

HIILIJALANJÄLKI JA DIGITALISAATIO SUU- RESSA TEOLLISUUSYRITYKSESSÄ

LAB-ammattikorkeakoulu
Insinööri (AMK), Energia- ja ympäristötekniikka
2022
Antti Tarkiainen

Tiivistelmä

Tekijä(t) Tarkiainen, Antti	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK Sivumäärä 54	Valmistumisaika 2022
Työn nimi Hiilijalanjälki ja digitalisaatio suuressa teollisuusyrityksessä		
Tutkinto ja koulutusala Insinööri (AMK), Energia- ja ympäristötekniikka		
Toimeksiantajan nimi, titteli ja organisaatio Kimmo Kopakkala, kiinteistöpäällikkö, Mitsubishi Logisnext Europe Oy		
Tiivistelmä <p>Opinnäytetyön toimeksiantajana toimi Mitsubishi Logisnext Europe Oy. Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää Mitsubishi Logisnext Europe Oy:n tuotantolaitoksen hiilijalanjälki ja selvittää keinoja sen pienentämiseksi. Lisäksi haluttiin tutkia digitalisaation ratkaisuja ja selvittää voisiko niillä pienentää hiilijalanjälkeä tai saavuttaa kustannussäästöjä.</p> <p>Opinnäytetyö sisältää yleiskatsauksen yritykseen ja konsernin ympäristöpolitiikkaan sekä teoriaosuuden hiilijalanjäljestä ja sen laskennasta. Opinnäytetyön toteutusosiossa selvitettiin yrityksen tuotannon hiilijalanjälki. Tämän jälkeen hiilijalanjäljen pienentämiseksi määriteltiin erilaisia ratkaisuja. Lopuksi käsiteltiin digitalisaation tuomia ratkaisuja ja selvitettiin, miten niitä voitaisiin hyödyntää.</p> <p>Opinnäytetyön tuloksena saatiin selkeä pohja MLE Oy:n hiilijalanjäljenlaskennalle ja mahdollisuuksia kustannussäästöihin digitalisaatiota hyödyntämällä. Opinnäytetyön ratkaisuja voidaan hyödyntää tulevaisuudessa, jotta MLE Oy voi päästä Suomen hallituksen ja Mitsubishi Logisnext Co. Ltd:n asettamiin tavoitteisiin.</p>		
Asiasanat hiilijalanjälki, hiilineutraalisuus, digitalisaatio		

Abstract

Author(s) Tarkiainen, Antti	Type of Publication Thesis, UAS	Published 2022
	Number of Pages 54	
Title of Publication Carbon footprint and digitalization in a large industrial company		
Degree and field of study Bachelor of Engineering, Energy and Environmental Engineering		
Name, title and organisation of the client Kimmo Kopakkala, property manager, Mitsubishi Logisnext Europe Oy		
Abstract <p>This thesis was commissioned by Mitsubishi Logisnext Europe Oy for the purpose of determining carbon footprint of their production facility and find ways to reduce it. In addition, the aim was to study digitalization solutions and see if they could reduce the carbon footprint or achieve cost savings.</p> <p>This thesis includes an overview of the company and the corporate group's environmental policy, as well as, a theoretical section on carbon footprint and its calculation. In the implementation part of this thesis, the carbon footprint of the company's production was calculated. Next, various solutions were defined to reduce the carbon footprint. Lastly, solutions brought by digitalization were researched to see how they could be utilized.</p> <p>As a result of this thesis, a clear basis was obtained for MLE Oy's carbon footprint calculation and cost savings by utilizing digitalization were deemed possible. The solutions of this thesis can be utilized in the future so that MLE Oy can reach the goals set by the Finnish government and Mitsubishi Logisnext Co. Ltd.</p>		
Keywords carbon footprint, carbon neutrality, digitalization		

Sisällys

1	JOHDANTO	1
2	MITSUBISHI LOGISNEXT EUROPE OY	2
2.1	Yleistä Mitsubishi Logisnext Europe Oy:stä	2
2.2	Mitsubishi Logisnext Co. Ltd ympäristöpolitiikka	2
3	HIILIJALANJÄLKI JA DIGITALISAATIO	5
3.1	Hiilineutraalius	5
3.2	Hiilijalanjälki	6
3.3	Hiilikädenjälki	6
3.4	Digitalisaatio	7
4	STANDARDIT	9
4.1	PAS 2050	9
4.2	Greenhouse Gas Protocol	10
4.3	ISO/TS 14067	11
4.4	ISO 14040 ja ISO 14044	11
4.5	Standardien vertailu	12
5	TUTKIMUSAINEISTO- JA MENETELMÄT	13
5.1	Y-HIILARI hiilijalanjälkilaskin	13
5.2	Laskennan rajausta	14
5.3	Sähkönkulutus	14
5.4	Lämpöenergiankulutus	15
5.5	Kuljetukset	16
5.6	Jätehuolto	16
5.7	Liikematkustaminen	19
5.8	Tulosten tarkastelu	19
6	RATKAISUT HIILIJALANJÄLJEN PIENENTÄMISEKSI	21
6.1	Sähkön- ja lämpöenergiankulutus	21
6.2	Kuljetusten ehdotetut ratkaisut	21
6.3	Jätehuollon ehdotetut ratkaisut	22
6.4	Liikematkustamisen ehdotetut ratkaisut	29
6.5	Päästöjen kompensointi	30
7	DIGITALISAATION RATKAISUT	32
7.1	Digitalisaation mahdollisuudet	32
7.2	Kiinteistönhallintajärjestelmä	32
7.3	Työolosuhteiden parantaminen	35

7.4	Infrapunälämmittimet	35
7.5	Älykkäät jäteastiat.....	36
7.6	Kunnossapitojärjestelmä Novi.....	36
7.7	Etätyö	37
7.8	Johtopäätökset	37
8	POHDINTA	39
8.1	Aineisto.....	39
8.2	Litiumakkujen ympäristö- ja ihmisoikeusongelmat.....	40
8.3	Päästöjen kompensoinnin todellinen vaikutus.....	41
8.4	Hiilineutraalisuuden taloudellinen kannattavuus.....	41
9	YHTEENVETO	43
	LÄHTEET	45

1 JOHDANTO

Ilmastonmuutoksesta on jo pitkään käyty kiivasta keskustelua. Ilmakehässä olevat kaasut mahdollistavat elämän maapallolla päästämällä auringon säteet läpi ja estämällä osan lämmön karkaamisesta avaruuteen. Tätä kutsutaan kasvihuoneilmiöksi. Ihmisen toiminta taas lisää näitä kasvihuonekaasuja merkittävästi ja enemmän lämpöä jää maapallolle. Kasvihuoneilmiö vahvistuu ja maapallon keskilämpötila nousee. Toisin sanottuna ilmasto muuttuu ja sen seurauksena on havaittavissa isoja muutoksia kuten jäätiköiden sulamista, joka taas nostaa merenpintaa. Ilmastonlämpenemisen estämiseksi on alettu etsimään ympäristöystävällisiä ratkaisuja ja siirtymään niihin, jotta kasvihuonekaasuja ei syntyisi. Tässä on tietenkin omat haasteensa, koska maailma on toiminut niin pitkään fossiililla polttoaineilla.

Yrityksillä on suuri rooli ilmastonmuutoksen ehkäisemisessä. Yritykset haluavat jatkaa toimintaansa, mutta se täytyy pystyä tekemään mahdollisimman pienellä hiilijalanjäljellä. Ympäristöystävällisiin vaihtoehtoihin siirtyminen on kuitenkin mahdollista nykyteknologialla. Digitalisaation eteneminen ja datan hyödyntäminen ovat luoneet paljon järjestelmiä ja työkaluja, joilla voidaan pienentää hiilijalanjälkeä ja jopa saavuttaa kustannussäästöjä samalla.

Tämän opinnäytetyön toimeksiantajana toimi Mitsubishi Logisnext Europe Oy. Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää Mitsubishi Logisnext Europe Oy:n Järvenpään toimipisteen tuotannon hiilijalanjälki ja selvittää keinoja sen pienentämiseksi. Lisäksi haluttiin tutkia digitalisaation tuomia mahdollisuuksia ja olisiko niillä mahdollista pienentää hiilijalanjälkeä tai saavuttaa kustannussäästöjä. Opinnäytetyö perustuu alan kirjallisiin lähteisiin, yrityksen tuottamiin materiaaleihin ja henkilöstöltä kerättyyn tietoon. Opinnäytetyö sisältää yleiskatsauksen yritykseen ja konsernin ympäristöpolitiikkaan sekä teoriaosuuden hiilijalanjäljestä ja sen laskennasta. Opinnäytetyön toteutusosiossa selvitettiin rajauksen mukaiset päästölähteet, joista laskettiin yrityksen tuotannon hiilijalanjälki. Kun hiilijalanjälki oli selvitetty, voitiin sen pienentämiseksi määritellä erilaisia ratkaisuja. Tämän jälkeen käsiteltiin digitalisaation tuomia mahdollisia ratkaisuja ja miten niitä voitaisiin hyödyntää.

Päästölaskennan kautta yritys saa selkeän kuvan mistä toimintansa päästöt syntyvät ja miten niitä voidaan vähentää. Opinnäytetyössä luotua pohjaa voidaan hyödyntää tulevaisuudessa päästölaskennassa ja se ohjaa ajatusmaailmaa hiilineutraaliin suuntaan tulevaisuuden investoinneissa sekä ratkaisuisissa.

2 MITSUBISHI LOGISNEXT EUROPE OY

2.1 Yleistä Mitsubishi Logisnext Europe Oy:stä

Mitsubishi Logisnext Europe Oy (lyh. MLE Oy) kehittää, markkinoi ja valmistaa sähköllä toimivia varasto- ja vastapainotrukkeja sekä automaattitrukkeja, tarjoten myös ratkaisuja ja palveluja tuotteidensa koko elinkaaren ajaksi (Mitsubishi Logisnext Europe 2020).

MLE Oy:n juuret ovat peräisin suomalaisesta konetekniikasta ja vuonna 1942 perustetusta Rautatyö Oy:stä, jonka nimi vaihdettiin Rocla Oy:ksi vuonna 1979 (Mitsubishi Logisnext Europe). Roclasta tuli osa Mitsubishi Heavy Industries -yhtiön Euroopan toimintaa 2008 (Mitsubishi Logisnext Europe 2020). 1. huhtikuuta 2020 Rocla Oy:n nimi vaihdettiin Mitsubishi Logisnext Europe Oy:ksi, osana Mitsubishi Logisnext Groupin integraatio prosessia (Rocla).

Nykyinen MLE Oy:n toiminta on yhdenmukainen maailmanlaajuisten megatrendien kuten yhteyksien, sähköisen kaupankäynnin, digitalisaation, sähköistyksen, automaation ja robotiikan kanssa. MLE Oy:n tavoitteena on mahdollistaa uusimpien teknologiaratkaisujen integrointi perinteiseen konetekniikkaan. (Mitsubishi Logisnext Europe.) MLE Oy:n toiminnan osat ovat R&D (Research and development), tehtaan toiminta ja sen tukitoiminnot sekä maailmanlaajuinen AGV (Automated Guided Vehicles) liiketoiminta, jotka työllistävät noin 500 työntekijää Järvenpään toimipisteessä (Mitsubishi Logisnext Europe 2020).

MLE Oy on osa maailmanlaajuisista Mitsubishi Logisnext group- Mitsubishi Logisnext Co. Ltd (ML), jonka kotipaikka on Kyotossa, Japanissa. Se perustettiin vuonna 1937, tavoitteenaan edistää yhteiskuntaa tukemalla ja laajentamalla logistiikkaa, laitteiston ja ohjelmiston kehityksen avulla. ML toimii johtavana innovatiivisten logistiikan ja materiaalien käsittelyn ratkaisujen toimittajana. Yrityksellä on toimintaa Amerikassa, Aasiassa, Tyynellä valtamerellä, Euroopassa, Lähi-idässä ja Afrikassa. (Logisnext.eu.)

ML on taas osa yhtä maailman suurimmista yrityksistä, Mitsubishi Heavy Industries group (MHI), jonka insinööriperintö ulottuu vuoteen 1870 asti. MHI:n teknologinen osaaminen ulottuu valtamerestä maahan, ilmaan ja jopa ulkoavaruuteen. (Logisnext.eu.)

2.2 Mitsubishi Logisnext Co. Ltd ympäristöpolitiikka

Mitsubishi Logisnext Co. Ltd on sitoutunut suojelemaan globaalia ympäristöä kansainvälisestä näkökulmasta ja osallistumaan paikallisten yhteisöjen jatkuvaan kehittämiseen. ML:n

ympäristöfilosofia on vähentää ympäristövaikutuksia ja parantaa yhteiskuntaa kestäväällä pohjalla, liiketoimintansa avulla. (Logisnext.com 2020.)

ML ja sen tytäryhtiöt ovat sitoutuneet ennakoivasti toteuttamaan seuraavia ympäristökäytäntöjä liiketoimintansa kautta, joka kattaa trukkien ja muiden teollisuusajoneuvojen, jakelujärjestelmien ja logististen tuotteiden kehittämisen, valmistamisen, huoltamisen ja myymisen.

- Tunnistamme, että ympäristön säilyttäminen ja globaalin ekosysteemin harmonian ylläpitäminen ovat tärkeimpien hallinnollisten kysymysten joukossa ja jatkamme ympäristöaloitteiden järjestelmällistä edistämistä liiketoimintamme kautta.
- Ympäristöjärjestelmämme mukaisesti pyrimme hallitsemaan ympäristön saastumista ja edistämään ympäristönsuojelutoimia tarkasti seuraamalla liiketoimintamme ympäristövaikutuksia.
- Noudatamme tiukasti kaikkia ympäristölakeja, määräyksiä, järjestelyjä ja kaikkia muita sopimuksia sekä muita vaatimuksia, jotka koskevat meitä. Lisäksi hyväksymme vapaaehtoisia standardeja ja ryhdymme toimenpiteisiin ympäristön suojelemiseksi.
- Tunnustaessamme liiketoimintamme ympäristövaikutukset, otamme huomioon seuraavat tärkeät aloitteet.
 - Valmistamme ympäristöystävällisiä tuotteita.
 - Vähennämme, kierrätämme ja hävitämme liiketoiminnastamme syntyvän teollisuusjätteen asianmukaisesti.
 - Meistä tulee tehokkaampia ja vähennämme raaka-aineiden, polttoaineen ja energian kulutusta sekä edistämme ympäristönsuojelua valmistustoiminnassamme.
 - Parannamme tuotteidemme ja osien jakelun kuljetustehokkuutta, vähennämme pakkausmateriaalien käyttöä sekä vähennämme ympäristökuormitustamme.
- Toteutamme sisäisiä koulutustilaisuuksia ja tiedotuskampanjoita tiedottaaksemme kaikille työntekijöillemme ja kauppakumppaneillemme meidän ympäristöpolitiikkamme, jotka julkaisemme yhteiskunnalle.

(Logisnext.com 2020.)

Yllä mainittujen ympäristökäytäntöjen toteuttamiseksi ML asettaa ympäristötavoitteita oman teknisen ja ekonominen soveltamisalan puitteissa sekä säännöllisesti tarkastelee niiden edistymistä (Logisnext.com 2020).

3 HIILIJALANJÄLKI JA DIGITALISAATIO

3.1 Hiilineutraalius

Hiilineutraalius tarkoittaa sitä, että hiilidioksidipäästöjä tuotetaan vain sen verran kuin niitä voidaan ilmakehästä sitoa hiilinieluihin. Tärkeimmät luonnon hiilinielut ovat metsät, maaperä ja valtameret, joiden arvioidaan sitovan 9,5-11 gigatonnia hiilidioksidia, kun taas koko maailman hiilidioksidipäästöt olivat 38,0 gigatonnia vuonna 2019. (Euroopan parlamentti 2019.)

Ilmaston lämpeneminen tulisi rajoittaa 1,5 asteeseen vuoteen 2050 mennessä. Tämä hallitustenvälisen ilmastopaneeli IPCC:n suositus on kirjattu tavoitteeksi Pariisin ilmastosopimukseen, jonka on allekirjoittanut 195 maata, EU mukaan lukien. (Euroopan parlamentti 2019.)

Jotta ilmaston lämpeneminen saadaan rajoitettua 1,5 asteeseen esiteollisesta ajasta, täytyy globaalien kasviuonepäästöjen vähentyä 45% 2010 vuoden tasosta 2030 vuoteen mennessä. Ihmiskunnan tulee lisäksi saavuttaa nettonollapäästöt vuoteen 2050 mennessä ja olla vuosisadan loppupuolisko ilmastonegatiivinen. Nettonollapäästöt tarkoittavat, sitä, että kasviuonekaasupäästöjen ja niitä sitovien päästönielujen määrien kuuluisi olla yhtä suuret, kun taas ilmastonegatiivisuus sitä, että nielujen sitoma päästöjen määrä on päästöjä suurempi. (UseLess 2021.)

Tällä hetkellä mikään ihmisen kehittämä järjestelmä ei kykene sitomaan ilmakehästä hiiltä tarpeeksi suuressa mittakaavassa ilmaston lämpenemisen hillitsemiseksi. Luonnon hiilinieluihin varastoitunut hiilidioksidi vapautuu takaisin ilmakehään mm. hakkuiden, maankäytön muutosten tai metsäpalojen muodossa, minkä vuoksi on tärkeää vähentää päästöjä ilmastoneutraaliuden saavuttamiseksi. (Euroopan parlamentti 2019.)

