



Ympäristöministeriö
Miljöministeriet
Ministry of the Environment

LIITE

TYÖPAPERI

**Julkisten hankintojen ekologisten
kriteerien luontojalanjäljen
vähennysmahdollisuuksien
laskenta**

Silja Tuunanen, Essi Pykäläinen, Janne S. Kotiaho ja Sami El Geneidy



Sisällys

| | |
|---|----|
| 1. Johdanto..... | 3 |
| 2. Luontojalanjäljen laskenta..... | 4 |
| 3. Julkisten hankintojen luontojalanjäljen vähennysmahdollisuus ekologisten kriteerien kautta | 9 |
| 3.1. Aineisto | 10 |
| 3.2. Hankintakriteerin luontojalanjäljen vähennysmahdollisuuden arviointimenetelmä | 11 |
| 3.3. Tulosten tulkinta ja merkitys | 11 |
| Lähteet..... | 15 |



LUKIJALLE

Vaikutuksia ympäristöön ihmisen toiminnasta on tutkittu jo pitkään ja hyvin vakiineita tapoja ovat jo mm elinkaarilaskenta ja hiilijalanjälki. Nyt uutena vaikutusten arvioinnin tai laskennan menetelmistä on kehitetty luontojalanjälkilaskentaa, jota on sovellettu Jyväskylän yliopiston tutkimusryhmän toimesta ensimmäistä kertaa julkisiin hankintoihin. Työtä tehdessä nousi ajatus, voisiko menetelmällä tarkastella ei pelkästään vaikuttavuutta, vaan sen haitallisen vaikutuksen vähentämiseksi tehtävän toimenpiteen – tässä tapauksessa kestävän hankintakriteerin – potentiaalia ympäristövaikutuksen vähentämiseksi. Työssä on keskitytty osoittamaan konkreettisen hankintakriteerin käyttämisen vaikutusta luontojalanjälkeen. Työ mahdollistaa jatkokehittämisen kestävyyskriteerien vaikuttavuuden osoittamiselle ja luo positiivisen kannusteen julkisille hankintayksiköille kriteerien käytölle, kun voidaan osoittaa laskennallisilla menetelmillä luontohaitan vähentymistä.



1. Johdanto

Luonnon monimuotoisuus tarkoittaa elämää sen kaikissa eri muodoissa ja luontokadossa on kyse luonnonvaraisen elämän hiipumisesta maapallolla (Ketola ym., 2022). Luontokato ei uhkaa ainoastaan ympäristöä, vaan se vaikuttaa oleellisesti myös väestön hyvinvointiin, terveyteen ja turvallisuuteen, globaalin talouden toimintaan ja sen ylläpitoon sekä kokonaisvaltaisen kestävyysmurroksen saavuttamiseen.

Ihmistoiminta on heikentänyt merkittävästi ekosysteemien tilaa ja kiihdyttänyt luontokatoa maailmanlaajuisesti (IPBES, 2019). Viime vuosikymmenelle (2011–2020) asetetuista kansainvälisistä luontotavoitteista yhtäkään ei ole kokonaisuudessaan saavutettu ja luontokato jatkuu edelleen (CBD, 2020). Maailman talousfoorumi on tunnistanut ihmisen toiminnan kiihdyttämän ilmastonmuutoksen ja siihen liittyvät ilmiöt vakavaksi ihmiskuntaa uhkaavaksi riskiksi jo vuosia (WEF, 2020). Viimeisimmissä vuosien 2023 sekä 2024 globaalissa riskiraportissa ilmastonmuutokseen ja luontokatoon liittyvät riskit pitävät neljää kärkisijaa, kun tarkastellaan riskien vakavuutta kymmenen vuoden aikajänteellä (WEF, 2023; WEF, 2024). Merkittävimmät suorat luontohaitan ajurit eli aiheuttajat ovat maan- ja vedenkäyttö, luonnonvarojen suora hyödyntäminen, ilmastonmuutos, saasteet sekä haitalliset vieraslajit (IPBES, 2019). Suorien luontokadon ajurien taustalla on puolestaan epäsuoria ajureita kuten esimerkiksi väestön määrä, ihmisten arvot ja kulutuskäyttäytyminen.

Pelkästään näihin edellä mainittuihin suorien ajureiden haitallisiin vaikutuksiin keskittyminen ei itsessään automaattisesti vähennä luontoon kohdistuvaa painetta, sillä kestäättömien kulutustottumusten ja globaalien hankintaketjujen on tunnistettu olevan yksi merkittävimmistä tekijöistä kasvavien globaalien päästöjen ja luontohaittojen takana (El Geneidy ym., 2023; IPCC, 2022). Kulutuksen kohtuullistamisen ja kestäväksi muuttamisen nähdäänkin olevan yksi ratkaisukeino planetaarisen hyvinvoinnin saavuttamiseen, jossa otetaan ihmisen hyvinvoinnin lisäksi huomioon ei-inhimillisen luonnon hyvinvointi (Do ym., 2023; Kortetmäki ym., 2021).

Valtiot ja julkiset organisaatiot ovat merkittäviä hankkijoita sekä hankintojen rahallisessa määrässä mitattuna että vaikuttavuuden kannalta. Suomen valtion julkiset hankinnat ovat vuosittain 30–50 miljardin euron luokkaa laskutavasta riippuen (Kalimo ym., 2021). Suomen julkisten organisaatioiden hankintoja ohjaa kansallinen hankintalaki (1397/2016) (Kalimo ym., 2021). Hankintalain 2§:n mukaan lain tavoitteena on edistää kestävien hankintojen tekemistä sekä toteuttaa hankintoja niin, että ympäristönäkökohdat otetaan huomioon (hankintalaki, 1397/2016). Ekologinen kestävyys hankinnoissa on myös mainittu yhdeksi tahtotilaksi Suomen kansallisessa julkisten hankintojen strategiassa (Valtioneuvosto, 2020). EU:n biodiversiteettistrategiassa mainitaan kestävien julkisten hankintojen sekä niihin liittyvien kriteerien hyödyntäminen luontohaittojen ehkäisemisessä (European Commission, 2020). EU:n biodiversiteettistrategian pohjalta Suomessa julkaistaan kansallinen biodiversiteettistrategia vuoden 2024



aikana (Ympäristöministeriö, 2023). Julkisten hankintojen kriteereillä on mahdollista saavuttaa merkittävä ohjausvaikutus, jolla voidaan lisätä hankintojen kestävyyttä. Toisaalta julkisilla hankinnoilla, ja harkinnan perusteella myös niiden tekemättä jättämisellä, voidaan näyttää suuntaa entistä kestävämpien kulutuskäytäntöjen aikaan saamiseksi.

Julkisten hankintojen luontohaittojen eli luontojalanjäljen tehokas pienentäminen edellyttää tietoa hankintojen luontojalanjäljestä ja siitä, missä hankintakategorioissa on merkittävin luontojalanjäljen vähentämismahdollisuus. Osana julkisten hankintojen ekologiset tavoitteet -hanketta (Pykäläinen ym., 2024) suunniteltiin tutkimus, joka selvittää julkisten hankintojen luontojalanjäljen laskentaa ja vähentämismahdollisuutta hankinnoille asetettavien hankintakriteerien kautta. Tässä työpaperissa esitellään hankintojen luontojalanjäljen laskentaa ja julkisten hankintojen luontojalanjäljen vähennyspotentiaalia ekologisten kriteerien kautta.

