

Yhteistutkimushankesuunnitelma – SRV, Tampere & Espoo

Rakentamisen ja kaupunkisuunnittelun luontojalanjäljen ja -kädenjäljen laskennan kehittäminen

Sami El Geneidy & Janne Kotiaho, Jyväskylän yliopisto

Johdanto

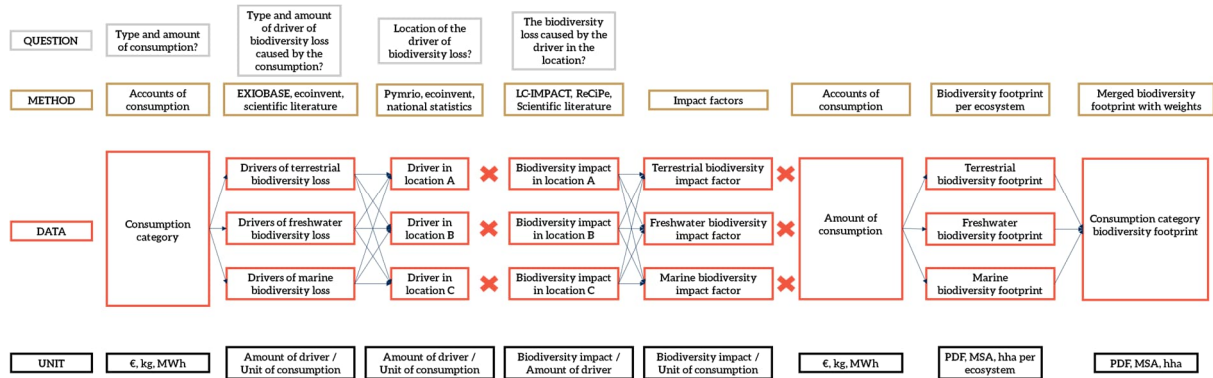
Hiilijalanjälkeä käytetään jo yleisesti organisaatioissa ilmastohaittojen arviointiin ja vastaavanlaisia työkaluja luontojalanjäljen eli luontohaittojen arviointiin kehitetään kiihtyvään tahtiin (Bull ym. 2022; El Geneidy ym. 2021, 2023; Peura ym., 2023; Pokkinen ym., 2024). Luontokatoa ei myöskään tunnisteta yhtä kattavasti organisaatioissa, vaikka kansainvälinen tiedeyhteisö on painottanut, että haittojen pienentämiseen pyrkivissä ratkaisuissa pitäisi huomioida samanaikaisesti ilmastonmuutos ja luontokato (Pörtner ym. 2021). Jotta organisaatiot voivat kehittää tehokkaita strategioita ja toimenpiteitä luontojalanjäljen pienentämiseen, niiden pitää tietää mitkä toiminnot aiheuttavat merkittävimmän luontojalanjäljen ja kuinka iso luontojalanjälki kokonaisuudessaan on.

Toistaiseksi laajasti käytössä olevat standardit ja kokonaisvaltaiset erilaisille organisaatioille ja toimialoille sopivat työkalut puuttuvat, vaikka yleisiä laskentaperiaatteita ja työkaluja onkin viime aikoina kehitetty runsaasti (esim. Damiani ym., 2023; Lammerant ym. 2022; Taskforce on Nature-related Financial Disclosures, 2022; UNEP-WCMC ym. 2022). Euroopassa erityisesti erilaiset tutkimuslaitokset ja kestävyyskonsultit ovat luoneet työkaluja luontojalanjäljen laskentaan (Damiani ym., 2023; Lammerant ym. 2022; Sanyé Mengual, 2023). Alan nopeasta ja laajasta kehityksestä huolimatta, luontojalanjäljen mittaamiseen ei ole tällä hetkellä kansainvälistä standardia, vaikka ensimmäisiä askeleita onkin otettu ainakin yleisellä tasolla (Science Based Targets for Nature, 2023; Value Balancing Alliance, Capitals Coalition & World Business Council for Sustainable Development, 2023). Kansainvälisen standardin luomisessa haasteellista on se, että erilaisia menetelmiä ja mittayksiköitä kehitetään erillään toisistaan. Lisäksi luontojalanjäljen mittaamisessa on useita avoimia menetelmällisiä kysymyksiä, joita käymme myöhemmin läpi (ks. lisätietoa esim. Crenna ym., 2020; Damiani ym., 2023; Lammerant, 2022; Marquardt ym., 2019). Voitaneen kuitenkin sanoa, että luontojalanjäljen kehitystyö yhdessä yritysten ja muiden organisaatioiden kanssa tarvitsee entistä vahvempaa tieteellistä otetta, jotta varmistetaan kehitettyjen työkalujen ja mittareiden oikeellisuus kansainvälisen standardin kehittyessä.