Suomen hallitusohjelman 2019 tavoitteena on, että vuoteen 2035 mennessä Suomi on hiilineutraali ja ensimmäinen fossiilivapaa hyvinvointiyhteiskunta. Tähän tavoitteeseen päättäkseen tarvitaan nopeutettuja päästövähennyksiä kaikilla aloilla sekä hiilinielujen kehittämistä. Hallituksen keinoja ovat mm. lähes päästötön sähkön- ja lämmöntuotanto 2030-luvun loppuun mennessä, rakentamisen hiilijalanjäljen pienentäminen, kiertotalouden edistäminen, ilmastoystävällinen ruokapolitiikka ja uudet ilmastopoliittiset päätökset. Verotuksessa keskitytään ympäristöhaittojen verottamiseen. Lisäksi luonnon monimuotoisuuden heikentäminen pysäytetään lisäämällä sen suojelun rahoitusta, uudistamalla luonnonsuojelulainsäädäntöä sekä luonnonvarojen kestävästä käytöstä edistämällä. (Ympäristöministeriö.)

3.2 Hiilijalanjälki

Elinkaariarviointi eli LCA (Life Cycle Assessment) on menetelmä, jolla arvioidaan ja analysoidaan tuotteen tai palvelun koko elinkaaren aikaiset ympäristövaikutukset (SYKE 2013).

Ekologinen jalanjälki on maa- ja vesialueen koko, jonka ihminen tai ihmisryhmä tarvitsee ravinnon, materiaalien ja energian tuottamiseen sekä jätteiden käsittelemiseen (Sitra a).

Hiilijalanjälki on tuotteen, palvelun tai prosessin elinkaaren aikana tuotetut kasvihuonekaasupäästöt yhteen laskettuna (Sitowise). Hiilijalanjälki perustuu elinkaariarviointiin ja ekologiseen jalanjälkeen, mutta on kuitenkin erillinen mittari. Tästä johtuen on hiilijalanjäljen mittaamiseen useita erilaisia menetelmiä, jotka eroavat toisistaan siinä, mitkä kasvihuonekaasut huomioidaan, mitkä elinkaarivaiheet sisällytetään ja miten tarkastelu rajataan (tuote, prosessi, yritys, ihminen, valtio vai alue). Tarkasteltavien kasvihuonekaasujen vaikutus ilmastomuutokseen ilmaistaan hiilidioksidiekvivalentteina (lyhenne CO₂-ekv. tai CO₂e). (SYKE 2013.) Hiilidioksidiekvivalentti huomioi hiilidioksidipäästöjen lisäksi myös muut merkittävät kasvihuonekaasupäästöt, mm. metaanin ja typpioksiduulin (Sitra b).

Hiilijalanjäljelle on olemassa monia laskureita, jotka antavat erilaisia tuloksia. Tämän takia Iso-Britannian standardiviranomainen (BSI) ja Carbon Trust julkaisivat vuosina 2008 ja 2011 ohjeistuksen hiilijalanjäljen laskentaan (PAS 2050:2011, PAS = Public Available Specification). Kesällä 2013 kansainvälinen standardisointijärjestä ISO julkaisi teknisen spesifikaation ISO/TS 14067:2013 Greenhouse gases – Carbon footprint of products – Requirements and guidelines for quantification and communication, joka käsittelee tuotteen hiilijalanjälkeä ja tukee hiilijalanjäljenlaskentaa tuotteille ja palveluille. (SYKE 2013.)

Käytetyimmät ympäristövaikutusten laskemiseen kehitetyt standardit ovat Maailman luonnonvarainstituutti (WRI) ja World Business Council for Sustainable Development (WBCSD) –järjestöjen Greenhouse Gas Protocol –yhteishankkeen tuottamia (GHG Protocol a).

3.3 Hiilikädenjälki

Hiilikädenjälki keskittyy hiilijalanjäljen negatiivisten ilmastovaikutusten sijaan siihen, miten voimme hillitä ilmastomuutosta. Positiivinen hiilikädenjälki syntyy, kun yrityksen tarjoama ratkaisu pienentää toisen asiakkaan tai yrityksen hiilijalanjälkeä. Yrityksen oman hiilijalanjäljen pienentämisen toimenpiteet eivät kuitenkaan kasvata hiilikädenjälkeä. (Clonet 2020.)

Positiivisen hiilikädenjäljen kasvattaminen on osa Suomen hallituksen ohjelmaa, jossa asiaa tarkastellaan siten, että Suomella voi olla kokoaan suurempi ratkaisija ilmasto- ja kestävyysaasteissa ja, että Suomella on pieni hiilijalanjälki, mutta suuri hiilikädenjälki (Valtioneuvosto 2019, 53).

VTT ja Lappeenrannan-Lahden teknillinen yliopisto LUT ovat kehittäneet laskentamenetelmän hiilikädenjäljelle. Laskentamenetelmä perustuu ISO 14067 –standardin vaatimuksiin. Tuotteen, palvelun, prosessin, polttoaineen tai raaka-aineen hiilikädenjälki lasketaan kahden hiilijalanjäljen erotuksena. Positiivinen kädenjälki muodostuu, kun yrityksen tarjoamalla ratkaisulla on nykyistä yleistä ratkaisua pienempi hiilijalanjälki. Positiivista kädenjälkeä voi syntyä esim. fossiilisten polttoaineiden korvaamisesta uusiutuvilla tai energia- ja materiaalihokkuuden parantamisesta. (Clonet 2020.)

3.4 Digitalisaatio

Digitalisaatio tarkoittaa digitaalisten teknologioiden sisällyttämistä sosiaalisiin ja liiketoiminnallisiin prosesseihin. Se parantaa yritysten ja heidän asiakkaidensa vuorovaikutusta sekä lisää kassavirtaa. Digitalisaation konseptin ymmärtääkseen täytyy tutustua myös digitoinnin konseptiin. (Scrive.)

Digitointi on fyysisen datan muuttamista digitaalseksi dataksi. Maailmanlaajuiset viestintäverkot käsittelevät tietoa digitaalisessa muodossa ja digitalisaatio hyödyntää digitoitua tietoa prosessien parantamiseen. (Scrive.)

Raportin kirjoittaminen digitaaliseen asiakirjaan on hyvä esimerkki digitoinnista, kun taas asiakirjan lataaminen pilvipalveluun muiden käytettäväksi ja hyödynnettäväksi on digitalisaatiota. Digitalisaatio ja digitointi täydentävät toisiaan, joten niiden vertailu ei ole järkevää. (Scrive.)

Digitalisaatio työelämässä näkyy toimintatapojen ja prosessien muuttumisesta digitaalisten välineiden (pilvipalvelut, mobiiliteknologia, robotiikka, some, big data, IoT) lisääntymisellä ja niiden hyödyntämisellä. Uuteen teknologiaan ja sen hyödyntämiseen täytyy investoida sekä työntekijöiden osaamista tulee kehittää. Monet yritykset ovat vasta tutustumassa mahdollisuuksiin, joita tekoäly pystyy tarjoamaan liiketoiminnalle ja työprosesseille. Tekoälyn myötä täytyy työpaikalla päättää uudet toimintatavat ja arvot, joiden mukaan työskennellään. Tämä vaatii myös työntekijöiltä lisää vastuullisuutta ja kykyä toimia tekoälyn kanssa. (STTK.)

Ilmastonmuutoksesta ja ympäristövaikutuksista puhuttaessa on digitalisaatiolla kaksoisrooli (Tieke 2020). Digitalisaatio mahdollistaa monia päästövähennysratkaisuja ja edistää kiertotaloutta, mutta vaatii samalla tietoliikenneverkkoja, datakeskuksia sekä laitteita, joiden rakentaminen ja käyttö kuluttavat luonnonvaroja ja energiaa, mikä taas kiihdyttää ilmastonmuutosta (Sitra 2020a). Kiertotalousnäkökulmassa yhteiskuntien hyvinvointi ei lisääny tuottamalla lisää tavaroita, vaan kulutus perustuu palveluihin omistamisen sijaan, eikä uudenlaisen toimintaympäristön luominen onnistu ilman tiedonsiirtoa ja dataa (Tieke 2020).

Digiteknologian nopea kehitys ja halventuminen ovat johtaneet laitteiden määrän nousuun, josta aiheutuu paljon elektroniikkajätettä. Arvioiden mukaan elektroniikkajätteestä vain 20-35 prosenttia kerätään talteen ja tästä osuudesta vain pieni osa päätyy uusiokäyttöön, koska pienten materiaalmäärien talteenotto ei ole taloudellisesti kannattavaa. (Tieke 2020.)

Ennusteiden mukaan ict-alan energiankulutus on jopa 21 prosenttia koko maailman energiankulutuksesta vuonna 2030. Toisaalta digitalisaation avulla voidaan saavuttaa arviolta 15 prosenttia päästövähennyksistä mm. teollisuudessa, energia-alalla, kuljetuksissa ja henkilöliikenteessä. (Tieke 2020.)

4 STANDARDIT

4.1 PAS 2050

Julkisesti saatavilla oleva PAS 2050 otettiin käyttöön vuonna 2008 tarkoituksenaan tarjota järjestelmällinen menetelmä hiilijalanjäljen määrittämiseen, jota voidaan soveltaa kansainvälisesti. Standardi päivitettiin vuonna 2011 laajan kansainvälisten osakkeidenomistajien kuulemisen ja perusteellisen yhteistyön PAS 2050 käyttäjäyhteisön kanssa. (GHG Protocol b, 1.)

Vuoden 2011 päivitys tekee PAS 2050 metodologiasta enemmän relevanttia ja saatavilla olevaa laajemmalle alalle yrityksiä, hyödyntäen vuoden 2008 julkaistun version käyttäjien kokemuksia. Päivityksen merkittävimpiin muutoksiin kuuluvat (Antaris 2021):

- Säännös täydentävien vaatimusten kehittamisestä ja soveltamisesta kasvihuonekaasupäästöjen tarkemman arvioinnin mahdollistamiseksi tuoteryhmissä tai aloilla.
- Päästöjen sisällyttäminen biogeenisistä lähteistä esim. biomassassa.
- Selkeyden lisääminen kierrätettävien materiaalien käsittelyyn.

Arviointimenetelmää on testattu monien yritysten kanssa, moniin erilaisiin tuoteryhmiin mukaan lukien (Aggie Horticulture 2008, 2):

- tuotteet ja palvelut
- valmistajat, jälleenmyyjät ja kauppiat
- yritysten välinen kauppa (B2B) ja yrityksen ja kuluttajan välinen kauppa (B2C)
- Iso-Britannia ja kansainväliset toimitusketjut

Yrityksille PAS 2050 voi tarjota seuraavia etuja (Aggie Horticulture 2008, 2):

- sisäinen arviointi tuotteen elinkaaren kasvihuonekaasupäästöistä
- vaihtoehtoisten tuotekokoonpanojen, käyttö- ja hankintavaihtojen, yms. ympäristövaikutukset tuotteen kasvihuonekaasupäästöjen perusteella
- vertailuarvo päästövähennysten mittaamiseen ja kommunikointiin
- ohjeita tuotteen kasvihuonekaasupäästöjen vertailuun

- ohjeita yrityksen vastuullisuusraportointiin

Asiakkaille se tarjoaa (Aggie Horticulture 2008, 2):

- Luottamusta siihen, että tuotteen kasvihuonekaasupäästöjen elinkaaren raportointi perustuu standardisoituun menetelmään.
- Paremman ymmärryksen siitä, miten heidän ostopäätökset vaikuttavat kasvihuonekaasupäästöihin.

4.2 Greenhouse Gas Protocol

Greenhouse Gas Protocol (GHGP) eli GHG-protokolla syntyi, kun 1990 luvun lopulla WRI ja WBCSD tunnistivat tarpeen kansainväliselle standardille yritysten kasvihuonekaasujen kirjanpidolle ja raportoinnille. (GHG Protocol a.)

GHG-protokolla tarjoaa kirjanpito- ja raportointistandardeja, alakohtaista ohjausta, laskentatyökaluja ja koulutuksia yrityksille ja hallituksille. Se on myös luonut kattavan maailmanlaajuisen standardoidun rakenteen julkisen ja yksityisen sektorin toimintojen, arvoketjujen, tuotteiden ja kaupunkien päästöjen mittaamiseen ja hallintaan. Protokollan luoma Corporate Accounting and Reporting Standard tarjoaa kirjanpitoalustan lähes kaikille maailman kasvihuonekaasujen raportointiohjelmille. (GHG Protocol a.)

GHG-protokolla luokittelee päästöt kolmeen ryhmään (GreenCarbon):

- Scope 1 –luokka, joka kattaa yrityksen oman toiminnan seurauksena syntyvät päästöt, joihin yritys voi suoraan vaikuttaa ja helpoimmin kontrolloida esim. omien ajoneuvojen polttoainepäästöt.
- Scope 2 –luokka, joka kattaa tuotannon ostoenergian epäsuorat päästöt, kuten sähkön ja lämmön tuotannosta syntyvät päästöt.
- Scope 3 –luokka, joka kattaa kaikki epäsuorat päästöt arvoketjusta. Epäsuorat päästöt on jaettu 15 kategoriaan. Päästölaskennassa voidaan valita näistä keskeisimmät kategoriat yrityksen kannalta ja keskittyä niiden päästöjen selvittämiseen.

4.3 ISO/TS 14067

ISO/TS 14067 julkaistiin vuonna 2013 ja se päivitettiin vuonna 2018. Standardissa määritellään periaatteita, vaatimuksia ja ohjeita kvantifointiin sekä tuotteen hiilijalanjäljen raportointiin kansainvälisten elinkaariarviointi standardien ISO 14040 ja ISO 14044 mukaisesti. Vaatimuksia ja kvantifoinnin ohjeita on myös määritelty osittaiselle hiilijalanjäljelle. (ISO c.)

Asiakirja käsittelee vain yhtä vaikutuskategoriaa, ilmastonmuutosta, eikä siinä arvioida mitään sosiaalisia tai taloudellisia näkökulmia, tai vaikutuksia ja muita ympäristönäkökulmia sekä niihin liittyviä vaikutuksia, jotka voivat mahdollisesti johtua tuotteen elinkaaresta. (ISO c.)

Hiilipäästöjen kompensointi, hiilijalanjäljen kommunikaatio ja osittaisen hiilijalanjäljen tiedot ovat dokumentin soveltamisalan ulkopuolella. (ISO c.)

4.4 ISO 14040 ja ISO 14044

ISO 14040 ja ISO 14044 ovat kansainvälisiä elinkaariarvioinnin standardeja, jotka julkaistiin vuonna 2006 ja ne molemmat ovat tarkastettu sekä hyväksytyt vuonna 2016 (ISO a; ISO b).

Asiakirjojen ero toisistaan on se, että ISO 14040 tarjoaa yleisen esittelyn elinkaariarvioinnin ja elinkaari-inventaarioselvityksen periaatteisiin, kun taas ISO 14044 asettaa tiettyjä vaatimuksia. Asiakirjojen rakenne on samankaltainen ja ne jakavat samat pääkohdat (Science-direct):

- elinkaariarvioinnin tavoitteen määrittely ja laajuus
- elinkaari-inventaarioselvitys (LCI) vaihe
- elinkaari vaikutusarviointi (LCIA) vaihe
- elinkaarenarvioinnin tulosten tulkinta vaihe
- elinkaariarvioinnin rajoitukset
- elinkaariarvioinnin raportointi ja kriittinen tarkastelu
- elinkaariarvioinnin vaiheiden välinen suhde
- ehdot arvovalintojen ja lisäelementtien käytölle

4.5 Standardien vertailu

Kaikki kolme standardia perustuvat olemassa oleviin elinkaaren arviointimenetelmiin, jotka on vahvistettu elinkaariarvioinnin standardeilla ISO 14040 ja ISO 14044. Standardien välillä on kuitenkin pieniä eroja, minkä takia BSI WRI/WBCSD ja ISO tekivät yhteistyötä lisätäkseen standardien yhdenmukaistamista. ISO 14067 on yleisempi standardi, vaikka jotkin sen vaatimukset esim. vihreän sähkön käyttöä koskevat vaatimukset ovat tarkoin määritettyjä. PAS 2050 ja GHG-protokolla tarjoavat yksityiskohtaisempia vaatimuksia ja opastusta, joissa on vähemmän tulkinnanvaraa. Päivitetty PAS 2050 on paremmin GHG-protokollan mukainen. Sustainability Consortium and the Consumer Good Forum ovat ottaneet GHG-protokollan tiedonkeruunsa perustaksi. (Pre-sustainability 2012.)

Tutkimuksessa hyödynnettiin GHG-protokollan luomaa GHG Protocol Corporate Accounting and Reporting Standard –standardia. Se soveltui parhaiten trukin tuottamisen hiilijalanjäljen selvittämiseen, koska sisältää vaatimuksia ja ohjeita yritysten kasvihuonekaasupäästöjen selvittämiseen, kun taas PAS 2050 ja ISO 14067 ovat suunnattuja tuotteen hiilijalanjäljen selvittämiseen. Trukin tuottaminen on prosessi, johon liittyvät kaikki MLE Oy:n toiminnan osat.

