



~~CO2~~ ~~CO2~~ ~~CO2~~ ~~CO2~~ ~~CO2~~ ~~CO2~~  
~~CO2~~ ~~CO2~~ ~~CO2~~ ~~CO2~~ ~~CO2~~ ~~CO2~~  
~~CO2~~ ~~CO2~~ ~~CO2~~ ~~CO2~~ ~~CO2~~ ~~CO2~~  
~~CO2~~ KANNAKSEN ~~CO2~~ ~~CO2~~

~~CO2~~ ~~CO2~~ ~~CO2~~ ~~CO2~~ ~~CO2~~ ~~CO2~~  
LUKION ~~CO2~~ ~~CO2~~ ~~CO2~~ ~~CO2~~ ~~CO2~~

~~CO2~~ ~~CO2~~ ~~CO2~~ ~~CO2~~ ~~CO2~~ ~~CO2~~  
~~CO2~~ HIILJALANJÄLJEN ~~CO2~~ ~~CO2~~

~~CO2~~ ~~CO2~~ ~~CO2~~ ~~CO2~~ ~~CO2~~ ~~CO2~~  
~~CO2~~ ~~CO2~~ KARTOITUS ~~CO2~~ ~~CO2~~

~~CO2~~ ~~CO2~~ ~~CO2~~ ~~CO2~~ ~~CO2~~ ~~CO2~~  
~~CO2~~ ~~CO2~~ ~~CO2~~ ~~CO2~~ ~~CO2~~ ~~CO2~~

~~CO2~~ ~~CO2~~ ~~CO2~~ ~~CO2~~ ~~CO2~~ ~~CO2~~  
~~CO2~~ ~~CO2~~ ~~CO2~~ ~~CO2~~ ~~CO2~~ ~~CO2~~

~~CO2~~ ~~CO2~~ ~~CO2~~ ~~CO2~~ ~~CO2~~ ~~CO2~~  
~~CO2~~ ~~CO2~~ ~~CO2~~ ~~CO2~~ ~~CO2~~ ~~CO2~~

~~CO2~~ ~~CO2~~ ~~CO2~~ ~~CO2~~ ~~CO2~~ ~~CO2~~  
~~CO2~~ ~~CO2~~ ~~CO2~~ ~~CO2~~ ~~CO2~~ ~~CO2~~

~~CO2~~ ~~CO2~~ ~~CO2~~ ~~CO2~~ ~~CO2~~ ~~CO2~~  
~~CO2~~ ~~CO2~~ ~~CO2~~ ~~CO2~~ ~~CO2~~ ~~CO2~~



# 1. Johdanto

**L**ahti nimitettiin vuoden 2021 Euroopan ympäristöpääkaupungiksi. Lahdessa onkin käynnistetty monia ympäristöprojekteja ja kaupunki on asettanut tavoitteeksi olla hiilineutraali vuoteen 2025 mennessä. Kannaksen lukio pääsi mukaan Lahti Green hankkeeseen, jonka puitteissa toteutettiin lukion hiilijalanjäljen laskenta yhteistyössä LUT-yliopiston kanssa.

Projektin päätavoite oli laskea Kannaksen lukion hiilijalanjälki ja kartoittaa tärkeimpiä päästölähteitä sekä pohtia toimenpiteitä päästöjen vähentämiseksi. Projektia johti LUT-yliopiston apulaisprofessori Ville Uusitalo, tutkija Vilma Halosen avustamana. LUT:n ja Helsingin Yliopiston opiskelijat tuottivat loppuraportin, johon sisältyivät eri toimintojen lasketut hiilijalanjäljet. Raportti tehtiin osana LUT:n ja HY:n yhteistä kurssia "Sustainability Challenge Project Work". Projektissa oli mukana Kannaksen lukion opiskelijoita ja opettajia. LUT toteutti englanninkielisen raportin ja luovutti sen Kannaksen lukiolle toukokuussa 2021. Kannaksen lukion hiiliprojektin osallistujat tekivät yhteistyönä loppuraportista tiivistetyn käännöksen, jossa ilmenee saadut tulokset ja niiden pohjalta esitetyt toimeenpanoehdotukset.

Yhteistyötä tehtiin pitämällä säännöllisesti palaveria ja työstämällä aineistoja. Työtehtävät jaettiin niin, että Kannaksen lukion opettajat ja osin opiskelijat vastasivat laskentaan vaadittavien aineistojen keräämisestä. Opiskelijat toteuttivat mm. koulu- ja työmatka liikkumista kartoittavan kyselyn. Projektin liittyi myös oman verkkosivuston ylläpito sekä muu tiedotustoiminta. LUT:n opiskelijat puolestaan suorittivat hiilijalanjäljen laskennan kerättyjen tietojen perustella. LUT toteutti projektin kokousjärjestelyt ja kokonaishallinnan.

Ennakoanalyysin avulla määritettiin tutkimuksen keskeiset osa-alueet ja niiden sisällöt. Tarkasteltaviksi osa-alueiksi valittiin energia, liikkuminen, hankinnat, ruoka, jäte ja vesi. Käytettävät tiedot kerättiin lukuvuodelta 2019-2020. Käytettyjä päästökertoimia on otettu eri lähteistä. Laskennassa jouduttiin tekemään jonkin verran yksinkertaistuksia kuten aina hiilijalanjälkeä arvioitaessa.

Projekti oli tietävästi ensimmäinen, jossa suomalainen lukio laskee oman hiilijalanjälkensä. Se voikin toimia lähtökohtana vastaaville projekteille ja olla keskustelun avaajana lukioiden sekä muiden oppilaitosten hiilijalanjälkeä arvioitaessa.

Tietoisuus ilmastonmuutokseen vaikuttavista tekijöistä on lisääntynyt ja niihin on kehitetty uusia ratkaisumahdollisuuksia. Yhteisenä tavoitteena on sekä paikallisesti että globaalisti vähentää kasvihuonekaasupäästöjä, lisätä hiilinieluja sekä tavoitella hiilineutraalia yhteiskuntaa ja maailmaa. Ihmisen toiminnan hiilidioksidin (CO<sub>2</sub>) tuotto ei saa ylittää ympäristön hiilen sitomiskykyä.

## Työryhmä:

### LUT yliopisto:

Apulaisprofessori Ville Uusitalo

Nuorempi tutkija Vilma Halonen

Leire Borge (Helsingin yliopisto), Katariina Buure, Outi Laakkonen,

Ilina Lappalainen, Ilkka Raty ja Mette Skytta

### Kannaksen lukio:

Kaija Kostiainen

Taina Laakkonen

Tarja Rousku

Amin Beski, Polina Gavriljuk, Laura Karjalainen, Sanni Mikkeli, Siiri Nilsson,

Anette-Liisa Piirsalu, Julia Salminen ja Josefina Sipponen

**Taitto:** Taina Laakkonen

**Kuvat ja graafit:** LUT University

**Lisätietoja:** Ville Uusitalo, ville.uusitalo@lut.fi, kaija.kostiainen@edu.lahti.fi

Lahti 2021

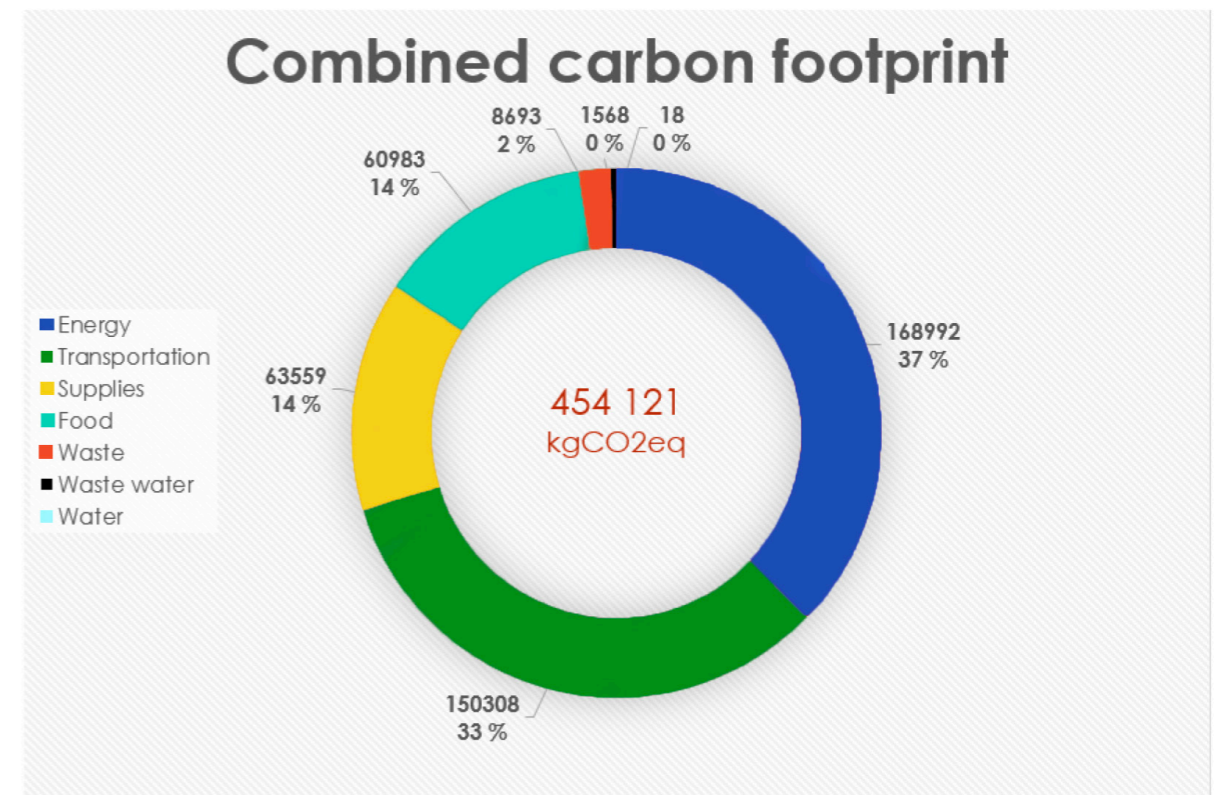




## 2. Kokonaishiilijalanjälki

Kannaksen lukion kokonaishiilijalanjälki antaa kuvan Kannaksen lukion hiililähteiden eri osa-alueiden määristä.

