

Suomen luonnon muutoksen seuranta on turvattava lailla ja vaati strategian

Prof. Anna-Liisa Laine, REC-keskuksen Johtaja.

Helsingin yliopisto ja Zürichin yliopisto

anna-liisa.laine@helsinki.fi, puh. 0504484430

Prof. Tomas Roslin, REC-keskuksen Johtoryhmän jäsen.

Helsingin yliopisto ja Ruotsin maatalousyliopisto (SLU)

tomas.roslin@helsinki.fi, puh. 0405958098



Käytämme Suomen ainutkertaisen pitkiä havaintosarjoja luonnon muutosten ymmärtämiseksi

Vastuullisen ja kestäväan ympäristöpolitiikan perusedellytys on luonnossa tapahtuvien muutosten havaitseminen. Mitä emme tiedä, sitä emme voi huomioida, hillitä emmekä hallita. **Suomessa on käynnissä kaksi merkittävää luonnon monimuotoisuuden vaikuttavaa poliittista prosessia: maamme uusii luonnonsuojelulakinsa ja laatii samalla uuden biodiversiteettistrategian ja toimintaohjelman.**

Molemmilla prosesseilla on kauaskantoiset vaikutukset ympäristöpolitiikkaan ja -hallintoon. Siksi saatavilla olevan tieteellisen tiedon tehokas huomioiminen ja hyödyntäminen on näiden esitysten laatimisessa ensisijaisen tärkeää. Tavoitteet ja toimenpiteet luontokadon pysäyttämiseksi muuttuvat konkreettiseksi vasta silloin, kun niiden vaikuttavuus voidaan todentaa. Tähän tarvitaan seurantaa.

Samalla meidän täytyy taata korkeatasoisen luontotiedon saatavuus tulevaisuudessa. **Helsingin yliopistossa toimiva Research Centre for Ecological Change (REC) on viimeisen kolmen vuoden aikana koonnut yhteen kaikki tietoomme tulleet havaintosarjat siitä, miten Suomen luonto on viimeksi kuluneina vuosikymmeninä muuttunut.** Tämä työ luo kokonaiskuvan siitä, miten luonnon monimuotoisuuden tilaa Suomessa on seurattu, mitä nykyinen seuranta paljastaa ja mitä se jättää paljastamatta.

Tässä *Policy Brief*issä määritämme suositukset, joihin tuloksemme antavat aiheita. Keskeisimpinä toimenpiteinä suosittelemme, että:

- Osana kansallista biodiversiteettistrategiaa ja toimintaohjelmaa luodaan selkeä strategia luonnon monimuotoisuuden seuraamiseksi.
- Luonnon monimuotoisuuden seurantavelvoite kirjataan selvästi Luonnonsuojelulakiin, sanamuodossa, jossa se turvaa monimuotoisuuden suojeluun tarvittavan tietopohjan saatavuuden.
- Luonnon monimuotoisuuden tunnuslukujen seuranta- ja julkaisuvelvoite kirjataan myös Tilastolakiin; samalla korostaen, että ne muodostavat valtion ja politiikan toiminnan kannalta keskeisiä tilastoja.
- Monimuotoisuutta koskevien tilastojen koordinoimiseen, analysointiin ja julkaisemiseen luodaan uusi keskus. Keskukseen tehtävänä on tarjota ajankohtaista, monimuotoisuutta koskevaa tilastotietoa muun yhteiskunnan käyttöön.

Elollisen luonnon muutos

Luonnontieteistä ekologia on se tieteenala, joka tarjoaa tiedot ja työkalut luonnossa tapahtuvien muutosten havaitsemiseen. Alan viime aikojen suurimmat edistysaskeleet ovat paljastaneet, kuinka tiiviisti luonnon monimuotoisuus liittyy ekosysteemien toimintaan kuten hiilensidontaan ja tautien säätelyyn (Cardinale ym. 2012, Chen ym. 2018, Keesing ym. 2010), ihmisen terveyteen (Hanski 2012, Aerts ym. 2018, Roe 2019) sekä ruokaturvaan (Garnett ym. 2013, Myers ym. 2014).

Tiivistelmä

Suomi uusii luonnonsuojelulakinsa ja laatii samalla uuden biodiversiteettistrategian ja -toimintaohjelman. Molemmilla prosesseilla on kauaskantoiset vaikutukset maamme ympäristöpolitiikkaan ja -hallintoon. Niiden valmistelussa on siksi ensisijaisen tärkeää huomioida ja hyödyntää parasta saatavilla olevaa tutkimustietoa.

Tutkimuskeskus REC on koonnut yhteen kaikki saatavilla olleet pitkät havaintosarjat suomalaisen luonnon monimuotoisuuden muutoksista. Yhdessä ne osoittavat monimuotoisuuden nopeita ja laajamittaisia muutoksia. *Samalla aineiston kokoaminen paljastaa, että muutosten seuranta on maassamme hajanaista, aliresursoitua ja altista niin poliittisille kuin taloudellisillekin suhdanteille.*

Kansallisella ja kansainvälisellä tasolla Suomen valtio keskittyy seuraamaan ja raportoimaan luonnon sellaisia piirteitä, jotka eivät tavoita mittavia luonnon monimuotoisuudessa tapahtuvia muutoksia.

Tietoon perustuvan ympäristöpolitiikan turvaamiseksi suosittelemme, että

- Osana kansallista biodiversiteettistrategiaa ja toimintaohjelmaa luodaan selkeä strategia luonnon monimuotoisuuden seuraamiseksi.
- Luonnonsuojelulakiin kirjataan monimuotoisuuden selvä seurantavelvoite.
- Monimuotoisuuden tilastointitarve kirjataan myös tilastolakiin.
- Monimuotoisuutta koskevien tilastojen koordinoimiseen, analysointiin ja julkaisemiseen luodaan uusi keskus.

Maailman elollinen monimuotoisuus on vaarassa.

Ilmastomuutos, elinympäristöjen häviäminen ja ympäristön pilaantuminen ovat kiihdyttäneet lajien sukupuuttoa maailmanlaajuisesti. Ainakin miljoona kasvi- ja eläinlaji on tällä hetkellä vaarassa hävitä sukupuuttoon (IPBES 2019). Viimeisin Living Planet Index- raportti osoittaa, että nisäkkäiden, kalojen, lintujen, matelijoiden ja sammakkoeläinten kannat ovat vähentynyt keskimäärin 68% vuosina 1970–2016 (WWF 2020). On myös arvioitu, että noin 6% maailman geneettisestä monimuotoisuudesta on menetetty teollisen vallankumouksen jälkeen (Leigh ym. 2019).

Nämä muutokset tarkoittavat valtavia muutoksia ihmis- ja yhteiskunnan elollisten resurssien määrässä, niiden hyödynnys ja jalostusmahdollisuuksissa sekä niiden tuottamissa ekosysteemipalveluissa. Muutosten myötä maailmasta häviää myös suuri määrä evoluution vuosimiljoonien aikana tuottamaa informaatiota. Kun maailmasta häviää evoluution kertaalleen tuottama ratkaisu, on vaarana ettei se synny koskaan uudelleen.

