



Sustainability for JYU:
**Jyväskylän yliopiston
ilmasto- ja luontohaitat**

WISDOM LETTERS

Kohti planetaarista hyvinvointia –
tutkimusperustaista tukea päätöksentekoon

Toimituskunta

Päätoimittaja Sanna Karkulehto, sanna.j.karkulehto@jyu.fi

Toimittaja Stefan Baumeister, stefan.c.baumeister@jyu.fi

Toimittaja Carita Lindstedt-Kareksela, carita.a.lindstedt@jyu.fi

Toimittaja Miikka Salo, miikka.a.o.salo@jyu.fi

Wisdom Letters on avoin poikkitieteellinen julkaisu, joka tuottaa korkeatasoiseen tieteelliseen tutkimukseen perustuvia, vertaisarvioituja suosituksia ja raportteja julkisen päätöksenteon ja kansalaisten sivistyksen tueksi erityisesti kestävään kehitykseen, luonnonvarojen käyttöön, ei-inhimilliseen luontoon, planetaariseen hyvinvointiin, kiertotalouteen, ympäristöongelmiin ja resurssiviisauteen liittyvissä kysymyksissä.

Julkaisija: JYU School of Resource Wisdom,
<https://www.jyu.fi/en/research/wisdom>

Julkaisun taitto: Tuomas Nikulin

ISSN 2669-9478

Sustainability for JYU:
**Jyväskylän yliopiston
ilmasto- ja luontohaitat**

Sami El Geneidy ^{1,2}

Diego Alvarez Franco ^{1,2}

Stefan Baumeister ^{1,2}

Panu Halme ^{1,3}

Ulla Helimo ^{1,4}

Teea Kortetmäki ^{1,5}

Elli Latva-Hakuni ^{1,3}

Marileena Mäkelä ^{1,2}

Liia-Maria Raippalinna ^{1,5}

Veera Vainio ^{1,3}

Janne S. Kotiaho ^{1,3}

¹ Resurssiviisausyhteisö JYU.Wisdom

² Jyväskylän yliopiston kauppakorkeakoulu

³ Matemaattis-luonnontieteellinen tiedekunta

⁴ Toiminnanohjaus

⁵ Humanistis-yhteiskuntatieteellinen tiedekunta

6.4.2021

Tiivistelmä

Jyväskylän yliopisto tavoittelee kampusten hiilineutraaliutta vuoteen 2030 mennessä strategiansa mukaisesti. Resurssiviisausyhteisö JYU.Wisdomin hanke Sustainability for JYU on selvittänyt suuntaviivoja tavoitteen saavuttamiseksi selvittämällä yliopiston merkittävimpiä ilmasto- ja luontohaittoja. Tarkastelun kohteeksi valikoituivat yliopiston ajoneuvot, energia ja kiinteistöt, hankinnat, matkustaminen (työmatkat, kotimatkat eli matkat kodin ja yliopiston välillä sekä opiskelijavaihdot), ruoka ja sijoitukset. Luontohaittojen osalta tarkasteltiin lähinnä kaukolämmön ja hankintojen aiheuttamia luontohaittoja, sillä kyseessä on aivan uudenlaisen menetelmän kehitys.

Jyväskylän yliopiston hiilijalanjälki oli vuonna 2019 noin 40 873 tonnia (t) hiilidioksidiekvivalenttia (CO₂e). Merkittävimmät päästölähteet olivat sijoitukset (43 %, 17 749 t CO₂e), hankinnat (26 %, 10 432 t CO₂e), energia ja kiinteistöt (14 %, 5 787 t CO₂e), matkustaminen (12 %, 4 923 t CO₂e) ja Semman ruoka (5 %, 1 942 t CO₂e). Jyväskylän yliopiston hiilijalanjäljen koostumus on melko samanlainen muiden yliopistojen kanssa, mutta merkittävän eron tekee sijoitusten hiilijalanjälki, jota ei ole tietävästi missään muussa julkaistussa arviossa esitelty osana yliopiston hiilijalanjälkeä. Arviomme osoittaa sen kuitenkin olevan mahdollisesti merkittävä osa yliopiston epäsuoria päästölähteitä.

Kehittämämme organisaatiotason luontohaittojen arviointi on kansainvälisestikin tarkasteltuna ainutlaatuinen. Jyväskylän yliopiston kiinteistöjen kaukolämpöenergian, eli pääosin puu- ja turve-energian, kulutus aiheutti vuonna 2019 yhteensä noin 21,3 luontotyyppihehtaarin häviämisen. Hankintojen luontohaitat olivat noin 9,73×10⁻⁵ PDF (potentially disappeared fraction of species globally), eli yliopiston tekemät hankinnat heikentävät maankäytön kautta ekosysteemejä niin, että globaalissa mittakaavassa 1 laji potentiaalisesti kuolee sukupuuttoon noin 10 000 vuoden välein. Mikäli kaikki

maailman korkeakoulut (n. 30 500 kpl, Ranking Web of Universities, 2020) aiheuttaisivat saman verran haittaa kuin Jyväskylän yliopisto, kuolisi noin kolme lajia sukupuuttoon vuosittain pelkästään korkeakoulujen hankintojen seurauksena. Merkittävimmät luontohaitat muodostuivat laboratoriotarvikkeiden (36 % hankintojen kokonaisluontohaitoista), palveluiden (28 %) sekä elintarvikkeiden ja ruokapalveluiden (15 %) hankinnoista. Luontohaittojen laskentaa täydennetään ja kehitetään edelleen jatkossa.

Esitämme raportissa suosituksia ilmasto- ja luontohaittojen vähentämiseksi ja kompensoimiseksi, tavoitteena planetaarista hyvinvointia edistävä Jyväskylän yliopisto. Ilmastohaittojen osalta tarkastelluilla toimilla päästiin laskennallisesti noin 60 %:n päästövähennyksiin vuoteen 2030 mennessä. Yliopiston kompensatiovastuulle katsottiin kuuluvaksi omat ajoneuvot, sähkö, hankinnat, työmatkat ja sijoitukset, eli 75 % (30 494 t CO₂e) yliopiston hiilijalanjäljestä. Kompensatiovastuun ulkopuolelle jäivät muut kiinteistöjen päästöt, kotimatkat ja kampusravintola Semman ruoka. Vuoden 2019 ilmastohaittojen kompensoiminen Gold Standardin mukaisilla päästövähennysyksiköillä maksaisi yliopistolle 250 000–1 180 000 euroa riippuen valittavasta kompensatioinstrumentista. Päästöjen vähentämiseen ja kompensoimiseen voidaan käyttää myös ns. sisäisen kompensatior mallia, jossa ilmasto- ja luontohaittoille asetetaan yliopiston sisäinen hinta. Kerätyt varat voidaan ohjata sisäisen kestävä kehityksen rahaston kautta kestävä kehityksen tutkimukseen ja opetukseen, yliopistolla tehtäviin päästövähennyksiin (esim. kampusenergian tuotanto) tai perinteisten kompensatioyksiköiden ostamiseen. Päästövähennyksiä ja kompensatioita tulee tehdä rinnakkain. Esitämme, että Jyväskylän yliopisto kompensoi kaikki vuosittaiset haittansa jo vuonna 2025. Näin yliopisto voi olla hiilineutraali ja luontoa kokonaisheikentämättömän yliopisto jo vuonna 2025 ja samalla jatkaa haittojen vähentämistä.

Haittojen raportoinnin, vähentämistoimenpiteiden ja kompensatiomallien kehitystyö jatkuu hankkeen tulosten pohjalta. Tavoitteena on luoda kaikenlaisiin organisaatioihin soveltuva ilmasto- ja luontohaittojen kirjanpitomalli yhteistyössä Green Carbon Finland Oy:n kanssa.



Sisällys

1 Johdanto	5	5.3 Haittojen kompensatio	36
2 Tulokset – Ilmastohaitat	7	5.3.1 Kompensaatiovastuu	36
2.1 Suorat päästöt (Scope 1)	8	5.3.2 Ilmastohaittojen kompensatio	38
2.2 Energiankulutuksen & kiinteistöjen päästöt (Scope 2) ..	8	5.3.3 Luontohaittojen kompensatio	38
2.3. Muut epäsuorat päästöt (Scope 3)	10	5.3.4 Ilmasto -ja luontohaittojen yhteiskompensaatio ..	38
2.3.1 Hankinnat	10	5.3.5 Vaihtoehtoiset kompensatit ja ohjaukset	39
2.3.2 Matkustaminen	13	6 Menetelmät	41
2.3.3 Ruoka	18	6.1 Hiilijalanjälki	42
2.3.4 Sijoitukset	19	6.1.1 Suorat päästöt (Scope 1)	43
3 Tulokset – Luontohaitat	22	6.1.2 Energiankulutuksen ja kiinteistöjen päästöt (Scope 2)	43
3.1 Kaukolämpö	22	6.1.3 Muut epäsuorat päästöt (Scope 3)	44
3.2 Hankinnat	22	6.2 Luontohaitat	49
4 Tulosten vertailu	26	6.2.1 Kaukolämmön luontohaitat	49
5 Planetaarista hyvinvointia edistävä JYU	29	6.2.2 Hankintojen luontohaitat	52
5.1 Haittojen seuranta	30	Lähteet	54
5.2 Haittojen vähentäminen	30	Sanasto	60
5.2.1 Yliopiston ajoneuvot (Scope 1)	32	Liite 1 - Jyväskylän yliopiston vuokranantajat	61
5.2.2 Energia & kiinteistöt (Scope 2)	32	Liite 2 - Hankintojen ilmastohaitat kirjanpitotileittäin	63
5.2.3 Hankinnat (Scope 3)	33	Liite 3 - Hankintojen luontohaitat kirjanpitotileittäin	65
5.2.4 Matkustaminen (Scope 3)	33		
5.2.5 Ruoka (Scope 3)	35		
5.2.6 Sijoitukset (Scope 3)	35		

1

Johdanto

Globaali keskilämpötila on noussut noin 1,2 astetta esiteolliseen aikaan verrattuna, mikä on pääosin ihmistoiminnan seurausta (WMO, 2020). Ihmistoiminta on globaalisti heikentänyt useiden luontotyyppien tilaa sekä kiihdyttänyt lajien sukupuuttoja (IPBES, 2019). YK:n ympäristöjärjestö UNEP arvioi, että nykyiset poliittiset toimet ja sitoumukset johtavat yli kolmen asteen lämpenemiseen globaalissa keskilämpötilassa vuosisadan loppuun mennessä (UNEP, 2020). Kuluneen vuosikymmenen 2011–2020 kansainvälisistä luonnon monimuotoisuustavoitteista yhtäkään ei kokonaisuudessaan saavutettu (CBD, 2020). Maailman talousfoorumi onkin nostanut sekä ilmastomuutoksen torjunnan epäonnistumisen että luonnon monimuotoisuuden romahtamisen kuuden vakavimman ihmiskuntaa uhkaavan riskin joukkoon (WEF, 2020).

Korkeakouluilla, mukaan lukien Jyväskylän yliopistolla, on kokoaan suurempi rooli sekä kansallisten että globaalien kestävyystavoitteiden saavuttamisessa ja kirittämisessä. Me luomme uutta tietoa ja tutkimusta, uusia asiantuntijoita ja tekijöitä sekä toimintaedellytyksiä vahvistavaa sosiaalista ja sivistyksellistä pääomaa ja vaikuttamme paikallisesti, kansallisesti ja kansainvälisesti. Jyväskylän yliopiston kampuksen kehittämisstrategian yksi neljästä päätavoitteesta on ”Vastuullinen ja kestävä kampus”. Tavoitteenamme on hiilineutraali kampus vuoteen 2030 mennessä. Lisäksi olemme ensimmäisenä yliopistona Suomessa tehneet ilmastohätätilan julistuksen. Rehtorineuvosto UNIFI on julkaissut kaikkien yliopistojen yhteiset kestävä kehityksen ja vastuullisuuden teesit, joissa asetetaan luonnon monimuotoisuuden vaaliminen ja hiilineutraalisuus yhteiseksi tavoitteeksi viimeistään vuoteen 2030 mennessä (UNIFI, 2020). Opetus- ja kulttuuriministeriö on jo aikaisemmin edellyttänyt korkeakouluilta hiilineutraaliutta vuoteen 2030 mennessä. Lisäksi Jyväskylän yliopiston ylioppi-

laskunta (JYY) on asettanut hiilineutraalisuustavoitteekseen vuoden 2025 ja on jo laatinut oman ilmastokestävyyden tiekarttansa (JYY, 2020).

Näiden tavoitteiden pohjalta Kestävä ja Vastuullinen JYU -kehittämisryhmä (Jyväskylän yliopisto, 2020a) antoi Resurssiviisautsyhteisö JYU.Wisdomille (Wisdom) tehtävän selvittää, mitä yliopiston hiilineutraalisuuden saavuttaminen tarkoittaa ja minkälaisilla keinoilla tavoitteen saavuttamiseen voidaan päästä. Tavoitteen ymmärtämiseksi on tarpeellista selvittää lähtökohta eli yliopiston tämänhetkinen hiilijalanjälki. Ilmaston lisäksi tarkasteluun päätettiin ottaa mukaan elonkirjoon eli luonnon monimuotoisuuteen vaikuttavat toiminnot, toisin sanoen yliopistomme luontojalanjälki. Koska tarkastelemme lähinnä yliopiston toiminnoista aiheutuvia negatiivisia vaikutuksia, puhumme ilmasto- ja luontohaitoista. Tarkastelussa ei huomioida, ainakaan yhtä perustavanlaatuisesti, esimerkiksi sosiaalisen, kulttuurisen ja taloudellisen kestävyuden muotoja. Wisdomin Sustainability for JYU -hankkeen tavoitteena on siis vuoden 2020 aikana ollut selvittää Jyväskylän yliopiston merkittävimmät ilmasto- ja luontohaitat sekä pohtia keinoja niiden vähentämiseen ja kompensointiin. Yliopiston ilmasto- ja luontohaittojen (Alvarez Franco, 2021; Vainio, 2021) lisäksi olemme laskeneet yliopistoon läheisesti kytköksissä olevan ruokapalveluyhtiö Semma Oy:n hiilijalanjäljen, jota käydään läpi tarkemmin Latva-Hakunin (2020) maisterintutkielmassa.

Jyväskylän yliopiston ilmasto- ja luontohaittojen määrityksen lisäksi olemme hankkeessa tuotaneet ja tuotamme myös jatkossa uutta tietoa muidenkin organisaatioiden hyödynnettäväksi. Luontohaittojen määrittäminen organisaatiotasolla päätöksenteon tueksi luo aivan uudenlaisen pohjan organisaatioiden luontohaittojen arvioimiselle ja hyvitykselle. Vaikka luontohaittojen osalta arvio jäi vielä epätäydelliseksi, Sustainability for JYU -projektia ja kehitystyötä jatketaan ja las-

kelmia täydennetään puuttuvien tietojen osalta. Esimerkiksi WWF on jo osoittanut kiinnostusta lisätä Wisdomin kehittämän luontohaitta-arvion Green Office -konseptiin. Hanke on myös toiminut ponnahduslautana poikkitieteelliselle väitöskirjalle, jonka tavoitteena on tuottaa talouskirjanpidon rinnalle ja osittain siihen perustuva ilmasto- ja luontohaittojen kirjanpitomalli. Tutkimus -ja kehitystyötä tehdään yhteistyössä jyvaskyläläisen Green Carbon Finland Oy:n kanssa. Lisäksi luontohaittojen kirjanpitomallin kehitys on osa vireillä olevaa Suomen Akatemian Strategisen tutkimuksen neuvoston (STN) rahoitushakemusta.

Tässä raportoitavan ilmasto- ja luontohaittaselvityksen pohjalta yliopistossa aloitetaan työ, jonka lopputulemana Kestävä & Vastuulli-

nen JYU -kehittämisryhmä tuottaa yliopiston vastuullisuusasiantuntijan johdolla Jyväskylän yliopiston tiekartan planetaariseen hyvinvointiin. Tässä raportissa kuvataan työn tämänhetkinen tilanne. Tulokset eivät kaikilta osin ole vielä kattavia ja vaativat jatkotyötä, mutta jo tällaisenaan ne antavat hyvän suunnan yliopistomme vastuullisuustyölle ja osoittavat ilmasto- ja luontohaittojen ehkäisyn kannalta tärkeimmät kehityskohteet. Arviointityön jatkuessa prosessi pyritään automatisoimaan, jolloin osana tavanomaista talouskirjanpitoa saamme kirjanpitovelvollisille organisaatioille ilmasto- ja luontovaikutusten kirjanpidon, jonka avulla ne voivat seurata vuotuista kehitystä matkalla kohti hiilineutraalisuutta ja luonnon kokonaisuuden ylläpitämättömyyttä.



2

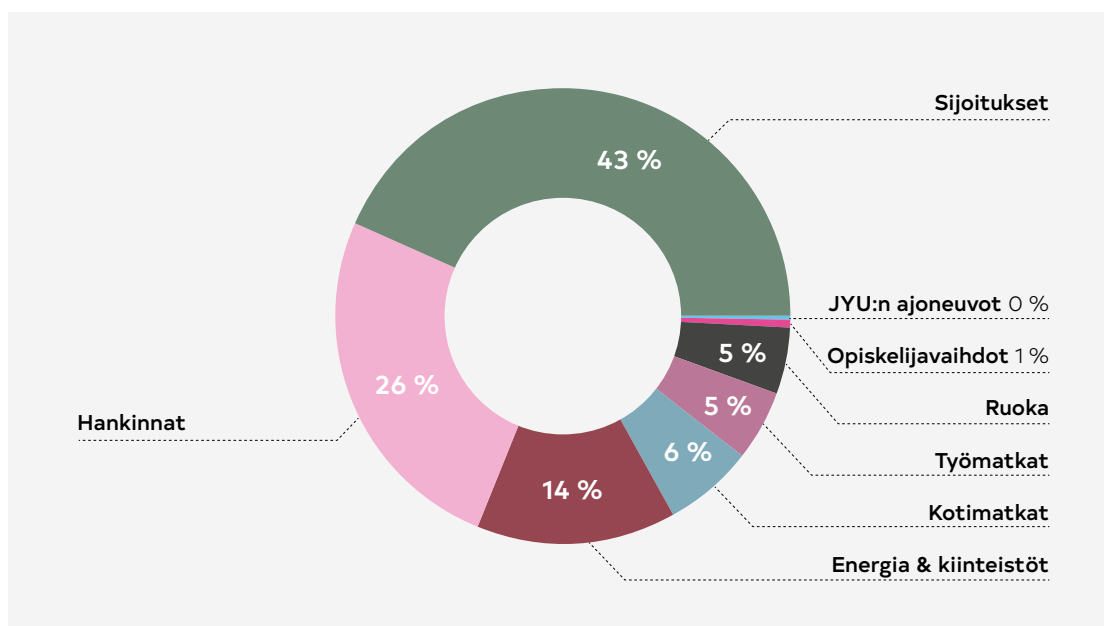
Tulokset – Ilmastohaitat

Jyväskylän yliopiston hiilijalanjälki vuonna 2019 oli 40 873 tonnia (t) hiilidioksidiekvivalenttia (CO₂e). Koko yliopiston henkilömäärään (17 009, sisältäen työsuhteessa olevan henkilökunnan, jatko-opiskelijat, apurahatutkijat, opiskelijat ja Normaalikoulun oppilaat) suhteutettuna hiilijalanjälki oli noin 2,4 t CO₂e henkilöä kohden. Hiilijalanjälki vuoden 2019 liikevaihtoon (204,3 M€) suhteutettuna oli noin 113 t CO₂e per miljoona euroa liikevaihtoa, pois lukien sijoitusten hiilijalanjälki, jonka voidaan katsoa olevan erillinen osa yliopiston liikevaihdosta. Sijoitusten hiilijalanjälki vuoden 2019 sijoitettuun varallisuuteen (135 M€) suhteutettuna oli noin 131 t CO₂e per sijoitettu miljoona euroa.

Suurimmat päästölähteet yliopiston toiminnassa ovat sijoitukset (43 %, 17 749 t CO₂e), hankinnat (26 %, 10 432 t CO₂e) ja energia & kiinteistöt (14 %, 5 787 t CO₂e), jotka muodosta-

vat yhteensä noin 83 % koko yliopiston hiilijalanjäljestä (Kuva 1). Jos matkustusta katsotaan laajemmin yhtenä osuutena, työmatkat, opiskelijavaihdot sekä kotimatkat, eli matkat kodin ja työ- tai opiskelupaikan välillä, muodostavat yhteensä noin 12 % (4 923 t CO₂e) kokonaispäästöistä.

Yliopisto tuottaa vain vähän suoria päästöjä (scope 1, alle 1 %, scope-määrittelyt: ks. esim. WRI & WBCSD, 2011, s. 25), ja ne johtuvat lähinnä yliopiston omien ajoneuvojen käytöstä. Yliopiston päästöt koostuvat siis valtaosin epäsuorista päästöistä, jotka voidaan luokitella energiankulutuksen päästöihin (scope 2, 14 %) ja muihin epäsuoriin päästöihin (scope 3, 86 %). Seuraavaksi näiden eri päästökategorioiden rakennetta käydään tarkemmin läpi. Jokaisen päästökategorian yhteydessä esitellään suosituksia, joita käsitellään tarkemmin luvussa 5.



Kuva 1: Jyväskylän yliopiston hiilijalanjälki (40 873 t CO₂e) eri kategorioittain ja niiden suhteellinen osuus kokonaispäästöistä.

2.1 Suorat päästöt (Scope 1)

Yliopiston suorien (scope 1) päästöjen ainoa lähde on yliopiston omistamien ajoneuvojen käyttö. Kokonaiskuvassa päästöjen suhteellinen merkitys on pieni: alle 1 % koko yliopiston hiilijalanjäljestä, joka oli siis noin 40 t CO₂e. Suurimman osuuden ajoneuvojen hiilijalanjäljestä tuottavat Bio- ja ympäristötieteiden laitoksen (29 %), tutkimus- ja kampuspalveluiden (23 %, johon kuuluvat mm. posti- ja edustusautot) ja tilapalveluiden (21 %, johon kuuluvat mm. vahtimestareiden autot) ajoneuvot (Taulukko 1).

Jos Konneveden tutkimuslaitoksen ajoneuvojen päästöt lasketaan Bio- ja ympäristötieteiden laitokselle kuuluviksi, nousee laitoksen

päästöjen osuus 41 %:iin. Bio- ja ympäristötieteiden laitoksen ajosuorite ei merkittävästi eroa tilapalveluista, mutta päästöt ovat huomattavasti korkeammat. Tämä johtuu ainakin osittain siitä, että tilapalveluilla on uudempi ajoneuvokanta ja osa ajoneuvoista käyttää vähäpäästöisiä käyttövoimia (hybridi jne.).

Suosituksukset

- Siirrytään vuoteen 2030 mennessä puhtaan käyttövoiman ajoneuvokantaan.
- Vähennetään yliopiston ajoneuvojen ajosuoritetta.
- Otetaan käyttöön kampuspöyrät.

Taulukko 1: Yliopiston ajoneuvojen vuosittainen ajosuorite ja ajoneuvojen päästöt yksiköittäin vuonna 2017

Yksikkö	Vuosittainen ajosuorite (km)	Päästöt (t CO ₂ e)	Osuus (%)	Päästöt kilometriä kohden (kg CO ₂ e / km)
IT-tiedekunta	11913	1,55	4	0,13
IT-palvelut (MaD)	4400	0,60	1	0,14
Yliopistopaino	3568	0,55	1	0,15
Kokkolan yliopistokeskus Chydenius	13546	1,80	4	0,13
Fysiikan laitos	3850	0,66	2	0,17
Kemian laitos	8503	0,60	2	0,07
Bio- ja ympäristötieteiden laitos	76629	11,60	29	0,16
Konnevesi	28040	4,37	11	0,16
Tutkimus- ja kampuspalvelut / siivouspalvelut	5532	0,72	2	0,13
Tutkimus- ja kampuspalvelut	64837	9,25	23	0,14
Tilapalvelut	77000	8,52	21	0,11
Yhteensä	297818	40,22	100	0,14 (keskimäärin)

2.2 Energiankulutuksen & kiinteistöjen päästöt (Scope 2)

Energiankulutus ja muut kiinteistöihin liittyvät päästöt muodostavat yliopiston hiilijalanjäljestä noin 14 % (5 787 t CO₂e). Yliopiston energiankulutus jakautuu Suomen yliopistokiinteistöt Oy:n (SYK) omistamiin kiinteistöihin sekä muihin yliopiston käyttämiin kiinteistöihin (esim. Agora, Viveca ja Kokkolan kiinteistöt, ks. Liite 1). Suurimman osan kampuskiinteistöistä omistaa SYK, ja kulutus- ja päästötiedot perustuvat heidän laskelmiinsa. Taulukko 2 esittää kiinteistöjen eri kategorioiden kulutus- ja päästötiedot vuodelta

2019 niiltä osin kuin tietoa on ollut saatavilla. Kiinteistöjen kokonaispäästöt olivat 5 760 t CO₂e, josta noin 86 %:n osuus kuuluu SYK:n kiinteistöille ja 14 % muille Jyväskylän yliopiston käyttämille kiinteistöille. SYK:n omistamien kiinteistöjen bruttopinta-ala (kaikkien kerrosten pinta-alojen summa) Jyväskylän kampuksella on noin 170 589 brm² ja päästöt pinta-alan yksikköä kohden olivat noin 29,31 kg CO₂e/brm². Jyväskylän yliopiston arvioitu osuus muista kiinteistöistä kattaa noin 29 362 m² (bruttopinta-ala ei ollut saatavilla), ja päästöt pinta-alan yksikköä kohden olivat noin 26,78 kg CO₂e/m². Arvioon ei ole saatu mukaan kaikkia Jyväskylän yliopiston käyttämiä kiinteistöjä.

Taulukko 2: Jyväskylän yliopiston käyttämien kiinteistöjen kulutus ja päästöt vuonna 2019

	SYK			Muut kiinteistöt			Päästöt yhteensä (t CO ₂ e)
	Kulutus	Yksikkö	Päästöt (t CO ₂ e)	Kulutus	Yksikkö	Päästöt (t CO ₂ e)	
Lämpö	23605	MWh	4216,35	3926	MWh	718,69	4935,04
Sähkö	19598	MWh	0*	4395	MWh	66,84	66,84
Vesi	34530	m ³	23,83	1266	m ³	0,87	24,70
Jätteet	-	-	75,29	-	-	-	75,29
Kylmäaineet	-	-	47,47	-	-	-	47,47
Rakentaminen	-	-	610,93	-	-	-	610,93
Ylläpitokorjaaminen	-	-	26,92	-	-	-	26,92
Päästöt yhteensä (t CO₂e)			4973,87			904,29	5787,19

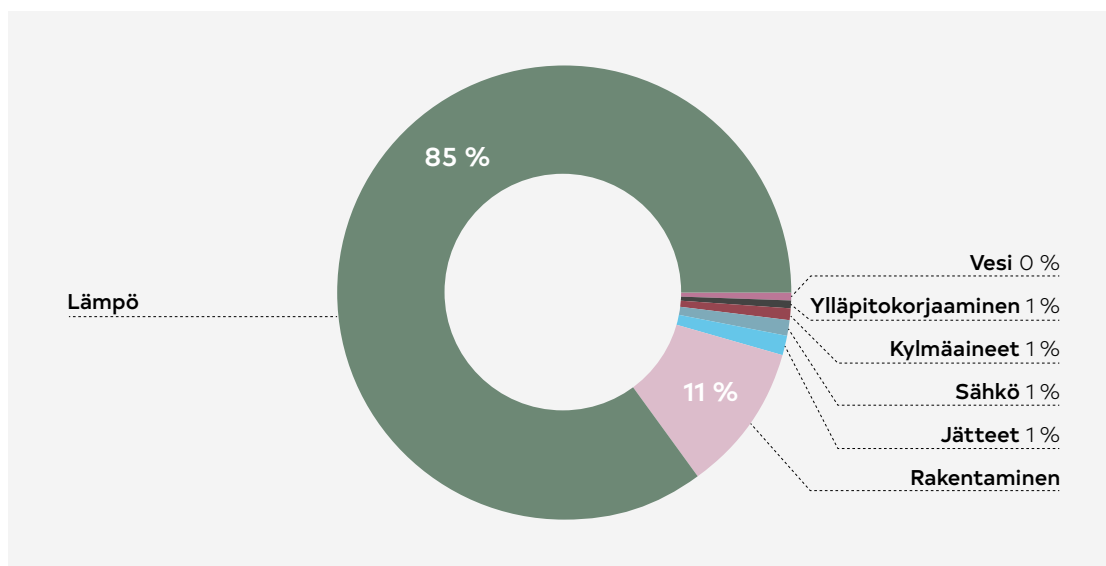
*vuodesta 2019 alkaen päästöttömäksi luokiteltua sähköä (bio, vesi, tuuli).

Yliopiston käyttämien kiinteistöjen kaukolämmön tuotannossa syntyvät päästöt ovat kiinteistöjen hiilijalanjäljen merkittävin osa (Kuva 2), noin 85 % kokonaispäästöistä. Jyväskylän energiayhtiö ALVA Oy:n (2020) mukaan kaukolämmön polttoainejakauma on vuonna 2019 koostunut pääosin turpeesta (49,8 %), puusta (46,4 %) sekä muista energialähteistä (3,8 %, mm. öljy, biokaasu, kivihiili). Toinen merkittävä osa kiinteistöihin liittyviä päästöjä ovat rakentamiseen liittyvät päästöt (11 %), ja rakentaminen on tulevat peruskorjaushankkeet huomioiden tärkeä tarkasteltava. Sähkö hankitaan yliopistolle hankintapalveluyhtiö Hansel Oy:n kautta. Sähkö on alkuperätakuusertifikaateilla todennettua uusiutuvaa energiaa ja koostuu vesivoimasta (50,9 %), bioenergiasta (48,5 %) sekä tuulivoimasta (0,6 %). Puupohjaisella bioenergialla tuotettu lämpö ja sähkö voivat tulevaisuudessa aiheuttaa

hankaluuksia, kun tarkastellaan yliopiston energiankäytön päästöttömyyttä, koska sillä tuotetun energian päästöttömyys ei ole luonnontieteellisesti selvää (ks. esim. EASAC, 2017).

Suosituksukset

- **Tuetaan vuokranantajia energiamurroksessa ja edellytetään heiltä selvitystä siirtymästä päästöttömiin energialähteisiin.**
- **Pienennetään biomassan poltolla tuotetun sähkön osuutta ja kasvatetaan tuulisähkön osuutta sähkösopimuksessa.**
- **Kehitetään ja kasvatetaan yhdessä vuokranantajien kanssa kampusenergian tuotantoa.**
- **Edistetään yhdessä SYK:n kanssa kestävästi kaukolämmön käyttöönottoa ALVA:lla.**



Kuva 2: Jyväskylän yliopiston kiinteistöjen hiilijalanjälki (5787 t CO₂e) eri kategorioittain ja niiden suhteellinen osuus kiinteistöjen kokonaispäästöistä.

2.3. Muut epäsuorat päästöt (Scope 3)

Muut epäsuorat päästöt muodostavat valtaosan Jyväskylän yliopiston hiilijalanjäljestä (86 %), joten niiden tarkempi tarkastelu on tarpeen. Epäsuoriin päästöihin kuuluvat sijoitukset, hankinnat, työmatkat, opiskelijavaihdot, kotimatkat eli matkat kodin ja yliopiston välillä ja ruoka (Semma). Nämä kategoriat käydään yksityiskohdaisemmin läpi seuraavaksi.

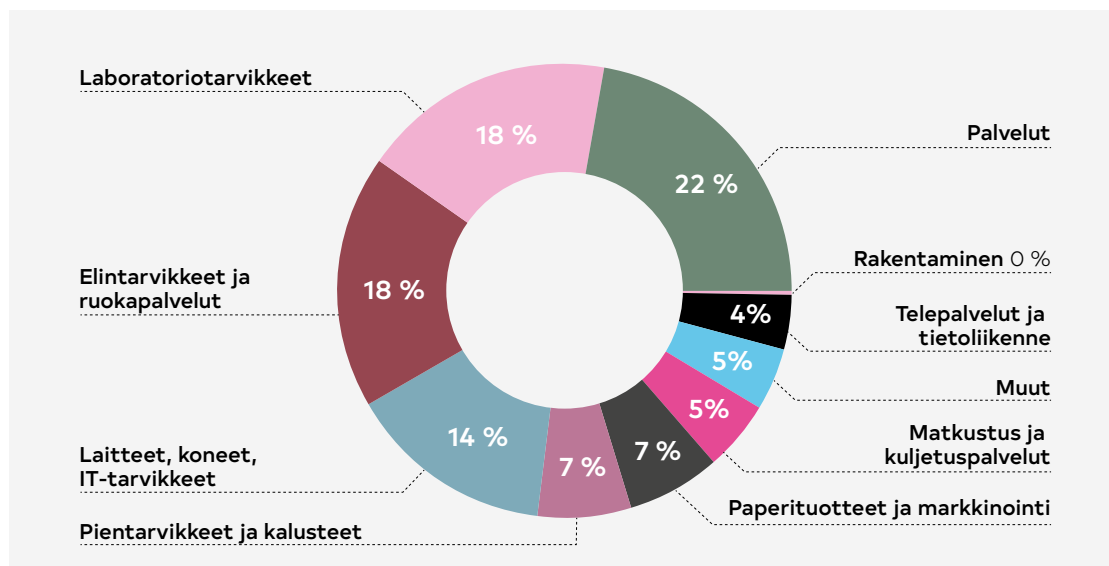
2.3.1 Hankinnat

Hankinnat muodostavat yliopiston hiilijalanjäljestä noin 26 % (10 432 t CO₂e). Kategorisoimattomien hankintapäästöjen osuus kaikista hankintapäästöistä on noin 68 % (7 130 t CO₂e). Kategorisoidut hankinnat voidaan jakaa tar-

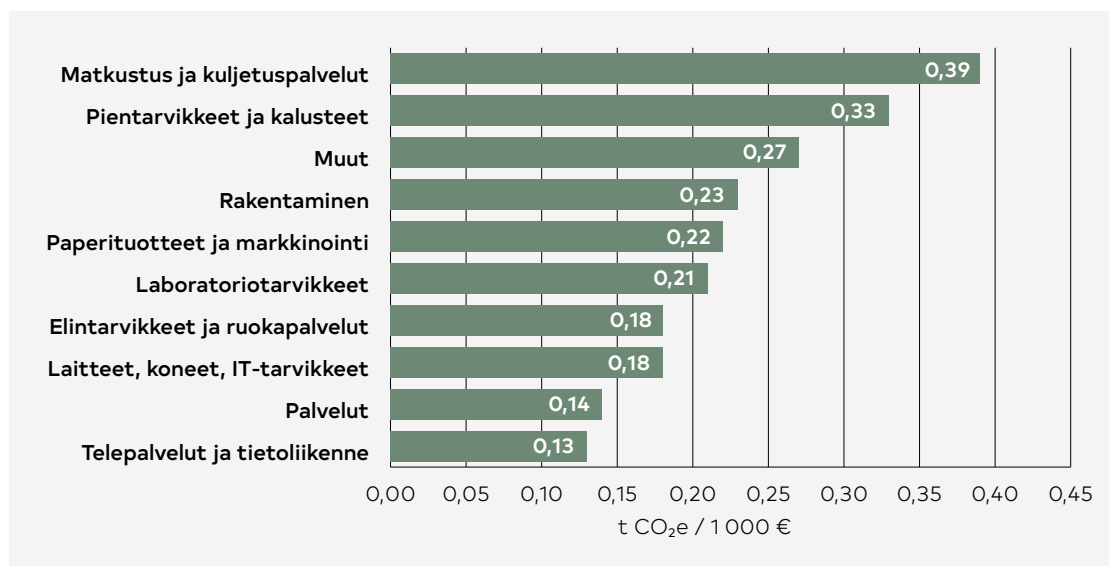
kemppiin kategorioihin, jolloin saadaan selville hankintojen sisällä merkittävimmät päästölähteet (Kuva 3). Lisäksi laskettiin kategorioiden hiili-intensiivisyys eli niiden päästöt kulutettua euroa kohden (Kuva 4). Liitteestä 1 löytyvät kategorisoitujen hankintojen hiilijalanjälki ja päästökertoimet yliopiston tileittäin. Hankintojen kategoriat ovat osittain päällekkäisiä muiden yliopiston päästökategorioiden kanssa (esim. matkustus ja kuljetuspalvelut sekä elintarvikkeet ja ruokapalvelut), mutta ne on päätetty toistaiseksi pitää hankintojen alla, koska niiden tietolähde on yliopiston laitosten kirjanpito. Näiden kategorioiden päästöt eivät kuitenkaan ole päällekkäisiä, vaan päästöt on laskettu vain kerran.

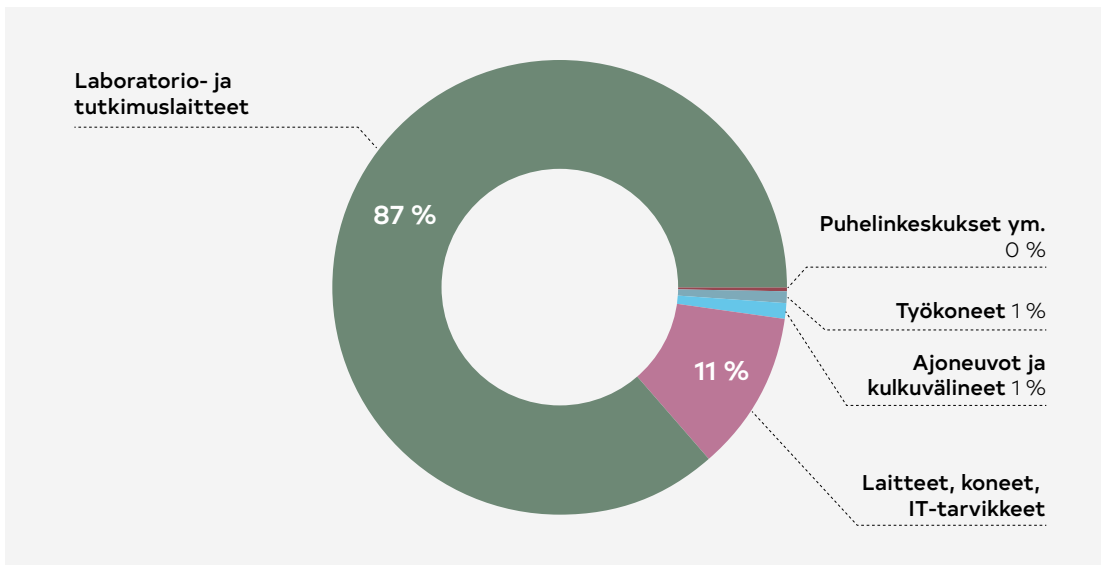
Yliopiston laitosten kirjanpidon lisäksi vuotuisiin päästöihin sisällytettiin arvio yli 10 000 euron investointien (koneet ja laitteet) päästöistä (Kuva 5). Nämä investoinnit eivät normaalisti kuulu laitosten kirjanpitoon. Investoinnit

Kuva 3: Yliopiston laitosten hankintojen hiilijalanjälki (10 432 t CO₂e) eri kategorioittain ja niiden suhteellinen osuus hankintojen kokonaispäästöistä, pois lukien kategorisoimattomien hankintojen hiilijalanjälki.