Kannaksen lukion kokonaishiilijalanjälki oli vuodessa 461 tCO<sub>2</sub>-ekv (Kuva 1).



Kuva 1. Kokonaishiilijalanjälki ja eri osa-alueiden osuudet siitä.

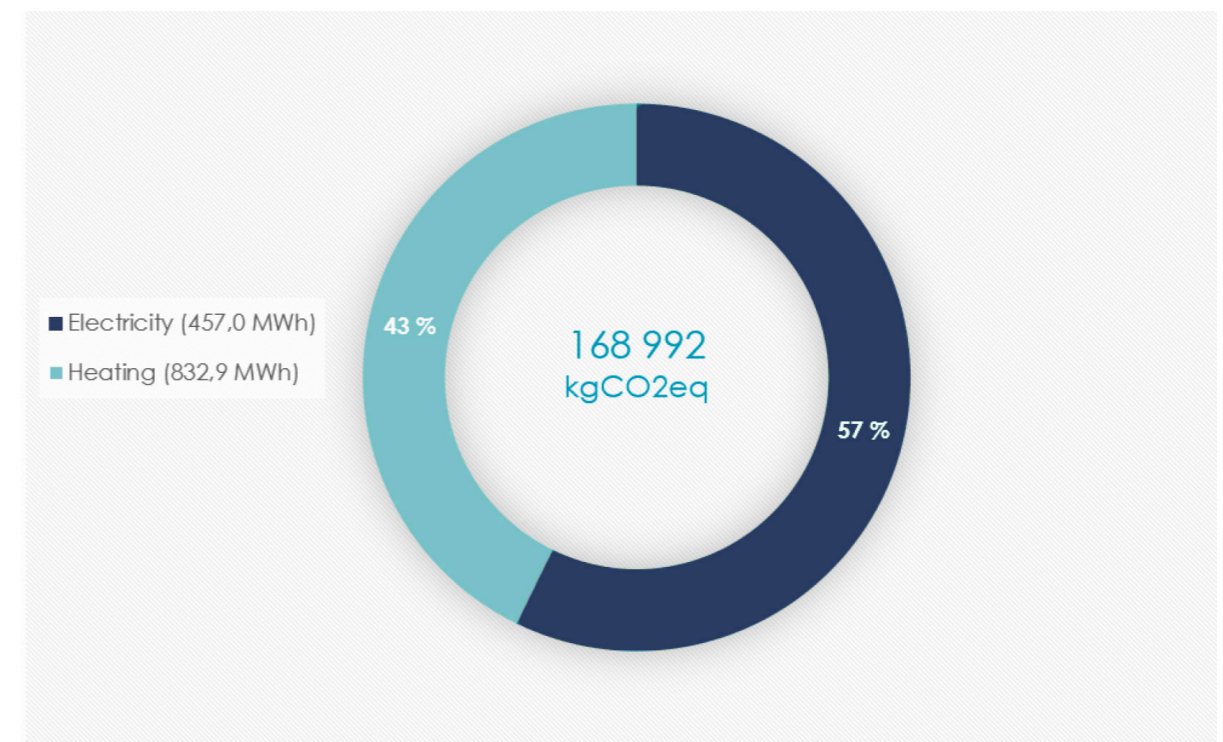
Merkittävin osuus 70 % hiilijalanjäljestä koostuu energiasta (37 %) ja liikenteestä (33 %). Seuraavaksi suurimmat kokonaisuudet muodostuvat erilaisista hankinnoista 14% ja elintarvikkeista 13%. Keskimäärin 3 % hiilijalanjäljestä syntyy jätteistä ja vedestä. Tulos vastaa 46:n suomalaisen vuotuista hiilijalanjälkeä



### 3. Energia

Energian hiilijalanjäljen laskennassa on huomioitu sähkön kulutus ja lämmitykseen käytetty energia.

Energian kokonaishiilijalanjälki oli 169tCO<sub>2</sub>-eq, koostuen sähköstä 57 % (97 tCO<sub>2</sub>-eq) ja lämmityksestä 43 % (72 tCO<sub>2</sub>-eq) (kuva 2).



Kuva 2. Energiakulutuksen hiilijalanjälki.

Energian kulutuksen hiilijalanjälki laskettiin käyttäen yleisesti sovellettuja päästökertoimia. Päästökertoimet saatiin Lahti Energialta, josta sähkö ja lämmitys ostettiin (sähkö tulee nykyisin Oomilta, mutta tarkasteluvuonna vielä Lahti Energialta). Päästökertoimia vuodelta 2020 ei ollut julkaistu 2021 kesäkuuhun mennessä, joten sähkön osalta käytettiin vuoden 2019 laskelmia. Lahti Energian mukaan lämmityspäästöt vuodelta 2020 ovat merkittävästi pienemmät kuin 2019 lämmöntuotannossa tehtyjen energiaräaaka-aine muutoksen vuoksi. Tärkeä tekijä oli kivihiilen käytön lopettaminen, myös koronavuoden etätyö vaikutti energiankulutukseen.

Koulurakennuksissa kylmäainekuormitukset ovat yleensä pieniä, joten kylmäaineiden päästöt jätettiin huomiotta. Jäähdytykseen käytetty energia sisällytettiin sähkön kulutukseen. Rakennuksen lämmitys ja lämmin vesi kuuluvat kaukolämpöön, joten suoraa CO<sub>2</sub>, CO tai NO<sub>x</sub> päästöjä ei synny paikan päällä.

Taulukko 1. Energiakulutuksen hiilijalanjälki.

Month	Electricity			Heating (district heating)		
	Consumption [kWh] (Rousku, 2021)	CO <sub>2</sub> -eq. [gCO <sub>2</sub> /kWh] (Lahti Energy 2020a)	CO <sub>2</sub> -eq. [kg]	Consumption [kWh] (Rousku, 2021)	CO <sub>2</sub> -eq. [gCO <sub>2</sub> /kWh] (Lahti Energy 2020b)	CO <sub>2</sub> -eq. [kg]
August 2019	43 157	211,6	9 132,9	11 180	135,9	1 519,1
September 2019	44 030	211,6	9 317,5	34 270	135,9	4 656,6
October 2019	49 265	211,6	10 425,5	84 460	135,9	11 476,4
November 2019	51 143	211,6	10 822,9	108 290	135,9	14 714,5
December 2019	51 592	211,6	10 917,9	118 520	135,9	16 104,5
January 2020	52 487	211,6	11 107,2	114 450	50,0	5 722,5
February 2020	46 364	211,6	9 811,5	111 860	50,0	5 593,0
March 2020	45 502	211,6	9 629,2	108 150	50,0	5 407,5
April 2020	36 859	211,6	7 800,1	90 280	50,0	4 514,0
May 2020	36 618	211,6	7 749,1	51 400	50,0	2 570,0
<b>TOTAL</b>	<b>457 017</b>	<b>-</b>	<b>96 714</b>	<b>832 860</b>	<b>-</b>	<b>72 278</b>
<b>Total 168 992 CO<sub>2</sub>-eq. [kg]</b>						

Suurin osa Kannaksen lukion hiilijalanjäljestä vuonna 2019-2020 muodostui energiankäytöstä. Tämä on linjassa sen kanssa, että Suomessa rakennukset ovat suurimpia energiankuluttajia. Rakennuksissa käytetään noin 40 % kulutettavasta kokonaisenergiasta ja ne aiheuttavat noin 30 % kasvihuonekaasupäästöistä. Uudet energiatehokkaat rakennukset tulevat leikkaamaan sekä energiankulutusta että päästöjä, mutta jo olemassa olevat rakennukset eivät ole yhtä energiatehokkaista, mikäli niitä ei uudisteta. Siksi on tärkeää tutkia näiden rakennuksien energiankulutusta. Suurimmat energiankuluttajat rakennuksissa ovat lämmitys, jäähdytys ja sähkö. Suurimmat energiankuluttajat rakennuksissa ovat lämmitys, jäähdytys ja sähkö.

Koulurakennuksissa eniten sähköä kuluttaa ilmanvaihto. Tässä tutkimuksessa energiasta 43 % kului kaukolämmön ja 57 % sähkön tuottamiseen. Tutkimuksen aikana Kannaksen lukion hiilijalanjälki väheni huomattavasti, kun koulun kiinteistön uusi omistaja Hemsö vaihtoi lämmön tuotannon päästöttömästi tuotettuun Vihreään kaukolämpöön (uusiutuvat energialähteet: 88,89 %, maalämpö: 11,11 %). Tämä vähensi Kannaksen lukion hiilidioksidipäästöjä noin 70 tCO<sub>2</sub> eli 15 % kokonaishiilijalanjäljestä. Tutkimuksen tuloksissa vähennys ei näy, koska tutkimus ajoittuu vuosille 2019-2020.

Uusiutuvilla energiamuodoilla tuotettu sähkö alentaa hiilijalanjälkeä, mutta jos ei huomioida muita energiankulutusta pienentäviä vaihtoehtoja saatu hyöty osittain hukataan. Rakennuksen uusiutuvan sähkön osuutta voisi parantaa hyödyntämällä sähkön tuotantoon aurinkopaneeleita. Lämmityksessä voisi harvita myös lämpöpumppujen käyttöä.



