

LAPPEENRANNAN TEKNILLINEN YLIOPISTO

Teknillinen tiedekunta

Ympäristötekniikan koulutusohjelma

BH10A0300 Ympäristötekniikan kandidaatintyö ja seminaari

**HIILIJALANJÄLJEN LASKEMINEN MEDISIZE OY:N
KONTIOLAHDEN TEHTAALLE**

**Calculation of carbon footprint to Medisize Corporation's
Kontiolahti factory**

Työn tarkastaja: Professori Lassi Linnanen

Työn ohjaaja: Nuorempi tutkija Kaisa Grönman

Lappeenrannassa 25.11.2010

Henri Hakulinen

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	2
2 HIILIJALANJÄLKI	3
2.1 Hiilijalanjäljen laskentaperusteet	5
2.1.1 Prosessikaavio ja rajaus	6
2.1.2 Tiedon kerääminen, laskenta ja epävarmuus	6
3 MEDISIZE OY:N KONTIOLAHDEN TEHDAS	7
3.1 Toiminta	7
3.2 Ruiskuvalu	8
4 HIILIJALANJÄLKI KONTIOLAHDEN TEHTAALLA	10
4.1 Sähkön ja nestekaasun kulutus	11
4.2 Liikematkustus	12
4.3 Tavaralogistiikka	13
4.4 Jätteet	15
4.5 Tehtaan sisäinen autoliikenne	16
5 HIILIJALANJÄLJEN LASKENTA	16
5.1 Sähkön ja nestekaasun kulutus	17
5.2 Liikematkustus	18
5.3 Tavaralogistiikka	20
5.3.1 Saapuvat tavarat	20
5.3.2 Lähtevät tavarat	21
5.4 Jätteet	21
5.5 Tehtaan sisäinen autoliikenne	23
5.6 Tulosten yhteenveto	24
6 TYÖNTEKIJÖIDEN TYÖMATKAN HIILIJALANJÄLKI	25
7 JOHTOPÄÄTÖKSET	27
8 EPÄVARMUUDEN TARKASTELU	31
9 YHTEENVETO	32
LÄHTEET	34
LIITTEET	
Liite I. Hiilijalanjälkilaskenta Kontiolahden tehdas	
Liite II. Hiilijalanjälkilaskenta työmatkat	

1 JOHDANTO

Tässä Kandidaatintyössä tarkastellaan muovialan yritys Medisize Oy:n Kontiolahden tehtaan toimintaa, jonka perusteella tehtaalle lasketaan sen toiminnasta aiheutuva hiilijalanjälki. Hiilijalanjälkilaskelman avulla yritys saa selvän kuvan toimintansa aiheuttamasta ilmastokuormasta. Hiilijalanjälkilaskelma mahdollistaa näiden päästöjen hallinnan ja vähentämisen. Työssä tarkastellaan käsitettä hiilijalanjälki ja kerrotaan sen laskemisen kulku epävirallisen direktiivin PAS2050:n mukaan. Työssä kerrotaan myös enemmän tehtaan toiminnasta ja tarkastellaan lähemmin ruiskuvaluprosessia, joka on yksi tehtaan tärkeimmistä toiminnoista. Kappaleessa johtopäätökset tarkastellaan keinoja hiilijalanjäljen pienentämiseksi Kontiolahden tehtaalla.

Yritys oli kiinnostunut hiilijalanjäljen arvioinnista, koska tehtaalle ei ollut aiemmin tehty laskelmaa. Yritys halusi selvittää omasta toiminnastaan aiheutuvat kasvihuonekaasupäästöt. Lisäksi hiilijalanjälki oli noussut esille johtoryhmäkokouksissa, joissa sen laskemisesta oli keskusteltu. Tämän työn tavoitteena on paikallistaa Medisize Oy:n Kontiolahden tehtaan kasvihuonekaasupäästöt ja mahdollistaa niiden vähentäminen.

Työssä lasketaan myös Medisize Oy:n Kontiolahden tehtaan työntekijöiden työmatkoista syntyvät kasvihuonekaasupäästöt, mutta niitä ei huomioida tehtaan hiilijalanjäljessä. Tutkimus työmatkoista kertyvistä kasvihuonekaasupäästöistä on hyödyllinen lisä hiilijalanjälkitarkasteluun. Tutkielma antaa mahdollisuuden päästöjen tarkasteluun tehtaan sisällä ja antaa tehtaan työntekijöille tietoa heidän vaikutuksestaan ilmastonmuutokseen työmatkojen osalta.

Hiilijalanjäljet ilmoitetaan hiilidioksidiekvivalenttitonneina, koska suurimmassa osassa laskelmia käytetään päästökertoimia, jotka ottavat huomioon kaikki kasvihuonekaasupäästöt. Hiilidioksidiekvivalentti tarkoittaa, että se huomioi kaikki kasvihuonekaasut eikä pelkää hiilidioksidia. Kontiolahden tehtaan hiilijalanjälki on laskettu kulutusperäisesti, ei tuotantoperäisesti.

Tehtaan toiminnasta tehdyssä hiilijalanjälkilaskelmassa pyritään tarkastelemaan tehtaan toiminnasta syntyviä suurimpia kasvihuonekaasupäästöjä mahdollisimman tarkasti. Tiedot on kerätty viimeiseltä kokonaiselta vuodelta, eli vuodelta 2009. Laskenta tehdään pelkätään tehtaan toiminnasta syntyvistä kasvihuonekaasupäästöistä. Siinä ei huomioida käytettävien materiaalien aiheuttamia kasvihuonekaasupäästöjä. Suuri ongelma hiilijalanjäljen laskemisessa on se, että voimassa olevaa standardia laskennasta ei ole. Näin ei ole myöskään olemassa yhtä oikeaa tapaa laskea hiilijalanjälkeä. Tästä aiheutuu ongelmia muun muassa vertaillessa eri yritysten hiilijalanjälkiä.

Ensimmäisessä kokouksessa työ rajattiin koskemaan tehtaan suurimpia ympäristönäkökohtia. Hiilijalanjälkeä laskettaessa otetaan huomioon tehtaan sähkön kulutus, nestekaasun kulutus, liikematkustus, tavaralogistiikka, jätteiden kuljetuksesta, hyödyntämisestä ja käsittelystä syntyvät hiilidioksidipäästöt sekä tieliikenne. Hiilijalanjäljen laskennassa lasketaan pääsääntöisesti hiilidioksidiekvivalenttipäästöjä. Nestekaasun kulutuksen, liikematkustuksen ja tavaralogistiikan osalta päästökertoimina on käytetty kuitenkin ainoastaan hiilidioksidipäästöt huomioon ottavia lukuja, koska toiminnoista syntyvien muiden kasvihuonekaasupäästöjen määrä on todella vähäinen.

2 HIILIJALANJÄLKI

Hiilijalanjälki on termi, jota käytetään kuvaamaan tuotteen, toiminnan tai palvelun ilmastokuormaa, eli sitä kuinka paljon kasvihuonekaasupäästöjä syntyy sen elinkaaren aikana (Guide to PAS2050: 2008, 1). Hiilijalanjäljellä tarkoitetaan usein kaikkia kasvihuonepäästöjä, mutta sillä voidaan viitata myös pelkkiin hiilidioksidipäästöihin. Hiilijalanjäljen yksikkö ilmoitetaan massana, joko grammoina, kiloina tai tonneina. Yleensä hiilijalanjälki ilmoitetaan hiilidioksidiekvivalentteina (CO₂-ekv), mutta se voidaan myös ilmoittaa pelkkänä hiilidioksidin määränä. Hiilijalanjäljellä organisaatio tai yritys saa käsityksen vaikutuksestaan ilmastomuutokseen. Näiden päästöjen huomioiminen ja niiden syntymisen lähde on tärkeää ymmärtää, jotta saadaan mahdollisuus niiden pienentämiseen (Guide to PAS2050: 2008, 1).

Hiilijalanjälki on vielä suhteellisen uusi käsite ja siitä on olemassa monia erilaisia määritelmiä. Erot määritelmien välillä voivat olla suuriakin. Osassa määritelmistä otetaan huomioon kaikki kasvihuonekaasut, kun taas toisissa otetaan huomioon ainoastaan hiilidioksidi. Toisaalta pelkän hiilidioksidin huomioon ottaminen laskelmissa on perusteltua, sillä se pysyy ilmakehässä pitkään, mutta toisaalta muut kasvihuonekaasut ovat vaikutukseltaan moninkertaisia verrattuna hiilidioksidiin. Näin ollen kokonaiskuva voi olla hiukan vääristynyt. Kasvihuonekaasuille on määritelty kasvihuonekaasupotentiaaliarvot (global warming potential, GWP), jotka kertovat kaasujen haitallisuuden ilmastonmuutoksen näkökulmasta. Mitä suurempi GWP luku on, sitä haitallisempaa se on ilmastonmuutoksen kannalta (PAS2050: 2008, 3). Taulukossa 1 on kuvattu eri kasvihuonekaasujen GWP-kertoimia.

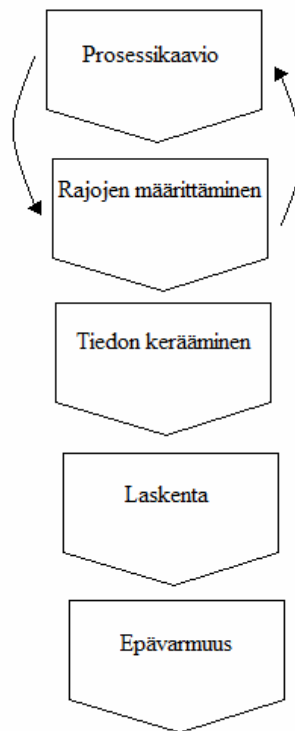
Taulukko 1. Merkittävimpien kasvihuonekaasujen GWP-kertoimia (PAS2050: 2008, 26)

Kasvihuonekaasu	Kemiallinen kaava	GWP-kerroin
Hiilidioksidi	CO ₂	1
Metaani	CH ₄	25
Typpioksiduuli	N ₂ O	298
HCF-yhdisteet	-	124 - 14800
PFC-yhdisteet	-	7390 - 12200

Tässä työssä hiilijalanjälki lasketaan ottaen huomioon tehtaan toiminnasta vuoden aikana syntyvät kasvihuonekaasupäästöt. Osassa päästöjä aiheuttavista tekijöistä käytetään päästökerrointa, joka ottaa huomioon kaikki kasvihuonekaasut ja osassa huomioidaan ainoastaan hiilidioksidipäästöt. Hiilijalanjäljen laskenta pohjautuu British Standard Institution (BSI) julkaisemaan standardiin PAS2050, joka ei kuitenkaan ole vielä täysin virallinen standardi hiilijalanjäljen laskennassa. Tästä aiheutuu ongelmia etenkin vertaillessa eri yrityksille laskettuja hiilijalanjälkiä, koska yhtenäistä laskentatapaa ei vielä ole. Tässä työssä hiilijalanjälki ilmoitetaan hiilidioksidiekvivalenttitonneina (tCO₂-ekv).

2.1 Hiilijalanjäljen laskentaperusteet

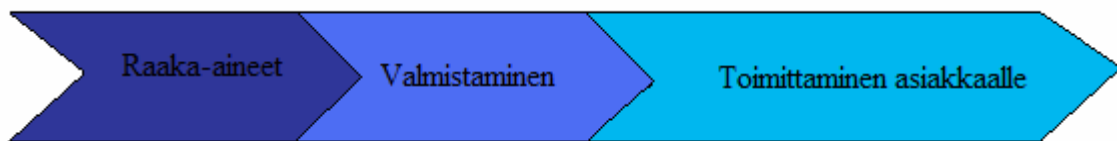
Hiilijalanjäljen laskennassa on viisi perusaskelmaa PAS2050 ohjeistuksen mukaan, jotka on esitelty kuvassa 1. Aluksi tehdään toiminnan tai tuotteen prosessikaavio, josta käy ilmi mahdolliset syntyvät kasvihuonepäästöt. Kun prosessikaavio on suunniteltu, toiminta rajataan halutulle tarkkuudelle. Rajaus on tärkeä osa hiilijalanjäljen laskentaa, sillä siinä pääteään monia seikkoja, jotka vaikuttavat hiilijalanjäljen tarkkuuteen. Rajauksessa päätetään muun muassa, mitkä toiminnot laskennassa otetaan huomioon ja huomioidaanko laskennassa kaikki mahdolliset kasvihuonekaasut, vai keskitytäänkö esimerkiksi pelkästään hiilidioksidipäästöihin. Suunnittelu onkin hiilijalanjäljen laskennan vaativimpia ja tärkeimpiä vaiheita. Kun suunnitteluvaihe on saatu valmiiksi, kerätään kaikki tarvittava tieto laskentaa varten. Näistä tiedoista lasketaan hiilijalanjälki toiminnolle tai tuotteelle. Kun hiilijalanjälki on laskettu, tulisi lopuksi vielä tarkastella hiilijalanjäljen epävarmuutta ja arvioida hiilijalanjäljen täsmällisyyttä. (Guide to PAS2050: 2008, 3-7.) Kuvassa yksi on viisi askelta hiilijalanjäljen laskemiseksi.



Kuva 1. Viisi askelta hiilijalanjäljen laskemiseksi (Guide to PAS2050: 2008, 10)

2.1.1 Prosessikaavio ja rajaus

Hiilijalanjäljen laskennan suunnittelu on yksi hiilijalanjäljen laskennan tärkeimmistä vaiheista. Prosessikaavion tavoite on selvittää kaikki energiavirrat, joita toimintaan tai tuotteeseen liittyy. Tässä työssä hiilijalanjäljen laskeminen on B2B tyyppistä. Se tarkoittaa, että toiminnan hiilijalanjälki loppuu siihen, kun tuote on toimitettu seuraavalle valmistajalle. Prosessikaavion määrittämisen jälkeen määritetään rajat hiilijalanjäljelle, jonka jälkeen prosessikaavio päivitetään vastaamaan määritettyjä rajoja. Tuotteen tai toiminnan hiilijalanjäljen laajuuden määrittää tarkasteltavan järjestelmän rajaus. Rajauksella määritellään mitkä elinkaaren vaiheet, syötteet ja tuotokset huomioidaan tarkastelussa. (Guide to PAS2050: 2008, 10–13.) Kuvassa 2 on esitetty prosessikaavio B2B tyyppisestä hiilijalanjäljen laskemisesta.