Luontojalanjäljen laskeminen vaatii selvästi enemmän tietoa verrattuna hiilijalanjäljen laskemiseen (Verones ym. 2021; Marques ym. 2017). Luontojalanjäljen laskennassa tarvitaan siis tietoa siitä, missä ajurit eli luontohaitan aiheuttajat, kuten maankäyttö tai saasteet, tapahtuvat. Luontojalanjäljen kannalta on merkitystä myös sillä, aiheutetaanko luontohaittaa luonnon monimuotoisuudeltaan arvokkailla vai vähemmän arvokkailla alueilla. Koko organisaation luontojalanjäljen laskenta edellyttää, että luontojalanjälki voidaan arvioida sekä organisaation omalle toiminnalle että sen koko globaalille arvoketjulle. Huomion arvoista on myös se, että hiilijalanjälki on yksi luontokadon ajuri. Tämä tarkoittaa sitä, että sen laskenta on välttämätön välivaihe organisaation luontohaittaa arvioitaessa ja voi hieman pidemmällä tähtäimellä johtaa siihen, että hiilijalanjäljen ja luontojalanjäljen laskenta tulee yhdistymään.

Olemme Jyväskylän yliopistossa kehittäneet organisaatioiden luontojalanjäljen laskentamenetelmää (El Geneidy ym. 2021, 2023; Peura ym. 2023; Pokkinen ym., 2024). Hankintojen eli kulutuksen luontohaitan laskemiseksi tarvitaan käytännössä neljä asiaa: tarkasteltavan asian kulutuksen määrä,

luontohaitan aiheuttajan eli luontohaitan ajurin tyyppi ja määrä, sijainti sekä ajurin haitta luonnon monimuotoisuudelle (Kuva 1).



Kuva 1. Kaaviokuva luontojalanjäljen laskennan vaiheista ja siihen käytetyistä menetelmistä, datasta ja yksiköistä (El Geneidy ym., 2023). Esimerkissä kulutettu tuote tai palvelu (consumption category) aiheuttaa luontohaitan aiheuttajaa eli ajuria (driver) tietyn määrän. Ajuri kohdennetaan Pymrio- tai ecoinvent-ohjelmien tai kansallisten tilastojen perusteella eri maihin (tai alueisiin). Maakohtaiset ajurit kerrotaan maakohtaisilla luontohaittakertoimilla ja tulojen summa on ajurin luontohaittakerroin tuotekategorialle ekosysteemityypeittäin. Kun luontohaittakerroin kerrotaan tuotekategoriaan käytetyllä kulutuksen määrällä saadaan tuotekategorian aiheuttama luontohaitta, esimerkiksi yksikössä PDF (potentially disappeared fraction of species). Lopuksi eri ekosysteemityyppien luontojalanjälki yhdistetään yhden mittarin alle painokertoimien avulla tuotekategorian kokonaisluontojalanjäljeksi. Käyttämämme mittari, jota kutsumme myös luontoekvivalentiksi (biodiversity equivalent, BDe) (El Geneidy ym., 2023), kertoo osuuden maailman maailman lajeista, jotka todennäköisesti häviävät globaalisti, jos kulutus jatkuu nykyisellään (mittari tunnetaan kirjallisuudessa nimellä potentially globally disappeared fraction of species, PDF).

