit pitkän ajan kuluessa

Monimuotoisuus sopeutumista lisäävänä tekijänä

- Metsä rakenteen hoitaminen biodiversiteetin kannalta (metsälaikkujen, käytävien ym. sijoittuminen)
- Maisema- ja aluetason tutkimus alue-ekologisen suunnittelun edistämiseksi

Metsät ja puutuotteet hiilivarastoina ja -nieluinä

- Hiilivarastojen ja nielun kehittyminen pitkällä aikavälillä (kivennäis- ja turvemaat)
- Turvemaiden ravinnetasojen kohentaminen nielujen kasvattamiseksi
- Laskentamenetelmien kehittäminen metsien ja puutuotteiden hiilivarastojen kokonaisvaltaisen kehityksen arviointiin (hiilivarasto, substituutiovaikutus)
- Metsätuhojen vaikutus hiilivarastoihin ja -nieluihin
- Lannoituksen mahdolliset vesistövaikutukset pidemmällä aikavälillä

- Hiilivarasto ja vesistövaikutusten minimointi yhtäaikaisena tavoitteena (esim. maaperän kautta)

Metsänhoidon mallit ja muutokset

- Jatkovapeitteisen ja sekametsiä suosivan kasvatuksen ekologiset vaikutukset
- Erialaisten metsänhoitotapojen vaikutukset koko arvoketjuun ja sitä kautta koko yhteiskuntaan.

Puuenergiaomavaraisuuteen ja raakapuuomavaraisuuteen liittyvät kysymykset

- Metsänhoidon muutosten vaikutukset tulevaisuuden hakkuumahdollisuuksiin.
- Puupolttoainejakeiden saatavuus ja puuta käyttävän teollisuuden rakenteen kehittyminen.

Tiedonhallinta ja mallinnus

- Ekologisten, taloudellisten ja sosiaalisten näkökohtien yhteistarkastelu
- Ajan ja paikan yhdistäminen (esim. Hot-spotien tunnistaminen ja huomiointi metsänkasvatusketjujen suunnittelussa)

Relationaalinen kehys

- Ekologinen suunnittelu yksityisissä ja yritysten metsissä
- Vastuullisuus linkkinä taloudelliseen ja sosiaaliseen kestävyys
- Talouteen liittyvien kysymysten integrointi muuhun yhteiskunnalliseen toimintaan
- Kulttuuriperintökohteiden parempi tunnistaminen ja ymmärtäminen maankäytön suunnittelussa (kulttuurinen sensitiivisyys)
- Metsätalouden kestävyden jäsenitys maantieteellisten skaalojen mukaan (paikallinen - globaali).
- Alueellisten (kaupunki - maaseutu, paikallinen - globaali) jännitteiden tunnistamiseen metsien käyttöön liittyvissä kysymyksissä
- Metsiin liittyvien arvojen tutkimus eri näkökulmista
- Metsänomistajuus muutoksessa: omistajuuden eri muodot, yhteisöomistajien arvot ja tavoitteet, uudet odotukset ja tehtävät
- Kulttuurin moninaiset roolit metsiin liittyvissä kysymyksissä (myös muutoksen esteenä)
- Metsäsektorin uudet toimijat ja toiminnan uusi sanoittaminen

Viitteet

- Ahtikoski A., Tuulentie, S., Hallikainen, V. & Salminen H. 2011. Potential Trade-Offs Between Nature-Based Tourism and Forestry, a Case Study in Northern Finland. *Forests* 2: 894–912. <https://doi.org/10.3390/f2040894>
- Akujärvi, A., Hallikainen, V., Hyppönen, M., Mattila, E., Mikkola, K. & Rautio, P. 2014. Effects of reindeer grazing and forestry on ground lichens in Finnish Lapland. *Silva Fennica* 48(3): 1153. <https://doi.org/10.14214/sf.1153>
- Allen, S., Cunliffe, A.L. & Easterby-Smith, M. 2019. Understanding Sustainability Through the Lens of Ecocentric Radical-Reflexivity: Implications for Management Education. *Journal of Business Ethics* 154: 781–795. <https://doi.org/10.1007/s10551-016-3420-3>
- Anttila, P., Nivala, V., Hirvelä, H., Laitila, J. & Sikanen, L. 2021. Metsähakkeen riittävyys energia-turpeen korvaajana. *Bioenergia* 2/2021: 10–11.
- Anttonen, M., Kumpula, J. & Colpaert, A. 2011. Range selection by semi-domesticated reindeer (*Rangifer tarandus tarandus*) in relation to infrastructure and human activity in boreal forest environment, northern Finland. *Arctic* 64(1): 1–14.
- Arasto, A., Asikainen, A. & Kaukovirta, A. (toim.). 2021. Finnish bioeconomy on the global product market in 2035. VTT White Paper. VTT Technical Research Centre of Finland. 35 p.
- Barbrook-Johnson, P. & Penn, A.S. 2022. Comparing, Choosing, and Combining Systems Mapping Methods. In Barbrook-Johnson, P. & Penn, A.S. (eds.). *Systems Mapping*. Palgrave Macmillan, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-01919-7_11
- Bennet, N.J., Blythe, J., Cisneros-Montemayor, A.M., Singh, G.G. & Sumaila, R. 2019. Just Transformations to Sustainability. *Sustainability* 11(14): 3881. <https://doi.org/10.3390/su11143881>
- Berg-Andersson, B., Kaitila, V., Kulvik, M. & Lintunen, J. 2021. "Suomen metsäteollisuuden näkymiä vuoteen 2025". ETLA 112. <https://pub.etla.fi/ETLA-Raportit-Reports-112.pdf>
- Blattert, C., Eyvindson, K., Hartikainen, M., Burgas, D., Potterf, M., Lukkarinen, J., Snäll, T., Toraño-Caicoya, A., & Mönkkönen, M. 2022. Sectoral policies cause incoherence in forest management and ecosystem service provisioning. *Forest Policy and Economics* 136: 102689. <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2022.102689>
- Bråkenhielm, S. & Liu, Q. 1998. Long-term effects of clear-felling on vegetation dynamics and species diversity in a boreal pine forest. *Biodiversity and Conservation* 7: 207–220.
- Ceballos, G., Ehrlich, P.R., & Raven, P.H. 2020. Vertebrates on the brink as indicators of biological annihilation and the sixth mass extinction. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 117(24): 13596–13602. <https://doi.org/10.1073/pnas.1922686117>
- Chaigneau, T., Coulthard, S., Daw, T.M. Szaboova, L., Camfield, L., Chapin III, F.S., Gasper, D., Gurney, G.G., Hicks, C.C., Ibrahim, M., James, T., Jones, L., Matthews, N., McQuistan, C., Meyers, B. & Brown, K. 2022. Reconciling well-being and resilience for sustainable development. *Nature Sustainability* 5: 287–293. <https://doi.org/10.1038/s41893-021-00790-8>

- Checkland, P. 2011. Systems Thinking and Soft Systems Methodology. In Galliers, R.D & Currie, W.L. (eds.). *The Oxford Handbook of Management Information Systems: Critical Perspectives and New Direction*. <https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780199580583.-003.0006>
- Cinner, J.E. & Barnes, M.L. 2019. Social Dimensions of Resilience in Social-Ecological Systems. *One Earth* 1(1): 51–56. <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2019.08.003>
- Coxson, D.S., & Marsh, J. 2001. Lichen chronosequences (postfire and postharvest) in lodgepole pine (*Pinus contorta*) forests of northern interior British Columbia. *Canadian Journal of Botany* 79: 1449–1464.
- Dentoni, D. & Bitzer, V. 2015. The role(s) of universities in dealing with global wicked problems through multi-stakeholder initiatives. *Journal of Cleaner Production* 106: 68–78. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.09.050>
- Dettki, H. & Esseen, P.-E. 1998. Epiphytic macrolichens in managed and natural forest landscapes: a comparison at two spatial scales. *Ecography* 21: 613–624.
- Donner-Amnell, J. 1995. Puulla parempiin päiviin ja kestävään yhteiskuntaan? Metsäsektori suomalaisessa talous- ja ympäristökeskustelussa laman vuosina. Julkaisussa: Massa, I. & Rahkonen, O. (toim.). *Riskiyhteiskunnan talous. Suomen talouden ekologinen moderniisaatio*. Gaudamus, Helsinki, 189–240.
- Dryzek, J.S. 2013. *The Politics of the Earth*. Oxford University Press. ISBN 978-0199277391
- Edwards D., Jay M., Jensen F., Lucas B., Marzano M., Montagne C., Peace A. & Weiss G. 2012. Public preferences for structural attributes of forests: towards a Pan-European perspective. *Forest Policy and Economics* 19: 12–19. <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2011.-07.006>
- Esseen, P.-A, Renhorn, K.-E. & Pettersson, R.B. 1996. Epiphytic lichen biomass in managed and old-growth boreal forests: Effect of branch quality. *Ecological Applications* 6(1): 228–238.
- Esseen, P.-A. & Rehorn, K.-E. 1998. Edge effects on an epiphytic lichen in fragmented forests. *Conservation Biology* 12(6): 1307–1317.
- FAO 2022. Sustainable forest management. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Verkkosivusto. Viitattu: 30.8.2022. <https://www.fao.org/forestry/sfm/en>
- Felin, L. & Mella, I. 2013. Äkillisen rakennemuutoksen alueet 2007–2013. TEM raportteja 31. Työ- ja elinkeinoministeriö. 135 s.
- Finér, L. 2021. Suometsäfoorumi kokoontui ensimmäisen kerran ja pohti kokonaiskestävyyttä. Suometsäfoorumin verkkosivuilla julkaistu blogi. Luonnonvarakeskus. Viitattu: 14.9.2022. <https://projects.luke.fi/suometsafoorumi/blogi/>
- Folke, C., Biggs, R., Norström, A.V., Reyers, B. & Rockström, J. 2016. Social-ecological resilience and biosphere-based sustainability science. *Ecology and Society* 21(3): 41. <http://dx.doi.org/10.5751/ES-08748-210341>
- FOREST EUROPE 1993. Helsinki Resolution 1: General Guidelines for the Sustainable Management of Forests in Europe. Second Ministerial Conference for the Protection of Forests

- in Europe (MCPFE), Helsinki, Finland. Verkkojulkaisu. Viitattu 30.8.2022. https://fores-teurope.org/wp-content/uploads/2022/01/MC_helsinki_resolutionH1.pdf
- FOREST EUROPE 2015. 25 years together promoting Sustainable Forest Management in Europe. Updated Pan-European indicators for sustainable forest management. Annex 1. Ministerial Declaration. Madrid, Spain. Verkkojulkaisu. Viitattu 30.8.2022. https://fores-teurope.org/wp-content/uploads/2017/03/CI_4pages.pdf
- Geels, Frank W. 2002. 'Technological Transitions as Evolutionary Reconfiguration Processes: A Multi-Level Perspective and a Case-Study'. *Research Policy* 31(8): 1257–74. [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(02\)00062-8](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(02)00062-8)
- Goldman, R.L., Thompson, B.H. & Daily, G.C. 2007. Institutional incentives for managing the landscape: inducing cooperation for the production of ecosystem services. *Ecological Economics* 64: 333–343.
- Gray S.A., Gray, S., De Kok, J.L., Helfgott, A.E.R O'Dwyer, B., Jordan, R. & Nyaki, A. 2015. Using fuzzy cognitive mapping as a participatory approach to analyze change, preferred states, and perceived resilience of social-ecological systems. *Ecology and Society* 20. <https://doi.org/10.5751/ES-07396-200211>
- Green Fuel Nordic 2022. Yrityksen verkkosivu. Viitattu: 27.1.2022. <https://www.greenfuelnordic.fi/yritys>
- Groundstroem, F. & Juhola, S. 2021. Using systems thinking and causal loop diagrams to identify cascading climate change impacts on bioenergy supply systems. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* 26, 29. <https://doi.org/10.1007/s11027-021-09967-0>
- Guisepelli, E., Fleury, P., Vincent, A., Aalders, I., Prazan, J. & Vanni, F. 2018. Adapted SES framework for AEFS and guidelines for assessing sustainability of agricultural systems in Europe. UNISECO project: Deliverable report D2.1. This document was produced under the terms and conditions of Grant Agreement No. 773901 for the European Commission. 79 p. Verkkojulkaisu. <https://ec.europa.eu/research/participants/documents/downloadPublic?documentIds=080166e5bf2084fd&appId=PPGMS>
- Gundersen V. & Frivold L. 2011. Naturally dead and downed wood in Norwegian boreal forests: public preferences and the effect of information. *Scandinavian Journal of Forest Research* 26(2): 110–119. <https://doi.org/10.1080/02827581.2010.536567>
- Gundersen V. & Frivold L., 2008. Public preferences for forest structures: a review of quantitative surveys from Finland, Norway and Sweden. *Urban Forestry and Urban Greening* 7(4): 241–258. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2008.05.001>
- Haahtela, T. 2019. A biodiversity hypothesis. *Allergy*, 74(8): 1445–1456. <https://doi.org/10.1111/all.13763>
- Haahtela, T., Holgate, S., Pawankar, R., Akdis, C.A., Benjaponpitak, S., Caraballo, L., Demain, J., Portnoy, J., von Hertzen, L. & WAO Special Committee on Climate Change and Biodiversity. 2013. The biodiversity hypothesis and allergic disease: world allergy organization position statement. *The World Allergy Organization journal* 6(1): 3. <https://doi.org/10.1186/1939-4551-6-3>

- Haakana, H., Huhta, E., Hirvelä, H. & Packalen, T. 2020. Trade-offs between wood production and forest grouse habitats in two regions with distinctive landscapes. *Forest Ecosystems* 7: 21. <https://doi.org/10.1186/s40663-020-00227-2>
- Hakkila, P. 2004. Puuenergian teknologiaohjelma 1999–2003: Metsähakkeen tuotantoteknologia. TEKES. Teknologiaohjelmaraaportti 5. 135 s. ISBN: 952-457-150-1.
- Halla, T. & Laine, J. M. 2022. To cut or not to cut – emotions and forest conflicts in digital media. *Journal of Rural Studies* 94: 439–453. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2022.07.019>
- Halla, T. 2018. Ammatillisen metsäsuhteen elementtejä – Metsähallituksen työntekijöiden työssä arvokkaaksi kokemat asiat. Julkaisussa Paaskoski, L. & Roiko-Jokela, H. (toim.). *Suomalaisten metsäsuhteiden tila*. Suomen metsämuseo, Lusto, Punkaharju: 51–63.
- Halla, T., Karhunkorva, R. & Laine, J.M. 2020. Metsäsuhteet metsäkulttuurisen kestävyuden rakentajina. *Vuosilusto*, Lusto, Suomen metsämuseo ja metsätietokeskus 13: 24–37. <http://hdl.handle.net/10138/316213>
- Hallikainen V. 1998. The Finnish wilderness experience. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 711. 288 s. <http://urn.fi/URN:ISBN:951-40-1656-4>.
- Hallikainen, V. Tyrväinen, L. & Silvennoinen H. 2016. Kvantitatiivisten tutkimusmenetelmien käyttö metsämaisemien tutkimuksessa. *Acta Lapponica Fenniae* 26: 20–40. <https://urn.fi/URN:NBN:fi:ula-201602021018>
- Hallikainen, V., Helle, T., Hyppönen, M., Ikonen, A., Jokinen, M., Naskali, A., Tuulentie, S. & Varmola, M. 2008. Luonnonkäyttöön perustuvat elinkeinot ja niiden väliset suhteet Ylä-Lapissa. *Metsätieteen aikakauskirja* 3: 191–219. <https://doi.org/10.14214/ma.6390>
- Halonen, M., Näyhä, A., & Kuhmonen, I. 2022. Regional sustainability transition through forest-based bioeconomy? Development actors' perspectives on related policies, power, and justice. *Forest Policy and Economics* 142: 102775. <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2022.102775>
- Hamunen, K., Kurttila, M., Miina, J., Peltola, R. & Tikkanen, J. 2019. Sustainability of Nordic non-timber forest product-related businesses: A case study on bilberry. *Forest Policy and Economics* 109: 102002. <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2019.102002>
- Harris, A. 1992. Post-logging regeneration of reindeer lichens (*Cladina* spp.) as related to woodland caribou winter habitat. Ontario Ministry of Natural Resources, Northwest Region Science and Technology, Technical report 69. 66 p.
- Hast, S. & Jokinen, M. 2016. Elinkeinojen yhteensovittaminen – tarkastelussa kaivostoiminta, poronhoito ja luontomatkailu. Julkaisussa: Mononen, T. & Suopajarvi, L. (toim.). *Kaivos suomalaisessa yhteiskunnassa*. Lapin yliopistokustannus, Rovaniemi. s. 86–110. ISBN pdf 978-952-310-966-7
- Hast, S. 2021. Yhteensovittamattomat luonnonvarat? Tutkimus Lapin luonnonvaraistumisesta. *Acta electronica Universitatis Lapponiensis*. 167 s. <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-337-285-6>
- Haverinen, R., Mattila, K., Neuvonen, A., Saramäki, R. & Sillanaukea, O. (toim.) 2021. Ihminen osana elonkirjoa. *Luontosuhteet, luontokäsitteet ja sivistys kestävyyskriisin aikakaudella*. Sitra 2021. ISBN pdf 978-952-347-248-8

