

LÄHETYSKOHTAISEN HIILIJALANJÄLJEN MÄÄRITTÄMINEN KAPPALETAVARALIIKENTEESSÄ

Kimmo Nykänen

Opinnäytetyö
Huhtikuu, 2011

Logistiikan koulutusohjelma
Tekniikan ja liikenteen ala



JYVÄSKYLÄN AMMATTIKORKEAKOULU
JAMK UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Tekijä NYKÄNEN, Kimmo	Julkaisun laji Opinnäytetyö	Päivämäärä 04.04.2011
	Sivumäärä 137 (liitteinen)	Julkaisun kieli Suomi
	Luottamuksellisuus Osa liitteistä (X) 31.3.2016 saakka	Verkojulkaisulupa myönnetty (X)
Työn nimi LÄHETYSKOHTAISEN HIILIJALANJÄLJEN MÄÄRITTÄMINEN KAPPALETAVARALIIKENTEESSÄ		
Koulutusohjelma Logistiikan koulutusohjelma, tekniikan ja liikenteen ala		
Työn ohjaajat VÄRTÖ-NIEMI, Merja ja LÄHDEVAARA, Hannu		
Toimeksiantaja VR Yhtymä Oy, Kappaletavaralogistiikka (entinen Transpoint Oy Ab)		
<p>Tiivistelmä</p> <p>Tuotteen elinkaaren aikaisten CO₂-päästöjen laskentaa varten on tekeillä useita standardeja, koska hiilijalanjälkimerkinnot tuotteissa ovat yleistymässä. Standardiluonnokset eivät kuitenkaan sisällä yksityiskohtaisia ohjeita logististen prosessien aiheuttamien päästöjen laskentaan. Logistiset prosessit ovat monimutkaisia, erityisesti kappaletavaraliikenteessä kulutetaan paljon hiilivetyperusteista energiaa monessa vaiheessa. Kuljetusyrityksillä ei ole yhteistä tapaa laskea omaa hiilijalanjälkeään.</p> <p>Liikenteen alan energiategohokkuussopimukset edellyttävät sopimukseen liittyneiltä tahoilta kokonaispäästöjen kehityksen seuranta ja raportointia, päästöjen suhteuttaminen kuljetussuoritteeseen on yleensä kuitenkin vapaaehtoista. Logistiikkapalveluiden ostajat haluavat energiategohokkaita palveluita ja raportteja energian kulutuksesta, mutta eivät ole valmiita maksamaan tästä ylimääräistä. Kuljetusyritykset voivat käyttää päästöjen määrää jopa kilpailutekijänä, jolloin laskenta ei ole läpinäkyvää ja kaikkia päästöjä ei huomioida laskennassa.</p> <p>VR Transpointille kehitettiin edellä mainituista syistä päästölaskuri, jolla voidaan laskea yksittäisen lähetyksen aiheuttamat hiilidioksidipäästöt. Laskuri perustuu kokonaisenergian kulutuksen ja kokonaiskuljetussuoritteen perusteella laskettuihin ominaispäästöihin, joilla päästöt lasketaan prosessin eri vaiheista erikseen ja summataan yhteen. Laskuri voidaan julkaista internetissä yrityksen kotisivuilla tai jakaa Excel-sovelluksena sopimusasiakkaille. Laskurin tausta-aineistoa voidaan käyttää myös laadittaessa kausittaisia päästöraportteja asiakkaiden kokonaiskuljetussuoritteelle.</p> <p>Laskuria varten kehitettiin yksinkertainen menetelmä yrityksen kuljetussuoritteen laskemiseksi, dokumentoitiin polttoaineen kulutuksen seuranta ja kartoitettiin laskuria haittaavat epätarkkuuskijät korjausehdotuksineen. Samalla dokumentoitiin myös reaaliaikaisen kulutuksen avulla tehtävä päästölaskenta, joka voidaan ottaa käyttöön, kun ajoneuvojen tiedonkeruuratkaisut ovat riittävän yleisiä ja kehittyneitä. Laskurin avulla VR Transpoint voi luoda mielikuvaa ympäristöystävällisistä ja laadukkaista logistiikkayrityksestä.</p>		
Avainsanat (asiasanat): VR Transpoint, hiilijalanjälki, päästöraportointi, energiategohokkuus		
Muut tiedot: *Liiketalousasiakassuorien takia osa liitteistä on salattu 31.3.2016 asti.		

Author NYKÄNEN, Kimmo	Type of publication Bachelor's Thesis	Date 04.04.2011
	Pages 137 (incl. attachments)	Language FIN
	Confidential Part of attachments (X) Until 31.3.2016	Permission for web publication (X)
Title DEFINING SHIPMENT LEVEL CARBON FOOTPRINT IN LTL-TRANSPORTATION		
Degree Programme Logistics		
Tutors VÄRTÖ-NIEMI, Merja and LÄHDEVAARA, Hannu		
Assigned by VR Group Ltd, LTL Logistics (former Transpoint Ltd.)		
<p>Abstract</p> <p>Because of carbon footprint labeling there are plenty of standards under construction concerning product level CO₂ emissions during a product life cycle. Standards do not, however, include specific instructions for counting the carbon footprint of logistics operations. Logistics processes are complicated, especially in LTL transports a lot of carbon based energy is consumed in many phases. There is no common way to count the carbon footprint in the transportation field.</p> <p>Agreements on energy efficiency in the traffic sector call for monitoring and reporting of total emissions from agreement parties. Despite that fact, adjusting emissions to transportation work is voluntary to companies. Purchasers of logistics services want to get energy efficient services and reports on energy consumption, but they are not willing to pay any additional charge for it. Transportation companies can use the amount of emissions even as a competitive factor, which can lead to a situation that emissions are concealed and counting is not transparent for customers.</p> <p>Because of the preceding facts, an emission counter was developed for VR Transpoint, with which it is possible to count shipment level carbon footprint concerning transportation. The counter is based on multipliers, which are generated based on total energy consumption and total haulage separately in different phases of the transportation process. It is possible to publish the counter both on the Internet and for example as an Excel-application to VR Transpoint's customers. It is also possible to use the database of the counter for customer specific seasonal emission reporting.</p> <p>To make the counter possible, a simple method for calculating total haulage was developed, the fuel consumption monitoring was documented and inaccuracy factors of counter database were adjusted with proposals for corrections. Emission calculating based on real time fuel consumption was documented at the same time. It can be implemented when the vehicle data logging is common and advanced enough. By means of the CO₂ counter VR Transpoint is able to create an image of a sustainable logistics operator with a good quality.</p>		
Keywords VR Transpoint, carbon footprint, reporting of emissions, energy efficiency		
Miscellaneous Because of confidential business issues part of the attachments are not public until 31.3.2016.		

SISÄLTÖ:

1 JOHDANTO, TYÖN RAJAUS JA TAVOITTEET	7
1.1 Työn rajaus.....	9
1.2 Työn tavoitteet.....	9
1.3 Taustaa opinnäytetyön tekemiselle	10
2 HIILIDIOKSIDIPÄÄSTÖJEN LASKENTASTANDARDEJA.....	11
2.1 PAS 2050	13
2.2 GHG Protocol	14
2.3 Carbon Footprint of Products (CFP)	15
2.4 Muita ohjeistuksia päästöjen kohdistamisesta.....	16
3 HIILIDIOKSIDIPÄÄSTÖJEN RAPORTOINTI SUOMESSA.....	20
3.1 LIPASTO	20
3.1.1 Tonnikilometrikäsite	21
3.1.2 Yksikköpäästöjen laskenta LIPASTOssa	21
3.1.3 LIISA-järjestelmä	22
3.2 EMISTRA	24
3.2.1 Tavarankuljetusten ja logistiikan energiantehokkuussopimus 2008 - 2016	25
3.2.2 EMISTRAn käyttö.....	26
3.2.3 EMISTRAn tilastotietokanta	27
3.3 Tavaraliikenteen ETS-tietopankki.....	27
3.4 Tilastokeskuksen tavarankuljetuspalvelukset	28

	2
3.5 Energiankulutustietojen ja tavarankuljetustilastojen yhdistäminen	29
4 KULJETUSASIAKKAIDEN TARPEET HIILIJALANJÄLJEN MÄÄRITTÄMISELLE	31
4.1 Asiakaskysely ympäristöraportoinnista.....	31
4.2 Kyselyn tulokset	32
4.2.1 Yritysten oma ympäristöraportointi.....	33
4.2.2 Kuljetusten ympäristöraportoinnin nykytila	35
4.2.3 Tavoiteltava ympäristöraportointi	37
4.2.3 Raportointivalmiuden vaikutus kuljetusten hankintaan.....	39
4.2.4 Ympäristöraportointi tulevaisuudessa	42
4.3 Johtopäätökset ja lähetyskohtaisen hiilijalanjäljen rooli.....	45
5 LOGISTISTEN TOIMINTOJEN VÄLITTÖMÄT PÄÄSTÖT	47
5.1 Hiilidioksidipäästöjen määrittäminen.....	47
5.1.1 Päästöjen kohdistamisperusteet.....	49
5.1.1.1 Lähetyksen massa ja tilavuus.....	49
5.1.1.2 Kuljetusmatka	50
5.1.1.3 Logistisiin toimintoihin käytetty aika.....	51
5.2 Kuljettaminen.....	51
5.2.1 Energiankulutukseen vaikuttavat tekijät	51
5.2.1.1 Ominaiskulutus.....	52
5.2.1.2 Ilmanvastus	53
5.2.1.3 Nousuvastus	53

	3
5.2.1.4 Vierintävastus.....	54
5.2.2 Kuormituksen vaikutus ajoneuvon energiankulutukseen.....	55
5.2.3 Dieselöljy ja sen palamisessa syntyvä hiilidioksidipäästö	58
5.2.4 Polttoaineen palamisessa syntyvät muut päästöt.....	60
5.3 Terminaalitoiminnot	64
5.3.1 Terminaalitoimintojen päästöjen kohdistaminen.....	64
5.3.2 Päästöt energian tuotantotavoittain.....	65
5.3.2.1 Sähkö.....	65
5.3.2.2 Kaukolämpö	66
5.4 Varastointi	68
5.5 Tukitoiminnot.....	68
6 HIILIJALANJÄLKI YRITYKSEN KOKONAISPÄÄSTÖISTÄ YHDEN LÄHETYKSEN PÄÄSTÖIHIN	69
6.1 Polttoaineen kulutuksen laskeminen	70
6.2 Muun energiankulutuksen laskeminen	72
6.3 Kuljetussuoritteen laskeminen.....	72
6.3.1 VR Transpointin runkoliikenteen etäisyydet	73
6.3.2 VR Transpointin nouto-/jakeluliikenteen etäisyydet.....	74
6.3.3 Tehtävätyyppikohtaiset ominaispäästöt	75
6.4 Epätarkkuutta aiheuttavat tekijät	75
7 HIILIJALANJÄLKI YHDEN LÄHETYKSEN PÄÄSTÖISTÄ YRITYKSEN KOKONAISPÄÄSTÖIHIN.....	80

	4
7.1 Lähetyiskohtaisen päästölaskennan laitteistovaatimukset	80
7.1.1 Ajoneuvolaitteisto VR Transpointilla.....	82
7.1.2 Lähetysten tunnistaminen VR Transpointilla	82
7.1.3 Laskentajärjestelmä VR Transpointilla	83
7.2 Hiilidioksidipäästöjen laskeminen todellisella materiaalilla	84
7.3 Kuljetettavien lähetysten selvittäminen.....	84
7.4 Kulutetun polttoaineen allokointi lähetyksille	85
7.5 Terminaali- ja tukitoimintojen päästöjen allokointi lähetyksille	88
7.6 Lähetyiskohtaisten päästöjen yhdistäminen yrityksen kokonaispäästöiksi	89
7.7 Epätarkkuutta aiheuttavat tekijät	91
8 VERTAILU PÄÄSTÖLASKENNAN ERI TAPOJEN VÄLILLÄ.....	92
9 YHTEENVETO	95
LIITTEET.....	98
LÄHTEET	99

KUVIOT:

KUVIO 1. Kansainvälisiä CO ₂ -raportointistandardeja	11
KUVIO 2. Johtavat CO ₂ -raportoinnin standardit ja ohjeistukset WEF:n mukaan.....	12
KUVIO 3. PAS 2050:n vaiheet hiilijalanjäljen laskennassa	13
KUVIO 4. Tuotteen elinkaari-prosessin tunnistaminen GHG Protocol:in mukaan	15
KUVIO 5: Päästöjen kohdistaminen logistisissa toiminnoissa	19
KUVIO 6. LIPASTO-järjestelmän rakenne	20
KUVIO 7. LIPASTO-järjestelmällä lasketut liikenteen päästöt v. 2009	22
KUVIO 8. LIISA-laskentajärjestelmän käyttämät ja tuottamat tiedot	23
KUVIO 9. Päästöjen laskennan laskentayhtälö LIISA-järjestelmässä	24
KUVIO 10. Asiakkaiden toivomat tunnusluvut ympäristöraportoinnissa	37
KUVIO 11. Ympäristöraportoinnin huomiointi liikevaihtoluokittain	40
KUVIO 12. Ympäristöraportoinnin huomiointi toimialoittain	40
KUVIO 13. "Kuinka tärkeänä pidätte kuljetusyrityksen ympäristöraportointivalmiutta kuljetuspalveluja hankkiessanne"	41
KUVIO 14. Vastaukset väittämään "Tuotteissamme on hiilijalanjälkimerkintä vuonna 2016"	44
KUVIO 15. VR Transpointin kuljetusprosessin eri muodot	48
KUVIO 16. Polttoaineen kulutus maantiesyklissä eri kuormituksilla	58
KUVIO 17. Dieselmoottorin pakokaasujen koostumus	61
KUVIO 18. Päästörajat euro-luokittain	62
KUVIO 19. VTT:n mittaustuloksia Euro 4/5 -luokissa 42 tonnin painoluokassa maantiesyklissä	63
KUVIO 20. Sähköenergian jakauma tuotantotavoittain	65
KUVIO 21. Kaukolämmön ja sähkön yhteistuotannon polttoaineet	67
KUVIO 22. Kaukolämmön erillistuotannon polttoaineet	67
KUVIO 23. Lähetyskohtaisen CO ₂ -päästölaskennan malli	81
KUVIO 24. VR Transpointin päästölaskuri rev. 2.0	96

TAULUKOT:

TAULUKKO1. Ympäristöraportointivaatimukset yrityksen ulkopuolelta	33
TAULUKKO 2. Ympäristövaikutusten raportointi ja seuranta yrityksissä	34
TAULUKKO 3. Yritysten tekemä tuotekohtainen hiilijalanjäljen arviointi	35
TAULUKKO 4. Kuljetusyritysten ympäristöraportointi vastaajayrityksille	36
TAULUKKO 5. Toivottu ympäristöraportointitaaajuus	38
TAULUKKO 6. Odotukset ympäristöraportoinnin tarkkuustasolle	39
TAULUKKO 7. Vastaajien arvioita ympäristöraportoinnin tulevaisuudesta liikevaihtoluokittain	42-43
TAULUKKO 8. Vastaajien arvioita ympäristöraportoinnin tulevaisuudesta toimialoittain	43-44
TAULUKKO 9. Polttoainekohtaiset CO ₂ -ominaispäästöt	66

1 JOHDANTO, TYÖN RAJAUS JA TAVOITTEET

Ilmastonmuutos on ihmiskuntamme suurin globaali haaste. Maapallon ilmakehä on lämmennyt 1900-luvun puolivälistä alkaen nopeammin kuin tätä ennen. Kansainvälinen ilmastopaneeli IPCC on muutaman vuoden takaisessa raportissaan varoittanut vakavista seurauksista, ellei maapallon keskimääräistä lämpenemistä saada pysähtymään kahteen asteeseen verrattuna esiteolliseen aikaan (Heikkilä, 2009, 13-14). Lämpenemisen syytä voi olla monia, mutta kasvihuonekaasut on todettu yhdeksi merkittäväksi syyksi. Useista kasvihuonekaasuista merkittävin on ihmisen toiminnan myötä lisääntynyt hiilidioksidi, joka lämmittää ilmastoa. Hiilidioksidi on hiilestä ja hapesta koostuva kemiallinen yhdiste, joka on väritön, hajuton ja huonosti reagoiva kaasu, sen kemiallinen kaava on CO_2 . Se päästää näkyvän valon lävitseen, mutta imee itseensä voimakkaasti lämpösäteilyä. Hiilen palamistuotteena syntyvän hiilidioksidin määrän lisääntyminen ilmakehässä kohottaa maapallon lämpötilaa. (Fortum Markets Oy, 2010.) Hiiltä on miltei kaikissa polttoaineissa, joita käytetään liikkumiseen ja lämmitykseen - se liittyy siis olennaisesti logistisiin toimintoihin läpi koko toimitusketjun.

Logistisia toimintoja ovat tavaran varastointi, noutokuljetus tavaran lähettäjältä, runkokuljetus varastojen tai terminaalien välillä, jakelukuljetus tavaran vastaanottajalle ja kuljetuksiin liittyvä terminaalikäsittely sekä näiden ohjaaminen, suunnittelu ja hallinnolliset toiminnot; kuljetus voi tapahtua myös suoraan lähettäjältä vastaanottajalle. Logistiset toiminnot aiheuttavat sekä välillisiä että välittömiä päästöjä. Välillisiä päästöjä ovat esimerkiksi terminaalien, varastojen, tavarankäsittelylaitteiden ja kuljetusvälineiden valmistamisessa, sekä polttoaineiden tuottamisessa ja kuljettamisessa syntyvät päästöt. Välittömiä päästöjä syntyy ajoneuvojen ja tavaran käsittelylaitteiden liikuttamisessa sekä logistiikkatoiminnoissa ja niiden tukitoiminnoissa tarvittavien rakennusten lämmittämässä ja/tai jäähdyttämässä tarvittavien polttoaineiden palamisessa. Merkittävimpiä palamispäästöjä ovat hiilidioksidipäästöt (CO_2), sekä partikkeli-päästöt (PM) ja typen oksidipäästöt (NO_x). Näiden lisäksi syntyy myös hiilimonoksidia eli häkää (CO) ja palamatta jääneitä hiilivetyjä (HC). Palamispäästöjen lisäksi logististen toimintojen suoraan tai välillisesti aiheuttamia haittoja ovat melu, tärinä, pohjaveden pilaantuminen (esimerkiksi maantiensuolan ta-

kia), liikenteen ja toimintojen infrastruktuurin rakentamisen aiheuttamat muutokset luonnolle, liikenneväylien estevaikutus sekä mahdolliset liikenneonnettomuudet (www.ymparisto.fi).

Yhdistyneiden kansakuntien ensimmäisessä ilmastokokouksessa Rio de Janeirossa kesäkuussa 1992 kirjoitettiin kansainvälinen ilmastopöytäkirja, jossa kasvihuonekaasujen vähentämiseksi ei asetettu määrällisiä tavoitteita, mutta siinä määriteltiin kuitenkin valtioiden tavoitteeksi jähdyttää kasvihuonepäästöt vuoden 1990 tasolle. Sopimus astui voimaan vuonna 1994. Sen jälkeen kaikki vähennystavoitteet kansainvälisissä sopimuksissa ovat tarkoittaneet vähennystä vuoden 1990 tasosta (Heikkilä, 2009, 27). Ensimmäisen kerran tavoitteisiin pääsemiseksi tarvittavista teollisuusmaiden sitovista velvoitteista sovittiin ilmastokokouksessa Kiotossa vuonna 1998. Siellä EU sitoutui vähentämään päästöjä 8 %, Yhdysvallat 7 % ja Japani 6 %. EU:n sisällä Suomen tavoite oli 0 %, eli lähes vuosikymmenen ajan kasvaneiden päästöjen vähentäminen takaisin vuoden 1990 tasolle (Heikkilä, 2009, 29-30).

EU käynnisti vuonna 2005 Kioton sopimuksen velvoittamana EU:n sisäisen päästökaupan, jonka perusideana on jakaa päästöoikeuksia ilmaiseksi päästöjä tuottaville yrityksille, mutta niin, että oikeuksista syntyy niukkuutta. Taho, joka joutuu tuottamaan päästöjä omaa kiintiötänsä enemmän, voi ostaa lisää päästöoikeuksia sellaiselta taholta, joka ei tarvitse koko kiintiötään. Hinta kannustaa yrityksiä energiatehokkaampaan tuotantoon. Meneillään oleva päästökaupan toinen kausi kattaa vuodet 2008 - 2012 ja tällä kaudella hiilidioksiditonin hinta on vaihdellut 15 ja 30 euron välillä, päästökauppa on myös laajentunut kansainväliseksi. Päästökaupan piirissä on energiaa paljon kuluttavia voima- ja tuotantolaitoksia. Vuonna 2013 voimaan tuleva uusi päästökauppadirektiivi on parhaillaan valmistelussa, ja lisäyksenä nykyiseen muun muassa lentoliikenteen päästöt ovat tulossa mukaan päästökaupan piiriin (Heikkilä, 2009, 40-41).

1.1 Työn rajaus

Hiilijalanjälki on yleisesti tuotteen tai palvelun valmistamisesta, jakelusta, käytöstä ja hävittämisestä tai kierrättämisestä aiheutuvan hiilidioksidipäästön määrän nimitys - suuri päästö, suuri hiilijalanjälki; pieni päästö, pieni hiilijalanjälki. Kappaletavaraliikenteen lähetyskohtaisen hiilijalanjäljen määrittäminen on valittu työn aiheeksi sen takia, että mahdollisesti jo neljännen kauden direktiivi vuodesta 2020 alkaen tulee koskemaan myös tavarankuljetusta ja henkilöiden kuljetusta sekä muita logistisia toimintoja, ehkä jopa kaikkia kasvihuonekaasujen päästöjä aiheuttavia toimintoja. Logistiikka-alan olisi hyvä varautua mahdollisimman aikaisessa vaiheessa päästökauppaan kehittämällä päästöjänsä laskentaa suuntaan, jolla päästöt voidaan luotettavasti ja samoin perustein - myös kansainvälisesti - laskea lähetyskohtaisesti ja veloittaa aiheuttamisperiaatteen mukaisesti kuljetusten ostajilta esimerkiksi päästökaupan voimassa olevan hinnaston mukaisesti. Tästä syystä tässä työssä on keskitytty vain kappaletavaraliikenteen aiheuttamien välittömien hiilidioksidipäästöjen laskentaan. Muita kappaletavaraliikenteen palamispäästöjä vain sivutaan ja liikenteen välillisiä päästöjä työssä ei huomioida lainkaan. Hiilidioksidipäästöjen vähentämiseen tähtääviä toimenpiteitä ei ole myöskään työssä käsitelty.

1.2 Työn tavoitteet

Opinnäytetyön päätavoitteena oli luoda yksinkertainen ja helppokäyttöinen malli lähetyskohtaisen hiilijalanjäljen määrittämiselle, jonka perusteella VR Yhtymä Oy:n Kappaletavaralogistiikka voi kehittää hiilidioksidipäästöjen laskennasta ja raportoinnista asiakkailleen uuden informaatiotuotteen tai -tuotteita olemassa olevien palvelutuotteidensa tueksi. VR Yhtymä Oy:n Kappaletavaralogistiikka on osa VR Logistiikkaa ja se on entiseltä nimeltään Transpoint Oy Ab; myöhemmin työssä yhtiön nimenä käytetään pelkästään VR Transpointia. Työn tutkimus on tehty hyödyntäen VR Transpointin lähetys- ja asiakastietoja. Tämän liikesalaisuudeksi luokiteltavan seikan takia tarkkoja lähtötietoja sekä kaikkia laskelmia ja kaavoja ei ole julkaistu tässä työssä.

Työn toinen tavoite oli kehittää laskentamalli paitsi VR Transpointille, niin myös koko logistiikka-alalle. Alalta puuttuu yhteinen päästölaskentamalli, joten pääperiaatteet ja toisille yrityksille monistettavat asiat on pyritty tuomaan esiin hyödynnettäväksi mahdollisimman laajasti. Asiakkaat ja koko ala hyötyvät, jos kaikki toimijat laskevat päästönsä samoin perustein ja asiakas voi arvioida yritysten energiatehokkuutta samoilla kriteereillä.

1.3 Taustaa opinnäytetyön tekemiselle

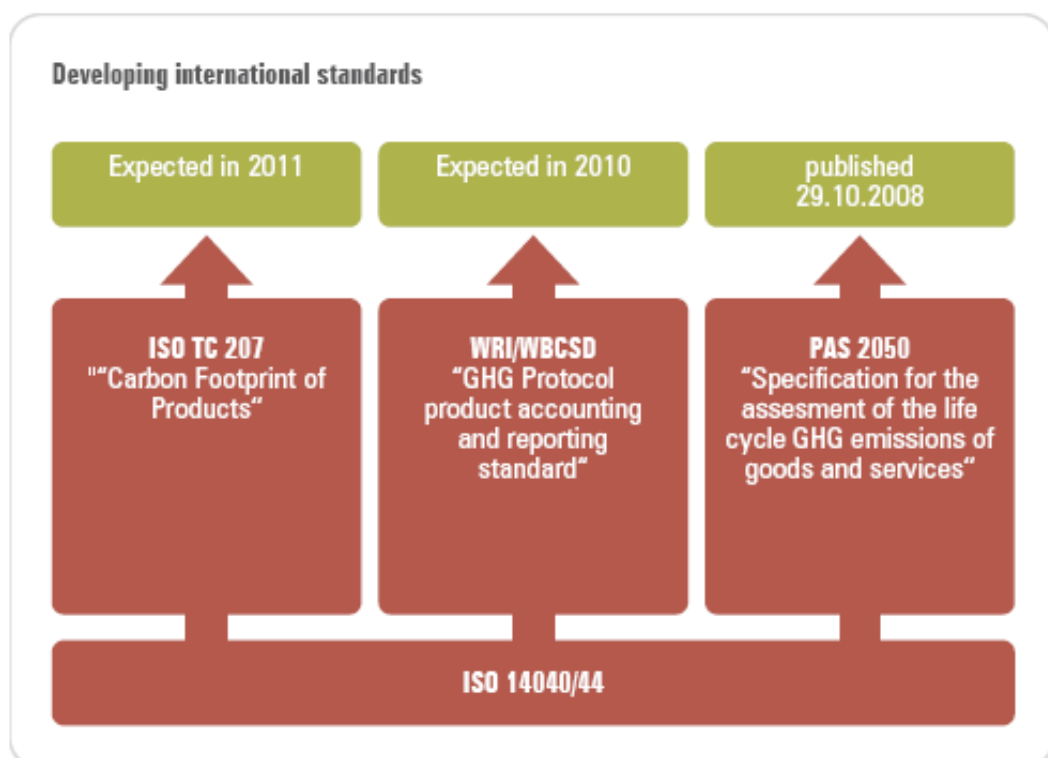
Työn lähteinä on käytetty ilmasto- ja liikennealan artikkeleita, tutkimuksia ja standardiluonnoksia sekä eri tahojen suosituksia ja ohjeita. Vaikka hiilidioksidipäästöistä on puhuttu jo pitkään, tuote- tai lähetyskohtainen päästölaskenta on niin uusi, että painettua kirjallisuutta siitä ei juuri ole olemassa. Työn tutkimusosa perustuu kvalitatiiviseen tutkimukseen, suuria tietomassoja ei vertailu- tutkimukseen voitu ottaa, joten vertailussa keskityttiin suhteellisen pieneen otokseen huomioiden kaiken käytettävissä olevan tiedon määrä.

Esitän mitä lämpimimmät kiitokseni tämän työn ja opiskelujeni mahdollistaneille tahoille: vaimolleni Niinalle, joka on järjestänyt perhe-elämän lomassa aikaa opiskeluilleni; Tampereen teknillisen yliopiston tiedonhallinnan ja logistiikan laitoksen tutkija Heikki Liimataiselle, jolta olen saanut kullan arvoisia vihjeitä lähdemateriaaleista ja hyviä neuvoja itse opinnäytetyöhön; työnantajalleni VR Yhtymä Oy:n Kappaletavaralogistiikalle, joka on tukenut opiskelujani joustavasti ja tarjonnut mahdollisuuden tehdä opinnäytetyö kiinnostavasta, ajankohtaisesta ja liiketoimintaa tukevasta aiheesta; VR Transpointin controllerille Esa Antikaiselle, joka kannusti aikuisopiskelujen aloittamiseen; Jyväskylän ammattikorkeakoulun logistiikan koulutusohjelman opettajille, jotka lempeästi, mutta päätäväisesti ohjasivat ryhmämme opiskeluja päämäärää kohti; veljelleni Mika Nykäselle perheineen, jotka ovat majoittaneet minua koko opiskeluajan lähijaksoilla Jyväskylässä. Kiitos - ilman teitä ja tukeanne tämä olisi ollut paljon haastavampaa!

