

**PTT työpapereita 150**  
**PTT Working Papers 150**

**MITEN MITATA EKOSYSTEEMIPALVELUITA:  
OLEMASSA OLEVAT INDIKAATTORIT JA  
NIIDEN KEHITTÄMINEN SUOMESSA**

Matleena Kniivilä<sup>1</sup>, Kyösti Arovuori<sup>1</sup>, Ari-Pekka Auvinen<sup>2</sup>,  
Petteri Vihervaara<sup>2</sup>, Emmi Haltia<sup>1</sup>, Olli Saastamoinen<sup>3</sup>,  
Tuija Sievänen<sup>4</sup>

Helsinki 2013



**METLA**



<sup>1</sup>Pellervön taloustutkimus PTT, <sup>2</sup>Suomen ympäristökeskus (SYKE), <sup>3</sup>Itä-Suomen yliopisto,  
<sup>4</sup>Metsäntutkimuslaitos

PTT työpapereita 150  
PTT Working Papers 150  
ISBN 978-952-224-128-3 (pdf)  
ISSN 1796-4784 (pdf)  
Pellervon taloustutkimus PTT  
Pellervo Economic Research PTT

Helsinki 2013

# Sisällysluettelo

ESIPUHE .....	7
TIIVISTELMÄ .....	9
SUMMARY .....	11
1. JOHDANTO.....	13
2. KANSAINVÄLISIÄ VIITEKEHYKSIÄ EKOSYSTEEMIPALVELUISTA .....	16
2.1 Taustaa .....	16
2.2 Cascade-malli ja UK NEA:n malli.....	17
2.3 CICES.....	21
3. INDIKAATTOREIDEN MÄÄRITTÄMINEN EKOSYSTEEMIPALVELUILLE JA TIEDON SAATAVUUS .....	23
4. SUOMESSA KÄYTETTYJÄ INDIKAATTOREITA EKOSYSTEEMIEN TUOTTAMIEN PALVELUJEN MITTAAMISESSA .....	27
4.1 Biodiversiteetti .....	27
4.2 Metsä .....	30
4.2.1 Taustaa kestävän metsätalouden kriteereistä ja indikaattoreista .....	30
4.2.2 Miten kestävän metsätalouden indikaattorit mittaavat ekosysteemipalveluita?.....	31
4.2.3 Indikaattoreiden tarkastelu CICES-luokittain ja täydennystarpeet.....	35
4.3 Maatalous.....	39
4.3.1 Taustaa maatalouden ekosysteemipalveluista ja indikaattoreista.....	39
4.3.2 Olemassa olevia indikaattorikehikoita .....	40
4.3.3 Indikaattorien tarkastelu CICES-luokittain ja täydennystarpeet.....	44
4.4 Suot.....	47
4.4.1 Taustaa soiden ekosysteemipalveluista.....	47
4.4.2 Tunnistettuja ekosysteemipalveluja ja niitä kuvaavia indikaattoreita.....	47
4.3.3 Indikaattoreiden tarkastelu CICES-luokittain ja täydennystarpeet.....	48
4.5 Sisävedet.....	50
4.5.1 Taustaa sisävesien ekosysteemipalveluista.....	50
4.5.2 Indikaattoritiedon saatavuus .....	52
4.5.3 Indikaattoreiden tarkastelu CICES-luokittain ja täydennystarpeet.....	53
5. EKOSYSTEEMIPALVELUIDEN MITTAAMISEN KEHITTÄMISTARPEET .....	57
6. JOHTOPÄÄTÖKSET .....	61
VIIITTEET .....	62
LIITE 1. ....	67



**Kniivilä, M., Arovuori, K., Auvinen, A.-P., Vihervaara, P., Haltia, E., Saastamoinen, O. ja Sievänen, T. 2013. Miten mitata ekosysteemipalveluita: olemassa olevat indikaattorit ja niiden kehittäminen Suomessa. PTT työpapereita 150. 68s. ISBN 978-952-224-128-3 (pdf), ISSN 1796-4784 (pdf)**

**Tiivistelmä:** Monet ekosysteemipalveluista ovat ihmiselle hyvin tärkeitä ja niiden tilaa ja käytön kestävyyttä on seurattava. Ajantasainen ja relevantti tieto on perusta kestäväälle ja ennakoivalle politiikalle. Tällaisen tiedon järjestelmällinen kerääminen perustuu tavallisesti indikaattorien käyttöön. Tämän raportin tavoitteena on kartoittaa alustavasti miten kattavasti Suomessa nykyisin käytössä olevilla indikaattoreilla pystytään mittaamaan ekosysteemipalveluita sekä antaa suosituksia indikaattoreiden kehittämiseksi. Tarkastelu tehdään erikseen metsä-, maatalous-, suo- ja sisävesiekosysteemeistä. Ekosysteemipalvelu -käsite on hyvin laaja ja jokaisesta ekosysteemipalvelusta voidaan mitata useita eri asioita. Se, mitä mitataan ja mitä indikaattoreita käytetään, riippuu tavoitteista ja tilanteesta. Tässä raportissa esitetyn alustavan selvityksen mukaan Suomessa tarvitaan nykyistä enemmän systemaattisesti seurattua tietoa erityisesti säätely- ja tukipalveluista ja osin myös kulttuuripalveluista. Vaikka tietoa on kaikkiaan runsaasti saatavilla, olemassa olevan tiedon perusteella ei suoraan saada vielä kokonaisvaltaista käsitystä ekosysteemipalveluiden tilasta. Indikaattoreita ja tiedonkeruuta on kehitettävä. Ekosysteemipalveluindikaattoreiden jatkokehityksessä olisi yksittäisten indikaattoreiden määrittelyn lisäksi myös luotava päätöksenteon tueksi yksinkertaistettuja malleja erilaisissa tilanteissa huomioon otettavista asioista.

**Avainsanat:** *ekosysteemipalvelut, indikaattorit*

**Kniivilä, M., Arovuori, K., Auvinen, A.-P., Vihervaara, P., Haltia, E., Saastamoinen, O. and Sievänen, T. 2013. How to measure ecosystem services: current indicators and their further development in Finland. PTT Working Papers 150. 68 p.**

**Abstract:** Many ecosystem services are extremely important to human beings and the state of services and the sustainability of their use have to be monitored. Up-to-date and relevant data is a basis for sustainable and proactive policy. Collecting this kind of data is often based on the use of indicators. The aim of this report is to estimate preliminarily how well the indicators currently used in Finland measure ecosystem services and to make suggestions for the further development. Four different ecosystems are examined: forests, agroecosystems, peatlands and inland waters. The concept of ecosystem services is very wide and several issues can be measured of each service. What is measured and what kind of indicators are used, depends on the aims and context. According to this preliminary assessment more data in Finland is needed especially on regulating and supporting services and to some extent also on cultural services. Even if in Finland there are plenty of data available, by using the current data it is not possible to get a comprehensive understanding of the state of ecosystem services. Indicators and data collecting have to be further developed. In further development in addition to defining specific indicators it would be important to create also simple models on the issues to be considered in differing decision-making situations.

**Keywords:** *Ecosystem services, indicators*



## ESIPUHE

Ekosysteemipalveluiden tilan arvioimiseksi tarvitaan mitattua tai muuten luotettavasti arvioitua tietoa. Tässä työpaperissa kartoitetaan missä määrin Suomessa käytössä olevalla tiedolla pystytään arvioimaan ekosysteemipalveluiden tilaa ja palveluiden saatavuutta. Kartoitus on alustava ja sitä on täydennettävä jatkotutkimuksissa.

Työpaperi on kirjoitettu osana Maj ja Tor Nesslingin säätiön rahoittamaa hanketta ”Metsä-, agro-, suo- ja vesiekosysteemipalvelujen integroiva ja politiikkarelevantti arviointi Suomessa”. Hanke on Itä-Suomen yliopiston ja Pellervon taloustutkimus PTT:n yhteishanke ja se toteutettiin vuosina 2012–2013. Hanketta koordinoi Itä-Suomen yliopiston metsäekonomian professori Olli Saastamoinen. Työpaperin aihe linkittyy myös vahvasti Suomen ympäristökeskuksessa käynnissä olevaan ympäristöministeriön rahoittamaan ”Suomen ekosysteemipalveluindikaattorit”-hankkeeseen.

Raportin kirjoittamiseen on osallistunut tutkijoita PTT:n ja Itä-Suomen yliopiston lisäksi Suomen ympäristökeskuksesta ja Metsäntutkimuslaitoksesta. Kiitämme lämpimästi rahoittajaa, kaikkia kirjoittajia ja kommentoijia.

Helsingissä 3.10.2013

Pasi Holm  
toimitusjohtaja  
Pellervon taloustutkimus PTT

Paula Horne  
tutkimusjohtaja  
Pellervon taloustutkimus PTT





## TIIVISTELMÄ

Monet ekosysteemipalveluista ovat ihmiselle hyvin tärkeitä ja niiden tilaa ja käytön kestävyyttä on seurattava. Ajantasainen ja relevantti tieto on perusta kestäväälle ja ennakoivalle politiikalle. Tätä tietoa voidaan kerätä indikaattoreiden avulla. Tämän raportin tavoitteena on kartoittaa alustavasti miten kattavasti Suomessa nykyisin käytössä olevilla indikaattoreilla pystytään mittaamaan ekosysteemipalveluita sekä antaa suosituksia indikaattoreiden kehittämiseksi. Tarkastelu tehdään erikseen metsä-, maatalous-, suo- ja sisävesiekosysteemeistä.

Ekosysteemipalveluiden kattava arvioiminen ja palveluiden mittaaminen indikaattoreiden avulla on globaalilla tasolla vielä kehittymätöntä ja nykyisin käytössä olevat indikaattorit eivät tuota tarpeeksi kattavaa tietoa päätöksenteon tueksi. Suomessa on maailmanlaajuisesti katsottuna runsaasti ja monipuolisesti tietoa luonnonvaroista ja luonnon tilaan liittyvistä ilmiöistä. Ekosysteemipalveluihin perustuva ajattelutapa on kuitenkin suhteellisen uusi ja nykyisin käytössä olevia indikaattoreita ei ole suunniteltu tämän ajattelutavan pohjalta.

Ekosysteemipalvelut -käsite on hyvin laaja ja jokaisesta ekosysteemipalvelusta voidaan mitata useita eri asioita: palvelua tuottavan ekosysteemin tilaa ja toimintaa ja niissä tapahtuvia muutoksia, varsinaisia tuotettuja palveluita ja lopputuotteita tai yhteiskunnan tai yksilöiden saamaa hyvinvoinnin lisäystä, hyötyjä tai niiden arvoa. Keskeistä on myös arvioida ekosysteemipalveluiden käytön pitkän aikavälin kestävyyttä. Lisäksi on ymmärrettävä eri ekosysteemipalveluiden välisiä suhteita ja ekosysteemipalveluihin vaikuttavia ulkopuolisia tekijöitä. Kaikkea ei voi eikä ole järkevää kuitenkaan yrittää mitata, vaan se mitä mitataan ja mitä indikaattoreita käytetään, riippuu tavoitteista ja tilanteesta.

Kaikista neljästä tässä raportissa käsitellystä ekosysteemistä on Suomessa runsaasti mitattua tietoa saatavilla. Tiedon saatavuudessa on kuitenkin selviä eroja ekosysteemipalveluittain. Yleisesti tuotantopalveluja mitataan ja seurataan tarkimmin. Kulttuuripalveluista on saatavilla jonkin verran lähinnä virkistykseen liittyvää indikaattoritietoa. Sääteily- ja tukipalveluista suoraan yleistettävissä olevaa tietoa on vähiten, joskin niiden arviointia tukevaa tutkimustietoa on olemassa. Keskeinen syy vähäisempään tiedon määrään on mittaamisen vaikeus, mutta myös se, että näistä ekosysteemipalveluista saatu hyöty on epäsuoraa. Myös tuotantopalveluiden välillä on eroja. Niistä tuotantopalveluista, joiden yksinkertaisesti mitattavissa oleva taloudellinen hyöty on suurin, on myös eniten mitattua tietoa.

Tässä raportissa olemassa olevaa indikaattoritietoa on käyty läpi vasta alustavasti. On kuitenkin selvää, että Suomessa tarvitaan nykyistä enemmän systemaattisesti seurattua tietoa erityisesti sääteily- ja tukipalveluista ja osin myös kulttuuripalveluista. Olemassa

olevan tiedon perusteella ei vielä saada suoraan kokonaisvaltaista käsitystä ekosysteemi- palveluiden tilasta. Indikaattoreita ja tiedonkeruuta on kehitettävä.

Ekosysteemipalveluiden tasapainoiseen ja kokonaisvaltaiseen arvioimiseen tarvitaan tietoa kaikista ekosysteemipalveluluokista. Tätä tietoa olisi myös pystyttävä keräämään systemaattisesti saman järjestelmän alla, jolloin olemassa olevaa tietoa pystyttäisiin hyödyntämään mahdollisimman kattavasti. Koska arviointitilanteet ovat kuitenkin keskenään hyvin erilaisia, käyttäjän on viime kädessä pystyttävä itse valitsemaan tilanteeseen sopivimmat indikaattorit. Käytännössä tämä voi olla vaikeaa. Ekosysteemipalveluindikaattoreiden jatkokehityksessä olisikin keskityttävä yksittäisten indikaattoreiden määrittelyn lisäksi myös luomaan päätöksenteon tueksi yksinkertaistettuja malleja erilaisissa tilanteissa huomioon otettavista asioista.

## SUMMARY

Many ecosystem services are extremely important to human beings and the state of services and the sustainability of their use have to be monitored. Relevant and updated data is a basis for sustainable and proactive policy. The data needed can be collected by using indicators. The aim of this report is to make a preliminary estimation on that how well the currently used indicators measure ecosystem services and to make suggestions for the further development in Finland. Four different ecosystems are examined: forests, agroecosystems, peatlands and inland waters.

At global scale assessment of ecosystem services and their measurement by using indicators is still undeveloped and the indicators currently in use do not provide enough information for decision-making. In Finland there are plenty of data and information available on natural resources and on the state of environment. The concept of ecosystem services is, however, relatively new and the indicators currently in use have not been developed based on this concept.

Ecosystem services is a very wide concept and of each service several issues can be measured out: the state and the functions of ecosystems and changes in them, services and goods provided, increased wellbeing, benefits or the value of these. It is also essential to assess long run sustainability of the use of services. Furthermore, the connections of different ecosystem services and external factors impacting on ecosystem services should be understood. However, it is neither possible nor reasonable to measure everything. What is measured and what kind of indicators are used, depends on the objectives and occasion.

In Finland there are plenty of data available on all four ecosystems analyzed in this working paper. Between different ecosystem services there are, however, differences in the availability of data. In general provisioning services are measured and monitored most closely. On cultural services some data especially related to recreational services are available. On regulating and supporting services generalizable data are less available, although research results supporting assessments exist. The most important reason for the minor amount of data is the difficulty of measurement, but also the fact that the benefits these ecosystem services provide are indirect. Also between different provisioning services there are differences in data availability. More data are available on those provisioning services the economic benefits of which are highest and easily measurable.

The assessment made in this working paper is preliminary. However, it seems evident that in Finland more data, with systematic follow-up, is needed especially on regulating and supporting services and to some extent also on cultural services. By using the

current data it is not possible to get a comprehensive understanding of the state of ecosystem services. Indicators and data collecting have to be further developed.

For balanced and comprehensive assessment of ecosystem services data are needed on all main categories. The data should also be gathered systematically by using one system, which would enable the use of existing data comprehensively. As the assessment situations differ much, by the end of the day the user has to be able to choose herself the indicators most relevant in the occasion. In practice this can prove to be difficult. Thus, in further development in addition to defining specific indicators, it is also important to create some simple models on the issues to be considered in differing decision-making situations.

# 1. JOHDANTO

Ekosysteemipalvelut -käsite on ollut käytössä jo 1970-luvulta alkaen, mutta laajempaan tietoisuuteen ja käyttöön sen toi YK:n Vuosituhannen ekosysteemi-arviointi (Millennium Ecosystem Assessment 2001–2005). Ekosysteemipalveluilla tarkoitetaan luonnon ihmiselle suoraan tai välillisesti tuottamia hyötyjä ja ne jaetaan yleensä neljään pääkategoriaan: tuotantopalveluihin (provisioning services), säätelypalveluihin (regulating services), kulttuuripalveluihin (cultural services) ja tukipalveluihin (supporting services) (Millennium Ecosystem Assessment 2003, 2005). Vaikka näiden pääluokkien sisältö vielä vaihtelee ja on edelleen muotoutumassa, tämä luokittelu on säilynyt perustana myös Vuosituhannen ekosysteemi-arvioinnin jälkeisessä käsitteiden kehittämisessä.

Tuotantopalvelut ovat ekosysteemien tuottamia aineellisia hyötyjä, joita ihmiset pystyvät suoraan tai raaka-aineina hyödyntämään. Tällaisia ovat esimerkiksi puu, vesi, kuidut ja ruoka. Säätelypalveluilla tarkoitetaan ekosysteemien kykyä vaikuttaa suotuisasti ympäristön tilaan ja säädellä esimerkiksi ilmastoa tai tulvia. Osa säätelypalveluista hyödyttää ihmisiä välillisesti ja epäsuoraan, osan vaikutus on suurempaa. Kulttuuripalveluita ovat ekosysteemien tuottama henkinen ja esteettinen hyöty, esimerkiksi ekosysteemien käyttö virkistyksessä. Tukipalvelut ovat kaikkien ekosysteemipalveluiden taustalla ja ilman niitä muiden palveluiden tuottaminen ei olisi mahdollista. Tukipalveluihin kuuluvat muun muassa fotosynteesi ja maanmuodostus. Vuosituhannen ekosysteemi-arvioinnin jälkeen ekosysteemipalveluihin liittyvää käsitteistöä on muokattu useissa laajoissa hankkeissa (TEEB 2010, UK NEA 2011, Haines-Young ja Potschin 2012) edelleen käyttökelpoisempaan ja helpommin sovellettavaan muotoon ja myös ymmärrys ekosysteemipalveluiden ihmisille tuottamista hyödyistä on kasvanut.

Ihminen on muuttanut luonnon ekosysteemejä viimeisten vuosikymmenien aikana nopeammin kuin koskaan aiemmin (Millennium Ecosystem Assessment 2005). Näiden muutosten avulla on parannettu ihmisten hyvinvointia, mutta samalla monien ekosysteemien laatu on heikentynyt. Koska monet ekosysteemipalveluista ovat ihmiselle hyvin tärkeitä, osa välttämättömiä ja korvaamattomia, on niiden tilaa ja käytön kestävyyttä seurattava. Ajantasainen ja relevantti tieto on perusta kestäväälle ja ennakoivalle politiikalle. Tällaisen tiedon järjestelmällinen kerääminen perustuu tavallisesti useiden asioiden tilaa ja muutosta koskevien indikaattorien kehittämiseen ja käyttöön. Kansainvälisesti indikaattoreita on alunperin käytetty taloudellisen ja myöhemmin myös muun yhteiskunnallisen kehityksen seuraamiseen (mm. UNDP:n Human Development Report, Maailmanpankin World Development Indicators) sekä luonnonvarojen, ympäristön ja

niiden eri elementtien tilan kuvaamiseen ja seuraamiseen (FAO:n Global Forest Resources Assessment, State of World Forests ja State of Food and Agriculture, CBD:n Global Biodiversity Outlook, UNEP:n Global Biodiversity Assessment). Ekosysteemien ja ekosysteemipalvelujen osalta Vuosituhannen ekosysteemi-arviointi (2005) oli ensimmäinen maailmanlaajuinen keskeisten maa- ja vesiekosysteemien ja niiden ekosysteemipalvelujen tilan sekä tulevien kehityssuuntien systemaattinen arviointi. Sen laatimiseen osallistui yli 3000 tutkijaa 95 maasta. Vuosituhannen ekosysteemi-arviointi nosti myös esille ekosysteemipalveluja koskevien indikaattorien tarpeen.

Yleisesti ottaen indikaattoreilla pyritään järjestelmälliseen ja kohteen olennaisia piirteitä kuvaavaan mittaamiseen. Syntetisoivilla indikaattoreilla (esimerkiksi bruttokansantuote, inhimillisen kehityksen indeksi) pyritään myös yksinkertaistamaan tietoa helposti ymmärrettävään muotoon. Indikaattoreiden avulla mitataan ja arvioidaan systemaattisesti luonnonvarojen tai yleisemmin ympäristön ja luonnon ekosysteemien käyttöä ja käytön kestävyyttä. Niiden avulla pyritään myös arvioimaan sitä miten asetetut tavoitteet on saavutettu. Ne auttavat päätöksentekijöitä perustamaan päätöksensä mitattuun tietoon, priorisoimaan toimenpiteitä, seuraamaan politiikan vaikuttavuutta ja huomaamaan politiikkamuutosten tarpeen (mm. Layke 2009). Indikaattoreita voidaan käyttää myös apuna arvioitaessa eri tekijöiden vaikutussuhteita.

Se, mitä ja minkälaisia indikaattoreita käytetään ja tarvitaan, on tarkastelutasosta riippuvaista. Kansainvälisillä ja kansallisilla indikaattorijärjestelmillä voi olla eroja, vaikka järjestelmistä onkin tarkoituksenmukaista kehittää yhteensopivia. Sen sijaan esimerkiksi yksittäisen hankkeen ympäristövaikutusten arvioinnissa ja seurannassa tarvittavat indikaattorit voivat erota esimerkiksi kansallisella tasolla tarvituista luonnonvarojen kestävä käytön indikaattoreista, vaikka myös niissä yhteensopivuus olisi etu.

Yhden tai muutaman indikaattorin käyttö ei useinkaan riitä, vaan kokonaisvaltaisen kuvan saamiseksi tarvitaan useita, erilaisia mittareita. Mittarit voivat olla sekä määrällisiä että laadullisia. Käytännössä indikaattorien valintaan vaikuttaa myös saatavilla oleva tieto. Jos haluttua tietoa ei ole saatavilla tai sitä ei pystytä suoraan mittaamaan, joudutaan käyttämään vaihtoehtoisia, välillisiä ja korvaavia mittareita.

Joitakin ekosysteemien tuottamia palveluita on mitattu vuosikymmenien tai jopa liki vuosisadan ajan. Tällaisia ovat erityisesti monet luonnon ja ekosysteemien tuotantopalveluista saatavat hyödyt sekä ekosysteemien tila, Suomessa esimerkiksi metsävaroja ja niiden käyttöä koskevat tiedot. On kuitenkin useita ekosysteemipalveluita, joista ei ole saatavilla tietoa tai jos sitä on, tieto kehityksen suunnasta on puutteellista. Maailmalla käytössä olevat indikaattorit eivät myöskään monissa tapauksissa mittaa vaikutusta ihmisten hyvinvointiin (Layke 2009).

Ekosysteemipalveluiden kattava arvioiminen ja palveluiden mittaaminen indikaattorien avulla on vielä globaalilla tasolla kehittymätöntä ja nykyisin käytössä olevat indikaattorit eivät tuota tarpeeksi kattavaa tietoa päätöksenteon tueksi (Layke 2009). Esimerkiksi World Resources Instituten vuonna 2009 tekemän selvityksen (Layke 2009) mukaan Vuosituhannen ekosysteemi-arvioinnissa käytettyjen indikaattorien avulla pystytään välittämään tarvittavaa tietoa heikosti. Myös dataa on yleensä riittämättömästi saatavilla.