- Hegland, S.J., Seldal, T., Lilleeng, M.S. & Rydgren, K. 2016. Can browsing by deer in winter induce defence responses in bilberry (*Vaccinium myrtillus*)? *Ecological Research* 31(3): 441–448. <https://doi.org/10.1007/s11284-016-1351-1>
- Helle, T. & Kojola, I. 1993. Reproduction and mortality of Finnish semi-domesticated reindeer in relation to density and management strategies. *Arctic* 46: 72–77.
- Helle, T., Aspi, J. & Kilpelä, S.-S. 1990. The effects of stand characteristics on reindeer lichens and range used by semi-domesticated reindeer. *Rangifer*, Special Issue 3: 107–114.
- Hellström, E. & Reunala, A. 1995. Forest conflicts from the 1950's to 1983 – A review of a comparative study between USA, Germany, France, Sweden, Finland and Norway. European Forest Institute, EFI Research Report 3. 92 p.
- Helne, T. 2022. Hyvinvointitalouden kahdet kasvot. Kelan tutkimusblogi. Viitattu 22.8.2022. <https://tutkimusblogi.kela.fi/arkisto/6561>
- Hetemäki, L. 2019. The role of science in Forest policy – experiences by EFI. *Forest Policy and Economy* 105: 10–16. <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2019.05.014>
- Howe, C., Suich, H., Vira, B., & Mace, G.M. 2014. Creating win-wins from trade-offs? Ecosystem services for human well-being: A meta-analysis of ecosystem service trade-offs and synergies in the real world. *Global Environmental Change* 28: 263–275. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2014.07.005>
- Huuskonen, S., Domisch, T., Finér, L., Hantula, J., Hynynen, J., Matala, J., Miina, J., Neuvonen, S., Nevalainen, S., Niemistö, P., Nikula, A., Piri, T., Siitonen, J., Smolander, A., Tonteri, T., Uotila, K. & Viiri, H. 2021. What is the potential for replacing monocultures with mixed-species stands to enhance ecosystem services in boreal forests in Fennoscandia? *Forest Ecology and Management* 479: 118558. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2020.118558>
- Hyvärinen, E., Juslén, A., Kemppainen, E., Uddström, A. & Liukko, U.-M. (toim.). 2019. Suomen lajien uhanalaisuus – Punainen kirja 2019. Ympäristöministeriö & Suomen ympäristökeskus. Helsinki. 704 s. <http://hdl.handle.net/10138/299501>
- Jaakkola, L.M., Helle, T.P., Soppela, J., Kuitunen, M.T. & Yrjönen, M.J. 2006. Effects of forest characteristics on the abundance of alectoroid lichens in northern Finland. *Canadian Journal of Forest Research* 36: 2955–2965.
- Jalonen, R., Hanski, I., Kuuluvainen, T., Nikinmaa, E., Pelkonen, P., Puttonen, P., Raitio, K. & Tahvonen, O.I. (toim.). 2006. Uusi metsäkirja. Gaudeamus. <http://urn.fi/URN:NBN:fi:bib:-me:W00481634400>
- Jokinen, M. 2014. Heated and frozen forest conflicts: Cultural sustainability and forest management in arctic Finland. In Katila P., Galloway G., de Jong W., Pacheco P., Gerardo M. (eds.). 2014. *Forests under pressure: Local responses to global issues*. IUFRO World Series Volume 32: 381–398. ISBN 978-3-902762-30-6
- Jokinen, M. 2019. Lapin ympäristökiistojen kulttuuriset tekijät. *Dissertationes Forestales* 281. 90 s. <https://doi.org/10.14214/df.281>
- Jonsson Čabrajč, A.V., Moen, J. & Palmqvist, K. 2010. Predicting growth of mat-forming lichens on a landscape scale — comparing models with different complexities. *Ecography* 33: 949–960. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0587.2009.06079.x>

- Jonsson Čabrajić, A.V. 2009. Modeling lichen performance in relation to climate: scaling from thalli to landscapes. Doctoral dissertation, Umeå Universit. 38 p. ISBN 978-91-7264-744-2
- Jäppinen, J.-P., Tyrväinen, L., Reinikainen, M. & Ojala, A. 2014. Luonto lähelle ja terveydeksi: Ekosysteemipalvelut ja ihmisen terveys. (Ecosystem services and human health) Argumenta-hankkeen (2013–2014) tulokset ja toimenpidesuositukset. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 35. Suomen ympäristökeskus. 104 s. ISBN 978-952-11-4398-4 ISBN 978-952-11-4397-7. <http://hdl.handle.net/10138/153461>
- Järvenpää, J. 2018. Poro ja poronhoito talousmetsissä – Katsaus metsätalouden ja porotalouden yhteensovittamiseen Suomessa. Hankkeen loppuraportti. Suomen Metsäkeskus. ISBN 978-952-283-065-4.
- Järvensivu, P., Ahokas, J. & Toivanen, T. 2022. Tavoitteena reilu ja kestävä talous: Siirtymään tähtäävät aloitteet suomalaisessa keskustelussa ja politiikassa. Sitra. ISBN 978-952-347-282-2.
- Kaila, A., Sarkkola, S., Laurén, A., Ukonmaanaho, L., Koivusalo, H., Xiao, L., O’Driscoll, C., Asam, Z., Tervahauta, A. & Nieminen, M. 2014. Phosphorus export from drained Scots pine mires after clear-felling and bioenergy harvesting. *Forest Ecology and Management* 325: 99–107. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2014.03.025>
- Karjalainen, E. 2006. The visual preferences for forest regeneration and field afforestation – four case studies in Finland. *Dissertationes Forestales* 31. 111 s. <https://doi.org/10.14214-/df.31>.
- Karppinen, H., Hänninen, H. & Horne, P. 2020. Suomalainen metsänomistaja 2020. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 30/2020. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 73 s. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-326-961-3>
- Kearney A., Bradley G., 2011. The effects of viewer attributes on preference for forest scenes: Contributions of attitudes, knowledge, demographic factors, and stakeholder group membership. *Environment and Behavior* 43(2): 147–181. <https://doi.org/10.1177/0013916509353523>.
- Kearney A., Tilt J. & Bradley G. 2010. The effects of forest regeneration on preferences for forest treatments among foresters, environmentalists, and the general public. *Journal of Forestry* 108(5): 215–229. <https://doi.org/10.1093/jof/108.5.215>.
- Kemijärven kaupunki 2013. Yleiskaava Pöyliö-Särkikangas-Keskusta-Sipovaara: Kaavaselostus. 54 s.
- Keskusmetsälautakunta Tapio 1985. Metsäluonnon hoito ja suojelu yksityismetsissä. 22 s. Helsinki. OCLC: 57831730.
- Keskusmetsälautakunta Tapio 2020. Metsänhoidon suositukset – Metsien kestävän hoidon ja käytön perusteet. Keskusmetsälautakunta Tapio. Tapion julkaisuja. Tapio Oy. 52 s. ISBN pdf 978-952-5632-95-8
- Kestävän kehityksen toimikunta 2016. Suomi, jonka haluamme 2050 – Kestävän kehityksen yhteiskuntasitoumus. Kestävän kehityksen toimikunta 20.4.2016. 7 s. Verkkajulkaisu. Viitattu 21.9.2022. <https://kestävakehitys.fi/materiaalit>

- Kestävän kehityksen toimikunta 2022. Kestävän kehityksen yhteiskuntasitoumuksen seuranta-
korit. Verkkosivusto. Viitattu: 1.8.2022. <https://kestavakehitys.fi/kestavan-kehityksen-seurantakorit>
- Kietäväinen, A., Hallikainen, V. & Tuulentie, S. Tulossa. Miten puhua metsästä – metsiin liittyvä
retoriikka ja mielikuvat. Käsikirjoitus.
- Kivimaa, P., Huttunen, S., Lähteenmäki-Uutela, A., Heikkinen, M., Juhola, S., Kaljonen, M.,
Käyhkö, J., Lund, P., Näkkäläjärvi, K. & Vainio, A. 2021. Kuinka oikeudenmukaisuus voi-
daan huomioida ilmastopolitiikassa? Verkojulkaisu. www.ilmastopaneeli.fi. Ilmastopa-
neelin julkaisu 7. 13 s.
- Kivinen, S., Berg, A., Moen, J., Östlund, L. & Olofsson, J. 2012. Forest fragmentation and land-
scape transformation in a reindeer husbandry area in Sweden. *Environmental Manage-
ment* 49: 295–304.
- Kivinen, S., Moen, J., Berg, A. & Eriksson, Å. 2010. Effects of modern forest management on
winter grazing resources for reindeer in Sweden. *Ambio* 39: 269–278.
- Koistinen, A., Luro, J.-P. & Vanhatalo, K. (toim.). 2019. Metsänhoidon suositukset energiapuun
korjuuseen, työopas. Tapion julkaisu. 73 s. ISBN 978-952-5632-81-1.
- Koivula, M., Silvennoinen, H., Koivula, H., Tikkanen, J. & Tyrväinen, L. 2020. Continuous-cover
management and attractiveness of managed Scots pine forests. *Canadian journal of
forest research*. <https://doi.org/10.1139/cjfr-2019-0431>
- Koivusalo, H. & Kokkonen, T. 2002. Snow processes in a forest clearing and in a coniferous
forest. *Journal of Hydrology* 262: 145–164.
- Kojola, I., Helle, T., Niskanen, M. & Aikio, P. 1995. Effects of lichen biomass on winter diet, body
mass and reproduction of semi-domesticated reindeer Rangifer t. tarandus in Finland.
Wildlife Biology, 1(1): 33–38.
- Kojola, S., Niemistö, P., Salminen, H., Lehtonen, M., Ihalainen, A., Kiljunen, N., Soikkeli, P. &
Laiho, R. 2015. Synthesis report on utilization of peatland forests for biomass produc-
tion. Cleen Oy Research report D 2.1.2. 52 s. ISBN 978-952-5947-79-3.
- Konu, H. & Tyrväinen, L. 2020. Matkakohteen luontoympäristön vetovoimaisuuden ylläpitämi-
nen maisema- ja virkistysarvokaupan avulla. *Matkailututkimus* 16(2): 40–44. <https://doi.org/10.33351/mt.97572>
- Konu, H., Neuvonen, M., Mikkola, J., Kajala, L., Tapaninen, M. & Tyrväinen, L. 2021. Suomen
kansallispuistojen virkistyskäyttö 2000–2019. *Metsähallituksen luonnonsuojelujulkai-
suja. Sarja A* 236. 131 s. ISBN 978-952-377-024-9
- Korhonen, K. T., Ihalainen, A., Kuusela, S., Punttila, P., Salminen, O. & Syrjänen, K. 2020. Metsien
monimuotoisuudelle merkittävien rakennepiirteiden muutokset Suomessa vuosina
1980–2015. *Metsätieteen aikakauskirja vuosikerta 2020*: 10198; <https://doi.org/10.14214/ma.10198>
- Kotkamills 2022. Products. Yrityksen verkkosivu. Viitattu: 4.8.2022. www.kotkamills.com/products/

- Kouki, J., Junninen, K., Mäkelä, K., Hokkanen, M., Aakala, T., Hallikainen, V., Korhonen, K.T., Kuvluvainen, T., Loiskekoski, M., Mattila, O., Matveinen, K., Punntila, P., Ruokanen, I., Valkonen, S. & Virkkala, R. 2018a. Metsät. Julkaisussa: Kontula, T. & Raunio, A. (toim.). Suomen luontotyyppien uhanalaisuus 2018. Luontotyyppien punainen kirja – Osa 1: Tulokset ja arvioinnin perusteet. Suomen ympäristö 5/2018. Suomen ympäristökeskus & ympäristöministeriö. Helsinki. s. 171–201. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-11-4816-3>
- Kouki, J., Junninen, K., Mäkelä, K., Hokkanen, M., Aakala, T., Hallikainen, V., Korhonen, K.T., Kuvluvainen, T., Loiskekoski, M., Mattila, O., Matveinen, K., Punntila, P., Ruokanen, I., Valkonen, S. & Virkkala, R. 2018b. Metsät. Julkaisussa: Kontula, T. & Raunio, A. (toim.). Suomen luontotyyppien uhanalaisuus 2018. Luontotyyppien punainen kirja – Osa 2: luontotyyppien kuvaukset. Suomen ympäristö 5/2018. Suomen ympäristökeskus & ympäristöministeriö. Helsinki. s. 475–567. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-11-4819-4>
- Kröger, A.M. & Raitio, K. 2017. Finnish forest policy in the era of bioeconomy: A pathway to sustainability? *Forest Policy and Economics* 77: 6–15. <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2016.12.003>
- Kukkonen, J. 2019. Tuoreen hakkeen käyttö energiantuotannossa. Lappeenrannan teknillinen yliopisto. Energiatekniikan kandidaatintyö. 30 s. <https://urn.fi/URN:NBN:fi-fe20191230-49424>
- Kumpula, J. 2001a. Productivity of semi-domesticated reindeer (*Rangifer t. tarandus*) stock and carrying capacity of pastures in Finland during 1960–1990's. Väitöskirja. *Acta Universitatis Ouluensis, Scientiae. Rerum Naturalium A* 375, 44 p.
- Kumpula, J. 2001b. Winter grazing of reindeer in woodland lichen pasture. Effects of lichen availability on the condition of reindeer. *Small Ruminant Research* 39: 121–130.
- Kumpula, J., Colpaert, A. & Nieminen, M. 1998. Reproduction and productivity of semi-domesticated reindeer in Northern Finland. *Canadian Journal of Zoology* 76: 269–277.
- Kumpula, J., Colpaert, A. & Nieminen, M. 2000. Condition, potential recovery rate and productivity of lichen (*Cladina* spp.) ranges in the Finnish reindeer management area. *Arctic* 53 (2): 152–160.
- Kumpula, J., Colpaert, A. & Anttonen, M. 2007. Does forest harvesting and linear infrastructure change the usability value of pastureland for semi-domesticated reindeer (*Rangifer tarandus tarandus*)? *Annales Zoologici Fennici* 44: 161–178.
- Kumpula, J., Peltonen, M., Suvilampi, E. & Siitari, J. 2008a. Metsänkäsittelyt ja porolaitumet. Metsähallituksen hakkuukoelueiden seurantalulokset Pohjois-Lapissa vuosilta 1997–2007. Yhteenveto seurannasta. Tutkimusraportti. RKTL porontutkimusasema, Kaamanen. 39 s.
- Kumpula, J., Colpaert, A. & Tanskanen, A. 2008b. Porojen laidunten valinta muuttuneessa metsä- ja maisemarakenteessa Keski-Lapissa. *Suomen Riista* 54: 69–82.
- Kumpula, J., Stark, S. & Holand, Ø. 2011. Seasonal grazing effects by semi-domesticated reindeer on subarctic mountain birch forests. *Polar Biology* 34(3): 441–453.
- Kumpula, J., Kurkilahti, M., Helle, T. & Colpaert, A. 2014. Both reindeer management and several other land use factors explain the reduction in ground lichens (*Cladonia* spp.) in pastures

