

Krista Pokkinen, Sami El Geneidy, Maiju Peura,  
Veera Vainio & Janne S. Kotiaho

# JYVÄSKYLÄN YLIOPISTON YLIOPPILASKUNNAN HIILI- JA LUONTOJALANJÄLKI



JYVÄSKYLÄN YLIOPISTO  
UNIVERSITY OF JYVÄSKYLÄ

JYU REPORTS 19

Krista Pokkinen, Sami El Geneidy, Maiju Peura,  
Veera Vainio & Janne S. Kotiaho

JYVÄSKYLÄN YLIOPISTON  
YLIOPPILASKUNNAN  
HIILI- JA LUONTOJALANJÄLKI



JYVÄSKYLÄN YLIOPISTO  
UNIVERSITY OF JYVÄSKYLÄ

JYVÄSKYLÄ 2023

Copyright © 2023, by University of Jyväskylä and authors

Permanent link to this publication: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-951-39-9500-3>

ISBN 978-951-39-9500-3 (PDF)

URN:ISBN:978-951-39-9500-3

ISSN 2737-0046

DOI: 10.17011/jyureports/2023/19



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International license (CC BY 4.0).

# Sisällysluettelo

Tiivistelmä .....	4
Abstract.....	5
Sanasto.....	6
1 Johdanto .....	8
2 Menetelmä .....	10
Lähtötiedot ja rajaukset .....	10
Hiili - ja luontojalanjäljen laskentamenetelmä .....	11
Kirjanpidon valinta ja tarkkuustaso.....	12
Menetelmävalinta.....	12
Luontohaitan ajurit.....	12
Luontohaitta .....	14
Kirjanpidon kategorioiden ja hintojen harmonisointi.....	16
3 Tulokset .....	17
Hiilijalanjälki .....	17
Elintarvikkeet .....	19
Energia ja vesi .....	21
Jätehuolto .....	22
Työmatkat.....	23
Luontojalanjälki.....	24
Elintarvikkeet .....	27
Energia ja vesi .....	29
Jätehuolto .....	31
4 Jalanjälkien pienentäminen .....	32
5 Kompensaatiot.....	37
Lähteet .....	41
Rahoittajat.....	46
Kirjoittajat.....	47

## Tiivistelmä

Tässä hankkeessa laskettiin Jyväskylän yliopiston ylioppilaskunnan (JYY) merkittävimpien toimintojen vuoden 2021 hiili- ja luontojalanjälki eli ilmasto- ja luontohaitat. Menetelmä perustuu pääosin muun muassa EXIOBASE ja LC-IMPACT-tietokantoihin, joiden avulla pystytään talouskirjanpitoon perustuen selvittämään eri tuotteiden ja palveluiden aiheuttamat ilmasto- ja luontohaitat sekä niiden maantieteelliset sijainnit. JYY:n vuoden 2021 hiilijalanjälki oli 2017 t CO<sub>2e</sub>, maaekosysteemeihin kohdistuva luontojalanjälki oli 8,30E-09 PDF (globaali osuus lajeista, jotka ovat riskissä kuolla sukupuuttoon), makean veden ekosysteemeihin kohdistuva luontojalanjälki oli 1,42E-09 PDF ja meriekosysteemeihin kohdistuva luontojalanjälki oli 1,05E-08 PDF. Vuonna 2021 rakentaminen aiheutti suurimman hiili- ja luontojalanjäljen. Rakentaminen aiheutti 25 % JYY:n hiilijalanjäljestä, 22 % maaekosysteemeihin kohdistuvasta luontojalanjäljestä ja 20 % makean veden ekosysteemeihin kohdistuvasta luontojalanjäljestä. Muita suuria hiilijalanjäljen aiheuttajia olivat rakennusten huolto- ja korjaus (11 %), siivous- ja puhtaanapitopalvelut (11 %) sekä elintarvikkeet (10 %). Elintarvikkeet aiheuttivat 85 % meriekosysteemeihin kohdistuvasta luontojalanjäljestä. Elintarvikkeista kalatuotteet ja punaisen lihan tuotteet aiheuttivat suurimman hiili- ja luontojalanjäljen. Sähkön ja lämmön kulutus aiheuttivat yhteensä 10 % JYY:n hiilijalanjäljestä sekä 15–19 % maaekosysteemeihin ja makean veden ekosysteemeihin kohdistuvasta luontojalanjäljestä. Jätehuollossa eniten haittaa aiheutti sekajätteen polttaminen. Hankkeessa laskettiin myös skenaarioita, kuinka paljon JYY voisi pienentää hiili- ja luontojalanjälkiään vähentämällä energiankulutusta ja rakentamisen materiaalien käyttöä, edistämällä kierrätystä sekä korvaamalla lihatuotteita kasviperäisillä vaihtoehdoilla.

## Abstract

In this project, the carbon and biodiversity footprint, i.e. climate and biodiversity impacts, of the most important activities of The Student Union of the University of Jyväskylä (JYY) in 2021 were calculated. The method is mostly based on EXIOBASE and LC-IMPACT databases, which can be used to calculate the carbon and biodiversity footprints of different products and services, from financial accounting. The carbon footprint in 2021 was 2017 t CO<sub>2e</sub>. The biodiversity footprint for land ecosystems was 8,30E-09 PDF (potentially disappeared fraction of species globally), 1,42E-09 PDF for freshwater ecosystems and 1,05E-08 PDF marine ecosystems. In 2021, construction activities caused the biggest carbon and biodiversity footprints. Construction activities caused 25% of the total carbon footprint, 22% of the biodiversity footprint for land ecosystems and 20% of the biodiversity footprint for freshwater ecosystems. Other major causes for the carbon footprint were maintenance and repair of buildings (11%), cleaning and sanitation services (11%) and food products (10%). Food products caused 85% of the biodiversity footprint for marine ecosystems. Fish products and products of red meat had the highest contribution to the carbon and biodiversity footprints of food consumption. Electricity and heat consumption caused 10 % of the total carbon footprint of JYY and 15-19 % of the biodiversity footprints in terrestrial and freshwater ecosystems. The burning of mixed waste had the highest contribution to the footprints in waste management. The project also calculated scenarios on how The Student Union could reduce its carbon and biodiversity footprint, for example by reducing energy consumption and the use of construction materials, enhancing recycling, and replacing meat products with plant-based alternatives.

## Sanasto

**Ajuri** | Luontohaitan suora aiheuttaja kuten maan- ja vedenkäyttö, luonnonvarojen suora hyödyntäminen, ilmastonmuutos, saasteet tai haitalliset vieraslajit.

**Ekologinen kompensatio** | Hyvitetään yhtäällä tapahtuva luontoarvojen heikennys ennallistamalla ja/tai suojelemalla luontoa toisaalla.

**Hankinta** | Hankinta kuvaa organisaation tuotteiden ja palvelujen ostoja.

**Hiilidioksidiekvivalentti (CO<sub>2</sub>e)** | Hiilijalanjäljen mittaamisessa käytetty yksikkö, joka kuvaa kasvihuonekaasujen (esimerkiksi hiilidioksidin, metaanin ja dityppioksidin) yhteenlaskettua ilmastoa lämmittävää vaikutusta.

**Hiilijalanjälki** | Kuvaa tietyn rajattavissa olevan kokonaisuuden (esim. organisaatio tai yksilö) aiheuttamia haittoja eli negatiivisia vaikutuksia ilmastolle. Synonyymi ilmastohaitalle.

**Hiilikompensaatio** | Keino, jolla pyritään kompensoimaan eli hyvittämään aiheutetun toiminnan hiilijalanjälki rahoittamalla, usein jo toteutettuja, pysyviä päästövähennyksiä tai hiilinieluja.

**Hiilineutraali** | Hiilineutraalisuus saavutetaan, kun nettopäästöt ovat nolla eli päästöt ja niiden kompensatiot ovat yhtä suuret. Vrt. luonnon kokonaisuusheikentymättömyys.

**Hyvitys** | Hyvitysalueella toteutettavasta toimenpiteestä syntyvä hyöty luonnolle.

**Ilmastohaitta** | Synonyymi hiilijalanjäljelle.

**Lieventämishierarkia** | Ihmisen toiminnalla aiheutetut haitat luonnolle tulisi ensisijaisesti välttää, toissijaisesti minimoida ja viimesijaisesti joko hyvittää ne ekologisella kompensatiolla tai ennallistaa ne paikan päällä.

**Luonnon kokonaisuusheikentymättömyys** | Luonnon tilan ei sallita heiketä suhteessa nykytilanteeseen. Jotta luonnon kokonaisuusheikentymättömyys

saavutetaan, kompensaation tuottaman hyödyn luonnolle on oltava yhtä suuri kuin luontoarvojen heikennyksen. Vrt. hiilineutraali.

**Luontohaitta** | Synonyymi luontojalanjäljelle. Ihmisen toiminnan, kuten maankäytön, aiheuttama negatiivinen vaikutus eli haitta luonnolle.

**Luontojalanjälki** | Kuvaa tietyn rajattavissa olevan kokonaisuuden (esim. organisaatio tai yksilö) aiheuttamia haittoja eli negatiivisia vaikutuksia luonnolle ja luonnon monimuotoisuudelle. Synonyymi luontohaitalle.

**PDF (potentially disappeared fraction of species)** | Luontojalanjäljen yksikkö, joka kuvaa potentiaalista osuutta lajeista, jotka ovat riskissä kuolla sukupuuttoon luontohaittaa aiheuttavien suorien ajureiden, kuten maankäytön seurauksena.

**Päästö** | Synonyymi hiilijalanjäljelle ja ilmastohaitoille.

**Sisäinen kompensaatio** | Organisaation sisäinen kompensaation kaltainen taloudellinen ohjausvaikutus, jolla pyritään hiili- ja luontojalanjäljen verotuksen kautta sekä vähentämään organisaation ilmasto- ja luontohaittoja että investoimaan organisaation kädenjälkeen eli sen toimintojen positiivisten vaikutusten vahvistamiseen.

**Ulkoinen / perinteinen kompensaatio** | (Hiili)kompensaatiomalli, jossa ostetaan rahalla ulkoiselta palveluntarjoajalta päästövähennysyksiköitä.



# 1 JOHDANTO

Luonnon monimuotoisuus tarkoittaa elämää sen kaikissa eri muodoissa ja luontokato tarkoittaa luonnonvaraisen elämän hiipumista maapallolta (Luontopaneeli 2022). Viisi tärkeintä syytä maailmanlaajuiseen luontokatoon ovat, että ihmiskuntana olemme ottaneet muiden lajien tarvitsemat elinympäristöt omaan käyttöömme muuttaen niitä voimakkaasti, käytämme luonnonvaraisia lajeja suoraan hyväksemme ravintona tai hyödykkeinä, olemme aiheuttaneet evolutiivisen sopeutumisen näkökulmasta liian nopean ilmastonmuutoksen, olemme pilanneet ja saastuttaneet ympäristöä sekä siirtäneet lajeja alueille, joille ne eivät luonnostaan kuulu (IPBES 2019, Luontopaneeli 2022). Luontokadossa ei ole kyse vain ympäristöstä. Kyse on kestävästä kehityksestä, taloudesta, väestön hyvinvoinnista ja terveydestä, kansainvälisestä turvallisuudesta sekä etiikasta ja moraalista. Luontokato ja elinympäristöjen heikentäminen on nyt nopeampaa kuin koskaan aikaisemmin ihmiskunnan historiassa (IPBES 2018).

Ihmistoiminnan aiheuttamat kasvihuonekaasut ovat vuosien saatossa lämmittäneet maapalloamme. Tällä hetkellä ilmaston lämpeneminen on nopeinta 2000 vuoteen ja keskilämpötila on noussut noin 1,1 °C esiteolliseen aikaan verrattuna (IPCC 2021). Luontokadon ja ilmastonmuutoksen torjunnan epäonnistuminen on nostettu vaikutuksiltaan kolmen vakavimman ihmiskuntaa uhkaavan riskin joukkoon (WEF 2022). Lisäksi kansainvälinen tiedeyhteisö on todennut, että ilmastonmuutoksen rajoittaminen suotuisan ilmaston säilyttämiseksi ja luontokadon pysäyttäminen ovat toisiaan tukevia tavoitteita ja ne on ratkaistava samanaikaisesti (Pörtner ym., 2021).

Ilmastonmuutoksen ja luontokadon pysäyttäminen vaativat toimia kaikilla yhteiskunnan sektoreilla. Jotta ilmasto- ja luontohaittoja voidaan välttää ja vähentää, tarvitaan tietoa toimintojen ja hankintojen aiheuttamista haitoista. Ilmastohaittojen eli hiilijalanjäljen laskenta ja raportointi on jo saanut

jalansijaa organisaatioissa (esim. El Geneidy ym., 2021; Shi & Yin, 2021), mutta vastaavan tason ymmärrys ja työkalut luontohaittojen eli luontojalanjäljen osalta ovat vielä kehitteillä (esim. Bull ym., 2022; El Geneidy ym., 2021; Marques ym., 2017). Tässä hankkeessa tuodaan luontojalanjälki hiilijalanjäljen rinnalle laskemalla Jyväskylän yliopiston ylioppilaskunnan (JYY) vuoden 2021 hankintojen aiheuttama hiili- ja luontojalanjälki. Laskenta perustuu JYU.Wisdomin Sustainability for JYU-hankkeessa kehitettyyn menetelmään, jossa selvitettiin Jyväskylän yliopiston hankintojen aiheuttama hiili- ja luontojalanjälki (El Geneidy ym. 2021).

## 2 MENETELMÄ

### Lähtötiedot ja rajaukset

JYY on Jyväskylän yliopiston opiskelijoiden etu- ja palvelujärjestö ja sillä on noin 12 000 jäsentä. Jäseniä ovat Jyväskylän yliopistoon ilmoittautuneet perustutkinto-opiskelijat. JYY:n tehtävänä on jäsenten edunvalvonta, jonka lisäksi JYY:llä on kiinteistö- ja liiketoimintaa. JYY vastaa Kortepohjan ylioppilaskylän kehittämisestä, joka on yli 2000 opiskelijan koti. Kortepohjassa on 21 asuinrakennusta ja neljä liike- ja palvelurakennusta. Vuonna 2021 JYY:llä oli 26 vakituista työntekijää (JYY 2021). JYY:llä on seitsemän tytäryhtiötä: Soihtu-Palvelut Oy, Soihtu Kiinteistöhallinta Oy, Soihtu Tontit Oy, Asunto Oy Jyväskylän JYY-asunnot, As Oy Soihtu Jyväskylän Korttelikylä, Kiinteistö Oy Jyväskylän ylioppilastalo sekä Soihtu varanhankinta Ky (Soihtu 2022a). JYY:n liiketoiminnasta vastaa Soihtu (JYY 2022a). Soihtu kehittää ja ylläpitää kiinteistöomaisuutta sekä ravintolapalveluita (Soihtu 2022b). Ravintolapalvelut muodostuvat ravintola Ilokivestä ja Semma Oy:n osakkuusyhtiöstä. Ravintola Ilokivi toimii yliopiston Seminaarinmäen kampuksella ja siihen kuuluu lounasravintola sekä rock-klubi Venue (Ilokivi 2022).