Kuva 2. Prosessikaavio B2B (Guide to PAS2050: 2008, 11)

2.1.2 Tiedon kerääminen, laskenta ja epävarmuus

Suunnitteluvaiheen jälkeen hiilijalanjäljen arvioinnissa alkaa mekaaninen vaihe. Suunnittelun jälkeen täytyy kerätä kaikki tarvittava tieto hiilijalanjäljen laskemiseksi. PAS 2050:n mukaan tulisi laskennassa käytettävän tiedon täyttää tietyt laatumääräykset, jotta pystyttäisiin takaamaan tuloksen paikkansapitävyys, tarkkuus, toistettavuus ja vertailukelpoisuus. Laskettaessa hiilijalanjälkeä toiminnalle, suoritetaan laskenta usein edellisen täyden vuoden tietojen perusteella. Tiedonkeruuvaiheessa otetaan huomioon kaikki mahdollinen tieto laskennan kannalta. Esimerkiksi sähkön käytössä otetaan huomioon kuinka sähkö on tuotettu. (Guide to PAS2050: 2008, 20-34.)

Tietojen keräämisen jälkeen suoritetaan laskenta kaikista rajauksen sisällä olevista kasvi-huonekaasupäästöistä. PAS 2050:n mukaisesti hiilijalanjäljen laskennassa jokaiselle toiminnolle lasketaan yksityiskohtaisesti kasvihuonekaasupäästö määrät. Tämä helpottaa myös tulosten tarkasteluvaiheessa suurimpien päästölähteiden löytämistä.

Laskennan päätyttyä voidaan tehdä epävarmuuden tarkastelu, joka on PAS 2050 ohjeistuksessa vapaavalintaista. Tässä vaiheessa mietitään mahdollisia laskenta virheitä ja mietitään kuinka todenmukainen laskettu hiilijalanjälki todella on.

3 MEDISIZE OY:N KONTIOLAHDEN TEHDAS

Medisize Oy:n Kontiolahden tehdas sijaitsee Kontiolahden Lehmassa, Joensuusta noin kahdeksan kilometriä pohjoiseen. Tehdas on rakennettu vuonna 1990 ja sitä on laajennettu vuosina 1992 ja 1999. Se on erikoistunut pääasiassa valmistamaan lääketeollisuuden tuotteita. Tehtaan tärkein tuote on insuliinikynä. Tehtaan pinta-ala on 19 000 m², josta puhdas tilaa on noin 4600 m². Yksikkö valmistaa puhdastilaolosuhteissa terveydenhuoltoteollisuuden tarpeisiin tarkkuusmuovilaitteita ruiskupuristeteknologiaa apuna käyttäen. Tuotantohallit ovat puhdastilaa, jossa kontrolloidaan ilman lämpötilaa, ilman kosteutta ja painetta sekä irtopartikkelien ja mikrobien määrää. Muita tuotantotiloja rakennuksessa on noin 500 m². Tehtaassa on 12 tuotantohallia. Työntekijöitä Kontiolahden tehtaalla on noin 300. Muovimateriaalia tehtaan toiminnassa kuluu vuodessa noin 1,5 miljoonaa kiloa. (Medisize 2010.)

3.1 Toiminta

Kontiolahden tehtaalla valmistetaan muovigranulaateista ruiskupuristamalla tarkkuusosia. Tuotanto on pitkälti automatisoitua. Tuotantoon liittyy olennaisena osana kokoonpano, jossa muovikappaleista kootaan tarkkuusmuovilaitteita. Yksi tärkeä osa tehtaan toimintaa on ruiskuvaluprosessit, jotka kuluttavat huomattavan määrän energiaa. Tehtaassa on 79 ruiskuvalukonetta, joista 44 kappaletta on täysin sähköisiä. Loput 35 konetta on hydraulii-

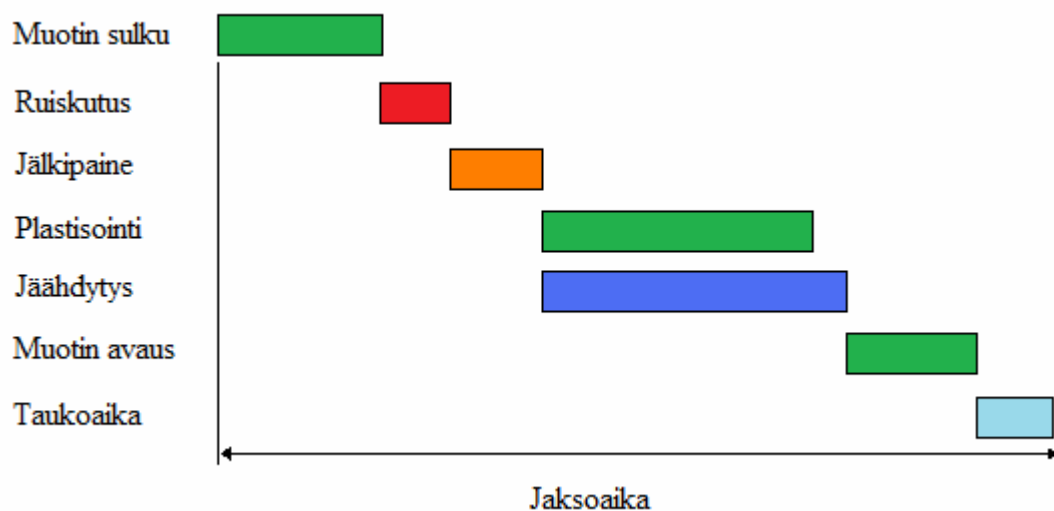
sia. Kappaleessa 3.2 kerrotaan enemmän ruiskuvalukoneiden toiminnasta. Kokoonpanolinjoja Kontiolahden tehtaalla on kahdeksan kappaletta sijoitettuna viiteen eri tuotantohalliin. (Hakkarainen 2010.)

Tehtaan toimintaan kuuluu myös olennaisena osana tavaralogistiikka. Lähettämön kautta kulkee lähes kaikki tehtaan materiaalivirrat. Lähettämössä on käytössä kahdeksan kappaletta sähkötrukkeja. Tehtaalla valmistetaan ja huolletaan myös ruiskuvalumuotteja. MuotINVALMISTUKSESSA ja huollossa käytettäviä työstökoneita ja -keskuksia tehtaassa on noin 20 kappaletta. Kontiolahden tehtaalla on myös käytössä yksi pakettiauto, joka kulkee pääsääntöisesti välillä Lehmo-Joensuu. (Hakkarainen 2010.)

3.2 Ruiskuvalu

Kolmiulotteisten muovisten kappaleiden valmistamisessa käytetään lähes aina ruiskuvalua. Ruiskuvalussa muovimassa muotoillaan muotissa lopputuotteen määräämään muotoon. Ruiskuvalua käytetään erityisesti kestumuovituotteiden valmistuksessa. (Järvelä et al. 1999, 11.)

Ruiskuvalujakso voidaan jakaa useisiin vaiheisiin, jotka seuraavat toisiaan, mutta tapahtuvat osittain myös päällekkäin. Karkeasti jaettuna ruiskuvaluprosessi voidaan jakaa kolmeen jaksoon: muotin sulkemiseen, sen täyttämiseen ja muotin avaamiseen sekä samalla kappaleen ulostyöntöön. Parempi käsitys ruiskuvaluprosessista saadaan, kun ruiskuvalujakso jaetaan kuvan 3 osoittamalla tavalla. (Järvelä et al. 1999, 47.)



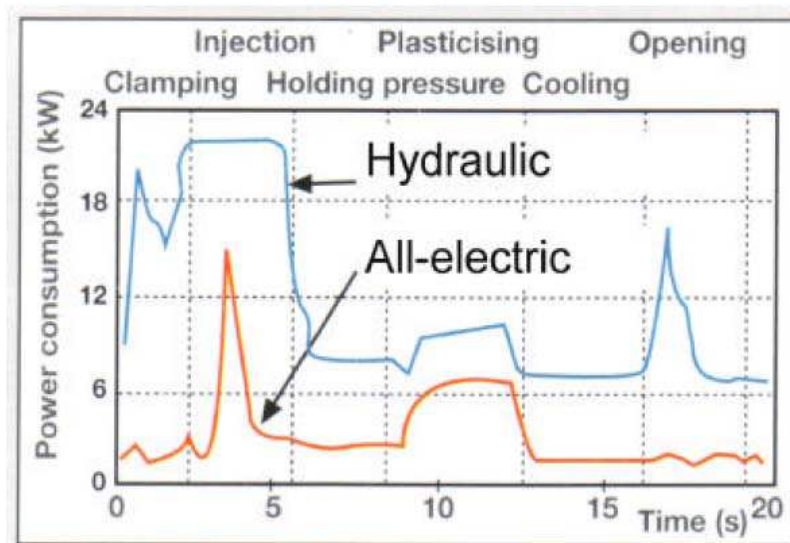
Kuva 3. Ruiskuvaluprosessin jaksoajan jakautuminen eri vaiheisiin (Järvelä et al. 1999, 47)

Ruiskuvaluprosessi alkaa muotin sulkemisvaiheella. Muotin sulkemisliike on alussa nopea hidastuen sulkemisen loppuvaiheessa. Kun muotti on saatu kiinni, ruiskutetaan muovisula suurella nopeudella muottiin. Tämä vaihe kestää sekunnin kymmenesosista aina muutama sekuntiin. (Järvelä et al. 1999, 47.)

Plastisointi vaiheessa ruiskuvalukone annostelee ja plastisoi eli sulattaa uuden annoksen sylinteriin. Plastisoinnin kanssa samaan aikaan tapahtuu edellisen kappaleen jäähdytys, joka kestää yleensä hiukan pidempään kuin plastisointi vaihe. Muovien ruiskutuslämpötilat ovat suhteellisen korkeita noin 150 – 450 °C. Massan lämpötilan tulee laskea n. 60 – 200 °C:een ennen kuin muovikappale on riittävän jähmettynyt poistettavaksi. Tästä johtuen jäähdytys hallitsee ruiskuvaluprosessin jaksoaikaa. (Järvelä et al. 1999, 48.)

Kun kappale on jäähtynyt riittävästi, tapahtuu muotin avaaminen ja kappaleen ulostyöntö. Tämän jälkeen voidaan aloittaa uusi ruiskuvalujakso, mikäli tauko-aikaa ei tarvita. Tauko-aikaa voidaan tarvita esimerkiksi, jos kappale ei irtoa ensimmäisellä ulostyönnöllä vaan tarvitaan useampikertainen ulostyöntö. Taukoajan päätyttyä alkaa uusi ruiskuvalujakso. Ruiskuvalukappaleiden taloudellinen valmistus edellyttää, että jaksoaika olisi mahdollisimman lyhyt, mutta kuitenkin optimoitu siten, että kappaleen laatuvaatimukset täyttyvät. (Järvelä et al. 1999, 48.)

Ruiskuvalu on paljon energiaa kuluttava prosessi, jossa vain 5-10 % energiankulutuksesta kohdistuu suoraan muovin työstämiseen. Suurin osa energiasta kuluu muovin kuumentamiseen. Tämän vuoksi ruiskuvalussa onkin suuri säästöpotentiaali. Ruiskuvalukoneessa lämmityssylinterin eristäminen vähentää kuumennuselementin energiankulutusta ja muita juoksevia kuluja jopa 50 %. Investointi ei ole kovinkaan kallis ja maksaa itsensä takaisin mahdollisesti jo ensimmäisen käyttövuoden aikana. Valmistajan mukaan se vähentää energiankulutusta jopa 45 % ja nopeuttaa käynnistystä 30-40 %. Uutta tekniikkaa on tulossa markkinoille myös ruiskuvalukoneissa. Täysin sähköiset koneet ovat todelliselta hyötysuhteeltaan huomattavasti vanhoja hydraulisia koneita parempia. Sähköisessä koneessa myös hydraulikkaöljyn käyttö jää pois. Tällä hetkellä täysin sähköiset laitteet ovat vielä huomattavan kalliita ja niiden kuoletusaika voi olla lähempänä kymmentä vuotta. (Komulainen et al. 2008, 3-4.) Kuvassa 4 verrataan hydraulisen ja täysin sähköisen ruiskuvalukoneen energiankulutusta.

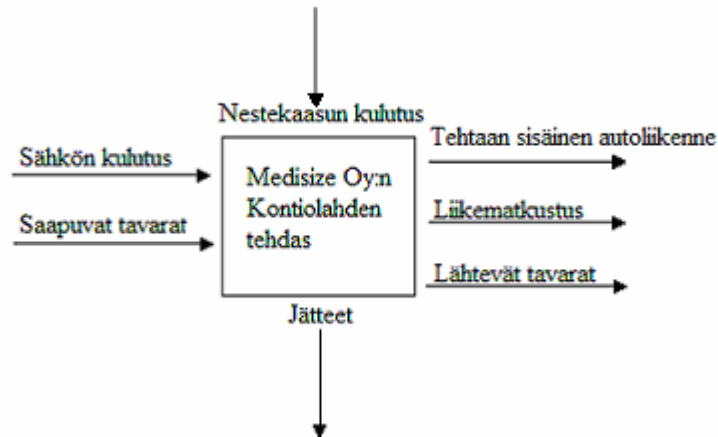


Kuva 4. Hydraulisen ja täysin sähköisen ruiskuvalukoneen energiankulutus (Komulainen et al. 2008, 4)

4 HIILIJALANJÄLKI KONTIOLAHDEN TEHTAALLA

Tässä työssä hiilijalanjälki lasketaan vuoden 2009 tietojen perusteella. Työn osalta hiilijalanjälkeen vaikuttavat seikat on rajattu viiteen eri osioon sähkön ja nestekaasun kulutukseen, tavaralogistiikkaan, liikematkustamiseen, jätteisiin ja tieliikenteeseen. Työn tarkempi

hiilijalanjälkilaskenta löytyy liitteestä I. Suurin epävarmuus laskentaosiossa piilee käytetyissä päästökertoimissa ja niiden paikkansa pitävyydessä. Kuvassa 5 on Medisize Oy:n Kontiolahden tehtaan tarkasteltavat kasvihuonekaasulähteet.



Kuva 5. Medisize Oy:n Kontiolahden tehtaan tarkasteltavat kasvihuonekaasulähteet

4.1 Sähkön ja nestekaasun kulutus

Sähkön kuluttaminen on suuressa osassa Medisizen Kontiolahden tehtaan hiilijalanjälkeä. Suuressa rakennuksessa jo pelkkä rakennuksen ylläpito vaatii runsaasti sähköä. Rakennuksen lämmitys on hoidettu myös sähköisesti, mistä johtuen sähkön kulutus kasvaa myös tehdasta lämmittäessä.

Ruiskuvaluprosessi on paljon lämpöä vaativa prosessi, joka on suuressa osassa tehtaan sähkön kulutusta. Lämpö tuodaan prosessiin sähköisesti, mistä johtuen ruiskuvalukoneet ovat suuria sähkön kuluttajia. Medisize Oy:n Kontiolahden tehtaalla on siirrytty uusiin ja sähköä vähemmän kuluttaviin täysin sähköisiin ruiskuvalukoneisiin. (Hakkarainen 2010.)