2 HIILIDIOKSIDIPÄÄSTÖJEN LASKENTASTANDARDEJA

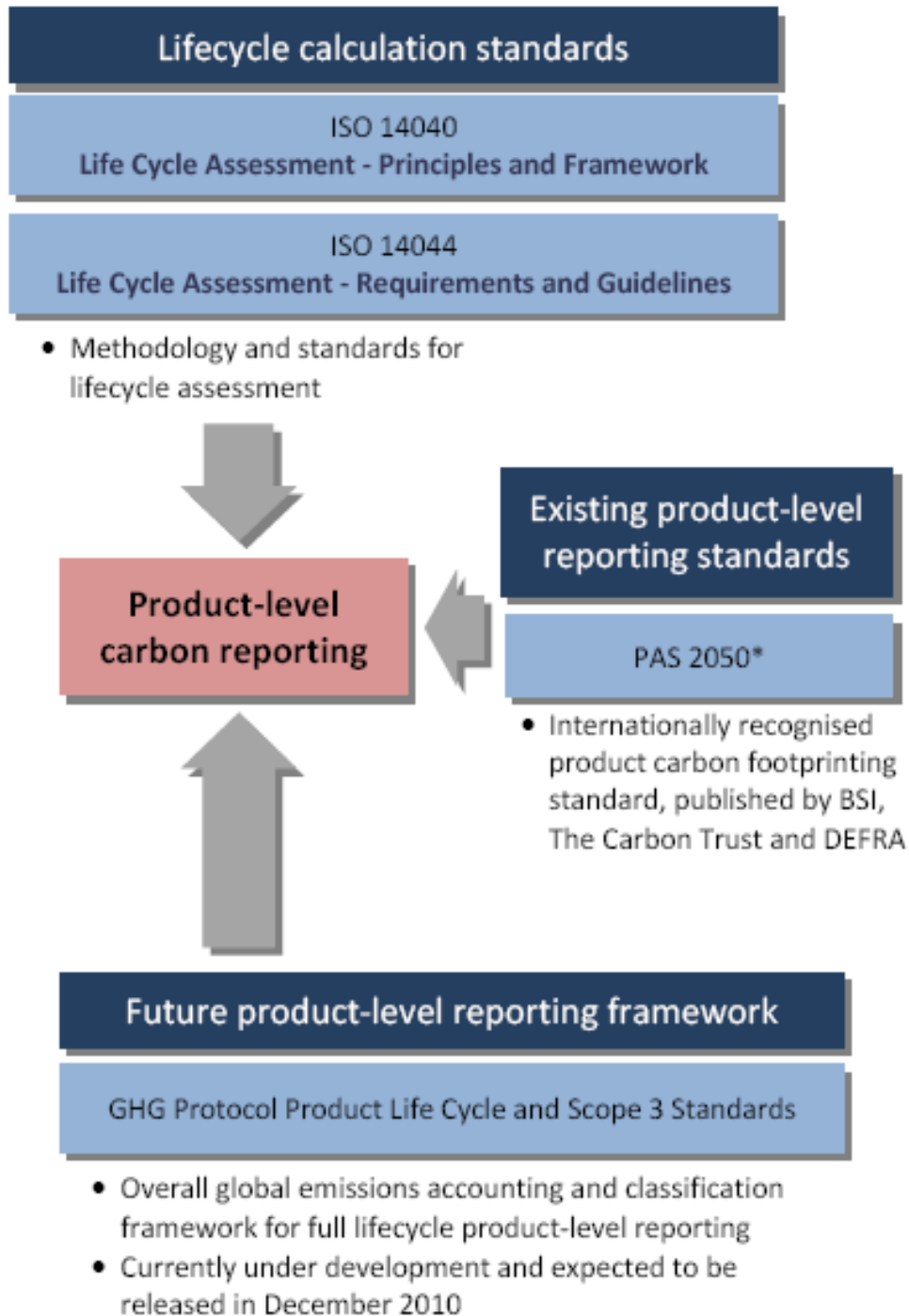
Hiilidioksidipäästöjen laskentaan liittyviä standardeja ja ohjeistuksia on maailmanlaajuisesti olemassa jo lukemattomia määriä. Tunnetuimmat ja käytetyimmät ovat tuotteen elinkaaren hallintaan liittyvät standardit ISO 14040 ja 14044. Tuotekohtaisen hiilijalanjäljen määrittämiseen liittyviä standardeja sen sijaan on vielä hyvin vähän. McKinnon (2010, 3) on artikkelissaan listannut olemassa tai tekeillä olevia standardeja tai kansainvälisiä ohjeistuksia, joissa tavoitellaan tuotekohtaisen hiilijalanjäljen laskentaprosessien yhdenmukaistamista eli standardisointia.

International Organization of Standardization (ISO) on parhaillaan viimeistelemässä kansainvälistä standardia "Carbon Footprint of Products", se valmistuu keväällä 2011. "Greenhouse Gas (GHG) Protocol" taas on World Business Council for Sustainable Developmentin (WBSCD) ja World Resources Instituten (WRI) vetämä standardisointihanke, jonka tavoitteena on luoda kansainvälinen standardi tuotteiden ja toimitusketjujen kasvihuonepäästöjen mittaukseen ja laskentaan. (www.pcf-project.de, 2009, 9-10.)



KUVIO 1. Kansainvälisiä CO₂-raportointistandardeja

Kuviossa 2 on World Economic Forumin (WEF) yhteenveto tuotekohtaisen hiilijalanjäljen raportointiin liittyvistä standardeista ja ohjeistuksista. (Doherty, Hoyle & Veillard. 2010b, 6-7.)

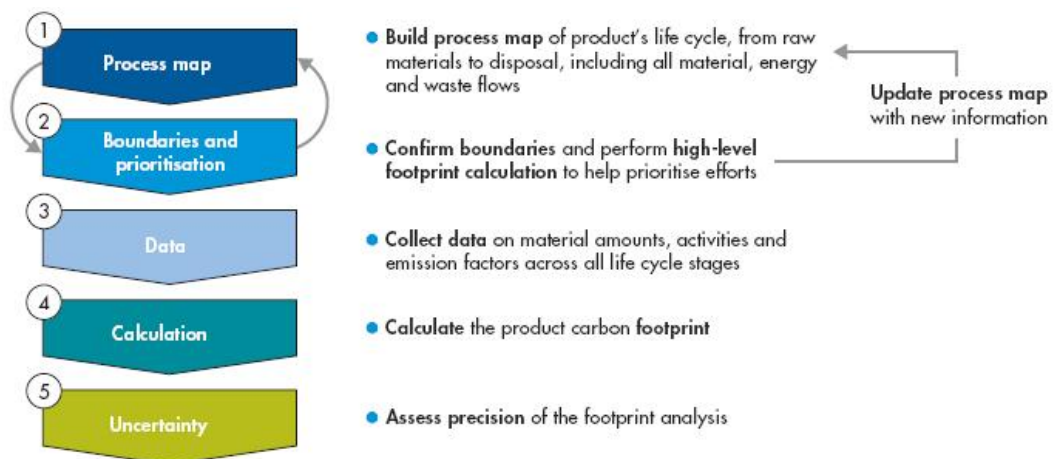


KUVIO 2. Johtavat CO₂-raportoinnin standardit ja ohjeistukset WEF:n mukaan.

2.1 PAS 2050

Ensimmäinen julkaistu tuotekohtainen hiiliauditointistandardi on British Standards Institutionin (BSI) julkaisema PAS 2050, jossa määritellään säännöt tuotteen tai palvelun koko elinkaaren aikaisen hiilidioksidipäästön laskentaan. Se julkaistiin 29.10.2008. PAS 2050:ssä laskenta kuvataan viisiportaisena prosessina (Guide to PAS 2050, 2008, 9):

- Prosessikartan tekeminen (tuotteen valmistuksesta hävittämiseen)
- rajapintojen ja prioriteettien määrittäminen
- tiedonkeruu
- hiilijalanjäljen laskeminen
- epävarmuustekijöiden määrittäminen.



Five steps to calculating the carbon footprint

KUVIO 3. PAS 2050:n vaiheet hiilijalanjäljen laskennassa

PAS 2050 perustuu standardeihin BS EN ISO 14021, Environmental labels and declarations; BS EN ISO 14044:2006, Environmental management jne.; BS EN ISO/IEC 17050-1, Conformity assessment jne.; ISO/TS 14048:2002, Environmental management jne.; IPCC 2006, Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories; sekä IPCC 2007, Climate Change 2007 (PAS 2050, 2008, 1).

Kuljetusten osalta PAS 2050 ohjeistaa CO₂-laskennan siten, että tuotekoh-
tainen hiilijalanjälki tulisi laskea kuljetusten keskimääräisen päästön avulla. Mi-
käli tarkempaa tietoa on saatavissa, sitä voidaan käyttää. Kuljetettaessa use-
ampia tuotteita samassa kuljetuksessa päästöt tulee kohdistaa lähetyksille
massan suhteessa, jos massa on rajoittava tekijä. Jos taas tuotteen tilavuus
on rajoittava tekijä, käytetään kohdistamisperusteena suhteellista tilavuutta (eli
rahdituspainoa). Kuljetukseen liittyvän tyhjänä tai vajaalla kuormalla ajon pääs-
töt tulee myös kohdistaa kuljetukselle (PAS 2050, 2008, 23.)

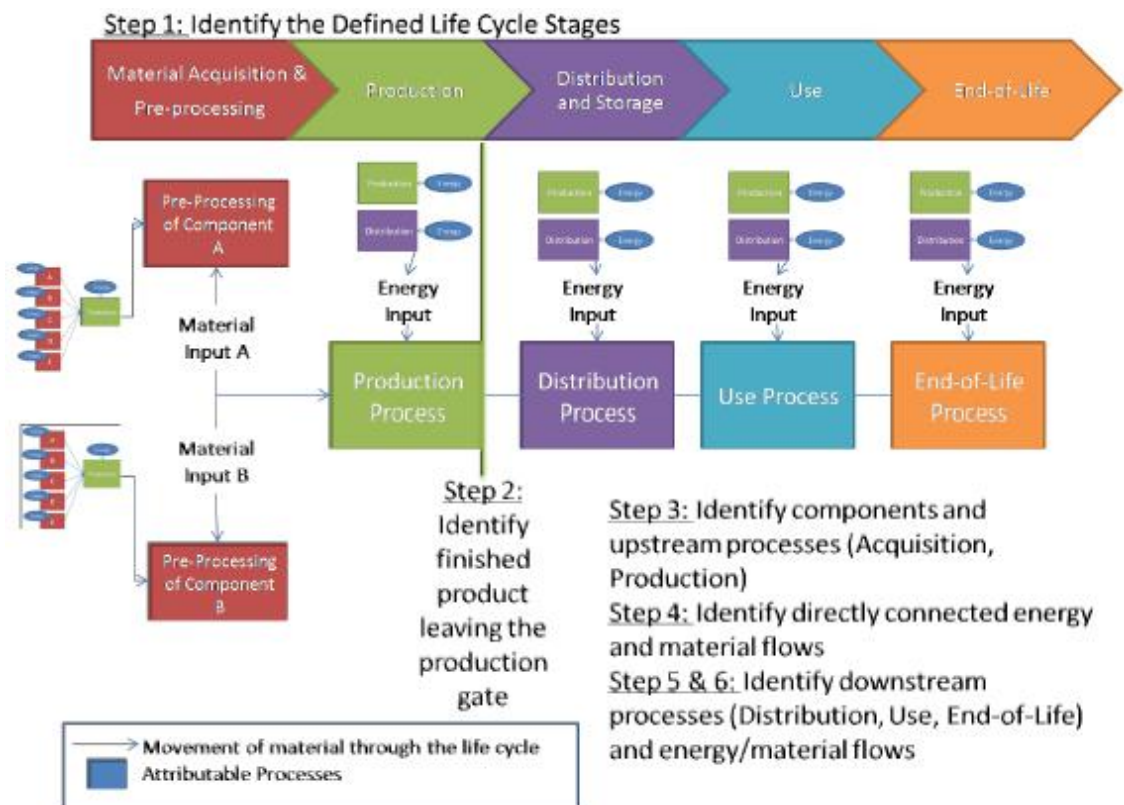
2.2 GHG Protocol

GHG Protocol on World Business Council for Sustainable Developmentin
(WBSCD) ja World Resources Instituten (WRI) perustama ja hallinnoima sää-
tiö, joka suunnittelee ilmastostrategioihin liittyviä ohjeistuksia perustajaorgani-
saatioidensa suojissa. GHG Protocol ohjeistaa tuotteen hiilidioksidipäästöjen
laskennan koko sen elinkaaren ajalta eli päästöt "pellolta pöytään". Perusaja-
tus on, että kunkin vaiheen "omistaja" mittaa vaiheessa syntyvät päästöt ja ra-
portoi ne tuotteen valmistajalle.

GHG Protocol ohjeistaa CO₂-laskennan logistisen prosessin (kuviossa 4 kohta
"distribution and storage) osalta siten, että logistinen prosessi alkaa valmiin
tuotteen valmistumishetkellä kun tuote tulee ulos tuotantoprosessista ja päät-
tyy siihen, kun kuluttaja saa tuotteen haltuunsa. Prosessi sisältää siis kaiken
valmiiseen tuotteeseen liittyvän kuljettamisen, varastoinnin ja mahdolliset ter-
minaalitoiminnot. Päästölaskentaan otetaan mukaan jakelukeskusten (proses-
sin varrella olevat varastot, terminaalit jne.) toiminnot, eli vastaanotto, paikoit-
tus, tilan lämmitys/jäähdytys/valaistus; tuotteen lähettäminen kuljetukseen; kul-
jettaminen tuotannosta varastoon, varasto(i)sta toiseen ja jakeluvastosta vä-
hittäismyymälään tai kuluttajalle. Päästöjen laskentatapaan tai mittaussyksiköi-
hin GHG Protocol ei anna ohjetta. (GHG Protocol, 2010, 25.)

Päästöjen allokoinnista GHG Protocol mainitsee, että allokoointia tulisi välttää,
eli päästöt pitäisi pyrkiä mittaamaan ja ilmoittamaan tuotekohtaisesti silloin,
kun se on mahdollista. Jos päästöjä joudutaan allokoimaan tarkasteltavalle

tuotteelle ja muille tuotteille, allokointisääntöjen tulee olla samat kaikille päästöjä aiheuttaneille tuotteille kaikissa elinkaaren vaiheissa. Allokoimalla saatujen päästöjen tulee myös olla yhteenlaskettuna samat kuin kokonaispäästöt. (GHG Protocol, 2010, 35.)



KUVIO 4. Tuotteen elinkaari-prosessin tunnistaminen GHG Protocol:in mukaan

2.3 Carbon Footprint of Products (CFP)

Carbon Footprint of Products on kansainvälinen ohjeisto, jonka luomiseksi on tehty useita kansallisia projekteja. Ranskassa, Japanissa, Koreassa ja Saksassa on määritelty tapoja tuotekohtaisen hiilijalanjäljen määrittämiseksi koko tuotteen elinkaaren ajalta. Tavoitteena on ollut tehdä siitä laskurikelpoinen malli, joka olisi helposti ja yleisesti käytettävissä. CFP tukee molempia tekeillä olevia kansainvälisiä standardeja tuotekohtaisen hiilijalanjäljen laskennassa.

Japanin talous- kaupp- ja teollisuusministeriön METI:n toimesta on luotu säännöt ja ohjeet tuotekohtaisen hiilijalanjäljen ja muiden kasvihuonekaasupäästöjen laskentaan. Ohjeistus julkaistiin huhtikuussa 2009, se on nimeltään TS Q 0010. Ohjeistus perustuu ISO 14040-standardiin, niin kuin lähes kaikki tuotekohtaisen hiilijalanjäljen mittaamiseen tarkoitetut ohjeet.

CFP ohjeistaa laskemaan päästöt koko tuotteen elinkaaren ajalta, eli se kattaa seuraavat prosessin vaiheet: raaka-aineen hankinta ja kuljetus tuotantolaitokselle, tuotanto, jakelu ja myynti, tuotteen käyttö ja huolto, tuotteen hävittäminen tai kierrätys.

Jakelun päästöt ohjeistetaan CFP:ssä laskemaan seuraavalla yhtälöllä:

$$\text{GHG emissions} = \sum (\text{activity}_i * \text{GHG emission factor}_i),$$

jossa activity on prosessin toiminto,

emission factor on päästöyksikkö ja

i on aktiviteetin tunnus, jolla päästöyksikkö kohdistetaan oikeaan prosessin toimintoon.

Esimerkiksi "activity = distribution/selling" -kohdassa activity tarkoittaa tuotteen kuljetussuoritetta. CFP:n ohjeistuksen mukaan se lasketaan kuljetusmatkan, ajoneuvon täyttöasteen ja ajoneuvon kapasiteetin (tonneina) tulona eli se tarkoittaa tonnikipometrejä. "GHG emission factor" tarkoittaa kuljetuksen aikaista kuljetusyriyksen kaikki päästöt huomioivaa ominaispäästöä, joka voidaan ilmoittaa esimerkiksi muodossa CO₂ grammaa/tonnikilometri. Kertolaskun tuloksi saadaan tuotteen kuljettamisesta aiheutuvat päästöt, kun tiedetään sen elinkaaren aikainen kuljetussuorite. (TS Q 0010, 201, 7.)

2.4 Muita ohjeistuksia päästöjen kohdistamisesta

Edellä mainituissa standardeissa tai -luonnoksissa ei ole annettu yksiselitteisiä ohjeita kohdistamisperusteiden määrittämiseksi, mutta se on ymmärrettävää, kun yhteen standardiin on sisällytetty koko tuotteen elinkaari. Standardien tulisi täydentää toisiaan, ja niissä pitäisi olla vain viittaukset toiseen standardiin, missä tietty asia on määritelty tarkemmin. Kuljetustoimintojen päästöjen koh-

distamisesta eri lähetyksille ei kuitenkaan ole olemassa omaa standardia ja aiheeseen liittyvä ohjeistuskin on verraten kirjavaa, joten tämänkaltaista standardiviittausta ei voi tehdä.

Esimerkiksi CEN:in (Comité Européen de Normalisation eli EEC ja EFTA-maiden standardisointijärjestöjen perustama standardisoimiskomitea) teknisessä raportissa energian kulutusta ja päästöjä ohjeistetaan mittaamaan ja raportoimaan kuljetustapahtumittain (kuljetusvälineen kuormakohtainen reitti lähtöpaikasta määräpaikkaan), lähetyksikohtaiseen jakoon se ei ohjeita anna, jos kuormassa on useita lähetyksiä (CEN/TR, 2002, 5-6).

World Economic Forum (WEF) ohjeistus muistuttaa siitä, että jos yritys laskee päästöt sekä yhtiötasolla, että lähetyksitasolla, tulosten tulee vastata toisiinsa. Eli jos kaikki lähetyksikohtaiset päästöt lasketaan yhteen, niin summaksi pitää tulla yrityksen kokonaispäästöt. Tämä tarkoittaa sitä, että lähetyksikohtaisiin päästöihin tulee ottaa mukaan kaikki ne päästöt, jotka ovat mukana yrityksen kokonaispäästöissä. Yrityksen päätettäväksi jää, raportoiko se epäsuoria päästöjä - esimerkiksi työntekijöiden työmatkat tai työsuhteautot - lainkaan. Alihankkijoiden päästöt tulisi ottaa mukaan yrityksen päästöihin. (Doherty, ym. 2010b, 9, 13.)

Leonardi ja Browne (2010, 403-404) määrittelevät ehdotuksessaan tekijät, joiden päästöt tulisi ottaa laskennassa huomioon:

- kuljettaminen silloin, kun ajoneuvossa on kuormaa
- kuljetukseen liittyvä tyhjänäajo (ennen tai jälkeen kuljetusta)
- ajoneuvon päästöjä aiheuttavien apulaitteiden (esim. kylmäkone) käyttö
- kuljetukseen liittyvien muiden ajoneuvojen käyttö (esim. ulkopuolinen nosturiauto)
- ei maantieteellisiä tai alueellisia rajoituksia
- vain välittömät päästöt huomioidaan.

Leonardi ja Browne rajaisivat päästölaskennan ulkopuolelle kaikki välilliset päästöt, kuten kuljetusinfrastruktuurin rakentamisen, ajoneuvojen huollon ja yl-

läpidon sekä polttoaineen valmistuksen ja kuljettamisen aiheuttamat päästöt, ja lisäksi laskennasta tulisi heidän mukaansa jättää pois myös kuljetukseen liittyvä varastointi, terminaalikäsitteily ja hallintotoiminnot, sekä kuljetusliikkeen kiinteistöjen energiankulutus.

WEF:n ohjeistus (Doherty, Hoyle & Veillard, 2010a) antaa suuntaviivat päästöjen ilmoittamiselle, siinä annetaan suositukset sille, mihin suoritteeseen päästöjen määrä tulisi raportoitaa suhteuttaa. Lisäksi ohjeistus suosittelee noudattamaan tuotekohtaisen hiilijalanjäljen raportointiohjeita myös logistisissa toiminnoissa. Toimintasuoritteiden yksikkö tulee valita kuljetusmuodon mukaan, joskin kaikissa kuljetusmuodoissa paras vaihtoehto päästöjen ilmoittamiselle on kuljetussuorite eli tonnikilometri. Vaihtoehtoisena jakoperusteena voidaan käyttää lähinnä suurten massojen, kuten laiva- ja junakuljetusten yhteydessä lähetyksen tilavuudesta johdettua yksikköä, kuutiokilometriä (kuvio 5). Kappalevaraliikenteessä erittäin paljon käytetty tilavuuspaino (rahdituspaino) on esitetty vaihtoehtoisena yksikkönä pitkän matkan maantiekuljetuksissa ja lentoliikenteessä. Myös maantieliikenteen nouto- ja jakelukuljetuksissa tilavuuspaino näyttäisi olevan lähetysten lukumäärän vaihtoehtona mahdollinen WEF:n mukaan. Varastotoiminnoissa - joiksi terminaalitoiminnotkin voidaan tässä yhteydessä katsoa - WEF suosittaa päästöjen ilmoittamista kuutiotunteihin, eli varastoinnin työn määrään suhteutettuna. Toinen vaihtoehto on käyttää lähetysten määrää. Tukitoimintojen päästöjä WEF:n ohjeistuksessa ei ole huomioitu (Doherty, ym., 2010a, 3).

Logistics Operation	Recommended Allocation unit	Main Alternative Allocation Unit
Sea freight	tonne.km for raw material shipment	m ³ .km for goods shipments
Long haul road freight	tonne.km	dimensional weight
Local delivery or pick-up road freight	tonne.km	number of consignments OR dimensional weight*
Rail freight	tonne.km for raw material shipment	m ³ .km for goods shipments
Air freight - (incl. belly cargo**)	tonne.km	dimensional weight*
Packaging / Sorting / Warehousing	m ³ .hours	number of consignments

* Company's own dimensional factor

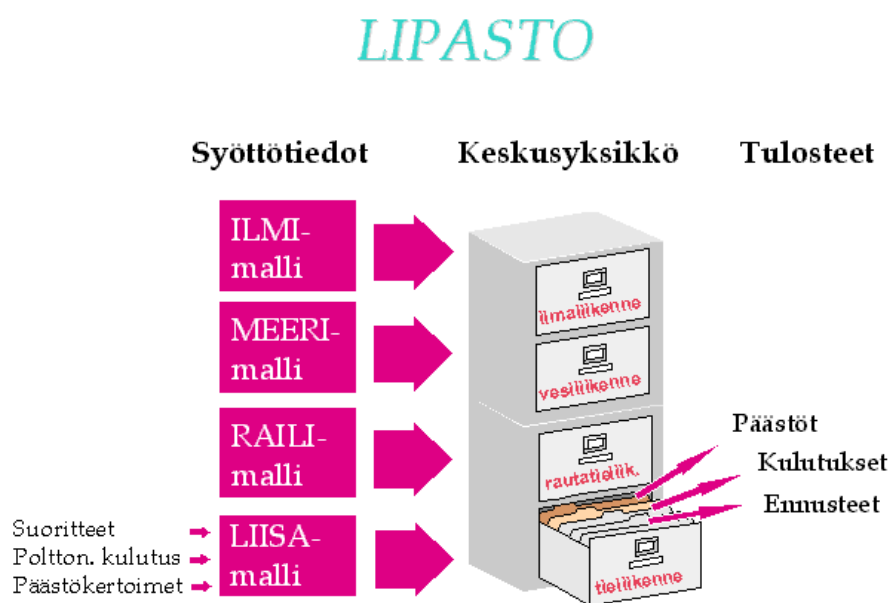
**Emissions allocation between passengers and belly cargo should be done on a weight basis, using data provided by the carrier or standard conversion factors from an official authority (e.g. JAA, FAA, ICAO)

KUVIO 5. Päästöjen kohdistaminen logistisissa toiminnoissa

3 HIILIDIOKSIDIPÄÄSTÖJEN RAPORTOINTI SUOMESSA

3.1 LIPASTO

LIPASTO on VTT:ssä toteutettu Suomen liikenteen pakokaasupäästöjen ja energiankulutuksen laskentajärjestelmä. LIPASTO-järjestelmä sisältää liikennemuotokohtaiset alamallit ja keskusyksikön, jossa tiedot yhdistetään malli- ja raportointitietokannassa. Alamallit on nimetty liikennemuodoittain seuraavasti: ilmailun luvut lasketaan ILMI-mallilla, vesiliikenteen päästöt MEERI-mallilla, raideliikenteen päästöjä varten on RAILI- ja tieliikenteen päästöjä varten LIISA-malli. Näiden avulla voidaan laskea Suomen liikenteen yhteisesti aiheuttamat pakokaasupäästöt ja energiankulutus myös liikennemuotokohtaisesti tarkastelu vuosittain. LIPASTO-järjestelmä alamalleineen pyritään päivittämään aina keväisin edellisvuoden tiedoilla. Pakokaasupäästöt lasketaan seuraavista yhdisteistä: hiilimonoksidi (CO), hiilivedyt (HC), typen oksidit (NO_x), hiukkaset (PM), metaani (CH₄), typpioksiduuli (N₂O), rikkidioksidi (SO₂) sekä hiilidioksidi (CO₂). LIPASTO-järjestelmä on tarkoitettu lähinnä liikenneministeriön, liikennemuotojen alamallien edustajaorganisaatioiden ja VTT:n käyttöön. Se sisältää liikenteen päästötiedot vuosilta 1980 - 2009 ja lisäksi ennusteet vuoteen 2030 asti. (LIPASTO, 2011)



KUVIO 6. LIPASTO-järjestelmän rakenne

3.1.1 Tonnikilometrikäsite

Päästötiedot esitetään LIPASTOssa yksikköpäästöinä, yksikkö voi tässä yhteydessä tarkoittaa lähes mitä tahansa tavaraerän kokoon liittyvää käsitettä, kuten tavarankuutiota, lavaa, konttia tai muuta kuljetettavaa erää. LIPASTO:n käyttösuosituksissa päästöt suositellaan laskemaan kuljetussuorittein, kuten tonnikilometrien tai henkilökilometrien suhteessa. Kuljetussuorite tarkoittaa lähetyksen eli kuljetettavan tavarankuorman massan ja sen kulkeman matkan tuloa eikä kuljetusvälineen suoritetta - ajoneuvohan ei kuljeta mitään tyhjänä ajettaessa, joten kuljetussuoritettakaan ei synny, on vain suorite ilman kuljetusta.

Kuljetussuorittein yksikkönä käytetyt tonnikilometrit lasketaan kertomalla lähetyksen paino (tonneina) lähetyksen kulkemalla matkalla (kilometreinä). Tyhjänä ajon kilometrejä ei kuitenkaan saa laskea mukaan kuljetuksen kilometreihin, koska kilometrien summaaminen vääristää lopputuloksen. Selvennetään esimerkillä: auto vie 10 tonnin kuorman 10 kilometrin päähän, jolloin kuljetussuorite on 100 tonnikilometriä ($10 \text{ tn} \times 10 \text{ km} = 100 \text{ tnkm}$). Jos tiedetään, että auto palaa tyhjänä lähtöpaikkaan, on vaarana että tonnikilometrit lasketaan $10 \text{ tn} \times (10 \text{ km} + 10 \text{ km}) = 200 \text{ tnkm}$, joka on väärin. Oikea tapa on laskea $(10 \text{ tn} \times 10 \text{ km}) + (0 \text{ tn} \times 10 \text{ km}) = 100 \text{ tnkm}$. Toinen vaihtoehto on käyttää LIPASTO:n käyttösuosituksissa mainittua tapaa, jossa tyhjänä ajo huomioidaan jakamalla kuorma molemmille matkoille eli puolet molemmille sivuille; $(10 \text{ tn} / 2) \times (10 \text{ km} + 10 \text{ km}) = 100 \text{ tnkm}$. Kolmas tapa huomioida tyhjänä ajo on käyttää auton kuormana keskimääräistä täyttöastetta, jota laskettaessa tulee huomioida kaikkien ajojen ja kaikkien tilanteiden kuorman määrä. LIPASTO-järjestelmää käytettäessä laskijan on itse määriteltävä tonnikilometrien määrä ja tässä yhteydessä huomioitava mahdollinen kuljetukseen liittyvä tyhjänä ajo valitsemallaan tavalla. (LIPASTO, 2011)

3.1.2 Yksikköpäästöjen laskenta LIPASTOssa

Tieliikenteen tavarankuljetusten yksikköpäästöjen laskentaan on kaksi tapaa. Tarkempaan lopputulokseen johtava tapa on käyttää määritysperusteiden lisäksi autokohtaisia kertoimia, jolloin kertoimen muodostumiseen vaikuttaa auton tyyppi ja täyttö- eli kuormitusaste; myös mahdollinen kuljetukseen liittyvä

tyhjänä ajo tulee huomioida. Järjestelmän käyttäjä siis rakentaa itse kuljetustapahtuman, jolle saadaan päästöarvot LIPASTOsta. Päästöjen määritysperusteet ovat kuljetuksessa käytettävän auton moottorityyppi, moottorin päästötaso (euroluokka), kuljetuksen kuormitusaste (eli ajoneuvon täyttöaste), tie- ja liikenneolosuhteet (katu- tai maantieajo), sekä seuraavat diesel-polttoaineen kiinteät lähtöarvot:

Ominaispaino	0.845 kg/l (Tiheys 845 kg/m ³)
Tehollinen lämpöarvo	43 MJ/kg
Energia	1 kWh = 3.6 MJ
Rikkisisältö (S)	0.001p-% = 0.0169 g/dm ³ SO ₂
Hiilidioksidi (CO ₂)	2660 g/dm ³ polttonestettä = 3148 g/kg polttonestettä.