- grazed by semi-domesticated reindeer in Finland. *Regional Environmental Change* 14: 541–559.
- Kumpula, J., Siitari, J., Siitari, S., Kurkilahti, M., Heikkinen, J. & Oinonen, K. 2019. Poronhoitoalueen talvilaitumet vuosien 2016–2018 laiduninventoinnissa - Talvilaidunten tilan muutokset ja muutosten syyt. (korjattu painos), *Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus* 33/2019. Luonnonvarakeskus. 86 s. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-326-763-3>
- Kunnas, J. & Myllyntaus, T. 2020. "Lessons from the Past? Finnish Forest Utilization from the mid-18th Century to the Present", *Environment and History, Fast Track*, 26 pages. <https://doi.org/10.3197/096734020X15900760737121>
- Kurttila, M., Kohl, J., Viitanen, J., Mutanen, J. & Kniivilä, M. 2022. Metsäalan toimintaympäristö. Julkaisussa: Kärkkäinen, L., Hirvelä, H., Kilpeläinen, H., Kniivilä, M., Kohl, J., Korhonen, K.T., Kurttila, M., Lempinen, R., Miina, J., Mutanen, A., Neuvonen, M., Nieminen, M., Ollila, P., Piirainen, S., Sarkkola, S., Tolvanen, A., Tuomainen, T., Tyrväinen, L., Vatanen, E. & Viitanen, J. 2022. Taustaselvitys Kansallinen metsästrategia 2035:n valmistelua varten: Skenaarioihin perustuva tarkastelu. *Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus* 61/2022. Luonnonvarakeskus. Helsinki. s. 10–25. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-474-6>
- Kuuluvainen 2009. Forest management and biodiversity conservation based on natural ecosystem dynamics in Northern Europe: The complexity challenge. *AMBIO: A Journal of the Human Environment*, 38(6): 309– 315. <https://doi.org/10.1579/08-A-490.1>
- Kuuluvainen, T., Tahvonen, O. & Aakala, T. 2012. Even-Aged and Uneven-Aged Forest Management in Boreal Fennoscandia: A Review, *AMBIO* 41: 720–737.
- Kärkkäinen, L., Haakana, H., Hirvelä, H., Lempinen, R. & Packalen, T. 2020: Assessing the Impacts of Land-Use Zoning Decisions on the Supply of Forest Ecosystem Services. *Forests* 11: 931. <https://doi.org/10.3390/f11090931>
- Kärkkäinen, L., Hirvelä, H., Kilpeläinen, H., Kniivilä, M., Kohl, J., Korhonen, K.T., Kurttila, M., Lempinen, R., Miina, J., Mutanen, A., Neuvonen, M., Nieminen, M., Ollila, P., Piirainen, S., Sarkkola, S., Tolvanen, A., Tuomainen, T., Tyrväinen, L., Vatanen, E. & Viitanen, J. 2022. Taustaselvitys Kansallinen metsästrategia 2035:n valmistelua varten: Skenaarioihin perustuva tarkastelu. *Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus* 61. 132 s. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-474-6>
- Laine, J. 2017. Metsästä yhteiskuntaan. Metsäntutkimuslaitos 1917–2012. Luonnonvarakeskus ja Metsäkustannus. 319 s. <http://hdl.handle.net/10138/329486>
- Laine, J., Halla, T., Paaskoski, L., Karhunkorva, R. & Kärkkäinen, S. 2018. Suomalainen metsäsuhde. Julkaisussa: Paaskoski, L. & Roiko-Jokela, H. (toim.). *Suomalaisten metsäsuhteiden tila*. Lusto, Suomen metsämuseo, Punkaharju, 112–120. ISBN pdf 978-952-69018-0-0
- Lapin liitto 2021a. Lappi-sopimus: Maakuntaohjelma 2022–2025. Julkaisu A59/2022. Lapin liitto. Rovaniemi. 77 s.
- Lapin liitto 2021b. Lappi-sopimus 2022–2025: Maakuntaohjelman toimeenpanosuunnitelma vuosille 2022–2023. Lapin liitto. Rovaniemi. 25 s.

- Lapin metsäraati 2022. Ilmastotoimet puntarissa, FACTOR-hankkeen, järjestämä kansalaisraati Lapin maakunnan asukkaille. Kansalaisdeliberaatio informoidussa ja oikeudenmukaisessa ilmastosiirtymässä, FACTOR-hanke. Marraskuu 2022. <https://sites.utu.fi/factor/>
- Lehtonen, A., Aro, L., Haakana, M., Haikarainen, S., Heikkinen, J., Huuskonen, S., Härkönen, K., Hökkä, H., Kekkonen, H., Koskela, T., Lehtonen, H., Luoranen, J., Mutanen, A., Nieminen, M., Ollila, P., Palosuo, T., Pohjanmies, T., Repo, A., Rikkinen, P., Rätty, M., Saarnio, S., Smolander, A., Soinne, H., Tolvanen, A., Tuomainen, T., Uotila, K., Viitala, E.-J., Virkajärvi, P., Wall, A. & Mäkipää, R. 2021. Maankäyttösektorin ilmastotoimenpiteet: Arvio päästövähennysmahdollisuuksista. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 121 s. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-152-3>
- Leskinen, L. 2007. Kestävyyden tulkinnot metsäkeskusten yhteistoiminnallisissa käytännöissä. <https://doi.org/10.14214/df.44>
- Leskinen, P., Cardellini, G., González García, S., Hurmekoski, E., Sathre, R., Seppälä, J., Smyth, C.E., Sterm, T. & Verkerk, P. J. 2018. Substitution effects of wood-based products in climate change mitigation. European Forest Institute. <https://doi.org/10.36333/fs07>
- Liski, J., Repo, A., Känkänen, R., Vanhala, P., Seppälä, J., Antikainen, R., Grönroos, J., Karvosenoja, N., Lähtinen, K., Leskinen, P., Paunu, V.-V. & Tuovinen, J.-P. 2011. Metsäbiomassan energiakäytön ilmastovaikutukset Suomessa. Suomen ympäristö 5/2011. 43 s. ISBN 978-952-11-3840-9
- Luke 2016/2017. Pientalojen polttopuun käyttö 2016/2017. Luonnonvarakeskuksen tilastopalvelu. Viitattu: 9.8.2021. https://stat.luke.fi/pientalojen-polttopuun-k%C3%A4ytt%C3%B6-20162017_fi
- Luke 2020. Puun energiakäyttö 2020. Luonnonvarakeskuksen tilastopalvelu. Viitattu: 9.8.2021. https://stat.luke.fi/puun-energiak%C3%A4ytt%C3%B6-2020_fi
- Luke 2022a. Hakkuukertymä ja puuston poistuma. Luonnonvarakeskuksen tilastopalvelu. Viitattu: 20.1.2022 & 12.8.2022. <https://www.luke.fi/fi/tilastot/hakkuukertyma-ja-puuston-poistuma>
- Luke 2022b. Valtakunnan metsien inventointi, VMI12 (mittausvuodet 2014–2018). Luonnonvarakeskuksen MELA Tulospalvelu. Viitattu: 20.1.2022. <http://www.luke.fi/mela-metsalaskelmat>
- Luke 2022c. Metsävarat. Luonnonvarakeskuksen tilastopalvelu. Viitattu: 12.8.2022. <https://www.luke.fi/tilastot/metsavarat>
- Luonnontila 2022. Luonnontila.fi -palvelun verkkosivusto Suomen luonnon tilasta ja sen kehityksestä. Viitattu: 1.8.2022. <https://www.luonnontila.fi/>
- Maa- ja metsätalousministeriö 1999. Kansallinen metsäohjelma 2010. MMM:n julkaisuja 2/1999. Helsinki. 38 s.
- Maa- ja metsätalousministeriö 2014. Valtioneuvoston metsäpoliittinen selonteko 2050. Maa- ja metsätalousministeriön julkaisuja 1/2014. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-453-822-0>
- Maa- ja metsätalousministeriö 2015. Kansallinen metsästrategia 2025. Maa- ja metsätalousministeriön julkaisuja 6/2015. ISBN pdf 978-952-453-908-1

- Maa- ja metsätalousministeriö 2019. Kansallinen metsästrategia 2025, päivitys. Valtioneuvoston periaatepäätös 21.2.2019. Maa- ja metsätalousministeriön julkaisuja 2019:7. 115 s.
- Maa- ja metsätalousministeriö 2022a. Metsästrategian uudistus: Kansallinen metsästrategia 2035, KMS 2035. Verkkosivusto. Viitattu: 5.8.2022. <https://mmm.fi/kms>
- Maa- ja metsätalousministeriö 2022b. Metsien hiilinielut. Maa- ja metsätalousministeriön verkkosivut. Viitattu 12.1.2022. <https://mmm.fi/metsat/metsatalous/metsat-ja-ilmastonmuutos/metsien-hiilinielut>
- MMM 2022. Metsätalouden kestävyys. Verkkosivu. Viitattu 30.8.2022. <https://mmm.fi/metsat/metsatalous/metsatalouden-kestavyys>.
- Maanavilja, L., Tuomainen, T., Aakkula, J., Haakana, M., Heikkinen, J., Hirvelä, H., Kilpeläinen, H., Koikkalainen, K., Kärkkäinen, L., Lehtonen, H., Miettinen, A., Mutanen, A., Myllykangas, J-P., Ollila, P., Viitanen, J., Vikfors, S. & Wall, A. 2021. Hiilineutraali Suomi 2035: Maan käyttö- ja maataloussektorin skenaariot. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 2021:63. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-383-263-3>
- Maness T. 2007. Trade-off analysis for decision making in natural resources: Where we are and where we are headed. *BC Journal of Ecosystems and Management* 8(2):1–16. <https://doi.org/10.22230/jem.2007v8n2a368>
- Marshall, G.R. 2015. A social-ecological systems framework for food systems research: accommodating transformation systems and their products. *International Journal of the Commons* 9(2): 881–908.
- Mattila O. & Roos A. 2014. Service logics of providers in the forestry services sector: Evidence from Finland and Sweden. *Forest Policy and Economics* 43: 10–17. <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2014.03.003>
- Mattila, E. 2014. Porojen talvilaitumien määrä ja laatu poronhoitoalueen etelä- ja keskiosissa - Uudet arviot vuosilta 2009–2013 ja keskeisten laiduntunnusten kehitys osin 1970-luvulta lähtien. *Metlan työraportteja* 304. 64 s. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-951-40-2489-4>
- Mccool, S., Stankey, G. 2004. Indicators of Sustainability: Challenges and Opportunities at the Interface of Science and Policy. *Environmental Management* 33: 294–305. <https://doi.org/10.1007/s00267-003-0084-4>
- McGinnis, M.D. & Ostrom, E. 2014. Social-ecological system framework: initial changes and continuing challenges. *Ecology and Society* 19(2): 30. <http://dx.doi.org/10.5751/ES-06387-190230>
- McShane, T.O., Hirsch, P.D., Tran Chi, T., Songorwa, A.N., Kinzig, A., Monteferri, B., Mutekanga, D., Hoang Van, T., Dammert, J.L., Pulgar-Vidal, M., Welch-Devine, M., Brosius, J.P., Coppolillo, P. & O'Connor, S. 2011. Hard choices: making tradeoffs between biodiversity conservation and human well-being. *Biological Conservation* 144: 966–972.
- MEA 2005. Millenium Ecosystem Assessment. Verkkosivusto. <https://www.millenniumassessment.org>
- Meadows, D. 1998. Indicators and Information Systems for Sustainable Development. A Report to the Balaton Group. The Sustainability Institute. <https://donellameadows.org/wp-content/userfiles/IndicatorsInformation.pdf>

- Metsä Spring 2022. Yrityksen verkkosivun uutinen. Viitattu: 4.8.2022. <https://metsaspring.com/fi/uutiset/>
- Metsäkeskus 2020. Lapin metsäohjelma 2021–2025: Alueellinen metsäohjelma 2021–2025, Lappi. 39 s.
- Miina J., Tolvanen A., Kumpula J. & Tyrväinen L. 2020b. Metsien luonnontuotteet, virkistyskäyttö ja porolaitumet jatkuvapeitteisessä ja jaksollisessa kasvatuksessa. *Metsätieteen aikakauskirja* 2020: 10345. <https://doi.org/10.14214/ma.10345>
- Miina, J., Hallikainen, V., Härkönen, K., Merilä, P., Packalen, T., Rautio, P., Salemaa, M., Tonteri, T. & Tolvanen, A. 2020a. Incorporating a model for ground lichens into multi-functional forest planning for boreal forests in Finland. *Forest Ecology and Management* 460. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2020.117912>
- Miina, J., Pukkala, T., Hotanen, J.-P. & Salo, K. 2010. Optimizing the joint production of timber and bilberries. *Forest Ecology Management* 259: 2065–2071. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2010.02.017>
- Mikkonen, J. 2020. Suomalaisten esteettiset metsäsuhteet. Julkaisussa: Paaskoski, L. & Roiko-Jokela, H. (toim.). Suomalaisten metsäsuhteiden tila. Lusto, Suomen metsämuseo, Puhkaharju <https://researchportal.helsinki.fi/fi/persons/jaana-m-laine/publications/93-111>. ISBN pdf 978-952-69018-0-0
- Miller, T.R. 2015. *Reconstructing Sustainability Science. Knowledge and Action for A Sustainable Future*. Science in Society series. Routledge. ISBN 978-0415632621
- Minkkinen, K., Ojanen, P., Koskinen, M. & Penttilä, T. 2020. Nitrous oxide emissions of undrained, forestry-drained, and rewetted boreal peatlands. *Forest Ecology and Management* 478: 118494. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2020.118494>
- Mönkkönen, M., Juutinen, A., Mazziotta, A., Miettinen, K., Podkopaev, D., Reunanen, P., Salmiinen, H. & Tikkanen, O.-P. 2014. Spatially dynamic forest management to sustain biodiversity and economic returns. *Journal of Environmental Management* 134: 80–89. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvman.2013.12.021>
- Nadeau Fortin, M.-A., Sirois, L. & St-Laurent M.-H. 2016. Extensive forest management contributes to maintain suitable habitat characteristics for the endangered Atlantic-Gaspésie caribou. *Canadian Journal of Forest Research* 46: 933–942. <https://doi.org/10.1139/cjfr-2016-0038>
- Neuvonen, M., Lankia, T., Kangas, K., Koivula, J., Nieminen, M., Sepponen, A.-M., Store, R. & Tyrväinen, L. 2022. Luonnon virkistyskäyttö 2020. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 41. Luonnonvarakeskus. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-429-6>
- Nieminen, M., Koskinen, M., Sarkkola, S., Laurén, A., Kaila, A., Kiikkilä, O., Nieminen, T.M. & Ukonmaanaho, L. 2015. Dissolved organic carbon export from harvested peatland forests with differing site characteristics. *Water, Air and Soil Pollution* 226: 181.
- Ojanen, P., Minkkinen, K. & Penttilä, T. 2013. The current greenhouse gas impact of forestry-drained boreal peatlands. *Forest Ecology and management* 289: 201–208. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2012.10.008>