Hiilijalanjäljenlaskentaan käytettiin Y-HIILARI laskentatyökalua, joka pohjautuu Corporate Accounting and Reporting –standardiin. Laskuri valittiin sen käyttämän standardin lisäksi myös sen takia, että se on suunniteltu yrityksille käytettäväksi ilman ulkopuolista apua (SYKE 2019). Y-HIILARI on kehitetty yrityksen hiilijalanjäljen laskentaan, mutta muille kohteille on kehitetty useita laskureita, joita ovat mm. Ilmastodieetti, joka on suunnattu kansalaisten omien päästöjen selvittämiseen, Itämeri-laskuri, jolla kuluttajat voivat selvittää vaikutuksensa Itämeren ravinnekuormitukseen ja Vesijalanjälkilaskuri, joka auttaa kansalaisia vähentämään veden kulutustaan (SYKE 2021).

5 TUTKIMUSAINEISTO- JA MENETELMÄT

5.1 Y-HIILARI hiilijalanjälkilaskin

Y-HIILARI on Suomen ympäristökeskuksen (SYKE) luoma maksuton työkalu yrityksen hiilijalanjäljen laskentaan. Anniina Kontiokorpi loi työkalun osana ympäristötekniikan diplomityötään ”Energia- ja ilmastotoimenpiteiden käynnistäminen pk-yrityksessä”. Työkalu sisältää hiilijalanjälkilaskurin ja ohjeen sen käytölle. Työ tehtiin osana SYKE:n Kohti hiilineutraalia kuntaa (HINKU) hanketta. Laskuri päivitettiin vuonna 2019 SYKE:n tutkijoiden Johanna Niemistön ja Jaakko Karvosen toimesta. (SYKE 2020.)

Laskurilla laskettavan yrityksen hiilijalanjäljen rajausta perustuu GHG-protokollan luomaan Corporate Accounting and Reporting –standardiin. Siinä huomioidaan standardin vaikutusalueista pakolliset Scope 1 ja Scope 2, kun taas Scope 3 on raportoinnin osalta vapaaehtoinen osa. (SYKE 2019.)

Scope 1 –luokkaan kuuluvat suorat päästöt polttoaineiden kulutuksesta lämmöntuotantoon. Yrityksen omistamia kulkuneuvoja ei ole huomioitu laskurissa, koska laskurin toiminta hahutettiin pitää yksinkertaisena, vaikka yritysten omat kulkuneuvot kuuluvat Scope 1 –luokkaan. Kulkuneuvojen aiheuttamat päästöt voidaan laskea Scope 1 hiilijalanjälkeen manuaalisesti tai ne voidaan huomioida Scope 3 –luokassa. (SYKE 2019.)

Scope 2 –luokkaan kuuluvat päästöt sähköntuotannosta. Laskurissa voi valita yleis-, ydin-, tuuli-, vesi-, ja aurinkosähkön väliltä. Yleissähkö perustuu vuosien 2013-15 SYKE:n laskemaan keskiarvoon, joka sisältää tuontisähkön, kun taas muut luvut ovat saatu hallitustenvälisen ilmastomuutospaneeli IPCC:n (Intergovernmental Panel on Climate Change) julkaisusta. (SYKE 2019.)

Scope 3 –luokka on standardin mukaan vapaaehtoinen rajausta yrityksen hiilijalanjäljen osalta (SYKE 2019). Epäsuorien päästöjen 15 kategoriaa ovat ostetut tavarat ja palvelut, tuotantohyödyke, polttoaine- ja energiatoiminta (eivät sisälly Scope 1 tai Scope 2 luokkiin), ylävirtaan kuljetus ja jakelu, toiminnasta syntynyt jäte, liikematkustaminen, työntekijöiden työmatkat, ylävirran vuokrattu omaisuus, alavirtaan kuljetus ja jakelu, myytyjen tuotteiden käsittely, myytyjen tuotteiden käyttö, myytyjen tuotteiden loppusijoitus, alavirtaan vuokrattu omaisuus, franchising-sopimukset ja sijoitukset (ghgprotocol.org 2013, 7.) Laskurissa niistä huomioitiin jätehuolto, liikematkustaminen ja kuljetukset sekä kuljetuksissa kulutettujen polttoaineiden valmistuksesta aiheutuvat päästöt (SYKE 2019.)

Valitulla rajauksella voidaan selvittää yrityksen suora ja/tai epäsuora hiilijalanjälki sekä löytää niitä osa-alueita, joihin yritys pystyy itse vaikuttamaan ja ne osa-alueet, joihin vaaditaan alihankintaketjuihin vaikuttamista. (SYKE 2019.)

5.2 Laskennan rajaus

Tutkimus rajattiin Järvenpään tehtaan sisällä tapahtuvaan toimintaan, johtuen siitä, että toimeksiantaja halusi tietää tehtaan sisällä tapahtuvan toiminnan hiilijalanjäljen. Tässä tapauksessa tehtaan ulkopuolella tapahtuvien toimintojen hiilijalanjäljen selvittämistä ei tehty.

MLE Oy vuokraa varastotilaa tehtaalta 700 metrin päässä sijaitsevassa Puurtajankatu 2 kiinteistössä. Puurtajankatu 2 päätettiin rajata pois tutkimuksesta pois, sillä MLE Oy on siellä vuokralla eikä voi vaikuttaa kohteen teknisiin ratkaisuihin. Kohteiden välillä tavaraa kuljettavaan kuorma-autoon kuitenkin voidaan vaikuttaa ja sen päästöt huomioitiin.

Laskenta rajattiin laskurissa käytettyjen päästölähteiden mukaan, jotka olivat sähkönkulutus, lämpöenergiankulutus, kuljetukset, jätehuolto ja liikematkustaminen.

5.3 Sähkönkulutus

Sähkönkulutuksen päästöjä laskurissa tarkasteltiin valitsemalla kiinteistössä käytetty sähkötyyppi ja ilmoittamalla sähkön kulutus. Sähkön päästökerroin tulee valitun sähkötyypin mukaan. Tarkka päästökerroin oli myös mahdollista valita ja kirjoittaa ylös. Laskuri laski sähkönkulutuksen hiilijalanjäljen kertomalla sähkönkulutuksen ja päästökertoimen. MLE Oy:n Järvenpään toimipisteen hankkima sähkö oli alkuperävarmistettua ja 100% uusiutuvaa energiaa, joten päästökertoimeksi merkittiin 0 kg CO₂-ekv/MWh. Vuoden sähkönkulutus oli 3629,501 MWh. Käytetty sähkö oli tuotettu vesi- ja tuulivoimalla, mutta tarkkaa tietoa siitä mikä osuus oli kummallakin tuotantomuodolla tuotettu, ei ollut, joten sähkönkulutus jaettiin puoliksi tuotantomuodoille. Epäsuoriin päästöihin tuli päästökerroin käytetyn sähkötyypin perusteella, vesivoimaan 24 CO₂-ekv (kg/MWh) ja tuulivoimaan 11 CO₂-ekv (kg/MWh). Suoria päästöjä sähkönkulutuksesta ei tullut MLE Oy:n käyttämän uusiutuvan energian takia, mutta epäsuoria päästöjä laskuri laski 63516,3 kg CO₂-ekv. (Taulukko 1).

Uusiutuvan energian päästökerroin 0 kg CO ₂ -ekv./MWh		SCOPE 2 Suorat päästöt		SCOPE 3 Epäsuorat päästöt	
Sähkötyyppi	Sähkönkulutus (MWh/a)	CO ₂ -ekv (kg/MWh)	Yht. kg CO ₂ -ekv.	CO ₂ -ekv (kg/MWh)	Yht. kg CO ₂ -ekv.
Vesivoima	1814,7505	0	0	24	43554,0
Tuulivoima	1814,7505	0	0	11	19962,3
Yhteensä kg CO₂-ekv.		0		Yhteensä	63516,3

Taulukko 1. Sähkönkulutuksen päästölaskelma (mukailtu SYKE 2020)

5.4 Lämpöenergiankulutus

Lämpöenergiankulutuksen päästöjä tarkasteltiin valitsemalla käytetty lämmitystyyppi ja merkitsemällä ylös kulutettu lämpöenergia, joko yksikkönä megajoule (MJ) tai kilowattitunti (kWh). Kaukolämpöön oli mahdollista merkitä tarkka CO₂-ekv. kerroin. Oman tuottaman lämpöenergian prosentoin pystyi myös ilmoittamaan. MLE Oy käytti 100% uusiutuvaa kaukolämpöä, joten päästökertoimeksi merkittiin 0 kg CO₂-ekv. Lämpöenergian kulutus oli 2996230 kWh. Uusiutuvan kaukolämmön käytön takia suoraa päästöä ei lämpöenergiankulutuksesta syntynyt (Taulukko 2).

Uusiutuvan energian päästökerroin 0 kg CO ₂ -ekv./MWh		SCOPE 2 Suorat päästöt	
Lämmitysmuoto	Kulutettu lämpöenergia (kWh)	CO ₂ -ekv. (kg/MWh)	Yht. kg CO ₂ -ekv.
Kaukolämpö	2996230	0	0

Taulukko 2. Lämpöenergiankulutuksen päästölaskelma (mukailtu SYKE 2020)

5.5 Kuljetukset

Kuljetusten päästöjä pystyi tarkastelemaan tonnikilometrien tai polttoaineen kulutuksen kautta. Kuljetusyrittäjän CO₂ –ekv. kerroin oli mahdollista lisätä suoraan, mikäli sen tiesi. Kuljetukset koostuvat MLE Oy:n ja Puurtajankatu 2 välisen kuorma-auton ajossa syntyneistä päästöistä. Käytetty kuorma-auto oli puoliperäyhdistelmä, joka ajoi 700 metriä Puurtajankatu 2:sta MLE Oy:n Roclankuja 1 puolella sijaitsevan portin kautta sisään noin 6 edestakaista matkaa päivässä. Työpäivien laskemisessa käytettiin oletusarvoa 228 työpäivää vuodessa. Arvioitu kuorma koko oli noin 15 tonnia. Ajosta aiheutuvia päästöjä synti yhteensä 903,828 kg CO₂-ekv. Polttoaineen valmistuksesta päästöjä syntyi yhteensä 211,63 kg CO₂-ekv. (Taulukko 3).

Puoliperävaunuyhdistelmä (40 t/25 t)		SCOPE 3 Epäsuorat päästöt	
Matka, km	1090	Ajosta aiheutuva päästö yht. kg CO ₂ - ekv.	Polttoaineen valmistuk- sen päästö yht. kg CO ₂ - ekv.
Kuorma, t	15		
CO ₂ -ekv. (g/ ajon km)	829,2	903,828	211,63

Taulukko 3. Kuljetukset (mukailtu SYKE 2020)

5.6 Jätehuolto

Jätehuollon päästöjä tarkasteltiin täyttämällä laskuriin jätejakeiden vuosittaiset jätemäärät, tyhjennuskerrat ja etäisyys kierrätyspaikalle, kierrätettävien sekä polttoon päätyvien jätteiden osalta. Kuljetuksessa uusiutuvalla dieselillä kuljetun matkan määrän pystyi ilmoittamaan prosentteina. MLE Oy:n toiminnassa syntyviä jätejakeita olivat erityisesti metalli, purkupu ja biojäte.

Kartongilla ja pahvilla oli 11 tyhjennuskertaa, niitä kertyi 60,02 tonnia vuodessa ja ne toimitettiin uusioraaka-aineeksi. Paperijätteellä oli 15 tyhjennuskertaa ja sitä kertyi 7,04 tonnia, joka päätyi kierrätykseen. MLE Oy:n tuotannossa ei synny lasijätettä. Ainoa mahdollinen lasijäte syntyy, kun esim. trukin suojakatoksen lasi lähtee irti ja tippuu maahan eikä se ole

kierrätykseen soveltuvaa lasia, joten se laitettiin sekajätteeseen. Metallijätettä syntyi kai-
kista eniten, 565,965 tonnia. Metallijätteellä oli 161 tyhjennyskertaa ja siitä kaikki toimitettiin
uusiokäyttöön. Patteri- ja akkujätettä syntyi 13,676 tonnia ja niillä oli 4 tyhjennyskertaa.
Tämä jätemäärä johtuu siitä, että trukkien akut ovat hyvin painavia. Paristojätteen osuus
tästä oli vain 0,056 tonnia. Biojätteessä otettiin huomioon viereisessä Fox Centerin kiinteis-
tössä sijaitsevan työpaikkaruokala Hermannin biojätteet, joita kertyi 3,432 tonnia vuodessa,
kun taas MLE Oy:n omasta toiminnasta syntyi 1,104 tonnia biojätettä. MLE Oy:n biojäte
kompostoitui, kun taas Hermannin biojätteestä tehtiin bioetanolia. Biojätteillä oli yhteensä
189 tyhjennyskertaa. Muovijätteellä oli 25 tyhjennyskertaa ja sitä syntyi 3,255 tonnia (Tau-
lukko 4).

Purkupuujäätettä syntyi 195,59 tonnia ja sillä oli 28 tyhjennyskertaa. Kaikki puujäte meni
energiakäyttöön. Yhdyskuntajäte kertyi 105,47 tonnia ja se tyhjennettiin 96 kertaa vuoden
aikana. Kaikki yhdyskuntajäte meni Fortumin Riihimäen tuotantolaitokselle, joka tuottaa
kaukolämpöä ja sähköä. Vaarallista jätettä kertyi 54,14 tonnia ja tyhjennyskertoja sillä oli 47
(Taulukko 5).

Jätteiden käsittelyn päästöt olivat yhteensä 165200,06 kg CO₂-ekv. ja jätehuollon kuljetus-
ten päästöt olivat yhteensä 61636,6 kg CO₂-ekv. Jätehuollon päästöt yhteensä olivat
226836,7 CO₂-ekv. (Taulukko 6).

Kierrätettävät jätteet	t/a	Yhteensä kg CO ₂ - ekv.	Tyhjennys- kertoja per vuosi	Etäisyys kierrätyspai- kalle, km	Kuljetuksen päästö kg CO ₂ -ekv.
Kartonki ja pahvi	60,02	3206,9	11	50,00	2764,298556
Paperi	7,04	510,8	15	50,00	440,4360503
Metalli	565,965	13945,4	161	0,55	4139,815086
Patterit / Akut	13,676	12685,6	4	0,55	2,583571542
Biojäte	4,536	257,2	189	8,80	623,0968065
Muovijätteet	3,255	1190,9	25	1,60	10,81400458
Yhteensä		31796,8	Yhteensä		7981,044074922

Taulukko 4. Kierrätettävien jätteiden päästölaskelma

Poltettavat jätteet	t/a	Yhteensä kg CO₂-ekv.	Tyhjennyskertoja per vuosi	Etäisyys kierrätyspaikalle, km	Kuljetuksen päästö kg CO₂-ekv.
Purkupuu	195,59	27871	28	2,80	1272,735137
Yhdyskunta-jäte	105,47	42188,0	96	50,00	41847,45166
Vaarallinen jäte	54,14	63343,8	47	50,00	10535,3377
Yhteensä		133402,8	Yhteensä		53 655,524497

Taulukko 5. Poltettavien jätteiden päästölaskelma (mukailtu SYKE 2020)

SCOPE 3 Epäsuorat päästöt	Jätteiden käsittelyn päästöt	Jätehuollon kuljetusten päästöt
Yhteensä kg CO₂-ekv.	165200,06	61636,6
Jätehuollon päästöt yhteensä kg CO₂-ekv.	226836,7	

Taulukko 6. Jätehuollon kokonaispäästölaskelma (mukailtu SYKE 2020)

5.7 Liikematkustaminen

Liikematkustamisen päästöjen osalta huomioitiin matkustustyyppi, matkan pituus, polttoaineen kulutus ja hotelliyöpymiset. Ajopäästöjä pystyi tarkastelemaan kulutus- tai kilometri-perusteisesti ja uusiutuvan polttoaineen osuuden pystyi ilmoittamaan prosentteina. Liikematkustaminen koostui MLE Oy:n työsuhdeautojen päästöistä. MLE Oy:llä oli käytössä 40 työsuhdeautoa, joista 19 oli bensa- ja 21 dieselkäyttöisiä. Ulkotrukeissa käytettyä dieseliä päätettiin tarkastella myös tässä osiossa. Ulkotrukit tankattiin pihalla olevasta dieselsäiliöstä, johon ostettiin 7650 litraa dieseliä. Työsuhdeautojen kulutukset selvitettiin MLE Oy:n kirjanpidosta, josta saatiin selville työsuhdeautojen kuluttaneen 22797 litraa dieseliä ja 26394 litraa bensiiniä. Ulkotrukkien ja diesel käyttöisten työsuhdeautojen yhteiskulutus oli 30447 litraa. Liikematkustamisesta syntyi päästöjä yhteensä 160618,3 kg CO₂-ekv (Taulukko 7).