Toinen karkeampi tapa on käyttää tavaralajikohtaisia kertoimia, jolloin järjestelmän käyttäjä määrittelee vain kuljetettavan tavaran lajin sekä sen kuljetus-suoritteen, ja LIPASTO laskee päästöt käyttäen tavaralajille tyypillistä päästömäärää tonnikipometriä kohti. Valittavissa olevat tavaralajit ovat maa-ainekset, sora, raakapuu ja jäte. Tavaralajikohtaisista kertoimista ei vielä ole olemassa käyttösuosituksia. (LIPASTO, 2011.)

Suomen liikenteen päästöt ja energiankulutus vuonna 2009 [t]

	CO	HC	NOx	PM	CH ₄	N ₂ O	SO ₂	CO ₂	Primäärienergian kulutus [PJ]
Tieliikenne	184 919	20 529	44 138	2 459	1 237	519	69	11 277 445	161
Rautatieliikenne	382	133	2 405	71	9	6	205	230 425	5.8
Vesiliikenne	26 748	6 535	51 111	1 578	333	76	12 716	2 968 888	39
Ilmaliikenne	3 621	283	3 073	120	27	36	221	878 509	12
YHTEENSÄ	215 672	27 480	100 727	4 229	1 606	637	13 210	15 355 267	218

Luvut sisältävät rautatieliikenteen osalta sähköjunaliikenteen osuuden voimalaitospäästöistä, ulkomaille suuntautuvan vesiliikenteen ja ilmaliikenteen päästöt Suomen talousvyöhykkeellä ilman ylilentöjä.

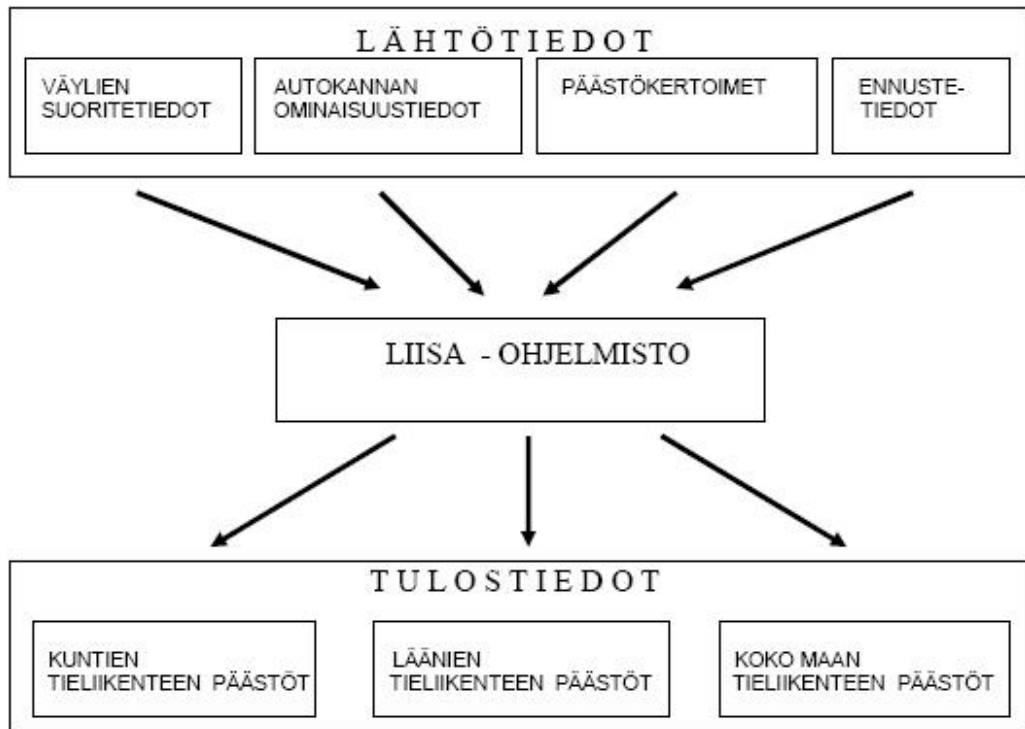
Lähde: LIPASTO 2009 laskentajärjestelmä

KUVIO 7. LIPASTO-järjestelmällä lasketut liikenteen päästöt v. 2009

3.1.3 LIISA-järjestelmä

LIISA-järjestelmä on tarkoitettu lähinnä VTT:n ja järjestelmän rahoittajien käyttöön. Kuten edellä mainittiin, se on yksi LIPASTO:n alamalleista ja sen tärkein tehtävä on kerätä tieliikenteen tiedot LIPASTOa varten. LIISAn laskentavuosi-

en 2008 ja 2009 päivityksen on rahoittanut Tilastokeskus. LIISA-laskentajärjestelmä koostuu kolmesta osiosta: LIISA -niminen tietokoneohjelma laskee päästöt vuosille 2001 - 2029; LIISA -mallin tuloksia hyödyntävä Excel-ohjelmisto laskee taannehtivia päästöjä; erillinen Excel-ohjelmisto laskee kaksipyöräisten moottoriajoneuvojen päästöt. (Mäkelä ja Auvinen, 2010.)



KUVIO 8. LIISA-laskentajärjestelmän käyttämät ja tuottamat tiedot

LIISA-järjestelmän suoritetieta perustuu yleisten teiden osalta Liikenneviraston tierekisteriin. Katusuorite yksittäisen kunnan osalta on pääkaupunkiseutua lukuun ottamatta kunnan väkilukuun perustuva osuus Suomen koko katusuoritteesta. Katusuorite perustuu Liikenneviraston otostutkimukseen ja vuosittaisiin tarkistuksiin (Mäkelä ja Auvinen, 2010, 11-12).

Päästökertoimet on määritellyt VTT:ssä erikoistutkija Juhani Laurikko. Kuviossa 9 on esitetty päästöjen laskennan laskentayhtälö, joka edellä mainittujen tekijöiden lisäksi ottaa huomioon myös joutokäynnistä ja käynnistyksestä sekä kylmästä moottorista aiheutuvat päästöjen lisäykset (Mäkelä ja Auvinen, 2010, 8).

Päästöjen laskenta on pääpiirteissään kaavan 1 mukainen. Päästökerroin ${}^a b$ on peruskertoimen sekä ajoneuvojen ja polttonesteen teknistä kehitystä ja vanhenemista kuvaavien kertoimien tulo.

$$E_{y,v} = \sum_{l=1}^9 \sum_{m=1}^{20} \sum_{p=1}^8 \sum_{r=1}^6 S_{l,m,p,r,u,v} \left({}^a b_{l,m,p,r,u,v,y} + {}^j b_{l,m,p,r,u,v,y} + {}^k b_{l,m,p,r,u,v,y} \right), \quad (1)$$

missä

$E_{y,v}$ = Yhdisteen y kokonaispäästö vuonna v

s = liikennesuorite

${}^a b$ = ajamisesta aiheutuvan päästön kerroin

${}^j b$ = joutokäynnistä syntyvän päästön kerroin

${}^k b$ = käynnistyksestä ja kylmällä moottorilla ajamisesta aiheutuvan päästön kerroin,

indeksit

l = ajoneuvolaji

m = vuosimalli

p = tieluokka

r = nopeusluokka

u = polttonestetyyppi

KUVIO 9. Päästöjen laskennan laskentayhtälö LIISA-järjestelmässä

3.2 EMISTRA

EMISTRA on Liikenne- ja viestintäministeriön (LVM) ja Suomen Kuljetus ja Logistiikka SKAL ry.:n (SKAL) omistama energia- ja ympäristöasioiden seuranta-järjestelmä. Se on kehitetty työkaluksi ajoneuvojen polttoaineen kulutuksen ja päästöjen seurantaan; paitsi että järjestelmää käyttävä yritys voi saada omien kuljetusten energian kulutuksen ja päästöt, se voi verrata niitä myös alan keskimääräisiin arvoihin. Myös kuljetuspalvelujen hankkijat voivat saada EMISTRAN kautta tietoa kuljetustensa energian kulutuksesta ja päästöjen määrästä - tällöin tarkasteltavalla kuljetusliikkeellä ei tosin voi olla muita asiakkaita, koska kulutusta ja päästöjä ei järjestelmässä asiakkaittain voida eritellä. Lisäksi EMISTRAN kautta energiatehokkuussopimukseen liittyneet osapuolet voivat seurata energiatehokkuuden parantamistoimenpiteiden vaikuttavuutta. EMISTRAssa on 681 rekisteröityntä käyttäjäyritystä, näiden edustama ajo-

neuvomäärä on 3447 autoa. EMISTRAn ohjelmoinnista ja ylläpidosta vastaa KH FIN Oy. (EMISTRA, 2011.)

3.2.1 Tavarankuljetusten ja logistiikan energiatehokkuussopimus 2008 - 2016

Energiatehokkuussopimuksen osapuolet ovat LVM, työ- ja elinkeinoministeriö (TEM), ympäristöministeriö (YM), SKAL jäsenyhdistyksineen sekä Logistiikkayritysten Liitto (LL) ja VR Osakeyhtiö. Energiatehokkuussopimusjärjestelmään liitytään tilaamalla tunnukset EMISTRAn. Energiatehokkuussopimuksen voimassaoloaika on 24.1.2008 - 31.12.2016.

Tavarankuljetusten ja logistiikan energiatehokkuussopimus jatkaa käytäntöä, joka on alkanut vuonna 1999 solmitulla kuorma- ja pakettiautoliikenteen energiansäästösopimuksella. Sopimuksella pyritään vastaamaan mm. haasteisiin, joita EY:n energian loppukäytön tehokkuutta ja energiapalveluja koskeva direktiivi asettaa energiatehokkuuden parantamiseksi. Tämä direktiivi edellyttää, että päästökaupan ulkopuolisilla toimialoilla energiatehokkuutta parannetaan keskimäärin yksi prosentti vuodessa sopimuskauden aikana. Lähtökohtana on vuosien 2001 - 2005 keskimääräinen energiankulutus. Sopimusosapuolet pyrkivät toteuttamaan sopimuksen mukaisia toimenpiteitä ja kehittämään sopimusjärjestelmää niin, että siitä kattava ja joustava energiansäästökeino, jolla ei ole kansainvälisestä kehityksestä poikkeavan verotuksen tai norminannon haitallisia vaikutuksia kilpailukykyyn. Energiatehokkuussopimuksessa mainitulla energiansäästöllä tarkoitetaan tavarankuljetusten logistiikan sekä kaluston muun käytön ja ylläpidon energiatehokkuuden parantamista. Energiatehokkuuden parantamisella taas tarkoitetaan kuljetus- ja liikennesuoritteiden ominaiskulutusten ja niitä tukevien toimintojen energiankulutuksen vähentämistä. (Energiatehokkuussopimukset, 2008, 1-2.)

Sopimuksen tavoitteet ovat sekä määrällisiä että toiminnallisia. Määrällisiä tavoitteita ovat sopimuksen kattavuus - vuoteen 2016 mennessä sopimusjärjestelmässä tulee olla mukana 60 % maanteiden tavarankuljetusten yrityksistä tai niiden käytössä olevista ammattiliikenteessä olevista ajoneuvoista - ja energiansäästö; sopimuskauden lopussa tulisi voida osoittaa 9 % energiansäästö vertailukulutukseen nähden, mikäli kuljetussuorite on pysynyt vuoden 2008 ta-

solla. Toiminnallisia tavoitteita ovat yritysten energiatehokkuustoimenpiteiden toimeenpano sekä yhteiskunnan toimenpiteet liikennejärjestelmäsuunnittelun alalla, sopimusjärjestelmään liittyneiden yritysten kulutusseuranta EMISTRAn avulla, sekä sopimuksessa mukana olevien yritysten ympäristöjohtamisjärjestelmän käyttöönotto. Kulutusseurantaan liittyvänä tavoitteena on myös kehittää EMISTRA-järjestelmää niin, että polttoaineen kulutuksen kehitystä voitaisiin tulevaisuudessa arvioida suhteessa kuljetettuihin tonnikilometreihin.

Sopimuskaudelle on sovittu käynnistettäväksi myös tavoitteiden saavuttamista tukevien kehityshankkeita. Näiden hankkeiden painopistealueina ovat asiakasyhteistyö eli kuljetusketjujen energiansäästöyön integrointi osaksi elinkeinoelämän energiansäästötyötä, kuljetusten energiatehokkuuden parantaminen, seurannan ja raportoinnin kehittäminen.

Energiantehokkuussopimuksen on etukäteen arvioitu toteutuessaan sisältävän seuraavat vaikutukset:

- tieliikenteen tavarankuljetusten energiankulutus tehostuu vuosittain noin 19 miljoonan polttoaineliträn edestä
- rautatieliikenteen tavarankuljetusten energiankulutus tehostuu noin 200000 GJ/vuodessa
- sopimuksen liitteenä olevan toimintasuunnitelman toteutuksella vähennetään liikenteen kasvihuonepäästöjä ja muita liikenteen päästöjä
- toimintasuunnitelman toteuttaminen aiheuttaa vuosittaisia kustannuksia keskimäärin 80000 - 100000 euroa sisältäen seurannan, raportoinnin, EMISTRA-järjestelmän kehittämisen ja ylläpidon sekä muut tutkimus- ja kehittämishankkeet
- yrityksille aiheutuu myös mm. seurannasta ja raportoinnista kustannuksia
- sopimuksen mukaisten toimenpiteiden toteuttamisesta saatavat hyödyt ylittävät moninkertaisesti siitä aiheutuvat kustannukset.

3.2.2 EMISTRAn käyttö

EMISTRA-järjestelmä on selainpohjainen, eli sen käyttämiseen riittää internet-selain ja -yhteys. Yritys syöttää järjestelmään yrityksen tiedot järjestelmän liityttäessä, ajoneuvotiedot aloituksen yhteydessä päivittäen tietoja aina kun yrityk-

sen käyttöön tulee uusi ajoneuvo, kilometri, kuorma- ja polttoaineen kulutus-tiedot ajoneuvokohtaisesti kuukausittain. Ajoneuvo-, kulutus- ja kuormatiedot on mahdollista syöttää myös sisäänlukuna eli massatuontina Excel-tiedostoista, tämä vähentää tietojen syöttötyötä ja säästää aikaa. Lisäksi voidaan syöttää muita ympäristöasioihin liittyviä tietoja, esimerkiksi taloudellisen ajon koulutukset ja ympäristöjärjestelmän tiedot, tapauskohtaisesti.

EMISTRA-järjestelmä tuottaa syötettyjen tietojen perusteella yrityskohtaiset yhteenvetotiedot sekä valtakunnantason keskiarvotiedot kulutuksesta ja päästöistä, jolloin yritys voi verrata omaa suoriutumistaan alan keskiarvoon. (EMISTRA. 2011.)

3.2.3 EMISTRAN tilastotietokanta

EMISTRA-järjestelmä kokoaa kaikki siihen syötetyt tiedot valtakunnalliseksi tilastotietokannaksi ja muodostaa niistä raportteja käyttäjän antamien parametrien perusteella. Raportit ovat nähtävissä sekä taulukoina että pylväs- ja ympyrädiagrammeina. Raporttia muodostettaessa käyttäjä valitsee ensin raportointivuoden ja sitten raportin, järjestelmässä on valmiita raportteja pikavalintana. Niiden lisäksi käyttäjä voi muodostaa oman raportin vapaavalintaisella tuloksella, jolloin käyttäjä valitsee tarvittavat lähtötiedot valintalistoilta ja raportoitavan tiedon luettelosta. (EMISTRA, 2011.)

3.3 Tavaraliikenteen ETS-tietopankki

Liikenne- ja viestintäministeriö käynnisti keväällä 2010 tavaraliikenteen energiatehokkuussopimusten tietopankin kehittämisen. Tietojärjestelmän tavoitteena on luoda työkalu energiatehokkuussopimusten seurantaan erityisesti raportointia kehittämällä.

ETS-tietopankki sisältää monipuoliset raportointitoiminnot, joilla yritys voi vertailla omaa energiatehokkuuttaan kaikkiin muihin järjestelmään tallennettuihin tietoihin. Vertailuaineisto sisältää kuitenkin aina vähintään kolmen yrityksen tiedot, jotta yksittäisiä yrityksiä ei voisi tunnistaa. Järjestelmällä voi verrata esimerkiksi tietyn painoluokan kuorma-automallin polttoaineenkulutusta vas-

taavassa käytössä ja vastaavaa kokoa olevan kaluston koko maan keskiarvoon.

Yhtenä tavoitteena on myös tehdä vakio muotoinen raportti (työnimenä ympäristöraportti), joka on eräänlainen yrityksen energiatodistus. Raportin tietosisällön suunnitteluun on osallistunut asiantuntijoita alan yrityksistä, jotta siitä tulisi selkeä ja samalla yrityksiä niiden liiketoiminnassa hyödyttävä dokumentti; todistus voisi olla esimerkiksi kuljetusyrityksen tarjoukseen liitettävä dokumentti, josta asiakas voisi todeta yrityksen energiatehokkuuden ja päästöt. Ensimmäinen versio energiatodistuksesta valmistui tammikuun lopulla 2011, esimerkki on liitteessä 1. (Peltola, 2011).

3.4 Tilastokeskuksen tavarankuljetus selvitykset

Tilastokeskus tuottaa säännöllisesti tilaston, joka kuvaa Suomessa yksityiseen ja luvanvaraiseen liikenteeseen rekisteröityjen kuorma-autojen kotimaan kuljetuksia. Tilastoissa ilmoitetaan kuorma-autoihin lastatun tavaramäärän paino tonneina. Liikennesuorite kuvaa ajettuja kilometrejä. Kuljetustyön määrä laskeaan tavaramäärän ja liikennesuoritteen tulona, sen yksikkö on tonnikilometri.

Tilastokeskus kerää tilaston tiedot otostutkimuksilla Suomessa rekisterissä olevien kuorma-autojen haltijoilta. Perusjoukon muodostavat kokonaispainoltaan yli 3,5 tonnin kuorma-autot, josta on kuitenkin jätetty pois Puolustusvoimien autot sekä muuhun kuin tavarankuljetukseen tarkoitetut ajoneuvot. Myöskään Ahvenanmaalla rekisteröidyt autot eivät ole mukana tilastoissa. Tilaston tiedot kerätään kyselylomakkeilla, joihin auton haltija täyttää yksityiskohtaiset tiedot kahden tutkimuspäivän aikana ajetuista matkoista. Otokselyn tulokset korotetaan tilastollisin menetelmin koskemaan koko ajoneuvokantaa.

Tavarankuljetustilasto tuotetaan neljännesvuosittain Euroopan unionin asetuksen velvoittamana, tilaston tekoa ohjaa tilastolaki. Tilastotiedot toimitetaan Eurostatin käyttöön. Tavarankuljetustilastojen tietoa käytetään apuna liikennepoliittisissa päätöksissä sekä tutkimuksissa Suomessa ja Euroopan unionin tasolla.

Tilaston tiedot perustuvat otostutkimuksen vastauksina saatuihin matkatietoihin painottuen ammattimaisiin varsinaisiin perävaunuyhdistelmiin. Vuonna 2009 kyselyn kokonaisvastausosuus oli 64 %, tulosten estimoinnissa käytettyjen vastausten osuus oli 55 %. Vastaustiedot tarkistetaan ennen tietokantaan vientiä ja aineistoon tehdään loogisuustarkastukset ennen tulosten tuottamista.

Tavarankuljetustilasto julkaistaan noin seitsemän viikkoa tutkimusjakson päättymisen jälkeen internetissä Tilastokeskuksen kotisivuilla. Vuositiedoista julkaistaan myös lehdistötiedote toukokuun viimeisenä perjantaina. Uusimmat neljännesvuosittaiset tiedot ovat saatavissa myös Tilastokeskuksen Statfin-taulukkopalvelussa. Tilastokeskus on tuottanut tavarankuljetustilastoa vuodesta 1995 alkaen ja vuotuiset tilastot ovat kuljetussuoritetta lukuun ottamatta vertailukelpoisia keskenään. Kuljetussuoritteiden laskentatapa muuttui vuonna 2000 Eurostatin ohjeiden mukaisesti keräily- ja jakelukuljetusten määritelmän muuttuessa. Tämä muutos kasvatti kuljetussuoritetta hieman aikaisempaan laskentatapaan verrattuna. Tilastot ovat vertailukelpoisia muiden EU-maiden vastaavien tilastojen kanssa.

Tavarankuljetustilasto on ainoa säännöllisesti tehtävä selvitys kotimaan tieliikenteen tavarankuljetuksista. Liikenneviraston tekemissä raskaan liikenteen liikennesuoritteiden mittauksissa ovat mukana myös linja-autot, ulkomaiset kuorma-autot sekä tavarankuljetukseen soveltumattomat kuorma-autot, joten Liikenneviraston ilmoittama raskaan liikenteen liikennesuorite on suurempi kuin Tilastokeskuksen. Vuoden 2010 tammi-syyskuussa kuorma-autojen kuljettama tavaramäärä oli yhteensä 277 miljoonaa tonnia ja kuljetussuorite oli yhteensä 18 596 miljoonaa tonnikilometriä, näissä luvuissa on maa-ainekset mukana. (Tilastokeskus, 2011)

3.5 Energiankulutustietojen ja tavarankuljetustilastojen yhdistäminen

Edellä esiteltyjen energiankulutustietojen keräämiseen ja raportoimiseen tarkoitettujen järjestelmien ja Tilastokeskuksen tavarankuljetustilaston välillä ei ole tällä hetkellä kytkentää. Sekä LIPASTO:ssa että EMISTRAssa puhutaan tonnikilometreistä päästöjen yhteydessä, mutta kummassakaan ei ole hyödynnetty Tilastokeskuksen raportoimaa kuljetussuoritetta. Tälle on luonnollinen se-

litys: tilastokeskuksen luvut kuvaavat koko maan kokonaissuoritteita eikä niistä ole erotettavissa minkään laskentasäännön avulla luotettavasti yksittäisiä yrityskohtaisia, saati autokohtaisia kuljetussuoritteita. Jotta lukuja voitaisiin käyttää ristiin, tulisi kuljetustapahtumat pystyä kohdistamaan toisiinsa. Toinen vaihtoehto olisi käyttää valtakunnallisia keskiarvolukuja, eli tavarankuljetustilastoon lisättäisiin LIPASTO-järjestelmällä lasketut ajoneuvotyyppikohtaiset keskikulutukset, jolloin saataisiin selvitettyä litraa/tonnikilometri toteutuneiden tonnikilometrien mukaan (Liimatainen, 2010a, 17).

Huomion arvoinen seikka kappaletavaraliikenteen osalta on se, että missään yhteydessä ei ole mainittu tonnien osalta sitä, tarkoitetaanko tavarankuljetuksen bruttopainoa vai rahdituspainoa. Tilastokeskuksen asiantuntija Sami Kanninen (2011) kertoo, että Tavarankuljetustilastoissa tavaramäärää kysyttäessä tarkoitetaan nettopainoa eli kuorman painoa ilman lavojen, rullakoiden tai esimerkiksi kontin painoa. Tavarankuljetustilastojen tavaramäärätkin sisältävät siis sekä bruttopainoja että rahdituspainoja riippuen siitä, kumman painon kyselyyn vastannut henkilö on antanut.

4 KULJETUSASIAKKAIDEN TARPEET HIILIJALANJÄLJEN MÄÄRITTÄMISELLE

4.1 Asiakaskysely ympäristöraportoinnista

Vuonna 2008 käynnistetyssä VTT:n koordinoimassa TransEco-projektissa tavoitteena on soveltavan tutkimuksen keinoin löytää tuotteita ja palveluja, joilla edistetään tieliikenteen energiansäästötoimenpiteitä ja uusiutuvan energian käyttöä. TransEcon neljä tukijalkaa ovat tutkimus ja kehitys, demonstraatiot, päätöksenteko ja ohjauskeinot, sekä vuorovaikutus. TransEco-projekti tuottaa päättäjille, viranomaisille, yrityksille ja kuluttajille tietoa siitä, miten liikenteen hiilidioksidipäästöjä voidaan vähentää. TransEco-projektin johtoryhmään kuuluu organisaatioina Työ- ja elinkeinoministeriö, Valtiovarainministeriö, Liikenne- ja viestintäministeriö, Ympäristöministeriö, Tekes, AKE, Autotuojat ry., Neste Oil, Öljyalan keskusliitto, HSL (Helsingin Seudun Liikenne) ja VTT. (TransEco.fi, 2011.)

TransEco-projektissa on useita alaprojekteja, yksi niistä on "Energiatehokas ja älykäs raskas ajoneuvo - HDENIQ". Alkusyksystä 2009 käynnistynyt HDENIQ keskittyy raskaiden maantieajoneuvojen energiankulutuksen, päästöjen ja turvallisuuden tutkimiseen ja on jatkoa aikaisemmille RASTU- ja HDENERGIA-hankkeille. Projektissa on tutkittu monipuolisin menetelmin mahdollisuuksia vähentää raskaan liikenteen energian kulutusta ja päästöjä. Tutkimuskohteita ovat olleet muun muassa uusimman moottoritekniikan energiatehokkuus, jota on mitattu sekä laboratoriotesteissä että maantietutkimuksissa; aerodynaamiset ratkaisut; ajoneuvon apulaitteiden energian kulutus; rengastutkimus; kuljettajan ajo-opastimen kehittäminen; automaattinen liukkauden- ja kuormantunnistus; ajoneuvon elinkaaren hallinta; raportointimenetelmät, joista yhtenä asiakaskohtainen kuljetusten päästöjen mittaaminen ja raportointi. (Erkkilä, ym., 2010, 6-7.)

Asiakaskohtaisen päästöraportoinnin tutkimuksessa Tampereen Teknillisen yliopiston tiedonhallinnan ja logistiikan laitos toteutti tammi-helmikuussa 2010 kyselytutkimuksen, jolla haluttiin selvittää logistiikkapalvelujen ostajien suhtau-

tumista ja tarpeita ympäristöraportointiin ja sen kehittämiseen. Kysely suunnattiin suurille ja keskisuurille yli 20 henkilöä työllistäville teollisuuden ja kaupan alan yrityksille. Vastaaajien osoitetiedot toimitti Transpoint Oy Ab:n tilauksesta MicroMedia. Kysely toteutettiin sähköpostijakeluna, jossa oli linkki Webropol-kyselyyn. Kysely lähetettiin 2 273 yrityksen toimitusjohtajalle tai vastaavan tason päättäjälle. Kyselykutsu oli mahdollista lähettää eteenpäin organisaatiossa. Kyselyn kysymykset ovat liitteessä 2. (Liimatainen, 2010b, 3.)

Kyselyyn vastasi 115 yritystä, eli vastausprosentiksi muodostui 5,7 %, joka oli melko vaatimaton tulos. Vastauksia saatiin kuitenkin monipuolisesti eri toimialojen ja kokoluokan yrityksistä, joten otos edusti pienuudestaan huolimatta hyvin koko yritysjoukkoa. Vastausten tulkinnassa on hyvä huomioida, että kyselyyn vastanneet yritykset saattavat edustaa keskimääräistä suurempaa ympäristömyönteisyyttä verrattuna koko yritysjoukkoon. Liikevaihdolla mitattuna vastanneet yritykset olivat kooltaan 400 000 eurosta kuuteen miljardiin euroon. 84 % vastanneista yrityksistä oli ulkoistanut kuljetuksensa kokonaan ja 12 % osittain. (Mts. 3.)

Kysely koostui eri osiosta, aluksi kysyttiin taustatietoja vastaajista ja heidän edustamistaan yrityksistä. Varsinaiset kysymykset koskivat yritysten omaa ympäristöraportointia, yritysten kuljetusten ympäristöraportointia, vastaajien näkemyksiä raportoinnin tavoitetilasta sekä ympäristöraportoinnin vaikutusta logistiikkapalvelujen hankintoihin. Lopuksi vastaajat saivat arvioida erilaisten tulevaisuutta koskevien väittämien todennäköisyyttä, jossa arvioitava ajankohta oli nykyisten tavarankuljetusten energiatehokkuussopimusten päättymisvuosi 2016.

4.2 Kyselyn tulokset

Vastausten perusteella yleisesti suurilla yrityksillä näytti olevan kautta linjan pieniä paremmat valmiudet raportointiin ja ne myös vaativat yhteistyökumppaneiltaan pienempiä yrityksiä enemmän ympäristöraportointia. Toimialoittain keskimääräistä suurempaa ympäristövalveutuneisuutta osoittivat metsä-, elintarvike- ja kemianteollisuus.

4.2.1 Yritysten oma ympäristöraportointi

Vajaa kolmasosa vastanneista oli kokenut ulkopuolisia odotuksia ja vaatimuksia ympäristöraportoinnin suhteen, esimerkiksi asiakkailtaan tai ympäristösertifikaattien muodossa. Taulukossa 1 on esitetty vastaukset liikevaihtoluokittain ja toimialoittain.

TAULUKKO1. Ympäristöraportointivaatimukset yrityksen ulkopuolelta

Kohdistuuko yritykseenne yrityksen ulkopuolelta (esimerkiksi asiakkailta) tulevia vaatimuksia tai odotuksia ympäristöraportoinnin suhteen?