Rakentamisen luontojalanjälki: Esimerkkinä SRV ja kaupungit

Yhteistutkimushankkeessa kehitetään ja testataan suoran maankäytön, etenkin rakentamisen sekä epäsuoran hankintojen kautta aiheutetun luontojalanjäljen laskentaa yhdessä SRV:n, Tampereen ja Espoon kaupunkien kanssa. Tavoitteena on laskea tarkalla tasolla jonkin SRV:n yhdessä valittavan esimerkkihankkeen materiaalivirtojen eli hankintojen ja suoran maankäytön luontojalanjälki. Esimerkkihankkeiden tuloksista pyritään rakentamaan rakennussektorille sopiva toimintamalli erilaisten hankkeiden luontojalanjäljen laskentaan. Lisäksi hankkeessa lasketaan koko SRV:n luontojalanjälki. Kaupungeille pyritään laskemaan niiden kokonaisluontovaikutus huomioiden sekä suora että epäsuora luontojalanjälki ja mahdollisesti myös luontokädenjälki, jos sellaisia kaupunkien tai SRV:n maankäytössä syntyy.

Jyväskylän yliopiston tutkijoiden kehittämä luontojalanjäljen laskentamalli kehittyi jatkuvasti tutkimustyön tuloksena. Organisaatioiden ja hankkeen muiden osien luontojalanjäljen laskentaan päivitetään tutkimusryhmän luontojalanjäljen laskennan osaamisen tuorein tietotaito. Menetelmässä pystytään esimerkiksi nykyisellään huomioimaan joiltain osin ekotoksisuus ja haitallisten vieraslajien leviämisen merkitys. Lisäksi tutkimusryhmä kehittää jatkuvasti mittarin luettavuutta ja merkitystä, esimerkiksi niin että organisaatioiden on helpompi ymmärtää mitä luontojalanjälki kertoo ja miten sitä

voi tulkita. Vaikka luontojalanjälkeä osataan jo joiltain osin laskea Jyväskylän yliopiston tutkijoiden kehittämän mallin pohjalta, tulosten tulkinta, toimenpiteiden kehittäminen ja luontoekvivalenttimittarin ymmärrys vaatii edelleen laajaa tieteellistä osaamispohjaa. Tutkimusryhmä on jatkuvassa vuorovaikutuksessa muun tiedeyhteisön kanssa, mikä mahdollistaa tutkimusmenetelmien tieteellistä verifiointia hankkeen edetessä. Hankkeen osapuolilla on siis pääsy koko luontojalanjälki-tutkimusryhmän tieteelliseen osaamiseen ja sitä hyödynnetään joustavasti hankkeen aikana.

Luontojalanjäljen laskennan lisäksi hankkeessa kehitetään pitkäjänteistä strategiaa jalanjälkien pienentämiseksi sekä keinoja kädenjälkien ja mahdollisten ekologisten kompensatioiden tuottamiseksi. Hankkeen tuloksia voidaan soveltaa kansallisesti kaupunkien sekä rakennussektorin luontojalanjäljen laskentaan ja pienentämiseen. Hankkeen tarkentuneet neljä pääteemaa esitellään seuraavaksi lyhyesti.

Organisaatioiden luontojalanjäljen laskenta (erityisesti Espoo ja SRV)

Yhteistutkimushankkeessa lasketaan SRV:n ja Espoon kaupunkiorganisaation luontojalanjälki. Tarkoituksena on perehdyttää valittava väitöskirjatutkija jo osattujen menetelmien avulla aiheen pariin. Aloitamme SRV:n luontojalanjäljen laskennasta heti hankkeen alussa. Espoon kaupunkiorganisaation luontojalanjälki lasketaan myöhemmässä vaiheessa hanketta, jotta hankkeen alkuvaiheessa voidaan keskittyä kaupunkisuunnittelun laskennan kehittämiseen. Laskenta pyritään jalkauttamaan organisaatioihin, jotta organisaatiot pystyisivät toteuttamaan laskentaa itsenäisesti tulevaisuudessa.