Lajien häviäminen on konkreettisin ja peruuttamattomin osoitus monimuotoisuuden muutoksesta. Siksi **niin kansainväliset sopimukset kuin seuranta biologisen monimuotoisuuden tilasta keskittyvät lajien uhanalaistumiseen ja häviämiseen.** Tätä suuntausta kuvastavat myös monet suomalaisten viranomaisten raportointivoitteet: CBD hyväksyi vuonna 2010 uhanalaisuusindeksit perusvaluutaksi, kun eri valtiot arvioivat biologisen monimuotoisuuden tilan ja kehityssuunnat (Butchart ym. 2010). Sama pätee EUsta YK:hon. Mitään asetetuista tavoitteista luonnon monimuotoisuuden turvaamiseksi ei ole edelleen saavutettu (CBD 2020).

Lajikato edustaa jäävuoren huippua luonnon monimuotoisuuden muutoksessa

Keskittymällä yksipuolisesti lajien uhanalaistumiseen ja häviämiseen aliarvioimme biologisen monimuotoisuuden muutoksen laajuutta ja muutoksen seurauksia ekosysteemien toiminnan kannalta.

Kun biologista monimuotoisuutta on viime vuosikymmeninä tutkittu yhä enemmän, on käynyt entistä selvemmäksi, että lajien häviäminen on vain jäävuoren huippu biologisen monimuotoisuuden myllerryksessä. Uhanalaisten lajien seurannan tuottama tieto ei myöskään yksinään riitä luontokatoa ennalta ehkäisevän toiminnan ohjaamiseksi. Meiltä on vaarassa jäädä huomaamatta joukko muita muutoksia, joiden seuraukset voivat olla yhteiskunnan kannalta yhtä tärkeitä tai jopa tärkeämpiä:

- Luonnon monimuotoisuus tulkitaan Suomen ympäristöpolitiikassa ja biodiversiteettistrategiassa toistuvasti sen suppeimmassa merkityksessä, eli erilaisten lajien lukumääränä. Tiede on kuitenkin osoittanut, että vaikka lajiyhteisöjen rakenne ja kantojen koot voivat muuttua merkittävästi, se ei aina ilmene muutoksina paikallisissa lajirunsausissa. Yksinkertaiset lajimäärämittarit eivät tavoita käynnissä olevaa luonnon monimuotoisuuden muutosta (Tietolaatikot 1 ja 2; Hillebrand ym. 2018).

- Uhanalaisten lajien määrä ei välttämättä paljasta rajuakaan muutosta lajiryhmän kokonaisrunsudessa (vrt. Tietolaatikko 1).
- Pienikin muutos runsaan lajin kannassa koskee monin verroin suurempaa yksilömäärää kuin iso muutos niukassa kannassa. Jos laji on ekosysteemin toiminnan kannalta keskeisessä osassa voivat seuraukset olla erityisen tärkeitä. Siksi runsaidenkin kantojen seuranta on keskeistä (Gaston & Fuller 2008).
- Se mistä lajeista paikallinen monimuotoisuus koostuu voi olla ekosysteemin toiminnan kannalta huomattavasti tärkeämpää kuin paikallinen lajirunsaus. Lajikoh- taisten ominaisuuksien on osoitettu olevan tärkeitä luonnossa esimerkiksi tautiriskien säätelyssä ja hiilensi- donnassa (Diaz ym. 2007, Halliday ym. 2020).
- Lajien häviäminen paikallisella, alueellisella ja kansallisella tasolla ei välttämättä kerro mitään muutoksesta globaalilla tasolla (Thomas 2013, Dornelas ym. 2013, Antão ym. 2020).

Luontoa tulee seurata leveällä rintamalla. Meidän täytyy ymmärtää luonnon eri tasojen muutoksia ja niiden syitä. Vain siten voimme kohdentaa politiikkatoimet oikein.

“Nämä muutokset tarkoittavat valtavia muutoksia ihmis- ja yhteiskunnan elollisten resurssien määrässä, niiden hyödynnys- ja jalostusmahdollisuuksissa sekä niiden tuottamissa ekosysteemipalveluissa.

Suomen pitkäaikaiset luontoseurannat tietopohjana tutkimukselle ja päätöksenteolle

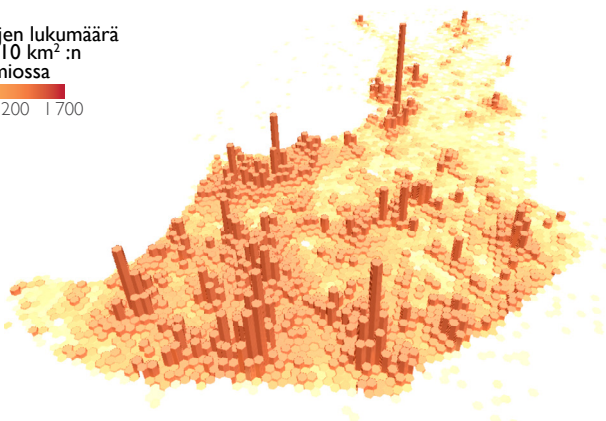
Suomi on yksi luonnon seurannan edelläkävijämaista. Maassamme on tehty järjestelmällistä luontoseurantaa 1700-luvulta alkaen. Seurantaan ovat osallistuneet niin eri tutkimuslaitokset kuin vapaaehtoisetkin. Tuloksena on syntynyt ainutlaatuinen tietovaranto (Kuvat 1 ja 2). Erityisen arvokkaaksi tämä kansallisaarre nousee siksi, että pitkäaikaisseurantojen tuottama tieto koetaan sekä tieteessä että päätöksenteossa erityisen luotettavaksi (Hughes ym. 2017).

Tämän tietopohjan olemme RECissä halunneet tuoda tieteen, politiikan ja yhteiskunnan saataville. Kun tutkimuskeskuksemme aloitti toimintansa vuonna 2018 oli päämääränämme koota yhteen kaikki saatavilla olleet pidempiaikaiset luonnon seurannat. **Ainutlaatuista RECin tuloksissa on se, että olemme ensimmäisinä luoneet yleis- ja yhteiskuvan siitä, mikä Suomen luonnossa muuttuu, milloin ja miten.** Samalla olemme saaneet

Yhteensä **200 000** erillistä
havaintotapahtumaa

Havaintojen lukumäärä
kussakin 10 km² :n
kuusikulmiossa

1 10 50 200 1700



**Kuva 1 RECin kokoamien
pitkäaikaiseurantojen
kattavuus tilassa.**

Yhteensä RECin kokoama tietokanta
käsittää yli 6 miljoonaa havaintoa.

Kuvassa Suomi on jaettu 10x10 km²
heksagoneihin, ja jokaisen kohdal-
la pylväällä osoitettu, montako ha-
vaintoa on tässä kohdassa tehty.

**Kuva 2 RECin kokoamien
pitkäaikaiseurantojen
ajallinen kattavuus.**

Yhteensä RECin kokoama tietokanta
kattaa yli 6 miljoonaa lajihavaintoa.