## Energiaa koskevat toimintaehdotukset

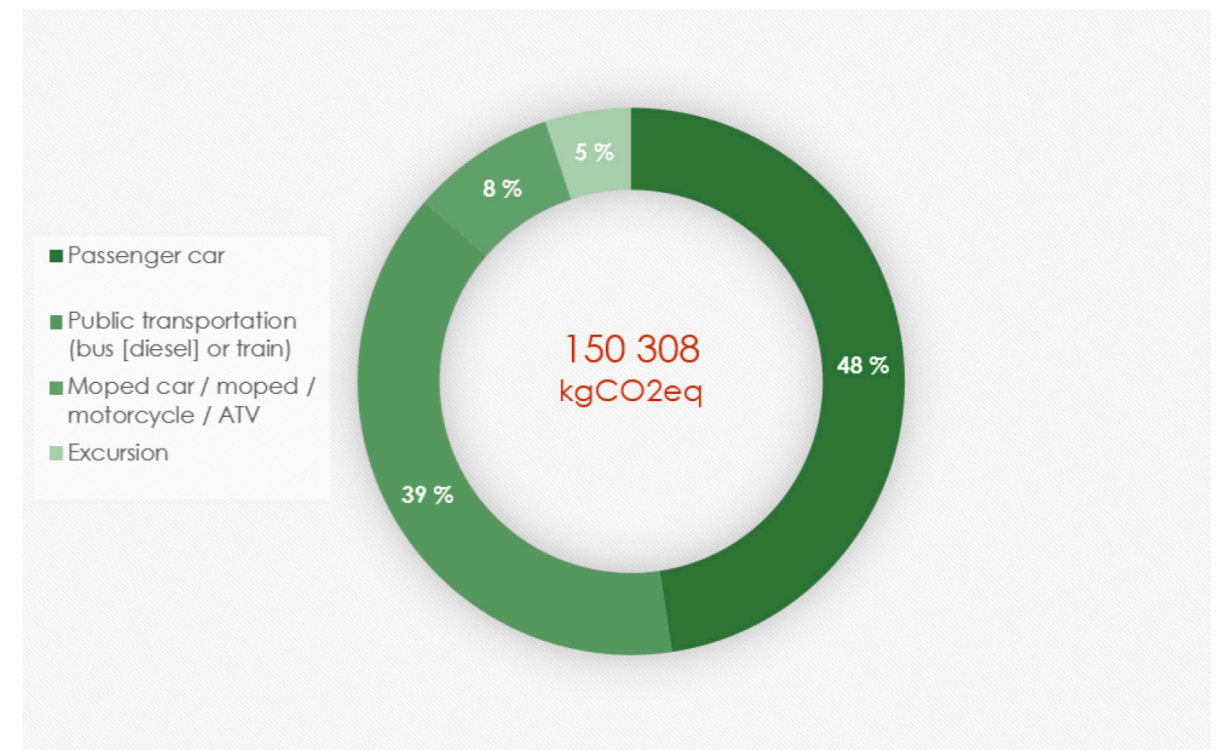
- Sähkösojimus yhtiön kanssa, joka tuottaa sähköä uusiutuvia energiantuotantomuotoja hyödyntäen. Näin lukion käyttämän energian ja samalla lukion kokonaishiilijalanjäljen määrä saadaan huomattavan pieneksi.
- Lämpöpumput (vähentävät sekä lämmitys- että jäähdytyskustannuksia sekä energian kulutusta)
- Aurinkopaneelit
- Energiatehokkuuden parantaminen ja energiankulutuksen pienentäminen



## 4. Liikkuminen

Liikkumiseen liittyvän hiilijalanjäljen laskennassa on huomioitu opiskelijoiden, opettajien ja koulun henkilökunnan päivittäinen liikkuminen sekä opintoryhmien koti- ja ulkomaanmatkat.

Kannaksen lukion liikkumisen hiilijalanjälki oli lukuvuoden aikana kokonaisuudessaan 150 tCO<sub>2</sub>-eq (kuva 3).



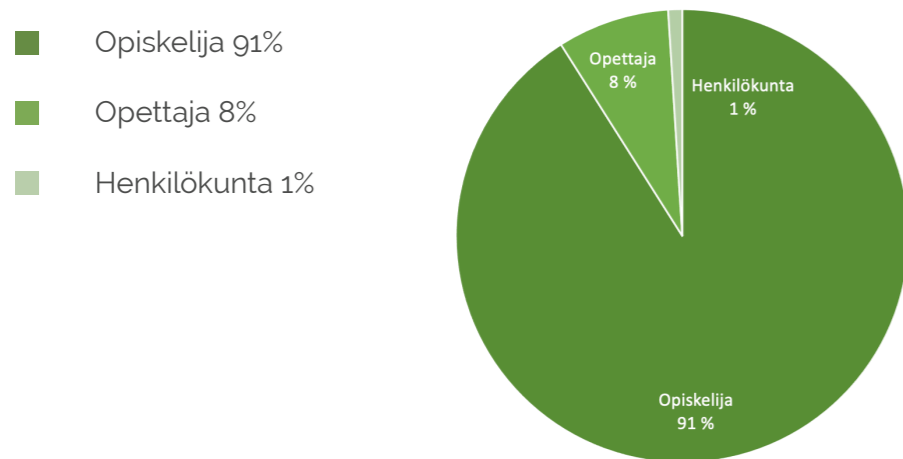
Kuva 3. Liikkumisesta muodostunut hiilijalanjälki.

Henkilöautojen käyttö tuotti liikkumisen päästöistä suurimman osan eli 48 % (65 tCO<sub>2</sub>-eq). Toiseksi merkittävin osuus syntyi julkisen liikenteen käytöstä. Oleellimmat tekijät olivat linja-autot ja junaliikenne. Kolmas osuus muodostui mopoliikenteestä, (mopoautot, mopot, moottoripyörät yms.), jotka aiheuttivat 8 % kokonaispäästöistä ja viimeinen 5 % koostui koulun retkistä.

### Kysely liikkumisesta

Liikkumisen hiilijalanjäljen laskenta toteutettiin tekemällä kysely Kannaksen lukion opiskelijoille ja henkilökunnalle. Kyselyyn vastasi 431 henkilöä, joista 392 oli opiskelijoita (91 % vastaajista), 36 oli opettajia (8 % vastaajista) ja loput 3 olivat muuta henkilökuntaa (1 % vastaajista).

Kyselyn perusteella voidaan tulkita, että suurin osa vastaajista kulki kouluun tai töihin linja-autolla. Toiseksi käytetyin liikkumistapa oli henkilöauto ja kolmanneksi kävely. Muut liikkumistavat ovat seuraavalla sivulla olevassa taulukossa (taulukko 2). Kyselyssä tiedusteltiin yhdensuuntaisen koulumatkan pituutta, joka kerrottiin kahdella (matka molempiin suuntiin).



Kuva 4. Liikkumiskyselyn vastaajat.

Taulukko 2. Liikkumiskyselyn vastaukset.

Total 168 992 CO <sub>2</sub> -eq. [kg]	students/ staff	staff %	% Average school and commute/direction
Bus	189	43,9	2014/189=10,7 km
Car	95	22	1154/95=12,2 km
Walking	90	20,9	173/90=1,9 km
Biking	22	5,1	47/22=2,2 km
Moped/scooter	10	2,3	69/10=6,9 km
Motorcycle	8	1,9	76/8= 9,5 km
Moped car	8	1,9	92/8= 11,5
Train	8	1,9	462/8= 57,8
ATV	1	0,2	8/1= 8

Kyselyyn vastattiin normaalitilanteen mukaisesti, joten laskelma ei huomioi vuoden 2020 korona epidemiaa. Normaalitilanteessa lukuvuodessa on 190 koulu- ja työpäivää. Kyselyssä tiedusteltiin kimpapakyydin käyttöä. Kysymyksen muotoilun vuoksi emme saaneet riittävän tarkkaa tulosta tutkimusta varten, joten päädyimme käyttämään keskimääräistä 1,3 matkustajaa yhdessä henkilö- tai mopoautossa.

Lopuksi laskelma skaalattiin vastaamaan koko koulun opiskelijoiden ja henkilökunnan määrää. Huomiointiin myös, että lukion viimeisen vuoden opiskelijoilla on vähemmän koulupäiviä, kuin muilla opiskelijoilla (taulukko 2). Kyselyn tuloksen vastaavuutta voidaan pitää suhteellisen hyvänä, vaikka kyselytutkimuksiin yleisesti sisältyy tiettyä epävarmuutta.

Taulukko 3. Hiilijalanjälkilaskelma kulkuneuvotyypeittäin.

Passenger car	Total [km]	CO <sub>2</sub> -eq. [kg/km] (Lipasto 2017)	CO <sub>2</sub> -eq. [kg]
Bensin	273448	0,159	*273448
Diesel	129504	0,141	*129504
Hybrid	28310	0,1	*28310
Electricity	2660	0	*2660
I don't know	4940	0,152	*4940
<b>Total 65 320 CO<sub>2</sub>-eq. [kg] and with rideshare (65320,176*1,3) With rideshare 50 246 CO<sub>2</sub>-eq. [kg]</b>			

Moped car	Total [km]	CO <sub>2</sub> -eq. [kg/km] (Lipasto 2017)	CO <sub>2</sub> -eq. [kg]
Diesel	35036	0,128	*35036
<b>Total 4485 CO<sub>2</sub>-eq. [kg] and with rideshare (4484,608*1,3) With rideshare 3 450 CO<sub>2</sub>-eq. [kg]</b>			

Transportation	Total [km]	CO <sub>2</sub> -eq. [kg/km] (Lipasto 2017)	CO <sub>2</sub> -eq. [kg]
Bus (diesel)	765 396	0,053	*765 396
Moped/ Scooter (bensin)	26258	0,0068	*26258
Train	175560	0,0019	*175560
Motorcycle (bensin)	28804	0,112	*28804
ATV	3040	0,182	*3040
<b>Total 46 465 CO<sub>2</sub>-eq. [kg]</b>			

Total emissions according to survey
<b>100 280 CO<sub>2</sub>-eq. [kg] 100 tons of CO<sub>2</sub>-eq</b>

Kannaksen lukion retkien ja ulkomaanmatkojen aiheuttamat päästöt lukuvuonna 2019-2020 määriteltiin euromäärien perusteella (taulukko 4). Tarvittavat tiedot saatiin hankinta-aineistosta ja avaintekijät SYKE:n taulukosta (Nissinen & Savolainen 2019).

Taulukko 4. Retkien ja ulkomaanmatkojen hiilijalanjälki.