Työsuhdeautot ja ulkotrukit			SCOPE 3	
			Epäsuorat päästöt	
Polttoaine	Kulutus litraa	CO ₂ -ekv. (g/km)	Ajamisen päästö CO ₂ -ekv. (kg)	Polttoaineen valmistuksen päästö CO ₂ -ekv. (g)
Diesel	30447	141	71011,5381	14061,548
Bensiini	26394	159	61558,7262	13986,511
Yhteensä kg CO ₂ -ekv			160618,3	

Taulukko 7. Liikematkustamisen päästölaskelma (mukailtu SYKE 2020)

5.8 Tulosten tarkastelu

MLE Oy:n tuotantolaitoksen laskettu hiilijalanjälki oli kokonaisuudessaan 452,1 t CO₂-ekv. Sähkönkulutuksesta muodostui vain epäsuoria päästöjä 63516,3 kg CO₂-ekv. Lämpöenergian tuotannossa ei käytetty fossiilisia polttoaineita, joten niistä ei syntynyt päästöjä. Tuotteiden ja raaka-aineiden kuljetuksista aiheutuvia kasvihuonepäästöjä syntyi 903,8 kg CO₂-ekv. Tuotteiden ja raaka-aineiden kuljetusten polttoaineiden valmistuksen kasvihuonekaasupäästöt olivat 211,6 kg CO₂-ekv. Jätehuollon aiheuttamat päästöt olivat yhteensä

226836,7 kg CO₂ekv, käsittelystä 165200,1 kg CO₂-ekv. ja kuljetuksista 61636,6 kg CO₂-ekv. Liikematkustuksen aiheuttamat päästöt olivat 160618,3 1 kg CO₂-ekv. (Taulukko 8).

Hiilijalanjälki muodostuu alla olevista kokonaisuuksista	kg CO ₂ ekv	
Vuotuiset sähkönkulutuksen aiheuttamat suorat kasvihuonekaasupäästöt Scope 2	0,0	kg CO ₂ ekv
Sähkötuotannon epäsuorat päästöt Scope 3	63516,3	kg CO ₂ ekv
Vuotuinen fossiilisen lämpöenergian kulutuksen aiheuttama kasvihuonekaasupäästö Scope 1	0,0	kg CO ₂ ekv
Vuotuinen fossiilisen lämpöenergian kulutuksen aiheuttama kasvihuonekaasupäästö Scope 2	0,0	kg CO ₂ ekv
Hiilineutraalien lämmityspolttoaineiden aiheuttama N ₂ O- ja CH ₄ -päästö Scope 1	0,0	kg CO ₂ ekv
Hiilineutraalien lämmityspolttoaineiden aiheuttama N ₂ O- ja CH ₄ -päästö Scope 2	0,0	kg CO ₂ ekv
Jätteiden käsittelystä (ei kuljetukset) aiheutuva kasvihuonekaasupäästö Scope 3	165200,1	kg CO ₂ ekv
Jätehuollon kuljetusten päästöt Scope 3	61636,6	kg CO ₂ ekv
Liikematkustamisesta aiheutuva kasvihuonekaasupäästö Scope 3	160618,3	kg CO ₂ ekv
Tuotteiden ja raaka-aineiden kuljetuksista aiheutuva kasvihuonekaasupäästö Scope 3	903,8	kg CO ₂ ekv
Tuotteiden ja raaka-aineiden kuljetusten polttoaineiden valmistuksen kasvihuonekaasupäästöt Scope 3	211,6	kg CO ₂ ekv
Hiilijalanjälki kokonaisuudessaan	452086,7	kg CO₂ekv
	452,1	t CO₂ekv
Hiilineutraalien polttoaineiden aiheuttama CO ₂ päästö (ei laskennallinen päästö)	0,0	kg CO ₂

Taulukko 8. Hiilijalanjälki kokonaisuudessaan (SYKE 2020)

Kaikki päästöt kuuluivat Scope 3:n epäsuoriin päästöihin. Suurimmat mahdollisuudet hiilijalanjäljen pienentämiseen löytyivät jätehuollosta, johon liittyvistä toiminnoista muodostui noin 50% MLE Oy:n hiilijalanjäljestä ja liikematkustamisesta, josta muodostui noin 36% päästöistä. Kaikkiin päästölähteisiin kuitenkin etsittiin ratkaisuja päästöjen vähentämiseksi.

Vuonna 2020 MLE Oy valmisti 7982 trukkia. Yhden trukin päästöt vastasivat noin 56,6 kg CO₂-ekv. Keskivertosuomalaisen hiilijalanjäljeksi on laskettu 10 300 kg CO₂-ekv/hiö/vuosi (Sitra 2018). MLE Oy:n laskettu kokonaishiilijalanjälki vastasi noin 44 keskivertosuomalaisen vuosittaista hiilijalanjälkeä.

6 RATKAISUT HIILIJALANJÄLJEN PIENENTÄMISEKSI

6.1 Sähkön- ja lämpöenergiankulutus

MLE Oy:n kaikki sähkö- ja lämpöenergia on ympäristöystävällisesti tuotettua. Näin ollen toimenpiteet niiden osalta ovat jo hyvässä mallissa. Kuitenkin täytyy ottaa huomioon, että kaukolämmön hiilineutraalisuutta on vaikea hallita, sillä Järvenpään lämpöpalvelut ovat yhdellä yrityksellä, Vantaan Energia Keski-Uusimaa Oy:llä. Mikäli he päättävät tulevaisuudessa luopua ympäristöystävällisestä lämpöenergian tuotannosta, voisi se tuottaa ongelmia hiilineutraalisuuden kannalta. Vantaan Energia tähtää fossiilittomaan energian tuotantoon vuoteen 2026 mennessä, joten tämä on hyvin epätodennäköistä (Vantaan Energia).

Sähkön- ja lämpöenergiankulutuksen optimoiminen pienentää sähköntuotannosta muodostuvia epäsuoria päästöjä, lisää energiatehokkuutta ja säästää rahaa samalla. Digitalisaation järjestelmillä käytettyä sähköä ja lämpöä voidaan seurata ja niitten käyttöä voidaan optimoida esim. vähentämällä lämmitystä ja laittamalla valot pois päältä tiloissa, jotka eivät ole käytössä. Digitalisaation ratkaisuja käsitellään myöhemmin tässä työssä.

6.2 Kuljetusten ehdotetut ratkaisut

MLE Oy:n käyttämän dieselkuorma-auton vaihtaminen uusiutuvaa polttoaineita käyttävään ajoneuvoon pienentäisi päästöjä. Tankkaamalla uusiutuvaa dieseliä saataisiin kuljetuksesta aiheutuvat päästöt pois, mutta polttoaineen valmistuksesta aiheutuvia päästöjä lisäntyisi 209,4 kg CO₂-ekv. eli päästöt melkein kaksinkertaistuisivat.

Neste MY Uusiutuva Diesel™ -diesel on kokonaan uusiutuvista raaka-aineista valmistettu vähähiilinen biopolttoaine. Se soveltuu kaikenlaisten autojen, kuorma-autojen, linja-autojen ja työkoneiden nykyaikaisiin dieselmootoreihin. (Neste.)

Vaihtoehtoisesti voitaisiin vaihtaa kuorma-auto uudenlaiseen, joko kaasu- tai sähkökäyttöiseen kuorma-autoon.

Maakaasun käyttö vähentäisi kuljetuksista aiheutuvia päästöjä 633,7 kg CO₂-ekv. eli noin 70%, mutta lisäisi polttoaineen valmistuksesta aiheutuvia päästöjä 67,7 kg CO₂-ekv. eli noin 32%. Biokaasu nollaisi kuljetuksesta aiheutuvat päästöt ja vähentäisi polttoaineen valmistuksesta aiheutuvia päästöjä 114,3 kg CO₂-ekv. eli noin 54%.

Kaasukäyttöiseen kuorma-autoon myönnetään 5 000 tai 12 000 euron hankintatukea 1.12.2020 - 30.11.2022 välisenä aikana. Paineistettua kaasua (CNG) käyttövoimana käytävän kuorma-auton hankintaan myönnetään 5 000 euroa, kun taas nesteytettyä kaasua (LNG) käyttövoimana käytävän kuorma-auton hankintaan myönnetään 12 000 euroa. Tukeen varatusta miljoonasta eurosta on tällä hetkellä (15.10.2021) jäljellä 167 000 euroa. (Traficom.)

Ratkaisuna se voisi olla toimiva, mutta Järvenpään alueella on tällä hetkellä vain yksi kaasutankkausasema, joka on tarkoitettu henkilöautoille ja kevyelle kalustolle, kuten jäte- ja jakeluautoille. (Gasum 2021.) Lähin kuorma-autoille sopiva tankkausasema sijaitsisi noin 30 kilometrin päässä Vantaalla, eikä sinne asti ajaminen olisi kovin järkevää tai taloudellisesti kannattavaa. Tankkauksen mahdollisuudet saattavat parantua lähitulevaisuudessa, kun hankintatuen myötä enemmän kaasukäyttöisiä kuorma-autoja on liikenteessä.

Täyssähkökuorma-auton käyttäminen poistaisi kuljetuksista aiheutuneet päästöt kokonaan, mutta lisäisi polttoaineen valmistuksesta aiheutuvia päästöjä 35,8 kg CO₂-ekv. eli noin 17%. Sähkökuorma-auton lataaminen onnistuu kätevästi latausasemalla, joka voidaan sijoittaa kiinteistön sisälle (ABB 2021).

6.3 Jätehuollon ehdotetut ratkaisut

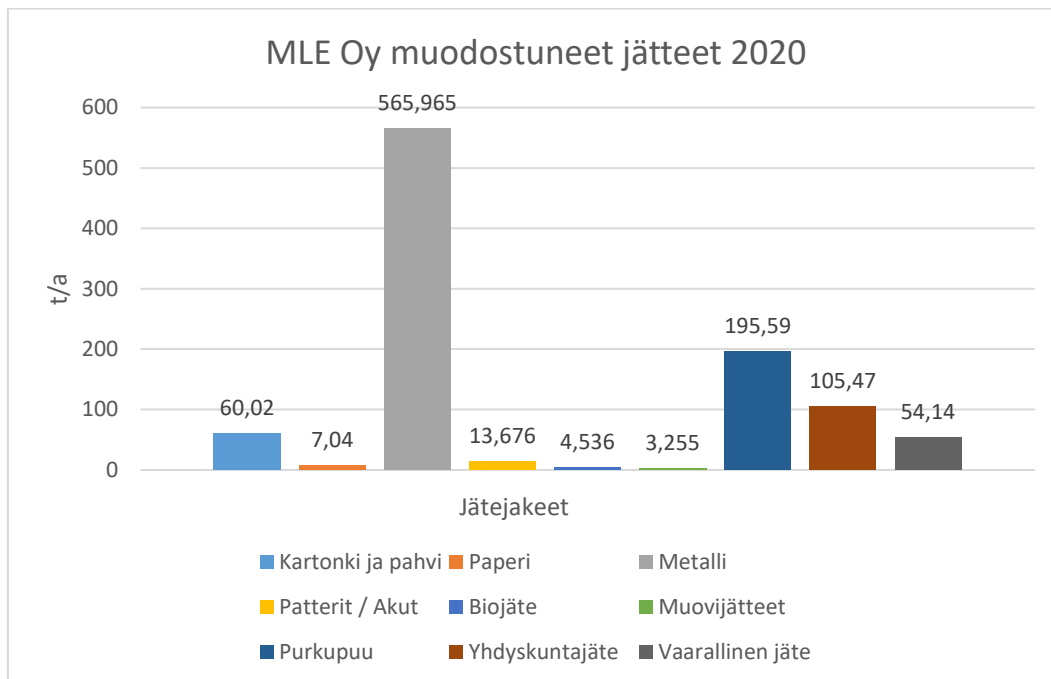
Suurimmat päästöt syntyivät jätehuollosta. Jätteitä tulee aina syntymään, mutta niiden määrää voidaan vähentää, lajittelua voidaan parantaa ja hyötykäyttö- sekä kierrätysmahdollisuuksia miettiä. Jätehuollossa on mahdollista pienentää hiilijalanjälkeä ja saavuttaa kustannussäästöjä saman aikaan.

Jättemäärän pienentämistä ja jätteiden lajittelua voidaan parantaa esimerkiksi (Lassikko 2018):

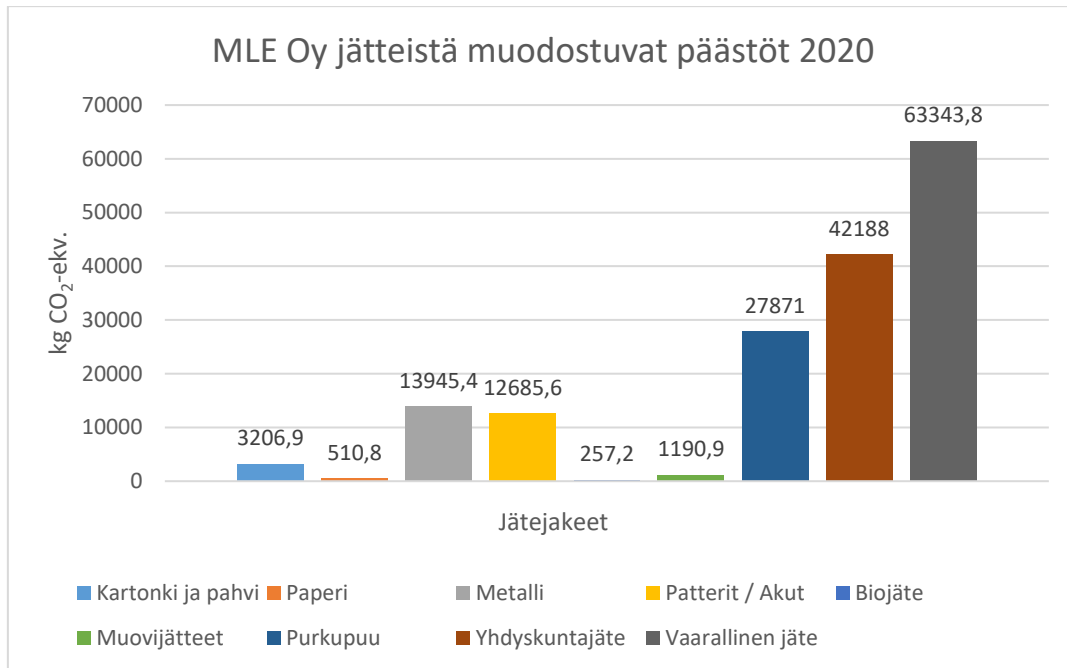
- Järjestämällä henkilöstölle jätehuollon koulutusta. Tehokkaasta lajittelusta saadaan taloussäästöjä ja yrityksen kierrätysaste nousemaan.
- Varmistamalla toimivat jätetilat ja -keräyspisteet. Tarvittavat jätteasiat kannattaa sijoittaa työpisteiden lähelle missä niitä syntyy, helpottaakseen työntekijöiden jätelajittelua.
- Yhteistyöllä asiantuntevan ympäristömanagerin kanssa.

- Jäteoperaattorin valinnalla. Suurin osa päästöistä syntyy jätteiden keräyksestä, kuljetuksesta ja käsittelystä, joten myös operaattorin täytyy pyrkiä kehittämään toimintaansa hiilineutraalimpaan suuntaan.

Muodostuneiden jätteiden määrät ja niistä syntyneet päästöt jakautuivat alla olevien taulukoiden mukaisesti. Metallijätteen määrä on 56,05% kokonaisjättemäärästä (Taulukko 9). Isoimmat päästöt kuitenkin olivat vaarallisella jätteellä, joka vastaa vain 5,36% kokonaisjättemäärästä (Taulukko 10). Pientämällä polttoon päätyviä jätteiden määrää voidaan vähentää enemmän hiilijalanjälkeä, pienemmällä jättemäärän vähentämisellä.



Taulukko 9. Muodostuneet jätteet (mukailtu SYKE 2020)



Taulukko 10. Jätteistä muodostuvat päästöt (mukailtu SYKE 2020)

Henkilöstöä haastatteleamalla ja paikan päällä jätejakeita tutkimalla saatiin selville, mistä minkälaista jätettä syntyy sekä voitiin pohtia, minkälaisia mahdollisuuksia on kyseisten jätteen vähentämiseen ja kierrättämiseen.

Vuoden 2021 helmikuusta lähtien Fortum on vastannut MLE Oy:n kokonaisjätehuollosta. Fortumin jätehuollon kokonaispalvelu sisältää alkukartoituksen, jonka aikana Fortumin asiantuntija arvioi yrityksen jätehuollon nykytilan. Arvioinnin pohjalta toteutetaan kattava raportti, jonka perusteella voidaan helposti määrittää toimenpiteet ja asettaa kestäväille jätehuollolle tavoitteet, joilla pienennetään hiilijalanjälkeä sekä saadaan kustannussäästöjä. Alkukartoitusta ei ole vielä toteutettu koronapandemian takia.

Fortumin toiminta säästää luontoa ja vähentää jätteen määrää kierrättämällä jätettä uudeksi raaka-aineeksi. Heidän tavoitteenaan on tehokas kierrätysaste, joka palauttaa materiaalit takaisin kiertoon, poistaa haitalliset aineet kierrosta ja vähentää neitseellisten raaka-ainesten käyttöä. (Fortum 2021 a.)

Pakkausmateriaali

Pahvi-, puu- ja muovijätettä syntyy paljon tulevien pakkausten mukana, joissa on paljon pakkausmateriaalia, jotta osat eivät vahingoitu kuljetuksissa. Pakkauksia voisi tutkia ja miettiä sisältävätkö ne turhia pakkausmateriaaleja sekä ottaa selvää toimittajilta mitä he tekevät

tämän eteen ja keskustella heidän kanssaan mahdollisista ratkaisuista. Pakkausmateriaalien tulisi myös olla helposti kierrätettäviä ja esimerkiksi pakkausmuovia voisi minimoida, siten, että tuotteita ei pakata yksittäisiin muovipusseihin. Pahvipakkauksen sulkeminen metalliniiteillä vaikeuttaa kierrätystä, sen sijaan voidaan pakkaukset sulkea muovi- tai paperiteipillä. (ARRANT-LIGHT OY 2019.)