- Ojanen, P., Penttilä, T., Tolvanen, A., Hotanen, J-P., Saarimaa, M., Nousiainen, H. & Minkkinen, K. 2019. Long-term effect of fertilization on the greenhouse gas exchange of low-productive peatland forests. *Forest Ecology and management* 432: 786–798. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2018.10.015>.
- Olsson, B.A., & Kellner, O. 2006. Long-term effects of nitrogen fertilization on ground vegetation in coniferous forests. *Forest Ecology and Management* 237(1): 458–470.
- Ostrom, E. 2009. A general framework for analyzing sustainability of social-ecological systems. *Science* (325) 5939: 419–422. <https://doi.org/10.1126/science.1172133>
- Paaskoski, L., Heikurinen, M. & Latvala-Harvalahti, P. (toim.). 2022. Metsäkulttuurinen kestävyys. Metsämuseo Luston julkaisu 5. Savonlinna. Verkkojulkaisu. 26 s. https://issuu.com/luston_julkaisu/docs/978-952-69018-7-9
- Palahi, M. 2019. Why Humboldt, why now? European Forest Institute, EFI. Verkkosivustolla julkaistu blogi. Viitattu: 14.9.2022. <https://blog.efi.int/why-humboldt-why-now>
- Paliskuntain yhdistys 2022. Porotietoa-Tilastoja. Verkkosivu. Viitattu: 1.8.2022. <https://paliskunnat.fi/py/materiaalit/tilastot/>
- Parkatti V-P. & Tahvonen O. 2021. Economics of multifunctional forestry in the Sámi people homeland region. *Journal of Environmental Economics and Management* 110: 102542. <https://doi.org/10.1016/j.jeem.2021.102542>
- Parviainen, J. & Västilä, S. 2011. Suomen metsät 2011: Kestävän metsätalouden kriteereihin ja indikaattoreihin perustuen. Metsäntutkimuslaitos. Maa- ja metsätalousministeriön julkaisu 2011:5. 96 s. ISBN 978-952-453-665-3
- Patronen, J. & Pastila, S. 2021. Metsähakkeen kysynnän kehitys ja riittävyys Suomessa. Raportti työ- ja elinkeinoministeriölle ja Huoltovarmuuskeskukselle 4. AFRY Management Consulting Oy. 42 s.
- Pavlovskaja, E. 2014. Sustainability criteria: their indicators, control, and monitoring (with examples from the biofuel sector). *Environmental Sciences Europe* 26: 17. <https://doi.org/10.1186/s12302-014-0017-2>
- Pekkarinen, A.J., Kumpula, J. & Tahvonen, O. 2021. What Drives the Number of Semi-domesticated Reindeer? Pasture Dynamics and Economic Incentives in Fennoscandian Reindeer Husbandry. *Julkaisussa: Nordic Perspectives on the Responsible Development of the Arctic: Pathways to Action*. Springer, Cham. p. 249–270. ISBN 978-3-030-52324-4
- Pekkarinen, A.J., Kumpula, J., Holand, Ø., Åhman, B. & Tahvonen, O. 2022. Bioeconomics of reindeer husbandry in Fennoscandia. *Julkaisussa: Reindeer Husbandry and Global Environmental Change*. Routledge. p. 211–231. ISBN 978-0-367-63267-0
- Pekkarinen, A.-J., Kumpula, J. & Tahvonen, O. 2015. Reindeer management and winter pastures in the presence of supplementary feeding and government subsidies. *Ecological Modelling* 312: 256–271. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2015.05.030>
- Pekkarinen, A.-J., Kumpula, J. & Tahvonen, O. 2020. Bioekonominen analyysi poronhoidon ja talvilaidunten tilan taloudellisesta kestävydestä Suomessa. *Julkaisussa: Kumpula, J. & Siitari, S. (toim.). Kestävä biotalous porolaitumilla -hankkeen osaraportit, johtopäätökset*

- ja toimenpide-ehdotukset. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 29/2020. Luonnonvarakeskus. s. 6–27. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-326-959-0>
- Pekurinen, M. 1997. Elämää metsässä ja metsästä - Metsäkonfliktien kahdet kasvot. Julkaisussa: Roiko-Jokela, H. (toim.). Luonnon ehdoilla vai ihmisen arvoilla? Polemiikkia metsien suojelusta 1850-luvulta 1990-luvulle. Jyväskylä, Atena Kustannus. ISBN 951-796-088-3
- Peltola T. & Tuomisaari J. 2015. Making a difference: Forest biodiversity, affective capacities, and the micro-politics of expert fieldwork. *Geoforum* 64: 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2015.05.013>
- Peltonen L., Kangasoja J., Luoma E., Turunen J-P., Lahdenperä S. 2020. Saamelaisten kotiseutualueen valtion metsien käytön ristiriidat ja ratkaisumahdollisuudet. *Konfliktikartoitus. Metsähallitus*. ISBN 978-952-377-009-6.
- Penn, A.S. & Barbrook-Johnson, P. 2020. Participatory System Mapping: A Practical Guide. Center for the Evaluation of Complexity Across the Nexus, CECAN. www.cecan.ac.uk. University of Surrey, UK. Verkkojulkaisu. <https://www.cecan.ac.uk/wp-content/uploads/2020/09/PSM-Workshop-method.pdf>
- Pettersson, S., Hallikainen, V., Naskali, A., Rovander, S. & Tuulentie, S. 2017. Ympäristökonfliktit Suomessa: mistä on kiistelty ja miksi? *Terra* 129(2): 87–107.
- Petäjästä, L. & Selby, A. 2014. Luontomatkailu ja virkistyskäyttö yritystoimintana. Julkaisussa: Tyrväinen, L., Kurttila, M., Sievänen, T., Tuulentie, S. (toim.). Hyvinvointia metsästä. Kirjokansi 90. Suomen Kirjallisuuden Seura. Helsinki. s. 129–140. ISBN 978-952-222-587-0
- Piirainen, S., Domisch, T., Moilanen, M. & Nieminen, M. 2013. Long-term effects of ash fertilization on runoff water quality from drained peatland forests. *Forest Ecology and Management* 287: 53–66. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2012.09.014>
- Pohjanmies, T., Eyvindson, K., Triviño, M., Bengtsson, J., & Mönkkönen, M. 2021. Forest multifunctionality is not resilient to intensive forestry. *European Journal of Forest Research*, 140(3): 537–549. <https://doi.org/10.1007/s10342-020-01348-7>
- Pohjanmies, T., Triviño, M., Le Tortorec, E., Salminen, H., & Mönkkönen, M. 2017. Conflicting objectives in production forests pose a challenge for forest management. *Ecosystem Services* 28: 298–310. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2017.06.018>
- Primmer, E. & Wolf, S. 2009. Empirical Accounting of Adaptation to Environmental Change: Organizational Competencies and Biodiversity in Finnish Forest Management. *Ecology and Society* 14(2).
- Primmer, E., Karppinen, H. 2010. Professional judgment in non-industrial private forestry: Forester attitudes and social norms influencing biodiversity conservation, *Forest Policy and Economics*, 12(2): 136–146.
- Pynnönen, S. 2020. Knowledge use in the management of privately owned forests: a focus on decision support services for multi-objective forest use. *Dissertationes Forestales* 289. 94 s. <https://doi.org/10.14214/df.289>
- Raison, R.J., Brown, D. & Flinn, W. (toim.). 2001. Criteria and Indicators for Sustainable Forest Management. CAB International Wallingford, UK, 93–109. ISBN-13: 978-0851993928

- Raitio, K. 2008. You can't please everyone – Conflict management practices, frames and institutions in Finnish state forests. Joensuun yliopiston yhteiskuntatieteellisiä julkaisuja 86. Joensuu. 271 s. ISBN 978-952-219-098-7
- Ramcilovic-Suominen, S. & Pülzl, H. 2018. Sustainable development—a 'selling point' of the emerging EU bioeconomy policy framework? *Journal of Cleaner Production* 172: 4170–4180. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.157>
- Ranwala, S.M.W. & Naylor, R.E.L. 2004. Production, survival and germination of bilberry (*Vaccinium myrtillus* L.) seeds. *Botanical Journal of Scotland* 56(1): 55–63. <https://doi.org/10.1080/03746600408685067>
- Rasmus, S., Wallen, H., Turunen, M., Landauer, M., Tahkola, J., Jokinen, M. & Laaksonen, S. 2021. Land-use and climate related drivers of change in the reindeer management system in Finland: Geography of perceptions. *Applied Geography*, Volume 134. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2021.102501>
- Rassi, P., Hyvärinen, E., Juslén, A. & Mannerkoski, I. (toim.). 2010. Suomen lajien uhanalaisuus – Punainen kirja 2010. Ympäristöministeriö & Suomen ympäristökeskus, Helsinki. 685 s.
- Raworth, K. 2018. Donitsitaloustiede. Seitsemän tapaa ajatella kuin 2000-luvun taloustieteilijä. Suom. Juha Pietiläinen. Terra Cognita. ISBN 978-952-5697-91-9
- Repo, A., Eyvindson, K., Halme, P. & Mänkkönen, M. 2020. Forest bioenergy harvesting changes carbon balance and risks biodiversity in boreal forest landscapes. *Canadian Journal of Forest Research* 50: 1184–119. <https://doi.org/10.1139/cjfr-2019-0284>
- Reyers, B., Moore, M.L., Haider, L.J. & Schlüter, M. 2022. The contributions of resilience to re-shaping sustainable development. *Nature Sustainability* 5: 657–664. <https://doi.org/10.1038/s41893-022-00889-6>
- Reynolds, M. & Holwell, S. (toim.). 2010. *Systems Approaches to Managing Change: A Practical Guide*. Milton Keynes, The Open University in association with Springer-Verlag London Limited. <http://dx.doi.org/doi:10.1007/978-1-84882-809-4>
- Rikkonen, P., Aakkula, J., Niemi, J., Setälä, J., Tyrväinen, L., Viitanen, J., Kniivilä, M., Konu, H., Kurttila, M., Mutanen, A., Niemi, J., Pihlanto, A., Rinne, M., Routa, J., Saarni, K. & Salmi P. 2020. Skenaariotarkastelu COVID-19-pandemian vaikutuksista metsäsektoriin, maa-, elintarvike- ja kalatalouteen sekä luontoon perustuvaan matkailu- ja luonnontuotealaan 2020-luvulla. *Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus* 77/2022. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-072-4>
- Rittel, H.W., & Webber, M.M. 1973. Dilemmas in a General Theory of Planning. *Policy sciences*, 4(2): 155–169.
- Rodríguez, J. P., Beard, Jr., T. D., Bennett, E. M., Cumming, G. S., Cork, S. J., Agard, J., Dobson, A. P., & Peterson, G. D. 2006. Trade-offs across Space, Time, and Ecosystem Services. *Ecology and Society* 11(1): 28. <https://doi.org/10.5751/ES-01667-110128>
- Roiko-Jokela, H. 2003. Arvot ja edut ristiriidassa. Kiistoja valtion metsistä. Minerva Kustannus Oy: Jyväskylä. ISBN 952-5478-32-7

- Roturier, S. & Bergsten, U. 2006. Influence of soil scarification on reindeer foraging and damage to planted *Pinus sylvestris* seedlings. *Scandinavian Journal of Forest Research* 21: 209–220.
- Ruokavirasto 2020. Marsi 2019: Luonnonmarjojen ja -sienten kauppantulomäärät vuonna 2019. Verkkojulkaisu. Ruokavirasto 3/2020. <https://www.ruokavirasto.fi/globalassets/viljelijat/tuet-ja-rahoitus/marsi-2019-raportti.pdf>
- Ruokavirasto 2021. Marsi 2020: Luonnonmarjojen ja -sienten kauppantulomäärät vuonna 2020. Verkkojulkaisu. Ruokavirasto 3/2021. <https://www.ruokavirasto.fi/globalassets/viljelijat/tuet-ja-rahoitus/marsi-2020-raportti.pdf>
- Ruokavirasto 2022. Marsi 2021: Luonnonmarjojen ja -sienten kauppantulomäärät vuonna 2021. Verkkojulkaisu. Ruokavirasto 3/2022. <https://www.ruokavirasto.fi/globalassets/viljelijat/tuet-ja-rahoitus/marsi-2021-raportti.pdf>
- Räty T., Häkkinen T. & Pesu J. 2021. Pitkääikaisten biohiilivarastojen arviointimenetelmät: Esiselvitys puutuotteista, Tulosruudut. 58 s. Luonnonvarakeskus & Suomen ympäristökeskus. <http://urn.fi/URN:NBN:fi-fe2021081843543>
- Saarikoski, H. & Raitio, K. 2013. Science and politics in old-growth forest conflict in Upper Lapland. *Nature and Culture* 8(1): 53–73. <https://doi.org/10.3167/nc.2013.080104>
- Saarinen, N., Ärölä, E., Vastaranta, M. & Holopainen, M. 2018. Metsäsunnittelu. Julkaisussa: Rantala, S. (toim.). *Tapion Taskukirja*, 26, Metsäkustannus, Helsinki. s. 294–306.
- Sahely, H.R., Kennedy, C.A. & Adams, B.J. 2005. Developing sustainability criteria for urban infrastructure systems. *Canadian Journal of Civil Engineering* 32: 72–85. <https://doi.org/10.1139/L04-072>
- Sandin, G., Peters, G.M. & Svanström, M. 2014. Life cycle assessment of construction materials: the influence of assumptions in end-of-life modelling. *The International Journal of Life Cycle Assessment* 19(4). <https://doi.org/10.1007/s11367-013-0686-x>
- Sandström, P., Cory, N., Svensson, J., Hedenås, H., Jougda, L. & Borchert, J. 2016. On the decline of ground lichen forests in the Swedish boreal landscape: Implications for reindeer husbandry and sustainable forest management. *Ambio* 45: 415–429. <https://doi.org/10.1007/s13280-015-0759-0>
- Sarkki, S. 2008. Forest Dispute and Change in Muonio Northern Finland. *Journal of Northern Studies* 2(2): 9–29. urn:nbn:se:umu:diva-43266
- Sarkki, S., & Heikkinen, H.I. 2015. Why do environmentalists not consider compromises as legitimate? Combining value- and process-based explanations from Finnish forest controversies. *Forest Policy and Economics* 50: 110–117. <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2014.08.004>
- Schwenk, W.S., Donovan, T.M., Keeton, W.S. & Nunery, J.S. 2012. Carbon storage, timber production, and biodiversity: comparing ecosystem services with multicriteria decision analysis. *Ecological Applications* 22: 1612–1627. <http://dx.doi.org/10.1890/11-0864.1>
- Senge, P.M. 1996. *The Fifth Discipline: The Art & Practice of The Learning Organization*. Doubleday, UK. ISBN 9780385517256