Excursion made by	Total [€]	CO <sub>2</sub> -eq. [kg/€] (Syke 2019)		CO <sub>2</sub> -eq. [kg]
Taxi	538	0,2	*538	107,6
Bus	541	0,7	*541	379,1
Train	676	0,6	*676	405,6
Flight	6110	1,1	*6110	6 722,0
<b>Total 7 614 CO<sub>2</sub>-eq. [kg]</b>				

Koulussa oli tutkimusajankohtana 815 opiskelijaa, 66 opettajaa ja 8 muuta henkilökuntaa, joten normaalisti koulurakennuksessa oli päivittäin 889 ihmistä. Kannaksen lukiossa oli viimeisen vuoden opiskelijoita 271 (31 % koko koulusta), joilla oli noin 133 koulupäivää lukuvuoden aikana. Tämä on huomioitu seuraavissa laskelmissa.

Passenger car:  $(50\ 246,29\ \text{kgCO}_2\text{-eq} \cdot 889/431) - ((50\ 246,29\ \text{kgCO}_2\text{-eq} \cdot 889/431) \cdot 0,31) +$   
 Bus:  $(40\ 565,99\ \text{kgCO}_2\text{-eq} \cdot 889/431) - ((40\ 565,99\ \text{kgCO}_2\text{-eq} \cdot 889/431) \cdot 0,31) +$   
 Moped/Scooter:  $(1\ 785,54\ \text{kgCO}_2\text{-eq} \cdot 889/431) - ((1\ 785,54\ \text{kgCO}_2\text{-eq} \cdot 889/431) \cdot 0,31) +$   
 Motorcycle:  $(3\ 326,05\ \text{kgCO}_2\text{-eq} \cdot 889/431) - ((3\ 326,05\ \text{kgCO}_2\text{-eq} \cdot 889/431) \cdot 0,31) +$   
 Moped car:  $(3\ 449,70\ \text{kgCO}_2\text{-eq} \cdot 889/431) - ((3\ 449,70\ \text{kgCO}_2\text{-eq} \cdot 889/431) \cdot 0,31) +$   
 Train:  $(333,564\ \text{kgCO}_2\text{-eq} \cdot 889/431) - ((333,564\ \text{kgCO}_2\text{-eq} \cdot 889/431) \cdot 0,31) +$   
 ATV:  $(553,28\ \text{kgCO}_2\text{-eq} \cdot 889/431) - ((553,28\ \text{kgCO}_2\text{-eq} \cdot 889/431) \cdot 0,31) +$   
 =142 693 kgCO<sub>2</sub>-e

The total carbon footprint of transport of Kannas high school during a school is  
 =  $(142\ 693,129 + 7614,3)\ \text{kgCO}_2\text{eq} = 150\ 307\ \text{kgCO}_2\text{eq} = 150\ \text{tons CO}_2\text{eq}$

Liikkumisen osalta suurin hiilidioksidilähde oli henkilöauton käyttö, joka tuotti 48 % päästöistä. Suomen liikenteen hiilidioksidipäästöistä henkilöautojen osuus on noin 50 % (Uusitalo 2021), joten Kannaksen lukion liikkumisen päästöt olivat tältä osin hieman keskiarvon alapuolella. Henkilöautoilun osuus maailmanlaajuisista liikkumisen päästöistä on noin puolet. Suomessa puolet 1-3 km matkoista kuljetaan autolla (Uusitalo 2021), joten liikkuminen on osio, jossa hiilidioksidipäästöjä voidaan helposti vähentää.

Kokonaispäästöjen vähentämiseksi Kannaksen lukion henkilökunnan ja opiskelijoiden tulisi rajoittaa henkilöautoliikennettä ja lisätä kävelyä sekä pyöräilyä tai siirtyä julkisen liikenteen käyttöön. Kyselyn perusteella keskimääräinen matka, johon käytettiin henkilöautoa oli 12,2 km, joten julkisen liikenteen hyödyntäminen olisi realistinen vaihtoehto. Syitä yksityisauton käyttöön mainittiin helppous ja pitkät matkat. Ekologiset syyt eivät nousseet merkittäväksi perusteeksi liikkumisvälineen valinnassa.



## Toimintaehdotukset

- Sähköautojen latauspisteitä koululle ja aurinkokennolaseilla toimiva sähköpyörä/-potkulautakatos
- Mahdollistetaan sähköpotkulautojen ja kaupunkipyörien käyttö
- Kävely- ja pyörätieverkostojen toimiva yhdistäminen julkisiin liikenneyhteyksiin
- Julkisen joukkoliikenteen käyttöön taloudellinen houkutin, esim. CitiCAP -päästökaupamallin tarjoaminen koulujen käyttöön
- Bussiliikenteeseen käyttöön lisää sähköbussseja.
- Toimiva joukkoliikenne Kampukselle (huomioiden kampusta käytävien aikataulut)
- Ulkomaanlentojen kompensointi lentoyhtiöille

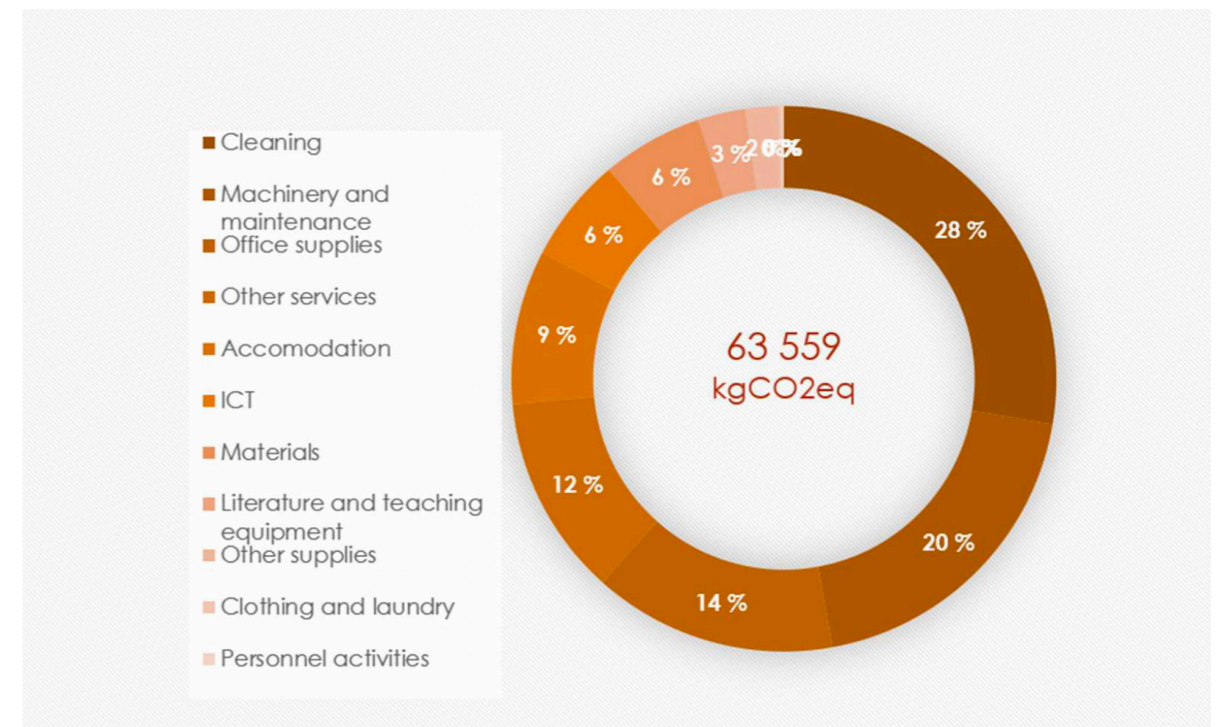




## 5. Hankinnat

Hankintoihin liittyvän hiilijalanjäljen laskennassa on huomioitu Kannaksen lukion menot yhden vuoden ajalta. Matkustamiseen liittyvät menot on siirretty laskennassa liikkumisen osioon.

Hankintojen kokonaishiilijalanjälki oli 64 tCO<sub>2</sub>eq. Tästä siivouksen osuus on 28 % sekä huolto ja kunnossapito 20 % (kuva 5).



Kuva 5. Hankinnoista muodostunut hiilijalanjälki.

Analysoitava data kerättiin koko vuoden ajalta. Tiedot hankinnoista saatiin Provincialta. Hankinnat eivät pidä sisällään kaikkia tarvikkeita ja atk-välineitä, jotka opiskelijat hankkivat itsenäisesti koulun ulkopuolella. Suurin hankintaluokka oli koulutus ja kulttuuripalvelut (75 714 €), mutta sen tuottamat kasvihuonepäästöt eivät oletettavasti ole kovin merkittävät.

Laskenta toteutettiin siten, että tarkasteluun otettiin yhden vuoden kustannukset euroina. CO<sub>2</sub>-eq-kerrotoimien kg/€ avulla (SYKE, 2019). Nämä arvot muutettiin kasvihuonekaasupäästöjen määräksi (kg kasvihuonekaasuja). Menettelytapa näkyy taulukossa 5.