Paperijäte

Paperinkulutusta voi vähentää ohjeistamalla tulostimien käyttöä. Turhaa tulostamista voidaan välttää mm. poistamalla turhia sivuja, käyttämällä esikatseluja ja korjaamalla virheet sekä tulostamalla kaksipuoleisesti, aina kun siihen on mahdollisuus. (HSY.)

Lasijäte

Kierrätettävää lasijätettä ei tällä hetkellä tuotannossa synny, joten sille ei ole omaa keräystä. Lasijätettä kuitenkin voi syntyä esim. työntekijöiden tuomien pullojen ja purkkien kautta, joten sille voitaisiin tehdä erillinen keräys, jotta sitä voitaisiin kierrättää helpommin. Kierrätyskelpoista jätettä ei kannata laittaa sekajätteeseen, koska se käy uusien tuotteiden raaka-aineeksi. Fortumin tuottamista jätemäärädokumenteista selvisi, että työpaikkaruokala Hermannin lasijätettä kerätään, joten lasijätteen voisi mahdollisesti toimittaa sinne, jolloin samalla kyydillä saadaan kaikki vietyä, eikä erillistä keräystä tarvitse hankkia.

Metallijäte

Suurin osa MLE Oy:n jätteistä on metallijätettä. Kierrätysmetallilla on monia erilaisia käyttökohteita ja se soveltuu moniin teollisuuden tarpeisiin. Sillä voidaan usein korvata malmista louhittava metalli ja sitä voisikin kutsua tulevaisuuden kaivokseksi. Fortum vastaa metallijätteen kuljetuksesta, joten siitä syntyvät päästöt siirtyvät Fortumin toiminnan hiilijalanjälkeen. Fortum laittaa metallin kiertoon Ikaalisten jalostamolla ja valmistaa siitä korkealaatuisia metalligranulaattituotteita, joita teollisuus voi hyödyntää. (Fortum 2021 a.)

Suurin osa metallijätteestä syntyy metallisista räkeistä, joissa Kiinasta tulevat vastapainot säilytetään kuljetuksen ajan. Räkkit kestävät kuljetuksen kontissa meriteitse tai junalla, mutta ne hajoavat maantiekuljetuksessa, joten niitä ei ole pystytty uudelleen käyttämään. Rakkien lähettäminen takaisin Kiinaan olisi todella kallista, joka on todennäköisin syy siihen, että ne ovat rakennettu kestämään vain toimituksen. Räkkit vievät paljon tilaa jätelavalta ja niiden väliin jää paljon ilmaa, joka lisää tyhjennyskertoja.

Uudelleen käytettäviä, kierrätettäviä räkkeitä on olemassa, ja MLE Oy aikookin tulevaisuudessa tilata osan vastapainoista Euroopasta, Puolasta, jonne kierrätettävien rakkien takai-

sin lähettäminen on taloudellisesti kannattavaa. Kiinaan kuitenkin jää tuotantoa, joten jätemäärän pienentämiseksi täytyisi kaikki tuotanto siirtää Eurooppaan. Kierrätettävien rakkien siirtäminen tapahtuu kuorma-autoilla, jotka kuljetetaan laivalla Eurooppaan. Kuljetusten päästöjä voidaan vähentää käyttämällä kuorma-autoissa uusiutuvia polttoaineita tai päästöttömiä kuorma-automalleja. Meriliikenteessä pystytään todennäköisesti tulevaisuudessa hyödyntämään biopolttoaineita, kuten uusiutuvaa dieseliä ja nestemäistä biometaanua, hiilidioksidipäästöjen vähentämiseksi (Meriteollisuus 2020). Räkit voitaisiin myös suunnitella helposti pinottaviksi ja lavansiirtimellä liikuteltaviksi, kuljettamisen helpottamiseksi. Nykyisiä rakkeja on vaikea siirrellä, koska se onnistuu vain vastapainotrukilla eikä lavansiirtimellä, joka vaikeuttaa niiden liikuttamista sisätiloissa.

Paristot ja akut

Paristot ja akut kerättiin muun vaarallisen jätteen kanssa. Käytössä oli erikokoisia alkaliparistoja sekä litiumnappiparistoja. Paristoja saadaan ulkopuolisten toimijoiden täyttöpalveluilla, jotta paristoja on aina tarpeeksi. Akut ovat pääasiallisesti käytettyjä trukinakkuja.

Alkaliparistot ovat Suomen yleisin paristolaji ja ne eivät aiheuta vaaraa ympäristölle. Ne sisältävät sinkkiä ja mangaania, jotka voidaan lähitulevaisuudessa kierrättää lannoitteeksi. (Paristokierrätys.) Litiumia sisältävien nappiparistojen sijaan voitaisiin käyttää alkaliparistoja, mahdollisuuksien mukaan.

Trukkiakun elvytys on kustannustehokkain ratkaisu pidentämään sähkötrukkien akkujen käyttöikä ja näin vähentämään akuista syntyvää jätettä. Öhman Trukit tarjoavat elvytyspalvelun vanhoille ja käytetyille trukkiakkuille. Pääasiallinen syy trukinakkujen virhetoimintaan ja heikentyneeseen kapasiteettiin on lyijyakkujen sulfatoituminen. Sulfatoituminen on kemiallinen prosessi, joka muodostaa kerroksen kovettuneita lyijysulfaattikristalleja trukinakkuun. Akunelvytyspalvelu pystyy elvyttämään lähes kaikki sulfinoituneet trukkiakut, vaikka ne olisivat olleet jo pitkään pois käytöstä ja syväpurkautuneita. Kun akku on ollut tarpeeksi kauan syväpurkautuneessa tilassa, voi se vaihtaa napaisuutta. Jos plusnapa menee ns. maihin, alkaa napa kuumentua ja akku voi syttyä palamaan. Akunelvytyksessä trukinakusta poistetaan liiallinen sulfiitti, joka pidentää akun käyttöikä ja samalla saadaan selville akun todellinen kunto. Akkuelvytys sopii kaikenlaisille trukkiakkuille mm. lyijyakuille, ajovoima-akuille, käynnistysakuille ja geeliakuille. (Öhman Trukit 2021.)

Yhdyskunta- ja biojäte

Yhdyskuntajätteeseen menee sinne kuulumatonta kierrätyskelpoista puu-, metalli- ja muovijätettä, jota syntyy pakkausmateriaalista. Lajittelua voidaan parantaa mm. koulutuksilla ja sijoittamalla tarvittavat jäteastiat, sinne missä jätettä syntyy.

Ruokahävikkiä vähentämällä työpaikkaruokala Hermannissa voidaan bio- ja yhdyskuntajätteen määrää pienentää. Hävikkiä voidaan vähentää seuraavilla toimenpiteillä (SeAMK 2021, 6):

- Laadukkaiden vastuullisesti tuotettujen elintarvikkeiden hankinta. Laatu tulee olla kriteeri hankintasopimuksissa ja laatupoikkeamista tulee reklamoida.
- Tuotevalikoiman kohtuullinen koko ja tuotannonsuunnittelun optimointi.
- Optimaalisten myyntierien ja pakkauskokojen hyödyntäminen.
- Varaston reaaliaikainen hallinnointi.
- Viestintä keittiön, asiakkaiden ja tavarantoimittajien välillä, jotta saadaan selville kysyntä ja tarjonta.

Muovijäte

Muovijäte painetaan kasaan paalaimella, jotta se vie vähemmän tilaa ja sitä olisi helpompi käsitellä. Muovijäte on suurimmaksi osaksi pakkausmateriaalia. Muovijätettä päätyy myös yhdyskuntajätteen sekaan poltettavaksi. Paremmalla lajittelulla, pakkausmateriaalin vähentämisellä ja kierrätysmuovin hyödyntämisellä voidaan vaikuttaa hiilijalanjälkeen sekä säästää samalla. Fortum valmistaa kierrätysmuovista Fortum Circo® -muovigranulaattia, jota teollisuus käyttää (Fortum 2021 a).

Puujäte

Puujäte puristetaan kasaan puunmurskaimella, jotta lavalle mahtuu enemmän puumurskaa. Lavalle päätyvä puu on hyvin puhdasta ja se tulee pääasiassa pakkausmateriaaleista, vanerilavoista sekä kuormalavoista. Lavakaulukset yleensä otetaan irti, mutta välillä niitä päätyy puujätteeseen. Lavakauluksissa on metallia, joka päätyy puujätteen sekaan. Metallikulmia päätyy myös puujätteen sekaan. Maalauksessa käytettävät kuormalavat laitetaan puujätteeseen, mutta niitä syntyy harvoin.

Tällä hetkellä ehjiä ja rikkoutuneita kuormalavoja myydään Kuormalavakeskus Oy:lle. Kuormalavoja tulee paljon osien mukana ja vuonna 2020 lavoja myytiin 32422 kpl. Kuormalavat myymällä eteenpäin ei päästöjä pääse syntymään, mutta tehdyssä tutkimuksessa selvisi, että osa rikkiäisistä kuormalavoista päätyy puunmurskaimeen. Paremmalla lajittelulla ja ohjeistuksella voitaisiin estää kuormalavojen päätyminen puunmurskaimeen ja samalla saada rahaa myymällä lavat Kuormalavakeskus Oy:lle.

MLE Oy voisi myös miettiä kierrätettävien kuormalavojen hyödyntämismahdollisuuksia jätteen vähentämiseksi. Kierrätettävien kuormalavojen käyttäminen on ekoteko, jolla voidaan saavuttaa kustannussäästöjä. Kierrätetyn kuormalavan hiilijalanjälki on 60% pienempi kuin täysin uuden kuormalavan. Lassila ja Tikanoja on Suomen suurin kuormalavoja kierrättävä yritys, joka kierrättävät yli miljoona kuormalavaa vuosittain. L&T myös maksimoi kiertotoutta korjaamalla kuormalavoja. Yhdestä kuutiosta suomalaista puuta pystytään valmistaa 22 EUR-kuormalavaa, mutta samalla määrällä puuta voidaan korjata rikkoutuneita kuormalavoja 150 kierrätetyn EUR-kuormalavan verran. Kuormalavojen käsittelemätön ja maalaa-maton puumateriaali voidaan vielä kierrättää hyötykäyttöön, kun kuormalavaa ei enää pysty korjaamaan esim. hakkeeksi lastulevyteollisuuteen. L&T asiakkaiden puujätteen määrää on pystytty vähentämään jopa 60% oikealla lajittelulla, kun kierrätyskelpoiset kuormalavat eivät päädy jätteeseen. Kuormalavojen kierrätys ja korjaaminen tuottavat L&T asiakkaille positiivista hiilikädenjälkeä, joilla osa asiakkaista on pystynyt pienentämään hiilijalanjälkeään huomattavasti, jopa 80%. (Lassikko 2021.)

Vaarallinen jäte

Vaarallinen jäte syntyi pääasiallisesti maali- ja liuotin jätteistä sekä spraymaaleista. Maalit ja liuottimet kerättiin peltitynnyreihin kuljetusta varten.

Vesiohenteiseen maaliin vaihtaminen olisi ympäristöystävällinen ratkaisu, jossa on myös muita etuja verrattuna liuotinpohjaiseen maaliin mm. nopeampi kuivuminen, pidempi kesto, mieto haju ja puhdistus ilman kemikaaleja. Liuotinpohjaisten maalien valmistuksesta myös vapautuu ilman raaka-aineiden sisältämiä helposti haihtuvia orgaanisia yhdisteitä, joita kutsutaan VOC-päästöiksi. (Rakennusmaailma 2021.) Vesiohenteista maalia ei tällä hetkellä pystytä kunnolla hyödyntämään, koska se vaatii pohjamaalauksen ennen varsinaista maalausta, eikä siihen ole tällä hetkellä tuotantokapasiteettia. MLE Oy on suunnittelemassa uuden maalaamon rakentamista, joka ratkaisisi tämän ongelman hyödyntämällä maalausrobotia. Robotti pystyisi hoitamaan pohjamaalauksen ja näin mahdollistamaan vesiohenteisen maalin käyttämisen. MLE Oy tutkii myös jauhemaalauksen hyödyntämistä uudessa maalaamossa.

Jauhemaalauksessa maalattavaan kappaleeseen ruiskutetaan pulverimaalia paineilmalla. Se on kestävä ja kustannustehokas tapa maalata, jolla saadaan aikaiseksi kestävä maali-pinta. Jauhemaalit eivät sisällä liuottimia, jonka vuoksi ne ovat ympäristöystävällisiä. (Pulverpaint.)

Jätehuollon keskittäminen

Jätehuollon keskittäminen yhdelle yritykselle useamman sijaan tuo mukanaan kustannussäästöjä, tuottaa kattavaa raportointia ja helpottaa toimintaa, mutta hiilijalanjäljen kannalta on siinä omat ongelmansa. Palveluiden keskittäminen Fortumille lisää monen jätėjakeen etäisyyttä kierrätyspaikalle, joka taas nostaa jätteiden kuljetuksesta syntyviä päästöjä. Lähellä sijaitseva yritys pystyisi tyhjentämään jäteastiat helposti heti kun sille on tarvetta ja näin saadaan tyhjenettyä täysiä jäteastioita, säästetään polttoainetta ja vähennetään tyhjennyskertoja. Toisaalta jäteastioiden tyhjennyksen optimoinnilla voitaisiin hakea useamman jakeen jätteet yhdellä kerralla ja näin vähentää ajokertoja. MLE Oy voisi miettiä olisiko kannattavaa siirtää osa jätepalveluistaan takaisin lähiseudulle. Vaihtoehtoisesti he voivat vähentää kuljetuksista syntyviä päästöjä vaatimalla kuljetuksiin käytettäväksi uusiutuvaa polttoainetta tai sopia Fortumin vastaamaan muistakin kuljetuksista kuin metallin kuljetuksesta, jolloin kuljetusten päästöt siirtyvät heidän hiilijalanjälkeensä.

Jäteoperaattori

On myös mahdollista vaihtaa jäteoperaattoria kokonaan, esimerkiksi Lassila & Tikanoja on kehittänyt hiilineutraalin jätehuoltopalvelun. L&T: kuljetuksien päästöjen vähentämiseksi on tehty paljon erilaisia toimenpiteitä kuten reittitehokkuuden parantaminen, kuljettajien ajotavan kehittäminen sekä siirtyminen vähäpäästöisiin kuljetuskalustoihin ja polttoaineisiin. Kierrätyslaitoksillaan L&T käyttää uusiutuvaa sähköä. Kaikkia jätehuollon päästöjä eivät nämä toimenpiteet kuitenkaan poista, niinpä L&T kompensoi jäljelle jäävät päästöt osallistumalla Gold Standard- sertifioituihin metsityshankkeisiin. Kompensointi tapahtuu siten, että yrityksen jätehuollosta aiheutuva hiilijalanjälki mitataan ja sitten päästöjä vastaava hiilimäärä sidotaan ilmakehästä metsityshankkeiden avulla. Hankkeiden hiilensidonnan lisäksi ne mm. vahvistavat luonnon monimuotoisuutta ja tukevat työllistymistä paikallisille. (Lassila & Tikanoja.) L&T toiminta korvaa vuoden aikana 1,2 miljoonaa t CO₂-ekv, joka vastaa 120 000 suomalaisen vuoden aikana syntyneitä päästöjä. Vuonna 2019 L&T keräsi asiakailtaan 400 000 tonnia materiaaleja, joiden kierrätys- ja uudelleenkäyttöaste kohosi 54,8 prosenttiin. (Lassikko 2020.)

6.4 Liikematkustamisen ehdotetut ratkaisut

Työsuhdeautoissa täytyisi alkaa käyttämään uusiutuvia polttoaineita tai siirtyä täysin hiilineutraaleihin täyssähköautoihin.

Käyttämällä uusiutuvia polttoaineita päästöjä voitaisiin parhaimmillaan vähentää 104 401,9 kg CO₂-ekv. eli 65%, esim. tankkaamalla kuljetusten ehdotetut ratkaisut kohdassa mainittua Neste MY Uusiutuva Diesel™ -dieseliä. Bensa-auton pystyy muuntamaan toimimaan kaasulla bensa lisäksi, asentamalla kaasusäiliöt, -syöttö ja -ohjausjärjestelmä bensajärjestelmän rinnalle. Bio- ja maakaasu riittää yleensä 250-300 kilometrin matkalle, riippuen kaasusäiliön koosta. Mikäli kaasu loppuu ajon aikana, vaihtaa auto automaattisesti bensalle. Kaasujärjestelmä konversion hinta on noin 2000–4000 euroa. (Gasum.)

Vaihtoehtoisesti MLE Oy voi kannustaa työntekijöitään valitsemaan hiilineutraalit täyssähköautot. Täyssähköautojen autovero poistui 1.10.2021 alkaen. Uusiin sähköautoihin, jotka maksavat alle 50 000 euroa voi saada noin 1350 euron veroalennuksen ja 2000 euron hankintatuen. (Yle 2021a.) MLE Oy:n parkkipaikoilla on sähköautoille latauspaikkoja valmiina ja osa niistä onkin aktiivisessa käytössä. Paikkoja täytyisi lisätä, mikäli sähköautoja otettaisiin paljon käyttöön.