Suomessa on maailmanlaajuisesti katsottuna suhteellisen runsaasti ja monipuolisesti olemassa tietoa ja mitattua dataa luonnonvaroista ja luonnon tilasta. Niiden pohjalta on laadittu myös erilaisia indikaattoreita ympäristön tilan tai esimerkiksi metsävarojen seurantaan sekä kansallisia että kansainvälisiä tarpeita varten. Ekosysteemipalveluihin perustuva ajattelutapa on kuitenkin suhteellisen uusi ja käytettyjä indikaattoreita ei ole suunniteltu tämän ajattelutavan pohjalta. Myös Suomessa tarvitaan päätöksenteon pohjaksi indikaattoreita, joilla pystytään arvioimaan entistä laaja-alaisemmin ja monipuolisemmin ekosysteemipalvelujen tilaa, saatavuutta ja kehityssuuntia. Tämän raportti pyrkii osin vastaamaan tähän tarpeeseen. Raportin tavoitteena on arvioida alustavasti ekosysteemipalveluiden mittaamisen nykytilaa, esittää tarvittavia täydennyksiä ja antaa suosituksia jatkotyölle.

Raportti etenee seuraavasti. Luvussa 2 tarkastellaan lyhyesti ekosysteemipalveluihin perustuvaa lähestymistapaa ja olemassa olevia viitekehyksiä. Luvussa 3 luodaan lyhyt katsaus ekosysteemipalvelujen indikaattoreista käytävään kansainväliseen keskusteluun. Luvussa 4 tarkastellaan Suomessa käytössä olevien indikaattorijärjestelmien ja indikaattoreiden soveltuvuutta ekosysteemipalveluiden mittaamiseen. Arviointia tehdään neljäs- tä eri ekosysteemistä – metsistä, soista, maatalousympäristöstä ja sisävesiekosysteemis- tä – ja näiden lisäksi kuvataan myös yleisemmät biodiversiteetti-indikaattorit. Luvussa arvioidaan kunkin ekosysteemin osalta keskeisten indikaattorien olemassaoloa ja indikaattoreihin tarvittavia täydennyksiä. Luvuissa 5 ja 6 arvioidaan ekosysteemipalveluiden mittaamisen kehittämistarpeita Suomessa ja annetaan suosituksia jatkotyölle.

Tämä raportti on laadittu yhteistyönä osana Maj ja Tor Nesslingin säätiön rahoittamaa hanketta ”Metsä-, pelto-, suo ja vesiekosysteemien integroitu ja poliittikkarelevantti arvottaminen Suomessa” sekä Suomen ympäristökeskuksen (SYKE) hanketta ”Suomen ekosysteemipalveluindikaattorit”.

## **2. KANSAINVÄLISIÄ VIITEKEHYKSIÄ EKOSYSTEEMI-PALVELUISTA**

### **2.1 Taustaa**

Ekosysteemipalvelut voidaan jakaa lopullisiin (final ecosystem services) ja väliasteen palveluihin (intermediate ecosystem services) (Wallace 2007, Boyd ja Banzhaf 2007). Lopullisista ekosysteemipalveluista saatavia tuotteita ihmiset hyödyntävät sellaisenaan, väliasteen palveluita käytetään toisten palveluiden tuotannossa (kts. esim. UK NEA 2011). Jako väliasteen palveluihin ja prosesseihin ja lopullisiin ekosysteemipalveluihin on tärkeää erityisesti taloudellisessa arvottamisessa kaksinkertaisen arvottamisen välttämiseksi. Jaottelun tärkeys ja tapa voivat kuitenkin vaihdella tarkoituksen mukaan. Esimerkiksi uudistetussa CICES-luokittelussa samoista ekosysteemiprosesseista lähtöisin olevat ekosysteemipalvelut voivat esiintyä useampina erillisinä luokkina, joiden tilaa kuvataan osin toisistaan eroavilla indikaattoreilla (esim. veteen liittyvät ekosysteemipalvelut).

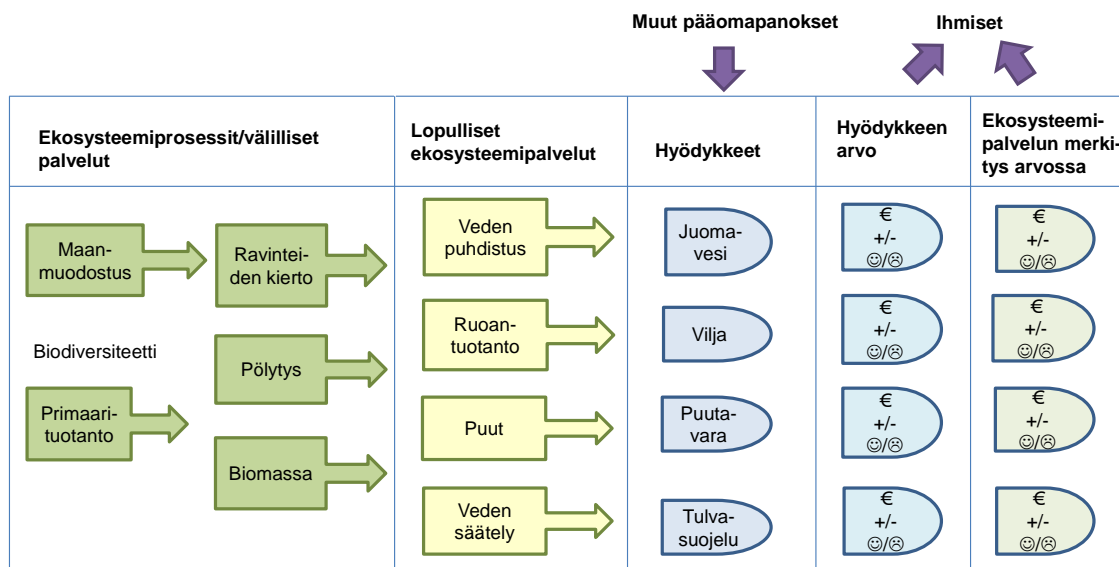
Viime vuosina on kehitetty useita erilaisia viitekehyksiä, joilla pyritään havainnollistamaan ekosysteemipalvelukäsitettä ja hahmottelemaan eri ekosysteemipalveluiden välisiä suhteita ja ekosysteemien tilan ja prosessien vaikutusta tuotettuihin ekosysteemipalveluihin ja ihmisten hyvinvointiin. Kehikkojen avulla voidaan määritellä tarkemmin se, mitä ekosysteemipalveluindikaattoreilla pitäisi pystyä mittaamaan. Yleisimmin käytettyjä malleja ovat ns. Cascade-malli ja sen sovellukset ja Iso-Britannian kansallisessa ekosysteemi-arvioinnissa (UK NEA) käytetyt mallit (Haines-Young & Potschin 2010a, Maes ym. 2012a, UK NEA 2011).

Lisäksi kansainvälisesti keskeinen on Common International Classification of Ecosystem Services (CICES) -prosessi, joka pyrkii yhdenmukaisen kansainvälisen luokittelun luomiseen ekosysteemipalveluista. Siitä valmistui vuoden 2013 alussa Excel-pohjainen versio 4.3 ja hieman aiemmin sitä koskeva raportti (Haines-Young & Potschin 2012). CICES-luokittelun kehittäminen on jatkuva prosessi.

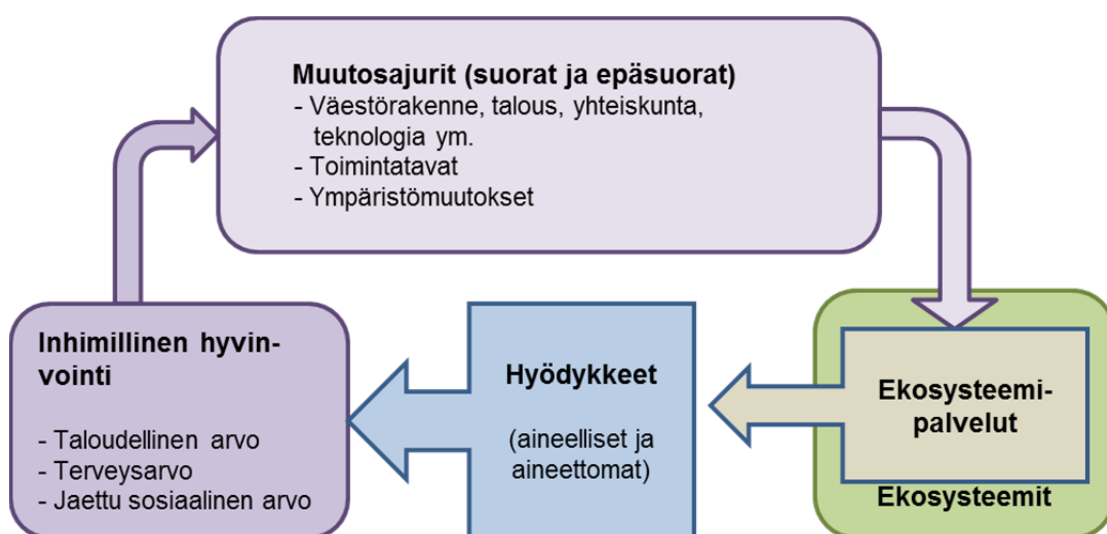


## 2.2 Cascade-malli ja UK NEA:n malli

Iso-Britannian kansallisessa ekosysteemi-arvioinnissa (UK NEA 2011) ekosysteemipalvelut on jaettu myös välillisiin ja lopullisiin ekosysteemipalveluihin (kuva 1). Lopulliset ekosysteemipalvelut ovat palveluita, jotka suoraan hyödyttävät ihmistä. Niiden tuottamiseen tarvitaan välillisiä palveluita. Lisäämällä lopullisiin ekosysteemipalveluihin muita tuotantopanoksia saadaan materiaalisia ja ei-materiaalisia hyödykkeitä (molemmista on ryhdytty käyttämään yhteisnimitystä ”goods”), joilla on tietty taloudellinen arvo. Kuvassa 2, joka on myös UK NEA:sta, mukaan on lisätty ekosysteemien ulkopuolelta tulevia vaikuttavia tekijöitä.



**Kuva 1.** Ekosysteemipalvelut UK NEA:n (2011) mukaan. Kuva on pelkistetty ja mukana on vain pieni osa ekosysteemipalveluista.



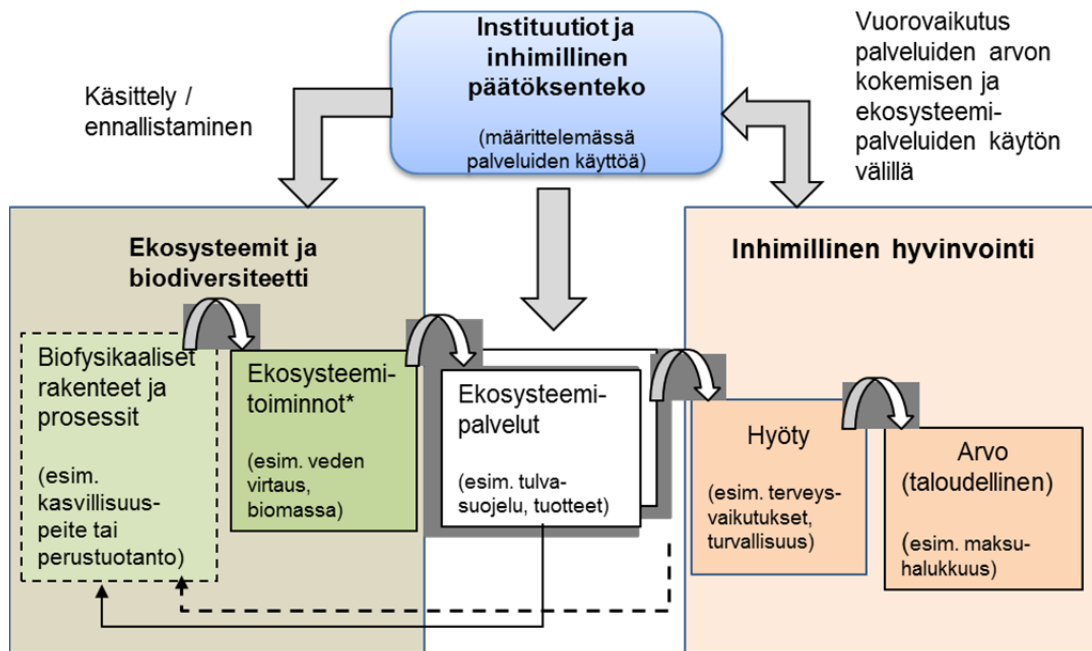
**Kuva 2.** Ekosysteemipalvelut, niihin vaikuttavat taustavoimat ja toimenpiteet (lähde: UK NEA 2011).

Yleisesti käytetty viitekehys ekosysteemien, ekosysteemipalveluiden ja ihmisen hyvinvoinnin linkittämiseen on ns. Cascade -malli (Haines-Young & Potschin 2010a, De Groot ym. 2010, Maes ym. 2012a). Mallia on kehitetty ja käytetty muun muassa TEEB -hankkeessa (The Economics of Ecosystems and Biodiversity) (De Groot ym. 2010) ja sitä on esitelty yksityiskohtaisesti mm. Saastamoinen ym. (2013a).

Cascade-malli kuvaa ketjua ekosysteemien perustoiminnoista ihmisen ekosysteemipalveluista saamaan hyvinvointiin. Ekosysteemipalveluiden olemassaolon edellytyksenä ovat erilaiset ekosysteemitoinninnot, jotka perustuvat biofysikaalisiin rakenteisiin ja prosesseihin (kuva 3). Ekosysteemitoinnilla tarkoitetaan ekosysteemien kykyä tuottaa palveluita, joita ihmiset voivat hyödyntää. Esimerkiksi metsäekosysteemissä yksi toiminnoista on biomassan tuotanto. Biomassan tuottamiseen tarvitaan useita biologisia prosesseja (mm. yhteyttäminen, ravinteiden ja veden kierto, ks. myös taulukko 1).

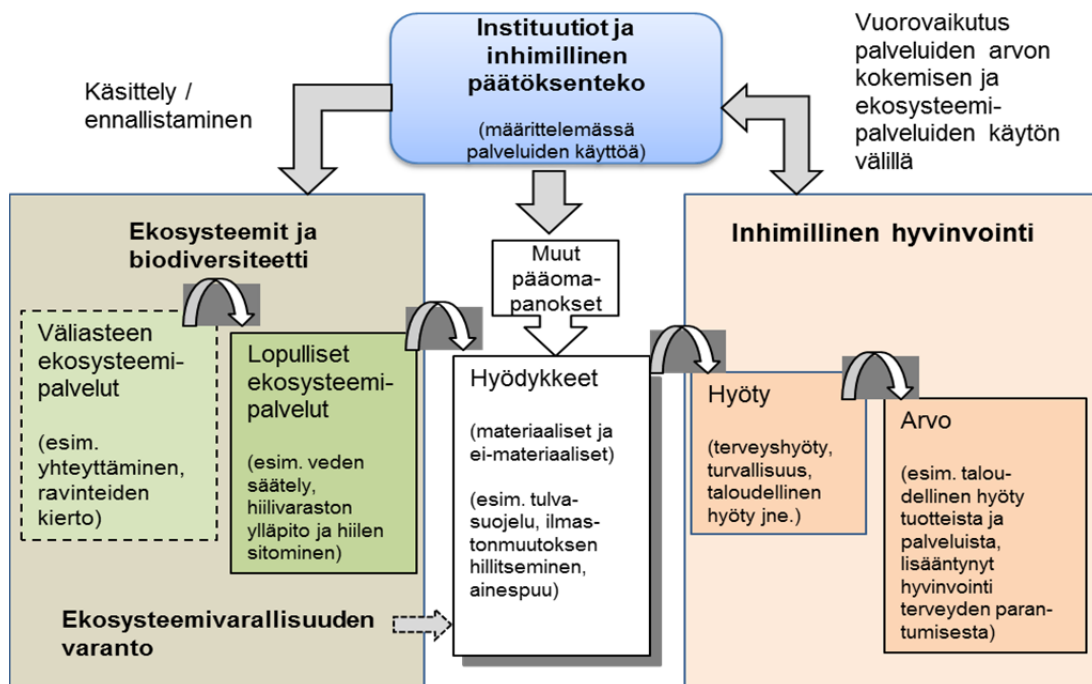
Cascade-mallin ajatus on yleisesti hyväksytty, mutta keskustelua käydään yksityiskohtaisemmasta jaosta. Erityisesti taloudellisen arvottamisen kannalta on koettu tarpeelliseksi kehittää luokittelua vastaamaan taloustieteessä käytettäviä määritelmiä (kts. esim. Kosenius ym. (2013)). Haltia ym. (2013) (kuva 4) jakaa ekosysteemiprosessit ja -palvelut Batemaniin ym. (2011) pohjautuen väliasteen ekosysteemipalveluihin ja lopullisiin ekosysteemipalveluihin. Väliasteen ekosysteemipalveluihin kuuluvat sekä tukipalvelut että osa säätelypalveluista. Tilanteesta riippuen säätelypalvelut voivat olla myös lopullisia ekosysteemipalveluita. Näistä ihmisten panostuksella syntyy hyödykkeitä (goods), jotka edelleen tuottavat ihmisille hyötyä ja joilla on taloudellinen (tai muu) arvo. Jakoa väliasteen ekosysteemipalveluihin ja lopullisiin ekosysteemipalveluihin havainnollistetaan taulukossa 1 käyttäen esimerkkinä suomalaista metsäekosysteemiä.

Haltia ym. (2013) esittämän kuvan keskeinen ero kuvan 3 alkuperäiseen Cascade-malliin on se, että ekosysteemipalveluiksi kutsutaan samoja toimintoja, joita perinteisemmässä Cascade-mallissa nimitetään biofysikaalisiksi rakenteiksi ja prosesseiksi sekä toiminnoiksi. Cascade-mallin palveluiden (kuvan 3 ”ekosysteemipalvelut”) ajatellaan Haltian ym. mallissa olevan ekosysteemipalveluihin perustuvia materiaalisia ja ei-materiaalisia hyödykkeitä, joiden hyödyntäminen edellyttää myös muiden pääoma-panosten käyttöä. Haltia ym. (2013) malliin on sisällytetty myös käsitteet ekosysteemi-varanto ja ekosysteemipalveluiden virta. Ekosysteemipalvelut ovat ekosysteemi-varantojen esimerkiksi vuosittain tuottamia palveluvirtoja (Bateman ym. 2011).



\* Palvelua tuottavan biofysikaalisen rakenteen tai prosessin osa

Kuva 3. Cascade-malli (de Groot et al. 2010).



Kuva 4. Muokattu cascade-malli (lähde: Haltia ym. 2013).

**Taulukko 1.** Esimerkkejä suomalaisten metsien tuottamista ekosysteemipalveluista (lähde: Haltia & Kniivilä 2013).

Väliasteen ekosysteemi-palvelut/ väliprosessit (Intermediate services)	Lopulliset ekosysteemipalvelut (Final services)	Esimerkki lopputuotteesta (Material and non-material goods)
<b>Tukipalvelut</b> Fotosynteesi Ravinteiden kierto Hiilen kierto Veden kierto Maanmuodostus Evoluutioprosessit	<b>Tuotantopalvelut</b> Puuntuotanto Bioenergian tuotanto Marjojen, sienten ja muiden keräilytuotteiden tuotanto Riistaeläinten elinympäristö Puhtaan veden tuotanto	Tukkipuu Metsähake Marjat ja sienet Riistaliha Juomavesi
<b>Säätelypalvelut (väliprosesseina)</b> Hajotustoiminta Pienilmaston säätely Pölytys Tautien ja tuholaisien säätely	<b>Kulttuuripalvelut</b> Maisema, ulkoilu- ja virkistysympäristö Materiaalia koulutukseen ja kasvatukseen Metsien merkitys taiteelle	Virkistyskäyttö Koulutus ja kasvatustarvikkeet Kansallismaisemat kuvataiteessa
	<b>Säätelypalvelut (lopullisina ekosysteemipalveluina)</b> Hiilen sidonta ja ilmaston säätely Veden puhdistus ja hengitettävä ilma Tulvien, myrskytuhojen, eroosion säätely Melun säätely Pölytys Tautien ja tuholaisien säätely	Ilmastonmuutoksen torjunta, tasainen ilmasto Juomavesi ja raitis ilma Tulvien, myrskytuhojen, eroosion ehkäisy Melun torjunta Hunaja Tautien ja tuholaisien torjunta

## 2.3 CICES

Cascade-malli ja UK NEA:n malli keskittyvät kuvaamaan yleisellä tasolla ekosysteemi-palveluita, eri ekosysteemipalveluiden (väliasteen, loppuasteen) tai ekosysteemiprosessien ja palveluiden välistä suhdetta ja niiden vaikutusta ihmisten hyvinvointiin. CICES-luokittelu (Haines-Young ja Potchin 2010b, Haines-Young ja Potchin 2012) on askel konkreettisempaan sekä ennen muuta järjestelmälliseen ja kattavaan luokitteluun ja sitä voidaan käyttää indikaattorien määrittelyssä apuna melko suoraan. Luokittelu on kehitetty erityisesti ympäristötilinpidon tarpeita ajatellen, mutta myös palveluiden tunnistamiseen ja arviointiin. CICES:n kehittäminen pohjautuu Euroopan ympäristökeskuksen (EEA) työhön ja luokittelun ensimmäinen versio "Proposal for a Common International Classification of Ecosystem Services and Goods (CICES) for Integrated Environmental and Economic Accounting" (Haines-Young & Potschin 2010b) tuotettiin EEA:lle.

CICES:ssä ekosysteemipalvelut määritellään panoksina, joita ekosysteemit tuottavat ihmisten hyvinvointiin. Ekosysteemipalvelut syntyvät biottisten ja abiottisten prosessien vuorovaikutuksesta ja niillä tarkoitetaan erityisesti ns. lopputuotteita. Luokittelussa ovat mukana tuotanto-, säätely- ja ylläpito- sekä kulttuuripalvelut. Tuotanto- ja kulttuuripalvelut ovat lopullisia palveluita ja suoraan ihmisten hyödynnettävissä, säätely- ja ylläpitopalvelut voivat olla välillisiä tai lopullisia ekosysteemipalveluita asiayhteydestä riippuen. Tukipalvelut eivät ole mukana pääluokassa, koska niitä ei hyödynnetä suoraan ja ne ovat useiden lopputuotteiden tuotannon taustalla. Ympäristötilinpidossa ne on syytä huomioida muulla tavoin (Haines-Young & Potchin ym. 2012). Vaikka tukipalvelut eivät ole mukana pääluokassa, järjestelmä sallii niiden sijoittamisen tarpeen mukaan alemman tason kategorioihin.

CICES (V4/V4.1/V4.3) jakaa ekosysteemipalvelut viiteen eri tasoon (Section, Division, Group, Class, Class type). Kolme ylintä tasoa on esitetty taulukossa 2. Ylimmän tason muodostavat perinteiset kolme pääkategoriaa: tuotanto-, säätely- ja ylläpito sekä kulttuuripalvelut. Nämä jaetaan edelleen tarkempiin ryhmiin ja esimerkiksi tuotantopalvelut jaettiin versiossa V4.1 neljään "divisioonaan": ravintoon, veden tarjontaan, bioottisiin materiaaleihin ja energiaan. Kaikissa seuraavissa alaluokissa määrittelyt edelleen tarkentuvat. Alaluokkien tarkoitus on tehdä luokituksista käyttäjätasoisempia ja tuoda samalla ekosysteemipalvelut entistä konkreettisemmalle tasolle. Luokittelua kehitetään jatkuvasti ja myöhemmissä versioissa (V4.3) jaottelu poikkeaa jossain määrin edellä mainitusta.

CICES:n tarkoituksena on palvella sekä ekosysteemipalveluiden kartoitusta ja arviointia että ekosysteemipalvelujen taloudellista tilinpidon (ecosystem service accounting). Vaikka CICES:n avulla mitataan "fyysisiä" palvelutuotoksia, on luokittelun avulla saadus-

ta tiedosta hyötyä myös kestävyuden kokonaisvaltaisessa arvioinnissa. Perinteinen luonnonvarojen ja niitä ylläpitävien ja tuottavien ekosysteemien tilan seuranta on ensisijaisesti perustunut fyysisiin mittasuureisiin ja näin on myös ekosysteemipalvelujen osalta.