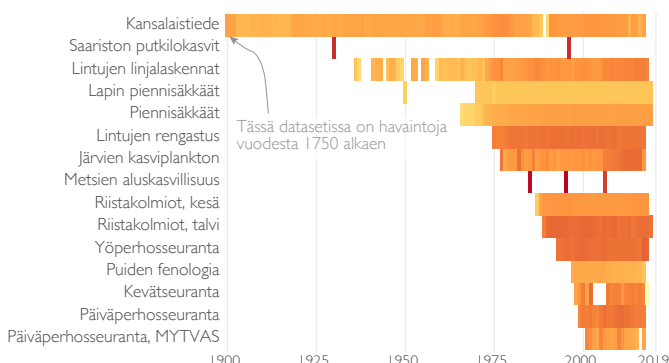
Kuvassa on värein osoitettu, montako
havaintoa on liitetty mihinkin ajanjak-
soon. Kuvan seurantasarjoista useamman
jatko on tällä hetkellä vaaka-
laudalla.

Esimerkiksi fenologiaseuranta on
lakkautettu vuonna 2017 (Helama
2017), yöperhosseurannan resursseja
on karsittu merkittävästi, ja Valtakunna-
lisen Metsien inventoinnin yhteydessä
tehty aluskasvillisuuden kartoituksen
aikasarja katkesi yli 15 vuodeksi.

Aineistot kattavat koko Suomen,
16–250 vuoden aikajänteen
ja lähes **3 000 lajia**

Lajien lukumäärä
havainnot vuosittain

0 20 500 8 000 165 000



käsityksen siitä, mistä asetelmista ja lähtökohdista suoma-
laista luonnon seurantaa on aloitettu, tehty, rahoitettu ja
—valitettavasti—osin myös lopetettu.

**RECin kokoamat pitkäaikaiset luontoseurannat luovat
yhdessä ainutlaatuisen katsauksen siihen, mitä kuuluu
maamme lajeille, niiden muodostamille eliöyhteisöille
ja ekosysteemipalveluille.** Yhdessä ne kertovat rajuista
muutoksista luonnossa. RECin tulokset osoittavat, että
elinympäristöjen tuhoutuminen ja pirstoutuminen, met-
sätalous, ilmaston lämpeneminen ja monet muut ihmisen
toiminnan vaikutukset muuttavat lajistoamme ennen-
näkemätöntä tahtia. Tämän seurauksena sekä luonnon

monimuotoisuus että keskeiset ekologiset prosessit, kuten
pölytys ja hajottajien toiminta, ovat uhattuina. Tällä on
vaikutusta myös ihmisen terveyteen ja ruokaturvaan.

Mikä tärkeintä, RECin havaitsemat muutokset koskevat
monia tasoja ja ilmiöitä ekosysteemin eri osissa. **Valtiona
Suomi ei niitä tällä haavaa systemaattisesti tilastoi
eikä raportoi. Ilman pitkiä aikasarjoja jokainen niistä
olisi jäänyt huomaamatta. Silti ne kuvastavat muu-
toksia joilla on välitön vaikutus suomalaisen luonnon
koostumuksen ja toimintaan.** Olemme koonneet tär-
keimmät tähänastiset tulokset Tietolaatikkoon 2.

Johtopäätökset

RE Cin tulokset osoittavat pitkäaikaisseurantojen kyvyn paljastaa luonnon muutoksia ja niiden taustalla toimivia tekijöitä. Tämä on mittaamattoman arvokasta nopeasti muuttuvassa maailmassa—sillä miten voisimme reagoida muutokseen, jota ei havaita ja jonka syitä ei ymmärretä? Pitkät havaintosarjat tarjoavat korvaamattoman tietopohjan, joka on sekä tieteen tekijöiden että päätöksentekijöiden arvostama (Hughes ym. 2017). **Siksi suomalaisia ympäristön seurantoja on kehitettävä ja niiden tulevaisuus on turvattava.**

RE Cin tulokset osoittavat paitsi sen, miten moni asia luonnossa muuttuu myös sen, miten epäjärjestelmällinen ja aukkoinen on nykyinen seuranta. Käynnissä olevat seurannat on usein aloitettu hyvin erilaisista lähtökohdista, nykyisistä yhteiskuntaoloista eroavassa tilanteessa (esim. Valtakunnan Metsien Inventointi) tai nykyisistä tarpeista eroaviin tarkoituksiin. Seurantojen kokonaiskustannukset ovat julkisen talouden mittakaavassa hyvin maltillisia, mutta seurannan katketessa siitä saadun tiedon arvo ja jatkokäytön mahdollisuudet laskevat dramaattisesti. Siten **seurantojen lopettaminen on resurssien haaskausta niin kustannustehokkuuden kuin vaikuttavuudenkin näkökulmasta.** Tästä huolimatta pitkään jatkuneita seurantoja on päättynyt lyhytjenteisten suunnittelun ja säästötarpeiden takia (Tietolaatikko 1; esim. Helana ym. 2020).

Viimeaikaiset muutokset Suomen luonnossa ovat osin yllättäviä. Siksi kaikkiin mahdollisiin tietotarpeisiin on vaikea varautua (vrt. Tietolaatikko 1). Tästä yksinkertaisesta havainnosta voimme johtaa muutaman selkeän suosituksen:

- Muutokset eri lajiryhmissä ja eri alueilla (Tietolaatikat 1 ja 2; Delgado ym. 2020, Roslin ym. 2021) voivat olla hyvinkin erilaisia. Siksi **luotettava ja kustannustehokas seurantaohjelma perustuu taksonomisesti ja alueellisesti kattavaan yhteisötason seurantaan**, eli seurantaratkaisuun, joka kattaa kaikki suuremmat eliöryhmät ja kaikki Suomen osat. Lajirikkaiden eliöryhmien seuranta (erityisesti kasvit, hyönteiset, sienet) edustusta on tietoisesti lisättävä.
- Koska etukäteen on vaikea ennustaa, mitkä lajit ja lajiryhmät reagoivat mitenkin ilmaston ja ympäristön muutoksen—ja koska juuri tähän liittyy tärkeitä selvitystarpeita niin tieteen kuin yhteiskunnankin suunnalta—**meidän tulee perustaa seurantaohjelmia, joissa jokainen laji ja sen runsaus kirjataan.** Tästä voidaan jälkeinpäin laskea lajien biomassassa sekä muutokset populaatiokoossa (Hallmann ym. 2018), lajiyhteisön rakennetta kuvaavia indeksejä (Hillebrand ym. 2018) tai vaikkapa lajien ilmastomielityksiä (Santangeli ym. 2017)—siis mitkä tahansa ominaisuudet, jotka vaikuttavat ekosysteemin rakenteeseen ja toimintaan.
- Koska tietotarpeet vaihtelevat ajan myötä (vrt. Tietolaatikko 1) **on vältettävä seurantaohjelmia, joiden ainoa tietotuote on pitkälle erikoistunut mitta esim. tietyn ekosysteemipalvelun tasosta**

(hiilinielu, puukuutiota hehtaaria kohden, kaukokartoituksen keinoin mitattu tuottavuus tms.). Tällaiset mitat indikaattoreina luonnon toiminnasta perustuvat pitkälle oletuksiin syy-seuraussuhteista, joille ei ole tieteellistä pohjaa. **Kun ekosysteemistä mitataan riittävästi erilaisia tunnuslukuja, on lukujen summat laskettavissa jälkikäteen, mutta yhtälö ei toimi toisin päin.** Siksi kohdassa 2 annettu suositus toimii tässäkin: jos jokainen laji ja sen runsaus kirjataan, silloin monipuoliset yhteisötason ominaisuudet ovat tästä laskettavissa, vaikka tarkempi mielenkiinnon kohde myöhemmin muuttuisi.

