

Opinnäytetyö (AMK)

Energia- ja ympäristötekniikka

2020

Kosti Niemelä

# TOIMITILAN HIILIJALANJÄLKI JA ENERGIANKULUTUS

Kosti Niemelä

## TOIMITILAN HIILIJALANJÄLKI JA ENERGIANKULUTUS

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia Etteplan, Turun toimipisteen hiilijalanjälkeä ja energiankulutusta. Hiilijalanjäljen tutkimiseen ja laskentaan hyödynnettiin kirjallisuuslähteistä saatavaa tietoa. Itse laskennassa käytettiin Helsingin yliopiston kehittämää hiilijalanjälkilaskuria. Työ rajattiin toimitilassa sekä työmatkoista syntyviin päästöihin ja toimitilan energiankulutukseen. Energiankulutuksen kartoittamiseksi oli tehtävä selvityksiä toimipisteellä energiasopimuksia hallinnoivan henkilön, kiinteistön haltijan sekä energiayhtiön kanssa.

Tietoisuus ilmastonmuutoksesta, -lämpenemisestä ja niiden vaikutuksista elinympäristöömme on kasvanut vuosien saatossa. Tietoisuuden lisääntyessä ihmiset ovat ryhtyneet toimiin ilmastonmuutoksen rajoittamiseksi. Yksi merkittävimmistä tekijöistä ilmastonlämpenemisessä on hiilidioksidi. Hiilidioksidia vapautuu ilmakehään huomattavia määriä ihmisen toiminnan seurauksena. Ilmakehässä hiilidioksidi pystyy sitomaan maan pinnasta heijastuvan lämpösäteilyn ja näin ollen nostaa maapallon keskilämpötilaa. Keskilämpötilan nousu horjuttaa koko maapallon ekosysteemiä.

Suurimmat hiilidioksidipäästöt syntyvät energiasektorilla, joten työssä selvitetään mistä toimipisteen energiankulutus muodostuu. Lisäksi eri päästölähteitä tutkimalla, pystytään selvittämään toimitilan hiilijalanjälki. Hiilijalanjälki kertoo kaikki toimitilasta syntyvät ilmastopäästöt.

Työn tuloksena havaittiin, että suurimmat ilmastopäästöt toimipisteellä syntyvät energiankulutuksesta sekä materiaalihankinnoista. Vuonna 2019 toimipisteen hiilijalanjälki vastasi noin 7 keskivertosuomalaisen hiilijalanjälkeä. Energiankulutuksesta aiheutuvia päästöjä on mahdollista pienentää solmimalla uusia energiasopimuksia. Materiaalihankintojen kautta syntyviä päästöjä on myöskin mahdollista vähentää, mutta se edellyttää laajoja neuvotteluja asiakkaiden tarpeiden ja kannattavuuden arvioimiseksi.

### ASIASANAT:

Hiilijalanjälki, energiankulutus, ilmastonmuutos, toimitilat

BACHELOR'S | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Energy and environmental technology

June 2020 | number of pages 27

Kosti Niemelä

## BUSINESS PREMISES CARBON FOOTPRINT AND ENERGY CONSUMPTION

The goal of this thesis was to examine Etteplan, Turku premises carbon footprint and energy consumption. Information from literature sources was used to examine and calculate the carbon footprint. The carbon footprint calculator developed by the University of Helsinki was used in the calculation. The work was limited to the emissions which are generated in the Etteplan's premises, commute and premises energy consumption. In order to map energy consumption, surveys had to be made with the person managing the energy contracts at the office, the property owner and energy company.

Awareness of climate change, global warming and their effects on our living environment has grown over the years. As awareness grows, people have taken action to limit climate change. One of the most significant factors in global warming is carbon dioxide. Remarkable amounts of carbon dioxide are released into the atmosphere as a result of human activity. In the atmosphere, carbon dioxide is able to bind the heat radiation reflected from the earth's surface and thus raise the average temperature of the earth. Rising average temperatures are destabilizing the entire global ecosystem.

The largest CO<sub>2</sub> emissions are generated in the energy sector, so the work examines where the energy consumption of an office consist of. In addition, by studying different emission sources, one can determine the carbon footprint of the business premises. The carbon footprint shows all climate emission from the business premises.

As a result of the work, it was found that the largest climate emissions at the office arise from energy consumption and material purchases. In 2019, the office's carbon footprint corresponded to the carbon footprint of about 7 average Finnish people. It is possible to reduce emissions from energy consumption by concluding new energy agreements. It is also possible to reduce emissions from material procurement, but this will require extensive negotiations to assess customer needs and profitability.

### KEYWORDS:

Carbon footprint, energy consumption, climate change, offices

# SISÄLTÖ

<b>KÄYTETYT LYHENTEET TAI SANASTO</b>	<b>6</b>
<b>1 JOHDANTO</b>	<b>7</b>
1.1 Tausta	7
1.2 Työn tavoitteet	8
<b>2 ETTEPLAN OY</b>	<b>9</b>
2.1 Yrityksen perustiedot	9
2.2 Ympäristövastuu	9
<b>3 HIILIDIOKSIDI JA SEN VAIKUTUKSET ILMAKEHÄSSÄ</b>	<b>11</b>
3.1 Hiilidioksidi ilmakehässä	12
3.2 CO <sub>2</sub> -päästöt	12
3.3 Hiilijalanjälki	14
<b>4 ETTEPLAN TURUN TOIMITILAN HIILIJALANJÄLKI</b>	<b>16</b>
4.1 Hiilijalanjäljen laskeminen	16
4.2 Laskentatyökalu	16
4.3 Turun toimipisteen hiilijalanjäljen laskenta ja tulokset	17
4.4 Materiaalitehokkuus	19
<b>5 ETTEPLAN TURUN TOIMITILAN ENERGIANKULUTUS</b>	<b>21</b>
5.1 Sähköenergianhankinta	21
5.2 Sähkönkulutus	22
5.3 Lämmitysenergianhankinta	23
5.4 Muu kulutus	24
<b>6 YHTEENVETO JA SUOSITUKSET</b>	<b>26</b>
<b>LÄHTEET</b>	<b>28</b>

## KUVAT

Kuva 1. Kasvihuonekaasut synnyttävät kasvihuoneilmion. Auringosta saapuva säteily heijastuu osittain takaisin maahan kasvihuonekaasuista (Peda).	11
Kuva 2. Sähkö- ja lämpöenergian yhteistuotannon prosessikaavio (Ydinasiaa).	24

## KUVIOT

Kuvio 1. Ilmakehässä esiintyvän hiilidioksidin kasvukäyrä (Lindsey 2020).	13
Kuvio 2. Suomen kasvihuonekaasupäästöt sektoreittain. *Pikaennakkotieto (Tilastokeskus 2019).	14
Kuvio 3. Green Building Council Finland Ilmastokatu -hankkeen toteuttama hiilijalanjäljen mittaus eri kokoisille kiinteistöille (Green Building Council Finland 2017).	15
Kuvio 4. Toimitilan kokonaispäästöt suhteutettuna eri mittareille.	19
Kuvio 5. JK107, 1. kerroksen serverit ja painokoneet. JK402 ja -403, 4. kerroksen toimitilat. Serverit ja painokoneet kuluttavat 23 % käyttösähköstä.	23

## TAULUKOT

Taulukko 1. Etteplanin Turun toimipisteen vuoden 2019 päästöt ja hiilijalanjäljen muodostuminen.	18
--	----

## KÄYTETYT LYHENTEET TAI SANASTO

C	Hiilen kemiallinen merkki
CO <sub>2</sub>	Hiilidioksidin kemiallinen merkki
CO <sub>2</sub> e	Hiilidioksidiekvivalentti, eli kasvihuonekaasupäästöjen yhteismitta (MOT Kielikone 2010).
Hiilijalanjälki	Ilmastopäästöt, joita aiheutuu ihmisen toiminnasta ja teoista
ISO 14001	Ympäristöjärjestelmästandardi, asettaa vaatimukset ympäristöjärjestelmälle (SFS).
Materiaalitehokkuus	Pyritään käyttämään mahdollisimman vähän raaka-aineita, materiaaleja sekä energiaa (Ympäristöhallinnon yhteinen verkkopalvelu).
m <sup>2</sup>	Neliometri
N <sub>2</sub>	Typen kemiallinen merkki
O <sub>2</sub>	Hapen kemiallinen merkki
ppm	Parts Per Million, tilavuuden miljoonasosa
WWF	World Wildlife Fund, kansainvälinen ympäristöjärjestö

# 1 JOHDANTO

## 1.1 Tausta

Opinnäytetyö on tehty osana Turun Ammattikorkeakoulun energia- ja ympäristötekniikan koulutusohjelmaa. Toimeksiantajana on Etteplan Oyj (jäljempänä Etteplan).