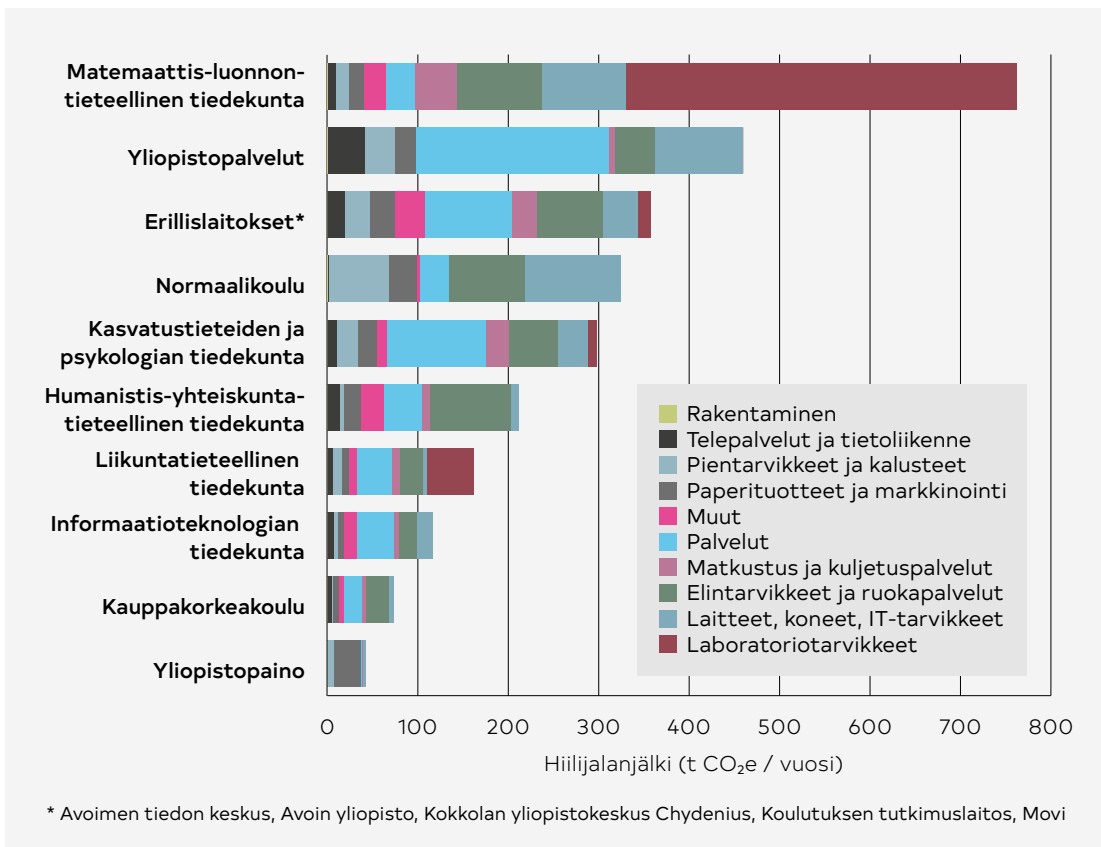


Kuva 4: Hankintakategorioiden hiili-intensiivisyys (t CO₂e / 1000 €).





Kuva 5: Yliopiston investointien arvioitu vuosittainen hiilijalanjälki (463 t CO₂e) eri kategorioittain ja niiden suhteellinen osuus investointien kokonaispäästöistä.



Kuva 6: Hankintojen hiilijalanjälki tiedekunnittain vuonna 2019, pois lukien investointien ja kategorisoimattomien hankintojen hiilijalanjäljet.

muodostavat hankintojen kokonaispäästöistä noin 4 % (463 t CO₂e) ja laitosten hankinnat 96 % (9 969 t CO₂e).

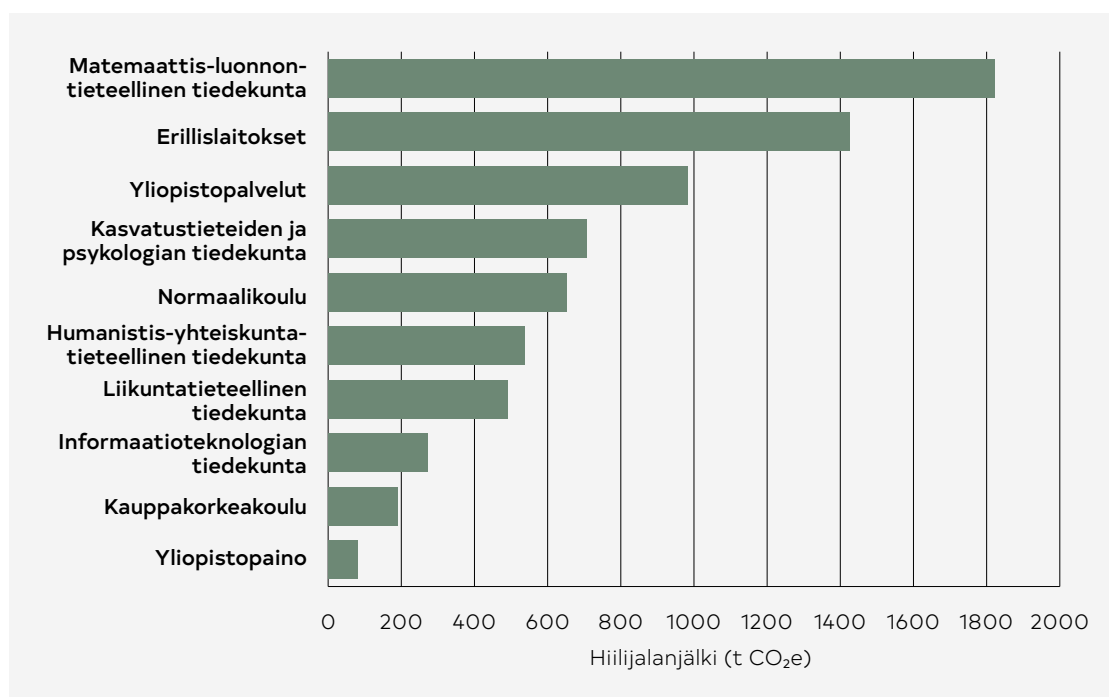
Kategorisoitujen hankintojen hiilijalanjälkeä (pois lukien investoinnit) voidaan tarkastella myös tiedekunnittain (Kuva 6 ja Taulukko 3). Suurimman osuuden hiilijalanjäljestä muodostavat Matemaattis-luonnontieteellinen tiedekunta (27 %), Yliopistopalvelut (16 %) ja Erillislaitokset (13 %, pois lukien Normaalikoulu). Henkilömäärät vaihtelevat suuresti yksiköittäin, joten Taulukossa 3 esitellään (kategorisoitujen ja

kategorisoimattomien) hankintojen kokonaishiilijalanjälki henkilöstömäärään suhteutettuna. Suurin hankintojen hiilijalanjälki henkilöä kohden on erillislaitoksilla, Yliopistopalveilla ja Matemaattis-luonnontieteellisellä tiedekunnalla. Kun kategorisoimattomat ostot otetaan mukaan laskentaan, suhteet pysyvät kutakuinkin samoina, mutta erillislaitokset muodostavat hieman suuremman osan (17 %) yliopiston hankintojen hiilijalanjäljestä kuin Yliopistopalvelut (14 %). Kategorisoimattomien hankintojen hiilijalanjälkeä on esitelty tiedekunnittain Kuvassa 7.

Taulukko 3: Hankintojen kokonaispäästöt (t CO₂e, pois lukien investoinnit) yksiköittäin, päästöt henkilömäärään suhteutettuna sekä eri yksiköiden vuoden 2019 henkilömäärä (pois lukien apurahatutkijat*).

Yksikkö	Hiilijalanjälki (t CO ₂ e)	Hiilijalanjälki (t CO ₂ e / hlö)	Henkilömäärä		
			Perustutkinto-opiskelijat	Jatko-opiskelijat	Työntekijät
Erillislaitokset	1718,98	3,17	197	21	325
Normaalikoulu	975,27	0,84	1047	0	112
HYTK	749,72	0,18	3207	481	423
ITK	389,28	0,15	2278	162	167
KPTK	1005,17	0,35	2275	240	323
Kauppakorkeakoulu	327,05	0,23	1205	120	111
Liikunta	654,13	0,46	1110	107	190
MLTK	2584,16	1,24	1359	196	525
Yliopistopaino	122,43	-	-	-	-
Yliopistopalvelut	1443,24	2,65	0	0	544
Yhteensä	9969,42	1,03 (keskiarvo)	12678	1327	2720

*Tietoja apurahatutkijoiden hankinnoista ei ollut saatavilla yksikkökohtaisesti.

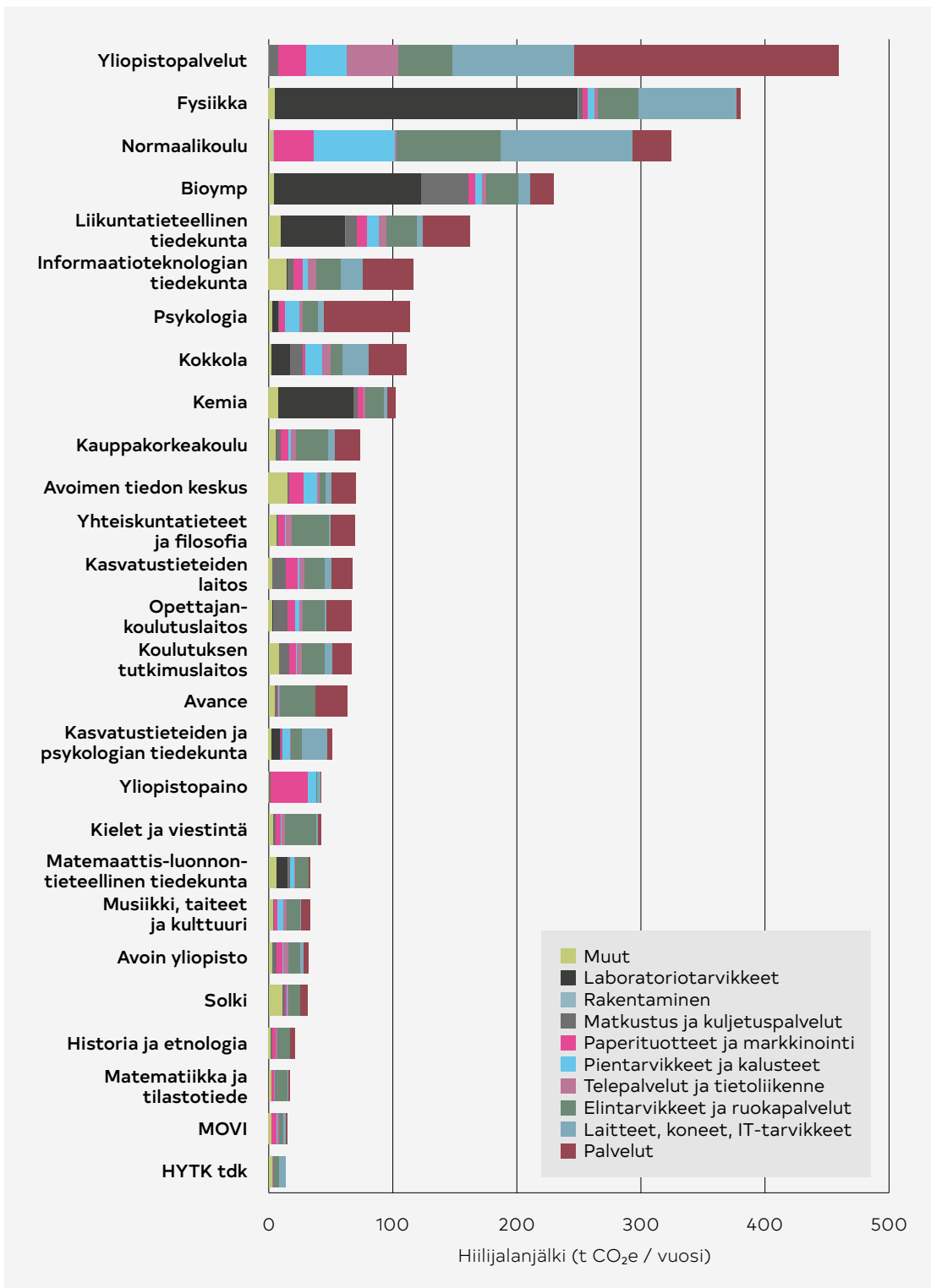


Kuva 7: Kategorisoidun hankintojen hiilijalanjälki tiedekunnittain vuonna 2019.

Jos kategorisoidun hankintojen hiilijalanjälkeä tarkastellaan laitoksittain (Kuva 8), suurimman osuuden hiilijalanjäljellä muodostavat Yliopistopalvelut (16 %), Fysiikan laitos (14 %) sekä Normaalikoulu (12 %). Kun kategorisoidut ostot otetaan mukaan laskentaan suhteet jakautuvat tasaisemmin laitosten välillä. Suurimman osuuden hiilijalanjäljellä muodostavat Normaalikoulu (9,8 %), Avoimen tiedon keskus (9,7 %) sekä Fysiikan laitos (9,7 %).

Suosituksia

- Päivitetään hankintaperiaatteet ja -ohjeet minimoimaan ilmasto- ja luontohaitat.
- Edellytetään vastuullisuustietojen toimittamista kaikilta hankintojen toimittajilta.
- Lisätään yliopistoyhteisön toimintaan ympäristökriteerit (esim. ruokatarjoilujen osalta).



Kuva 8: Hankintojen hiilijalanjälki laitoksittain vuonna 2019, pois lukien investointien ja kategorisoiduttomien hankintojen hiilijalanjäljet.

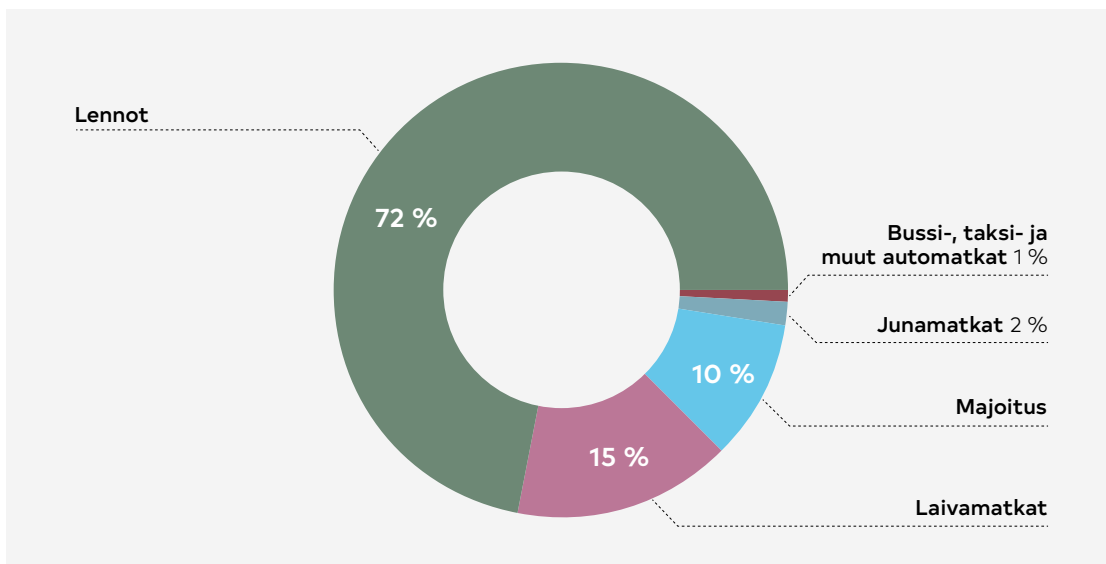
2.3.2 Matkustaminen

Matkustamisen hiilijalanjälkeen voidaan lukea työmatkat, opiskelijavaihdot sekä kotimatkat eli matkat kodin ja työ- tai opiskelupaikan välillä. Matkustaminen muodosti vuonna 2019 kokonaisuutena noin 12 % (4 923 t CO₂e) yliopiston hiilijalanjäljestä.

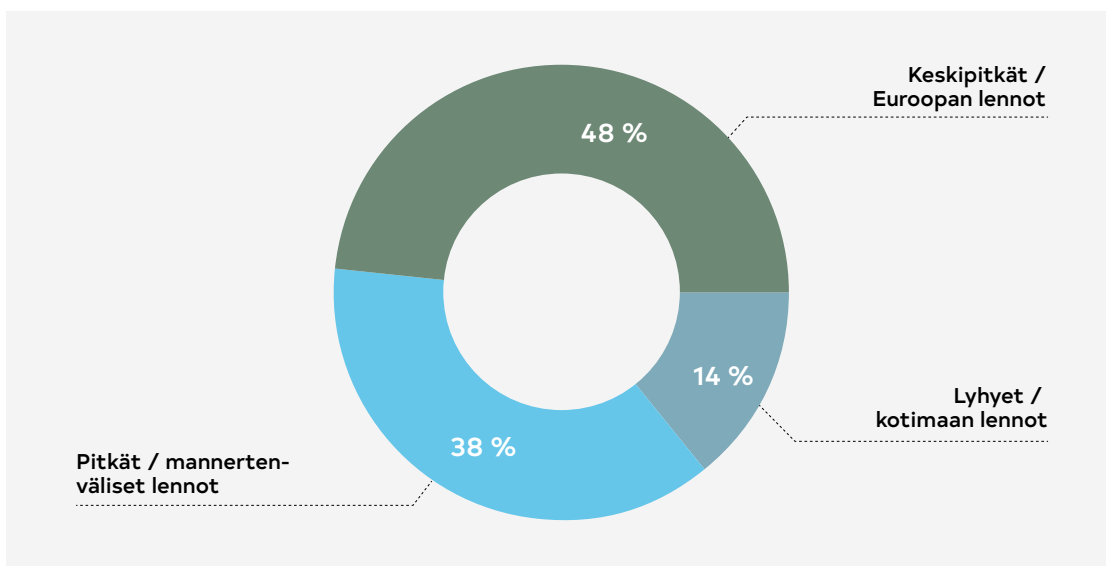
Työmatkustamisen hiilijalanjälki muodosti yliopiston hiilijalanjäljestä noin 5 % (2 023 t

CO₂e) ja matkustamisen kokonaishiilijalanjäljestä noin 42 %. Työmatkustamisen hiilijalanjäljestä valtaosa (1 460 t CO₂e) aiheutui lennoista (Kuva 9, Taulukko 4). Yliopiston matkatoimiston lentojen päästötiedot pystyttiin kategorisoimaan. Lentojen hiilijalanjäljestä suurimman osan vievät keskipitkät ja pitkät lennot, mutta lyhyet lennot muodostavat myös suhteellisen ison osan hiilijalanjäljestä (Kuva 10).

Kuva 9: Työmatkojen hiilijalanjälki (2 023 t CO₂e) eri kategorioittain ja niiden suhteellinen osuus työmatkojen kokonaispäästöistä.



Kuva 10: Matkatoimiston kautta tilattujen lentojen hiilijalanjälki (1 460 t CO₂e) eri lentotyypeittäin ja niiden suhteellinen osuus lentojen kokonaispäästöistä.

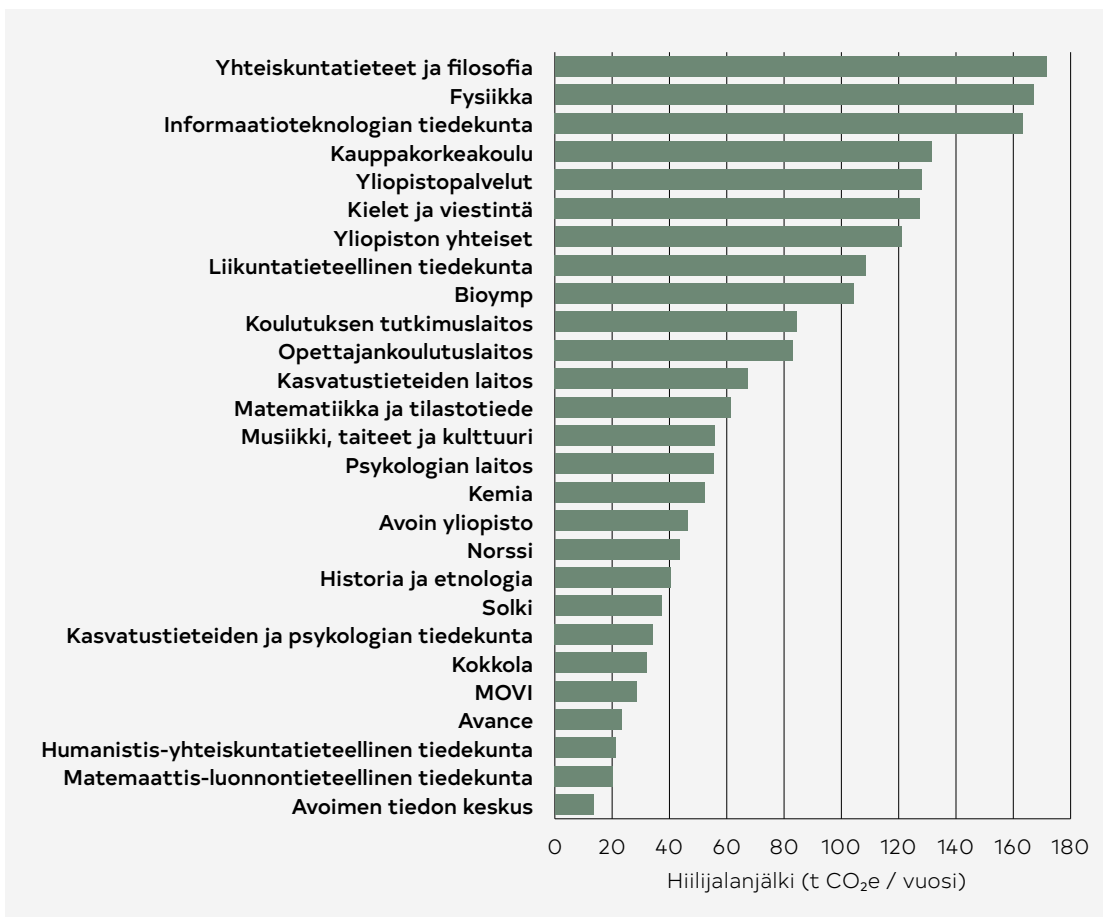


Matkakirjanpidon kulurakenteen perusteella työmatkojen hiilijalanjälkeä voidaan arvioida laitoksittain (Kuva 11) ja tiedekunnittain (Kuva 12). Näin arvioituna suurimmat työmatkojen päästöt olisivat Yhteiskuntatieteiden ja filosofian laitoksella (8,5 %), Fysiikan laitoksella (8,3 %) sekä Informaatioteknologian tiedekunnalla (8,1 %), mutta pääosin hiilijalanjälki jakautuu melko tasaisesti. Tiedekuntakohtaisessa tarkastelussa suurimman osan työmatkojen hiilijalanjäljestä veisivät Humanistis-yhteiskuntatieteellinen tiedekunta (22 %), Matemaattis-luonnontieteellinen tiedekunta (20 %) sekä Kasvatustieteiden ja psykologian tiedekunta (12 %).

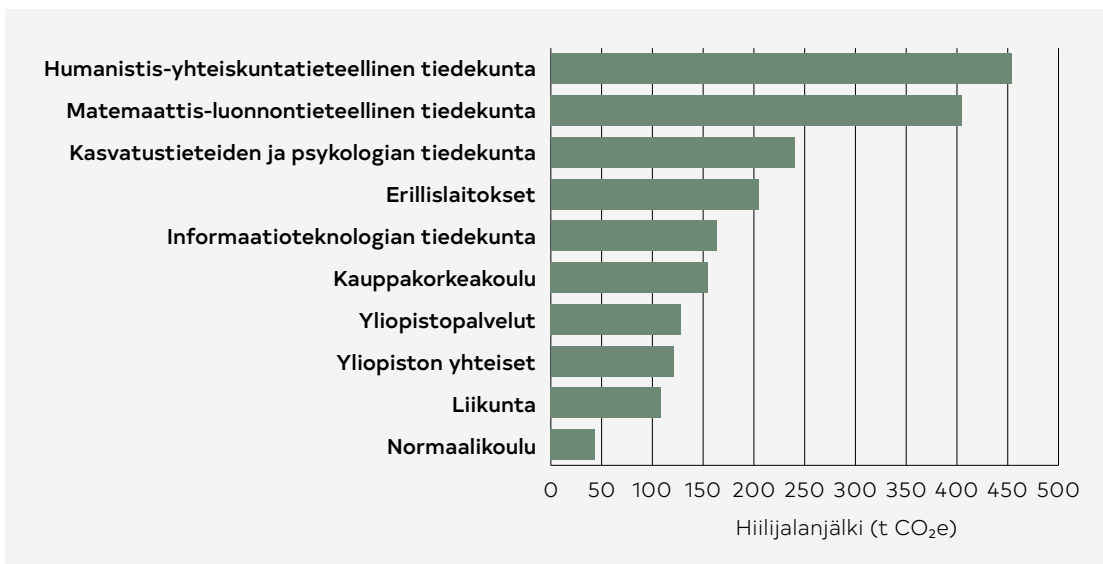
Työmatkustamisen hiilijalanjälki voidaan suhteuttaa tiedekuntien henkilöstömäärään, jolloin poistetaan suuren henkilöstömäärän aiheuttama vaikutus hiilijalanjälkeen (Taulukko 5). Suurimmat työmatkustamisen päästöt henkilöä kohden tulevat Kauppakorkeakoulusta, Humanistis-yhteiskuntatieteellisestä tiedekunnasta ja Infor-

Taulukko 4: Työmatkustamisen hiilijalanjälki kategorioittain ja suhteellinen osuus työmatkustamisen kokonaihiilijalanjäljestä.

Kategoria	Hiilijalanjälki (t CO ₂ e)	Osuus työmatkustamisen kokonaihiilijalanjäljestä (%)
Lennot	1459,60	72,16
Laivamatkat	311,26	15,39
Majoitus	205,86	10,18
Junamatkat	30,89	1,53
Bussi-, taksi- ja muut automatkat	15,04	0,74
Yhteensä	2022,65	100



Kuva 11: Työmatkojen arvioitu hiilijalanjälki laitoksittain vuonna 2019.



Kuva 12: Työmatkojen arvioitu hiilijalanjälki tiedekunnittain vuonna 2019.

maatioteknologian tiedekunnasta. Yliopiston työmatkustamisen hiilijalanjälki suhteutettuna koko henkilöstömäärään on noin 0,74 t CO₂e/ henkilö.

Suosituksukset

- Päivitetään työmatkustamisen ohjesääntö minimoimaan ilmasto- ja luontohaitat.
- Edellytetään matkatoimistoilta ilmasto- ja luontohaitat huomioivia matkatarjouksia.
- Sisällytetään matkustamisen raportointiin itsearviointijärjestelmä.
- Luovutaan kotimaan lennoista.
- Luovutaan bisnes- ja ykkösluokan lennoista.

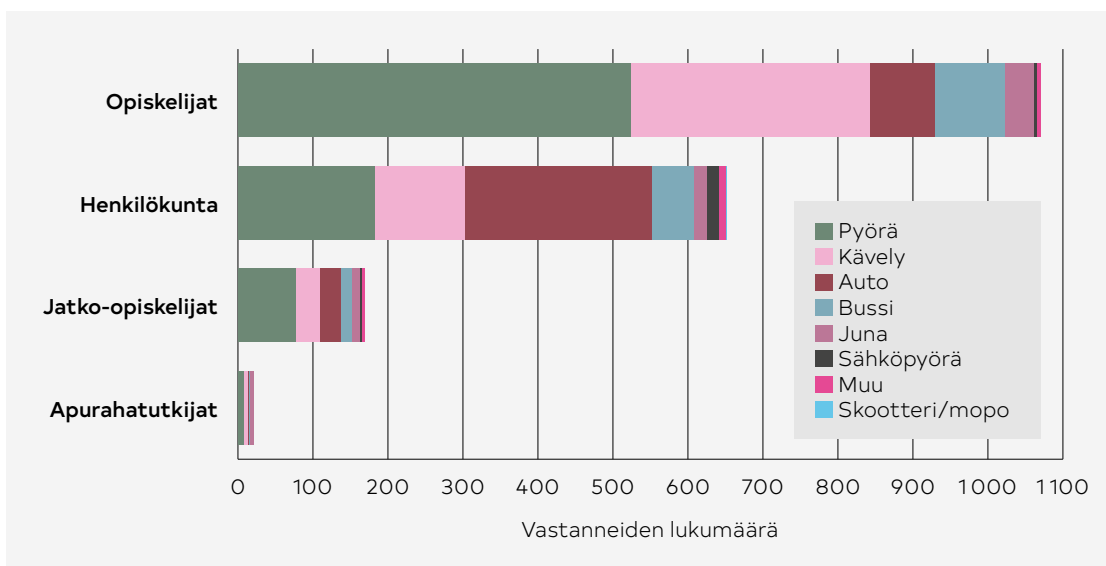
Taulukko 5: Työmatkustamisen hiilijalanjälki suhteutettuna henkilöstömäärään tiedekunnittain vuonna 2019

Tiede-kunta	Hiilijalan-jälki (t CO ₂ e)	Hiilijalan-jälki (t CO ₂ e / hlö)	Henkilös-tömäärä
Erillislai-tokset	204,66	0,63	325
Norssi	43,42	0,39	112
HYTK	453,56	1,07	423
ITK	163,42	0,98	167
KPTK	240,18	0,74	323
JSBE	154,67	1,39	111
Liikunta	108,64	0,57	190
MLTK	404,99	0,77	525
Yliopisto-palvelut	128,18	0,24	544
Yliopiston yhteiset	120,92	0,04	2720
Yhteensä	2022,65	0,74 (keskiarvo)	2720

Kotimatkojen, eli kodin ja työ- tai opiskelupaikan välisen matkan, selvittämiseksi tehtiin kysely keväällä 2020. Kysely selvitti opiskelijoiden ja henkilökunnan liikkumistottumuksia ja niihin liittyviä päästöjä. Taulukko 6 esittää kyselyn kokonaistulokset. Vaikka opiskelijoiden absoluuttiset päästöt ovat korkeammat opiskelijoiden korkeamman lukumäärän vuoksi, päästöjen suhteuttaminen henkilömäärään paljastaa henkilökunnan kotimatkojen suhteutetun hiilijalanjäljen olevan nelinkertainen opiskelijoihin verrattuna. Toisaalta henkilökunnan jäsen matkustaa kodilta työpaikalle yhteen suuntaan keskimäärin 11,6 kilometriä (km), kun taas opiskelijat matkustavat noin 6,7 km, jatko-opiskelijat 7,2 km ja apurahatutkijat 6,1 km. Keskimääräinen matkan pituus on laskettu painotettuna keskiarvona, eli arvo ottaa huomioon yliopistolle kuljettujen matkojen määrän viikossa. Kuitenkin kotimatkan pituus yhteen suuntaan oli vähemmän tai yhtä kuin viisi kilometriä 52 %:lla henkilökunnan autoilijoista. Kuva 13 havainnollistaa eri henkilöryhmien liikkumistottumuksia. Suurin osa kyselyyn vastanneista opiskelijoista liikkuu pyörällä ja jalan, kun taas henkilökunnan osalta autoilijat ovat suurin ryhmä.

Taulukko 6: Työ- ja opiskeluliikenteen kyselyn kokonaistulokset eri henkilöryhmittäin

	Vastausten määrä	Henkilöryhmän kokonaismäärä	Vastaus-%	Hiilijalanjälki (t CO ₂ e / hlö)	Hiilijalanjälki (t CO ₂ e)
Opiskelijat	1071	11631	9	0,11	1279
Henkilökunta	652	2720	13	0,44	1197
Jatko-opiskelijat	169	1327	24	0,12	159
Apurahatutkijat	21	284	7	0,05	14
Yhteensä	1913	15962	12	0,18 (keskiarvo)	2649



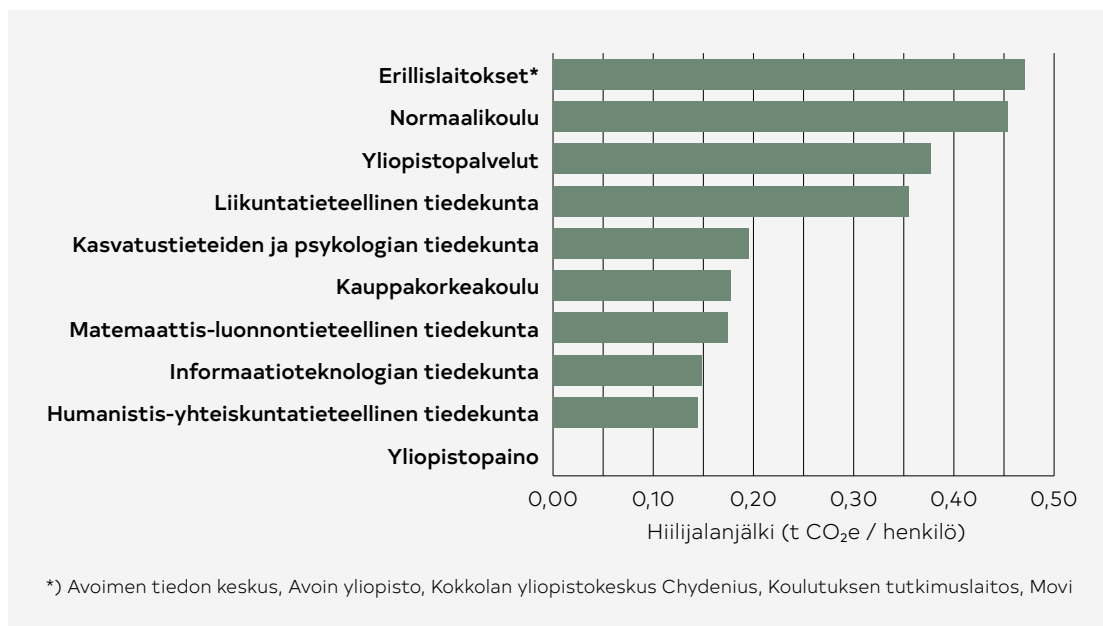
Kuva 13: Kyselyyn vastanneiden liikumistavat kodin ja työpaikan välillä (kotimatkat).

Kotimatkojen hiilijalanjälkeä voidaan tarkastella myös yksiköittäin (Kuva 14 ja Taulukko 7). Suurimmat päästöt henkilöä kohden kotimatkoillaan tuottivat erillislaitosten, Normaalikoulun, Yliopistopalveluiden sekä Liikuntatieteellisen tiedekunnan jäsenet. Yliopiston henkilökunnasta työnimikkeittäin tarkasteltuna suurimmat päästöt henkilöä kohden kotimatkoillaan tuottivat teknikot ja insinöörit, johtajat, päälliköt ja rehtorit, peruskoulun ja lukion opettajat sekä koulunkäynninohjaajat (Kuva 15 ja Taulukko 8). Ryhmittäisiin tuloksiin epävarmuutta voi tuoda

joidenkin ryhmien suhteellisen pieni vastaajamäärä.

Suosituksukset

- › Tuetaan siirtymää vähäpäästöisiin kotimatkoihin.
- › Mahdollistetaan etätyökäytäntöjen jatkuminen vallitsevan koronapandemian jälkeen.

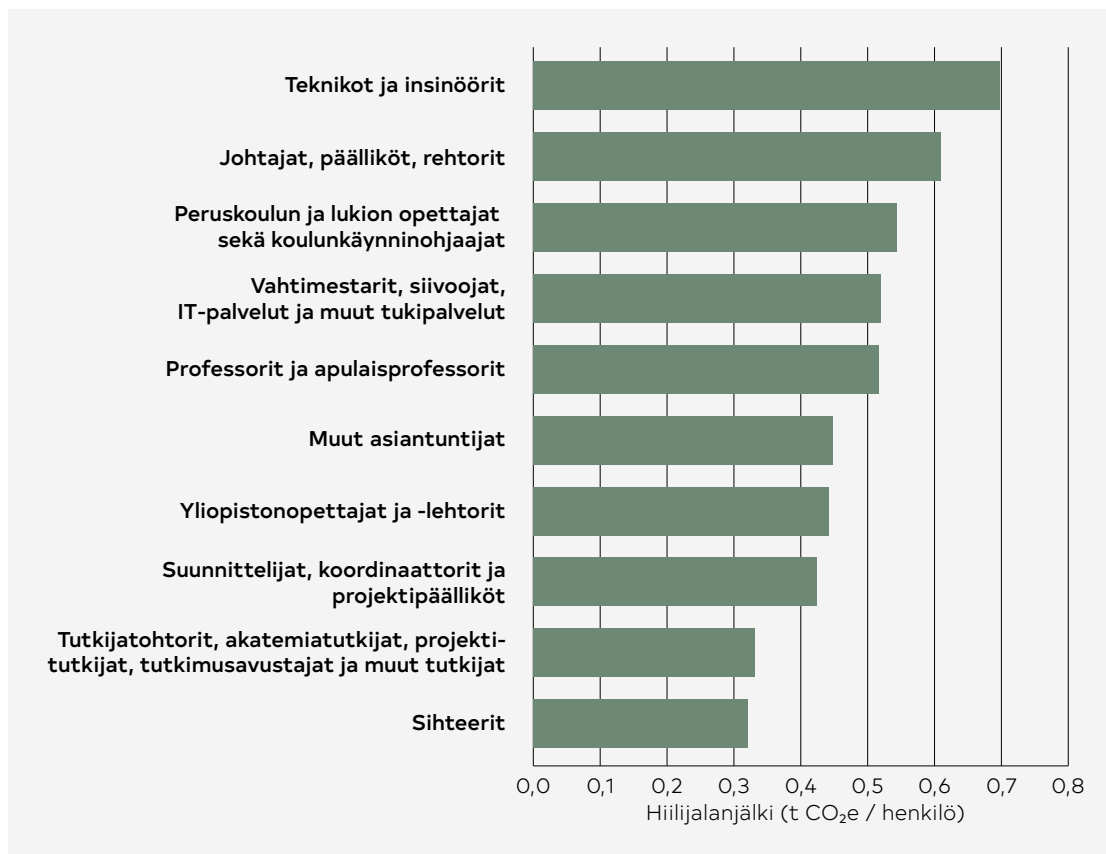


Kuva 14: Kotimatkojen hiilijalanjälki (t CO₂e) henkilöä kohden tiedekunnittain tarkasteltuna.