**Taulukko 2.** Ekosysteemipalveluiden luokittelu CICES:n mukaan (V4, 2012) ([www.cices.eu](http://www.cices.eu)), kolme ylintä tasoa.

<b>Taso 1 (Section)</b>	<b>Taso 2 (Division)</b>	<b>Taso 3 (Group)</b>
Tuotantopalvelut (Provisioning)	Ravinto	Maakasvit ja eläinperäinen ravinto Makean veden kasvit ja eläimet Merikasvit ja -eläimet
	Veden tarjonta	Kulutusvesi Maataloudessa käytetty vesi Teollisuuden ja energiakäytön vesi
	Materiaalit	Biomateriaalit
	Energia	Biomassapohjainen energia
Säätely- ja ylläpitopalvelut (Regulation and maintenance)	Biofysikaalisen ympäristön säätely	Biopuhdistus Pidättyminen, sitoutuminen Ilmavirtausten säätely Vesien säätely Erosion, maanvyörymien esto
	Fysikaalis-kemiallisen ympäristön säätely	Ilman säätely Veden laadun säätely Maaperän muodostus ja maaperän laadun säätely
	Bioottisen ympäristön säätely	Elinkiertojen turvaaminen, elinympäristöjen ja geenipoolien suojele Tuholais- ja tautitorjunta (ml. haitalliset vieraslajit)
Kulttuuripalvelut (Cultural)	Symbolinen merkitys	Esteettiset ja perintöarvot Henkiset arvot
	Älyllinen, kokemuksellinen merkitys	Virkistys, yhteisöllinen toiminta Tieto, tietämys

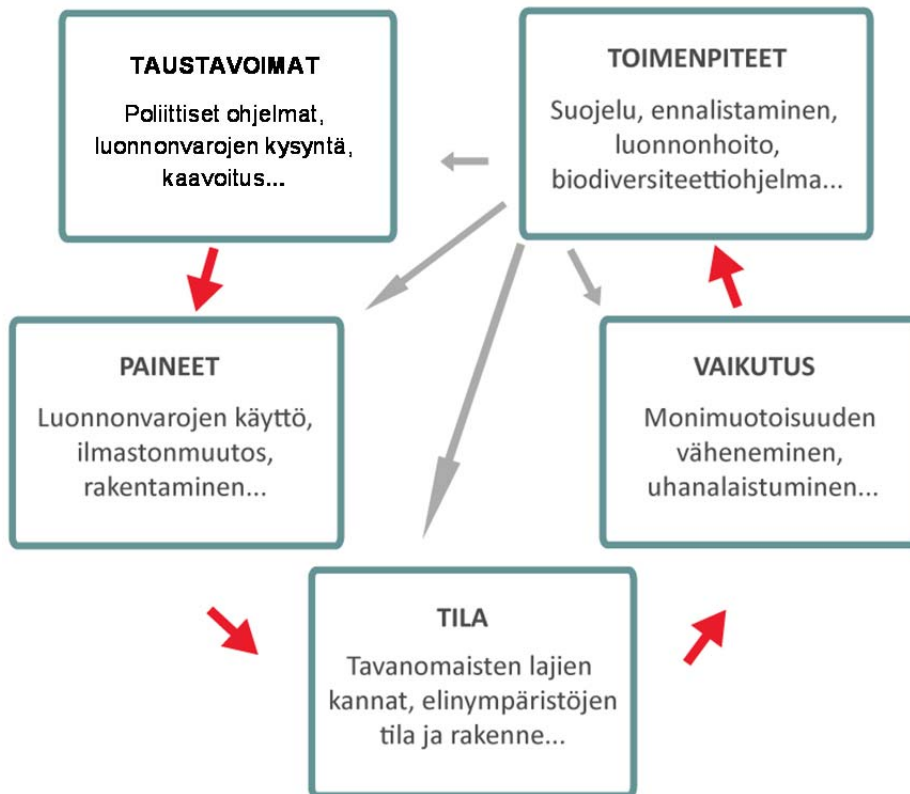
### **3. INDIKAATTOREIDEN MÄÄRITTÄMINEN EKOSYSTEEMIPALVELUILLE JA TIEDON SAATAVUUS**

Edellisessä luvussa esitetyt ekosysteemipalveluita kuvaavat viitekehukset ovat olleet pohjana arvioitaessa ja määrittettäessä sitä minkälaisilla indikaattoreilla ekosysteemipalveluita pitäisi mitata. Jokaisesta ekosysteemipalvelusta voidaan mitata useita eri asioita: palvelua tuottavan ekosysteemin tilaa ja toimintaa ja niissä tapahtuvia muutoksia, varsinaisia tuotettuja palveluita ja lopputuotteita tai yhteiskunnan tai yksilöiden saamaa hyvinvoinnin lisäystä, hyötyjä tai niiden arvoa (esim. UNEP-WCMC 2011). Indikaattoritietoa tarvitaan siis koko ekosysteemipalveluiden syntyketjun osalta: biofysikaalisia mittareita tuotantopään ja toteutuneen käytön osalta ja sosio-ekonomisia mittareita käytön vaikutuksesta ihmisten hyvinvointiin.

Keskeistä on myös se, että arvioidaan ekosysteemipalveluiden käytön pitkän aikavälin kestävyyttä. Tätä painotetaan muun muassa kansainvälisen biodiversiteettisopimuksen (CBD) ekosysteemilähestymistavassa, mutta yksittäisten ekosysteemipalveluiden osalta myös monissa muissa prosesseissa. Ekosysteemipalveluiden tuotannon kestävyuden arvioimiseksi tarvitaan tietoa useammalta ajankohdalta, tietoa ekosysteemin käytöstä ja mikäli mahdollista erityistä käytön kestävyyttä kuvaavaa indikaattoritietoa (UNEP-WCMC 2011). Joissakin tapauksissa käytön kestävyyttä on mahdollista arvioida kynnysarvojen avulla. Indikaattoreiden määrittelyssä on tärkeää myös systeemin ajallinen rajaaminen oikein. Jos tarkastellaan ekosysteemien fenologiaan eli vuoden kiertoon tai ekosysteemin sukkessioon liittyviä hyötyjä, pitää indikaattori suhteuttaa ekosysteemipalvelun uudistumissykliin. Jos tavoitteena on tuottaa ekosysteemipalvelua kestävästi, palveluiden käyttö ei saa pitkällä aikavälillä ylittää niiden tuotantoa.

Ekosysteemipalveluiden määrän ja laadun lisäksi on ymmärrettävä myös eri ekosysteemipalveluiden välisiä suhteita ja ekosysteemipalveluihin vaikuttavia ulkopuolisia tekijöitä. DPSIR-viitekehysten (kuva 5) (esim. Smeets ja Weterings 1999) mukaisesti tietoa olisi saatava ekosysteemiin kohdistuvasta paineesta (pressure) ja muutosta aiheuttavista yhteiskunnallista taustavoimista (drivers), ympäristön tai resurssin tilasta (tilaindikaattorit, state), muutosten aiheuttamasta vaikutuksesta (vaikutusindikaattorit, impacts) ja valituista toimenpiteistä (toimenpideindikaattorit, responses). Näistä tila- ja vaikutusindikaattorit ovat yleisimpiä. Kaikkea ei voi eikä ole järkevää kuitenkaan yrittää mitata, vaan se mitä mitataan ja mitä indikaattoreita käytetään, riippuu tavoitteista ja tilanteesta. DPSIR-indikaattorien avulla saadaan tietoa erityisesti syy-seuraussuhteista. Näiden indikaattorien lisäksi tarpeellista voi olla käyttää myös indikaattoreita, jotka mittaavat

esimerkiksi toiminnan tehokkuutta (efficiency indicators) tai toteutuksen onnistumista (performance indicators), kuten etäisyyttä kestäväksi arvioidusta käytön tasosta (Smeets ja Weterings 1999).



**Kuva 5.** DPSIR-viitekehys, esimerkkinä luonnon monimuotoisuus (lähde: Luonnontila.fi).

De Groot ym. (2010) esittää kahdenlaisten indikaattoreiden käyttöä ekosysteemipalveluiden mittaamiseen: tilaindikaattoreita (state) ja ”suoritusta” (performance) mittaavia indikaattoreita. Näistä jälkimmäinen kuvaa sitä kuinka paljon palvelua voidaan kestävästi käyttää. Näillä mittareilla arvioidaan ennen kaikkea ekosysteemipalveluiden tuotantoon tarvittavien ekosysteemien tilaa ja niiden käytön kestävyyttä. Ekosysteemipalveluiden käytöstä ihmisille syntyneen hyvinvoinnin lisäys ei ole näissä indikaattoreissa mukana.

World Resources Institute on arvioinut Vuosituhannen ekosysteemi-arvioinnissa (Millennium Ecosystem Assessment 2005) käytettyjen indikaattorien kykyä mitata päätöksenteon tueksi ekosysteemipalveluista tarvittavaa tietoa. Layken (2009) kirjoittamassa raportissa arvioidaan, että käytössä olevilla indikaattoreilla pystytään tällä hetkellä mittaamaan heikosti ekosysteemipalveluita. Monet Vuosituhannen ekosysteemi-arvioinnissa esitetyt ja Layken (2009) vertailemat indikaattorit eivät heijasta ekosysteemipalveluiden moninaisuutta ja sosio-ekologista monimutkaisuutta, kuten tuotannon ja kysynnän ero-



ja tai cascade-mallin vaiheita. Layken arvion mukaan indikaattoritietoa on saatavilla erityisesti tuotantopalveluista, mutta selvästi vähemmän säätely- ja kulttuuripalveluista. Raportissa korostetaan säätely- ja kulttuuripalveluindikaattorien kehittämisen tärkeyttä. Tällä hetkellä olemassa olevilla indikaattoreilla pystytään mittaamaan ennen kaikkea sellaisia palveluita, joilla on markkinat tai jotka ovat julkisen säätelyn kohteina. Tämä koskee myös kulttuuripalveluita – esimerkiksi virkistyskäytöstä tai siihen liittyvästä matkailusta on olemassa parempaa tietoa kuin maisema-arvoista. Layken raportissa esitellään myös tapoja arvioida vaikeasti mitattavia säätelypalveluita.

YK:n ympäristöohjelma UNEP:n alaisen World Conservation Monitoring Centren laajana asiantuntijatyönä tekemässä raportissa (UNEP-WCMC 2011) arvioidaan miten ekosysteemipalveluita tällä hetkellä mitataan ja miten mittausta olisi kehitettävä. Raportissa on tarkasteltu yhdentoista pääosin kansallisen ekosysteemipalveluarvioinnin indikaattoreita. Globaalilla ja kansallisella tasolla indikaattoreita ja mitattua tietoa on tällä hetkellä useimmiten saatavilla tuotantopalveluista. Säätely- ja kulttuuripalveluista on jonkin verran tietoa. UNEP-WCMC:n arvion mukaan käytetty indikaattoritieto pohjautuu useimmiten ekosysteemin rakenteeseen (määrä/kunto) tai palveluiden tarjontaan ja käyttöön tai hyötyjen arvoon. Näiden mittaaminen ainakin karkealla tasolla on suhteellisen helppoa. Ekosysteemien toimintaan ja käytön kestävyysliittyviä indikaattoreita on käytetty vähän.

Pohjoismaiden ekosysteemipalveluiden sosio-ekonomista merkitystä tarkastelleessa TEEB Nordic -hankkeessa (Kettunen ym. 2012) pyrittiin laatimaan kattavat listaukset niin tuotantopotentiaalia kuin kysyntää ja käyttöä koskevista indikaattoreista. Ekosysteemipalveluiden tuotantopotentiaalini kuvaamiseksi pyrittiin löytämään ensisijaisesti ”suora indikaattori”. Jollei sellaista ollut saatavissa yritettiin valita ”epäsuora indikaattori” (engl. proxy indicator), jonka avulla voitiin kuitenkin päätellä jotain ekosysteemipalvelun tilasta ja kehityksestä. Suorista indikaattoreista nostettiin esiin myös mahdollisuus käyttää useista osatekijöistä johdettavia ”yhdistelmäindikaattoreita” (composite indicator) tai malleihin pohjautuvia indikaattoreita. Spatiaalisesti laskettavissa olevista yhdistelmäindikaattoreista voidaan esimerkkeinä mainita luonnon virkistyskäyttöpotentiaali, joka riippuu luonnontilaisesta ympäristöstä ja ihmisten matkustustottumuksista, tai pölytyspotentiaali, johon vaikuttavat pölytystä tarvitsevat kasvit ja niiden riippuvuusaste hyönteispölytyksestä, pölyttäjien lajimäärä ja runsaus sekä maiseman rakenne (kts. esim. Maes 2012b). Lisäksi on huomioitava, että esim. monien kulttuuripalveluiden kohdalla käytettävä indikaattoritieto on luonteeltaan selvästi kvalitatiivista ja sanallinen kuvaaminen on tällöin ainoa mahdollisuus. (Kettunen ym. 2012)

Ekosysteemipalveluiden kysyntää ja toteutunutta käyttöä kuvaavien sosio-ekonomisten hyötyjen ”suorina indikaattoreina” pidettiin TEEB Nordicissa ensisijaisesti taloudellista arvoa, sosiaalista merkitystä (esim. työpaikkoja) tai terveyshyötyjä kuvaavia mittareita

(Kettunen ym. 2012). Vastaavasti epäsuorina sosio-ekonomisina proxy -indikaattoreina olivat monet tuotantopuolen biofysikaaliset ”suorat indikaattorit”. Myös TEEB Nordic -hankkeessa havaittiin suuriakin puutteita saatavilla olevien indikaattoritietojen kattavuudessa ja yhtenäisyydessä (Kettunen ym. 2012).

TEEB-raporttien lisäksi etenkin ekosysteemipalvelujen tuotantokapasiteettia kuvaavien indikaattoreiden kehittelyä on viety eteenpäin Euroopan komission yhteistutkimuslaitoksen (JRC) ja kansallisten tutkimuslaitosten muodostaman PEER-verkoston PRESS-yhteishankkeessa (Maes ym. 2011, 2012b).

## 4. SUOMESSA KÄYTETTYJÄ INDIKAATTOREITA EKOSYSTEEMIIEN TUOTTAMIEN PALVELUJEN MITTAAMISESSA

### 4.1 Biodiversiteetti

Suomessa on kehitetty luonnon monimuotoisuuden yleisseurantaan soveltuvia indikaattoreita vuodesta 2004 lähtien (Auvinen ja Toivonen 2006). Indikaattorit ovat liittyneet tiiviisti luonnon monimuotoisuutta koskevan politiikan vaikutusten seurantaan. Niiden keskeisiä käyttötarkoituksia ovat olleet kansallisen biodiversiteettistrategian ja toimintaohjelman väliarvioinnit (Hildén ym. 2005) sekä Suomen raportointi YK:n biodiversiteettisopimukselle (Auvinen ym. 2010). Näiden hallinnollisten käyttötarkoitusten ja niiden asettamien vaatimusten ohella indikaattoreista on pyritty tekemään mahdollisimman yleisluonteisia, jotta niitä voitaisiin hyödyntää muun muassa opetuksessa ja mediassa (Auvinen 2010).

Biodiversiteetti-indikaattoreiden pääasiallinen julkaisukanava on internetsivusto *Luonnontila.fi* ja tämän englanninkielinen rinnakkaisversio *Biodiversity.fi*. Sivustoilla indikaattorit on jaettu teemoittain Suomen yhdeksän pääelinympäristötyypin sekä kahden näitä poikkileikkaavan teeman – ilmastomuutoksen ja vieraslajien – mukaan. Teemojen sisällä indikaattorit on edelleen jaoteltu edellä mainitun DPSIR-viitekehyksen mukaan paine-, tila-, vaikutus- ja toimenpideindikaattoreihin (Smeets ja Weterings 1999). Toistaiseksi muutosten taustalla olevista yhteiskunnallisista taustavoimista (drivers) kertovia indikaattoreita ei ole kehitetty vaan indikaattorikokoelman viitekehys on ollut lähinnä luonnontieteellinen. Yksinkertaistettuna indikaattorit pyrkivät vastaamaan kysymykseen ”Miten Suomen luonto voi?”.

Keskeisiä indikaattoreiden valintakriteerejä ovat olleet:

- tietojen taustalla olevan seurannan tulee olla menetelmällisesti riittävän kehittyneitä ja luotettavaa
- seurannan tulee tuottaa määrällisiä aikasarjoja, joiden tulee ulottua mahdollisimman pitkälle menneisyyteen (minimissään noin 10 vuotta) ja joiden voidaan olettaa kertyvän tulevaisuudessakin (seurannan jatkuvuus mahdollista)
- seurannan tulee olla kattavaa: mukaan on otettu pääsääntöisesti vain koko maan ja/tai koko pääelinympäristötyypin esiintymisalueen kattavat seurannat

Edellä mainitut kriteerit huomioiden indikaattorikokoelmaan on pyritty kokoamaan kaikki saatavilla oleva tieto, joka koskee aiheen kannalta riittävän merkittävää osaa kyseisestä elinympäristöstä tai sen lajistosta (minimissään noin prosentti elinympäristön kokonaispinta-alasta tai noin kymmenen lajin joukko). Lisäksi on painotettu sitä, että kaikkien teemojen sisällä olisi useampia indikaattoreita niin paineeseen, tilaan, vaikutuksiin kuin toimenpiteisiin liittyen.

Ekosysteemipalveluiden näkökulmasta biodiversiteetti-indikaattoreita voidaan käyttää etenkin ekosysteemipalveluiden tuotantopotentiaalin kuvaamiseen (vrt. esim. Haines-Young ym. 2012). Biodiversiteetin tilaa kuvaavat indikaattorit kuvaavat yleisesti ottaen ekosysteemien kykyä tuottaa ekosysteemipalveluita. Tämä perustuu oletukseen, että monimuotoinen ja ”terve” ekosysteemi tuottaa yksipuolista ja häiriintynyttä ekosysteemiä tehokkaammin useaa eri ekosysteemipalvelua samanaikaisesti (Bennet ym. 2009).

Esimerkkejä tällaisista *tilaindikaattoreista* ovat indikaattorit ”Metsien ikärakenne” (ME8) ja ”Puulajisuhteet” (ME9) sekä Itämeren indikaattori ”Näkösyyvyys” (IT5). 1900-luvun puolenvälin jälkeen metsätalouden vallitsevaksi toimintamuodoksi vakiintunut metsikkömetsätalous on luonut etupäässä tasaikäisiä ja lajistoltaan yksipuolisia metsäkuvioita puuntuotannon tehostamiseksi. Nämä toimenpiteet ovat kallistaneet metsien ikäluokkarakennetta kohti nuorempia ikäluokkia ja vähentäneet puulajien monimuotoisuutta (esim. Kuuluvainen ym. 2004). Samalla kun yhden ekosysteemipalvelun tuotantoa on maksimoitu, biodiversiteettiä on heikennetty. Mikäli nämä muutokset ovat vähentäneet biodiversiteetin lisäksi myös metsien potentiaalia tuottaa muita palveluja (pl. puuntuotanto), voidaan metsien ikärakennetta ja puulajisuhteita pitää käyttökelpoisina ekosysteemipalveluindikaattoreina.

Toista tilaindikaattoriesimerkkiä, Itämeren näkösyvyyttä, kuvaava aikasarja on pisimpiä ympäristönmuutoksen seurantasarjoja Suomessa. 1900-luvun alusta 2000-luvulle tultaessa meriveden näkösyvyys on vähintään puolittunut Suomenlahdella ja Perämerellä sekä vähentynyt noin kolmanneksella Selkämerellä. Näkösyvyyden vähentyminen on johtunut muun muassa kasviplanktonin ja humuksen runsastumisesta merivedessä, mikä on taas vähentänyt merialueiden virkistyskäyttöarvoa ja useiden arvokkaina pidettyjen kalalajien runsautta. Toisaalta näkösyvyyden vähenemiseen liittyvä rehevöityminen on kasvattanut meren perustuotantoa ja näin ollen hyödyttänyt useita muita kalalajeja sekä useita lintuja. Meren ekosysteemipalveluiden kohdalla ihmiset kuitenkin tavallisesti arvostavat puhtaaseen ja vähäravinteiseen meriveteen liittyviä palveluja voimakkaasti rehevöityneen meriveden tuottamia palveluita enemmän. Tässä mielessä näkösyvyyttä kuvaava biodiversiteetti-indikaattori on hyvä Itämeren ekosysteemipalveluindikaattori, niin suoraan puhtaan veden kuin välillisesti muiden palvelujen (virkistys, kalat) tuotantopotentiaalin osalta.

Edellisten esimerkkien valossa näyttäisi siltä, että *Luonnontila.fi* -sivuston biodiversiteetti-indikaattorit ohjaavat huomiota erityisesti ekosysteemipalveluiden vaihtosuhteisiin (vaihtosuhteista ks. Elmqvist ym. 2011). Tätä korostaa edelleen se, että suurin osa Luonnontilassa paineindikaattoreina käytetyistä indikaattoreista kuvaa joko suoraan jotakin tiettyä tuotantopalvelua tai epäsuorasti sen hyödyntämisen tehokkuuteen liittyvää suuretta. Esimerkkejä tästä ovat soiden paineindikaattorit SU1–SU4, jotka kuvaavat erilaisia soiden käyttömuotoja. Suometsätalouteen liittyvät indikaattorit ”Soiden ojitustilanne” (SU1) ja ”Soiden kunnostusojitus” (SU2) kuvaavat soiden puuntuotantopalvelun käytön tehokkuutta: sitä kuinka suuri osa soista on valjastettu tämän palvelun tehostamiseen ja tehokkuuden ylläpitämiseen. Indikaattori SU3 kuvaa puolestaan turvetuotantoa eli soihin kertyneen turpeen käyttöä etupäässä polttoaineena ja SU4 soiden muita käyttötapoja, joista pinta-alallisesti laajin on soiden käyttö maataloudessa. Näissä kaikissa tapauksissa yhden tuotantopalvelun käytön on katsottu luovan merkittävän paineen suoluonnon monimuotoisuudelle. Ekosysteemipalveluiden näkökulmasta indikaattorit kuvaavat yksittäisten tuotantopalvelujen kehitystä, mutta samaan aikaan myös palveluiden vaihtosuhteita ja epäsuorasti monen muun palvelun (esim. hiilensidonta, veden suodatus ja pidätys, suomarjat) kehitystä.

Luonnontilan *vaikutusindikaattorit* kuvaavat eniten muutoksista kärsineiden lajien ja luontotyyppien tilannetta: uhanalaisia lajeja ja luontotyypppejä sekä EU:n direktiivien mukaisia lajeja ja habitaatteja. Niiden suora linkittäminen ekosysteemipalveluihin ei ole yksinkertaista. Ne kuitenkin kertovat muun muassa biodiversiteetin niistä osa-alueista (esim. maatalouden perinnebiotoopit, runsaslahopuustoiset luonnonmetsät), jotka ovat viimeksi kuluneiden vuosikymmenten aikana kärsineet tiettyjen tuotantopalveluiden käytön tehostamisesta eniten.

Luonnontilan *toimenpideindikaattorit* kertovat luonnon monimuotoisuuden suojelemiseksi ja palauttamiseksi tehdyistä toimista. Esimerkiksi elinympäristöjen ennallistamista kuvaavat indikaattorit kuvaavat toimenpiteitä, joilla on merkittäviä positiivisia vaikutuksia esimerkiksi myös moniin säätely- ja ylläpitopalveluihin. Esimerkiksi soiden ennallistaminen edistää suolajien elinmahdollisuuksien lisäksi hiilen ja vedenkiertoon liittyviä palveluja.