Liikevaihtoluokka	(lkm)	Kyllä	Ei
200-1000 milj €	(7)	85,7 %	14,3 %
yli 1000 milj €	(3)	66,7 %	33,3 %
50-100 milj €	(11)	36,4 %	63,6 %
0-5 milj €	(32)	35,5 %	64,5 %
20-50 milj €	(16)	33,3 %	66,7 %
5-10 milj €	(22)	18,2 %	81,8 %
10-20 milj €	(19)	15,8 %	84,2 %
100-200 milj €	(3)	0,0 %	100,0 %
Ei tiedossa	(2)	0,0 %	100,0 %
Kaikki yhteensä	(115)	31,0 %	69,0 %

Toimiala	(lkm)	Kyllä	Ei
Metsäteollisuus	(4)	75,0 %	25,0 %
Muut palvelut	(2)	50,0 %	50,0 %
Kemianteollisuus	(13)	38,5 %	61,5 %
Elintarviketeollisuus	(8)	37,5 %	62,5 %
Metalliteollisuus	(25)	32,0 %	68,0 %
Teknolוגiateollisuus	(16)	31,3 %	68,8 %
Kauppa	(23)	27,3 %	72,7 %
Rakentaminen	(9)	25,0 %	75,0 %
Muu teollisuus	(15)	13,3 %	86,7 %
Kaikki yhteensä	(115)	31,0 %	69,0 %

Ympäristövaikutusten tavoitteita oli asettanut ja energian kulutuksen vähentämiseen tulevaisuudessa uskoi hieman alle 60 % vastanneista. Isot yritykset ja aloista metsä- ja kemianteollisuus erottuivat luottavaisemmilla odotuksilla näihin. (Mts. 5.)

Ympäristövaikutuksiaan ilmoitti seuraavansa ja raportoivansa tällä hetkellä alle puolet vastaajista, mutta suurille yli 100 miljoonan euron liikevaihdon yrityksille se on jo arkipäivää. Toimialoittain ympäristövaikutuksia seurattiin eniten metsä- ja kemianteollisuuden yrityksissä, kun taas kaupan alalla vain viidennes raportoi niistä. Taulukossa 2 on esitetty vastausten osuudet tarkemmin.

TAULUKKO 2. Ympäristövaikutusten raportointi ja seuranta yrityksissä

Suorittaako yrityksenne ympäristövaikutusten seuranta ja raportointia?

Liikevaihtoluokka	(lkm)	Kyllä	Ei
yli 1000 milj €	(3)	100,0 %	0,0 %
100-200 milj €	(3)	100,0 %	0,0 %
50-100 milj €	(11)	72,7 %	27,3 %
200-1000 milj €	(7)	71,4 %	28,6 %
0-5 milj €	(32)	41,9 %	58,1 %
5-10 milj €	(22)	33,3 %	66,7 %
20-50 milj €	(16)	31,3 %	68,8 %
10-20 milj €	(19)	26,3 %	73,7 %
Ei tiedossa	(2)	0,0 %	100,0 %
Kaikki yhteensä	(115)	42,9 %	57,1 %

Toimiala	(lkm)	Kyllä	Ei
Kemianteollisuus	(13)	75,0 %	25,0 %
Metsäteollisuus	(4)	75,0 %	25,0 %
Rakentaminen	(9)	55,6 %	44,4 %
Muu teollisuus	(15)	46,7 %	53,3 %
Metalliteollisuus	(25)	44,0 %	56,0 %
Elintarviketeollisuus	(8)	37,5 %	62,5 %
Teknolomiteollisuus	(16)	33,3 %	66,7 %
Kauppa	(23)	22,7 %	77,3 %
Muut palvelut	(2)	0,0 %	100,0 %
Kaikki yhteensä	(115)	42,9 %	57,1 %

Alihankinnan ulottaminen raportointivelvollisuuden piiriin on yllättävän heikkoa, millään toimialalla tai missään kokoluokassa alihankkijoilta ei edellytetty neljäsosaa suuremmalla osuudella ympäristöraportointia. Kaikista vastanneista yhteensä vain 12 % edellytti ympäristöraportointia alihankkijoiltaan. (Mts. 4.)

Tuotekohtaisen hiilijalanjäljen arviointia ei vielä ole laajamittaisesti tehty. Vain 13 % kaikista vastaajista oli arvioinut päästöjä tuotetasolla, mutta yli puolella suurimmista yrityksistä oli tästä kokemusta. Toimialoista metsäteollisuudessa ja elintarvike- ja kemianteollisuudessa oli arvioitu yksittäisten tuotteiden päästöjä muita aloja enemmän. Tarkemmat erittelyt ovat taulukossa 3.

TAULUKKO 3. Yritysten tekemä tuotekohtainen hiilijalanjäljen arviointi.

Onko yrityksessänne suoritettu yksittäisten tuotteiden hiilijalanjäljen arviointia?

Liikevaihtoluokka	(lkm)	Kyllä	Ei
200-1000 milj €	(7)	57,1 %	42,9 %
yli 1000 milj €	(3)	50,0 %	50,0 %
Ei tiedossa	(2)	50,0 %	50,0 %
100-200 milj €	(3)	33,3 %	66,7 %
50-100 milj €	(11)	27,3 %	72,7 %
0-5 milj €	(32)	6,7 %	93,3 %
20-50 milj €	(16)	6,3 %	93,8 %
10-20 milj €	(19)	5,3 %	94,7 %
5-10 milj €	(22)	4,5 %	95,5 %
Kaikki yhteensä	(115)	13,4 %	86,6 %

Toimiala	(lkm)	Kyllä	Ei
Metsäteollisuus	(4)	50,0 %	50,0 %
Muut palvelut	(2)	50,0 %	50,0 %
Elintarviketeollisuus	(8)	25,0 %	75,0 %
Kemianteollisuus	(13)	23,1 %	76,9 %
Muu teollisuus	(15)	13,3 %	86,7 %
Rakentaminen	(9)	12,5 %	87,5 %
Metalliteollisuus	(25)	12,0 %	88,0 %
Kauppa	(23)	4,5 %	95,5 %
Teknolוגiateollisuus	(16)	0,0 %	100,0 %
Kaikki yhteensä	(115)	13,4 %	86,6 %

Tuotekohtaisen hiiliauditoinnin ongelmiksi vastaajat luonnehtivat vapaissa kommentteissaan lähtötietojen saatavuuden ja laadukkuuden, rajauksen tekemisen sekä vertailukelpoisuuden puutteet. Yhtenäistä arviointikäytäntöä ja standardia kaivattiin.

4.2.2 Kuljetusten ympäristöraportoinnin nykytila

Kuljetusyritysten ympäristöraportointi tällä hetkellä näyttää olevan hyvin harvinaista, suurimmista vastaajayrityksistä alle kolmasosa ilmoitti saavansa raport-

teja kuljetusyrityksiltään. Eniten raportointia tehdään elintarviketeollisuuden yrityksille, muilla aloilla raportointi on erittäin vähäistä tai olematonta. Taulukossa 4 on esitetty vastaukset tarkemmin. Vain neljä yritystä kommentoi raportoinnin kehittämistä, kolme haluaisi kehittää sitä paremmaksi.

TAULUKKO 4. Kuljetusyritysten ympäristöraportointi vastaajayrityksille.

Raportoiko kuljetusyritys yrityksenne kuljetuksista aiheutuvia ympäristövaikutuksia?

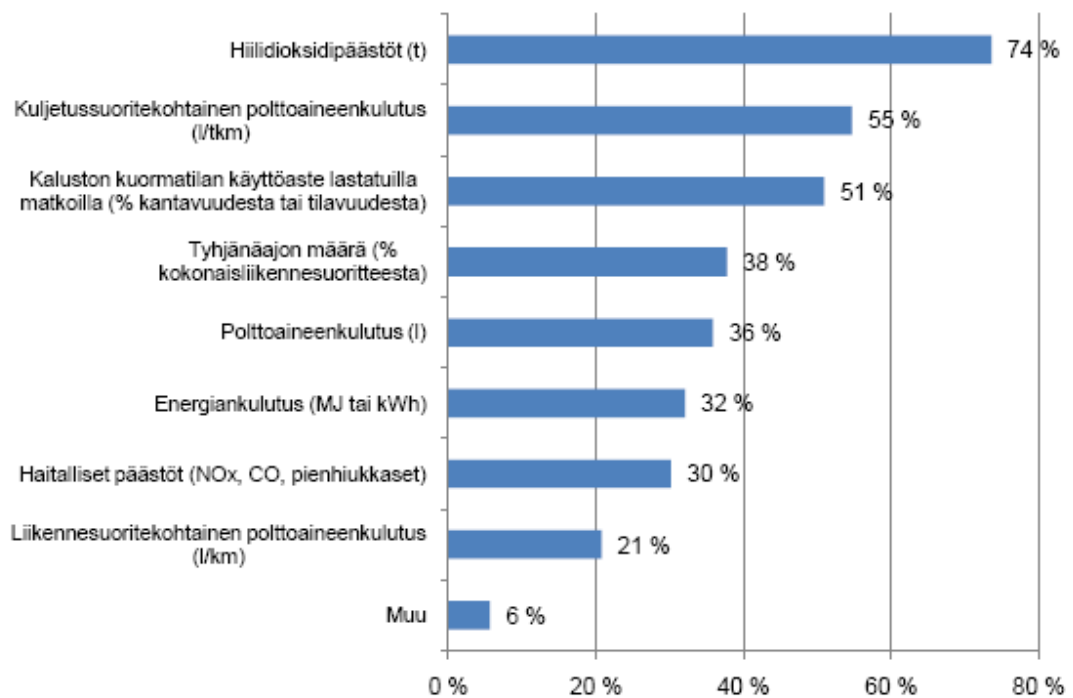
Liikevaihtoluokka	(lkm)	Kyllä	Ei
yli 1000 milj €	(3)	33,3 %	66,7 %
200-1000 milj €	(7)	14,3 %	85,7 %
100-200 milj €	(3)	0,0 %	100,0 %
50-100 milj €	(11)	9,1 %	90,9 %
20-50 milj €	(16)	6,3 %	93,8 %
10-20 milj €	(19)	0,0 %	100,0 %
5-10 milj €	(22)	0,0 %	100,0 %
0-5 milj €	(32)	0,0 %	100,0 %
Ei tiedossa	(2)	0,0 %	100,0 %
Kaikki yhteensä	(115)	3,5 %	96,5 %

Toimiala	(lkm)	Kyllä	Ei
Elintarviketeollisuus	(8)	12,5 %	87,5 %
Teknoliateollisuus	(16)	6,3 %	93,8 %
Kauppa	(23)	4,3 %	95,7 %
Metalliteollisuus	(25)	4,0 %	96,0 %
Kemianteollisuus	(13)	0,0 %	100,0 %
Metsäteollisuus	(4)	0,0 %	100,0 %
Muu teollisuus	(15)	0,0 %	100,0 %
Muut palvelut	(2)	0,0 %	100,0 %
Rakentaminen	(9)	0,0 %	100,0 %
Kaikki yhteensä	(115)	3,5 %	96,5 %

Yleistä halukkuutta raportoinnille olisi, kaksi kolmasosaa suurista yrityksistä haluaisivat kuljetusyritykseltään ympäristöraportointia. Tosin pienistä taas sama osuus ei halua raportointia. (Mts. 5.)

4.2.3 Tavoiteltava ympäristöraportointi

Yksittäisistä tunnusluvuista yritykset mainitsivat kiinnostavimmaksi hiilidioksidipäästöt, kuljetussuoritekohtaisen polttoaineen kulutuksen ja kuormatilojen käyttöasteen lastatuilla matkoilla. Noin kolmasosa kaikista vastaajista haluaisi hiilidioksidimääristä raportteja ja noin neljännes kaipaa kuljetussuoritteeseen suhteutettua polttoaineen kulutustietoa ja kuormatilojen käyttö- tai täyttöaste-tietoja. Kuviossa 10 on esitetty toivottujen tunnuslukujen osuudet kaaviona. Vapaissa kommentteissa tuotiin esiin tuotekohtaisen hiilijalanjäljen kohdallakin mainittu tarve alan yhtenäisen raportointistandardin luomiselle, jotta yritysten ympäristövertailu olisi helpompaa. (Mts. 5-6.)



KUVIO 10. Asiakkaiden toivomat tunnusluvut ympäristöraportoinnissa

Raportointifrekvenssiä kysyttäessä kaksi kolmasosaa yrityksistä ilmoitti neljännesvuosittain tapahtuvan raportoinnin riittäväksi, kolmasosalle riittää vuosittainenkin raportointi. Toimialoista muu teollisuus ja rakentaminen ottaisivat raportteja vastaan kuukausittainkin (taulukko 5).

TAULUKKO 5. Toivottu ympäristöraportointitajuus

Kuinka usein haluaisitte kuljetusyrityksen raportoivan?

Liikevaihtoluokka	(lkm)	Viikoittain	Kuukausittain	1/4-vuosittain	Vuosittain
yli 1000 milj €	(3)	0,0 %	0,0 %	100,0 %	0,0 %
200-1000 milj €	(7)	0,0 %	0,0 %	42,9 %	57,1 %
100-200 milj €	(3)	0,0 %	0,0 %	0,0 %	100,0 %
50-100 milj €	(4)	0,0 %	0,0 %	75,0 %	25,0 %
20-50 milj €	(10)	0,0 %	10,0 %	80,0 %	10,0 %
10-20 milj €	(7)	0,0 %	14,3 %	57,1 %	28,6 %
5-10 milj €	(8)	0,0 %	0,0 %	62,5 %	37,5 %
0-5 milj €	(12)	0,0 %	0,0 %	66,7 %	33,3 %
Ei tiedossa	(1)	0,0 %	0,0 %	100,0 %	0,0 %
Kaikki yhteensä	(55)	0,0 %	3,6 %	63,6 %	32,7 %

31. Kuinka usein haluaisitte kuljetusyrityksen raportoivan?

Toimiala	(lkm)	Viikoittain	Kuukausittain	1/4-vuosittain	Vuosittain
Metalliteollisuus	(11)	0,0 %	0,0 %	72,7 %	27,3 %
Kauppa	(10)	0,0 %	0,0 %	90,0 %	10,0 %
Kemianteollisuus	(9)	0,0 %	0,0 %	66,7 %	33,3 %
Teknologiateollisuus	(7)	0,0 %	0,0 %	71,4 %	28,6 %
Elintarviketeollisuus	(5)	0,0 %	0,0 %	80,0 %	20,0 %
Rakentaminen	(5)	0,0 %	20,0 %	20,0 %	60,0 %
Muu teollisuus	(4)	0,0 %	25,0 %	25,0 %	50,0 %
Metsäteollisuus	(3)	0,0 %	0,0 %	33,3 %	66,7 %
Muut palvelut	(1)	0,0 %	0,0 %	0,0 %	100,0 %
Kaikki yhteensä	(55)	0,0 %	3,6 %	63,6 %	32,7 %

Noin 42 %:lle yrityksistä kelpaa kuljetusten kokonaismäärään suhteutettu raportti. Toisaalta lähes neljäsosa vastanneista odottaa tuote-, tuote-erä- tai lähetyiskohtaista raportointia, toimialoittain erottuu teknologiateollisuus, jossa lähes 40 % toivoo raportointia näin tarkalle tasolle (taulukko 6). On huomattavaa, että vastausten lukumäärä väheni olennaisesti, kun kysymykset koskivat raportointihalukkuutta, tämä näkyy sekä taulukossa 5 että taulukossa 6.

TAULUKKO 6. Odotukset ympäristöraportoinnin tarkkuustasolle

Millä tarkkuustasolla raportoinnin tulisi olla?

Liikevaihtoluokka	(lkm)	Tuote-kohtainen	Tuote-eräkohtainen	Lähetyskohtainen	Kuljetusreitti-kohtainen	Toimipaikka-kohtainen	Kuljetusten kokonais-summa
yli 1000 milj €	(7)	14,3 %	0,0 %	14,3 %	14,3 %	14,3 %	42,9 %
200-1000 milj €	(10)	20,0 %	0,0 %	0,0 %	10,0 %	30,0 %	40,0 %
100-200 milj €	(3)	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	100,0 %
50-100 milj €	(5)	20,0 %	0,0 %	20,0 %	40,0 %	0,0 %	20,0 %
20-50 milj €	(17)	5,9 %	5,9 %	23,5 %	17,6 %	17,6 %	29,4 %
10-20 milj €	(10)	20,0 %	0,0 %	0,0 %	20,0 %	10,0 %	50,0 %
5-10 milj €	(8)	0,0 %	0,0 %	12,5 %	25,0 %	12,5 %	50,0 %
0-5 milj €	(16)	0,0 %	0,0 %	18,8 %	6,3 %	31,3 %	43,8 %
Ei tiedossa	(1)	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	100,0 %	0,0 %
Kaikki yhteensä	(77)	9,1 %	1,3 %	13,0 %	15,6 %	19,5 %	41,6 %

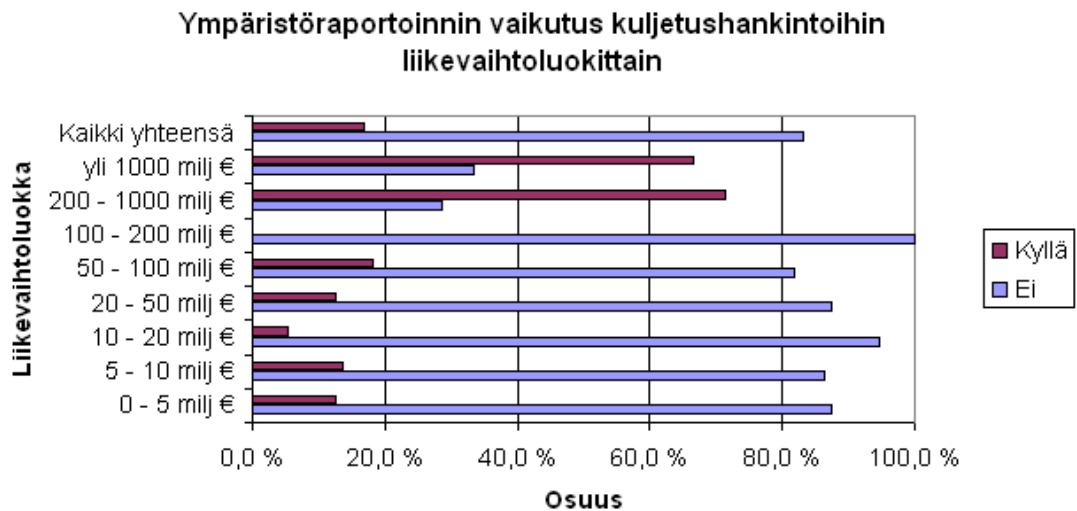
Toimiala	(lkm)	Tuote-kohtainen	Tuote-eräkohtainen	Lähetyskohtainen	Kuljetusreitti-kohtainen	Toimipaikka-kohtainen	Kuljetusten kokonais-summa
Metalliteollisuus	(15)	6,7 %	0,0 %	13,3 %	20,0 %	20,0 %	40,0 %
Teknologisteollisuus	(13)	15,4 %	7,7 %	15,4 %	7,7 %	30,8 %	23,1 %
Kauppa	(11)	0,0 %	0,0 %	27,3 %	0,0 %	9,1 %	63,6 %
Kemianteollisuus	(11)	0,0 %	0,0 %	9,1 %	18,2 %	18,2 %	54,5 %
Muu teollisuus	(8)	25,0 %	0,0 %	12,5 %	12,5 %	12,5 %	37,5 %
Rakentaminen	(7)	0,0 %	0,0 %	14,3 %	14,3 %	28,6 %	42,9 %
Elintarviketeollisuus	(6)	16,7 %	0,0 %	0,0 %	50,0 %	16,7 %	16,7 %
Metsäteollisuus	(5)	20,0 %	0,0 %	0,0 %	20,0 %	20,0 %	40,0 %
Muut palvelut	(1)	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	100,0 %
Kaikki yhteensä	(77)	9,1 %	1,3 %	13,0 %	15,6 %	19,5 %	41,6 %

Noin 85 % vastanneista olisi tyytyväinen sähköiseen raportointiin joko kirjallisesti tai taulukkolaskentamuodossa. Suoraa siirtoa tietokantaan - esimerkiksi EDI-siirtona - toivoi noin 11 % ja paperiraportointiin tyytyisi noin 3 % vastanneista (Mts. 6.).

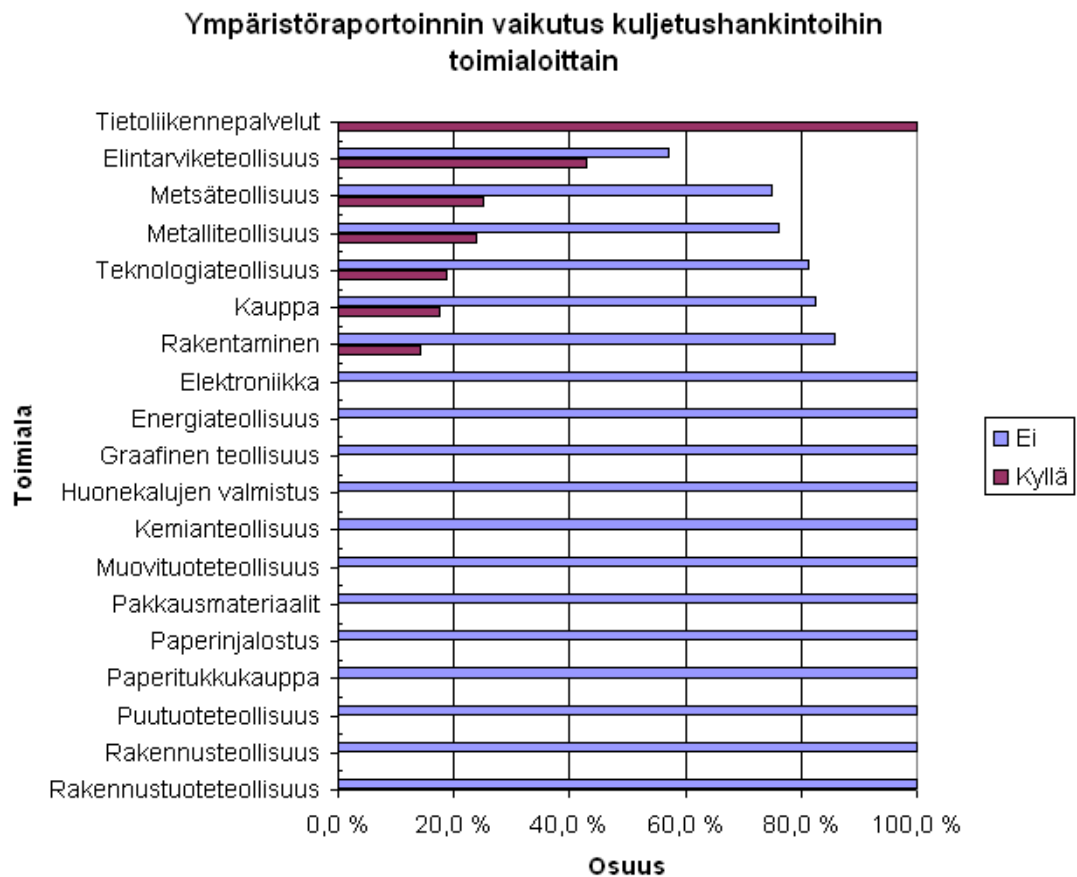
4.2.3 Raportointivalmiuden vaikutus kuljetusten hankintaan

Ympäristöraportointivalmiutta ei laajasti edellytetä kuljetusyrityksiltä palveluja hankittaessa, suuret yritykset edellyttävät raportointia pieniä enemmän, kuviossa 11 on esitetty kaaviona yritysten kanta kysyttäessä, ottaako vastaajayritys ympäristöraportointivalmiuden huomioon kuljetuspalvelujen hankinnassa.

Alakohtaisesti tarkasteltuna vain tietoliikennepalvelut, elintarvike-, metsä-, metalli- ja teknologiateollisuus sekä kaupan ala huomioivat ympäristöraportoinnin hankinnoissaan, muut alat eivät lainkaan, osuudet on esitetty kuviossa 12 (mts.6).

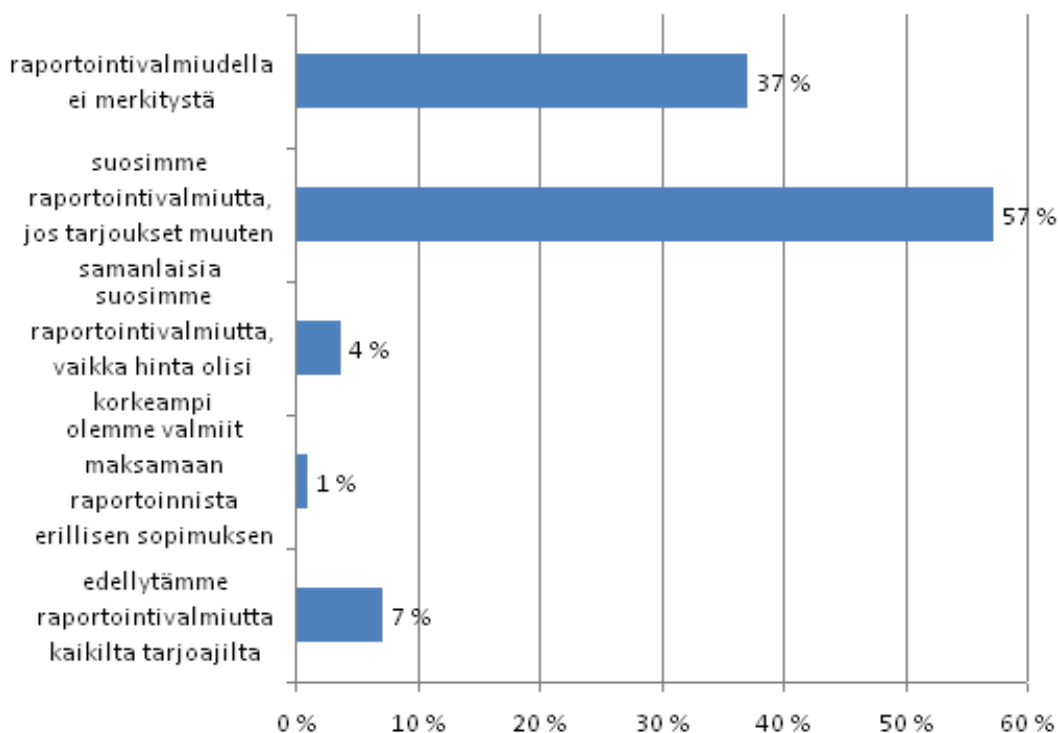


KUVIO 11. Ympäristöraportoinnin huomiointi liikevaihtoluokittain



KUVIO 12. Ympäristöraportoinnin huomiointi toimialoittain

Kuten edellä todettiin, ympäristöraportointia ei edellytetä, eikä valmiutta myöskään pidetä tärkeänä kuljetushankinnoista päätettäessä. Yli kolmasosalle raportointivalmiudella ei ole merkitystä ja yli puolet huomioi valmiuden, ellei se vaikuta tarjottuun hintaan. Vain pieni osa vastaajista edellyttää raportointia tai on valmis maksamaan siitä ylimääräistä. (Mts. 7.) Kuviossa 13 on esitetty raportointivalmiuden arvostus kaaviona.



KUVIO 13. "Kuinka tärkeänä pidätte kuljetusyrityksen ympäristöraportointivalmiutta kuljetuspalveluja hankkiessanne?"

Energiatehokkuusvaatimukset ja/tai -odotukset olivat linjassa raportointivaatimusten kanssa. Vain viidesosa vastanneista yrityksistä huomioi energiatehokkuuden tason kuljetuspalvelujen hankinnassa, suuret yritykset tässäkin enemmistönä. Vapaisissa kommentteissa muutama vastaaja uskoi energiatehokkuuden kehittyvän kustannuspaineiden takia luonnostaan. Pari vastaajaa mainitsi moottorien Euro-luokitusvaatimukset energiatehokkuusvaatimuksina. Energiatehokkuussopimusten arvostus oli melko alhaista, vain noin kuudesosa vastaajayrityksistä oli itse liittynyt energiatehokkuussopimukseen ja kuljetusyrityksiltä sitä edellytti vain noin 6 %.

4.2.4 Ympäristöraportointi tulevaisuudessa

Kyselyssä esitettiin vastaajille väittämiä tulevaisuuden energiatehokkuuden seurannasta ja raportoinnista ja pyydettiin vastaajien arvioita väittämien toteutumisen todennäköisyydestä. Taulukossa 7 on esitetty lähetyskohtaista hiilijalanjälkeä ja kuljetusten ympäristöraportointia koskevien tulevaisuusväittämien arviointi liikevaihtoluokittain. Toimialoittain samojen väittämien arviot ovat taulukossa 8.

TAULUKKO 7. Vastaajien arvioita ympäristöraportoinnin tulevaisuudesta liikevaihtoluokittain

Väittäjä	Liikevaihtoluokka	Arviointivaihtoehdot				
		Erittäin epätodennäköistä	Melko epätodennäköistä	Ei todennäköistä eikä epätodennäköistä	Melko todennäköistä	Erittäin todennäköistä
Yrityksemme tuotteissa on hiilijalanjälkimerkintä						
	yli 1000 milj €	0 %	0 %	50 %	50 %	0 %
	200-1000 milj €	14 %	0 %	43 %	43 %	0 %
	100-200 milj €	0 %	67 %	0 %	0 %	33 %
	50-100 milj €	0 %	27 %	36 %	18 %	18 %
	20-50 milj €	0 %	7 %	53 %	27 %	13 %
	10-20 milj €	11 %	47 %	16 %	11 %	16 %
	5-10 milj €	23 %	27 %	27 %	18 %	5 %
	0-5 milj €	16 %	16 %	26 %	29 %	13 %
	Ei tiedossa	0 %	0 %	0 %	100 %	0 %
	Kaikki yhteensä	12 %	23 %	29 %	24 %	12 %
Yrityksemme raportoi ympäristövaikutuksista vuosittain						
	yli 1000 milj €	0 %	0 %	0 %	50 %	50 %
	200-1000 milj €	0 %	0 %	0 %	14 %	86 %
	100-200 milj €	0 %	0 %	0 %	33 %	67 %
	50-100 milj €	0 %	0 %	0 %	45 %	55 %
	20-50 milj €	0 %	0 %	13 %	80 %	7 %
	10-20 milj €	5 %	26 %	26 %	26 %	16 %
	5-10 milj €	5 %	23 %	32 %	18 %	23 %
	0-5 milj €	13 %	10 %	16 %	39 %	23 %
	Ei tiedossa	0 %	0 %	0 %	100 %	0 %
	Kaikki yhteensä	5 %	12 %	17 %	38 %	28 %

Taulukko 7 jatkuu seuraavalla sivulla.