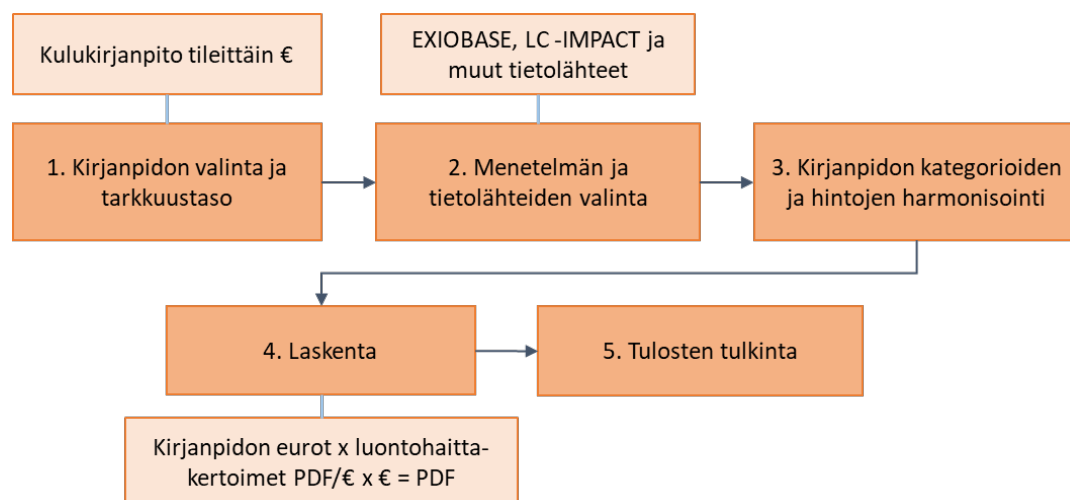
JYY:lle on tehty edellinen hiilijalanjäljen laskenta vuoden 2019 toiminoista. JYY on lisäksi tehnyt ilmastokestävyyden tiekartan vuoteen 2025 päästöjen vähentämistä varten. JYY:llä on tavoitteena olla hiilineutraali vuoteen 2025 mennessä. Tässä raportissa esittelemme JYY:n hankintojen, energian- ja vedenkulutuksen sekä jätehuollon vuonna 2021 aiheuttamat ilmastohaavat ja luontohaavat. Haitat laskettiin Asunto Oy Jyväskylän JYY-Asuntojen, Kiinteistö Oy Jyväskylän ylioppilastalon, Soihtu-Palvelujen sekä JYY:n tekemistä hankinnoista. Muiden tytäryhtiöiden kulutus arvioitiin niin pieneksi, että ne rajattiin laskennan ulkopuolelle. Lisäksi selvitimme tarkemmin lounasravintola

Ilokiven elintarvikkeiden hankintojen aiheuttamat haitat. Venuen elintarvikehankinnat rajattiin laskennan ulkopuolelle. Ilmastohaittojen kohdalla laskettiin myös työmatkojen aiheuttamat haitat. Tulevaisuudessa hiili- ja luontojalanjäljen laskentaan on tärkeää sisällyttää kaikki organisaation toiminnot ja yhtiöt.

Lähtötietoina toimivat talouskirjanpito ja Ilokiveltä saadut tiedot lounasravintolan elintarvikkeiden hankinnoista. Jalanjäkilaskuissa ei huomioitu kaikkia talouskirjanpidossa olleita tilejä. Laskuista on poistettu esimerkiksi palkat, verot, korkokulut, provisiot, luottotappiot sekä sisäisten ostojen tilit.

## Hiili – ja luontojalanjäljen laskentamenetelmä

Organisaation talouskirjanpitoon pohjautuva hiili- ja luontojalanjäljen arviointi voidaan jakaa viiteen eri vaiheeseen (Kuva 1, El Geneidy ym. julkaisematon). Hiili- ja luontojalanjäljen laskenta aloitetaan valitsemalla sopivat organisaation kirjanpidot ja niiden tarkkuustasot. Tämän jälkeen valitaan laskentamenetelmä. Tässä raportissa käytetään Sustainability for JYU -hankkeessa kehitettyä menetelmää, joka yhdistää EXIOBASE (Stadler, ym. 2018) ja LC-IMPACT (Verones ym., 2020) -tietokantojen tietoja (tarkemmin alla). Seuraavaksi organisaation kirjanpidon kategoriat ja hinnat harmonisoidaan vastaamaan laskentamenetelmässä käytettyjä tietoja. Näiden vaiheiden jälkeen voidaan suorittaa itse laskenta ja tulosten tulkinta. Kuvan 1 vaiheet käydään läpi yksityiskohtaisemmin seuraavissa osioissa.



**Kuva 1.** Hiili- ja luontojalanjäljen laskennan eri vaiheet. Tummat laatikot kuvaavat yleisiä vaiheita, joihin vaaleat laatikot antavat lisätietoa. Kuva muokattu tutkimuksesta El Geneidy ym. julkaisematon.

## **Kirjanpidon valinta ja tarkkuustaso**

Hiili- ja luontojalanjäljen laskentaa tehtiin JYY:n, Asunto Oy Jyväskylän JYY-Asuntojen, Kiinteistö Oy Jyväskylän ylioppilastalon ja Soihtu-Palvelujen tekemille hankinnoille. Laskenta toteutettiin hyödyntämällä JYY:n ja sen tytäryhtiöiden talouskirjanpitoja, jotka sisälsivät aineiden, tavaroiden sekä palvelujen ostoja. Talouskirjanpito sisälsi lisäksi sähkön, lämmön, veden ja jätehuollon kuluja. Elintarvikkeiden osalta saatu tieto oli tuotteittain. Hinnat olivat euroissa ilman arvonlisäveroa.

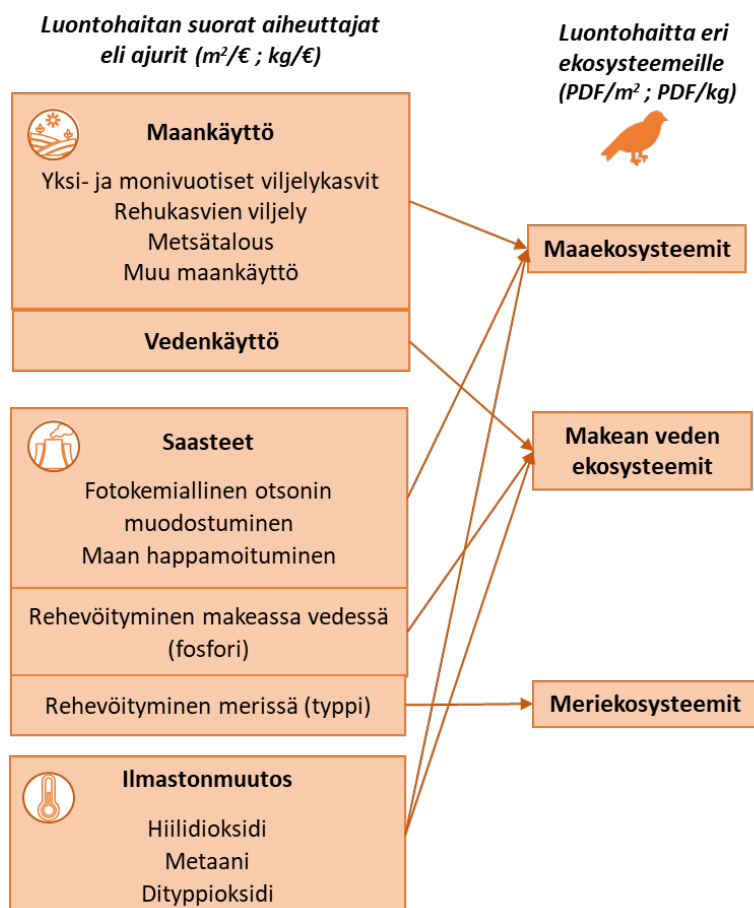
## **Menetelmävalinta**

Laskentamenetelmä yhdistää erilaisia avoimia, globaaleja tietokantoja ja aineistoja (El Geneidy ym. julkaisematon). Ilmastohaittojen aiheuttajat, luontohaitan suorat aiheuttajat eli luontohaitan ajurit ja niiden sijainti mallinnetaan EXIOBASE- tietokannan avulla. Luontohaitan ajurien aiheuttama luontohaitta mallinnetaan puolestaan LC-IMPACT- tietokannan avulla. Seuraavat osiot antavat lisätietoa menetelmistä.

## **Luontohaitan ajurit**

EXIOBASE on ympäristölaajennettu monialueellinen panos-tuotostietokanta (environmentally extended multi-regional input-output database, EEMRIO), joka sisältää aineistoja eri valtioiden ja alueiden välillä liikkuvista vienti- ja tuontivirroista sekä niiden ympäristövaikutuksista toimialasektoreittain (Stadler ym. 2018). Tietokanta yhdistää rahavirrat kulutuksen aiheuttamiin luontohaitan ajureihin. Käytetty EXIOBASE:n versio 3.8.2 sisältää aineistot 200 tuotekategoriasta 44 valtiossa ja viidellä laajemmalla alueella, joihin loput valtiot jakautuvat (Stadler ym. 2018, 2021). EXIOBASE:n kertoimet ovat vuodelta 2019.

EXIOBASE:n avulla saadaan laskettua kuinka suuren määrän luontohaitan ajuria, kuten esimerkiksi tietynlaista maankäyttöä, tietyn tuotteen kulutus Suomessa (euroina) aiheuttaa. EXIOBASE:sta saadaan päästökertoimet (kg CO<sub>2</sub>e/€), joita on käytetty hiilijalanjäljen laskennassa. Luontokadon ajureista tarkastellaan maankäytön (15 maankäyttökategoriaa, esim. metsätalous ja lihakarjan laidunnus) lisäksi saasteita (5 kategoriaa, esim. typpi- ja fosforipäästöt), ilmastonmuutosta (hiilidioksidi-, typpioksidi- ja metaanipäästöt) sekä vedenkäyttöä (Kuva 2).



**Kuva 2.** Luontohaitassa huomioitua haitan suoria aiheuttajia eli ajureita eri ekosysteemeille. Esimerkiksi maaekosysteemiin kohdistuvassa luontohaitassa on huomioitu maankäytön, saasteiden ja ilmastonmuutoksen vaikutukset.

EXIOBASE:sta saadaan myös tietoa siitä, miten Suomessa kulutetun tuotekategorian vaikutukset jakautuvat maillain. Valtioita on 44 kappaletta (mm. Suomi ja monet Euroopan maat ovat omina valtioinaan). Viisi laajempaa aluetta ovat Afrikka (Etelä-Afrikka erillisenä valtiona 44 valtion joukossa), Väli- ja Etelä-Amerikka (Brasilia ja Meksiko erillisinä valtioina), Aasia ja Tyynenmeren alue (Kiina ja Japani erillisinä valtioina), Lähi-Itä sekä Eurooppa sisältäen pieniä valtioita ja saarivaltioita, kuten Vatikaani ja Islanti.

EXIOBASE:ssa on 200 tuotekategoriaa, joille voidaan laskea maakohtaiset luontohaitan ajurien määrät. Tuotekategorioita ovat esimerkiksi maitotuotteet, kalatuotteet, sähkölaitteet, tuulivoimalla tuotettu sähkö ja IT-palvelut. EXIOBASE:n kautta ei voi siis vertailla kovin tarkkoja tuotekategorioita. Menetelmällä ei myöskään pystytä tarkastelemaan vaihtoehtoisen tuotantotavan, kuten esimerkiksi luomutuotannon, vaikutuksia. EXIOBASE kuitenkin mahdollistaa JYY:n tapauksessa kaikkien eri toimialojen luontohaittaa aiheuttavien ajureiden laskennan.

## Luontohaitta

Organisaation luontojalanjäljen, eli sen toiminnan aiheuttamien luontohaittojen, laskemiseksi tarvitaan neljä asiaa: kulutuksen tyyppi ja määrä, luontohaitan aiheuttajan eli luontohaitan ajurin tyyppi ja määrä, maantieteellinen sijainti sekä ajurin aiheuttama haitta luonnon monimuotoisuudelle (Kuva 3). JYY:n luontojalanjälkeä tarkastellaan maan- ja vedenkäytön, ilmastonmuutoksen sekä saasteiden kautta.

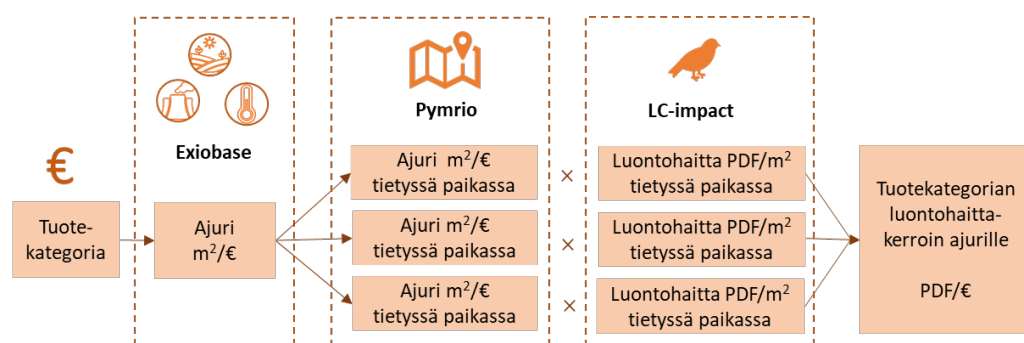


**Kuva 3.** Luontojalanjäljen laskentaan tarvittavat elementit. Luontokadon viisi ajuria kansainvälisen luontopaneelin määritelmän mukaisesti (IPBES, 2019).

Luontohaitan laskennassa tarvitaan lisäksi LC-IMPACT-tietokantaa, jonka avulla voidaan laskea kuinka paljon tietty ajuri aiheuttaa luontohaittaa (Veronesi ym. 2020). Luontohaitan mittarina käytetään osuutta lajeista, jotka ovat riskissä kuolla sukupuuttoon globaalisti (PDF = potentially disappeared fraction of species globally). Mittari kuvaa osuutta lajeista, jotka ovat riskissä kuolla sukupuuttoon tulevaisuudessa, jos haitallinen toiminta jatkuu. Luontohaitta-indikaattorin taustalla on laajoja aineistoja ja tutkimuksia lajien levinneisyyksistä ja uhanalaisuudesta sekä lajiryhmien herkkyydestä eri luontokadon ajureille. Luontohaitta on arvioitu erikseen maaekosysteemien, makean veden ekosysteemien ja meriekosysteemien lajistoille (Kuva 2). Kuvasta 2 näkee, mitkä ajurit on huomioitu eri ekosysteemien luontohaitassa. Esimerkiksi vedenkäyttö sisältyy vain makean veden ekosysteemeihin kohdistuvaan luontohaittaan.

LC-IMPACT tarjoaa maakohtaiset luontohaittakertoimet eri luontokadon ajureille maittain (eri maita 244 kappaletta). Luontohaittakertoimet ovat esimerkiksi muotoa PDF/m<sup>2</sup> tai PDF/kg ja ne ovat maakohtaisia, sillä tietty määrä luontohaitan ajuria aiheuttaa eri määrän globaalia luontohaittaa eri maissa. Luontohaittakertoimet (globaali PDF/yksikkö ajuria) ovat tyypillisesti suurimpia monimuotoisesti rikkailla alueilla päiväntasaajan seuduilla. Kun EXIOBASE:sta on saatu tietyn tuotekategorian aiheuttama tietty luontokadon

ajurin määrä ja sen jakautuminen eri maihin (LC-IMPACT:ssa on tarkempi maakohtainen jaottelu kuin EXIOBASE:ssa), maakohtaiset ajurit (esim. muotoa  $m^2/€$ ) kerrotaan maakohtaisilla luontohaittakertoimilla (esim. muotoa  $PDF/m^2$ ) (Kuva 4). Tulokseksi saadaan maakohtaiset  $PDF/€$  -kertoimet, joiden summa on lopulta tuotekategorian luontohaittakerroin  $PDF/€$  tietylle luontokadon ajurille (Kuva 4). Kun tämä on tehty kaikille eri luontohaitan ajureille, samaan ekosysteemiin vaikuttavat luontohaittakertoimet summataan yhteen ja tulokseksi saadaan lopulta luontohaittakertoimet maaekosysteemeille, makean veden ekosysteemeille ja meriekosysteemeille muodossa  $PDF/€$  (Kuva 2).