## 4.2 Metsä

### 4.2.1 Taustaa kestäväns metsätalouden kriteereistä ja indikaattoreista

Suomessa Metsäntutkimuslaitos kerää ja tilastoi metsien tilaan ja käyttöön liittyvää tietoa. Tilastotietoa julkaistaan muun muassa metsätilastollisissa vuosikirjoissa. Monista indikaattoreista on tietoa saatavilla vuosikymmenien ajalta. Yksityiskohtaista tietoa metsävaroista on kerätty valtakunnan metsien inventoinneilla (VMI) jo 1920-luvun alusta.

Kokonaisvaltaiseen metsätalouden kestävyden arvioimiseen käytetään kestäväns metsätalouden indikaattoreita. Suomessa käytössä olevat indikaattorit perustuvat yleiseurooppalaiseen kestäväns metsätalouden kriteereihin ja indikaattoreihin. Suomen indikaattorit ovat hyvin samanlaiset kuin yleiseurooppalaiset indikaattorit, mutta niihin on tehty joitakin kansallisia lisäyksiä ja muutoksia. Indikaattorien avulla tehty viimeisin arvio Suomen metsien tilasta on vuodelta 2011 (Maa- ja metsätalousministeriö ja Metsäntutkimuslaitos 2011). Raporttia on päivitetty tämän jälkeen (Parviainen ja Västilä 2012).

Kestäväns metsätalouden kriteerit ja indikaattorit perustuvat metsien kestäväns hoidon ja käytön määritelmään, joka hyväksyttiin Helsingin metsäministerikonferenssissa vuonna 1993 (Second Ministerial Conference on... 1993, Maa- ja metsätalousministeriö ja Metsäntutkimuslaitos 2011). Metsien kestävä hoito ja käyttö määritellään siinä seuraavasti:

*”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.”*

Euroopan metsien tilaa on arvioitu yleiseurooppalaisia indikaattoreita käyttäen neljästi, ensimmäisen kerran 1990-luvun puolivälissä. Viimeisin arviointi on vuodelta 2011 (FOREST EUROPE, UNECE and FAO 2011). Myös Suomen metsien tilaa on arvioitu neljästi näiden indikaattoreiden pohjalta (Maa- ja metsätalousministeriö ja Metsäntutkimuslaitos 2011). Eurooppalaisten metsäindikaattoreiden soveltamiseen liittyvä työ on jatkuvasti käynnissä. Esimerkiksi kriteerien ja indikaattoreiden käytännön soveltamista prosessissa mukana olevien maiden metsäpolitiikassa on arvioitu vuosien 2011–2013 aikana Euroopan metsäinstituutin koordinoimassa ”Implementing Criteria and Indicators for Sustainable Forest Management in Europe” -hankkeessa. Uusia aloitteita on myös tehty kestäväns metsätalouden arvioinnin kehittämiseksi mm. kynnysarvojen mukaanoton kautta.

Eurooppalaiset indikaattorit on jaettu kuuden kriteerin alle (FOREST EUROPE, UNECE ja FAO 2011). Kriteerien toteutumista mitataan määrällisillä ja laadullisilla indikaattoreilla sekä yleisten toimintaperiaatteiden arvioimisella. Yleisillä toimintaperiaatteilla ja kuvailevilla indikaattoreilla tarkoitetaan ohjauskeinoja, toimenpiteitä ja sopimuksia kestävyyden edistämiseksi (Maa- ja metsätalousministeriö ja Metsäntutkimuslaitos 2011). Määrällisiä indikaattoreita on 35.<sup>1</sup>

Kestävän metsätalouden indikaattoreilla mitataan monia metsien tuottamia ekosysteemipalveluita ja niiden kehittymistä ajan myötä. Yleiseurooppalaisissa indikaattoreissa ekosysteemipalvelukäsite ei ole esillä, mutta tarpeeseen käsitellä ekosysteemipalveluita systemaattisemmin on havahduttu prosessin myötä. Suomen indikaattorilistaan on kuitenkin viimeisimmässä arvioinnissa lisätty uusi indikaattori, ”ekosysteemipalvelut”. Uusi indikaattori on kuvaileva ja luokiteltu tällä hetkellä kriteerin ”tuotanto ja käyttö” alle rinnakkaiseksi esimerkiksi metsien muiden tuotteiden kuin puutuotteiden kanssa.

#### **4.2.2 Miten kestävän metsätalouden indikaattorit mittaavat ekosysteemipalveluita?**

Suomessa käytetyt kestävän metsätalouden määrälliset indikaattorit on esitelty taulukossa 3. Kriteerin 1 ”Metsävarat” metsäalan säilymiseen liittyvät indikaattorit eivät kuvaakaan suoraan varsinaisia ekosysteemipalveluita, mutta ne kuvaavat, Cascade-mallin mukaisesti, edellytyksiä metsien tuottamien ekosysteemipalveluiden olemassaololle ja kestävälle tuottamiselle ja ovat siten ekosysteemipalveluiden mittaamisen kannalta oleellista metsien tilaa koskevaa indikaattoritietoa. Puuperäisten polttoaineiden käyttö ja puun käyttö rakentamisessa kuvaavat ekosysteemipalveluiden hyödyntämistä. Myös kriteeri 2 ”Terveys ja elinvoimaisuus” sisältää pääosin metsien tilaa kuvaavia indikaattoreita ja kuvaa siten edellytyksiä erilaisten ekosysteemipalveluiden tuottamiselle.

Kriteerissä 3 ”Tuotanto ja käyttö” indikaattorit ”Vuotuisten markkinahakkuiden määrä ja arvo” ja ”Metsien muut kuin puutuotteet”, kuvaavat keskeisiä metsäekosysteemin tuotantopalveluita ja niiden arvoa. ”Virkistyspalvelujen saatavuus” ja ”Maksulliset palvelut” mittaavat kulttuuripalveluita, ja osin myös niiden arvoa. Metsäsuunnittelu (indikaattori ”Metsäsuunnittelun kattavuus”) on keino turvata erilaisten ekosysteemipalveluiden tuotanto ja saatavuus. Kriteerin 3 alle on sisällytetty myös indikaattori ”Ekosysteemipalvelut”. Kyseinen indikaattori ei ole määrällinen, vaan siinä lähinnä pyritään kuvaamaan mitä ekosysteemipalvelut ovat. Virkistyspalveluita koskevaa tietoa saa-

---

<sup>1</sup> Metsiin liittyviä indikaattoreita ovat kehittäneet myös mm. de Groot ja van der Meer (2010). De Grootilla ja van der Meerillä on taulukkomuotoinen ehdotus yhteensä seitsemästätoista metsän ekosysteemipalvelun esimerkinomaisista tila- ja suorituskykyindikaattoreista. He toteavat, että kutakin indikaattoria voidaan mitata eri tavoin (esim. kirjallisuuden pohjalta, asiantuntijaneuvotteluihin, yhteisökokouksiin, maastokäynneihin tai kokeiden avulla (experiments)).

daan Metsäntutkimuslaitoksen mittavista ”Luonnon virkistyskäytön valtakunnallinen inventointi” -tutkimuksista. Virkistyskäyttöindikaattoreita on esitelty tarkemmin tietolaatikossa 1.

Monimuotoisuutta (kriteeri 4) ei yleensä pidetä ekosysteemipalveluna, vaikka sen tietyt komponentit (esim. habitaatit) on usein sisällytetty säätely- ja ylläpitopalveluihin: esimerkiksi CICES V4.3 Group ”Lifecycle maintenance, habitat and gene pool” sisältää luokan ”Maintaining nursery populations and habitats”. Biodiversiteetti on välttämätön edellytys ekosysteemipalveluiden olemassaololle ja tuotannolle. Metsäindikaattoreissa monimuotoisuuskriteeri kuvaa ekosysteemin tilaa ja kriteerin alla olevat indikaattorit mittaavat pääosin monimuotoisuuteen vaikuttavia tekijöitä ja monimuotoisuutta lisääviä keinoja.

Suojametsillä (kriteeri 5) on merkitystä monissa Keski- ja Etelä-Euroopan maissa, mutta Suomessa merkitys on vähäisempi. Suomen indikaattoreilla arvioidaan pohjoisen metsärajametsiä ja yleisemmin suojametsiä sekä metsätalouden vesistövaikutuksia. Metsät yleisesti samoin kuin erityisesti suojametsiksi tarkoitettut metsät lieventävät liikenteen aiheuttamia häiriöitä tai vähentävät maisemahaittaa. Erityisistä suoja- tai virkistysalueista voidaan antaa kaavamääräyksiä tai -suosituksia yleis- ja maakuntakaavoissa, joten tämäntyyppisten suojametsien määrä on jossain määrin arvioitavissa. Melu- ja pölyhaittoja torjuvat kuitenkin myös muut kuin suojametsiksi erityisesti nimetyt metsät. Riittävä metsäisillä suojavyöhykkeillä pystytään turvaamaan vesistöjen laadun säilyminen. Kestävän metsätalouden kriteereissä ei kuitenkaan ole indikaattoria, jolla arvioitaisiin tätä palvelua. Asiaa arvioidaan kuitenkin toisesta näkökulmasta ”Metsätalouden vesistövaikutukset” -indikaattorilla.

Kestävän metsätalouden kriteerillä 6 arvioidaan metsäsektorin yhteiskunnallista ja taloudellista merkitystä. Käytössä olevat indikaattorit kuvaavat pääasiassa metsätalouden kannattavuuteen ja kansantaloudelliseen merkitykseen liittyviä asioita, mm. työllisyyttä ja metsäsektorin BKT-osuutta. Mittarit eivät kuvaa ekosysteemipalveluiden arvoa, vaan esimerkiksi niiden jatkojalostuksen merkitystä, eivätkä ne siten suoraan ole ekosysteemipalveluita kuvaavia indikaattoreita. Ne ovat kuitenkin tärkeitä arvioitaessa ekosysteemipalveluista saatavaa yhteiskunnallista hyötyä. Mukana on myös indikaattori ”Kulttuuriset ja henkiset arvot”. Indikaattorin avulla pystytään kuvaamaan niitä ekosysteemipalveluita, jotka kuuluvat kulttuuripalveluihin. ”Metsien julkiset hyödykkeet” -indikaattori kuvaa erityisesti valtion toteuttamaa rahallista panostusta aineettomien hyötyjen tuottamiseen.

Kaiken kaikkiaan kestävä metsätalouden kriteerien ja indikaattorien käyttö tuottaa monenlaista hyödyllistä tietoa metsien ekosysteemipalveluiden arvioimiseen. Niitä suunniteltaessa näkökulma on kuitenkin ollut ekosysteemipalveluajattelua kapeampi ja



siten pelkästään näiden indikaattorien avulla ei pystytä kokonaisvaltaisesti arvioimaan metsien tuottamia ekosysteemipalveluita ja niiden merkitystä ihmisten hyvinvoinnille. FOREST EUROPE -prosessissa indikaattorijärjestelmän, ja kestävä metsätalouden yleisemmin, onkin ajateltu olevan käytännön sovellus paljon laajemmasta ekosysteemilähestymistavasta. Nykyisellään indikaattorijärjestelmällä saadaan hyvin ja monipuolista tietoa metsien tilasta, mikä on perusta ekosysteemipalveluiden tuotannolle. Tietoa saadaan myös monista tuotantopalveluista (puu, muut kuin puutuotteet) ja osittain kulttuuripalveluista (virkistys, kulttuuriset arvot). Sääteleypalveluista saatu tieto on melko vähäistä ja osin epäsuoraa. Täsmällistä tietoa kerätään kuitenkin hiilivarastosta ja suojametsistä. Tukipalveluista tietoa ei juuri ole, mutta indikaattori ”Maaperän kemiallinen tila” mittaa välillisesti joidenkin tuki- ja sääteleypalveluiden tilaa. Myös monimuotoisuusindikaattoreita on useita niin lajien uhanalaisuuteen kuin suojelualueiden laajuuteen liittyen. Kaikkiaan indikaattorijärjestelmällä pystytään keräämään monenlaista tietoa lopullisiin ekosysteemipalveluihin liittyen (kts. myös taulukko 1, s. 17), mutta ei juurikaan väliasteen ekosysteemipalveluista. Mukana olevat indikaattorit ovat DPSIR-viitekehyksen mukaisia. Toimenpideindikaattoreita on erityisesti kuvailevissa indikaattoreissa. Erilaisesta lähestymistavasta huolimatta kestävä metsätalouden indikaattorit tarjoavat hyvän pohjan ekosysteemipalveluindikaattorien kehittämiseksi.

**Taulukko 3.** Kestävän metsätalouden kriteerit ja indikaattorit Suomessa (lähde: Maa- ja metsätalousministeriö ja Metsäntutkimuslaitos 2011). B1-12 ovat kuvailevia indikaattoreita, niiden alla olevat indikaattorit määrällisiä indikaattoreita (numerointi yleisrooppalaisista indikaattoreista).

<b>Kriteeri 1: Metsävarat</b>	<b>Kriteeri 2: Terveys ja elinvoimaisuus</b>	<b>Kriteeri 3: Tuotanto ja käyttö</b>
<p>Metsäalan säilyttäminen ja lisääminen B.1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Metsäpinta-ala (1.1)</li> <li>• Puuston määrä (1.2)</li> <li>• Metsien ikäluokkarakenne (1.3)</li> </ul> <p>Metsien hiilitasapainon ylläpitäminen B.2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Metsien hiilivarasto (1.4)</li> <li>• Puuperäisten polttoaineiden käyttö (6.9)</li> <li>• Puun käyttö rakentamisessa (lisäindikaattori)</li> </ul>	<p>Metsien terveyden ja elinvoimaisuuden ylläpitäminen B.3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ilman epäpuhtauslaskelmat (2.1)</li> <li>• Maaperän kemiallinen tila (2.2)</li> <li>• Puiden harsuuntuminen (2.3)</li> <li>• Metsätuhot (2.4)</li> <li>• Ilmastonmuutoksen mahdolliset vaikutukset metsiin (lisäindikaattori)</li> </ul>	<p>Puun tuotannon turvaaminen B.4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Puuston kasvu ja poistuma (3.1)</li> <li>• Vuotuisten markkinahakkuiden määrä ja arvo (3.2)</li> <li>• Metsäsuunnittelun kattavuus (3.5)</li> </ul> <p>Palvelujen ja muiden kuin puutuotteiden turvaaminen ja lisääminen B.5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ekosysteemipalvelut (lisäindikaattori)</li> <li>• Metsien muut kuin puutuotteet (3.3)</li> <li>• Maksulliset palvelut (3.4)</li> <li>• Virkistyspalvelujen saatavuus (6.10)</li> </ul>
<b>Kriteeri 4: Monimuotoisuus</b>	<b>Kriteeri 5: Suojametsät</b>	<b>Kriteeri 6: Yhteiskunnallinen ja taloudellinen merkitys</b>
<p>Metsien monimuotoisuuden turvaaminen ja lisääminen B.6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Puulajikoostumus (4.1)</li> <li>• Metsänuudistaminen (4.2)</li> <li>• Luonnonmetsät (4.3)</li> <li>• Ulkomaiset puulajit (4.4)</li> <li>• Kuollut puuaines (4.5)</li> <li>• Geenivarat (4.6)</li> <li>• Metsäpeite maisemasolla (4.7)</li> <li>• Uhanalaiset metsälajit (4.8)</li> <li>• Suojellut metsät (4.9)</li> </ul>	<p>Metsien suojatoimintojen ylläpitäminen ja lisääminen B.7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Metsärajametsät (5.1)</li> <li>• Suojametsät – infrastruktuuri ja hoidetut luonnonvarat (5.2)</li> <li>• Metsätalouden vesistövaikutukset (lisäindikaattori)</li> </ul>	<p>Metsätalouden taloudellisen kannattavuuden ylläpitäminen B.8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Metsänomistus (6.1)</li> <li>• Metsäsektorin osuus bruttokansantuotteesta (6.2)</li> <li>• Yksityismetsätalouden puuntuotannon liike-tulos (6.3)</li> <li>• Metsien julkiset hyödykkeet (6.4)</li> <li>• Metsäteollisuustuotteiden kulutus (6.7)</li> <li>• Puun ja metsäteollisuustuotteiden ulkomaankauppa (6.8)</li> </ul> <p>Metsäsektorin työllisyyden ja työturvallisuuden edistäminen B.9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Metsäsektorin työvoima (6.5)</li> <li>• Työturvallisuus ja –terveys (6.6)</li> </ul> <p>Kansalaisten vaikutus- ja osallistumismahdollisuuksien turvaaminen B.10</p> <p>Metsäalan tutkimus, opetus ja koulutus B.11</p> <p>Kulttuuristen ja henkisten arvojen säilyttäminen B.12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kulttuuriset ja henkiset arvot (6.11)</li> </ul>

### 4.2.3 Indikaattoreiden tarkastelu CICES-luokittain ja täydennystarpeet

Taulukossa 4 on esimerkkejä metsien ekosysteemipalveluista, joista Suomessa on olemassa mitattua tietoa. Luokittelun apuna on käytetty Saastamoisen ym. (2013b) esittämää yksityiskohtaista CICES-luokittelua suomalaisten metsien tuottamista ekosysteemipalveluista. Suomen metsien tarjoamista tuotantopalveluista, erityisesti puukuituun liittyvistä, on olemassa runsaasti kvantitatiivista tietoa. Myös erityisesti virkistykseen liittyvistä kulttuuripalveluista kerätään tietoa. Säätelypalveluista on saatavilla vähemmän systemaattisesti kerättyä tai epäsuoraa tietoa.

Suomen metsävaroja on inventoitu systemaattisesti lähes sata vuotta ja tiedot metsävaroista, niiden kehittämisestä ja arviot tulevaisuuden käyttömahdollisuuksista ovat maailman mittakaavassa poikkeuksellisen hyvät. Valtakunnan metsien inventoinnista vastaa Metsäntutkimuslaitos. Yksityiskohtaisten puustotietojen lisäksi VMI:ssä kerätään tietoa muun muassa avainbiotoopeista ja lahoppuista, metsätuhoista ja maaperästä (Metsäntutkimuslaitos 2009). Myös muiden metsiin liittyvien tilastojen tuottajana ja raportijana Metsäntutkimuslaitoksen rooli on keskeinen. Metsävarojen lisäksi Suomessa on tietoa runsaasti saatavilla muun muassa vuotuisista hakkuista ja kantorahatuloista ja muista puun käytön taloudellisista hyödyistä, jotka liittyvät CICES:in luokittelussa tuotantopalveluihin ja erityisesti luokkaan ”non-food vegetal fibres”. Myös puun energiakäyttöön liittyvää tietoa on olemassa. Puukuidun lisäksi käyttötietoa kerätään metsän muista tuotteista kuten marjoista, sienistä ja riistasta.

Metsien tuottamista kulttuuripalveluista tutkittua ja kerättyä tietoa on erityisesti virkistyskäytöstä (Tietolaatikko 1). Metsien tuottamien säätelypalveluiden mittaaminen on tuotanto- ja kulttuuripalveluita huomattavasti hankalampaa. Suomen metsien kasvihuonekaasujen päästöjä ja poistumia arvioidaan vuosittain. VMI:n tietoja käytetään kasvihuonekaasupäästöjen inventaariossa. Metsien säätelypalveluiden säilymisestä saadaan osittaista tietoa esimerkiksi hakkuissa ja maanmuokkauksessa toteutetun vesien suojelelun laadun arvioista. Arvioita tekee Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio ja Suomen metsäkeskus. Metsien monimuotoisuudesta, joka ei kuulu suoranaisesti mihinkään CICES-luokkaan, on olemassa paljon mitattua tietoa. Metsämaaperän tilaa on arvioitu yksittäisissä tutkimuksissa ja ohjelmissa (Maa- ja metsätalousministeriö ja Metsäntutkimuslaitos 2011).

## **TIETOLAATIKKO 1: Luonnon virkistyskäyttöä kuvaavat indikaattorit**

Virkistysmahdollisuuksien tarjonnalla tarkoitetaan kuntien ja valtion ylläpitämiä virkistysalueita, reittejä ja virkistyspalveluja, joita kansalaiset voivat käyttää pääsääntöisesti maksuttomasti. Virkistysmahdollisuuksia tarjoavat myös yksityiset maanomistajat, joiden maita ja vesiä käytetään jokamiehenoikeudella. Virkistyskäytön kysynnällä tarkoitetaan sitä miten paljon ja millä tavoin kansalaiset ja matkailijat käyttävät luonnonvaroja ja -ympäristöjä virkistykseen. Virkistyskäytön kysyntä kohdistuu luonto- ja ympäristöarvoiltaan erityyppisiin luontokohteisiin, maantieteellisesti eri alueille sekä jakautuu eri vuodenajoille, viikonpäiville ja vuorokaudenajoille. Virkistyskäytön kysyntää tarkastellaan pääasiallisesti lähiulkoilun näkökulmasta, mutta virkistyskäyttö kytkeytyy myös matkailuun.

Kuntien ja valtion ylläpitämistä virkistysalueista, reiteistä ja virkistyspalveluista kootaan tietoa Suomalaisen liikunnan tietopankkiin, Suomen ympäristökeskuksen ja Metsähallitukseen tietokantoihin. Vain valtion ylläpitämistä virkistysalueista on tietoa saatavissa kattavasti. Virkistyskäytön kysyntää mitataan tavallisesti keräämällä tietoa siitä, mihin ulkoiluharrastuksiin osallistutaan, miten usein harrastetaan, missä harrastaminen tapahtuu, miten paljon siihen käytetään aikaa ja rahaa. Virkistyskäytön kysyntää selvitetään väestöön kohdistuvilla kyselytutkimuksilla. Niistä laajin ja toistettavaksi suunniteltu on Luonnon virkistyskäytön valtakunnallinen inventointi (LVVI) -tutkimukset, joiden pohjalta on laadittu Ulkoilutilastot 2000 ja 2010, ja jotka tarjoavat runsaan tietopohjan myös seurantaan. Metsähallitus on tehnyt kävijäseurantaan kansallispuistoissa ja valtion retkeilyalueilla, ja tuottaa säännöllisesti tietoa ko. alueiden virkistyskäytön laajuudesta ja sen muutoksista. Kuntien hallinnoimilla virkistysalueilla ei ole saatavissa vastaa tietoa kattavasti. Jokamiehenoikeudella tapahtuvasta virkistyskäytöstä saadaan tietoa LVVI -tutkimuksen kautta. Virkistyskäytön kysynnän ja tarjonnan tasapaino on keskeinen kysymys: miten paljon virkistysmahdollisuuksia tarvitaan, missä niitä pitäisi olla, ja milloin virkistysmahdollisuuksia on riittävästi. Tähän liittyy myös kysymys kestävästä virkistyskäytöstä, jolla on kaksi näkökulmaa. Toisaalta miten luontoympäristöä käytetään ja hoidetaan kestävästi, jotta virkistysmahdollisuudet säilyvät, ja toisaalta miten virkistyskäyttöä ohjataan niin, ettei se heikennä luonnon tai virkistysmahdollisuuksien kestävyttä.