Taulukko 5. Hankintojen hiilijalanjälkilaskelma teemoittain

Concept	Total (€)	Co <sub>2</sub> -eq. (kg/€) (Syke 2019)	Co <sub>2</sub> -eq. (kg)		Co <sub>2</sub> -eq. (kg)
Office Supplies	91.0	0.1			9184.4
Cleaning	85124.9	0.2	Cleaning services	17025.0	17586.2
	1870.6	0.3	Cleaning supplies	561.2	
Clothing and Laundry	70.2	0.2	Laundry Services	14.0	115.8
	339.2	0.3	Clothing	101.7	
Machinery and Maintenance	15 008.5	0.7	Machinery and Maintenance	10 505.9	12 376.2
	4 675.7	0.4	Furniture	1 870.3	
Literature and Teaching Equipment	6 691.6	0.2	Literature	1 338.3	1 788.8
	2 252.3	0.2	Teaching equipment	450.5	
Materials	122.7	0.3	Building Materials	36.8	3 812.7
	5 394.1	0.7	Other materials	3 775.9	
Education and Cultural Services	75 714.5	0.1			7 571.4
Accommodation Services	16 591.7	0.35*			5807.1
Personnel Recreational Activities	447.6	0.2			89.5
Other Supplies	694.0	0.85	Groceries	589.9	1 249.1
	27.9	0.5	Single Use Supplies	13.9	
	525.6	0.2	Medication	105.1	
	2 192.4	0.1	Meeting Supplies	219.2	
	190.7	0.2	Other Supplies	38.1	
	1 413.5	0.2	Other Costs	282.7	
ICT	25 613.2	0.1	ICT Services	2 561.3	3 978.3
	1 860.4		Postal Services	372.1	
	80.8		Printing and Marketing	16.2	
	2 939.2		Rental Payments for IT	1 028.7	
<b>Total</b>	<b>63559 CO<sub>2</sub>-eq. [kg]</b>				

Tarvikkeet sisältävät koulun tekemiä ostoksia, mukaan lukien opiskelijoiden ja opettajien käyttöön tulevia tuotteita ja palveluja. Näihin kuuluvat mm. IT-laitteet, kirjat ja opetusmateriaalit, majoitus (opintomatkat), siivous- ja lääkintätarvikkeita.

Siivoustarvikkeiden muodostama suurehko osuus on ymmärrettävää, koska koulu siivotaan päivittäin ja käytetyillä puhdistusaineilla on ympäristövaikutuksia. Yllätyksellistä oli IT-laitteiden pieni vaikutus, vaikka laskennassa huomioitiin vuokratut IT-laitteet. Selittävä tekijänä voi olla, että laitteiden käyttämä sähkö on huomioitu energiaosiossa.



## Toimintaehdotukset

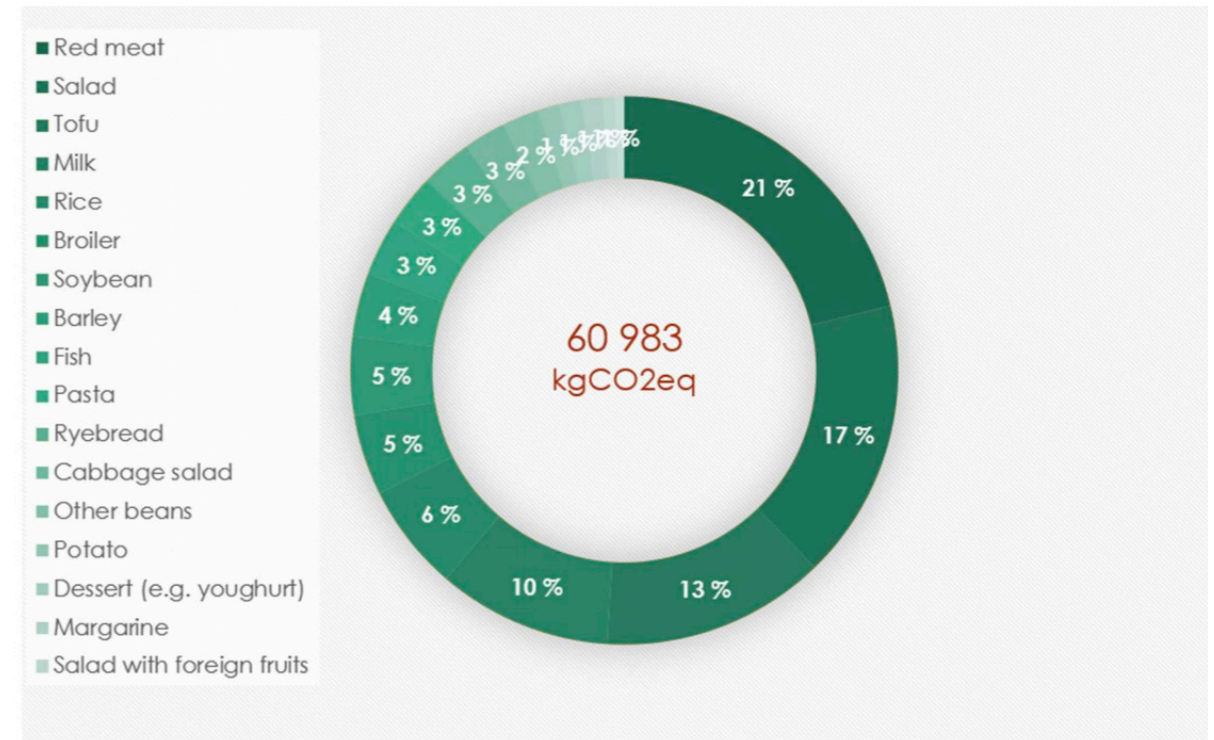
- Digitaalisten materiaalien suosiminen.
- Hankintojen määrä tulee kohoamaan huomattavasti maksuttoman toisen asteen koulutuksen myötä syksystä 2021 alkaen. Tästä syystä hankinnoissa tulisi kaupunkitasoisesti suosia vähähiilisiä kiertotalousratkaisuja ja arvioida hankintojen hiilijalanjälki jo hankintavaiheessa.
- Muun muassa Helsingin kaupungilla on meneillään hanke, jossa selvitetään ja ohjeistetaan vähähiilisten hankintojen toteuttamisessa. Hankkeessa pilotoidaan hiilijalanjäljelle kriteerejä ja laskentamenetelmiä esimerkiksi osana ICT-laitteiden oikeita kilpailutuksia. Lahdessa tarvittaisiin vastavanlainen kaupunkitasoinen ohjeistus kestäviin hankintoihin. Lisätietoja voisi tiedustella esimerkiksi Kestävien ja innovatiivisten hankintojen osaamiskeskus KEINO:sta, jossa kehitetään ohjeistusta julkisiin hankintoihin.
- Lahden kaupungin tulisi seurata hankintojen hiilijalanjälkeä. Näin Lahden kaupunki voisi myös saavuttaa merkittäviä päästövähennyksiä.
- Atk-laitteiden kulutukseen ja leasing-sopimukseen tulee kiinnittää huomiota
- Opintomatkoihin liittyvien pakollisten lentomatkojen kompensointi.



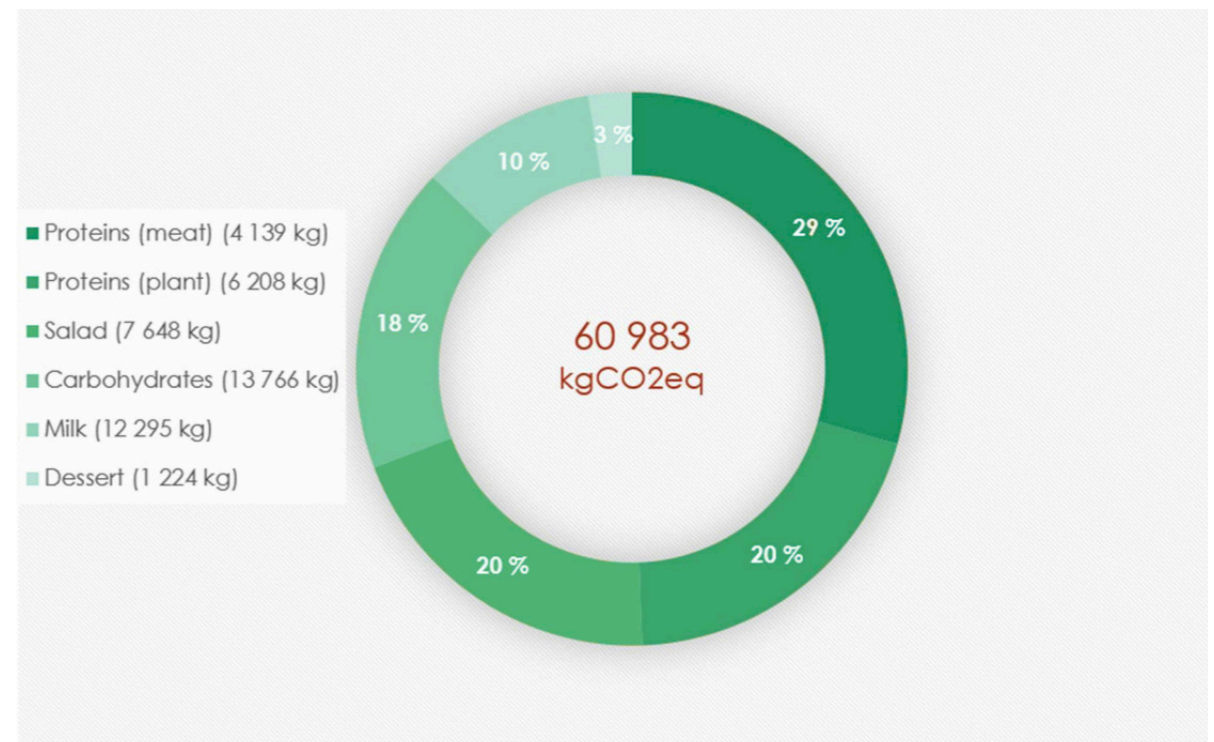
## 6. Ruoka

Ruokailuun liittyvän hiilijalanjäljen laskenta toteutettiin muodostamalla kouluruokailusta esimerkkiviikko ja laskemalla koko vuoden hiilijalanjälki esimerkkiviikon arvoja käyttämällä.

Ruokailun hiilijalanjälki oli lukuvuoden aikana 61 tCO<sub>2</sub>-eq. Punaisen lihan osuus on suurin, 21 %, ruuan hiilijalanjäljestä (13 tCO<sub>2</sub>-eq). Kuvissa 6 ja 7 näkyvät tarkasteltujen ruokien osuudet.



Kuva 6. Ruokailun kokonaishiilijalanjälki.



Kuva 7. Ruokailun päästöjen osuudet ravitsemuksellisen näkökulman mukaisesti.

Ruokailuun liittyvän hiilijalanjäljen laskenta toteutettiin muodostamalla kouluruokailusta esimerkkiviikko ja laskemalla koko vuoden hiilijalanjälki esimerkkiviikon arvoja käyttämällä. Ruoan hiilijalanjäljen tutkimus keskittyi raaka-aineiden hiilijalanjälkeen. Analyysi tehtiin selvittämällä mitä eri ruokalajeja Kannaksen lukiossa tarjottiin. Arvio lukuvuoden aikana kulutetun ruuan kokonaismäärästä saatiin kertomalla eri ruokalajien määrä koulupäivien määrällä.