Taulukko 7: Kotimatkojen hiilijalanjälki yksiköittäin, mukaan lukien opiskelijat, jatko-opiskelijat apurahatutkijat ja henkilökunta

Yksikkö	Kyselyyn vastanneiden määrä	Hiilijalanjälki (t CO ₂ e)	Hiilijalanjälki (t CO ₂ e / henkilö)
Erillislaitokset	125	58,79	0,47
Normaalikoulu	16	7,25	0,45
Humanistis-yhteiskuntatieteellinen tiedekunta	462	66,44	0,14
Informaatioteknologian tiedekunta	199	29,41	0,15
Kasvatustieteiden ja psykologian tiedekunta	279	54,29	0,19
Kauppakorkeakoulu	145	25,70	0,18
Liikuntatieteellinen tiedekunta	160	56,82	0,36
Matemaattis-luonnontieteellinen tiedekunta	377	65,58	0,17
Yliopistopaino	0	0	0
Yliopistopalvelut	150	56,55	0,38
Yhteensä	1913	420,84	0,25 (keskiarvo)

Kuva 15: Yliopiston henkilöstön kotimatkojen hiilijalanjälki (t CO₂e) henkilöä kohden työnimikkeittäin.



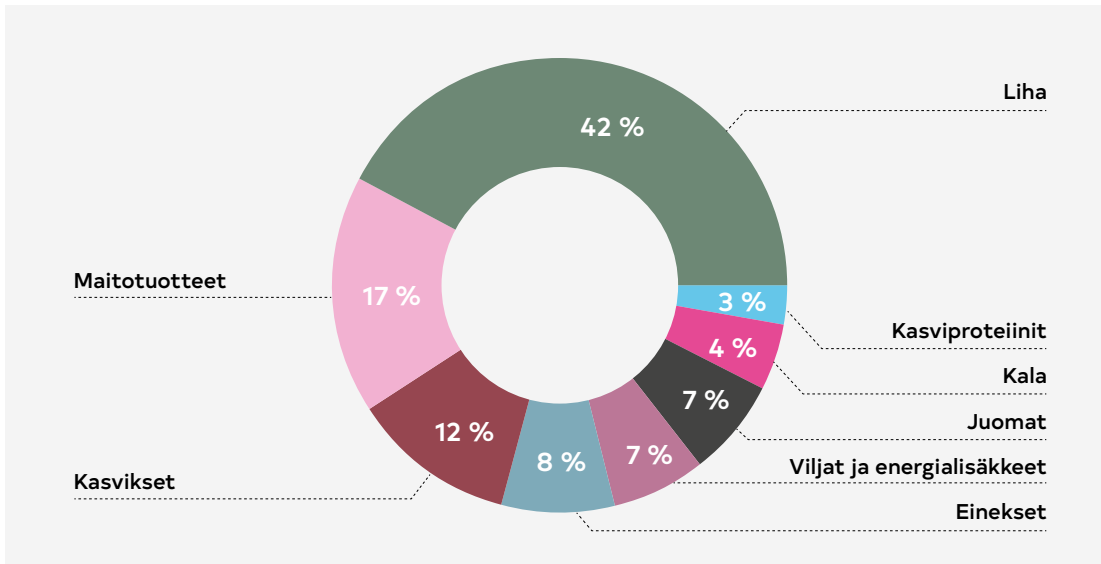
Taulukko 8: Yliopiston henkilöstön kotimatkojen hiilijalanjälki työnimikkeittäin

Työnimike	Kyselyyn vastanneiden määrä	Hiilijalanjälki (t CO ₂ e)	Hiilijalanjälki (t CO ₂ e / henkilö)
Teknikot ja insinöörit	22	15,36	0,70
Johtajat, päälliköt, rehtorit	30	18,29	0,61
Peruskoulun ja lukion opettajat sekä koulunkäynninohjaajat	12	6,52	0,54
Vahtimestarit, siivoojat, IT-palvelut ja muut tukipalvelut	48	24,94	0,52
Professorit ja apulaisprofessorit	72	37,24	0,52
Muut asiantuntijat	37	16,58	0,45
Yliopistonopettajat ja -lehtorit	132	58,29	0,44
Suunnittelijat, koordinaattorit ja projektipäälliköt	88	37,29	0,42
Tutkijatohtorit, akatemiattutkijat, projektitutkijat, tutkimusavustajat ja muut tutkijat	164	54,29	0,33
Sihteerit	47	15,10	0,32
Yhteensä	652	283,90	0,49 (keskiarvo)

2.3.3 Ruoka

Ruoan hiilijalanjäljen osalta on tarkasteltu lähinnä yliopiston kampusravintolayhtiö Semma Oy:n hiilijalanjälkeä. Ruoan osuus yliopiston koko hiilijalanjäljestä oli vuonna 2019 noin 5 % (1 942 t CO₂e). Suurimman osuuden (59 %)

ruoan hiilijalanjäljestä muodostavat liha- ja maitotuotteet (Kuva 16). Yksittäisistä ruoka-aineista naudanliha aiheutti suurimmat päästöt (23 %) ja seuraavaksi suurin ilmastovaikutus oli juustolla, broilerilla sekä lihajalosteilla (Taulukko 9). Ruoan ateriakohtainen hiilijalanjälki oli vuonna 2019 noin 1,59 kg CO₂e per ateria.



Kuva 16: Semman ruokahankintojen hiilijalanjälki (1 942 t CO₂e) elintarvikerihmityittäin vuonna 2019.

Ruokahävikkiä syntyi ravintoloissa keskimäärin 50,3 g/ateria, joka on 7,4 % valmistetusta ruoasta. Lisää tuloksia ruokahankinnoista sekä Semman kokonaishiilijalanjälki löytyvät Latva-Hakunin (2020) maisterintutkielmasta.

Suosituksukset

- **Tuetaan Semman hiilineutraaliustavoitetta kannustamalla hiilineutraaliuteen viimeistään vuoteen 2030 mennessä.**
- **Kannustetaan yliopistoyhteisöä kestävämpiin ruokailutottumuksiin tarjoamalla vähäpäästöisiä ruokia yliopiston tilaisuuksissa.**
- **Jaetaan yliopistoyhteisölle tietoa ruuan ilmasto- ja luontohaitoista.**

Taulukko 9: Semman ruokahankintojen kymmenen eniten päästöjä aiheuttavaa ruoka-ainetta

Ruoka-aine	Hiilijalanjälki (t CO ₂ e)	Osuus ruokahankintojen kokonaispäästöistä (%)
Nauta	449	23
Juusto	139	7
Kana	138	7
Lihajalosteet	137	7
Sika	74	4
Maito	57	3
Riisi	52	3
Kahvi	48	2
Virvoitusjuomat	43	2
Lehtivihannekset	41	2
Yhteensä	1178	60

Raportin viimeistelyvaiheessa havaittiin, että jos Semman hiilijalanjälkeä jyvitetäisiin yliopistolle sen omistusosuuden mukaan (15 %), kuten GHG Protocol (WRI & WBCSD, 2011) ohjeistaa, olisi tulos hieman erilainen. Nyt yliopistolle on laskettu kaikki Semman ruokahankintojen päästöt, jotka muodostavat Semman kokonaishiilijalanjäljestä noin 85 % (Latva-Hakuni, 2020). Täten Semman kokonaishiilijalanjäljestä 15 % on jätetty yliopiston hiilijalanjäljen ulkopuolelle. Jos päästöt kuitenkin arvioitaisiin omistusosuuden (15 %) mukaan, jyvitetäisiin Jyväskylän yliopistolle vain 15 % Semman kokonaishiilijalanjäljestä eli noin 342 t CO₂e. Yliopiston kokonaishiilijalanjälki olisi näin laskettuna noin 1 600 t CO₂e (4 %) pienempi.

2.3.4 Sijoitukset

Sijoitukset ovat tämänhetkisen arvion mukaan Jyväskylän yliopiston merkittävin päästölähde hiilijalanjäljen näkökulmasta, muodostaen noin 43 % (17 749 t CO₂e) kokonaispäästöistä. Jyväskylän yliopisto sijoittaa noin 135 miljoonaa euroa eri varainhoitajien kautta osakkeisiin, korkoihin (lainat) ja vaihtoehtoisiin sijoitustuotteisiin. Salkussa on noin 100 rahastoa ja yli 5 000 yritystä. Yliopiston varainhallintatoimikunta toimii sijoitusten operatiivisena johtajana, ja yliopiston hallitus tekee päätökset sijoitusvarallisuuden suhteen. Varainhoitajat hallinnoivat rahastoja ja ovat vastuussa varojen kohdentamisesta yhtiötasolla. Näiden välillisten omistussuhteiden kautta voidaan kuitenkin laskea (erityisesti osakesijoitusten osalta) yritysten hiilijalanjälkeä Jyväskylän yliopistolle. Taulukossa 10 esitellään yliopiston neljän suurimman varainhoitajan keskeiset tunnusluvut sijoitusten hiilijalanjäljen osalta. On huomioitava, että tunnuslukuja las-

ketaan osin eri menetelmillä, ja joissain tapauksissa hiilijalanjälkeen ei ole sisällytetty kaikkea sijoitettua varallisuutta teknisten haasteiden vuoksi. Siksi hiilijalanjälkiarvoja varainhoitajien välillä ei ole välttämättä tarkoituksenmukaista vertailla keskenään. Seuraavaksi tarkastellaan

karkealla tasolla eri salkkujen hiilijalanjälkeen liittyviä tekijöitä. Tarkastelu painottuu erityisesti ilmastonäkökulmaan. Yksityiskohtaisia tietoja varainhoitosalkuista ei tässä raportissa esitetä niiden sisältämien, mahdollisesti salassa pidettävien tietojen vuoksi.

Taulukko 10: Suurimpien varainhoitajien keskeiset tunnusluvut sijoitusten hiilijalanjäljen osalta

	Hiili-intensiteetti (t CO ₂ e/milj. dollaria liikevaihtoa)	Rahoitetut päästöt (t CO ₂ e /sijoitettu milj. dollaria)	Laskettu hiilijalanjälki (t CO ₂ e)	Arvioitu hiilijalanjälki (t CO ₂ e)
Varainhoitaja 1	256,4 tai 114,9 (vain osakesijoitukset)	87 (vain osakesijoitukset)	944 (vain osakesijoitukset)	3 393
Varainhoitaja 2	-	-	-	4 697 (keskiarvo muiden varainhoitajien lukemista)
Varainhoitaja 3	161,8	249,8	8401	8 401
Varainhoitaja 4	46,5	33,99	1258	1 258
Yhteensä / keskiarvo	107,7	123,6	10 603	17 749

Varainhoitajalta 1 saatiin tiedot osakesijoitusten hiilijalanjäljestä sekä vanhempi tieto kaikkien sijoitusten hiili-intensiteetistä. Kokonaishiilijalanjälki pystyttiin arvioimaan kertomalla sijoitettu varallisuus osakesijoitusten rahoitettujen päästöjen arvolla (87 t CO₂e/ sijoitettu miljoona dollaria). Lisäksi tietoja saatiin kymmenestä suurimmasta sijoituskohteesta. Kymmenen suurimman sijoituksen osalta oli arvioitu laadullista hiiliriskiä (t CO₂e / miljoona dollaria liikevaihtoa) asteikolla hyvin matala–hyvin korkea. Neljä

yhtiötä oli luokiteltu hyvin matalan, kolme matalan, yksi kohtalaisen ja kaksi korkean hiiliriskin kategoriaan. Tietoja saatiin myös kymmenestä yhtiöstä, joilla on suurin vaikutus salkun hiilijalanjälkeen (Taulukko 11). Nämä yhtiöt muodostavat tämän varainhoitajan salkun painotetusta keskimääräisestä hiili-intensiteetistä noin 40 %, kun niiden (rahallinen) kokonaispaino salkussa on vain noin 3,6 %. Näiden kymmenen yrityksen joukosta löytyy esimerkiksi sijoituksia fossiilisen energian yhtiöihin.

Taulukko 11: Varainhoitaja 1:n sijoituskohteet, joilla on suhteellisesti suurin vaikutus salkun hiilijalanjälkeen

Sijoituskohde	Osuus koko salkusta (%)	Hiili-intensiteetti (t CO ₂ e/miljoona dollaria liikevaihtoa)	Osuus koko salkun painotetusta keskimääräisestä hiili-intensiteetistä (%)
Yhtiö 1	0,38	5 133	9,18
Yhtiö 2	0,78	1 317	4,87
Yhtiö 3	0,32	3 146	4,79
Yhtiö 4	0,73	1 301	4,47
Yhtiö 5	0,55	1 312	3,43
Yhtiö 6	0,11	5 245	2,81
Yhtiö 7	0,13	4 594	2,81
Yhtiö 8	0,12	5 127	2,78
Yhtiö 9	0,05	11 983	2,75
Yhtiö 10	0,42	1 172	2,33
Yhteensä	3,59	4033 (keskiarvo)	40,22



Varainhoitaja 2:n sijoitusten osalta ei ollut saatavilla tietoja hiili-intensiteetin tai muiden hiilimittareiden osalta. Varainhoitaja 2:n kautta tehtävät sijoitukset ovat pääosin kiinteistörahastoihin sekä ns. Private Equity -rahastoihin tehtäviä sijoituksia. Näiden osalta on kootusti raportoitu yleisestä vastuullisuudesta ja hiilijalanjäljestä (kiinteistöjen osalta), mutta ei kohdennetusti Jyväskylän yliopiston salkun osalta. Käyttämällä keskiarvoa muiden varainhoitajien lukemista teimme karkean arvion varainhoitaja 2:n hiilijalanjäljestä, jotta saisimme täydellisemmän kuvan koko sijoitusten hiilijalanjäljestä.

Varainhoitaja 3:lta saatiin hiilijalanjälkitietojen lisäksi tiedot Jyväskylän yliopiston sijoitussalkun 250 suurimmasta sijoituskohteesta. Koska tässä raportissa on haluttu kiinnittää huomiota sijoitusten hiilijalanjälkeen, on sijoituskohteiden joukosta etsitty mahdollisesti kiistanalaisia sijoituksia eli suoria sijoituksia fossiilisen energian

yhtiöihin. Salkussa on sijoituksia ainakin viiteen fossiilisen energian yhtiöön, ja niiden yhteispaino salkussa on 0,49 %.

Varainhoitaja 4:n osalta sijoituksia tehdään neljään eri rahastoon. Rahastoista saatiin selville kymmenen suurinta sijoituskohteita. Suurimpien sijoituskohteiden osalta sijoituksia fossiilisiin yrityksiin ei löydetty.

Suosituksukset

- › **Selvitetään kiistanalaisten sijoitusten osuus varainhoitajien salkuissa ja edellytetään niiden osuuden pienentämistä.**
- › **Painotetaan sijoitussalkussa hiilineutraaliuusiirtymää toteuttavia yrityksiä ja rahastoja.**
- › **Seurataan sijoitusten hiili-intensiteettiä ja pienennetään sitä 70 % vuoteen 2030 mennessä.**

3

Tulokset – Luontohaitat

Luontohaittojen osalta on alustavasti tarkasteltu kahta merkittävää kategoriaa: energiankäyttöä ja hankintoja. Luontohaittojen laskemiseksi käytetyt menetelmät ja tunnusluvut käydään tarkemmin läpi menetelmäosiossa.

3.1 Kaukolämpö

Jyväskylän yliopisto käyttää kaukolämpöä, ja sitä koskevat tiedot saatiin kaukolämmön toimittajalta Alva-yhtiöt Oy:ltä. Kaukolämmöstä 96,2 % tuotettiin turpeella (49,8 %) ja puulla (46,4 %) ja tässä tarkastelemme niiden käytön aiheuttamia luontohaittoja. Jyväskylän yliopisto käytti vuonna 2019 biopolttoaineilla, eli tässä tapauksessa puubiomassalla, tuotettua kaukolämpöä noin 11 848 MWh, josta metsäpolttoaineiden osuus oli 58 %, ja loput 42 % tuotettiin teollisuuden sivutuotteilla (sahanpuru ja kuori). Metsäpolttoaineita koskevan osuuden energiamäärän tuottamiseksi tarvitaan noin 3 436 m³ puuta, josta 859 m³ saadaan ensiharvennushakkuista ja 2 577 m³ päätehakkuista. Harvennusalaa tarvitaan noin 162 ha ja päätehakkuualaa 22 ha. Teollisuuden sivutuotteita puolestaan tarvitaan noin 2 488 m³. Puupolttoaineiden hankinnasta johtuva yhteenlaskettu luontohaitta on 20,76 metsäluontotyyppeihin vuosittain. Aiheutettu heikennys metsäekosysteemien tilassa vastaa siis 20,76 luonnontilaisen metsähehtaarin tuhoutumista.

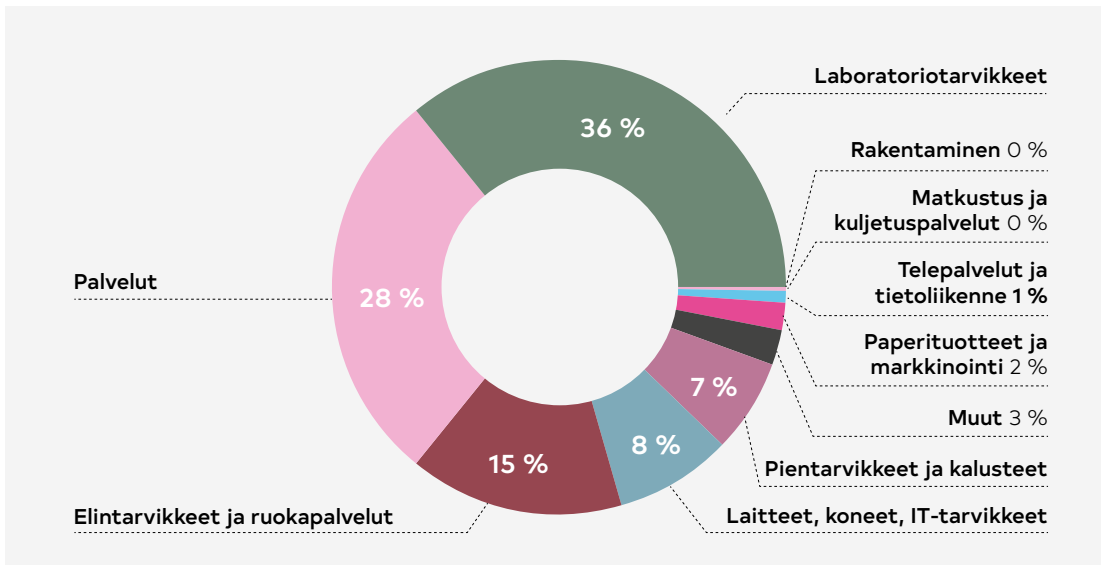
Jyväskylän yliopisto käytti vuonna 2019 turpeella tuotettua kaukolämpöä noin 12 716 MWh, ja tämän määrän tuottamiseksi tarvitaan noin 13 471 m³ turvetta. Tarvittava turvetuotantoala on 32 ha vuosittain. Turpeennoston vuosittain aiheuttama heikennys on 0,52 luontotyyppeihin vuosittain.

Suosituksukset

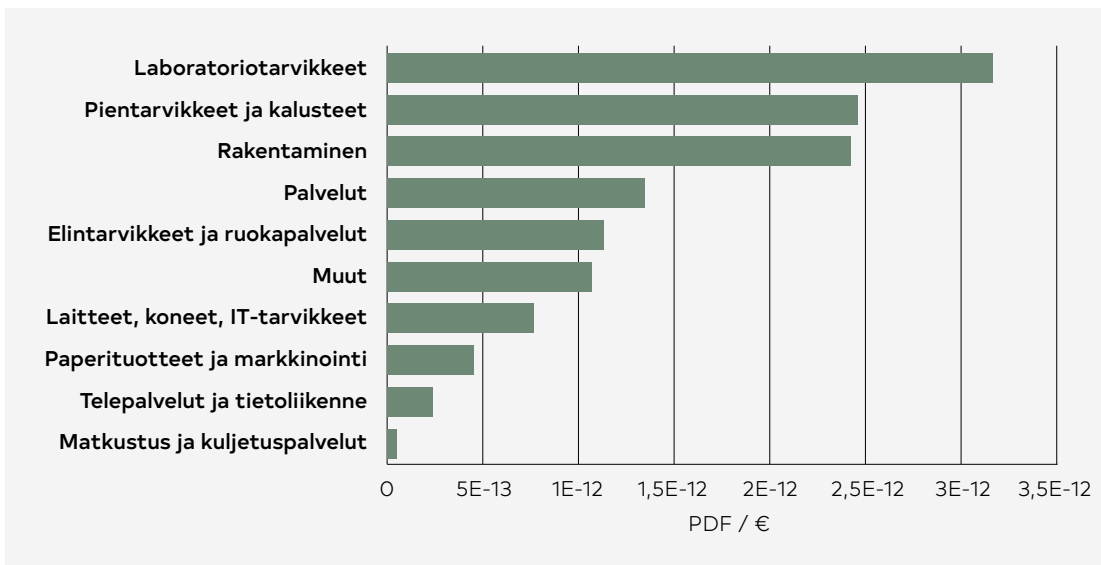
- › Tuetaan vuokranantajia energiamurroksessa ja edellytetään heiltä selvitystä siirtymästä päästöttömiin energianlähteisiin.
- › Pienennetään biomassan poltolla tuotetun energian osuutta ja kasvatetaan tuulivoiman osuutta sähköpöytämuutoksissa.
- › Kehitetään ja kasvatetaan yhdessä vuokranantajien kanssa kampusenergian tuotantoa.
- › Edistetään yhdessä SYK:n kanssa kestävästä kaukolämmön käyttöönottoa ALVA:lla.

3.2 Hankinnat

Jyväskylän yliopiston tekemistä hankinnoista aiheutunut luontohaitta vuonna 2019 oli suuruudeltaan $9,73 \times 10^{-5}$ PDF (potentially disappeared fraction of species). PDF kuvaa potentiaalista lajikadon määrää, kun elinympäristöjä tuhoetaan tai heikennetään maankäytön tai päästöjen seurauksena (ks. esim. Verones ym., 2017). Käytännössä tämä tarkoittaa, että Jyväskylän yliopiston tekemät hankinnat heikentävät maankäytön kautta ekosysteemejä niin, että globaalissa mittakaavassa 1 laji potentiaalisesti kuolee sukupuuttoon noin 10 000 vuoden välein (nisäkkäät, linnut, matelijat, sammakkoeläimet ja kasvit huomioiden). Mikäli kaikki maailman korkeakoulut (n. 30 500 kpl, Ranking Web of Universities, 2020) aiheuttaisivat saman verran haittaa kuin Jyväskylän yliopisto, kuolisi potentiaalisesti noin kolme lajia sukupuuttoon vuosittain pelkästään korkeakoulujen hankintojen seurauksena. Jyväskylän yliopisto on globaalissa mittakaavassa tarkasteltuna pieni toimija, joten suhteessa siihen aiheutetun luontohaitan suuruus vaikuttaa olevan järkevässä mittakaavassa. Vaikutuksella



Kuva 17: Yliopiston hankintojen luontohaitat (PDF, pois lukien kategorisoi-mattomat hankin-nat) kategorioittain ja niiden suhteellinen osuus hankintojen luontohaitoista.



Kuva 18: Hankintaka-tegorioiden luontohaittakertoimet (PDF/€).

on merkitystä, sillä kyse ei ole lajien häviämises-tä paikallisesti, vaan potentiaalisesta globaalista sukupuutosta. PDF sopii yksikkönä kuitenkin paremmin esimerkiksi erilaisten tuotekategorioiden potentiaalisten luontohaittojen vertailuun kuin tarkkaan lajikadon määrän selvittämiseen (Chaudhary ym., 2015).

Suurimmat haitat elinympäristöille globaalis-ti aiheuttivat vuonna 2019 laboratoriotarvikkeet, palvelut sekä elintarvikkeet ja ruokapalvelut (Kuva 17), kun otetaan huomioon kategorisoi-dut ostot. Ruokapalveluiden kohdalla on syytä huomioida, että kyse on Jyväskylän yliopiston tekemistä ruokahankinnoista. Lukemaan ei siis sisälly ruokapalveluita yliopiston tiloissa tuottavan Semma Oy:n toiminta muuten kuin yliopiston heiltä tekemien hankintojen muodossa. Suurin haittakerroin (PDF/€) oli Jyväskylän yliopiston ostamilla laboratoriotarvikkeilla, pientarvikkeilla ja kalusteilla sekä rakentamiseen liittyvillä han-kinnoilla (Kuva 18).

Kuten hiilijalanjäljen tapauksessa, myös hankintojen luontohaittoja voidaan tarkastella yksiköittäin (Kuva 19). Eniten luontohaittoja aiheutui Matemaattis-luonnontieteellisen tiede-kunnan sekä Yliopistopalveluiden hankinnoista. Pienimmiksi jäivät Yliopistopainon, Informaa-tiologian tiedekunnan sekä Kauppakorkea-koulun hankintojen luontohaitat.

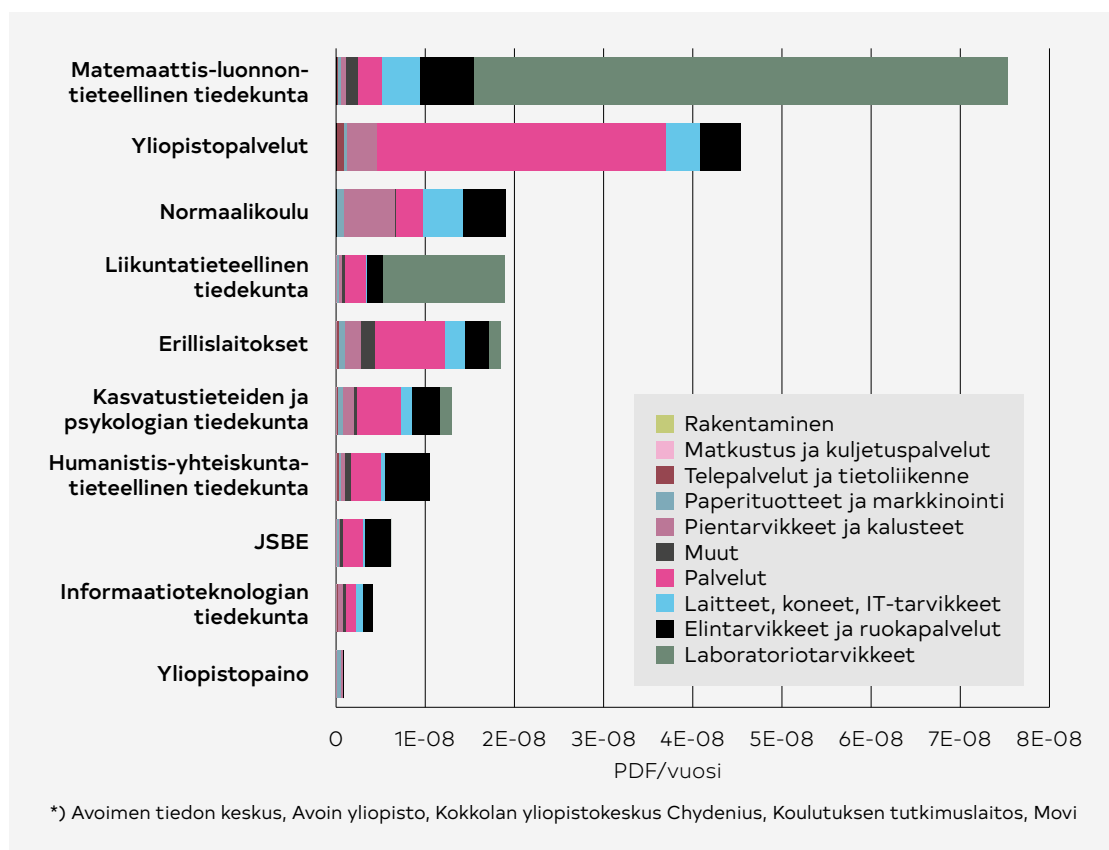
Luontohaittojen tapauksessa paikkasidon-naisuuden voidaan sanoa olevan tärkeämpää kuin ilmastohaittojen tapauksessa, koska lajit esiintyvät tietyssä paikassa mutta ilmasto on yhteinen koko maapallolle. Silti on huomattava, että esimerkiksi hankintojen luontohaitat koh-distuvat ympäri maailmaa kansainvälisen kaupan seurauksena. Luontohaittojen (eli PDF-arvon) määrään vaikuttaa olennaisesti se, minkälaiseen elinympäristöön haitta kohdistuu. Siksi tarkaste-lun kohteeksi otettiin myös Jyväskylän yliopiston luontohaittojen mahdolliset alkulähteet eli se, miten Jyväskylän yliopiston hankintojen luon-

tohaitat sijoittuvat maantieteellisesti (Kuva 20). Kartasta nähdään, että suurimmat luontohaitat kohdistuvat mm. Meksikon, Portugalin, Etelä-Afrikan ja Indonesian alueille. Tämä osoittaa tärkeällä tavalla sen, miten suomalaisessa yliopistossa hankintojen luontohaitat voivat olla ulkoistettuna muihin maihin. Tämä tarkastelu ei mahdollista sen selvittämistä, mistä hankinnoista kohdistuu haittaa mihinkin. Arviossa käytetyn tietokannan data haitan alkulähteistä on vuodelta 2011, mikä tarkoittaa, että kaupan kautta ulkoistetut haitat voivat olla nykyään hieman toisella tavalla jakautuneet, mutta ei ole luulta-

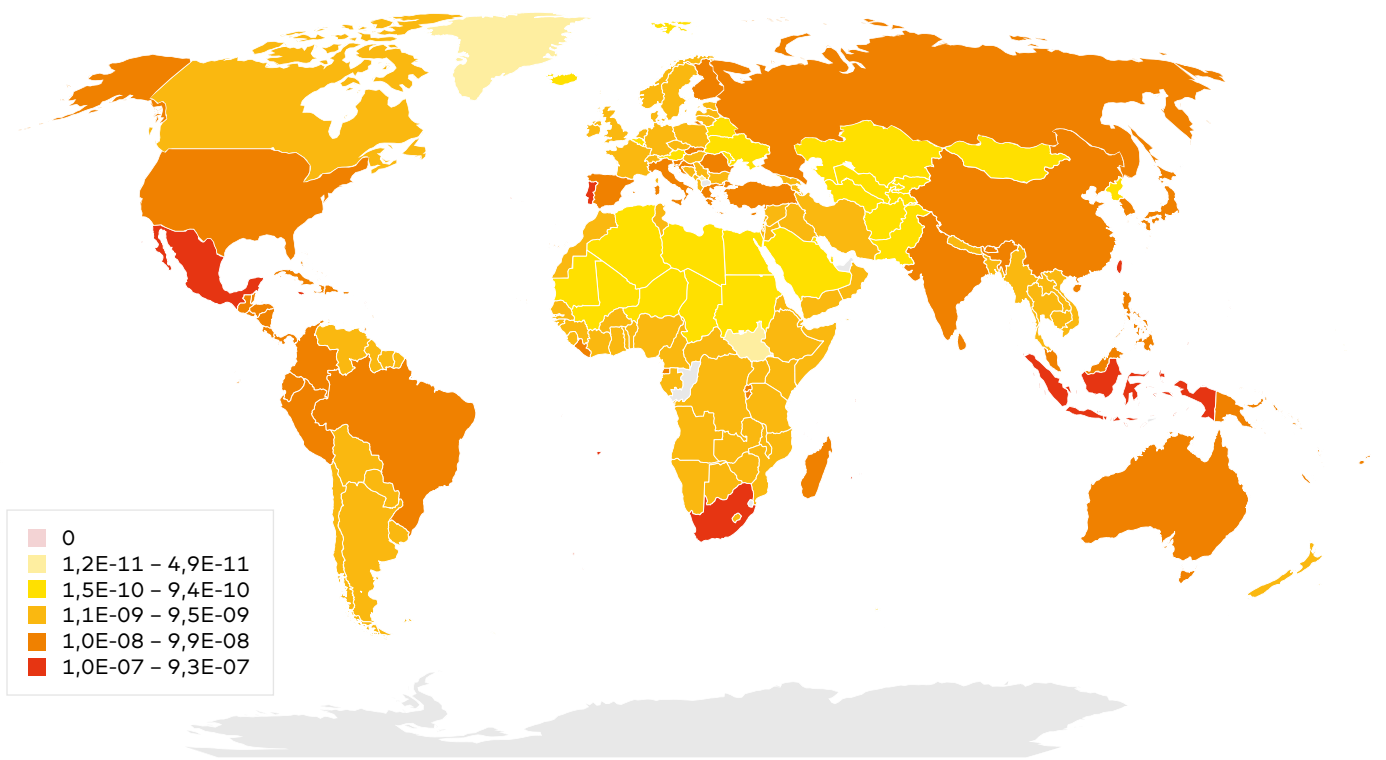
vaa, että kokonaiskuva olisi vuosikymmenessä paljon muuttunut.

Suosituksukset

- Päivitetään hankintaperiaatteet ja -ohjeet huomioimaan ilmasto- ja luontohaitat.
- Edellytetään vastuullisuustietojen toimittamista kaikilta hankintojen toimittajilta.
- Lisätään yliopistoyhteisön toimintaan ympäristökriteerit (esim. ruokatarjoilujen osalta).



Kuva 19: Hankintojen luontohaittojen jakauma yksiköittäin (PDF/vuosi, pois lukien kategorisoimattomat hankinnat).



Kuva 20: Jyväskylän yliopiston hankintojen luontohaittojen maantieteellinen sijoittuminen, pois lukien kategorisoimattomat hankinnat. Arvot ilmaisevat haittaa yksikössä PDF. Kartta piirretty Microsoft Excel 3D Map -työkalulla.

4

Tulosten vertailu

Jyväskylän yliopiston ilmastohaittoja voidaan ainakin kokonaistasolla vertailla muihin yliopistoihin, vaikka osin menetelmät ja sisällytetyt päästökategoriat voivat vaihdella. Luontohaittojen vertailu muihin tuloksiin on käytännössä mahdotonta, sillä kyseessä on uuteen Sustainability for JYU -hankkeessa luotuun menetelmänkehitykseen perustuva tulos.

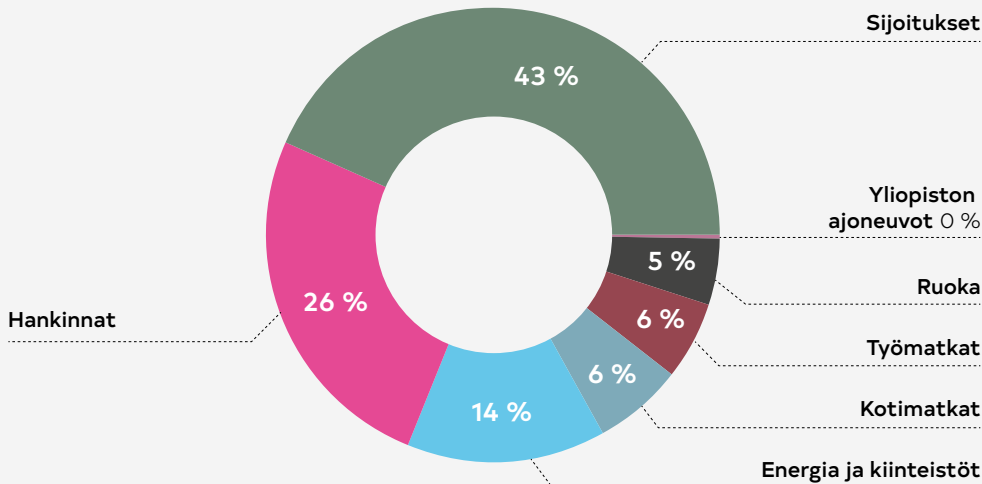
Turun yliopiston vuoden 2018 hiilijalanjälki oli 28 200 t CO₂e (Turun yliopisto, 2020a; SYK, 2019) ja liikevaihtoon (260,931 milj. euroa) suhteutettuna noin 108 t CO₂e per miljoona euroa liikevaihtoa (Turun yliopisto, 2019) (vrt. JYU: 40 873 t CO₂e ja 113 t CO₂e / milj. euroa liikevaihtoa). Turun yliopisto ei ole tiettävästi arvioinut hiilijalanjälkeä henkilöä kohden. Jos yliopistoyhteisön suuruus on noin 25 000 henkilöä (Turun yliopisto, 2020b), olisi Turun yliopiston päästöt noin 1,1 t CO₂e per henkilö eli pienempi kuin Jyväskylän yliopistossa (2,4 t CO₂e per henkilö). Merkittävä ero Jyväskylän ja Turun yliopiston laskelmien välillä on se, että Turun yliopiston laskelmissa ei ole mukana sijoituksia ja ainakin hankintojen sekä työmatkojen ja kotimatkojen (matkat kotiin ja yliopiston välillä) laskenta on tehty Jyväskylää karkeammalla tasolla. Voimme kuitenkin arvioida Turun yliopiston sijoitusten hiilijalanjäljen suuruusluokkaa. Vuonna 2018 Turun yliopiston sijoitusten markkina-arvo oli noin 153 miljoonaa euroa (Turun yliopisto, 2019) (vrt. JYU, noin 135 milj. euroa). Käyttämällä JYU:n hiilijalanjälkeä miljoonaa sijoitettua euroa kohden voidaan arvioida, että Turun yliopiston sijoitusten hiilijalanjälki olisi yhteensä noin 20 056 t CO₂e, olettaen, että Turun yliopiston sijoitussalkku on samankaltainen kuin Jyväskylän yliopiston. Turun yliopiston hiilijalanjälki voisi sijoitusten hiilijalanjäljen lisäämisen myötä olla noin 48 256 t CO₂e ja 1,9 t CO₂e per henkilö. Näin Turun ja Jyväskylän yliopistojen hiilijalanjäljet liikkuvat samassa suuruusluokassa, joskin

Jyväskylän hiilijalanjälki on kokoon (liikevaihto ja henkilöstö) suhteutettuna hieman suurempi.