TAULUKKO 7 jatkuu

Yrityksemme edellyttää kuljetuspalvelujen toimittajalta ympäristövaikutusten raportointia		Erittäin epätodennäköistä	Melko epätodennäköistä	Ei todennäköistä eikä epätodennäköistä	Melko todennäköistä	Erittäin todennäköistä
	yli 1000 milj €	0 %	0 %	33 %	33 %	33 %
	200-1000 milj €	0 %	0 %	14 %	71 %	14 %
	100-200 milj €	0 %	33 %	33 %	33 %	0 %
	50-100 milj €	0 %	18 %	55 %	18 %	9 %
	20-50 milj €	0 %	0 %	40 %	47 %	13 %
	10-20 milj €	5 %	32 %	32 %	26 %	5 %
	5-10 milj €	18 %	32 %	27 %	23 %	0 %
	0-5 milj €	13 %	10 %	35 %	35 %	6 %
	Ei tiedossa	0 %	0 %	50 %	50 %	0 %
	Kaikki yhteensä	8 %	17 %	35 %	34 %	7 %

TAULUKKO 8. Vastajien arvioita ympäristöraportoinnin tulevaisuudesta toimialoittain

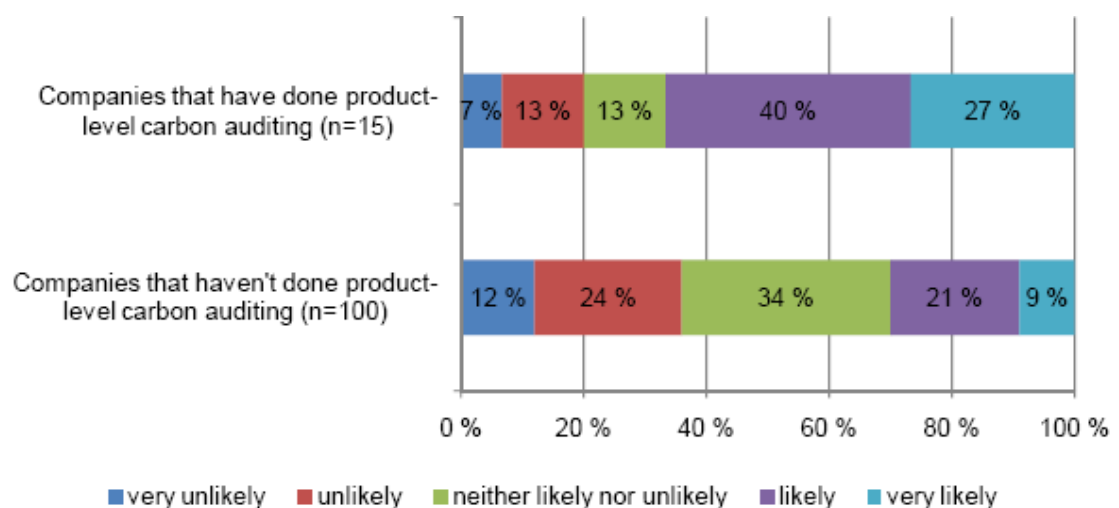
Väittämä	Liikevaihtoluokka	Arviointivaihtoehdot				
		Erittäin epätodennäköistä	Melko epätodennäköistä	Ei todennäköistä eikä epätodennäköistä	Melko todennäköistä	Erittäin todennäköistä
Yrityksemme tuotteissa on hiilijalanjälkimerkintä						
	Elintarviketeollisuus	0 %	0 %	63 %	38 %	0 %
	Kauppa	9 %	27 %	27 %	18 %	18 %
	Kemianteollisuus	0 %	38 %	23 %	23 %	15 %
	Metalliteollisuus	21 %	33 %	29 %	17 %	0 %
	Metsäteollisuus	0 %	25 %	0 %	50 %	25 %
	Muu teollisuus	20 %	13 %	7 %	47 %	13 %
	Muut palvelut	0 %	0 %	50 %	0 %	50 %
	Rakentaminen	11 %	22 %	44 %	0 %	22 %
	Teknologianteollisuus	13 %	13 %	40 %	27 %	7 %
	Kaikki yhteensä	12 %	23 %	29 %	24 %	12 %
Yrityksemme raportoi ympäristövaikutuksista vuosittain						
	Elintarviketeollisuus	0 %	0 %	13 %	50 %	38 %
	Kauppa	5 %	18 %	27 %	41 %	9 %
	Kemianteollisuus	0 %	0 %	0 %	38 %	62 %
	Metalliteollisuus	0 %	25 %	25 %	29 %	21 %
	Metsäteollisuus	0 %	0 %	0 %	50 %	50 %
	Muu teollisuus	20 %	7 %	13 %	27 %	33 %
	Muut palvelut	0 %	0 %	0 %	50 %	50 %
	Rakentaminen	11 %	22 %	0 %	56 %	11 %
	Teknologianteollisuus	7 %	0 %	27 %	40 %	27 %
	Kaikki yhteensä	5 %	12 %	17 %	38 %	28 %

TAULUKKO 8 jatkuu.

Yrityksemme edellyttää kuljetuspalvelujen toimittajalta ympäristövaikutusten raportointia		Erittäin epätodennäköistä	Melko epätodennäköistä	Ei todennäköistä eikä epätodennäköistä	Melko todennäköistä	Erittäin todennäköistä
	Elintarviketeollisuus	0 %	0 %	13 %	50 %	38 %
	Kauppa	14 %	9 %	27 %	45 %	5 %
	Kemianteollisuus	0 %	15 %	62 %	23 %	0 %
	Metalliteollisuus	4 %	38 %	25 %	29 %	4 %
	Metsäteollisuus	0 %	25 %	0 %	75 %	0 %
	Muu teollisuus	27 %	13 %	33 %	27 %	0 %
	Muut palvelut	0 %	0 %	50 %	50 %	0 %
	Rakentaminen	0 %	22 %	33 %	44 %	0 %
	Teknologiateollisuus	6 %	6 %	56 %	13 %	19 %
	Kaikki yhteensä	8 %	17 %	35 %	34 %	7 %

Arviot siitä, kuinka todennäköistä on että tulevaisuudessa yrityksen tuotteissa on hiilijalanjälkimerkintä, jakautuivat siis melko tasaisesti kolmeen osaan, noin kolmasosa piti sitä todennäköisenä, saman verran epätodennäköisenä ja loput eivät pitäneet sitä epätodennäköisenä eivätkä todennäköisenä.

Jo tehtyjen arviointien onnistumisesta kertoo se, että yli kaksi kolmasosaa arviointia tehneistä yrityksistä uskoi tuotekohtaisen merkinnän todennäköisyyteen ja vain viidesosa epäili sitä. Kuviossa 14 on esitetty edellä olevat vastaukset kaaviona (Liimatainen, 2010c, 4). (Mts. 4-5.)



KUVIO 14. Vastaukset väittämään "Tuotteissamme on hiilijalanjälkimerkintä vuonna 2016"

Yksi tutkimuksen selkeimpiä vastauksia saatiin väittämään "yrityksemme käyttää ympäristösyistä entistä vähemmän tiekuljetuksia"; vain 7 % piti tätä todennäköisenä ja 64 % epätodennäköisenä (Mts. 8). 44 % kaikista vastaajista (78 % suurista yrityksistä) kannustaa tulevaisuudessa kuljetusyrityksiä yhä energiatehokkaampaan toimintaan, tämä tarkoittaa, että kuljetuspalvelujen toimittajilta edellytetään tulevaisuudessa energiatehokkuuden jatkuvaa parantamista. (Mts. 8.)

Hieman yli puolet vastaajista uskoi, että yrityksen toimitusketjut tullaan suunnittelemaan yhteistyössä kuljetuspalvelujen toimittajan kanssa, prosentti oli suunnilleen sama kaiken kokoisissa yrityksissä; toimialakohtaisesti vastaukset hajaantuivat voimakkaasti. 38 % vastanneista pitää todennäköisenä, että tulevaisuudessa yritys käyttää energiatehokkuuskriteerejä kuljetuspalvelujen hankinnoissa; 27 % taas ei pidä sitä todennäköisenä, 35 % ei pidä todennäköisenä eikä epätodennäköisenä. Elintarvike- ja metsäteollisuudessa tätä pidettiin hyvin todennäköisenä. Energiatehokkuussopimuksiin uskoi tulevaisuudessa liittyvänsä noin puolet vastaajayrityksistä. (Mts. 7.)

4.3 Johtopäätökset ja lähetyskohtaisen hiilijalanjäljen rooli

Vastausten perusteella Liimatainen (mts. 8) suosittaa, että kuljetusalan kannattaisi standardoida asiakas- ja lähetyskohtaisen hiilidioksidipäästöjen laskentatavat. Yhtenäinen tapa laskea päästöt helpottaisi asiakkaan vertailua ja kykyä arvioida päästöjen määrää laskentamallin läpinäkyvyyden ansiosta. Yhtenäinen malli mahdollistaisi myös kuljetusasiakkaiden tuotekohtaisen hiilijalanjäljen laskennan, kun kuljetusten osuus olisi määriteltävissä yhteisten sääntöjen ansiosta, tämä mahdollistaisi asiakkaan liiketoiminnan kehittämisen hiilijalanjälkimerkintöjen muodossa.

Useimmille asiakkaille olisi toteutettavissa riittävä kuljetusten ympäristöraportointi varsin yksinkertaisin toimenpitein. Liimatainen toteaa (mts. 9), että yritykset olisivat tyytyväisiä neljännesvuosittain lähetettävään taulukkolaskentatiedostoon, josta tärkeimmät tunnusluvut käyvät ilmi. Kuljetusyritys voisi esimerkiksi tehdä luettelon tai ehdotuksen niistä tunnusluvuista, jotka se kykenee ra-

portoimaan ja sopia asiakkaan kanssa sellaisen käyttöönotosta. Tämä etenmistapa olisi suositeltava senkin takia, että asiakasyritykset eivät ole valmiita maksamaan ylimääräistä raportoinnista; kuljetusyrityksen ei kannata investoida suuria summia tuotteeseen, josta asiakas ei ole valmis maksamaan mitään.

Liimatainen kiteyttää (mts. 9) kyselyn vastaukset osuvan tiivistetysti: "ympäristöystävällisyyttä halutaan kehittää, mutta siitä ei olla valmiita maksamaan, ja kehittämisen keinot ovat epäselviä". Vaikuttaa siis sille, että ilman merkittäviä lainsäädännön tai asetusten muutoksia ympäristöraportoinnista ei tule kuljetusyrityksille kannattavaa liiketoimintaa, ennemmin kannattaa toteuttaa se laadukkaasti, mutta mahdollisimman taloudellisesti ja virtaviivaisesti (sekä ehdottoman läpinäkyvästi) ja tarjota se asiakkaille ilman eri korvausta normaalina laadukkaan kuljetusyrityksen raportointituotteena. Vaikka asiakas ei ole valmis maksamaan raportoinnista erikseen, niin hän voi olla valmis maksamaan raportoinnin sisältävästä laadukkaasta kuljettamisesta normaalia enemmän.

5 LOGISTISTEN TOIMINTOJEN VÄLITTÖMÄT PÄÄSTÖT

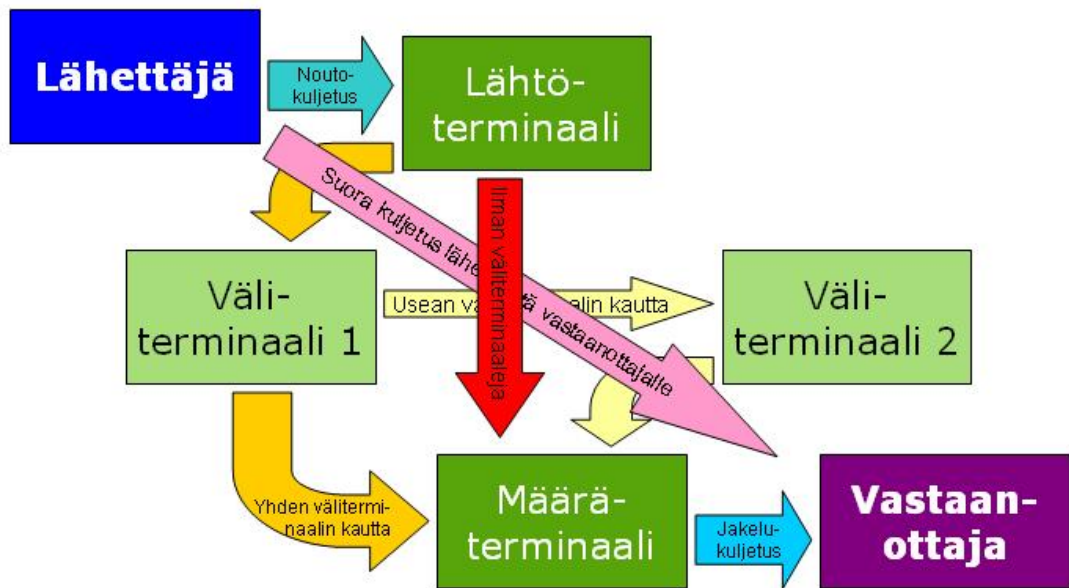
5.1 Hiilidioksidipäästöjen määrittäminen.

Hiilidioksidin kokonaispäästöjen määrittäminen on verrattain helppoa siksi, että päästön määrä on suoraan verrannollinen poltetun polttoaineen sisältämän hiilen määrään. Kokonaispäästöjen laskemiseksi tarvitsee siis vain laskea eri polttoaineiden kulutus yhteen ja muuntaa se hiilidioksidin määräksi ominaispäästökertoimia käyttäen.

Kokonaispäästön muuntaminen lähetyskohtaiseksi päästökseksi on paljon vaikeampaa. Kokonaispäästöt tulee kohdistaa (allokoida) yksittäisille lähetyksille aiheuttamisperiaatteen mukaisesti eli pitää tietää lähetysten energiankulutusvaikutus logistisen prosessin eri vaiheissa. Kappaletavaraliikenteessä kuljetusketju jakaantuu useaan osaan, noutokuljetus lähettäjältä lähtöterminaaliin voidaan tehdä yhdellä autolla, runkokuljetus lähtöterminaalista määräterminaaliin toisella autolla (joskus runkokuljetus voi sisältää useita väliterminaaleja ja sen eri osuudet voidaan ajaa eri autoilla) ja jakelukuljetus määräterminaalista vastaanottajalle kolmannella autolla. Autot voivat alihankkijoiden omistuksessa ja ne voivat olla aivan erityyppisiä ja -kokoisia ja ne voivat kuljettaa samassa kuormassa useiden asiakkaiden erikokoisia lähetystyyppejä, jotkut lähetykset ovat vain osan matkaa auton kuormassa ja joskus lähetykset kuljetetaan suoraan lähettäjältä vastaanottajalle, jolloin kuljetusketju ei noudatakaan edellä kuvattua prosessia. Kuviossa 15 on esitetty esimerkkinä VR Transpointin kuljetusprosessin eri muodot.

Terminaaleissa lähetystyyppejä voidaan käsitellä koneellisesti tai käsikäyttöisillä kuormankäsittelyvälineillä, terminaalit voivat olla erilaisia; joku voi olla ympäri vuoden normaaliin huonelämpötilaan lämmitetty, toinen taas voi olla lämmittämätön. Olosuhteet, kuten lämpötila ja ajovastukset vaihtelevat vuodenaikojen ja sään vaihdellessa. (Doherty, ym., 2010b, 6.)

VR Transpointin kuljetusprosessi eri muodoissaan



KUVIO 15. VR Transpointin kuljetusprosessin eri muodot

Vaikka teoreettisesti olisi saatavissa tietoa kuljetus- ja tavarankäsittelyvälineiden energian kulutuksesta, se ei kuitenkaan käytännössä ole käyttökelpoista - esimerkiksi raskaille ajoneuvoille ei ole saatavissa hankintavaiheessa valmistajan taholta ajoneuvon ominaisuudet huomioivia merkki- ja mallikohtaisia vertailukelpoisia polttoaineenkulutus- ja päästöarvoja, koska samanlaisia moottoreita voidaan käyttää eri vaihteistoilla ja välityssuhteilla riippuen ajoneuvon käyttötarkoituksesta (Nylund, Erkkilä & Hartikka, 2007, 8). Muuttuvia tekijöitä on lukematon määrä, joten ihan tarkkaan päästölaskentaan ei ole mahdollista päästä ilman lähetystietoihin yhdistettyä reaaliaikaista logistiseen prosessiin osallistuvan resurssin energiankulutusmittausta. Ajoneuvon reaaliaikainen kulutusseuranta on mahdollista toteuttaa esimerkiksi ajoneuvon moottorin CAN-väylätietoja lukevalla ja tallentavalla laitteella, jotka ovat yleistymässä ammatti-liikenteessä (Liimatainen, 2010a, 21).

Edellä esitetyn perusteella lähetyskohtaisen hiilijalanjäljen määrittämisessä ei olekaan kyse gramman tarkkuudella lasketun päästön selvittämisestä, vaan ymmärrettävillä oikeaksi todetuilla perusteilla lasketun ja käyttökelpoiseksi todetun likiarvon selvittämisestä. Tarkkuustason tulee silti olla riittävä, jotta logistiikan päästöt voidaan laskea mukaan kuljetettujen tuotteiden elinkaaren aikai-

siin päästöihin. Lisäksi laskentaperusteiden tulisi olla samat kaikilla logistiikkaoperaattoreilla vertailun - ja miksei mahdollisen päästökaupankin - mahdollistamiseksi.

5.1.1 Päästöjen kohdistamisperusteet

5.1.1.1 Lähetyksen massa ja tilavuus

Kohdistettaessa päästöjä logistisen prosessin aikana käsitellyille kappaletavara-lähetyksille yhtenä jakoperusteena on lähetyksen massa. Massa vaikuttaa kuljetuksen energian kulutukseen lisäämällä ajoneuvon vierintä- ja nousuvastusta. Terminaali- ja varastointitoiminnoissa lähetyksen massa vaikuttaa energian kulutukseen lähinnä niin, että painavia lähetyksiä siirrellessä energiaa kuluu enemmän kuin kevyitä lähetyksiä siirrellessä. Näissä toiminnoissa ratkaisevampi jakoperuste onkin lähetyksen tilavuus, eli sen terminaalista tai varastosta varaama tila - mitä suurempia lähetyksiä, sitä enemmän tarvitaan lämmitettyä tai jäähdytettyä tilaa. Logistiikkaprosessin tukitoimintojen aiheuttamia päästöjä kohdistettaessa kohdistamisperusteena tulee käyttää lähetysten lukumäärää, lähetyksen koko tai massa ei vaikuta tukitoimintojen päästöihin.

Rahdituspainon määritelmä

Rahdituspaino on kappaletavaraliikenteessä käytetty laskennallinen suure, jolla pyritään suhteuttamaan lähetyksen paino sen varaamaan kapasiteettiin riippumatta lähetyksen todellisesta eli bruttopainosta. Lähetyksen tilavuus muunnetaan rahdituspainoksi kertomalla lähetyksen äärimittojen mukaan kuutiometreiksi (m^3) laskettu tilavuus kuljetusmuotokohtaisella tilavuuspainolla (esim. maantiekuljetuksissa $333 \text{ kg}/m^3$).

Lavametrit (lvm) muunnetaan rahdituspainoksi kertomalla lavametrien määrä kuljetusmuotokohtaisella lavametripainolla (kotimaan maantiekuljetuksissa $1850 \text{ kg}/\text{lvm}$). Lavametrejä käytetään rahditusperusteena silloin, kun lähetys varaa ajoneuvon kuormatilan koko leveydeltään ja korkeudeltaan mittojensa tai esimerkiksi päällelastaus- tai yhteenkuormauskiellon takia. Sekä tilavuuden että lavametrien mukaan rahditettujen lähetysten rahdituspainon yksikkö on bruttopainon lailla kilogramma (kg).

Rahdituspaino on erittäin yleinen laskutusperuste kappaletavarakuljetuksissa ja tämän takia bruttopainoa ei usein huomioida mitenkään yrityksen raporteissa, esimerkiksi VR Transpointin raportointijärjestelmässä esitetään yleensä vain rahdituspaino. Eri yritysten tonnikilometritietojen vertaamisesta haasteellista tekeekin se, että toiset laskevat ne bruttotonnien ja toiset taas rahditustonnien mukaan. Kapasiteetin käytön tehokkuutta arvioitaessa rahditustonneja voidaan verrata bruttotonneihin, mutta päästölaskennassa tilanne muuttuu; bruttopaino vaikuttaa suoraan energian kulutukseen, kun taas rahdituspaino on vain laskennallinen suure.

Rahdituspainon perusteet

Rahdituspainot perustuvat yleisesti käytössä olevien kuljetusvälineiden keskimääräiseen kapasiteettiin sekä tilavuuden että kantavuuden osalta. Logistiikkayritysten Liitto ry. on määritellyt kotimaan liikenteen standardikuljetusyksikön mitat siten, että yksikön kantavuus on 37000 kg, tilavuus 110 m³ ja kapasiteetti 20 lavametriä (Logistiikkayritysten liitto, 2010). Näillä arvoilla lavametripainoksi tulee 1850 kg ja kuutiopainoksi 336,4 kg. Suomessa kotimaan kappaletavara-liikenteessä käytetään yleisesti (esim. Itella, Kaukokiito, Kiitolinja-Schenker ja VR Transpoint) kuutiometrin rahdituspainona 333 kg ja lavametrin rahdituspainona 1850 kg. (Edellä mainittujen yritysten www-sivut.)

Rahdituspainot voivat vaihdella kuljetusmuodon tai jopa rahdinkuljettajan mukaan, esimerkiksi lavametrin rahdituspaino voi kansainvälisissä kuljetuksissa olla 2000 kg/lvm. Tilavuuspaino on lentokuljetuksissa 167 kg/m³ ja merikuljetuksissa 1000 kg/m³ (Beweship, 2010). Muun muassa tämä seikka tulee aiheuttamaan vertailtavuusongelmia lähetyskohtaisten päästöjen laskennassa tultavaksi.

5.1.1.2 Kuljetusmatka

Kuljetusmatka vaikuttaa logististen toimintojen aiheuttamiin bruttopäästöihin. Mitä pidempi matka, sen enemmän tarvitaan polttoainetta kuljettamiseen ja polttoaineen palaessa syntyy hiilidioksidipäästöjä. Pitkällä matkalla liikennesuoritekohtainen keskikulutus on pienempi kuin lyhyellä matkalla, koska kiihdytysten vaikutus vähenee, mutta kokonaiskulutus on suurempi. Kuten kuviossa

5 Doherty ja muut (2010, 3) esittävät, matkan ja lähetyksen massan tulo tonnikilometri on useimmissa kuljetusmuodoissa ja niiden vaiheissa suositeltavin yksikkö käytettäväksi päästöjen kohdistamisyksikkönä.

Kuljetusmatka voidaan mitata kahdella eri tavalla. Tavarän lähettäjän näkökulmasta matka on suurin reitti lähtöpaikasta tavarän toimitusosoitteeseen. Kuljetusliikkeen näkökulmasta matka mitataan kuljetusliikkeen reitityksen mukaisesti, jolloin lähetys usein kulkee tiettyjen terminaalien kautta eli lähettäjältä kuljetusliikkeen noutoterminaaliin, sieltä määrä- eli jakeluterminaaliin, josta edelleen vastaanottajalle. Lähetyskohtaisesti mitattuna nouto- ja jakelumatkat voivat vielä sisältää ylimääräisiä ajokilometrejä, jos kuljetusliike ajaa esimerkiksi lenkkinä kyseiset tehtävät - niin kuin kappaletavaraoperaattorit usein tekevät. Kuljetusliikkeillä voi olla myös eri tuotteita, jolloin pienet (esim. alle 2500 kg) lähetykset kuljetetaan terminaaliverkostoon tukeutuen ja suuret lähetykset suoraan lähettäjältä vastaanottajalle. (Suomen DB Schenker, 2011.)

5.1.1.3 Logistisiin toimintoihin käytetty aika

Aika vaikuttaa päästöihin logistissa prosesseissa lähinnä varastoinnin yhteydessä. Varaston lämmitys ja valaistus sekä mahdollinen sisäinen tavarän käsittely kuluttavat energiaa, tästä aiheutuvat päästöt tulee jakaa varastoitaville tavaroille varastointiajan ja tavaröiden koon tulolle. Kun kuljettamisessa puhutaan tonnikilometreistä, varastoinnissa on kyse kuutiotunneista, tai -vuorokausista jne. (Doherty ym., 2010a, 3), kuutiot voidaan toki korvata myös lavapaikoilla tai muulla varaston kapasiteettia varaavalla yksiköllä - kyse on laskutusperusteesta eli tekijästä, jonka perusteella logistiikkaoperaattori laskuttaa toimeksiantajaansa tehdystä työstä.

5.2 Kuljettaminen

5.2.1 Energiankulutukseen vaikuttavat tekijät

Ajoneuvon energiankulutukseen vaikuttavat tärkeimmät tekijät ovat moottorin ominaiskulutus ja ajovastusten (vierintä- eli rullausvastus, ilmanvastus ja nousuvastus) voittamiseen tarvittavan työntötehon tarve eli ajovastukset kerrottu-

na nopeudella. Ajovastuksiin vaikuttavat ajotehtävässä käytetyn kaluston tekniset ominaisuudet, ajoneuvon kuorma, kuljettajan ajotapa, muu liikenne, ajoradan ominaisuudet ja ajokeli (Liimatainen, 2010a, 20). Ajovastuksien lisäksi on huomioitava ajoneuvon moottorin ja voimalinjan eli vaihteiston ja voimansiirron hyötysuhde.

5.2.1.1 Ominaiskulutus

Moottorin ominaiskulutus määräytyy teknisten ominaisuuksien ja kuormitusasteen perusteella, sillä moottorin kuormitus vaikuttaa hyötysuhteeseen ja tätä kautta edelleen ominaiskulutukseen. Teknisistä ominaisuuksista mainittakoon polttonesteen ruiskutuksen ohjaus, ilman virtaus, polttonesteen sekoittuminen ja jakautuminen ilmaan oikealla tavalla (Huhtamaa, Lehtinen, Rantala, & Setälä, 2007, 208). Ominaiskulutuksen yksikkö on grammaa/kilowattitunti [g/kWh] eli se kuvaa moottorin kuluttamaa polttoaineen massaa sen tuottamaa kilowattituntia kohti. Esimerkki ominaiskulutuskuvaajasta on liitteessä 3 (Hurme & Nykänen, 1990). Moottorin kuormituksella tarkoitetaan sen voiman- eli puhekielellä vääntömomentin ja tehon tuottoa. Käytettäessä moottoria mahdollisimman suurella vääntömomentilla ja puristussuhteella hyötysuhde on suurimmillaan ja ominaiskulutus pienimmillään - joskin mekaaniset kitkahäviöt kasvavat suurilla puristussuhteilla aiheuttaen kulutuksen kasvua. Raskaissa ajoneuvoissa käytettyjen suorasuihkutusdieselmootoreiden ominaiskulutus on tavallisesti pienimmillään 75 - 100 %:n kuormituksella, jolloin hyötysuhde on noin 35 - 46 %. (Huhtamaa ym., 2007, 206.)

Hyötysuhde laskee kuormituksen vähentyessä ja on usein maantieajossa 25 - 50 %:n kuormituksella noin 35 % ja 10 % kuormituksella noin 25 %. Hyötysuhde ilmaisee, miten suuren osan saamastaan energiasta kone kykenee muuttamaan halutunlaiseen muotoon, se lasketaan yhtälöllä

$$\eta_e = W_A / W_O,$$

jossa W_A = vauhtipyörältä kytkimelle saatavissa oleva työ ja

W_O = käytetyn polttoaineen energiasisältö (Huhtamaa ym., 2007, 206).

Tärkein keino ajoneuvon polttoaineen kulutuksen hallinnassa onkin voimalinjan välityssuhteiden sovittaminen mahdollisimman optimaaliseksi erilaisiin ajotilanteisiin, jotta moottori saataisiin käymään mahdollisimman hyvällä hyötysuhteella. Ja tuolloin kuljettajan tulee osata valita oikea välitys kuhunkin tilanteeseen, eli ajotavalla on ratkaiseva merkitys energiatehokkuuteen. Viime vuosina erilaiset vaihteistoautomatiikat ovat yleistyneet ja auttaneet sitä kautta kuljettajia taloudelliseen ajotapaan.

5.2.1.2 Ilmanvastus

Ilmanvastukseen vaikuttaa ajoneuvon aerodynamiikka eli alustan ja päällirakenteen pintojen muodot sekä ajoneuvon otsapinta-ala. Ajoneuvon kuormituksella ei ole vaikutusta ilmanvastukseen, mutta nopeus vaikuttaa toisessa potenssissa, eli nopeuden kaksinkertaistaminen nostaa ilmanvastusta nelinkertaiseksi. Volvon internetsivuilla todetaan, että nopeuden alentaminen 90 km/h:sta 80 km/h:iin laskee polttoaineen kulutusta 6 % (www.volvotrucks.com). Kuljettajan ajotavalla on näin ollen suuri merkitys ilmanvastukseen, ylinopeus nostaa kulutusta merkittävästi. Ilmanvastus (F_i) lasketaan yhtälöllä:

$$F_i = k * c * A * ((\rho * v^2) / 2),$$

jossa k = korjauskerroin,

c = ilmanvastuskerroin,

A = otsapinta-ala,

ρ = ilman tiheys (yleisesti $1,225 \text{ kg/m}^3$) ja

v = ajoneuvon nopeus.