2. Luontojalanjäljen laskenta

Hiilijalanjäljen laskentaa käytetään jo vakiintuneesti organisaatioissa ilmastohaittojen arviointiin, mutta vastaavanlaiset työkalut luontojalanjäljen eli luontohaittojen arviointiin eivät ole vielä yhtä laajasti käytössä (Bull ym., 2022; El Geneidy ym., 2023). Luontokatoa ja sitä aiheuttavia tekijöitä ei myöskään tunnisteta yhtä kattavasti organisaatioissa, vaikka kansainvälinen tiedeyhteisö on painottanut, että haittojen pienentämiseen pyrkivissä ratkaisuissa pitäisi huomioida samanaikaisesti ilmastonmuutos ja luontokato, sillä ne ruokkivat toisiaan (Pörtner ym., 2021). Jotta eri toimijat voivat kehittää näyttöön perustuvia vaikuttavia strategioita ja toimenpiteitä luontojalanjälkensä pienentämiseen, niiden pitää tietää toiminnastaan aiheutuvan luontojalanjäljen kokonaismäärä sekä tarkemmin ne osa-alueet, joista merkittävin luontohaitta syntyy. Toistaiseksi laajasti käytössä olevat standardit ja kokonaisvaltaiset erilaisille organisaatioille ja toimialoille sopivat työkalut puuttuvat, vaikka yleisiä laskentaperiaatteita ja työkaluja onkin viime aikoina kehitetty runsaasti (Crenna ym., 2020; Damiani ym., 2023; Lammerant ym., 2022; Sanyé-Mengual ym., 2023; TNFD, 2023; UNEP-WCMC ym., 2022).

Luontojalanjäljen laskeminen vaatii hiilijalanjäljen laskentaa enemmän tietoa (Verones ym., 2020; Marques ym., 2017). Luontojalanjäljen laskennassa tarvitaan tietoa siitä, missä ajurit eli luontohaitan aiheuttajat, kuten maankäyttö tai saasteet, tapahtuvat. Luontojalanjäljen kannalta on merkitystä myös sillä, aiheutetaanko luontohaittaa luonnon monimuotoisuudeltaan rikkailla vai vähemmän rikkailla alueilla. Organisaation kokonaisluontojalanjäljen laskenta edellyttää, että luontojalanjälki voidaan arvioida sekä organisaation omalle toiminnalle että sen koko globaalille arvoketjulle.



Jyväskylän yliopiston resurssiviisausyhteisössä (JYU.Wisdom) on kehitetty luontojalanjäljen laskentamenetelmää (El Geneidy ym., 2021; El Geneidy ym., 2023; Peura ym., 2023; Pokkinen ym., 2023; Pokkinen ym., 2024). Luontojalanjäljen laskemiseksi tarvitaan käytännössä neljä asiaa: tarkasteltavan asian kulutuksen määrä, luontohaitan aiheuttajan eli luontohaitan ajurin tyyppi ja määrä, jonka kyseinen kulutus aiheuttaa, ajurin maantieteellinen sijainti sekä ajurin aiheuttama luontohaitta kyseisessä sijainnissa (Kuva 1).



Kuva 1. Luontojalanjäljen laskentaan tarvittavat elementit (El Geneidy ym., 2023).

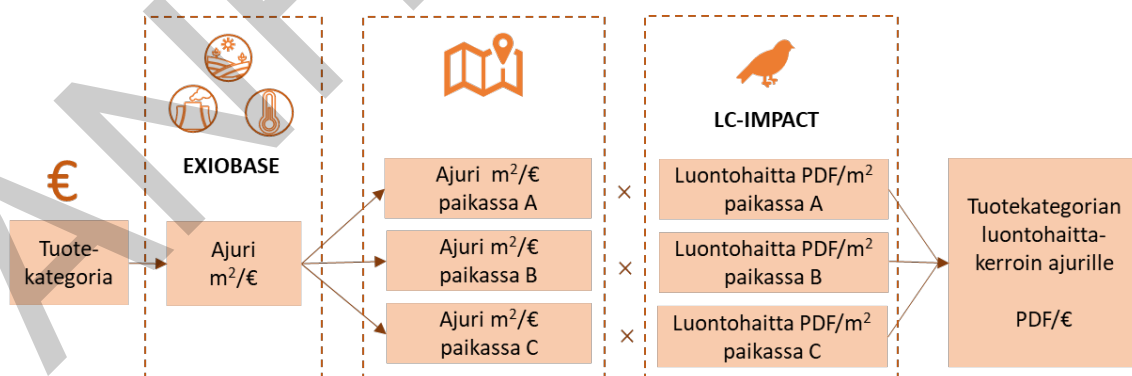
Kulutuksen tyyppi ja määrä saadaan selville erilaisista kirjanpidoista. Euromääräinen kulutus saadaan helposti talouskirjanpidosta ja joissakin tapauksissa organisaatiot seuraavat kulutusta myös muilla mittareilla. Tyypillisiä muita mittareita ovat energian kulutuksen seuranta kilowattitunteina, veden kulutuksen seuranta kuutiometreinä ja esimerkiksi joidenkin elintarvikkeiden kulutus kilogrammoina.

Kulutuksen kohteena olevat hyödykkeet tuotetaan aina jossain ja tuotannosta aiheutuu esimerkiksi maankäyttöä, hiilidioksidipäästöjä ja saasteita. Kulutuksella siis tavallaan ulkoistamme osan elämäntapamme aiheuttamista luontohaitoista Suomen ulkopuolelle eripuolille maapalloa. Luontojalanjäljen laskennassa näiden vaikutusten laskentaan hyödynnetään erilaisia tietokantoja, kuten EXIOBASE ja LC-IMPACT. EXIOBASE-tietokanta on ympäristölaajennettu monialueellinen panos-tuotostietokanta (eng. *environmentally extended multi-regional input-output database*, EEMRIO), joka sisältää aineistoja eri valtioiden ja alueiden välillä liikkuvista vienti- ja tuontivirroista toimialasektoreittain ja yhdistää rahavirrat hyödykkeiden tuotannon aiheuttamiin ympäristövaikutuksiin eli luontohaitan ajureihin (Stadler ym., 2018). Ympäristövaikutuksista eli luontohaitan ajureista tarkastellaan maankäytön (15 maankäyttökategoriaa) lisäksi saasteita (5 kategoriaa), ilmastonmuutosta (hiilidioksidi-, typpidioksidi- ja metaanipäästöt) ja vedenkäyttöä (Kuva 2).



EXIOBASE-tietokanta huomioi keskimääräiset ympäristövaikutukset tuotteiden ja palvelujen koko elinkaaren alalta, joka kattaa esimerkiksi tuotteiden kohdalla niiden alkutuotannon, valmistuksen sekä pakkauksista ja kuljetuksesta syntyvät vaikutukset. EXIOBASE-tietokannan versio 3.8.2 sisältää aineistot 200 tuotekategoriasta 44 valtiossa sekä viidellä laajemmalla alueella, joihin loput maailman valtiot jakautuvat (Stadler ym., 2018; Stadler ym., 2021). Aineistoista saadaan mallinnettua kussakin valtiossa kulutettujen tuotteiden tuotannon aiheuttamien luontohaitan ajurien maantieteelliset sijainnit. Tähän voidaan käyttää avoimen lähdekoodin Pymrio-ohjelmaa (Stadler, 2021; Stadler, 2023). EXIOBASE-tietokannan avulla saadaan siis analysoitua, kuinka paljon esimerkiksi hedelmien euromääräinen kulutus Suomessa aiheuttaa luontohaitan suoraa ajuria, esimerkiksi maankäyttöä (m^2) missäkin päin maapalloa. Kussakin maassa kulutettujen tuotteiden keskimääräiset hankintaketjut eroavat toisistaan, mutta EXIOBASE-tietokannan avulla kullekin valtiolle saadaan laskettua omat maakohtaiset luontohaitan ajurien määrät tietokannan sisältämille 200 tuotekategorialle. Aineistosta johtuvien rajoitteiden vuoksi tuotekategorioiden sisällä olevia tuotteita ei toistaiseksi pystytä vertailemaan keskenään. Tämä tarkoittaa esimerkiksi sitä, että ennen aineistojen tarkentumista tällä menetelmällä ei pystytä suoraan tarkastelemaan vaihtoehtoisen tuotantotavan, kuten esimerkiksi luomutuotannon vaikutuksia luontojalanjälkeen.