Tänä päivänä ilmastosta ja ympäristön hyvinvoinnista puhutaan laajasti sekä mietitään miten ihminen voisi omalla toiminnallaan vähentää ympäristöön kohdistuvia haittoja. Kovaa vauhtia kasvavat yhteiskunnat tarvitsevat kasvavissa määrin energiaa ja raaka-aineita. Luonnollisesti kiihtyvä kehitys ja kulutus rasittaa maapalloa, kun raaka-aineita hankitaan sekä energiaa ja materiaaleja tuotetaan enemmän ja enemmän täyttämään kysynnän tarpeet. Ympäristöystävällisyys ja kestäväkehitys on myös tullut osaksi yrityselämää. Ympäristölähtöiset ajattelutavat on nostanut vaatimuksia ekologisesti ja sosiaalisesti kestävästä liiketoiminnasta.

Ajankohtaisena aiheena opinnäytetyössä käsitellään mistä Etteplanin Turun toimipisteen toimitilan energiankulutus koostuu sekä millainen hiilijalanjälki toimitilalle muodostuu. Toimitilan aiheuttamat suorat ympäristöhaitat syntyvät lähinnä energiankulutuksesta, sillä kyseessä on asiantuntijaorganisaatio, jossa työtä tehdään lähinnä tietokoneilla. Hiilidioksidi ja sen vaikutukset ilmastoon käsitellään myös, koska energiantuotannosta vapautuu huomattava määrä hiilidioksidipäästöjä ilmakehään. Lopuksi tekstistä tehdään yhteenveto, jossa esitetään keskeisimmät ratkaisut hiilijalanjäljen ja energiankulutuksen pienentämiseen.

Toimitilan energiankulutuksen ja hiilijalanjäljen tutkiminen toteutettiin toimeksiantajan pyynnöstä. Koska Etteplan on asiantuntijaorganisaatio, sen omasta toiminnasta syntyvät suorat ympäristövaikutukset ovat kohtuulliset. Ympäristövastuullisena organisaationa Etteplan on kiinnostunut parantamaan omaa ympäristöjärjestelmäänsä.

Ilmastonmuutos todettiin maailmanlaajuiseksi uhaksi ensimmäisessä ilmastokonferenssissa Genevessä, vuonna 1979 (UNFCCC 2000). Kuluneen vuosikymmenen aikana ilmastonlämpenemisen vaikutukset ovat alkaneet ilmetä muun muassa napajäätiköiden sulamisena, merenpinnan nousuna ja äärisää olosuhteiden kasvuna (HSY).

2010-luvulla ihmiset ovat tulleet tietoisemmiksi ilmastonmuutoksen vaikutuksista ympäristöön. Yksityishenkilöt, yritykset ja valtiot ovat yhä enemmän kiinnostuneita oman toimintansa vaikutuksista ympäristölle, jonka seurauksena on ryhdytty toimenpiteisiin ilmastonlämpenemisen rajoittamiseksi. Esimerkiksi vuonna 2015 solmittiin merkittävä Pariisin ilmastopöytäkirja. Se on oikeudellisesti sitova maailmanlaajuinen sopimus, jolla pyritään rajoittamaan maapallon keskilämpötilan nousu reilusti alle 2 asteeseen, verrattuna esiteollisen ajan keskilämpötilaan. Jäsenmaat sitoutuvat toimiin, jotka hillitsevät ilmastonmuutosta sekä päästöjä. (WWF.)

Ilmastonmuutos herättää laajaa keskustelua ihmisten keskuudessa ja onkin saanut osakseen vastaväitteitä. Joidenkin tutkijoiden mukaan ilmastonmuutos ei ole ihmisen aiheuttama. Esimerkiksi suomalainen emeritusprofessori Jyrki Kauppinen sanoo, että ilmastonmuutos ei ole ihmisen toiminnan seuraus. Maapallon keskilämpötilan nousu ei hänen mukaansa johdu ihmisen toiminnasta, vaan jokin saa pilvipeitteen vähenemään ja tästä syystä maapallon keskilämpötila nousee. (Mäntymaa 2018.)

## 1.2 Työn tavoitteet

Tavoitteena on analysoida Etteplanin Turun toimipisteen energiankulutusta ja toimitilan sisällä tapahtuvasta toiminnasta koostuvaa hiilijalanjälkeä. Tutkimuksessa käsiteltäviä kysymyksiä ovat:

- Mihin energiaa kuluu toimitilassa ja miten energiankulutus muodostuu?
- Mistä toimitilan hiilijalanjälki muodostuu?
- Pystytäänkö energiankulutusta ja hiilijalanjälkeä pienentämään?

Tutkimus keskittyy toimitilan sisällä tapahtuvaan toimintaan, sen vaikutuksesta hiilijalanjälkeen ja energiankulutukseen. Hiilijalanjälki lasketaan Turun toimispisteellä syntyvistä päästöistä ja työmatkoista. Lasketaan sisällytetään toimitilan energian- ja paperinkulutus sekä työmatkat. Lisäksi tutkimuksessa käsitellään, miten hiilidioksidia syntyy, miten se vaikuttaa ilmastoon ja elämään maapallolla sekä mikä on hiilijalanjälki. Työn tavoitteena ei kuitenkaan ole luoda uutta ympäristöjärjestelmää Etteplanille, vaan auttaa ymmärtämään mistä toimitilan energiankulutus ja hiilijalanjälki muodostuu sekä tukea olemassa olevaa ympäristöjärjestelmää.



## 2 ETTEPLAN OY

### 2.1 Yrityksen perustiedot

Etteplan Oy on vuonna 1983 Suomessa perustettu insinööritoimisto. Yritys toimii kansainvälisesti 6 eri maassa, yli 3400:lla työntekijällä. Päätoimialueita ovat (Etteplan.)

- laite- ja laitossuunnittelun ratkaisut
- ohjelmisto- ja sulautettujen järjestelmien ratkaisut
- teknisen dokumentoinnin ratkaisut.

Etteplan työllisti vuonna 2020 Suomessa 2065 henkilöä, 33:ssa toimipisteessä. Turun toimipisteellä, Auriga Business Centerissa työskentelee 147 henkilöä, josta 73 henkilöä työskentelee asiakkaiden tiloissa (Miettinen 2020).

### 2.2 Ympäristövastuu

Konsernin ympäristövastuuta ohjataan eettisillä toimintaperiaatteilla, jotka Etteplan on määrittänyt. Tämän lisäksi Suomessa ympäristötyötä ohjaa energiatehokkuuslaki ja lain velvoittamat energiakatselmukset. (Etteplan 2018.)

Energia- ja hiilijalanjäljenlaskennan avulla pystytään selvittämään ja analysoimaan kiinteistön/tilan energiankäyttö ja energiansäästöpotentiaali. Näiden toimenpiteiden kautta pystytään esittämään kannattavuuslaskelmat, vaikutukset päästöihin sekä säästötoimenpiteet. Suomessa energiakatselmukset ovat vapaaehtoisia pienille ja keskisuurille yrityksille, mutta pakollisia suurille yrityksille energiatehokkuuslain nojalla. (Energiavirasto.)

Etteplanin ympäristöjohtaminen perustuu ISO 14001 -standardin ympäristöjärjestelmän asettamiin vaatimukseen (Etteplan). Ympäristöjärjestelmällä tarkoitetaan johtamisjärjestelmää, jolla tavoitellaan organisaation ympäristövaikutuksien minimointia sekä liiketoiminnan tehokkuuden ja tulosten lisäämistä (World Wildlife Fund).

ISO 14001 -standardi on tunnetuin maailmassa oleva ympäristöjärjestelmämalli. Sillä pyritään auttamaan sekä kasvattamaan organisaation ympäristönsuojelu tasoa ja samalla osoittamaan organisaation ympäristöasioiden huolehtimisesta.

Esimerkkejä joihin organisaatio sitoutuu noudattamalla ISO 14001 - ympäristöjärjestelmämallia:

- tunnistaa tarjoamansa palveluiden, toimintojen ja tuotteiden ympäristövaikutukset
- ylläpitää hyviä ympäristökäytäntöjä sekä henkilöstön ympäristöosaamista
- määrittää ympäristötavoitteet ja seuraa tavoitteiden toteutumista
- analysoi oman toimintansa tuloksia sekä kehittää toimintaansa.