- Shumay, N. 1991. *The Invention of Argentina*. University of California Press, Berkeley, California.
- Siivonen, K. 2020. Metsäsuhde kulttuurisesti kestävästä tulevaisuusperintönä. Julkaisussa: Paasikoski, L. & Roiko-Jokela, H. 2020. *Metsät ja kulttuurinen kestävyys*. Metsähistorian Seura ry. Vuosilusto 13. <https://issuu.com/vuosilusto/docs/vuosilusto13/26>
- Silvennoinen H. 2017. Metsämaiseman kauneus ja metsänhoidon vaikutus koettuun metsämaisemaan. *Dissertationes Forestales* 242. 86 s. <https://doi.org/10.14214/df.242>
- Silvennoinen, H., Pukkala, T. & Tahvanainen L., 2002. Effect of cuttings on the scenic beauty of a tree stand. *Scandinavian Journal of Forest Research* 17(3): 263–273. <https://doi.org/10.1080/028275802753742936>
- Silvennoinen, H., Tikkanen, J., Tyrväinen, L. & Koivula, M. 2019. Eri-ikäisrakenteisuutta tavoittelevien hakkuiden vaikutukset mäntymetsien virkistyskäyttöarvoon. *Metsätieteen aikakauskirja*: 10192. <https://doi.org/10.14214/ma.10192>
- Simkin, J., Ojala, A. & Tyrväinen, L. 2020. What kind of forest is restorative: a case study in Finland. *Urban Forestry and Urban Greening* 48. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2019.126567>
- Skarin, A. & Åhman, B. 2014. Do human activity and infrastructure disturb domesticated reindeer? The need for the reindeer's perspective. *Polar Biology* 37(7): 1041–1054. <https://doi.org/10.1007/s00300-014-1499-5>
- Soimakallio, S., Kalliokoski, T., Lehtonen, A. & Salminen, O. 2021. On the trade-offs and synergies between forest carbon. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 26(1): 4. <https://doi.org/10.1007/s11027-021-09942-9>
- Soini, K. & Birkland, I. 2014. Exploring the scientific discourse on cultural sustainability. *Geoforum* 51: 213–223. <https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2013.12.001>
- Soini, K. & Salo, M. 2022. Kestävyyspuheen kolme kehystä. Julkaisussa: Vehmasto, E., Salo, M. & Soini, K. (toim.). *Kestävyyden kehykset – luonnonvaratutkimus kestävyysmuutoksessa*. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 74: 7–28. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-502-6>
- Soini, K., Svells, K., Abernethy, P., Jokinen, M. & Ojala, A. 2021. Sosiaalinen ja kulttuurinen kestävyys luonnonvarojen hallinnassa: Socially and Culturally Sustainable Natural Resource Governance (SOCCA) Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 62. Luonnonvarakeskus. 55 s. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-269-8>
- Sotarauta, M., Makkonen, T., Moisio, S. & Kurikka, H. 2021. Suomen aluekehityksen skenaariot 2040. Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja 2021: 60. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-327-975-9>
- Spinnova 2022. Yrityksen verkkosivu. Viitattu: 27.1.2022. www.spinnova.com
- SSAB 2022. Fossiilivapaa teräs. Yrityksen verkkosivu. Viitattu: 27.1.2022. www.ssab.fi/fossiilivapaa
- St1 2014. Cellunolix® -etanolitehtaan rakentaminen alkaa Kajaanissa. Yrityksen verkkosivun uutinen. Viitattu: 9.8.2021. www.st1.fi/cellunolix-etanolitehtaan-rakentaminen-alkaa-kajaanissa

- Stone, I., Ouellet, J.-P., Luc Sirois, L., Arseneau, M.-J. & St-Laurent M.-H. 2008. Impacts of silvicultural treatments on arboreal lichen biomass in balsam fir stands on Que´bec’s Gaspé Peninsula: Implications for a relict caribou herd. *Forest Ecology and Management* 255: 2733–2742. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2008.01.040>
- Stora Enso 2022. Lignin. Yrityksen verkkosivu. Viitattu: 27.1.2022. www.storaenso.com/en/products/lignin
- STT/Audiomedia Oy/ Laukkanen M. 10.6.2021. Maa- ja metsätalousministeri Jari Leppä: EU yrittää murentaa metsäpolitiikan kansallista päätösvaltaa. Verkkotiedote. Viitattu: 29.9.2022. www.sttinfo.fi.
- STT/Audiomedia Oy/ Laukkanen M. 26.1.2022. Luontopaneelin puheenjohtaja Janne Kotiaho: Metsien käyttö alistettava ekologiselle kestävyydelle – Käyttöön toimilupa kansalaisilta. Verkkotiedote. Viitattu: 29.9.2022. www.sttinfo.fi.
- STT/Audiomedia Oy/ Laukkanen M. 28.12.2021. Sitran Timo Lehesvirta: Suomen metsäkeskustelu polarisoitunutta ja ohipuhumista – Jokamiehen oikeus ei anna oikeutta metsien näennäisomistajuuteen. Verkkotiedote. Viitattu: 29.9.2022. www.sttinfo.fi.
- Suárez-Seoane, S., Jiménez-Alfaro, B. & Obeso, J.R. 2020. Habitat-partitioning improves regional distribution models in multi-habitat species: a case study with the European bilberry. *Biodiversity and Conservation* 29, 987–1008. <https://doi.org/10.1007/s10531-019-01922-5>
- Sulyma, R. & Coxson, D.S. 2001. Microsite displacement of terrestrial lichens by feather moss mats in late seral pine-lichen woodlands of north-central British Columbia. *The Bryologist* 104(4): 505–516.
- Suomen Metsäyhdistys 2022. Metsäbiotalouden tulevaisuuskuvassto. Täydentyvä kuvasto metsäalan uusimmista keksinnöistä, tuotteista ja palveluista Suomesta ja maailmalta. Metsäalan verkkolehti forest.fi. <https://forest.fi/fi/metsabiotalouden-tulevaisuuskuvassto/>
- Särkelä, R., Siltaniemi, A., Rouvinen-Wilenius, P., Parviainen, H., Ahola, E. 2014. Hyvinvointitalous. SOSTE Suomen sosiaali ja terveys ry. Verkkojulkaisu, www.soste.fi. ISBN 978-952-6628-08-0, ISSN 1237-7708.
- Takala, T., Hujala, T., Tanskanen, M., Tikkanen, J. 2017. Forest owners' discourses of forests: Ideological origins of ownership objectives. *Journal of Rural Studies* 51: 1–14. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2017.01.014>
- Takala, T., Hujala, T., Tanskanen, M., Tikkanen, J. 2019. Competing discourses of the forest shape forest owners' ideas about nature and biodiversity conservation. *Biodiversity and Conservation* 28: 3445–3464. <https://doi.org/10.1007/s10531-019-01831-7>
- TEEB, 2010. *The Economics of Ecosystems and Biodiversity: Ecological and Economic Foundations*. Edited by Pushpam Kumar Earthscan, London and Washington.
- TEM 2022. Hiilineutraali Suomi 2035 – kansallinen ilmasto- ja energiastrategia 2022. Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja. *Energia* 2022:53. TEM_2022_53.pdf (1.405Mt)
- ten Brink, P., Mutafoglu, K., Schweitzer, J.-P., Kettunen, M., Twigger-Ross, C., Baker, J., Kuipers, Y., Emonts, M., Tyrväinen, L., Hujala, T. & Ojala, A. 2016. The health and social benefits of nature and biodiversity protection. A report for the European Commission

- (ENV.B.3/ETU/2014/0039). Institute for European Environmental Policy, IEEP. 284 p. Verkkojulkaisu. <http://ec.europa.eu/environment/nature/biodiversity/intro/>
- Thorsen, B.J., Mavsar, R., Tyrväinen, L., Prokofieva, I. & Stenger, A. (eds.). 2014. The Provision of Forest Ecosystem Services. Volume II: Assessing cost of provision and designing economic instruments for ecosystem services. What science can tell us 5. European Forest Institute, Joensuu. 588 p. ISBN pdf 978-952-5980-14-1
- Tikkanen, J., Takala, T., Järvelä, M.-L., Kurttila, M. & Vanhanen, H. 2020. Challenges and Solutions for Non-Timber Forest Product Businesses in Finland: An Application of the SODA Analysis. *Forests* 11(7): 753. <https://doi.org/10.3390/f11070753>
- Tilastokeskus 2020. StatFin: Energian hankinta ja kulutus. 4. Vuosineljännes 2020. Viitattu: 9.8.2021. http://www.stat.fi/til/ehk/2020/04/ehk_2020_04_2021-04-16_tie_001_fi.html
- Tilastokeskus 2021. Greenhouse gas emissions in Finland 1990 to 2019. National Inventory Report under the UNFCCC and the Kyoto Protocol. Finland's National Inventory Report 2021. Verkkodokumentti. Viitattu 12.1.2022. https://www.stat.fi/static/media/uploads/tup/khkinv/fi_nir_un_2019_2021_04_14.pdf
- Tilastokeskus 2022a. StatFin: Tulot ja tuotanto alueittain. Viitattu: 1.8.2022. https://pxnet2-stat.fi/PXWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin_kan_altp/stafin_altp_pxt_12bd.px
- Tilastokeskus 2022b. StatFin: Työllisyys ja työtunnit alueittain. Viitattu: 1.8.2022. https://pxnet2-stat.fi/PXWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin_kan_altp/statfin_altp_pxt_12bg.px
- Tilastokeskus 2022c. StatFin: Työssäkäynti. Viitattu: 1.8.2022. https://statfin.stat.fi/PxWeb/-pxweb/fi/StatFin/StatFin_tyokay
- Tilastokeskus 2022d. StatFin: Väestörakenne. Viitattu: 1.8.2022. https://statfin.stat.fi/PxWeb/-pxweb/fi/StatFin/StatFin_vaerak
- Tolvanen, A., Saarimaa, M., Ahtikoski, A., Haara, A., Hotanen, J.-P., Juutinen, A., Kojola, S., Kurttila, M., Nieminen, M., Nousiainen, H., Parkkari, M., Penttilä, T., Sarkkola, S., Tarvainen, O., Minkkinen, K., Ojanen, P., Hjort, J., Kotavaara, O., Rusanen, J., Sormunen, H., Aapala, K., Heikkinen, K., Karppinen, A., Martinmäki-Aulaskari, K., Sallantausta, T., Tuominen, S., Vilmi, A., Kuokkanen, P., Rehell, S., Ala-Fossi, A. & Huotari, N. 2018. Metsätaloustalouden soveltumattomien ojitettujen soiden jatkokäyttö. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 48/2018. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-326-632-2>
- Tonteri, T., Salemaa, M., Rautio, P., Hallikainen, V., Korpela, L. & Merilä, P. 2016. Forest management regulates temporal change in the cover of boreal plant species. *Forest Ecology and Management* 381: 115–124. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2016.09.015>
- Tree to Textile 2022. Yrityksen verkkosivusto. Viitattu 1.8.2022. www.treetotextile.com
- Triviño, M., Juutinen, A., Mazziotta, A., Miettinen, K., Podkopaev, D., Reunanen, P. & Mönkkönen, M. 2015. Managing a boreal forest landscape for providing timber, storing and sequestering carbon. *Ecosystem Services* 14: 179–189. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecoser.2015.02.003>
- Tyrväinen, L., Ojala, A., Korpela, K., Tsunetsugu, Y., Kawaga, T., Lanki, T. 2014b. The influence of urban green environments on stress relief measures: A field experiment. *Journal of Environmental Psychology* 38: 1–9.

- Tyrväinen, L., Silvennoinen, H. & Kolehmainen O. 2003. Ecological and aesthetic values in urban forest management. *Urban Forestry and Urban Greening* 1(3): 135–149.
- Tyrväinen, L., Bauer, N & O'Brien, L. 2019. Impacts of forests on human health and well-being. In: Marusakova, L. & Sallmanshofer, M., Human health and sustainable forest management. FOREST EUROPE Study, Liaison Unit Bratislava. p. 30–57. Verkkojulkaisu <https://foresteurope.org> ISBN 978-80-8093-265-7
- Tyrväinen, L., Mäntymaa, E. & Ovaskainen, V. 2014a. Demand for enhanced forest amenities in private lands: The case of the Ruka-Kuusamo tourism area, Finland. *Forest Policy and Economics* 47: 4–13.
- Tyrväinen, L., Mäntymaa, E., Juutinen, A., Kurttila, M., Ovaskainen, V. 2020. Private landowners' preferences for trading forest landscape and recreational values: A choice experiment application in Kuusamo, Finland. *Land Use Policy* 107. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2020.104478>
- Tyrväinen, L., Savonen, E.-M. & Simkin, J., 2017b. Kohti suomalaista terveystalouden mallia. *Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus* 11. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-326-366-6>
- Tyrväinen, L., Sievänen, T., Konu, H., Tuohino, A., Aapala, K. & Ojala, O. 2018. Miten kehittää luonnon virkistys- ja matkailukäyttöä Suomessa? Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminta. Verkkojulkaisu, www.tietokayttoon.fi. Policy Brief 2/2018. 8 s.
- Tyrväinen, L., Silvennoinen, H., & Hallikainen, V. 2017a. Effect of the season and forest management on the quality of the tourism environment: Case from Finnish Lapland. *Scandinavian Journal of Forest Research* 32(4): 349–359.
- Tømmervik, H., Johansen, B., Tombre, I., Thannheiser, D., K. A. Høgda, K. A., Gaare, E. & Wielgolaski F.E. 2004. Vegetation changes in the Nordic mountain birch forest: the influence of grazing and climate change. *Arctic, Antarctic, and Alpine Research* 36(3): 323– 332.
- UPM 2021. UPM Biochemicals. Yrityksen verkkosivu. Viitattu: 9.8.2021. <https://www.upm.com/businesses/upm-biochemicals>
- UPM 2022. UPM financial statements release 2021. Yrityksen verkkosivu. Viitattu: 27.1.2022. <https://www.upm.com/about-us/for-media/releases/2022/01/>
- UPM Metsä 2022. Metsä on sekä hiilinielu että hiilivarasto. UPM Metsän verkkosivusto. Viitattu 21.9.2022. <https://www.upmmetsa.fi/tietoa-ja-tapahtumia/artikkelit/metsa-on-seka-hiilinielu-etta-hiilivarasto/>
- Usva, K. 2022. Elinkaarianalyysin mahdollisuudet kestävyden arvioinnissa. Julkaisussa Vehmasto, E., Salo, M. & Soini, K. (toim.). *Kestävyyden kehykset – luonnonvaratutkimus kestävyysmuutoksessa*. *Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus* 74/2022. s. 60–69. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-502-6>
- Uusitalo, M. & Peltola, R. (toim.). 2015. Pohjoisen uusiutuvista luonnonvaroista kasvua ja kannattavuutta: Agrometsä- ja puutarhatalouden mahdollisuudet Pohjois-Suomessa. *Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus* 24/2015. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-326-025-2>
- Valkeapää, A. & Karppinen, H. 2013. Citizens' view of legitimacy in the context of Finnish forest policy. *Forest Policy and Economics* 28: 52–59.