Kontiolahden tehtaassa on myös useita toimistotiloja, joita joudutaan lämmittämään etenkin talvisin. Toimistotilojen lämmitys hoituu sähköllä. Tehtaalla lämmitettävä vesi kiertää pattereissa aivan kuin kaukolämmössäkin. Erona kaukolämpöön on kuitenkin se, että vesi lämmitetään tehtaalla itse silloin kuin tilat vaativat lämmitystä. Tuotanto- ja toimistotiloja

joudutaan kesäisin myös jäähdyttämään, mikä vaatii huomattavia määriä energiaa. (Hakkarainen 2010.)

Sähkön kulutus Medisize Oy:n Kontiolahden tehtaalla oli vuonna 2009 16 050 MWh, josta 40 % tuotettiin fossiilisilla polttoaineilla tai turpeella, uusiutuvalla energialla tuotettiin 36 % ja ydinvoimalla 24 %. (Hakkarainen 2010.) Taulukossa 2 on eritelty Medisize Oy:n Kontiolahden tehtaalla käyttämän sähköntuotannon jakautuminen.

Taulukko 2. Medisize Oy:n Kontiolahden tehtaalla käyttämän sähköntuotannon jakautuminen (Hakkarainen 2010)

	[%]	[MWh]
Fossiiliset polttoaineet/turve	40 %	6420
Uusiutuva energia	36 %	5778
Ydinvoima	24 %	3852
Yhteensä	100 %	16 050

Medisize Oy:n Kontiolahden tehtaalla käytetään myös pieniä määriä nestekaasua. Nestekaasua käytetään suurimmaksi osaksi tehtaalla puhdistilojen ilmastointiin. Puhdistilassa on tarkat määritykset ilmastointipitoisuudelle. Nestekaasua kuluu myös pieniä määriä tehtaalla tampopaino prosessiin. Nestekaasua kului vuonna 2009 yhteensä 713 MWh. (Hakkarainen 2010.)

4.2 Liikematkustus

Liikematkustus kuuluu olennaisena osana Medisize Oy:n toimintaan. Liikematkustus tapahtuu lähes poikkeuksetta lentäen, joten liikematkustamisesta johtuvaa autoilua ei huomioida laskuissa. Kontiolahden tehtaalla tapahtuva liikematkustus alkaa Joensuun lentoasemalta, josta lennetään Helsinki-Vantaan lentoasemalle. Yleisimmät matkustuskohteet ovat Saksa, Sveitsi, Italia sekä muutamat kaupungit Suomessa kuten Turku ja Helsinki. Kaikki lennot olivat vuonna 2009 meno-paluulentoja. (Hakkarainen 2010.)

Medisize Oy:n Kontiolahden tehtaalta matkustettiin vuonna 2009 lentäen yhteensä 203 meno-paluulento kertaa ja lentokilometrejä syntyi 603 210 (lentolaskuri 2010). Yleisimmin Joensuusta lennettiin Helsingin kautta Frankfurtiin Saksaan yhteensä 56 kertaa. Taulukossa 3 on eritelty kaikki tapahtuneet lennot ja niiden määränpäätt vuonna 2009. Kaikki lennot ovat lähteneet Joensuusta ja niissä on ollut välilasku Helsinki-Vantaan lentoasemalla (Hakkarainen 2010). Lentokilometrit on selvitetty lentolaskuripalvelulla (lentolaskuri 2010).

Taulukko 3. Medisize Oy:n Kontiolahden tehtaan lentomatkat vuonna 2009 (Hakkarainen 2010)

Reitti	Lentokertoja [-]	kilometrit [km]
Joensuu-Frankfurt	56	212 688
Joensuu-Helsinki	46	33 028
Joensuu-Turku	9	9 144
Joensuu-Pori	2	2 288
Joensuu-Zürich	28	119 672
Joensuu-Milano	27	124 686
Joensuu-Kööpenhamina	15	37 530
Joensuu-Amsterdam	9	33 840
Joensuu-Tukholma	5	7 570
Joensuu-Dublin	4	13 776
Joensuu-Lontoo	3	12 954
Joensuu-Praha	2	6 716
Joensuu-Pariisi	1	4 510
YHTEENSÄ	207	618 402

4.3 Tavaralogistiikka

Tavaralogistiikka on yksi suurimmista hiilijalanjälkeen vaikuttavista tekijöistä Medisize Oy:n Kontiolahden tehtaalla. Tehtaan toimintaan tarvitaan paljon erilaisia raaka-aineita, jotta varmistetaan jatkuva toiminta eikä toimintaan tule katkoksia raaka-aineiden puutosten takia. Valmiiden tuotteiden toimittaminen asiakkaille oikeaan aikaan on myös todella tärkeää. Lisäksi valmiiden tuotteiden pakkaamisessa tarvitaan paljon pahvia ja pakkausmuoveja, joita joudutaan tilaamaan tehtaalle. Tehtaalla tulee tavarakuljetuksia vuodessa lähes joka päivä. Kuljetukset tapahtuvat useimmiten rekoilla. Vesi- ja lentokuljetuksia joudutaan myös käyttämään, johtuen kuljetuksien lähtömaasta (Hakkarainen 2010.)

Kuljetuksia Kontiolahden tehtaalle tulee muun muassa Saksasta ja Sveitsistä joten välillä tarvitaan vesikuljetuksia. Kuljetuksia Kontiolahden tehtaalle tuli vuonna 2009 yhteensä 400 kappaletta. Täysiä rekkakuormia Saksasta tuli vuonna 2009 yhteensä 36 kappaletta ja Sveitsistä 123 kappaletta. (Hakkarainen 2010.) Taulukossa 4 on Medisize Oy:n Kontiolahden tehtaalle tulevien tavarakuljetusten reitit vuonna 2009. Etäisyydet on määritelty Google maps-karttapalvelun avulla.

Taulukko 4. Medisize Oy:n Kontiolahden tehtaalle tulevien tavarakuljetusten reitit vuonna 2009 (Hakkarainen 2010)

Reitti	Laivamatka [km]	Tiematka [km]	Lentomatka [km]	Kuljetuskerrat [-]
Frankfurt-Kontiolahti	1200	1150	-	36
Eriswil-Kontiolahti	1200	1550	-	123
Norre alslev-Kontiolahti	1700	570	-	26
Tokio-Kontiolahti	-	500	7825	11
Birmingham-Kontiolahti	1200	1760	-	24
Bahlingen-Kontiolahti	1200	1370	-	52
Urdingen-Kontiolahti	1200	1030	-	9
Rauma-Kontiolahti	-	550	-	12
Helsinki - Kontiolahti	-	450	-	30
Beringen-Kontiolahti	1200	1170	-	7
Korntal-Kontiolahti	1200	1270		15
Godby-Kontiolahti	170	620		7
Neuchatel-Kontiolahti	-	450	1900	31
Liverpool-Kontiolahti	1200	1950	-	3
Espoo-Kontiolahti	-	460	-	11
Waregem-Kontiolahti	1200	1270	-	3
YHTEENSÄ	12670	16120	9725	400

Kontiolahden tehtaalta lähtee useita kuljetuksia valmiita tai puolivalmiita tuotteita ympäri Eurooppaa. Vuonna 2009 tehtaalta lähti 361 kuljetusta. Yleisin kohde on Frankfurt, johon lähti vuoden 2009 aikana yhteensä 290 täyttä rekkaa. Lähtevissä kuljetuksissa käytetään, samalla tavoin kuin tulevissakin kuljetuksissa, pääsääntöisesti rekkakuljetuksia. Suurin osa kuljetuksista menee kuitenkin Suomen ulkopuolelle, joten välissä joudutaan käyttämään laivakuljetuksia. Kontiolahdelta lähtevät tavarat menevät joko Helsinkiin tai Turkuun, josta ne jatkavat matkaa laivoilla kohteeseensa. (Hakkarainen 2010.) Taulukossa 5 on Medisize Oy:n Kontiolahden tehtaalta lähtevien tavarakuljetusten reitit vuonna 2009.

Taulukko 5. Medisize Oy:n Kontiolahten tehtaalta lähtevien tavarakuljetusten reitit vuonna 2009 (Hakkarainen 2010)

Reitti	Laivamatka [km]	Tiematka [km]	Kuljetuskerrat [-]
Kontiolahti-Bradford	7300	570	33
Kontiolahti-Karlskoga	310	870	22
Kontiolahti-Turku	-	620	16
Kontiolahti-Frankfurt	1200	1150	290
YHTEENSÄ	8810	3210	361

4.4 Jätteet

Jätteitä syntyy paljon kaikessa teollisessa toiminnassa. Tässä työssä jätteiden aiheuttamat kasvihuonekaasupäästöt otetaan huomioon jätteiden käsittelystä, hyödyntämisestä ja kuljetuksista muodostuvista päästöistä (Suomen ympäristökeskus 2010, 1).

Kontiolahten tehtaalla syntyi vuonna 2009 yhteensä 165,44 tonnia kaatopaikkajätettä ja 187,47 tonnia kierrätettävää materiaalia. Suurin yksittäinen kierrätettävä lajike, jota syntyi tehtaalla vuonna 2009, oli muovi. Kierrätysmuovia syntyi 138,68 tonnia. Kontiolahten tehdas on muoviteollisuuden tehdas. Se käytti vuonna 2009 yhteensä 1 529 641 kg muovi-raaka-ainetta, joista pieni osa muuttuu kierrätysmateriaaliksi. Muista syntyneistä kierrätettävistä jätelajikkeista huomattavimmat olivat pahvi ja paperi. (Hakkarainen 2010.) Hiilijalanjälkilaskennassa kierrätettävistä materiaaleista laskuissa huomioidaan muovi, pahvi ja paperi. Lisäksi laskennassa huomioidaan kaatopaikkajäte sekä biojäte.

Ongelmajätteitä Kontiolahten tehtaalla syntyi vuonna 2009 noin 23,58 tonnia, joista suurin osa koostui maali-, liima- ja lakkajätteistä (Hakkarainen 2010). Ongelmajätteiden käsittelystä, hyödyntämisestä ja kuljetuksista johtuvia kasvihuonekaasupäästöjä ei oteta huomioon hiilijalanjäljessä. Taulukossa 6 on lajiteltu Medisize Oy:n Kontiolahten tehtaalla syntyneet jätteet vuonna 2009.

Taulukko 6. Medisize Oy:n Kontiolahden tehtaan jätteet vuonna 2009

	Määrä [t]
Kaatopaikkajäte	165,44
Kierrätysjäte	187,47
paperi	13,28
pahvi	29,32
muovi	138,68
lasi	0,06
teräs	0,63
alumiini	0,36
kupari	0,26
messinki	0,63
muut	4,26
Ongelmajäte	23,58
Biojäte	3,78

4.5 Tehtaan sisäinen autoliikenne

Kontiolahden tehtaalla on käytössä yksi pakettiauto, joka liikennöi päivittäin tehtaan ja Joensuun väliä. Vaikutus tehtaan hiilijalanjälkeen on todella pieni, mutta se huomioidaan laskennassa. Pakettiauto toimii dieselillä ja sillä ajetaan vuodessa noin 25 000 kilometriä. (Hakkarainen 2010.)

5 HIILIJALANJÄLJEN LASKENTA

Hiilijalanjäljen laskenta osiossa on laskettu Medisize Oy:n Kontiolahden tehtaan toiminnasta aiheutuva hiilijalanjälki. Hiilijalanjälki lasketaan kulutusperäisesti, eikä siinä huomioida materiaalien kulutuksesta ja niiden valmistuksesta syntyviä kasvihuonekaasupäästöjä. Luvussa on eritelty Kontiolahden tehtaaseen vaikuttavien tekijöiden kasvihuonekaasupäästöjä. Luvuissa on laskettu hiilijalanjälki pelkistetysti ja tarkemmat laskelmat on jätetty pois. Tarkemmat laskelmat löytyvät liitteestä I.

5.1 Sähkön ja nestekaasun kulutus

Sähkön kuluttaminen on suurin yksittäinen tekijä kasvihuonekaasujen osalta Medisize Oy:n Kontiolahden tehtaassa. Sähköä Kontiolahden tehtaalla kului vuonna 2009 yhteensä 16 050 MWh. Sähköstä 36 % tuotetaan uusiutuvilla energiamuodoilla, joiden päästökerroin on nolla, koska työssä otetaan huomioon ainoastaan tuotannon aikaiset kasvihuonekaasupäästöt. Uusiutuvien energiamuotojen kuten vesi- tai tuulivoiman käytöstä ei synny kasvihuonekaasupäästöjä. Samoin ydinvoiman päästökerroin on nolla, mutta siihen liittyy muunlaisia ympäristökysymyksiä, kuten säteily- ja ydinonnettomuusriskit. Ydinvoimalla tuotettu sähkö ei kuitenkaan hiilijalanjälkeen vaikuta. Fossiilille polttoaineille ja turpeelle laskennoissa käytetään päästökerrointa 221,6 gCO₂-ekv/kWh. Päästökertoimessa otetaan huomioon kaikkien kasvihuonekaasujen vaikutus hiilijalanjälkeen (Auvinen 2005, 1). Taulukossa 7 on laskettu Medisize Oy:n Kontiolahden tehtaan sähkön kulutuksesta aiheutuvat kasvihuonekaasupäästöt vuonna 2009.

Taulukko 7. Medisize Oy:n Kontiolahden tehtaan sähkön kulutuksesta aiheutuvat kasvihuonekaasupäästöt vuonna 2009.

	Osuus [%]	Määrä [MWh]	Päästökerroin [tCO₂-ekv./MWh]	Päästöt [tCO₂-ekv.]
Fossiiliset polttoaineet/turve	40 %	6420	0,2216	1422,7
Uusiutuva energia	36 %	5778	0	0
Ydinvoima	24 %	3852	0	0
Yhteensä	100 %	16 050	0,2216	1422,7

Medisize Oy:n sähkön kulutuksesta syntyi vuonna 2009 yhteensä 1422,7 tonnia kasvihuonekaasuja. Uusiutuvan energian ja ydinvoiman käytöstä kasvihuonekaasupäästöjä ei syntynyt. Päästöt on laskettu kertomalla tuotettu sähkömäärä päästökertoimella.

Nestekaasua Kontiolahden tehtaalla kului vuonna 2009 yhteensä 713 MWh:n edestä. Nestekaasulle käytetään päästökerrointa 227 kgCO₂/MWh. Päästökertoimessa on huomioita ainoastaan hiilidioksidipäästöt (STEK 2009). Taulukossa 8 on laskettu nestekaasunkulutuksesta aiheutuvat hiilidioksidipäästöt.

Taulukko 8. Medisize Oy:n Kontiolahden tehtaan nestekaasun kulutuksesta aiheutuvat hiilidioksidipäästöt vuonna 2009.