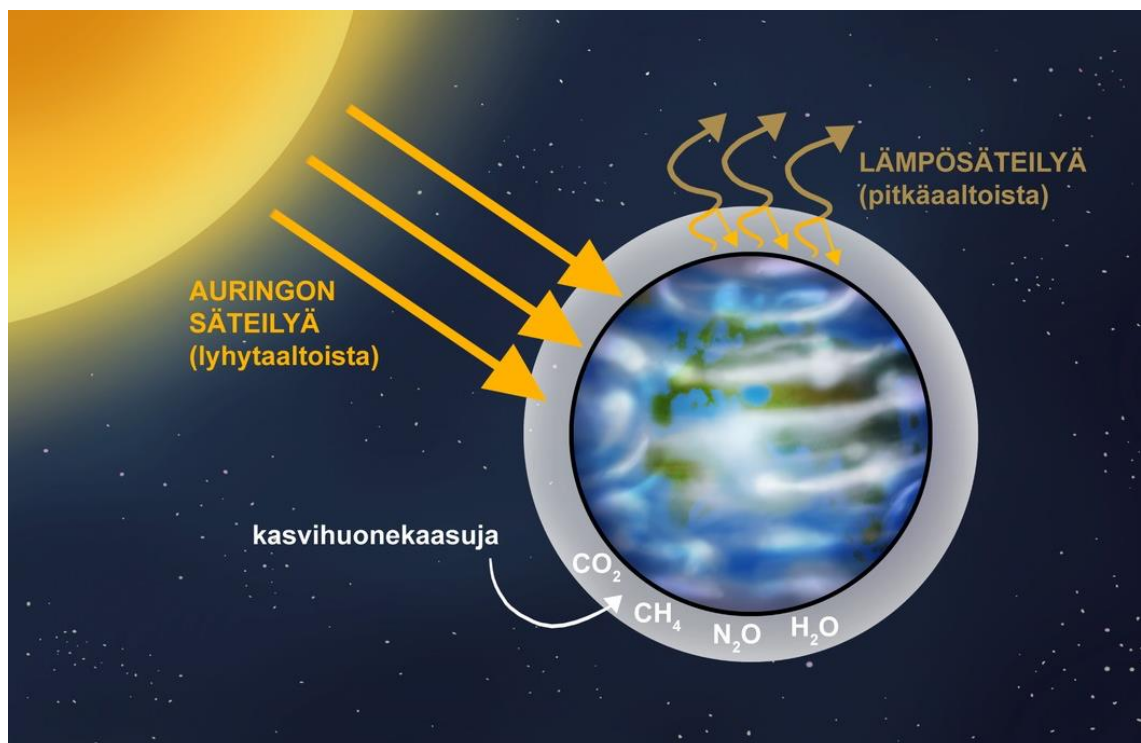
Sertifiointialan yritykset myöntävät Suomessa ISO 14001 - ympäristöjärjestelmäsertifikaatteja. (SFS.)

Etteplanin ympäristöpolitiikan keskeisiä tavoitteita ovat muun muassa omasta toiminnasta aiheutuvien ympäristövaikutusten minimointi, edistää vastuullisuutta ympäristöasioissa myös yhteistyökumppanien kanssa sekä kouluttaa henkilökuntaa tunnistamaan oman työnsä ympäristövaikutukset. (Etteplan 2018.)

### 3 HIILIDIOKSIDI JA SEN VAIKUTUKSET ILMAKEHÄSSÄ

Hiilidioksidi on kaasu, joka koostuu yhdestä hiili- (C) ja kahdesta happiatomista ( $O_2$ ). Sitä muodostuu hiilipitoisten aineiden palamistuotteena. Luonnossa hiilidioksidi on pieninä määrinä harmitonta ja elinehto kaikelle elämälle maapallolla. Kasvit tarvitsevat hiilidioksidia fotosynteesissä tuottaakseen hiilihydraatteja ja happea. (Airthings.)

Hiilidioksidi on myös kasviuonekaasu. Auringosta saapuva säteily lämmittää maapallon pintaa ja heijastuu takaisin avaruuteen (kuva 1). Kuitenkin maapallon ilmakehässä on kaasuja, joiden molekyylirakenne pystyy imemään itseensä lämpösäteilyä tietyillä aallonpituuksilla ja muuttamaan saamansa energian jälleen säteilyksi. Osa säteilystä palaa maan pinnalle ja osa takaisin avaruuteen. Maan pinnalle palannut säteily nostaa maan lämpötilaa pitkällä aikavälillä. Muita tärkeitä kasviuonekaasuja ovat vesihöyry, metaani, dityppioksidi ja otsoni, sillä ne pystyvät sitomaan lämpöä ilmakehään. (Ilmasto-opas.)



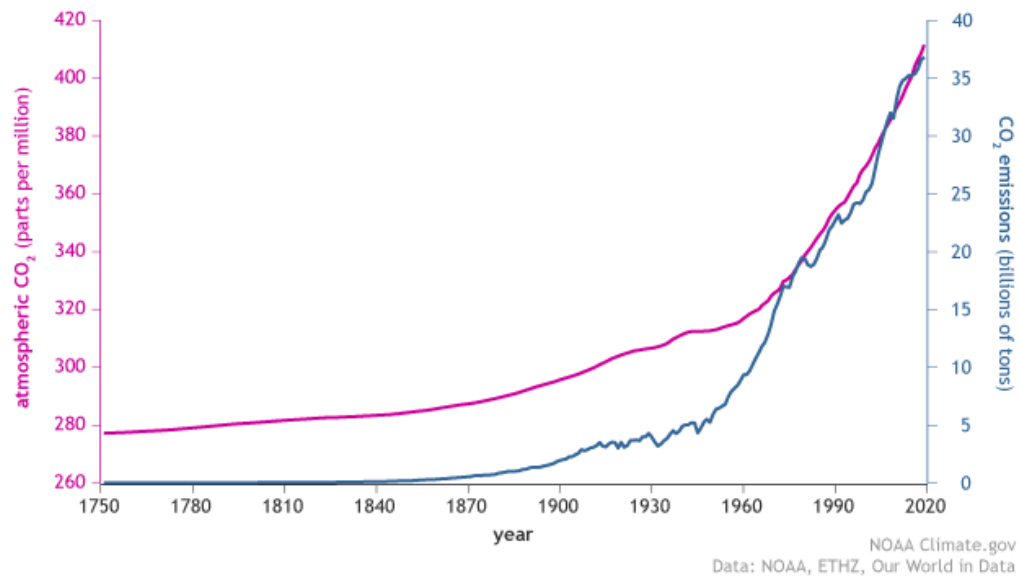
Kuva 1. Kasviuonekaasut synnyttävät kasviuoneilmion. Auringosta saapuva säteily heijastuu osittain takaisin maahan kasviuonekaasuista (Peda).

### 3.1 Hiilidioksidi ilmakehässä

Maapallon ilmakehä koostuu tuhansista erilaisista kaasuista, joista suurin osa, noin 99 %, on happea (O<sub>2</sub>) ja typpeä (N<sub>2</sub>). Jäljelle jäävä prosentti koostuu hivenkaasuista sekä jalokaasuista, jotka ovat kemiallisesti reagoimattomia. Yksi hivenkaasuista on hiilidioksidi (CO<sub>2</sub>). Hiilidioksidia esiintyy maan ilmakehässä luonnollisesti hyvin pieninä määrinä, jota syntyy pääasiassa kasvisolujen ja eläinten hengityksessä. (Nevanlinna 2008.)