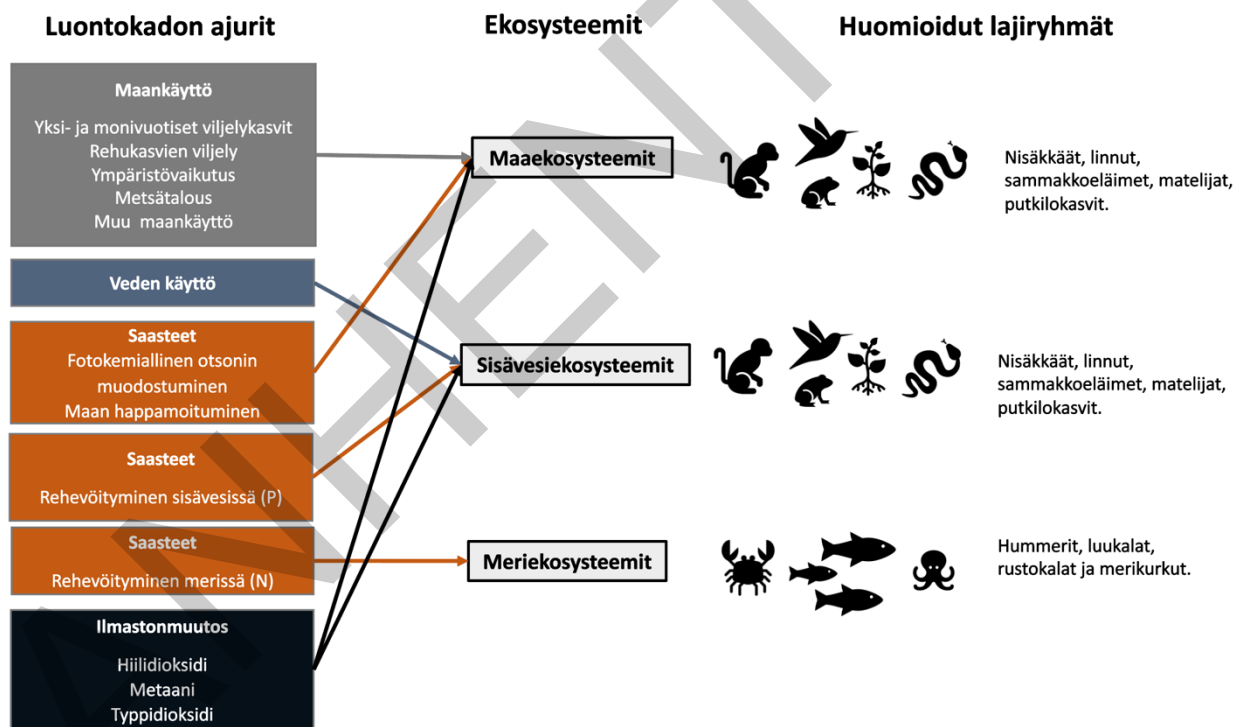
Luontohaitan ajureiden vaikutus luonnon monimuotoisuuteen voidaan laskea LC-IMPACT-tietokannan avulla (Verones ym., 2020). LC-IMPACT tarjoaa maakohtaiset luontohaittakertoimet eri luontohaitan ajureille. Luontohaittakertoimet ovat esimerkiksi muotoa PDF/m^2 maankäytön tai PDF/kg päästöjen osalta (Kuva 2). Maakohtaiset luontohaittakertoimet tarvitaan siksi, että yksi yksikkö ajuria voi aiheuttaa eri määrän globaalia luontohaittaa eri maissa. Yleisesti ottaen luontohaittakertoimet ovat suurimpia luontorikkailla alueilla, kuten päiväntasaajan seuduilla, mistä tarkemmin tulevissa kappaleissa.



Kuva 2. Kaaviokuva EXIOBASE-tietokannan ja LC-IMPACT-tietokannan yhdistämisestä luontohaittakertoimen laskemiseksi. Kuvassa tuotekategoria (200 tuotekategoriaa) aiheuttaa luontohaitan aiheuttajaa, eli ajuria (15 ajuria) tietyn määrän, tässä esimerkissä muodossa $m^2/€$. Ajuri kohdennetaan Pymrion avulla eri maihin (49 maata). Maakohtaiset ajurit ($m^2/€$) kerrotaan maakohtaisilla luontohaittakertoimilla (PDF/m^2) ja tulojen summa on ajurin luontohaittakertoimen tuotekategorialle muodossa $PDF/€$. Kun luontohaittakertoimen kerrotaan tuotekategoriaan käytetyllä summalla, saadaan tuotekategorian aiheuttama luontohaitta yksikössä PDF . (EI Geneidy ym., 2023).



Luontohaitan mittarina käytetään osuutta kaikista maailman lajeista, jotka todennäköisesti häviävät eli kuolevat sukupuuttoon globaalisti pitkällä aikavälillä (PDF, *potentially disappeared fraction of species globally*), jos luontohaitan ajurit säilyvät muuttumattomina. PDF-mittarin taustalla on aineistoja lajien levinneisyyksistä ja uhanalaisuudesta sekä lajiryhmien herkkyydestä eri ajureille (Verones ym., 2020). Ajureiden aiheuttama luontohaitta on arvioitu erikseen maaekosysteemien, sisävesiekosysteemien ja meriekosysteemien lajistoille (Kuva 3). Maaekosysteemeihin kohdistuvan luontohaitan taustalla on tutkimustietoa esimerkiksi siitä, miten erilaiset maankäyttömuodot muuttavat elinympäristöjä, miten ilmastonmuutos vaikuttaa lajien elinympäristöjen levinneisyyksiin sekä millä tavalla maan happamoituminen vaikuttaa kasvien lajimääriin. Sisävesiekosysteemeihin kohdistuvan luontohaitan taustalla on tietoa esimerkiksi siitä, miten vedenkäyttö pienentää kosteikkojen pinta-alaa, miten ilmastonmuutos vaikuttaa jokien virtauksiin sekä millä tavalla fosforin aiheuttama rehevöityminen muuttaa vesistöjen eliöyhteisöjä. Meriekosysteemien luontohaitta perustuu tutkimustietoon typen rehevöittävästä vaikutuksista merien eliöyhteisöissä. (Verones ym., 2019).

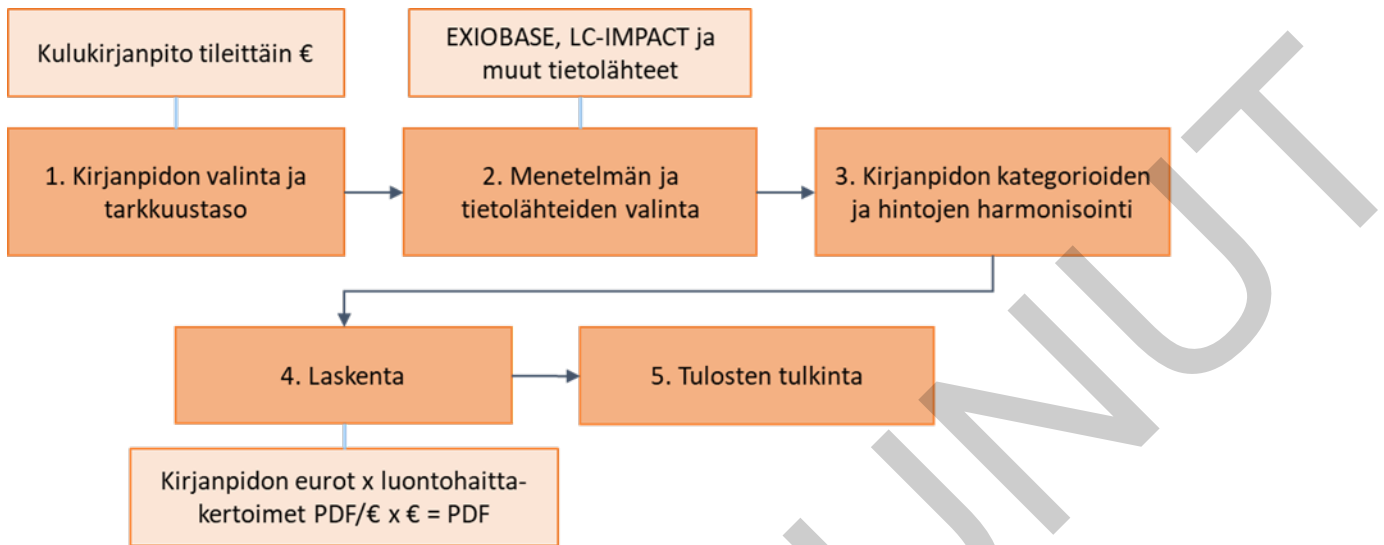


Kuva 3. Luontohaitassa huomioidut haitan suorat aiheuttajat, eli luontohaitan ajurit eri ekosysteemeille ja lajiryhmille, joiden sukupuuttoriski on arvioitu luontohaitan mittarissa (BDe). (El Geneidy ym., 2023).