- Valkeapää, A. 2014. Values, Fairness and legitimacy in the context of Finnish Forest and Nature Conservation Policy. University of Helsinki, Department of Social Research. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-10-9141-4>
- Valkonen, J. 2006. Kulttuurinen kestävyys: idealistinen tavoite vai toimiva käytäntö. Teoksessa Jalonen, R. ym. Uusi metsäkirja. Gaudeamus. 57–61. <http://urn.fi/URN:NBN:fi:bib:-me:W00481634400>
- Valtioneuvosto 2012. Valtioneuvoston periaatepäätös Suomen luonnon monimuotoisuuden suojelun ja kestäväen käytön strategiasta 2012–2020. 23 s.
- Valtioneuvosto 2022. Suomen biotalousstrategia 2022. Kestävästi kohti korkeampaa arvonlisää. Valtioneuvoston julkaisu 2022:3. 51 s. VN_2022_3.pdf (686.5Kt)
- Verkerk, P.J., Hasegawa, M., Van Brusselen, J., Cramm, M., Chen, X., Imperato Maximo, Y., Koç, M., Lovrić, M. & Tekle Tegegne, Y. 2021. The role of forest products in the global bioeconomy – Enabling substitution by wood-based products and contributing to the Sustainable Development Goals. Rome, FAO on behalf of the Advisory Committee on Sustainable Forest-based Industries (ACSF). <https://doi.org/10.4060/cb7274en>
- von Carlowitz, H.C. 1713. Sylvicultura Oeconomica, oder Haußwirthliche Nachricht und Naturmäßige Anweisung zur Wilden Baum Zucht. Leipzig.
- Voulvoulis, N., Giakoumis, T., Hunt, C., Kioupi, V., Petrou, I. Souliotis, I., Vaghela, C. & FIH binti Van Rosely, 2022. Systems thinking as a paradigm shift for sustainability transformation. *Global Environmental Change* 75, 102544. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2022.-102544>
- Wacklin, S. 2021. Tulevaisuuden luonnontuoteala. TEM toimialaraportit 2021:6. Työ- ja elinkeinoministeriö. 67 s. <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-327-923-0>
- Walker, C. & Jackson, T. 2019. Measuring Prosperity — Navigating the options. CUSP Working Paper No 20. Guildford, University of Surrey, UK. Verkkojulkaisu. www.cusp.ac.uk/publications.
- Walsh, Z., Böhme, J. & Wamsler, C. 2021. Towards a relational paradigm in sustainability research, practice, and education. *Ambio* 50: 74–84. <https://doi.org/10.1007/s13280-020-01322-y>
- Wam, H.K., Bunnefeld, N., Clarke, N. & Hofstad, O. 2016. Conflicting interests of ecosystem services: Multi-criteria modelling and indirect evaluation of trade-offs between monetary and non-monetary measures. *Ecosystem Services* 22: 280–288. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecoser.2016.10.003>
- Wiek, A., Withycombe, L. & Redman, C.L. 2011. Key competencies in sustainability: a reference framework for academic program development. *Sustainability Science* 6:203-218.
- Wolfslehner, B., Linser, S., Pülzl, H. Bastrup-Birk, A. Camia, A. & Marchetti, M. 2016. Forest bioeconomy – a new scope for sustainability indicators. From Science to Policy 4. European Forest Institute. ISBN 978-952-5980-30
- Wärtsilä 2022. News. Yrityksen verkkosivu. Viitattu: 27.1.2022. www.wartsila.com/media

- Yemshanov, D., Haight, R. G., Liu, N. & Choudhury, s. 2019. Assessing the trade-offs between timber supply and wildlife protection goals in boreal landscapes. *Canadian Journal of Forest Research* 50: 243–258. <http://dx.doi.org/10.1139/cjfr-2019-0234>
- Yhdistyneet kansakunnat 1992. Convention on Biological Diversity, CBD. [Biodiversiteettisopimus] CBD:n verkkosivuilla julkaistu Biodiversiteettisopimus. Verkkojulkaisu. <https://www.cbd.int>
- Yhdistyneet kansakunnat 2017. United Nations strategic plan for forests 2030. Briefing note. Verkkojulkaisu. United Nations, UN, Forum on forests Secretariat. https://www.un.org/esa/forests/wp-content/uploads/2017/09/UNSPF-Briefing_Note.-pdf
- Ympäristöministeriö 2022. Mitä on kestävä kehitys. Mitä on kestävä kehitys? Ympäristöministeriön verkkosivut. Viitattu 28.8.2022. <https://ym.fi>
- Ympäristön ja kehityksen maailmankomissio 1987. Our common future. Call by the General Assembly of the United Nations [Yhdistyneiden kansakuntien yleiskokouksen pyynnöstä]. The World Commission on Environment and Development [Ympäristön ja kehityksen maailmankomissio]. 300 p. Julkaistu suomeksi 1988: Yhteinen tulevaisuutemme. Ulkoasiainministeriö ja Ympäristöministeriö. Valtion painatuskeskus.

Liitteet

Liite 1. Metsäalan kestävyteen liittyviä tavoitteita, kriteereitä ja indikaattoreita

Alakohtaiset:

1. Suomen kansalliset kestävä metsätalouden indikaattorit
2. Päivitetyt yleiseurooppalaiset kestävä metsätalouden indikaattorit
3. Suomen kansallinen metsästrategia 2025

Yleiset, osittain metsäalaa koskevia:

4. Valtioneuvoston periaatepäätös Suomen luonnon monimuotoisuuden suojelun ja kestävä käytön strategiasta 2012–2020 ja Luonnontila.fi -palvelun indikaattorit Suomen luonnon tilasta
5. Suomen biotalousstrategia 2022
6. Suomi, jonka haluamme 2050 – Kestävä kehityksen yhteiskuntasitoumus

1. Suomen kansalliset kestävä metsätalouden indikaattorit (Parviainen & Västilä 2011)

Kriteeri	Kuvaileva indikaattori (B)	Määrällinen indikaattori (yleiseurooppalaisen kokoelman numerointi)	
Kriteeri 1 Metsävarojen ylläpitäminen ja tarkoituksenmukainen lisääminen sekä metsien merkitys maailmanlaajuiselle hiilenkierrolle	Metsäalan säilyttäminen ja lisääminen B.1	Metsäpinta-ala (1.1)	
		Puuston määrä (1.2)	
		Metsien ikäluokkarakenne (1.3)	
	Metsien hiilitasapainon ylläpitäminen B.2		Metsien hiilivarasto (1.4)
			Puuperäisten polttoaineiden käyttö (6.9)
			Puun käyttö rakentamisessa (lisäindikaattori)
Kriteeri 2 Metsien terveyden ja elinvoimaisuuden ylläpitäminen	Metsien terveyden ja elinvoimaisuuden ylläpitäminen B.3	Ilman epäpuhtauslaskelmat (2.1)	
		Maaperän kemiallinen tila (2.2)	
		Puiden harsuuntuminen (2.3)	
		Metsätuhot (2.4)	
		Ilmastonmuutoksen mahdolliset vaikutukset metsiin (lisäindikaattori)	
Kriteeri 3 Metsien tuotannollisten toimenpiteiden ylläpitäminen ja tarkoituksenmukainen lisääminen	Puun tuotannon turvaaminen B.4	Puuston kasvu ja poistuma (3.1)	
		Vuotuisten markkinahakkuiden määrä ja arvo (3.2)	
		Metsäsuunnittelun kattavuus (3.5 – poistettu 2015 päivityksessä)	
	Palvelujen ja muiden kuin puutuotteiden turvaaminen ja lisääminen B.5		Ekosysteempipalvelut (lisäindikaattori)
			Metsien muut kuin puutuotteet (3.3)
			Maksulliset palvelut (3.4)
			Virkistyspalvelujen saatavuus (6.10)
Kriteeri 4 Luonnon monimuotoisuuden ylläpitäminen, suojeleminen ja tarkoituksenmukainen lisääminen metsäekosysteemissä	Metsien monimuotoisuuden turvaaminen ja lisääminen B.6	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 Metsien suojoitointojen ylläpitäminen ja tarkoituksenmukainen lisääminen metsien hoidossa	Metsien suojoitointojen ylläpitäminen ja lisääminen B.7	Metsärajametsät (5.1)	
		Suojametsät – infrastruktuuri ja hoidetut luonnonvarat (5.2 – päivitettyssä 5.1)	
		Metsätalouden vesistövaikutukset (lisäindikaattori)	
Kriteeri 6 Muiden yhteiskunnallisten taloudellisten toimintojen ja edellytysten ylläpitäminen	Metsätalouden taloudellisen kannattavuuden ylläpitäminen B.8	Metsänomistus (6.1)	
		Metsäsektorin osuus bruttokansantuotteesta (6.2)	
		Yksityismetsätalouden puuntuotannon liikevaihto (6.3)	
		Metsien julkiset hyödykkeet (6.4 – poistettu 2015 päivityksessä)	
		Metsäteollisuustuotteiden kulutus (6.7)	
		Puun ja metsäteollisuustuotteiden ulkomaankauppa (6.8)	
	Metsäsektorin työllisyyden ja työturvallisuuden edistäminen B.9		Metsäsektorin työvoima (6.5)
			Työturvallisuus ja -terveys (6.6)
	Kansalaisten vaikutus- ja osallistumismahdollisuuksien turvaaminen B.10		
	Metsäalan tutkimus, opetus ja koulutus B.11		
	Kulttuuristen ja henkisten arvojen säilyttäminen B.12		Kulttuuriset ja henkiset arvot (6.11 – poistettu 2015 päivityksessä)

2. Päivitetyt yleiseurooppalaiset kestävän metsätalouden indikaattorit (FOREST EUROPE 2015)

Criteria	Indicator
Criterion 1: Maintenance and Appropriate Enhancement of Forest Resources and their Contribution to Global Carbon Cycles	1.1 Forest area
	1.2 Growing stock
	1.3 Age structure &/or diameter distribution
	1.4 Forest carbon
Criterion 2: Maintenance of Forest Ecosystem Health and Vitality	2.1 Deposition & concentration of air pollutants
	2.2 Soil condition
	2.3 Defoliation
	2.4 Forest damage
	2.5 Forest land degradation *
Criterion 3: Maintenance and Encouragement of Productive Functions of Forests (Wood and Non-Wood)	3.1 Increment and fellings
	3.2 Roundwood
	3.3 Non-wood goods
	3.4 Services
Criterion 4: Maintenance, Conservation and Appropriate Enhancement of Biological Diversity in Forest Ecosystems	4.1 Diversity of tree species
	4.2 Regeneration
	4.3 Naturalness
	4.4 Introduced tree species
	4.5 Deadwood
	4.6 Genetic resources
	4.7 Forest fragmentation
	4.8 Threatened forest species
	4.9 Protected forests
	4.10 Common forest bird species *
Criterion 5: Maintenance and Appropriate Enhancement of Protective Functions in Forest Management (notably soil and water)	5.1 Protective forests - soil, water and other ecosystem functions - infrastructure and managed natural resources
Criterion 6: Maintenance of other socioeconomic functions and conditions	6.1 Forest holdings
	6.2 Contribution of forest sector to GDP
	6.3 Net revenue
	6.4 Investments in forests and forestry *
	6.5 Forest sector workforce
	6.6 Occupational safety and health
	6.7 Wood consumption
	6.8 Trade in wood
	6.9 Wood energy
	6.10 Recreation in forests

* Ei sisälly Suomen kansallisiin kestävän metsätalouden indikaattoreihin 2011.

3. Suomen kansallinen metsästrategia 2025 (Maa- ja metsätalousministeriö 2019)

Päämäärät	Tavoitteet
1. Suomi on kilpailukykyinen toimintaympäristö metsiin perustuville liiketoiminnoille.	
1.1 Metsäalan yritykset uudistuvat ja uusia yrityksiä syntyy	Poliittiset päätökset ja lainsäädäntö parantavat metsäalan yritysten uudistumisen ja kasvun edellytyksiä.
	Jalostusarvo kasvaa ja resursseja hyödynnetään tehokkaasti.
	Kotimaisen puupohjaisen energian tuotanto lisääntyy. Puupohjaisilla raaka-aineilla korvataan fossiilisia raaka-aineita ja energiaa.
	Metsiin perustuva monipuolinen liiketoiminta kasvaa, mukaan lukien palvelut sekä luonnontuoteala.
1.2 Raaka-aineiden saatavuus mahdollistaa metsien kestävän käytön lisäämisen ja uudet investoinnit	Metsävarat ovat runsaat, terveet ja hyväkasvuiset ja vastaavat biotalouden lisääntyviin tarpeisiin.
	Puu- ja metsäpalveluiden markkinat ovat tasapainoiset ja kilpailulliset. Muihin kuin puuntuotannollisiin ekosysteemipalveluihin perustuvilla liiketoiminnoilla on toimivat markkinat.
	Kuljetus- ja tietoliikenneväylien palvelukyky, tehokkuus ja toimivuus paranevat.
1.3 Kansainvälinen metsäpolitiikka ja EU-vaikuttaminen edistävät kestävän kehityksen tavoitteiden saavuttamista ja metsäalan toimintaedellytyksiä sekä vahvistavat kansainvälisiä liiketoimintamahdollisuuksia	Vahvistetaan metsien, kestävään metsätalouden ja metsiin pohjautuvan biotalouden roolia kestävän kehityksen Agenda 2030 -tavoitteiden saavuttamiseksi.
	Vahvistetaan koordinaatiota, metsäasiantuntemusta sekä metsäsektorin asemaa ratkaisujen tarjoajana.
	Vahvistetaan metsäalan kansainvälisiä liiketoimintamahdollisuuksia.
2. Metsäala ja sen rakenteet uudistuvat ja monipuolistuvat	
2.1 Metsäalan osaaminen on monipuolista ja vastaa muuttuvia tarpeita	Julkisin varoin rahoitettava T&K-toiminta ja rakenteet tukevat tarkoituksenmukaisesti metsiin liittyvän biotalouden kestävyttä, liiketoiminnan kehittämistä, tuotteiden ja palveluiden kaupallistamista, kokeiluhankkeita sekä markkinoiden ja muiden toimintaympäristön muutosten ennakkointia.
	Koulutuksen ja työelämän yhteistyö vahvistuu.
	Eri koulutusasteilta valmistuneiden määrä ja osaaminen vastaavat metsäalan rekryointitarvetta ja osaamisvaatimuksia.
	Tutkimustoiminta vastaa biotalouden tarpeisiin.
	Henkilöstön osaaminen on ajanmukaista ja sen työhyvinvointi paranee.
2.2 Hallinto on joustava, vaikuttava ja asiakaslähtöinen	Hallinto, sen yhteistyö ja palvelut tukevat alan kilpailukykyä ja vastaavat asiakkaan tarpeisiin.
	Metsiin liittyvän tiedon ja tilastoinnin avoimuus, kattavuus ja ajantasaisuus tukevat niiden laajaa hyödyntämistä.
	Hallinnon lupaprosessit ovat joustavia ja nopeita sekä tukevat investointihankkeiden toteutumista ja korkean ympäristönsuojelun tasoa.
	Kaavoitusjärjestelmä tukee metsätalouden ja monipuolisen liiketoiminnan mahdollisuuksia.

Päämäärät	Tavoitteet
3. Metsät ovat aktiivisessa, taloudellisesti, ekologisesti, sosiaalisesti ja kulttuurisesti kestävässä ja monipuolisessa käytössä	
3.1 Metsätalous on aktiivista ja yritysmäistä	<p>Aktiivinen ja yritysmäinen metsätalous lisääntyvät, tilakoko kasvaa ja metsien omistus- ja kiinteistö rakenne tukevat metsien aktiivista käyttöä.</p> <p>Metsätalouden kannustejärjestelmä on tarkoituksenmukainen ja metsänomistajia aktivoiva.</p> <p>Metsänomistajien ansaintamahdollisuudet lisääntyvät ekosysteemipalveluita kaupallistamalla.</p>
3.2 Metsäluonnon monimuotoisuus sekä ekologinen, sosiaalinen ja kulttuurinen kestävyys vahvistuvat	<p>Metsäluonnon monimuotoisuuden köyhtyminen pysähtyy vuoteen 2020 mennessä ja luonnon monimuotoisuudelle suotuisa tila on varmistettu vuoteen 2050 mennessä.</p> <p>Metsätalouden aiheuttamat vesistöhaitat on minimoitu käyttämällä parhaita käytettävissä olevia menetelmiä.</p> <p>Metsien monipuolistuva hoito ja käyttö tukee ilmastonmuutoksen hillintää ja siihen sopeutumista.</p> <p>Metsien virkistyskäyttö ja terveysvaikutukset kasvavat ja metsät ovat kaikkien saavutettavissa.</p> <p>Metsien käytön, metsäympäristön ja metsäkulttuurin arvostus kasvaa.</p>