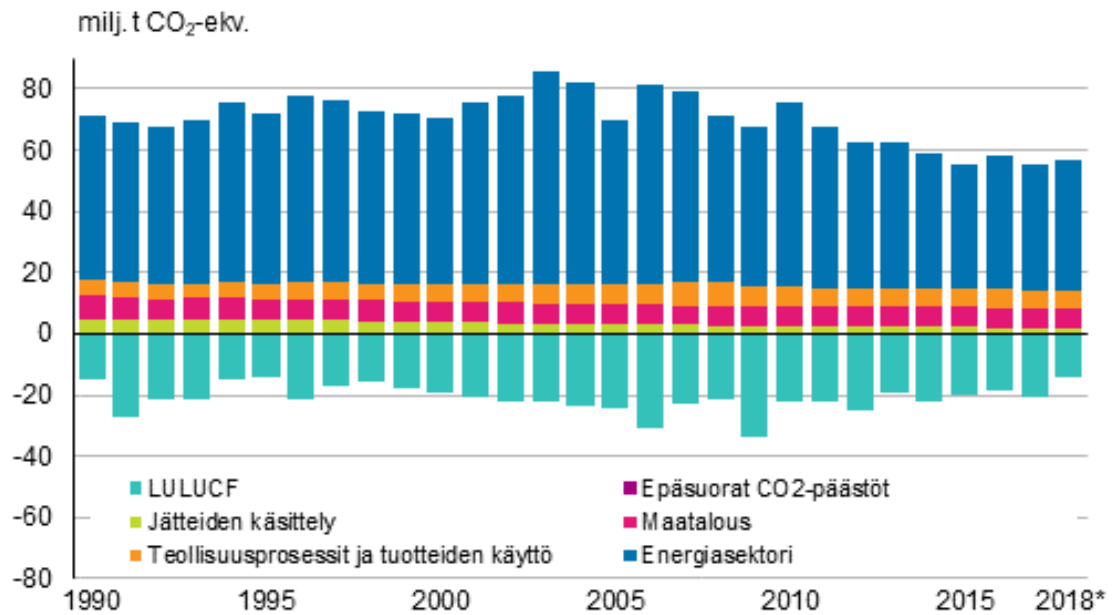
### 3.2 CO<sub>2</sub>-päästöt

Ennen teollista vallankumousta (v.1760-1840) ilmakehän CO<sub>2</sub>-pitoisuus oli noin 280 ppm. Vuonna 1958 Havaijilla sijaitseva, Mauna Loa Volcanic Observatory, aloitti ilmakehän jatkuvan CO<sub>2</sub>-pitoisuuden mittaamisen. Edellä mainitun laitoksen mittaushistorian ensimmäisenä vuonna hiilidioksidin määrä oli noussut 315 ppm:iin. Vuoteen 2019 mennessä luku kasvoi 411 ppm:iin, mikä tarkoittaa 68 % nousua teollisen vallankumouksen alkamisesta. (Lindsey 2020.) Kuvio 1 esittää ilmakehässä esiintyvän hiilidioksidin määrän kasvun. 1900- luvun puolivälistä alkaen hiilidioksidin määrä on kasvanut huomattavasti.

CO<sub>2</sub> in the atmosphere and annual emissions (1750-2019)

Kuvio 1. Ilmakehässä esiintyvän hiilidioksidin kasvukäyrä (Lindsey 2020).

Hiilidioksidipäästöjä syntyy kaikessa hiilipitoisten aineiden palamisessa, kuten esimerkiksi auton moottorin polttaessa polttoainetta, fossiilisia polttoaineita käyttävissä voimaloissa ja taloa lämmittäessä muun muassa öljyllä tai puulla. Globaalisti merkittävimmät CO<sub>2</sub>-päästöt syntyvät energiantuotannosta, teollisuudesta ja maataloudesta. (Ilmasto.) Kasvihuonekaasupäästöt ilmoitetaan yleensä hiilidioksidiekvivalenttina, CO<sub>2</sub>e



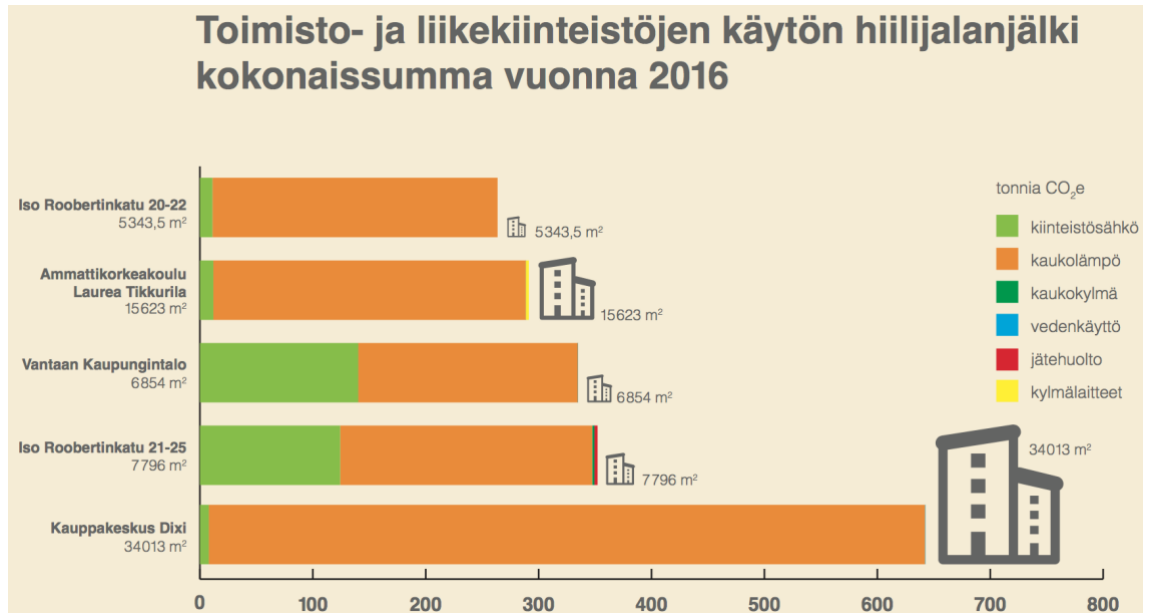
Kuvio 2. Suomen kasvihuonekaasupäästöt sektoreittain. \*Pikaennakkotieto (Tilastokeskus 2019).

Kuviosta 2 voidaan päätellä, että ylivoimaisesti suurin päästöaiheuttaja on energiantuotanto. Vuonna 2018 pikaennakkotietojen mukaan 75 % Suomen kokonaispäästöistä syntyi energiasektorilla.

Pikaennakkotiedot lasketaan varsinaista inventaariolaskentaa karkeammalla tasolla. 2000-luvun huippuvuoteen, 2003, verrattuna kokonaispäästöt on laskenut reilusti yli 20 miljoona tonnia. Lyhenne LULUCF tarkoittaa maankäyttö, maankäytön muutokset ja metsätaloussektoria. (Tilastokeskus 2019.)

### 3.3 Hiilijalanjälki

Ihmisen toiminta ja teot aiheuttavat ilmastopäästöjä, näillä päästöillä tarkoitetaan hiilijalanjälkeä. Ilmastopäästöt syntyvät pääosin ihmisten liikkumisesta, käytetystä energiasta, elintarvikkeiden kulutuksesta ja syntyvästä jätteestä. Hiilijalanjäljellä pystytään laskemaan esimerkiksi yhden henkilön, yrityksen, organisaation, tapahtuman tai tuotteen elinkaaren aikana synnyttävät ilmastopäästöt. (Loiste.)



Kuvio 3. Green Building Council Finland Ilmastokatu -hankkeen toteuttama hiilijalanjäljen mittausta eri kokoisille kiinteistöille (Green Building Council Finland 2017).

Kuviossa 3 esitetään erään hankkeen hiilijalanjälkilaskelmia erilaisille kiinteistöille hiilidioksidiekvivalentti ja mistä päästölähteistä se muodostuu. Kiinteistöihin kulutettava lämmitysenergia vaikuttaa eniten syntyviin päästöihin. Suurin hankkeessa mitattu CO<sub>2</sub>e-lukema, n. 635 tonnia, syntyy kauppakeskuksesta. (Green Building Council Finland 2017.)

Keskivertosuomalaisen hiilijalanjälki on 10,3 tonnia vuodessa (Vattenfall). Yksi korkeimmista hiilidioksidiekvivalenteista löytyy Yhdysvalloista. Keskiverto yhdysvaltalaisen hiilijalanjälki on noin 16 tonnia vuodessa. Vuonna 2017 globaali keskiarvo hiilijalanjäljelle oli 4,8 tonnia per henkilö. Joten yhdysvaltalainen tuottaa päästöjä yli 3 kertaa globaalin keskiarvon. (Ritchie 2019.)

## 4 ETTEPLAN TURUN TOIMITILAN HIILIJALANJÄLKI

Yrityksen toimiala vaikuttaa yrityksen hiilijalanjälkeen, sillä jokaisella tuotteella tai palvelulla on päästöjä, jotka vaikuttavat ympäristöön. Hiilijalanjälkeen pystytään vaikuttamaan monilla kestäväillä ja ympäristölähtöisillä valinoilla. Esimerkiksi kierrättäminen yrityksen sisällä on tärkeää, sillä materiaali-jätettä syntyy enemmän kuin yksittäisissä kotitalouksissa. Kulutuksesta aiheutuvia päästöjä pystytään laskemaan kartoittamalla toimitilan keskeisimmät päästölähteet ja keskittymällä niiden leikkaamiseen. Uusiutuvilla energialähteillä tuotettu sähkö- ja lämpöenergia on suurin tapa hillitä päästöjä. (Ilmasto-opas.)