Esimerkkiviikko muodostettiin tarkkailemalla kuuden viikon ruokalistakiertoa. Tämä ei edusta koko kouluvuotta tarkasti, sillä ruokalistoihin voi tulla muutoksia. Ruokamäärien tilaaminen vaihtelee vuodenajasta riippuen, koska opiskelijamäärä on syksyllä suurempi kuin keväällä (abiturientit ovat poissa helmikuusta lähtien). Lukuvuosi on jaettu viiteen jaksoon. Jaksossa on koeviikko, jolloin opiskelijat eivät osallistu päivittäin ruokailuun. Tällöin ruokaa tilataan vähemmän.

Ruokalaan tilataan syyslukukaudella n. 550 ja kevätlukukaudella n. 370 ruoka-annosta. Koeviikoilla ruokaa tilataan n. 225 annosta päivässä. Laskelmissa oletettiin, että päivittäisistä annoksista on 50 % kasvisruokaa ja 50 % liharuokaa. Poikkeuksena oli yksi kasvisruokapäivä viikossa.

Taulukko 6. Ruokailun hiilijalanjälki ruokalajeittain.

Food	Total [kg]	CO <sub>2</sub> -eq. [kg/kg food] (Wallén et al. 2004*; Martat 2013**; Sillman 2021***; Ilmasto-opas N.D. ****)	CO <sub>2</sub> -eq. [kg]
Red meat	2069,3	6,25	12 932,8
Broiler	1034,6	2,81	2 907,3
Fish	1034,6	2,01	2 079,6
Soybean	2069,3	1,36	2 814,2
Other beans	2069,3	0,64	1 324,3
Tofu	2069,3	3,9	8 070,1
Pasta	2294,3	0,81	1 858,3
Potato	4588,5	0,17	780,1
Rice	2294,3	1,68	3 854,3
Barley	2294,3	1	2 294,3
Ryebread	1835,4	1	1 835,4
Milk	15295,0	0,41	6 271,0
White bread	458,9	0,76	348,7
Margarine	764,8	1	764,8
Salad	3059,0	3,3	10 094,7
Cabbage salad	3059,0	0,5	1 529,5
Salad with foreign fruits	1529,5	0,29	443,6
Dessert (e.g. yoghurt)	458,9	1,7	780,1
<b>Total 60 983 CO<sub>2</sub>-eq. [kg]</b>			

Proteiinilähteiden (punainen liha, broileri, kala, soijapapu, tofu) määrä on jaettu siten, että puolet syö kasviperäistä ja puolet lihaperäistä proteiinia. Jokaiseen annokseen on laskettu kuuluvan sama lisuke (pasta, peruna, riisi, ohra). Esimerkiksi punaisen lihan tarjoilumäärä syksyllä laskettiin seuraavalla yhtälöllä:

$$\text{Syksyllä tarjoillun punaisen lihan määrä} = 2 \text{ kertaa /viikossa} \cdot 0,150 \text{ kg} \cdot 15 \text{ viikkoa} \cdot (550/2) \text{ tarjoilua} = 1012,5 \text{ kg punaista lihaa}$$

Ruokalajien kokonaismäärä on laskettu koko kouluvuoden ajalta, jolloin sille saatiin oikea päästökerroin (taulukko 6). Laskelmissa on epävarmuustekijöitä, koska osa päästökertoimista on suhteellisen vanhoista tutkimuksista ja ne saattavat olla liian suuria nykypäivään suhteutettuna. Tämän lisäksi eri ruoka-aineiden hiilijalanjäljet voivat vaihdella hyvinkin laajalla skaalalla, mikä aiheuttaa laskentaan epävarmuutta.

Ruoka on yksi kestävyuden merkittävimmistä haasteista. Kestävään ruokavalioon siirtyminen on globaalisti tärkeää. Kasviperäisen ruualla on yleensä vähemmän ympäristövaikutuksia kuin eläinperäisillä elintarvikkeilla (WWF 2021).

Punaisen lihan kulutuksen vähentäminen on keskeisessä roolissa, kun hiilijalanjälkeä pyritään pienentämään. Salaatin hiilijalanjälki nousi laskelmissa melko korkeaksi, koska oletuksena oli, että salaattia, tomaatteja ja kurkkuja kasvatetaan enimmäkseen kasvihuoneissa ja niiden hiilijalanjälkeen vaikuttavat kuljetukseen liittyvät hiilipäästöt. Käyttämällä suomalaisia tuotteita ja paikallisesti tuotettuja vihanneksia, salaatin hiilijalanjälki vähenee, mm. kaalisalaatin hiilijalanjälki on alhaisempi kuin tavallisen salaatin. On huomioitava, että salaatin osuus kokonaispäästöistä tuo epävarmuutta tutkimukseen, koska koulussa tarjottavan salaatin alkuperää ei voitu varmistaa ja todellisuudessa osa siitä on myös erilaisia raasteita. Kasvissyöjän proteiinilähteistä tofulla on korkein hiilijalanjälki, esimerkiksi tavallisten papujen suosiminen vähentäisi hiilijalanjälkeä.



## Toimintaehdotukset

- Punaisen lihan korvaaminen kanalla / kalalla
- Kalan kohdalla suositaan paikallisia tuotteita (Vesijärvi)
- Riisin korvaaminen esim. ohralla
- Salaatin raaka-aineena kotimaiset lähialueen kauden tuotteet
- Kasviperäisen proteiinin lisääminen ja lihaperäisen proteiinin vähentäminen
- Pestyjen kuorimattomien perunoiden käyttö, paloitetut vihannekset
- Bio- ja ruokahävikkilaskuri ruokalaan

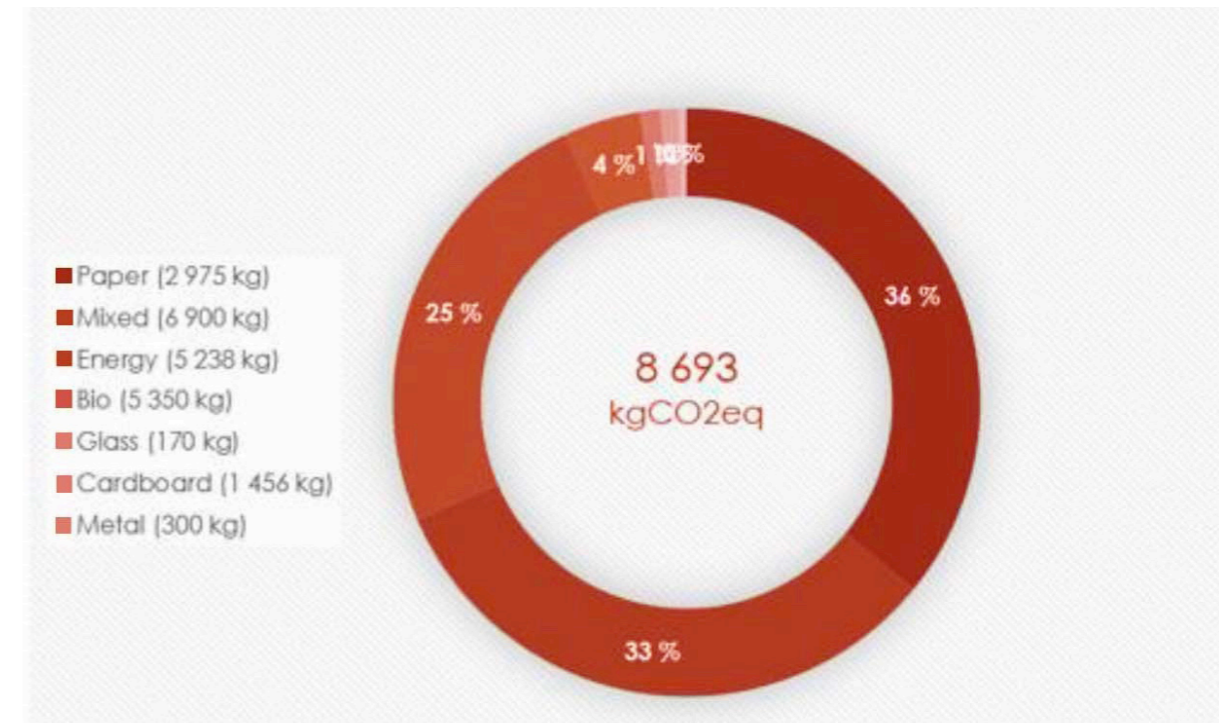


## 7. Vesi ja jätteet

Jätteisiin liittyvän hiilijalanjäljen laskenta toteutettiin vertaamalla jäteyhtiö Remeolta saatuja jätemääräarvioita Kannaksen lukion omiin havaintoihin jätekertymistä sekä Helsingin peruskouluissa tehtyihin jätemäärien mittauksiin (Väistö 2013).

Jätteisiin liittyvän hiilijalanjäljen laskenta toteutettiin vertaamalla jäteyhtiö Remeolta saatuja jätemääräarvioita Kannaksen lukion omiin havaintoihin jätekertymistä sekä Helsingin peruskouluissa tehtyihin jätemäärien mittauksiin (Väistö 2013).

Jätteiden kokonaishiilijalanjälki vuonna 2019 oli 9 tCO<sub>2</sub>-ekv. Kokonaishiilijalanjäljestä 94 % muodostuu paperi- (36 %), seka- (33 %) ja energiajätteestä (25 %). Loput 6 % hiilijäljestä koostuu bio-, lasi-, pahvi- ja metallijätteestä (kuva 8).



Kuva 8. Jätteiden kokonaishiilijalanjälki.