Seurantojen suuren yhteiskunnallisen merkityksen takia on niiden pitkäjänteisyys ja jatkuvuus turvattava. Tämä voidaan saavuttaa vain **kirjaamalla laajennetut seurantavelvoitteet lakiin.** Seurannan arvo tulee nimenomaan siitä, että se jatkuu tarpeeksi pitkään samanlaisena, jolloin muutokset voidaan havaita, kuvata ja ymmärtää. Mikäli hallitus tai muu taho päättää säästötoimenpiteistä, joiden seurauksena havaintosarja katkeaa, silloin sen tietoarvo laskee välittömästi. **Siksi seurantojen pitkän ajan rahoitus on turvattava.**

“Seurantatietojen kartuttamiseen ja julkaisemiseen on perustettava uusi luonnon monimuotoisuutta tilastoiva keskus.

Tunnistamaamme tietotarvetta voidaan verrata Tilastokeskuksen toimintaan. Vuonna 1865 perustetun Tilastokeskuksen tehtävänä on tuottaa luotettavia ja puolueettomia virallisia tilastoja suomalaisesta yhteiskunnasta valtion ja politiikan tueksi. Toiminnan turvaamiseksi Tilastokeskuksen toiminta on perustettu Tilastokeskuksesta annettuun lakiin sekä asetukseen. Tilastokeskuksen seuraamiin suureisiin on ajan myötä myös lisätty uusia velvoitteita, kun on nähty mitä uutta tietoa tarvitaan. Vastaavia harkintoja on huomioitava, kun pohdimme nyt luonnonseurannan periaatteita.

Kuvaamamme muutokset ovat valtiomme tärkeimpiä tilastoitavia lukuja, mitä puoltavat myös niiden suhde väestömme terveyteen ja toimentuloon (World Economic Forum 2020). [Elinympäristötilinpito](#) onkin tärkeä YK:n ajama periaate. Suomen ympäristön seurannasta vastaavat tällä hetkellä [SYKE](#) ja [LUKE](#), mutta niiden seurantavelvoitteet ja resurssit vaihtelevat. RE Cin tutkijoiden keräämän tiedon valossa on ilmeistä, että **ilman systemaattista ja lailla turvattua seurantaohjelmaa uusien muutosten havaitseminen Suomen luonnosta on uhattuna.**

Esitämme siksi, että **Suomeen perustetaan uusi keskus luonnon monimuotoisuutta koskevien tilastojen koordinoimiseen, analysointiin ja julkaisemiseen.** Keskusten tehtävänä on tarjota ajankohtaista, monimuotoisuutta koskevaa tilastotietoa muun yhteiskunnan käyttöön.

Yhteenveto toimenpide-ehdotuksista

Jotta suomalaisen päätöksenteon tueksi taataan vankka tietopohja esitämme että:

- **Suomalaisen luonnon monimuotoisuuden seuranta on perustettava harkittuun, strategiseen suunnitelmaan siitä, mitä seurata ja miten** (Tietolaatikko 3). Strateginen suunnittelu on aloitettava heti esimerkiksi kansallisen biodiversiteettistrategian toimenpiteenä. Perusperiaatteen tulee olla taksonominen ja alueellinen kattavuus edustavuus, sekä jo toteutettujen seurantojen hyödyntäminen.
- **Käynnissä olevien pitkäaikaisseurantojen tulevaisuus on turvatta.** Aikasarjojen ei saa antaa katketa väliaikaisiin säästötarpeisiin tai poliittisiin suhdanteisiin.
- **Saavutetut seurantatiedot on julkaistava osana kansallisia tilastoja.** Tämä vahvistaa ymmärrystä siitä, että ne ovat valtion ja politiikan toiminnan kannalta yhtä keskeisiä tunnuslukuja kuin esimerkiksi väestön määrä, ikä, saavutettu talouskasvu, bruttokansantuote tai maatalouden tuottavuus.
- **Seurantatietojen kartuttamiseen ja julkaisemiseen on perustettava uusi luonnon monimuotoisuutta tilastoiva keskus.** Koska tilastot ovat keskeisiä kansakunnan hyvinvoinnin kannalta on harkittava keskuksen perustamista suoraan valtiovarainministeriön yhteyteen.

Korostamme, että ehdotetut toimenpiteet nivoutuvat keskeisesti käynnissä oleviin politiikan prosesseihin.

- Monimuotoisuuden strateginen seurantasuunnitelman laatiminen on keskeinen osa kansallisen biodiversiteettistrategian muotoilua. Ilman selvää ja kattavaa seurantasuunnitelmaa on mahdoton määrittellä strategisten päämäärien toteutumista. Lajimäärien ja uhanalaisten lajien yksipuolinen laskeminen ei ole tieteen tukema ratkaisu.

“ Pitkäaikaisseurantojen tulevaisuus voidaan turvata vain kirjaamalla ne lakiin.

- Pitkäaikaisseurantojen tulevaisuus voidaan turvata vain kirjaamalla ne lakiin. Koska luonnonsuojelulaki määrittelee monimuotoisuuden vaalimisen tarpeet ja keinot, tarjoaa luonnonsuojelulain uusiminen myös luonnollisen ratkaisun tähän tarpeeseen.
- Tilastojen keräämisestä säädetään tilastolaissa. Siksi seurantatietojen sisällyttämisestä osana kansallisiin kirjastoihin on säädettävä erikseen tässä laissa.



Tietolaatikko I

Suomen yöperhosyhteisöjen seuranta
ja niissä havaitut muutokset

Suomen yöperhosyhteisöjä on seurattu valorysin vuodesta 1993 (Leinonen ym. 2016). Yöperhosseuranta on tuottanut pitkäaikaisen seurantasarjan, jonka avulla on mahdollista arvioida muun muassa ilmastonmuutoksen vaikutuksia. Seurantaohjelma on paljastanut suuria muutoksia yöperhosyhteisöjen lajimäärissä ja runsauksissa—ja valaisee samalla useita yleisempiä piirteitä suomalaisissa seurantasarjoissa.