Eräs ominaisuus on hyvä huomata, kun mittaamme luontohaittaa osuutena kaikista maailman lajeista, joka todennäköisesti häviää globaalisti jonkin toimenpiteen seurauksena. Tällä mittarilla ilmaistuna luontohaitan määrä, joka syntyy, kun esimerkiksi raivaamme 100 neliökilometriä metsää pelloksi Suomessa, on vertailukelpoinen luontohaitan määrään, kun vastaavasti raivaamme 100 neliökilometriä metsää pelloksi vaikkapa Brasilian sademetsissä. Molemmissa maantieteellisissä sijainneissa mittari kertoo osuuden koko maailman lajeista, jotka todennäköisesti häviävät raivauksen seurauksena. Koska lajit eivät ole maapallolla tasaisesti jakautuneet, vaan toisissa paikoissa lajistoa on enemmän pinta-alayksikköä kohden kuin joissain toisissa paikoissa (Myers ym., 2000), sama toimenpide eri puolilla maailmaa aiheuttaa erimäärän luontohaittaa. Tästä syystä tällä mittarilla saadaan selville, että metsän raivaaminen pelloksi Suomessa aiheuttaa vähemmän globaalia luontohaittaa kuin vastaavan pinta-alan raivaaminen Brasiliassa, jossa lajitiheys pinta-alayksikköä kohti on suurempi. Tämän maailmanlaajuisen vertailukelpoisuuden takia mittarilla on samankaltaisia ominaisuuksia ja se toimii samaan tapaan kuin hiilidioksidiekvivalentti (CO₂e), ja onkin ehdotettu, että tätä luontohaitan mittaria voitaisiin kutsua luontoekvivalentiksi (eng. *biodiversity equivalent*) BDe (El Geneidy ym., 2023). Teknisesti BDe on täsmälleen sama mittari kuin PDF, mutta se luonnehtii mittarin merkitystä eri tavalla.

Organisaation talouskirjanpitoon pohjautuva luontojalanjäljen arviointi voidaan jakaa viiteen eri vaiheeseen (Kuva 4). Luontojalanjäljen laskenta aloitetaan valitsemalla sopivat organisaation kirjanpidot ja niiden tarkkuustasot, kuten jonkun tietyn vuoden euromääräinen talouskirjanpito. Tämän jälkeen valitaan laskentamenetelmä ja tietolähteet. On hyvä huomata, että ennen varsinaista tulosten laskentaa ja tulkintaa organisaation kirjanpidon kategoriat ja hinnat tulee harmonisoida vastaamaan laskentamenetelmää. Kirjanpidosta saaduille tuotekategorioille valitaan EXIOBASE-tietokannasta sopivimmat tuotekategoriat ja hinnat muutetaan inflaatiokorjausten avulla vastaamaan vuoden 2019 hintoja, sillä EXIOBASE-tietokanta perustuu vuoden 2019 aineistoihin (El Geneidy ym., 2023). Kun EXIOBASE-tietokannasta on saatu tietyn tuotekategorian aiheuttaman ajurin määrä ja sen jakautuminen eri maihin Pymrio-ohjelman avulla (Stadler, 2023), maakohtaiset ajurit (esim. muotoa m²/€) kerrotaan maakohtaisilla luontohaittakertoimilla per ajuri (esim. muotoa PDF/m²) (Kuva 4). Tulokseksi saadaan maakohtaiset PDF/€ -kertoimet, joiden summa on lopulta tuotekategorian globaali luontohaittakerroin PDF/€ tietyllä ajurilla. Kun tämä on tehty kaikille eri luontohaitan ajureille, saman ekosysteemin luontohaittakertoimet summataan yhteen ja tulokseksi saadaan globaalit luontohaittakertoimet maaekosysteemeille, sisävesiekosysteemeille ja meriekosysteemeille muodossa PDF/€ (El Geneidy ym., 2023).



Kuva 4. Luontojalanjäljen talouskirjanpitoon pohjautuvan laskennan vaiheet (El Geneidy ym., 2023).

Eri ekosysteemeille laskettuja luontojalanjälkiä ei suositella suoraan yhdistettävän toisiinsa (Verones ym., 2020), mutta ekosysteemien luontohaittoja voidaan kuitenkin yhdistää antamalla jokaiselle ekosysteemille oma painoarvo (El Geneidy ym., 2023). Painoarvoina toimivat jokaisen ekosysteemin sisällä olevien lajien arvioitu osuus kaikista maailman lajeista (Roman-Palacios ym., 2022). Jokaisen ekosysteemin luontojalanjälki kerrotaan kyseisen ekosysteemin painoarvolla, jonka jälkeen painotetut arvot lasketaan yhteen (Kaava 1). Lopputuloksena saadaan yhdistetty luontojalanjälki osuutena kaikista maailman lajeista, joka todennäköisesti kuolee sukupuuttoon pitkällä aikavälillä, jos haitta jatkuu samanlaisena (BDe).

$$BDe = BDe_{\text{maa}} \times 0,801 + BDe_{\text{sisävesi}} \times 0,096 + BDe_{\text{meri}} \times 0,102 \text{ (Kaava 1).}$$

Luontojalanjälki BDe saa usein hyvin pieniä arvoja 0 ja 1 välillä, sillä kyseessä on yhden tahon aiheuttama osuus koko maailman luontokadosta. Pienen arvon vuoksi luontohaitan osuuksia on vaikea hahmottaa. Tulosten esittämisen helpottamiseksi, luontojalanjälki voidaan ilmaista esimerkiksi etuliitteen nano ($n = 10^{-9}$) avulla, jolloin lyhenteenä käytetään nBDe ($nBDe = BDe \times 10^{-9}$).

3. Julkisten hankintojen luontojalanjäljen vähennysmahdollisuus ekologisten kriteerien kautta

Jyväskylän yliopiston resurssiviisautsyhteisö JYU.Wisdomin tutkijat ovat arvioineet vuoden 2023 aikana julkisten hankintojen luontojalanjälkeä kahdessa eri hankkeessa. Ympäristöministeriön ohjaama Julkisten hankintojen ekologiset tavoitteet -hanke on osa kansallisen hankintastrategian ekologisen kestävyuden teemaryhmän työtä ja se toteutettiin yhteistyössä julkishallinnon yhteishankintayhtiö Hansel Oy:n sekä Valtiokonttorin kanssa (Pykäläinen ym., 2024). Hankkeen tavoitteena oli tuottaa tietoa julkisten hankintojen ekologisista vaikutuksista eli luontojalanjäljestä. Hankkeessa laskettiin julkisten hankintojen luontojalanjälki



valtion, kuntien ja kuntayhtymien osalta euromääräiseen hankintavolyymiin perustuen vuosille 2021 ja 2022. Laskennassa hyödynnettiin avoimesti saatavilla olevia julkisten hankintojen ilmoituskanava Hilman tietokantoja ja tilastoja (tutkihallintoa.fi). Hankkeessa havainnollistettiin myös hankintakategoriakohtaisten luontojalanjälkien vähennysmahdollisuuksia, joiden pohjalta tulevaisuudessa voidaan kehittää kriteereitä luonnon monimuotoisuuden ja ekologisen kestävyuden edistämiseksi.