Jätteiden hiilijalanjäljen laskenta aloitettiin jäteyhtiö Remeon arvioimilla vuoden 2019 Kannaksen lukion jätekertymillä. Remeon jätemääräarvioita verrattiin omiin havaintoihin jätekertymistä sekä Helsingin peruskouluissa tehtyihin jätemäärien mittauksiin (Väistö 2013). Tämän perusteella päädyttiin arvioon, että Remeolta saaduissa luvuissa on huomattavaa yliarvioita erityisesti biojätteen, paperin ja lasin määrissä. Tästä syystä laskenta tehtiin paperin ja lasin määrä osalta Helsingin kokeilussa saatujen tietojen perusteella. Biojätteen hiilijalanjäljen laskennassa käytettiin suoraan Kannaksen lukion keittiön arviota todellisista biojättemääristä.

Laskennan lähteenä oli seuraavia vertailulukuja: paperijätteen määrä 3,5 kg/hlö/vuosi, lasi 0,2 kg/hlö/vuosi. Biojätteen määrä koostui lautasjätteestä 950 kg ja linjajätteestä 4400 kg, eli biojätteen kokonaisjättemäärä oli 5350 kg. Kokonaisjättemäärä vuonna 2019 oli 22389 kg, mikä merkitsee 8693 kg CO<sub>2</sub>-ekv. Mittavin osuus hiilijalanjäljestä syntyi paperijätteestä, 3123,8 kg CO<sub>2</sub>-ekv, sekajäte tuotti 2829,0 kg CO<sub>2</sub>-ekv. (taulukko 7). Päästökertoimet ovat WWF:n Green Officen ilmastolaskurista. Remeo Oy:n kierrätysasiantuntijan Hanna Larvion mukaan Remeo Oy käyttää kyseistä laskuria päästölaskennassaan.

Keskeinen huomio jätteiden hiilijalanjäljen laskennassa on tiedonkeruun järjestäminen. Tämän kaltaisessa projektissa mukana olevien tulisi seurata esimerkiksi kuukauden ajan jäteastioiden täyttöastetta ennen tyhjennystä ja kirjata tiedot ylös. Lisäksi olisi huomioitava erikseen poiskuljetettavien jätelajien ja vaarallisten jätteiden vuosimäärät. Tärkeää on yhteistyö mm. rehtorin, vahtimestarin sekä keittiö- ja siivoushenkilöstön kanssa.

Taulukko 7. Eri jätetyyppien hiilijalanjälki 2019.

Waste type	Weight [kg] (Remeo Oy 2019*, Vaisto 2014**, Kannas high school kitchen staff ***)		CO <sub>2</sub> -eq. [kg/kg] (W/WF Green Office 2021)	CO <sub>2</sub> -eq. [kg]
Mixed	6 900	*	0.410	2 829,0
Bio	5 350	***	0.069	369,2
Energy	5 238	*	0.410	2 147,6
Paper	2 975	**	1.050	3123,8
Cardboard	1 456	*	0.060	87,4
Glass	170	**	0.57	96,9
Metal	300	*	0.130	39,0
<b>Total 8 693 kgCO<sub>2</sub>-eq</b>				

Kannaksen lukion vedenkulutustiedot saatiin Lahti Aquan (2019) laskutusarvioista. Vesijohto- ja jäteveden päästökertoimet perustuvat Helsingin seudun ympäristöpalveluiden (2021) laskelmiin. Veden kokonaiskulutus vuonna 2019 oli 2249m<sup>3</sup>, joka tuotti 18,0 kg CO<sub>2</sub>-ekv. Jätevedelle arvioitiin sama kokonaiskulutus, mutta sen vaikutus hiilijalanjälkeen on huomattavasti vesijohtovettä suurempi käsittelyprosessin vuoksi.

Veden kulutuksen kokonaispäästöt olivat seuranta-aikana 1586 kg CO<sub>2</sub>-ekv, mukaan lukien vesijohtovesi noin 1 % (18 kg CO<sub>2</sub>-ekv) ja jätevesi 99 % (1568 kg CO<sub>2</sub>-ekv.)

Kulutettu vesi käsitellään aina jätevetenä. Jätevedenpuhdistus muodostaa huomattavan osuuden vedenkulutuksen hiilijalanjäljestä, esimerkiksi yksi kuutio vesijohtovettä aiheuttaa 8 g CO<sub>2</sub>-eq päästöjä kun vastaava määrä jätevettä tuottaa 87 kertaa enemmän eli noin 697 g CO<sub>2</sub>-eq päästöjä (taulukko 8).

Taulukko 8. Veden kulutus ja päästöt 2019.

Water type	Amount [m <sup>3</sup> ] (Lahti Aqua 2019)	CO <sub>2</sub> -eq. [kg/m <sup>3</sup> ]	CO <sub>2</sub> -eq. [kg]
Tap water use	2 249	0,008	18
Waste water	2 249	0,697	1 568
<b>Total 1 586 CO<sub>2</sub>-eq. [kg]</b>			

Kannaksen lukion hiilijalanjäljestä jätteiden ja veden osuus on suhteellisen pieni, alle 2 %, joten niihin kohdistuvien toimenpiteiden vaikutus ei ole kokonaispäästöjen näkökulmasta ratkaisevaa. Paperijätteen määrään tulee kiinnittää huomiota, koska sen osuus on edelleen 36 % kokonaispäästöistä. Tosin sähköiset materiaalit tulevat enenevässä määrin vähentämään paperijätteen tuottamaa hiilijalanjälkeä. Sekajätteen osuus oli noin 33 % ja energijätteen noin 25 %. Loput jätteet vastasivat noin 6% :ta kokonaispäästöistä. Sekajätteen osuus selittyy osittain vanhoista kertoimista, mutta on silti poikkeuksellisen suuri.

Suomessa jätteiden käsittely ja vedenkulutus ovat oleellisia tekijöitä, kun pyritään kehittämään kiertotaloutta ja säästämään luonnonvaroja. Nykyisin yhdyskuntajätteestä käytetään noin 56 % polttamalla saatavaan energiantuotantoon ja noin 43 % hyödynnetään kierrätysmateriaalina. Jätteiden päästöistä osa sisältyy jätesektorin ja osa energiantuotannon päästöihin. Energiantuotannon kokonaispäästöistä jätteiden osuus on kuitenkin marginaalinen. Suomen kaikista kasvinhuonekaasupäästöistä jätesektorin osuus on noin 3 %. Siihen kuuluu jätteiden kierrättäminen ja lajittelu mukaan luettuna yhdyskunta-, teollisuus-, rakennus- ja purkujäte sekä teollisuuden ja yhteisöjen lietteet (Bröckl 2021). Jätealan päästöjen osuus on vähentynyt huomattavasti, kun on panostettu kaatopaikkakaasujen talteenottoon, jätteiden kierrätykseen ja jättemateriaalin uudelleenkäyttöön sekä polttamiseen (SYKE 2020).



## Toimintaehdotukset

- Jätehuollon toimivuuden seuranta (tieto jätteiden tyhjennysrytmistä ja jäteyhtiön yhteystiedot) > Jäteastioiden järkevä astiamitoitus ja tyhjennysrytmi
- Jätehuollon hallintajärjestelmä koulukiinteistölle
- Eri jätelajeille nykyaikaiset ja monipuoliset kierrätysastiat koko koulun tiloihin ja selkeät lajitteluohjeet > henkilökunnan, opiskelijoiden ja siistijöiden perehdyttäminen kierrätykseen
- Pantillisten pullojen kierrätys
- Vaarallisten jätteiden kierrätys
- Älykkäät jäteastiat (esim. Lehtovuori Oy)
- Jätteen puristusjärjestelmä
- Aurinkopaneelilla / aurinkokennolaseilla toimiva jätekatos
- Biojätelaskuri koulun ruokalaan (seuranta julkisesti esillä) > pedagoginen näkökulma
- Veden virtaamaa vähentävän teknologian käyttö (suihkupäät, hanat, WC- istuimet, koneet)
- Etäseuranta-anturit, jotka informoivat veden kulutusta ( esim. Metec, seuranta julkisesti esille) >pedagoginen näkökulma
- Ensisijassa sähköinen materiaali käyttöön
- Kiertotalouteen panostaminen
- Kestävien, pestävien ja kierrätettävien tuotteiden hankinta

## 8. Lopuksi

Laskennan mukaan Kannaksen lukion hiilijalanjälki on 461 tCO<sub>2</sub> ekvivalenttia, kun laskennassa huomiointiin energia, liikkuminen, ruoka, jätteet, vesi ja hankinnat.

Laskennan tavoitteena oli löytää tehokkaita keinoja lukion hiilijalanjäljen pienentämiseksi. Tulosten mukaan energiavalinnat, liikkumistavat ja ruokavalinnat ovat tehokkaimpia keinoja vähentää kouluyhteisön hiilijalanjälkeä. Liikenne on merkittävin päästölähde myös Lahden kaupungissa, joten tulokset ovat yhtenevät. Ruokailuun liittyen punaisen lihan kulutus on eniten hiilijalanjälkeä nostava tekijä. Lisäksi ruokahävikkiin on kiinnitettävä huomiota, sillä ruoantuotanto kuluttaa paljon energiaa, vettä, maapinta-alaa ja muita resursseja.

Projektin yleisenä johtopäätöksenä on, että Kannaksen lukion hiilijalanjäljen vähentämiseen voidaan vaikuttaa monilla tässä tutkimuksessa esitetyillä toimintaehdotuksilla. Hiilijalanjäljen pienentäminen edellyttää opiskelijoiden ja henkilökunnan sitoutumista.

Kannaksen lukio (tuleva Lahden lukio Gaudia) haluaa ottaa aktiivisen roolin ilmastonmuutoksen torjunnassa ja oman hiilijalanjäljen minimoimisessa. Projektimme antaa oman panoksensa Lahden kaupungin tavoitteeseen kohti hiilineutraaliutta vuoteen 2025 mennessä. Koko Suomen on tarkoituksena olla hiilineutraali vuonna 2035 ja globaali tavoite on asetettu vuodelle 2050.

Hankeemme on herättänyt yleistä kiinnostusta ja myös muut lukiot ovat ilmaisseet mielenkiintoa hiilijalanjäljen selvittämiseen. Olennaista olisi tuottaa digitaalinen palvelu, jolla oppilaitosten olisi mahdollista itsenäisesti toteuttaa hiilijalanjäljen laskenta, sillä se auttaa löytämään kohteet, joiden hiilidioksidipäästöjen vähentämiseen kannattaa panostaa.