	Määrä [MWh]	Päästökerroin [tCO₂/MWh]	Päästöt [tCO₂]
Nestekaasu	713	0,227	161,9

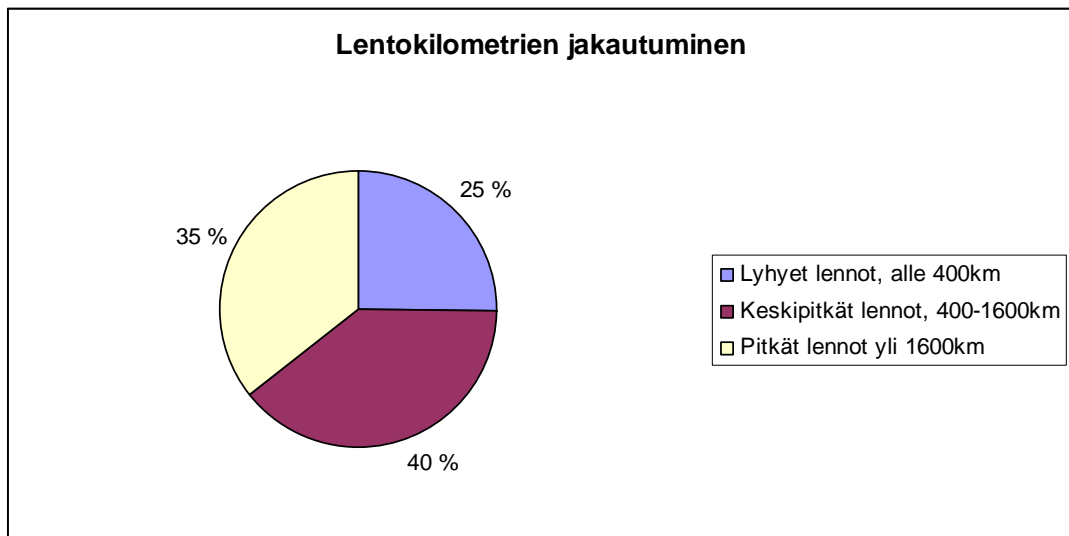
Sähkön ja nestekaasun kulutuksesta syntyi vuonna 2009 yhteensä 1584,6 tonnia kasvihuonekaasupäästöjä. Tämä määrä on suurin kaikista yksittäisistä kasvihuonekaasupäästölähteistä ja kattaa yli puolet Kontiolahden tehtaan hiilijalanjäljestä.

5.2 Liikematkustus

Medisize Oy:n Kontiolahden tehtaalla tapahtuvista liikematkustuksista aiheutuu huomattavia määriä kasvihuonekaasupäästöjä. Lentokilometrejä kertyi vuonna 2009 yhteensä 618 402 kilometriä. Liikematkustuksen vaikutuksesta hiilijalanjälkeen otetaan huomioon ainoastaan syntyneet hiilidioksidipäästöt.

Laskennassa on käytetty kolmea eri päästökerrointa. Lennot on luokiteltu lyhyihin, keskipitkiin ja pitkiin lentoihin, joille jokaiselle käytetään eri päästökerrointa. Lyhyet lennot ovat alle 400 kilometriä pitkiä, keskipitkät lennot 400–1600 kilometriä ja pitkät lennot ovat yli 1600 kilometriä. Yli 400 kilometriä pitkät lennot nousevat yli 9000 metrin lentokorkeuteen, jossa muut kuin suorat kasvihuonekaasupäästövaikutukset on otettava huomioon. Tämä tarkoittaa, että keskipitkien ja pitkien lentojen päästökertoimissa on otettava huomioon polttoaineen kulutuksen lisäksi GWP arvo 1,9. Lyhyille lennoille käytetään päästöarvoa 180 gCO₂/hkm, keskipitkille lennoilla 247 gCO₂/hkm ja pitkille lennoille 209 gCO₂/hkm. (Auvinen 2005, 9-10.)

Tässä laskelmaosuudessa päästöt on laskettu laskemalla kaikkien matkojen kilometrimäärät yhteen, joko lyhyisiin, keskipitkiin tai pitkiin lentoihin. Liitteessä I löytyy tarkemmat laskelmat matkakohtaisesti. Kuvassa 6 on yhteislentokilometriä prosentuaalinen jakautuminen lyhyisiin, keskipitkiin ja pitkiin lentoihin.



Kuva 6. Lentokilometrien jakautuminen Medisize Oy:n Kontiolahden tehtaalla vuonna 2009

Lyhyitä lentokilometrejä oli vuonna 2009 noin 156 140 km, keskipitkiä lentokilometrejä 242 802 ja pitkiä lentokilometrejä 219 460. Yhteensä 618 402 kilometriä. Taulukossa yhdeksän on laskettu Medisize Oy:n Kontiolahden tehtaalla liikematkustuksista johtuvat hiilidioksidipäästöt vuonna 2009.

Taulukko 9. Medisize Oy:n kontiolahden tehtaalla liikematkustuksista johtuvat hiilidioksidipäästöt vuonna 2009

	Määrä [km]	Päästökerroin [kgCO₂/hkm]	Päästöt [tCO₂]
lyhyet lennot, alle 400km	156 140	0,18	28,1
keskipitkät lennot, 400-1600km	242 802	0,247	60,0
pitkät lennot, yli 1600km	219 460	0,209	45,9
Yhteensä	618 402	-	133,9

Taulukosta yhdeksän nähdään, että vuonna 2009 työmatkoista johtuvia hiilidioksidipäästöjä syntyi Kontiolahden tehtaalla yhteensä 133,9 tonnia. Eniten hiilidioksidipäästöjä syntyi keskipitkiltä lennoilta yhteensä 60 tCO₂. Tarkemmat reittikohtaiset laskelmat on esitetty liitteessä I.

5.3 Tavaralogistiikka

Tavaralogistiikka osiossa lasketaan saapuvien ja lähtevien tavarakuljetusten aiheuttamat hiilidioksidipäästöt Kontiolahden tehtaalle. Hiilijalanjäljessä otetaan huomioon yksisuuntainen matka lähtöpaikasta saapumispaikkaan. Tavaralogistiikka-osio on lajiteltu saapuviin ja lähteviin tavaroihin.

5.3.1 Saapuvat tavarat

Medisize Oy:n Kontiolahden tehtaalle saapui tavaroita vuonna 2009 tie-, vesi- ja lentokuljetuksilla. Saapuvat tavarat painoivat yhteensä 2 343 525 kilogrammaa. Kuljetuksista kasvihuonekaasupäästöihin vaikuttaa matka, käytetty kuljetusmuoto ja kuorman paino. Tiekuljetuksissa on otettu huomioon kuorman viemä tila rekkavaunussa. Kaikki tapahtuneet tiekuljetukset eivät olleet täysiä rekkoja, vaan niissä kulki paljon muutakin tavaraa, joten laskelemissa on käytetty kuorman viemää tilaa rekassa ja laskettu päästöt sen mukaan. Laskelemissa on oletettu, että rekkaan mahtuisi 24 lavaa. Esimerkiksi jos yhdellä kuljetuskeralla tuodaan neljä lavaa, on tiekuljetuksen kilometrimäärät kerrottu 4/24:llä. Vesi- ja lentokuljetuksissa päästöt lasketaan kuorman painon mukaan.

Käytetyissä päästökertoimissa otetaan huomioon ainoastaan hiilidioksidipäästöt. Tiekuljetuksien päästöille on käytetty päästökerrointa 1198 gCO₂/km. Vesikuljetuksista johtuville hiilidioksidipäästöille on käytetty päästökerrointa 18 gCO₂/tkm, jossa on huomioitu kuljettavan kuorman paino. Päästökerroin on tarkoitettu kontti- ja säiliöaluksille keskimäärin Suomessa. Lentokuljetuksissa käytetään päästökerrointa 719 gCO₂/tkm, joka on lentokuljetuksien keskimääräinen päästökerroin kaukomaihin. (Auvinen 2005, 13-14.) Kyseistä päästökerrointa käytetään, koska ainut tapahtuva lentokuljetus tulee Japanista.

Jokaisesta kuljetusreitistä aiheutuvien hiilidioksidipäästöjenlaskenta on esitelty tarkemmin liitteessä I. Saapuvista kuljetuksista aiheutuvia hiilidioksidipäästöjä syntyi Medisize Oy:n Kontiolahden tehtaalla vuonna 2009 yhteensä 443 tonnia. Eniten hiilidioksidipäästöjä syntyi kuljetusreitiltä Eriswil – Kontiolahti, yhteensä 239 hiilidioksiditonnia, joka oli yli puolet kaikista saapuvien tavaroiden hiilidioksidipäästöistä. Eriswil sijaitsee Sveitsissä ja sieltä

tuotiin täysiä rekkakuljetuksia vuonna 2009 yhteensä 123 Kontiolahteen. Suuri määrä hiilidioksidipäästöjä syntyi myös väliltä Frankfurt – Kontiolahti. Yhteensä 65,1 tonnia.

5.3.2 Lähtevät tavarat

Medisize Oy:n Kontiolahden tehtaalta lähti tavarakuljetuksia vuonna 2009 yhteensä 2 297 400 kilogrammaa. Päästökertoimina on käytetty samoja kertoimia kuin saapuvissa tavaroissa. Lähtevät tavarat lähtivät aina täysinä rekkoina tai niissä ei ollut muuta tavaraa. Näin ollen laskelmat on tehty aina olettaen että rekka on ollut täysi.

Lähtevien tavaroiden kuljetuksista syntyi vuonna 2009 yhteensä 519,1 tonnia hiilidioksidipäästöjä. Kontiolahden ja Frankfurtin välisistä kuljetuksista aiheutui eniten hiilidioksidipäästöjä. Yhteensä 444 tonnia. Kuljetuksia Kontiolahden tehtaalta lähti yhteensä 361 kappaletta, joista 290 sijoittui Frankfurtiin. Tarkemmat laskelmat lähtevien tavaroiden hiilidioksidipäästöistä on esitelty liitteessä I.

5.4 Jätteet

Jätteistä laskelmaan otetaan mukaan kierrätysmuovi, paperi, pahvi, kaatopaikkajäte ja biojäte. Laskuissa otetaan huomioon suorat kasvihuonekaasupäästöt, jotka syntyvät jätteiden käsittelystä, hyödyntämisestä ja kuljetuksista sekä niihin kuluva energia. Päästökertoimet ovat Suomen ympäristökeskuksen laatimia. Niissä on käytetty yleisimpiä käsittelytapoja jätteille ja keskimääräisiä jätteenkuljetusmatkoja (Suomen ympäristökeskus 2010, 1).

Kierrätettävistä jätteistä tarkastellaan kierrätysmuovin, paperin ja pahvin käsittelystä ja kuljetuksista syntyviä kasvihuonekaasupäästöjä. Päästökertoimissa otetaan huomioon kaikkien kasvihuonekaasujen vaikutus hiilijalanjälkeen. Kierrätysmuoville käytetään päästökertointa $0,2 \text{ tCO}_2\text{e/t}_{\text{jätettä}}$, jossa oletetaan että kierrätysmuovi käytetään uusioraaka-aineeksi. Päästökertoimessa on huomioitu energiankulutus ja kuljetukset (Suomen ympäristökeskus 2008, 58).

Kierrätyspaperille käytetään päästökerrointa 0,952 tCO₂e/t_{jätettä} ja kierrätyspahville 0,064 tCO₂e/t_{jätettä} (Suomen ympäristökeskus 2010, 1). Taulukossa 10 on laskettu Medisize Oy:n Kontiolahden tehtaalla syntyneiden kierrätettävien jätteiden käsittelystä ja kuljetuksesta aiheutuneet kasviuonekaasupäästöt vuonna 2009.

Taulukko 10. Medisize Oy:n Kontiolahden tehtaan kierrätettävien jätteiden käsittelystä ja kuljetuksista aiheutuvat kasviuonekaasupäästöt vuonna 2009.

Syöte/muu tieto	Määrä	Yksikkö
Kierrätysmuovin määrä	138,68	t
kierrätysmuovin päästökerroin	0,2	tCO ₂ e/t jätettä
kierrätysmuovin CO ₂ e päästöt	27,73	tCO₂e
Kierrätyspaperin määrä	13,28	t
kierrätyspaperin päästökerroin	0,952	tCO ₂ e/t jätettä
kierrätyspaperin CO ₂ e päästöt	12,64	tCO₂e
Kierrätyspahvin määrä	29,32	t
kierrätyspahvin päästökerroin	0,064	tCO ₂ e/t jätettä
kierrätyspahvin CO ₂ e päästöt	1,88	tCO₂e
YHTEENSÄ	42,3	tCO₂e

Kierrätettävien jätteiden käsittelystä ja kuljetuksista aiheutui vuonna 2009 yhteensä 42,3 tonnia kasviuonekaasupäästöjä. Kierrätysmuovia syntyi vuonna 2009 yli 138 tonnia ja siitä kertyi kasviuonekaasupäästöjä 27,73 tonnia, joka oli suurin yksittäinen kierrätettävien jätteiden päästölähteistä.

Kaatopaikkajätteelle käytetty päästökerroin on 0,427 tCO₂e/t_{jätettä} ja biojätteelle 0,057 tCO₂e/t_{jätettä}. Kaatopaikkajätteelle käytetty päästökerroin on huomattavasti pienempi kuin esimerkiksi kierrätyspaperille käytetty päästökerroin. Todellisuudessa kierrättämällä jätteitä vältetään päästöjä todella paljon ja lopullinen päästökerroin esimerkiksi kierrätyspaperille on kierrätyksen avulla vältettyjen päästöjen jälkeen -374 tCO₂e/t_{jätettä}. Päästöjen välttäminen perustuu siihen, että esimerkiksi paperin valmistuksessa ei tarvitse käyttää neitseel-

listä raaka-ainetta. Tämä tarkoittaa sitä, että kierrättämällä paperia vältetään päästöjä 1325 tCO₂e/t_{jätettä}. Näitä hyvityksiä ei kuitenkaan huomioida hiilijalanjalan laskennassa vaan päästökertoimet muodostuvat jätteiden käsittelystä ja kuljetuksista. (Suomen ympäristökeskus 2010, 1.) Taulukossa 11 on laskettu Medisize Oy:n Kontiolahden tehtaalla syntyneiden kaatopaikka- ja biojätteiden käsittelystä ja kuljetuksesta aiheutuneet kasvihuonekaasupäästöt vuonna 2009.

Taulukko 11. Medisize Oy:n Kontiolahden tehtaalla kaatopaikkajätteiden ja biojätteiden käsittelystä ja kuljetuksista aiheutuvat kasvihuonekaasupäästöt vuonna 2009.