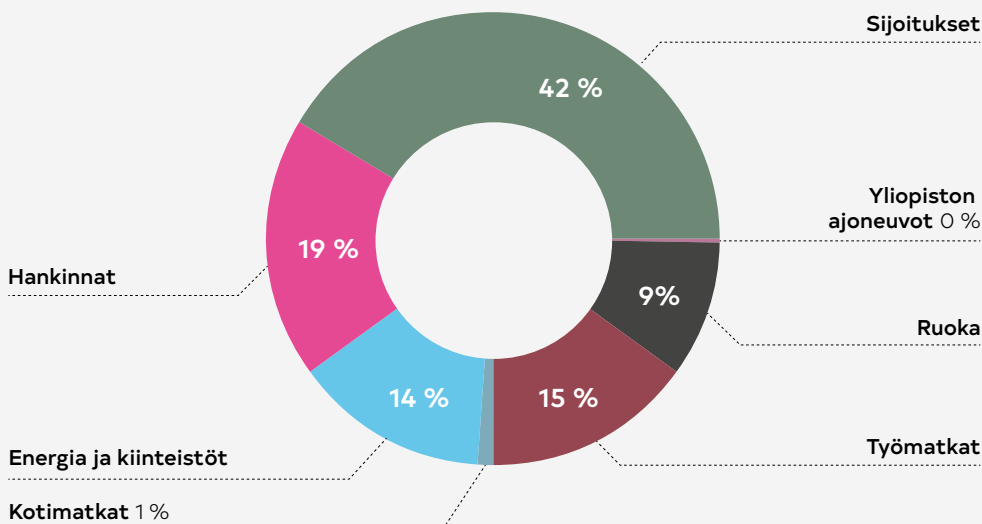
Jos päästölaskennassa käytettyjä kategorioita yhtenäistetään, voidaan vertailla eri kategorioiden osuutta kokonaispäästöistä (Kuva 21). Vertailua Turun yliopiston kanssa on tarkasteltava suurpiirteisesti, koska käytetyt menetelmät ja oletukset ovat osin erilaisia. Tarkastelu antaa kuitenkin tietoa siitä, minkälaisia eroja ja samankaltaisuuksia hiilijalanjälkien välillä voi olla. Kenties suurin ero on hankintojen, työmatkojen ja kotimatkojen hiilijalanjäljen suhteellisen osuuden välillä.

Monet muutkin yliopistot ovat laskeneet hiilijalanjälkeään maailmalla. Esimerkiksi Norjan teknillis-luonnontieteellisessä yliopistossa (NTNU) laskettiin yliopiston hiilijalanjälki vuodelle 2009 hyödyntämällä samankaltaista laskentamallia kuin Jyväskylän yliopiston tapauksessa (Larsen ym., 2013). NTNU:n hiilijalanjälki oli noin 92 000 t CO₂e ja noin 3,6 t CO₂e per henkilö (25 500 henkilön yhteisö). Hiilijalanjäljen koostumus on melko samanlainen kuin Jyväskylän yliopistossa, pois lukien sijoitukset, joita tutkimuksessa ei otettu huomioon. Merkittävimmät päästökategoriat olivat rakennukset ja niiden energiankulutus (38 %), hankinnat ja palvelut (35 %) sekä matkustaminen (16 %). Toisessa Iso-Britanniassa toteutetussa tutkimuksessa De Montfortin yliopiston hiilijalanjäljeksi laskettiin lukuvuodelle 2008-2009 noin 51 080 t CO₂e ja 2,0 t CO₂e per henkilö (25 580 henkilön yhteisö) (Ozawa-Meida ym., 2013). Lisäksi yliopiston hiilijalanjälki liikevaihtoon (147 miljoonaa euroa) suhteutettuna oli noin 347 t CO₂e per miljoona euroa eli merkittävästi suurempi kuin Jyväskylän yliopistolla. Suurimmat kategoriat De Montfortin yliopiston hiilijalanjäljessä olivat hankinnat (38 %), rakennukset ja energiankulutus (36 %), kotimatkat eli matkat kotiin ja yliopiston välillä (18 %) sekä työ- ja opiskelumatkat (11 %). Si-

JYU 40 873 t CO₂e



UTU 48 256 t CO₂e



Kuva 21: Jyväskylän yliopiston (JYU) ja Turun yliopiston (UTU) hiilijalanjälki kategorioittain ja niiden osuus yliopiston kokonaispäästöistä (t CO₂e). Turun yliopiston päästöihin lisätty arvio sijoitusten päästöistä.

joituksia ei huomioitu laskelmissa. Yliopistojen välillä on siis jonkin verran eroja, mutta suuret linjat ovat pääosin samanlaiset.

On huomionarvoista, että tämän raportin tekohetkellä ei tietyvästi ole tehty yhtään aiempaa analyysia, jossa yliopiston hiilijalanjälkeen olisi sisällytetty myös sijoitusten hiilijalanjälki. Analyysimme kuitenkin osoittaa sijoitusten olevan potentiaalisesti merkittävä osa yliopiston epäsuoria päästöjä. Lisäksi yleisesti käytetty hiilijalanjäljen laskennan standardi Greenhouse Gas Protocol suosittaa organisaation rajaamista joko sen omistussuhteiden tai vaikutusvallan perusteella (WRI ja WBCSD, 2011). Vaikka varsinaiseen institutionaaliseen sijoitustoimintaan ei ole otettu kantaa, voimme standardin perusteella

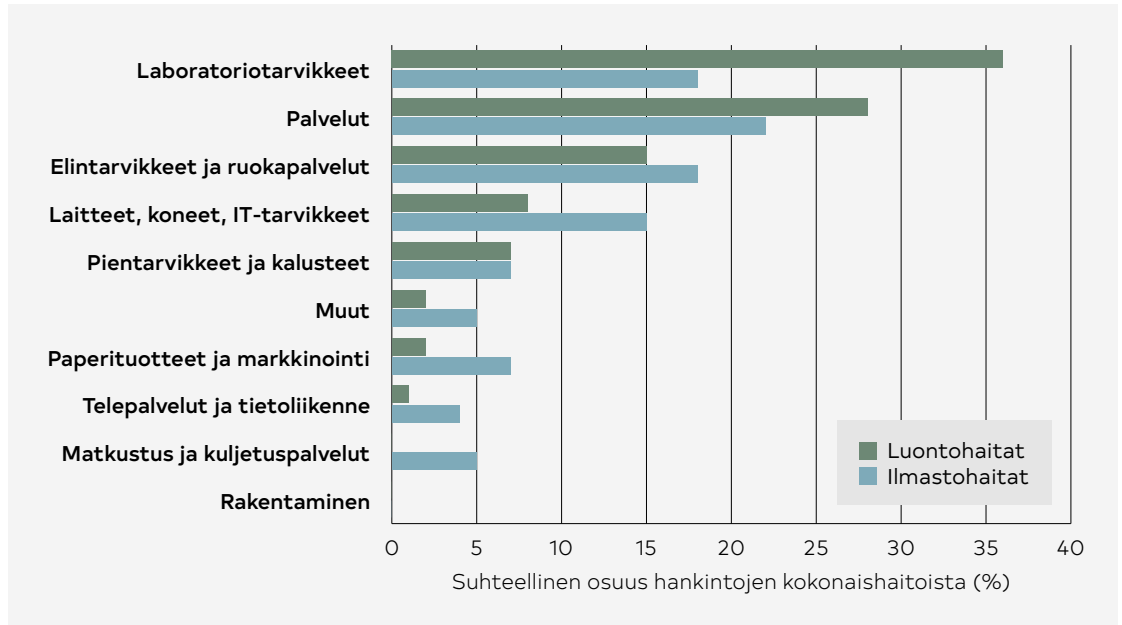
todeta, että organisaation päästöiksi voidaan osoittaa kaikkien sen kokonaan ja osittain omistamien toimintojen päästöt omistussuhteen mukaan. Näin voidaan katsoa, että sijoitusten hiilijalanjälki tulee ottaa mukaan yliopistojen kokonaispäästöihin.

Hankintojen ilmasto- ja luontohaittoja voidaan vertailla keskenään haittojen suhteellisilla osuuksilla. Eri kategorioiden osuudet kokonaisuudesta ovat samankaltaiset (Kuva 22). On huomattava, että luontohaittojen analyysistä puuttui osa matkustukseen liittyvistä hankinnoista, koska ne arvioitiin VTT:n LIPASTO-tietokantaa hyödyntämällä (ks. luku 6.1.3.2 Matkustaminen). Voidaan kuitenkin todeta, että telepalvelut ja tietoliikenne, paperituotteet ja markkinointi sekä

laitteet, koneet ja IT-tarvikkeet -kategorioissa ilmastohaittojen osuus kokonaisilmastohaitoista on selvästi luontohaittojen vastaavaa osuutta suurempi. Toisaalta laboratoriotarvikkeiden aiheuttamien luontohaittojen osuus kokonaisluontohaitoista on selvästi ilmastohaittojen vastaavaa osuutta suurempi.

Koska luontohaittoja ei ole vastaavalla tavalla aiemmin arvioitu, niiden vertaaminen muihin tutkimuksiin ei ole mahdollista. Tämä selvitys ja sen pohjalta laadittavat vertaisarvioivat tieteelliset artikkelit toimivatkin tältä osin jatkossa merkkipaaluna, johon muut organisaatiot ja tutkijat voivat verrata omia arvioitaan.

Kuva 22: Hankintojen ilmasto- ja luontohaittojen suhteellinen osuus (%) kokonaishaitoista hankintakategorioittain.



5

Planetaarista hyvinvointia edistävä JYU

Jyväskylän yliopisto tavoittelee strategiansa mukaisesti hiilineutraaliutta vuoteen 2030 mennessä (Jyväskylän yliopisto, 2019). Hiilineutraalius tarkoittaa sitä, että Jyväskylän yliopiston nettopäästöt ovat nolla eli päästöt ja niiden hyvitykset eli kompensatiot ovat yhtä suuret (DEFRA, 2009; Seppälä ym., 2019). Yleisesti hyväksytty tapa hiilineutraaliuden saavuttamiseksi on seurata läpinäkyvää prosessia, jossa 1) arvioidaan päästöt ja seurataan niiden kehittymistä, 2) vältetään ja vähennetään päästöjä niin paljon kuin mahdollista ja 3) hyvitetään eli kompensoidaan jäljelle jääneet päästöt (DEFRA, 2009; Seppälä ym., 2019). Prosessi ei numeroinnista huolimatta ole hierarkkinen, vaan kaikkia askeleita voidaan toteuttaa samanaikaisesti. Esimerkiksi Suomen yliopistokiinteistöt SYK kompensoi päästönsä täysimääräisesti jo nyt (STT, 2020) mutta aikoo vähentää päästöjään asteittain niin, että vuoteen 2030 mennessä sen ei tarvitsisi enää turvautua ulkoisiin kompensatioihin.

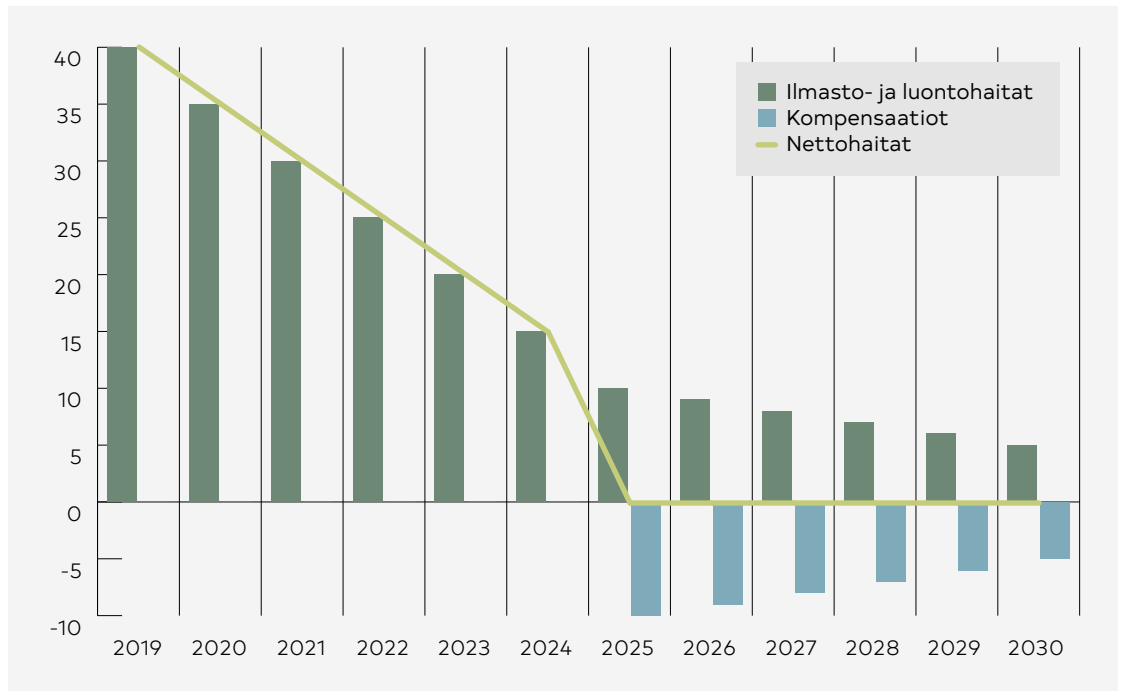
Jyväskylän yliopiston tulisi tavoitella luonnon kokonaisheikentymättömyyttä toiminnoissaan hiilineutraalisuuden rinnalla. Luonnon kokonaisheikentymättömyydellä tarkoitetaan sitä, että yliopiston aiheuttamat luontohaitat joko vältetään tai hyvitetään täysimääräisesti ekologisen kompensaation avulla (Moilanen & Kotiaho, 2017; ten Kate, Bishop & Bayon, 2004). Kokonaisheikentymättömyyden saavuttamisessa on yhtä lailla tärkeää, että hyvittämisen rinnalla haittoja vältetään ja vähennetään niin paljon kuin mahdollista.

Ilmasto- ja luontohaittojen vähennystoimenpiteiden välillä voi olla ristiriitoja etenkin, jos tarkasteluun otetaan ainoastaan ilmastohaittojen torjunta. Kun tarkastelussa huomioidaan molemmat, on sen sijaan todennäköistä, että ilmasto- ja luontohaittojen torjuntatoimenpiteet

saadaan tukemaan toisiaan (GSDR, 2019). Ilmasto- ja luontohaittojen yhtäaikainen hyvittäminen on mahdollista esimerkiksi suojelemalla hiiltä sitovia elinympäristöjä (Enríquez-De-Salamanca, Martín-Aranda, & Diaz-Sierra, 2017), joten siiloutuneen tarkastelun sijaan kokonaisvaltaisen kestävyuden edistämisen lähtökohdaksi on hyvä harkita hiilineutraalisuuden ja luonnon kokonaisheikentymättömyyden yhdistämistä isomman tavoitteen alle.

Näistä lähtökohdista tavoitteeksi tulisikin asettaa planetaarista hyvinvointia (Kortetmäki ym., 2021) edistävä Jyväskylän yliopisto. Planetaarista hyvinvointia edistävä tulokulma kestävyyskriisin ratkaisuun on Jyväskylän yliopiston ominaispiirre ja kansainvälisestikin tarkasteltuna ainutlaatuinen. Ehdotamme yliopistolle toimintamallia, jossa haitat selvitetään kattavasti, haittoja vähennetään mahdollisimman paljon vuoteen 2025 mennessä ja haitat kompensoidaan täysimääräisesti vuodesta 2025 lähtien, kun sopiva kompensatiomalli on kehitetty (Kuva 23). Näin voimme olla hiilineutraali ja luontoa kokonaisheikentämätön yliopisto (nettohaitat nollassa) jo vuonna 2025 ja samanaikaisesti voimme tavoitella merkittäviä vähennyksiä ilmasto- ja luontohaittoihin vuoteen 2030 mennessä. Perinteisten ulkoisten kompensatioiden sijaan yliopistolla voidaan toteuttaa ns. sisäisiä kompensatioita, jotka ohjaavat yksiköiden toimintaa, luovat päästövähennyksiä sekä vahvistavat yliopiston kestävänsä kehityksen tutkimusta ja opetusta (ks. luku 5.3.5 Vaihtoehtoiset kompensatiot ja ohjauskeinot). Kompensatiomallia kehitetään osana hankkeesta syntyvää poikkitieteellistä väitöskirjaa. Seuraavaksi käydään tarkemmin läpi Jyväskylän yliopiston haittojen seurannan, vähentämisen ja kompensoinnin vaihtoehtoja.

Kuva 23: Käsitteellinen kuva ilmasto- ja luontohaittojen vähentämisen ja kompensatioiden yhteistyöstä. Haittoja vähennetään mahdollisimman paljon vuoteen 2030 mennessä ja vuodesta 2025 lähtien otetaan käyttöön kehitetty kompensatiomalli.



5.1 Haittojen seuranta

Suosituksset

- **Otetaan ilmasto- ja luontohaitat vuotuisiksi seuranta- ja raportointikohteeksi.**
- **Toimitaan ilmasto- ja luontohaittojen automatisoidun kirjanpidon kokeilu- ja kehitysalustana.**

Jyväskylän yliopiston ilmasto- ja luontohaittoja on seurattava vuosittain ja haittojen laskentaa on täydennettävä ja kehitettävä erityisesti luontohaittojen osalta. Tämän raportin menetelmiä voidaan suoraan hyödyntää uusien laskelmien tekemisessä ja joiltain osin laskentaa pystytään myös automatisoimaan. Laskennan automatisointiin ja kokonaisen laskentaprotokollan kehittämiseen tarvitaan kuitenkin vielä lisää työtä.

Jyväskylän yliopiston ilmasto- ja luontohaittojen arvioinnissa on samalla työstetty polkua uudenlaisen ilmasto- ja luontohaittojen kirjanpitomallin kehitykselle. Kirjanpitomalli on tarkoitus kehittää osana poikkitieteellistä väitöskirjaa, jonka on määrä valmistua vuoden 2022 loppuun mennessä. Tavoitteena on kehittää talouskirjanpidon rinnalle kaikille kirjanpitovelvollisille organisaatioille soveltuva ilmasto- ja luontohaittojen kirjanpitomalli. Jyväskylän yliopistolla on strategiansa mukaisesti mahdollisuus toimia mallin kokeilualustana. Yliopiston strategian kampuksen kehittämissuunnitelmassa lukee: ”Kampuksemme kehittämisessä hyödynnetään opetus- ja tutkimustoimintamme tuottamaa uutta tietoa resurssiviisaista ratkaisuista. Kampuksemme

toimii resurssiviisaisten ratkaisujen kokeilualustana (Living Lab)” (Jyväskylän yliopisto, 2019).

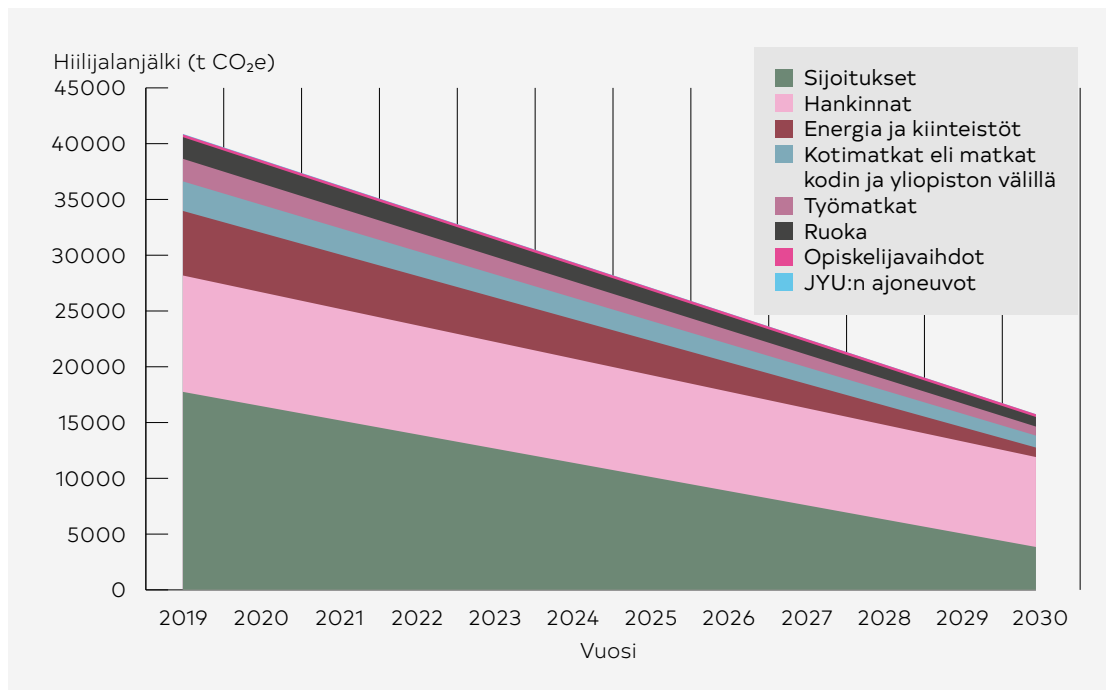
5.2 Haittojen vähentäminen

Jyväskylän yliopiston on vähennettävä haittojaan niin paljon kuin mahdollista. Seuraavaksi esittelemme suosituksia yliopiston haittojen vähentämiseksi. Huomiona sanottakoon, että haittojen vähentämisen lisäksi on tärkeää tarkastella myös, minkälaisia positiivisia vaikutuksia Jyväskylän yliopistolla on esimerkiksi koulutuksen kautta, ja miten niiden suuruutta voidaan arvioida ja entisestään vahvistaa. Tässä raportissa keskitytään kuitenkin lähinnä haittojen vähentämiseen. Haittojen vähentämistä peilataan pääosin yliopiston tämänhetkiseen hiilineutraalisuustavoitteeseen eli nykyhetkestä vuoteen 2030. Yliopisto voi vähentää haittojaan ainakin 60 % (noin 25 000 t CO₂e) vuoteen 2030 mennessä (Kuva 24). Vaikka haittojen vähennystoimenpiteitä on tehokkainta kohdistaa merkittävimpiin haittakategorioidiin, on tärkeää tehdä yhtäaikaaisesti pienempiäkin vähennystoimenpiteitä. Ilmasto- ja luontohaitat muodostuvat monimutkaisesta kokonaisuudesta toimintoja, joten yhtä ainoaa yksinkertaista ratkaisua hiilineutraalisuuden tai luonnon kokonaisuuskentymättömyyden saavuttamiseksi ei ole, vaan kaikki toimet on otettava käyttöön samanaikaisesti. Suositukset ja niiden arvioidut päästövähennykset on koottu Taulukkoon 12 ilmastohaittojen osalta. Oletukset arvioiden taustalla on käyty tarkemmin läpi seuraavissa luvuissa.

Taulukko 12: Suositukset ilmasto- ja luontohaittojen vähentämiseen ja niiden mahdollinen päästövähennyspotentiaali ilmastohaittojen osalta. Kaikkien suositusten osalta ei ollut mahdollista arvioida päästövähennyspotentiaalia.

Kategoria	Suositus	Potentiaalinen päästövähennys (t CO ₂ e)	% kategorian hiilijalanjäljestä	% JYU:n kokonaishiilijalanjäljestä
Yliopiston ajoneuvot	Siirrytään vuoteen 2030 mennessä puhtaan käyttövoiman ajoneuvokantaan.	40	100	0,1
	Vähennetään yliopiston ajoneuvojen ajosuoritetta.			
	Otetaan käyttöön kampuspyörät.			
Energia & kiinteistöt	Tuetaan vuokranantajia energiamurroksessa ja edellytetään heiltä selvitystä siirtymästä päästöttömiin energianlähteisiin.	4 935	85	12
	Pienennetään biomassan poltolla tuotetun energian osuutta ja kasvatetaan tuulisähkön osuutta sähkösovimuksessa.			
	Kehitetään ja kasvatetaan yhdessä vuokranantajien kanssa kampusenergian tuotantoa.			
	Edistetään yhdessä SYK:n kanssa kestävän kaukolämmön käyttöönottoa ALVA:lla.			
Hankinnat	Päivitetään hankintaperiaatteet ja -ohjeet minimoimaan ilmasto- ja luontohaitat.	2 086	20	5
	Edellytetään vastuullisuustietojen toimittamista kaikilta hankintojen toimittajilta.			
	Lisätään yliopistoyhteisön toimintaan ympäristökriteerit (esim. ruokatarjoilujen osalta).	127-285	1-3	0,3-0,7
Matkustus	Päivitetään työmatkustamisen ohjesääntö minimoimaan ilmasto- ja luontohaitat.	1 011	21	2,5
	Edellytetään matkatoimistoilta ilmasto- ja luontohaitat huomioivia matkatarjouksia.			
	Sisällytetään matkustamisen raportointiin itsearviointijärjestelmä.			
	Luovutaan kotimaan lennoista.	163	8	0,4
	Luovutaan bisnes- ja ykkösluokan lennoista.	41	2	0,1
	Tuetaan siirtymää vähäpäästöisiin kotimatkoihin.	281	11	0,6
	Mahdollistetaan etätyökäytäntöjen jatkuminen vallitsevan koronapandemian jälkeen.	1 297	50	3
Ruoka	Tuetaan Semman hiilineutraaliustavoitetta kannustamalla hiilineutraaliuuteen viimeistään vuoteen 2030 mennessä.	490-1 084	25-56	1-3
	Kannustetaan yliopistoyhteisöä kestävämpiin ruokailutottumuksiin tarjoamalla vähäpäästöisiä ruokia yliopiston tilaisuuksissa.			
	Jaetaan yliopistoyhteisölle tietoa ruuan ilmasto- ja luontohaitoista.			
Sijoitukset	Selvitetään kiistanalaisten sijoitusten osuus varainhoitajien salkuissa ja edellytetään niiden osuuden pienentämistä.	1 323	7	3
	Painotetaan sijoitussalkussa hiilineutraalius-siirtymää toteuttavia yrityksiä ja rahastoja.			
	Seurataan sijoitusten hiili-intensiteettiä ja pienennetään sitä 70 % vuoteen 2030 mennessä.	12 581	71	31
Yhteensä		24 375-25 127	-	59,0-61,4

Kuva 24: Laskennallisten päästövähennystoimenpiteiden vaikutus eri kategorioiden hiilijalanjälkeen vuoteen 2030 mennessä. Kaikki päästövähennystoimenpiteet on otettava käyttöön, jotta yliopisto voi pienentää päästöjään mahdollisimman paljon (tässä arvioissa noin 60 % eli 25 000 t CO₂e) vuoteen 2030 mennessä.



5.2.1 Yliopiston ajoneuvot (Scope 1)

Suosituksukset

- Siirrytään vuoteen 2030 mennessä puhtaaseen käyttövoiman ajoneuvokantaan.
- Vähennetään yliopiston ajoneuvojen ajosuoritusta.
- Otetaan käyttöön kampuspyörät.

Jyväskylän yliopiston siirtyminen puhtaaseen käyttövoiman ajoneuvokalustoon tarkoittaa noin 40 t CO₂e:n (0,1 %) vähennystä kokonaispäästöihin. Yliopistolla on jo muutamia vähäpäästöisiä ja päästöttömiä ajoneuvoja, mutta erityisesti paljon ajetuille bio- ja ympäristötieteiden laitoksen autoille on etsittävä vähäpäästöisempiä vaihtoehtoja, kuten täyssähköllä tai biokaasulla toimivat autot. Lisäksi tärkeää on ylipäätään vähentää ajosuoritusta ja siten välttää haittojen syntymistä kokonaan. Esimerkiksi kampusten välistä kestävää liikkuvuutta voisi edistää lisäämällä kampuspyöriä ja -busseja sekä parantamalla nykyisiä julkisen liikenteen yhteyksiä.

5.2.2 Energia & kiinteistöt (Scope 2)

Suosituksukset

- Tuetaan vuokranantajia energiamurroksessa ja edellytetään heiltä selvitystä siirtymästä päästöttömiin energianlähteisiin.
- Pienennetään biomassan poltolla tuotetun energian osuutta ja kasvatetaan tuulisähkön osuutta sähkösuorituksessa.

- Kehitetään ja kasvatetaan yhdessä vuokranantajien kanssa kampusenergian tuotantoa.
- Edistetään yhdessä SYK:n kanssa kestävästä kaukolämmön käyttöönottoa ALVA:lla.

Jyväskylän yliopiston ja sen vuokranantajien (Liite 1) siirtymä puhtaaseen energiankulutukseen vähentää kokonaispäästöjä noin 4 935 t CO₂e (12 %). Lisäksi siirtymä päästöttömään energiaan vähentää merkittävästi luontohaittoja erityisesti turpeen osalta. Biomassan osuuden kasvaminen poliittisesti päästöttömänä polttoaineena saattaa kuitenkin aiheuttaa ristiriitaa ilmasto- ja luontohaittojen vähentämiseen. Siksi on tärkeää pyrkiä etsimään vaihtoehtoja biomassan polttamiselle. Tärkeää onkin edelleen kehittää ja kasvattaa vuokranantajien kanssa Ruusupuiston aurinkopaneelien kaltaisia hajautetun energiantuotannon (kampusenergian) ratkaisuja esimerkiksi lisäämällä aurinkovoiman ja maalämmön tuotantoa kampuksella.

Suurin osa yliopiston kiinteistöistä on SYK:n omistuksessa, jolloin päävastuu kiinteistöistä kuuluu sille erityisesti kaukolämmön hankinnan osalta. Sähkön yliopisto hankkii itse, eli vastuu siitä on yliopistolla itsellään. SYK kompensoi päästöjään jo nyt (STT, 2020) ja tavoittelee merkittäviä päästövähennyksiä vuoteen 2030 mennessä. Lisäksi paikallisen kaukolämmön toimittajan ALVA:n suunnitelmissa on 80-prosenttisesti päästötön energiantuotanto vuoteen 2025 mennessä ja täysin päästötön tuotanto vuoteen 2030 mennessä (ALVA, 2020). Muiden kiinteistöjen osalta kaukolämmön tuotantoa pitäisi tarkastella tapauskohtaisesti. Jyväskylä-

län yliopisto voisi edellyttää vuokranantajilta selvitystä päästöttömiin energianlähteisiin siirtymisestä varmistaakseen ostoenergian päästöttömyyden vuoteen 2030 mennessä. Erityisesti ALVA:n ja SYK:n osalta yliopisto voi aktiivisesti tuoda esiin tutkimustietoaan bioenergian käytön potentiaalisista luontohaitoista ja siten suunnata energiamurrosta kestävämpään suuntaan. Lähitulevaisuuden kestäviä kaukolämpöratkaisuja voivat Aalto yliopiston tutkimusryhmän mukaan olla teollinen maalämpö, tuulivoima sekä energiavarastot (Rinne ym., 2019).

5.2.3 Hankinnat (Scope 3)

Suosituksukset

- Päivitetään hankintaperiaatteet ja -ohjeet huomioimaan ilmasto- ja luontohaitat.
- Edellytetään vastuullisuustietojen toimittamista kaikilta hankintojen toimittajilta.
- Lisätään yliopistoyhteisön toimintaan ympäristökriteerit (esim. ruokatarjoilujen osalta).

Mahdollisuuksia vähentää hankintojen haittoja on vaikea arvioida, koska hankintojen tarpeellisuuden arviointi on yleisellä tasolla vaikeaa. Hankintojen päästöttömyys vuoteen 2030 mennessä on yliopiston näkökulmasta haastavaa, koska päästöt eivät ole täysin yliopiston käsissä. Voidaan kuitenkin olettaa, että hankintoja tuottavat tahot pyrkivät vähentämään tuotantoketjujensa päästöjä, ja siten yliopiston hankintojen epäsuoratkin päästöt vähenevät kohti vuotta 2030. Koska hankintojen haittoja ei pystytty täysimääräisesti arvioimaan, on resursseja laitettava myös hankintojen haittojen entistä tarkempaan arvioon.

Hankintojen haittojen vähentämisessä ja välttämässä on tärkeää, että yliopisto päivittää hankintaperiaatteensa ja -ohjeensa siten, että ne ottavat ilmasto- ja luontohaitat huomioon. Jos yliopisto tavoittelisi vaikkapa 20 %:n päästövähennyksiä hankintojen ohjesäännön ja sen aiheuttamien toimenpiteiden avulla, pienenisivät yliopiston kokonaispäästöt noin 2 086 t CO₂e (5 %). Mahdollista sisältöä päivitettyihin hankintaperiaatteisiin ja -ohjeisiin voisi olla hankintojen tarpeellisuuden määrittäminen ennen ostopäätöstä, hankintojen vastuullisuustietojen vaatiminen toimittajilta, Hanselin hankintojen hiilijalanjälkimittarin tai muiden seurantamenetelmien käyttöönotto ja kiertotalouden ratkaisut. Erityistä huomiota on kohdistettava laboratoriohankintojen ilmasto- ja luontohaittoihin. Yliopisto voisi myös lisätä yliopistoyhteisön toimintaan ja tapahtumiin ympäristökriteerit, jotka ottavat

esimerkiksi huomioon ruokatarjoilujen vastuullisuuden.

Haittojen vähentämisen suuruutta voidaan arvioida muutaman hankintakategorian kohdalla. Vaikka elintarvikkeiden ja ruokapalveluiden hiilijalanjälkeä ei ole JYU:n osalta arvioitu yhtä tarkalla tasolla kuin Semman tapauksessa, voidaan olettaa, että JYU:n hiilijalanjälkeä tässä kategoriassa voisi laskea samassa suhteessa Semman hiilijalanjäljen kanssa. Tämä vaatii sen, että yliopisto kasvattaa kasvisperäisen ruuan osuutta hankinnoista. Näin hankintakategorian hiilijalanjälki voisi laskea 25–56 % (ks. luku 5.2.5) eli yliopiston kokonaispäästöt vähenisivät noin 127–285 t CO₂e (0,3–0,7 %).

5.2.4 Matkustaminen (Scope 3)

Suosituksukset

- Päivitetään työmatkustamisen ohjesääntö minimoimaan ilmasto- ja luontohaitat.
- Edellytetään matkatoimistoilta ilmasto- ja luontohaitat huomioivia matkatarjouksia.
- Sisällytetään matkustamisen raportointiin itsearviointijärjestelmä.
- Luovutaan kotimaan lennoista.
- Luovutaan bisnes- ja ykkösluokan lennoista.
- Tuetaan siirtymää vähäpäästöisiin kotimatkoihin.
- Mahdollistetaan etätyökäytäntöjen jatkuminen vallitsevan koronapandemian jälkeen.

Ilmasto- ja luontohaittojen yhdistäminen työmatkustamisen ohjesääntöön luo perustan matkustamisen haittojen välttämälle ja vähentämälle. Vastuullisen työmatkustamisen ohjesäännöstä on useita esimerkkejä eurooppalaisissa yliopistoissa ja instituutioissa (ETH Zürich, 2019; Le Quére ym., 2015; LUCSUS, 2018; University of Groningen, 2019). Esimerkiksi Sveitsin valtiollisessa teknillisessä korkeakoulussa ETH Zürichissä johto ja kaikki laitokset ovat sitoutuneet vähentämään lentomatkustamisen päästöjä 11 % vuoteen 2025 mennessä (ETH Zürich, 2019). Koronapandemia on kuitenkin saattanut jo pysyvästi vaikuttaa työmatkustamisen luonteeseen lisäämällä digitaalisten käyttöalustojen osaamista ja suosiota. Siksi Jyväskylän yliopisto voisi tavoitella esimerkiksi 50 %:n päästövähennyksiä työmatkustamisessa vuoteen 2030 mennessä, jolloin kokonaispäästöt vähenisivät noin 1 011 t CO₂e (2,5 %).

Yhteinen tekijä vastuullisen matkustamisen ohjesäännöissä on se, että päästöt raportoidaan, niitä vähennetään systemaattisesti ja organisaation ohjesääntö tukee vaihtoehtoisia matkustamistapoja. Lisäksi yliopiston matkatoimistolla

on tärkeä rooli erilaisten matkavaihtoehtojen tarjoamisessa. Se voisi esimerkiksi tarjota soveltuvilla matkaosuuksilla junamatkoja lentojen sijaan sekä yhdistellä juna- ja lentomatkoja. Lisäksi tärkeää on esimerkiksi ennen matkaa täytettävän kyselylomakkeen avulla tukea työntekijän ymmärrystä siitä, kuinka tarpeellinen matka on, voisiko sen toteuttaa etäyhteyksillä tai voisiko paikan päälle matkustaa ilman lentämistä. Esimerkiksi Tyndall Centre for Climate Change Research -tutkimusinstituutilla on käytössään päästöjen pisteytysjärjestelmä, joka asettaa matkustamisen päästöille erilai-

sen painon esimerkiksi matkan tarkoituksen ja välttämättömyyden sekä työntekijän senioriteetin eli työaseman mukaan (Le Quéré ym., 2015, Taulukko 13). Päästöpiestet raportoidaan kaavalla: $Pisteet = Paino * Hiilijalanjälki * Matkustamiseen käytetyt tunnit$. Jyväskylän yliopisto voisi ottaa käyttöön vastaavan itsearviointijärjestelmän matkojen päästöjen ja tarpeellisuuden arvioimiseksi. Yksityisyydensuojaan sekä tasa-arvoon liittyvät seikat olisi syytä ottaa järjestelmässä huomioon esimerkiksi niin, että pisteitä kootaan vain yksiköittäin ja itse matkustajaa varten.

Taulukko 13: Matkustuksen päästöjen laskennassa käytettävät painot ja niihin sopivat perustelut tutkimushenkilöstön näkökulmasta. Taulukkoa voidaan myös käyttää apuna itsearvioinnissa. **Taso 1:** Varhaisen vaiheen tutkijat (esim. väitöskirjatutkija tai alkuvaiheen tutkijatohtori tai projektitutkija). **Taso 2:** Keskivaiheen tutkijat (esim. yliopistontutkijat ja -opettajat). **Taso 3:** Vakiintuneet tutkijat (esim. professorit ja johtajat vakituudessa työsuhhteessa). Muokattu Le Quéré ym., 2015 perusteella.