Rakentamisen luontojalanjäljen ja -kädenjäljen laskenta esimerkitapausten kautta: Tampereen Pohjoiskansi ja Tyypitalo

Yhteistutkimushankkeessa lasketaan Tampereen Pohjoiskannen luontojalanjälki- ja kädenjälki. Pohjoiskansi on merkittävänä rakennushankkeena hyvä esimerkitapaus kaupunkirakentamisesta. Laskennassa yhdistetään Pohjoiskannen rakentamiseen tarvittavien materiaalivirtojen luontojalanjälki rakennushankkeen yhteydessä toteutettuihin toimenpiteisiin, joilla pyritään kasvattamaan hankkeen luontokädenjälkeä. Tavoitteena on myös yhdistää suoran maankäytön laskenta niin sanottujen epäsuorien haittojen laskentaan. Pohjoiskannen tapauksessa keskitytään erityisesti kädenjäljen laskennan kehittämiseen. Pohjoiskannen tapauksessa tutkitaan mahdollisuuksia viheralueiden ja kaupunkivihreän kasvattamiseen osana olemassa olevaa kaupunkialuetta. Lisäksi hankkeessa lasketaan Tyypitalon luontojalanjälki. Laskennan avulla saadaan tietoa talonrakentamisen luontojalanjäljestä, jota voidaan soveltaa muun talonrakentamisen luontojalanjäljen laskentaan. Hankkeessa kehitetään rakennustuotteiden elinkaarianalyysimenetelmiä ja etsitään keinoja nykyistä tarkempien laskelmien tekemiseksi, esimerkiksi keräämällä tietoa tieteellisestä kirjallisuudesta. Tässä pääteemassa tapahtuva menetelmä kehitys palvelee suoraan seuraavaa pääteemaa.

Kaupunkisuunnittelun luontojalanjäljen ja -kädenjäljen laskenta

Edellä toteutettuja laskelmia hyödynnetään laajemman strategisen kaupunkisuunnittelun luontojalanjäljen ja -kädenjäljen laskennassa. Esimerkkinä toimii Espoon yleiskaava 2060. Tarkoituksena on kehittää molemmille kaupungeille keinoja hyödyntää luontojalanjäljen ja -kädenjäljen laskentaa jo kaavoja suunniteltaessa, jotta luontojalanjälkeä voitaisiin pienentää mahdollisimman paljon. Laskennassa pyritään myös suoran maankäytön mittaristossa käytetyn luonnonarvohehtaarin tai luontotyyppihehtaarin yhteismitallistamiseen epäsuoran hankintojen kautta

tapahtuvan luontojalanjäljen mittariston kanssa, jotta kaupungin luontotavoitteet saataisiin luontevasti samaan pakettiin.

Toimintamallin kehittäminen rakennus- ja kaupunkisektorille luontojalanjäljen ja -kädenjäljen laskentaan

Yhteistutkimushankkeen läpileikkaavana teemana on tarkoitus kehittää toimintamalli rakennus- ja kaupunkisektorille luontojalanjäljen ja -kädenjäljen laskentaan. Tarkoituksena on siis hyödyntää hankkeen tuloksia ja luoda rakennus- ja kaupunkisektorille keinoja hyödyntää laskentamenetelmiä itsenäisesti tulevaisuuden rakentamishankkeissa ja kaavasunnittelussa. Tämä palvelee kaikkia hankkeen osapuolia, SRV:tä, Tamperetta ja Espoota, joista tehdään hankkeen kautta toimintamallin valtakunnallisia edelläkävijöitä. Lisäksi hankkeessa haetaan laajaa yhteiskunnallista vaikuttavuutta viestimällä toimintamallista aktiivisesti oleellisille sidosryhmille.

Aikataulu ja rahoitus

Hankkeeseen rekrytoidaan väitöskirjatutkija neljäksi vuodeksi Jyväskylän yliopistoon ajalle 1.9.2024-31.8.2028 (tai niin pian kuin mahdollista). Työnsä alkutaipaleella väitöskirjatutkija tekee tutkimussuunnitelman ja aikataulun, jossa kuvataan hankkeen eri vaiheiden eteneminen neljän vuoden aikana. Ohessa on alustava esitys hankkeen aikatauluksi ja osateemojen jakautuminen eri vuosille.