Viimeisen kahdenkymmenen vuoden aikana yöperhosten lajin määrä on kasvanut mutta vastaavaa nousua ei ole havaittu kokonaisyksilömäärissä (Antão ym. 2020). Ilmaston lämpenemisen myötä maahamme virtaa uusia lajeja etelästä samalla kuin pohjoiset lajit ovat vähentyneet ja osin vetäytyneet kohti pohjoista. Yöperhoset ovat luonnossa keskeinen lajiryhmä, ja ne ovat monin verroin runsaampia kuin esimerkiksi päivisin lentävät perhoset. Aikuisia yöperhosia syövät runsaasti esimerkiksi lepakot, ja perhosentoukat ovat tärkeää ravintoa monelle pikkulinnulle (Vesterinen ym. 2020).

Yöperhoset on lajirikkain Suomessa seurattu hyönteisryhmä. Hyönteisiksi ne eivät silti ole erityisen monimuotoisia. Perhoslajeja on Suomessa runsaat 2600 (kaikki ryhmät huomioituna), kun taas kaksiksiipisiä tai pistiäisiä on molempia noin kolminkertainen lajimäärä (FinBIF, 2020). Kaikki hyönteisiä koskevat aikasarjat nousivat vastikään arvoon arvaamattomaan, kun ensin saksalaiset tutkijat havaitsivat viitteitä hyönteisten laajasta taantumisesta (Hallman ym. 2017). Muutosten väitettiin käsittävän huikeat 75% kaikkien hyönteisten elopainosta (Hallman ym. 2017) – millä olisi valtavat vaikutukset monen hyönteisiä syövien eliöiden kantoihin (Vesterinen ym. 2020), maatalouden pölytyspalveluista puhumattakaan (Harvey ym. 2020).

Mahdolliset muutokset nousivat hetkessä maailmanlaajuisiksi uutisaiheiksi, mutta sitä seuranneessa keskustelussa merkille pantavaa oli lähinnä luotettavien seurantatietojen puute. Vaikka väitteitä ja viitteitä hyönteisten taantumisesta on esitetty jo parinkymmenen vuoden ajan (Conrad ym. 2006), on vasta aivan viime aikoina päästy yhteiskuvaan ongelman laajuudesta ja levinneisyydestä (Harvey ym. 2020; van Klink ym. 2020; Crossley ym. 2020; Wagner ym. 2021).

Merkille pantavaa tässä oli:

1. nopeasti esille noussut tietotarve (hyönteisten määrien muutokset, jota ei oltu seurattu),
2. mielenkiinnon kohdistuminen suureeseen (kaikkien hyönteisten yhteinen elonpaine), jota kenellekään ei ollut aiemmin tullut mieleenkään seurata tai edes mitata suoraan, ja
3. mahdollisten muutosten esiintyminen suureessa, jolla on tuskin mitään yhteyttä valtioiden raportointiin tunnuslukuihin luonnon monimuotoisuutensa tilasta ja kehityssuunnista: Hyönteisten elonpainolla ei liene suoraa yhteyttä uhanalais-

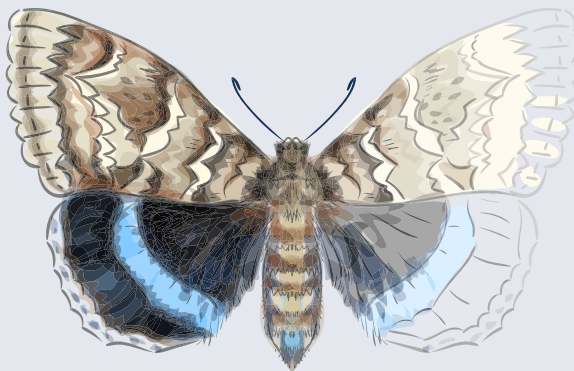
ten lajien määrään, ja lajien kokonaismäärän kasvu ei kuvastu yksilömääriin. Suomalainen yöperhosseuranta on ainoita aikasarjoja, joista nämä ovat suoraan laskettavissa—johtuen siitä, että niissä on kirjattu jokainen laji ja yksilö.

Kun muutos hyönteismäärissä oli havaittu, olivat useimmat valtiot samaa mieltä sen laajasta merkityksestä ihmiskunnalle ja politiikalle. Esim. naapurimaamme Ruotsin valtio sijoitti vuonna 2020 70 miljoonaa kruunua pölyttäjähönteisten seurannan kehittämiseen, mikä osoittaa laajaa poliittista tahtotilaa. EU:n tasolla on nopeasti luonnosteltu laajaa pölyttäjäohjelmaa, ja Suomesakin on käynnissä kansallisen pölyttjästrategian valmistelu.

Strategioiden tueksi tarvitaan sellainen tietopohja pölyttäjien tilan kehityksestä, joka voidaan saavuttaa vain pitkäaikaisseurantojen avulla. Tässä vaiheessa ilmenee jälleen suomalaisiin pitkäaikaisseurantoihin liittyvä erikoisuus: riippumatta yöperhosseurannan todistetusta arvosta ja sen paljastamista dramaattisista muutoksista, on sen rahoitus—ja tuloksena

kattavuus—vaihdellettu suhdanteiden mukana. Seurantaohjelman historia on karua luettavaa:

Ohjelmaa vaivasi pitkään seurantapaikkojen taantuva lukumäärä (Leinonen ym. 2016). Perussyyinä oli luonnon monimuotoisuuden seurannan voimavaratason väheneminen samalla kun uusia erityisseurantoja (uhanalaiset lajit) on käynnistetty. Viisivuotisjaksolla 1993–1997 käytettävissä ollut yhteispohjomainen lisärahoitus ei jatkunut myöhemmille jaksoille (Ympäristöministeriö 2017).



Catocala fraxini

ELY-keskukset vastasivat tällöin valtakunnallisen yöperhosseurannan valorysien ylläpidosta, koennasta ja tietojen tallentamisesta. ELY-keskusten resurssien vähennyttyä tuli tarpeelliseksi käynnistää selvitys vaihtoehtoisista tavoista seurannan jatkamiseksi. Syksyllä 2015 koko seuranta oli veitsenterällä. ELY-keskukset irrotettiin tuolloin seurannan järjestämisvastuusta, ja seuranta siirtyi suurelta osin vapaaehtoisten harrastajien ylläpitämäksi.

Onneksi maamme biologiset asemat jatkoivat pyydysten ylläpitoa ja nämä kohteet muodostavatkin nykyisen seurantaverkoston ns. "kovan ytimen". Pitkäaikaista seurannan seurantapaikkoja ei voida kuitenkaan muuttaa menettämättä samalla tietojen jatkuvuutta. ELY-keskusten irrottamisessa moni pitkään toiminut seurantapaikka hävisi samalla, ja erityisesti Keski- ja Pohjois-Suomeen syntyi isoja katvealueita. Näitä on viime vuosina koetettu saada vähä vähältä paikattua uusilla seurantapaikoilla. Uusien paikkojen arvo syntyy kuitenkin vasta vuosien aineistonkeruun tuloksena—joten valtion kannalta olisi tullut monin verroin kustannustehokkaammaksi huolehtia alkuperäisistä seurantapaikoista.