**Kuva 4.** Kaaviokuva EXIOBASEn ja LC-IMPACTin yhdistämisestä luontohaittakertoimen laskemiseksi. Esimerkissä tuotekategoria (200 tuotekategoriaa) aiheuttaa luontokadon aiheuttajaa eli ajuria (15 ajuria) tietyn määrän, kuvan esimerkissä muodossa  $m^2/€$ . Ajuri kohdennetaan Pymrion avulla eri maihin (tai alueisiin) (49 maata). Maakohtaiset ajurit ( $m^2/€$ ) kerrotaan maakohtaisilla luontohaittakertoimilla ( $PDF/m^2$ ) ja tulosten summa on ajurin luontohaittakerroin tuotekategorialle muodossa  $PDF/€$ .

Eri ekosysteemit sisältävät eri lajiryhmiä. Maaekosysteemiin ja makean veden ekosysteemiin kohdistuvat luontohaitat sisältävät seuraavat lajiryhmät: nisäkkäät, linnut, sammakkoeläimet, matelijat, putkilokasvit. Maaekosysteemiin kohdistuvan luontohaitan taustalla on tutkimustietoa esimerkiksi siitä, miten erilaiset maankäyttömuodot muuttavat elinympäristöjä, miten ilmastonmuutos muuttaa elinympäristöjen levinneisyyksiä ja miten maan happamoituminen vaikuttaa kasvien lajimääriin. Makean veden ekosysteemiin kohdistuvan luontohaitan taustalla on tietoa esimerkiksi siitä, miten vedenkäyttö pienentää kosteikkojen pinta-alaa, miten ilmastonmuutos muuttaa jokien virtausta ja fosfori aiheuttaa rehevöitymistä vesistöissä. Meriekosysteemiin kohdistuva luontohaitta sisältää lajiryhmät: hummerit, luukalat, rustokalat ja merikurkut. Luontohaitta perustuu tutkimustietoon tyyppien rehevöittävästä vaikutuksesta merissä. Eri ekosysteemien luontohaittoja ei suositella



yhdistettävän, sillä eri ekosysteemit saivat todennäköisesti eri painoarvoja, ja näitä ei ole toistaiseksi tutkimuskirjallisuudessa vielä saatavilla (Verones ym. 2020).

Mittarin yksikkö PDF tuottaa usein hyvin pieniä arvoja (PDF saa arvon 0 ja 1 välillä), jolloin luontohaitan merkittävyys voi olla haastavaa hahmottaa. Mittari kuitenkin mahdollistaa organisaation sisällä haitallisimpien tuotekategorioiden tunnistamisen ja eri tuotteiden välisen vertailun.

### **Kirjanpidon kategorioiden ja hintojen harmonisointi**

JYY:n kirjanpidon jokaiselle tuotekategorialle valittiin sopiva EXIOBASE:n tuotekategoria 200 vaihtoehdosta. Joissain tapauksissa oli tarpeen käyttää keskiarvoa kahdesta tai useammasta eri EXIOBASE:n tuotekategoriasta.

JYY:n aineistot olivat vuodelta 2021. EXIOBASE:n tiedot ovat vuodelta 2019, joten JYY:n kirjanpidon eurot oli muutettava vastaamaan vuoden 2019 hintoja. Muunnos tehtiin vähentämällä 2021 hinnoista inflaation vaikutus (keskimääräisen kuluttajahintaindeksin mukainen), tässä tapauksessa 2,8 % (Tilastokeskus 2022a). JYY:n kirjanpidon eurot ovat myös ns. ostajanhintoja (määritelmä: Tilastokeskus 2022b), mutta EXIOBASE:n eurot ovat perushintoja (määritelmä: Tilastokeskus 2022c). JYY:n kirjanpidon hinnat muutettiin perushinnoiksi ottamalla huomioon tuoteverot, tuotetuet, kaupan ja kuljetuksen lisät ja arvonlisävero. Muunnos tehtiin tuotekategoriakohtaisella hintakorjauskertoimella (El Geneidy ym., julkaisematon). Käytännössä nämä muunnokset pienentävät laskennassa käytettäviä euromääriä suhteessa kirjanpidon hintoihin (Kaava 1).

$$\text{Kirjanpidon eurot perushinta} = \text{Kirjanpidon eurot} - (\text{Kirjanpidon eurot} \times \text{Inflaatiokerroin}) - (\text{Kirjanpidon eurot} \times \text{Hintamuunnoskerroin})$$

#### **Kaava 1** Hintamuunnoksen laskenta

Kun JYY:n kirjanpidon aineisto oli harmonisoitu vastaamaan EXIOBASE:n tuotteiden hintoja, saatiin laskettua organisaation hiilijalanjälki kertomalla kirjanpidon eurot päästökertoimilla (kg CO<sub>2</sub>e/€) ja luontojalanjälki kertomalla kirjanpidon eurot luontohaittakertoimilla (PDF/€ erikseen eri ekosysteemeille). Lopputuloksena saatiin organisaation hiilijalanjälki ja luontojalanjälki erikseen eri ekosysteemeille.

### 3 TULOKSET

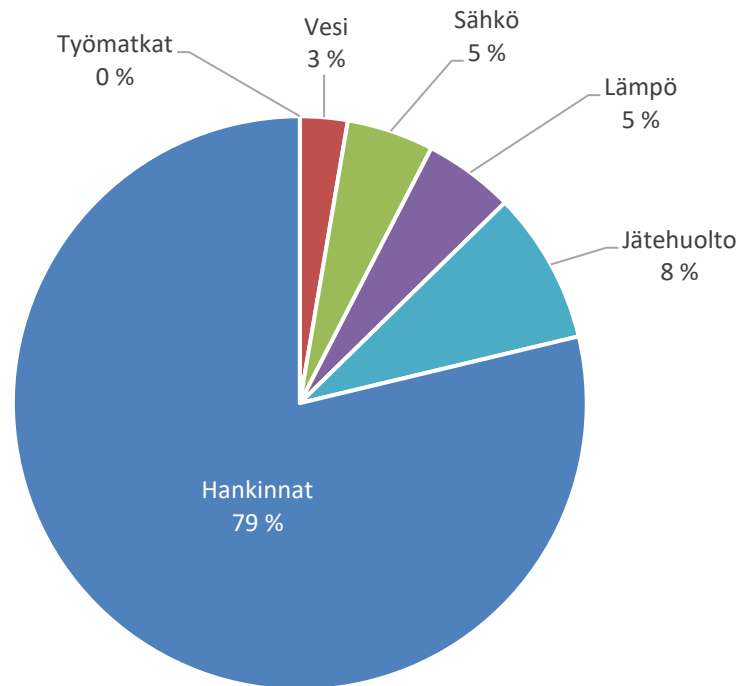
Hankinnat (ilman elintarvikkeita) aiheuttivat suurimman osan JYY:n vuoden 2021 hiilijalanjäljestä (69 %) sekä maaekosysteemeihin (62 %) ja makeanveden ekosysteemeihin (61 %) kohdistuvista luontojalanjäljistä (Taulukko 1). Hankintoihin kulutettiin myös eniten euroja (75 %). Elintarvikkeet aiheuttivat suurimman osan meriekosysteemeihin kohdistuvasta luontojalanjäljestä (85 %). Eri kategorioiden tuloksia esitellään tarkemmin seuraavissa kappaleissa.

**Taulukko 1.** Yhteenvedo tuloksista, osuudet jalanjäljistä ja euroista (%).

	Hiilijalanjälki (%)	Luontojalanjälki maaekosysteemit (%)	Luontojalanjälki makean veden ekosysteemit (%)	Luontojalanjälki meriekosysteemit (%)	Eurot (%)
Hankinnat (ei sis. elintarvikkeita)	69	62	61	14	75
Elintarvikkeet	10	14	10	85	3
Lämpö	5	8	9	1	8
Sähkö	5	7	10	0	7
Vesi	3	3	3	0	5
Jätehuolto	8	6	7	0	2
Työmatkat	0	-	-	-	0

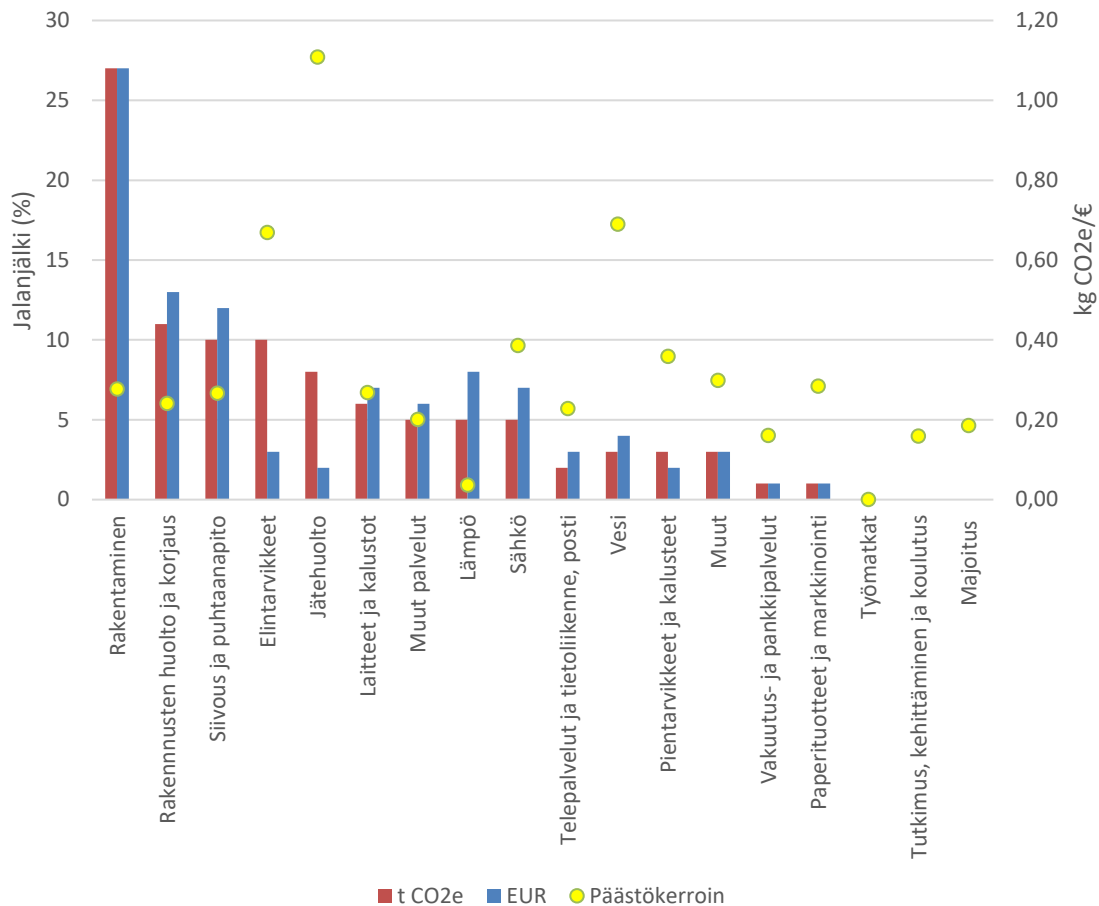
#### Hiilijalanjälki

JYY:n kokonaishiilijalanjälki vuonna 2021 oli 2018 tonnia hiilidioksidiekvivalenttia (t CO<sub>2</sub>e), josta 79 % (1600 t CO<sub>2</sub>e) koostui hankinnoista, 8 % (168 t CO<sub>2</sub>e) jätehuollosta, 5 % lämmöstä (100 t CO<sub>2</sub>e) ja sähköstä (96 t CO<sub>2</sub>e) sekä 3 % (53 t CO<sub>2</sub>e) vedenkulutuksesta (Kuva 5). Työmatkojen osuus hiilijalanjäljestä oli 0,01 % (0,13 t CO<sub>2</sub>e).



**Kuva 5.** JYY:n hiilijalanjäljen jakauma (2018 t CO<sub>2</sub>e).

JYY:n hiilijalanjäljestä 27 % (546 t CO<sub>2</sub>e) tuli rakentamisesta (Kuva 6). Toiseksi suurin hiilijalanjälki (11 %) syntyi rakennusten huolloista ja korjauksista (221 t CO<sub>2</sub>e). Tämä sisältää esimerkiksi asuntojen korjauksia ja maalauksia. Siivous ja puhtaanapito sisältää siivous- ja pesupalveluita sekä siivoukseen tarvittavia tarvikkeita ja ne aiheuttivat 10 % (210 t CO<sub>2</sub>e) hankintojen hiilijalanjäljestä. Elintarvikkeet sisältävät Ilokiven lounasravintolan ruoka- sekä juomaostoja ja aiheuttivat 10 % (196 t CO<sub>2</sub>e) hankintojen hiilijalanjäljestä. Elintarvikkeiden aiheuttaman hiilijalanjäljen tarkempi tarkastelu esitetään sivulla 18.



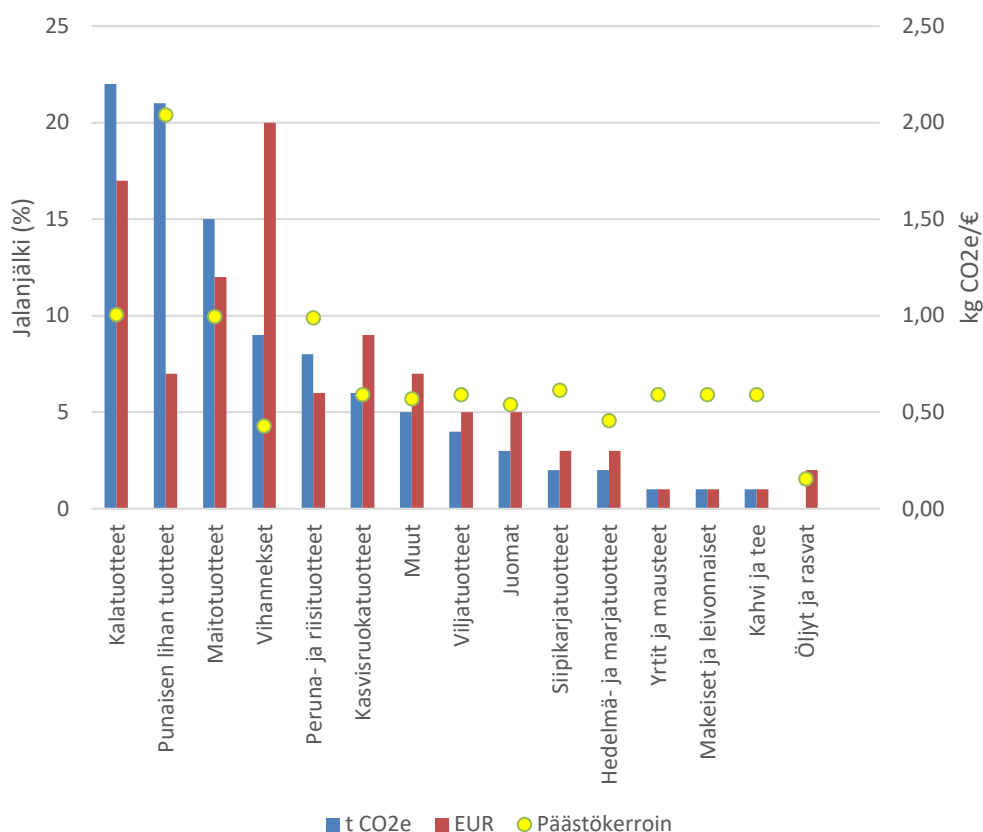
**Kuva 6.** Hiilijalanjäljen (t CO<sub>2</sub>e) ja taloudellisen kulutuksen (€) prosenttiosuudet jalanjälkien kokonaismäärästä sekä keskimääräiset päästökertoimet (kg CO<sub>2</sub>e/€) kategorioittain.