Luonnon virkistyskäyttöä on tarkasteltu kestävän metsätalouden näkökulmasta, kun Suomi on osa eurooppalaista ”Forest Europe” -prosessia. Mukana on virkistysmahdollisuuksia ja käyttöä koskeva indikaattori (MCPFE Indicator 6.10: Accessibility for recreation and intensity of use). ”Suomen metsät 2011” -raportissa tätä indikaattoria kuvataan kansallispuistojen ja retkeilyalueiden kävijämäärien muutoksilla ja ulkoilun harrastamista kuvaavilla tunnuksilla. Suomen hallituksen hyväksymän Kansallisen metsäohjelman (KMO) 2015 toteutumista seurataan myös erilaisilla mittareilla. KMO-prosessia varten tehtiin vuonna 2010 selvitystyö (Sievänen 2010), jonka pohjalta KMO-seurantaan suositeltiin käytettäväksi virkistyskäytön mittareiksi rakennettujen retkeily- ja ulkoilureittien määrää (km) ja reittityyppettä (tarjonta) sekä ulkoiluharrastamista kuvaavia tunnuksia kuten osallistumisosuuksia metsään liittyviin ulkoiluharrastuksiin, harrastuskertojen määrää vuodessa ja ulkoiluun käytettyä aikaa (kysyntä). Raportissa tehdään myös ehdotuksia erilaisiksi mittareiksi: virkistyskäytön yhteiskunnallinen merkitys: julkisen sektorin panostus virkistyspalveluihin; taajama-metsiin ja lähivirkistyspalveluihin liittyvä kysyntä: ulkoilukertojen määrä/1000 asukasta; taajamametsiin ja lähivirkistyspalveluihin liittyvä tarjonta: virkistykseen varustettujen alueiden ja ulkoilureittien määrä/osuus seudulla, taajama-alueella ja taajaman ulkopuolella; tai virkistyskäytön hyvinvointi- ja terveysvaikutusindeksi. Useimpien ehdotettujen mittareiden käyttöönoton esteenä on puutteellinen seuranta kuten ajantasaiset ja kattavat tietokannat virkistystarjonnasta tai puuttuvat voimavarat hyödyntää jo olemassa olevien tietolähteiden tietoja. Erityisen ongelmalliseksi on osoittautunut tiedonkeruu kuntasektorilta, jonka panostus virkistyskäytön edellytysten luomiseen on suuri verrattuna valtioon.

Sievänen, T. (toim.). 2010. Luontomatkailun, luonnontuotealan, virkistyskäytön ja metsäkulttuurin seurantamittarit. Metlan työraportteja / Working Papers of the Finnish Forest Research Institute 152. 55 s. ISBN ISBN 978-951-40-2227-2 (PDF). Saatavissa: <http://www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/2010/mwp152.htm>.

Suomen metsät 2011. Kestävän metsätalouden kriteereihin ja indikaattoreihin perustuen Metsäntutkimuslaitos 2011. Maa- ja metsätalousministeriö 5/2011.

**Taulukko 4.** Joitakin esimerkkejä metsien tuotanto-, säätely- ja kulttuuripalveluista, joista on olemassa mitattua tietoa. Erityisesti puuntuotannosta on runsaasti erilaista tilastotietoa saatavilla ja taulukossa on esitetty vain esimerkkejä olemassa olevasta tiedosta. Mitatun tiedon pääasiallinen lähde: Metsätilastollinen vuosikirja (Metsäntutkimuslaitos).

---

### Tuotantopalvelut

#### Ravinto

Porojen määrä (kpl), lihatuotos (kg, eur) (aikasarja)

Luonnonmarjojen ja -sienten kauppaantulomäärät ja poimintatulot (päälajeittain, aikasarja)

Marjojen ja sienten kotitalouskäytöstä kansallisella tasolla periodista tilasto- (kotitaloustiedustelu/kulutustutkimus) ja tutkimustietoa (Itä-Suomen yliopisto)

Riista- ja lintusaaliit (yksilöä, kg, eur)(päälajeittain, aikasarja)

#### Materiaali

##### Puu

Markkinahakkuut, hakkuukertymä, puuston kasvu, puuston tilavuus (m<sup>3</sup>, puutavaralajeittain, aikasarja)

Kantorahatulot (eur, aikasarja)

Kestävä hakkuumahdollisuus (puulajeittain)

##### Muut tuotteet (ei sisällä ravintokasveja)

Jäkälän vienti (kg, eur, aikasarja)

Metsäpuiden siemenkeräykset (kg, aikasarja)

#### Energia

Puupolttoaineiden kokonaiskulutus (petajoulea, aikasarja)

Kiinteiden puupolttoaineiden käyttö (m<sup>3</sup>, aikasarja)

Metsästä saatu energiapuu (m<sup>3</sup>, eur)

---

### Säätelypalvelut

#### Suojametsät

Vesiensuojelun laatu yksityismetsissä ainespuun korjuussa ja maanmuokkauksessa (kvalitatiivinen, aikasarja)

Kasvihuonekaasujen päästöt ja poistumat Suomen metsissä (milj. t CO<sub>2</sub> ekvivalenttia, aikasarja)

---

### Kulttuuripalvelut

#### Maisemanhoitoalueet

Kansallispuistot, kansallispuistojen kävijämäärät

Osallistuminen metsäluontoon liittyviin ulkoiluharrastuksiin (LVVI)

---

## 4.3 Maatalous

### 4.3.1 Taustaa maatalouden ekosysteemipalveluista ja indikaattoreista

Määritelmän mukaan maatalousekosysteemit ovat luonnon ekosysteemejä, jotka ovat ihmisen toimesta tarkoituksella yksinkertaistettu tuottamaan ihmiselle välttämättömiä hyödykkeitä ja palveluita (Swift ym. 2004). Maatalousekosysteemit ja niiden tuottamat ekosysteemipalvelut ovat suoraan sidoksissa maatalousmaan käyttömuotoon. Heleriuksen ym. (2004) mukaan maatalousekosysteemejä voidaan tarkastella kolmella eri tasolla. Alin taso muodostuu yksittäisistä peltolohkoista, keskimäinen taso avoimista peltoaukeista ja laajemmista viljellyistä alueista ja ylin taso erilaisista maaseutumaisemista. Maatalouden tuottamat ekosysteemipalvelut vaihtelevat suuresti esimerkiksi sen mukaan, onko alueen vallitseva maankäyttömuoto monokulttuuriin perustuva kasvinviljely vai kotieläintuotantoa tukeva nurmiviljely tai laiduntaminen.

Maatalous tuottaa ensi sijassa tuotantopalveluiksi luokiteltavia ekosysteemipalveluita. Näitä tuotantopalveluita ovat ruoka, kuitu sekä energia. Kaikki tuotteet ovat markkinahyödykkeitä ja niiden tuotannon ohjaus tapahtuu markkinoiden kautta. Maatalouden tuottamat ekosysteemipalvelut ovat suoraan sidoksissa markkinahyödykkeiden tuotantoon. Ilman markkinahyödykkeiden tuotantoa maatalous ei tuottaisi ruuan ja kuidun tuotannon yhteydessä syntyviä ekosysteemipalveluita. Samaan aikaan maatalous hyödyntää muiden ekosysteemien tuottamia ekosysteemipalveluita. Tällaisia palveluita ovat ainakin ravinteiden kierrätys, pölytys sekä luonnon biologinen tuhoistorjunta. Näiden ekosysteemipalveluiden merkitys korostuu etenkin maatalousekosysteemien ja muiden ekosysteemien reuna-alueilla. Maatalousympäristöllä ja maatalouden tuotantopäätöksillä on näin ollen heijastusvaikutuksia myös maatalouden ulkopuolisiin ekosysteemeihin.

Maatalouden ja maataloustuotannon vaikutusten seurantaan varten ei Suomessa ole olemassa yhtenäistä indikaattorikehikkoa. Julkiset indikaattorit on rakennettu maataloustuotannon, maatalouden rakenteen ja maatalouden taloudellisen tilanteen seuraamiseen. Tästä seuraa, että olemassa olevat indikaattorit ovat enimmäkseen puhtaita tuotantoindikaattoreita. Esimerkiksi maatalouden energiantuotannon seurantaan ei ole olemassa kattavia tai muiden sektoreiden kanssa vertailukelpoisia indikaattoreita.

Maatalouden tuotanto-olosuhteisiin sekä tuotantotapoihin liittyviä indikaattoreita on ollut käytössä jo pitkään. Maatalouden ympäristövaikutusten arvioinnin merkitys on korostunut etenkin Euroopan unionin yhteisen maatalouspolitiikan myötä. Suoraan ympäristön tilaa mittaavien indikaattoreiden määrä on ollut kasvussa. Osaa näistä ympäristötekijöiden ja niissä tapahtuvien muutosten mittaamista varten muodostettuja indikaattoreita voidaan hyödyntää maatalouden ekosysteemipalveluiden kartoittamises-

sa. Maatalouden luonteesta johtuen, niiden avulla ei kuitenkaan pystytä kattavasti kirjoittamaan ja seuraamaan maatalouteen liittyvien ekosysteemipalveluiden kehittymistä.

Suomessa on sovellettu ja hyödynnetty kansainvälisiä indikaattorikehikoita maatalouden kestävyuden ja ympäristötekijöiden huomioon ottamiseksi. Näitä kehikoita voidaan hyödyntää analysoitaessa maatalouden tuotantopalveluiden tarjonnan määrää ja siihen vaikuttavia tekijöitä. Maatalouden ekosysteemipalveluiden kokonaisvaltaisen mittaamisen ja edelleen arvottamisen kannalta kehikot tarjoavat kuitenkin vain osaratkaisuja.

#### **4.3.2 Olemassa olevia indikaattorikehikoita**

Euroopan unionissa on käytössä Maaseudun kehittämisohjelmien (Rural Development Programs, RDP) seurantaan varten rakennetut indikaattorikehikot. Indikaattoreiden tavoitteena on mahdollistaa kansallisesti toteutettavien ohjelmien vertailu yhteisön tasolla. Indikaattorijärjestelmää sovelletaan kaikissa EU:n jäsenmaissa. Ohjelmakaudet ovat pääsääntöisesti kestoaltaan seitsemän vuotta. Indikaattoreita tarkistetaan ja muutetaan ohjelmakauden vaihtuessa. Vuosina 2007–2013 toteutettavan Maaseudun kehittämisohjelman ylätasoindeksit on esitetty liitteessä 1. Ohjelman ylätasoindeksit on jaettu ohjelman tavoitteiden mukaisesti ylätasoindeksien indikaattoreihin sekä ohjelman kokonaistavoitteiksi asetettujen kilpailukykyyn, ympäristön ja laajan maaseudun kehittämisen mukaisiin indikaattoreihin. Näistä lähinnä ympäristöindeksillä on suurempi linkki ekosysteemipalveluihin.

Perustason indikaattoreiden lisäksi maaseudun kehittämisohjelmien toteutumista arvioidaan erikseen määritettyjen sisältöindeksien perusteella (liite 1). Sisältöindeksit ovat suoraan linkittyneet ohjelman yksittäisiin toimenpiteisiin. Niitä hyödynnetään toimenpiteiden tehokkuuden arvioinnissa ja analysoinnissa.

Toinen Suomessa käytössä oleva kansainvälinen yhteistyöhön perustuva indikaattorikehikko on OECD:n maatalouden ympäristöindeksit. OECD:n indikaattorikehikko on selvästi EU:n maaseudun kehittämisohjelman arviointikehikkoa laajempi ja moniulotteisempi. Indikaattorikehikko on jaettu kymmeneen kategoriaan. Näiden kategorioiden alla on mittareita maankäyttöön, ravinteisiin, maaperään, vesistöihin ja luonnon monimuotoisuuteen liittyen. OECD:n indikaattorikehikko on esitetty taulukossa 5.



**Taulukko 5.** OECD:n maatalouden ympäristöindikaattorit Suomeen sovellettuna (Lähde: OECD 2013).

<b>MAANKÄYTTÖ</b>			
	Maa-ala Maatalousmaa	Kokonaispinta-ala (Ha) Maatalousmaan määrä (Ha) Viljelty vilja-ala (Ha) Viljelty ala ja pysyvä kasvipeitteisyys (Ha) Laitumet (Ha) Muu maatalousmaa(ha) Maatalousmaan muut luokittelut Niityt (Ha) Metsälaitumet (Ha)	
<b>RAVINTEET (ravinnekäyttö)</b>			
<b>KASVINSUOJELUAINEET</b>			
	Kasvinsuojelu- aineiden käyttö Kasvinsuojelu- aineriski	Kasvinsuojeluaineiden käyttö vaikuttavan aineen mukaan (tn) Kansalliset riski-indikaattorit	
<b>ENERGIA</b>			
	Energian kulutus	Kokonaisenergian kulutus (tn öljykvivalenttia) Maatilojen suora energiankulutus (tn öljykvivalenttia)	
<b>MAAPERÄ</b>			
	Veden aiheuttama eroosio Tuulen aiheuttama eroosio	Erosion alainen maatalousmaa herkkyysluokittaina Tuulen aiheuttaman eroosion alainen maatalousmaa herkkyysluokittain	
<b>VESI</b>			
	Veden laatu	Nitraattipitoisuus Fosforipitoisuus Torjunta- ainejäämät	Pintavedet Pohjavedet Rannikkovedet
	Veden käyttö	Vesistöresurssit Maatalouden käytössä oleva vesimäärä Kastelu	
<b>ILMA</b>			
	Ammoniakki Metyyli-bromidit Kasvihuonekaasut	Ammoniakkipäästöt Maatalouden metyyli-bromidipäästöt Kasvihuonekaasujen kokonaismäärä Metaani (CH <sub>4</sub> ) Hiilidioksidi (CO <sub>2</sub> )	
<b>BIODIVERSITEETTI</b>			
	Geneettinen monimuotoisuus	Viljelykasvit Siirtogeeniset viljelykasvit Eläimet Maatalousympäristön lintulajien määrä	
	Lajien monimuotoisuus Ekosysteemin monimuotoisuus	Viljelykäytön ulkopuolisten ja osittain ulkopuolisten maiden määrä	

MAATALOUDEN HARJOITTAMINEN		
	Ravinteet	Viljelysuunnitelmien piirissä olevan maatalousmaan määrä
	Maaperä Biodiversiteetti	Ympärivuotinen kasvipeitteinen Biodiversiteetin hoitosuunnitelman alainen pinta-ala
	Luonnonmukainen tuotanto	Luonnonmukaisen tuotannon alainen pinta-ala
SOSIO-EKONOMINEN		
	Tuotanto	Maatalouden kokonaistuotantoindeksi (100 = 1999-2001) Viljan tuotantoindeksi(100 = 1999-2001) Kotieläintuotannon tuotantoindeksi (100 = 1999-2001)
	Rakenne	Maatalouden osuus bruttokansantuotteesta Maatilojen määrä Maatalouskoneiden lukumäärä
	Työllisyys	Maatalouden työvoiman määrä Kokonaistyövoima
	Tuki	Maatalouden kokonaistuki Kansallinen tukikerroin (PSE) Maataloustuen osuus kokonaistuesta

Suomessa kerättävät maatalouden indikaattoritiedot noudattelevat monilta osin OECD:n ja Euroopan unionin tarpeisiin kerättäviä tietoja. Viime vuosina Suomessa on pyritty laajentamaan maatalouden indikaattoritietoja suoraan maataloustuotantoon liittyvien tekijöiden ulkopuolelle. Tämä indikaattoritietojen kerääminen ei kuitenkaan ole systemaattista, vaan työtä on tehty lähinnä erilaisten tutkimushankkeiden ja kehittämisprojektien pohjalta. Suomessa systemaattisesti kerättävät maatalousindikaattorit on esitetty taulukossa 6.

Maatalousmaan käyttöön ja maataloustuotantoon liittyvät indikaattorit ovat Suomessa erittäin kattavia. Poliittikaindikaattoreiden merkitys on ollut kasvussa etenkin Suomen EU-jäsenyyden aikana. Poliittikaindikaattoreiden merkityksen kasvu liittyy suoraan myös maaseudun kehittämisohjelmien arvioinnissa käytettävien toimenpiteiden seurantaan.

Myös ympäristön tilaan sekä maatalouden ympäristövaikutuksiin liittyvien indikaattoreiden merkityksen kasvu liittyy osin politiikassa tapahtuneisiin muutoksiin. Maatalouden ympäristötukijärjestelmä toi mukanaan useita ympäristövaikutusten seurantaan kohdennettuja indikaattoreita. Samalla esimerkiksi perinnebiotoopit ja alkuperäisrotujen kasvatusta sekä niihin liittyvän geeniperimän säilyttäminen tulivat virallisesti osaksi maatalouden ympäristöpolitiikan seurantajärjestelmää.

**Taulukko 6.** Maatalouden indikaattorit Suomessa. Lähde: Maatilatilastollinen vuosikirja (Tike) ja Suomen ympäristökeskus

<b>MAANKÄYTTÖMUOTOON LIITTYVÄT INDIKAATTORIT (tilaindikaattoreita)</b>		
Maatalousmaan määrä		
pellon käyttö	vilja-ala	ha
	nurmi	ha
	laidun	ha
	luonnonhoitopelto	ha
peltojen raivaus ja metsitys		ha
pientareet ja suojakaistat		ha
<b>TUOTANTOINDIKAATTORIT (tilaindikaattoreita)</b>		
Tuotantoindeksit	maatalouden kokonaistuotanto	indeksi
	korjuuuala	ha
	keskisato	kg/ha
	keskituotos	l/lehmä
	keskiteuraspaino	kg/eläin
Volyyymi-indeksit	kokonaistuotannon arvo	indeksi
Rakenneindikaattorit	tilojen lukumäärä	lkm
	tilat tuotantosuunnittain	lkm
	kotieläinten lukumäärä	lkm
	kotieläinten lukumäärä/tila	lkm
	keskipeltoala	ha
	tuotannon keskittyminen	välillisesti saatavissa
<b>TALOUDELLISET INDIKAATTORIT (tilaindikaattoreita)</b>		
Tuotosindikaattorit	tuotos perushintaan	milj. €
Pääomakanta	brutto	milj. €
<b>MAATALOUSYMPÄRISTÖN OSAINDIKAATTORIT</b>		
Peltolintujen kannankehitysindeksit		
Maatalousympäristöjen perhoset		
Kevätviljapeltojen rikkakasvit		
Maatalousympäristöjen uhanalaiset lajit		
Maatalousympäristöjen direktiivilajit		
Uhanalaiset luontotyypit		
Torjunta-aineiden käyttö		
Ravinnetase		
<b>KULTTUURI-/GEENIPERINTÖINDIKAATTORIT</b>		
Alkuperäisrodut		
Lajikkeiden lukumäärä		
Maatalouden kulttuurimaisemat		
Perinnebiotoopit		

---

## POLITIIKKAINDIKAATTORIT

Maatalouden ympäristötuki	ympäristötuen piirissä oleva peltoala ympäristötuen piirissä olevien tilojen lukumäärä erityistukisitoumusten piirissä olevien tilojen lukumäärä erityistukisitoumusten lukumäärä
Luonnonhaittakorvaus Maaseudun kehittämis- ohjelmiin käytettävä rahoitus	luonnonhaittakorvauksen alainen peltoala

---

### 4.3.3 Indikaattorien tarkastelu CICES-luokittain ja täydennystarpeet

Maatalouden osalta keskeinen maatalousekosysteemin luonteeseen liittyvä tekijä on päätös maatalousmaan käyttömuodosta. Vastaavia päätöksiä tehdään myös muissa ekosysteemeissä, mutta maatalouden lyhyen kiertojen seurauksena tarjottavien palveluiden vaihtuvuus on nopeampaa. Maatalousekosysteemi ja sen tuottamat palvelut määrytyvät sen mukaan, mitä kullakin peltolohkolla tuotetaan. Esimerkiksi monokulttuurisen kasvinviljelyn ja monivuotisen nurmiviljelyn synnyttämät ekosysteemipalvelut voivat olla hyvin erilaisia. Tästä seuraa, että maatalouden ekosysteemipalveluiden ja niiden seurannan osalta tärkein indikaattoriryhmä on maatalouden tuotantoindikaattorit, jotka kuvaavat maan käytössä tapahtuvia muutoksia. Nämä indikaattorit korostavat maatalouden tuotantopalveluiden, ennen kaikkea ruuan tuotannon, merkitystä keskeisimpänä ekosysteemipalveluna. Maankäyttöön ja tuotantoon liittyviä indikaattoreita sisältyy kaikkiin edellä esitettyihin indikaattorikehikkoihin.

Maatalouden ympäristöindikaattorikehikkoa voidaan hyödyntää suoraan maataloustuotantoon liittyvien tekijöiden lisäksi myös ympäristöön liittyvien ekosysteemipalveluiden määrän ja määrässä tapahtuvien muutosten mittaamiseen. Etenkin maataloustuotannon negatiivisia vaikutuksia eri ekosysteemeihin ja niiden tuottamiin ekosysteemipalveluihin (ecosystem disservices from agriculture) voidaan arvioida OECD:n ympäristöindikaattoreiden kautta.

Taulukossa 7 esitetään yhteenvedona edellä mainittuihin indikaattorikehikkoihin perustuen esimerkkejä maatalouden ekosysteemipalveluista, joista Suomessa on olemassa mitattua tietoa. Luokittelun pohjana on käytetty Arovooren ym. (2013) esittämää yksityiskohtaista CICES-luokittelua.

*Taulukko 7. Esimerkkejä maatalouden tuotanto-, säätely- ja kulttuuripalveluista, joista on olemassa mitattua tietoa.*

---

**Tuotantopalvelut**

---

**Ravinto**

- maatalouden kokonaistuotanto (indeksi, aikasarja saatavilla)
- viljelyala (ha, lajikkeittain, aikasarja)
- keskisato (kg/ha, lajikkeittain, aikasarja)
- kokonaistuotannon arvo (indeksi, sektoreittain)
- kotieläinten lukumäärä (lkm, aikasarja)
- lihan tuotanto (kg, lihalajeittain, aikasarja)
- maidon tuotanto (litraa)

---

**Materiaali**

- maatalouden tuottamat kuidut
- villa (tuotannon arvo, määrä kansantalouden tilinpidossa)
- vuodat (tuotannon arvo, määrä kansantalouden tilinpidossa)
- orgaaniset lannoitteet (lannan määrä, ei aikasarjaa)
- alkuperäisrodut (lukumäärä)

---

**Energia**

- energiakasvit (pinta-ala ha, lajikkeittain)

---

**Säätelypalvelut**

---

**Vesien säätely**

- suojakaistojen pinta-ala (ha, aikasarja)
- kasvipeitteinen pinta-ala (ha, aikasarja)
- laidunala (ha, aikasarja)
- kesantoala (ha, aikasarja)

---

**Kulttuuripalvelut**

---

- perinnebiotoopit (lkm)
  - kulttuurimaisema (luokittelu, maakuntakaavassa)
- 

Maatalouden tuottamien muiden tuotantopalveluiden kuin ruoantuotannon, eli käytännössä kuidun ja energian tuotannon, mittaamiseen ei nykyisellään ole vertailukelpoisia ja kokonaisvaltaisia indikaattoreita. Vaikka esimerkiksi EU:n Maaseudun kehittämisohjelmien seurantaan varten rakennettu indikaattorikehikko asettaa ilmastonmuutoksen ja sen torjuntaan tähtäävän politiikan mittareiksi maataloudessa energian tuotantoon käytetyn maatalousmaan määrän ja tuotetun energian määrän, ei näihin indikaattoreihin tarvittavaa tietoa pystytä tällä hetkellä Suomessa mittaamaan. Yleistettynä tämän niin sanotun non-food tuotannon osalta löytyy ainoastaan hajanaisia indikaattoritietoja. Taulukossa 8 on esimerkkejä maatalouden ekosysteemipalveluiden mittaamisen kannalta tarpeellisista tuotantopalveluindikaattoreista, joista kuitenkin ei vielä ole tietoa saatavissa.

**Taulukko 8.** Maatalouden ekosysteemipalveluiden kannalta hyödyllisiä indikaattoreita, joista ei ole vielä tietoa saatavilla.