Nykyisen hallituksen aikana tilanne on väliaikaisesti parantunut, kun eri perhosaiheiset seurannat ([yöperhosseuranta](#), [päiväperhosten linjalaskenta](#) ja [Valtakunnallinen päiväperhosseuranta](#)) koottiin vuonna 2020 saman hankkeen alle. Tämän hankkeen jatkumisesta ja pitkäaikaisesta rahoituksesta ei edelleen ole takeita.

Tietolaatikko 2

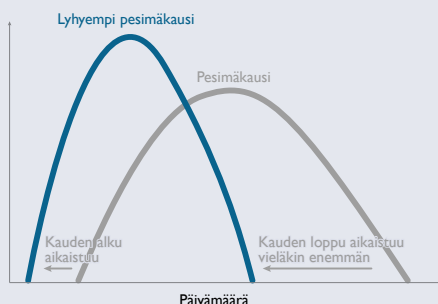
REC-tutkimuskeskuksen tuloksia luonnonmuutoksista pitkäaikaisaineistojen pohjalta.

Osa RECin havainnoista koskee asteittaisia muutoksia (kuten keväisten tapahtumien varhaistumista) tai harvinaisia mutta suuria poikkeamia pitkäaikaisista kesiarvoista (kuten kasvukauden 2018 kuivuus). Molemmat edellyttävät kymmenien vuosikohdaintaisten havaintojen vertailua.

- Yleisesti lintujen pesimäkausi on lyhentynyt ilmastonmuutoksen myötä. RECin tarkastelemista lintulajeista noin kolmasosalla pesimäkausi lyheni neljäkymmenen vuoden aikana: kauden alku aikaistui, mutta vielä enemmän aikaistui sen loppu (Hällfors ym. 2020). Seurauksena Suomen luonnossa tungeksii nyt enemmän linnunpoikasia samaan aikaan.
- Samalla ne hyönteisyhteisöt, joilla linnut ruokkivat poikasensa, ovat muuttuneet rajusti. Viimeisen kahdenkymmenen vuoden aikana yöperhosten lukumäärät ovat taantuneet, vaikka lajien määrä on kasvanut (Antão ym. 2020; kts. myös Tietolaatikko 1)
- Ahvenanmaalla tehty pitkäaikaissuranta osoittaa, että erityisesti aikaiset kevät saavat perhostoukat heräämään ja kehittymään nopeammin kuin ravintokasvit kasvavat. Aikaisina vuosina varjoisimmissa pienympäristöissä esiintyvät perhosentoukat selviytyvät paremmin, koska niillä kasvit kehittyvät hitaammin. Tämä havainto muistuttaa monimuotoisten elinympäristöjen turvaamisen tärkeydestä (Van Bergen ym. 2020).
- Meriemme avainlaji rakkohauru (ent. rakkolevä) vetäytyy ilmastonmuutoksen myötä Pohjois-Itämereltä, johtuen laskevasta suolapitoisuudesta. Rakkohauru on monien lajien, kuten leväsiiran, elinympäristö ja ravinnonlähde (Kotta ym. 2019).
- Venäjällä tehtyt ja RECin analysoimat havainnot paljastavat, että ilmastonmuutoksen myötä luonnon eri tapahtumat ovat aikaistuneet eri tahdilla Venäjän eri osissa, ja kevään ja syksyn tapahtumien ajoittuminen on muuttunut eri alueilla eri tavoin (Delgado ym. 2020, Roslin ym. 2021). Kun eri tapahtumien vuosiansäinä ajoitus muuttuu eri tahdissa, ne liukuvat erilleen ajassa. Silloin esim. kasvit voivat jäädä ilman pölyttäjiä ja pölyttäjät ilman mettä.
- Samalla kun keskilämpötila nousee, kasvaa myös ilmastolojen vaihtelu eri vuosien välillä. Vuonna 2018 ryhmän tutkimusalueella Grönlannissa maisema pysyi lumen peitossa



Lintujen rengastustapahtumien lkm



Ilmaston lämmetessä suomalaisten lintujen pesimäkausi on yleisesti lyhentynyt. Kun kauden alku on aikaistunut on kauden loppu aikaistunut vieläkin enemmän (Hällfors ym. 2020).

pitkälle heinäkuuhun. Etelästä tulleet muuttolinnut kuolivat nälkään eikä juuri mikään laji nisäkkäistä kasveihin pystynyt lisääntymään (Schmidt ym. 2019).

- Samana äärivuonna (2018) Ahvenanmaalla kärsittiin ennennäkemättömästä kuivuudesta, joka romahdutti täpläverkoperhosen kannan (van Bergen ym. 2020). Viime vuosina paikalliskannoilla menee kaikkialla joko hyvin tai huonosti, mikä lisää riskiä, että koko perhoskanta häviää kerralla (Kahilainen ym. 2018). Ilmastonmuutoksen myötä ympäristöolot heittelehtivät siis äärimmäisyydestä toiseen, ja tällä voi olla dramaattisia seurauksia sekä lajeille että koko ekosysteemille.
- Ahvenanmaalta kerätty pitkäaikaisaineisto kasvitaudeista osoittaa, että ihmisen vaikutus elinympäristöihin lisää tautiriskiä luonnonpopulaatioissa (Susi & Laine 2021, Numminen & Laine 2020). Maailmanlaajuisten analyysit osoitti, että luonnon monimuotoisuuden kadotessa tautien säätelymekanismit rikkoutuvat luonnossa (Halliday ym. 2020).
- Päättehakkuu voi muuttaa metsän kasvivyhteisön täysin, ja kärsijöinä ovat vanhojen metsien lajit. Päättehakkuun seurauksena kasvivyhteisö voi etenkin rehevillä kasvupaikoilla muuttua täysin toiseksi entisten lajien hävitessä ja uusien saapuessa tilalle. Vaikka aluskasvillisuuden lajimäärä metsikössä ei aina muutu metsänkäsittelyjen seurauksena, vanhojen metsien lajit harvinaistuvat entisestään, koska nuorten metsien osuus maisemassa lisääntyy vanhojen metsien kustannuksella (Kaarlejärvi ym. 2021).

Yhdessä nämä tutkimustulokset paljastavat, että Suomen luonto on muutoksessa, elinympäristöjä katoaa kaikilta lajeilta eivätkä aiemmin yleisetkään lajit ole turvassa. Samalla

maahamme virtaa uusia lajeja, lajien runsaussuhteet muuttuvat ja tulokkaat ja "vanhat" lajit vaikuttavat toisiinsa. Siten yksittäisten lajien uhanalaistumiskehitys ei kerro kuin pienen osan kokonaisuudesta, eikä kokonaiskuvaa voi ymmärtää tarkastelemalla lajeja yksi kerrallaan.

On myös huomionarvoista, että tämän päivän maisemat ja lajiyhteisöt eroavat huomattavasti niistä, joihin nykypäivän päättäjät synnyimme ja joista opimme kouluissa. Yhteiskunnalla onkin merkittävä tiedonpäivitystarve, jotta järkeviä päätöksiä pystyttäisiin tekemään luontomme suojelemiseksi ja ilmastomuutokseen sopeutumiseksi.