Syöte/muu tieto	Määrä	Yksikkö
Kaatopaikkajätteen määrä	165,44	t
kaatopaikkajätteen päästökerroin	0,427	tCO ₂ e/t jätettä
kaatopaikkajätteen CO ₂ e päästöt	70,64	tCO₂e
Biojätteen määrä	3,78	t
biojätteen päästökerroin	0,057	tCO ₂ e/t jätettä
biojätteen CO ₂ e päästöt	0,22	tCO₂e
YHTEENSÄ	70,9	tCO₂e

Biojätteiden ja kaatopaikkajätteiden käsittelystä ja kuljetuksista aiheutui vuonna 2009 Medisize Oy:n Kontiolahden tehtaalla yhteensä 70,9 tonnia kasvihuonekaasupäästöjä. Kaatopaikkajätettä syntyi 165,44 tonnia ja siitä kertyi kasvihuonekaasupäästöjä yhteensä 70,64 tonnia. Biojätteestä päästöjä syntyi vain 0,22 tCO₂e.

5.5 Tehtaan sisäinen autoliikenne

Medisize Oy:n Kontiolahden tehtaalla on käytössä yksi pakettiauto. Pakettiautolle on käytetty päästökerrointa 174 gCO₂e/km. Päästökertoimessa on otettu huomioon kaikki kasvihuonekaasut. (Auvinen 2005, 6).

Taulukossa 12 on laskettu Medisize Oy:n Kontiolahden tehtaan sisäisestä autoliikenteestä aiheutuvat kasvihuonekaasupäästöt vuonna 2009.

Taulukko 12. Medisize Oy:n Kontiolahden tehtaan sisäisestä autoliikenteestä aiheutuvat kasvihuonekaasupäästöt vuonna 2009.

Syöte/muu tieto	Määrä	Yksikkö
Pakettiauto (diesel)	1	
Ajokilometrit vuodessa	25000	km
CO ₂ päästökerroin	0,174	kgCO ₂ -ekv/km
CO ₂ päästöt	4,4	tCO₂

Pakettiauton käytöstä kertyi vuoden 2009 yhteensä 4,4 tonnia kasvihuonekaasuja, mikä on pienin yksittäinen tekijä Kontiolahden tehtaan hiilijalanjäljessä.

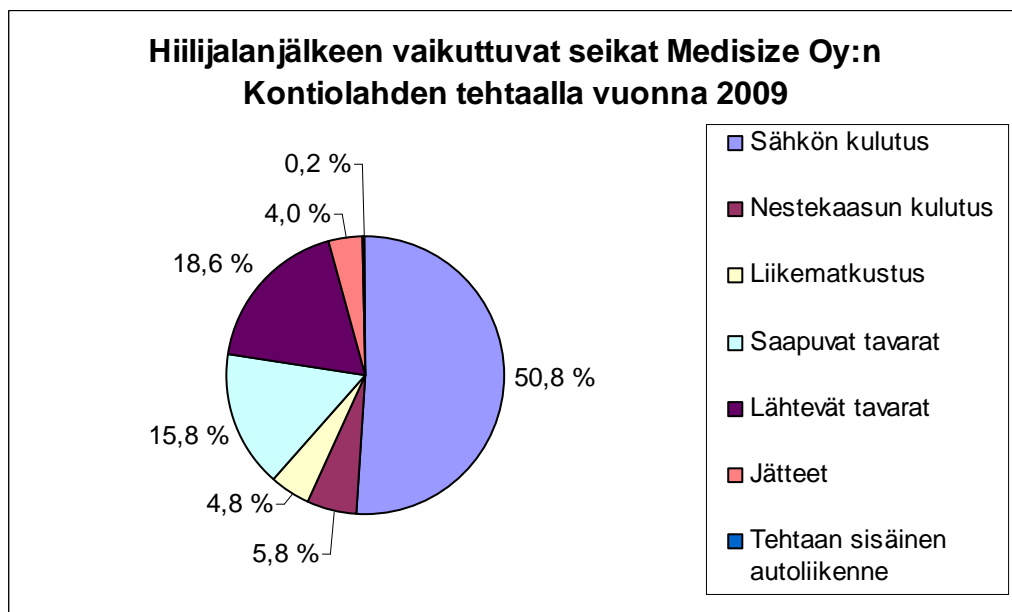
5.6 Tulosten yhteenveto

Kun lasketaan kaikki hiilijalanjäljenlaskennassa tarkasteltavat tekijät yhteen, saadaan laskettua Medisize Oy:n Kontiolahden hiilijalanjälki. Rajatut seikat huomioiden hiilijalanjäljeksi saadaan 2798 tCO₂e/a. Suurin osa hiilijalanjäljestä Kontiolahden tehtaalla syntyy sähkön kulutuksesta. Taulukossa 13 on esitetty Medisize Oy:n Kontiolahden tehtaan hiilijalanjälki vuonna 2009.

Taulukko 13. Medisize Oy:n Kontiolahden tehtaan hiilijalanjälki vuonna 2009

	Määrä [tCO ₂ /a]
Sähkön kulutus	1422,7
Nestekaasun kulutus	161,9
Liikematkustus	133,9
Saapuvat tavarat	443,0
Lähtevät tavarat	519,1
Jätteet	113,2
Tehtaan pakettiauto	4,4
Yhteensä	2798

Taulukosta 13 nähdään Medisize Oy:n Kontiolahden tehtaan hiilijalanjälkeen näillä rajauksilla vaikuttavat seikat. Taulukosta huomataan sähkön kulutuksen olevan selvästi suurin yksittäinen tekijä hiilijalanjäljessä 50,8 %. Toiseksi eniten hiilijalanjälkeen vaikuttaa tavaralogistiikka. Kuvassa 7 on eritelty Medisize Oy:n hiilijalanjälkeen vaikuttavien seikkojen prosentuaalinen osuus vuonna 2009.

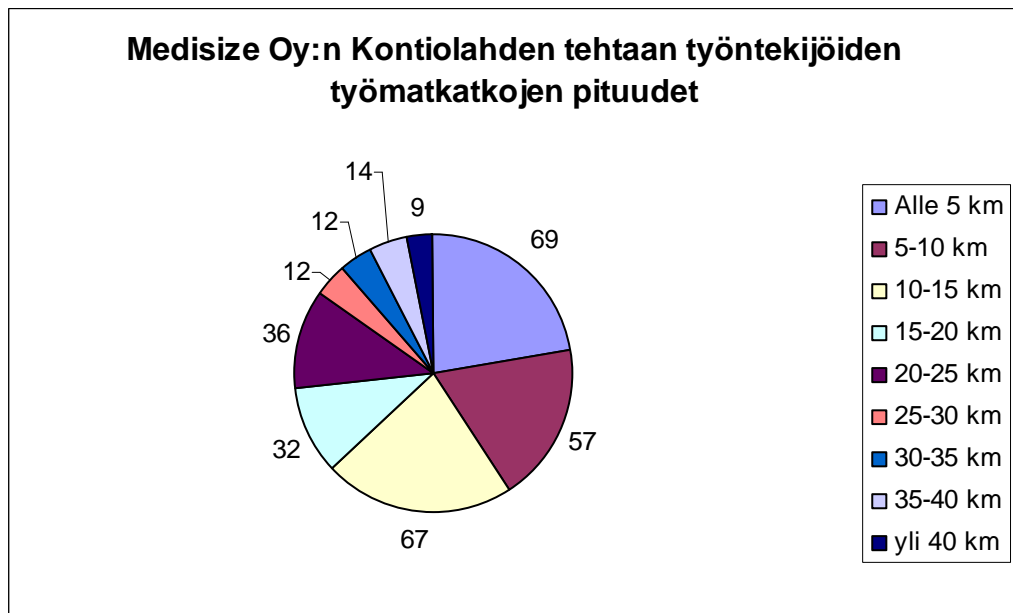


Kuva 7. Hiilijalanjälkeen vaikuttavien seikkojen osuus Medisize Oy:n hiilijalanjäljessä vuonna 2009

6 TYÖNTEKIJÖIDEN TYÖMATKAN HIILIJALANJÄLKI

Tässä osiossa lasketaan Medisize Oy:n Kontiolahden tehtaan työntekijöiden työmatkoista kertyvä hiilijalanjälki vuonna 2009. Tätä osiota ei huomioida tehtaan kokonaishiilijalanjäljessä, vaan tämä on erillinen tarkastelu työmatkojen kasvihuonekaasupäästöistä. Laskennassa oletetaan, että jokainen työntekijä oli töissä vuonna 2009 yhteensä 220 päivää. Laskennassa ei huomioida mahdollisia sairauslomia tai muita töistä poissaoloja. Myöskään mahdolliset yhdessä matkustamiset jätetään laskennasta pois. Hiilijalanjäljen laskennassa oletetaan, että jokainen työntekijä tuli omalla autolla töihin.

Kontiolahden tehtaan työntekijöiden työmatkojen pituudet on laskettu heidän nykyisistä osoitetiedoistaan. Työmatkojen pituudet vaihtelevat alle viidestä kilometristä yli 40 kilometriin. Työmatkoista kertyvä hiilijalanjälki lasketaan yhteensä 308 työntekijästä. Kuvassa 8 on tarkasteltu Medisize Oy:n Kontiolahden tehtaan työntekijöiden työmatkojen pituuksia. Arvot vastaavat sitä, kuinka monta työntekijää asuu kyseessä olevan matkan päässä Kontiolahden tehtaasta. (Hakkarainen 2010.)



Kuva 8. Medisize Oy:n Kontiolahden tehtaan työntekijöiden työmatkojen pituudet (Hakkarainen 2010)

Suurimmalla osalla, eli 69 työntekijällä työmatkan pituus on alle viisi kilometriä. Toiseksi suurimmalla osalla, eli 67 työntekijällä työmatkan pituus on 11–15 kilometriä. Laskennassa on käytetty työmatkan pituutena keskiarvoa välistä, johon työmatkan pituus osuu. Esimerkiksi alle viidellä kilometrillä käytetty matkan pituus on 2,5 kilometriä. Laskennassa käytetään bensiinikäyttöisen henkilöauton CO₂ päästökerrointa, joka on 181 gCO₂-ekv/km (Auvinen, 2005, 6).

Tarkat laskelmat Kontiolahden tehtaan työntekijöiden työmatkan kasvihuonekaasupäästöistä löytyvät liitteestä II. Jos jokainen Medisize Oy:n Kontiolahden tehtaan työntekijä kulkisi työmatkat omalla autolla, joka toimisi bensiinillä, syntyisi kasvihuonekaasupäästöjä

yhteensä 359 tonnia. Taulukossa 14 on Medisize Oy:n Kontiolahden tehtaan työntekijöiden työmatkoista syntyvät kasvihuonekaasupäästöt.

Taulukko 14. Medisize Oy:n Kontiolahden tehtaan työntekijöiden työmatkojen kasvihuonekaasupäästöt vuonna 2009

Työmatkan pituus	Päästöt [tCO ₂ -ekv/a]
Alle 5 km	13,7
5-10 km	34,0
10-15 km	66,7
15-20 km	44,6
20-25 km	64,5
25-30 km	26,3
30-35 km	31,1
35-40 km	41,8
yli 40 km	35,8
Yhteensä	358,6

Tuloksista huomataan suurimpien kasvihuonekaasupäästöjen syntyvän, kun työmatkojen pituudet ovat 10-15 km ja 20-25 km. Kasvihuonekaasuja syntyy työmatkoista huomattavia määriä. Laskelmat ovat kuitenkin ainoastaan suuntaa antavia. Todellisuudessa päästöt ovat todennäköisesti pienemmät mitä laskelmassa, koska laskelmassa oletetaan kaikkien työntekijöiden matkustavan työmatkansa yksin sekä tulevan aina töihin autolla.

7 JOHTOPÄÄTÖKSET

Hiilijalanjäljellä pystytään paikantamaan toiminnasta syntyvät kasvihuonekaasulähteet. Kun lähteet on paikannettu, voidaan syntyviin päästöihin vaikuttaa helpommin. Päästöjen vähentämisen ohella on myös mahdollista löytää lähteitä, joissa voidaan säästää rahaa. Hiilijalanjäljellä voidaan luoda myös positiivinen kuva yrityksestä. Hiilijalanjälki kertoo asiakkaille, että yrityksessä on mietitty ympäristöasioita ja niihin halutaan myös vaikuttaa.

Sivulla 11 olevasta kuvasta 4 nähdään hydraulisten ja täysin sähköisten ruiskuvalukoneiden ero sähkönkulutuksessa. Täysin sähköisissä koneissa sähkönkulutus on joka vaiheessa pienempi kuin hydraulisissa koneissa. Etenkin ruiskuvaluprosessin alussa, jossa sähkönkulutus on suurinta, ero koneilla on yli kuusi kilowattia. Täysin sähköiset ruiskuvalukoneet

ovatkin yksi mahdollinen sähköä säästävä tekijä Medisizella. Tällä hetkellä Kontiolahden tehtaalla 79 ruiskuvalukoneesta 44 on täysin sähköistä. Medisize Oy:n Kontiolahden tehtaalla tehdashallien lämmitys tapahtuu osin ruiskuvalukoneista johtuvasta lämmöstä. Tässä tapauksessa kannattaisi tutkia, onko tällainen lämmitys järkevää vai kannattaisiko ruiskuvalukoneita eristää vieläkin paremmin ja hoitaa hallien lämmitys muulla tavoin. Etenkin kesäisin ruiskuvalukoneiden lämmittämää ilmaa täytyy jäähdyttää, mikä vaatii runsaasti energiaa. Koneiden paremmassa eristämisessä piilee suuret mahdollisuudet energian säästämiseksi.

Hyvä keino sähkön säästämiseksi kiinteistössä on mahdollisten ilmapuotojen paikantaminen ja eristäminen. Hyvin lämpöeristetty rakennus voi pienentää lämmityskuluja kolmanneksella. Tässä tapauksessa arvo on kuitenkin huomattavasti pienempi, koska kyseessä on tehdasrakennus, jossa sähköä kuluu aivan eri tavoin kuin omakotitalossa. (Shimo-Barry, 2009, 20). Ilmapuotoja voi myös esiintyä paineilmaa vaativissa prosesseissa. Näiden vuotojen paikantaminen ja tukkiminen vähentää myös sähkön kulutusta huomattavasti, sillä paineilman tekeminen vaatii paljon energiaa. Energiaa voitaisiin säästää huomattavia määriä vuodessa, mikäli suuret vuotokohdat löydettäisiin ja ne onnistuttaisiin paikkaamaan.