2024 (puolikas)	2025	2026	2027	2028 (puolikas)
<ul style="list-style-type: none">SRV:n luontojalanjäljen laskentaRakentamisen luontojalanjäljen ja -kädenjäljen laskenta (Pohjoiskansi)Aloitetaan kaupunkisuunnittelun laskennan hahmottelu	<ul style="list-style-type: none">Raportoidaan SRV:n luontojalanjälkiRakentamisen luontojalanjäljen ja -kädenjäljen laskenta (Pohjoiskansi)Kaupunkisuunnittelun luontojalanjäljen ja -kädenjäljen laskennan toteutus	<ul style="list-style-type: none">Rakentamisen luontojalanjäljen ja -kädenjäljen laskenta (Pohjoiskansi raportoidaan ja tyyppitalo aloitetaan)Hankkeen väliraportointiKaupunkisuunnittelun laskennan toteutus jatkuu	<ul style="list-style-type: none">Rakentamisen luontojalanjäljen ja -kädenjäljen laskenta (tyyppitalo)Raportoidaan kaupunkisuunnittelun luontojalanjäljen ja -kädenjäljen laskentaToimintamallin kehittäminenEspoon luontojalanjäljen laskenta	<ul style="list-style-type: none">Toimintamallin kehitys jatkuuHankkeen loppuraportointiVäitöskirja valmistuu

Hankkeen tuloksia raportoidaan joustavasti osana ohjausryhmän tapaamisia, muita tapaamisia sekä väli- ja loppuraporteissa.

Väitöskirjatutkijan ohjaajina toimivat ekologian professori Janne Kotiaho Matemaattis-luonnontieteellisestä tiedekunnasta, yritysten ympäristöjohtamisen väitöskirjatutkija Sami El Geneidy Kauppakorkeakoulusta ja Helsingin yliopiston tutkijatohdori Joel Jalkanen. Myös muita ohjaajia on mahdollista osallistaa hankkeeseen. Lisäksi väitöskirjatutkijan tukena on Jyväskylän yliopiston Resurssiviisauyhteisössä toimiva, tällä hetkellä 12 henkinen poikkitieteellinen luontojalanjälki-ryhmä. Väitöskirjatutkija integroitaisiin kiinteäksi osaksi tätä säännöllisesti viikoittain ajankohtaiseen ongelmanratkaisuun kokoontuvaa tutkijaryhmää.

Hankkeen kustannukset muodostuvat väitöskirjatutkijan kokoaikaisesta palkasta, ohjaajien osaikaisesta palkasta sekä palkkoihin liittyvistä lakisääteisistä sivukuluista ja yliopiston 30 %

yleiskustannusosuudesta. Lisäksi matkoihin ja muihin kuluihin on varattu 1500 euroa vuotuisesti. Alla on yksityiskohtaisempi erittely budjetista.

Työn kustannuksista SRV kattaa 30 000 euroa vuodessa ja kaupungeista kukin 15 000 euroa vuodessa yhteensä neljän vuoden ajan. Hankkeen todellinen aloitusajankohta ja maksuaikataulu sovitaan sopimusvaiheessa. Alla olevassa budjetissa on selkeyden vuoksi käytetty tasavuosia.

KULUT	2024	2025	2026	2027
Palkat	39200	39200	39200	39200
Sivukulut	10976	10976	10976	10976
Yleiskustannus	15053	15053	15053	15053
Matkat	1500	1500	1500	1500
Yhteensä	66729	66729	66729	66729
TULOT				
SRV	30 000	30 000	30 000	30 000
Tampere	15 000	15 000	15 000	15 000
Espoo	15 000	15 000	15 000	15 000
JYU (oma rahoitus)	6729	6729	6729	6729
Yhteensä	66729	66729	66729	66729

Valikoituja uutisia luontojalanjälki-ryhmän työstä

[Tampereen kaupungin luontojalanjälki laskettiin ensimmäisenä kaupunkina Suomessa – Nämä ovat suurimmat luontokadon aiheuttajat](#)

[Yritykset haluavat nyt tietää luontojalanjälkensä – luontokadon hallinta on taloudellisten riskien hallintaa](#)