Paino	Perustelu
1	Hyvin perusteltavissa olevat päästöt, esimerkiksi: <ul style="list-style-type: none"> › Kenttätutkimus tai laboratorioanalyysit › Suora vuorovaikuttaminen sidosryhmien kanssa › Matka on tutkijan hakeman tai saaman rahoituksen edellytys › Riski työpaikan menettämisestä, jos kieltäytyy matkustamasta › Taso 1: Oman tutkimuksen esittäminen. Verkostojen kehittäminen. Osallistuminen ja työn esittäminen projektitapaamisissa.
2	Hyödyllinen matka, mutta mahdollisuuksia vaihtoehtoihin osallistumistapoihin. Esimerkiksi: <ul style="list-style-type: none"> › Taso 1: Osallistuu työpajaan, joka ei suoraan liity omaan tutkimukseen › Taso 2: Matkustaa esittämään omaa työtään ja tutkimustaan › Taso 3: Matkustaa selvittääkseen uusia tutkimusaiheita. Voi johtaa oman ryhmän tai yksikön tärkeään tutkimukseen tai rahoitukseen. Matka tukee projektin tai merkittävän yhteistyön edistämistä.
3	Huonommin perusteltavissa olevat päästöt. Matka voitaisiin todennäköisesti toteuttaa vaihtoehtoisin osallistumiskeinoin. Hyvä hyötysuhde vain, jos matka on vähäpäästöinen. Esimerkiksi: <ul style="list-style-type: none"> › Taso 3: Matkustaa esittääkseen omaa työtään ja tutkimustaan tai ylläpitämään omia verkostojaan. Esim. vierailijaluennot.
4	Huonosti perusteltavissa olevat päästöt. Hyvä hyötysuhde vain, jos matka on vähäpäästöinen. Esimerkiksi: <ul style="list-style-type: none"> › Yhteyksien ylläpito ja uusiminen kollegoiden kanssa › Ei tutkimustulosten esittelyä › Matkan hyödyllisyyttä ei mietitty/optimoitu ennen matkustamista

Luopuminen kotimaan sekä bisnes- ja ykkösluokan lennoista vähentäisi yliopiston kokonaispäästöjä noin 204 t CO₂e (0,5 %). Nämä toimet voivat olla suhteellisen tehokkaita, sillä esimerkiksi kotimaan lennot olisivat ainakin Jyväskylän ja Helsingin välillä helposti korvattavissa nykyisillä junayhteyksillä (Baumeister, 2019). Jyväskylän yliopisto voisikin kannustaa päättäjiä kestäväen liikkumisen murrokseen sekä paikallisella (esim. joukkoliikenne ja pyöräily) että

kansallisella (esim. raideinvestoinnit) tasolla nojaamalla tutkimustietoon, jota on jo julkaistu esimerkiksi *Wisdom Letters* -julkaisuissa (Baumeister ym., 2020; Kortetmäki ym., 2020). Bisnes- ja ykkösluokan (first class) lentojen päästöt voivat laskennallisesti olla 2,3–6,9-kertaiset turistiluokkaan verrattuna, koska ne vievät suhteessa enemmän tilaa lentokoneesta kuin turistiluokka (Bofinger & Strand, 2013). On kuitenkin tärkeää, että kestäväen liikkumisen murroksessa mahdol-

listetaan turvallinen matkustustapa, eli esimerkiksi tilavampi lento tai muu kuljetus ihmisille, joilla on terveydellisiä syitä välttää ahtaampaa matkustustapaa.

Henkilöstön kotimatkojen päästöt henkilöä kohden olivat nelinkertaiset opiskelijoihin nähden. Tämä johtuu siitä, että merkittävä osa (38 %) henkilökunnasta tekee kotimatkansa autolla. Kuitenkin 52 %:lla henkilökunnan autoilijoista kotimatkan pituus yhteen suuntaan oli vähemmän tai yhtä kuin viisi kilometriä. Yliopiston olisikin tärkeää etsiä vaikuttamiskeinoja yksityisautoilun vähentämiseksi. Tällä hetkellä esimerkiksi yksityisautoilija saa yliopistolla ilmaisen parkkipaikan, kun vastaavaa (taloudellista) etua ei ole joukkoliikenteen käyttäjille ja pyöräilijöille. Pyöräilyn ja joukkoliikenteen taloudellinen tukeminen, kampuspyörien sekä yhteiskäyttöautojen käyttöönotto ovat esimerkkejä kestävästä koti- ja kampusliikkumista edistävästä toimista. Joukkoliikenteen ja pyöräilyn tukemisen lisäksi on löydettävä sosiaalisesti kestäviä keinoja heikentämään yksityisautoilun palvelutasoa. Kotimatkojen päästövähennyksiä voidaan ennustaa karkealla tasolla. Suomen kansallisena tavoitteena on, että vuonna 2030 tieliikenteestä 40 prosenttia kulkee vaihtoehtoisella käyttövoimalla (sähkö, vety, biopolttoaineet) (Liikenne- ja viestintäministeriö, 2020). Jos ajatellaan, että Jyväskylän yliopiston kotimatkojen autojen aiheuttamista päästöistä (468 t CO₂e) leikattaisiin 40 prosenttia, yliopiston kokonaispäästöt vähenevät noin 281 t CO₂e (0,6 %).

Jos edelleen ajatellaan, että koronaviruspandemian aikaisia etätyökäytäntöjä mahdollistetaan yliopistoyhteisölle, kotimatkojen määrä voi vähentyä. Jo nyt on linjattu, että etätyöskentelyä voidaan jatkaa 50-prosenttisesti. Kotimatkojen vähentymää on vaikea arvioida tarkasti, mutta päästövähennyksen hahmottamiseksi voidaan todeta, että kotimatkojen määrä puolittuisi. Tällöin yliopiston kokonaispäästöt vähenisivät noin 1 297 t CO₂e (3 %).

5.2.5 Ruoka (Scope 3)

Suositukses

- **Tuetaan Semman hiilineutraaliustavoitetta kannustamalla hiilineutraaliuuteen viimeistään vuoteen 2030 mennessä.**
- **Kannustetaan yliopistoyhteisöä kestävämpiin ruokailutottumuksiin tarjoamalla vähäpäästöisiä ruokia yliopiston tilaisuuksissa.**
- **Jaetaan yliopistoyhteisölle tietoa ruuan ilmasto- ja luontohaitoista.**

Latva-Hakuni (2020) on työssään luonut Semmalle päästövähennysskenaarioita, joita hyödyn-

tämällä voidaan arvioida yliopiston päästövähennysmahdollisuudet ruoan osalta. Avainasemassa on ruokalistojen muutos kasvisperäisemmiksi. Päästövähennysskenaarioissa Semman ruokahankintojen päästöt vähenivät 490–1084 t CO₂e (25–56 % ruokahankintojen kokonaispäästöistä). Näiden skenaarioiden mukaisesti ruokahankintojen toimenpiteet vähentäisivät yliopiston kokonaispäästöjä noin 2–4 %. Lisäksi tärkeää on tarjoilla yliopiston omissa tilaisuuksissa vähäpäästöisiä ruokia ja jakaa yliopistoyhteisölle tietoa ruuan ilmasto- ja luontohaitoista. Yliopistolla on siten mahdollisuus omalla toiminnallaan vaikuttaa yliopistoyhteisön ruokailutottumuksiin.

5.2.6 Sijoitukset (Scope 3)

Suositukses

- **Selvitetään kiistanalaisten sijoitusten osuus varainhoitajien salkuissa ja edellytetään niiden osuuden pienentämistä.**
- **Painotetaan sijoitussalkussa hiilineutraaliussiirtymää toteuttavia yrityksiä ja rahastoja.**
- **Seurataan sijoitusten hiili-intensiteettiä ja pienennetään sitä 70 % vuoteen 2030 mennessä.**

Sijoitusten päästövähennysvaikutuksia yliopiston kokonaispäästöihin on vaikea arvioida. Jos kuitenkin tarkastellaan esimerkiksi Varainhoitaja 1:n salkkua, voidaan tehdä arvioita päästövähennysten suuruudesta. Sijoitussalkun kymmenen hiili-intensiivisintä sijoitusta kattavat koko salkun painotetusta hiili-intensiteetistä noin 40 %. Jos nämä yhtiöt korvattaisiin yhtiöillä, joiden keskimääräinen hiili-intensiteetti on sama kuin salkun osakesijoitusten keskimääräinen hiili-intensiteetti (115 t CO₂e) tai näiden nykyisten yritysten hiili-intensiteetti tippuu kymmenen vuoden aikana keskimääräisen hiili-intensiteetin tasolle, voidaan arvioida, että koko salkun keskimääräisestä hiili-intensiteetistä tippuisi noin 39 % ja samalla salkun päästöt vähenisivät noin 39 % (1 323 t CO₂e). Näillä toimilla yliopiston kokonaispäästöt vähenisivät noin 3 %.

Varainhoitaja 4:n sijoitussalkun rahoitetut päästöt ovat pienimmät (34 t CO₂e / sijoitettu miljoona dollaria eli noin 73 % keskiarvoa pienemmät) muihin varainhoitajiin nähden. Jos muiden varainhoitajien sijoitusten rahoitetut päästöt olisivat samalla tasolla kuin Varainhoitaja 4:n, vähenisivät yliopiston kokonaispäästöt noin 12 581 t CO₂e (31 %). Tavoitteeseen voitaisiin päästä esimerkiksi painottamalla hiilineutraaliussiirtymää toteuttavia yrityksiä ja rahastoja, kuten UNIFI:n kestävä kehityksen ja vastuullisuuden teeseissäkin on linjattu (UNIFI, 2020).

Varainhoitajien välisten päästölukujen vertailu keskenään ei kuitenkaan ole välttämättä mielekäästä, koska sijoitusten toimialojen painotukset saattavat eri varainhoitajilla olla hieman erilaiset. Esimerkiksi Varainhoitaja 4:n salkussa on runsaasti terveys- ja teknologiayrityksiä, joiden suorat päästöt (scope 1 ja scope 2) ovat raportoituna kohtuullisen pienet verrattuna esimerkiksi raskaan teollisuuden yrityksiin. Sijoitussalkun hajautus pienentää sijoituksiin liittyviä taloudellisia riskejä huomattavasti, mutta hajautus pitää pyrkiä tekemään päästöjen kannalta kestävien kohteiden välillä välttämättä hiili-intensiivisiä kohteita, joiden tuottoihin hiiliriski on tuonut myös taloudellisia riskejä (South Pole Group, 2016).

5.3 Haittojen kompensatio

Hiilineutraalisuuden ja luonnon kokonaisuuskentymättömyyden saavuttamiseksi Jyväskylän yliopiston on saatava nettohaittansa nolnaan, eli sen on vähennettävä hiili- ja luontojalanjälkeään niin paljon kuin mahdollista ja kompensoitava loput haitat jollain luotettavalla menetelmällä (Kuva 23). Kuten sanottu, näitä toimia voi tehdä rinnakkain, eivätkä ne poissulje toisiaan. Kompensatioiden mahdollinen hyöty ei rajoitu vain

haittojen neutraloimiseen. Kompensatio voi toimia myös ohjauksena päästöjen vähentämiselle, sillä kompensatio asettaa hinnan organisaation aiheuttamalle haitalle. Kustannusten pienentämiseksi on vähennettävä päästöjä. Esimerkiksi SYK kompensoi jo kaikki päästönsä (STT, 2020), mutta sen tavoitteena on pienentää päästöjä vuoteen 2030 mennessä niin paljon, ettei sen tarvitsisi enää kompensoida päästöjä ulkopuolisten toimijoiden kautta. Tällä tarkoitetaan sitä, että SYK voisi kompensoida kaikki jäljelle jääneet päästönsä esimerkiksi omien tonttien hiilensidonnan ja uusiutuvan energian ylimääräisen tuotannon avulla. Kompensatioiden voidaan siis katsoa muuttuvan ajassa, kun toimiala organisaation ympärillä ja organisaatio itse kehittyvät. Tässä hetkessä tehtävien kompensatioiden ei tarvitse lyödä lukkoon yliopiston strategiaa kompensatioiden suhteen, vaan ne voivat elää ajan mukana. Pohdittavaksi jää se, miten kompensatit rahoitetaan, eli kompensoidaanko haitat yliopiston yhteisistä varoista vai halutaanko luoda jonkinlaista ohjauksivaikutusta esimerkiksi niin, että jokainen yksikkö kompensoi omat haittansa. Tärkeintä on kuitenkin haittojen vähentäminen niin pian kuin mahdollista. Kompensatioihin liittyvät suositukset ja arvioidut kustannukset on käyty läpi Taulukossa 14.

Taulukko 14: Kompensatioihin liittyvät suositukset, niiden arvioitu kustannus ilmastohaittojen osalta vuonna 2019 sekä keinovalikoima kompensatation toteuttamiseksi. Kompensatiokeinovalinta vaatii erityistä tarkkuutta kompensatation luotettavuuden ja toimivuuden varmistamiseksi.

Suositus	Kustannusarvio	Keinovalikoima
Kompensoidaan kaikki kompensatiovastuulle kuuluvat ilmastohaitat vuodesta 2025 lähtien.	250 000–1 180 000 €	Gold Standard tai muun standardin mukaiset päästövähennysyksiköt.
Kompensoidaan kaikki kompensatiovastuulle kuuluvat luontohaitat vuodesta 2025 lähtien.	Ei arvioitu.	Ennallistetaan ja suojellaan luontohaittoja vastaava määrä elinympäristöjä.
Yhdistetään ilmasto- ja luontohaittojen kompensatioita.	Ei arvioitu.	Suojellaan ja ennallistetaan hiiltä sitovia elinympäristöjä.
Selvitetään sisäisen kompensatiomekanismin edellytyksiä ja siihen liittyvän sisäisen kestävä kehityksen rahaston perustamista.	Ilmastohaitat: 1 067 000 €, jos hinnaksi asetetaan 35 €/t CO ₂ e. Kun haittoja vähennetty 60 %, hinta on noin 426 800 €.	Kestävä kehityksen rahasto investoi pienen osan sisäisestä kompensatiomaksusta perinteisiin kompensatioihin ja valtaosan haittojen vähentämiseen yliopistolla sekä kestävä kehityksen tutkimukseen ja opetukseen.

5.3.1 Kompensatiovastuu

Ennen kompensointia on tarkasteltava, mitkä haitat Jyväskylän yliopiston kompensatiovastuulle kuuluvat. Rakennukset ja energia kuuluvat suurimmaksi osaksi SYK:n vastuulle kiinteistöjen omistajana, ja SYK kompensoi jo nyt vuo-

sittaiset päästönsä ja tavoittelee merkittäviä päästövähennyksiä vuoteen 2030 mennessä. Sähkön Jyväskylän yliopisto ostaa itse hankintapalveluyhtiö Hansel Oy:n kautta, mutta ainakin kampuskiinteistöjen osalta hankittu sähkö on jo kokonaan uusiutuvaa energiaa. Ruoan hiilijalanjälki on laskettu Semman osalta, ja suurin

Taulukko 15: Haittojen oletettu kompensatiovastuu nykyhetkessä sekä arvioitu kompensatiovastuu ideaalitulanteessa periaatteella, jonka mukaisesti haitan (suora) aiheuttaja eli tuottaja kompensoi haitan.

Haittakategoria	Kompensatiovastuu nykyhetkessä	Kompensatiovastuu ideaalitulanteessa
Jyväskylän yliopiston ajoneuvojen käyttö	Jyväskylän yliopisto	Jyväskylän yliopisto
Sähkö	Jyväskylän yliopisto	Energian tuottaja
Lämpö	Suomen yliopistokiinteistöt tai muu kiinteistön omistaja	Energian tuottaja
Rakentaminen	Suomen yliopistokiinteistöt tai muu kiinteistön omistaja	Suomen yliopistokiinteistöt tai muu kiinteistön omistaja
Hankinnat	Jyväskylän yliopisto	Tuotteiden ja palveluiden tuottajat
Työmatkat	Jyväskylän yliopisto	Kulkuvälineen omistaja (esimerkiksi lentoyhtiö)
Kotimatkat (matkat kodin ja yliopiston välillä)	Kulkuvälineen omistaja tai käyttäjä	Kulkuvälineen omistaja tai käyttäjä
Ruoka	Semma	Ruokaketjun toimijat yhdessä
Sijoitukset	Jyväskylän yliopisto	Omistajat tai kohdeyritys, esim. operatiivinen johto

vastuu päästöistä on siis Semmalla, vaikkakin yliopistolla on asiassa paljon vaikutusvaltaa sekä asiakkaana että osaomistajana. Kotimatkat voidaan katsoa kuuluvaksi yksilöille itselleen, vaikka tässäkin asiassa yliopistolla on paljon vaikutusvaltaa ja mahdollisuuksia päästöjen pienentämiseen. Jäljelle jäisi siis yliopiston omat ajoneuvot, hankinnat, työmatkat, opiskelijavaihdot sekä sijoitukset.

Epäsuorien päästöjen kompensoiminen voidaan kuitenkin kyseenalaistaa, koska Jyväskylän yliopiston epäsuorat päästöt ovat jonkun toisen organisaation suorita päästöjä. Esimerkiksi lentämisen päästöjä ajateltaessa on muistettava, että lentämisestä syntyvät päästöt ovat lentoyhtiön suorita päästöjä. Siksi epäsuorien päästöjen kompensaatiossa on riski ylikompensatioille. Ylikompensatioiden riski on kuitenkin ympäristön kannalta positiiviseen suuntaan vaikuttava riski. Tämä tarkoittaa sitä, että ympäristön kannalta ei voi pitää ongelmana mahdollista osittaista kaksinkertaista kompensatiota. Kaksinkertaisen kompensatioiden selvittämiseen kannattaa kiinnittää huomiota vain siinä määrin kuin se on taloudellisesti järkevää.

Jyväskylän yliopisto omistaa sijoitusten ja varainhoitajien hallinnoimien rahastojen kautta yritysten osakkeita ja muita rahoitusinstrumentteja, ja tämän omistussuhteen perusteella yritysten hiilijalanjälkeä voidaan jyvittää yliopistolle. Herääkin kysymys, ovatko päästöjen kompensoinnista vastuussa yrityksen osakkeenomistajat vai yritys itse (esim. operatiivinen johto tai halli-

tus). Lisäksi jos yliopisto kompensoi esimerkiksi sijoitussalkussaan olevan elektroniikkayhtiön päästöjä ja ostaa samalta yhtiöltä elektroniikkaa, herää kysymys, miten yliopisto voi silloin huomioida hankintojen kautta tulevat päästöt. Siksi onkin tärkeää jatkossa rakentaa linkki esimerkiksi sijoitusten ja hankintojen kompensatioiden välille, sillä osa hankintojen kompensatioista voidaan kattaa jo kompensoimalla sijoituksia. Ilmasto- ja luontohaittojen kirjanpitoon on siis syytä sisällyttää kattava kompensatiokirjanpito. Kansainvälistä sitovaa lainsäädäntöä tai seurantalajärjestelmää, joka takaisi, että yliopiston käyttämät ja sen sijoitusten kohteena olevat yritykset olisivat hiilineutraaleja tai kompensoisivat päästönsä, ei ole vielä olemassa. Vireillä olevassa Wisdomin avainhenkilöiden vetämässä STN-hankekonsortiossa on kuitenkin tarkoitus kehittää kansallista ilmasto- ja luontohaittojen kirjanpitoa asian selkiyttämiseksi.

Ilmasto- ja luontohaittojen laskennan ja vähentämisen näkökulmasta asia on kuitenkin yksinkertaisempi: yliopistolla on vastuu ja mahdollisuus vähentää kulutuksensa aiheuttamia päästöjä kaikilla sektoreilla. Tässä raportissa selvittämme kuitenkin kompensatioiden kustannuksia sen perusteella, että yliopiston kompensatiovastuulle kuuluisivat omat ajoneuvot, hankinnat, työmatkat, opiskelijavaihdot ja sijoitukset. Taulukkoon 15 on koottu eri haittakategoriat sekä niiden oletettu kompensatiovastuu nykyhetkessä ja ideaalitulanteessa Jyväskylän yliopiston näkökulmasta.

5.3.2 Ilmastohaittojen kompensatio

Suosituksset

- **Kompensoidaan kaikki kompensatiovastuulle kuuluvat ilmastohaitat vuodesta 2025 lähtien.**

Jyväskylän yliopiston kompensatiovastuulle katsottavien kategorioiden hiilijalanjälki oli vuonna 2019 yhteensä noin 30 494 t CO₂e eli noin 75 % aiemmin esitetystä yliopiston kokonaishiilijalanjäljestä. WWF:n hallinnoimien Gold Standard -kompensatioprojektien hinnat ovat 10–47 dollaria per hiilidioksidiekvivalenttitonni (Gold Standard, 2020). Tällöin hiilikompensatiot voisivat valuuttamuunnoksen jälkeen maksaa Jyväskylän yliopistolle halvimmillaan 250 000 euroa vuodelta 2019. Haarukan mukainen yläraja on 1 180 000 euroa, mutta todellisuudessa kompensatioihin voi tietenkin käyttää rajattomasti resursseja. Kompensaatiomaksu pienenee, kun hiilijalanjälkeä pienennetään. Jos yliopiston hiilijalanjälkeä pienennetään Taulukon 12 suositusten mukaisesti, vuosittainen kompensatiomaksu vähenee 110 000–520 000 euroon. Gold Standard (GS) on yksi kansainvälisesti tunnetuimpia kompensatioprojekteja auditoiva ja standardoiva taho. GS-projektien tai muiden hiilikompensatioiden ideana on rahoituksen avulla vähentää kasvihuonekaasupäästöjä tai luoda hiilinieluja ja sitten myydä niistä syntyviä päästövähennysyksiköitä markkinoille (Seppälä ym., 2019). Yleisesti käytettyjä kriteereitä eri standardien päästövähennysyksiköille ovat todellisuus, mitattavuus, pysyvyys, lisäisyys ja puolueeton todennus (Seppälä ym., 2019). Kenties yksi tärkeimmistä kriteereistä on lisäisyys. Se tarkoittaa sitä, että päästövähennys on ylimääräinen, eli se ei olisi toteutunut ilman projektia ja päästökompensatioiden tuomaa rahoitusta.

Ilmastohaittojen kompensatioiden valinnassa on sovellettava tiukkoja kriteereitä. Useissa kompensatioprojekteissa on havaittu ongelmia esimerkiksi lisäisyyden osoittamisessa (Cames ym., 2016). Lisäksi periaatteellisella tasolla on epäselvää, neutraloiko 1:1 kompensoiminen (1 tonni päästöjä, 1 tonni kompensatioita) ylimääräiset ilmakehään päätyvät päästöt (Becken & Mackey, 2017). Esimerkiksi hiilikompensatioihin keskittyvä säätiö Compensate arvioi, että parhaidenkin kansainvälisten standardien mukaiset kompensatioprojektit luovat yhtä hiiliyksikköä (1 tonni päästöjä) kohden noin 0,1–0,8 tonnin ilmastohyödyn (Salo, 2020). Siksi kompensoidessa olisi ainakin toistaiseksi tärkeää harkita päästöjen moninkertaista kompensatiota esimerkiksi niin, että yhden tonnin päästöistä maksetaan kahden–kolmen tonnin kompensatio. Teoriassa kompensatioiden tulisi kuitenkin

olla yhden suhde yhteen, eli nykyisen kaltainen moninkertainen kompensointi on tapa vähentää epävarmuutta ja johtuu kompensatioprojektien nykyisistä käytännön ongelmista.

5.3.3 Luontohaittojen kompensatio

Suosituksset

- **Kompensoidaan kaikki kompensatiovastuulle kuuluvat luontohaitat vuodesta 2025 lähtien.**

Kehittämämme menetelmä mahdollistaa myös yliopiston epäsuorien luontohaittojen kompensoinnin. On kuitenkin hieman epäselvää, suhtaudutaanko epäsuorien luontohaittojen kompensointiin samalla tavalla kuin ilmastohaittojen tapauksessa ja miten epäsuoriin luontohaittoihin tulisi suhtautua. Luontohaittojen kompensoinnin kannalta tärkeitä kriteerejä on koottu Moilasen & Kotiahon (2017, 2018) selvityksiin. Sovellettavat kriteerit ovat osittain samankaltaisia ilmastohaittojen kanssa, esimerkkinä kompensatioiden lisäisyys. Peruseriaatteena on se, että luontohaittoja hyvitetään ennallistamalla tai suojelemalla elinympäristöjä. Yliopisto voisi esimerkiksi kohdistaa kompensatiohankkeita alueille, jossa luontohaittoja on aiheutettu eniten (Kuva 20). Lisää luontohaittojen kompensoinnin teoriasta löytyy Vainion (2021) maisterintutkielmasta.

Luontohaittojen kompensoinnin kustannuksia on vaikeampi arvioida, koska luontohaittojen kompensoimiseksi ei ole vielä vastaavanlaisia markkinoita kuin ilmastohaittojen tapauksessa. Kustannusarviota ei tämän hankkeen puitteissa tehty rajallisten resurssien vuoksi, mutta se on syytä tehdä hyödyntäen esimerkiksi ELITE-työryhmän mietintöä luontotyyppien tilan edistämisen keinoista ja kustannuksista (Kotiaho ym. 2015), kun planetaarisen hyvinvoinnin tiekarttaa lähdetään rakentamaan ja luontohaittojen laskeutumisen edistystä ja kehittämistä.

5.3.4 Ilmasto- ja luontohaittojen yhteiskompensatio

Suosituksset

- **Yhdistetään ilmasto- ja luontohaittojen kompensatioita.**

Ilmasto- ja luontohaittoja voidaan kompensoida yhdessä esimerkiksi suojelemalla hiiltä sitovia luontotyyppisiä (Enriquez-De-Salamanca, Martín-Aranda, & Diaz-Sierra, 2017). Ilmasto- ja luontohaittojen yhteiskompensatiota voisi toteuttaa esimerkiksi niin, että yliopisto ostaa

kriteerit täyttävän metsäalan ja asettaa sen pysyvään Suomen luonnonsuojelulain mukaiseen suojeluun. Hiilikompensaatioiden osalta asiaa hankaloittaa tällä hetkellä hiilinielujen kaksoislaskenta. Eli kun yliopisto laskee hiilinielun omaksi kompensaatiokseen, saman tekee tällä hetkellä myös Suomen valtio, joka laskee kansalliset nettopäästönsä siten, että mukana laskennassa ovat kaikki Suomen metsien tuottamat hiilinielut. Kompensaation aiheuttama hyöty lasketaan siis kahteen kertaan. Ongelmaa voidaan tietyvästi parhailaan Euroopan Unionin tasolla, koska sääntö ei koske pelkästään Suomea. Yhteiskompensaatioita voidaan toteuttaa myös perinteisten hiiliyksiköiden avulla, mutta usein hankkeeseen mahdollisesti liittyvää luontohyvitystä ei ole laskettu.

5.3.5 Vaihtoehtoiset kompensaatiot ja ohjauskeinot

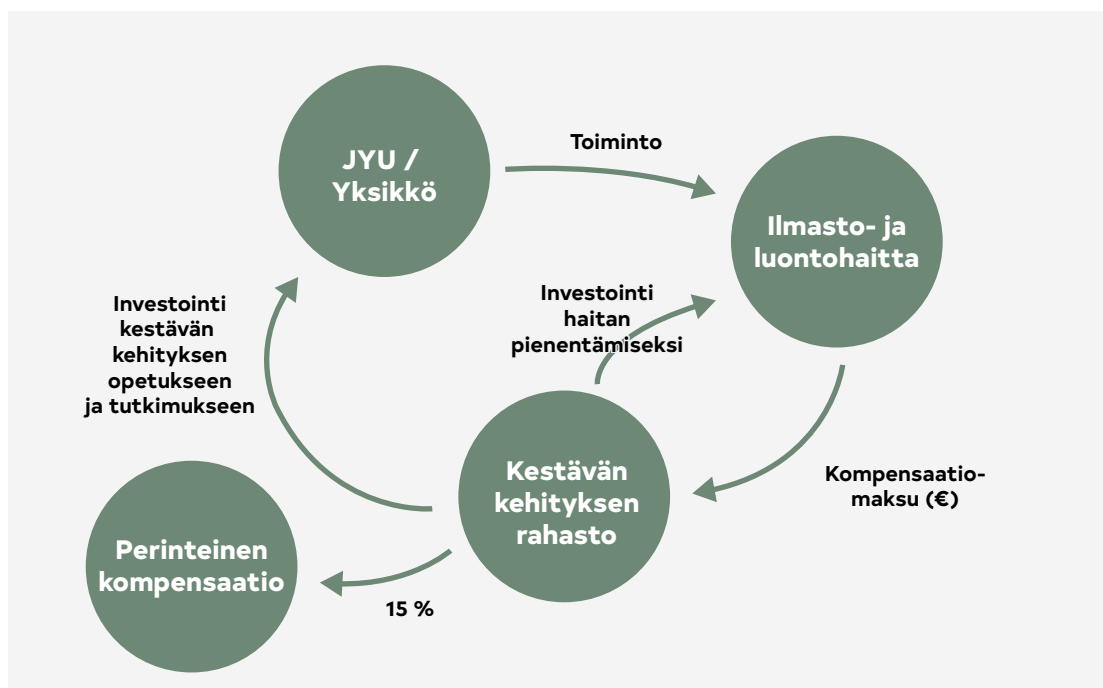
Suosituksukset

- **Selvitetään sisäisen kompensaatiomekanismin edellytyksiä ja siihen liittyvän sisäisen kestävä kehityksen rahaston perustamista.**
- **Otetaan sisäisen kompensaation malli käyttöön haittojen vähennystoimenpiteiden rinnalle vuodesta 2025 lähtien.**

Perinteisten ulkoisten kompensaatioiden rinnalla tai niiden sijaan voidaan tehdä myös ns. sisäisiä kompensaatioita. Sisäisten kompensaatioiden tarkoituksena on ohjata organisaation ilmastolle

ja luonnolle aiheuttamien haittojen kompensaatiomaksuista kertyviä varoja kestävä kehityksen tukemiseen ja haittojen vähentämiseen organisaation omassa toiminnassa (Kuva 25). Sisäinen kompensaatiomekanismi voi päästövähennysten lisäksi siis tukea esimerkiksi organisaation hiili- ja luontokädenjälkeä eli sen positiivisia vaikutuksia (ks. esim. Pajula ym., 2018). Yliopisto voi olla sopiva toimintaympäristö tämänkaltaisten vaihtoehtoisien kompensaatioiden ja ohjauskeinojen kehittämiseen, kuten seuraavat esimerkit osoittavat.

Sveitsin valtiollinen teknillinen korkeakoulu ETH Zurich on ottanut käyttöön vapaaehtoisen sisäisen hiiliveron eri yksiköilleen (ETH Zürich, 2019). Hiiliveron tuotot ohjataan ilmastoratkaisuihin keskittyvään opetukseen, tutkimukseen ja nuoriin tutkijoihin. Esimerkiksi Kone- ja prosessisuunnittelun laitoksella hiiliveroa toteutetaan niin, että tutkimusryhmä maksaa hiiliveroa jokaisesta lentolipusta (Mazzotti, Winkler & Jäggi, 2019). Meno-paluulento Zürichistä Bostoniin maksaisi noin 140 euroa enemmän verrattuna lippuun ilman hiiliveroa. Verosta noin 15 % käytetään perinteisten päästöyksiköiden ostamiseen (ulkoinen kompensaatio) ja 85 % menee sisäiseen rahastoon, jonka varat ohjataan opiskelijoiden tutkimusprojekteihin, jotka tukevat kestävä kehitystä YK:n kestävä kehityksen tavoitteiden (SDG) mukaisesti (Mazzotti, Winkler & Jäggi, 2019). Samankaltaisesti Yhdysvalloissa Kalifornian yliopistolla on käytössä sisäinen maksumekanismi lentopäästöjen vähentämiseksi (UCLA, 2020). Kotimaan meno-paluulentoista kerätään 9 ja kansainvälisistä meno-paluulentoista 25 dollaria sisäiseen



Kuva 25: Vaihtoehtoisen kompensaatiomallin, ns. sisäisen kompensaation, konseptikuva.



rahastoon, jonka tuotot ohjataan yliopiston omiin lentämisen päästöjä pysyvästi ja mitattavasti vähentäviin projekteihin (UCLA, 2020). Näiden esimerkkien lisäksi esimerkiksi Oregonin ja Yalen yliopistoissa on testattu sisäisen hiiliveron toimivuutta lentämisen ja energiankulutuksen päästöjen vähentämisessä (Kuang & Sternberger, 2017; Yale University, 2016). Joensuun kaupunki on hiljattain perustanut ilmastotilin, jonka tarkoituksena on toteuttaa paikallisia päästövähennys- ja kompensatiohankkeita (Joensuun kaupunki, 2021). Ilmastotilille kerrytetään varoja päästöhinnoinnista kertyvillä rahoilla.

Huolellisella valmistelulla Jyväskylän yliopisto voisi testata sisäisen kompensatian tai haittaveron ja siihen liittyvän kestävä kehityksen rahaston toimivuutta. Esimerkiksi edellä mainitussa ETH Zürichin esimerkissä lennosta aiheutuneen päästön hinta on todennäköisesti noin 35 €/t CO₂e. Jos Jyväskylän yliopistolla käytettäisiin samanlaista hintaa, olisivat vuoden 2019 lento-päästöt (1 460 t CO₂e) maksaneet 51 100 euroa, joista 7 665 euroa (15 %) jyvitetäisiin perinteisille ulkoisille kompensatioille ja 43 435 euroa (85 %) sisäiseen kestävä kehityksen rahastoon.

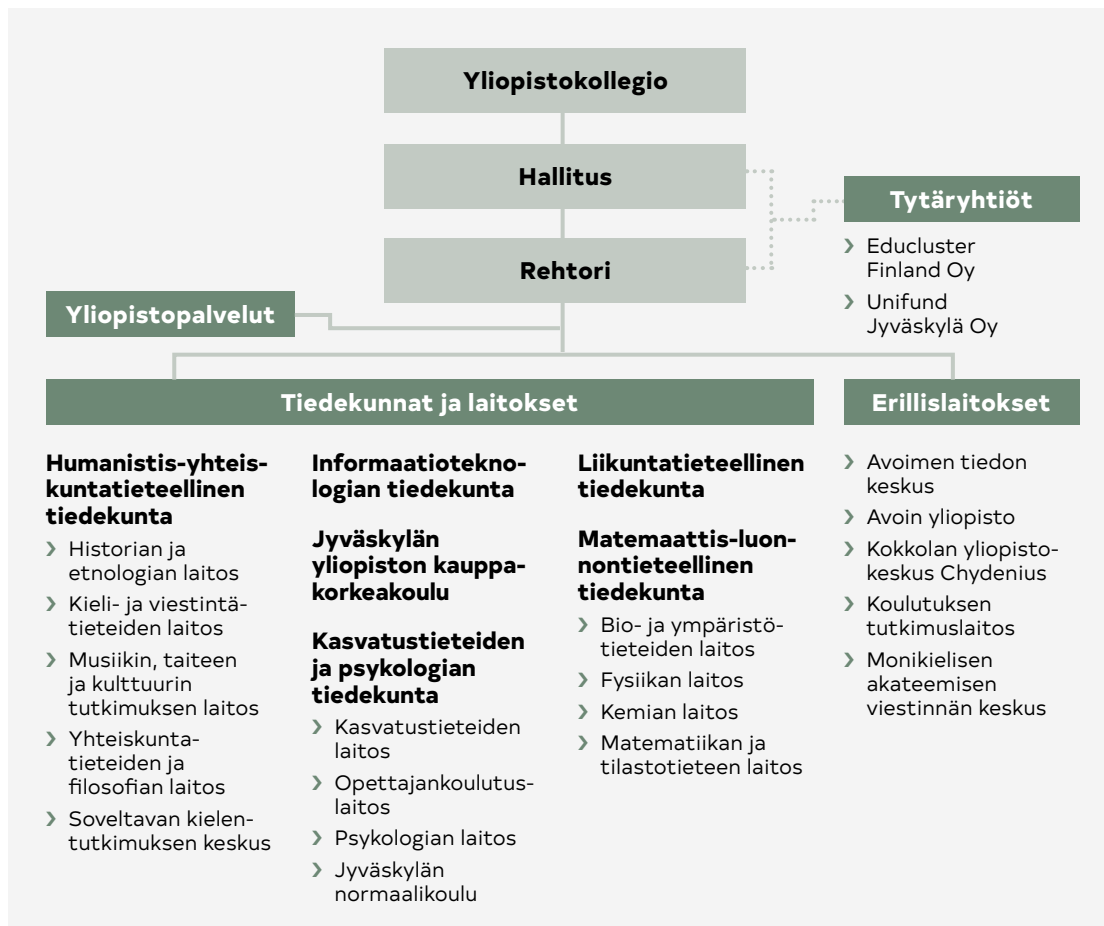
Samalla päästöhinnalla Jyväskylän yliopiston nykyiselle kompensatiiovastuulle kuuluvat päästöt (30 494 t CO₂e) maksaisivat kokonaisuudessaan noin 1 067 000 euroa. Kompensaatiomekanismin vaikutukset esimerkiksi yksiköiden ja eri asemassa olevien yksilöiden tasa-arvoon ja talouteen tulisi arvioida huolellisesti. Haitan hinta (esim. €/ tonni hiilidioksidia) voisi olla yliopiston päättävissä, mutta sen pitää olla tarpeeksi korkea ohjausvaikutuksen korostamiseksi, ja olisi myös harkittava, minkälainen hyöty varoilla halutaan saavuttaa. Kompensaatiomekanismin avulla kerätyt varat voitaisiin ohjata sisäisen rahaston kautta esimerkiksi edellä mainittuun ilmasto- ja luontohaittojen yhteiskompensatioon metsänsuojelun keinoin, edistämään kestävä kehityksen tutkimusta, opetusta ja yhteiskunnallista vuorovaikutusta yliopistolla tai päästövähennyksiin, jotka mahdollistaisivat maata pitkin matkustamisen, yliopiston autojen sähköistämisen ja paikallisen kampusenergian kehittämisen (esim. aurinkopaneelit). Tutkimuksen ja opetuksen tukemisessa ongelmaksi nousee saavutettujen hyötyjen mitattavuus, mutta ongelmaa voidaan ratkoa lisätutkimuksella ja laskentamenetelmää kehittämällä.

6

Menetelmät

Jyväskylän yliopiston ilmasto- ja luontohaittojen arviointi on toteutettu pääasiallisesti vuoden 2020 aikana. Haitta-arvio on tehty pääosin vuodelle 2019 niiltä osin kuin tietoa on ollut saatavilla. Hankkeen alkuvaiheessa ensimmäisiä tehtäviä oli päättää organisaation rajauksesta eli siitä, mitä organisaation osia (Kuva 26) ja haittoja otetaan mukaan arvioon. Yleisesti ottaen lähtökohdaksi otettiin koko Jyväskylän yliopis-

ton organisaation ilmasto- ja luontohaittojen arviointi, johon sisällytettiin kaikki tiedekunnat ja laitokset, erillislaitokset ja yliopistopalvelut. Tytäryhtiöt (Educluster Finland Oy ja Unifund Jyväskylä Oy) päätettiin jättää tarkastelun ulkopuolelle työmäärän rajaamiseksi, mutta tulevissa arvioissa tytäryhtiöiden ilmasto- ja luontohaitat on tarpeen selvittää kokonaiskuvan saamiseksi. Luontohaittojen arvioinnissa jouduttiin rajaa-



Kuva 26: Jyväskylän yliopiston organisaatiorakenne (Jyväskylän yliopisto, 2020b).

Taulukko 16: Yliopiston ilmasto- ja luontohaittojen arvioinnin tietolähteet sekä tiedon alkuperävuosi

Ympäristönäkökohta	Tietolähde	Vuosi
Yliopiston ajoneuvot	Tilapalvelut	2017
Energia & kiinteistöt	SYK, tilapalvelut, ALVA, sekä muut yliopiston vuokranantajat	2019
Hankinnat	Taloushallinto (yliopiston kirjanpito)	2019
Työmatkat	CWT, taloushallinto (yliopiston kirjanpito)	2019
Opiskelijavaihdot	Kansainväliset palvelut	2019
Matkat työ- tai opiskelu- paikan välillä	Koko yliopiston laajuinen kysely	2020 (pyydetty arvioimaan ns. "normaalitilanne" ennen korona-aikaa)
Ruoka	Semman kirjanpito	2019
Sijoitukset	Sijoitusten varainhoitajat	2019/2020

maan haittojen tarkastelu energiankulutukseen ja hankintoihin, koska menetelmien kehitys oli jo itsessään haastavaa ja aikaa vievää. Yliopiston ilmasto- ja luontohaittojen arvioinnissa käytetyt tietolähteet on kuvattu Taulukossa 16.