Medisize Oy:n Kontiolahden tehtaalla eristykset ovat todennäköisesti puhdistilatuotantohallien osalta kunnossa, koska tilaa tarkkaillaan säännöllisesti. Rakennuskin on kohtuullisin uusi, mutta muun muassa toimistotilojen kohdalta lämpöeristysten toimintaa voisi tarkastella, etenkin ikkunoiden osalta, jotka ovat mahdollisia sähkön kulutuksen lisääjiä. Myös sähkölaitteiden uusiminen vähemmän kuluttaviksi on keino vähentää sähkön kulutusta. Kaikkien valaisimien vaihtaminen energiansäästölamppuihin näin suuressa rakennuksessa on iso prosessi, mutta kannattava energian säästämiseksi. Jo kolmen paljon käytössä olevan hehkulampan vaihtaminen energiansäästölamppuksi vähentää vuotuisia hiilidioksidipäästöjä noin 135 kilogrammaa. Jos tehtaalla vaihdettaisiin 100 hehkulamppua energiansäästölamppuksi, hiilidioksidipäästöt pienenisivät jo 4 500 kilogrammaa. Lisäksi energiansäästölamput kestävät 6-15 kertaa pidempään kuin hehkulamput. (Shimo-Barry, 2009, 24.)

Medisize Oy:n Kontiolahden tehtaan sähköntuotanto tapahtuu suurimmaksi osaksi uusiutuvalla energialla ja ydinvoimalla. Siirtyminen käyttämään enemmän vihreää sähköä vähentäisi huomattavasti kasvihuonekaasupäästöjä ja näin myös tehtaan hiilijalanjälkeä. Ydinvoimalla tuotetun sähkön lisääminen olisi myös mahdollista, mutta ydinvoimassa piilee muita ympäristöä kuormittavia seikkoja.

Nestekaasun käytön vähentäminen voi olla kyseisessä kohteessa hyvinkin vaikeaa. Nestekaasua tarvitaan välttämättömästi ja sen korvaaminen muulla polttoaineella voi olla hankalaa tai jopa mahdotonta. Nestekaasua käytetään kuitenkin pääsääntöisesti ilmankostuttamiseen ja on mahdollista, että tähän tarkoitukseen olisi olemassa muitakin ympäristöystävällisempiä keinoja.

Lentomatoista syntyviä kasvihuonekaasupäästöjä pystyttäisiin pienentämään monin eri tavoin. Helpoin ja myös halvin keino olisi korvata lentomatkat esimerkiksi videoneuvotteluilla. Tämä vähentäisi huomattavasti kasvihuonepäästöjä, mutta säästäisi myös lentomatoihin kuluvaan rahaa. Lentomatojen vaihtaminen junamatoihin olisi myös kasvihuonekaasuja vähentävä tekijä. Jos lentomatkat Joensuusta Helsinkiin korvattaisiin junamatkoilla, vähentyisivät lentokilometrit huomattavasti. Tämä ei kuitenkaan välttämättä ole ajallisesti mahdollista. Yrityksen on myös mahdollista ostaa päästömaksuja, joilla voidaan kompensoida lennoista aiheutuvia päästöjä.

On itsestään selvää, että tavarakuljetukset ovat pakollisia teollisuudessa. Tavarakuljetuksia vaaditaan, jotta tehtaan toimintaa voidaan pitää yllä ja että asiakas saa tilaamansa tuotteet ajoissa ja varmasti perille. Tavarakuljetuksista syntyvät kasvihuonekaasupäästöt ovat suuria, mutta niitä on myös erittäin haastavaa vähentää taloudellisesti ja toimitusajat varmistuen. Toimitusketjujen suunnittelu mahdollisimman hyväksi ja toimivaksi on helpoin tapa vaikuttaa hiilidioksidipäästöihin. Toimitusketjujen optimointi ja kuljetusten mahdollinen yhdistäminen vähentävät kasvihuonekaasupäästöjä. Rekkujen korvaaminen junilla vähentää myös päästöjä, mutta se on usein hankalaa tai jopa mahdotonta.

Jätteiden kierrätyksellä voidaan vähentää huomattavasti syntyviä kasvihuonekaasupäästöjä. Tässä työssä jätteiden kierrättäminen ei kuitenkaan pienennä hiilijalanjälkeä, koska pääs-

töihin huomioidaan ainoastaan käsittelystä ja kuljetuksesta aiheutuvat kasvihuonekaasupäästöt. Tämä jopa nostaa jätteistä johtuvaa hiilijalanjälkeä. Todellisuudessa kierrätys on huomattavasti kasvihuonekaasuja vähentävää, koska kierrätettävät jätteet korvaavat neitseellisen materiaalin käyttöä (Suomen ympäristökeskus 2010). Kierrätysaste Kontiolahden tehtaalla on todella suuri ja lähes kaikki mahdollinen kierrätettävä pyritään kierrättämään ohjeistamalla henkilökuntaa mahdollisimman hyvin. Jätteiden tyhjennyskertoihin vaikuttaminen on oikeastaan ainoa mahdollinen kasvihuonekaasujen pienentämiseen vaikuttava seikka Medisize Oy:n Kontiolahden tehtaalla.

Pakettiauton käyttö on Kontiolahden tehtaalla välttämätöntä ja sen korvaaminen on hyvin hankalaa. Pakettiauto olisi kuitenkin mahdollista vaihtaa esimerkiksi hybridautoon, jolloin kasvihuonekaasupäästöt vähenisivät.

Suurimmat työmatkoista syntyvät kasvihuonekaasupäästöt aiheutuvat, kun työmatkojen pituudet ovat 10-15 km ja 20-25 km. Näillä työmatkapituuksilla pyöräily töihin on kuitenkin kova haaste. Mahdollisilla kimppekyydeillä pystyttäisiin kuitenkin vähentämään kasvihuonekaasupäästöjä. Esimerkiksi jos viisi henkilöä, joiden työmatka on 20-25 km sopisivat kulkevansa kaikki työmatkat vuoden aikana kimppekyydeillä, vähentyisivät kasvihuonekaasupäästöt noin seitsemällä tonnilla vuodessa. Jos taas kaikki työntekijät, joiden työmatka on alle viisi kilometriä, tulisivat töihin kävellen tai pyörällä vähenisivät kasvihuonekaasupäästöt 13,7 tonnilla. Tarkasteltaessa tilannetta, jossa kaikki työntekijät, joiden työmatka on alle viisi kilometriä, kulkisivat töihin kävellen tai pyörillä ja lisäksi kaikilta työmatkapituuksilta viisi henkilöä kulkisi töihin kimppekyydein, vähenisivät kasvihuonekaasupäästöt vuodessa yhteensä lähes 80 tonnia.

Työmatkamatkustaminen aiheuttaa huomattavan määrän kasvihuonekaasuja vuodessa. Vähentämällä autoilua voidaan vähentää huomattavasti syntyviä kasvihuonekaasupäästöjä. Yhdistelemällä työmatkoja toisten kanssa ja jos mahdollista kulkemalla ne ilman autoa, säästetään ympäristöä sekä rahaa.

8 EPÄVARMUUDEN TARKASTELU

Tässä osiossa tarkastellaan mahdollisia epävarmuustekijöitä Medisize Oy:n Kontiolahden tehtaan hiilijalanjäljessä. Mahdollisia epävarmuustekijöitä voi esiintyä jo heti rajauksia tehdessä, mikäli rajauksissa on jätetty jokin erittäin olennainen seikka laskennan ulkopuolelle. Olennaisen osan kasvihuonekaasut jäävät näin laskennan ulkopuolelle ja laskettu hiilijalanjälki on todellista hiilijalanjälkeä pienempi. Tiedonkeräysvaiheessa virheiden tekemisen riski on todella suuri. Täytyy olla varma, että käytetyt tiedot ovat oikeita ja oikealta aikaväliltä. Väärien tietojen käyttäminen vaikuttaa suuresti laskettuun hiilijalanjälkeen. Laskentavaiheessa käytetyt laskukaavat ovat suhteellisen yksinkertaisia eikä niissä pitäisi tapahtua suuria virheitä. Väärien arvojen käyttäminen laskentavaiheessa on taas hyvinkin mahdollista ja se vaikuttaa hiilijalanjälkeen, joko positiivisesti tai negatiivisesti.

Hiilijalanjäljen laskentatyötä aloittaessani pidimme kokouksen, jossa teimme vaadittavat rajaukset. Onnistuimme mielestäni hyvin rajaamaan oleelliset seikat mukaan hiilijalanjälkeen, eikä mitään tärkeää jäänyt pois. Jätteiden osalta rajaaminen olisi voinut olla vielä hiukan tarkempaa. Tärkein rajaaminen koski tehtaan työntekijöiden työmatkoja. Työmatkat jätimme pois tehtaan hiilijalanjäljestä ja niistä tehtiin erillinen tarkastelu.

Tiedonkeräysvaiheessa pidimme jälleen palaverin ja mietimme mitä tietoja tarvitaan, jotta hiilijalanjälki saadaan laskettua sovitulla rajauksilla. Kontiolahden tehtaalla tiedot kerätään tarkasti ylös ja tarvittavien tietojen hankkiminen ei ollut kovinkaan vaikeaa. Suurien virheiden mahdollisuus tässä vaiheessa työtä on pieni, mutta toisaalta pieni epävarmuustekijä tietojen paikkaansa pitävyydessä on aina olemassa.

Laskentavaiheessa esiintyy tämän työn osalta eniten epävarmuustekijöitä. Hiilijalanjäljen laskentaa tehtäessä esiintyi muutamia kertoja pientä epävarmuutta ja etenkin jätteiden osalta tehty rajausta osoittautui työn aikana pieneksi ongelmaksi. Jätteistä syntyviin kasvihuonekaasuihin otettiin lopulta käsittelyyn jätteiden kuljetuksesta ja käsittelystä aiheutuvat päästöt. Jätteisiin mukaan otettiin kierrätysmuovin, paperin, pahvin, kaatopaikkajätteen ja biojätteen. Käytetyissä päästökertoimissa voi esiintyä pientä epävarmuutta, koska ne perustuvat keskimääräisiin tilastotietoihin ja asiantuntija-arvioihin ja eivät siis 100 prosenttisesti

pidä paikkaansa. Vaikutus hiilijalanjälkeen ei kuitenkaan tässä tapauksessa ole kovin suuri. Suuri mahdollinen epävarmuus piilee myös sähkön tuotannon jakautumisessa, koska sähkön kulutus vastaa puolta tehtaan hiilijalanjäljestä. Sähkön tuotannon jakautuminen on otettu yrityksen sähkölaskusta, eikä prosenttiosuuksia ole varmistettu.

Tämän työn hiilijalanjäljessä on pientä epävarmuutta, eikä tulos ole 100 prosenttisesti oikea. Kasvihuonekaasumäärät ovat suuntaa-antavia, mutta antavat kuitenkin selvän suunnan, miten paljon tehtaan toiminta synnyttää kasvihuonekaasuja ja mistä tekijöistä ne muodostuvat.

9 YHTEENVETO

Tässä työssä laskettiin Medisize Oy:n Kontiolahden tehtaan toiminnasta syntyvä hiilijalanjälki. Lisäksi työssä kerrottiin hiilijalanjäljestä, sen laskemisesta sekä Medisize Oy:n Kontiolahden tehtaan toiminnasta. Hiilijalanjälki on hyvä keino huomata tehtaan toiminnasta syntyvien kasvihuonekaasujen määrät ja se, mistä niitä syntyy. Näin pystytään paremmin vaikuttamaan omalta osalta ilmastonmuutokseen ja parantamaan toiminnon ympäristöystävällisyyttä, joka samalla vaikuttaa positiivisesti toiminnon imagoon.

Kontiolahden tehtaan hiilijalanjäljeksi muodostui 2798 tCO₂-ekv/a. Suurin kaikista yksittäisistä tekijöistä on sähkönkulutus, joka muodostaa yli puolet Kontiolahden tehtaan hiilijalanjäljestä. Toinen suuri tekijä hiilijalanjäljessä on tavaralogistiikasta aiheutuvat päästöt. Loput tarkastelussa olleet tekijät aiheuttivat pienen osan tehtaan hiilijalanjälkeä ja esimerkiksi pakettiautosta johtuvat päästöt olivat vain 4,4 tonnia, mikä ei ole edes yhtä prosenttia tehtaan kokonaishiilijalanjäljestä.

Tehtaan työntekijöiden työmatkojen hiilijalanjälki oli 358,6 tCO₂-ekv/a. Tätä laskelmaa ei kuitenkaan huomioitu tehtaan hiilijalanjäljessä vaan se on erillinen tarkastelu työmatkoista kertyvistä kasvihuonekaasupäästöistä.

Hiilijalanjälki on hyvä keino lisätä henkilökunnan ympäristötietoisuutta ja samalla kannustaa heitä toimimaan ympäristöystävällisemmin. Henkilökunnalla on hyvät mahdollisuudet vaikuttaa toiminnallaan etenkin sähkönkulutukseen, joka on suurin tekijä Kontiolahden tehtaan hiilijalanjäljessä. Tässä työssä laskettu työntekijöiden työmatkojen hiilijalanjälki on yksi tekijä, joka kannustaa työntekijöitä matkustamaan ympäristöystävällisemmin. Lyhyet työmatkat voi kävellä tai kulkea pyörällä. Pidemmillä matkoilla voidaan kulkea kimp-pakyydeillä ja säästää näin rahaa sekä luontoa.

Laskettu hiilijalanjälki on suuntaa-antava tulos ja siinä esiintyy epävarmuuksia. Tulosta voidaan kuitenkin käyttää kasvihuonekaasujen syntymisen paikantamiseen ja se antaa mahdollisuuden toimia niiden vähentämiseksi. Olisi myös mielenkiintoista tarkastella muun muassa käytettyjen muovilaatujen eroavaisuuksia kasvihuonekaasujen osalta. Mikä muovilaji on ympäristöystävällisin ja mikä taas kuormittaa ympäristöä eniten. Tältä osalta saataisiin tietoa ja mahdollisuuksia käyttää ympäristöystävällisempiä muovilaatuja käyttö-mahdollisuuksien mukaan.

LÄHTEET

Auvinen Karoliina. 2005. Ilmastokertoimet ja oletusarvot. [verkkajulkaisu], Suomi. 2005. Päivitetty: 2009. [viitattu 5.10.2010]. WWF. 30 sivua. Saatavissa: http://www.ilmastolaskuri.fi/web/storage/files/IL_kertoimet_ja_oletusarvot_22.12.09.pdf

Carbon Footprint. 2010. What is carbon footprint. [Carbon Footprintin www-sivustolla]. Päivitetty 2010. [viitattu 17.10.2010]. Saatavissa: <http://www.carbonfootprint.com/carbonfootprint.html>

Guide to PAS2050. 2008. How to assess the carbon footprint of goods and services. BSI British Standards. 58 s. ISBN 978-0-580-64636-2

Hakkarainen Hannu. 2010. EHS Manager, Medisize Oy. Kontiolahti. Kokous. 1.10.2010

Järvelä Pentti, Syrjälä Kai, Vastela Martti. 1999. Ruiskuvalu. Tampere: Plastdata Oy. 358 s.