Rakentamisen aiheuttamaa suurta hiilijalanjälkeä ohjasi osaltaan siihen käytettyjen hankintojen rahallinen määrä. Rakentamiseen liittyvien hankintojen rahallinen osuus oli 27 % talouskirjanpidossa olevien hankintojen määrästä. Elintarvikkeiden ja jätehuollon kohdalla hiilijalanjälki on suuri, vaikka niihin tehtyjen hankintojen määrä rahallisesti oli pieni. Elintarvikkeilla ja jätehuollolla on yhdet suurimmista keskimääräisistä päästökertoimista (kg CO<sub>2</sub>e/€), jonka vuoksi suhteellisesti tarkasteltuna niiden hiilijalanjäljet ovatkin lähes kolminkertaiset verrattuna niiden taloudellisiin jalanjälkiin (Kuva 6).

### Elintarvikkeet

Elintarvikkeiden aiheuttama hiilijalanjälki oli 196 t CO<sub>2</sub>e. Elintarvikkeiden aiheuttamia haittoja laskettiin Ilokiven lounasravintolan tekemistä hankinnoista. Elintarvikkeiden selkeästi suurimmat hiilijalanjäljet aiheuttivat kalatuotteet ja

punaisen lihan tuotteet (Kuva 7). Kalatuotteet ja punaisen lihan tuotteet aiheuttivat molemmat yli 20 % elintarvikkeiden hiilijalanjäljestä, aiheuttaen yhteensä 43 % Iloksen elintarvikkeiden hiilijalanjäljestä. Punaisen lihan tuotteet sisältävät naudan- ja porsaanlihasta tehtyjä tuotteita ja kalatuotteet kalasta sekä muista merenelävistä tehdyt tuotteet. Punaisen lihan tuotteilla on euroa kohden noin kaksinkertainen päästökerroin verrattuna kalatuotteisiin. Kalatuotteiden hankintojen määrä euroissa oli kuitenkin yli kaksinkertainen verrattuna lihatuotteisiin, minkä takia sen kokonaishiilijalanjälki on lihatuotteita isompi. Lisäksi on huomioitava, että kalatuotteiden osalta ei pystytty tarkastelemaan erilaisten kalavaihtoehtojen eroja. Esimerkiksi kotimainen järvikala voi olla hiilijalanjäljeltään huomattavasti parempi vaihtoehto kuin norjalainen kirjolohi. Maitotuotteet aiheuttivat kolmanneksi eniten (15 %) hiilijalanjälkeä. Kategorioista vihanneksia ostettiin euromääräisesti eniten (20 %). Vihanneksilla on kuitenkin yksi pienimmistä päästökertoimista, minkä vuoksi niiden aiheuttama hiilijalanjälki oli selkeästi kalatuotteita ja punaisen lihan tuotteita pienempi.

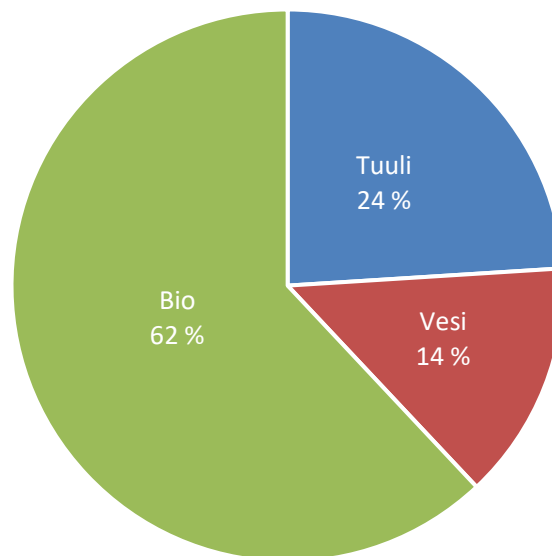


**Kuva 7** Elintarvikkeiden hiilijalanjäljen (t CO<sub>2</sub>e) ja taloudellisen kulutuksen (€) prosentiosuudet jalanjälkien kokonaismäärästä sekä keskimääräiset päästökertoimet (kg CO<sub>2</sub>e/€) kategorioittain.

## Energia ja vesi

JYY:n ja Soihdun kaikkiin kohteisiin ostetaan kaukolämpöä Alvalta (ns. ”Vihreä lämpö”). Kaukolämpö tuotetaan Rauhalahden ja Keljonlahden voimalaitoksilla puupolttoaineesta (99,6 %) sekä Mustankorkean biokaasusta (0,4 %) (Alva 2022a). Vuonna 2021 JYY:n lämmönkulutus oli 9122 MWh.

Sähkön JYY ja Soihtu ostavat Väreeltä. Ostettu sähkö on uusiutuvilla energialähteillä tuotettua sähköä. Sähkö on tuotettu bio-, vesi- ja tuulivoimalla (Väre 2022). Reilut 60 % Väreeseen sähköstä on tuotettu bioenergialla (Kuva 8). Sähkön kulutus vuonna 2021 oli 4976 MWh ja vettä kulutettiin 76178 m<sup>3</sup> (Soihtu 2022c). Sähkön, lämmön ja veden kohdalla hiilijalanjäljen laskemisessa ei käytetty EXIOBASE:n kertoimia, vaan päästökertoimina käytettiin lämmön sekä sähkön bioenergian osalta Britannian ympäristöviranomaisen julkaisemia kertoimia, joissa puupolttoaineille lasketaan hiilijalanjälki poltossa vapautuvien kasvihuonekaasujen mukaisesti, pois lukien hiilidioksidi (Department for Business, Energy & Industrial Strategy, 2022). Lisäksi vesi- ja tuulisähkön hiilijalanjäljen laskennassa käytettiin koko elinkaaren huomioon ottavia päästökertoimia (United Nations Economic Commission for Europe, 2021). Veden päästökerroin on peräisin Suomen yliopistokiinteistöt Oy:ltä, joka on tehnyt omistamilleen Jyväskylän yliopiston kampusten kiinteistöille hiilijalanjäljen laskentaa. Näin pystyttiin laskemaan hiilijalanjälki fyysisen kulutuksen perusteella. Lämmön aiheuttama hiilijalanjälki oli noin 100 t CO<sub>2</sub>e ja sähkön noin 96 t CO<sub>2</sub>e (Taulukko 2). Vedenkulutuksen aiheuttama hiilijalanjälki oli vuonna 2021 noin 52,6 t CO<sub>2</sub>e.



**Kuva 8.** Väreeseen tuottaman uusiutuvan sähkön jakauma energialähteittäin (Väre 2022)

**Taulukko 2.** Lämmön, sähkön, ja veden kulutus sekä niiden päästöt.

	<b>Kulutus</b>	<b>Päästöt (t CO<sub>2</sub>e)</b>
<b>Lämpö (MWh)</b>	9122	91,1
<b>Sähkö (MWh)</b>	4976	100
<b>Vesi (m<sup>3</sup>)</b>	76178	52,6

Mikäli lämmön ja sähkön päästöjen laskentaa tehtäisiin lämmön ja sähkön tuottajien ilmoittamalla kertoimilla, olisi niiden aiheuttama hiilijalanjälki 0 t CO<sub>2</sub>e. Tällä tavalla laskettuna sähkön ja lämmön käytetyt päästökertoimet eivät ota huomioon tuotetun sähkön ja lämmön koko elinkaarenaikaisia päästöjä. Lisäksi puun poltosta syntyy hiilidioksidin lisäksi muitakin kasvihuonekaasuja, jotka eivät sitoudu puun kasvaessa takaisin biomassaan. Lyhyen aikavälin hiilijalanjälki puun poltolla voi olla merkittävä (Norton ym., 2019), luontojalanjäljestä puhumattakaan (El Geneidy ym., 2021; Vainio & El Geneidy, 2021; Vainio ym., julkaisematon). Tulevissa hiilijalanjälkilaskelmissa suositellaan huomioimaan myös uusiutuvan energiantuotannon koko elinkaarenaikaiset haitat sekä muiden kasvihuonekaasujen kuin hiilidioksidin päästöt, jolloin hiilijalanjäljen laskenta olisi linjassa myös luontojalanjäljen laskennan kanssa.

## **Jätehuolto**

Jätehuollon hiilijalanjälki oli vuonna 2021 yhteensä noin 168 t CO<sub>2</sub>e, joista suurin osa aiheutui sekajätteen polttamisesta (Taulukko 3). JYY:n ja Soihdun kiinteistöistä kerättiin vuonna 2021 jätettä yhteensä 758 tonnia. Jätehuollon haittojen laskenta toteutettiin selvittämällä jokaisen jätejakeen osuus kokonaisjättemäärästä ja sen avulla arvioitiin kyseisen jätejakeen osuus talouskirjanpidon rahamääräisestä kulutuksesta. Jättemäärien luvuissa ovat mukana JYY:n asuinrakennukset sekä ylioppilastalo. Vuonna 2021 jätteistä eniten kerättiin sekajätettä, jota oli reilut 60 % JYY:n kokonaisjättemäärästä (Taulukko 2). Eri jätelajien käsittelytapa selvitettiin Mustankorkealta. Lasi, metalli, paperi, muovi sekä kartonki menevät kierrätykseen, biojäte hyödynnetään biokaasun tuotannossa ja loput käytetään multana (Mustankorkea 2022). Sekajäte menee polttoon. Muovijätettä on alettu erilliskeräämään 1.7.2021 alkaen (Soihtu 2022d). Sekajätteelle ei ole EXIOBASE:ssa saatavilla omaa kategoriaa, joten sen haittojen laskemisessa käytettiin polttoon menevän bio-, muovi ja paperijätteen haittakertoimien keskiarvoja. EXIOBASE:ssa ei ole saatavilla kierrätettävien jätejakeiden päästökertoimia Suomelle. Kierrätys kuitenkin aiheuttaa päästöjä, joita syntyy muissa elinkaaren vaiheissa, esimerkiksi materiaalien kuljetuksesta sekä materiaalien prosessoimisessa uudeksi tuotteeksi. Näitä ei laskennassa ole huomioitu.

**Taulukko 3.** JYY:n asuinrakennuksista sekä ylioppilastalosta kerättyjen jättejakeiden määrä tonneina (1 t = 1000 kg), jättejakeiden suhteellinen osuus kokonaisjättemäärästä, jätteiden käsittelytapa sekä päästöt (t CO<sub>2</sub>e). Kierrätettävillä jättejakeilla ei laskennallisia päästökertoimia. (Soihtu 2022d & Mustankorkea 2022)

Laji	Jätteen määrä (t)	%	Käsittely	Päästöt (t CO <sub>2</sub> e)
Seka	463,9	61,20	Poltto	140
Bio	156,9	20,70	Biometaanin ja mullan tuotanto	28
Lasi	51,1	6,74	Kierrätys	-
Metalli	33,9	4,47	Kierrätys	-
Paperi	0	0,00	Kierrätys	-
Muovi	38,9	5,13	Kierrätys	-
Kartonki	13,3	1,75	Kierrätys	-

## Työmatkat

Työmatkojen hiilijalanjäljen laskennassa on hyödynnetty vuoden 2022 syyskuun loppuun mennessä tehtyjä matkoja, sillä vuodelta 2021 ei ollut saatavilla matkustustietoja. Loput kolme kuukautta arvioitiin yhdeksän kuukauden toteutuneen kuukausikohtaisen kilometrikeskiarvon perusteella. Arvoitu vuoden 2022 kulkeminen junalla on 1350 km ja autolla 1518,75 km (Soihtu 2022e). Lentoja ei tehty vuonna 2022.

Autolla kuljettujen kilometrien päästöjä laskettaessa on oletettu, että autolla on kulkenut yksi henkilö kerrallaan. Matkustamisen tuplalaskennan välttämiseksi hankintojen laskennoissa ei otettu huomioon talouskirjanpidon Kilometrikorvaus-tiliä. Lisäksi Matkustus- ja majoitus -tilistä arvioitiin, että puolet kustannuksista tulisi junalla matkustamisesta ja puolet majoituksesta. Tällöin puolet Majoitus- ja matkustus -tilistä on poistettu tuplalaskennan välttämiseksi ja toinen puolisko on otettu huomioon hankintojen haittojen laskeamisessa.

Työmatkojen aiheuttamat päästöt olivat yhteensä 0,127 t CO<sub>2</sub>e (taulukko 4) eli niiden osuus kokonaishiilijalanjäljestä on pieni (0,01 %). Automatkustus aiheutti 88 % työmatkojen kokonaishiilijalanjäljestä.

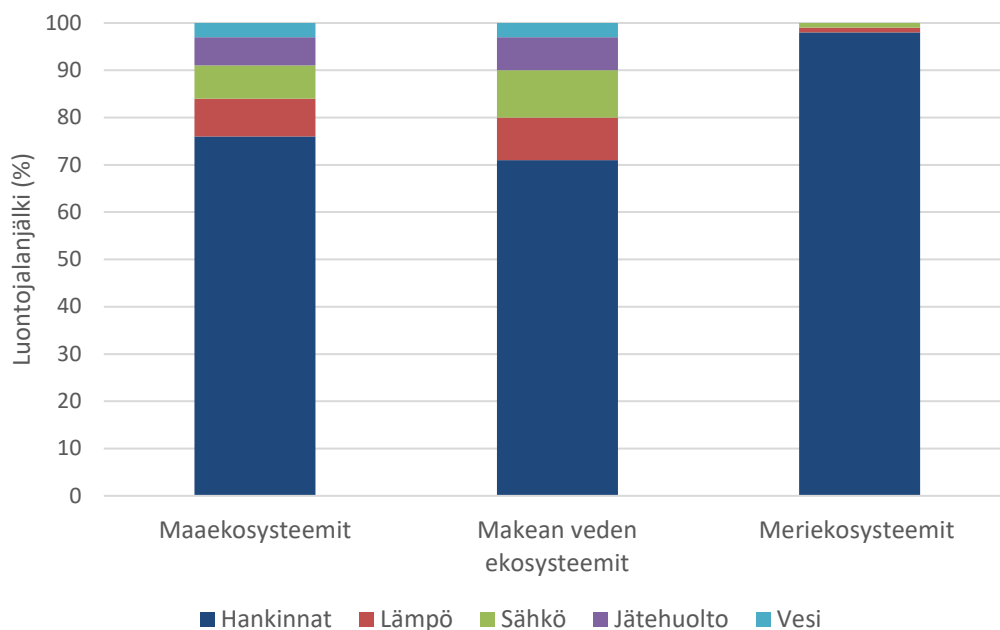
**Taulukko 4.** Vuoden 2022 kuljetut kilometrit, päästökerroin (Jenu ym. 2021) ja päästöt eri kulkuneuvoille.