5.2.1.3 Nousuvastus

Ajoneuvon kuormitus vaikuttaa vierintä- ja nousuvastuksiin siten, että vastukset kasvavat kuormituksen kasvaessa. Näin ollen energiankulutus kasvaa auton kuormituksen kasvaessa. Nousuvastus ei kuitenkaan aiheuta energiahäviötä, koska korkeuden muutoksen aiheuttama työmäärä palautuu seuraavassa alamäessä (mikäli liike-energia hyödynnetään kokonaan). Kyse on oikeammin energian varastoitumisesta. Kuljettajan on mahdollista ajotavallaan vaikuttaa nousuvastuksen energiankulutukseen esimerkiksi ennakoiden nousun

päätyminen vähentämällä polttoaineen syöttöä (eli kansanomaisesti nostamalla kaasupoljinta) tai nopeusrajoituksen ja muun liikenteen salliessa ottamalla alamäestä vauhtia seuraavaan ylämäkeen.

Nousuvastus saattaa kuitenkin aiheuttaa energiahäviötä siinä tapauksessa, että mäen päälle noustessa ajoneuvon kuorma on suurempi kuin mäen päältä laskeuduttaessa, tällöin laskun tuottama liike-energia ei ole yhtä suuri, kuin nousun vaatima liike-energia. Kappaletavaraliikenteessä kokonaispäästöjä laskettaessa tämä voi esiintyä esimerkiksi siinä tapauksessa, että saapuvavoittoisen terminaalin toiminta-alue on korkeammalla kuin muiden sinne tavaraa lähettävien terminaalien alueet. Käytännön korkeuserot ovat kuitenkin niin pienet, ettei niillä ole merkitystä lähetyskohtaisia päästöjä laskettaessa. Sen sijaan nopeusrajoitukset ja muu liikenne saattavat aiheuttaa sen, että alamäessä saavutettua hyötyä ei voida täysin hyödyntää seuraavaa ylämäkeä varten, jolloin nousuvastus aiheuttaa energiahäviön. Nousuvastus (F_n) lasketaan yhtälöllä:

$$F_n = m * g * \sin \vartheta,$$

jossa m = auton massa,

$$g = 9,81 \text{ m/s}^2 \text{ ja}$$

ϑ = mäen nousukulma.

5.2.1.4 Vierintävastus

Raskaissa ajoneuvoissa vierintävastus on määräävä energiankulutustekijä ajettaessa alle 80 kilometrin tuntinopeudella, ilmanvastus kasvaa merkittävämmäksi tätä nopeammin ajettaessa. Noin 90 % vierintävastuksesta aiheutuu renkaiden pyörimisessä tapahtuvan kulutuspinnan ja rungon muodonmuutoksista (Hyvärinen, Mylläri, Rantala, & Sirola, 2006, 136). Vierintävastukseen vaikuttaa myös tien päällysteen laatu ja ajokeli. Vierintävastus (F_r) lasketaan yhtälöllä:

$$F_r = f * N,$$

jossa f = vierintävastuskerroin ja

$$N = m * g \text{ eli normaalivoima.}$$

Jos oletetaan, että nousuvastus eliminoituu maaston muotojen vaihdellessa, niin kuorman vaikutus energiankulutukseen voidaan kokonaan laskea yhtälöllä, eli $Fr = f \cdot N$. Sijoittamalla yhtälöön esimerkkisarvot $f = 0,011$ (Nokian renkaat Oyj:n ilmoittama nykyrenkaiden vierintävastusarvo on keskimäärin 0.01 - 0.012 (www.nokianrenkaat.fi)) ja $m = 60\,000$ kg sekä $g = 9,81$ m/s², saadaan laskutoimitus:

$$Fr = 0,01 \cdot 60000 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2, \Rightarrow \underline{Fr = 6474,6 \text{ N}^{**}}$$

** Kaikkien ajovastusten yksikkö on Newton eli kgm/s².

Vierintävastuksen voittamiseen tarvittava moottorin teho lasketaan yhtälöllä:

$$Pr = Fr \cdot v,$$

jossa v = nopeus

Esimerkinnopeudella 80 km/h saadaan tarvittavaksi tehoksi:

$$Pr = 6474,6 \text{ N} \cdot 22,2 \text{ m/s}$$

$$\Rightarrow \underline{Pr = 143,9 \text{ kW}}$$

5.2.2 Kuormituksen vaikutus ajoneuvon energiankulutukseen.

Polttoaineen kulutuksen laskemiseksi tarvitaan moottorin vääntömomentti ja pyörintänopeus sekä ominaiskulutus näiden arvojen perusteella. Vääntömomentti ja pyörintänopeus voidaan johtaa työntövoiman F_t sekä moottorin tehon P_m avulla:

$$F_t = M_m \cdot \sum i \cdot \sum \mu / r,$$

jossa M_m = moottorin vääntömomentti,

$\sum i$ = kokonaisvälityssuhde,

$\sum \mu$ = kokonaishyötysuhde, ja

r = renkaan säde

Kun lasketaan vain vierintävastuksen aiheuttamaa polttoaineen kulutusta, voidaan F_t asettaa samaksi kuin Fr . Oletetaan myös vaihteiston välityssuhteeksi

0,87 (hyötysuhde 0,97) ja vetävän akselin välityssuhteeksi 4,11 (hyötysuhde 0,96) ja renkaan säteeksi 520 mm, jolloin voidaan laskea:

$$6474,6 \text{ N} = Mm * 0,87 * 4,11 * 0,97 * 0,96 / 0,520 \text{ m} \Leftrightarrow$$

$$Mm = (6474,6 \text{ N} * 0,52 \text{ m}) / (0,87 * 4,11 * 0,97 * 0,96) \Leftrightarrow$$

$$\underline{Mm = 1011 \text{ Nm}}$$

Teho laskettiin jo edellä, joten pyörintänopeus voidaan nyt laskea sen ja äsken saadun vääntömomentin perusteella:

$$\mathbf{Pm = Mm * 2 * \pi * n_m},$$

jossa Mm = moottorin vääntömomentti, ja

n_m = moottorin pyörintänopeus

Eli $n_m = Pm / (Mm * 2 * \pi)$, sijoitetaan arvot:

$$n_m = 143900 \text{ W} / (1011 \text{ Nm} * 2 * \pi) \Leftrightarrow$$

$$n_m = 24,33244 \text{ 1/s} = \underline{1460 \text{ r/min}}$$

Esimerkkinä käytetyssä ominaiskulutuskuvaajassa (liite 3) näillä arvoilla kulutus b on 213 g/kWh ja polttoaineen tiheys on 0,85 kg/l, joten vierintävastuksen aiheuttama polttoaineen kulutus m_r on

$$m_r = Pr * b = 143,9 \text{ kW} * 213 \text{ g/kWh} = 30646 \text{ g/h} = 26,05 \text{ l/h}$$

$$= \underline{32,56 \text{ l/100 km}}$$

$$= \underline{0,54 \text{ l/tn}}$$

Selvitetään kahdella lisäesimerkillä - 42 tonnin kokonaispainolla eli puolella kuormalla ja 24 tonnin kokonaispainolla eli tyhjällä yhdistelmällä - kuorman painon vaikutus kulutukseen olettaen edelleen, että nousuvastukset kumoutuvat ajoreitillä. Huomattavaa on, että ominaiskulutus kasvaa moottorin kuormituksen vähentyessä. Alla laskutoimitusten lopputulokset eri kokonaispainoilla:

42000 kg:n kokonaispainolla:

$$Fr_{42} = 0,01 * 42000 \text{ kg} * 9,81 \text{ m/s}^2, \Rightarrow \underline{4532,2 \text{ N}^{**}}$$

$$Pr_{42} = 4532,2 \text{ N} \cdot 22,2 \text{ m/s} \quad \Rightarrow \underline{100,7 \text{ kW}}$$

$$Mm_{42} = \underline{707,8 \text{ Nm}}$$

$$n_{m42} = 24,33244 \text{ 1/s} = \underline{1460 \text{ r/min}} \quad \Rightarrow \text{ ominaiskulutus on } 233 \text{ g/kWh}$$

$$m_{r42} = Pr \cdot b = 100,7 \text{ kW} \cdot 233 \text{ g/kWh} = \underline{24,93 \text{ l/100 km}}$$

$$= \underline{0,59 \text{ l/tn}}$$

24000 kg:n kokonaispainolla:

$$Fr_{24} = 0,01 \cdot 24000 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2, \quad \Rightarrow \underline{2589,8 \text{ N}^{**}}$$

$$Pr_{24} = 2589,8 \text{ N} \cdot 22,2 \text{ m/s} \quad \Rightarrow \underline{57,5 \text{ kW}}$$

$$Mm_{24} = \underline{404,5 \text{ Nm}}$$

$$n_{m24} = 24,33244 \text{ 1/s} = \underline{1460 \text{ r/min}} \quad \Rightarrow \text{ ominaiskulutus on } 255 \text{ g/kWh}$$

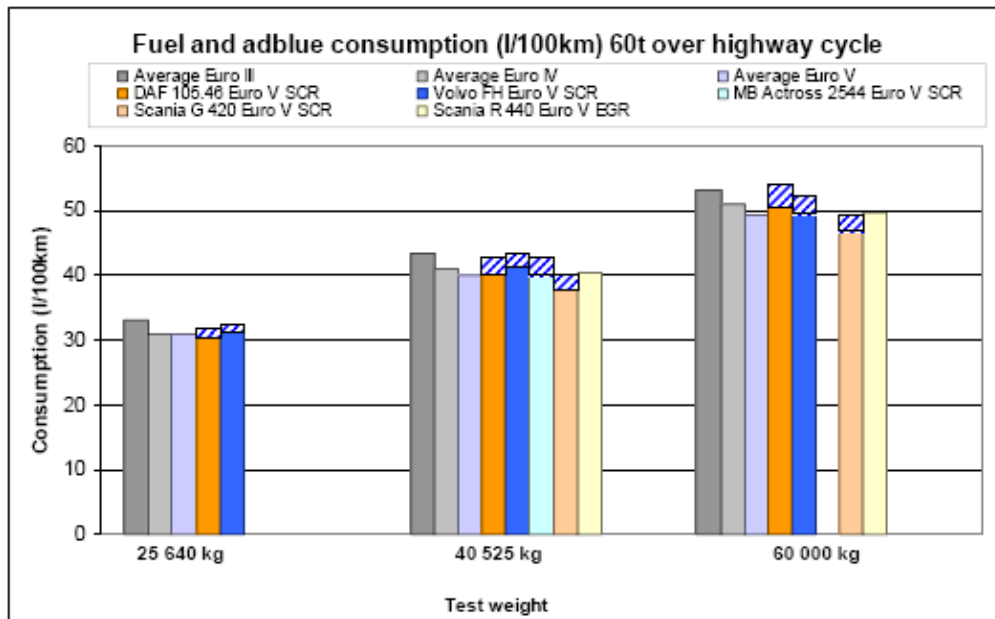
$$m_{r24} = Pr \cdot b = 57,5 \text{ kW} \cdot 255 \text{ g/kWh} = \underline{15,59 \text{ l/100 km}}$$

$$= \underline{0,65 \text{ l/tn}}$$

Polttoainetta kuluu keskimäärin 0,59 litraa kokonaispainon tonnia kohti, eli jokainen ajoneuvoon kuormattu tonni nostaa polttoaineen kulutusta moottorin kuormituksesta riippuen 0,65 - 0,54 litraa.

Edellä olevissa laskuesimerkeissä ilmanvastuksen aiheuttamaa momentin tarvetta ei huomioitu, se olisi nostanut moottorin kuormitusastetta ja sen myötä hieman pienentänyt ominaiskulutusta. Kulutuksen kasvu hidastuu lähestyttäessä täyttä kuormaa, koska moottorin ominaiskulutus pienenee kuormituksen kasvaessa ja hyötysuhteen parantuessa. Laskettaessa päästöjä teoreettisesti voidaan keskiarvolukua käyttämällä kompensoida jonkin verran rahdituspainojen aiheuttamaa epätarkkuutta, tilavuuspainon mukaan laskettujen lähetysten painohan on laskennassa todellista pienempi, jolloin ajoneuvon laskennallinen polttoaineen kulutus on myös todellista pienempi. Toisaalta kappaletavaraliikenteessä ajoneuvojen kokonaispainot jäävät lähes aina lähemmäs puoliksi kuormattua ajoneuvoa, joten moottorit eivät välttämättä käy parhaalla hyötysuhteella, joka taas nostaa suhteellista kulutusta verrattuna täyteen kuormitukseen.

VTT on RASTU- ja HDENIQ-projekteissa mitannut 60 tonnin yhdistelmien vetoautojen polttoaineen kulutuksia laboratoriossa eri ajosykleillä eri kuormituksilla ja todennut, että kuorman lisäksi kulutukseen vaikuttaa myös moottorin päästöluokka (Erkkilä, Hartikka, Laine, Ahtiainen, Rahkola, Nylund, Mäkelä, Lappi, Noponen & Liimatainen, 2010). Mutta kuten kuviossa 16 (VTT, 2010) näkyy, kuorma tietenkin vaikuttaa eniten kulutukseen ja on karkealla tasolla myös edellä esitetyn laskelman mukainen.

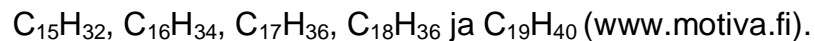


KUVIO 16. Polttoaineen kulutus maantiesyklissä eri kuormituksilla

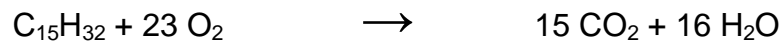
5.2.3 Dieselöljy ja sen palamisessa syntyvä hiilidioksidipäästö

Dieselöljy on kevyttä polttoöljyä ja se luokitellaan palavaksi nesteeksi. Polttoöljy on kasvi- ja eläinjäteperäistä hapettomissa olosuhteissa hyvin pitkän ajan kuluessa syntynyttä fossiilista uusiutumattomaa polttoainetta. Sen leimahduspiste on 55 - 100 °C, keskimääräinen energiasisältö 10 kWh/litra (= 11,8 kWh/kg) ja tehollinen lämpöarvo 43 MJ/kg. Tehollinen lämpöarvo tarkoittaa lämpöenergian määrää, joka vapautuu poltettaessa 1 kg dieselöljyä, kun polttoaineessa ja palamisessa muodostunut vesi ovat vesihöyryinä. Tämä on myös kaupankäynnissä ilmoitettava lämpöarvo. (Antila, Karppinen, Leskelä, Mölsä & Pohjakallio, 2005, 112-113.)

Kevyestä polttoöljystä saadaan dieselöljyä jalostamalla se liikennekäyttöön sopivammaksi pienentäen sen rikki- ja hiukkaspäästöjä. EU:n alueella dieselöljyn rikkipitoisuus on alle 0,035 %, Suomessa myytävä dieselöljy sisältää rikkiä enintään 0,005 %. Dieselöljyn tiheys on 0,82 - 0,845 kg/litra. Dieselöljy koostuu sadoista hiilivedyistä. Sen pääkomponentin muodostaa raakaöljyn tislauksesta saatava jae, joka sisältää noin 86 massaprosenttia hiiltä ja 14 massaprosenttia vetyä (Antila ym., 2005, 115). Esimerkkejä dieselöljyn kemiallisista kaavoista:



Dieselöljyn palaminen on eksoterminen reaktio, eli palavasta aineesta (hiilestä ja vedystä) vapautuu energiaa, joka ilmenee lämpönä ja valona. Palaminen perustuu seuraavaan yksinkertaistettuun kemialliseen reaktioon (esimerkki ensimmäisestä edellä mainitusta kemiallisesta kaavasta):



Jotta voitaisiin laskea tarkat dieselöljyn palamispäästöt, tarvittaisiin tieto sen tarkasta koostumuksesta. Dieselöljyn koostumus kuitenkin vaihtelee laaduittain ja jopa tuotantoerittäin, joten Neste Oilin tutkimuskeskuksen asiantuntija Markku Kuronen suosittelee (2011) laskemaan hiilidioksidipäästöjen määrän polttoaineen hiilipitoisuuden avulla:

Hiilipitoisuus dieselissä on noin 86 %. Dieselöljyn keskimääräinen tiheys vaihtelee laaduittain, kesädieselin tiheys on noin 835 - 845 g/l ja talvidieselin 820 - 835 g/litra. Seuraava laskentaesimerkki on laskettu tiheydellä 835 g/litra.

Dieselöljyn yhden litran massa ja sen sisältämä hiilen massa:

tiheys * tilavuus = 835 g/l * 1 l = 835 g polttoainetta, jossa hiilen osuus on 86 %

eli 0,86 * 835 g = 718,1 g hiiltä

$$\begin{aligned} \text{Ainemäärä } n(\text{C}) &= n(\text{CO}_2) = m(\text{C}) / M(\text{C}) \\ &= 718,1 \text{ g} / 12,01 \text{ g/mol} = 59,7918 \text{ mol} \end{aligned}$$

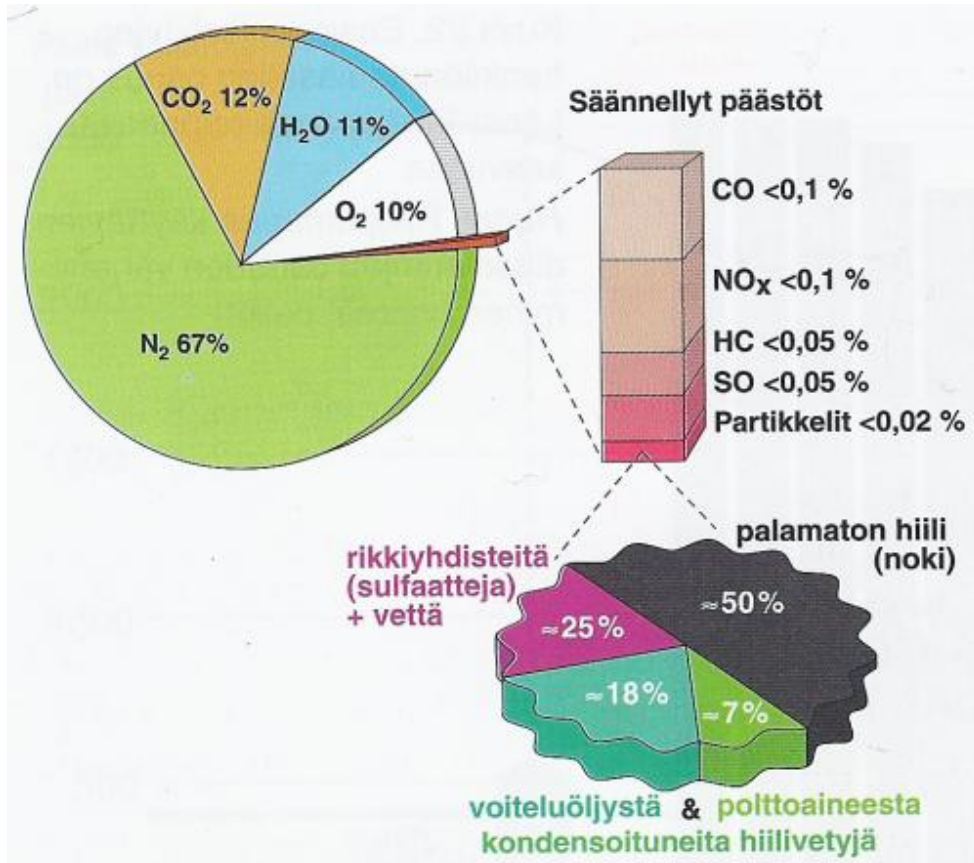
$$\begin{aligned} m(\text{CO}_2) &= n(\text{CO}_2) * M(\text{CO}_2) \\ &= 59,7918 \text{ g/mol} * (12,01 + 16 * 2) \text{ mol} = 2631 \text{ g} \end{aligned}$$

Eli yhdestä litrasta dieselöljyä syntyy hiilidioksidia noin 2630 g kyseisellä tiheydellä laskettuna. (Kuronen, 2011)

Yleisesti käytetty dieselöljyn CO₂-ominaisuuspäästökerroin 2660 g/litra syntyy tiheydellä 844,2 g/litra, joka on lähellä kesälaatuksen suurinta tiheyttä.

5.2.4 Polttoaineen palamisessa syntyvät muut päästöt

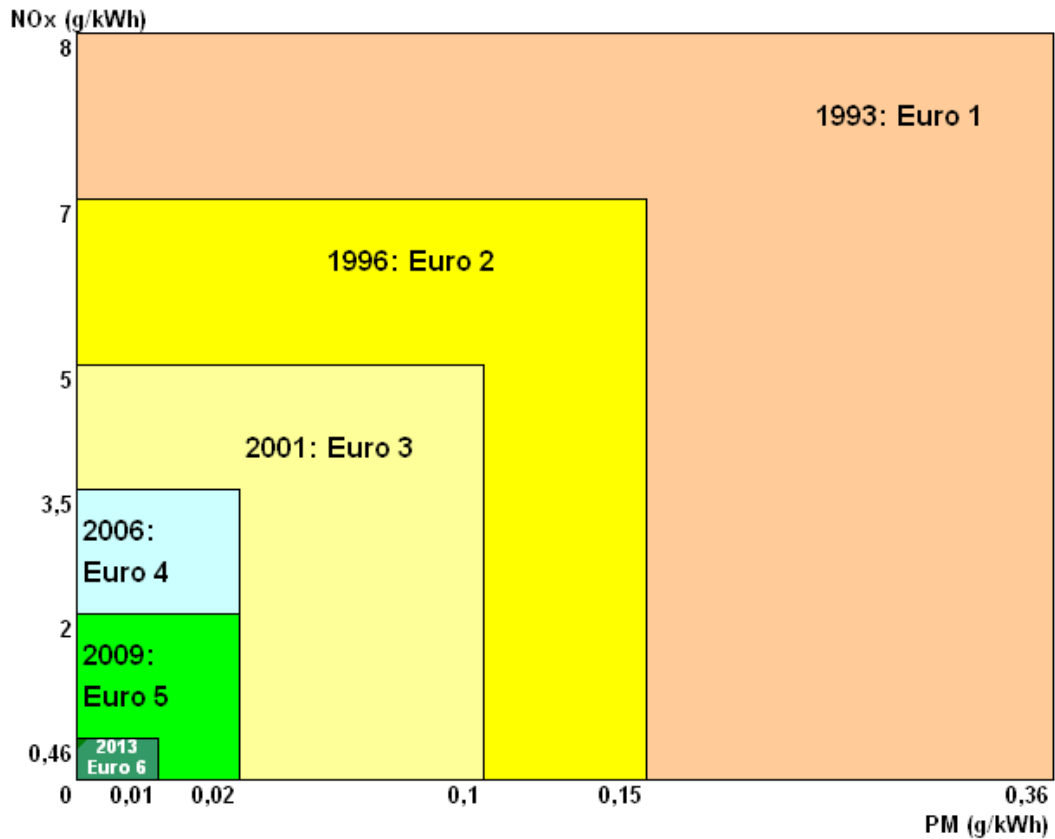
Dieselmoottorin palotapahtumassa vapautuva pakokaasu sisältää hiilidioksidin (12 %) lisäksi seuraavia muita kaasumaisia yhdisteitä: typpeä (N₂) noin 67 % (vaikka dieselöljy ei sisällä typpeä, niin pakokaasut sisältävät aina typen oksideja, koska palamisessa käytetään ilmaa), vesihöyryä (H₂O) noin 11 %, happea (O₂) noin 10 %. Näiden lisäksi vapautuu ns. säänneltyjä päästöjä eli hiilimonoksidia (CO) ja typen oksideja (NO_x) alle 0,1 %, palamatta jääneitä hiilivedyttyjä (HC) alle 0,05 %, rikkioksidia (SO) alle 0,05 %, sekä erinäisiä partikkeleita alle 0,02 %, joka sisältää nokihiukkasia (C) noin 50 % ja niihin kiinnittyneitä hiilivedyttyjä (esim. PAH = polyaromaattiset hiilivedyt) noin 25 %, sulfaatteja (SO₄) noin 25 % (Huhtamaa ym., 2007, 214).



KUVIO 17. Dieselmoottorin pakokaasujen koostumus (Huhtamaa ym., 2007, 214)

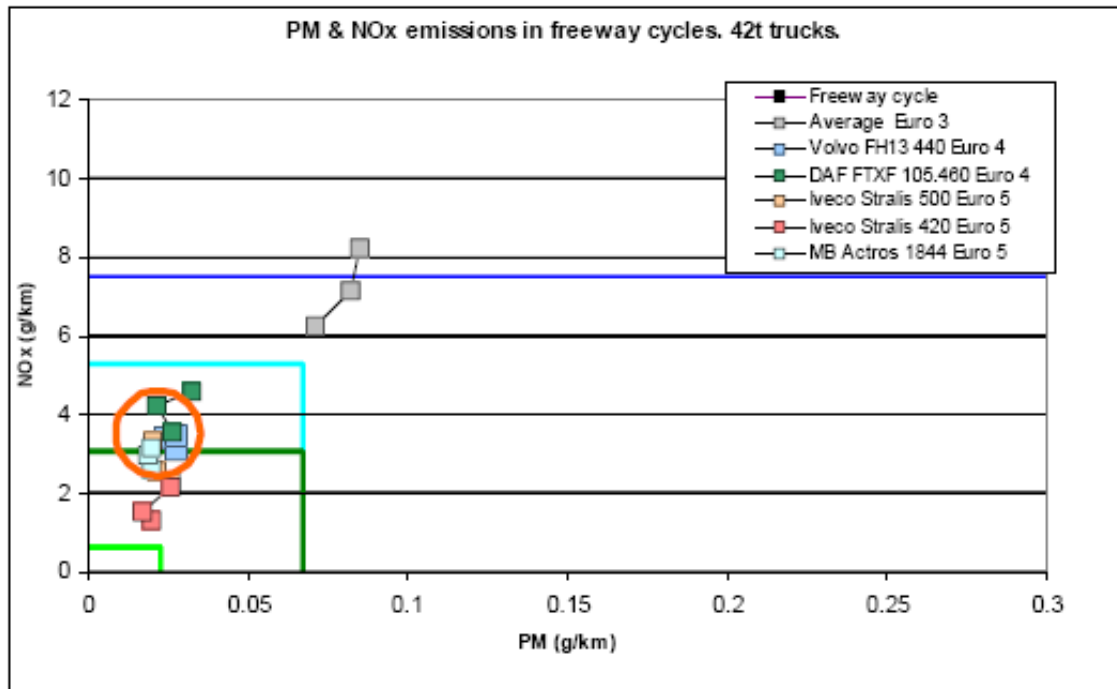
Säännellyistä päästöistä suurimmat dieselmoottoreiden ongelmat ovat typen oksidit ja partikkelipäästöt. Typen oksideja syntyy dieselin palotilassa tuestä, jota palamisilma sisältää bensiinimoottoria reilusti enemmän ilmaylimäärän, suuren palamispaineen ja -lämpötilan takia. Partikkelipäästöt ovat ympäristön kannalta vakavampi terveyttä vaarantava ongelma, koska pienet hiilihiukkaset tunkeutuvat hengityselimiin. Niitä syntyy muun muassa huonojen polttoainelaatujen takia (Huhtamaa ym., 2007, 215).

Typen oksidi- ja partikkelipäästöjä on säännelty vuodesta 1993 lähtien, jolloin tuli voimaan moottoreiden Euro-luokitus. Säänneltyjen päästöjen määrä grammoissa ajettua ajokilometriä kohti voidaan luokitusvaatimusten avulla arvioida auton ensirekisteröintiajankohdan perusteella (kuvio 17).



KUVIO 18. Päästörajat euro-luokittain (Volvo Trucks, 2010)

Säänneltyjä päästöjä on Euro 4:stä alkaen mitattu ajon aikana pakolliseksi tul-
leella OBD-laitteistolla (On Board Diagnostic). Laitteiston avulla päästöt voi-
daan tarkastaa jälkikäteen katsastuksessa ja sillä voidaan jopa ohjata mootto-
rin toimintaa ajon aikana esimerkiksi rajoittamalla tehoa (Volvo Trucks, 2010).
Suomessa VTT on mitannut eri valmistajien säänneltyjä päästöjä dynamomet-
rissa ja todennut mittauksissa suuria vaihteluja valmistajien ilmoituksiin nähden
erityisesti kaupunkilinja-autojen päästöissä. Raskaiden kuorma-autojen pääs-
töt ovat pysyneet paremmin määräysten mukaisissa rajoissa (kuvio 18).



KUVIO 19. VTT:n mittaustuloksia Euro 4/5 -luokissa 42 tonnin painoluokassa maantiesykliissä (Laine, 2008, 7)

Partikkeleita voidaan vähentää tehostamalla palamistapahtumaa ruiskutuspaikkeen ja palolämpötilan nostolla, mutta tällöin seurauksena on typen oksidien määrän kasvu. NO_x-päästöjen hallitsemiseksi kaikissa nykyaikaisissa dieselmoottoreissa on Euro 2:sta alkaen ollut elektroninen ruiskutusennakon säätö EDC eli Electronic Diesel Control, jossa ennako säädetään aikaiseksi pienellä kuormituksella ja myöhäisemmäksi suuremmalla kuormituksella.