Toisessa hankkeessa laskettiin Tampereen kaupungin luontojalanjälki tarkemmalla tuotekategoriatasolla esimerkiksi elintarvikkeiden osalta talouskirjanpidon aineiston avulla (Pokkinen ym., 2024). Talouskirjanpito saatiin suoraan Tampereen kaupungilta ja kaupungin hankintoja suorittavilta sidosyhtymiltä, kuten elintarvikkeita toimittavalta Pirkanmaan Voimia Oy:ltä. Pirkanmaan Voimia tuottaa ruokapalveluita muun muassa päiväkoteihin, kouluihin ja sairaaloihin (Pirkanmaan Voimia Oy, 2023). On hyvä huomata, että jalanjälkiarvioinnissa tarkasteltiin Tampereen hallinnollisten yksiköiden kulutuksen luontojalanjälkeä, ei Tampereen alueen kansalaisten tai yhteisöjen kulutuksen luontojalanjälkeä.

Valtion kestävä kehityksen yhtiö Motiva Oy on kehittänyt ja koonnut hankintoihin liittyviä vastuullisuuskriteerejä, joita eri organisaatiot voivat vapaasti hyödyntää hankintojen kilpailutuksissa (kriteeripankki.fi). Kriteerit liittyvät muun muassa luontohaittojen pienentämiseen ja niissä käsitellään esimerkiksi kasvipohjaisten pääruokien prosentuaalisen osuuden kasvattamista tarjottavasta ruuasta tai jonkun tietyn sertifiointin, kuten luomusertifikaatin, käyttöä elintarvikkeissa tai niiden tuotantoketjuissa. Julkiset organisaatiot käyttävät kyseisiä kriteerejä hankintojensa tarjouskilpailussa, jos organisaatio pyrkii vähentämään hankintojensa kautta luontoon kohdistuvaa haittaa.

Tässä tutkimuksessa luontojalanjälkeä ja sen pienentämisen mahdollisuutta tullaan tarkastelemaan julkisten organisaatioiden ja niiden hankintojen näkökulmasta. Koska hankintayksiköt kilpailuttavat hankintojaan, on heillä myös mahdollisuus asettaa erilaisia kriteerejä hankintojen ja palveluiden tarjoajille tarjouskilpailun ohessa. Kriteerien asetannalla voidaan vaikuttaa hankintojen luontojalanjälkeen. Hankintakriteerien vaikutusta luontohaittaan ei vielä tunneta, joten tutkimuksessa selvitetään, kuinka paljon luontohaittaa voidaan tiettyjen kriteerien avulla vähentää. Tutkimuksen tulokset tukevat julkisten hankintojen kriteerien kehittämistä sekä ekologisten tavoitteiden asettamista tulevaisuudessa ja tuottavat konkreettista tietoa Motivan hankintakriteerien avulla saavutettavasta luontohaitan vähennysmahdollisuudesta.

3.1. Aineisto

Tutkimuksessa tarkastellaan julkisten hankintojen luontohaittaa hankintayksikön näkökulmasta. Tietyn hankinnan luontohaitan vähennysmahdollisuutta selvitetään luontohaittaa pienentävän hankintakriteerin kautta, jonka hankintayksikkö voi hankinnalle asettaa. Aineistona tutkimuksessa on pilottiorganisaatioksi valikoituneen Tampereen kaupungin edellä mainittu luontojalanjälkilaskelma (Pokkinen ym., 2024).



Tampereen kaupunki valikoitui tutkimuksen kohteeksi myös siksi, että kaupunki on myös edellä kuvatun ympäristöministeriön hankkeen pilottiorganisaatio (Pykäläinen ym., 2024).

Tutkimus rajataan Tampereen kaupungin elintarvikkeiden hankintoihin, joiden toimituksen hoitaa kaupungin sidosyksikkö Pirkanmaan Voimia Oy. Elintarvikkeita koskeva kirjanpidon aineisto on vuodelta 2022 ja aineisto käsittää elintarvikehankinnat tuotekohtaisesti kilogrammoina.

Tarkasteltavat hankintakriteerit ovat valtion kestävän kehityksen yhtiö Motiva Oy:n laatimia. Motivan luonnon monimuotoisuutta käsitteleviä kriteerejä on kehitetty vuoden 2024 alkuun mennessä 49 kappaletta. Koska kriteerit täytyy tämän tutkimuksen tarkastelutarkkuuden takia jakaa kriteereitä koskevien tuote- ja palvelukategorioiden mukaan, erikseen tarkasteltavien yhdistelmien määrä nousee 72:een kappaleeseen elintarvikkeet ja ruokapalvelut -kategoriassa. Elintarvikkeiden ja ruokapalveluiden alakategorioita ovat muun muassa ruokapalvelut, ravintorasvat ja kasviöljyt sekä viljat ja viljatuotteet (Motiva Oy, 2024).

3.2. Hankintakriteerin luontojalanjäljen vähennysmahdollisuuden arviointimenetelmä

Tutkimuksessa selvitetään määrällisesti laskemalla hankintakriteerien käytön vaikutusta luontohaitan vähentämiseen. Tutkielmassa hankintakriteerin luontohaitan vähennysmahdollisuus tarkoittaa tavanomaisen hankinnan ja kriteerin mukaisen hankinnan välistä eroa luontohaitassa. Tavanomaisen hankinnan ja kriteerin mukaisen hankinnan luontojalanjäljen laskenta pohjautuu tieteelliseen kirjallisuuteen. Laskennan toteuttamiseen kuuluvat seuraavat vaiheet:

1. Selvitetään tavanomaisen hankinnan luontojalanjälki
2. Selvitetään hankintakriteerin mukaisen hankinnan luontojalanjälki
3. Verrataan hankintakriteerin mukaista hankinnan luontojalanjälkeä tavanomaisen hankinnan luontojalanjälkeen.

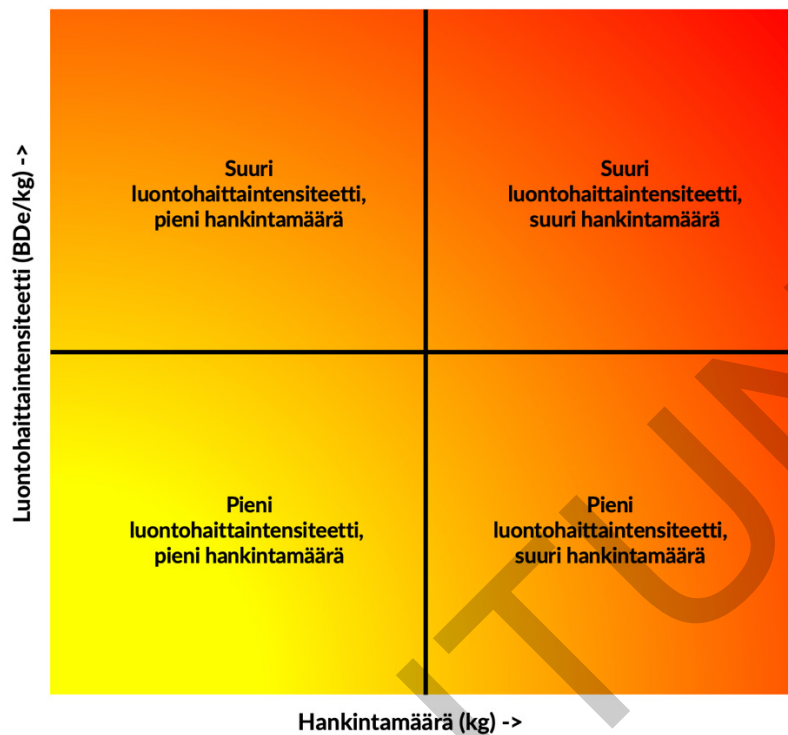
Edellä kuvattu prosessi täytyy toteuttaa jokaiselle valittavalle hankintakriteerille erikseen. Näin ollen tapauskohtaisesti hankinnan kohteena olevan tuotteen realisoituvuuden luontojalanjäljen vähennys riippuu hankintaorganisaation nykytilanteesta hankintakriteerin suhteen, kulutuksen kokonaismäärästä ja asetettavasta hankintakriteerin tavoitetasosta. Sen lisäksi, että tehdään hankintakriteerin mukaisia hankintoja, vähennysmahdollisuuksia voidaan toteuttaa myös sillä, että kulutuksen määrää pienennetään, mikäli se on hankintaorganisaation kannalta mahdollista.