Tietolaatikko 3

Kohti strategista Suomen luonnon monimuotoisuuden seurantaa.

Kuten kuvista 1 ja 2 käy ilmi, Suomesta on saatavilla luonnon seurantatietoa, jolla on sekä ajallista että tilallista kattavuutta. Samalla kuvista ilmenee, muutosten seuranta on maassamme hajanaista, miten eri seurantoja on aloitettu eri lähtökohdista eri aikoina, ja miten tuloksena havaintojen määrä vaihtelee rajusti tilassa ja ajassa.

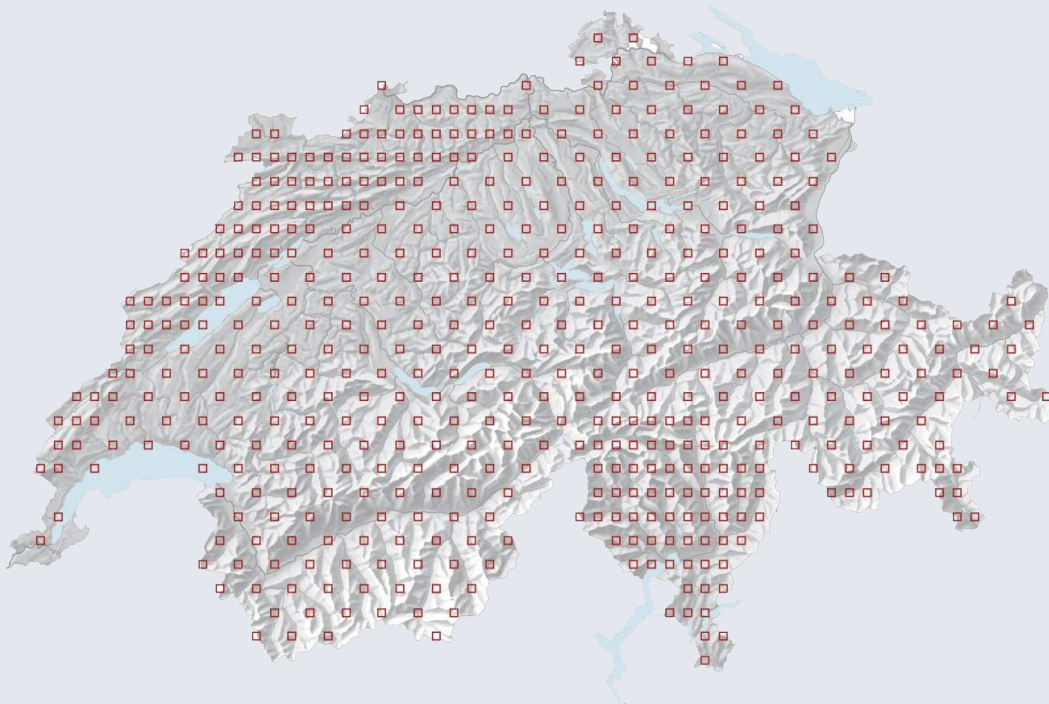
Palapelistä on haastava koota kokonaiskuva siitä, mitä Suomen luonnon monimuotoisuudelle kuuluu ja miten se kehittyy. Nyt on huutava tarve seurantasuunnitelmalle, joka maksimoi jo kootusta tiedosta saatavan hyödyn ja paikkaa seurantatarvetta erityisesti hyönteisten, putkilokasvien ja sienten osalta.

Suunnittelun lähtökohdaksi on otettava oivallus, että toisaalta Suomessa käynnissä olevia seurantoja voi vielä täydentää, ja toi-

saalta muissa maissa samoja haasteita on ratkaistu aivan erilaisin tavoin. Käytännön esimerkin perustavanlaatuisesti toisenlaisesta ratkaisusta tarjoaa nk. Sveitsin malli.

Ympäristön seuraamiseksi Sveitsi on jaettu seurantaruudukoksi, jossa jokaisella ruudulla vieraillaan 5–7 vuoden välein. Vaikka Sveitsin seurantaohjelma on Suomeen verrattuna nuori—se perustettiin vuonna 2001—ollaan nyt jo neljännellä kartoituskierroksella. Seurannan piirissä oli aluksi putkilokasvit, päiväperhoset ja linnut. Ajan myötä sitä on täydennetty muilla lajiryhmillä.

Seuranta-aineisto kootaan keskitettyyn tietokantaan, josta se on vapaasti niin tutkijoiden kuin päätöksentekijöiden saatavilla. Kansainvälisesti Sveitsin strategiaa pidetään menestystarinana.



Sveitsin luonnon seuranta perustuu systemaattiseen näytteenottoverkostoon.