### 4.1 Hiilijalanjäljen laskeminen

Toimitilan hiilijalanjälkeä lasketaan energiankulutuksen, työmatkojen päästöjen ja paperinkulutuksen osalta, koska niiden katsottiin olevan toimitilan merkittävimmät päästölähteet. Tietoja, jotka ovat ulkopuolisten toimijoiden halussa tai muuten hankalasti selvitettävissä ei sisällytetty laskentaan. Teknisen dokumentoinnin johdosta Etteplanilla kuluu paperia manuaalien ja ohjekirjojen tulostamiseen. Yhden monimutkaisen laitteen manuaalit ja ohjekirjat voivat koostua yli 4000 sivusta. Laajempaan hiilijalanjäljen kartoittamiseen voidaan lisätä esimerkiksi palvelut ja tapahtumat, syntynyt jäte sekä muita hankintoja. Energiankulutuksen lisäksi Etteplanin toimistoilla ympäristöpäästöjä syntyy matkustamisesta. Matkustuksesta aiheutuvia ympäristövaikutuksia on kuitenkin onnistuttu vähentämään merkittävästi nykyisen kokoustekniikan ansiosta. Teettämäni kyselyn mukaan ihmiset liikkuvat töihin hyvin vaihtelevasti autolla, julkisilla kulkuneuvoilla, pyörällä tai kävellen 1-80 kilometrin työmatkan.

### 4.2 Laskentatyökalu

Hiilijalanjälkilaskureita on olemassa useita erilaisia. Esimerkiksi Suomen Ympäristökeskus ja WWF tarjoavat laskureita hiilijalanjäljen laskentaan. Hiilijalanjäljen mittaamiseen on käytetty Helsingin yliopiston metsätieteiden osaston kehittämää ja Sitran rahoittamaa Hiilifiksi järjestö -hankkeen laskuria.



Laskuriin syötetään erilaisia kulutustietoja muun muassa sähkö- ja lämpöenergiankulutuksesta, matkustamisen eri muodoista, jätelajeista, toimistotarvikkeiden hankinnoista, palveluista (postipalvelut, siivous, ruokatarjoilut, yms.). Laskuri laskee jokaiselle syntyneelle päästölle yhteisen hiilidioksidiekvivalentin, joka muodostaa yrityksen hiilijalanjäljen. Hiilifiksi järjestön -hiilijalanjälkilaskuria käytetään tässä työssä sen helppokäyttöisyyden ja monipuolisuuden vuoksi. Esimerkiksi Suomen ympäristökeskuksen laskurissa ei huomioida materiaalihankintoja ollenkaan.

#### 4.3 Turun toimipisteen hiilijalanjäljen laskenta ja tulokset

Hiilijalanjäljen laskentaan on sisällytetty vuoden 2019 toimitilan energiankulutus (sähkö, lämmitys ja jäähdytys). Turku Energia ilmoittaa sivuillaan sähköenergian päästökertoimeksi 146 g/kWh ja lämpö-/jäähdytysenergialle 144 g/kWh (Turku Energia). Lisäksi laskennassa huomioidaan paperinkulutus, työmatkat työpaikalle ja kotiin sekä työasioiden merkeissä matkustaminen esimerkiksi asiakastapaamisiin. Selvitys työmatkoista saatiin tekemällä kysely henkilöstön kesken. Työmatka -kyselyyn vastasi 35 % toimipisteellä työskentelevistä henkilöistä.

Koska lämmitys- ja jäähdytysenergia mitataan koko kiinteistöstä, niin toimitila kohtaista energiankulutusta voidaan arvioida jakamalla toimitilan pinta-ala koko kiinteistön pinta-alalla sekä kertomalla kiinteistön kokonaislämmitys-/jäähdytysenergialla.

$$\frac{\text{toimitilan pinta - ala}}{\text{kiinteistön pinta - ala}} \times \text{kokonaisenergiankulutus} = \text{toimitilan energiankulutus}$$

Paperinkulutukseen saatiin tarkat tulostusmäärät suoraan painokoneiden valmistajalta. Laskuri laskee päästöt paperin painon mukaan, joten sivumäärät täytyi muuntaa massaksi. Kulutetun paperin massa saadaan laskemalla:

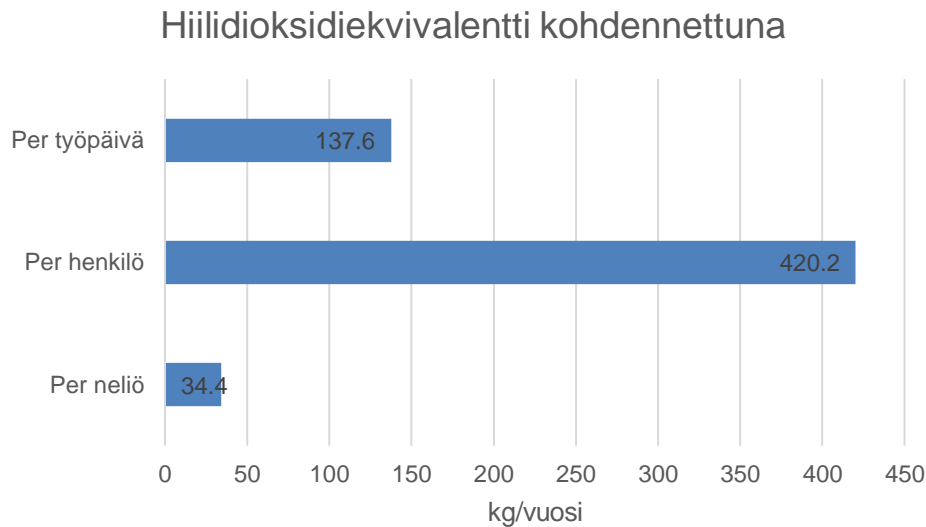
$$\text{leveys (m)} \times \text{korkeus (m)} \times \text{arkkien määrä} \times \text{neliöpaino} \left( \frac{\text{g}}{\text{m}^2} \right) = \text{paperin massa}$$

Taulukko 1. Etteplanin Turun toimipisteen vuoden 2019 päästöt ja hiilijalanjäljen muodostuminen.

<b>Päästöluokat</b>	<b>Hiilijalanjälki (kg CO<sub>2</sub>ekv. vuodessa)</b>	<b>%</b>
Energia	32667	42 %
Matkustaminen	14553	18 %
Jäte	0	0 %
Hankinnat	31096	40 %
Palvelut ja tapahtumat	0	0 %
<b>Yhteensä</b>	<b>78315</b>	<b>100 %</b>

Suurimmat päästöt toimipisteellä syntyy energiankulutuksesta (taulukko 1). Matkustamisesta puolestaan syntyy pienimmät päästöt. Matkustuksen päästöihin vaikuttaa vastausprosentti, sillä noin joka kolmas henkilöstöstä vastasi kyselyyn. Vastanneista 3 henkilöä oli matkustanut lentäen ulkomaille työasioiden merkeissä.

Lähes yhtä suuret päästöt energiankulutuksen kanssa syntyi hankinnoista. Hankinnat sisältävät toimipisteellä tulostamiseen sekä manuaalien ja ohjekirjojen painatukseen käytetyt paperiarkit. Joidenkin asiakkaiden toimiympäristöstä johtuen tietoverkkoa ei ole aina käytettävissä. Pitkien tuotantoseisokkien välttämiseksi manuaalit ja ohjekirjat on oltava helposti saatavilla.



Kuvio 4. Toimitilan kokonaispäästöt suhteutettuna eri mittareille.

Hiilijalanjäljen vertailua muihin yrityksiin ei tehty, koska vertailukelpoista lähdemateriaalia ei löytynyt. Toimitilan hiilijalanjälkeä voidaan kuitenkin verrata keskivertosuomalaisen hiilijalanjälkeen suuruusluokan havainnollistamiseksi.

Etteplanin Turun toimitilan hiilidioksidiekvivalentti vastaa noin 7 keskivertosuomalaisen vuosittaisia kasvihuonekaasupäästöjä. Kuviossa 4 esitetään hiilidioksidiekvivalentin jakautuminen työpäivälle, työntekijälle sekä neliölle. Työntekijän hiilijalanjälki vastaa noin 4 % keskivertosuomalaisen hiilijalanjäljestä.

$$\frac{\text{Työntekijä}}{\text{Keskivertosuomalinen}} = \frac{420.2}{10300} (\text{kg}) = 0,0408 = 4,08\%$$

#### 4.4 Materiaalitehokkuus

Yrityksissä ja julkisella sektorilla materiaalitehokkuus on noussut keskeiseksi aiheeksi ihmisten kulutuksen lisääntyessä. Kasvava kulutus nostaa materiaalien tarvetta, aiheuttaa ympäristöongelmia sekä kyseenalaistaa luonnonvarojen riittävyyden.