Komulainen Johannes, Silén Jukka, Järvelä Pentti, Motzkin Fred, Wegelius Matti. 2008. Muovien työstön energiatehokkuuden parantaminen. [Verkkajulkaisu]. Tampereen teknillinen yliopisto, Muovi- ja elastomeeritekniikka. 21 s. [viitattu 26.10.2010]. Saatavissa: <http://www.tut.fi/plastics/virrat/julkaisut/P2B-julkaisu%202%202008.pdf>

Lentolaskuri. 2010. Lentolaskuri. [Lentolaskurin www-sivustolla]. Päivitetty 2010. [viitattu. 11.10.2010]. Saatavissa: <http://www.lentolaskuri.fi/Lentolaskuri/>

Medisize. 2010. About Medisize. [Medisizen www-sivustolla]. Päivitetty 2010. [viitattu 19.10.2010]. Saatavissa: http://www.medisize.com/corporate2.asp?content_id=46

PAS2050:2008. 2008. Specification for the assessment of the life cycle greenhouse gas emissions of goods and services. BSI British Standards. 36 s. ISBN 978-0-580-50978-0

SFS-EN ISO 14040. 2006. Ympäristöasioiden hallinta. Elinkaariarviointi. Periaatteet ja pääpiirteet. Suomen standardisoimisliitto SFS. 2. painos. 49 s.

Shimo-Barry Alex. 2009. 100 konstia pieneen hiilijalanjälkeen. Werner Söderström Oy. 144 s. ISBN 978-951-0-35410-0

STEK. 2009. Polttoaineiden CO₂-päästökertoimet. [STEK:n www-sivustolla]. Päivitetty 2009. [viitattu 13.11.2010]. Saatavissa:

http://www.sahkoturva.info/energia_ja_ymparisto/energian_lahteet/fi_FI/polttoaineiden_co_2_paastokertoimet/

Suomen ympäristökeskus. 2008. Jätteiden kierrätyksen ja polton ympäristövaikutukset ja kustannukset – jätehuollon vaihtoehtojen tarkastelu alueellisesta näkökulmasta. [verkkojulkaisu], Suomen ympäristökeskus 2008. 119 s. [viitattu 14.11.2010]. Saatavissa:

<http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=92490>

Suomen ympäristökeskus. 2010. Jätelajikohtaiset kasvihuonekaasupäästökertoimet taustatietoineen. [verkkojulkaisu]. 4 s. [viitattu 14.11.2010]. Saatavissa:

<http://www.ilmastolaskuri.fi/web/storage/files/Laskennantaustat150110.pdf>

LIITE I HIILIJALANJÄLKILASKENTA KONTIOLAHDEN TEHDAS

Syöte/muu tieto	Määrä	Yksikkö	Selite/kaava
Sähkön kulutus			
Fossiiliset polttoaineet	6420	MWh	
Uusiutuva energia	5778	MWh	
Ydinvoima	3852	MWh	
Päästökerroin fossiiliset polttoaineet	0,2216	tCO ₂ -ekv./MWh	Auvinen 2005, 1
Päästökerroin uusiutuva energia	0	tCO ₂ -ekv./MWh	Auvinen 2005, 2
Päästökerroin ydinvoima	0	tCO ₂ -ekv./MWh	Auvinen 2005, 1
Fossiilisten polttoaineiden CO ₂ -ekv päästöt	1422,7	tCO ₂ -ekv	Fossiiliset polttoaineet x päästökerroin fossiiliset polttoaineet
Uusiutuvan energian CO ₂ -ekv päästöt	0	tCO ₂ -ekv	Uusiutuva energia x päästökerroin uusiutuva energia
Ydinvoiman CO ₂ -ekv päästöt	0	tCO ₂ -ekv	Ydinvoima x päästökerroin ydinvoimat
Sähkön kulutuksen CO ₂ -ekv päästöt	1422,7	tCO ₂ -ekv	
Nestekaasunkulutus			
Nestekaasu	713	MWh	
Päästökerroin nestekaasu	0,227	tCO ₂ /MWh	STEK 2009
Nestekaasun CO ₂ päästöt	161,9	tCO ₂	713 MWh x 0,227 tCO ₂ /MWh
Liikematkustus			
Päästökerroin lyhyet lennot, alle 400km	0,180	kg/CO ₂ hkm	Auvinen 2005, 9
Päästökerroin keskipitkät lennot, 400-1600km	0,247	kg/CO ₂ hkm	Auvinen 2005, 9
Päästökerroin pitkät lennot, yli 1600km	0,209	kg/CO ₂ hkm	Auvinen 2005, 10
Joensuu-Frankfurt (menopaluu)			
Joensuu-Helsinki (lyhyt lento)	359	km	Lentolaskuri 2010
Helsinki-Frankfurt (keskipitkä lento)	1540	km	Lentolaskuri 2010

Joensuu-Helsinki CO2 päästöt	7,2	tCO2	56 x 2 x 359km x päästökerroin lyhyet lennot/1000
Helsinki-Frankfurt CO2 päästöt	42,6	tCO2	56 x 2 x 1540km x päästökerroin keskipitkät lennot/1000
CO2 päästöt yhteensä	49,8	tCO2	
Joensuu-Helsinki (menopaluu)	46	kpl	
Joensuu-Helsinki (lyhyt lento)	359	km	Lentolaskuri 2010
Joensuu-Helsinki CO2 päästöt	5,9	tCO2	46 x 2 x 359km x päästökerroin lyhyet lennot/1000
CO2 päästöt yhteensä	5,9	tCO2	
Joensuu-Turku (menopaluu)	9	kpl	
Joensuu-Helsinki (lyhyt lento)	359	km	Lentolaskuri 2010
Helsinki-Turku (lyhyt lento)	149	km	Lentolaskuri 2010
Joensuu-Helsinki CO2 päästöt	1,2	tCO2	9 x 2 x 359km x päästökerroin lyhyet lennot/1000
Helsinki-Turku CO2 päästöt	0,5	tCO2	9 x 2 x 149km x päästökerroin lyhyet lennot/1000
CO2 päästöt yhteensä	1,6	tCO2	
Joensuu-Pori (menopaluu)	2	kpl	
Joensuu-Helsinki (lyhyt lento)	359	km	Lentolaskuri 2010
Helsinki-Pori (lyhyt lento)	213	km	Lentolaskuri 2010
Joensuu-Helsinki CO2 päästöt	0,26	tCO2	2 x 2 x 359km x päästökerroin lyhyet lennot/1000
Helsinki-Pori CO2 päästöt	0,15	tCO2	2 x 2 x 213km x päästökerroin lyhyet lennot/1000
CO2 päästöt yhteensä	0,4	tCO2	
Joensuu-Zurich (menopaluu)	28	kpl	
Joensuu-Helsinki (lyhyt lento)	359	km	Lentolaskuri 2010
Helsinki-Zurich (pitkä lento)	1778	km	Lentolaskuri 2010
Joensuu-Helsinki CO2 päästöt	3,6	tCO2	28 x 2 x 359km x päästökerroin lyhyet lennot/1000
Helsinki-Zurich CO2 päästöt	20,8	tCO2	28 x 2 x 1778km x päästökerroin pitkät lennot/1000
CO2 päästöt yhteensä	24,4	tCO2	

Joensuu-Milano (meno-paluu)	27	kpl	
Joensuu-Helsinki (lyhyt lento)	359	km	Lentolaskuri 2010
Helsinki-Milano (pitkä lento)	1950	km	Lentolaskuri 2010
Joensuu-Helsinki CO2 päästöt	3,5	tCO2	27 x 2 x 359km x päästökerroin lyhyet lennot/1000
Helsinki-Milano CO2 päästöt	22,0	tCO2	27 x 2 x 1950km x päästökerroin pitkät lennot/1000
CO2 päästöt yhteensä	25,5	tCO2	
Joensuu-Kööpenhamina (meno-paluu)	15	kpl	
Joensuu-Helsinki (lyhyt lento)	359	km	Lentolaskuri 2010
Helsinki-kööpenhamina (keskipitkä lento)	892	km	Lentolaskuri 2010
Joensuu-Helsinki CO2 päästöt	1,9	tCO2	15 x 2 x 359km x päästökerroin lyhyet lennot/1000
Helsinki-Kööpenhamina CO2 päästöt	6,6	tCO2	15 x 2 x 892km x päästökerroin keskipitkät lennot/1000
CO2 päästöt yhteensä	8,5	tCO2	
Joensuu-Amsterdam (meno-paluu)	9	kpl	
Joensuu-Helsinki (lyhyt lento)	359	km	Lentolaskuri 2010
Helsinki-Amsterdam (keskipitkä lento)	1521	km	Lentolaskuri 2010
Joensuu-Helsinki CO2 päästöt	1,2	tCO2	9 x 2 x 359km x päästökerroin lyhyet lennot/1000
Helsinki-Amsterdam CO2 päästöt	6,8	tCO2	9 x 2 x 1521km x päästökerroin keskipitkät lennot/1000
CO2 päästöt yhteensä	7,9	tCO2	
Joensuu-Tukholma (meno-paluu)	5	kpl	
Joensuu-Helsinki (lyhyt lento)	359	km	Lentolaskuri 2010
Helsinki-Tukholma (lyhyt lento)	398	km	Lentolaskuri 2010
Joensuu-Helsinki CO2 päästöt	0,6	tCO2	5 x 2 x 359km x päästökerroin lyhyet lennot/1000
Hiilidioksidipäästöt Helsinki-Tukholma	0,7	tCO2	5 x 2 x 398km x päästökerroin lyhyet lennot/1000
Hiilidioksidipäästöt yhteensä	1,4	tCO2	

Joensuu-Dublin (menopaluu)	4	kpl	
Joensuu-Helsinki (lyhyt lento)	359	km	Lentolaskuri 2010
Helsinki-Dublin (keskipitkä lento)	1363	km	Lentolaskuri 2010
Joensuu-Helsinki CO2 päästöt	0,5	tCO2	4 x 2 x 359km x päästökerroin lyhyet lennot/1000
Helsinki-Dublin CO2 päästöt	2,7	tCO2	4 x 2 x 1363km x päästökerroin keskipitkät lennot/1000
CO2 päästöt yhteensä	3,2	tCO2	
Joensuu-Lontoo (menopaluu)	3	kpl	
Joensuu-Helsinki (lyhyt lento)	359	km	Lentolaskuri 2010
Helsinki-Lontoo (pitkä lento)	1800	km	Lentolaskuri 2010
Joensuu-Helsinki CO2 päästöt	0,4	tCO2	3 x 2 x 359km x päästökerroin lyhyet lennot/1000
Helsinki-Lontoo CO2 päästöt	2,3	tCO2	3 x 2 x 1800km x päästökerroin pitkät lennot/1000
CO2 päästöt yhteensä	2,6	tCO2	
Joensuu-Praha (menopaluu)	2	kpl	
Joensuu-Helsinki (lyhyt lento)	359	km	Lentolaskuri 2010
Helsinki-Praha (keskipitkä lento)	1320	km	Lentolaskuri 2010
Joensuu-Helsinki CO2 päästöt	0,3	tCO2	2 x 2 x 359km x päästökerroin lyhyet lennot/1000
Helsinki-Praha CO2 päästöt	1,3	tCO2	2 x 2 x 1320km x päästökerroin keskipitkät lennot/1000
CO2 päästöt yhteensä	1,6	tCO2	
Joensuu-Pariisi (menopaluu)	1	kpl	
Joensuu-Helsinki (lyhyt lento)	359	km	Lentolaskuri 2010
Helsinki-Pariisi (pitkä lento)	1896	km	Lentolaskuri 2010
Joensuu-Helsinki CO2 päästöt	0,1	tCO2	1 x 2 x 359km x päästökerroin lyhyet lennot/1000
Helsinki-Pariisi CO2 päästöt	0,8	tCO2	1 x 2 x 1896km x päästökerroin pitkät lennot/1000
CO2 päästöt yhteensä	0,9	tCO2	

Liikematkustuksen CO2 päästöt	133,9	tCO2	
Tavaralogistiikka			
Saapuvat tavarat			
Päästökerroin tiematka	1,198	kgCO2/km	Auvinen 2005, 12
Päästökerroin laivamatka	0,018	kgCO2/tkm	Auvinen 2005, 14
Päästökerroin lentomatka	0,719	kgCO2/tkm	Auvinen 2005, 13
Frankfurt-Kontiolahti			
	36	kpl	täysi rekka
Laivamatka	1200	km	google map
tiematka	1150	km	google map
kuormanpaino	20	t	
CO2 päästöt tiematka	49,6	tCO2	(36 x 1150 km x päästökerroin tiematka)/1000
CO2 päästöt laivamatka	15,6	tCO2	(36 x 1200 km x 20 t x päästökerroin laivamatka)/1000
CO2 päästöt yhteensä	65,1	tCO2	
Eriswil-Kontiolahti			
	123	kpl	täysi rekka
Laivamatka	1200	km	google map
tiematka	1550	km	google map
kuormanpaino	4	t	
CO2 päästöt tiematka	228,4	tCO2	(123 x 1550 km x päästökerroin tiematka)/1000
CO2 päästöt laivamatka	10,6	tCO2	(123 x 1200 km x 4t x päästökerroin laivamatka)/1000
CO2 päästöt yhteensä	239,0	tCO2	
Norre alslev-Kontiolahti			
	26	kpl	täysi rekka
Laivamatka	1700	km	google map
tiematka	570	km	google map
kuormanpaino	23	t	
CO2 päästöt tiematka	17,8	tCO2	(26 x 570 km x päästökerroin tiematka)/1000
CO2 päästöt laivamatka	18,3	tCO2	(26 x 1700 km x 23 t x päästökerroin laivamatka)/1000
CO2 päästöt yhteensä	36,1	tCO2	
Tokio-Kontiolahti			
	11	kpl	yksi lava/kuljetus (oletetaan, että rekassa on 24 lavaa/kuljetus)
Lentomatka	7825	km	Lentolaskuri 2010
tiematka	500	km	google map
kuormanpaino	0,7	t	
CO2 päästöt tiematka	0,3	tCO2	(11 x 500km/24 x päästökerroin tiematka)/1000