[Suomalaistutkijat kehittivät yhden maailman ensimmäisistä luontojalanjäljen mittareista yrityksille – S-ryhmä halusi heti mukaan kokeilemaan \(yle.fi\)](#)

[Yritysten aiheuttamat luontohaitat voidaan nyt laskea – suomalaistutkijat kehittivät menetelmän yritysten luontojalanjäljen laskemiseksi - MTVUutiset.fi](#)

[Pelkän hiilijalanjäljen tuijottaminen jää historiaan, nyt lasketaan luontohaittoja - Talous | HS.fi](#)

[Näin ostokset S-ryhmässä vaikuttavat luontoon ympäri maailmaa – Suomalaistutkijat kehittävät mullistavaa mittaria luontojalanjäljelle | Talouselämä \(talouselama.fi\)](#)

[Hiilijalanjäljen seuraajaksi hahmotellaan luontojalanjälkeä – Jyväskylän yliopiston laskentamallia koeajettiin S-ryhmässä - Uutiset - Maaseudun Tulevaisuus](#)

[Suomalaistutkijat kehittivät luontojalanjälkimittarin yrityksille – pilottihanke kartoitti S-ryhmän luontohaitat - Sitra](#)

[S-ryhmä aikoo laskea koko toimintansa luontohaitat Jyväskylän yliopiston kehittämällä mallilla: "Hiilijalanjäljen kaltainen mittari" - Talous | HS.fi](#)

[Nokia backs Finnish project to create biodiversity footprint 'common language'](#)

Lähteet

Akenji, L., Bengtsson, M., Toivio, V., Lettenmeier, M., Fawcett, T., Parag, Y., Saheb, Y., Coote, A., Spangenberg, J.H., Capstick, S., Gore, T., Coscieme, L., Wackernagel, M., Kenner, D. (2021). 1.5-Degree Lifestyles: Towards A Fair Consumption Space for All. Hot or Cool Institute, Berlin. Saatavilla osoitteessa: <https://hotorcool.org/1-5-degree-lifestyles-report/>

Alkemade, R., Van Oorschot, M., Miles, L., Nellemann, C., Bakkenes, M., & Ten Brink, B. (2009). GLOBIO3: a framework to investigate options for reducing global terrestrial biodiversity loss. *Ecosystems*, 12, 374-390.

Berger, J.; Goedkoop, M.J.; Broer, W; Nozeman, R; Grosscurt, C.D.; Bertram, M., Cachia, F.; Common ground in biodiversity footprint methodologies for the financial sector, Paris, 3 October, 2018

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(7906), 420-424.

Business for Nature, Capitals Coalition, CDP. (2022). "Make It Mandatory: the case for mandatory corporate assessment and disclosure on nature." Saatavilla osoitteessa: www.businessfornature.org/make-it-mandatory-campaign

CBD. (2020). Global Biodiversity Outlook 5. Montreal. Saatavilla osoitteessa: <https://www.cbd.int/gbo/gbo5/publication/gbo-5-en.pdf>

Chaudhary, A., Veronesi, F., De Baan, L., & Hellweg, S. (2015). Quantifying land use impacts on biodiversity: combining species-area models and vulnerability indicators. *Environmental science & technology*, 49(16), 9987-9995.

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(16), 9715–9728. <https://doi.org/10.1021/acs.est.9b05153>

Crenna, E., Sinkko, T., & Sala, S. (2019). Biodiversity impacts due to food consumption in Europe. *Journal of cleaner production*, 227, 378–391. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.04.054>

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. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2023.107134>

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. <http://urn.fi/URN:NBN:fi:jyu202104232476>

El Geneidy, S., Baumeister, S., Peura, M. & Kotiaho, J.S. Value-transforming financial, carbon and biodiversity footprint accounting. Julkaisematon.