Materiaalitehokkuudella tähdätään tuottamaan vähemmästä enemmän. Tuotteen tai palvelun valmistukseen käytetään mahdollisimman vähän materiaaleja, raaka-aineita ja energiaa. Samalla haitallisia ympäristövaikutuksia pyritään minimoimaan. Mitä vähemmän tuotteeseen tai palveluun on käytetty materiaalia, sitä enemmän

luonnonvaroja säästetään. Materiaalitehokkuus vaikuttaa yleensä myös kustannuksiin positiivisesti sekä edistää yrityksen kilpailukykyä.

Tuotteiden ja palveluiden materiaalitehokkuutta voi parantaa esimerkiksi (Ympäristöhallinnon yhteinen verkkopalvelu):

- optimoimalla raaka-aineen ja energiankäyttöä tuotantoprosessissa
- tehostamalla logistiikkaa, esim. pakkaamisen ja kuljetuksen suunnittelu
- kehittämällä tuotteen tai palvelun elinkaarta (monikäyttöisyys, huollettavuus, pitkäikäisyys).

## 5 ETTEPLAN TURUN TOIMITILAN ENERGIANKULUTUS

Toimitilan energiantarve muodostuu kiinteistön sähkönkulutuksen, lämmityksen, ilmanvaihdon ja oheislaitteiden ympärille. Energiaa kuluttuvia laitteita ovat esimerkiksi valaistus, mahdolliset automaatio-/kulunvalvontajärjestelmät ja ilmanvaihtokoneiden puhaltimet. Lämmitysenergiaa puolestaan kuluu patteriverkostoon, käyttöveden ja ilmastointikoneiden tuloilman lämmittämiseen. (Hietala 2018.)

Auriga Business Center koostuu useasta eri yrityksestä, jotka muodostavat yrityskompleksin. Koko kiinteistön pinta-ala on 19671 m<sup>2</sup>. Etteplanin toimitilat sijaitsevat kiinteistön 4. kerroksessa sekä serverit ja painokoneet kiinteistön 1. kerroksessa. Tilojen pinta-ala on yhteensä 903 neliötä kahdessa kerroksessa ja toimistolla työskentelee 74 ihmistä. Jokaisella työntekijällä on työpisteellään tietokone. Etteplan Turun toimipisteellä toteutetaan pääasiassa teknistä dokumentaatiota ja suunnittelua, joten sähköä kuluu eniten tietokoneisiin, servereihin ja tulostamiseen.

Toimipiste muutti vuonna 2017 uuteen kiinteistöön tilan puutteen vuoksi. Uusi toimipiste sijaitsee lähellä Turun satamaa, Auriga Business Centerissa. Kiinteistö on rakennettu 40-luvulla, mutta sen saneeraus aloitettiin vuonna 2011. Kiinteistö valmistui käyttöön vuonna 2013 nykyaikaisena sekä täysin peruskorjattuna.

Kiinteistössä toimivilta yrityksiltä, ainoastaan sähköenergiankulutus mitataan vuokratilakohtaisesti. Muiden energiamuotojen kulutus mitataan koko kiinteistöstä ja jaetaan vuokralaisten kesken maksettavaksi.

### 5.1 Sähköenergianhankinta

Rakennukseen siirrettävä sähköenergia jaetaan kahteen tuotteeseen:

- sähköenergiaan, eli tuotettuun sähköön
- sähkönsiirtoon, eli tuotetun sähköön siirtäminen kohteeseen.

Sähköenergiaa voi ostaa vapailta sähkömarkkinoilta. Koska sähköön jälleenmyyjä on useita, kannattaa ostaminen kilpailuttaa. Kun taas sähkönsiirrosta maksetaan suoraan paikallisen sähkönjakeluverkon haltijalle. Siirtopalvelua ei voi kilpailuttaa, sillä

jakeluverkonhaltijalla on monopoli. Lisäksi maksetaan sähkövero, arvonlisävero ja huoltovarmuusmaksu. (Linna & Nuutinen 2012.)

Sähköenergiaa tuotetaan Turku Energialla. Sähköenergian alkuperä koostuu kolmesta energialähteestä:

- Uusiutuvat 54 % (tuuli- ja vesivoima, aurinko- ja bioenergia)
- Fossiiliset ja turve 23 %
- Ydinvoima 23 %.

Energiaa tuotetaan useammalla paikkakunnalla Etelä- ja Länsi-Suomen lääneissä sekä tuulivoimaa merialueilla (Turku Energia).

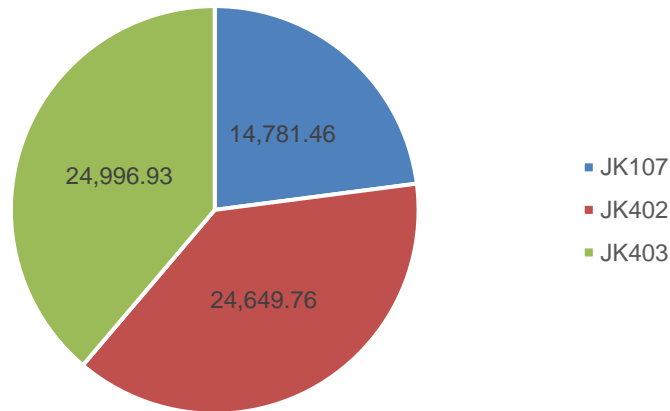
## 5.2 Sähkönkulutus

Vuonna 2019 Turun toimipisteellä käyttösähköä kului yhteensä noin 64,4 MW. Kuviossa 5 näkyy sähkönkulutuksen jakautuminen eri sähkönjakokeskuksien välillä. Vertauksena, neljän hengen perhe, 125 neliön omakotitalossa kuluttaa noin 5,5 MWh (Fortum 2018). Joka vastaa noin 8,5 % Etteplanin toimitilan käyttösähkön kulutuksesta. Suhteutettuna henkilömäärään, omakotitalon asukas käyttää noin 0,5 MWh vuodessa enemmän sähköä kuin työntekijä.

Suurin osa sähkönkulutuksesta tapahtuu toimitiloissa. Toimitiloissa sähköä kuluttavia laitteita ovat esimerkiksi:

- tietokoneet
- tulostimet
- valaistus
- sosiaalilojen sähkölaitteet.

### Etteplan, Turun toimipiste sähkönkulutus 2019 (kWh)



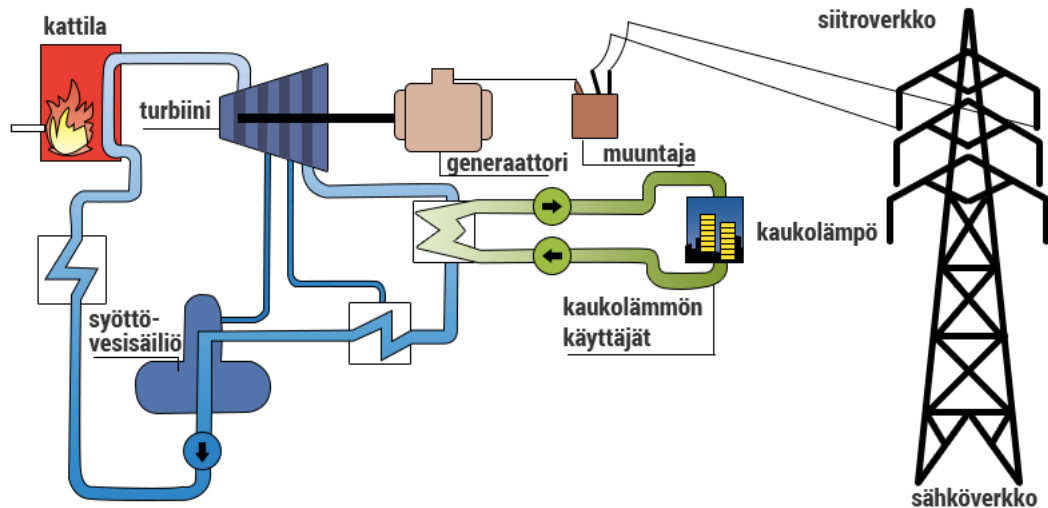
Kuvio 5. JK107, 1. kerroksen serverit ja painokoneet. JK402 ja -403, 4. kerroksen toimitilat. Serverit ja painokoneet kuluttavat 23 % käyttösähköstä.