MLE Oy on vaihtamassa dieselkäyttöiset pihatrukit sähköisiin vastapainotrukkeihin, joiden käyttö vähentäisi liikematkustamisesta syntyviä päästöjä 21 375,1473 kg CO₂-ekv. eli noin 13%.

6.5 Päästöjen kompensointi

Päästöjä täytyy ensin vähentää sen verran kuin se on mahdollista ja jäljelle jäävät päästöt mitä ei voida poistaa on mahdollista kompensoida.

Päästöjen kompensoinnissa kumotaan aiheutettu ilmastohaitta sitomalla tai vähentämällä omia päästöjä vastaava määrä jossain muualla. Yleensä se tarkoittaa päästöjen mitätöimistä jonkun palveluntarjoajan kautta tai päästöyksikköjen omistamista. Päästöyksiköitä kehittyvissä maissa tuottavat projektit, joissa mm. rakennetaan uusiutuvaa energiaa, vaihdetaan energiatehokkaisiin liesiin, metsitetään uusia alueita, suojellaan metsiä hävittämiseltä tai kerätään kaatopaikoilta vapautuvaa metaania talteen. Nämä projektit sertifioidaan kolmannen osapuolen tarkastuksella ja siitä saadaan standardi, jonka perusteella lasketaan tuotetut päästövähennykset. Päästöyksiköt numeroidaan ja lisätään rekisteriin, joissa pidetään kirjaa niiden omistuksesta. Kun yksikkö myydään kompensointiin, mitätöidään se rekisteristä. (Sitra 2020b.)

Jotta kompensatio voidaan todeta luotettavaksi, täytyy tuotetun päästövähennyksen olla mitattava, pysyvä, todellinen ja lisäinen. Lisäisyys tarkoittaa sitä, että päästövähennystä ei

olisi tapahtunut ilman kyseistä projektia eikä projektia olisi ollut mahdollista tehdä ilman tuloa, jonka päästöyksiköt toivat. Pysyvyys liittyy erityisesti maankäyttöön liittyvissä projekteissa, joissa istutettu metsä voi syttyä tuleen, vapauttaen sidotun hiilidioksidin ilmakehään ja kumoten saavutetun ilmastohyödyn. Todellisuus edellyttää, että projekti ei ole aiheuttanut päästöjen lisäystä muualla. (Sitra 2020b.)

Puro.earth on maailman ensimmäinen pelkästään hiilenpoistoon keskittyvä B2B markkina- paikka, standardi ja rekisteri. Se tarjoaa hiilenpoiston palveluna, joka auttaa yrityksiä luomaan pitkänaikavälin ostoportfolion hiilineutraalisuuden saavuttamiseksi. (Puro.earth 2021.) Puro.earth:ssa huutokaupataan kolmea pitkäkestoista teollisen CO₂-poistomenetelmän sertifikaattia, hiilidioksidi kiinnitettynä karbonaattikivielementteihin, puisiin rakennuselementteihin ja kiintohiilenä biohiileen. Tavoitteena on lisätä taloudellisia kannustimia CO₂-poistomenetelmien laajentamiseen. (Nordicoffset.)

Hyvänä esimerkkiprojektina päästöjen kompensoinnista L&T hyödyntämien metsityshankkeiden lisäksi on Puro.earth-sertifioitu Hiilidioksidin poisto Suomessa. Carbofex on ensimmäinen Puro-sertifioitu biohiilen valmistaja Euroopassa. Carbofexin biojalostama poistaa ilmakehästä hiilidioksidia biomassaa hiiltämällä, jolloin fotosynteesin avulla sitoutuneesta hiilestä puolet mineralisoituu eikä enää vapaudu kiertoon. Syntynyt biohiili hyödynnetään erilaisissa käyttökohteissa. Hankkeella on monia ympäristöhyötyjä mm. biohiili parantaa maaperän vedenpidätyskykyä ja varastoi sekä luovuttaa ravinteita kasveille, mikrobien elin- suhteet paranevat ja ne edistävät kasvien terveyttä, karjan ruuansulatus ja terveys paranevat sekä metaanipäästöt vähentyvät, lannan kompostoituminen paranee ja biohiilen suodatuskäytössä voidaan sitoa esim. elohopeaa. Toisin sanoen biohiili puhdistaa ilmaa, vettä ja maaperää. (Nordicoffset.)

7 DIGITALISAATION RATKAISUT

7.1 Digitalisaation mahdollisuudet

Digitalisaatio on mielenkiintoisessa tilanteessa sen kaksoisroolin takia. Järjestelmät kuluttavat sähköä, mutta toisaalta niillä voidaan vähentää päästöjä ja saavuttaa kustannussäästöjä sekä itse sähkö voidaan tuottaa ympäristöystävällisesti. Työssä haluttiin tutkia minkälaisia mahdollisuuksia digitalisaatiolla voisi olla vaikuttaa MLE Oy:n hiilijalanjälkeen ja olisiko sillä mahdollista tuottaa kustannussäästöjä samalla.

Hyvänä esimerkkinä digitalisaation tämänhetkisestä hyödyntämisestä MLE Oy:ssä on heillä käytössä olevat liiketunnistimilla varustetut valot, jotka ovat säädetty himmenemään, kun liikettä ei ole havaittu kahteen minuuttiin ja toisen kahden minuutin päästä menemään kokonaan pois päältä.

7.2 Kiinteistönhallintajärjestelmä

Kiinteistö on teknisten järjestelmien ja käyttäjien luoma kokonaisuus, jossa kaikella toiminnalla on vaikutus kiinteistön toimintaan, energian kulutukseen ja olosuhteisiin. Automaatiolla voidaan ohjata talotekniikkaa kiinteistön reaaliaikaisten olosuhteiden pohjalta. (Caverion.) Kiinteistöautomaatiota voisi kuvailla keskushermona modernille kiinteistölle. Oikein toimiva ja muuhun kiinteistötექniikkaan integroitu automaatiojärjestelmä antaa laajan kuvan kiinteistön toiminnasta sekä mahdollistaa kiinteistön johtamisen datalla. (Caverion 2020.)

Ensin kiinteistön toiminnasta ja tilasta täytyy kerätä mahdollisimman paljon dataa, jotta kiinteistön toimintoja voidaan hallita kokonaisuutena. Dataa voidaan hyödyntää mm. tunnistamaan ja ennakoimaan toimintaa, jota ei voisi ihminen tai yksittäisen järjestelmän toiminnan tarkastelu havaita. Mahdollisimman monen kiinteistön teknisen osa-alueen liittäminen ohjausjärjestelmään tuottaa yhtenäistä dataa ja helpottaa kokonaisvaltaista kiinteistön ohjausta. Lopputuloksena on mahdollista saada oikeilla olosuhteilla toimiva energiatehokas kiinteistö. (Caverion 2020.)

MLE Oy:llä on käytössä Caverion Drive kiinteistönhallintajärjestelmä. Caverion Drivellä on mahdollista kerätä yhteen tiedot kaikista järjestelmistä, kuten energia, valaistus, paloilmotimet, savunpoisto ja rikosilmoittimet. Kun kaikki järjestelmien kerätty data kulkee Driven kautta, voidaan järjestelmiä ohjata yhtenä kokonaisuutena. Olosuhteiden ja energiankulutuksen analysointi sekä optimointi voidaan toteuttaa Driven käyttöliittymällä. (Caverion.)

Tällä hetkellä ongelmana on, että MLE Oy:n Driveä ei ole hyödynnetty kovin hyvin. Monia järjestelmiä ei ole lisätty Driveen, joka vaikeuttaa kiinteistön ohjausta yhtenä kokonaisuutena. Tästä taas voi syntyä erilaisia ristiriitoja, kuten ylimääräistä energiankulutusta, kun kiinteistöä lämmitetään ja jäähdytetään samaan aikaan (Caverion). Lisäämällä järjestelmiä Driveen voitaisiin kiinteistöä ohjata optimaalisesti ja vähentää energiankulutusta, joka taas tuottaisi kustannussäästöjä.

Yksi mahdollisuus olisi seurata sähkön- ja lämpöenergiankulutusta sekä hallita niitä siten, että ne eivät pääse nousemaan tietyn pisteen yli. Näin voidaan välttää tehomaksujen nousemista. Sähkön tehomaksu määräytyy kuukausittaisen huipputehon mukaan, jolla on tunnin pituinen mittausjakso (Caruna 2019, 5). Kaukolämmön tehomaksu perustuu asiakkaan käyttämään lämmitystehon mittaukseen ja se määräytyy viimeisen 36 kk:n ajalta mitatun suurimman lämmitystehon mukaan (Fortum 2021 b). Kun kulutus on lähestymässä tehopiikkiä järjestelmä ilmoittaa siitä, jolloin sähkönkulutusta voidaan vähentää esim. kiinteistön toiminnoissa, kuten sähköautonlatauspisteissä tai autonlämmitystolpissa. Lämmönkulutusta voidaan vähentää esim. pienentämällä huonelämpötiloja.

Sähkön tehomaksu lasketaan $3,13 \text{ €} * \text{mitattu huipputeho kW}$. Vertailemalla vuosien 2020 ja 2021 huipputehoja saatiin selville, että huipputeho on noussut jokaisen kuukauden osalta. Joulukuun tiedot saataisiin vasta vuoden 2022 puolelta, joten ne jätettiin ulos vertailusta. Vuoden 2021 tehomaksut yhteensä maksoivat 2682,41 € enemmän kuin vuonna 2020 (Taulukko 11). Huipputeho tietenkin vaihtelee paljon olosuhteiden mukaisesti, mutta oikein säädetyllä kiinteistönhallintajärjestelmällä voitaisiin kulutusta ohjata siten, että teho pysyy tietyssä pisteessä. Jokaiselle kuukaudelle täytyisi miettiä ja säätää optimaalinen huipputehopiikki.

Kuukausi	Vuosi 2020		Vuosi 2021	
	Huipputeho, kW	Tehomaksu, €/kW, kk	Huipputeho, kW	Tehomaksu, €/kW, kk
Tammikuu	937	2932,81	1074	3361,62
Helmikuu	950	2973,50	1056	3305,28
Maaliskuu	879	2751,27	993	3108,09
Huhtikuu	833	2607,29	847	2651,11
Toukokuu	738	2309,94	818	2560,34
Kesäkuu	740	2316,20	764	2391,32
Heinäkuu	672	2103,36	728	2278,64
Elokuu	676	2115,88	724	2266,12
Syyskuu	696	2178,48	802	2510,26
Lokakuu	797	2494,61	850	2660,50
Marraskuu	880	2754,40	999	3126,87
Tehomaksu yhteensä €		27537,74	30220,15	

Taulukko 9. Sähkönkulutuksen tehomaksujen vertailu

Vertailemalla vuosien kaukolämmön tehomaksuja saatiin selville hinnan pienenneen 1718,84 € vuodesta 2020 vuoteen 2021. Näin ollen kaukolämmön tehomaksun hallinnalle ei ole tarvetta.

Caverion Driveen on myös mahdollista ostaa palvelu, jossa he seuraavat ja säätävät järjestelmiä etänä. MLE Oy:n Järvenpään toimipisteelle etähallintapalvelu maksaisi 265 €/kk alv 0%, joka tekisi vuodessa 3180 €. Lisäämällä keskimääräisen kuukausi säästön aiemmin laskettuun tehomaksuvertailuun saadaan 2926,265 €, joka ei riitä kattamaan Caverion Driveen etähallintapalvelun hintaa. Palvelusta on kuitenkin mahdollista saada muita hyötyjä, jotka maksaisivat itsensä takaisin. Näitä hyötyjä ovat mm. etäkäyttö ja huoltomiehen tuki,

rakennusautomaation kiireellisten hälytysten vastaanotto ja analysointi, rakennusautomaation etätarkastuksen 4 kertaa vuodessa, Caverion SmartView perusnäkyä sekä raportointi selainpohjaisen raportointiportaalin kautta.

7.3 Työolosuhteiden parantaminen

Työntekijöiden terveyttä ja työolosuhteita voitaisiin parantaa hiilidioksidipitoisuuden mittauksella. Liiallinen hiilidioksidipitoisuus sisäilmassa voi aiheuttaa mm. väsymystä, päänsärkyä, pahoinvoinnin tunnetta ja heikentynyttä keskittymiskykyä (ECo Ideal). Caverion Drive voisi seurata mittaustietoja ja säätää ilmanvaihtoa tarpeen mukaisesti.

Hitsaushallissa voitaisiin asianmukaisella suodatusjärjestelmällä merkittävästi alentaa energiakustannuksia kierrättämällä suodatettua ilmaa, joka taas vähentää lisäilman tarvetta. (Motiva 2021, 6). Suodatusjärjestelmä pystyy puhdistamaan pölyn, savukaasun, öljynsumun ja räjähdysten sekä tulipalojen aiheuttamat terveysongelmat ja turvallisuusriskit. Taloudellisia hyötyjä saadaan, kun sairauspoissaolot vähenevät, tuotannontaso pysyy korkeana ja huoltokulut pienentyvät. (Motiva 2021, 8.)

7.4 Infrapunalämmittimet

Talvella ulkoa tulevien metallisten osien lämmittämiseen kuluu paljon energiaa ja aikaa. Kylmät metalliset osat viilentävät sisäilmaa samalla, joka hankaloittaa kiinteistönhallintaa. Osia voitaisiin kohdelämmittää infrapunalämmittimillä, jolloin säästettäisiin lämmityskuluissa samalla.

Infrapunalämmitin lämmittää lämpösäteilyn kautta sen vaikutusalueella olevia esineitä tai henkilöitä. Ilman lämmittämiseen ei kulu aikaa ja infrapunalämmitin voidaan kytkeä päälle silloin kun sille on tarvetta. Infrapunasäteily on terveellistä ja tehokasta. Sen ominaisuuksia ovat mm. nopea lämmönsiirto, bakteerien leviämisen estäminen sekä kosteuden poisto. Infrapunalämmittimiä tulisi käyttää isoissa tiloissa, joissa ilman lämmittäminen tulisi kalliiksi tai joissa ei ole kunnollista lämpöeristystä. Lämmön tulee olla kohteen kannalta riittävä, jotta tarpeeksi isoon kohteeseen kannattaa sijoittaa useampi lämmitin ja kohdistaa ne lämmittämään kohdetta eri sivuilta. Osassa lämmitinmalleissa on kauko-ohjain, jolla voidaan säätää kaikkia laitteen toimintoja. (Avaekspertid.)

7.5 Älykkäät jäteastiat

Älykäs jäteastia ilmoittaa milloin se täytyy tyhjentää. Kuljetusreitit voidaan optimoida siten, että tyhjennykset tehdään täyttöasteen mukaan. Tyhjennuskerrat vähentyvät, joka pienentää jätehuollon hiilijalanjälkeä ja saavuttaa kustannussäästöjä samalla. (Smart City Oulu 2021.) Älykkäillä jäteastioilla on mahdollista säästää yksittäisissä kuljetuskustannuksissa noin 20-40% (Digita 2020).

Jäteastioiden tyhjentämistä pystytään myös ennakoimaan tilanteissa, joissa niiden tiedetään täytävän nopeasti. Suomessa Jaete-antureita tuottaa Wastebook Oy. Vähävirtainen ja melkein huoltovapaa anturi pystytään kiinnittämään jäteastioiden lisäksi mm. sakokaivoihin ja jätevesisäiliöihin. Anturi mittaa pinnan lisäksi sijaintia, asentoa, lämpötilaa ja kosteutta. Lisäksi Jaete-anturit ilmoittavat ilkeistä esim. jäteastian syttyessä palamaan. (Smart City Oulu 2021.)

Anturin lähettämiä mittaustietoja voitaisiin kätevästi seurata Caverion Driven kautta.

7.6 Kunnossapitojärjestelmä Novi

MLE Oy:ssä on käytössä kunnossapitojärjestelmä Novi. Nova hyödynnetään tuotannon ja kiinteistön huolloissa. Novi sisältää mm. kone- ja laiterekisterin, työnpyyntöjen tekemisen, ennakkohuoltosuunnitelmien tekemisen, dokumentointi ja raportointia sekä kumppanirekisterin.

Vuoden 2021 kesällä työskentelin Novin parissa, tarkoituksena tehdä kiinteistön työpyyntöjen tekemisen mahdollisimman helpoksi. Tämän saavutimme luomalla QR-koodillisen tarinan, jokaiseen huoneeseen oveen ja kiinteistön laitteisiin kuten ilmanvaihtokoneisiin. QR-koodin lukemalla pääsee suoraan kyseisen huoneen tietoihin, josta voi luoda työpyynnön esim. rikkinäisen patterin korjaamiseksi tai lampun vaihtamiseksi. Työpyynnöstä näkee mistä huoneesta kiinteistössä on kyse ja mitä mahdollista lisätietoa pyynnön tekijä on ilmoittanut. Kun työpyyntö kuitataan valmiiksi, saa pyynnön tekijä siitä ilmoituksen automaattisesti. Novissa on myös mahdollista hyödyntää heidän mobiilioptimoitua käyttöliittymää. Se helpottaa työpyyntöjen tekemistä puhelimitse. Käyttöliittymää ei tällä hetkellä ole käytössä, mutta se on tarkoitus ottaa käyttöön tulevaisuudessa.

Kiinteistön laitteiden tiedot olivat arkistossa säilössä, josta ne siirrettiin sähköiseen muotoon Noviin. Noviin tallentuu kaiken datan yhteen paikkaan, joka helpottaa tiedon etsimistä, kun

sitä tarvitaan. Kustannussäästöjä voidaan saada esim. kun jokin laite tarvitsee huollon, voidaan sen huoltohistorian tiedoista katsoa viime kerran huollon hinta ja kilpailuttaa uusi huolto sen mukaisesti.