<b>Merkitys</b>	<b>Indikaattori</b>	<b>Ekosysteemivaikutus</b>	<b>huom.</b>
Maankäyttö	moni-/yksivuotisten kasvien viljelyala	viljelykierto, lajien määrä, eroosion torjunta	välillisesti laskettavissa
	tilusrakenne	yksittäisten maatalousekosysteemien laajuus	keskilohkokoko, lohkojen lukumäärä, lohkojen väliset etäisyydet
Energia	biomassan määrä	maatalouden tuotantopalveluiden mittaaminen	
	maatalouden tuotama kokonaisenergia	maatalouden tuotantopalveluiden mittaaminen	
Kuidun tuotanto	kuitujen kokonaistuotanto maataloudessa	maatalouden tuotantopalveluiden mittaaminen	

Euroopan unionin Maaseudun kehittämissuunnitelman seurantaan tarkoitettujen indikaattoreiden osalta Suomessa voidaan kuitenkin maatalouden tuottamien ekosysteemipalveluiden osalta hyödyntää muita maatalouden ympäristötekijöihin liittyviä indikaattoreita (kts. liite 1). Biodiversiteettiin, veden laatuun ja maaperään liittyvät indikaattorit kuvaavat maatalousekosysteemeissä tapahtuvien muutosten vaikutuksia hyvin myös Suomessa. Ylätason horisontaaliset mittarit sekä kilpailukykyyn ja maaseudun kehittämiseen liittyvät indikaattorit eivät ole relevantteja mittareita maatalouden ekosysteemipalveluiden kannalta Suomessa.

Yhteenvetona voi todeta, että maatalouden osalta ei ole olemassa sellaista indikaattoritietoa, jonka perusteella maatalouden ekosysteemipalveluja pystyttäisiin kokonaisvaltaisesti arvioimaan. Maataloustuotantoon liittyvien ekosysteemipalveluiden arvioiminen voidaan olemassa olevan tiedon perusteella tehdä ainakin ruuan tuotannon osalta hyödyntämällä tuotantofunktio- ja markkinahintaperusteisia menetelmiä. Yleisesti ottaen tuotantopalveluista on melko hyvin mitattua tietoa saatavilla, varsinkin ruoantuotantoon liittyvää tietoa. Sääntelypalveluista ja kulttuuripalveluista mitattua indikaattoritietoa on vähemmän tai heikosti. Maatalouden markkinattomien hyödykkeiden ja palveluiden arvioiminen vaatii uusien ja aikaisempaa tarkempien indikaattoritietojen keräämistä.

## **4.4 Suot**

### **4.4.1 Taustaa soiden ekosysteemipalveluista**

Suoluonnon tilaa pidetään Suomessa heikentyneenä. Heikentymisen suurimpana syynä on ollut 1960-luvulla alkanut soiden laajamittainen ojitus metsätalouden edellytysten parantamiseksi. Taloudellisesti tärkeimpinä soiden tarjoamina hyötyinä on pidetty energiaturvetta ja ojitusten myötä lisääntyntä puuntuotantoa, mutta erityisesti viime aikoina on havahduttu luonnontilaisten soiden tarjoamiin muihin ekosysteemipalveluihin kuten hiilivarastojen kertymiseen sekä veden laadun parantamiseen ja veden määrän säätelyyn. Valtioneuvosto teki vuonna 2012 periaatepäätöksen Suomen soiden ja turvemaiden vastuullisesta ja kestävästä käytöstä ja suojelusta. Periaatepäätöksen yhtenä tavoitteena on, nimensä mukaisesti, pyrkiä sovittamaan yhteen soiden ja turvemaiden käyttöä sekä suojelua. Periaatepäätöstä edeltäneessä Suostrategiassa ekosysteemipalvelut nostettiin keskeiseksi käsitteeksi.

### **4.4.2 Tunnistettuja ekosysteemipalveluja ja niitä kuvaavia indikaattoreita**

Puuntuotantoa ja turvevaroja koskevaa tilastotietoa ovat keränneet muun muassa Metsäntutkimuslaitos (Metla) ja Geologian tutkimuskeskus (GTK). Metla on kerännyt marjojen ja sienten satotietoja, mutta määrät koskevat myös kivennäismaita (Metsäntutkimuslaitos 2012). Itä-Suomen yliopistossa on kuitenkin tehty arvio puolukan ja mustikan sadoista soilla. Muiden ekosysteemipalveluiden osalta tietojen keruu on ollut vaihtelevaa tai epäsuoraa (valuma-alueen alapuolisten vesistöjen vedenlaatu, ks. luku 4.5). Suomen ympäristökeskuksessa on kerätty tietoa soiden ojitustilanteesta paikkatietomenetelmin. Lisäksi monet Suomen ympäristökeskuksen Luonnontila.fi -sivuston suoluonnon biodiversiteettiä koskevat indikaattorit voivat antaa suuntaa myös ekosysteemipalveluiden muutoksista (ks. luku 4.1).

Maa- ja metsätalousministeriön rahoittamassa SuoEko-hankkeessa on tarkasteltu soiden tarjoamia ekosysteemipalveluita ja pohdittu myös niitä kuvaavien indikaattoreiden käyttöä (Jäppinen 2013). Kirjallisuuteen pohjautuen suoekosysteemien tärkeimmiksi tunnistetut ekosysteemipalvelut on esitetty taulukossa 9. Ekosysteemipalvelujen palauttaminen on noussut luonnon monimuotoisuuden ylläpidon rinnalle yhdeksi ennallistamisen tärkeimmistä tavoitteista, mihin muun muassa EU:n biodiversiteettistrategiakin tähtää. Soiden tila riippuu ennen kaikkea hydrologiasta, mihin myös suota ympäröivien alueiden maankäytöllä voi olla suuri vaikutus. Muutos suon vesitaloudessa tarkoittaa aina muutosta suoekosysteemin prosesseissa ja toiminnoissa, mikä puolestaan heijastuu muutoksina ekosysteemipalveluissa. Ojitus muuttaa suoekosysteemin keskeisiä toimintoja, mikä heikentää tai hävittää erityisesti soiden säätely- ja tukipalveluja. Se saattaa

vaikuttaa myös tuotanto- ja kulttuuripalveluihin, sillä ojituksen myötä muun muassa soiden hilla- ja karpalosadot sekä riistalintukannat ovat pienentyneet ja virkistysarvot heikentyneet (Jäppinen 2013).

### **4.3.3 Indikaattoreiden tarkastelu CICES-luokittain ja täydennystarpeet**

CICES-luokittelun (v. 4.3) perusteella sellaisia tuotantopalveluita kuvaavia indikaattori-luokkia (Class), joista seurantaindikaattoreita on saatavilla, ovat luonnonvaraisten kasvien ja eläinten hyödyntäminen, kuidut ja muut materiaalit sekä energiaksi käytettävät kasviperäiset tuotteet. Tuotantopalveluista huonommin on tilastoitu esimerkiksi geneettisten resurssien hyödyntäminen ja soiden merkitys juomaveden ja muuhun tarkoitukseen otetun veden käytössä. Energiaturpeen sisällyttämisestä ekosysteemipalveluihin on käyty paljon keskustelua. CBD:n ekosysteemilähestymistavan mukaisessa määrittelyssä ekosysteemipalvelut ovat niitä ekosysteemien tuottamia hyödykkeitä, joita voidaan kestävästi hyödyntää hävittämättä alkuperäistä ekosysteemiä tai aiheuttamatta häiriöitä, joista ekosysteemi ei toivu alkuperäiseen tilaan. Näin tulkiten energiaturpeen luokittelu ekosysteemipalveluksi on kyseenalaista. Hyvin pitkän ajan, eli vähintään satojen vuosien, kuluessa suoekosysteemi voi syntyä paikalle uudelleen, mutta tätä ei tiedetä varmasti ja myös riskit ovat suuret. Toisen laueamman tulkinnan mukaan ekosysteemipalveluja ovat myös ekosysteemin ”kertakäyttöpalvelut”, jolloin käytön jäljiltä jäljellä on toisenlainen muuttunut ekosysteemi, jonka tuottamat palvelutkin ovat muita kuin alkuperäisen suoekosysteemin palvelut. Jälkimmäisessä tapauksessa ollaan kuitenkin periaatteellisesti lähempänä uusiutumattomien luonnonvarojen hyödyntämistä kuin ekosysteemipalveluiden kestävä hyödyntämistä.

Soiden tuottamissa säätely- ja ylläpitopalveluissa sekä eliöiden että ekosysteemien välilinen vaikutus esimerkiksi suodatus- ja sidontaprosesseihin on merkittävä, mutta indikaattoritietoa ei ole saatavilla eikä sitä seurata. Korjaavissa puhdistuspalveluissa (bioremediation) ei soiden roolia tunneta. Hydrologinen kierto ja vedenpidätys on soiden kohdalla erittäin merkittävä säätelypalvelu, mutta tietoa sitä kuvaavista indikaattoreista ei ole saatavilla. Myös tulvasuojelun kannalta monilla soilla on keskeinen merkitys, mutta indikaattoritietoja ei ole kattavasti saatavilla. Myös pölytyksen, siementen leviämisen ja biologisen torjunnan osalta soilla on merkitystä, mutta biologisia vuorovaikutuksia ei tunneta kovinkaan yksityiskohtaisesti. Globaalin ilmastonsäätelyn ja ilmastonlämpenemisen hillinnän kannalta soiden hiilivarastot ovat erittäin merkittäviä. On olemassa jonkin verran tietoa, joista indikaattorin kehittäminen voisi onnistua melko helposti. Tietoa on saatavilla esimerkiksi turvepaksuuksista. Paikallisen mikroilmaston säätelyssä soilla on perinteisestikin tunnistettua merkitystä keväisinä hallapaikkoina, mutta toisaalta loppukesästä soihin varastoitunut lämpö tasoittaa pienessä mittakaavassa lämpötilanvaihteluja.



Kulttuuripalveluiden CICES-luokista lähes kaikki on tunnistettavissa myös suoekosysteemeistä, mutta indikaattoritietoa on hajanaisesti saatavissa. Ylipäätään suoekosysteemien osalta korostuu niiden merkitys säätely- ja ylläpitopalveluiden tarjoajina, ja tuotantopalvelullinen merkitys on moniin muihin ekosysteemeihin verrattuna pieni. Tämä säätelypalveluiden heikko tuntemus ja arvostus on myös todennäköisesti ollut syynä siihen, että soiden luonnontilaisuutta on pyritty ihmistoiminnalla voimakkaasti muokkaamaan tuotantopalveluja suosivaan suuntaan.

**Taulukko 9.** Esimerkkejä tunnistetuista soiden tuottamista ekosysteemipalveluista sekä niitä koskevien indikaattoritietojen saatavuus Suomessa (Jäppinen ym. 2013).

	CICES-luokka	Seurantaindikaattori saatavilla	Lähde
<b>Tuotantopalvelut</b>			
Raakapuu	Materiaali	kyllä (k)	Metsätilastollinen vuosikirja 2011
Soiden maatalouskäyttö	Ravinto	ei (e)	
Marjat ja sienet	Ravinto	k/e (osittain, esim. suomarjat)	Metla
Riista	Ravinto	k/e (osittain, riistatilastot)	RKTL
Puhdas vesi	Ravinto	e	
Lääkekasvit ja turvehoidot	Materiaali	e (välillisesti tilastoista)	
Energiaturve ja kasvuturve	Energia	k (sekä turvevarat että käyttö)	GTK, Vapo
Turvetekstiilit	Materiaali	e	
<b>Säätelypalvelut</b>			
Hiilen kierto, varastointi ja ilmastomuutoksen hillintä		e (yksittäisiä tutkimuksia)	
Veden kierto ja puhdistus		e (yksittäisiä tutkimuksia)	
<b>Kulttuuripalvelut</b>			
Koulutus ja tutkimus		e	
Virkistyskäyttö ja suomatkailu		k/e (kansallispuistojen osalta tietoja, yksittäisiä tutkimuksia)	Metsähallitus
Taide		e	
<b>Tuki-/ylläpitopalvelut</b>			
Yhteyttäminen		e	
Kasvualustan muodostus		e	
Ravinteiden kierto		e (yksittäisiä tutkimuksia)	
Veden varastointi		e (yksittäisiä tutkimuksia)	
Resilienssi		e	
Biologisen monimuotoisuuden ylläpito		e	

## 4.5 Sisävedet

### 4.5.1 Taustaa sisävesien ekosysteemipalveluista

Ekosysteemipalveluiden näkökulmasta katsottuna sisävedet poikkeavat muista elinympäristöistä siinä, että niitä on erityisen vaikea tarkastella muista elinympäristöistä irrallaan. Vaikka kaikkien elinympäristöjen ekosysteemipalveluiden taustalla olevat prosessit ovat jossain määrin yhteydessä toisiinsa, sisävesien kohdalla vuorovaikutus on poikkeuksellisen voimakasta. Lähes kaikki vesiekosysteemeissä käytössä olevat ravinteet ja orgaaninen aines (energia) ovat alun perin lähtöisin maaekosysteemeistä. Ne ovat joko huuhtoutuneet sinne pinta-, pintakerros- tai pohjavesivalunnan mukana tai ajautuneet vesistöön suoraan esimerkiksi lehtikarikkeena (esim. Muotka ym. 2004, Cummins 1979). Jonkin verran energiaa ja ravinteita päätyy vesistöihin myös sadannan mukana tai suoraan vesialtaiden maaperästä liukenemalla tai kasvien juurien ottamana. Keskimäärin vesistöjen ominaisuudet määräytyvät kuitenkin ennen kaikkea niitä ympäröivien maaekosysteemien ominaisuuksien ja niillä tapahtuvan maankäytön mukaan. Sisävesien kohdalla olisikin usein perustellumpaa tarkastella kokonaisia valuma-alueita ja näin ollen maa- ja vesiekosysteemien muodostamia kokonaisuuksia kuin pelkkiä vesistöjä.

Voimakkaan maaekosysteemivaikutuksen lisäksi sisävesien ekosysteemipalveluiden määrittelyä vaikeuttaa veteen liittyvien abioottisten ja bioottisten ominaisuuksien sekoittuminen. Esimerkiksi veden virtaamisen hyödyntämistä energian tuotannossa tai tavaroiden kuljettamisessa voidaan yhtäältä pitää ekosysteemipalveluna (Aylward ym. 2005). Toisaalta sama palvelu olisi ihmisten hyödynnettävissä, vaikka vedessä ei olisi lainkaan elämää. Mikäli ekosysteemipalveluista puhuttaessa halutaan painottaa ekosysteemipalveluiden riippuvuutta luonnon monimuotoisuudesta, ei tällaisia veden fyysikaaliseen liikkeeseen perustuvia hyötyjä voida pitää ekosysteemipalveluina. Näin on tehty esimerkiksi CICES-luokittelussa (Haines-Young ja Potchin 2012). On niin ikään tulkinanvarainen kysymys, kuinka pitkälle muita hydrologiseen kiertoon liittyviä toimintoja kuten tulvasuojelua voidaan pitää ekosysteemipalveluna.

Esimerkiksi Pohjanmaalla tehdyt lukuisat historialliset järvenlaskut ovat vähentäneet tulvavesiä pidättävien altainen tilavuutta ja näin olleen lisänneet niiden alapuolisten vesistöjen tulvariskiä. Kuitenkaan järvioltainen pidättämien vesimassojen kohdallakaan ei ole kyse varsinaisesti vesiekosysteemin toiminnan tuottamasta palvelusta vaan fyysikaalisesta vesialtaan tilavuudesta ja siitä riippuvasta järven potentiaalista hidastaa veden läpivirtausta. Vesistöihin liittyy myös useita ekosysteemihaittoja, esimerkiksi juuri tulvia. Tällaisten haittojen ehkäisemiseksi on mm. luotu keinotekoisia sisävesiä, tekoaltaita.

CICES-luokittelussa hydrologiseen kiertoon liittyvät prosessit on kuitenkin luettu ekosysteemipalveluiksi.

Sisävesien kohdalla keskeisimpänä ekosysteemipalveluna voidaan pitää puhdasta vettä. Puhdas vesi on keskeinen useiden käyttötarpeiden kannalta. Se on elintärkeää ihmisille suoran talousvesikäytön muodossa, mutta hyvä vedenlaatu edesauttaa veden käyttöä myös muissa tarkoituksissa kuten kastelu- ja prosessivetenä. Puhdas vesi on hyvin tärkeää useimpien veteen liittyvien kulttuuripalveluiden kannalta. Esimerkiksi vesistöjen monet virkistyskäyttöarvot kärsivät, jos vesi on liian ravinteikasta tai muuten saastunutta.

Puhdas vesi on yhteydessä myös monien vesiekosysteemeissä elävien lajien edustamiin tuotantopalveluihin kuten talouskaloihin, rapuihin ja riistalintuihin. Taloudellisesti arvokkaiden kalalajien kannat ovat keskimäärin runsaampia puhtaassa vedessä kuin esimerkiksi rehevöityneissä vesissä, vaikka poikkeuksiakin tästä on – esimerkiksi taloudellisesti arvokas kuha, joka hyötyy rehevöitymisestä tiettyyn pisteeseen saakka. Sisävesien riistalintujen runsaus on usein suurimmillaan verrattain rehevillä vesistöillä, mutta tässäkin tapauksessa runsaus vähenee, jos rehevöitymiskehitys etenee liian pitkälle.

Kaiken kaikkiaan puhdas vesi on enemmän valuma-alueen kuin vesistön itsensä tuottama ekosysteemipalvelu. Vesistöissä itsessään on vähän biologisia prosesseja, jotka puhdistaisivat vettä. Jonkin verran ravinteita sedimentoituu riittävän hiljaa virtaavien vesistöjen pohjalle esimerkiksi kuolleiden levien ja kasvien mukana. Samaan aikaan pohjan varastoituneita ravinteita ja haitallisia aineita vapautuu kuitenkin takaisin vesipatsaaseen pohjan ekologisten prosessien myötä. Hiilitaseen osalta suomalaiset järvet ovat useimmiten nettotuottajia. Kaiken kaikkiaan ainekiertoihin liittyvät ekosysteemipalvelut ovat sisävesien kohdalla epäselviä ja tulkinnanvaraisia.

Virtavesien kohdalla uoman morfologialla on suuri vaikutus vedenlaatuun. Luonnontilainen, mutkittileva purouoma pidättää ravinteita paremmin kuin suoraksi kaivettu kanava. Vaikutus syntyy pitkälti veden fyysikaalisesta liikkeestä – luonnontilaisessa uomassa on runsaasti kohtia, joihin syntyy akanvirtoja ja muita kokonaisvirtausta hidastavia pyörteitä. Kuitenkin myös ravinteita ja kiintoaineita sitova biologinen toiminta on luonnontilaisissa uomissa kaivettuja kanavia voimakkaampaa. Näin ollen uoman luonnontilaisuusaste korreloi purojen tuottamien ekosysteemipalvelujen kanssa.

#### 4.5.2 Indikaattoritiedon saatavuus

Suomen sisävesiin liittyvistä fysikaalisista ja kemiallisista muuttujista kuten virtaamista ja vedenlaadusta on runsaasti seurantatietoa. Kattavaa biologista seuranta-aineistoa on huomattavasti vähemmän. Valmista indikaattoritietoa sisävesien luonnon monimuotoisuuteen liittyen on kerätty Luonnontila-sivuston indikaattoreihin (Taulukko 10).

**Taulukko 10.** Luonnontilan ([www.luonnontila.fi](http://www.luonnontila.fi)) sisävesien biodiversiteetti-indikaattorit (DPSIR: P=pressure, S=state, I=Impact, R=response).

Koodi	Indikaattori	DPSIR	Kuvaus
SV1	Fosforikuormitus	P	Kuormitus eri lähteistä, tonnia vuodessa
SV2	Typpikuormitus	P	Kuormitus eri lähteistä, tonnia vuodessa
SV3	Haitalliset aineet	P	Raskasmetallien kuormitus kg/vuosi; pitoisuus jokivesissä µg/l
SV4	Happamoituminen	P	Pienten järvien alkaliniteetti mmol/l; havaitut kalakuolemat
SV5	Vesistöjen säännöstely	P	Säännösteltyjen järvien pinta-ala; säännöstelyväli
SV6	Levien runsaus	S	<i>a</i> -klorofyllin pitoisuus järvissä Mg/m <sup>3</sup>
SV7	Humuspitoisuus	S	Järvien ja Pohjanlahteen laskevien jokien humuspitoisuus, CODMn
SV8	Sisävesien pesimälinnut	S	Vesilinnut (18) sekä lokit ja tiirat (6), kannankehitysindeksi
SV9	Sisävesien kalat	S	Indikaattori kehitteillä
SV10	Virtavesien tila	S	Indikaattori kehitteillä
SV11	Uhanalaiset laji	I	Lajien lukumäärä ja kehitys
SV12	Sisävesien direktiivilajit	I	Suojelutaso ja kantojen kehitys
SV13	Uhanalaiset luontotyypit	I	Luontotyyppien uhanalaisuusaste
SV14	Direktiiviluontotyypit	I	Suojelutaso
SV15	Säännöstelyn kehittäminen	R	Indikaattori kehitteillä
SV16	Suojellut sisävedet	R	Indikaattori kehitteillä
SV17	Virtavesien ennallistaminen	R	Indikaattori kehitteillä

Luonnontilan indikaattoreista useat kuvaavat puhtaaseen veteen liittyvän ekosysteemi-palvelupotentiaalin kehitystä. Indikaattorit SV1–SV4 kuvaavat sisävesien vedenlaatuun kohdistuvia paineita: ravinteita, haitallisia aineita ja happamoittavaa kuormitusta. Indikaattorit SV6 ja SV7 kuvaavat suoraan vesistöjen tilaa ja ovat tässä mielessä verrattain valmiita ekosysteemipalvelumittareita. Pesimälintuindikaattori ja toistaiseksi kesken-eräinen kalaindikaattori (SV8 ja SV9) kuvaavat suoraan hyödynnettävissä olevan resurs-sin kehitystä (riistalinnut ja talouskalat). Niitä voidaan niin ikään käyttää lähes suoraan ekosysteemipalveluiden mittareina. Säännöstelyindikaattori SV5 liittyy usealla tavoin vesien käyttöön: eniten vesivoiman tuotantoon, mutta myös tietynlaisen ekosysteemi-haitan eli tulvien ehkäisyyn. Yleisesti ottaen vesistöjen säännöstely vaikuttaa negatiivi-sesti useaan ekosysteemipalveluun.

Luonnontilan sisävesi-indikaattoreiden kehitystyö on vielä usealta osalta kesken. Ekosysteemipalvelunäkökulmasta olisi erityisen mielenkiintoista kehittää esimerkiksi virtavesien tilaa kuvaava indikaattori (SV10), mikäli sen avulla voitaisiin kuvata uomien luonnontilaisuutta ja siihen liittyviä, edellä lyhyesti kuvattuja ekosysteemipalveluita tuottavia toimintoja.

#### **4.5.3 Indikaattoreiden tarkastelu CICES-luokittain ja täydennystarpeet**

Alahuhta ym. (2013) ovat esittäneet kattavan listauksen Suomen sisävesien ekosysteemi-palveluista (Taulukko 11). Listaukseen on otettu mukaan myös palveluita, joissa sisä-vesien ekosysteemitointojen osuus on vähäinen (esimerkiksi kuljetuspalvelu ja mikroilmaston säätely). Näistä vesikuljetukset ja vesivoima eivät ole mukana CICES-luokittelussa kuten edellä mainittiin. Alahuhta ym. (2013) ovat arvioineet eri sisävesien ekosysteemipalveluiden historiallista merkittävyyttä kolmella eri ajanjaksolla: ennen toista maailmansotaa, 1945–1980 ja 1980-luvun jälkeen. Ajallisesti viimeisin tarkastelu antaa lähtökohtia sisävesien ekosysteemipalveluiden mittareiden kehittämiseksi, mutta tarvetta on luonnollisesti tarkemmalle eri ekosysteemipalveluiden nykyisen merkityksen arvioinnille. Seuraavassa on arvioitu karkeasti eri palveluiden painoarvoa ja mahdollisuuksia kehittää niistä indikaattoreita.