#### 5.3 Lämmitysenergianhankinta

Lämpöenergiaa puolestaan pystytään hankkimaan monella eri tavalla. Kuitenkin optimaalisimmat ja ympäristöystävällisimmät vaihtoehdot määrittävät kiinteistön paikalliset ja yrityskohtaiset tiedot. Lämpöenergiaa voidaan tuottaa paikallisesti esimerkiksi lämpökattilalla tai ostaa ulkopuoliselta toimittajalta, esimerkiksi kaukolämmön muodossa. Lämmöntuotannossa käytetyillä polttoaineilla (polttoöljy, kivihiili, biopolttoaineet, maakaasu, jne.) ja tuotantomenetelmällä on suurin vaikutus hankitun lämpöenergian kokonaiskustannukseen sekä kustannuksien jakautumiseen (Linna & Nuutinen 2012.).

Lämmitys- ja jäähdytysenergian kiinteistöön toimittaa myös Turku Energia. Energia tuotetaan Naantalin monipolttoainevoimalaitoksella, Orikedon biolämpökeskuksessa ja Kakolan lämpöpumppulaitoksessa. Polttoaineena käytetään kivihiiltä, öljyä, turvetta, jalostamokaasuja, asfalteenia, biomassaa ja -kaasua. (Turku Energia.)

Esimerkiksi Naantalin voimalaitos tuottaa energian yhteistuotannolla. Sähköä ja höyryä tuotetaan teollisuusasiakkaille, kaukolämpöä puolestaan Turkuun ja lähialueille. Yhteistuotannossa on korkeampi hyötysuhde, koska polttoainetta polttamalla pystytään tuottamaan sähkö- ja lämpöenergiaa. (Fortum.)



Kuva 2. Sähkö- ja lämpöenergian yhteistuotannon prosessikaavio (Ydinasiaa).

Kuva 2 esittää yhteistuotannon peruskomponentit ja prosessikaavion. Kattilassa poltetaan polttoainetta, joka höyrystää suljetussa piirissä kiertävän veden. Vesihöyry pyörittää turbiinia ja turbiiniin yhdistetty akseli pyörittää generaattoria. Generaattori tuottaa sähköä, sähkö kulkee generaattorista muuntajalle, muuntajasta siirtoverkkoon ja edelleen käyttäjälle. Turbiinista lauhtunut vesihöyry ohjataan kaukolämpöpiiriin, josta kiinteistöihin saadaan lämmitysenergiaa. Jäähdytynyt vesipalaa takaisin kierto. (Ydinasiaa.)

Suomessa vuonna 2019 eniten energiaa tuotettiin puupolttoaineilla, öljyllä ja ydinenergialla (Tilastokeskus 2020).

#### 5.4 Muu kulutus

Lämpö- ja jäähdytysenergiaa kiinteistöön tuodaan kaukolämmityksellä ja -jäähdytyksellä. Kiinteistöön tuotiin vuonna 2019 lämpöenergiaa 2058 MWh ja jäähdytysenergiaa 1504 MWh. Vastaavalla lämpöenergian määrällä lämmittäisi 125 neliöistä omakotitaloa noin 216 vuotta.

Koska kiinteistössä mitataan lämmitys- ja jäähdytysenergiankulutus koko kiinteistön osalta, voidaan kulutustiedot Etteplanille arvioida laskemalla liiketilan osuus koko kiinteistöstä ja kertomalla liiketilan osuus kiinteistössä käytetyllä energian määrällä.



Lämpöenergiaa kului Etteplanilla 94,5 MWh ja jäähdytysenergiaa 69,0 MWh, yhteensä 190,5 MWh, joka vastaa 5,3 % koko kiinteistössä käytetystä lämmitys-/jäähdytysenergiasta.

Samana vuonna vettä kiinteistössä kului 5214 kuutiota ja jätettä syntyi yhteensä 56050 kiloa. Jätteen määrään ja veden kulutukseen vaikuttaa huomattavasti kiinteistön ensimmäisessä kerroksessa toimiva lounasravintola, joka tarjoilee ruokaa jokaiselle kiinteistössä toimivalle yritykselle sekä yhdelle oppilaitokselle.

## 6 YHTEENVETO JA SUOSITUKSET

Insinöörintyön tarkoituksena on ollut selvittää ja kartoittaa Etteplanin Turun toimipisteen hiilijalanjälkeä ja energiankäyttöä. Lisäksi työssä esitellään hiilidioksidia molekyyalitasolla sekä sen vaikutuksia ilmastoon, sillä hiilidioksidi on merkittävin kasvihuonekaasu ja sitä vapautuu huomattavia määriä ihmisten toiminnan seurauksena.

Työn tuloksena voidaan todeta, että Etteplanin Turun toimipisteellä ympäristöasiat on huomioitu hyvin aina kierrättämisestä ympäristöviestintään saakka. Toimipisteen kokonaishiilijalanjälki on noin 78 tonnia CO<sub>2e</sub>, joka vastaa noin 7 keskivertosuomalaisen vuosittaista hiilijalanjälkeä. Työssä teetetyn hiilijalanjäljen laskentaan sisällytettiin toimipisteen merkittävimmät päästölähteet:

- energiankulutus (42 %)
- paperinkulutus (40 %)
- työmatkat (18 %).

Lähes yhtä suuret päästöt toimipisteellä syntyvät energian- ja paperinkulutuksesta. Työmatkoista syntyvät päästöt voidaan laskea suuntaa antavaksi, sillä teetetyn kyselyyn vastasi vain noin kolmannes toimipisteellä työskentelevästä henkilöstöstä. Lentomatkestamista aiheutuvia päästöjä on mahdollista kompensoida ostamalla päästövähennysyksiköitä. Päästövähennysyksiköistä saaduilla varoilla tuetaan kehittyvissä maissa esimerkiksi uusiutuvaa energiaa ja maa-alueiden kestäväää käyttöä.

Toimitilan hiilijalanjälkeä on mahdollista pienentää suorittamalla päästöleikkauksia energian- ja paperinkulutuksessa. Energiankulutuksen päästöleikkaukset edellyttävät uusien energiasopimusten solmimista, jossa energia tuotetaan ainoastaan vihreästi. Täysin vihreästi tuotettu energia nostaa energian hintaa, eikä investointi ole välttämättä kannattavaa yrityksen toiminnan kannalta. Paperinkulutuksen osalta päästövähennyksiä voidaan saavuttaa korvaamalla paperiset versiot digitaalisilla versioilla. Tämä kuitenkin tarkoittaa entistä tiiviimpää yhteistyötä ja laajaa selvitystä asiakkaiden kanssa tarpeiden sekä kannattavuuden arvioimiseksi.

Yritysten on mahdollista hankkia ympäristöjärjestelmä työkaluja. Yksi näistä on WWF:n Green Office -ympäristöjärjestelmä. Vuonna 1961 perustettu WWF on maailman vaikuttavin ympäristöjärjestö, jolla on toimintaa yli 100 maassa.

Green Officessa rakennetaan yrityksen ympäristöjärjestelmä valmiin mallin pohjalta, jonka avulla pienennetään hiilijalanjälkeä sekä pyritään käyttämään luonnonvaroja viisaammin. Valmis ympäristöjärjestelmä sekä auditoitu toimisto saa WWF:n Green Office -sertifikaatin. Sertifikaatti kertoo, että organisaatio on sitoutunut jatkuvaan parantamiseen sekä organisaation ympäristöjärjestelmä vastaa ulkoisesti asetettuja kriteerejä.