Kulkuneuvo	km	Päästökerroin (g CO <sub>2</sub> -eq pkm)	Päästöt (t CO <sub>2</sub> e)
Intercity-juna	1350	11,39	0,015
Auto	1518,75	73,92	0,112



## Luontojalanjälki

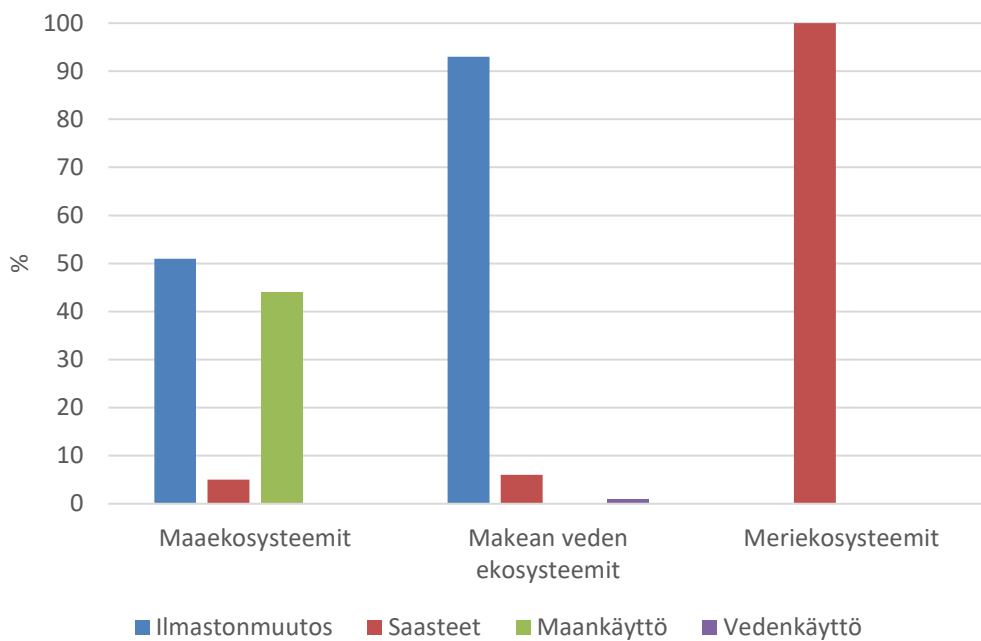
JYY:n hankintojen aiheuttama kokonaisluontojalanjälki maaekosysteemeille oli vuonna 2021 8,51E-09 (kymmenen potenssiin miinus yhdeksän) PDF (potentially disappeared fraction of species globally), makean veden ekosysteemeille 1,45E-09 PDF ja meriekosysteemeille 1,06E-08 PDF. Tämä tarkoittaa, että 0,00000085 % maaekosysteemien, 0,00000014 % makean veden ekosysteemien lajeista ja 0,000001 % meriekosysteemien lajeista ovat riskissä kuolla sukupuuttoon, jos luontohaitta jatkuu samanlaisena. Hankinnat aiheuttivat suurimman osan JYY:n luontojalanjäljestä kaikissa ekosysteemeissä (Kuva 9). Maaekosysteemeissä sekä makean veden ekosysteemeissä hankintojen osuus niihin kohdistuvasta luontojalanjäljestä oli reilut 70 %. Meriekosysteemeissä hankinnat aiheuttivat jopa 98 % siihen kohdistuvasta luontojalanjäljestä.



**Kuva 9.** Hankintojen, veden, jätehuollon, lämmön ja sähkön aiheuttaman luontojalanjäljen (PDF) prosenttiosuudet kokonaisluontojalanjäljestä eri ekosysteemeissä.

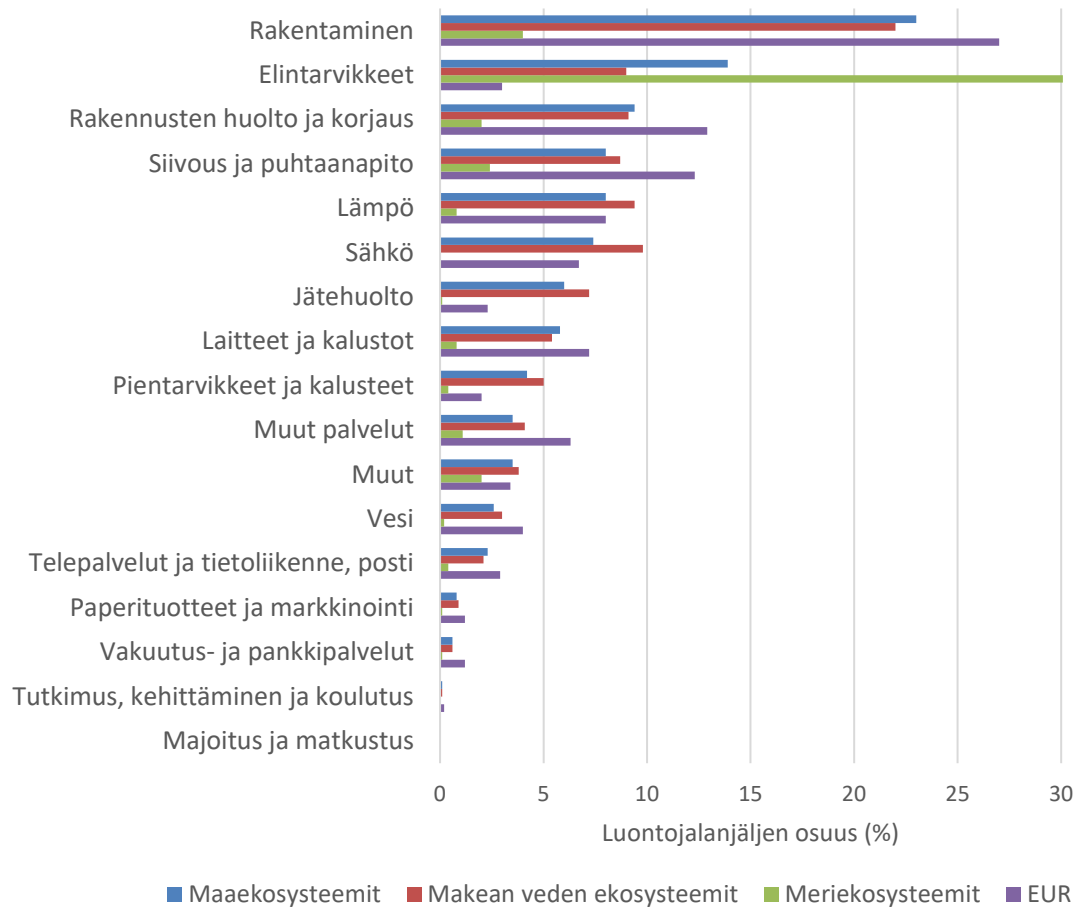
Maaekosysteemeihin kohdistuvasta luontojalanjäljestä suurimman osan (51 %) aiheutti ilmastonmuutos (Kuva 10). Maankäyttö aiheutti 44 % jalanjäljestä ja saasteet loput 5 %. Makean veden ekosysteemeihin kohdistuvasta luontojalanjäljestä ilmastonmuutoksen osuus oli 93 %. Meriekosysteemeihin

kohdistuva luontojalanjälki muodostuu kokonaan tyyppipäästöistä, sillä muita luontokadon ajureita ei ole huomioitu.

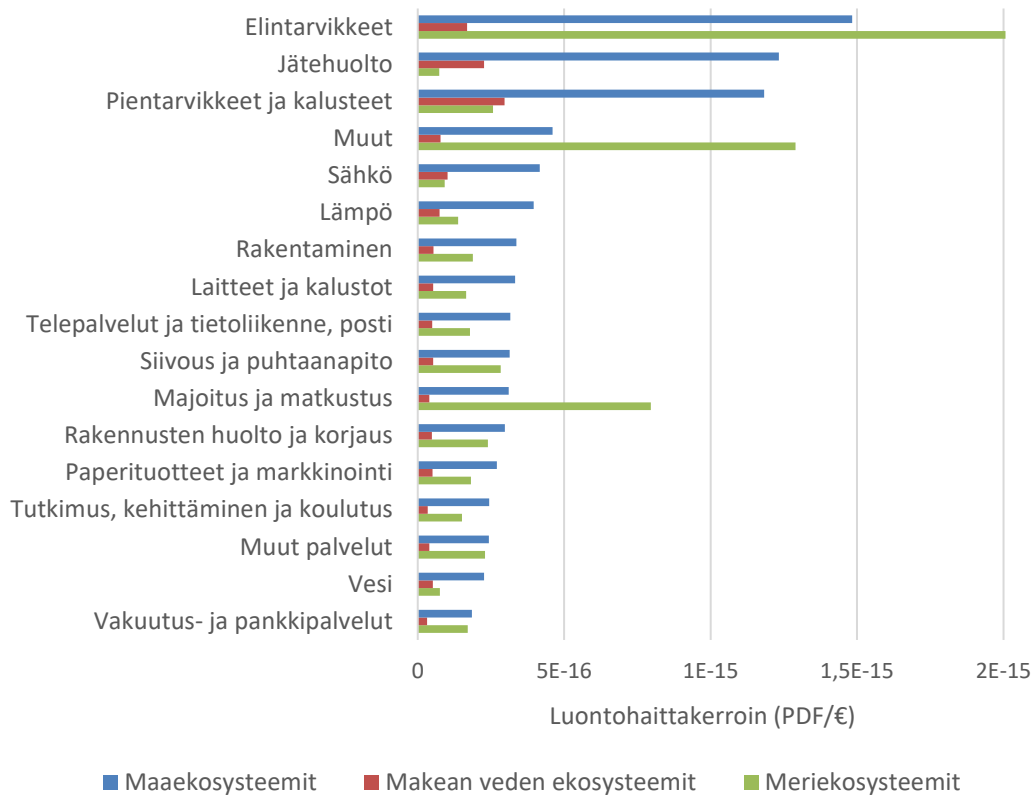


**Kuva 10.** Luontohaittaa aiheuttavien ajurien osuudet ekosysteemien luontojalanjäljestä (%)

Rakentaminen ja elintarvikkeet aiheuttivat suurimman osan koko organisaation luontojalanjäljestä vuonna 2021 (Kuva 11). Rakentamisella oli suurin jalanjälki maaekosysteemeissä (23 %) ja makean veden ekosysteemeissä (22 %). Elintarvikkeet aiheuttivat 85 % meriekosysteemeihin kohdistuvasta jalanjäljestä. Muita suuria maaekosysteemeihin kohdistuvan luontojalanjäljen aiheuttajia olivat elintarvikkeet (14 %), lämpö (9 %), rakennusten huolto ja korjaus (9 %) sekä siivous ja puhtaanapito (8 %). Makean veden ekosysteemeihin kohdistuvaa luontojalanjälkeä aiheuttivat rakentamisen lisäksi eniten sähkö (10 %). Elintarvikkeiden suurta osuutta meriekosysteemeihin kohdistuvasta luontojalanjäljestä ohjaavat niiden suuret päästökertoimet (PDF/€). Elintarvikkeilla on suurimmat keskimääräiset luontohaittakertoimet maaekosysteemeissä ja meriekosysteemeissä (Kuva 12). Elintarvikkeiden, jätehuollon, veden, lämmön ja sähkön luontojalanjälkiä kuvataan tarkemmin seuraavissa kappaleissa.



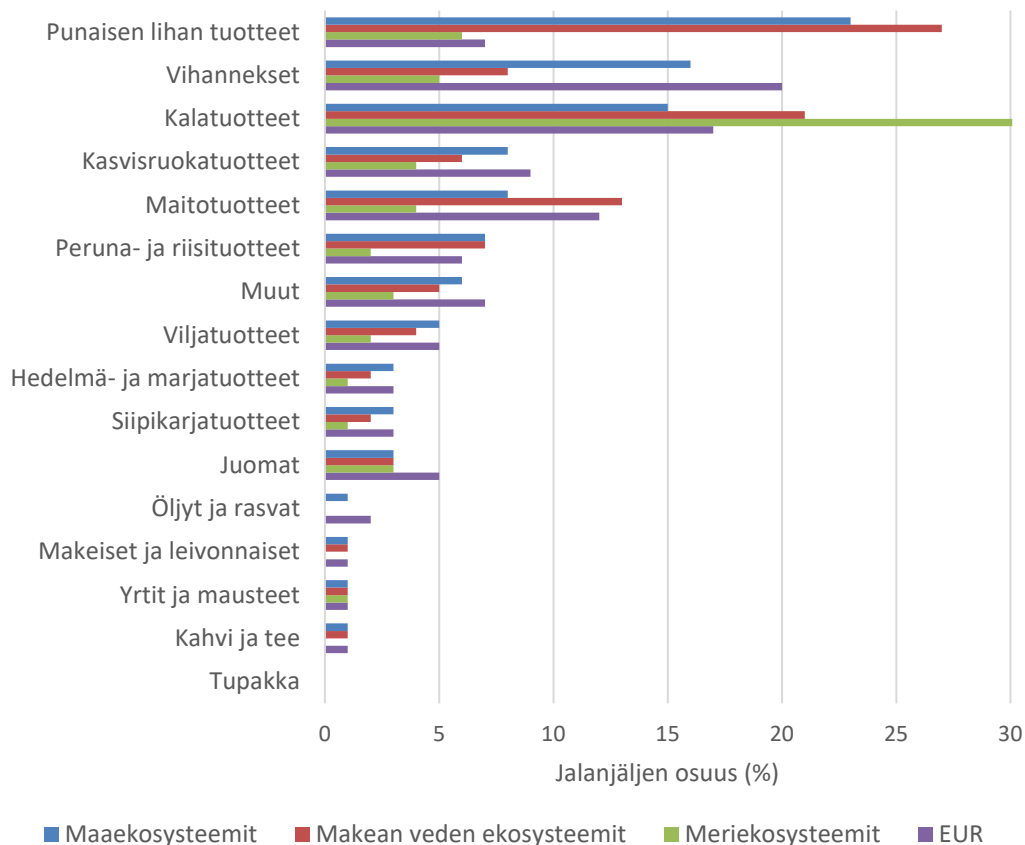
**Kuva 11.** Kategorioiden suhteelliset osuudet kokonaisluontojalanjäljistä eri ekosysteemityypeittäin sekä tuotekategorioiden suhteelliset osuudet hankintojen kokonaisuromäärästä. Elintarvikkeiden osuus meriekosysteemeihin kohdistuvasta luontojalanjäljistä on 85 %.



**Kuva 12.** Keskimääräiset luontohaittakertoimet (PDF/€) kategorioittain eri ekosysteemeissä. Elintarvikkeiden keskimääräinen luontohaittakerroin meriekosysteemeissä on 2,37 E-14.

### Elintarvikkeet

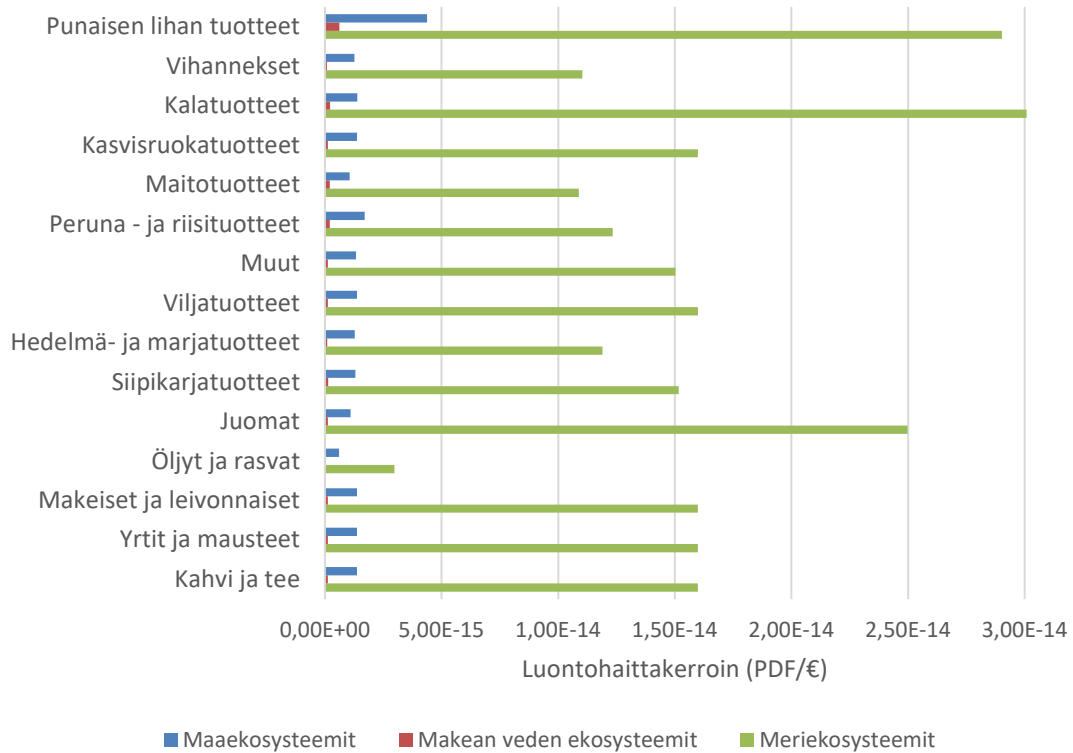
Elintarvikkeiden aiheuttama luontojalanjälki maaekosysteemeissä oli vuonna 2021 yhteensä 1,17E-09 PDF, makean veden ekosysteemeissä 1,39E-10 PDF ja meriekosysteemeissä 9,09E-09 PDF. Ilokiven lounasravintolan suurimpia luontojalanjäljen aiheuttajia olivat lihatuotteet, vihannekset, kalatuotteet sekä maitotuotteet (Kuva 13). Lihatuotteet aiheuttivat suurimman luontohaitan makean veden ekosysteemeille ja maaekosysteemeille. Suurin osa elintarvikkeiden aiheuttamasta luontojalanjäljestä johtuu ilmastonmuutoksesta sekä maankäytöstä.