Euro 3:een pääsemiseksi kehitettiin pakokaasujen takaisinkierrätys (EGR = Exhaust Gas Recirculation). Euro 4:stä alkaen takaisinkierrätyksen lisäksi tai sen vaihtoehtona on käytetty typen oksidien pelkistämistä kemiallisella reaktiolla, tästä menetelmästä käytetään lyhennettä SCR (= Selective Catalytic Reduction). Pakosarjaan ruiskutetaan AdBlue- eli urea-liuosta, joka pelkistää pakokaasun sisältämiä typen oksideja takaisin typeksi, samalla se lisää hieman CO₂-päästöjä. HC- ja CO-päästöjä hallitaan hapettavalla katalysaattorilla. (Huhtamaa ym., 2007, 215.)

5.3 Terminaalitoiminnot

Terminaalitoimintojen aiheuttamat päästöt lasketaan lähetyskohtaiseen hiilidioksidipäästöön mukaan logistisessa prosessissa silloin, kun lähetystä käsitellään kuljetusketjun aikana yhdessä tai useammassa terminaalissa. Terminaalitoimintojen päästöjä syntyy terminaalirakennuksen lämmittämisestä, valaistuksesta ja tavarankäsittelylaitteiden (trukit yms.) energiankulutuksesta. Päästöjen määrä riippuu energian tuotantotavasta.

5.3.1 Terminaalitoimintojen päästöjen kohdistaminen

Terminaalin päästöjen kohdistaminen lähetyksille tulee tehdä siten, että jaetaan kaikki tarkastelujakson energiankulutuksen aiheuttamat päästöt kaikille tarkastelujakson aikana terminaalissa käsitellyille lähetyksille. Dohertyn ja muiden (2010, 3) mukaan terminaalitoiminnoissa ja varastoinnissa ihanteellinen jakoperuste olisi lähetysten tilavuus kerrottuna terminaalijajalla, mutta toiseksi parhaana vaihtoehtona voidaan käyttää myös pelkkää lähetysten lukumäärää. Terminaalitoiminnoissa lähetysten terminaalissa oloaika ei tarvitse ottaa huomioon, koska se on suhteellisen lyhyt ja lähes sama kaikilla lähetyksillä (ja toisaalta tarkan ajan mittaaminen on hyvin haastavaa yksittäisille lähetyksille). Lähetysten tilavuus taas ei ole kovin merkittävä tieto, koska useimmissa kuljetusketjuissa eniten tilaa vievät lähetykset ohittavat terminaalin eli kääntäen terminaalin kautta kulkevat lähetykset ovat kooltaan melko samanlaisia. Käytännöllisin tapa kohdistaa terminaalitoimintojen päästöt on siis jakaa ne tasan kaikille terminaalin kautta kulkeneille lähetyksille. Tosin terminaalin ylläpidosta syntyy aina päästöjä, vaikka sen kautta ei kulkisi yhtään lähetystä - yksi tapa olisikin jakaa kaikki terminaalin päästöt kaikille kuljetetuille lähetyksille, koska terminaalipäästöt ovat ns. kiinteitä päästöjä, joita lähetysten väheneminen tai lisääntyminen ei juurikaan lisää. Olettaen, että terminaalin koko pysyy samana ja sitä ei käytetä pitkäaikaisvarastointiin.

On huomattava, että terminaalitoimintojen päästöjä saadaan harvoin mitattua tosiaikaisesti, jolloin päästöjen kohdistaminen lähetyksille joudutaan perustamaan aina viimeisimpään mitattuun todelliseen tietoon. Yleisesti voidaan käyttää korkeintaan edellisen kuukauden toteumia, mutta tavallisemmin joudutaan tyytymään edellisen vuoden toteumiin. Tämä taas aiheuttaa kausi- ja olosuh-

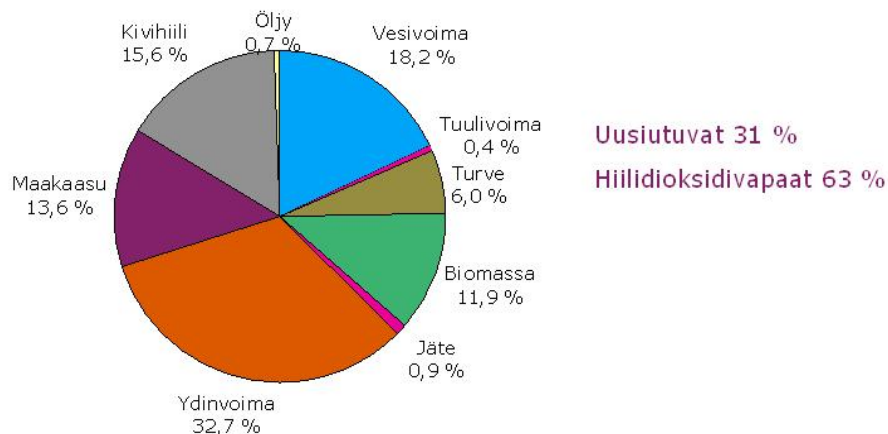
devaihteluiden tasoittumista eli tietojen laatu ei ole paras mahdollinen. Esimerkiksi lämmityksen aiheuttamia päästöjä joudutaan kohdistamaan lähetyksille sellaisenakin aikana, jolloin lämmitystä ei tarvita.

5.3.2 Päästöt energian tuotantotavoittain

5.3.2.1 Sähkö

Suomen sähköntuotanto vuonna 2009 oli yhteensä 81,3 TWh ja tästä 14,9 % oli tuontisähköä. Suomessa sähköä tuotettiin siis yhteensä 69,2 TWh. Sähköntuotannon hiilidioksidipäästöt vuonna 2009 olivat 12,7 miljoonaa tonnia, ne aiheutuivat hiilen, maakaasun ja turpeen käyttämisestä sähköntuotannon energialähteenä. Keskimääräinen hiilidioksidipäästö tuotettua kilowattituntia kohti on näin ollen 184 grammaa (Motiva (2010b) tosin ilmoittaa sähkön CO₂-ominaispäästökertoimeksi 200 g/kWh). Maassamme tuotetun sähkön tuotannosta 63 % oli vuonna hiilidioksidipäästötöntä ja uusiutuvalla energialla tuotettiin 31 % sähköstä, uusiutuvaksi energiaksi Energiateollisuus laskee vesivoiman, biomassan ja tuulivoiman sekä jätteen. Kuviossa 19 on esitetty sähköenergian tuotantotapojen jakauma. (Energiateollisuus ry., 2010.)

Sähkön tuotanto energialähteittäin 2009 (69,2 TWh)



KUVIO 20. Sähköenergian jakauma tuotantotavoittain

Sähkön tuotannon yhteydessä syntyneiden hiilidioksidipäästöjen ilmoittaminen on ollut sähkön myyjän velvollisuus vuodesta 2004 alkaen, eli toimipiste-kohtaisten päästöjen selvittäminen olisi mahdollista toimipisteen sähkönkulutuksen ja sähkön toimittajan antamien päästökertoimien avulla. Tässä työssä on kuitenkin käytetty Motivan (2010b) esittämää keskiarvopäästöä 200 g/kWh laskettaessa terminaali-, varasto- ja tukitoimintojen päästöjä, koska tuotantotapa vaihtelee toimipisteittäin ja energiatehokkuussopimuksissa yleisesti käytetty keskiarvo on riittävän tarkka luku ottaen huomioon muiden tietojen tarkkuusaso. Fossiilisten polttoaineiden ominaispäästökertoimet ovat taulukossa 9.

TAULUKKO 9. Polttoainekohtaiset CO₂-ominaispäästöt (Energiateollisuus ry.)

Polttoaineet	kgCO ₂ /MWh
Raskas polttoöljy	279
Kevyt polttoöljy	267
Maakaasu	202
Nestekaasu	227
Turve	382
Kivihilli	341
Koksi	389
Puuperäiset polttoaineet	0

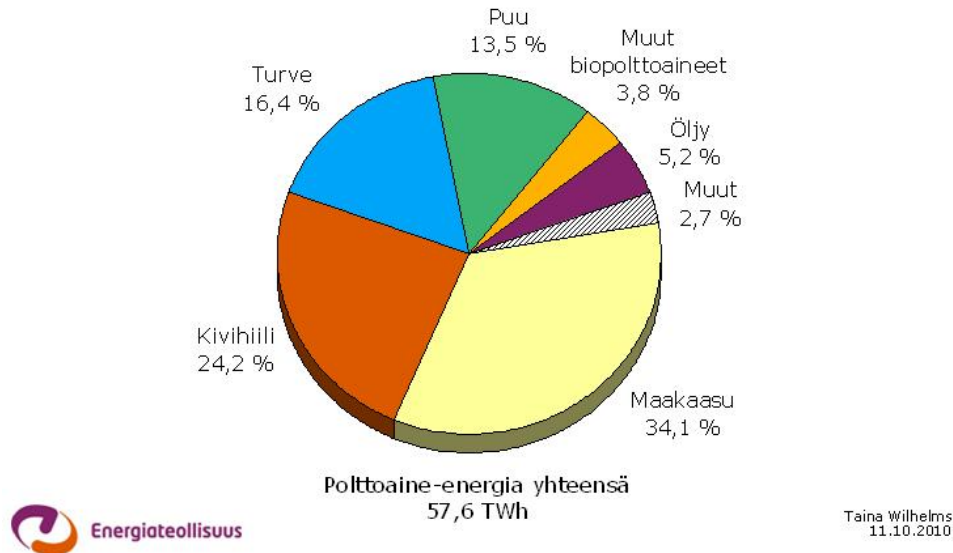
Lähde: Tilastokeskus, Ei huomioida polttoaineen tuotannon, raaka-aineen hankinnan, eikä kuljetuksen välillisiä CO₂-päästöjä.

5.3.2.2 Kaukolämpö

Kaukolämpöä tuotettiin Suomessa vuonna 2009 yhteensä 34,2 TWh. Kaukolämmön markkinaosuus oli 47 % eli lähes puolet kaikkien rakennusten lämmityksestä toteutetaan kaukolämmöllä. 73 % kaukolämmöstä tuotettiin sähkön kanssa yhteistuotantona eli erillistuotantona tuotettiin 27 %. Erillistuotantona kaukolämpöä joudutaan tuottamaan kylmillä jaksoilla käytettäessä huippulämpökeskuksia. Kaukolämmön tuotanto aiheutti 7,4 tonnia hiilidioksidipäästöjä vuonna 2009. Keskimääräinen päästö tuotettua kilowattituntia kohti oli 218 grammaa (Motivan (2010) mukaan 220 grammaa). Sähkön tuotantoa suurempi

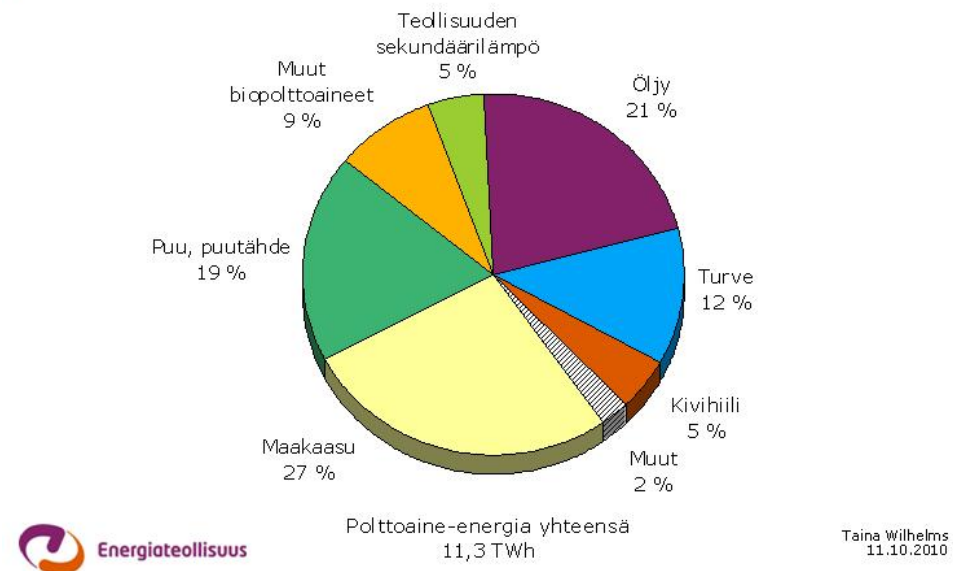
päästö johtuu tilapäisistä lämpökeskuksista, niissä käytetään usein fossiilisia polttoaineita, pääasiassa maakaasua ja öljyä. (Energiateollisuus ry, 2010.)

Kaukolämmön ja siihen liittyvän sähkön tuotantoon käytetyt polttoaineet v. 2009



KUVIO 21. Kaukolämmön ja sähkön yhteistuotannon polttoaineet

Kaukolämmön erillistuotantoon käytetyt polttoaineet v. 2009



KUVIO 22. Kaukolämmön erillistuotannon polttoaineet

Eri tuotantotapojen aiheuttamat hiilidioksidipäästöt on esitetty jo edellä taulukossa 9.

5.4 Varastointi

Varastotoimintojen päästöjen aiheuttajat ovat miltei samat kuin terminaalitoiminnoissa, eli varastorakennuksen lämmittäminen/jäähdyttäminen, valaistus ja tavarankäsittelylaitteiden (trukit yms.) energiankulutus. Varastojen energiankulutus on kuitenkin jonkin verran terminaaleja pienempi, koska terminaaleissa tarvitaan enemmän energiaa tavarankäsittelyyn ja myös ovia joudutaan aukoimaan niissä varastoja enemmän. Pakkaamisesta syntyviä materiaalinvalmistus- yms. päästöjä ei huomioida, välittömiä päästöjä pakkaaminen ei juuri aiheuta.

Kuten edellä mainittiin, Dohertyn ja muiden (2010, 3) mukaan varastoinnin aiheuttamat päästöt tulisi kohdistaa varaston työmäärälle eli tavaran tilavuuden ja varastossa oloajan tulolle, jonka yksikkö on kuutiotunti. Mikäli varaston energian kulutus ilmoitetaan terminaalin kanssa yhteisesti, päästöt tulee jakaa tarkasteluaikana varaston ja terminaalin läpikulkeneiden lähetysten lukumäärän perusteella ottamatta huomioon lähetysten kokoa. Vaihtoehto tälle on jakaa kulutus terminaalin ja varaston pinta-alojen suhteessa ja kohdistaa sitten päästöt erikseen terminaalin ja varaston lähetyksille.

5.5 Tukitoiminnot

Logistiikkaprosessin tukitoimintoja ovat kuljettamista, terminaalitoimintoja ja varastointia tukevat hallintotoiminnot, kuten ajojärjestely, työnjohto, suunnittelu ja talous- sekä henkilöstöhallinnon toimistotyöt. Tukitoimintojen energiankulutukseen vaikuttavat tekijöitä ovat esimerkiksi toimistojen valaistus ja lämmitys tai jäähdytys sekä tietotekniikka- ja viestintälaitteiden käyttö.

Tukitoimintojen aiheuttamat päästöt tulee jakaa tasan kaikille lähetyksille lähetysten lukumäärän mukaan, mikäli energian kulutus voidaan erottaa toimipisteen terminaalin tai varaston kulutuksesta. Mikäli sähkön ja kaukolämmön kulutus ilmoitetaan näille yhteisesti, tukitoimintojen päästöjä ei eritellä, pääasia on että päästöt huomioidaan ohjeistusten mukaisesti. Teoreettisesti jako olisi mahdollista tehdä esimerkiksi jakamalla kulutus eri tilojen pinta-alojen suhteessa, jolloin tukitoimintojen päästötkin voitaisiin jakaa lähetyksille.

6 HIILIJALANJÄLKI YRITYKSEN KOKONAISPÄÄSTÖISTÄ YHDEN LÄHETYKSEN PÄÄSTÖIHIN

Laskettaessa kuljetusyrityksen kokonaishiilidioksidipäästöjä laskentaperusteeksi riittää liiketoiminnassa kulutetun energian määrä. Lopputulokseksi saadaan energian määrästä ominaispäästökertoimilla johdettu hiilidioksidipäästö. Kuljetustoiminnan päästöt voidaan laskea kulutetun polttoaineen määrästä laaduittain (dieselöljy ja bensiini eriteltynä), terminaali- ja varasto- sekä tuki-toimintojen päästöjen laskentaan tarvitaan näiden toimintojen sähkön ja kaukolämmön sekä muiden mahdollisten lämmitysmuotojen kokonaisenergian määrä, jonka hiilidioksidipäästö lasketaan käytettyjen energiamuotojen ominaispäästökertoimien mukaan.

Jotta kokonaispäästöt voidaan suhteuttaa yrityksen tekemään kuljetustyöhön, tulee selvittää yrityksen kuljetussuorite tonnikipometreinä. Nämä yhdistämällä saadaan yrityksen ominaispäästö, jonka yksikkö on hiilidioksidigrammaa per tonnikipometri [g CO₂/tnkm]. Tämän ominaispäästön avulla kokonaispäästöt voidaan jakaa lähetyskohtaisiksi päästöiksi, mikäli yksittäisen lähetyskuljetussuorite on tiedossa. Tämä on käyttökelpoinen tapa silloin, kun päästöt tulee voida ilmoittaa etukäteen ennen kuljettamista esimerkiksi verkkosivujen päästölaskurissa. Mikäli reaaliaikaista kulutusseurantaa ei voida järjestää, tämä on käyttökelpoinen tapa päästöjen raportointiin myös kuljetuksen jälkeen vaikkapa asiakaskohtaisena kokonaispäästönä tietyn ajanjakson kuljetusten päästöraportoinnissa. Yksittäisen lähetyskuljetuksen päästöjä arvioitaessa on tietenkin muistettava, että päästöt on laskettu koko yrityksen keskiarvosuoritteiden mukaan, jolloin laskennallinen ominaispäästö ei välttämättä vastaa todellista toteutunutta päästöä juuri kyseisessä kuljetuksessa. Tarkkuustaso on kuitenkin riittävä.

Lähetys- ja asiakaskohtaisten päästöjen selvittäminen voidaan tehdä siis vaiheittain:

Vaihe 1: Selvitetään kokonaisenergiankulutus kohtien 6.1 ja 6.2 mukaisesti laskemalla kuljetusvälineiden polttoaineen kulutukset ja toimipisteiden energiankulutukset yhteen, summaksi saadaan kokonaishiilidioksidipäästö.

Vaihe 2: Selvitetään kokonaiskuljetussuorite kohdan 6.3 mukaisesti laskemalla kaikkien lähetysten kuljetussuorite yhteen, summaksi saadaan kokonaiskuljetussuorite.

Vaihe 3: Lasketaan ominaispäästö eli keskimääräinen CO₂-päästö tonnikilometriä kohti jakamalla kokonaishiilidioksidipäästö kokonaiskuljetussuoritteella.

Vaihe 4: Lasketaan yksittäisen lähetyksen tonnikilometrit selvittämällä sen kuljetussuorite ja kertomalla se ominaispäästöllä. Lopputulokseksi saadaan lähetyiskohtainen CO₂-päästö.

Vaihe 5: Lasketaan yhteen asiakkaan kaikkien lähetysten lähetyiskohtainen CO₂-päästö, lopputulokseksi saadaan asiakaskohtainen CO₂-päästö.

6.1 Polttoaineen kulutuksen laskeminen

Laskettaessa kuljetussuoritteeseen suhteutettavaa polttoaineen kulutusta on laskentaan otettava mukaan kaikki se polttoaineen kulutus, joka on aiheutunut kuljetussuoritteen kertymisessä. Kuljetusliikkeen liikennesuorite sisältää yleensä oman kaluston lisäksi myös alihankkijoiden liikennesuoritetta, joten näiden kulutustiedot tulee myös selvittää kulutusta laskettaessa.

VR Transpointin tapauksessa polttoaineen kulutus lasketaan erikseen alihankkijoiden ja oman kaluston osalta. Oman kaluston polttoaineen kulutus selvitetään autokohtaisesti ylläpidetyn kulutusseurannan avulla, joka on toteutettu siten, että jokaisessa autossa on polttoainekortti, jota täytetään kuljettajien toimesta aina kokonaisen kalenterikuukauden ajan. Korttiin merkitään jokaisen tankkauksen yhteydessä tankatut litrat, matkamittarin lukema ja päivämäärä. Korttien tiedot tallennetaan kuukausittain toimipistekohtaiseen tallennuspohjaan, jonka avulla lasketaan auto- ja toimipistekohtainen keskikulutus kyseisen kuukauden ajalta. Näistä tiedoista lasketaan yhdistämällä aluekohtaiset ja valtakunnalliset kulutuslukemat. Tankkaustiedot saadaan myös polttoaineen toimittajalta tiedostona, mutta toistaiseksi käytetään käsin tehtyä seuranta.

Tankkauskortteihin merkityt tiedot sisältävät myös mahdolliset kuormatila-lämmittimiin tankatut litrat, joten nekin ovat seurannassa mukana.

Alihankkijoiden kulutustietojen selvittäminen on huomattavasti haastavampaa. Alihankkijoilta ei saada kuukausittain toteutuneita tankkauslukemia, joten kulutus joudutaan laskemaan alihankkijan ilmoittaman keskkulutuksen ja Timepoint-autoseurantajärjestelmästä saatujen ajokilometrien perusteella. Alihankkijoiden ilmoittamat keskkulutukset oli tutkimushetkellä kirjattu VR Transpointin alihankkijarekisterin kalustolomakkeisiin (malli lomakkeesta liitteessä 4) hyvin vaihtelevasti, osa lukemista näytti virheelliseltä ja osa puuttui kokonaan. Tätä työtä varten tietoja täydennettiin lisäämällä puuttuneille autoille autotyypikohtainen keskkulutus ja korjaamalla selvästi virheellisiä kulutuksia oikeiksi.

Kulutuksen selvittäminen autoseurantajärjestelmästä saatavien kilometrien osalta osoittautui käyttökelpoiseksi tavaksi tietojen tarkkuuden kannalta. Kun järjestelmästä saadaan alihankkijoiden ajamat kilometrit tehtävätyypeittäin, saadaan samalla laskettua kulutukset nouto-/jakeluliikenteelle ja runkoliikenteelle ainakin suunta-antavasti erikseen. Autoseurantajärjestelmässä autojen työt on jaoteltu K- eli kaupunkijakeluun, M- eli maaseutujakeluun, R- eli runkoliikenneajoon ja S- eli sopimusajoon. Kyseiset tehtäväkoodit ovat sidoksissa VR Transpointin hinnoittelujärjestelmään siten, että A-vyöhykkeen lähetysten kuljetukset ajetaan pääsääntöisesti K-tehtävänä, B-, C-, X- ja X2-vyöhykkeiden kuljetukset ovat M-tehtävää ja terminaalien/hinnoittelupisteiden väliset kuljetukset ajetaan R-tehtävänä. S-tehtävä eli sopimusajot voivat olla mitä vain edellä luetelluista päätehtävälajeista, mutta niiden osuus kokonaiskilometreistä on niin pieni, että ne yhdistettiin kaupunkijakelun suoritteeseen. Myös omien autojen kilometrit saadaan järjestelmästä tehtävittäin, joten niidenkin vaikutus huomioitiin kokonaislukemissa tehtävätyypikohtaisesti. On kuitenkin huomattava, että kaikille omille autoille joudutaan käyttämään samaa keskkulutusta tehtävätyypistä riippumatta, joten autokohtaisesti tarkasteltuna kulutus ei riipu tehtävästä - koko yrityksen tasolla tehtäväkohtainen kulutus kuitenkin vaihtelee, koska eri tehtävätyypeissä käytetään erikokoisia autoja. Kilometrisuorite, polttoaineen kulutustiedot sekä päästöt on esitetty liitteessä 8.

6.2 Muun energiankulutuksen laskeminen

Muun kuin kuljettamisesta johtuvan energiankulutuksen laskeminen toteutettiin keräämällä toimipistekohtaiset sähkön ja kaukolämmön sekä muiden mahdollisten energialähteiden kulutuslukemat ja laskettiin ne valtakunnallisesti yhteen. Yhdestäkään toimipisteestä ei ollut käytettävissä kulutuslukemia toimintoittain eriteltynä, eli kaikki lukemat sisälsivät terminaalin ja siihen liittyvän toimiston sekä mahdollisen palveluvaraston energian kulutuksen. Myöskään energian tuotantotapa ei ollut tiedossa, joten päästölaskennassa käytettiin Motivan ilmoittamia keskimääräisiä ominaispäästökertoimia poislukien kaukolämmön erillistuotantopaikkakunnat, joissa käytettiin paikkakuntaakohtaisia ominaispäästökertoimia (Suomi, Hietaniemi & Hellgrén, 2004, 5-7). Vuoden 2010 toimipistekohtaiset kulutustiedot ovat liitteessä 9 poislukien yhden terminaalin maakaasun kulutus, jota ei ollut vielä käytössä, joten sen osalta terminaalipäästöt laskettiin vuoden 2009 kulutuksen perusteella.

6.3 Kuljetussuoritteen laskeminen

Kuljetussuorite kuvaa kuljetustyön määrää, joka saadaan kuljetetun tavaramäärän (tonnia) ja kuljetusmatkan pituuden (kilometriä) tulona. (Tilastokeskus, 2010.) Kuljetettu tavaramäärä on lähetyksen paino tonneina (kappaletavaraliikenteessä laskettuna yleensä rahduspainona) ja kuljetusmatka on lähetyksen kulkema matka kilometreinä. Näiden tulo on kuljetussuorite, jonka yksikkö on tonnikilometri. Tonnikilometrien laskennassa ei saa käyttää matkana ajettuja kilometrejä, koska ne sisältävät myös vajaalla kuormalla ja tyhjänä ajettuja kilometrejä. Esimerkki tonnikilometrien laskennasta on esitetty kappaleessa 3.1.1.

Rahduspainon käyttö tonnikilometrien laskentaperusteena on ongelmallinen, kuten aikaisemmin on jo useasti todettu. Se on kuljetusyrityksen tulorahoituksen kannalta ainoa oikea parametri, mutta vääristää kuljetussuoritetta kasvat- taen tonnien määrää bruttopainoon verrattuna. Lisäksi päästöt lisääntyvät bruttopainon eikä laskennallisen painon myötä. Useimmat kuljetusyritykset kuitenkin laskuttavat asiakkaitaan rahduspainojen mukaan ja samalla tilastoivat lä-

hetysten painon vain rahdituspainona, jolloin todellista painoa ei ole edes saatavissa kaikille lähetyksille. Rahdituspainon yhteys kuljetusajoneuvon kapasiteettiin puolustaa sen käyttöä laskentaperusteena myös päästöjä laskettaessa.

Painon lisäksi kuljetusmatkan laskentaankin on kaksi tapaa. Ensimmäinen on mitata lähetyksen teoreettinen kuljetusmatka lähettäjältä vastaanottajalle suorinta tietä käyttäen. Toinen tapa on mitata etäisyys kuljetusyrityksen reittiverkoston mukaan, jolloin lähetykset usein kuljetetaan ensin noutokuljetuksena lähettäjältä terminaaliin, sitten runkokuljetuksena lähtöterminaalista määräterminaaliin ja lopuksi määräterminaalista jakelukuljetuksena vastaanottajalle. Päästöjen ja esimerkiksi kustannustenkin kohdistamisessa oikea tapa on mitata etäisyys toteutuneen kuljetusreitien mukaan, koska päästöt syntyvät toteutuneita reittejä ajettaessa.

Määritettäessä kuljetussuoritetta etukäteen tarvitaan lähtötiedoiksi lähettäjä-asiakkaan etäisyys lähtöterminaalista, lähtö- ja määräterminaalien keskinäinen etäisyys ja vastaanottaja-asiakkaan etäisyys määräterminaalista; tai suora etäisyys lähettäjältä vastaanottajalle, jos kyseessä on suora kuljetus ilman terminaaliverkostoa. Jotta nämä voidaan tarkasti laskea, tarvitaan osoiterekisterin tueksi karttaohjelmisto, jolla voidaan osoitteen perusteella hakea tarkat etäisyydet. Mikäli hyväksytään epätarkkuudet lähetykskohtaisesti, voidaan osoitteen paikantamisen sijaan käyttää esimerkiksi postinumeroalueen keskipisteen ja terminaalien välistä etäisyyttä asiakkaan etäisyytenä terminaalista.

6.3.1 VR Transpointin runkoliikenteen etäisyydet

VR Transpointin Netpoint-hinnoittelujärjestelmä perustuu nouto-/ja jakeluvyöhykkeisiin sekä hinnoittelupisteiden väliseen etäisyyteen (liite 5). Etäisyyksistä tarkkaan tunnetaan vain runkokuljetuksen matka, joka on sama kuin hinnoittelupisteiden välinen etäisyys, poislukien muutama poikkeus - VR Transpointilla on hinnoittelupisteet terminaalipaikkakuntien lisäksi Riihimäellä, Salossa, Raumalla ja Kemissä, joihin ei kuitenkaan ajeta runkokuljetuksia, kuten ajetaan Hämeenlinnaan, jossa taas ei ole hinnoittelupistettä. Hinnoittelupisteet on 1990-luvun lopulla määritelty silloisen terminaaliverkoston mukaan ja kun terminaaleja on toiminnan tehostamisen myötä lakkautettu ja yhdistetty, hin-

noittelupisteitä ei ole kuitenkaan poistettu asiakaslaskutuksen takia. (VR Transpoint, 2011.)

Päästölaskentaa varten runkoetäisyydet määriteltiin todellisen terminaali-verkoston mukaan eli vain olemassa olevat terminaalit otettiin huomioon runkoliikenteen lähtö- ja päätepisteinä. Joissakin yksittäistapauksissa terminaalien välisenä etäisyytenä on jouduttu käyttämään oikaistua etäisyyttä suhteessa käytännössä toteutuvaan etäisyyteen - esimerkiksi runkokuljetus Kokkolan ja Kaajanin välinen runkoliikenne toteutetaan Jyväskylän terminaalin kautta, jolloin toteutuva etäisyys on Kok-Jy 241 km + Jy-Kaj 316 km = yhteensä 557 km, mutta etäisyysmatriisissa näiden terminaalien välinen etäisyys on mitattu suorinta tietä 246 km. Runkoliikenteen etäisyysmatriisi on esitetty liitteessä 5.