Mittarit

- 1.1 Metsäalan arvonlisäyksen kehitys toimialoitain - metsäteollisuus, biotalouteen laskettava kemianteollisuus, metsätalous, luonnontuotteet, luontomatkailu
- 1.1 Metsäalan liikevaihdon kehitys toimialoitain - metsäteollisuus, biotalouteen laskettava kemianteollisuus, metsätalous, luonnontuotteet, luontomatkailu
- 1.1 Puupohjaisen energian osuus kokonaiskulutuksesta
- 1.1 Kiinteiden puupolttoaineiden energiakäyttö, josta metsähake
- 1.2 Puuston vuotuinen kasvu talousmetsissä - talousmetsät, metsät yhteensä
- 1.2 Vuotuiset puun korjuumäärät - runkopuun hakkuukertymä, hakkuutähteet ja kannot
- 1.2 Investoinnit puuraaka-aineen käyttöön - reaaliset investoinnit ja investointiaste (investointien arvo suhteessa arvonlisäykseen)
- 2.1 Julkisen T&K-rahoituksen määrä ja laadullinen arviointi
- 2.1 Ensisijaisten hakijoiden määrä ja osuus - korkeakoulut, ammattikorkeakoulut, ammatillinen peruskoulutus
- 2.1 Tutkinnon suorittaneiden määrä ja työllistyminen yksi vuosi valmistumisen jälkeen - korkeakoulut, ammattikorkeakoulut, ammatillinen peruskoulutus
- 2.2 Suomen metsäkeskuksen ja Metsähallituksen asiakastytyväisyyden kehittyminen
- 2.2 Toimijoiden käytettävissä oleva paikkatiedon osuus
- 3.1 Yli 50 ha:n yksityisten metsätilojen ja yhteismetsien pinta-alaosuus
- 3.1 Sukupolvenvaihdosikä
- 3.1 Yksityismetsien puuntuotannon sijoitustuotto
- 3.1 Taimikon varhaishoito ja nuoren metsän hoito (ha)
- 3.2 Metsälajien aidot luokkamuutokset
- 3.2 Kuolleen puuston keskitilavuus metsämaalla - Etelä-Suomi, Pohjois-Suomi
- 3.2 METSO:n toteutus (ha)
- 3.2 Kiintoainekuormitus ojien kunnostuksessa
- 3.2 Hiilinielu - metsien puusto ja maaperä, puutuotteet
- 3.2 Kansallispuistojen ja retkeilyalueiden kävijämäärät, valtion maille kohdistuva eräpäivien lkm sekä asiakastytyväisyys
- 3.2 Lähiulkoilukertojen määrä (LVVI)
- 3.2 Metsällisiin tapahtumiin osallistuneet lapset ja nuoret

4. Valtioneuvoston periaatepäätös Suomen luonnon monimuotoisuuden suoje- lun ja kestävän käytön strategiasta 2012–2020

(Valtioneuvosto 2012)

Päämäärä 1. Valtavirtaistetaan luonnon monimuotoisuuden suojeleminen ja kestävä käyttö hallinnossa ja yhteiskunnassa

Tavoite 1. Suomalaiset hallitsevat perustiedot luonnon monimuotoisuudesta ja ovat tietoisia sen merkityksestä sekä omista mahdollisuuksistaan vaikuttaa sen suojelemaan ja kestävästi käyttämään.

Tavoite 2. Luonnon monimuotoisuuden arvot on sisäistetty. Sen johdosta otetaan käyttöön BKT:lle vaihtoehtoisia mittareita, joilla mitataan esimerkiksi kestävän kehityksen tavoitteiden toteutumista. Monimuotoisuuden suojeleminen näkyy myös suunnitelmia, ohjelmia ja hankkeita koskevassa päätöksenteossa.

Tavoite 3. Luonnon monimuotoisuudelle haitalliset kannustimet ja tuet on kartoitettu ja suunnattu uudelleen ja luonnon monimuotoisuuteen liittyvää taloudellista ohjausta on vahvistettu ottaen huomioon sosiaaliset, taloudelliset ja kulttuuriset olosuhteet.

Tavoite 4. Hallinto, liike-elämä, kansalaisyhteiskunta ja sidosryhmät kaikilla tasoilla edistävät ja toteuttavat kestävän tuotannon ja kulutuksen suunnitelmia ja pitävät luonnonvarojen käytön vaikutukset turvallisissa ekologisissa rajoissa.

Päämäärä 2. Vähennetään luonnon monimuotoisuuteen kohdistuvia välittömiä paineita ja edistetään sen kestävästi käyttöä

Tavoite 5. Kaikkien luontaisten elinympäristöjen kato on pysäytetty ja luontaisten elinympäristöjen laadullista heikentymistä ja pirstoutumista on merkittävästi vähennetty.

Tavoite 6. Vesien elollisia luonnonvaroja hoidetaan ja käytetään kestävästi ja soveltaen ekosysteemiä heikentämättä. Kalastuksessa noudatetaan tavoitetta kestävästä enimmäistuotosta (MSY). Elollisten luonnonvarojen käyttö pysyy ekologisen kantokyvyn rajoissa. Kaikille uhanalaisille sekä tarvittaessa kaupallisesti hyödynnettäville kalakannoille ja kalakantaryhmille laaditaan kannanhoitosuunnitelma. Kalastuksella ei ole merkittäviä haitallisia vaikutuksia uhanalaisiin lajeihin, eikä herkkiin ekosysteemeihin. Vaelluskalojen ja kalastettavien kalalajien lisääntymisen kannalta tärkeissä vesistöissä turvataan kalan kulku ja lisääntymisalueet. Kalaistutuksien avulla vahvistetaan osaltaan heikentyneitä kalakantoja sekä tuetaan alkuperäisten kantojen palauttamistoimia.

Tavoite 7. Maatalous-, vesiviljely-, kalastus- ja metsätalousalueita hoidetaan ja käytetään kestävästi ja samalla varmistetaan luonnon monimuotoisuuden suojeleminen.

Tavoite 8. Ympäristöä kuormittavat ja sille haitalliset päästöt mukaan lukien rehevöitymistä aiheuttavat ravinteet on vähennetty tasolle, joka ei vahingoita ekosysteemien toimintaa ja luonnon monimuotoisuutta.

Tavoite 9. Haitalliset vieraslajit ja niiden leviämisyölyt on tunnistettu ja asetettu tärkeysjärjestykseen sekä erityisen haitalliset lajit on saatu hallintaan. Leviämisyölyä valvotaan niin, että haitallisten vieraslajien tuontia tai pääsyä sekä niiden asettumista maahan torjutaan.

Tavoite 10. Ilmastonmuutoksen vaikutusten kohteena oleviin uhanalaisiin ekosysteemeihin kohdistuvia ihmisen aiheuttamia paineita on vähennetty ekosysteemien eheyden ja toiminnan turvaamiseksi.

Päämäärä 3. Luonnon monimuotoisuuden tilaa parannetaan turvaamalla ekosysteemit, lajit ja perinnöllinen monimuotoisuus

Tavoite 11. Suojelualueiden verkosto ja sitä tukevat muut alueiden käyttöä ohjaavat monimuotoisuuden turvaamiskeinot kattavat vähintään 17 prosenttia Suomen maa-alueiden ja sisävesien yhteispinta-alasta ja 10 prosenttia rannikkoja merialueiden yhteispinta-alasta. Verkoston toimivuutta ja kattavuutta on vahvistettu etenkin Etelä-Suomessa. Suojelualueet ovat asianmukaisesti hoidettuja ja ekologisesti ja alueellisesti edustavia. Suojelualueet ovat hyvin yhteen kytkeytyneitä ja vihreä infrastruktuuri yhdistää ne laajempiin maisemakokonaisuuksiin ottaen huomioon perinnemaisemien erityispiirteet. Monimuotoisuuden turvaamista jatketaan talousmetsissä.

Tavoite 12. Uhanalaisten lajien häviäminen Suomesta on estetty, uhanalaisimpien lajien suojelun tasoa on parannettu ja uhanalaistumiskehitys on pysäytetty.

Tavoite 13. Suomen viljely- ja puutarhakasvilajikkeiden ja niiden luonnonvaraisten sukulaislajien, metsäpuuiden, kalaston ja kotieläinrotujen perinnöllinen monimuotoisuus on säilytetty ja turvattu.

Päämäärä 4. Luonnon monimuotoisuudesta ja ekosysteemipalveluista saatavat hyödyt turvataan kaikille

Tavoite 14. Välttämättömiä palveluita tuottavia ekosysteemejä ennallistetaan ja turvataan ottaen huomioon sosiaaliset, taloudelliset ja kulttuuriset näkökohdat. Tässä otetaan huomioon muun muassa veteen, terveyteen, elinkeinoihin ja hyvinvointiin liittyvät ekosysteemipalvelut sekä saamelaisten tarpeet alkuperäiskansana.

Tavoite 15. Ekosysteemien sieto- ja palautumiskykyä ja monimuotoisen luonnon merkitystä hiilivarastona on parannettu suojelutoimin ja ennallistamalla. Suomi osallistuu heikentyneiden ekosysteemien ennallistamisen maailmanlaajuisen, vähintään 15 prosentin pinta-alaosuuden tavoitteen saavuttamiseen edistäen samalla ilmastonmuutoksen torjuntaa ja ilmastonmuutokseen sopeutumista. Bioenergian käytön lisäämisen vaikutukset luonnon monimuotoisuuteen sekä metsien ravinne- ja hiilitaseeseen selvitetty ja ohjeistus monimuotoisuuden turvaamiseksi on laadittu. Kaupunkiluonnon monimuotoisuutta lisätään sekä suojelutoimin että monimuotoisuutta lisäävillä rakenteilla ja hoitotoimilla

Tavoite 16. Nagoyan pöytäkirja geenivarojen saatavuudesta ja niistä saatavien hyötyjen oikeudenmukaisesta ja tasapuolisesta jaosta on saatettu voimaan ja pantu toimeen kansallisessa lainsäädännössä ja hallintokäytännössä.

Päämäärä 5. Parannetaan luonnon monimuotoisuuden suojelun ja kestäväen käytön toimeenpanoa osallistavalla suunnittelulla, tietojen hallinnalla ja toimintamahdollisuuksien ja -kykyjen kehittämisellä

Tavoite 17. Luonnon monimuotoisuuden suojelun ja kestäväen käytön kansallisen strategian ja toimintaohjelman toteutusta ja vaikuttavuutta seurataan ja niiden väliarviointi tehdään vuonna 2015. Strategian toteutus ja arviointi tehdään kustannustehokkaasti ja yhteistyössä eri sidosryhmien ja elinkeinon kanssa.

Tavoite 18. Luonnon monimuotoisuuden suojelun ja kestäväen käytön kannalta olennaista saamelaisten perinteistä tietoa ja käytänteitä sekä biologisten resurssien perinteistä käyttöä kunnioitetaan, elvytetään ja suojellaan kansallisen lainsäädännön ja kansainvälisten velvoitteiden mukaisesti kehittämällä perinteisen tiedon suojelua koskevaa hallintoa ja lainsäädäntöä. Yleissopimuksen toimeenpanossa otetaan huomioon saamelaisten täysipainoinen ja tehokas osallistuminen kaikilla tarpeellisilla tasoilla yleissopimuksen ja osapuolikokousten päätösten mukaisesti.

Tavoite 19. Luonnon monimuotoisuuteen ja sen arvoihin, toimintaan, tilaan ja kehityssuuntiin liittyvää tietoutta, tutkimusperustaa ja teknologiaa on parannettu, ne ovat laajasti käytössä, niitä sovelletaan ja siirretään tietoa ja teknologiaa tarvitseville. Suunnitelmien ja hankkeiden vaikutusten arviointiprosessit ovat avoimia ja mahdollistavat osallistumisen sekä perustuvat ammattitaitoisesti tehtyihin inventointeihin, joiden laatua valvotaan.

Tavoite 20. Suomi tarkastelee mahdollisuuksiaan lisätä taloudellisia, henkisiä ja teknisiä voimavaroja yleissopimuksen 10. osapuolikokouksen strategisen suunnitelman 2011-2020 tehokkaaseen toteuttamiseen CBD:n 11 osapuolikokouksen päätöksen mukaisesti. Voimavaroja pyritään löytämään kaikista soveltuvista lähteistä hyväksytyyn mobilisointistrategian toteuttamiseksi vahvistetun prosessin mukaisesti. Kansallisesti toteutus riippuu myös valtiontalouden kehyspäätöksen puitteissa käytettävissä olevista resursseista. Työtä ohjaavat voimavarojen tarvearviot, jotka ovat CBD:n osapuolilla kehitettävänä ja raportoitavana.

Luonnontila.fi -palvelun indikaattorit Suomen luonnon tilasta

(Luonnontila.fi)

Aihepiiri	Indikaattori
Metsät	ME1 Hakkuukertymä
	ME2 Tukkipuiden hakkuukertymä
	ME3 Maanmuokkaus hakkuualoilla
	ME4 Metsänviljely
	ME5 Metsätiet
	ME6 Lahopuun määrä
	ME7 Metsien pirstoutuminen *
	ME8 Metsien ikärakenne
	ME9 Puulajisuhteet
	ME10 Metsien pesimälinnut
	ME11 Riistarikkaus
	ME12 Metsäkasvillisuus
	ME13 Metsien uhanalaiset lajit
	ME14 Metsien direktiivilajit
	ME15 Uhanalaiset luontotyypit
	ME16 Metsien direktiiviluontotyypit
	ME17 Talousmetsien luonnonhoito
	ME18 Kulutus
	ME19 Metsien suojeleaste
	ME20 Metsien ennallistaminen
Suot	SU1 Soiden ojitustilanne
	SU2 Soiden kunnostusojitus
	SU3 Turvetuotanto
	SU4 Soiden muu käyttö
	SU5 Luonnontilaisten soiden kytkeytyneisyys
	SU6 Puustoisten soiden lahoppuusto
	SU7 Soiden pesimälinnut
	SU8 Soiden päiväperhoset
	SU9 Suokasvillisuus *
	SU10 Soiden uhanalaiset lajit
	SU11 Soiden direktiivilajit
	SU12 Soiden uhanalaiset luontotyypit
	SU13 Direktiiviluontotyypit
	SU14 Suometsien luonnonhoito *
	SU15 Turvetuotantoalojen jälkikäyttö *
	SU16 Soiden suojeleaste
	SU17 Soiden ennallistaminen

* Indikaattori kehitteillä

Aihepiiri	Indikaattori
Itämeri	IT1 Fosfori
	IT2 Typpi
	IT3 Haitalliset aineet
	IT4 Meriliikenne
	IT5 Näkösyvyys
	IT6 Levien runsaus
	IT7 Happitaso ja pohjaeliöstö
	IT8 Saaristolinnut
	IT9 Hylkeet
	IT10 Itämeren kalat
	IT11 Itämeren uhanalaiset lajit
	IT12 Itämeren direktiivilajit
	IT13 Uhanalaiset luontotyypit
	IT14 Direktiiviluontotyypit
	IT15 Suojellut merialueet *
	IT16 Vesiensuojelutoimet
Sisävedet	SV1 Sisävesien fosforikuormitus
	SV2 Sisävesien typpikuormitus
	SV3 Haitalliset aineet
	SV4 Happamoituminen
	SV5 Vesistöjen säännöstely
	SV6 Levien runsaus
	SV7 Humuspitoisuus
	SV8 Sisävesien ekologinen tila
	SV9 Sisävesien pesimälinnut
	SV10 Sisävesien kalat
	SV11 Vaellusvapaat joet
	SV12 Uhanalaiset lajit
	SV13 Direktiivilajit
	SV14 Uhanalaiset luontotyypit
	SV15 Direktiiviluontotyypit
	SV16 Säännöstelyn kehittäminen
	SV17 Suojellut sisävedet *
	SV18 Virtavesien ennallistaminen *