6.1 Hiilijalanjälki

Ilmastohaittoja voidaan tarkastella yleisesti käytetyn hiilijalanjäljen kautta. Hiilijalanjälki kuvaa tietyn rajattavissa olevan kokonaisuuden aiheuttamaa ilmastovaikutusta (Wiedmann & Minx 2008, Wright ym. 2011). Hiilijalanjälki voidaan laskea esimerkiksi yritykselle, kunnalle, investoinnille, tuotteelle, palvelulle tai yksittäiselle ihmiselle (Wiedmann & Minx 2008). Laskennassa huomioidaan usein hiilidioksidipäästöjen lisäksi myös muita kasvihuonekaasuja (Wiedmann & Minx 2008, Wright ym. 2011). Laskennan tulos ilmoitetaan syntyvien päästöjen massana käyttäen yksikkönä hiilidioksidiekvivalentteja (Wiedmann & Minx 2008, Wright ym. 2011). Hiilidioksidiekvivalentti (CO₂e) kuvaa eri kasvihuonekaasupäästöjen yhteenlaskettua ilmastoa lämmittävää vaikutusta, sillä eri kasvihuonekaasuilla on erilainen ilmastoa lämmittävä vaikutus eli lämmityspotentiaali (global warming potential GWP) (IPCC 2014). Lämmityspotentiaaliarvoja lasketaan eri pituisille ajanjaksoille, mutta yleisimmin käytetään GWP₁₀₀-arvoa, joka ennustaa kasvihuonekaasujen ilmastoa lämmittävää vaikutusta 100 vuoden ajanjaksolle. Hiilijalanjäljen laskennassa tehtävät rajaukset (system boundary) vaikuttavat oleellisesti lopputulokseen (Matthews ym. 2008). Rajauksilla päätetään, mitkä toiminnot sisällytetään laskelmiin ja mitkä jätetään sen ulkopuolelle (Matthews ym. 2008). Joskus myös tarvittavan tiedon puuttuminen voi johtaa tiettyjen

toimintojen rajaamiseen laskennan ulkopuolelle (Matthews ym. 2008).

Yleisimmin organisaatioiden hiilijalanjälki määritetään yrityksen toiminnasta aiheutuville päästöille tietyn vuoden ajalta (Schaltegger ym. 2012). Yritysten kohdalla hiilijalanjäljen laskennassa päästöt jaetaan suoriin ja epäsuoriin päästöihin (Matthews ym. 2008, Wiedmann & Minx 2008). Suorat päästöt tarkoittavat suoraan yrityksen omistamasta tai hallinnoimasta toiminnasta aiheutuvia päästöjä, kun taas epäsuorat ovat seurausta yrityksen toiminnasta mutta ovat peräisin lähteistä, jotka eivät ole yrityksen omistuksessa tai hallinnassa (Matthews ym. 2008). Yritysten ja organisaatioiden päästöjen luokittelussa käytetään yleisesti apuna GHG Protocol Corporate Accounting and Reporting (GHGPC)-standardissa määriteltyjä kategorioita (WRI ja WBCSD 2011). Scope 1 käsittää suorat päästöt, esimerkiksi yrityksen oman energiantuotannon tai omien ajoneuvojen käytön. Scope 2 käsittää epäsuorat energiantuotannon päästöt, kuten yrityksen ostama sähkö- ja lämpöenergia. Scope 3 sisältää muut epäsuorat päästöt, kuten yritysten ostamista raaka-aineista tai työntekijöiden työmatkaliikenteestä aiheutuvat päästöt.

Hiilijalanjälki on suhteellisen helppokäyttöinen ja laajan suosion saavuttanut työkalu organisaation ilmastohaittojen arvioimiseen, mutta silläkin on heikkoutensa. Hiilijalanjälkeä on kritisoitu siitä, että se pelkistää organisaatioiden kokonaisvaltaisen kestävyysarviointia (Laurent, Olsen & Hauschild, 2012; Weidema ym., 2008). Hiilijalanjälki voi toimia kohtuullisen hyvin kokonaisvaltaisen kestävyysarvioinnissa joiltain osin, mutta se korreloi heikosti esimerkiksi toksisten päästöjen kanssa (Laurent ym., 2012). Toisaalta tämän selvityksen tulokset osoittavat, että hankintojen ilmasto- ja luontohaitat korreloivat melko hyvin keskenään (ks. luku 4. Tulosten vertailu).

6.1.1 Suorat päästöt (Scope 1)

Jyväskylän yliopiston suoriin päästöihin on sisällytetty Jyväskylän yliopiston omistamat ajoneuvot. Yliopiston ajoneuvojen polttomoottoreista syntyvät päästöt ovat suoraa päästöjä, koska ajoneuvot ovat suoraan yliopiston omistuksessa tai hallinnassa. Muita suoraa päästöjä yliopiston tapauksessa voisivat olla muut suorat poltto- prosessit tai esimerkiksi laboratorioissa syntyvät kaasut, mutta niitä ei ole huomioitu arvioissa.

Yliopiston ajoneuvojen tiedot saatiin talous- ja tilapalveluilta. Viimeisimmät tiedot olivat vuodelta 2017. Päästöjen laskennan kannalta tärkeimmät tiedot olivat auton vuosimalli, käyttövoima ja arvio vuosittaisesta ajosuoritteesta kilometreinä. Käyttövoimaa ei ollut saatavilla kaikkien autojen osalta, ja silloin käyttövoimaksi on oletettu bensiini. Hybridiautojen osalta käyttövoiman päästökertoimenä on käytetty bensiiniautojen vastaavia, vaikka päästöt ovat tosiasiallisesti hieman pienemmät. Hybridiautoja on kuitenkin tällä hetkellä vain kaksi, joten niiden merkitys kokonaispäästöjen kannalta on pieni. Autojen päästökertoimet saatiin VTT:n LIPASTO-tietokannasta (2020). Tietokannasta valittiin sopivaa auton vuosimallia vastaava päästökerroin ja laskettiin sen avulla ajoneuvon vuosittaiset päästöt kaavalla: ajoneuvon käytön hiilijalanjälki (g CO₂e) = vuosittainen ajosuorite (km) * päästökerroin (g CO₂e/km). Sähkö- ja bio- kaasuautoa katsottiin päästöttömäksi. Yliopiston talous- ja tilapalveluiden mukaan osa autoista käyttää niin sanottua ekodieseliä, mutta tarkempien tietojen puutteessa näiden autojen päästökertoimeksi katsottiin normaalin dieselauton vastaava päästökerroin.

Suurimmat epävarmuustekijät yliopiston ajoneuvojen hiilijalanjäljen laskennassa liittyvät tietojen vanhuuteen sekä laskennassa tehtyihin oletuksiin. Data oli vuodelta 2017, eli se on muutaman vuoden vanhempaa kuin suurin osa muusta käytetystä datasta. Voidaan kuitenkin

olettaa, että yliopiston ajoneuvokannassa ei ole tapahtunut suuria muutoksia tuolla ajanjaksolla. Lisäksi kaikkien ajoneuvojen käyttövoimaa ei tiedetty, joten tehdyt oletukset voivat vaikuttaa päästöjen suuruuteen. Kokonaiskuvassa ajoneuvojen päästöt ovat kuitenkin suhteellisen pienet, joten vaikutukset kokonaislaskelmiin pysyvät todennäköisesti pieninä. Sähköautojen osalta sähkön tuotantomenetelmä vaikuttaa auton päästöihin. Tässä selvityksessä päätettiin kuitenkin tarkastella vain ajoneuvojen käytön aiheuttamia suoraa päästöjä. Lisäksi sähköautoja on yliopiston ajoneuvokannassa hyvin pieni määrä, ja ainakin yliopiston ostama sähkö on jo kokonaan uusiutuvista lähteistä, joskin merkittävä osuus siitä tuotetaan bioenergialla.

6.1.2 Energiankulutuksen ja kiinteistöjen päästöt (Scope 2)

Suurin osa kiinteistöihin liittyvistä tiedoista ja päästölaskelmista saatiin suoraan Suomen yliopistokiinteistöt Oy:lta (SYK), joka omistaa suurimman osan Jyväskylän yliopiston kampuskiinteistöistä. SYK:n vastuulla on myös kampuskiinteistöjen lämmitys, mutta sähkön yliopisto ostaa itse, joskin SYK mittaa myös sähkön kulutusta ja päästöjä. Lämmön ja sähkön lisäksi tietoja saatiin veden, kylmäaineiden, jätteiden ja ylläpitokorjaamisen päästöistä.

Jyväskylän yliopiston muihin kuin SYK:n omistamiin kiinteistöihin lukeutuvat tässä arvioissa Agora, Kokkolan yliopistokeskus Chydenius, Minna Canthin Katu 18 A 10 -asunto, Snowpolis (Sotkamo), Soveltavan kemian tilat, Vesilinnä, Viveca, Opinkivi ja Yliopistopaino. Näiden tilojen kulutus- ja päästötietojen laskennan osalta on huomioitu vain Jyväskylän yliopistolle osoitetut tilat. Kulutustiedot on pääosin selvitetty yhteydenpidolla vuokranantajien kanssa. Jyväskylässä sijaitsevien kiinteistöjen sähkön, lämmön ja veden kulutuksen päästökertoimi-

Taulukko 17: Jyväskylän yliopiston eri kiinteistöjen päästölaskennassa käytetyt keskimääräiset päästökertoimet vuonna 2019.

	Lämmön keskimääräinen päästökerroin (t CO ₂ e/MWh)	Sähkön keskimääräinen päästökerroin (t CO ₂ e/MWh)	Veden keskimääräinen päästökerroin (t CO ₂ e/m ³)	Päästökertoimien lähde
SYK:n kiinteistöt	0,18	0	0,00069	SYK
Muut Jyväskylän kiinteistöt	0,18	0	0,00069	SYK
Muut kiinteistöt	0,20*	0,12*	0,00069	Lämpö ja sähkö: Tilastokeskus Vesi: SYK

* Tilastokeskuksen arvo ottaa huomioon hiilidioksidipäästöt eli päästökerroin on yksikössä t CO₂/MWh.

na on käytetty SYK:n vastaavia arvoja. Muiden kiinteistöjen osalta on käytetty Tilastokeskuksen (2018) sähkön ja kaukolämmön päästökerrointa Suomessa viiden vuoden liukuvana keskiarvona. Veden osalta päästökertoimena on käytetty SYK:n vastaavaa arvoa. Eri päästökertoimet on koottu Taulukkoon 17.

Ostoenergian ja kiinteistöjen päästöjen osalta tietoja ei ollut saatavilla kaikista yliopiston käyttämistä kiinteistöistä. Tarkastelun ulkopuolelle jäi siis osa yliopiston kiinteistöistä ja niiden päästöistä. Lisäksi osassa kiinteistöistä hyödynnettiin joko SYK:n kiinteistöjen energian- ja vedenkulutuksen päästökerrointa tai Suomen keskimääräistä päästökerrointa energiankulutukselle, vaikka se ei välttämättä ole kaikille kiinteistöille sama. Lisäksi muiden kiinteistöjen osalta tietoja jäi uupumaan esimerkiksi jätteiden määrästä ja niihin liittyvistä päästöistä. Jatkossa puuttuvien kiinteistöjen energiankulutusta ja päästöjä voisi arvioida myös pinta-alaperusteisesti, mutta se saattaa johtaa suurempaan epävarmuuteen erityisesti, kun kyseessä on vaikkapa pinta-alaltaan suurien varastohallien energiankulutuksen päästöjen arviointi.

6.1.3 Muut epäsuorat päästöt (Scope 3)

Muihin epäsuoriin päästöihin luetaan tässä arvioissa hankinnat, työmatkat, opiskelijavaihdot, kotimatkat eli matkat kodin ja työ- tai opiskelupaikan välillä, ruoka ja sijoitukset. Epäsuoriin päästöihin voitaisiin lukea myös esimerkiksi jäte- ja vesihuollon sekä rakentamisen päästöt, mutta ne päätettiin selkeyden vuoksi yhdistää kiinteistöjen muiden päästöjen kanssa.

Hankinnat

Hankintojen päästölaskenta perustuu pääosin yliopiston eri laitosten vuoden 2019 kirjanpitoon. Aineistot saatiin kootusti yliopiston taloushallinnolta. Kirjanpito on luokiteltu eri kustannuslajeihin ja niiden sisällä tehtyihin ostoihin eli kulutustapahtumiin. Kirjanpidosta oli etukäteen poistettu mahdollisesti arkaluontoisen aineiston tarkemmat rivit, kuten matkustuskirjanpito ja henkilöstökulut (esim. palkka) niiden sisältämien henkilötietojen vuoksi. Matkustuskirjanpito saatiin erillisenä aineistona, ja siitä kerrotaan tarkemmin jäljempänä.

Hankintojen hiilijalanjäljen laskennassa käytettiin EXIOBASE-tietokantaa, joka perustuu monialueellisiin ympäristölaajennettuihin panos-tuotos-taulukoihin (environmentally extended multiregional input-output tables, EE MRIO) (Stadler ym. 2018). Tässä arvioissa käytettiin EXIOBASE 3.4 -tietokantaa openLCA-elin-

kaarianalyysiohjelman avulla. EXIOBASE-kategoriat piti aluksi yhdistää kirjanpidon kategorioihin niin hyvin kuin mahdollista. Kirjanpidon ja EXIOBASE-kategorioiden yhdistämisessä käytettiin apuna NACE2-luokittelua (Eurostat, 2008), johon EXIOBASE 3.4 -kategorisointi perustuu (Stadler ym. 2018). Yksittäisen yliopiston tilikategorian alle sisältyi paikoittain useita EXIOBASE-kategorioita ostorivin tarkemmasta tiedosta riippuen. Jokaisen kirjanpidon tiedon ja EXIOBASE-kategorian yhteensopivuuden epävarmuutta arvioitiin matala, keskitaso, korkea -luokittelulla. Matala-luokan epävarmuus oli pieni, eli kirjanpidon tieto ja EXIOBASE-kategoria vastasivat hyvin toisiaan. Epävarmuusanalyysin perusteella kategorisoiduista ostoista noin 42 % (7 064) kuului matalan, 57 % (9 567) keskitason ja 0,8 % (138) korkean epävarmuuden luokkaan. Jos matalan luokan pistemääräksi katsotaan yksi, keskitason kaksi ja korkean kolme ja otetaan niiden lukumäärä painoksi, saadaan painotetuksi keskiarvoksi noin 1,6. Luokittelun epävarmuus jäi siis tämän tarkastelun puitteissa kohtuullisen pienelle tasolle. Joitakin ostoja ei ollut mahdollista luokitella mihinkään EXIOBASE-kategoriaan tai niiden luokittelun katsottiin olevan liian epävarmaa. Kategorisoimattomien ostojen osuus kaikkien ostojen summasta oli noin 67 % (n. 31 miljoonaa euroa) ja kategorisoitujen osuus oli noin 33 % (n. 15 miljoonaa euroa). Kategorisoimattomien ostojen summa (€) kerrottiin hankintojen keskimääräisellä päästökertoimella (0,23 t CO₂e/€), jolloin saatiin arvio kategorisoimattomien hankintojen kokonaispäästöistä.

Jokaiselle kirjanpidon kategorialle luotiin openLCA-ohjelmassa oma tuotejärjestelmän (product system), joka sisälsi EXIOBASE:n kategorian. Laskennan keventämiseksi ohjelmassa tietokantaa pitää yksinkertaistaa ja rajata. Rajaukseen käytettiin lukua 1e-5 (Ciroth, 2017). Kirjanpidon euromäärille tehtiin inflaatiokorjaus ennen hintojen syöttämistä openLCA-ohjelmaan, sillä EXIOBASE:n data on vuodelta 2011 ja kirjanpidon tiedot vuodelta 2019. Kirjanpidon euromäärissä huomioitiin hintojen 8,9 prosentin nousu vuodesta 2011 vuoteen 2019 (Tilastokeskus 2019). Vaikutusten arviointiin (impact method) käytettiin CML 2001 -baseline-menetelmää, joka sisältää GWP₁₀₀ -arvon.

”Km-korvaukset”-tilikategoria otettiin erityiskäsittelyyn, koska eri vaiheiden kautta sen päästötiedot oli kohtuullisen helppo laskea tarkemmalla tavalla. Laskennassa hyödynnettiin tietoa siitä, että yliopiston kilometrikorvauksen suuruus vuonna 2020 oli 0,43 €/km (Jyväskylän yliopisto, 2020c). Näin pystyttiin karkeasti selvittämään kirjanpidon euromääräisen kulutuksen perusteella kuljetut kilometrit. Sitten VTT:n LIPASTO-tietokannasta saatiin selville keskimääräisen henkilöauton päästöt vuonna 2016

Taulukko 18: Hankintojen ilmasto- ja luontohaittojen arviointiin valitut laajemmat kategoriat sekä niiden sisältämiä esimerkkikategorioita yliopiston talouskirjanpidosta

Arvioon valitut laajemmat kategoriat	Laajemman kategorian sisältämiä yliopiston tilikategorioita
Laitteet, koneet, IT-tarvikkeet	MuutTeknisetTarvikkeet, IT-laitteet, IT-tarvikkeet, Matkapuhelimet, Kopiokonevuokrat
Laboratoriotarvikkeet	Laboratoriolaitteet, Laboratoriotarvikkeet, Laboratoriokemikaali
Pientarvikkeet ja kalusteet	Lahjat, MuutAineetTavarat, Tilojen varusteet, Kalusteet, MuutPienhankinnat
Elintarvikkeet ja ruokapalvelut	Ravitsemispalvelut, PäivärahatAteriakorv, ElintarvikkeetJuomat
Palvelut	IT-asiantuntijapalvelu, MuutKoulutuspalvelut, Asiantutkimuspalvelut, HlökunnanVirkistys
Matkustus ja kuljetuspalvelut	Matkustuspalvelut, Km-korvaukset, PolttoVoiteluaineet, Postimaksut
Muut	Tilavuokrat, OsallMaksutHlö, Elektroniset kausiju, Yksityinen kulutus, Sisäinen veloitus, Muu tietoaineisto, Kokouskulut
Paperituotteet ja markkinointi	PainetutJulkaisut, Muut painetut kirjat, Markk ja mainoskulut, Painatuspalvelut, Kopiaveloitus hl1
Telepalvelut ja tietoliikenne	Telepalvelut, Matkapuhelinkulut, IT-tietoliikennekulu
Rakentaminen	Rakennusmateriaalit

(152 g CO₂e/km). Näiden tietojen avulla voitiin laskea ”Km-korvaukset”-tilikategorialle oma päästökerroin (0,35 kg CO₂e/€).

EXIOBASE-kategorioiden päästökertoimet jaettiin edellä mainitun luokittelun mukaan yliopiston eri tilikategorioille. Tämä mahdollisti keskimääräisten päästökertoimien laskemisen yliopiston eri tileille (Liite 2). Kun kaikkien laitojen kirjanpidon päästöt oli laskettu, pystyttiin laskemaan koko yliopiston eri tilikategorioiden päästöt. Kirjanpidon kategorioita yhdisteltiin edelleen muutamaksi laajemmaksi ja selkeämmäksi kategoriaksi tulosten esittämisen helpottamiseksi (Taulukko 18).

Laitoksittain ja tiedekunnittain tehdyt henkilömääriin suhteutetut päästöt laskettiin yliopiston datatiimin toimittamien henkilömäärien perusteella. Opiskelijoiden ja jatko-opiskelijoiden osalta tiedot sisältävät aktiivisten, syksyllä läsnä olevien, ensisijaisten tutkinto-opiskelijoiden määrän laitoksittain 20.9.2019 tilanteen mukaisesti. Mahdolliset päällekkäisyydet opiskelija- ja henkilöstörooleissa (opiskelija voi samanaikaisesti olla opiskelija ja henkilökunnan jäsen) poistettiin ottamalla huomioon vain henkilöiden ensisijainen rooli. Henkilökunnan lukumäärä vastaa 31.12.2019 tilannetta.

Hankintojen osalta epävarmuutta laskennossa kasvattavat erityisesti EXIOBASE:n tietojen vanhuus (vuodelta 2011), euromääräinen tarkastelu sekä manuaalisesti tehty kirjanpidon ostojen kategorisointi. Tulevaisuudessa laskentaa voidaan kuitenkin päivittää, sillä EXIOBASE on päivitetty aivan vasta, ja dataa löytyy ainakin

vuoteen 2015 asti – ja epätäydellisempää dataa siitäkin eteenpäin (Bjelle, Stadler & Wood, 2019). Kategorisoinnissa tehty epävarmuusanalyysi osoittaa, että EXIOBASE:n ja yliopiston kirjanpidon yhdistämisestä koitui vain pientä epävarmuutta. Tarkastelu on kuitenkin joiltain osin subjektiivinen, sillä epävarmuusluokat on valittu manuaalisesti, nopean ja pinnallisen arvioon perusteella. Lisäksi epävarmuutta kasvattaa keskimääräinen kategorisoimattomien ostojen päästölaskenta. Laskennan kannalta olisi tärkeää, että kirjanpidon kategorisointi olisi itsessään tarkempi tai että selitteen tekstissä lukisi tarkemmin ostettu asia tai palvelu. Tarkastelun ulkopuolelle on myös osaltaan jäänyt esimerkiksi yliopiston kalusteiden hankinnat ja IT-laitteiden hankinnat, sillä osa kalusteista ja laitteistosta on todennäköisesti hankittu jonain muuna vuonna tai niillä on erillinen kirjanpito. Emme kuitenkaan saaneet selville, onko yliopistolla erillistä listausta aiemmin hankituista kalusteista ja IT-laitteista, mutta esimerkiksi yliopiston poistojen kirjanpidosta tai kaluste- ja varustelistauksesta kyseiset tiedot voisivat löytyä. Hankintojen ilmasto- ja luontohaitat eivät ainakaan todennäköisesti ole merkittävästi pienemmät kuin tässä arvioissa on esitetty. Toisaalta hankintoihin on sisällytetty elintarvikkeiden ja ruokapalveluiden päästöjä, jotka ainakin joiltain osin voivat olla myös Semman päästöjä, jotka ovat jo laskettuna toisen kokonaisuuden (ruoka) päästöihin. Täten on todennäköistä, että on tapahtunut osittaista tuplalaskentaa. Sen merkitys kokonaiskuvassa on kuitenkin todennäköisesti pieni.

Matkustaminen

Matkustamiseen lukeutuivat tässä selvityksessä työmatkat, opiskelijavaihdot sekä kotimatkat eli matkat kodin ja työ- tai opiskelupaikan välillä. Työmatkojen hiilijalanjälkeä arvioitiin kolmen eri osa-alueen kautta. Ensinnäkin yliopiston matkatoimistolta eli Carson Wagonlit Travel -yhtiöltä (CWT) saatiin kaikki heidän kauttaan vuonna 2019 ostettujen lentomatkojen hiilijalanjälkitiedot. CWT:n lentojen päästölaskenta perustuu Iso-Britannian ympäristö-, elintarvike- ja maaseutuasioiden ministeriön (DEFRA) tarjoamiin päästökertoimiin (DEFRA, 2019). Lentojen päästökertoimet on ilmoitettu eri lentoluokkien (turistiluokka, bisnesluokka jne.) keskiarvona. Muiden CWT:ltä saatujen tietojen (majoitus, juna- ja laivamatkat sekä bussi, taksi tai muut vastaavat matkat) perusteella laskettiin hiilijalanjälki käyttäen edellä mainitun EXIOBASE-tietokannan euromääräisiä päästökertoimia (Taulukko 19).

Toiseksi piti selvittää kaikki raportoidut työmatkat, joita ei ole ostettu CWT:n kautta. Nämä tiedot, joihin lukeutui majoitus sekä lento- ja junamatkat, saatiin yliopiston matkakirjanpidosta sekä VR:n toimittamasta matkaraportista (vuodelta 2018) taloushallinnon avustuksella. Matkakirjanpidon päästötiedot laskettiin EXIOBASE:n päästökertoimilla ja junamatkojen päästöt kilometriperustaisesti kirjallisuudessa (Baumeister, 2019) ilmoitettujen päästökertoimien avulla (Taulukko 19).

Kolmanneksi, yliopiston raportoimattomien matkojen (esim. apurahatutkijoiden matkat) määrää ja hiilijalanjälkeä arvioitiin osana yliopistolle lähetettyä työ- ja opiskeluliikenteen kyselyä, josta on jäljempänä tässä luvussa tarkempi selostus.

Matkojen hiilijalanjäljen osuutta eri laitoksille arvioitiin europohjaisesti matkakirjanpidon

perusteella. Kirjanpidosta siis katsottiin, kuinka suuri osuus kokonaiskuluista kuului millekin laitokselle. Lähestymistavan heikkous on se, että se ei pysty ottamaan huomioon tosiasiallista päästöjen jakautumista. Esimerkiksi jos laitos on ostanut suuren määrän kalliita junamatkoja vuoden aikana, mutta sen lento-ostot ovat olleet vähäiset, näyttäytyy se laitoksittaisessa matkustamisen hiilijalanjäljen vertailussa silti kohtuuttoman suurena päästäjänä. Voidaan kuitenkin olettaa, että kulujen jakautuminen eri laitosten välillä kertoo riittävän tarkalla tasolla eri laitosten matkojen hiilijalanjäljestä.

Opiskelijavaihtoihin liittyvät matkustustiedot saatiin yliopiston kansainvälisistä palveluista. Tiedot saatiin kuitenkin vain yli kolmen kuukauden mittaisista opiskelijavaihtojaksoista, joten sitä lyhyemmät ja järjestelmän ulkopuolelle jäävät muut matkat (esim. harjoittelujaksot) jäivät tästä laskennasta pois. Tiedot koskevat lukuvuotena 2018–2019 vaihdossa olleita opiskelijoita. Vaihtojaksoja oli yhteensä 452, ja niitä tehtiin 47 eri maahan. Kohdemaan lisäksi tiedettiin, kuinka monta vaihtojaksoa kyseisessä maassa on ollut. Eri maiden kohdalla piti arvioida kohdelentoasema ja lennon pituus kilometreinä Helsinki–Vantaan lentoasemalta kohdelentoasemalle. Lentomatka arvioitiin Kansainvälisen siviili-ilmailujärjestö ICAO:n (2020) laskurilla, ja niiltä osin, kun laskuria ei ollut mahdollista käyttää (useampi välipysähdys), käytettiin Google Maps -palvelua. Kanadan ja USA:n tapauksessa käytettiin keskiarvoa idän ja lännen suurimpien lentokenttien välillä, sillä idän ja lännen välinen etäisyys on huomattavan suuri. Matkat luokiteltiin pituuden perusteella lyhyisiin, keskipitkiin ja pitkiin lentoihin. Tämän jälkeen oli mahdollista hyödyntää CWT:n eri lentotyypeille asettamia päästökertoimia (Taulukko 19) käyttäen oletuksena kuitenkin turistiluokan päästökertoimia. Päästöt kerrottiin vielä kahdella olettaen, että

Taulukko 19: Eri matkakategorioiden päästökertoimet sekä päästökertoimen lähde

Matkakategoria	Päästökerroin	Yksikkö	Lähde
Lyhyt lento (<780 km)	0,16	kg CO ₂ e/km	CWT/DEFRA
Keskipitkä lento (780–3 700 km)	0,098	kg CO ₂ e/km	CWT/DEFRA
Pitkä lento (>3 700 km)	0,18	kg CO ₂ e/km	CWT/DEFRA
Lento	1,45*	kg CO ₂ e/€	EXIOBASE
Juna (VR)	0,014**	kg CO ₂ e/hkm***	Baumeister, 2019
Juna (CWT)	0,10*	kg CO ₂ e/€	EXIOBASE
Bussi, taksi ym.	0,18*	kg CO ₂ e/€	EXIOBASE
Laiva	15,30*	kg CO ₂ e/€	EXIOBASE
Majoitus	0,18*	kg CO ₂ e/€	EXIOBASE

* ennen hintakorjausta ** Pendolino- ja Intercity-junien keskiarvo

*** kg CO₂e/henkilökilometri eli yhden junamatkustajan päästöt kilometriä kohden

kyseessä on ollut meno-paluumatka. Päästölasennassa ei huomioitu mahdollisia välilaskuja.

Kotimatkat eli matkat kodin ja työ- tai opiskelupaikan välillä selvitettiin verkkokyselyn avulla vuoden 2020 touko- ja kesäkuussa (Alvarez Franco, 2021). Kysely toteutettiin Webropol-ohjelmalla. Kyselyssä selvitettiin opiskelijoiden, jatko-opiskelijoiden, henkilöstön ja apurahatutkijoiden liikkumistottumuksia, erityisesti kotimatkojen suhteen. Tämän lisäksi kyselyssä selvitettiin henkilöstön mahdollisen toisen kotipaikkakunnan (asuu pysyvästi jossain muualla kuin Jyväskylässä, mutta käy työasioissa Jyväskylässä tai muulla yliopiston toimipisteellä) ja työpaikan välisiä matkoja. Kyselyssä selvitettiin myös opiskelijoiden matkustamista kotipaikkakuntansa (jos muu kuin Jyväskylä) ja Jyväskylän välillä vuoden aikana. Näiden matkojen päästöt ei kuitenkaan sisällytetty tämän raportin tuloksiin, sillä niiden katsotaan olevan pääosin yliopiston toimintavallan ulkopuolella. Apurahatutkijoilta ja jatko-opiskelijoilta selvitettiin raporttoimattomien pitkien matkojen määrää ja pyrittiin vastausten avulla selvittämään niihin liittyviä päästöjä. Kyselyssä korostettiin vastaamaan ns. normaalitilanteen mukaan, eli kyselyn tulokset vastaavat ainakin arviota ajasta ennen koronan aiheuttamia muutoksia liikkumiselle. Päästöt laskettiin kilometrikohtaisesti hyödyn-tämällä VTT:n LIPASTO-tietokantaa, CWT:n päästökertoimia sekä muita kirjallisuuslähteitä (Baumeister, 2019). Tarkemmat tiedot kyselyyn liittyvistä menetelmistä ja tuloksista löytyvät Alvarez Francon maisterintutkielmasta (2021).

Vaikka matkustamisen päästöt on yliopistotalla pystytty selvittämään kohtuullisen kattavasti, yksiköiden välisissä päästövertailuissa on epävarmuutta, koska tiedossa ei ole ollut absoluuttisia yksikkökohtaisia päästöjä. Yksikkökohtainen jako työmatkojen osalta on tehty yksikön matkakulujen perusteella. Matkakulut eivät kuitenkaan kerro siitä, minkälaisia matkoja yksikössä eniten ostetaan ja mitkä niiden tosiasialliset päästöt ovat. Lisäksi esimerkiksi EXIOBASE:lla tehdyt laskennat joistakin matkustuskategorioista kohtavat samoja epävarmuustekijöistä kuin hankintojen osalta kerrottiin edellä (ks. edellä). Esimerkiksi CWT:n ilmoittamien laivamatkojen osalta on vaikea tietää, minkälaisia laivoja matkoilla on käytetty ja vastaako EXIOBASE:n vastaava päästökerroin hyvin todellisuutta tässä tapauksessa. Kotimatkakyselyn tulosten epävarmuutta lisää kyselyn suhteellisen pieni vastausprosentti (n. 12 %). Lisäksi koronan aiheuttama muutos liikkuvuuteen on saattanut vaikuttaa kyselyn vastauksiin, vaikka vastaajia pyydettiin vastaamaan liikkuvuudestaan aikana ennen koronaa. Koronaviruspandemian pitkäaikaiset vaikutukset saattavat kuitenkin pysyvästi muuttaa kotimatkojen ja muun matkustamisen luonnetta,

joten kyselyn simuloima ns. ”normaalitilanne” ei välttämättä jatkossa enää olekaan ajankohdainen. Kysely olisikin hyvä toistaa esimerkiksi vielä koronasulkujen aikaan ja koronapandemian jälkeen, jotta saataisiin tutkittua koronan vaikutusta liikkuvuuteen.

Ruoka

Semman hiilijalanjälki laskettiin kokonaisuudessaan osana hanketta (Latva-Hakuni, 2020), mutta yliopiston hiilijalanjäljen osalta tarkastellaan vain ruokahankintojen ja -hävikin osuutta. Ruokahankintojen päästöjen laskemista varten Semma toimitti tukkulistat suurimmilta ruokahankintojen toimittajilta. Laskennassa ei huomioitu pienimpiä toimittajia, sillä kaikkien tukkulistojen kerääminen olisi ollut yritykselle liian työlästä. Näin ruokahankintojen taloudellisesta arvosta kaksi prosenttia jäi laskennan ulkopuolelle. Ruokahankinnat luokiteltiin eri kategorioihin ja niille etsittiin lukuisia päästökertoimia tieteellisistä artikkeleista, ulkomaisista ja suomalaisista elinkaariarvioinneista, ruoan päästökertoimia kokoavista tietokannoista sekä yritysten omien tuotteiden hiilijalanjälkilaskelmista. Päästökertoimet valittiin pääosin cradle-to-retail-rajauksella, joka ottaa huomioon tuotteen päästöt vähittäiskauppaan asti eli alkutuotannon, jalostuksen, pakkaamisen, säilytyksen sekä kuljetuksen vähittäiskauppaan saakka. Tämä rajaus kuvastaa hyvin ravintoloiden tilannetta, sillä päästökertoimissa ei ole huomioitu ruoan valmistamisen tai ruokahävikin päästöjä, jotka kuuluvat Semman hiilijalanjäljen muihin päästölähteisiin. Kullekin ruokakategorialle valittiin sopivat tutkimukset (kriteerit ja tutkimukset, ks. Latva-Hakuni, 2020) ja näiden tutkimusten päästökertoimista laskettiin keskiarvo. Tarkemmat tiedot Semma Oy:n hiilijalanjäljen laskennasta löytyvät Latva-Hakunin maisterintutkielmasta (2020).

Semma toimitti tiedot vuoden 2019 ruokahävikin seurantajaksosta, jossa on mitattu sekä tarjoilu- että lautashävikin määrää. Tarjoiluhävikillä tarkoitetaan linjastolta ylijäänyttä ruokaa, kun taas lautashävikki tarkoittaa ruokailijoiden lautasilta biojätteeseen joutunutta ruokaa (Silvennoinen ym. 2020). Semmalla ei ole mitattu keittiöhävikkiä eli suoraan varastosta tai valmistusvirheen seurauksena syntyvä hävikkiä (Silvennoinen ym. 2020). Keittiöhävikin määrä on kuitenkin opiskelija- ja työpaikkaravintoloissa huomattavasti tarjoilu- ja lautashävikkiä pienempää (Silvennoinen ym. 2020). Ruokahävikin päästöjen osuutta arvioitiin ruokahankintojen ja hävikin kilomäärien perusteella, eli hävikkiin oletettiin päätyvän ruokaa samassa suhteessa kuin sitä tarjoillaan. Kuitenkaan Bernstad ja Cánovas (2015) mukaan hävikkiin ei päädy

elintarvikkeita samassa suhteessa kuin niitä kulutetaan. Esimerkiksi eläinperäisiä tuotteita päätyy hävikkiin vähemmän kuin kasvipäisiä tuotteita verrattuna tuotteiden kulutukseen (Springmann ym. 2018). Siten hävikin päästöjä arvioitiin myös ruokahävikkiä koskevien päästökertoimien avulla, jotka olivat 2,0–3,3 kg CO₂e/kg (Bernstad ja Andersson 2014) ja 2,1 kg CO₂e/kg (Scherhauser ym. 2018).

Ruokahankintojen päästölaskelmiin epävarmuutta toi puolivalmisteiden ja valmisruokien päästöjen laskeminen. Näistä ruokakategorioista oli vaikea löytää luotettavia päästökertoimia, sillä tieteellisissä artikkeleissa on laskettu päästökertoimia vain ruoka-aineille, kuten esimerkiksi naudanlihalle, tomaatille tai vehnäjauhoille. Päästökertoimien puuttuminen aiheutti myös sen, että jouduimme luokittelemaan hyvin erilaisia puolivalmisteita ja valmisruokia saman luokan alle. Esimerkiksi kaikki valmisruokat, jotka eivät sisällyneet lihaa, luokiteltiin ”kasviseineket”-luokkaan, jolloin luokka sisälsi tuotteita pinaattihukaisista falafelpyöryköihin. Ruokahankintojen päästölaskelmat on tehty tämänhetkiseen tietoon perustuen, ja tulevaisuudessa ruoan päästökertoimien tiedot tulevat muuttamaan esimerkiksi tuotantomenetelmissä tapahtuvien muutoksien ja päästölaskennan tarkentumisen myötä.

Sijoitukset

Sijoitusten hiilijalanjälkeen liittyvät tiedot saatiin suoraan yliopiston sijoitusten varainhoitajilta. Tarkasteluun päätettiin ottaa neljä suurinta varainhoitajaa, jotka kattavat yhteensä noin 135 miljoonan euron sijoitukset. Tarkastelun ulkopuolelle jäi noin 0,4 miljoonan euron sijoitukset, jotka ovat pienempien varainhoitajien hallinnassa.

Sijoitusten hiilijalanjäljen ja ns. hiiliriskin (esimerkiksi ilmastonmuutoksen aiheuttama liiketoimintaympäristön epävarmuus, hiilipääs-

töjen hinnan nousu sekä regulaation lisääntyminen korkeapäästöisiä sijoituskohteita kohtaan, ks. esim. South Pole Group, 2016) mittaamiseen on muutama erilainen mittari, joita käsitellään Taulukossa 20. Keskimääräinen hiili-intensiteetti mahdollistaa erilaisten ja erikokoisten sijoitussalkkujen vertaamisen keskenään. Hiilijalanjäljen laskennassa hyödyllisin mittari on kuitenkin rahoitetut päästöt, sillä sen avulla voidaan saada karkea arvio yliopiston sijoitusten hiilijalanjäljestä, kun tiedossa on sijoitettu summa euroina. Kohdeyritysten ja -rahastojen hiilijalanjälki on selvitetty varainhoitajien (tai useimmiten konsulttien) toimesta käyttämällä esimerkiksi julkisesti raportoituja tietoja, Carbon Disclosure Project -tietokantaa tai muita arvioita (CDP, 2020; MSCI, 2020). Joidenkin sijoitussalkkujen osalta ei ole pystytty ottamaan huomioon kaikkia salkun sijoituksia vaan vain osa niistä. Yhdellä varainhoitajalla ei ollut mitattavaa tietoa sijoitusten hiilijalanjäljestä. Pystyimme kuitenkin hyödyntämään muiden varainhoitajien sijoitusten hiilijalanjäljen keskiarvoa ja näin arvioimaan myös puuttuvien sijoitusten hiilijalanjäljen. Kaikkien varainhoitajien kanssa käytiin myös keskustelua sijoitusten hiilijalanjäljen pienentämisestä, sijoitusten positiivisten vaikutusten kasvattamisesta ja sijoitusten sovittamisesta yliopiston hiilineutraalisuustavoitteeseen.