Finance for Biodiversity Foundation. (2022). Briefing paper. Top 10 biodiversity-impact ranking of company industries. Saatavilla osoitteessa: https://www.financeforbiodiversity.org/wp-content/uploads/Top10_biodiversity-impact_ranking.pdf

Hohti, J., Nieminen, E., Jalkanen, J., Oinonen, I., Huttunen, S., Pappila, M., ... & Kujala, H. (2022). Kunnat hidastamaan luontokatoa: suosituksia luontohaittojen välttämiseksi, lieventämiseksi ja kompensoimiseksi kuntien maankäytössä. *Wisdom Letters*, 2022(1). <http://urn.fi/URN:NBN:fi:jyu-202210034766>

IPBES & IPCC. (2021). Biodiversity and Climate Change. Scientific outcome. IPBES-IPCC co-sponsored workshop. Saatavilla osoitteessa: <https://www.ipbes.net/sites/default/files/2021-06/2021IPCC-IPBESscientificoutcome20210612.pdf>

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. Arneeth, 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. Razzaque, B. Reyers, R. Roy Chowdhury, Y. J. Shin, I. J. Visseren-Hamakers, K. J. Willis, and C. N. Zayas (eds.). IPBES secretariat, Bonn, Germany. Saatavilla osoitteessa: <https://ipbes.net/sites/default/files/2020-02/ipbesglobalas-sessmentreportssummaryforpolicymakers-ers.pdf>

Kotiaho, J. S., Kuusela S. Nieminen, E. & Päivinen, J. 2015. Elinympäristöjen tilan edistäminen Suomessa – ELITE-työryhmän mietintö elinympäristöjen tilan edistämisen priorisointisuunnitelmaksi ja arvio suunnitelman kokonaiskustannuksista. Suomen ympäristö 8/2015.

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. https://ec.europa.eu/environment/biodiversity/business/assets/pdf/2022/Update%20Report%204_Final.pdf

Mair, L., Bennun, L. A., Brooks, T. M., Butchart, S. H. M., Bolam, F. C., Burgess, N. D., Ekstrom, J. M. M., Milner-Gulland, E. J., Hoffmann, M., Ma, K., Macfarlane, N. B. W., Raimondo, D. C., Rodrigues, A. S. L., Shen, X., Strassburg, B. B. N., Beatty, C. R., Gómez-Creutzberg, C., Iribarrem, A., Irmadhiany, M., ... McGowan, P. J. K. (2021). A metric for spatially explicit contributions to science-based species targets. *Nature Ecology and Evolution*, 5(6), 836–844. <https://doi.org/10.1038/s41559-021-01432-0>

Marquardt, S. G., Guindon, M., Wilting, H. C., Steinmann, Z. J., Sim, S., Kulak, M., & Huijbregts, M. A. (2019). Consumption-based biodiversity footprints—Do different indicators yield different results?. *Ecological Indicators*, 103, 461-470.

Marques, A., Verones, 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. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2018.01.005>

Marques, A., Robuchon, M., Hellweg, S., Newbold, T., Beher, J., Bekker, S., ... & Sala, S. (2021). A research perspective towards a more complete biodiversity footprint: a report from the World Biodiversity Forum. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 26, 238-243.

Moilanen, A., & Kotiaho, J. S. (2018). Fifteen operationally important decisions in the planning of biodiversity offsets. *Biological conservation*, 227, 112-120.

Moilanen, A., & Kotiaho, J. S. (2020). Vapaaehtoinen ekologinen kompensatio AA Sakatti Mining Oy:n mahdolliselle Sakatin kaivokselle. Liite ympäristövaikutusten arviointiin. https://www.ymparisto.fi/sites/default/files/documents/LAPPI_Liite_18_Ekologinen_kompensaatio.pdf

Moilanen, A., & Kotiaho, J. S. (2021). Three ways to deliver a net positive impact with biodiversity offsets. *Conservation Biology*, 35(1), 197–205. <https://doi.org/10.1111/cobi.13533>

Netherlands Enterprise Agency. (2021). Biodiversity Footprint for Financial Institutions. Saatavilla osoitteessa: <https://www.government.nl/binaries/government/documenten/reports/2021/07/29/biodiversity-footprint-for-financial-institutions/Biodiversity+Footprint+for+Financial+Institutions+-+exploring+biodiversity+assessment.pdf>

Parkes, D., Newell, G., & Cheal, D. (2003). Assessing the quality of native vegetation: the ‘habitat hectares’ approach. *Ecological management & restoration*, 4, S29-S38.