- Aerts, R., Honnay, O. & Van Nieuwenhuysse, A. 2018: Biodiversity and human health: mechanisms and evidence of the positive health effects of diversity in nature and green spaces. *British Medical Bulletin* 127: 5–22.
- Antão, L., Pöyry, J., Leinonen, R. & Roslin, T. 2020. Contrasting latitudinal patterns in diversity and stability in a high-latitude species-rich moth community. *Global Ecology and Biogeography*, 29(5), 896–907.
- Stuart H. M. Butchart, S. H. M. Wapole, M., Collen, B. ym. 2010. Global Biodiversity: Indicators of Recent Declines. *Science* 328: 1164–1168
- Cardinale, B. J. ym. 2012. Biodiversity loss and its impact on humanity. *Nature* 486: 59–67.
- CBD - Secretariat of the Convention on Biological Diversity. 2020. Global Biodiversity Outlook 5 – Summary for Policy Makers. Montréal.
- Chen, S., Wantong Wang, Wenting Xu, Yang Wang ym. 2018. Biodiversity increases soil carbon storage. *PNAS* 115: 4027–4032.
- Conrad M, Warren B, Fox R, Parsons M, & Woiwoda I. 2006. Rapid declines of common, widespread British moths provide evidence of an insect biodiversity crisis. *Biol Conserv* 132:279–291.
- Crossley, M.S., Meier, A.R., Baldwin, E.M. ym. 2020. No net insect abundance and diversity declines across US Long Term Ecological Research sites. *Nat Ecol Evol* 4, 1368–1376.
- Delgado, M., Roslin, T., Tikhonov, G., Meyke, E. ym. 2020. Differences in spatial versus temporal reaction norms for spring and autumn phenological events. *PNAS*. In press.
- Díaz, S. Lavorel, F. de Bello, F. Quétier, K. Grigulis, T.M. Robson. 2007. Incorporating plant functional diversity effects in ecosystem service assessments *PNAS* 104: 20684–20689.
- Dornelas, M., Gotelli, N. J., McGill, B., Shimadzu, H., Moyes, F., Sievers, C., & Magurran, A. E. 2014. Assemblage time series reveal biodiversity change but not systematic loss. *Science*, 344, 296–299.
- FinBIF. 2020. The FinBIF checklist of Finnish species 2019. Finnish Biodiversity Information Facility, Finnish Museum of Natural History, University of Helsinki. <http://urn.fi/URN:ISSN:2490-0907>
- Garnett T, Appleby MC, Balmford A, Bateman IJ, Benton TG ym. 2013. Sustainable intensification in agriculture: premises and policies. *Science* 341:33–34.
- Gaston, K. J., & Fuller, R. A. (2008). Commonness, population depletion and conservation biology. *Trends in Ecology & Evolution*, 23(1), 14–19.
- Halliday, F. W., Rohr, J. R. & Laine, A.-L. 2020. Biodiversity loss underlies the dilution effect of biodiversity. *Ecology Letters*, 23:1611–1622.
- Hallmann, C. A., Sorg, M., Jongejans, E., Siepel, H., Hoffland, N., Schwan, H. ym. 2017. More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected areas. *PloS One*, 12: e0185809.
- Hanski, I. ym. 2012. Environmental biodiversity, human microbiota, and allergy are interrelated. *PNAS* 109: 8334–8339.
- Harvey, J.A., Heinen, R., Armbrrecht, I. ym. 2020. International scientists formulate a roadmap for insect conservation and recovery. *Nature Ecol Evol* 4, 174–176.
- Helama, S., Tolvanen, A., Karhu, J. ym. 2020. Finnish National Phenological Network 1997–2017: from observations to trend detection. *Int J Biometeorol* 64, 1783–1793.
- Hillebrand, H., Blasius, B., Borer, E.T. ym. 2018. Biodiversity change is uncoupled from species richness trends: Consequences for conservation and monitoring. *J Appl Ecol*. 55: 169–184.
- Hughes, ym. 2017. Long-term studies contribute disproportionately to ecology and policy. *BioScience* 67: 271–281.
- Hällfors M. H., Antão L. H., Itter M., Lehtikainen A., Lindholm T., Roslin T. & Saastamoinen M. 2020. Shifts in timing and duration of breeding for 73 boreal bird species over four decades. *PNAS*.
- IPBES. 2019: Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. S. Díaz, J. Settele, E. S. Brondízio E.S., H. T. Ngo, M. Guèze, J. Agard, A. Arneth, P. Balvanera, K. A. Brauman, S. H. M. Butchart, K. M. A. Chan, L. A. Garibaldi, K. Ichii, J. Liu, S. M. Subramanian, G. F. Midgley, P. Miloslavich, Z. Molnár, D. Obura, A. Pfaff, S. Polasky, A. Purvis, J. Razaque, B. Reyers, R. Roy Chowdhury, Y. J. Shin, I. J. Visseren-Hamakers, K. J. Willis, and C. N. Zayas (eds.). IPBES secretariat, Bonn, Germany. 56 s.
- Kaarlejärvi, E., Salemaa, M., Tonteri, T., Merilä, P. Laine, A.-L. 2021. Temporal biodiversity change following disturbance varies along an environmental gradient. *Global Ecol Biogeogr*. 30: 476–489.
- Kahilainen, A., van Nouhuys, S., Schulz, T. M. & Saastamoinen, M. A. K. 2018, *Global Change Biology*. 24: 4316–4329.
- Keesing, F., Belden, L. K., Daszak, P., Dobson, A., Harvell, C. D., Holt, R. D. ym. 2010. Impacts of biodiversity on the emergence and transmission of infectious diseases. *Nature*, 468(7324), 647–652.
- Kotta, J., Vanhatalo, J., Jänes, H., Orav-Kotta, H., Rugiu, L., Jormalainen, V., ... & Johannesson, K. (2019). Integrating experimental and distribution data to predict future species patterns. *Scientific Reports*, 9(1), 1–14.
- Reima Leinonen, Juha Pöyry, Guy Söderman ja Liisa Tuominen-Roto. 2016. Suomen yöperhosseuranta (Nocturna) 1993–2012. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 15 | 2016 Suomen ympäristökeskus ISBN 978-952-11-4564-3 (nid.) ISBN 978-952-11-4565-0 (PDF) ISSN 1796-1718 (pain.) ISSN 1796-1726 (verkkojulk.)
- Leigh, DM, Hendry, AP, Vázquez-Domínguez, E., Friesen, VL. 2019. Estimated six per cent loss of genetic variation in wild populations since the industrial revolution. *Evol Appl*. 12: 1505–1512.
- Myers, S. S., Zanolletti, A., Kloog, I., Huybers, P., Leakey, A. D., Bloom, A. J., ym. & Usui, Y. 2014. Increasing CO₂ threatens human nutrition. *Nature*, 510(7503), 139–142.
- Roe, D. 2019: Biodiversity loss – more than an environmental emergency. *The Lancet Planetary Health* 3: e287–e289.
- Roslin T, Antão L, Hällfors M, Evgeniy Meyke, E. ym. 2021. Phenological shifts of abiotic events, producers and consumers across a continent. *Nature Climate Change*, <https://doi.org/10.1038/s41558-020-00967-7>
- Santangeli, A., Lehtikainen, A., Bock, A., Peltonen-Sainio, P., Jauhainen, L., Girardello, M., & Valkama, J. 2018. Stronger response of farmland birds than farmers to climate change leads to the emergence of an ecological trap. *Biological Conservation*, 217: 166–172.
- Schmidt, N.M., Reneerkens, J., Christensen, J.H., Olesen, M. & Roslin, T. 2019. An ecosystem-wide reproductive failure with more snow in the Arctic. *PLoS Biology*, 17(10), e3000392.
- Susi, H. and Laine, A.-L. 2021. Agricultural land use disrupts biodiversity mediation of virus infections in wild plant populations. *New Phytol*. In press.
- Söderman, G., Leinonen, R., Lundsten, K-E. & Tuominen-Roto, L. 1999: Yöperhosseuranta 1993–1997 – Suomen ympäristö 303: 1–64
- Thomas, C. D. 2013. Local diversity stays about the same, regional diversity increases, and global diversity declines. *PNAS* 110, 19187–19188.
- van Bergen, E., Dallas, T., DiLeo M. F. 2020. The effect of summer drought on the predictability of local extinctions in a butterfly metapopulation. *Conservation Biology* 34: 1503–1511.
- van Klink, R., Bowler, D., Gongalsky, K, Swenge, A. Gentile, A., Chase, J. 2020, Meta-analysis reveals declines in terrestrial but increases in freshwater insect abundances. *Science*, 368 (6489): 417–420.
- Vesterinen, E. J., Kaunisto, K. M., & Lilley, T. M. 2020. A global class reunion with multiple groups feasting on the declining insect smorgasbord. *Scientific reports*, 10(1), 1–7.
- Wagner, D., Grames, E., Forister, M., Berenbaum, M., Stopak, D. 2021. Proceedings of the National Academy of Sciences, 118 (2).
- Wagner, D. L., Grames, E. M., Forister, M. L., Berenbaum, M. R., & Stopak, D. 2021. Insect decline in the Anthropocene: Death by a thousand cuts. *PNAS* 118(2).
- World Economic Forum, 2020. Nature Risk Rising: Why the Crisis Engulfing Nature Matters for Business and the Economy. New nature economy series.
- Ympäristöministeriö. Lajien suojelun toimintaohjelma. Suomen ympäristö 2/2017