**Taulukko 11.** Alahuhta ym. 2013:n esittämät boreaalisen vyöhykkeen sisävesien ekosysteempipalvelut.

<b>Tuotanto</b>	<b>Säätely</b>	<b>Kulttuuri</b>	<b>Tuki</b>
Ravinto Puhdas vesi	Ilmaston säätely Pienilmaston säätely	Virkistys Esteettinen arvo	Ravinteiden kierto Maaperän muodostus
Energia	Ilmanlaadun säätely	Kulttuuriperintö	Ravintoverkon dynamiikka
Kuljetus Biokemialliset resurssit	Virtaamien säätely Vedenpuhdistus	Tiede ja kasvatus Inspiraatioarvo	Elinympäristö Yhteyttäminen
Koristekasvit Rakentaminen	Invaasioiden estäminen Tautien leviämisen estäminen		Vedenkierto
Geneettinen materiaali	Siementen levitys ja pölytys Erosion säätely Luonnontuhojen estäminen		

### **Tuotantopalvelut**

Sisävesien merkitys ihmisten ravinnonlähteenä voi olla merkittävä ainakin kalojen osalta. Metsästettävien vesilintujen ja rapujen arvo liittyy ravitsemusta enemmän niiden saalistamiseen yhdistyviin virkistysarvoihin ja siihen, että vesilintujen ja rapujen liha on hyvin arvostettua. Esimerkiksi keskimäärin seitsemän miljoonan yksilön vuotuisen rapusaaliin arvo oli 2000-luvun ensimmäisen vuosikymmenen lopussa lähes 12 miljoonaa euroa. Suomen noin 100 000 ravustajaa ovat lähes yksinomaan vapaa-ajan ravustajia (Maa- ja metsätalousministeriö 2012). Talouskalojen, metsästettävien vesilintujen ja rapujen osalta olisi mahdollista kehittää indikaattoreita aina kyseisten ekosysteemipalveluiden tuotantopotentialista ja markkinoille tulevan hyödykkeen arvoon saakka Cascade-mallin mukaisesti (ks. luku 2.2). Myös kalastukseen, sorsastukseen ja ravustukseen liittyvien palveluiden ja muun taloudellisen toiminnan kuten myös niiden virkistysarvoa lienee mahdollista arvioida.

Sisävesien tuottaman biomassan käyttäminen muuksi kuin ihmisravinnoksi lienee tällä hetkellä hyvin vähäistä. Ilmaversoisten rantakasvien mahdollinen niittäminen eläinten ravinnoksi tai niiden käyttäminen muulla tavoin (esimerkiksi järviruoko rakennusmateriaalina) olisi biodiversiteetti-indikaattorien luokituksen mukaan rantaelinympäristöihin, ei sisävesiin liittyvä ekosysteemipalvelu. Mikäli kellus- ja uposlehtisiä kasveja kuten vitoja (*Potamogeton*) käytettäisiin laajamittaisesti vaikkapa bioenergiantuotannossa, olisi tästä mahdollista kehittää ekosysteemipalvelumittareita. Sisävesien kasvillisuuden

seuranta on kuitenkin tehty vain paikallisesti, joten niihin liittyvän tuotantopotentiaalin arvioiminen on laajassa mittakaavassa vaikeaa. Sisävesien biodiversiteettiin liittyvät biokemialliset ja geneettiset resurssit lienevät mahdollisesti tulevaisuudessa hyödynnettäviä ekosysteemipalveluita, joiden mittaaminen ei ole tällä hetkellä mielekäästä.

### ***Säätely- ja ylläpitopalvelut***

Haitallisten aineiden, ravinteiden ja kiinteän aineen käsittelystä (kertyminen, suodattaminen, hajotus, mineralisaatio jne.) on mahdollista saada yksittäistutkimuksiin perustuvaa tietoa. Esimerkiksi vesiensuojelukosteikoilla on tehty tutkimuksia ravinteiden ja haitallisten aineiden pidättymisestä (esim. Karjalainen ja Ronkanen 2005). Jätevesien jälkikäsitteilyaltaat suorittavatkin huomattavia ekosysteemipalveluita puhdistessaan vettä. Karkealla tasolla voidaan myös luonnonvesialtaiden katsoa pidättävän ravinteita eli vähentävän kuormitusta alapuolisiin vesistöihin, mutta tarkempaa tutkimusta aiheesta on hyvin vähän.

Suomalaiset järvet vapauttavat maaekosysteemeissä sidottua hiiltä kaasuna ilmakehään. Järvien oma hiiltä sitova perustuotanto on useimmiten selvästi pienempää kuin valuma-alueelta järveen tuleva hiilikuorma. Näin ollen sisävedet ovat lähinnä hiilen lähteitä. Toisin kuin monille maaekosysteemeille, sisävesille ei liene mielekäästä kehittää hiilen kiertoon liittyviä ekosysteemipalvelumittareita.

Vesistöjen kuljettamat sedimentit voisi olla mielenkiintoinen tarkasteltava ekosysteemipalvelu. Vaikka laajoja deltoja ei Suomessa ole, ovat parhaat viljelysmaat meilläkin useimmiten jokien varsilla painottuen niiden alajuoksuille ja jokisuistoihin. Myös esimerkiksi Pohjanmaan jokitulvien lannoittavan vaikutuksen merkitystä olisi mielenkiintoista tarkastella ekosysteemipalvelunäkökulmasta, mutta valmista tutkimustietoa tästä lienee hyvin vähän.

Veden hydrologiseen kiertoon liittyvien ekosysteemipalvelujen kuten perusvirtaaman ylläpidon, tulvasuojelun ja pohjaveden muodostamisen tarkasteleminen on järkevintä, kun vertaillaan luonnontilaisia ja eri tavoin muutettuja vesialtaita toisiinsa. Koko maan tasolla olevaa mittaria esimerkiksi perusvirtaamien kehityksestä lienee käytännössä mahdotonta kehittää, mutta esimerkiksi kahden eriasteisesti muokatun uoman perusvirtaamien tasoa olisi mielenkiintoista verrata.

Kuten yllä todettiin, sisävesien tärkein säätely- ja ylläpitopalvelu näyttäisi olevan puhdas vesi. Aihetta pitäisi kuitenkin lähestyä kokonaisvaltaisesti valuma-alueella ja vesistöissä tapahtuvien prosessien yhteistuloksena.

Vesistöjen vaikutus paikalliseen ja laajemman alueen ilmastoon on huomattava, mutta tässäkin ajaudutaan helposti määrittelyvaikeuksiin. Onko vesistöihin varastoituva ja niistä hitaasti ympäristöön vapautuva lämpöenergia todellakin luonnon monimuotoisuuden kytkeytyvä ekosysteemipalvelu vai puhdas fysikaalinen ilmiö? Toisaalta kysymys vesistöjen ilmastovaikutuksesta on poliittisesti mielekäs vain silloin, kun johonkin vesistöön kohdistuisi esimerkiksi uhka sen kuivattamisesta ja tällaisia uhkia ei enää viime vuosina ole esiintynyt. Sen sijaan pienilmastovaikutusta voitaisiin mahdollisesti käyttää yhtenä jonkin aiemmin kuivatun järven kunnostamisen perusteluna.

### ***Kulttuuripalvelut***

Suomessa sisävesien kulttuuripalvelumerkitys on erittäin suuri. Järvien ja jokien merkitys suomalaisten vapaa-ajanvietolle on korvaamaton, oli kysymys vaikkapa mökkeilystä vesistön äärellä, vesillä liikkumisesta, uimisesta, kalastamisesta tai pelkästä maisemasta nauttimisesta. Niin ikään sisävesien kulttuurinen merkitys on ollut kautta aikojen suuri. Esimerkiksi Järvi-Suomen maisemat ovat keskeinen osa suomalaista kansallisidentiteettiä, toistuva aihe taiteissa ja yksi maamme viidestä päämaisema-alueesta.

Uusimpaan Metsätutkimuslaitoksen Luonnon virkistyskäytön valtakunnalliseen inventointiin vastanneesta lähes 9000 suomalaisesta 70 prosenttia ilmoitti käyneensä uimassa tai sukeltamassa luonnon vesissä viimeisen 12 kuukauden aikana (Sievänen ja Neuvonen 2011). Inventointiin liittyneessä teematutkimuksessa selvitettiin vesien tilan vaikutusta virkistyskäyttöön ja erityisesti uimakokemukseen. Vastaajista 43 prosenttia oli havainnut merkkejä sisävesien laadun heikkenemisestä. Uimapaikan vedenlaadun ja uintikertojen välillä havaittiin yhteys, vaikka useimmat kokivat virkistykseen käyttämiensä vesien laadun tällä hetkellä suhteellisen hyvälaatuisiksi.

Joistakin vesistöjen virkistyskäyttöpalveluista kuten edellä mainitusta uimisesta olisi mahdollista kehittää mittareita aina Cascade-mallin mukaisesta tuotantopotentialista (vedenlaatuun vaikuttavat prosessit) palveluun (uimapaikan vedenlaatu) ja koettuun hyötyyn (uimakertojen määrä ja uimisen merkitys) saakka. Virkistyskäytöstä koituvien terveydellisten ja taloudellisten hyötyjen esittäminen indikaattorimuodossa on sen sijaan vaikeampaa. Myös sisävesien kulttuurisen merkityksen arvioiminen vaatisi tätä varten tehtyjä tutkimuksia.



## 5. EKOSYSTEEMIPALVELUIDEN MITTAAMISEN KEHITTÄMISTARPEET

Raportin alussa esitettyjä malleja voidaan käyttää apuna kun pohditaan ekosysteemipalveluiden arvioimiseen tarvittavia indikaattoreita. Tietotarpeet ja sitä kautta tarvittavat indikaattorit vaihtelevat muun muassa sen mukaan halutaanko tietoa ekosysteemipalveluiden koko ketjusta, eli ekologisista prosesseista hyödykkeiden taloudelliseen arvoon, vai vain osasta tätä ketjua. Ekosysteemipalveluiden kokonaisvaltaisessa arvioimisessa tietoa olisi saatava ekosysteemiprosesseista ja ekosysteemipalveluvarannosta ja sen kehittymisestä ajan myötä, varannon hyödyntämisestä eri aikoina eli ekosysteemipalveluiden virrasta (flow), palveluista saaduista aineellisista ja aineettomista tuotteista (goods) sekä ihmisten näiden tuotteiden käytöstä kokemasta hyödystä (benefits) ja hyödyn arvosta (value).

Ekosysteemipalveluiden käytön kestävyys on perusedellytys niistä pitkällä aikavälillä saatavalle hyödyille ja hyvinvoinnille. Ekosysteemipalveluita tuottavan resurssin, esimerkiksi metsän, määrän ja laadun kehittyminen sekä siitä saatavien palveluiden käytön määrä ovat keskeisiä tunnuksia arvioitaessa käytön biofysikaalista kestävyyttä. Ekosysteemipalveluiden ihmiselle tuottamaa hyötyä arvioitaessa tämä ei kuitenkaan riitä. Sosio-ekonomista kestävyttä arvioitaessa keskeistä on saada tietoa ekosysteemipalveluiden ihmiselle tuottamasta hyvinvoinnista: esimerkiksi terveyshyödyistä ja ekosysteemipalveluiden taloudellisesta arvosta. Kestävyyden kannalta keskeistä on myös arvioida ja tiedostaa vaihtosuhteet. Monissa tapauksissa yhden palvelun lisääminen vähentää jonkin muun palvelun tuotantoa.

Se, minkälaista tietoa ekosysteemeistä ja ekosysteemipalveluista tarvitaan, vaihtelee myös tarkastelutason mukaan. Esimerkiksi paikallisen hankkeen vaikutusten arvioimiseen tarvittava tieto eroaa kansallisen tason päätöksentekoon tarvittavasta tiedosta. Jotta ohjauksessa havahduttaisiin riittävän ajoissa muutoksiin ja jotta käyttö olisi pitkällä aikavälillä kestävä, tärkeää on saada tietoa myös ekosysteemipalveluihin kohdistuvista paineista ja tehtyjen toimenpiteiden vaikuttavuudesta DPSIR-viitekehyksen mukaisesti.

Suomessa on runsaasti mitattua tietoa saatavilla kaikista neljästä tässä raportissa käsitellystä ekosysteemistä. Tiedon saatavuudessa on kuitenkin selviä eroja ekosysteemipalveluittain. Yleisesti tuotantopalveluja mitataan ja seurataan tarkimmin. Kulttuuripalveluista on saatavilla jonkin verran lähinnä virkistykseen liittyvää indikaattoritietoa. Sääntely- ja ylläpitopalveluista ja myös tukipalveluista on vähiten yleistettävissä olevaa tietoa, jos-

kin niiden arviointia tukevaa tutkimustietoa on olemassa. Myös tuotantopalveluiden välillä on eroja. Niistä tuotantopalveluista, joiden yksinkertaisesti mitattavissa oleva taloudellinen hyöty on suurin, on myös eniten mitattua tietoa olemassa. Tällaisista palveluita ovat erityisesti puuntuotanto ja suurelta osin maataloustuotanto (kotieläintuotanto, peltokasvi- ja puutarhatuotanto) sekä kalastus.

Metsien käytön kestävyyttä seurataan niin Suomessa kuin muualla Euroopassa muun muassa kestävä metsätalouden indikaattoreiden avulla. Näitä indikaattoreita käyttämällä saadaan monipuolinen kuva metsien tilasta ja aikasarjojen perusteella voidaan arvioida osin myös käytön kestävyuden kehitystä. Kestävä metsätalouden indikaattoreiden avulla saadaan tietoa erityisesti puuston tilasta ja terveydestä, monimuotoisuuteen vaikuttavista tekijöistä, tuotantopalveluiden määrästä ja niiden markkinahinnasta sekä metsäsektorin taloudellisesta ja muusta yhteiskunnallisesta merkityksestä. Säätelypalveluista systemaattisesti kerättävä tieto on melko vähäistä ja osin epäsuoraa ja tukipalveluita ei näillä indikaattoreilla mitata. Koska kestävä metsätalouden indikaattoreilla pystytään mittaamaan vain osaa metsien tuottamista säätelypalveluista tai niitä mitataan epäsuorasti, antavat indikaattorit väistämättä vain osittaisen kuvan metsistä saatavista hyödyistä. Vastaava asia näkyy osin muissakin metsää ja metsänkäyttöä kuvaavissa indikaattoreissa – säätely- ja tukipalveluista saatavissa oleva tieto on muita palveluita vähäisempää. Keskeinen syy tähän on niiden mittaamisen vaikeus, mutta myös se, että niistä saatu hyöty on epäsuoraa.

Tuotantopalveluiden mittaamiseen keskittyminen on erityisen selvää maataloudessa. Indikaattoritietoa on saatavilla erityisesti ruoantuotantoon liittyen. Toisin kuin muissa tarkastelussa mukana olevissa ekosysteemeissä maatalousekosysteemien olemassaolo ja muoto ovat pitkälti riippuvaisia yhdessä elinkeinossa tehdyistä maankäyttöpäätöksistä. Tämän seurauksena myös ihmisen rooli ekosysteemipalveluiden tarjonnassa on suurempi kuin muiden ekosysteemien kohdalla. Indikaattoritietoa maatalouteen liittyvistä säätelypalveluista on heikosti olemassa. Sen sijaan niin maatalouden kuin metsätalouden haitallisista ympäristövaikutuksista, erityisesti vesistövaikutuksista, on suhteellisen runsaasti tietoa, jotka ovat kokonaisvaltaisessa indikaattoritarkastelussa hyödyllisiä.

Soiden osalta ekosysteemipalveluiden mittaamisen kehitystarpeita on ennen kaikkea suoekosysteemien vesitalouteen liittyen. Erityisesti tulisi kyetä mittaamaan ja arvioimaan eriasteisesti luonnontilaisten soiden kykyä pidättää vettä ja ravinteita. Myös yhtenäiset spatiaalisesti esitettävät tiedot hiilensidonnasta ja soiden hiilivarastoista olisivat tärkeitä. Soiden vedenlaatuun liittyvät ekosysteemipalvelut edellyttävät myös yhtenäistä tarkastelua esimerkiksi vesiekosysteemi-indikaattoreiden kanssa. Lisäksi soiden virkistyskäyttö esimerkiksi kansallispuistojen ulkopuolella pitäisi pystyä dokumentoimaan nykyistä paremmin. Soiden kohdalla ennallistamisen aiheuttamat muutokset säätelypal-

veluiden lisäksi tuotantopalveluissa kuten riistan tai marjasatojen määrissä, olisi tärkeää pystyä arvioimaan nykyistä kattavammin.

Sisävesien tarjoamien ekosysteemipalvelujen kehitystä ohjaavat pitkälti kuivan maan puolella vesistöjen valuma-alueilla käynnissä olevat prosessit ja siellä tehtävät maankäytötöratkaisut. Vesistöissä itsessään on verrattain vähän ekosysteemipalveluita tuottavia toimintoja. Esimerkiksi niiden perustuotanto on keskimäärin niukkaa ja näin ollen järvet ja joet toimivat pitkälti maa-alueilta tulevien ravinteiden ja energian varassa. Tästä syystä vesistöjen ekosysteemipalveluita on vaikea tarkastella maaekosysteemeistä irrallaan. Sisävesien osalta tärkeimpänä ekosysteemipalveluna voidaan pitää puhdasta vettä, joka on tärkeä palvelu sinänsä, mutta keskeinen myös monen muun vesistöihin liitettävän ekosysteemipalvelun kannalta. Vedenlaatuun liittyvää seurantatietoa on saatavilla varsin paljon, mutta lisää tietoa tarvittaisiin erityisesti niistä maa- ja vesiekosysteemit toisiinsa kytkevästä prosesseista, jotka pitkälti määrittelevät veden laadun. Toisaalta Suomessa erityisen merkittäviin vesistöjen kulttuuripalvelujen osalta on paljon tietotarpeita muun muassa niiden maisema-arvoon ja terveyshyötyihin liittyen.

Muun muassa TEEB Nordic -hankkeen (Kettunen ym. 2013) johtopäätöksissä on korostettu kansallisen ekosysteemipalveluindikaattorikokoelman perustamisen tärkeyttä. Indikaattoreiden tulisi pystyä kuvaamaan niin ekosysteemipalveluiden tuotantopotentiaalia kuin kysyntääkin sekä biofysikaalisin että sosio-ekonomisin suurein. Myös luonnonvaratilinpitoa kehittämällä ekosysteemipalveluiden todellinen arvo pystyttäisiin nykyistä paremmin integroimaan päätöksentekoon (Kettunen ym. 2013). Ekosysteemipalveluindikaattoreiden kehittämisessä on pidetty tärkeänä myös olemassa olevien tietojärjestelmien tehokkaampaa käyttöä ja hallintorajat ylittävää tiedon vapaata saatavuutta (ks. esim. Primmer ym. 2013). Olemassa olevien seuranta-aineistojen ja -järjestelmien mahdollisuudet esimerkiksi erilaisten paikkatietoaineistojen vertailussa ekosysteemipalveluiden osalta ovat suuret. Ekosysteemipalveluindikaattoreiden tarpeiden näkökulmasta niiden hallinnointia ei kuitenkaan ole kansallisesti koordinoitu. Koska ekosysteemipalveluindikaattorit yhdistävät sekä luonnonvara- että luonnonsuojelutietoja, entistä tiiviimpi yhteistyö myös eri ministeriöiden (etenkin YM ja MMM) sekä tutkimuslaitosten välillä on tärkeää.

Tässä raportissa olemassa olevaa indikaattoritietoa on käyty läpi vasta alustavasti. On kuitenkin selvää, että Suomessa tarvitaan nykyistä enemmän systemaattisesti seurattua tietoa erityisesti sääätely- ja tukipalveluista ja osin myös kulttuuripalveluista. Tuotantopalveluista tietoa on huomattavasti paremmin saatavilla. Olemassa olevan tiedon perusteella ei vielä saada kokonaisvaltaista käsitystä ekosysteemipalveluiden tilasta. Sääätelypalveluiden ja erityisesti tukipalveluiden mittaaminen ja seuraaminen on vaikeampaa kuin monien tuotantopalveluiden. Joissakin tapauksissa näitä palveluita voidaan mitata epäsuorilla tai sijaisindikaattoreilla (ns. proxy-indikaattorit). Myös kvalitatiivisten mit-

tareiden käyttö on mahdollista esimerkiksi kulttuuripalveluiden arvioinnissa. Tärkeää olisi kehittää myös luonnon monimuotoisuuden ja ekosysteemipalveluiden välisiä suhteita kuvaavia indikaattoreita kuten erilaisiin luontotyyppisiin kytkeytyvien ekosysteemipalveluiden tunnistamista (Vihervaara ym. 2012). Tällöin myös luontotyyppien kuntoa ja alueellista esiintymistietoa voitaisiin pitää tiettyjen ekosysteemipalveluiden indikaattoreina.

Indikaattoreita suunniteltaessa ja valittaessa on oleellista löytää mittareita, joista on mahdollista kerätä seurantatietoa. Kunkin ekosysteemin tilan, ekosysteemipalveluiden ja niistä saadun hyvinvoinnin lisäyksen lisäksi kestävyyskannalta on oleellista myös seurata ja tunnistaa ekosysteemipalveluiden tarjontaan lyhyellä tai pidemmällä aikavälillä vaikuttavia tekijöitä, ekosysteemipalveluihin kohdistuvia paineita ja uhkia. Samoin valitun politiikan ja toimenpiteiden vaikutuksia on kyettävä mittaamaan ja seuraamaan.

Tärkeä kysymys ekosysteemipalveluindikaattoreiden kehittämiseen liittyen on myös mittakaava, jolla asioita tarkastellaan. Kansainvälisiä vertailuja, kansallista ekosysteemin tilaa, biodiversiteettisopimuksen raportointia (CBD) ja kansantaloudellista tilinpitoa varten kerättäviä ekosysteemipalveluindikaattoreita voivat olla esimerkiksi ajallista vaihtelua kuvaavat tilastot, joissa ekosysteemipalvelun tuotanto ja käyttö on tiivistetty esimerkiksi seurattavan indikaattorin keskiarvoon. Alueellisessa tarkastelussa ja etenkin maankäytön suunnittelua tukevissa käytännönläheisissä tarpeissa ekosysteemipalveluindikaattorit pitäisi pystyä esittämään myös mahdollisemman tarkasti kartalla (vrt. Primmer ym. 2013).

## 6. JOHTOPÄÄTÖKSET

Monet ekosysteemipalveluista ovat ihmiselle tärkeitä ja osa niistä on elintärkeitä. Jotta ekosysteemipalveluita koskeva politiikka olisi optimaalista, tarvitaan palveluiden tilasta ja tapahtuneista muutoksista luotettavaa tietoa. Ekosysteemipalveluindikaattoreita tarvitaan tämän mahdollistamiseksi. Ekosysteemipalvelut -käsite on hyvin laaja. Harvassa tilanteessa on tarpeellista, saati mahdollista, yrittää mitata kaikkia ekosysteemipalveluiden tuotantoon vaikuttavia tekijöitä. Käytettävät indikaattorit vaihtelevat tilanteiden mukaan ja niiden on mitattava sitä asiaa mistä tietoa kulloinkin tarvitaan. Erilaisia indikaattoreita tarvitaan kun mitataan esimerkiksi yhtä ekosysteemipalvelua ja siihen vaikuttavia tekijöitä tai jonkin toimenpiteen vaikutusta tietyn alueen kaikkiin ekosysteemipalveluihin. Ekosysteemipalveluiden mittaamisessa myös palveluiden välisten suhteiden ymmärtäminen on hyvin tärkeää ja keskeisempää kuin perinteisemmässä luonnonvarojen mittaamisessa. Samoin ekosysteemien rajat ylittävä tarkastelu on tärkeää. Kestävyyden kannalta oleellista on myös ymmärtää ekosysteemipalveluihin vaikuttavia ulkopuolisia tekijöitä.