3.3. Tulosten tulkinta ja merkitys

Erilaisten luonnon monimuotoisuuteen liittyvien hankintakriteerien vaikutuksia hankintojen luontohaittaan tai sen vähentämiseen ei vielä tunneta. Tutkimuksessa lasketaan yllä kuvatun menetelmän avulla joidenkin kriteerien luontohaitan vähennysmahdollisuuksia.

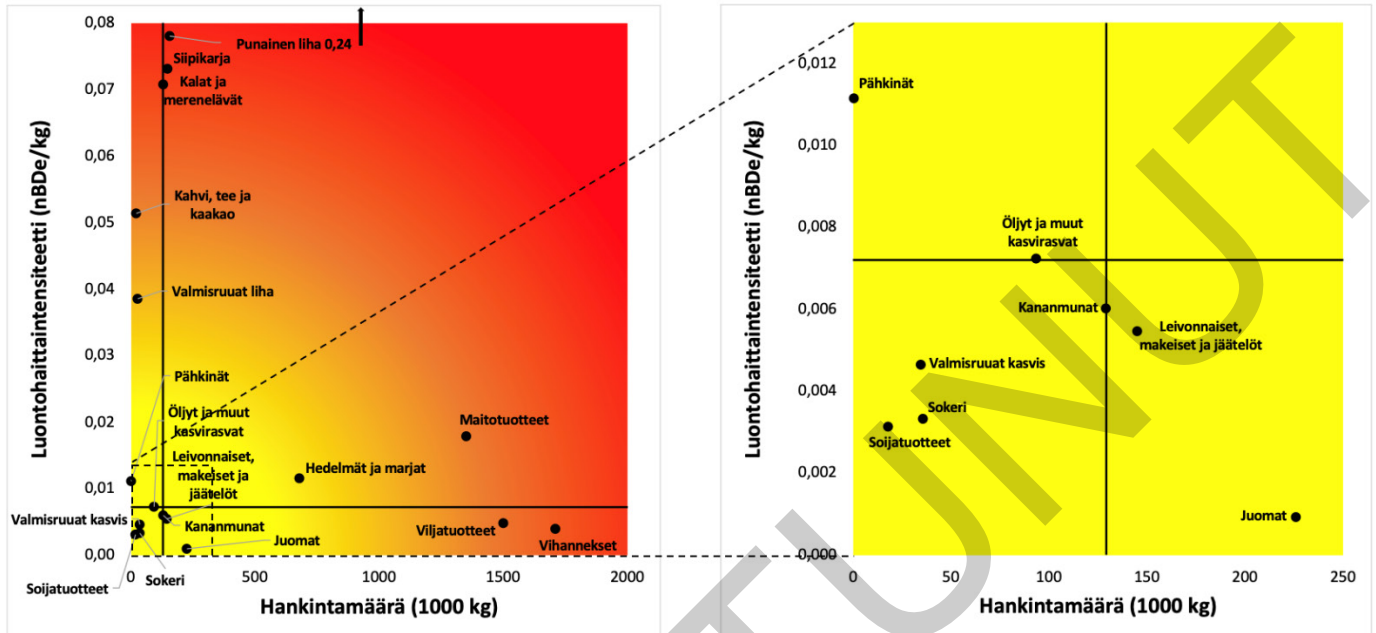


Luontojalanjälkeä on mahdollista pienentää eniten siellä, missä hankinnan luontohaittaintensiteetti, hankintojen määrä tai molemmat ovat suuria. Kuvassa 5 havainnollistamme luontohaittaintensiteetin ja hankintojen määrän merkitystä haitan vähentämisen mahdollisuuksien nelikentässä. Kuvaajassa vaaka-akseli osoittaa kunkin hankintakategorian hankintojen määrää kilogrammoina (kg). Pystyakseli osoittaa kunkin hankintakategorian luontohaittaintensiteetin eli hankinnan aiheuttamaa luontohaittaekvivalenttia per kilogramma (BDe/kg) (Kuva 5). Kuvaajassa vaaka- ja pystyakselin leikkaavat viivat havainnollistavat kyseiselle akselille sijoitetun aineiston mediaaniarvoa. Mahdollisuuksien nelikenttä auttaa hahmottamaan, missä hankintakategorioissa on suurimmat luontojalanjäljen vähentämismahdollisuudet. Kaikkein suurimmat mahdollisuudet ovat nelikentän oikeassa yläneljänneksessä sijaitsevista hankintakategorioista, joissa sekä luontohaittaintensiteetti että hankintojen volyymi ovat mediaaniarvoja suurempia (Kuva 5). On hyvä huomata, että vaikka mediaaniarvot auttavat hahmottamaan mahdollisuuksia, todellisuudessa sekä luontohaittaintensiteetti että hankintojen määrä ovat jatkuvia muuttujia. Tästä syystä olemme lisänneet kuvaajaan myös keltaisesta punaiseen vaihtuvan värin, jolla tätä jatkuvuutta pyritään havainnollistamaan. Mitä punaisempi väri on sitä suurempi luontohaitta ja sen pienentämisen mahdollisuus kyseisellä nelikentän alueella sijaitsevalla hankinnalla on. Toisin sanoen, luontohaittaa voidaan vähentää mahdollisuuksien nelikentän vaaka-akselilla kulutusta pienentämällä ja pystyakselilla vaihtamalla kulutusta matalamman intensiteetin omaavaan tuotteeseen. On hyvä huomata, että hankinnan määrän pienentäminen vaaka-akselilla vähentää haittaa suoraan suhteessa hankintamäärän vähentämiseen. Kun tarkastellaan pystyakselia, havaitaan, että jos korkealla sijaitsevien hankintakategorioiden tuotteita voidaan korvata matalamman luontohaittaintensiteetin tuotteilla ilman merkittävää muutosta hankintojen määrässä, voidaan puhua kustannustehokkaasta luontohaitan pienentämisestä.



Kuva 5. Luontohaitan vähentämisen mahdollisuuksien nelikenttä. Pystyakselilla on luontohaitaintensiteetti (BDe/kg) ja vaak akselilla hankintamäärä (kg). Akselit leikkaavat viivat kuvastavat kullekin akselille asetetun aineiston mediaaniarvoja. Suurin mahdollisuus luontohaittojen vähentämiseen on sellaisissa hankintakategorioissa, joiden luontohaitaintensiteetti ja hankintojen määrä on suuri eli kuvaajan oikeassa yläneljänneksessä.

Tampereen kaupungin vuoden 2022 elintarvikehankintojen osalta nelikentässä vaak akselilla on hankintojen määrä kilogrammoina (1000 kg) ja pystyakselilla luontohaitaintensiteetti nanoluonto-ekvivalentteina per kilogramma (nBDe/kg) (Kuva 6.). Punainen liha, siipikarja, maitotuotteet sekä hedelmät ja marjat sijoittuvat kuvaajan oikeaan yläneljänneeseen (Kuva 6). Luontohaitan vähennysmahdollisuus on myös sellaisissa tuotekategorioissa, joissa joko luontohaitaintensiteetti on mediaaniarvoja suurempaa (vasen yläneljännes, Kuva 6.) tai joissa vastaavasti on mediaaniarvoja suurempi hankintojen määrä (oikea alaneljännes, Kuva 6.). Täten luontohaitan vähennystä täytyisi tarkastella kokonaisuutena kuvan 6. havainnollistavien värien avulla.



Kuva 6. Tampereen kaupungin vuoden 2022 elintarvikkeiden hankintakategoriat mahdollisuuksien nelikentässä, jossa vaaka-akselilla on hankintojen määrä (1000 kg) ja pystyakselilla nanoluontohaitaintensiteetti (nBDe/kg). Vasemmanpuoleisessa kuvaajassa elintarvikkeiden hankintakategorioiden kokonaisuus, jossa punaisen lihan hankintojen määrä on kuvan mukaisesti 157 000 kg, mutta todellinen luontohaitaintensiteetti on 0,24 (nBDe/kg) sijoittuen kuvaajan ulkopuolelle. Oikeanpuoleinen kuvaaja on suurennus vasemman alakulman hankintakategorioiden. Hankintojen määrän mediaani vaaka-akselilla on 129 000 kg ja luontohaitaintensiteetin mediaani pystyakselilla on 0,07 (nBDe/kg). Vasemmanpuoleisen kuvaajan värigradientti kuvaa luontojalanjäljen vähentämismahdollisuutta siten, että mitä punaisempaa sitä suurempi on luontohaitan vähentämismahdollisuus.