7.7 Etätyö

Etätyö on ollut jo pitkään käytössä monissa yrityksissä, mukaan lukien MLE Oy. Sitä alettiin hyödyntää laajasti etenkin koronapandemian aikana. Digitalisaatio mahdollistaa tämän luomalla järjestelmät ja työkalut etätyön tekemiseen. Etätyöllä taas on suora vaikutus yrityksen hiilijalanjälkeen ja sillä voidaan saada kustannussäästöjä. Kun työntekijät ovat etänä tekevässä töitä, sähkön- ja lämmönkäyttö vähenee, ilmanvaihdon tarve vähenee, jätettä ei synny yhtä paljon ja työsuhteautoilla ajetaan vähemmän, työmatkojen jäädessä vähemmälle. Myös omilla autoillaan ajavien työntekijöiden henkilökohtainen hiilijalanjälki pienenee etätyöaikana.

Yksi etätyöpäivä viikossa laskee keskivertosuomalaisen liikenteestä ja matkailusta syntyneitä päästöjä 2000 kg CO₂-ekv. vuodessa (Fortum 2019).

MLE Oy:llä on paljon tuotannon työntekijöitä, joiden täytyy olla paikan päällä, mutta etätyötä pystyvät tällä hetkellä tekemään monet toimihenkilöt. Tulevaisuudessa on järkevää jatkaa etätyön hyödyntämistä mahdollisuuksien mukaan.

7.8 Johtopäätökset

MLE Oy:ssä digitalisaatiolla pystytään saavuttamaan kustannussäästöjä kiinteistönhallinnan ja jätehuollon sektoreilla. Digitalisaation ratkaisuilla voidaan lisäksi parantaa työolosuhteita sekä toimistossa, että tehtaassa. Nämä saavuttaakseen tulisi MLE Oy:n hyödyntää Caverion Driveä paremmin, jotta kiinteistöä voitaisiin hallita optimaalisesti sekä hoitaa No-
vin käyttöönotto loppuun.

Hiilijalanjälkeen vaikuttaminen digitalisaatiolla tällä hetkellä on hyvin rajallista. Osalla ratkaisuista pystytään vaikuttamaan sähkön- ja lämmönkulutukseen. MLE Oy:n sähkö ja lämpö ovat kuitenkin ympäristöystävällisesti tuotettuja, joten niistä ei synny muita kuin niiden tuotannon epäsuoria päästöjä, eikä niihin vaikuttaminen ole kovin olennaista. Päästöjä voidaan vähentää kuitenkin MLE Oy:n kahdessa suurimmassa päästölähteessä eli jätehuollossa ja

liikematkustamisessa. Älykkäiden jätteenkeruun datan avulla voidaan vähentää tyhjennyskertoja ja optimoida kuljetuksia. Etätyö taas vähentää jätteiden syntymistä ja työsuhdeautoilla ajettuja työmatkoja.

8 POHDINTA

8.1 Aineisto

Suurin osa aineistosta hiilijalanjäljenlaskentaa oli kerätty MLE Oy:n dokumenteista, joissa oli pidetty tarkkaa kirjanpitoa mm. sähkön- ja lämpöenergiankulutuksen sekä jätemäärien osalta. Kuljetusten tiedot olivat osittain arvioita, jotka saatiin työntekijöitä haastatteleamalla. Työsuhdeautojen kirjanpidossa oli hajontaa osan autojen mittarilukemien osalta, mutta laskurissa käytetyt kulutusperusteiset tiedot vaikuttivat luotettavilta.

Päästölaskennat ovat aina vain arvioita todellisuudesta. Virhearvioita syntyy laskurin käyttämistä yleisistä kertoimista ja osasta syötetyistä luvuista, jotka olivat arvioita. Myös tehty rajaus voi vaikuttaa tulokseen todella paljon. Ottamalla huomioon Scope 3:n vapaaehtoiset rajaukset, saatiin tutkimuksesta luotettavampi ja todellisempi kuva toiminnan ilmastovaiikutuksista (Greencarbon). Tekemällä erilaisia rajauksia voidaan päästä erilaisiin tuloksiin, mutta täytyy muistaa, että päästöt ovat aina olemassa, vaikka ne laskennassa rajaisikin pois. Absoluuttiseen totuuteen on vaikea päästä päästölaskennassa, mutta tarpeeksi tarkalla arviolla pystytään selvittämään päästölähteitä, niiden kokoa ja alkaa pohtia ratkaisuja päästöjen vähentämiseksi.

Laskuri ei huomionnut lämmöntuotannosta syntyviä epäsuoria päästöjä, koska laskurin käyttämä Motivan päästökerroin sisälsi vain polton, eikä polttoaineiden tuotannon päästöjä.

Laskurin jätteiden lisäksi MLE Oy:llä kertyi 2,094 tonnia SER-jätettä. Tyhjennyskertoja oli 4 ja SER-jäte kuljetettiin kierrätykseen. SER-jäte on hyvin nykypäiväistä jätettä, jota syntyy digitalisaation myötä paljon yrityksissä, joten on outoa, että laskuri ei sitä huomioi.

Liikematkustamisessa ei huomioitu muilla kuin työsuhdeautoilla tehtyjä henkilöstön työmatkoja eikä ulkopuolisten toimijoiden kuten vartijoiden, siivous-, tekstiili- ja täyttöpalveluiden matkamääriä. Henkilöstölle kuitenkin voisi miettiä työkyytimahdollisuuksia tai MLE Oy voisi kannustaa työntekijöitään pyöräilyyn tukemalla työsuhdepyöräilyä.

Tuotannossa syntyy myös päästöjä haihtuvista orgaanisista yhdisteistä (VOC), joita ei työssä käsitelty (Tairaol Oy). Hitsauksessa käytettyjä kaasuja ja kaasupullojen kuljetusta ei myöskään huomioitu.

Suurin osa MLE Oy:n osista tilataan ulkopuolisilta toimittajilta. Näiden osien valmistuksen ja kuljetusten päästöjä ei työssä käsitelty. Kuljetusten päästöjä voidaan vähentää "code of conduct" eli käytännesäännöillä, joilla voidaan velvoittaa toimittajia toimimaan hiilineutraalisti. Lisäksi voidaan tehdä sopimuksia, joiden toimitusehtona on, että toimittaja tai asiakas hoitaa kuljetuksen esim. DDP (Delivery Duty Paid) tai DAP (Delivery At Place), saadaan

kuljetuksista syntyvät päästöt siirrettyä heille (Shipit). Tietenkin hiilineutraalisuuden kannalta paras vaihtoehto olisi käyttää päästöttömiä polttoaineita kuljetuksissa, mutta mikäli kuljetukset jäävät toisen yrityksen vastuulle, on hiilijalanjälki heidän vastuullaan. Tulevaisuudessa on hyvä huomioida kaikki mahdolliset päästöt, mikäli MLE Oy tähtää hiilineutraalisuuteen tai jopa hiilinegatiivisuuteen.

8.2 Litiumakkujen ympäristö- ja ihmisoikeusongelmat

Sähköautot yleistyvät kovaa vauhtia ja niitä usein pidetäänkin ratkaisuna liikenteen päästöjen vähentämiseen. Tätä päästötöntä vaihtoehtoa varjostaa litiumakkujen raaka-aineiden louhinta, joka tuhoaa ympäristöä ja rikkoo ihmisoikeuksia.

Normaali sähköauton litiumakku tarvitsee kahdeksan kiloa litiumia, 50 kiloa nikkeliä ja seitsemän kiloa kobolttia. Litiumia on tulevaisuudessa mahdollista pystyä tuottamaan ympäristöystävällisesti. Suurin osa koboltista saadaan Kongosta, jossa kaivostoimintaan liittyy lapsityövoiman käyttöä sekä ihmisoikeus- ja ympäristöongelmia. Kobolttia ja nikkeliä tuotetaan muuallakin kuin Kongossa, mutta ongelmia ilmenee silloinkin. Suomessa samaa on tehnyt kipsisakka-altaan vuodosta tunnettu Talvivaaran kaivos, joka on tuottanut kobolttia noin 200 000 ja nikkeliä noin 600 000 sähköautonakun tarpeisiin. (Yle 2021b.)

Tällä hetkellä litiumakkuja käytetään, koska ne toimivat erinomaisina sähkövarastoina, yhden kilowattitunnin varastoiminen maksaa vain yhden sentin. Tulevaisuudessa on mahdollista, että litium korvataan tavallisesta ruokasuolasta tutulla natriumilla. Natriumakku on halpa ja ympäristöystävällinen ratkaisu. Natriumin lisäksi akkuihin tarvitaan hiekan sisältämiä piitä, rikkiä ja hiiltä. Hiili ja hiekka ovat halpoja ja yleisiä materiaaleja, natriumia syntyy juomavettä valmistavien suolanpoistolaitosten sivutuotteena ja rikkiä löytyy kaivosten sekä öljynjalostamojen lähietäisyydeltä. Rikki ja suolanpoistolaitosten suola ovat saastuttavia jättemateriaaleja, jotka on otettu hyötykäyttöön, eikä natriumakkujen raaka-aineiden tuottamiseen tarvita myöskään louhoksia, jotka tuhoavat ympäristöä tai käyttävät lapsityövoimaa. (Yle 2021b.)

8.3 Päästöjen kompensoinnin todellinen vaikutus

Päästöjen kompensointia on usein verrattu anekauppaan. On totta, että jos voidaan valita päästöjen vähentämisellä ja kompensoinnilla, on vähentäminen aina arvokkaampaa. Päästöjä kuitenkin väkisinkin syntyy ja jos vaihtoehtoina on kompensointi tai päästöt ilman kompensointia, on kompensointi selkeä valinta ja ilmastoteko.

Päästövähennyksen lisäksi monet projektit edistävät maiden kykyä viedä ilmastotoimia itsenäisesti eteenpäin ja tuovat sosiaalisia hyötyjä esim. vaihtamalla energiatehokkaisiin liesiin, jolloin hengityselinsairaudet vähenevät, polttopuun keruulta vapautuu aikaa ja siten lapsien mahdollisuus päästä kouluun lisääntyy. (Sitra 2020b.)

8.4 Hiilineutraalisuuden taloudellinen kannattavuus

Nykyään yritysten pitäisi panostaa hiilineutraalisuuteen, jotta päästäisiin Pariisin ilmastopimuksen ja Suomen hallituksen tavoitteisiin. Monesti unohdetaan, että yritysten päällimmäisenä tavoitteena on kuitenkin tehdä voittoa. Tällä hetkellä ei ole tiedossa minkälaista veroa tai tukea hallitus aikoo käyttää, jotta sen asettamiin tavoitteisiin päästäisiin. Tavoitteisiin tulisi päästä alle 15 vuoden päästä. Hiilineutraalisuus ei kuitenkaan ole asia mihin päästään pienellä aikavälillä, varsinkaan kun on kyse isoista yrityksistä, jotka vaativat laajoja tutkimuksia päästäkseen arvioon hiilijalanjäljestään. Arvion jälkeen täytyy vielä kehittää toimet millä päästään hiilineutraalisuuteen ja toteuttaa ne, eikä mikään näistä ole ilmaista. Ennen yritykset tekivät päätöksiä kustannustehokkuus edellä ja nyt näistä kustannustehokkaista ratkaisuista tulisi siirtyä, usein kalliimpiin hiilineutraaleihin vaihtoehtoihin. Yritysnäkökulmasta asiaa tarkastellessa voidaan usein todeta, että ei ole taloudellisesti kannattavaa ryhtyä hiilineutraaliksi, koska se maksaa liikaa eikä siitä saada tarpeeksi rahallista hyötyä takaisin.

Hallituksen tulisi palkita yrityksiä hiilineutraalisuuden saavuttamisesta. Verotuksen ja tukien tulisikin muuttua siten, että hiilineutraaleista vaihtoehdoista tulisi kustannustehokkaimmat vaihtoehdot, jolloin ne alkaisivat yritysnäkökulmasta kiinnostamaan. Silloin yritykset todennäköisesti pyrkisivät omatoimisesti saavuttamaan hiilineutraalisuuden, koska siinä nähtäisiin voittoa. Toisena vaihtoehtona on verottaa yrityksiä, jotka eivät ole hiilineutraaleja. Tälläkin vaihtoehdolla voidaan saavuttaa hiilineutraalisuus, mutta tukeminen on yleensä parempi vaihtoehto kuin rankaiseminen. Todennäköisesti päästötavoitteet saavutetaan nope-

ammin, jos yrityksillä on hyvä syy olla hiilineutraali ennen vuotta 2035. Tällä hetkellä hiilineutraalisuudella voidaan saavuttaa positiivista imagoa, mutta se ei välttämättä maksa itseään takaisin eikä siten ole kannattavaa.

9 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää Mitsubishi Logisnext Europe Oy:n Järvenpään toimipisteen tuotannon hiilijalanjälki ja mahdollisuuksia hiilijalanjäljen pienentämiseksi. Lisäksi haluttiin selvittää digitalisaation tuomia mahdollisuuksia ja voitaisiinko niillä vaikuttaa hiilijalanjälkeen sekä saada kustannussäästöjä. Hiilijalanjäljenlaskenta sekä keinojen selvittäminen sen pienentämiseksi onnistuivat tavoitteiden mukaisesti. Opinnäytetyön tuloksena saatiin selville, että MLE Oy:n tuotannon laskettu kokonaishiilijalanjälki oli 452,1 t CO₂-ekv. ja yhden tuotetun trukin päästöt vastasivat noin 56,6 kg CO₂-ekv. Suurimmat mahdollisuudet päästöjen vähentämiseen löydettiin jätehuollon toiminnoista ja liikematkustamisesta.

Hiilijalanjäljen pienentämiseksi kannattaa MLE Oy:n panostaa jätehuollon optimointiin sekä ympäristöystävällisiin kuljetusmuotoihin. Hiilijalanjäljen pienentämisen ratkaisussa ehdotettiin monia erilaisia tapoja vähentää jätemääriä, joka taas vähentää tarvittavien kuljetusten määrää. Itse kuljetuksissa ja työsuhdeautoilussa olisi päästöjen pienentämisen kannalta järkevintä siirtyä ympäristöystävällisiin kuljetusmuotoihin kuten sähkö- tai kaasukäyttöisiin autoihin ja kuorma-autoihin. Hankaluutta jätehuollon päästöjen minimoimiseen toi se, että jätettä tulee aina syntymään yrityksen toiminnasta. Muita päästöjä oli helpompi kontrolloida, kuten MLE Oy:n käyttämää sähkö- ja lämpöenergiaa, jotka olivat ympäristöystävällisesti tuotettuja. Jäljelle jääville päästöille kuitenkin etsittiin ratkaisu, joka oli päästöjen kompensointi. Päästöjen kompensointi todettiin toimivaksi ratkaisuksi, mikäli päästöjä ei voi vähentää.

Hiilijalanjäljen laskentaan käytettiin Suomen ympäristökeskuksen luomaa Y-HIILARI hiilijalanjäljenlaskentatyökalua, joka pohjautui GHG-protokollan Corporate Accounting and Reporting Standard- standardiin. Päästölaskennat ovat aina vain arvioita todellisuudesta ja niissä syntyy virhearvioita mm. tehtyjen rajausten sekä laskurien käyttämien yleisien kertomien takia. Laskurilla saavutettiin tavoitteiden mukainen arvio hiilijalanjäljestä, jonka perusteella tunnistettiin suurimmat päästölähteet ja pystyttiin selvittämään ratkaisuja päästöjen vähentämiseksi. Kaikki ratkaisut toteuttamalla olisi päästöjä mahdollista vähentää jopa 60% ja loput olisi mahdollista kompensoida.

Digitalisaation mahdollisuuksien tutkinnassa todettiin kustannussäästöjen olevan mahdollisia mm. kiinteistönhallinnan ja jätehuollon sektoreilla. Hiilijalanjälkeen vaikuttaminen todettiin olevan hyvin rajallista tällä hetkellä MLE Oy:ssä. Päästöihin pystyisi kuitenkin vaikuttamaan suurimman päästölähteen eli jätehuollon osalta hyödyntämällä älyjäteastioita. Osalla ratkaisuista kuten optimoidulla kiinteistönhallintajärjestelmällä pystyttiin vaikuttamaan sähkön- ja lämmönkulutukseen, joka tuottaisi rahallista säästöä, mutta MLE Oy:n käyttämän

ympäristöystävällisen sähkö- ja lämpöenergian takia, eivät ratkaisut vaikuttaisi muihin kuin sähkön ja lämmön tuotantojen epäsuoriin päästöihin.

Opinnäytetyön tuloksena saatiin selkeä pohja MLE Oy:n hiilijalanjäljenlaskennalle ja mahdollisuuksia kustannussäästöihin digitalisaatiota hyödyntämällä. Suomen hallituksen ja Mitsubishi Logisnext Co. Ltd:n asettamiin tavoitteisiin päästääkseen todettiin työ erittäin hyödylliseksi. Opinnäytetyön ratkaisut saattavat vanheta tulevaisuudessa, kun teknologia kehittyy, mutta työ kuitenkin ohjaa ajatusmaailmaa hiilineutraaliin suuntaan. Tulevaisuudessa MLE Oy:n onkin kannattavaa tehdä opinnäytetyö tai projekti, jossa lasketaan mukaan myös Järvenpään toimipisteen ulkoisten toimintojen hiilijalanjälki.