Peura, M., El Geneidy, S., Pokkinen, K., Vainio, V., & Kotiaho, J. S. (2023). Väliarportti: S-ryhmän luontojalanjälki. *JYU Reports*, (20).

Pokkinen, K., El Geneidy, S., Peura, M., Vainio, V., & Kotiaho, J. S. (2023). Jyväskylän yliopiston ylioppilaskunnan hiili- ja luontojalanjälki. *JYU Reports*, (19).

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*, 1–82. <https://doi.org/10.17011/jyureports/2024/34>

Pré Sustainability. (2022). ASN Bank Biodiversity Footprint. Saatavilla osoitteessa: <https://www.asnbank.nl/web/file?uuid=14df8298-6eed-454b-b37f-b7741538e492&owner=6916ad14-918d-4ea8-80ac-f71f0ff1928e&contentid=2453>

Science Based Targets for Nature. (2023). The first science-based targets for nature. Saatavilla osoitteessa: <https://sciencebasedtargetsnetwork.org/how-it-works/the-first-science-based-targets-for-nature/>

Stadler. (2023). Pymrio: Multi-Regional Input-Output Analysis in Python. Saatavilla osoitteessa: <https://pymrio.readthedocs.io/en/latest/intro.html>

Stadler, K., Wood, R., Bulavskaya, T., Södersten, C. J., Simas, M., Schmidt, S., ... & 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. <https://doi.org/10.1111/jiec.12715>

Stadler, K., Wood, R., Bulavskaya, T., Södersten, C.-J., Simas, M., Schmidt, S., Usabiaga, A., Acosta-Fernández, J., Kuenen, J., Bruckner, M., Giljum, S., Lutter, S., Merciai, S., Schmidt, J. H., Theurl, M. C., Plutzer, C., Kastner, T., Eisenmenger, N., Erb, K.-H., ... Tukker, A. (2021). EXIOBASE 3 (3.8.2) [Data set]. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.5589597>

Taskforce on Nature-Related Financial Disclosures. (2023). TNFD Nature-Related Risk & Opportunity Management and Disclosure Framework. Saatavilla osoitteessa: <https://framework.tnfd.global/>

Taylor, I., Bull, J. W., Ashton, B., Biggs, E., Clark, M., Gray, N., ... & Milner-Gulland, E. J. (2023). Nature-positive goals for an organization's food consumption. *Nature Food*, 4, 96–108. <https://doi.org/10.1038/s43016-022-00660-2>

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 osoitteessa: <https://ec.europa.eu/environment/biodiversity/business/assets/pdf/2022/AlignReport301122.pdf>

Vainio, V., El Geneidy, S., Peura, M., Halme, P. & Kotiaho, J. Biodiversity footprint of wood and peat-fired district heating. *Julkaisematon*.

Value Balancing Alliance, Capitals Coalition & World Business Council for Sustainable Development. (2023). STANDARDIZED NATURAL CAPITAL MANAGEMENT ACCOUNTING. A methodology promoting the integration of nature in business decision making. Saatavilla osoitteessa: <https://capitalscoalition.org/wp-content/uploads/2023/06/Transparent-NCMA-Methodology-Final.pdf>

Verones, F., Hellweg, S., Antón, A., Azevedo, L. B., Chaudhary, A., Cosme, N., ... & Huijbregts, M. A. (2020). LC-IMPACT: A regionalized life cycle damage assessment method. *Journal of Industrial Ecology*, 24(6), 1201-1219.

WEF (2023). *The Global Risks Report 2023*. 18th Edition. World Economic Forum. Saatavilla osoitteessa: <https://www.weforum.org/reports/>

White, T. B., Petrovan, S. O., Bennun, L. A., Butterworth, T., Christie, A. P., Downey, H., ... & Sutherland, W. J. (2023). Principles for using evidence to improve biodiversity impact mitigation by business. *Business Strategy and the Environment*, 1–15, <https://doi.org/10.1002/bse.3389>