Tässä työpaperissa kuvattu julkisten hankintojen luontojalanjäljen laskentamenetelmä ja haittojen pienentämismahdollisuuksien tunnistaminen mahdollistaa entistä strategisemmän tavoitteiden ja toimenpiteiden asettamisen luontokadon pysäyttämiseksi. Tutkimuksen tuloksia voi hyödyntää kansallisten ekologisesti kestävien hankintatavoitteiden suunnittelutyössä ja niiden avulla voidaan asettaa näyttöön perustuvia ekologisen kestävyuden hankintakriteerejä julkisille hankinnoille. Menetelmä mahdollistaa myös luontojalanjäljen määrällisten muutosten seurannan. Vaikka tässä työpaperissa keskityttiin julkisten hankintojen aiheuttamiin luontohaittoihin ja niiden pienentämiseen, ovat kuvatut menetelmän hyödynnettävissä minkä tahansa julkisen organisaation, yhdistyksen tai yrityksen hankintojen luontohaittojen arviointiin. Näin ollen tutkimus tukee kokonaisvaltaisen kestävyysmurroksen saavuttamista sekä tieteeseen perustuvaa tiedolla johtamista organisaatioissa. Työpaperissa kuvattu tutkimus on määrä toteuttaa ja valmistua vuoden 2024 aikana.



Lähteet

- Bull, J. W., Taylor, I., Biggs, E., Grub, H. M., Yearley, T., Waters, H. & Milner-Gulland, E. J. (2022). Analysis: the biodiversity footprint of the University of Oxford. *Nature* 604, 420-424. DOI: <https://doi.org/10.1038/d41586-022-01034-1>
- CBD (2020). Global Biodiversity Outlook 5. Montreal. Saatavilla: <https://www.cbd.int/gbo/gbo5/publication/gbo-5-en.pdf>
- Crenna, E., Marques, A., La Notte, A., & Sala, S. (2020). Biodiversity Assessment of Value Chains: State of the Art and Emerging Challenges. *Environmental Science and Technology*, 54, 9715–9728. DOI: <https://doi.org/10.1021/acs.est.9b05153>
- Damiani, M., Sinkko, T., Caldeira, C., Tosches, D., Robuchon, M., & Sala, S. (2023). Critical review of methods and models for biodiversity impact assessment and their applicability in the LCA context. *Environmental Impact Assessment Review*, 101, 107134. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2023.107134>
- Do, J., Salimi, M., Baumeister, S., Sarja, M., Uusitalo, O., Wilska, T.-A., & Suikkanen, J. (2023). Consumption and planetary well-being. Teoksessa Elo, M., Hytönen, J., Karkulehto, S., Kortetmäki, T., Kotiaho, J. S., Puurtinen, M. & Salo, M. (Toim.), *Interdisciplinary perspectives on Planetary Well-being*, (s. 128–140). Routledge, Taylor & Francis Group. Saatavilla: <https://www.taylorfrancis.com/chapters/oa-edit/10.4324/9781003334002-13/consumption-planetary-well-being-jessie-mitra-salimi-stefan-baumeister-milla-sarja-outi-uusitalo-terhi-anna-wilska-johanna-suikkanen>
- El Geneidy, S., Alvarez Franco, D., Baumeister, S., Halme, P., Helimo, U., Kortetmäki, T., Latva-Hakuni, E., Mäkelä, M., Raippalinnä, L.-M., Vainio, V., & Kotiaho, J. S. (2021). Sustainability for JYU: Jyväskylän yliopiston ilmasto- ja luontohaitat. Jyväskylän yliopisto, JYU.Wisdom - School of Resource Wisdom. *Wisdom Letters*, 2/2021. Saatavilla: <http://urn.fi/URN:NBN:fi:jyu-202104232476>
- El Geneidy, S., Baumeister, S., Peura, M., & Kotiaho, J.S. (2023). Value-transforming financial, carbon and biodiversity footprint accounting. *Julkaisematon*. DOI: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2309.14186>.
- European Commission (2020). EU Biodiversity Strategy for 2030: Bring nature back into our lives. European Commission, Brussels. Saatavilla: https://environment.ec.europa.eu/strategy/biodiversity-strategy-2030_en
- 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. Teoksessa Díaz, S., Settele, J., Brondizio, E. S., Ngo, H. T., Guèze, M., Agard, J., Arneeth, A., Balvanera, P., Brauman, K. A., Butchart, S. H. M., Chan, K. M. A., Garibaldi, L. A., Ichii, K., Liu, J., Subramanian, S. M., Midgley, G. F., Miloslavich, P., Molnár, Z., Obura, D., Pfaff, A., Polasky, S., Purvis, A., Razaque, J., Reyers, B., Roy Chowdhury, R., Shin, Y. J., Visseren-Hamakers, I. J., Willis, K. J. & Zayas, C. N. (Toim.). IPBES secretariat, Bonn, Germany. Saatavilla: https://ipbes.net/sites/default/files/2020-02/ipbes_global_assessment_report_summary_for_policymakers_en.pdf
- IPCC (2022). Summary for policymakers. In Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). *Climate Change 2022 – Mitigation of Climate Change: Working Group III Contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Teoksessa Shukla, P. R., Skea, J., Reisinger, A., Slade, R., Fradera, R., Pathak, M., Al Khourdajie, A., Belkacemi, M., van Diemen, R., Hasija, A., Lisboa, G., Luz, S., Malley, J., McCollum, D., Some, S. & Vyas, P. (Toim.), Cambridge University Press, New York, 3–48. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.3831673>
- Kalimo, H., Alhola, K., Virolainen, V. M., Miettinen, M., Pesu, J., Lehtinen, S., Nissinen, A., Heinonen, T., Suikkanen, J., Soukka, R., Kivistö, T., Kasurinen, H., Jansson, M., Mateo, E. & Unekbas, S. (2021). Hiili- ja ympäristöjalanjälki hankinnoissa: lainsäädäntö ja mittaaminen (HILMI). Valtioneuvoston kanslia, Helsinki. Saatavilla: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-383-097-4>.