**Kuva 13.** Elintarvikkeiden tuotekategoriat ja niiden suhteelliset osuudet elintarvikkeiden luontojalanjäljestä eri ekosysteemityypeittäin sekä tuotekategorioiden suhteelliset osuudet elintarvikehankintojen kokonaisuromäärästä. Kalatuotteiden osuus meriekosysteemeihin kohdistuvasta luontojalanjäljestä on 68 %.

Myös luontojalanjäljen kohdalla punaisen lihan tuotteet ovat merkittävimpiä haittojen aiheuttajia, vaikka niihin liittyvien hankintojen määrä on pieni. Punaisen lihan tuotteiden hankintojen osuus oli vain 7 % kaikista Ilokiven lounasravintolan elintarvikkeiden hankinnoista, mutta ne aiheuttivat 23 % maaekosysteemeihin kohdistuvasta luontojalanjäljestä ja 27 % meriekosysteemeihin kohdistuvasta luontojalanjäljestä. Punaisen lihan tuotteilla on suurin keskimääräinen luontohaittakerroin (PDF/€) maaekosysteemeissä ja makean veden ekosysteemeissä (Kuva 14). Kalatuotteilla oli puolestaan selkeästi suurin meriekosysteemeihin kohdistuva luontojalanjälki. Kalatuotteet aiheuttivat 68 % meriekosysteemeihin kohdistuvasta luontojalanjäljestä ja 21 % makean veden ekosysteemeihin kohdistuvasta luontojalanjäljestä. Kalatuotteilla on selkeästi suurin meriekosysteemien luontohaittakerroin. Vihannesten suuren ostomäärän takia vihanneksilla on toiseksi suurin maaekosysteemeihin

kohdistuva luontojalanjälki. Vihannesten aiheuttamasta maaekosysteemeihin kohdistuvasta luontojalanjäljestä suurin osa tulee maankäytöstä.



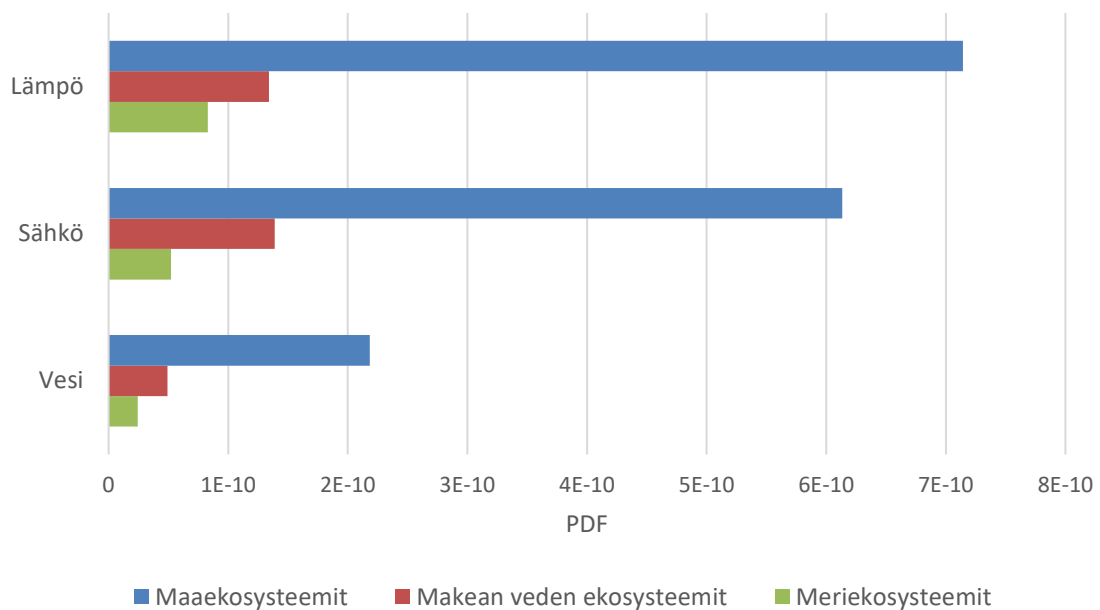
**Kuva 14.** Elintarvikkeiden keskimääräiset luontohaittakertoimet (PDF/€) kategoriittain eri ekosysteemeissä. Kalatuotteiden keskimääräinen luontohaittakertoimen meriekosysteemeissä on noin  $1,42E-13$ .

## Energia ja vesi

Lämmön-, sähkön- ja vedenkulutuksen luontohaitan laskennassa käytettiin EXIOBASE-pohjaista menetelmää. Suomessa suurin osa sähkön ja lämmön tuotannosta tuotetaan yhteistuotantovoimalaitoksissa, joissa sähkön tuotannosta syntyvää lämpöä voidaan hyödyntää kaukolämmössä (Energia-teollisuus 2022). Myös Alvan Keljonlahden ja Rauhalahden voimalaitoksilla tuotetaan lämpö ja sähkö yhteistuotannolla (Alva 2022b). Tämän vuoksi lämmön haittojen laskemisessa hyödynnettiin bioenergialla tuotetun sähkön luontohaittakertoimia. Lämmön aiheuttamaa luontohaittaa on laskettu vain puupolttoaineiden osalta, sillä biokaasun osuus lämmöntuotannosta oli hyvin pieni. Puupolttoaineilla tuotettu lämpö koostuu metsäpolttoaineista (55,1 %) ja teollisuuden sivutuotteista (44,9 %) (Alva 2022c). Metsäpolttoaineiden tai

sivutuotteiden tuotannolle ei ollut saatavilla erillisiä haittakertoimia, joten laskennassa käytettiin molempien osalta samaa kerrointa.

Lämmönkulutuksen aiheuttama luontojalanjälki maaekosysteemeihin oli  $7,14E-10$  PDF, makean veden ekosysteemeihin  $1,34E-10$  PDF ja meriekosysteemeihin  $8,29E-11$  PDF (Kuva 15). JYY:n lämmityksen aiheuttamasta luontojalanjäljestä noin 60 % syntyi ilmastonmuutoksesta. Myös maankäytöllä oli merkittävä vaikutus, sillä se aiheutti noin kolmasosan lämmönkulutuksen luontojalanjäljestä.



**Kuva 15.** Sähkön, lämmön ja veden luontojalanjälki (PDF) eri ekosysteemeissä.

Uusiutuvilla energianlähteillä tuotettu Väreän vihreä sähkö tuotetaan suurimaksi osaksi bioenergialla (62 %). Sähkönkäytön aiheuttama luontojalanjälki maaekosysteemeihin oli  $6,13E-10$  PDF, makean veden ekosysteemeihin  $1,39E-10$  PDF ja meriekosysteemeihin  $5,21E-11$  PDF. Sähkönkäytön aiheuttama luontojalanjälki aiheutui suurilta osin (55 %) ilmastonmuutoksen aiheuttamista haitoista maaekosysteemeissä.

Vedenkäytön aiheuttama luontojalanjälki oli selkeästi lämmön ja sähkön luontojalanjälkiä pienempi. Myös veden luontojalanjälki oli korkeimmillaan maaekosysteemeissä  $2,18E-10$  PDF. Makean veden ekosysteemeihin kohdistuva luontojalanjälki oli  $4,92E-11$  PDF ja meriekosysteemeihin kohdistuva  $2,44E-11$  PDF.

## Jätehuolto

Jätehuollon aiheuttama luontojalanjälki maaekosysteemeihin oli 4,98E-10 PDF, makean veden ekosysteemeihin 1,02E-10 PDF ja meriekosysteemeihin 8,99E-12 PDF. Jätehuollon maaekosysteemeihin kohdistuva luontojalanjälki on selkeästi suurin (Taulukko 5). Sekajätteen luontojalanjäljen laskemisessa käytettiin samaa metodologia kuin hiilijalanjäljen laskemisessakin. Jättemäärien perusteella arvioitiin jokaisen jätejakeen osuus talouskirjanpidon rahamääräisestä kulutuksesta. Kierrätetyille jätejakeille ei ole EXIOBASE:ssa saatavilla luontohaittakertoimia, joten luontojalanjälki laskettiin vain seka-, ja biojätteen osalta. Suurimman osan jätehuollon luontojalanjäljestä aiheutti sekajätteen polttaminen. Sekä sekajätteen poltolla että biometaanin ja mullan tuotannolla on suurin luontojalanjälki maaekosysteemeissä.

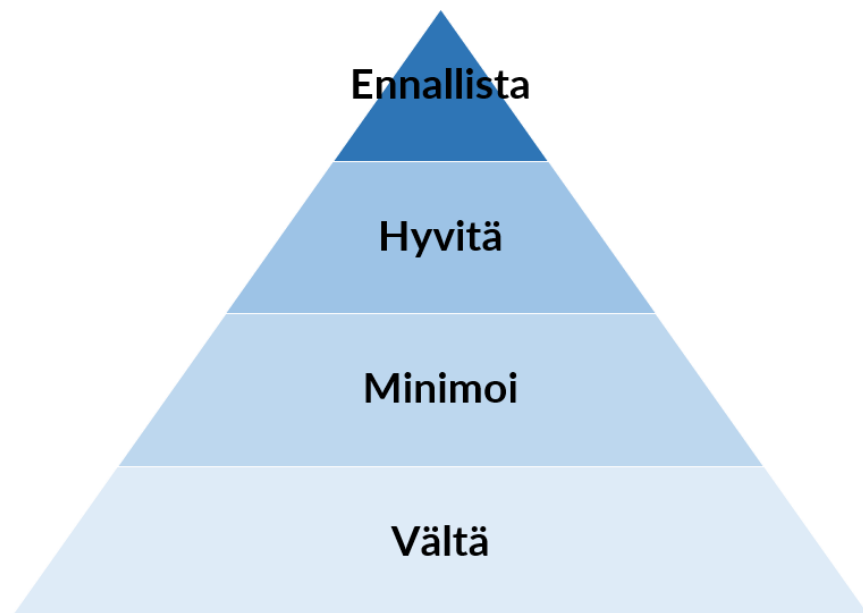
**Taulukko 5.** Jätehuollon luontojalanjälki jätejakeittain (PDF) eri ekosysteemeissä. Kierrätettävillä jätejakeilla ei laskennallisia haittakertoimia.

Laji	%	Käsittely	Luontojalanjälki maa (PDF)	Luontojalanjälki makea vesi (PDF)	Luontojalanjälki meri (PDF)
Seka	61,20	Poltto	4,13E-10	9,48E-11	6,66E-12
Bio	20,70	Biometaanin ja mullan tuotanto	1,43E-10	1,96E-11	3,38E-12
Lasi	6,74	Kierrätys	-	-	-
Metalli	4,47	Kierrätys	-	-	-
Paperi	0,00	Kierrätys	-	-	-
Muovi	5,13	Kierrätys	-	-	-
Kartonki	1,75	Kierrätys	-	-	-



## 4 JALANJÄLKIEN PIENENTÄMINEN

Haittojen hallinnassa tärkeää on ensisijaisesti välttää haitan aiheuttamista kokonaan. Haitan välttäminen ei ole kuitenkaan aina mahdollista, jolloin haittaa on pyrittävä minimoimaan, hyvittämään ja ennallistamaan. Tätä kutsutaan lievennyshierarkiaksi. Lievennyshierarkia on luonnon monimuotoisuuden turvaamiseksi kehitetty periaate, jonka mukaan ihmisen toiminnalla aiheutetut haitat luonnolle tulisi ensisijaisesti pyrkiä välttämään, toissijaisesti minimoimaan ja viimesijaisesti joko hyvittämällä ne ekologisella kompensatiolla tai korjaamaan ne paikan päällä (Kuva 15) (Moilanen & Kotiaho 2021, Sitra 2022). Lievennyshierarkian kolme ensimmäistä askelta soveltuvat myös ilmastohaittojen hallintaan.



Kuva 15. Lievennyshierarkian eri tasot (Moilanen & Kotiaho 2021)

JYY:n tapauksessa lievennyshierarkian toteuttaminen voidaan aloittaa välttämällä haittoja ja minimoimalla aiheutuvien haittojen määrää. Tätä voidaan toteuttaa esimerkiksi välttämällä tarpeetonta kulutusta sekä valitsemalla sellaisia tuotteita ja hyödykkeitä, jotka aiheuttaisivat mahdollisimman vähän luontohaittoja. Esimerkiksi sen sijaan, että rakennettaisiin uutta, voitaisiin korjata vanhoja rakennuksia, sillä korjaamisen hiili- ja luontojalanjälki ovat todennäköisesti pienempiä verrattuna uusiorakentamisen jalanjälkiin. Haittojen vähentäminen voidaan aloittaa esimerkiksi vähentämällä suurimpia haittoja aiheuttavia lähteitä ja korvaamalla niitä pienempää luontojalanjälkeä aiheuttavilla vaihtoehtoisilla tuotteilla ja hyödykkeillä. Muita vaihtoehtoja on esimerkiksi uuden ostamisen sijaan hyödyntää tavaroiden vuokraamista tai lainaamista. Yllä olevat toimenpiteet ja periaatteet on tärkeää integroida osaksi organisaation hankintaperiaatteita ja toimintakulttuuria. Mallia edistyksestä ympäristöohjelmasta voi ottaa esimerkiksi Jyväskylän yliopiston planetarisen hyvinvoinnin tiekartasta (Jyväskylän yliopisto, 2022).

Rakentamisen haittoja voidaan pienentää esimerkiksi vähentämällä neitseellisten raaka-aineiden osuutta. Mikäli neitseellisten raaka-aineiden määrää vähennettäisiin 50 % olisi potentiaalinen päästövähennys 273 t CO<sub>2</sub>e (Taulukko 6). Tällä tavoin voitaisiin vähentää rakennusten aiheuttamia ilmastohaittoja 50 % (oletuksella, että haittojen väheneminen menisi näin suoraviivaisesti). Tällä tavoin voitaisiin vähentää 14 % JYY:n kokonaishiilijalanjäljestä.