Suomessa on koko maailman mittakaavassa luonnonvaroihin liittyvää tietoa erittäin hyvin saatavilla. Olemassa olevia järjestelmiä ei ole kuitenkaan kehitetty ekosysteemipalvelunäkökulmasta ja ekosysteemipalveluiden kokonaisvaltaisessa arvioinnissa on siten kehitettävää. Erityisesti säätely- ja tukipalveluiden mittaaminen on vielä puutteellista. Lisäksi tarvitaan tietoa sekä ekosysteemipalveluiden tuotantokapasiteetista että toteutuneesta käytöstä ja tarpeesta (vrt. Cascade-malli). Ekosysteemipalveluindikaattoreiden rakentaminen on iteratiivinen prosessi ja puutteista huolimatta indikaattoreiden rakentamiselle olemassa olevat tiedot tarjoavat hyvät lähtökohdat.

Ekosysteemipalveluiden tasapainoiseen ja kokonaisvaltaiseen arvioimiseen tarvitaan tietoa kaikista ekosysteemipalveluluokista. Tätä tietoa olisi myös pystyttävä keräämään systemaattisesti saman järjestelmän alla, jolloin olemassa olevaa tietoa pystyttäisiin hyödyntämään mahdollisimman kattavasti. Tämä korostuu myös kansainvälisessä yhteistyössä ja vertailuissa. Koska arviointitilanteet ovat kuitenkin keskenään hyvin erilaisia, käyttäjän on viime kädessä pystyttävä itse valitsemaan tilanteeseen sopivimmat indikaattorit. Käytännössä tämä voi olla vaikeaa. Ekosysteemipalveluindikaattoreiden jatkokehityksessä olisikin keskityttävä yksittäisten indikaattoreiden määrittelyn lisäksi myös luomaan päätöksenteon tueksi yksinkertaistettuja malleja erilaisissa tilanteissa huomiioon otettavista asioista.

## VIITTEET

- Alahuhta, J., Joensuu, I., Matero, J., Vuori, K.-M. ja Saastamoinen, O. 2013. Freshwater ecosystem services in Finland. Reports of the Finnish Environment Institute 16. 35 s.
- Arovuori, K., Saastamoinen, O. ja Pyykkönen, P. 2013. Classification of agricultural ecosystem goods and services in Finland. Pellervon taloustutkimus PTT. Käsikirjoitus.
- Auvinen, A.-P. 2010. Luonnontila.fi – ajantasaista tietoa luonnon tilasta opetukseen. *Natura. Biologian ja maantieteen opettajien liiton julkaisu*. 4/2010 (vsk. 47): 30–31.
- Auvinen, A.-P., Kemppainen, E. ja von Weissenberg, M. (toim.) 2010. Fourth National Report on the Implementation of the Convention on Biological Diversity in Finland. *The Finnish Environment* 3 (2010). Ministry of the Environment. Helsinki. 192 s.
- Auvinen, A.-P. ja Toivonen, H. 2006. Biodiversiteetin seuranta ja indikaattorit. Katsaus kansainvälisiin hankkeisiin ja ehdotuksia Suomen biodiversiteettiseurannan kehittämiseksi. *Suomen ympäristö* 33 (2006). Suomen ympäristökeskus. Helsinki. 77 s.
- Aylward, B., Bandyopadhyay, J., Belausteguigotia, J., Borkey, P., Cassar, A., Meadors, L., Saade, L., Siebentritt, M., Stein, R., Tognetti, S., Tortajada, C., Allan, T., Bauer, C., Guimaraes-Pereira, A., Kendall, M., Kiersch, B., Landry, C., Mestre Rodriguez, E., Meinzen-Dick, R., Moellendorf, S., Pagiola, S., Porras, I., Ratner, B., Shea, A., Swallow, B., Thomich, T. ja Voutchkov, N. 2005. Freshwater ecosystem services. Julkaisussa: Chopra, K., Leemans, R., Kumar, P. ja Simons, H. (toim.). *Ecosystems and human well-being: Policy responses*, Volume 3. S. 213–255. Washington, DC. Island Press.
- Bateman, I.J., Mace, G.M., Fezzi, C., Atkinson, G. ja Turner, K. 2011. Economic analysis for ecosystem service assessments. *Environmental and Resource Economics* 48: 177-218.
- Bennett, E. M., Peterson, G. D. ja Gordon, L. J. 2009. Understanding relationships among multiple ecosystem services. *Ecology Letters* 12: 1–11.
- Boyd, J. ja Banzhaf, S. 2007. What are ecosystem services? The need for standardized environmental accounting units. *Ecological Economics* 63: 616-626.
- Cummins, K.W. 1979. The natural stream ecosystems. Julkaisussa: Ward, J.V. ja Stanford, J.A. *The ecology of regulated streams*. Plenum Press. Lontoo. S. 7–24.
- De Groot, R.S., Alkemade, R., Braat, L. Hein, L. ja Willemen, L. 2010. Challenges in integrating the concept of ecosystem services and values in landscape planning, management and decision making. *Ecological Complexity* 7 (2010): 260-272.
- De Groot, R.S. ja van der Meer, P.J. 2010. Quantifying and valuing goods and services provided by plantation forests. Teoksessa: Bauhus, J., van der Meer, P.J. ja Kanninen, M. 2010, *Ecosystem Goods and Services from Plantation Forests*. Earthscan. Ss. 16-42.
- Elmqvist, T., Tuvendal, M., Krishnaswamy, J. ja Hylander, K. 2011. Managing Trade-offs in Ecosystem Services. *Ecosystem Service Economics (ESE)*. Working Paper Series. Paper N° 4. The United Nations Environment Programme. Division of Environmental Policy Implementation. Nairobi. 14 s.

- European Commission. 2013. Rural Development Policy 2007-2013. Common monitoring and evaluation framework.  
[http://ec.europa.eu/agriculture/rurdev/eval/guidance/note\\_g\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/agriculture/rurdev/eval/guidance/note_g_en.pdf)
- FOREST EUROPE, UNECE ja FAO. 2011. State of Europe's Forests 2011. Status and trends in sustainable forest management in Europe. 337 s. (sis. liitteet).
- Haines-Young, R.H. ja Potschin, M.P. 2010a. The links between biodiversity, ecosystem services and human well-being. Julkaisussa: Raffaelli, D. ja Frid, C. (toim.). *Ecosystem Ecology: A New Synthesis*. Cambridge University Press.
- Haines-Young, R.H. ja Potschin, M.P. 2010b. Proposal for a Common International Classification of Ecosystem Goods and Services (CICES) for Integrated Environmental and Economic Accounting (V1). Report to the European Environment Agency, March 21<sup>st</sup> 2010, The University of Nottingham. 23 s.
- Haines-Young, R. ja Potschin, M. 2012. Common International Classification of Ecosystem Services (CICES, Version 4.1). Paper prepared following consultation on CICES Version 4, September 2012.
- Haines-Young, R., Potschin, M. ja Kienast, F. 2012. Indicators of ecosystem service potential at European scales: Mapping marginal changes and trade-offs. *Ecological Indicators*: 21: 39–53.
- Haltia, E., Horne, P., Kniivilä, M. ja Kosenius, A.-K. 2013. Ekosysteemipalveluiden taloudellinen merkitys ja arvottaminen: Mitä, miksi ja miten? Pellervon taloustutkimus, käsikirjoitus. 55 s.
- Haltia, E. & Kniivilä, M. 2013. Ekosysteemipalveluiden arvottaminen – mitä ihmettä? *Vesitalous* 1/2013: 9-13.
- Hildén, M., Auvinen, A.-P. ja Primmer, E. (toim.) 2005. Suomen biodiversiteettiohjelman arviointi. Suomen ympäristö 770. Suomen ympäristökeskus. Helsinki. 251 s.
- Jäppinen, J.-P. (toim.) 2013. Soiden ja turvemaiden ekosysteemipalvelujen arviointi ja arvottaminen (SuoEko-hanke). Loppuraportti, käsikirjoitus.
- Karjalainen & Ronkanen 2005. Kosteikot Laukeuden keskuspuhdistamolta ja Rukan puhdistamolalta tulöevien vesien jälkikäsitellyssä. PRIMROSE-projektin (2001–2003) tulokset. Alueelliset ympäristöjulkaisut 401. Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskus. Oulu. 98 s.
- Kettunen, M., Vihervaara, P., Kinnunen, S., D'Amato, D., Badura, T., Argimon, M. ja Ten Brink, P. 2012. Socio-economic importance of ecosystem services in the Nordic Countries. Synthesis in the context of The Economics of Ecosystems and Biodiversity (TEEB). *TemaNord* 2012:559, Nordic Council of Ministers. 290 s.
- Kosenius, A.-K., Haltia, E., Horne, P., Kniivilä, M. ja Saastamoinen, O. 2013. Valuation of ecosystem goods and services. PTT työpapereita, painossa.
- Kuuluvainen, T., Jäppinen, J.-P., Kivimaa, T., Rassi, P., Salpakivi-Salomaa, P. ja Siitonen, J. 2004. Ihmisen vaikutus Suomen metsiin. Julkaisussa: Kuuluvainen, T., Saaristo, L., Keto-Tokoi, P., Kostamo, J., Kuuluvainen, J., Kuusinen, M., Ollikainen, M. ja

- Salpakivi-Salomaa, P. (toim.) Metsän kätköissä – Suomen metsäluonnon monimuotoisuus. S. 113–141. Edita Publishing Oy, Helsinki.
- Layke, C. 2009. Measuring nature's benefits: A preliminary roadmap for improving ecosystem service indicators. World Resources Institute, Working Paper, September 2009. 36 s.
- Maa- ja metsätalousministeriö. 2012. Kansallinen rapustrategia 2013–2022. Työryhmämuistio MMM 2012:10. Helsinki. 42 s.
- Maa- ja metsätalousministeriö ja Metsäntutkimuslaitos 2011. Suomen metsät 2011. Kestävän metsätalouden kriteereihin ja indikaattoreihin perustuen. 5/2011. 95 s.
- Maes, J., Braat, L., Jax, K., Hutchins, M., Furman, E., Termansen, M., Luque, S., Paracchini, M.L., Chauvin, C., Williams, R., Volk, M., Lautenbach, S., Kopperoinen, L., Schelhaas, M.-J., Weinert, J., Goossen, M., Dumont, E., Strauch, M., Görg, C., Dormann, C., Katwinkel, M., Zulian, G., Varjopuro, R., Ratamäki, O., Hauck, J., Forsius, M., Hengeveld, G., Perez-Soba, M., Bouraoui, F., Scholz, M., Schulz-Zunkel, C., Lepistö, A., Polishchuk, Y. ja Bidoglio, G. 2011. A spatial assessment of ecosystem services in Europe: methods, case studies and policy analysis – phase 1. PEER Report 3. Ispra: Partnership for European Environmental Research.
- Maes, J., Egoh, B., Willemen, L., Liqueste, C., Vihervaara, P., Schaegner, J.-P., Grizzetti, B., Drakou, E.G., LaNotte, A., Zulian, G., Bouraoui, F., Paracchini, M.-L., Braat, L. ja Bidoglio, G. 2012a. Mapping ecosystem services for policy support and decision making in the European Union. *Ecosystem Services* 1: 31-39.
- Maes, J., Hauck, J., Paracchini, M.L., Ratamäki, O., Termansen, M., Perez-Soba, M., Kopperoinen, L., Rankinen, K., Schägner, P., Henrys, P., Cisowska, I., Zandersen, M., Jax, K., La Notte, A., Leikola, N., Pouta, E., Smart, S., Hasler, B., Lankia, T., Andersen, H.E., Lavallo, C., Vermaas, T., Alemu, M.H., Scholefield, P., Batista, F., Pywell, R., Hutchins, M., Blemmer, M., Wulff-Fonnesbech, A., Vanbergen, A.J., Münier, B., Baranzelli, C., Roy, D., Thieu, V., Zulian, G., Kuussaari, M., Thodsen, G., Alanen, E.-L., Braat, L. ja Bidoglio G. 2012b. A spatial assessment of ecosystem services in Europe: methods, case studies and policy analysis. Phase 2. PEER report 4.
- Metsäntutkimuslaitos 2009. Valtakunnan metsien 11. inventointi (VMI11). Maastotyön ohjeet 2009. Koko Suomi. 2. painos. Metsäntutkimuslaitos, 120 s. + liitteet. <http://www.metla.fi/ohjelma/vmi/vmi11-maasto-ohje09-2p.pdf>
- Metsäntutkimuslaitos 2012. Metsätilastollinen vuosikirja 2012. 454 s.
- Millennium Ecosystem Assessment 2003. Ecosystems and human well-being: a framework for assessment. Island Press. 245 s.
- Millennium Ecosystem Assessment 2005. Ecosystems and human well-being: Synthesis. Island Press, Washington, DC. 137 s.
- Muotka, T., Hyvärinen, M. ja Siikamäki, P. 2004. Virtavesiekosysteemien rakenne ja toiminta. Julkaisussa: Walls, M. ja Rönkä, M. (toim.) Veden varassa. Suomen vesiluonnon monimuotoisuus. Edita. Helsinki. S. 44–46.



- OECD. 2013. Environmental performance of agriculture in OECD countries since 1990: full list of agri-environmental indicators. <http://www.oecd.org/tad/sustainableagriculture/agri-environmentalindicators.htm>
- Parviainen, J. ja Västilä, S. 2012. Suomen metsät 2011 (päivitetty versio 2012). Kestävän metsätalouden kriteereihin ja indikaattoreihin perustuen. Maa- ja metsätalousministeriö ja Metsäntutkimuslaitos.
- Primmer, E., Kopperoinen, L., Ratamäki, O., Rinne, J., Vihervaara, P., Inkiläinen, E., Mashkina, O. ja Itkonen, P. 2012. Ekosysteempipalveluiden tutkimuksesta hallintaan - kirjallisuuskatsaus ja tapaustarkasteluita. Suomen ympäristö 39.
- Saastamoinen, O., Matero, J., Haltia, E., Horne, P., Kellomäki, S., Kniivilä, M. ja Arovuori, K. 2013a. Concepts and considerations for the synthesis of ecosystem goods and services in Finland. Publications of the University of Eastern Finland. Reports and Studies in Forestry and Natural Sciences 10. 108 s.
- Saastamoinen, O., Matero, J., Horne, P., Kniivilä, M., Haltia, E. & Mannerkoski, H. 2013b. Classification of boreal forest ecosystem goods and services in Finland. Publications of the University of Eastern Finland. Reports and Studies in Forestry and Natural Sciences, no. 11 (painossa).
- Second Ministerial Conference on the Protection of Forests in Europe. 1993. Resolution H1, General Guidelines for the Sustainable Management of Forests in Europe. Helsinki, Finland, 16-17 June 1993. [www.foresteurope.org/docs/MC/MC\\_helsinki\\_resolutionH1.pdf](http://www.foresteurope.org/docs/MC/MC_helsinki_resolutionH1.pdf)
- Sievänen, T. ja Neuvonen, M. (toim.) 2011. Luonnon virkistyskäyttö 2010. Metlan työraportteja 212. Metsäntutkimuslaitos. Vantaa. 190 s.
- Smeets, E. ja Weterings, R. 1999. Environmental indicators: Typology and overview. Technical report No 25. European Environment Agency. Kööpenhamina. 19 s.
- Swift, M.J., Izac, A-M. ja van Noordwijk, M. 2004. Biodiversity and ecosystem services in agricultural landscapes: Are we asking the right questions? *Agriculture, Ecosystems and Environment* 104: 113-134.
- TEEB 2010. The Economics of Ecosystems and Biodiversity: Mainstreaming the Economics of Nature: A synthesis of the approach, conclusions and recommendations of TEEB.
- Tike. 2011. Maatilatilastollinen vuosikirja. Maa- ja metsätalousministeriön tietopalvelukeskus.
- UK National Ecosystem Assessment (UK NEA). 2011. The UK National Ecosystem Assessment: Synthesis of the Key Findings. UNEP-WCMC, Cambridge.
- UNEP-WCMC. 2011. Developing ecosystem service indicators: Experiences and lessons learned from sub-global assessments and other initiatives. Secretariat on the Convention on Biological Diversity, Montréal, Canada. Technical Series No. 58, 118 s.
- Vihervaara, P., Kumpula, T., Ruokolainen, A., Tanskanen, A. ja Burkhard, B. 2012. The use of detailed biotope data for linking biodiversity with ecosystem services in Finland. *International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services & Management*, 8(1-2): 169-185.

Wallace, K. 2007. Classification of ecosystem services: Problems and solutions. *Biological Conservation* 139: 235-246.

[www.maataloustilastot.fi](http://www.maataloustilastot.fi)

[www.luonnontila.fi](http://www.luonnontila.fi)

## LIITE 1.

**Taulukko 1.** Euroopan unionin maaseudun kehittämissuunnitelmien valitut perustason indikaattorit (Lähde: European Commission 2013).

Akseli	Faktori	Indikaattori
Horisontaalinen	Taloudellinen kehitys Työllisyys Työttömyys	BKT/capita Työllisyysaste Työttömyysaste
Kilpailukyky	Koulutus, valmennus Maatalouden ikäjakauma  Työvoiman tuottavuus maataloudessa Kiinteän bruttopääoman muodostus maataloudessa Työllisyyden kehitys maataloudessa Pienviljelyn merkitys EU:n uusissa jäsenvaltioissa	Viljelijöiden koulutustaso Nuorten viljelijöiden suhteellinen osuus Bruttoarvonlisäys/henkilötyövuosi (GVA/AWU) Kiinteä bruttopääomaindeksi  Työllisyys  Tilojen lukumäärä
Ympäristö	Biodiversiteetti Biodiversiteetti  Biodiversiteetti Veden laatu Maaperä Maaperä Ilmastomuutos  Ilmastomuutos  Ilmastomuutos	Peltolintukantojen kehitys Luontoarvoiltaan arvokkaat maatalous- ja metsämaat Puulajien koostumus Veden ravinnetase Eroosioherkät alueet Luomuala Maatalouden tuottaman uusiutuvan energian määrä Maatalouden kasvihuonekaasu- ja ammoniakkipäästöt Uusiutuvan energian tuotannossa oleva maatalousmaa
Laaja maaseudun kehittäminen	Maaseudun toimeliasiuuden kehittäminen	Maatalouden ulkopuoliset työpaikat maaseudulla
Leader	Paikallisten toimintaryhmien kehittäminen	Paikallisten toimintaryhmien suhde alueen väestöön

**Taulukko 2.** Euroopan unionin Maaseudun kehittämissuunnitelmien valitut maatalouden sisältöindikaattorit (lähde: European Commission 2013).

Akseli	Indikaattori	Mittari
Kilpailukyky	Käytössä oleva maatalousmaa Tilarakenne Metsätalouden rakenne	ha lkm, pinta-ala, lohkojen lkm pinta-ala, omistusjakauma, keskikoko
Ympäristö	Maankäytön jakautuminen Luonnonhaitan alainen peltoala Laajaperäisen tuotannon alainen maatalousmaa  Veden käyttö	jakautuminen eri luokkiin LFA-tukikelpoinen pinta-ala laidunten suhteellinen osuus, laajaperäisten viljelykasvien suhteellinen osuus kastelussa olevan maatalousmaan suhteellinen osuus

### **PTT julkaisuja, PTT publikationer, PTT publications**

22. Hanna Karikallio. 2010. Dynamic Dividend Behaviour of Finnish Firms and Dividend Decision under Dual Income Taxation
21. Satu Nivalainen. 2010. Essays on family migration and geographical mobility in Finland
20. Terhi Latvala. 2009. Information, risk and trust in the food chain: Ex-ante valuation of consumer willingness to pay for beef quality information using the contingent valuation method.
19. Perttu Pyykkönen. 2006. Factors affecting farmland prices in Finland
18. Vesa Silaskivi. 2004. Tutkimus kilpailuoikeuden ja maatalouden sääntelyn yhteensovittamisesta.

### **PTT raportteja, PTT forskningsrapporter, PTT reports**

241. Anna-Kaisa Rämö – Paula Horne – Eeva Primmer. 2013. Yksityismetsänomistajien näkemykset metsistä saatavista hyödyistä.  
Monien hyötyjen metsä. Ekosysteemipalvelut metsänomistajan näkökulmasta.
240. Leena Kerkelä. 2012. Suhdanteiden ja rakennemuutoksen aluetaloudelliset vaikutukset.
239. Lauri Esala – Jyri Hietala – Janne Huovari. 2012. Puurakentamisen yhteiskunnalliset vaikutukset.
238. Perttu Pyykkönen – Janne Huovari. 2012. Turkisalan tuottamat verot.
237. Anna-Kaisa Rämö – Paula Horne – Jussi Leppänen. 2012. Yksityismetsänomistajien suhtautuminen metsälakiin.
236. Matleena Kniivilä – Leena Kerkelä – Kalle Laaksonen. 2012. Vaihtoehtoja Suomen perushyödykkeisiin liittyvälle kehityspolitiikalle.
235. Janne Huovari. 2012. Globalisaatio ja tuotannon sijoittuminen.
234. Anna-Kaisa Rämö – Valtteri Härmälä – Jyri Hietala – Paula Horne. 2012. Nuoret ja puupohjaisten tuotteiden kuluttaminen.
233. Pasi Holm – Veera Laiho – Iikka B. Voipio. 2012. III-olut Alkoon ja II-olut kauppoihin

### **PTT työpapereita, PTT diskussionsunderlag, PTT Working Papers**

149. Pyykkönen, P., Bäckman S., Tuure, V-M. j Lätti, M. 2013. Biokaasutus lannankäsittelyn vaihtoehtona. PTT työpapereita 149.
148. Pasi Holm – Anneli Hopponen. 2013. Yritysten edustuskulut ja matkailu- ja ravintolapalvelut erityisesti Lapissa
147. Jyri Hietala – Signe Jauhiainen. 2013. Haja-asutusalueelle rakentaminen ja kunnan talous.
146. Pasi Holm. 2013. Suomalaisomisteiset yritykset Virossa.
145. Pasi Holm - Janne Huovari - Sami Pakarinen. 2013. Apteekkien kokonaistaloudellinen tilanne.
144. Eeva Alho – Lauri Esala – Veera Holappa – Markus Lahtinen – Sami Pakarinen. 2013. Alueellisten asuntomarkkinoiden kehitys vuoteen 2015.
143. Perttu Pyykkönen – Stefan Bäckman – Erik Puttaa. 2013. Rakennemuutos Suomen kotieläintaloudessa.
142. Jyri Hietala. 2013. Metsäliiketoiminnan kannattavuuslaskuri.
141. Jyri Hietala. 2012. Metsätilijärjestelmän taloudelliset vaikutukset.
140. Anna-Kaisa Rämö – Paula Horne – Eeva Primmer. 2012. Ekosysteemipalveluiden tuotanto yhteistoimintaverkostoissa. Asiantuntijahaastatteluiden tuloksia.
139. Perttu Pyykkönen Tapani Yrjölä Erik Puttaa. 2012. Tuottaja- ja toimialaorganisaatiot Suomessa.
138. Emmi Haltia – Pasi Holm – Kaisa Hämäläinen. 2012. Kaivostoiminnan taloudellisten hyötyjen ja ympäristö- ja hyvinvointivaikutusten arvottaminen.
137. Matleena Kniivilä – Stefan Bäckman – Paula Horne – Javier Martinez-Vega – Samir Mili – Perttu Pyykkönen. 2012. Frameworks for sustainable agriculture and forestry: applications to Finland and Spain.
136. Leena Kerkelä. 2012. Maatalous- ja ympäristöalan muutosvoimat ja osaamistarpeet.