Sijoitussalkun hiilijalanjäljen laskennassa epävarmuutta on aiheuttanut erityisesti se, että nykyisen kaltaisen äärimmäisen hajautetun sijoitussalkun (erilaisia ja erikokoisia yrityksiä sekä erilaisia sijoitusvälineitä osakkeista korkosijoituksiin) hiilijalanjäljen laskenta tarkalla tasolla on haastavaa. Varainhoitajat ovat etenkin ilmaisseet, että korkosijoitusten hiilijalanjäljen laskentaa pitäisi edelleen kehittää. Varainhoitajien välillä oli vaihtelua siinä, että oliko salkun kaikki sijoitukset (osake & korko) otettu mukaan tarkasteluun vai ei. Lisäksi laskentamenetelmät varainhoitajien välillä saattoivat vaihdella, vaikkakin laskennassa oli nähtävästi monia yhteisiä

Taulukko 20: Sijoitusten hiilijalanjäljen ja hiiliriskin mittaamiseen käytetyt mittarit. Lähteenä on käytetty varainhoitajien toimittamia materiaaleja sekä esimerkiksi MSCI-indeksin (2020) tietoja.

Mittari	Kuvaus	Yksikkö
Hiili-intensiteetti	Yrityksen tai rahaston päästöt suhteessa liikevaihtoon.	t CO ₂ e / miljoona euroa liikevaihtoa
Keskimääräinen hiili-intensiteetti (weighted average carbon intensity)	Sijoitussalkun hiili-intensiteeteistä otettu painotettu keskiarvo salkun omistusosuuksien mukaan.	t CO ₂ e / miljoona euroa liikevaihtoa
Rahoitetut päästöt	Sijoitussalkun päästöt suhteessa sijoitettuun pääomaan. Päästöt suhteutettu yrityksen markkina-arvoon (osakesijoitukset) tai velan määrään (korkosijoitukset). Päästöt jyvitetään sijoitussalkulle omistusosuuden suhteessa.	t CO ₂ e / yritykseen sijoitettu miljoona euroa

tekijöitä ja yleisesti käytettyjä tietokantoja, kuten yllä mainitut CDP ja MSCI. Sijoitussalkun hiilijalanjälki voi myös vaihdella ajan myötä, jos ja kun kohderahastoissa sijoitusosuudet ja kohdeyritykset vaihtelevat. Lisäksi yhdeltä varainhoitajalta ei saatu tietoja sijoitusten hiilijalanjäljestä, joten keskiarvon perusteella laskettu varainhoitajan hiilijalanjälki on arvio, mutta sen voidaan olettaa osuvan oikeaan suuruusluokkaan.

6.2 Luontohaitat

Jyväskylän yliopiston luontohaittoihin sisällytettiin kaksi merkittävää kategoriaa: kaukolämmön ja hankintojen luontohaitat. Tarkemmat tiedot luontohaittojen menetelmistä ja tuloksista löytyvät Vainion maisterintutkielmasta (2021).

6.2.1 Kaukolämmön luontohaitat

Lämmityksen luontohaittojen kartoituksessa selvitettiin ensin käytössä olevat energialhteet, energian toimittajat ja kulutusmäärät. Jyväskylän yliopiston tapauksessa tiedot kerättiin yliopiston tilapalveluilta sekä Suomen Yliopistokiinteistöiltä (SYK). Suomen Yliopistokiinteistöt (SYK) Oy omistaa valtaosan Jyväskylän yliopiston kampusrakennuksista, ja yliopisto toimii tiloissa vuokralaisena. Näiden tilojen energiankäyttötiedot on saatu SYK:ltä ja muilta osin Jyväskylän yliopistolta. Yleisiä tietoja kaukolämmön tuotannosta saatiin kaukolämmön toimittajalta Alva-yhtiöt Oy:ltä (ALVA). Energiankäytön haittojen laskennassa käytettiin vuoden 2019 tietoja ja tilastoja, kun niitä oli saatavilla, muussa tapauksessa uusimpia saatavilla olevia aineistoja.

Yliopiston kiinteistöjen kaukolämmön tarve oli vuoden 2019 tietojen perusteella yhteensä 25 534 MWh. Jyväskylän yliopiston Jyväskylässä sijaitsevilla kiinteistöissä käyttämään kaukolämmön toimittaa ALVA, josta saatiin sähköpostitse tiedot kaukolämmön tuotannon raaka-aineista ja volyymeista. Jyväskylän yliopiston käytössä on kiinteistöjä myös muualla kuin Jyväskylän alueella, ja näiden kiinteistöjen kaukolämmön toimittaa jokin muu taho. Kaikkien kiinteistöjen kaukolämmön haittojen laskennassa hyödynnettiin kuitenkin ALVA:n energiantuotannon tietoja laskennan yksinkertaistamiseksi.

ALVA:n kaukolämmön tuotannon polttoainejakauma oli vuonna 2019 seuraava: turve 49,8 %, puu 46,4 % ja muut (öljy, hiili, biokaasu) 3,8 % (ALVA, 2020). Pääpolttoaineet ovat puu ja turve, öljy ja hiili toimivat tarvittaessa käytettävänä varapolttoaineina (ALVA, 2020). Tässä laskelmassa on arvioitu pääpolttoaineiden käytön luontohaittoja, eli varapolttoaineille laskettavat 3,8 % (n.

970 MWh) energiasta jäivät laskennan ulkopuolelle. Puubiomassalla tuotettua kaukolämpöä Jyväskylän yliopisto kulutti noin 11 848 MWh ja turpeella tuotettua noin 12 716 MWh.

Puubiomassan energiakäytön

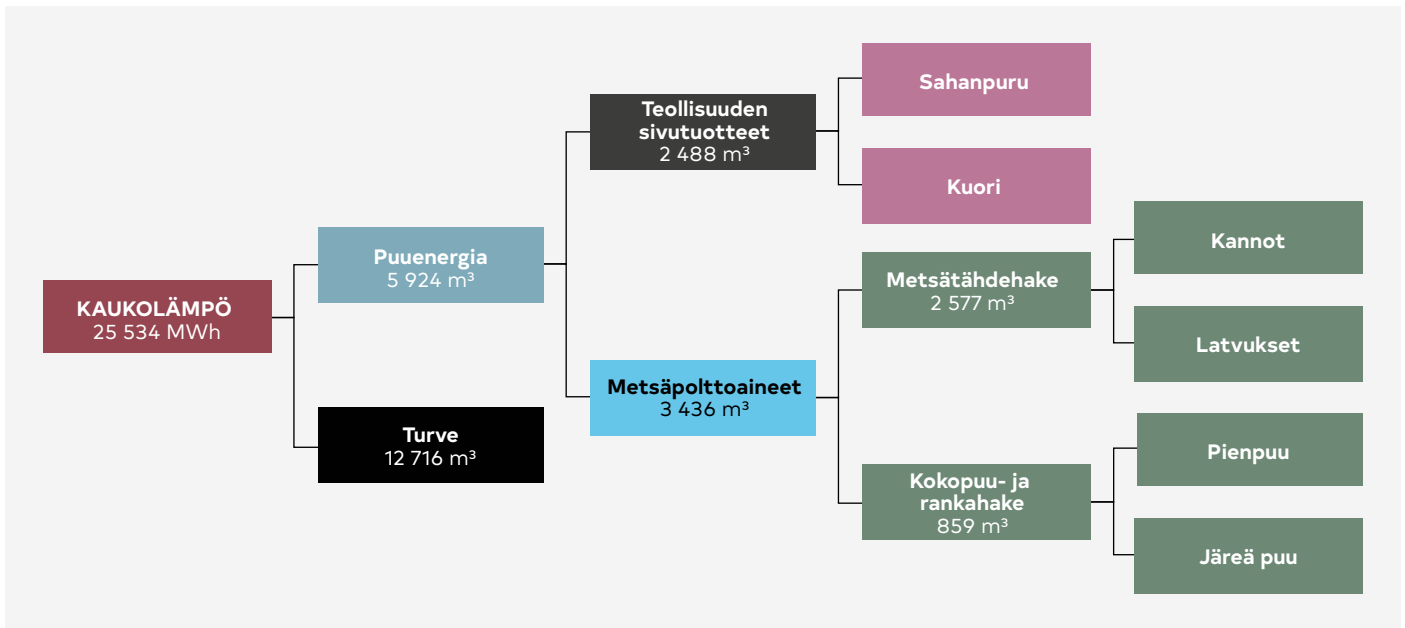
luontohaitat

Pääpolttoaineista puubiomassa jakautui metsäpolttoaineisiin (metsätähdehake ja kokopuu- tai rankahake, 58 % puubiomassasta) ja teollisuuden sivutuotteisiin (sahanpuru ja kuori, 42 % puubio-massasta). Metsäpolttoaineita käytettiin Jyväskylän yliopiston energiatarpeen täyttämiseksi n. 6 872 MWh, eli n. 3 436 m³ ja teollisuuden sivutuotteita n. 4 976 MWh eli n. 2 488 m³ (kun 1 m³ = n. 2 MWh, lähde: ALVA).

ALVA:n tuotannossa poltetusta metsäpolttoaineesta 75 % on metsätähdehakea ja 25 % kokopuu- tai rankahakea (osuutena polttoainetehosta keskimääräisenä ajanhetkenä). Kokopuu- ja rankahake muodostuu Kuvan 27 mukaisesti harvennusten pienpuusta ja järeästä runkopuusta, ja metsätähdehake puolestaan kannoista ja hakkuutähteistä (Luonnonvarakeskus 2018). ALVA:lta näin yksityiskohtaista jaottelua polttoaineista ei kuitenkaan saatu, joten laskennassa käytetään karkeampaa jaottelua. Lisäksi Luonnonvarakeskuksen tilastotiedot energiapuun hakkuista Keski-Suomessa yleistettiin koskemaan kaikkea Keski-Suomessa poltettua energiapuuta, vaikka todellisuudessa osa poltettavasta puubiomassasta tuodaan maakunnan ulkopuolelta.

Metsätähdehakeen eli kantojen ja hakkuutähteiden on tässä työssä oletettu olevan peräisin päätehakkuilta. Kantoja on mahdollista kerätä ainoastaan päätehakkualoilta, ja hakkuutähdettäkin kerätään eniten päätehakkuiden yhteydessä (Äijälä ym., 2014). Sekä kantoja että hakkuutähdettä korjataan yleisimmin kuusivaltaisilta hakkuilta (Koistinen ym., 2016). Kantoja saadaan keskimäärin 55–65 m³ ja hakkuutähdettä 50–60 m³ hehtaarilta (Viitasaari, 2013). Jos oletetaan, että keskimääräinen kantojen saanti on 60 m³/ha ja hakkuutähteen 55 m³/ha, ja hakkuualalta kerätään molempia jakeita, saadaan yhdeltä hakkuuhehtaarilta yhteensä 115 m³ metsätähdettä. Tällöin Jyväskylän yliopiston kaukolämmön tuottamiseen tarvittavan metsätähdemäärän (2 577 m³) saavuttamiseksi vaaditaan noin 22 ha päätehakkualaa.

Valtaosa Keski-Suomessa toteutetuista päätehakkuisista on avohakkuita (SVT, 2018a). Avohakkuun keskimääräinen ekologinen kunto on arvioitu asiantuntija-arvioina (Mikkonen ym., 2018) ja on 0,1 luontotyyppihehtaaria/ha. Hakkuutähteiden korjuun aiheuttama lisähaitta kohdistuu hakkuun jälkeen jäljelle jäävään lahoppotentiaaliin. Oletuksena on, että Mikkosen



Kuva 27: Kaukolämmön polttoainejakauma. Luvut kuvaavat Jyväskylän yliopiston käyttämän energian tuotantoon tarvittavia polttoainemääriä ALVA:n tuotannossa (vuoden 2018 polttoaineiden käytön jakauman perusteella). Kaaviossa ei ole huomioitu varapolttoaineita (öljy, hiili, biokaasu).

ym. (2018) arvio avohakkuun haitoista ei vielä sisällä energiapuun korjuun aiheuttamaa haittaa.

Päätehakkuuta ei tehdä vain energiapuun keräämiseksi, vaan ensisijainen tuote on runkopuu. Näin päätehakkuun aiheuttamasta luontohaitastakin vain osa voidaan kohdistaa energiapuun käytölle. Elinympäristöjen tilan edistäminen Suomessa -työryhmän (ELITE) mietinnössä eri elinympäristöpiirteille on annettu painoarvot, jotka kertovat, kuinka suuri osa kohteen luontotilasta määräytyy kyseisen piirteen perusteella (Kotiaho ym. 2015). Toisin sanoen painoarvo kertoo, kuinka suuri heikennys alueen luontotilalle aiheutuu, jos kyseinen piirre puuttuu kokonaan. Koko Suomessa ja myös Keski-Suomessa laajimmin esiintyvillä lehtomaisilla, tuoreilla ja kuivahkoilla kankailla lahopuun painoarvo on 0,6. Kohteen ekologisesta kunnosta 60 % siis määräytyy lahopuun esiintymisen perusteella. Energiapuun korjuun on todettu vähentävän lahopuun määrää avohakkuilla keskimäärin 39 % (Eräjää ym., 2010).

Avohakkuun jälkeen metsän ekologisesta arvosta on siis jäljellä 0,1, eli 22 hehtaarin hakkuualasta 2,20 luontotyyppihehtaaria. Tässä hakkuun jälkeisessä tilassa lahopuu määrittelee 60 % ekologisesta arvosta, jolloin lahopuu muodostaa $2,20 \times 0,60 = 1,32$ luontotyyppihehtaaria. Lahopuun arvosta hakkuutähteiden korjuu vähentää 39 %, joten korjuun jälkeen lahopuun arvoa on jäljellä $1,32 \times (1 - 0,39) = 0,81$ luontotyyppihehtaarin verran, eli lahopuun korjuu aiheuttaa $1,32 - 0,81 = 0,51$ luontotyyppihehtaarin haitan. Avohakkuun ja hakkuutähteiden korjuun jälkeen alueen ekologinen kunto on siis yhteensä $2,20 - 0,51 = 1,69$ luontotyyppihehtaaria. Avohakkuun ja energiapuun korjuun aiheuttama kokonaisuus eli lähtötilanteen ja lopputuloksen erotus on

$22 - 1,69 = 20,31$ luontotyyppihehtaaria, josta energiapuun korjuu (0,51 luontotyyppihehtaaria) muodostaa 2,5 %. Toisin sanoen energiapuun korjuulle voidaan tämän laskelman perusteella osoittaa noin 2,5 % koko hakkuuprosessin haitoista.

Hakkuutähteen ohella kaukolämmön tuotannossa käytettiin myös runkopuuta. Runkopuuta korjataan energiakäyttöön pääsääntöisesti nuoren metsän hoidon tai ensiharvennuksen yhteydessä (Äijälä ym., 2014). Laskennallisista syistä kaiken runkopuun on tässä työssä oletettu olevan peräisin yksinomaan metsiköiden ensiharvennuksista. Ensiharvennuksia tehdään yleensä metsikköihin, joiden kehitysluokka on ”nuori kasvatusmetsikkö” ja joissa puuston keskiläpimitta rinnankorkeudelta on 8–16 cm (Äijälä ym., 2014). Keski-Suomessa energiapuuksi korjattiin vuonna 2018 pienpuuta (karsittu ranka) 68 000 m³, ja ensiharvennuksia tehtiin 12 771 hehtaarilla (Luonnonvarakeskus, 2018, SVT, 2018a). Näiden tilastojen perusteella harvennusten pienpuun hakkuukertymä on keskimäärin 5,3 m³/ha. Tällä hakkuukertymällä laskettuna Jyväskylän yliopiston kaukolämmöksi tarvittavan kokopuu- ja rankahakkeen (859 m³) saamiseksi on täytynyt harventaa yhteensä 162 hehtaaria nuorta kasvatusmetsikköä.

Harvennushakkuun aikaansaaman haitan laskemisessa hyödynnettiin samaa asiantuntija-arviota metsänkäsittelytoimien vaikutuksesta kohteen monimuotoisuusarvoihin kuin edellä avohakkuun yhteydessä (Mikkonen ym., 2018). Ensiharvennus heikentää harvennusalana kuntoa lähtötilanteesta 50 % (Mikkonen ym., 2018). Ennen harvennusta vallinnut lähtötilanne ei kuitenkaan ole luontotila, sillä harvennus tehdään nuorena kasvatusmetsikössä. Moilasen ja

Kotiahon (2020b) mukaan 1 hehtaari nuorta kasvatusmetsää vastaa 0,25 luontotyyppihehtaaria. Tällöin harvennuksen aiheuttama heikennys on $0,25 \times 0,5 = 0,125$ luontotyyppihehtaaria jokaista hakkuuhehtaaria kohden. Jyväskylän yliopiston käyttämän kokopuu- ja rankahakkeen aiheuttama luontohaitta on siten yhteensä $162 \text{ ha} \times 0,125 \text{ ltha / ha} = 20,25$ luontotyyppihehtaaria.

Luonnonvarakeskuksen tilastotietokannan mukaan Keski-Suomen voimalaitosten käyttämät metsäteollisuuden sivutuotemassat jakautuivat seuraavasti: purua 17 %, kuorta 71 %, puutähdehaketta 10 % ja muuta massaa 2 % (SVT, 2018b). ALVA puolestaan ilmoitti käyttävänsä purua ja kuorta, kumpaakin yhtä suurena osuutena polttoainetehosta. Metsäteollisuuden sivutuotteiden saamiseksi tarvitaan luonnollisesti teollisuuden tuotantoa, joka puolestaan edellyttää hakkuuta. Koska hakkuuta ei suoriteta ensisijaisesti näiden sivutuotteiden saamiseksi, ei hakkuun luontohaittaa voi kohdistaa sahanpurun ja kuorihakkeen käyttäjille. Toisaalta näiden jakeiden kysynnän kasvu saattaisi lisätä hakkuupaineita, ja tällöin sivutuotteiden käytöllä olisi vaikutusta aiheutuviin luontohaittoihin. Tällä hetkellä kysyntä ja hinta (Metsälehti, 2020) ovat kuitenkin matalia varsinaiseen ainespuuhun verrattuna, joten tässä työssä teollisuuden sivutuotteiden luontohaitat jätetään kohdentamatta sivutuotteiden käyttäjälle.

Yhteenlaskettuna puupolttoaineiden käytöstä Jyväskylän yliopiston kuluttaman kaukolämmön tuotannossa aiheutuu luontohaittaa 20,76 luontotyyppihehtaarin verran vuodessa. Toisin sanoen luontohaittaa aiheutetaan määrä, joka vastaa tämän kokoisen luonnontilaisen metsän tuhoamista vuosittain.

Turpeen energiakäytön

luontohaitat

Jyväskylän yliopiston käyttämästä kaukolämmöstä 49 % tuotettiin polttamalla turvetta. Turpeen keskimääräinen energiasisältö on $0,93 \text{ MWh/m}^3$ (Alakangas ym., 2012), joten tarvittavan $12\,716 \text{ MWh}$ (49 % kaukolämmön tarpeesta) tuottamiseksi tarvitaan noin $13\,673 \text{ m}^3$ turvetta.

Turvetuotannon merkittävin luontohaitta aiheutuu suon kuivattamisesta ja kasvillisuuden poistosta, joka tehdään kertaalleen ennen tuotannon aloittamista (Ympäristöministeriö, 2015). Tuotantoaluetta kuitenkin käytetään ja turvetta nostetaan pidemmällä aikavälillä – Suomessa turvetuotantoalueen keskimääräinen käyttöaika on 15–30 vuotta (Väyrynen ym., 2008). Turpeen käytön haitat tulee jakaa tasan käyttövuosille, jotta on mahdollista kohdistaa haitat energian loppukäyttäjille.

Turvetuotannon kuivattava vaikutus ei myöskään rajoitu ainoastaan tuotantoalueelle. Ojitus

ja siitä seuraava kuivuminen muuttavat tuotantoalueen ja sitä ympäröivien alueiden hydrologia merkittävästi (Ympäristöministeriö, 2015). Se, kuinka kauas ojista kuivatusvaikutusalue yltää suon ulkopuolelle, riippuu monesta ympäristötekijästä – esimerkiksi maaston pinnanmuodoilla, kuivatusojien syvyydellä sekä turvepatjan paksuudella voi olla vaikutusta kuivumiseen (Paal ym. 2016).

Suon valjastaminen turvetuotantoon tuhoaa tuotantoalueen ekosysteemin lähes täysin, ja turvetuotantoon valjastetun suoekosysteemin kunto on enää $0,01$ luontotyyppihehtaaria jokaista suohehtaaria kohden (Kotiaho ym., 2015). Harva turvetuotantoon otettava suo on kuitenkin luonnontilainen, joten vertailukohtana käytetään ojitetujen puun- ja turvetuotantokelpoisten rämeiden sekä avosoiden keskimääräistä ekologista kuntoa Suomessa, joka on noin 30 % luonnontilasta (Kotiaho ym., 2015).

Keski-Suomen turvetuotantoalueilla tuotetaan vuosittain keskimäärin 400 MWh:n edestä turvetta hehtaarilla (Flyktman 2012). Mikäli kaikki ALVA:n energiantuotannossa käytetty turve tuotettaisiin Keski-Suomessa, täytyisi turvetta nostaa vuosittain noin 32 hehtaarin alueelta, jotta Jyväskylän yliopiston kaukolämmön tarve ($12\,716 \text{ MWh}$) tulisi täytetyksi. Todellisuudessa merkittävä osa Keski-Suomessa poltetusta turpeesta tuodaan maakunnan ulkopuolelta (Flyktman 2012), mutta laskennan yksinkertaistamiseksi käytetään Keski-Suomen tuotantoalan saantoa. Koko Suomessa keskimääräinen vuosituotanto on $400\text{--}500 \text{ MWh/ha}$ (Väyrynen ym., 2008). Jos ajatellaan, että turvetta Jyväskylän yliopiston energiatarpeeseen nostettaisiin vuosittain samalta 32 hehtaarin alalta, saadaan tälle alalle laskettua vuosittainen luontohaitta. Kun 32 hehtaarin ekologinen arvo laskee lähtötilasta $0,3$ lopputilaan $0,01$, on heikennys $0,3 - 0,01 = 0,29$ luontotyyppihehtaaria jokaista tuotantohehtaaria kohden, ja siten koko 32 hehtaarin tuotantoalalle $9,28$ luontotyyppihehtaaria. Kun tämä heikennys jaetaan tuotantoalueen käyttövuosille (keskimäärin 22,5), saadaan vuosittaiseksi haitaksi $0,41$ luontotyyppihehtaaria.

Koko kuivatettava suoala ei sovellu turvetuotantoon, vaan turvetta nostetaan yleisesti vain niistä suon osista, joissa turpeen syvyys on vähintään 1,5 metriä. Tämä vaatimus sulkee usein pois esimerkiksi suon reuna-alueita. Varsinaisen turpeennostoalan ohella ojitus kuivattaa siis myös alueita, joita ei voida tuotannossa hyödyntää (Kareksela ym., 2013). Näin luontohaittoja kohdistuu varsinaisen turpeennostoalan lisäksi kuivatettavan alueen sisällä oleviin suon matalampiin, turvetuotantoon kelpaamattomiin osiin. Tarkkaa arviota siitä, kuinka suuri osuus kuivatettavasta alasta on hyödynnettävissä, ei löydetty, mutta näiden haittojen huomioimiseksi ole-

tetaan, että kuivatettavasta alasta 1/3 ei sovellu turvetuotantoon. Tällöin tuotantoon käytettävän 32 hehtaarin ohella 16 hehtaaria tuotantoon kelpaamatonta suoalaa kuivuisi myös. Tämän alan kunto lähtötilanteessa on sama kuin tuotantoon soveltuvan alan, eli 0,3 luontotyyppihehtaaria per hehtaari. Tuotantoon kelpaamattomiin osiin kohdistuva haitta ei ole niin suuri kuin tuotantoalalla, josta turvetta nostetaan. Oletetaan, että kuivumisen seurauksena soiden kunto laskee 50 %. Tällöin kuivatuksen aiheuttama haitta on $0,3 \times 0,5 = 0,15$ luontotyyppihehtaaria suohehtaaria kohden eli 2,40 luontotyyppihehtaaria koko 16 hehtaarin kuivuvalta osalta. Yhteenlaskettu luontohaitta turpeen käytöstä olisi siten $9,28 \text{ ltha} + 2,40 \text{ ltha} = 11,68 \text{ ltha}$ ja käyttövuosille jaettuna 0,52 luontotyyppihehtaaria vuodessa.

6.2.2 Hankintojen luontohaitat

Hankintojen luontohaitat syntyvät hankittujen tuotteiden ja palveluiden tuotantoketjun eri vaiheissa. Tässä työssä tutkitut haitat ovat seurausta tuotantoon liittyvästä maankäytöstä. Hankinnoista aiheutuvien luontohaittojen selvityksen lähtökohtana oli yliopiston talouskirjanpito. Tavoitteena oli laatia laskentamenetelmä, jonka avulla kirjanpidon tilien rahavirrat saataisiin linkitettyä kulutettujen hyödykkeiden ja palveluiden tuotannon aiheuttamiin maankäyttövaikeuksiin. Hankintojen luontohaittojen laskennassa käytettiin Jyväskylän yliopiston laitosten ja erillislaitosten vuoden 2019 talouskirjanpitoa, joka saatiin käyttöön yliopiston taloushallinnosta.

Pohjana menetelmän kehitykselle toimi EXIOBASE-tietokanta (ks. luku 6.1.3 Hankinnat) maankäyttöluokituksineen. EXIOBASE:n avulla voi yhdistää rahavirrat kulutuksen aiheuttamaan maankäyttöön ja maankäytön muutokseen maankäyttöluokittain. EXIOBASE-tietokannan dataa käsiteltiin Python-ohjelmointikielen pohjautuvalla Pymrio-ohjelmalla (Stadler, 2020), jotta saatiin selville kunkin kulutuskategorian maankäyttökertoimet eli suorat ja epäsuorat vaikutukset maankäyttöön kulutettua euroa kohden (m2/€). Lisäksi Pymrio-käsittelyn avulla selvitetiin, miten vaikutukset Suomessa tapahtuvasta kulutuksesta jakautuvat maantieteellisesti. Tämä on oleellista globaalien luontohaittojen tarkastelussa.

Toinen käytetty aineisto oli Chaudharyn ja Brooks (2018) luontoalan jälkilaskentaa varten laatima maankäyttöluokittelu (artikkelin lisämateriaali). Eri maankäyttöluokkiin oli yhdistetty alueellista tietoa maankäytön intensiivisyydestä, eri eliöryhmien lajirunsaudesta elinympäristötyypeittäin ja näiden perusteella eliöryhmien haavoittuvuudesta alueittain (Chaudhary ja

Brooks, 2018). Näiden tietojen perusteella Chaudhary ja Brooks muodostivat karakterisointikertoimet, jotka yhteismitallistavat eri lähteiden vaikutukset yksikköön ”potentially disappeared fraction of species” (PDF) neliometriä kohden. PDF on elinkaariarvioinnissa yleisesti käytetty yksikkö, joka kertoo luonnon monimuotoisuudelle maankäytöstä aiheutuvan haitan määrän pinta-alaa kohden (UNEP-SETAC Life Cycle Initiative, 2019). Se perustuu tietoihin lajien runsaudesta eri elinympäristöissä, elinympäristöjen yleisyydestä sekä lajien uhanalaisuudesta yhdistettynä maankäyttöön ja maankäytön intensiteettiin. PDF kuvaa potentiaalista lajikadon määrää, kun elinympäristöjä tuhoetaan tai heikennetään maankäytön tai päästöjen seurauksena (Goedkoop ja Spriensma, 1999; Veronesi ym., 2017). PDF siis käytännössä kertoo ekosysteemien laadun heikkenemisestä (Chaudhary ym., 2016).

Chaudharyn ja Brooks (2018) maankäyttölaskelmissa on huomioitu lajien haavoittuvuus niiden uhanalaisuuden ja elinalueiden laajuuden perusteella laskettuna. Laskelmissa on mukana viisi eliöryhmää: nisäkkäät, linnut, matelijat, sammakkoeläimet ja kasvit. Niihin kohdistuvat haitat on tässä yhdistetty, eli PDF:n arvo kertoo näihin eliöryhmiin kohdistuvan keskimääräisen haitan. Samoin maankäytön intensiteetti on tässä työssä yhdistetty keskiarvoksi. Aineistossa maa-alaan kohdistuva paine on jaettu maankäyttöön (land occupation) ja maankäytön muutokseen (land transformation). Tässä työssä päätettiin huomioida vain maankäyttö, sillä oletettavasti maankäytön muutoksen vaikutus on globaalilla tasolla tarkasteltuna pienempi kuin maankäytöllä (Faragò ym. 2019, lisämateriaali). Lisäksi emme löytäneet tietoa siitä, mitä maankäytön tyyppiä on EXIOBASE-tietokannassa käytetty.

EXIOBASE-tietokannan ja Chaudharyn ja Brooks (2018) aineiston maantieteelliset aluejaot olivat erilaiset, joten ne tuli yhdistää. EXIOBASE:n jaottelu sisältää 44 maata ja viisi laajempaa ”rest of the world” -aluetta, joihin toisen aineiston valtiot jaoteltiin, kun tarkempaa maata ei ollut saatavilla. Tämän välivaiheen avulla saatiin jokaiselle EXIOBASE:n maantieteelliselle alueelle kohdistuva haitta (PDF/m²). Tämän jälkeen kohdistettiin talouskirjanpidon tilit sopiviin EXIOBASE:n resurssikategorioihin (esim. tili ”IT-laitteet” kategoriaan ”Office machinery and computers”). Näin saatiin selville, montako neliometriä maa-alaa kunkin kirjanpitotilin kulutus käyttää.

Tässä vaiheessa tiedossa on siis haitta (PDF/m²) kullakin EXIOBASE:n alueella resurssikategorioittain sekä maapinta-alan käyttö kirjanpitotileittäin. Kun nämä tiedot yhdistettiin, saatiin selville jokaisen kirjanpidon tilin luontohaitta

(PDF). Näin saatiin laskettua, kuinka suuren haitan aiheuttaa esimerkiksi ”IT-laitteet” -tilille kirjattu 1000 €:n ostos. Joitakin ostoja ei ollut mahdollista luokitella mihinkään EXIOBASE-kategoriaan tai niiden luokittelun katsottiin olevan liian epävarmaa (ks. luku 6.1.3). Kategorisoimattomien ostojen summa (€) kerrottiin hankintojen keskimääräisellä luontohaittakertoimella ($2,45 \times 10^{-12}$ PDF/€), jolloin saatiin arvio kategorisoimattomien hankintojen luontohaitoista. Liitteestä 3 löytyvät hankintojen luontohaitat yliopiston kirjanpitoileittäin sekä niiden luontohaittakerroin.



Lähteet

- Alakangas, E., Keränen, J., Flyktman, M., Jetsu, P., Penttinen, L., Tukia, J. & Kataja, J. (2012). BIOCLUS - Developing research and innovation environment in five European regions in the field of sustainable use of biomass sources: WP2.1 c ja d Keski-Suomen biomassavarat, tuotanto, käyttö, jalostus ja logistiikka - käyttö vuonna 2010 ja 2020. VTT Technical Research Centre of Finland. VTT Research Report No. VTT-R-07624-12. Saatavilla osoitteessa: http://www.bioclus.eu/en/images/files/Keski_Suomen_biomassavarat_ja_niiden_k%C3%A4ytt%C3%B6.pdf
- ALVA. (2020). Yritysesittely ja yhteiskuntavastuuraportti 2019. Saatavilla osoitteessa: <https://www.alva.fi/app/uploads/1/2020/05/Alva-yhteiskuntavastuuraportti-2019.pdf>
- Alvarez Franco, D. (2021). *Carbon Footprint of Transport and Mobility: The Case of a Higher Education Institution*. Maisterintutkielma, Jyväskylän yliopisto. Saatavilla osoitteessa: <http://urn.fi/URN:NBN:fi:ju-202104142365>
- Baumeister, S. (2019). Replacing short-haul flights with land-based transportation modes to reduce greenhouse gas emissions: The case of Finland. *Journal of Cleaner Production*. 225, 262-269. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.03.329>
- Baumeister, S., Käyrä, M., Korppi-Tommola, J., Tunkkari-Eskelinen, M., El Geneidy, S., Roponen, J., Blinnikka, P. (2020). Suomen liikenteen tulevaisuus: Suosituksia hiilineutraalin henkilöliikenteen varmistamiseksi. *Wisdom Letters* 1/2020. Resurssiviisausyhteisö JYU. Wisdom, Jyväskylän yliopisto. Saatavilla osoitteessa: https://jyx.jyu.fi/bitstream/handle/123456789/70021/wisdomletters_1-20_valmis_web.pdf?sequence=2
- Becken, S., & Mackey, B. (2017). What role for offsetting aviation greenhouse gas emissions in a deep-cut carbon world? *Journal of Air Transport Management*, 63, 71-83. <https://doi.org/10.1016/j.jairtraman.2017.05.009>
- Bernstad, A. & Cánovas, A. (2015). Current practice, challenges and potential methodological improvements in environmental evaluations of food waste prevention – A discussion paper. *Resources, Conservation & Recycling* 101: 132-142. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2015.05.004>
- Bjelle, E.L., Stadler, K., Wood, R. (2019). EXIOBASE 3rx. Zenodo. Saatavilla osoitteessa: <https://zenodo.org/record/2654460#.X9spNudS82x>
- Bofinger, H. & Strand, J. (2013) Calculating the Carbon Footprint from Different Classes of Air Travel. World Bank. Saatavilla osoitteessa: <http://documents1.worldbank.org/curated/en/141851468168853188/pdf/WPS6471.pdf>
- Cames, M., Harthan, R.O., Füssler, J., Lazarus, M., Lee, C.M., Erickson, P., Spalding-Fecher, R. (2016). How additional is the Clean Development Mechanism? Analysis of the application of current tools and proposed alternatives. Öko-Institut e.V. Saatavilla osoitteessa: https://ec.europa.eu/clima/sites/clima/files/ets/docs/clean_dev_mechanism_en.pdf
- CBD. (2020). Global Biodiversity Outlook 5. Montreal. Saatavilla osoitteessa: <https://www.cbd.int/gbo/gbo5/publication/gbo-5-en.pdf>

- CDP. (2020). Who we are. Saatavilla osoitteessa: <https://www.cdp.net/en/info/about-us>
- Chaudhary, A. & Brooks, T.M. (2018). Land Use Intensity-Specific Global Characterization Factors to Assess Product Biodiversity Footprints. *Environ. Sci. Technol.* 52: 5094-5104. <https://doi.org/10.1021/acs.est.7b05570>
- Chaudhary, A., Verones, F., de Baan, L., Pfister, S. & Hellweg, S. (2016). 11. Land stress: Potential species loss from land use. Teoksessa: *LC-IMPACT Version 1.0 – A spatially differentiated life cycle impact assessment approach*. Saatavilla osoitteessa: https://lc-impact.eu/doc/LC-IMPACT_Overall_report_20201113.pdf
- Chaudhary, A., Verones, F., de Baan, L. & Hellweg, S. (2015). Quantifying Land Use Impacts on Biodiversity: Combining Species–Area Models and Vulnerability Indicators. *Environ. Sci. Technol.* 49: 9987-9995. <https://doi.org/10.1021/acs.est.5b02507>
- Ciroth, A. 2017. Exiobase implementation in openLCA - a multi-regional IO database in openLCA. GreenDelta. Saatavilla osoitteessa: <https://nexus.openlca.org/ws/files/14791>
- DEFRA. (2009). Guidance on carbon neutrality. Saatavilla osoitteessa: <http://old-iwight.onthewight.com/council/tradingstandards/images/carbonneutralityguidance%5B1%5D.pdf>
- DEFRA. (2019). Greenhouse gas reporting: conversion factors 2019. Saatavilla osoitteessa: <https://www.gov.uk/government/publications/greenhouse-gas-reporting-conversion-factors-2019>
- EASAC. (2017). Multi-functionality and sustainability in the European Union's forests. EASAC policy report 32. Saatavilla osoitteessa: https://easac.eu/fileadmin/PDF_s/reports_statements/Forests/EASAC_Forests_web_complete.pdf
- Enríquez-De-Salamanca, Á., Martín-Aranda, R. M., & Diaz-Sierra, R. (2017). Towards an Integrated Environmental Compensation Scheme in Spain: Linking Biodiversity and Carbon Offsets. *Journal of Environmental Assessment Policy and Management*, 19 (2). <https://doi.org/10.1142/S1464333217500065>
- Eräjää, S., Halme, P., Kotiaho, J.S., Markkanen, A. & Toivanen, T. (2010). The Volume and Composition of Dead Wood on Traditional and Forest Fuel Harvested Clear-Cuts. *Silva Fennica* 44(2): 203-2011. Saatavilla osoitteessa: <http://urn.fi/URN:NBN:fi:jyu-201704051905>
- ETH Zürich. (2019). Stay Grounded, keep connected. ETH Zurich flight emissions: Reduction targets and corresponding measures. Saatavilla osoitteessa: <https://ethz.ch/content/dam/ethz/associates/services/organisation/Schulleitung/mobilitaetsplattform/ETH%20Zurich%20flight%20emissions-%20Reduction%20targets%20and%20corresponding%20measures.pdf>
- Eurostat. (2008). Nace Rev. 2. Statistical classification of economic activities in the European Community. Methodologies and Working papers. Saatavilla osoitteessa: <https://ec.europa.eu/eurostat/documents/3859598/5902521/KS-RA-07-015-EN.PDF>
- Faragò, M., Benini, L., Sala, S., Secchi, M. & Laurent, A. (2019). National inventories of land occupation and transformation flows in the world for land use impact assessment. *The International Journal of Life Cycle Assessment*. 24: 1333-1347. <https://doi.org/10.1007/s11367-018-01581-8>
- Flyktman, M. (2012). Energia- ja ympäristöturpeen kysyntä ja tarjonta vuoteen 2020 mennessä, 3. päivitys 3/2012. VTT:n Tutkimusraportteja, VTT-R-08372-11. Saatavilla osoitteessa: https://www.bioenergia.fi/wp-content/uploads/2020/02/Turpeen-ky-synta-ja-tarjonta-2020-pn%CC%83ivitys-2012_2-1.pdf
- Goedkoop, M. & Spriensma, R. (1999). The Eco-Indicator 99. A damage oriented method for life cycle impact assessment. Methodology Report. PRé Consultants, Amersfoort, the Netherlands. Saatavilla osoitteessa: https://www.researchgate.net/profile/Mark-Goedkoop/publication/247848113_The_Eco-Indicator_99_A_Damage_Oriented_Method_for_Life_Cycle_Impact_Assessment/links/551bba220cf251c35b50a401/The-Eco-Indicator-99-A-Damage-Oriented-Method-for-Life-Cycle-Impact-Assessment.pdf
- Gold Standard. (2020). Offset your emissions. Saatavilla osoitteessa: <https://marketplace.goldstandard.org/collections/projects>
- ICAO. (2020). ICAO Carbon Emissions Calculator. Saatavilla osoitteessa: <https://www.icao.int/environmental-protection/Carbonoffset/Pages/default.aspx>