Elintarvikkeista syntyviä päästöjä pystytään pienentämään esimerkiksi vähentämällä punaisen lihan ja kalatuotteiden määrää hankinnoissa. Mikäli esimerkiksi punaista lihaa hankittaisiin 80 % vähemmän ja ne korvattaisiin vastaavalla rahamäärällä kasviruokatuotteita (oletuksena, että rahamäärät pysyisivät samana), vähenisi elintarvikkeiden päästöt noin 24 t CO<sub>2</sub>e, joka tarkoittaa noin 12 % elintarvikkeiden hiilijalanjäljestä (Taulukko 6). Jos 80 % kalatuotteista korvattaisiin kasviruokatuotteilla, vähenisivät päästöt yhteensä 14 t CO<sub>2</sub>e. Näillä muutoksilla voitaisiin vähentää noin 19 % elintarvikkeiden kokonaishiilijalanjäljestä.

**Taulukko 6.** Ehdotuksia hiilijalanjäljen pienentämiseen ja ehdotusten arvioitu päästövähennyspotentiaali.

Kategoria	Vähennystapa	Potentiaalinen päästövähennys (t CO <sub>2</sub> e)	Osuus kategorian hiilijalanjäljestä (%)	Osuus JYY:n kokonaishiilijalanjäljestä (%)
Rakentaminen	Neitseellisten raaka-aineiden osuuden vähentäminen 50 %	273	50	14
Elintarvikkeet	Punaisen lihan vähentäminen 80 % ja niiden korvaaminen kasvisruokatuotteilla	24	12	1,2
	Kalatuotteiden vähentäminen 80 % ja niiden korvaaminen kasvisruokatuotteilla	14	7	0,7
Energia ja vesi	Lämmönkulutuksen vähentäminen 20 %	20	8	1
	Sähkönkulutuksen vähentäminen 20 %	19	8	1
	Vedenkulutuksen vähentäminen 20 %	11	4	0,6
Jätehuolto	Sekajätteen määrän vähentäminen 50 %	70	42	4
	Biojätteen määrän vähentäminen 20 %	6	3	0,3
Työmatkat	Automatkojen korvaaminen junalla	0,1	79	0,01
<b>Yht.</b>		<b>437,1</b>		<b>22,8</b>

Lämmön ja sähkön ollessa uusiutuvaa, perustuvat energian ja veden päästövähennykset kulutuksen vähentämiseen. Mikäli energian ja veden kulutusta vähennettäisiin 20 %, alenisivat niiden aiheuttamat päästöt potentiaalisesti noin 50 t CO<sub>2</sub>e, joka olisi noin 2,5 % JYY:n kokonaishiilijalanjäljestä (Taulukko 6).

Jätehuollon aiheuttamaa hiilijalanjälkeä voitaisiin pienentää vähentämällä seka- ja biojätteen määrää. Sekajätteen määrää voidaan pienentää esimerkiksi kiinnittämällä huomiota parempaan kierrätykseen, sillä sekajäte koostuu yleensä myös kierrätyskelpoisista jätteistä kuten muovi- ja lasipakkauksista. Biojätteen hiilijalanjälkeä voidaan puolestaan pienentää vähentämällä ruokahävikkiä. Vähentämällä sekajätteen määrää 50 %, pystyttäisiin potentiaalisesti vähentämään päästöjä noin 70 t CO<sub>2</sub>e. Tällä tavalla voitaisiin vähentää jopa 42 % jätehuollon aiheuttamasta hiilijalanjäljestä. Biojätteen määrän vähentäminen 20 %:lla toisi potentiaalisesti 6 t CO<sub>2</sub>e päästövähennyksen. Näillä teoilla voitaisiin pienentää JYY:n kokonaishiilijalanjälkeä noin 4 %.

Työmatkojen potentiaaliset päästövähennykset liittyvät automatkojen vähentämiseen ja niiden korvaamiseen junalla. Mikäli kaikki työmatkat tehtäisiin junalla, olisi potentiaalinen päästövähennys 0,1 t CO<sub>2</sub>e. JYY:n kokonaishiilijalanjälkeen sen vaikutus on pieni (0,01 %), mutta sillä pystyttäisiin vähentämään jopa 79 % työmatkojen hiilijalanjäljestä.

Luontojalanjäljen kohdalla rakentamisessa neitseellisten raaka-aineiden puolittaminen vähentäisi 12 % maaekosysteemeihin kohdistuvasta luontojalanjäljestä, 11 % makean veden ekosysteemeihin kohdistuvasta luontojalanjäljestä sekä 2 % meriekosysteemien luontojalanjäljestä (Taulukko 7).

**Taulukko 7.** Ehdotuksia luontojalanjäljen pienentämiseen ja ehdotusten arvioitu haittavähennyspotentiaali.

Ekosysteemi	Kategoria	Vähennystapa	Osuus kategorian luontojalanjäljestä (%)	Osuus JYY:n kokonaisluontojalanjäljestä (%)
Maa	Rakentaminen	Neitseellisten raaka-aineiden osuuden vähentäminen 50 %	50	12
	Elintarvikkeet	Punaisen lihan vähentäminen 80 % ja niiden korvaaminen kasvisruokatuotteilla	13	2
		Kalatuotteiden vähentäminen 80 % ja niiden korvaaminen kasvisruokatuotteilla	0	0
	Energia ja vesi	Lämmönkulutuksen vähentäminen 20 %	9	2
		Sähkönkulutuksen vähentäminen 20 %	8	2
		Vedenkulutuksen vähentäminen 20 %	3	0,5
	Jätehuolto	Sekajätteen määrän vähentäminen 50 %	37	2
Biojätteen määrän vähentäminen 20 %		5	0,4	
<b>Yht.</b>				<b>20,9</b>
Makea vesi	Rakentaminen	Neitseellisten raaka-aineiden osuuden vähentäminen 50 %	50	11
	Elintarvikkeet	Punaisen lihan vähentäminen 80 % ja niiden korvaaminen kasvisruokatuotteilla	18	2
		Kalatuotteiden vähentäminen 80 % ja niiden korvaaminen kasvisruokatuotteilla	7	1
	Energia ja vesi	Lämmönkulutuksen vähentäminen 20 %	8	2
		Sähkönkulutuksen vähentäminen 20 %	9	2
		Vedenkulutuksen vähentäminen 20 %	3	0,7
	Jätehuolto	Sekajätteen määrän vähentäminen 50 %	41	3
Biojätteen määrän vähentäminen 20 %		3	0,3	
<b>Yht.</b>				<b>22,0</b>
Meri	Rakentaminen	Neitseellisten raaka-aineiden osuuden vähentäminen 50 %	50	2
	Elintarvikkeet	Punaisen lihan vähentäminen 80 % ja niiden korvaaminen kasvisruokatuotteilla	2	2
		Kalatuotteiden vähentäminen 80 % ja niiden korvaaminen kasvisruokatuotteilla	48	41
	Energia ja vesi	Lämmönkulutuksen vähentäminen 20 %	10	0,2
		Sähkönkulutuksen vähentäminen 20 %	7	0,1
		Vedenkulutuksen vähentäminen 20 %	3	0,05
	Jätehuolto	Sekajätteen määrän vähentäminen 50 %	33	0,03
Biojätteen määrän vähentäminen 20 %		7	0,01	
<b>Yht.</b>				<b>45,4</b>

Punaisen liha tuotteiden vähentäminen 80 % ja niiden korvaaminen kasvisruokatuotteilla vähentäisi elintarvikkeiden maaekosysteemeihin kohdistuvasta luontojalanjäljestä noin 13 % (Taulukko 7). Kalatuotteiden vähentämisellä ei ole suurta vaikutusta maaekosysteemeihin kohdistuvaan luontojalanjälkeen. Punaisen lihan vähentäminen vähentäisi elintarvikkeiden aiheuttamaa maaekosysteemeihin kohdistuvaa luontojalanjälkeä noin 18 %. Meriekosysteemeissä punaisen lihan vähentämisellä ei ole suurta vaikutusta. Kalatuotteiden vähentäminen 80 % ja korvaaminen kasvisruokatuotteilla las- kisi elintarvikkeiden makean veden ekosysteemeihin kohdistuvaa luontojalan- jälkeä 7 %. Meriekosysteemeissä kalatuotteiden vähentäminen pienentäisi potentiaalisesti jopa 48 % siihen kohdistuvasta luontojalanjäljestä. Kalatuot- teiden vähentämisellä on myös suuri vaikutus JYY:n kokonaisluontojalanjäl- keen meriekosysteemeissä, sillä se vähenisi potentiaalisesti noin 41 %.

Energian- ja vedenkulutuksen vähentämisellä on suurimmat vaikutukset makean veden ekosysteemeissä, missä 20 % kulutuksen vähentäminen vaikuttaisi JYY:n makean veden kokonaisluontojalanjälkeen potentiaalisesti noin 3 %. Myös maaekosysteemeihin kohdistuvaan luontojalanjälkeen energian- ja vedenkulutuksen vähentämisellä olisi vaikutusta 2,5 %. Meriekosysteemeissä vaikutus jäisi alle yhden prosentin.

Sekajätteen vähentäminen 50 %, vähentäisi 37 % jätehuollon maaekosysteemeihin kohdistuvasta luontojalanjäljestä, 41 % makean veden ekosysteemeihin kohdistuvasta luontojalanjäljestä ja 33 % meriekosysteemeihin kohdistuvasta luontojalanjäljestä. Biojätteen vähentämisen vaikutukset näkyisivät suurimmillaan meriekosysteemeihin kohdistuvassa jätehuollon luontojalanjäljessä (7 %). Jätteen vähentämisellä olisi suurimmat vaikutukset maaekosysteemeihin kohdistuvaan luontojalanjälkeen (2,4 %) sekä makean veden ekosysteemeihin kohdistuvaan luontojalanjälkeen (3,3 %).

## 5 KOMPENSAATIOT

Hiilineutraaliuden ja luonnon kokonaisuikentymättömyyden saavuttamiseksi nettohaitat pitää saada nolnaan. Tämä tarkoittaa sitä, että JYY:n tulisi pienentää hiili- ja luontojalanjälkeään mahdollisimman paljon ja hyvittää eli kompensoida jäljelle jääneet haitat. Jalanjäljen pienentämistä ja haittojen kompensoimista voidaan toteuttaa samaan aikaan. Haittojen neutralisoimisen lisäksi kompensatio voi toimia ohjauskeinona päästöjen vähentämiseen. Kompensatio asettaa hinnan aiheutetuille haitoille, jolloin kustannusten vähentämiseksi on vähennettävä päästöjä. Ohjausvaikutuksen aikaansaamiseksi kompensatiomaksun on oltava riittävän suuri.

Hiilikompensaation tarkoituksena on oman toiminnan hiilijalanjäljen kompensoiminen vähentämällä tai sitomalla kasvihuonekaasupäästöjä jossain muualla (Broekhoff ym. 2019; Seppälä ym. 2019). Vapaaehtoisessa hiilikompensaatiossa yritykset ja organisaatiot hyvittävät aiheuttamiaaan päästöjä ostamalla markkinoilla olevia erilaisten tahojen tarjoamia palveluita hiilensidontaan tai päästöjä vähennyksiin. Hiilikompensaation tulee olla lisäistä, joka tarkoittaa sitä, että hiilikompensaatiolla saavutettua päästövähennystä ei olisi voitu toteuttaa ilman hyvitysten ostoa (Luke 2020, Valtioneuvosto 2022). Muita hiilikompensaation kriteereitä ovat esimerkiksi se, että kompensatiota ei ole yliarvioitu, se on pysyvä, sitä ei ole käytetty toisen toimijan hyvityksenä (kaksoislaskenta) ja se ei aiheuta merkittäviä haittoja ihmisille tai ympäristölle (Broekhoff ym. 2019).

WWF:n hallinnoimien Gold Standard -kompensaatioprojektien hinnat ovat 10–47 dollaria per hiilidioksidiekvivalenttitonni (Gold standard 2022). JYY:n vuoden 2021 hiilipäästöt olivat 2017 t CO<sub>2</sub>e, jolloin niiden hyvittäminen maksaisi noin 18 100–82 700 euroa (Gold Standard 2022). Hiilikompensaatioon on saatavilla globaalien vaihtoehtojen lisäksi myös kotimaisia

vaihtoehtoja esimerkiksi maa- ja metsätaloudessa, jolloin kompensatioita tarjoavat maanomistajat.

Useat hiilikompensaatioprojektit eivät todellisuudessa ole kuitenkaan li-säisiä (Broekhoff ym., 2019; Cames ym., 2016). Selvitykset maailman kahdesta suurimmasta kompensatio-ohjelmasta – Clean Development Mechanism (CDM) ja Joint Implementation (JI) – osoittavat, että jopa 60–70 % päästövähennysyksiköistä eivät johda todellisiin päästövähennyksiin (Broekhoff ym., 2019). Kompensaatioprojektien riskitasoa on arvioitu taulukossa 8. Korkean riskitason projekteja tulisi välttää, kun taas matalan riskitason projekteilla on suurempi mahdollisuus toteuttaa onnistunut ja uskottava kompensatio.

**Taulukko 8.** Eri riskitason kompensatio projektityyppejä (muokattu Broekhoff ym., 2019)

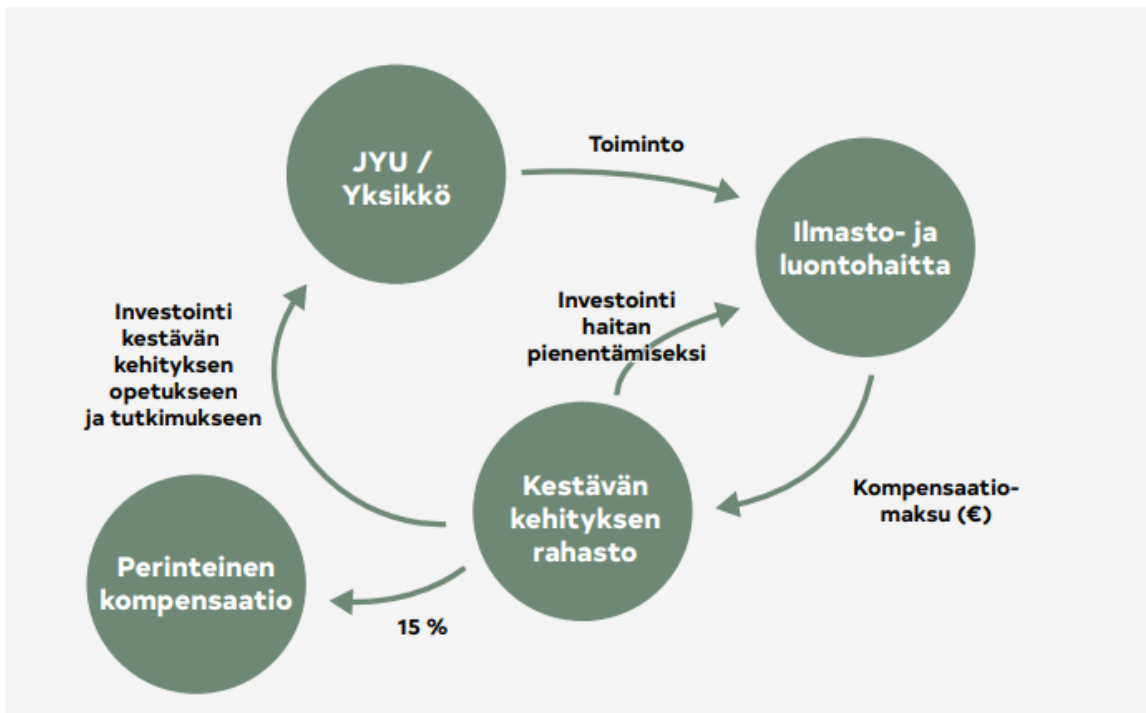
Matalan riskitason projektityypit	Kohtalaisen riskitason projektityypit	Korkean riskitason projektityypit
CO <sub>2</sub> :n käyttö	Metaanin talteenotto ja hyödyntäminen	Maatalous
Metaanin tuhoaminen (ilman sen hyödyntämistä)	Metaanin tuotannon välttäminen	Biomassaenergia
N <sub>2</sub> O:n välttäminen typpihapon tuotannossa	Energian jakelu	Energiätehokkuus, teollisuus
N <sub>2</sub> O, adimiinihappo	Energiätehokkuus, kotitaloudet	Energiätehokkuus, toimitus
Otsonikerrosta heikentävien aineiden tuhoaminen	PFCs:n ja SF <sub>6</sub> :n välttäminen/ uudelleenkäyttö	Metsätalous ja maankäyttö
	Uusiutuva energia, pienessä mittakaavassa	Fossiilisten polttoaineden vaihtaminen
		Kaasupäästöjen talteenotto tai niiden tuotannon välttäminen
		Vähähiilinen kuljettaminen
		Uusiutuva energia, isossa mittakaavassa