CO2 päästöt lentomatka	43,3	tCO2	(11 x 1690 km x 0,7 t x päästökerroin lentomatka)/1000
CO2 päästöt yhteensä	43,6	tCO2	
Birmingham-Kontiolahti	24	kpl	Neljä lavaa/kuljetus (Oletetaan, että rekassa on 24 lavaa/kuljetus)
Laivamatka	1200	km	google map
tiematka	1760	km	google map
kuormanpaino	0,8	t	
CO2 päästöt tiematka	8,4	tCO2	(24 x 1760km x 4/24 x päästökerroin tiematka)/1000
CO2 päästöt laivamatka	0,4	tCO2	(24 x 1200km x 0,8 t x päästökerroin laivamatka)/1000
CO2 päästöt yhteensä	8,8	tCO2	
Bahlingen-Kontiolahti	52	kpl	Yksi lava/kuljetus (oletetaan, että rekassa on 24 lavaa/kuljetus)
Laivamatka	1200	km	google map
tiematka	1370	km	google map
kuormanpaino	0,5	t	
CO2 päästöt tiematka	3,6	tCO2	(52 x 1370km/24 x päästökerroin tiematka)/1000
CO2 päästöt laivamatka	0,6	tCO2	(52 x 1200 km x 0,5 t x päästökerroin laivamatka)/1000
CO2 päästöt yhteensä	4,1	tCO2	
Urdingen-Kontiolahti	9	kpl	13 lavaa/kuljetus (oletetaan, että rekassa on 24 lavaa/kuljetus)
Laivamatka	1200	km	google map
tiematka	1030	km	google map
kuormanpaino	13	t	
CO2 päästöt tiematka	6,0	tCO2	(9 x 1030 km x (13/24) x päästökerroin tiematka)/1000
CO2 päästöt laivamatka	2,5	tCO2	(9 x 1200 km x 13 t x päästökerroin laivamatka)/1000
CO2 päästöt yhteensä	8,5	tCO2	
Rauma-Kontiolahti	12	kpl	Täysi rekka
Tiematka	550	km	google map
CO2 päästöt tiematka	7,9	tCO2	(12 x 550 km x päästökerroin tiematka)/1000
CO2 päästöt yhteensä	7,9	tCO2	
Helsinki - Kontiolahti	30	kpl	Yksi lava/kuljetus (oletetaan, että rekassa on 24 lavaa/kuljetus)
Tiematka	450	km	google map

CO2 päästöt tiematka	0,7	tCO2	(30 x 450 km/24 x päästökerroin tiematka)/1000
CO2 päästöt yhteensä	0,7	tCO2	
Beringen-Kontiolahti	7	kpl	Täysi rekka
Laivamatka	1200	km	google map
tiematka	1170	km	google map
kuormanpaino	21	t	
CO2 päästöt tiematka	9,8	tCO2	(7 x 1170 km x päästökerroin tiematka)/1000
CO2 päästöt laivamatka	3,2	tCO2	(7 x 1200 km x 21 t x päästökerroin laivamatka)/1000
CO2 päästöt yhteensä	13,0	tCO2	
Korntal-Kontiolahti	15	kpl	Yksi lava/kuljetus (oletetaan, että rekassa on 24 lavaa/kuljetus)
Laivamatka	1200	km	google map
tiematka	1270	km	google map
kuormanpaino	0,005	t	
CO2 päästöt tiematka	1,0	tCO2	(15 x 1270 km/24 x päästökerroin tiematka)/1000
CO2 päästöt laivamatka	0,002	tCO2	(15 x 1200 km x 0,005 t x päästökerroin laivamatka)/1000
CO2 päästöt yhteensä	1,0	tCO2	
Godby-Kontiolahti	7	kpl	Kaksi lavaa/kuljetus (Oletetaan, että rekassa on 24 lavaa/kuljetus)
Laivamatka	170	km	google map
tiematka	620	km	google map
kuormanpaino	0,4	t	
CO2 päästöt tiematka	0,4	tCO2	(7 x 620 km x (2/24) x päästökerroin tiematka)/1000
CO2 päästöt laivamatka	0,01	tCO2	(7 x 170 km x 0,4 t x päästökerroin laivamatka)/1000
CO2 päästöt yhteensä	0,4	tCO2	
Neuchatel-Kontiolahti	31	kpl	Otetaan huomioon ainoastaan lentomatka
Lentomatka	1900	km	Lentolaskuri 2010
Kuormanpaino	0,01	t	
CO2 päästöt lentomatka	0,4	tCO2	(31 x 1900 km x 0,01 t x päästökerroin lentomatka)/1000
CO2 päästöt yhteensä	0,4	tCO2	
Liverpool-Kontiolahti	3	kpl	Täysi rekka
Laivamatka	1200	km	google map

tiematka	1950	km	google map
kuormanpaino	19	t	
CO2 päästöt tiematka	7,0	tCO2	(3 x 1950 km x päästökerroin tiematka)/1000
CO2 päästöt laivamatka	1,2	tCO2	(3 x 1200 km x 19 t x päästökerroin laivamatka)/1000
CO2 päästöt yhteensä	8,2	tCO2	
Espoo-Kontiolahti	11	kpl	Neljä lavaa/kuljetus (Oletetaan, että rekassa on 24 lavaa/kuljetus)
Tiematka	460	km	
CO2 päästöt tiematka	1,0	tCO2	(11 x 460 km x (4/24) x päästökerroin tiematka)/1000
CO2 päästöt yhteensä	1,0	tCO2	
Waregem-Kontiolahti	3	kpl	Täysi rekka
Laivamatka	1200	km	google map
tiematka	1270	km	google map
kuormanpaino	6	t	
CO2 päästöt tiematka	4,6	tCO2	(3 x 1270 km x päästökerroin tiematka)/1000
CO2 päästöt laivamatka	0,4	tCO2	(3 x 1200 x 6 t x päästökerroin laivamatka)/1000
CO2 päästöt yhteensä	5,0	tCO2	
Saapuvien tavaroiden CO2 päästöt	443,0	tCO2	
Lähtevät tavarat			
Päästökerroin tiematka	1,198	kgCO2/km	Auvinen 2005, 12
Päästökerroin laivamatka	0,018	kgCO2/tkm	Auvinen 2005, 14
Kontiolahti-Bradford	33	kpl	Täysi rekka
Laivamatka	7300	km	google map
tiematka	570	km	google map
kuormanpaino	4	t	
CO2 päästöt tiematka	22,5	tCO2	(33 x 570 km x päästökerroin tiematka)/1000
CO2 päästöt laivamatka	17,3	tCO2	(33 x 7300 km x 4 t x päästökerroin laivamatka)/1000
CO2 päästöt yhteensä	39,9	tCO2	
Kontiolahti-Karlskoga	10	kpl	Täysi rekka
Laivamatka	310	km	google map
tiematka	870	km	google map
kuormanpaino	4	t	

CO2 päästöt tiematka	10,4	tCO2	(10 x 870 km x päästökerroin tiematka)/1000
CO2 päästöt laivamatka	0,2	tCO2	(10 x 310 km x 4 t x päästökerroin laivamatka)/1000
CO2 päästöt yhteensä	10,6	tCO2	
Kontiolahti-Karlskoga	12	kpl	Täysi rekka
Laivamatka	310	km	google map
tiematka	870	km	google map
kuormanpaino	3	t	
CO2 päästöt tiematka	12,5	tCO2	(12 x 870 km x päästökerroin tiematka)/1000
CO2 päästöt laivamatka	0,2	tCO2	(12 x 310 km x 3 t x päästökerroin laivamatka)/1000
CO2 päästöt yhteensä	12,7	tCO2	
Kontiolahti-Turku	16	kpl	Täysi rekka
Tiematka	620	km	google map
kuormanpaino	1,9	t	
CO2 päästöt tiematka	11,9	tCO2	(16 x 620 km x päästökerroin tiematka)/1000
CO2 päästöt yhteensä	11,9	tCO2	
Kontiolahti-Frankfurt	290	kpl	Täysi rekka
Laivamatka	1200	km	google map
tiematka	1150	km	google map
kuormanpaino	7,1	t	
CO2 päästöt tiematka	399,5	tCO2	(290 x 1150 km x päästökerroin tiematka)/1000
CO2 päästöt laivamatka	44,5	tCO2	(290 x 1200 km x 7,1 t x päästökerroin laivamatka)/1000
CO2 päästöt yhteensä	444,0	tCO2	
Lähtevien tavaroiden CO2 päästöt	519,1	tCO2	
Tavaralogistiikan CO2 päästöt	962,1	tCO2	
Jätteet			
Kierrätettävät jätteet			
Kierrätysmuovin määrä	138,68	t	
kierrätysmuovin päästökerroin	0,2	tCO2e/t jätettä	Suomen ympäristö 2008
kierrätysmuovin CO2-ekv päästöt	27,73	tCO2e	kierrätysmuovin määrä x kierrätysmuovin päästökerroin

Kierrätyspaperin määrä	13,28	t	
kierrätyspaperin päästökerroin	0,952	tCO ₂ e/t jätettä	Suomen ympäristökeskus 2010, 1
kierrätyspaperin CO ₂ -ekv päästöt	12,64	tCO₂e	kierrätyspaperin määrä x kierrätyspaperin päästökerroin
Kierrätyspahvin määrä	29,32	t	
kierrätyspahvin päästökerroin	0,064	tCO ₂ e/t jätettä	Suomen ympäristökeskus 2010, 1
kierrätyspahvin CO ₂ -ekv päästöt	1,88	tCO₂e	kierrätyspahvin määrä x kierrätyspahvin päästökerroin
Kierrätettävien jätteiden CO ₂ -ekv päästöt	42,3	tCO₂e	
Kaatopaikka- ja biojäte			
Kaatopaikkajätteen määrä	165,44	t	
kaatopaikkajätteen päästökerroin	0,427	tCO ₂ e/t jätettä	Suomen ympäristökeskus 2010, 1
kaatopaikkajätteen CO ₂ -ekv päästöt	70,64	tCO₂e	kaatopaikkajätteen määrä x kaatopaikkajätteen päästökerroin
Biojätteen määrä	3,78	t	
biojätteen päästökerroin	0,057	tCO ₂ e/t jätettä	Suomen ympäristökeskus 2010, 1
biojätteen CO ₂ -ekv päästöt	0,22	tCO₂e	biojätteen määrä x biojätteen päästökerroin
Kaatopaikka- ja biojätteen CO ₂ -ekv päästöt	70,9	tCO₂e	
Jätteiden CO ₂ -ekv päästöt	113,2	tCO₂e	
Tieliikenne			
Pakettiauto (diesel)	1		
Vuodessa ajettut kilometrit	25000	km	
päästökerroin	0,175	kgCO ₂ e/km	Auvinen 2005, 6
Tieliikenteen CO ₂ -ekv päästöt	4,4	tCO₂	vuodessa ajettut kilometrit x päästökerroin
Tehtaan CO₂-ekv päästöt	2798	tCO₂-ekv/a	

LIITE II HIILIJALANJÄLKILASKENTA TYÖMATKAT

Syöte/muu tieto	Määrä	Yksikkö	Selite/kaava
työmatka alle 5 km	69	henkilöä	
laskennassa käytetty työmatka	2,5	km	
työpäivien määrä	220	d/a	
työmatkat yhteensä	75 900	km/a	69 x 2,5 km x 220 d/a x 2
henkilöauton CO ₂ -ekv päästökerroin	0,181	kgCO ₂ -ekv/km	
CO ₂ päästöt	13 738	kgCO ₂ -ekv/a	työmatkat yhteensä x päästökerroin
työmatka 5-10 km	57	henkilöä	
laskennassa käytetty työmatka	7,5	km	
työpäivien määrä	220	d/a	
työmatkat yhteensä	188 100	km/a	57 x 7,5 km x 220 d/a x 2
henkilöauton CO ₂ -ekv päästökerroin	0,181	kgCO ₂ -ekv/km	
CO ₂ päästöt	34 046	kgCO ₂ -ekv/a	työmatkat yhteensä x päästökerroin
työmatka 10-15 km	67	henkilöä	
laskennassa käytetty työmatka	12,5	km	
työpäivien määrä	220	d/a	
työmatkat yhteensä	368 500	km/a	67 x 12,5 km x 220 d/a x 2
henkilöauton CO ₂ -ekv päästökerroin	0,181	kgCO ₂ -ekv/km	
CO ₂ päästöt	66 699	kgCO ₂ -ekv/a	työmatkat yhteensä x päästökerroin
työmatka 15-20 km	32	henkilöä	
laskennassa käytetty työmatka	17,5	km	
työpäivien määrä	220	d/a	
työmatkat yhteensä	246 400	km/a	32 x 17,5 km x 220 d/a x 2
henkilöauton CO ₂ -ekv päästökerroin	0,181	kgCO ₂ -ekv/km	
CO ₂ päästöt	44 598	kgCO ₂ -ekv/a	työmatkat yhteensä x päästökerroin
työmatka 20-25 km	36	henkilöä	
laskennassa käytetty työmatka	22,5	km	
työpäivien määrä	220	d/a	
työmatkat yhteensä	356 400	km/a	36 x 22,5 km x 220 d/a x 2
henkilöauton CO ₂ -ekv päästökerroin	0,181	kgCO ₂ -ekv/km	
CO ₂ päästöt	64 508	kgCO ₂ -ekv/a	työmatkat yhteensä x päästökerroin
työmatka 25-30 km	12	henkilöä	
laskennassa käytetty työmatka	27,5	km	

työpäivien määrä	220	d/a	
työmatkat yhteensä	145 200	km/a	12 x 27,5 km x 220 d/a x 2
henkilöauton CO2-ekv päästökerroin	0,181	kgCO2-ekv/km	
CO2 päästöt	26 281	kgCO2-ekv/a	työmatkat yhteensä x päästökerroin
työmatka 30-35 km	12	henkilöä	
laskennassa käytetty työmatka	32,5	km	
työpäivien määrä	220	d/a	
työmatkat yhteensä	171 600	km/a	12 x 32,5 km x 220 d/a x 2
henkilöauton CO2-ekv päästökerroin	0,181	kgCO2-ekv/km	
CO2 päästöt	31 060	kgCO2-ekv/a	työmatkat yhteensä x päästökerroin
työmatka 35-40 km	14	henkilöä	
laskennassa käytetty työmatka	37,5	km	
työpäivien määrä	220	d/a	
työmatkat yhteensä	231 000	km/a	14 x 37,5 km x 220 d/a x 2
henkilöauton CO2-ekv päästökerroin	0,181	kgCO2-ekv/km	
CO2 päästöt	41 811	kgCO2-ekv/a	työmatkat yhteensä x päästökerroin
työmatka yli 40 km	9	henkilöä	
laskennassa käytetty työmatka	50	km	
työpäivien määrä	220	d/a	
työmatkat yhteensä	198 000	km/a	9 x 50 km x 220 d/a x 2
henkilöauton CO2 päästökerroin	0,181	kgCO2-ekv/km	
CO2 päästöt	35 838	kgCO2-ekv/a	työmatkat yhteensä x päästökerroin
Työmatkojen CO2 päästöt	359	tCO2-ekv/a	kaikki CO2 päästöt/1000