- Ketola, T., Boström, C., Bäck, J., Herzon, I., Jokimäki, J., Kallio, K. P., Kulmala, L., Laine, I., Lehtikoinen, A., Nieminen, T. M., Oksanen, E., Pappila, M., Silfverberg, O., Sinkkonen, A., Sääksjärvi, I. & Kotiaho, J. S. (2022). Kohti luontoviisasta Suomea: Keinoja luontoposiitivisuuden saavuttamiseksi. Suomen Luontopaneelin julkaisuja 2/2022. DOI: <https://doi.org/10.17011/jyx/SLJ/2022/2>
- Kortetmäki, T., Puurtinen, M., Salo, M., Aro, R., Baumeister, S., Duflo, R., Elo, M., Halme, P., Husu, H.-M., Huttunen, S., Hyvönen, K., Karkulehto, S., Kataja-aho, S., Keskinen, K. E., Kulmunki, I., Mäkinen, T., Näyhä, A., Okkolin, M.-A., Perälä, T., ... JYU.Wisdom community. (2021). Planetary well-being. *Humanities and Social Sciences Communications*, 8(1), Article 1. DOI: <https://doi.org/10.1057/s41599-021-00899-3>
- Lammerant, J., Driesen, K., Verhelst, J. & De Ryck, J. (2022). Assessment of Biodiversity Measurement Approaches for Businesses and Financial Institutions. EU Business @ Biodiversity Platform. Update Report 4. Saatavilla: https://ec.europa.eu/environment/biodiversity/business/assets/pdf/2022/Update%20Report%204_Final.pdf
- Marques, A., Veronesi, F., Kok, M. T., Huijbregts, M. A., & Pereira, H. M. (2017). How to quantify biodiversity footprints of consumption? A review of multi-regional input–output analysis and life cycle assessment. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 29, 75–81. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2018.01.005>
- Motiva Oy (2024). Kriteeripankki. Saatavilla: <https://kriteeripankki.fi> (haettu 2.2.2024).
- Myers, N., Mittermeier, R. A., Mittermeier, C. G., da Fonseca, G. A. B., & Kent, J. (2000). Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403, 853-858. DOI: <https://doi.org/10.1038/35002501>
- Peura, M., El Geneidy, S., Pokkinen, K., Vainio, V. & Kotiaho, J. S. (2023). Väiliraportti: S-ryhmän luontojalanjälki. Saatavilla: https://jyx.jyu.fi/bitstream/handle/123456789/86831/978-951-39-9524-9_JYU_Reports_20_jyx.pdf?sequence=2&isAllowed=y
- Pirkanmaan Voimia Oy (2023). Saatavilla: <https://voimia.fi/> (haettu 22.11.2023)
- Pokkinen, K., El Geneidy, S., Peura, M., Vainio, V. & Kotiaho, J. S. (2023). Jyväskylän yliopiston ylioppilaskunnan hiili- ja luontojalanjälki. Saatavilla: https://jyx.jyu.fi/bitstream/handle/123456789/85784/978-951-39-9500-3_JYU_Reports_19_jyx.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Pokkinen, K., Kotiaho, J. S., Nieminen, E., Ollikainen, L., Peura, M., Pykäläinen, E., Savolainen, V., Tuunanen, S., Vainio, V. & El Geneidy, S. (2024). *Tampereen kaupungin hiili- ja luontojalanjälki*. JYU Reports 34. Saatavilla: https://jyx.jyu.fi/bitstream/handle/123456789/92853/978-951-39-9898-1_JYU_Reports_34_jyx.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Poore, J. & Nemecek, T. (2018). Reducing food's environmental impacts through producers and consumers. *Science*, 360 (6392), 987–992. DOI: <https://doi.org/10.1126/science.aag0216>
- Pykäläinen, E., Tuunanen, S., Kotiaho, J. S., Koivusalo, S. & El Geneidy, S. 2024. Julkisten hankintojen luontojalanjälki.
- Pörtner, H.-O., Scholes, R. J., Agard, J., Archer, E., Arnet, A., Bai, X., Barnes, D., Burrows, M., Chan, L., Cheung, W., Diamond, S., Donatti, C., Duarte, C., Eisenhauer, N., Foden, W., Gasalla, M. A., Handa, C., Hickler, T., Hoegh-Guldberg, O., Ichii, K., Jacob, U., Insarov, G., Kiessling, W., Leadley, P., Leemans, R., Levin, L., Lim, M., Maharaj, S., Managi, S., Marquet, P. A., McElwee, P., Midgley, G., Oberdorff, T., Obura, D., Osman Elasha, B., Pandit, R., Pascal, U., Pires, A. P. F., Popp, A., Reyes-García, V., Sankaran, M., Settele, J., Shin, Y.-J., Sintayehu, D. W., Smith, R., Trisos, C., Val, A. L., Wu, J., Aldrian, E., Parmesan, C., Pichs-Madruga, R., Roberts, D. C., Rogers, A. D., Díaz, S., Fischer, M., Hashimoto, S., Lavorel, S., Wu, N. & Ngo, H. (2021). Scientific outcome of the IPBES-IPCC co-sponsored workshop on biodiversity and climate change. IPBES secretariat, Bonn, Germany. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.5101125>



- Sanyé-Mengual, E., Biganzoli, F., Valente, A., Pfister, S., & Sala, S. (2023). What are the main environmental impacts and products contributing to the biodiversity footprint of EU consumption? A comparison of life cycle impact assessment methods and models. *The International Journal of Life Cycle Assessment*. <https://doi.org/10.1007/s11367-023-02169-7>
- Stadler, K. (2023). Pymrio: Multi-Regional Input-Output Analysis in Python. Saatavilla: <https://pymrio.readthedocs.io/en/latest/intro.html>
- Stadler, K. (2021). Pymrio – A Python Based Multi-Regional Input-Output Analysis Toolbox. *Journal of Open Research Software*, 9: 8. DOI: <https://doi.org/10.5334/jors.251>
- Stadler, K., Wood, R., Bulavskya, T., Södersten, C., Simas, M., Schmidt, S., Usubiaga, A., Acosta-Fernandez, J., Kuenen, J., Brucker, M., Giljum, S., Lutter, S., Merciai, S., Schmidt, J., Theurl, M., Plutzer, C., Kastner, T., Eisenmenger, N., Erb, K., Koning, A. & Tukker A. (2018). Exiobase 3: Developing a Time Series of Detailed Environmentally Extended Multi-Regional Input-Output Tables. *Journal of Industrial Ecology*, 22 (3), 502-515. DOI: <https://doi.org/10.1111/jiec.12715>
- Taskforce on Nature-related Financial Disclosures. (2023). Recommendations of the Taskforce on Nature-related Financial Disclosures. Saatavilla: https://tnfd.global/wp-content/uploads/2023/08/Recommendations_of_the_Taskforce_on_Nature-related_Financial_Disclosures_September_2023.pdf
- UNEP (2019). United Nations Environmental Programme, Emissions Gap Report 2019. Nairobi. Saatavilla: <https://www.unep.org/resources/emissions-gap-report-2019>
- UNEP-WCMC, Capitals Coalition, Arcadis, ICF, WCMC Europe. (2022). Recommendations for a standard on corporate biodiversity measurement and valuation, Aligning accounting approaches for nature. Saatavilla: https://ec.europa.eu/environment/biodiversity/business/assets/pdf/2022/Align_Report_301122.pdf
- United Nations Economic Commission for Europe. (2021). Life Cycle Assessment of Electricity Generation Options. Saatavilla: <https://unece.org/sites/default/files/2021-10/LCA-2.pdf>
- Valtioneuvosto (2020). Kansallinen julkisten hankintojen strategia 2020. Valtiovarainministeriö. Saatavilla: <http://urn.fi/URN:NBN:fi-fe2020090768680>
- Verones, F., Hellweg, S., Anton, A., Azevedo, L., Chaudhary, A., Cosme, N., Cucurachi, S., Baan, L., Dong, Y., Fankte, P., Golsteijn, L., Hauschild, M., Heijungs, R., Jolliet, O., Juraske, R., Larsen, H., Laurent, A., Mutel, C., Margani, M., Nunez, M., Owsianiak, M., Pfister, S., Ponsioen, T., Preiss, P., Rosenbaum, R., Roy, P., Sala, S., Steinmann, Z., Zelm, R., Van Dingenen, R., Vieira, M. & Huijbregts, M. (2020). LC-IMPACT: A regionalized life cycle damage assessment method. *Journal of Industrial Ecology*, 24, 1201-1219. DOI: <https://doi.org/10.1111/jiec.13018>
- Verones, F., Huijbregts, M. A. J., Azevedo, L. B., Chaudhary, A., Cosme, N., de Baan, L., Fankte, P., Hauschild, M., Henderson, A. D., Jolliet, O., Mutel, C. L., Owsianiak, M., Pfister, S., Preiss, P., Roy, P.-O., Scherer, L., Steinmann, Z., van Zelm, R., Van Dingenen, R., van Goethem, T., Vieira, M. & Hellweg, S. (2019). LC-IMPACT Version 1.0. A spatially differentiated life cycle impact assessment approach. Saatavilla: https://lc-impact.eu/doc/LC-IMPACT_Overall_report_20201113.pdf
- World Economic Forum (2020). The Global Risks Report 2022 (15th edition). Geneva, Switzerland. Saatavilla: <https://www.weforum.org/publications/the-global-risks-report-2020/>
- World Economic Forum (2023). The Global Risks Report 2023 (18th edition). Geneva, Switzerland. Saatavilla: <https://www.weforum.org/publications/global-risks-report-2023/>
- World Economic Forum (2024). The Global Risks Report 2024 (19th edition). Geneva, Switzerland. Saatavilla: <https://www.weforum.org/publications/global-risks-report-2024/>
- Ympäristöministeriö (2023). Suomen biodiversiteettipolitiikka. Saatavilla: <https://ym.fi/suomen-biodiversiteettipolitiikka> (haettu 23.11.2023)