Samaan tapaan kuin ilmastohaittojen kohdalla, myös luontohaittojen kompensatiota tulisi toteuttaa vasta sitten kun kaikki muut keinot haittojen minimoimiseksi on tehty (Pekkonen ym. 2020). Ekologisen kompensatian tarkoituksena on lisätä luontoarvoja tai parantaa ekosysteemien tilaa eri alueella, kuin missä haitta tai heikennys on aiheutettu. Ekologista kompensatiota voi toteuttaa esimerkiksi ennallistamalla heikentyneitä elinympäristöjä tai suojelemalla hyvässä kunnossa olevia elinympäristöjä ja näin estämällä haitan tapahtumisen tulevaisuudessa (Moilanen & Kotiaho 2017, 2018). Kaikkia JYY:n hankintojen aiheuttamia haittoja ei voida välttää ja minimoida, joten luonnon kokonaisheikentymättömyyden saavuttamiseksi tarvitaan myös ekologista kompensatiota. Suomessa ekologista kompensatiota on vielä toistaiseksi toteutettu vähän (Pekkonen ym. 2020). Luotojalanjäljen kompensatioille ei

vielä ole olemassa samanlaisia markkinoita yrityksille ja muille organisaatioille kuin hiilikompensaatioille on. Haasteen tuo myös se, että iso osa JYY:n aiheuttamasta luontojalanjäljestä kohdistuu Suomen ulkopuolelle ja vielä ei ole aivan selvää kuinka ulkomaiset luontohaitat voidaan kompensoida esimerkiksi Suomessa.

Sustainability for JYU-hankkeessa (El Geneidy ym., 2021) kehitettiin vaihtoehtoisia kompensatiomallia, ns. sisäisen kompensatian mallia (Kuva 16). Sisäisen kompensatian tarkoituksena on ohjata organisaation aiheuttamien haittojen kompensatiomaksuja esimerkiksi kestävä kehityksen tukemiseen tai haittojen vähentämiseen organisaation omissa toimissa. JYY voisi esimerkiksi asettaa omille toiminnoilleen sisäisellä päätöksellä hiili- ja luontoveron, jonka suuruus on määritettävä esimerkiksi keskimääräisten kompensatiokrediittien tai päästökaupan hinnan mukaan. Jalanjäkilaskennan valmistuttua voidaan tilittää jalanjäljen ja veron suuruuden mukaisesti maksu organisaation sisäiseen kestävä kehityksen rahastoon. Sitten tuotot ohjattaisiin rahastosta organisaation hiili- ja luontojalanjäljen pienentämiseen tai mahdollisesti positiivisten vaikutusten (kädenjälkien) lisäämiseen. Osan maksusta voisi myös käyttää perinteisiin kompensatioihin. Rahaston tarkoitus sekä varojen ohjaus on syytä suunnitella huolellisesti ja tieteeseen perustuen. Järjestelmän riski on se, että on vaikea vielä sanoa, voiko tätä varsinaisesti kutsua kompensatioksi. Toisaalta, sisäinen kompensatio voi olla jopa ympäristön kannalta hyödyllisempää toimintaa kuin näennäisen hiilineutraalisuustavoitteen saavuttaminen perinteisillä kompensatioilla. Yalen yliopisto ja Second Nature ovat koonneet infopakettin korkeakouluille sisäisestä hiilen hinnoittelusta, jota myös muut organisaatiot voivat hyödyntää (Yale University ja Second Nature, 2022).





Kuva 16. Vaihtoehtoiden kompensatiomalli (Ei Geneidy ym. 2021).

## Lähteet

- Alva. (2022a). Vihreä lämpö. [viitattu 1.12.2022] Saatavilla: <https://www.alva.fi/vihrea-lampo/>
- Alva. (2022b). Lämpöratkaisut. [viitattu 5.12.2022] Saatavilla: <https://www.alva.fi/rakennusliikkeille/lampo/lamporatkaisut/>
- Broekhoff, D., Gillenwater, M., Colbert-Sangree, T., and Cage, P. (2019). "Securing Climate Benefit: A Guide to Using Carbon Offsets." Stockholm Environment Institute & Greenhouse Gas Management Institute. Saatavilla osoitteessa: [Offsetguide.org/pdf-download/](https://offsetguide.org/pdf-download/)
- Bull, J.W., Taylor, I., Biggs, E., Grub, H.M.J., Yearly, T., Waters, H., Milner-Gulland, E.J. (2022). Analysis: the biodiversity footprint of the University of Oxford. *Nature*, 604, 420–424. <https://doi.org/10.1038/d41586-022-01034-1>
- Cames, Martin & Harthan, Ralph & Füssler, Jürg & Lazarus, Michael & Lee, Carrie & Erickson, Peter & Spalding-Fecher, Randall. (2016). How additional is the Clean Development Mechanism? Analysis of the application of current tools and proposed alternatives. Study prepared for DG CLIMA. DOI: 10.13140/RG.2.2.23258.54728.
- Department for Business, Energy & Industrial Strategy. (2022). Greenhouse gas reporting: conversion factors 2022. Saatavilla osoitteessa: <https://www.gov.uk/government/publications/greenhouse-gas-reporting-conversion-factors-2022>
- El Geneidy, S., Alvarez Franco, D., Baumeister, S., Halme, P., Helimo, U., Kortetmäki, T., Latva-Hakuni, E., Mäkelä, M., Raippalinna, 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>

- Energiateollisuus. (2022). Sähkön ja lämmön tuotanto. [viitattu 5.12.2022]  
Saatavilla: [https://energia.fi/energiapolitiikka/tyoelama/toimialat/sahkon\\_ja\\_lammon\\_tuotanto](https://energia.fi/energiapolitiikka/tyoelama/toimialat/sahkon_ja_lammon_tuotanto)
- Gold standard. (2022). Offset, your emissions. [viitattu 9.12.2022] Saatavilla:  
<https://marketplace.goldstandard.org/collections/projects>
- Ilokivi. (2022). Ilokiven tarina. Saatavilla: <https://www.ilokivi.fi/ilokiven-tarina/>
- 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. Garib-aldi, 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: [https://ipbes.net/sites/default/files/2020-02/ipbes\\_global\\_assessment\\_report\\_summary\\_for\\_policymakers\\_en.pdf](https://ipbes.net/sites/default/files/2020-02/ipbes_global_assessment_report_summary_for_policymakers_en.pdf)
- IPCC. (2021). Climate Change 2021 The Physical Science Basis. Saatavilla:  
[https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC\\_AR6\\_WGI\\_SPM\\_final.pdf](https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_SPM_final.pdf)
- Jenu S, Baumeister S, Pippuri-Mäkelä J, Manninen A, Paakkinen M. (2021). The emission reduction potential of electric transport modes in Finland. Saatavilla: [The emission reduction potential of electric transport modes in Finland - IOPscience](#)
- Jyväskylän yliopisto. (2022). Tiekartta planetaariseen hyvinvointiin. Jyväskylän yliopiston ympäristöohjelma. Saatavilla: [https://www.jyu.fi/fi/yliopisto/organisaatio-ja-johtaminen/johtosaanto-ja-periaatteet/dokumentit/jyu-ymparistoohjelma\\_10062022.pdf](https://www.jyu.fi/fi/yliopisto/organisaatio-ja-johtaminen/johtosaanto-ja-periaatteet/dokumentit/jyu-ymparistoohjelma_10062022.pdf)
- Jyväskylän yliopiston ylioppilaskunta. (2022a). Mikä JYY? [viitattu 28.11.2022] Saatavilla: <https://jyy.fi/mika-jyy/#smooth-scroll-top>

- Jyväskylän yliopiston ylioppilaskunta. (2021). JYYn toimintakertomus 2021. Saatavilla: <https://jyy.fi/wp-content/uploads/2022/05/JYYn-toimintakertomus-2021.pdf>
- 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>
- Moilanen, A., & Kotiaho, J. S. (2021). Three ways to deliver a net positive impact with biodiversity offsets. *Conservation Biology*, 35(1), 197–205.
- Mustankorkea. (2022). Kierrätys ja lajitteluohjeet. [viitattu 1.12.2022] Saatavilla: <https://mustankorkea.fi/neuvonta/jatteiden-kasittely-lajitteluohjeet/kierratys-lajitteluohjeet/>
- Norton, M., Baldi, A., Buda, V., Carli, B., Cudlin, P., Jones, M. B., Korhola, A., Michalski, R., Novo, F., Oszlányi, J., Santos, F. D., Schink, B., Shepherd, J., Vet, L., Walloe, L., & Wijkman, A. (2019). Serious mismatches continue between science and policy in forest bioenergy. *GCB Bioenergy*, 11(11), 1256–1263. <https://doi.org/10.1111/gcbb.12643>
- Pekkonen M., Rytteri T., Belinskij A., Koljonen S., Mykrä H., Kostamo K. ja Ahlroth P. (2020). Tietotaso ja kokemukset ekologisesta kompensatiosta Suomessa. Saatavilla: [Tietotaso ja kokemukset ekologisesta kompensatiosta Suomessa \(valtioneuvosto.fi\)](https://www.valtioneuvosto.fi/tietotaso-ja-kokemukset-ekologisesta-kompensatiosta-suomessa)
- Pörtner, Hans-Otto, Scholes, Robert J., Agard, John, Archer, Emma, Arneth, Almut, Bai, Xuemei, Barnes, David, Burrows, Michael, Chan, Lena, Cheung, Wai Lung (William), Diamond, Sarah, Donatti, Camila, Duarte, Carlos, Eisenhauer, Nico, Foden, Wendy, Gasalla, Maria A., Handa, Collins, Hickler, Thomas, Hoegh-Guldberg, Ove, ... Ngo, Hien. (2021). Scientific outcome of the IPBES-IPCC co-sponsored workshop on biodiversity and climate change (Version 5). Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.5101125>

- Seppälä, J., Saikku, L., Soimakallio, S., Lounasheimo, J., Regina, K., & Ollikainen, M. (2019). Hiilineutraalius ilmastopolitiikassa – valtiot, alueet ja kunnat. Saatavilla osoitteessa: [https://www.ilmastopaneeli.fi/wp-content/uploads/2019/09/Hiilineutraalius\\_ilmastopaneeli\\_2019\\_FI-NAL.pdf](https://www.ilmastopaneeli.fi/wp-content/uploads/2019/09/Hiilineutraalius_ilmastopaneeli_2019_FI-NAL.pdf)
- Shi, S., & Yin, J. (2021). Global research on carbon footprint: A scientometric review. *Environmental Impact Assessment Review*, 89, 106571. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2021.106571>
- Sitra. (2022). Lievennyshierarkia. [viitattu 9.12.2022] Saatavilla: <https://www.sitra.fi/tulevaisuussanasto/lievennyshierarkia/>
- Soihtu. (2021). Soihtun vuosikertomus 2021. Saatavilla: <https://soihtu.fi/liiketoiminta/vuosikertomus-2021/>
- Soihtu. (2022a). Soihtu rakentaa uudenlaisia asuin ympäristöjä [viitattu 28.11.2022] Saatavilla: <https://soihtu.fi/liiketoiminta/>
- Soihtu. (2022b). Soihtu – sujuvaa ja yhteisöllistä arkea [viitattu 28.11.2022] Saatavilla: <https://soihtu.fi/>
- Stadler K., Wood R., Bulavskaya 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., Plutzar 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.
- Stadler, K., Wood, R., Bulavskaya, T., Södersten, C-J., Simas, M., Schmidt, S., Usubiaga, A., Acosta-Fernández, J., Kuenen, J., Bruckner, M., Giljum, S., Lutter, S., Merciai, S., Schmidt, J. H., Theurl, M. C., Plutzar, 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>
- Tilastokeskus. (2022a). Kuluttajahintaindeksi. [viitattu 1.12.2022] Saatavilla: [Kuluttajahintaindeksi - Tilastokeskus \(stat.fi\)](https://www.stat.fi/kuluttajahintaindeksi)

- Tilastokeskus. (2022b). Ostajanhinta. Saatavilla: <https://www.stat.fi/meta/kas/ostajanhinta.html>
- Tilastokeskus. (2022c). Perushinta. Saatavilla: <https://www.stat.fi/meta/kas/perushinta.html>
- 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>
- Vainio, V., El Geneidy, S. (2021). Sustainability for JYU. Jyväskylän yliopiston ilmasto- ja luontohaitat 2020. JYU Reports. <https://doi.org/10.17011/jyureports/2021/13>
- Vainio, V., El Geneidy, S., Peura, M., Halme, P. & Kotiaho, J. Biodiversity footprint of wood and peat-fired district heating. Julkaisematon.
- Verones F., Hellweg S., Anton A., Azevedo L., Chaudhary A., Cosme N., Curachi S., Baan L., Dong Y., Fankte P., Golstejin 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(6), 1201–1219.
- Väre. (2022). Vihreä sähkö. Saatavilla: <https://vare.fi/sahkosopimus/vihrea-sahko/>
- WEF. (2022). The global risks report 2022. Saatavilla: WEF\_The\_Global\_Risks\_Report\_2022.pdf (weforum.org)
- Yale University & Second Nature. (2022). Internal Carbon Pricing in Higher Education Toolkit. Saatavilla: <https://secondnature.org/climate-action-guidance/carbon-pricing/>

## **Rahoittajat**

Jyväskylän yliopiston ylioppilaskunnan hiili- ja luontojalanjälki -hanketta rahoittivat Jyväskylän yliopiston ylioppilaskunta ja strategisen tutkimuksen neuvosto/Strategic Research Council at the Academy of Finland (Kotiaho 345267).

## **Kirjoittajat**

Krista Pokkinen, DI, Projektitutkija, Jyväskylän yliopiston resurssiviisauisyhteisö, Bio- ja ympäristötieteiden laitos, Jyväskylän yliopisto, ORCID ID: 0000-0001-5840-2705

Sami El Geneidy, KTM, Väitöskirjatutkija, Jyväskylän yliopiston resurssiviisauisyhteisö, Jyväskylän yliopiston kauppakorkeakoulu, Bio- ja ympäristötieteiden laitos, Jyväskylän yliopisto, ORCID ID: 0000-0003-4408-5256

Maiju Peura, FT Tutkijatohtori, Jyväskylän yliopiston resurssiviisauisyhteisö, Bio- ja ympäristötieteiden laitos, ORCID ID: 0000-0002-8423-6349

Veera Vainio, FM, Projektisuunnittelija, Jyväskylän yliopiston resurssiviisauisyhteisö, Bio- ja ympäristötieteiden laitos, Jyväskylän yliopisto, ORCID ID: 0000-0003-0272-0055

Janne Kotiaho, Professori, Jyväskylän yliopiston resurssiviisauisyhteisö, Bio- ja ympäristötieteiden laitos, Jyväskylän yliopisto, ORCID ID: 0000-0002-4732-784X