## LÄHTEET

Airthings. What is Carbon Dioxide? Osoitteessa: <https://www.airthings.com/en-gb/what-is-carbon-dioxide>. Viitattu 20.3.2020

Energiavirasto. Energiakatselmukset. Osoitteessa: <https://energiavirasto.fi/energiakatselmukset>. Viitattu 12.4.2020

Etteplan. Etteplanin historia. Osoitteessa: <https://www.etteplan.com/fi/tietoa-meista/etteplanin-historia>. Viitattu 13.3.2020

Etteplan 2018. Selvitys muista kuin taloudellisista tiedoista 2018. Osoitteessa: [https://www.etteplan.com/sites/default/files/2019-02/Etteplan\\_Selvitys\\_muista\\_kuin\\_taloudellisista\\_tiedoista\\_2018.pdf](https://www.etteplan.com/sites/default/files/2019-02/Etteplan_Selvitys_muista_kuin_taloudellisista_tiedoista_2018.pdf). Viitattu 13.3.2020

Etteplan. Ympäristövastuu. Osoitteessa: <https://www.etteplan.com/fi/yritysvastuu/ymparistovastuu>. Viitattu 12.05.2020

Fortum. Naantalin CHP-laitos. Osoitteessa: <https://www.fortum.fi/tietoa-meista/yhtiomme/energiantuotantomme/voimalaitoksemme/naantalin-chp-laitos>. Viitattu 19.04.2020

Fortum 2018. Sähkön kulutus yksiössä, kolmiossa ja omakotitalossa. Osoitteessa <https://yhdedssa.fortum.fi/sahkonkulutus>. Viitattu 19.04.2020

Green Building Council Finland 2017. Ilmastokadun rakennusten hiilijalanjäljessä pienenemisen merkkejä. Osoitteessa: <https://figbc.fi/ilmastokadun-rakennusten-hiilijalanjaljessa-pienenemisen-merkkeja/>. Viitattu 12.5.2020

Hietala, Tuomas 2018. Moderni teknologia vähentää kiinteistön energiankulutusta. L&T kirjoitus 12.11.2018. <https://lassikko.lt.fi/moderni-teknologia-vahentaa-kiinteiston-energiankulutusta>. Viitattu 19.04.2020

HSY. Sopeutumisen strategia. Ilmasto muuttuu. PDF-tiedosto. Osoitteessa: [https://www.hsy.fi/fi/asiantuntijalle/ilmastonmuutos/sopeutuminen/Documents/Sopeutumisen%20strategia/Liite\\_4\\_Ilmasto\\_muuttuu.pdf](https://www.hsy.fi/fi/asiantuntijalle/ilmastonmuutos/sopeutuminen/Documents/Sopeutumisen%20strategia/Liite_4_Ilmasto_muuttuu.pdf). Viitattu 13.3.2020

Ilmasto-opas. Ilmastonmuutos ilmiönä. Osoitteessa: <https://ilmasto-opas.fi/fi/ilmastonmuutos/ilmio/-/artikkeli/3a576a6e-bec5-44bc-a01d-11497ebdc441/kasvihuonekaasut-lammittavat.html>. Viitattu. 20.3.2020

Ilmasto-opas. Kestävät kuluttajavalinnat. Osoitteessa: <https://ilmasto-opas.fi/fi/ilmastonmuutos/hillinta/-/artikkeli/28259fe8-7b5e-4806-8ab6-7c06739ef5cc/kestavat-kuluttajavalinnat.html>. Viitattu 12.4.2020

Ilmasto. Hiilidioksidi. Osoitteessa: <http://ilmasto.org/ilmastonmuutos/kasvihuoneilmio-ja-ilmastonmuutos/kasvihuonekaasut/hiilidioksidi.html>. Viitattu 28.3.2020

Lindsey, Rebecca 2020. Climate Change: Atmospheric Carbon Dioxide. <https://www.climate.gov/news-features/understanding-climate/climate-change-atmospheric-carbon-dioxide>. Viitattu 21.3.2020

Linna, Jutta – Nuutinen, Jenni 2012. Energiaopas pienille ja keskisuurille yrityksille. Energiaopas 12.9.2012. <https://lassikko.lt.fi/moderni-teknologia-vahentaa-kiinteiston-energiankulutusta>. Viitattu 19.4.2020

Loiste Oy. Mikä on hiilijalanjälki. Osoitteessa: <https://www.loiste.fi/yrityksille-ja-yhteisoille/ilmastoystavallinen-yritys/hiilijalanjaljen-hyvittaminen/mika>. Viitattu 10.4.2020

Miettinen, Helena 2020. Henkilöstö ja toimipisteet. Yksityinen sähköpostiviesti 13.3.2020. Viestin saaja: Kosti Niemelä

MOT Kielikone 2010. Ilmasto- ja energiasanasto. Osoitteessa: <https://mot.kielikone.fi/mot/valter/netmot.exe?Opt=256&ListWord=%40%40hiilidioksidiekvivalentti+WITH+LANG%3Dfi&SearchWord=%282%29&dic=1&page=results>. Viitattu 12.5.2020

Mäntymaa, Eero 2018. Ilmastonmuutos ei ole ihmisen syy, väitti fyysikko Jyrki Kauppinen ja singahti maailmanmaineeseen – ”Minä en ole skeptikko, minä teidän”. Yle Uutiset. 27.8.2019. <https://yle.fi/uutiset/3-10923440>. Viitattu 14.3.2020

Nevanlinna, Heikki 2008. Muutamme ilmastoa – Ilmatieteen laitoksen tutkijoiden katsaus ilmastomuutokseen. [https://space.fmi.fi/MAGN/HN/ILMASTONMUUTOS-kirja/ilmasto\\_painon\\_pdf/455853\\_001\\_048.pdf](https://space.fmi.fi/MAGN/HN/ILMASTONMUUTOS-kirja/ilmasto_painon_pdf/455853_001_048.pdf). Viitattu 21.3.2020

Peda. Säteilytase ja luonnollinen kasvihuoneilmiö. Osoitteessa: <https://peda.net/p/simo.veistola/k/lukio/ge-uusi-1/ilmaston-muutos/lk>. Viitattu 20.3.2020

Ritchie, Hannah 2019. Where in the world do people emit the most CO<sub>2</sub>? <https://ourworldindata.org/per-capita-co2>. Viitattu 11.4.2020

SFS kotisivut. Ympäristöjärjestelmä. Osoitteessa: [https://www.sfs.fi/julkaisut\\_ja\\_palvelut/tuotteet\\_valokeilassa/iso\\_14000\\_ymparistojohtaminen/ymparistojarjestelma](https://www.sfs.fi/julkaisut_ja_palvelut/tuotteet_valokeilassa/iso_14000_ymparistojohtaminen/ymparistojarjestelma). Viitattu 17.4.2020

Tilastokeskus 2020. Energian hankinta ja kulutus. Osoitteessa [https://www.stat.fi/til/ehk/2019/04/ehk\\_2019\\_04\\_2020-04-17\\_tie\\_001\\_fi.html](https://www.stat.fi/til/ehk/2019/04/ehk_2019_04_2020-04-17_tie_001_fi.html). Viitattu 19.4.2020

Tilastokeskus 2019. Suomen kasvihuonekaasupäästöt 2018. Osoitteessa: [https://www.stat.fi/til/khki/2018/khki\\_2018\\_2019-05-23\\_kat\\_001\\_fi.html](https://www.stat.fi/til/khki/2018/khki_2018_2019-05-23_kat_001_fi.html). Viitattu 29.3.2020

Turku Energia. Energiantuotanto ja energian alkuperä. Osoitteessa: <https://www.turkuenergia.fi/kotitalouksille/tietoa-sahkostamme/energiantuotanto-ja-energian-alkupera/>. Viitattu 26.5.2020

Turku Energia. Kaukolämmön alkuperä ja ympäristövaikutukset. Osoitteessa: <https://www.turkuenergia.fi/kaukolampo-ja-jaahdytys/kaukolampo-kestavin-valinta/kaukolammon-alkupera-ja-ymparistovaikutukset/>. Viitattu 19.4.2020

Turku Energia. Uusiutuvat energialähteet. Osoitteessa: <https://www.turkuenergia.fi/turku-energia/vastuullista-energiaa/uusiutuvat-energialahteet/>. Viitattu 26.5.2020

UNFCCC 2000. Climate Change Information Sheet 17 – The international response to climate change: A history. <https://unfccc.int/cop3/fccc/climate/fact17.htm>. Viitattu 13.2020

Vattenfall. Yrityksen hiilijalanjälki. Osoitteessa: <https://www.vattenfall.fi/yrityksiakkaat/hiilijalanjalki/>. Viitattu 11.4.2020

WWF. Mikä Green Office? Osoitteessa: <https://wwf.fi/greenoffice/mika-green-office/>. Viitattu 12.4.2020

WWF. Pariisin ilmastopimus. Osoitteessa: <https://wwf.fi/uhat/ilmastonmuutos/pariisin-ilmastopimus/>. Viitattu 13.3.2020

WWF. Mikä ympäristöjärjestelmä? Osoitteessa: <https://wwf.fi/greenoffice/ymparistovastuuta-tyopaikoille>. Viitattu 17.4.2020

Ydinasiaa. Muut energiantuotantoprosessit. Osoitteessa <https://ydinasiaa.fi/energian-tuotanto/muut-energiantuotantoprosessit/>. Viitattu 19.4.2020

Ympäristöhallinnon yhteinen verkkopalvelu. Materiaalitehokkuus. Osoitteessa: [https://www.ymparisto.fi/fi-fi/kulutus\\_ja\\_tuotanto/resurssitehokkuus/materiaalitehokkuus](https://www.ymparisto.fi/fi-fi/kulutus_ja_tuotanto/resurssitehokkuus/materiaalitehokkuus). Viitattu 12.4.2020