Projektimme tulokset antavat siten alustavan lähtökohdan uusille laskelmille. Tämä on erityisen toivottavaa, sillä kun tutkimuksia tulee lisää ja laskelmat kehittyvät, tulokset saavat enemmän tarkkuutta. Näin tullaan myös löytämään uusia käytännön ratkaisuja, jotka ovat toteutettavissa laajemminkin. Kaikkia toimia, niin pieniä kuin suuria, tarvitaan kestäväen elämäntavan rakentamiseen. Erityisen tärkeää tämä on koulusektorilla, jossa kasvatetaan tulevaisuuden tekijöitä.

# 9. Lähteet

Aromi. 2021. AROMI Ruokalista 29.3.2021-1.4.2021.

Bröckl, M., Kiuru H., Heads, S., Kämäräinen K., Patronen J., Luoma-aho K., Armila N., Sipilä E., Semkin N. 2021. Jätteenpolton kiertotalous- ja ilmastovaikutuksiin vaikuttaminen eri ohjaukeinoin. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 2021:8. 164s. ISSN PDF 978-952-383-093-6. [PDF-document]. [Accessed 19.4.2021]. From: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-383-093-6>

Helsinki Region Environmental Services. 2021. Helsingin seudun ympäristöpalvelujen (HSY) energia- ja materiaalitaseet sekä kasvihuonekaasupäästöt - HSY. [Accessed 10.4.2021] From: <https://www.hsy.fi/ymparistotieto/avoindata/avoindata---sivut/helsingin-seudunymparistopalvelujen-hsy-energia-ja-materiaalitaseet-seka-kasvihuonekaasupaastot/>

Ilmasto-opas. N.D. Ilmastonmuutosta voi hillitä ilmastoystävällisellä ruokavaliolla. [wwwpage]. [Accessed 23.3.2021]. From: <https://ilmasto-opas.fi/fi/ilmastonmuutos/hillinta/-/artikkeli/ab196e68-c632-4bef-86f3-18b5ce91d655/ilmastonmuutosta-voi-hillitailmastoystavallisella-ruokavaliolla.html>

Kannaksen lukio. 2020. Koulupäivät ja lomat. [www-page]. [Accessed 23.3.2021]. From: <https://kannaksenlukio.fi/web/2016/08/01/tyo-ja-loma-ajat/>

Lahti Aqua. 2019. Billing estimations.

Lahti Energia. 2021a. Myydyn sähkön alkuperä. [www-page]. [Accessed 23.3.2021]. From: <https://www.lahtienergia.fi/fi/sahko/tietoa-sahkon-ostajalle/sahkon-tuoteseloste>

Lahti Energia. 2021b. Emission factors by email.

Larvio, H. 2021. Personal statement by email. 19.4.2021.

Lipasto 2017. Yksikköpäästöt. [www-page]. [Accessed 22.3.2021]. From: <http://lipasto.vtt.fi/yksikkopaastot/>

Martat. 2013. Ympäristö lautasella. [www-page]. [Accessed 22.3.2021]. From: <https://www.martat.fi/marttakoulu/ruoka/kestava-ruoka/vastuullinen-kokki/ymparistolautasella/>

Motiva. 2020. Rakentaminen ja rakennukset. [www-page]. [Accessed 2.4.2021]. From: [https://www.motiva.fi/julkinen\\_sektori/kestavat\\_julkiset\\_hankinnat/tietopankki/rakentaminen\\_ja\\_rakennukset](https://www.motiva.fi/julkinen_sektori/kestavat_julkiset_hankinnat/tietopankki/rakentaminen_ja_rakennukset)

Nissinen, A & Savolainen, H. Suomen Ympäristökeskus. 2019. Julkisten hankintojen ja kotitalouksien kulutuksen hiilijalanjälki ja luonnonvarojen käyttö. [PDF-document]. [Accessed 12.4.2021]. From: [https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/300737/SYKEra\\_15\\_2019\\_korjattu\\_26\\_02\\_2020.pdf?sequence=4&isAllowed=y](https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/300737/SYKEra_15_2019_korjattu_26_02_2020.pdf?sequence=4&isAllowed=y)

Remeo Oy. 2021. Waste statistics.

Rousku, T. 2021. Kannas high school teacher. Information provided through interview.

Sillman, J. 2021. Renewable energy in protein provision: Case Power-to-Food. BH60L1000 The Food-Energy-Water Nexus. Lecture 18.2.2021. LUT University.

Sjöstedt, T. 2018. Mitä nämä käsitteet tarkoittavat? [www-page]. [Accessed 12.4.2021]. From: <https://www.sitra.fi/artikkelit/mita-nama-kasitteet-tarchoittavat/>

Skyttä 2019. Kuntalaisten aktivointi ilmastotyöhön uudessa Hinku-kunnassa. [PDFdocument]. [Accessed 12.4.2021]. From: [https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/263961/Skytta\\_MetteMaaria.pdf?sequence=2&isAllowed=y](https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/263961/Skytta_MetteMaaria.pdf?sequence=2&isAllowed=y)

SYKE 2019. Suomen ympäristökeskuksen raportteja. Toim. Nissinen, A & Savolainen, H. Julkisten hankintojen ja kotitalouksien kulutuksen hiilijalanjälki ja luonnonvarojen käyttö. [PDF-document]. [Accessed 12.4.2021]. From: [https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/300737/SYKEra\\_15\\_2019\\_korjattu\\_26\\_02\\_2020.pdf?sequence=4&isAllowed=y](https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/300737/SYKEra_15_2019_korjattu_26_02_2020.pdf?sequence=4&isAllowed=y)

SYKE 2020. Suomen kasvihuonekaasujen päästöt ovat laskussa. [www-page]. [Accessed: 19.4.2021] From: <https://ilmasto-opas.fi/fi/ilmastonmuutos/hillinta/-/artikkeli/0be63fa0-533f4986-b674-859b6577c8b5/suomen-kasvihuonekaasujen-paastot-ovat-laskussa.html>

Vaisto, P., Toivonen, L. 2014. Jätteen määrä pääkaupunkiseudun peruskouluissa vuosina 2011 ja 2013. Helsinki Region Environmental Services. [PDF-document]. [Accessed 9.5.2021]. From: <https://docplayer.fi/2219291-Jatteen-maara-paakaupunkiseudun-peruskouluissa-vuosina-2011-ja-2013.html>

Uusitalo, V. 2021. 10 questions about mobility. BH60L5000 Energy in Traffic Systems. 3.9.2020. LUT University.

Wallén, A., Barndt N., Wennersten R. 2004. Does the Swedish consumer's choice of food influence greenhouse gas emissions? Environmental Science & Policy 7 (2004) 525-535. DOI:10.1016/j.envsci.2004.08.004.

WWF. 2021. Sustainable diets. [www-page] [Accessed 29.4.2021] From: [https://wwf.panda.org/discover/our\\_focus/food\\_practice/sustainable\\_diets/](https://wwf.panda.org/discover/our_focus/food_practice/sustainable_diets/)



# 10. Liitteet

Liite 1. Ruokalaskelmat

Food	Approximate times served during one week (Aromi 2021)	Estimated serving size [kg]	Amount served during		Amount served during exam weeks [kg]	Total [kg]	CO2-eq. [kg/kg food] (Wallén et al. 2004*; Martat 2013**; Sillman 2021***; ilmasto-opas N.D.****)	
			autumn [kg]	during spring [kg]			CO2-eq. [kg]	CO2-eq. [kg]
Red meat	2,00	0,150	1012,5	888,00	168,75	2069,25	6,25 *	12932,81
Broiler	1,00	0,150	506,3	444,00	84,38	1034,63	2,81 *	2907,30
Fish	1,00	0,150	506,3	444,00	84,38	1034,63	2,01 *	2079,60
Soybean	2,00	0,150	1012,5	888,00	168,75	2069,25	1,36 ***	2814,18
Other beans	2,00	0,150	1012,5	888,00	168,75	2069,25	0,64 *	1324,32
Tofu	2,00	0,150	1012,5	888,00	168,75	2069,25	3,9 ****	8070,08
Pasta	1,00	0,150	1237,5	888,00	168,75	2294,25	0,81 *	1858,34
Potato	2,00	0,150	2475,0	1776,00	337,50	4588,50	0,17 *	780,05
Rice	1,00	0,150	1237,5	888,00	168,75	2294,25	1,68 *	3854,34
Barley	1,00	0,150	1237,5	888,00	168,75	2294,25	1 *	2294,25
Ryebread	4,00	0,030	990,0	710,40	135,00	1835,40	1 **	1835,40
Milk	5,00	0,200	8250,0	5920,00	1125,00	15295,00	0,41 *	6270,95
White bread	1,00	0,030	247,5	177,60	33,75	458,85	0,76 *	348,73
Margarine	5,00	0,010	412,5	296,00	56,25	764,75	1 **	764,75
Salad	2,00	0,100	1650,0	1184,00	225,00	3059,00	3,3 *	10094,70
Cabbage salad	2,00	0,100	1650,0	1184,00	225,00	3059,00	0,5 *	1529,50
Salad with foreign fruits	1,00	0,100	825,0	592,00	112,50	1529,50	0,29 *	443,56
Dessert (e.g. yoghurt)	0,30	0,100	247,5	177,60	33,75	458,85	1,7 ****	780,05

Liite 2. Jätevertailu

Waste type	Weight [kg]		
	Remeo Oy 2019	Vaisto 2014*	Kannas high school kitchen staff
Paper	7 744	2 975	
Mixed	6 900	10668	
Energy	5 238	889	
Bio	16 032	8890	Line waste 4400 + plate waste 950 = 5 350
Glass	1 440	170	
Cardboard	1 456	1689.1	
Metal	300	266.7	

\*In the study amount are as kg/person/year. Here multiplied with the number of students and staff in Kannas high school, that is 889.

~~CO2~~