LÄHTEET

ABB 2021. Suomen ensimmäiset täyssähkökuorma-autot latautuvat ABB:n tekniikalla.

Viitattu 26.11.2021. Saatavissa

<https://new.abb.com/news/fi/detail/72513/suomen-ensimmaiset-tayssahkokuorma-autot-latautuvat-abbn-tekniikalla>

Aggie Horticulture. 2008. Guide to PAS 2050 How to assess the carbon footprint of goods and services. Viitattu 27.9.2021. Saatavissa

https://aggie-horticulture.tamu.edu/faculty/hall/publications/PAS2050_Guide.pdf

Antaris. 2021. All You Need to Know About PAS 2050:2011. Viitattu 23.9.2021. Saatavissa

<https://antarisconsulting.com/all-you-need-to-know-about-pas-20502011/>

ARRANT-LIGHT OY 2019. 5 tapaa vähentää jätettä pakkauksissa sekä tehdä niistä käytäjälähtöisempiä. Viitattu 3.11.2021. Saatavissa

<http://www.light.fi/blog/fi/ekologisemmat-pakkausmateriaalit/>

Avaekspertid. Infrapunalämmittimet. Viitattu 2.12.2021. Saatavissa

<https://avaekspertid.fi/p/muut-tuotteet/infrapunalammittimet/>

Caruna 2019. Verkkopalveluhinnasto Caruna Oy. Viitattu 18.11.2021. Saatavissa

https://images.caruna.fi/verkkopalveluhinnasto_caruna_oy_1.11.2019-2.pdf

Caverion. Caverion Drive -kiinteistönhallintajärjestelmä takaa kiinteistösi optimaalisen toiminnan. Viitattu 15.11.2021. Saatavissa

<https://www.caverion.fi/katalogi/palvelut/caveriondrive/>

Caverion 2020. Miksi ja milloin kiinteistöautomaatio kannattaa modernisoida? Viitattu 15.11.2021. Saatavissa

<https://www.caverion.fi/blogi/kiinteistot/Miksi-ja-milloin-kiinteistoautomaatio-kannattaa-modernisoida/>

Clonet 2020. Hiilikädenjälki – mitä se tarkoittaa ja kuinka se määritellään? Viitattu 16.11.2021. Saatavissa

<https://www.clonet.fi/ilmasto/hiilikadenjalki-mita-se-tarκοittaa-ja-kuinka-se-maaritellaan/>

Digita 2021. Älykkäämpi jätehuolto säästää ympäristöä ja rahaa – oululaisyrittäjien innovaatio takaa yleisimmät jätehuollon ongelmat. Viitattu 27.11.2021. Saatavissa

<https://www.digita.fi/asiakastarinat/alykkaampi-jatehuolto-saastaa-ymparistoa-ja-rahaa-ou-lulaisyrittajien-innovaatio-takaa-yleisimmat-jatehuollon-ongelmat/#/>

ECo Ideal. MITÄ HIILIDIOKSIDI KERTOO KODIN SISÄILMAN LAADUSTA? Viitattu 25.11.2021. Saatavissa

<https://ecoideal.fi/mita-hiilidioksidi-kertoo-kodin-sisailman-laadusta/>

Euroopan parlamentti. 2019. Mitä hiilineutraalius tarkoittaa ja miten se saavutetaan 2050 mennessä? Viitattu 22.9.2021. Saatavissa

<https://www.europarl.europa.eu/news/fi/headlines/society/20190926STO62270/mita-hiili-neutraalius-tarκοittaa-ja-miten-se-saavutetaan-2050-menessa>

Fortum 2019. Etäpäivä tai pyöräily töihin kerran viikossa keventää tuntuvasti hiilijalanjälkeä. Viitattu 30.12.2021. Saatavissa

<https://yhdedssa.fortum.fi/etapaiva-tai-pyoraily-keventaa-tuntuvasti-hiilijalanjalkea>

Fortum 2021. a. Jätehuoltopalvelut. Viitattu 25.10.2021. Saatavissa

<https://www.fortum.fi/yriityksille-ja-yhteisoille/kierratys-ja-jatepalvelut/jatehuoltopalvelut>

Fortum 2021. b. Kauko-lämmön hinnat taloyhtiöille ja yriityksille. Viitattu 18.11.2021.

Saatavissa <https://www.fortum.fi/yriityksille-ja-yhteisoille/lammitys-ja-jaahdytys/kauko-lampo/kaukolammon-hinnat-taloyhtiioille-ja-yriityksille>

Gasum. Bensa-auton muuntaminen kaasukäyttöiseksi. Viitattu 22.10.2021 Saatavissa

<https://www.gasum.com/yksityisille/valitse-kaasuauto/kaasuauton-hankinta/bensa-auton-muuntaminen-kaasukayttoiseksi/>

Gasum. 2021. Järvenpään ensimmäinen kaasutankkausasema on avattu vahvistamaan Etelä-Suomen kaasutankkausasemaverkostoa. Viitattu 21.10.2021. Saatavissa

<https://www.gasum.com/gasum-yriityksena/medialle/uutiset/2021/jarvenpaan-ensimmainen-kaasutankkausasema-on-avattu-vahvistamaan-etela-suomen-kaasutankkausasemaverkostoa/>

GHG Protocol. a. About us. Viitattu 29.9.2021. Saatavissa

<https://ghgprotocol.org/about-us>

GHG Protocol. b. QUANTIFYING THE GREENHOUSE GAS EMISSIONS OF PRODUCTS

PAS 2050 & the GHG Protocol Product Standard. Viitattu 22.9.2021. Saatavissa

https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards_supporting/GHG%20Protocol%20PAS%202050%20Factsheet.pdf

ghgprotocol.org 2013. Technical Guidance for Calculating Scope 3 Emissions. Viitattu 30.12.2021. Saatavissa

https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/Scope3_Calculation_Guidance_0.pdf

GreenCarbon. MIKÄ IHMEEN SCOPE 1, 2, 3? Viitattu 30.9.2021. Saatavissa

<https://greencarbon.fi/mika-ihmeen-scope-1-2-3/>

HSY. Vähennä jätettä. Viitattu 17.11.2021. Saatavissa

<https://www.hsy.fi/jatteet-ja-kierratys/vahenna-jatetta/>

ISO. a. ISO 14040:2006 Environmental management — Life cycle assessment — Principles and framework. Viitattu 23.9.2021. Saatavissa

<https://www.iso.org/standard/37456.html>

ISO. b. ISO 14044:2006 Environmental management — Life cycle assessment — Requirements and guidelines. Viitattu 23.9.2021. Saatavissa

<https://www.iso.org/standard/38498.html>

ISO. c. ISO 14067:2018 Greenhouse gases — Carbon footprint of products — Requirements and guidelines for quantification. Viitattu 23.9.2021. Saatavissa

<https://www.iso.org/standard/71206.html>

Lassila & Tikanoja. Hiilineutraali jätehuolto. Viitattu 11.11.2021. Saatavissa

<https://www.lt.fi/fi/hiilineutraali>

Lassikko 2018. Edelläkävijäyritysten jätehuollon hiilijalanjälki on pyöreä nolla. Viitattu 25.10.2021. Saatavissa

<https://lassikko.lt.fi/edellakavijayritysten-jatehuollon-hiilijalanjalki-on-pyorea-nolla>

Lassikko 2020. Hiilikädenjälki muuttaa yritysten ilmastoteot konkretiaksi. Viitattu 16.11.2021. Saatavissa

<https://lassikko.lt.fi/hiilikadenjalki-muuttaa-yritysten-ilmastoteot-konkretiaksi>

Lassikko 2021. Lavan uusi elämä – L&T kierrättää vuosittain yli miljoona kuormalavaa. Viitattu 16.11.2021. Saatavissa

<https://lassikko.lt.fi/lt-kierrattaa-vuosittain-yli-miljoona-kuormalavaa>

Logisnext.com. 2020. Environmental report 2020. Viitattu 28.9.2021. Saatavissa

<https://www.logisnext.com/assets/dl/en/environmental/environmental-report-2020.pdf>

Logisnext.eu. Who we are. Viitattu 24.9.2021. Saatavissa

<https://www.logisnext.eu/about.html>

Meriteollisuus 2020. Selvitys: merenkulun vähähiilisten polttoaineiden kehittämiseen tarvitaan merkittäviä lisäpanostuksia. Viitattu 22.11.2021. Saatavissa

<https://meriteollisuus.teknologiateollisuus.fi/fi/ajankohtaista/uutinen/selvitys-merenkulun-vahahiilisten-polttoaineiden-kehittamiseen-tarvitaan>

Mitsubishi Logisnext Europe. OUR OPERATIONS / GENERAL Mitsubishi Logisnext Europe Oy. Viitattu 24.9.2021. Saatavissa <https://www.mitsubishilogisnexteurope.fi/>

Mitsubishi Logisnext Europe. 2020. Company presentation. Yritysesittely. Viitattu 6.10.2021 Saatavissa MLE Oy:n Intranetissä https://mcferocla.sharepoint.com/sites/roclaoy/fi/Publishing/Images/Sivut/Yritys--ja-organisaatioesittelyt/MLE_Oy_company_presentation.pptx

Motiva 2021. 5. Askeleet konepajateollisuuden hiilivapauteen Hans Brunila Genano Solutions Oy. Viitattu 26.11.2021. Saatavissa

[https://www.motiva.fi/files/19314/5. Askeleet konepajateollisuuden hiilivapauteen Hans Brunila Genano Solutions Oy.pdf](https://www.motiva.fi/files/19314/5._Askeleet_konepajateollisuuden_hiilivapauteen_Hans_Brunila_Genano_Solutions_Oy.pdf)

Neste. Neste MY Uusiutuva Diesel™ – suorituskykyinen ja vähähiilinen biopolttoaine. Viitattu 22.10.2021. Saatavissa <https://www.neste.fi/vastuulliset-ratkaisut/tuotteet/uusiutuvat-polttoaineet/neste-my-uusiutuva-diesel>

Nordicoffset. Hiilidioksidin poisto Suomessa (Puro.earth-sertifioitu). Viitattu 10.11.2021.

Saatavissa <https://nordicoffset.fi/projektit/biohiili/>

Paristokierrätys. Laji: Alkaliparisto. Viitattu 24.11.2021. Saatavissa

<https://www.paristokierratys.fi/nain-kierratat/paristotyypit/alli-alkaliparisto/>

Pre-sustainability. 2012. Product Carbon Footprint standards: which one to choose? Viitattu 7.10.2021. Saatavissa <https://pre-sustainability.com/articles/product-carbon-footprint-standards-which-standard-to-choose/>

Pulverpaint. Jauhemaalauk. Viitattu 30.12.2021. Saatavissa

<https://www.pulverpaint.fi/palvelut/jauhemaalauk/>

Puro.earth 2021. CARBON REMOVAL STARTS HERE. Viitattu 10.11.2021.

Saatavissa <https://puro.earth/>

Rakennusmaailma 2021. Miksi vesiohenteinen maali on liuotinpohjaista parempi? Viitattu 23.11.2021. Saatavissa

<https://rakennusmaailma.fi/miksi-vesiohenteinen-maali-on-liuotinpohjaista-parempi/>

Rocla. Rocla Oy changes its name to Mitsubishi Logisnext Europe Oy. Viitattu 24.9.2021.

Saatavissa <https://www.rocla-agv.com/en/news/rocla-oy-changes-its-name-to-mitsubishi-logisnext-europe-oy>

Sciencedirect. Sustainability and life assessment of high strength natural fibre composites in construction. Viitattu 23.9.2021. Saatavissa

<https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/life-cycle-interpretation>

Scrive. Digitalisaatio. Viitattu 11.10.2021. Saatavissa

<https://www.scrive.com/fi/digitalisaatio/>

SeAMK 2021. Ruokahävikin vähentäminen julkisissa suurkeittiöissä – Wasteless. Viitattu 18.11.2021. Saatavissa

https://storage.googleapis.com/seamk-production/2021/02/f9eb00f1-opas_ruokahavikn_vahentamiseen_ammattikeittiossa.pdf

Sitowise. Hiilijalanjäljen laskenta. Viitattu 29.9.2021. Saatavissa

<https://www.sitowise.com/fi/kestava-kehitys/energia-ja-elinkaarisuunnittelu/hiilijalanjaljen-laskenta>

Sitra 2020a. Digitalisaatio etenee, entä ymmärrys sen ympäristövaikutuksista? Viitattu 11.10.2021. Saatavissa <https://www.sitra.fi/blogit/digitalisaatio-etenee-enta-ymmarrys-sen-ymparistovaikutuksista/>

Sitra 2018. Keskivertosuomalaisen hiilijalanjälki. Viitattu 2.11.2021. Saatavissa

<https://www.sitra.fi/artikkelit/keskivertosuomalaisen-hiilijalanjalki/>

Sitra 2020b. Onko päästöjen kompensointi rahastusta? Viitattu 2.11.2021. Saatavissa

<https://www.sitra.fi/blogit/onko-paastojen-kompensointi-rahastusta/>

Sitra. a. Tulevaisuussanasto ekologinen jalanjälki. Viitattu 21.9.2021.

Saatavissa <https://www.sitra.fi/tulevaisuussanasto/ekologinen-jalanjalki/>

Sitra. b. Tulevaisuussanasto hiilijalanjälki. Viitattu 21.9.2021.

Saatavissa <https://www.sitra.fi/tulevaisuussanasto/hiilijalanjalki/>

Smart City Oulu 2021. Älykkäät jäteasiat säästävät ympäristöä. Viitattu 27.11.2021. Saatavissa

<https://smartcityoulu.com/uutiset/alykkaat-jateasiat-saastavat-ymparistoa/>

STTK. #digitalisaatio työelämässä. Viitattu 11.10.2021. Saatavissa

<https://www.sttk.fi/aihe/digitalisaatio/>

SYKE. 2013. Elinkaariarviointi, jalanjäljet ja panos-tuotosmalli. Viitattu 21.9.2021.

Saatavissa https://www.ymparisto.fi/fi-kulutus_ja_tuotanto/tuotesuunnittelu_ja_tuotteet/elinkaariarviointi_jalanjaljet_ja_panostuotosmalli

SYKE. 2021. Laskureita ympäristövaikutusten arviointiin ja seurantaan. Viitattu 6.1.2021.

Saatavissa <https://www.syke.fi/co2laskurit>

SYKE. 2020. Y-HIILARI Hiilijalanjälki –työkalu. Viitattu 5.10.2021. Saatavissa

https://www.syke.fi/fi-FI/Tutkimus_kehittaminen/Kulutus_ja_tuotanto/Laskurit/YHiilari

SYKE. 2019. Y-HIILARI, Yrityksen hiilijalanjälkilaskurin ohje. Hiilijalanjälkilaskurin ohje. Viitattu 6.10.2021. Saatavissa <https://www.syke.fi/download/noname/%7B76F0EE62-81F1-4524-A770-137307EE750F%7D/78424>

Tairao Oy. VOC ELI HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET. Viitattu 5.11.2021. Saatavissa <https://taiarol.fi/sisailma/voc-eli-haihtuvat-orgaaniset-yhdisteet/>

Tieke. 2020. Digitalisaatio – ystävä vai vihollinen? Viitattu 12.10.2021. Saatavissa

<https://tieke.fi/digitalisaatio-ystava-vai-vihollinen/>

Traficom. Hae kaasukäyttöisen kuorma-auton hankintatukea. Viitattu 21.10.2021.

Saatavissa <https://www.traficom.fi/fi/asioi-kanssamme/hae-kaasukayttoisen-kuorma-auton-hankintatukea>

UseLess. 2021. Mitä hiilineutraalius tarkoittaa? Viitattu 22.9.2021. Saatavissa

<https://useless.fi/mita-hiilineutraalius-tarκοittaa/>

Vantaan Energia. Fossiiliton energiantuotanto vuoteen 2026 mennessä. Viitattu 26.10.2021. Saatavissa <https://www.vantaanenergia.fi/fossiiliton-2026/>

Valtioneuvosto 2019. Pääministeri Sanna Marinin hallituksen ohjelma 10.12.2019
Viitattu 16.11.2021. Saatavissa

https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/161931/VN_2019_31.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Yle. 2021a. Näin autoveron historiallinen poisto näkyy uuden sähköauton hinnassa – Riittääkö alennus nopeuttamaan liikenteen sähköistymistä? Viitattu 22.10.2021. Saatavissa

<https://yle.fi/uutiset/3-12094199>

Yle. 2021b. Sähköautot yleistyvät vauhdilla, mutta litiumakkuja varjostaa lapsityövoima ja ympäristötuhot. Viitattu 22.10.2021. Saatavissa

<https://yle.fi/aihe/artikkeli/2021/05/19/sahkoautot-yleistyvat-vauhdilla-mutta-litiumakkuja-varjostaa-lapsityovoima-ja>

Ympäristöministeriö. Hallituksen ilmastopoliitikka: kohti hiilineutraalia Suomea 2035.

Viitattu 22.9.2021. Saatavissa <https://ym.fi/hiilineutraalisuomi2035>

Öhman Trukit. 2021. Uusi elämä trukkiakullesi. Viitattu 24.11.2021. Saatavissa

<https://www.ohmantrukit.fi/2021/03/16/uusi-elama-trukkiakullesi/>