Aihepiiri	Indikaattori
Maatalousympäristöt	MA1 Maatilojen määrä ja peltoala
	MA2 Kotieläinten ja kotieläintilojen määrä
	MA3 Lannoitteiden käyttö
	MA4 Torjunta-aineiden käyttö
	MA5 Peltojen raivaus ja metsitys
	MA6 Pientareet ja suojakaistat
	MA7 Perinnebiotooppien määrä
	MA8 Luonnonarvoiltaan rikas (HNV) maatalousmaa
	MA9 Maatalousympäristöjen pesimälinnut
	MA10 Maatalousympäristöjen perhoset
	MA11 Kevätviljapeltojen rikkakasvit
	MA12 Maatalousympäristöjen uhanalaiset lajit
	MA13 Maatalousympäristöjen direktiivilajit
	MA14 Uhanalaiset luontotyypit
	MA15 Direktiiviluontotyypit
	MA16 Perinnebiotooppien hoito
	MA17 Luomutuotantoala
	MA18 Maatalouden ympäristötuki
Tunturit	TU1 Poromäärät
	TU2 Matkailu Lapissa
	TU3 Maastoliikenne
	TU4 Jäkälälaitumien kunto
	TU5 Tuntureiden pesimälinnut
	TU6 Tuntureiden perhoset *
	TU7 Palsasoiden esiintyminen *
	TU8 Tuntureiden uhanalaiset lajit *
	TU9 Tuntureiden direktiivilajit
	TU10 Uhanalaiset luontotyypit *
	TU11 Direktiiviluontotyypit
	TU12 Erämaisyyden säilyminen *
	TU13 Erämaa-alueiden hoito- ja käyttösuunnitelmat
	TU14 Suojellut tunturialueet
Rakennetut ympäristöt	RK1 Taajamien pinta-ala ja väestö
	RK2 Taajamien maankäyttö
	RK3 Kulttuurimaiden linnut
	RK4 Rakennettujen ympäristöjen uhanalaiset lajit
	RK5 Kansalliset kaupunkipuistot
	RK6 Kaupunkien suojelualueet *

Aihepiiri	Indikaattori
Rannat	RN1 Rantarakentaminen
	RN2 Rantametsien käsittely *
	RN3 Rantabiotoopit *
	RN4 Rantojen pesimälinnut *
	RN5 Rantojen uhanalaiset lajit
	RN6 Rantojen direktiivilajit
	RN7 Rantojen uhanalaiset luontotyypit
	RN8 Rantojen direktiiviluontotyypit
	RN9 Suojellut rannat *
	RN10 Lintukosteikkojen hoito
Kalliot ja harjut	KH1 Kaivostoiminta
	KH2 Maa-aineksen otto
	KH3 Muu kallioiden ja harjujen käyttö *
	KH4 Kallioiden ja harjujen lajisto *
	KH5 Paahteisten ympäristöjen määrä *
	KH6 Uhanalaiset lajit
	KH7 Direktiivilajit
	KH8 Uhanalaiset luontotyypit
	KH9 Suojeltujen kallioiden ja harjujen määrä *
	KH10 Paahdeympäristöjen hoito ja ennallistaminen *
Ilmastonmuutos	IM1 Kasvihuonekaasupäästöt
	IM2 Energian kulutus
	IM3 Keskilämpötila
	IM4 Kasvukausi
	IM5 Lumi- ja jääpeite *
	IM6 Sadesumma
	IM7 Meriveden suolapitoisuus *
	IM8 Siitepölykausi
	IM9 Yöperhoset
	IM10 Lintujen esiintymisalueet *
	IM11 Lintujen vuodenkierto *
	IM12 Puunraja ja puulajisuhteet *
Vieraslajit	VL1 Itämeren vieraslajit
	VL2 Sisävesien vieraslajit
	VL3 Maatalousympäristöjen vieraslajit *
	VL4 Rakennettujen ympäristöjen vieraslajit *
	VL5 Rantojen vieraslajit *

* Indikaattori kehitteillä

Suomen luonnon avainindikaattorit	
Uhanalaiset lajit	Lajien uhanalaisuuden aidot muutokset elinympäristöittäin Lajien uhanalaisuusindeksi (RLI) eliöryhmittäin
Lintukannat	Pesimälintukantojen mittarit: Metsät, suot, Itämeri, sisävedet, maatalousympäristöt, tunturit, rakennetut ympäristöt
Itämeren tila	Klorofylli a -pitoisuus Itämeren eri osissa Näkösyvyys Itämeren eri osissa
Virkistys	Kansallispuistoverkoston käyntimäärät ja kokonaispinta-ala Valtion suojelu- ja retkeilyalueiden käyntimäärät
Tietoisuus	Kansalaisten biodiversiteettitietoisuus Kansalaisten suhtautuminen biodiversiteettikatoon

5. Suomen biotalousstrategia 2022

(Valtioneuvosto 2022)

Tavoitteet

Strategian päätavoitteena on biotalouden arvonlisän nostaminen. Tavoitteena on luoda kestäviin ratkaisuihin perustuvaa taloudellista kasvua ja työpaikkoja tuottamalla mahdollisimman korkean arvonlisän tuotteita ja palveluita.

Biotalouden arvonlisä oli 26 mrd euroa vuonna 2019. Strategian tavoitteena on kiihdyttää biotalouden arvonlisän 3 %:n vuosikasvutaso 4 %:iin. Mikäli biotalousstrategian tavoite toteutuu, biotalouden arvonlisä on 50 mrd euroa vuonna 2035.

Biotaloudella on tärkeä merkitys yhteiskunnan vihreän siirtymän tukemisessa. Kestävä biotalous on ratkaisu moniin ilmastoa ja luonnon monimuotoisuutta koskeviin kysymyksiin. Biotalouden aktiivinen rooli vihreässä siirtymässä on osaltaan takaamassa sosiaalisesti ja alueellisesti oikeudenmukaista ja taloudellisesti kestävää muutosta.

Biotalousstrategian tavoitteena on samalla myös

- luoda kilpailukykyisiä ja innovatiivisia biotalouden ratkaisuja maailmanlaajuisiin ongelmiin
- synnyttää sekä kotimaahan että kansainvälisille markkinoille uudistavaa liiketoimintaa, joka tuo hyvinvointia koko Suomelle
- lisätä materiaalien resurssiviisasta käyttöä ja kierrätystä sekä hyödyntää sivuvirtoja
- vähentää riippuvuutta uusiutumattomista – erityisesti fossiilisista – raaka-aineista
- varmistaa ekologista kestävyyttä, sosiaalista oikeudenmukaisuutta sekä uusiutuvien luonnonvarojen uusiutumiskykyä ja vahvistaa biotalouden laajapohjaista osaamista
- vahvistaa ja uudistaa teknologiaperustaa

Mittarit

- arvonlisä
- investoinnit
- tavaravienti
- työlliset

6. Suomi, jonka haluamme 2050 – Kestävän kehityksen yhteiskuntasitoutumus

(Kestävän kehityksen toimikunta 2016, Kestävän kehityksen seurantakorit 2022)

Tavoitteet

- | | |
|--|---|
| 1. Yhdenvertaiset mahdollisuudet hyvinvointiin | 5. Hiilineutraali yhteiskunta |
| 2. Vaikuttavien ihmisten yhteiskunta | 6. Resurssiviisas talous |
| 3. Työtä kestävästi | 7. Luonnon kantokykyä kunnioittavat elämäntavat |
| 4. Kestävät yhdyskunnat ja paikallisyhteisöt | 8. Luontoa kunnioittava päätöksenteko |

Kestävän kehityksen seurantakorit	Tavoitteet	Asiantuntijaverkoston valitsema indikaattorit
Luonnon ja ympäristön tila	7, 8	1 Luontoarvoiltaan arvokkaat maatalousalueet ja lahopuun määrä talousmet- sissä 2 Jokien ravinnekuormitus Itämereen 3 Rikki- ja typpipäästöt sekä pienhiukkasten päästöt ilmaan Suomessa 4 Ympäristölle haitalliset tuet
Resurssiviisas talous ja hiili- neutraali yhteiskunta	3, 4, 5, 6, 8	1 Kasvihuonekaasupäästöjen kokonaismäärä 2 Kasvihuonekaasupäästöjen kehitys sektoreittain 3 Puuston kasvu ja poistuma 4 Uusiutuvan energian jakauma lähteittäin 5 Business Finlandin rahoitus resurssitehokkaisiin ja hiilineutraaleihin ratkai- suihin 6 Luonnonvarojen kulutus RMC-jaottelulla
Kulutus ja julki- set hankinnat	4, 7, 8	1 Yksityisen kulutuksen hiilijalanjälki 2 Erilaisten elintarvikkeiden kulutus 3 Henkilöliikenteen hiilidioksidipäästöt liikkumismuodoittain 4 Yhdyskuntajätteen kokonaismäärä 5 Yhdyskuntajätteet Suomessa käsittelytavoittain 6 Julkisten hankintojen hiilijalanjälki
Asuminen ja yhdyskunnat	1, 2, 4, 6	1 Kotona asuvat ja säännöllisen kotihoidon piirissä olevat vähintään 75-vuoti- aat 2 Asumiskustannukset 3 Tiiviisti rakennetulla alueilla asuvien osuus 4 Päivittäistavarakauppojen saavutettavuus 5 Tulvariski
Terveysten edellytykset	1, 4, 7, 8	1 Elämänlaatunsa hyväksi tuntevien osuus ja määrä maakunnittain 2 Ylipainoisten osuus 3 Sairastavuusindeksi 4 Psykkinen kuormittuneisuus 5 Uhkailun ja väkivallan kohteeksi joutuneet henkilöt
Yhteiskunnallinen eriarvoisuus	1, 2, 3, 4	1 Tuloerot (Gini-kerroin, pienituloisuusaste, pienimmän ja suurimman kymme- nesosan tulokehitys) 2 Pitkäaikaisesti toimeentulotukea saaneet ikäryhmittäin 3 Nuorten aikuisten tyytyväisyys elämäänsä 4 Kiintiöpakolaisten määrä ja myönteiset turvapaikkapäätökset
Syrjäytyminen ja yhteiskunnallinen osallisuus	1, 2, 3, 4	1 Työn tai koulutuksen ulkopuolella olevat nuoret 2 Nuorten yksinäisyyden kokemus 3 Äänestysaktiivisuus 4 Suomen kehitys Corruption Perceptions- ja World Press Freedom -indek- seillä

Kestävän kehityksen seurantakorit	Tavoitteet	Asiantuntijaverkoston valitsemat indikaattorit
Työelämä, laatu ja muutokset	1, 3, 5, 6	1 Työllisyysaste 2 Työn tuottavuus 3 Alityöllisten osuus työllisistä ja työssäkäyvien pienituloisuus 4 Työn henkinen ja fyysinen kuormittavuus 5 Vaikutusmahdollisuudet työhön 6 Työssä oppiminen 7 Sukupuolten palkkatasa-arvo
Koulutus ja osaamisen kehittäminen	1, 2, 3, 5, 6, 7, 8	1 Perusasteen jälkeisen tutkinnon suorittaneiden osuus sekä osallistuminen aikuiskoulutukseen 2 Lukutaito ja menestys PISA-tutkimuksissa 3 Kirjastopalveluiden käyttö 4 Tutkimus- ja kehittämismenojen osuus bruttokansantuotteesta
Globaali vastuu ja johdonmukaisuus		1 Suomen kehitys Commitment to Development -indeksin kauppapolitiikkaa mittaavalla osaindeksillä 2 Suomen tuonti ja vienti tonnimääräisesti 3 Suomen kehitysyhteistyörahoituksen kehitys 4 Suomen osallistuminen kansainväliseen kriisinhallintaan.

Liite 2. Tunnistettujen vaihtosuhteiden ominaisuuksia.

Vaihtosuhte	Aika		Alueellinen vaikutus				Hyödyn ja haitan jakautuminen		Muutoksen pysyvyys	
	Vaikutus nyt (n. 5 vuotta)	Vaikutus myöhemmin	Paikallinen (kunta tai pienempi)	Maakunta	Koko Suomi	Globaali	Hyödynsajat	Haittojen kokijat	Palautuva muutos	Peruuttamaton muutos
Energiapuun korjuu (ei kotitarve) – ilmasto	+ Korvaa fossiilista energiaa, - Metsän hiilinielu pienee	- Metsän hiilinielu pienenee, - Päästöhyöty viivästyy								
Energiapuun korjuu – biodiversiteetti	- Kuolleen puun määrä vähenee	- Katko lahoppuujat-kumossa, elonkirjo vähenee	- Elinympäristöjen pirstoutuminen, katoaminen	- Elinympäristöjen pirstoutuminen, katoaminen	- Biodiversiteettikato	- BD-kato		Luonto, ihmiskunta	Heikentyneet elinymp. voivat palautua, elleivät liian pirstoutuneita	
Metsätalous – luontomatkailu	+ Lisääntyvä turistimäärä korvaa menetettyjä hakkuutuloja	+ - Maiseman säilyminen/häviäminen vaikuttaa luontomatkailun kehittymiseen	+ Matkailutyöpaikat voivat korvata metsätalouden työpaikat	- Metsätal. arvoketjun työpaikat vähenevät	+ - Erot lisäärvon luonnissa					
Poronhoito – metsätalous		+ Poronhoito ja hiilensidonta yhdessä parempi tal. tuotto kuin jaks. metsätalous. + Jatkuva kasv. tukee laiduntamista	+ Poronhoito syrjäseutujen säänn. tulonlähde		- Metsäteoll. arvonnäkökulmasta pienenee, + hiilinielu säilyy, + mahd. BD		Saamelaiset	Metsänomistajat		Kulttuuriset ja sosiaaliset arvot katoavat, jos poronhoito elinkeinona katoaa

Vaihtosuhte	Aika		Alueellinen vaikutus				Hyödyn ja haitan jakautuminen		Muutoksen pysyvyys	
	Vaikutus nyt (n. 5 vuotta)	Vaikutus myöhemmin	Paikallinen (kunta tai pienempi)	Maakunta	Koko Suomi	Globaali	Hyödynsääjät	Haittojen kokijat	Palautuva muutos	Peruuttamaton muutos
Hakkuut – ilmasto	- Lisähakkuut lisäävät KHK-päästöjä, + Korvaa fossiilisia	- Metsien pienentynyt hiilensidonta	+ Hakkuiden talous- ja työllisyysvaikutukset	+ Hakkuiden talous- ja työllisyysvaikutukset, + arvonlisä	+ Kansantalous, - päästökauppa- maksut					
Hakkuut – substituoitu (fossiilisen energian ja raaka-aineen korvaaminen biopohjaisilla)	+ Puu korvaa fossiilisia raaka-aineita ja energiaa	- Lisähakkuut pienentävät hiilinielua	+ Hakkuiden talous- ja työllisyysvaikutukset	+ Hakkuiden talous- ja työllisyysvaikutukset						
Intensiivinen puuntuotanto – metsien monikäyttö (kaikkien ekosysteemipalveluiden säilyminen)	+ Hakkuutulot, - virkistysarvojen muutokset	+ Hakkuutulot - Monimuotoisuus heikentyy, - Muut ekosysteemipalvelut heikentyvät	+ Talous ja työllisyys - Virkistysmahdollisuudet - Elonkirjo	+ Talous ja työllisyys - Virkistysmahdollisuudet - Elonkirjo	+ Talous ja työllisyys - Virkistysmahdollisuudet - Elonkirjo					Ekosysteemin kyky palautua heikkenee ajan kanssa
Puuntuotanto – virkistyskäyttö	- Hakkuut heikentävät lähijä- ja kaukomaisemaa (miellyttävyys)						Metsänomistajat, metsäteollisuus	Virkistyskäyttäjät	Maisema palautuu, jos hakkuut lopetetaan	
Metsäautotiet – virkistyskäyttö			+ Virkistyskäyttö helpottuu	+ Luontomatkailun talousmahdollisuudet					Metsäautoteiden vaikutus vähenee, jos ei ylläpidetä	
Hakkuut – vesistövaikutukset	- Ravinne- ja kiintoainesvalumat lisääntyvät			Vaikutus valuma-alueittain				Vesistöjen käyttäjät		
Puuntuotanto – metsästysmahdollisuudet	- Metsästys vähentää taimikkotuhoja		+ Metsästysmatkailu + Laadukas ainepuu	+ Metsästysmatkailu						



luke.fi

Luonnonvarakeskus
Latokartanonkaari 9
00790 Helsinki
puh. 029 532 6000