- IPBES. (2019). Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. S. Díaz, J. Settele, E. S. Brondízio E.S., H. T. Ngo, M. Guèze, J. Agard, A. Arneth, P. Balvanera, K. A. Brauman, S. H. M. Butchart, K. M. A. Chan, L. A. Garibaldi, K. Ichii, J. Liu, S. M. Subramanian, G. F. Midgley, P. Miloslavich, Z. Molnár, D. Obura, A. Pfaff, S. Polasky, A. Purvis, J. Razaque, B. Reyers, R. Roy Chowdhury, Y. J. Shin, I. J. Visseren-Hamakers, K. J. Willis, and C. N. Zayas (eds.). IPBES secretariat, Bonn, Germany. Saatavilla osoitteessa: https://ipbes.net/sites/default/files/2020-02/ipbes_global_assessment_report_summary_for_policymakers_en.pdf
- IUCN. (2020). The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2020-3. Saatavilla osoitteessa: <https://www.iucnredlist.org>
- Joensuun kaupunki. (2021). Joensuun kaupunki perusti ilmastotilin. Saatavilla osoitteessa: <https://www.joensuu.fi/-/joensuun-kaupunki-perusti-ilmastotilin>
- Jyväskylän yliopisto. (2019). Jyväskylän yliopiston strategia 2019–2030. Osaava ja hyvinvoiva ihminen. Kampuksen kehittämisohjelma. Saatavilla osoitteessa: <https://www.jyu.fi/fi/yliopisto/strategia/kampuksen-kehittamisohjelma-final.pdf>
- Jyväskylän yliopisto. (2020a). Kestävä ja vastuullinen yliopisto. Saatavilla osoitteessa: <https://www.jyu.fi/fi/yliopisto/organisaatio-ja-johtaminen/johtosaanto-ja-periaatteet/kestavyys-ja-vastuullisuus>
- Jyväskylän yliopisto. (2020b). Tiedekunnat ja tiedekuntien johto. Saatavilla osoitteessa: <https://www.jyu.fi/fi/yliopisto/organisaatio-ja-johtaminen/tiedekunnat>
- Jyväskylän yliopisto. (2020c). Päivärahat ja muut verottomat matkakorvaukset 2020. Saatavilla osoitteessa: <https://uno.jyu.fi/fi/ohjeet/tyomatkat/matkakorvaukset-ja-rahoitus/paivarahat-ja-muut-verottomat-matkakorvaukset-2020>
- JYY. (2020). Ilmastokestävyyden tiekartta 2025. Saatavilla osoitteessa: <https://jyy.fi/mika-jyy/asiakirjat/>
- Koistinen, A., Luiro, J.-P. & Vanhatalo, K. (toim.) (2016). *Metsänhoidon suositukset energiapuun korjuuseen, työopas*. Tapion julkaisuja. Saatavilla osoitteessa: https://tapio.fi/wp-content/uploads/2015/06/MHS-Energiapuun-korjuun-suositukset_verkkojulkaisu2.pdf
- Kortetmäki, T., Kotiaho, J., Hytönen, J., Näyhä, A., Tupala, A-K., Baumeister, S., Käppi, M., Purhonen, J., El Geneidy, S., Kuusiahho, V., Silonsaari, J., Matthies, A-L., Säynäjäkangas, J., Ratinen, I., Veijola, S., Mattila, H., Järvensivu, P. Elinvoiman ja elonkirjon puolesta: Ekologinen jälleenrakennus kunnissa pandemian jälkeen. *Wisdom Letters 2/2020*. Resurssiviisaukseyhteisö JYU.Wisdom, Jyväskylän yliopisto. Saatavilla osoitteessa: https://jyx.jyu.fi/bitstream/handle/123456789/71711/wisdomletters_2-20_web.pdf
- Kortetmäki, T., Puurtinen, M., Salo, M., Aro, R., Baumeister, S., Duflot, R., Elo, M., Halme, P., Husu, H-M., Huttunen, S., Hyvönen, K., Karkulehto, S., Kataja-aho, S., Keskinen, K.E., Makkimainen, J., Mäkinen, T., Näyhä, A., Okkolin, M-A., Perälä, T., Purhonen, J., Raatikainen, K.J., Raippalinnä, L-M., Salonen, K., Savolainen, K., Kotiaho, J.S. (2021). Planetary Well-Being [Julkaisematon käsikirjoitus]. Resurssiviisaukseyhteisö JYU.Wisdom, Jyväskylän yliopisto.
- Kotiaho, J.S., Kuusela, S., Nieminen, E., & Päivinen, J. (2015). Elinympäristöjen tilan edistäminen Suomessa. *Suomen ympäristö*. 8/2015. Saatavilla osoitteessa: https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/156982/SY_8_2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Kuang, H., Sternberger, K. (2017). University Air Travel & Internal Carbon Taxation. Saatavilla osoitteessa: http://cassites.uoregon.edu/econ/wp-content/uploads/sites/4/2017/06/Sternberger-Kuang_Thesis17.pdf
- Latva-Hakuni, E. (2020). *Opiskelija- ja työpaikkaravintoloiden ilmastovaikutukset ja toimenpiteet niiden vähentämiseksi: case Semma Oy*. Maisterintutkielma, Jyväskylän yliopisto. Saatavilla osoitteessa: <http://urn.fi/URN:NBN:fi:jyu-202101141080>
- Larsen, H.N., Pettersen, J., Solli, C., Hertwich, E.G. (2013). Investigating the Carbon Footprint of a University - The case of NTNU. *Journal of Cleaner Production*. 48, 39-47. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2011.10.007>
- Laurent, A., Olsen, S. I., & Hauschild, M. Z. (2012). Limitations of Carbon Footprint as Indicator of Environmental Sustainability. *Environmental Science and Technology*, 46(7), 4100–4108. <https://doi.org/10.1021/es204163f>

- Le Quéré, C., Capstick, S., Corner, A., Cutting, D., Johnson, M., Minns, A., Schroeder, H., Walker-Springett, K., Whitmarsh, L., Wood, R. (2015). Towards a culture of low-carbon research for the 21st Century. Tyndall Centre for Climate Change Research. Working Paper 161. Saatavilla osoitteessa: <https://tyndall.ac.uk/sites/default/files/publications/twp161.pdf>
- Liikenne- ja viestintäministeriö. (2020). Liikenteen vaihtoehtoisten käyttövoimien jakeluinfra - kansallisen ohjelman seuranta 2019. Saatavilla osoitteessa: https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/162100/LVM_2020_02.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Luonnonvarakeskus. (2018). Teollisuuspuun hakkuut alueittain -tilasto. Saatavilla osoitteessa: <https://statdb.luke.fi:443/PXWeb/sq/ad20c920-7575-4442-9c40-c2d6b96e8815>
- Lund University Centre for Sustainability Studies (LUCSUS). (2018). Travel policy. Saatavilla osoitteessa: https://www.lucsus.lu.se/sites/lucsus.lu.se/files/lucsus_travel_policy.pdf
- Matthews, H., Hendrickson, C. & Weber, C. (2008). The Importance of Carbon Footprint Estimation Boundaries. *Environ Sci Technol* 42: 5839-5842. <https://doi.org/10.1021/es703112w>
- Mazzotti, M., Winkler, J., Jäggi, J. (2019). Carbon tax to finance teaching project. ETH Zürich, Zukunftsblog, Sustainability. Saatavilla osoitteessa: <https://ethz.ch/en/news-and-events/eth-news/news/2019/02/carbon-tax-to-finance-teaching-project.html>
- Metsälehti. (2020). Puunhinta. Saatavilla osoitteessa: <https://www.metsalehti.fi/puunhinta/puunhinta/>
- Mikkonen, N., Leikola, N., Lahtinen, A., Lehtomäki, J. & Halme, P. 2018. Monimuotoisuudelle tärkeät metsäalueet Suomessa – Puustoisten elinympäristöjen monimuotoisuusarvojen Zonation-analyysien loppuraportti. Suomen Ympäristökeskuksen raportteja 9/2018. Saatavilla osoitteessa: <http://hdl.handle.net/10138/234359>
- Moilanen, A. & Kotiaho, J.S. (2017). Ekologisen kompensaation määrittämisen tärkeät operatiiviset päätökset. Ympäristöministeriö. Suomen ympäristö, 5/2017. Saatavilla osoitteessa: https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/160211/SY_5_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Moilanen, A. & Kotiaho, J.S. 2018. Fifteen operationally important decisions in the planning of biodiversity offsets. *Biological Conservation*, 227: 112-120. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2018.09.002>
- Moilanen, A. & Kotiaho, J.S. (2020). Liite 18: Vapaaehtoinen ekologinen kompensaatio AA Sakatti Mining Oy:n mahdolliselle Sakatin kaivokselle. Liite ympäristövaikutusten arviointiin. Saatavilla osoitteessa: <https://www.ymparisto.fi/SakatinkaivosYVA>
- MSCI. (2020). MSCI index carbon footprint metrics. Saatavilla osoitteessa: <https://www.msci.com/index-carbon-footprint-metrics>
- Ozawa-Meida, L., Brockway, P., Letten, K., Davies, J., & Fleming, P. (2013). Measuring carbon performance in a UK University through a consumption-based carbon footprint: De Montfort University case study. *Journal of Cleaner Production*, 56, 185-198. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2011.09.028>
- Paal, J., Jürjendal I., Suija A. & Kull A. (2016). Impact of drainage on vegetation of transitional mires in Estonia. *Mires and Peat* 18: 1-19. <https://doi.org/10.19189/MaP.2015.OMB.183>
- Pajula, T., Vatanen, S., Pihkola, H., Grönman, K., Kasurinen, H., Soukka, R. (2018). Carbon Handprint Guide. VTT Technical Research Centre of Finland. Saatavilla osoitteessa: https://cris.vtt.fi/ws/files/22508565/Carbon_Handprint_Guide.pdf
- Ranking Web of Universities. (2020). Countries arranged by Number of Universities in Top Ranks, July 2020 edition. Saatavilla osoitteessa: http://www.webometrics.info/en/distribution_by_country
- Rinne, S., Auvinen, K., Reda, F., Ruggiero, S. & Temmes, A. (2019). Clean district heating - how can it work? Aalto University. Department of Management Studies. Saatavilla osoitteessa: <https://aaltodoc.aalto.fi/bitstream/handle/123456789/40756/isbn9789526087221.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Salo, E. (2020). Compensation – real climate impact or just hot air? Compensate. Saatavilla osoitteessa: <https://www.compensate.com/articles/compensation-real-climate-impact-or-just-hot-air>
- Schaltegger, S. & Csutora, M. (2012). Carbon accounting for sustainability and manage-

- ment. Status quo and challenges. *Journal of Cleaner Production* 36: 1-16. <https://doi-org.ezproxy.jyu.fi/10.1016/j.jclepro.2012.06.024>
- 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_FINAL.pdf
- Silvennoinen, K., Nisonen, S. & Lahti, L. (2020). Ravitsemispalveluiden elintarviketejäte: jätteen määrä 2018–2019 ja seurannan kehittäminen. *Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus* 1/2020, Luonnonvarakeskus. Saatavilla osoitteessa: <http://urn.fi/URN:IS-BN:978-952-326-894-4>
- South Pole Group. (2016). Climate Impact Assessment of Nasdaq Helsinki. Saatavilla osoitteessa: https://media.sitra.fi/2017/02/23203156/Climate_impact_assessment_of_nasdaq_helsinki.pdf
- Stadler, K. (2020). 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., 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., Plutzer C., Kastner T., Eisenmenger N., Erb K., de 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: 502-515. <https://doi.org/10.1111/jiec.12715>
- STT. (2020). SYK investoi neljään ilmastohankkeeseen – kompensoi vuoden 2019 päästönsä. Saatavilla osoitteessa: <https://www.sttinfo.fi/tiedote/syk-investoi-neljaan-ilmastohankkeeseen-kompensoi-vuoden-2019-paastonsa?publisherId=69817950&releaseld=69881788>
- Suomen virallinen tilasto (SVT). (2018a). Luonnonvarakeskus, Metsänhoito- ja metsänparannustyöt (verkkojulkaisu). Saatavilla <http://statdb.luke.fi/PXWeb/sq/c71865b3-c813-479c-ae83-323a39cd0c84>
- Suomen virallinen tilasto (SVT). (2018b). Luonnonvarakeskus, Puun energiakäyttö (verkkojulkaisu). Saatavilla osoitteessa: <http://statdb.luke.fi/PXWeb/sq/fbfb88ea-933e-4fb0-a26d-dbad7b8dda5c>
- ten Kate, K., Bishop, J., & Bayon, R. (2004). Biodiversity offsets: Views, experience, and the business case. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK and Insight Investment, London, UK. Saatavilla osoitteessa: <https://www.iucn.org/sites/dev/files/import/downloads/bdoffsets.pdf>
- Tilastokeskus. (2018). Energiavuosi 2018. Saatavilla osoitteessa: https://pxhopea2.stat.fi/sahkoiset_julkaisut/energia2019/html/suom0011.htm
- Tilastokeskus. (2019). Kuluttajahintaindeksi. Tilastokeskus. Saatavilla osoitteessa: http://www.stat.fi/til/khi/2020/05/khi_2020_05_2020-06-15_tau_005_fi.html
- Turun yliopisto. (2019a). Toimintakertomus ja tilinpäätös 2018. Saatavilla osoitteessa: https://www.utu.fi/sites/default/files/public%3A//media/file/UTU_Toimintakertomus_ja_tilinpaaatos_2018.pdf
- Turun yliopisto. (2019b). Turun yliopiston laskelma toimintansa hiilijalanjäljestä. Kalle-Antti Suominen & työryhmä, tapahtumassa Hiilineutraalit yliopistokampukset, Suomen Yliopistokiinteistöt (SYK), 5.2.2019.
- Turun yliopisto. (2020a). Turun yliopisto matkalla hiilineutraaliksi – hiilijalanjäljen arvioinnista tärkeitä työkaluja tavoitteen saavuttamiseen. Saatavilla osoitteessa: <https://www.utu.fi/fi/ajankohtaista/mediatiedote/turun-yliopisto-matkalla-hiilineutraaliksi-hiilijalanjäljen-arvioinnista>
- Turun yliopisto. (2020b). Turun yliopiston avaintiedot. Saatavilla osoitteessa: <https://www.utu.fi/fi/yliopisto/avaintiedot>
- UCLA. (2020). Air Travel Mitigation Fund. UCLA Sustainability. Saatavilla osoitteessa: <https://www.sustain.ucla.edu/airtravelfund/>
- UNEP. (2019). Emissions Gap Report 2019. Global progress reports on climate action. Saatavilla osoitteessa: <https://www.unenvironment.org/interactive/emissions-gap-report/2019/>
- UNEP. (2020). Emissions Gap Report 2020 - Executive summary. Nairobi. Saatavilla osoitteessa: <https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/34438/EGR20ESE.pdf?sequence=8>

- UNEP-SETAC Life Cycle Initiative. (2019). Global Guidance on Environmental Life Cycle Impact Assessment Indicators, Volume 2. Saatavilla osoitteessa: <https://www.lifecycleinitiative.org/training-resources/global-guidance-for-life-cycle-impact-assessment-indicators-volume-2/>
- UNIFI. (2020). Kestävän kehityksen ja vastuullisuuden teesit. Saatavilla osoitteessa: <https://www.unifi.fi/viestit/kestavan-kehityksen-ja-vastuullisuuden-teesit/>
- University of Groningen. (2019). High-speed travel by train. The UG's new travel policy in simple steps. Saatavilla osoitteessa: <https://www.rug.nl/about-us/who-are-we/sustainability/greenoffice/news/new-travel-policy-map>
- Vainio, V. (2021). *Luontohaittojen arviointi organisaatiotasolla – esimerkinä Jyväskylän yliopisto*. Maisterintutkielma, Jyväskylän yliopisto. Saatavilla osoitteessa: <http://urn.fi/URN:NBN:fi:jyu-202103161992>
- Verones, F., Moran, D., Stadler, K., Kanemoto, K. & Wood, R. (2017). Resource footprints and their ecosystem consequences. *Sci Rep* 7, 40743. <https://doi.org/10.1038/srep40743>
- Viitasaari, T. (toim.) (2013). Energiapuuta päätehakkuulta -opas. Suomen metsäkeskus. Saatavilla osoitteessa: <https://www.metsakeskus.fi/sites/default/files/energiapuuta-paatehakkuulta-opas.pdf>
- VTT. (2020). LIPASTO – Suomen liikenteen pakokaasupäästöjen ja energiankulutuksen laskentajärjestelmä. Saatavilla osoitteessa: <http://lipasto.vtt.fi/index.htm>
- Väyrynen, T., Aaltonen, R., Haavikko, H., Juntunen, M., Kalliokoski, K., Niskala, A.-L. & Tukiainen, O. (2008). *Turvetuotannon ympäristönsuojeluopas*. Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskus. Saatavilla osoitteessa: https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/38820/turveopas_02062008_verko.pdf?sequence=1
- WEF. (2020). The Global Risks Report 2020. Insight Report. 15th Edition. Saatavilla osoitteessa: http://www3.weforum.org/docs/WEF_Global_Risk_Report_2020.pdf
- Weidema, B. P., Thrane, M., Christensen, P., Schmidt, J., & Løkke, S. (2008). Carbon Footprint: A Catalyst for Life Cycle Assessment? *Journal of Industrial Ecology*, 12(1). <https://doi.org/10.1111/j.1530-9290.2008.00005.x>
- Wiedmann, T. and Minx, J. (2008). A Definition of 'Carbon Footprint'. In: C. C. Pertsova, *Ecological Economics Research Trends: Chapter 1*, pp. 1-11, Nova Science Publishers, Hauppauge NY, USA. Saatavilla osoitteessa: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.467.6821&rep=rep1&type=pdf>
- WMO. (2020). State of the Global Climate 2020. Provisional Report. Saatavilla osoitteessa: https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=10444
- WRI & WBCSD. (2011). Greenhouse Gas Protocol: A Corporate Accounting and Reporting Standard. World Resource Institute & World Business Council for Sustainable Development. Saatavilla osoitteessa: <https://ghg-protocol.org/sites/default/files/standards/ghg-protocol-revised.pdf>
- Wright, L., Kemp, S. & Williams, I. (2011). 'Carbon footprinting': Towards a universally accepted definition. *Carbon Management* 2: 61-72. <https://doi.org/10.4155/cmt.10.39>
- Yale University. (2016). Yale University's Carbon Charge: Preliminary Results from Learning by Doing. Saatavilla osoitteessa: https://carbon.yale.edu/sites/default/files/files/Carbon_Charge_Pilot_Report_20161010.pdf
- YK. (2019). Global Sustainable Development Report 2019: The Future is Now – Science for Achieving Sustainable Development. Independent Group of Scientists appointed by the Secretary-General. Saatavilla osoitteessa: https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/24797GSDR_report_2019.pdf
- Ympäristöministeriö. (2015). Turvetuotannon ympäristönsuojeluohje. Ympäristöhallinnon ohjeita 2/2015. Saatavilla osoitteessa: <https://helda.helsinki.fi/handle/10138/155221>
- Äijälä, O., Koistinen, A., Sved, J., Vanhatalo, K. & Väisänen, P. (toim.) (2014). Metsänhoidon suositukset. Metsätalouden kehittämiskeskus Tapion julkaisuja. Saatavilla osoitteessa: https://tapio.fi/wp-content/uploads/2015/06/Metsanhoidon_suositukses_ver3_net-ti_1709141.pdf

Sanasto

Ekologinen kompensatio | Luontohaittojen hyvittäminen ennallistamalla tai suojelemalla jokin soveltuva alue.

Hakkuutähde | Metsähakkuun sivutuotteet, kuten latvukset ja oksat.

Hiilidioksidiekvivalentti (CO₂e) | Hiilijalanjäljen ja ilmastohaittojen mittaamisessa käytetty yksikkö, joka kuvaa kasvihuonekaasupäästöjen yhteenlaskettua ilmastoa lämmittävää vaikutusta.

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

Hiilikompensatio | Keino, jolla pyritään kompensoimaan eli hyvittämään aiheutetun toiminnan ilmastohaitat rahoittamalla, usein jo toteutettuja, pysyviä päästövähennyksiä tai hiilinieluja.

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

Hyvitys | Synonyymi kompensatiolle.

Ilmastohaitta | Synonyymi hiilijalanjäljelle.

Luonnon kokonaisheikentymättömyys | Luonnon kokonaisheikentymättömyys saavutetaan, kun luontohaitat ja niiden kompensatiot ovat yhtä suuret.

Luontohaitta | Synonyymi luontojalanjäljelle.

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

Luontotyyppihehtaari | Vertailuluku, jonka avulla kuvataan luontokohteen kuntoa pinta-alayksikköä kohden luonnontilaan verrattuna. Joskus myös habitaattihehtaari, mutta luontotyyppi on neutraalimpi yleiskäsite, joka ei rajaa tarkastelua vain joidenkin lajien habitaatteihin eli elinympäristöihin.

Metsätähde | Metsähakkuulta kerätyistä kannoista ja hakkuutähdeestä koostuva bioenergijae.

PDF (potentially disappeared fraction of species) | Eräs luontohaitan yksikkö, joka kuvaa potentiaalista lajikadon määrää, kun elinympäristöjä tuhotaan tai heikennetään maankäytön tai päästöjen seurauksena.

Päästö | Synonyymi ilmastohaitoille.

Scope 1 | Organisaation suorat päästöt, esimerkiksi oman energiantuotannon ja ajoneuvojen päästöt.

Scope 2 | Organisaation epäsuorat ostoenergian päästöt eli ostetun sähkön ja lämmön tuotannossa syntyvät päästöt.

Scope 3 | Organisaation muut epäsuorat päästöt, esimerkiksi hankinnat, työmatkat ja sijoitukset.

Sisäinen kompensatio | Organisaation sisäinen kompensation kaltainen ohjausvaikutus, jolla pyritään esimerkiksi päästöverotusten investoinneilla sekä vähentämään organisaation ilmasto- ja luontohaittoja että tukemaan kestävää kehitystä edistävää toimintaa organisaation sisällä.

Ulkoinen / perinteinen kompensatio | (Hiili) kompensatiomalli, jossa ostetaan rahalla ulkoiselta palveluntarjoajalta päästövähennyksiköitä.

Liite 1 - Jyväskylän yliopiston vuokranantajat

Jyväskylän yliopiston käyttämät kiinteistöt, niiden huoneala (jokaisen huoneen seinien sisäpintojen mukaan laskettu pinta-ala) ja vuokranantaja tai vastuutaho.

Tilanumero	Tilan nimi	Huoneala (m ²)	Vuokranantaja/vastuutaho
21100011	Agora (Ag)	16 288,2	JY
21100680	Agora, Pysäköintikansi	6 083	JY (sisältyy Agoran energialukemiin)
21100106	Ambiotica (YA)	7 460,2	SYK
21100540	Ambiotica_Pihavarasto	224,6	SYK
21100029	Asuinrakennus (KO6), Konnevesi	60,1	SYK
21100026	Asuntola (KO3), Konnevesi	262,2	SYK
21100050	Athenaeum (A)	2 081,	SYK
21100054	Educa (D)	1 119,9	SYK
21100055	E-rakennus (E)	828,8	SYK
21100056	Fennicum (F)	1 095,8	SYK
21100003	Fysiikan laitosrakennus (YS,YK,YFL)	11 262,9	SYK
21100057	G-rakennus (G)	459,7	SYK
21100058	Historica (H)	1 866,1	SYK
21100031	Huoltorakennus, Konnevesi	299,6	SYK
21100461	Idankuja 3 A 1, vierasasunto	37,8	Jyvässeudun Kiinteistöpaletti Oy (isännöitsijä)
21100462	Idankuja 3 A 2, vierasasunto	42,8	Jyvässeudun Kiinteistöpaletti Oy (isännöitsijä)
21100463	Idankuja 3 A 3, vierasasunto	37,5	Jyvässeudun Kiinteistöpaletti Oy (isännöitsijä)
21100060	Kappeli (Paja) (I)	53,3	SYK
21100077	Kauppakatu 15 B 27	30,2	SYK
21100004	Kemian laitosrakennus (YO,YE,YF)	4 889,7	SYK
21100380	Kilpisenkatu 18	36,4	Heikki Valkonen Ky (isännöitsijä)
21100700	Konehalli	246,8	SYK (JY omistaa, mutta energia SYKin liittymistä)
21100001	Laboratoriokeskus (YLK)	1 060,9	SYK
21100009	Liikuntalaboratorio(LL)	2 242,2	SYK
21100062	Liikuntarakennus (L)	9 249,6	SYK
21100025	Majoitusrakennus (KO2), Konnevesi	244,4	SYK
21100580	Mattilanniemi 6, Psykologian laitos (Mat6)	1 965,8	Kielo Kolmio Oy
21100182	Mattilanniemi 8 (Mat8)	110,8	Kielo Kolmio Oy
21100663	Mattilanniemi 8, lisätilat	78,1	Kielo Kolmio Oy
21100603	Mattilanniemi 8, Paja	14,4	Kielo Kolmio Oy
21100033	Mattilanniemi A (MaA)	2 935,8	SYK
21100036	Mattilanniemi D (MaD)	4 590	SYK
21100081	Minna Canthinkatu 18 A 10	44,8	Jyväskylän Kiinteistöpalvelu Oy (isännöitsijä)
21100063	Musica (M)	2 448,5	SYK
21100005	NanoScienceCenter (YNC)	6 220,1	SYK
21100039	Normaalikoulun ala-aste (K)	5 341,1	SYK
21100038	Normaalikoulun yläaste ja lukio (N1,N2)	8 930,9	SYK
21100098	Opinkivi (OPK)	3 490,2	JYY
21100064	Oppio (O)	849,4	SYK
21100522	Philologica Lozzi ja Lyhty (P)	1 244,3	SYK
21100240	Pitkätatu 18-22 (FMC), Musiikkikampus	232,6	JAMK
21100083	Pitkätatu 37 A 1	43,1	Kiinteistö-Tahkola Oy (isännöitsijä)

Tilanumero	Tilan nimi	Huoneala (m ²)	Vuokranantaja/vastuutaho
21100073	Proxima (X)	3 927,	SYK
21100061	Puutarhurin talo (J)	120,7	SYK
21100074	Pysäköintitalo (PTA)	2 003,	SYK
21100620	Päärakennus (C)	6 151,3	SYK
21100501	Rantarakennus	103,7	SYK (JY omistaa, mutta energia SYKin liittymistä)
21100067	Riihi (RI)	64,4	SYK
21100521	Ruusupuisto (RUU)	9 228,	SYK
21100066	Ryhtilä (R)	307,8	SYK
21100068	Seminarium (S)	1 261,2	SYK
21100002	Soveltava Kemia (YSK)	1 664,8	Kielo Office Solution Oy
21100089	Survontie 33 A 16	49,8	JVA
21100090	Survontie 33 A 19, irtisanottu 30.4.2020	50,8	JVA
21100091	Survontie 33 A 22, irtisanottu 31.5.2020	49,8	JVA
21100092	Survontie 33 A 25, irtisanottu 30.4.2020	50,8	JVA
21100093	Survontie 33 A 27, irtisanottu 31.5.2020	59,1	JVA
21100094	Survontie 33 A 28, irtisanottu 31.5.2020	49,9	JVA
21100028	Talonmiehen asunto (KO5), Konnevesi	90,4	SYK
21100721	Teknologiakeskus Snowpolis (SNO)	554,3	Sotkamon kunta
21100760	Teknologiankatu 7, Kokkola	131,8	Kiinteistö Oy Kokkolan Innogate
21100069	T-rakennus (T)	3 382	SYK
21100030	Tutkimushalli (KO7), Konnevesi	1 193,9	SYK
21100024	Tutkimusrakennus (KO1), Konnevesi	581,2	SYK
21100072	Urheiluhalli 2 (U2)	1 270,4	SYK
21100661	Vaasan yksikkö (VAA)	83,2	Vaasan yliopisto
21100601	Vapaudenkatu 35a 15	38,8	Jyvässeudun Kiinteistöpaletti Oy (isännöitsijä)
21100602	Vapaudenkatu 35a 20	39,7	Jyvässeudun Kiinteistöpaletti Oy (isännöitsijä)
21100027	Verstas (KO4), Konnevesi	55,	SYK
21100017	Vesilinna (VES)	824,9	Jyväskylän kaupunki (tilapalvelut)
21100640	Viveca (VIV)	2 720,1	VivInvest Ky
21100200	Vuoriluolat	4 770,2	ALV-yhtymä Inhill Oy ja ALV-yhtymä Polas E, Seppänen J ja Taskinen M.
21100022	Yliopistokeskus (KYC), Kokkola	4 494,2	Kiinteistö Oy Kokkolan Kampus
21100581	Yliopistokeskus laboratorio- ja tutkimus- tilat, Kokkola	154,4	Centria-ammattikorkeakoulu Oy
21100013	Yliopistopaino (CYG)	789,5	Järvi-Suomen Asunnot Oy
Yhteensä		152 410,8	

Liite 2 - Hankintojen ilmastohaitat kirjanpitotileittäin

Jyväskylän yliopiston kategorisoitujen hankintojen hiilijalanjälki (t CO₂e) ja päästökerroin (t CO₂e/1000 €) kirjanpidon tileittäin vuonna 2019. Luvut laskettu EXIOBASE-tietokannan avulla (ks. Stadler ym., 2018).

Tilinumero	Tilin nimi	Hiilijalanjälki (t CO ₂ e)	Päästökerroin (t CO ₂ e / 1 000 €)
434800	AsiantutkimPalvelut	415,08	0,13
430800	IT-laitteet	314,65	0,17
436600	PäivärahatAteriakorv	237,27	0,18
430900	Laboratoriolaitteet	231,37	0,19
433700	Ravitsemispalvelut	182,87	0,18
431400	Laboratoriokemikaali	178,15	0,27
431350	Laboratoriotarvikkeet	101,73	0,19
973201	Sisäinen veloitus	98,75	0,31
974210	Telepalvelut	96,80	0,13
436800	Km-korvaukset	89,18	0,35
433800	Oppilasruokailu	72,43	0,18
432600	MuutAineetTavarat	70,56	0,29
943208	Kopioveloitus hl1	63,03	0,33
434300	IT-asiantuntijapalvelut	62,15	0,11
431050	Kalusteet	60,22	0,48
431600	AV-tarvikkeet	55,50	0,18
943209	Kopioveloitus hl2	40,58	0,33
439800	KoulupalvelutHlö	40,24	0,17
434750	MuutKoulutuspalvelut	35,01	0,17
430400	PolttoVoiteluaineet	33,97	1,45
440100	HlökunnanVirkistys	26,17	0,97
430600	Tilojen varusteet	25,70	0,29
436100	Asuntojen vuokrat	25,27	0,18
438400	Painetut kurssikirjat	22,92	0,13
431710	Paperiostot	22,04	0,35
434200	MuutRakKpPalvelut	21,32	0,24
431800	OpetMat ja koulutarv	20,07	0,29
432200	ElintarvikkeetJuomat	16,78	0,13
433000	Painatuspalvelut	15,81	0,13
441900	IT-tietoliikennekulu	15,30	0,13
434400	IT-sovelluspalvelut	14,73	0,11
431500	IT-tarvikkeet	12,80	0,18
431100	MuutPienhankinnat	12,66	0,31
438600	Muut painetut kirjat	11,99	0,13
430700	MuutTeknisetTarvikkeet	9,86	0,38
438200	PainetutJulkaisut	7,55	0,13
434000	Kuljetus ja muutto	7,42	0,18
441501	Markkinointi ja mainoskulu	5,58	0,26
435200	Pankkipalvelut	5,53	0,17
436400	Kopiokonevuokrat	4,79	0,21
442000	Postimaksut	3,71	0,13
435800	Tilavuokrat	3,05	0,18

Tilinumero	Tilin nimi	Hiilijalanjälki (t CO ₂ e)	Päästökerroin (t CO ₂ e / 1 000 €)
434600	Muut IT-ylläpitopalv	2,52	0,11
431700	Toimistotarvikkeet	1,99	0,20
440700	Työterveyshuolto	1,37	0,13
430500	Rakennusmateriaalit	0,53	0,23
431000	Matkapuhelimet	0,38	0,21
441600	Kiinteät puhelinkulu	0,34	0,13
432500	Lahjat	0,27	0,15
441700	Matkapuhelinkulut	0,20	0,13
435500	VideoneuvPalvelut	0,20	0,11
436300	IT-laitevuokrat	0,07	0,21
436500	Muut vuokrat	0,05	0,19
432450	Muut painotuotteet	0,03	0,13
433900	Terveyspalvelut ei h	0,03	0,13
440300	Muut henkilöstökulut	0,00	0,12
436200	Kalustevuokrat	0,00	0,21
442800	Muut kulut	0,00	0,15
440700	TyöterveyshuoltoPal	0,00	0,13
435600	Muut palvelut	0,00	0,13
	Yhteensä	2808,46	0,23 (keskiarvo)

Liite 3 - Hankintojen luontohaitat kirjanpilotileittäin

Jyväskylän yliopiston kategorisoitujen hankintojen luontohaitat (PDF) ja haittakerroin (PDF/€) kirjanpidon tileittäin vuonna 2019. Luvut laskettu EXIOBASE-tietokannan (Stadler ym., 2018) ja Chaudharyn ym. (2018) tutkimuksen avulla.

Tilinumero	Tilin nimi	Luontohaitta (PDF)	Haittakerroin (PDF / €)
434800	AsiantutkimPalvelut	1,68E-06	5,29E-13
430800	IT-laitteet	1,20E-06	6,69E-13
436600	PäivärahatAteriakorv	1,31E-06	9,95E-13
430900	Laboratoriolaitteet	8,35E-07	6,85E-13
433700	Ravitsemispalvelut	1,22E-06	1,20E-12
431400	Laboratoriokemikaali	6,42E-06	9,62E-12
431350	Laboratoriotarvikkeet	3,68E-07	6,91E-13
973201	Sisäinen veloitus	3,53E-07	1,10E-12
974210	Telepalvelut	1,78E-07	2,42E-13
436800	Km-korvaukset	Ei määritely	Ei määritely
433800	Oppilasruokailu	4,00E-07	9,95E-13
432600	MuutAineetTavarat	5,06E-07	2,10E-12
943208	Kopioveloitus hl1	9,41E-08	4,94E-13
434300	IT-asiantuntijapalvelut	2,77E-06	4,95E-12
431050	Kalusteet	4,32E-07	3,43E-12
431600	AV-tarvikkeet	2,11E-07	6,70E-13
943209	Kopioveloitus hl2	6,11E-08	4,97E-13
439800	KoulupalvelutHlö	7,23E-08	3,05E-13
434750	MuutKoulutuspalvelut	6,30E-08	3,05E-13
430400	PolttoVoiteluaineet	9,86E-10	4,20E-14
440100	HlökunnanVirkistys	1,12E-08	4,17E-13
430600	Tilojen varusteet	2,64E-07	2,96E-12
436100	Asuntojen vuokrat	1,39E-07	9,95E-13
438400	Painetut kurssikirjat	6,42E-08	3,59E-13
431710	Paperiostot	3,17E-08	5,00E-13
434200	MuutRakKpPalvelut	2,72E-07	3,00E-12
431800	OpetMat ja koulutarv	1,57E-07	2,29E-12
432200	ElintarvikkeetJuomat	2,95E-07	2,37E-12
433000	Painatuspalvelut	4,43E-08	3,59E-13
441900	IT-tietoliikennekulu	2,88E-08	2,48E-13
434400	IT-sovelluspalvelut	6,56E-07	4,95E-12
431500	IT-tarvikkeet	5,68E-08	7,93E-13
431100	MuutPienhankinnat	5,28E-08	1,29E-12
438600	Muut painetut kirjat	3,36E-08	3,59E-13
430700	MuutTeknisetTarvikkeet	2,86E-07	5,47E-12
438200	PainetutJulkaisut	2,12E-08	3,59E-13
434000	Kuljetus ja muutto	7,62E-09	1,84E-13
441501	Markkinointi ja mainoskulu	2,99E-08	1,42E-12
435200	Pankkipalvelut	1,41E-07	4,40E-12
436400	Kopiokonevuokrat	9,63E-09	4,16E-13
442000	Postimaksut	7,00E-09	2,48E-13
435800	Tilavuokrat	1,68E-08	9,95E-13

Tilinumero	Tilin nimi	Luontohaitta (PDF)	Haittakerroin (PDF / €)
434600	Muut IT-ylläpitopalv	1,12E-07	4,95E-12
431700	Toimistotarvikkeet	6,83E-09	6,94E-13
440700	Työterveyshuolto	2,10E-07	1,94E-11
430500	Rakennusmateriaalit	5,55E-09	2,42E-12
431000	Matkapuhelimet	3,92E-09	2,20E-12
441600	Kiinteät puhelinluku	6,37E-10	2,48E-13
432500	Lahjat	2,23E-09	1,20E-12
441700	Matkapuhelinlulut	3,84E-10	2,48E-13
435500	VideoneuvPalvelut	9,07E-09	4,95E-12
436300	IT-laitevuokrat	1,34E-10	4,16E-13
436500	Muut vuokrat	1,79E-10	6,46E-13
432450	Muut painotuotteet	9,11E-11	3,59E-13
433900	Terveyspalvelut ei h	4,65E-09	1,94E-11
440300	Muut henkilöstökulut	1,44E-11	6,36E-13
436200	Kalustevuokrat	3,79E-12	4,16E-13
442800	Muut kulut	1,42E-11	2,41E-12
440700	TyöterveyshuoltoPal	8,03E-11	1,94E-11
435600	Muut palvelut	1,03E-12	3,59E-13
	Yhteensä	2,12E-05	2,45E-12 (keskiarvo)

WISDOM LETTERS

Kohti planetaarista hyvinvointia –
tutkimusperustaista tukea päätöksentekoon

Wisdom Letters on avoin poikkitieteellinen julkaisu, joka tuottaa korkeatasoiseen tieteelliseen tutkimukseen perustuvia, vertaisarvioituja suosituksia ja raportteja julkisen päätöksenteon ja kansalaisten sivistyksen tueksi erityisesti kestävään kehitykseen, luonnonvarojen käyttöön, ei-inhimilliseen luontoon, planetaariseen hyvinvointiin, kiertotalouteen, ympäristöongelmiin ja resurssiviisauteen liittyvissä kysymyksissä.

JYU.WISDOM