6.3.2 VR Transpointin nouto-/jakeluliikenteen etäisyydet

Hinnoitteluvyöhykkeiden keskietäisyydet on määritelty VR Transpointin hinnoittelujärjestelmässä, keskietäisyydet A-vyöhykkeelle (terminaalin lähialueet), B-vyöhykkeelle (kuntakeskusten ydinkeskustat ja välivyöhyke), C-vyöhykkeelle (etävyöhyke), X-vyöhykkeelle (Lappi) ja X2-vyöhykkeelle (Ylälappi ja saaristo) on esitetty liitteessä 5. Näitä keskietäisyyksiä ei voi kuitenkaan kuljetussuoritteiden määrittämisessä käyttää, koska ne eivät kerro todellisia asiakkaiden etäisyyksiä ollessaan vain maantieteellisiä keskiarvolukuja. Päästölaskentaa varten onkin pyrittävä käyttämään mahdollisimman todellisia etäisyyksiä terminaalista, jotta saadaan kuljetussuorite laskettua riittävän tarkasti. (VR Transpoint, 2011.)

Etäisyyksiä asiakkailta terminaaleihin on lukematon määrä, tätä informaatiota VR Transpointilla ei ole tietojärjestelmissään. Asiakkaiden etäisyydet olisivat selvitettävissä paikantamalla kaikkien lähetysten lähtö- ja määräosoitteet ja laskemalla sen jälkeen karttaohjelmalla niiden etäisyys lähtö- ja määräterminaalista. Tätä ei tämän opinnäytetyön takia katuosoitetasoisesti tehty, joten tonnikilometrien laskentaa varten etäisyydet määriteltiin Microsoftin MapPoint-ohjelmalla käyttämällä asiakkaan postinumeron keskipisteen ja terminaalin välistä etäisyyttä. Ote nouto-/jakeluetäisyydet sisältävästä osoitepaikkaluettelosta on liitteessä 6.

Kun päätös käytettävästä laskentapainosta oli tehty ja postinumeroalueiden keskipisteiden etäisyydet terminaaleista selvitetty sekä terminaalien väliset etäisyydet päivitetty, kopioitiin koko vuoden lähetysten tiedot VR Transpointin axSFreight-laskutusjärjestelmästä Excel-tiedostoksi, jossa tehtiin päästölaskentaa varten tietojen jatkokäsittely. Eräs VR Transpointin merkittävä asiakas kuljettaa itse lähetykset terminaaleihin jaettavaksi, joten kyseisen asiakkaan kertymä poistettiin runkoliikenteen kiloista ja terminaalien noutokiloista, koska VR Transpoint ei ole kyseisiä kiloja kuljettanut lainkaan runkoliikenteessä eikä noutanut niitä terminaaleissa. Lähetyksille laskettiin yksitellen kuljetussuorite tonnikilometreinä, kuljetussuorite sekä kvartaaleittain että vuoden suorite yhteensä on esitetty liitteessä 7. (VR Transpoint, 2011.)

6.3.3 Tehtävätyyppikohtaiset ominaispäästöt

Yhteenlaskettujen tonnikilometrien ja polttoaineenkulutustietojen perusteella laskettiin tehtävätyyppikohtaiset g CO₂/tnkm -ominaispäästöt, joiden avulla yksittäisten lähetysten päästöt voidaan tarvittaessa etukäteenkin laskea erikseen kaupunkiliikenteessä (K-tehtävä), maaseutuliikenteessä (M-tehtävä) ja runkoliikenteessä (R-tehtävä). Ominaispäästöt määriteltiin koko vuoden keskiarvon lisäksi myös kvartaaleittain, koska laskennassa tarvittavat lähtötiedotkin oli esitetty sillä tarkkuudella - kvartaalikohtaiset erot osoittautuivat kuitenkin niin pieneksi, ettei päästöjä ole tarpeen laskea ajanjakson perusteella erikseen. Suoritetietojen yhteenveto ja tehtävätyyppikohtaiset kertoimet on esitetty liitteessä 8.

6.4 Epätarkkuutta aiheuttavat tekijät

Edellä esitettyyn malliin sisältyy joitakin epätarkkuutta aiheuttavia tekijöitä, jotka saattavat vääristää lähetyskohtaisen hiilijalanjäljen kokoa. Tärkeää on kuitenkin huomioida, että kokonaispäästöt eivät lähetyskohtaisessa kohdistamisessa muutu, eli päästöjen määrä yhteenlaskettunakin on sama kuin yrityksen kokonaispäästö määrä. On kiistatonta, että muutettaessa päästö määrää rahaksi ja laskutettaessa sitä asiakkaalta määrän tulee olla oikea ja oikein perustein kohdistettu. Seuraavassa on esitetty tiedostetut epätarkkuustekijät, niiden

vaikutukset ja oikaisukeinot, mahdollisia näppäilyvirhetyyppisiä tekijöitä ei ole huomioitu.

A. Laskennan lähtöarvoihin liittyvät tekijät, vaikutukset ja oikaisukeinot:

- Kuljetussuoritteiden laskennassa käytetyissä tonneissa on mukana tonneja, jotka eivät kuulu mukaan (esimerkiksi varastolaskutustonneja; lisälaskutusrahtikirjoja; hyvitysrahtikirjoja) - kuljetussuorite ei ole täsmälleen oikea, jolloin laskettu ominaispäästökään ei ole oikea.
 - Miten oikaistaan: muutetaan laskutusjärjestelmän koodausta siten, että oikeasti kuljetetut lähetykset koodataan tietyllä tavalla, lisälaskutus toisella, hyvityslähetykset kolmannella jne.
- Nouto- ja jakelutehtävien kuljetussuorite on määritelty käyttäen asiakkaan postinumeron keskipistettä - lähetysten kuljetussuorite ei ole täsmälleen oikea nouto- ja jakelukuljetusten osalta.
 - Miten oikaistaan: paikannetaan kaikkien lähtö- ja määräpaikkojen osoitteet ja viedään etäisyydet tietokantaan.
- Alihankkijoiden polttoaineen kulutus on voitu arvioida väärin - kokonaispäästömäärä ei ole oikea alihankkijoiden osalta.
 - Miten oikaistaan: pyydetään alihankkijoilta säännöllisesti (esimerkiksi neljännesvuosittain) autojen kulutustiedot ja päivitetään ne alihankkijarekisteriin.
- Kaikkien alihankkijoiden kulutustietoja ei ole lainkaan laskennassa mukana, koska alihankkija voi olla satunnainen spot-liikennöitsijä, jota ei ole alihankkijarekisterissä - kokonaispäästömäärä ei ole oikea.
 - Miten oikaistaan: selvitetään alihankkijan kalustotyyppi ja lasketaan päästöt kyseisen kalustotyypin keskiarvokulutuksen ja arvioidun kilometrisuoritteiden perusteella.
- Terminaali- ja varastotoimintojen energiankulutustiedoissa on puutteita - kokonaispäästömäärä ei ole oikea.

- Miten oikaistaan: luodaan järjestelmä, jolla energian toimittajat ilmoittavat säännöllisin väliajoin kulutustiedot keskitetysti ylläpidettyyn rekisteriin.

— Terminaali- ja varastotoimintojen ominaispäästökertoimet ovat väärin - kokonaispäästömäärä ei ole oikea.

- Miten oikaistaan: ks. edellinen kohta; toimittajat ilmoittavat kulutuslukemien lisäksi myös ominaispäästökertoimet.

B. Kuljetusprosessiin liittyvät tekijät, vaikutukset ja oikaisukeinot:

— kaikki lähetykset eivät kulje terminaaliverkoston kautta, eli ne voivat mennä suoraan lähettäjältä vastaanottajalle - näiden lähetysten todellinen kuljetussuorite on pienempi kuin terminaalien kautta menevien.

- Miten oikaistaan: hyvin vaikea oikaista ilman suurehkoa järjestelmämuutosta, koska järjestelmässä ei ole kilometrilaskentaa suorille kuljetuksille samoin kuin verkoston kautta kulkeville; asiakaslaskutuksessa näillä ei ole eroa muihin lähetyksiin. Voidaan laskea keskimääräinen energiansäästö ja vähentää se prosentuaalisesti tietyltä osalta lähetyksiä. Suorat kuljetukset on erotettu laskutusjärjestelmässä koodeilla, joten niiden erottaminen päästölaskennassakin on mahdollista.

— kaikki lähetykset eivät aina kulje terminaalin lattian kautta, eli vaikka ne noudattaisivat normaalia reititystä lähettäjältä lähtöterminaaliin jne., niitä ei kuitenkaan välttämättä pureta kuormatilasta terminaalin sisälle - näille lähetyksille ei kuulu laskea terminaalitoimintojen päästöjä.

- Miten oikaistaan: täsmennetään terminaalien kautta kulkevien lähetysten rekisteröintiä.

— nouto-/jakeluauto ajaa reittinsä lenkkinä, jolloin lähetysten toteutunut kuljetussuorite on suurempi kuin laskennallinen, ts. päästöjä aiheuttavaa ajoa tulee enemmän kuin oletetaan - päästöjen määrä on laskennallista suurempi.

- Miten oikaistaan: ei tarvitse oikaista. Päästöt lasketaan toteutuneen mukaan, joten ylimääräisten kilometrien päästöt ovat laskennassa mukana.

C. Asiakaslaskentaan liittyvät tekijät, vaikutukset ja oikaisukeinot:

— Edellä mainituista epätarkkuustekijöistä johtuen asiakkaan lähetyksille kohdistuu järjestelmällisesti väärät päästöt - asiakkaan kokonaispäästö ei ole oikea.

- Miten oikaistaan: toteutetaan edellä mainitut oikaisutoimenpiteet tai osa niistä.

Joitakin toisiaan kompensoivia epätarkkuustekijöitä voidaan ottaa huomioon, mutta niiden vaikuttavuus tulisi tutkia vielä tarkemmin. Esimerkiksi terminaalit ohittava liikenne (suorat kuljetukset asiakkaalta asiakkaalle) tehdään usein enemmän kuluttavilla suurilla autoilla, jolloin kuljetusmatkan mahdollinen lyheneminen kompensoituu ainakin osittain todellisella suuremmalla kulutuksella; kuljetuksen päästömäärä voi lopulta olla lähellä terminaalin kautta kuljetetun lähetyksen päästöä, jossa kulutuksen mukainen päästö lasketaan kevyemmän kaluston kulutusten mukaan. Tämä korostuu silloin, kun runkoliikennekelpoisella autolla kerätään isoja lähetyksiä useasta paikasta - tavallisesti keräämisalue on laajempi kuin pienemmällä jakeluautokalustolla, jolloin vajaalla kuormalla ja suhteellisesti suuremmalla kulutuksella ajoa tulee melko paljon. Niissä tapauksissa lähetyiskohtainen päästö on selvästi pienempi, kun yhdistelmäajoneuvon kuorma saadaan täyteen yhdestä paikasta ja puretaan yhteen paikkaan ja paluukuorma saadaan samasta paikasta tai läheltä purkupaikkaa. Tällöin auto kulkee lähes koko ajan maksimikuormalla.

Asiakaspalvelun näkökulmasta kannattaa huomata, että postinumeron keskietäisyyden käyttäminen saattaa heikentää asiakkaan luottamusta laskentaa kohtaan, joten todellisten kilometrien käyttäminen voisi olla tästä syystä perusteltua. Tällöin yksittäisen lähetyksen suhteellinen päästömäärä ei vastaa kokonaispäästömäärää, koska ominaispäästöt on laskettu käyttäen keskietäisyyksiä. Muunnettaessa kokonaispäästöjä lähetyiskohtaisiksi päästöiksi muuntonkertoimen lähtöarvojen on oltava samat, joten etäisyystietoa vaihdettaessa

tulee laskea uudet ominaispäästöt muuttuneiden etäisyyksien takia uuden kuljetussuoritteeseen mukaan.

7 HIILIJALANJÄLKI YHDEN LÄHETYKSEN PÄÄSTÖISTÄ YRITYKSEN KOKONAISPÄÄSTÖIHIN

7.1 Lähetyskohtaisen päästölaskennan laitteistovaatimukset

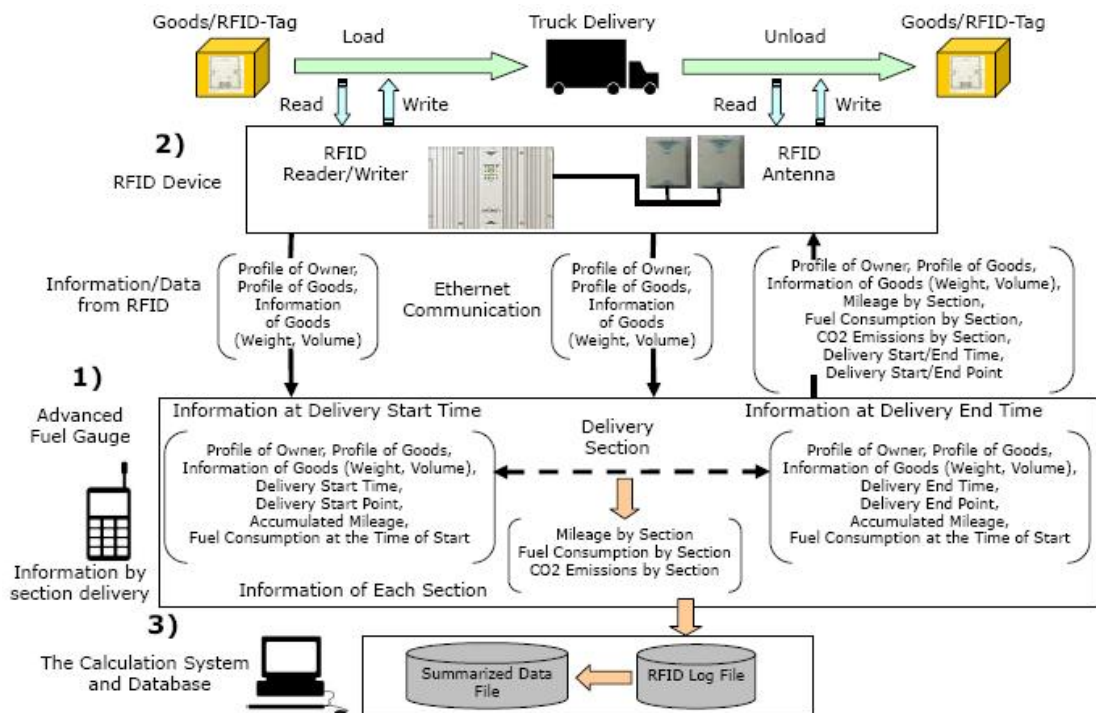
Kuljetusyrityksen kokonaishiilijalanjälki on mahdollista määrittää laskemalla yksittäisten lähetysten aiheuttamat päästöt yhteen. Jotta yksittäisen lähetysten päästöt voitaisiin mitata luotettavasti ja riittävän tarkasti, tarvitaan autoihin ja terminaalien kuormankäsittelylaitteisiin reaaliaikaisesti polttoaineen ja muun energian kulutusta mittaavat ja mittaustietoa tallentavat laitteet. Tämän lisäksi kulutustiedot tulee voida yhdistää kyseistä välinettä käyttäneisiin lähetysiin.

Japanissa Musashin teknologiainstituutissa Yoshifuji, Goto, Yamada, ja Masui, (2008) kuvasivat mallin, jolla auton jakelukuljetustehtävän aikana kerätyt päästötiedot voidaan kohdistaa yksittäisten lähetysten päästöiksi. Heidän mallinsa (kokonaiskuvaus kuviossa 22) perustuu kolmeen osatekijään, jotka yhdistämällä tämä on mahdollista.

1. Autossa oleva polttoaineen kulutusta mittaava laite, jolla saadaan selville kunkin osamatkan kulutus. Osamatkat ovat matkoja terminaalista ensimmäiselle asiakkaalle, ensimmäiseltä asiakkaalta toiselle jne.
2. Lähetysten tunnistaminen RFID-tunnisteen perusteella siten, että tunnisteet luetaan aina auton lastauksen ja purun yhteydessä. Lastauksia ovat jaettavien lähetysten lastaus terminaalista autoon tai noudettujen lähetysten lastaus noutopaikasta autoon. Purkuja ovat jaettavien lähetysten jättäminen asiakkaille tai noudettujen lähetysten purkaminen terminaaliin.
3. Laskentajärjestelmä, jossa kulutustiedot kohdistetaan tunnistetuille lähetysille.

Kuten Liimatainen (2010a, 21) toteaa, CAN-väylätietoja lukevat laitteet yleistyvät ammattiliikenteessä käytetyissä ajoneuvoissa nopeasti, joten reaaliaikaisia polttoaineen kulutustietoja on saatavissa jo nykytekniikalla yhä enemmän ja enemmän. Tällä hetkellä kerätyn datan valtava määrä rajoittaa sen käytettävyyttä, mutta tekniikan kehittyessä ja datan jalostuessa tilanne voi tulevaisuu-

nessa olla nopeastikin aivan toisenlainen. Esimerkiksi Volvo asentaa jo tällä hetkellä kaikkiin uusiin kuorma-autoihin ajotapaseurantalaitteet tehtaalla vakiovarusteena, joten kulutukseen perustuva CO₂-raportointi on arkipäivää uuden Volvon omistajille ja kuljettajille (Anttila, 2010). Ajotapaseurantalaitteiden kustannuksiin on laskettava laitteen hankintahinta, käytön aikainen ylläpito ja tiedonsiirtokustannukset. Jälkiasennettavien laitteiden hankintahinta on noin 1000 euroa/kpl, tämän lisäksi joudutaan tavallisesti asentamaan autoon FMS-yksikkö (rajapinta-adapteri CAN-väylän ja ulkoisen laitteen välille), joka maksaa 300 - 1000 euroa automerkistä riippuen (Anttila, 2010). Jatkuvasta käytöstä aiheutuvia kustannuksia ovat mahdolliset ylläpitokustannukset (noin 30 euroa/vuosi) ja GSM-tiedonsiirtokustannus, joka vaihtelee käytetyn dataliittymän mukaan, keskiarvokustannus on noin 10 - 15 euroa kuukaudessa.



KUVIO 23. Lähetyiskohtaisen CO₂-päästölaskennan malli (Yoshifuji ym.)

7.1.1 Ajoneuvolaitteisto VR Transpointilla

Yosifujin ja muiden esittämän mallin tyyppistä ratkaisua on pilotoitu jo olemassa olevalla laitteistolla hieman toisella tavalla, mutta yhtä tarkasti ja luotettavasti. VR Transpointilla on ollut vuodesta 2008 alkaen koekäytössä erilaisia ajotapaseurantalaitteita. Noin kolmeenkymmeneen autoon on asennettu EC-Tools Oy:n toimittama Aplicomin A1-laite, kahdessa autossa on ollut syksystä 2009 alkaen Paetronicsin toimittama laite ja merkkikohtaisia laitteita on muutamassa Scaniassa, sekä jälkiasennettuna kahdessa Volvossa ja tehdasasennettuna vuoden 2010 syksyllä toimitetuissa seitsemässä Volvossa. Näiden lisäksi noin kymmenessä autossa on ollut Technosmartin toimittamat EcoSmart-ajotapaseurantalaitteet vuodesta 2005 alkaen, mutta näitä laitteita on käytetty lähinnä VTT:n automaattiseen liukkauden ja kuormatunnistuksen kehittämiseen tähtäävän projektin tiedonkeruuseen.

Ajotapaseurantalaitteiden antamia kulutus- ja ajotapatietoja ei ole vielä laajasti hyödynnetty, koekäyttöjen tarkoituksena on ollut lähinnä käyttökokemusten saaminen ja laitteiden teknisen toimivuuden toteaminen. Raportit, joita em. tiedoista on nähty, ovat kuitenkin olleet vaikuttavia, niiden hyöty kuljettajien seuranta- ja opastusvälineenä on kiistaton. Laitteiden kustannusvaikutus edellä esitetyin hinnoin kaikkiin VR Transpointin ajoja ajaviin autoihin olisi hankintavaiheessa noin 1 050 000 euroa (jälkiasennettuna) ja käytönaikainen ylläpito noin 150 000 euroa vuodessa.

7.1.2 Lähetysten tunnistaminen VR Transpointilla

Transpoint Oy Ab otti tammikuussa vuonna 1999 käyttöön kuljettajakohtaisen tiedonkeruulaitteen, jolla kerättiin lähetysten toimitusaikatiedot, kuljettajien työaikatiedot ja alihankkijoiden korvausperusteet työvuoron aikana sähköisesti. Vuonna 2007 tiedonkeruulaitteet uusittiin ja samalla laitteen ohjelmistoa kehitettiin. Uudet laitteet toimivat langattomasti ja reaaliaikaisesti lähettäen kerätyt tiedot matkapuhelinverkkoa pitkin GPRS-datana palvelimelle. Laitteet ovat autokohtaisia, jokaisessa vakituisesti VR Transpointin toimeksiantoja suorittavassa autossa on tiedonkeruulaite, laitteita on hankittu noin 700 kappaletta.

Tiedonkeruulaitteen käyttö on alusta alkaen perustunut siihen, että kuljettaja kuittaa lähetyksen jaetuksi tai noudetuksi tiedonkeruulaitteella silloin, kun kyseinen toiminto tehdään. Noutojen ja jakeluiden lisäksi tiedonkeruulaitteilla rekisteröidään myös jakelukuorman lastaus ja jakeluunlähtöaika sekä joitakin lähetyksiin liittyviä lisätietoja, kuten poikkeama- ja lisäpalvelutapahtumia. Runkoliikenteessä lähetykskohtaisia tietoja ei kerätä toistaiseksi lainkaan.

Toimitusaikatiedot kerätään tietokantaan lähetykskohtaisesti, joten ne ovat käytettävissä myös edellä kuvattua tarkoitusta varten; tietokannassa on tieto siitä, mitä lähetyksiä autolla oli terminaalista lähtiessä kuormassaan, mihin aikaan kukin lähetys jäi kuormasta ja mihin aikaan kuorman tuli uusia lähetyksiä sekä mitä lähetyksiä autolla oli kuormassaan terminaaliin palatessa. Runkoliikenteen kuormien sisällöstä ei ole mitään tietoa järjestelmässä.

7.1.3 Laskentajärjestelmä VR Transpointilla

VR Transpointilla tehtiin jo vuonna 2009 raportointijärjestelmään ensimmäinen versio hiilidioksidipäästöjen lähetykskohtaisesta laskennasta. Cognos-raportointijärjestelmään tehtiin ns. ympäristökuutio, joka hyödyntää laskutusjärjestelmän lähetystietoja, Timepoint-järjestelmän toimitusaikatietoja ja ajoneuvolaitteista kerättyä kulutustietoa. VR Transpointilla on siis periaatteessa olemassa Yoshifujin ja muiden kuvaama infrarstuktuuri valmiina lähetykskohtaisen hiilijalanjäljen mittaamista varten.

Toteutetussa ensimmäisessä versiossa päästöjen allokointiin päätettiin soveltaa toimintolaskennan keinoja, mutta lopputulokset eivät olleet riittävän tarkkoja, jotta niitä olisi voitu soveltaa käytäntöön. Tarkkuutta haittasi lähtötietojen epätarkkuus, laskennassa hyödynnettäviä ajoneuvolaitteita on vain noin 30 autossa, lopuissa noin 700 autossa jouduttiin käyttämään autotyypikohtaista keskikulutusta. Ongelmaksi muodostui se, että lähtötietojen ollessa epätarkat kokonaispäästöjen laskeminen yksittäisten lähetysten perusteella osoittautui liian summittaiseksi ja toisaalta järjestelmän avulla laskettujen päästöjen määrän oikeellisuutta oli miltei mahdotonta arvioida, koska raportointijärjestelmään ei tehty raporttia, jolla olisi voinut tarkastella yksittäisen lähetyksen päästöjä. Yksittäiset tekniset ongelmat kiusasivat myös järjestelmää, esimerkiksi ajoneuvolaitteiden kello saattoi olla aivan eri ajassa, kuin kuljettajan käyttämässä

tiedonkeruulaitteessa, niinpä toimitusajat eivät kohdistuneet aina oikeille kulustiedoille. Myös runkoliikenteen päästöjen kohdistaminen lähetyksille perustui keskiarvoihin, koska lähetyksiä ei kohdisteta ajovuoroihin.

7.2 Hiilidioksidipäästöjen laskeminen todellisella materiaalilla

Lähetyskohtaisen hiilijalanjäljen määrittämistä auton ajotapaseurantalaitteen antamien tietojen perusteella tutkittiin tässä työssä valitsemalla kaksi em. laitteella varustettua autoa. Toinen on kokonaispainoltaan 18 tonnin jakeluauto ja toinen takalaitanostimella varustettu täysperävaunun vetoauto, jonka kokonaispaino on 26 tonnia (perävaunun kanssa 60 tonnia). Otettiin laitteilla kerätyistä datasta satunnaisen päivän otokset - kuitenkin niin, että valittiin ajankoh- ta, jolloin autoilla oli tehty nouto-jakelutehtäviä - ja verrattiin niitä saman päivän ajoilmoitukseen.

Ajotapalaitteet oli säädetty hieman eri tavalla tutkimusautoissa. Toisen auton laite oli kerännyt dataa enintään kymmenen minuutin jaksoissa ja lisäksi jak- son katkaisi virran sammuttaminen. Toisessa autossa jakso katkesi tietyistä toimenpiteistä satunnaisin aikaväleihin, joten tarkastelu oli hieman erilainen au- tokohtaisesti. Toisessa autossa laitteen mittaama ajomatka ilmoitettiin satoina metreinä.

Kulutetun polttoaineen määrän mittaaminen tai ilmoittaminen oli samanlainen molemmissa autoissa, joten erot liittyivät lähinnä kulustiedon ja kuljetustie- don yhdistämiseen. Molemmissa autoissa datasta kävi ilmi kulutetun polttoai- neen määrä millilitroina ja ajomatka mittausjakson aikana, näiden tietojen pe- rusteella oli helppo määrittellä kulutus kunkin lähetyksen "matkustusajalta".

7.3 Kuljetettavien lähetysten selvittäminen

Tarkastelupäivien kuljetussuorite selvitettiin hakemalla VR Transpointin Time- point-autoseurantajärjestelmästä autojen ajoilmoitus. Kukin ajoilmoitus sisältää työvuoron aikana tehtäväkohtaisesti nouto-jakeluliikenteen lähetykset ja niiden

tunniste on rahtikirjan numero. Timepoint-järjestelmässä on myös lähetysten rahdituspaino, joten lisätietoa ei tarvinnut hakea laskutusjärjestelmästä niiltä osin. Sen sijaan jakolähetysten määräpaikka oli kiinnostava tieto, samoin nou-
tolähetysten lähtöpaikka; ne selvitettiin hakemalla kyseisten rahtikirjojen kuvat VR Transpointin "Skannatun rahtikirjan haku" -palvelusta yrityksen verkkosivuilta. Liitteissä 11 - 14 on molempien autojen ajoilmoitukset ja niiden eritetyt sekä yhteenveto kuljetetuista rahtikirjoista.

Skannatuista rahtikirjoista katsottiin osoitteet ja ne paikannettiin kartalle syöttämällä osoitteet Googlen karttapalveluun. Liitteissä 11 ja 13 on karttakuvat molempien autojen asiakaskohteista. Samalla tarkastettiin myös ajotapalaitteen antamat matkatiedot vertaamalla niitä sekä Googlen antamiin etäisyyksiin että ajoilmoituksen kokonaiskilometreihin. Tämä tarkastelu oli lähinnä suuntaa antava, koska auton reitistä ei tiedetty muuta kuin asiakaskohteet.

7.4 Kulutetun polttoaineen allokointi lähetyksille

Ajotapalaitteen keräämät tiedot kopioitiin Excel-tiedostoksi ja samaan tiedostoon tallennettiin Timepoint-järjestelmän antamat käyntipaikka- ja lähetystiedot. Samaan käyntipaikkaan (eli samalle asiakkaalle) menneet tai sieltä lähteneet lähetykset yhdistettiin käyntipaikkakohtaiseksi yhteispainoksi ja kulutuksia tarkasteltiin vain käyntipaikoittain.

Käyntipaikan yhdistäminen ajotapatietoon tehtiin aikaleiman perusteella; ajotapalaitteen tiedoissa on datan keräämisjakson aloitus- ja lopetusaikaleima ja vastaavasti Timepointissa on käyntipaikan toimitusaikaleima - käyntipaikka kohdistettiin datajaksolle, jos sen aikaleima osui datajakson aikahaarukkaan. Autolaitteen ja Timepointin tietojen yhdistelmät on kuvattu liitteissä 12 ja 14.

Vaikka kulutustiedot ovat reaaliaikaisia, polttoaineen kulutuksen kohdistamisessa on otettava huomioon monia asioita. Koska polttoaineen kulutukseen vaikuttaa sekä ajettu matka että kuorman paino, molemmat on huomioitava. Ajetun matkan osalta on huomattava se, että matka ei pääty asiakkaan osalta siihen, kun lähetys on toimitettu sinne, auton on myös palattava takaisin termi-

naaliin tai siirryttävä seuraavalle asiakkaalle. Tämän tyhjänä tai vajaalla kuormalla ajon kulutus on myös allokoitava sen aiheuttaneelle lähetykselle.

Kappaletavaraliikenteessä tyhjänä ajoa ei voi helposti osoittaa minkään yksittäisen asiakkaan aiheuttamaksi, mikäli kuljetustehtävässä hoidetaan useamman kuin yhden asiakkaan kuljetuksia. Kuvaava yksinkertainen esimerkki: auto ajaa terminaalista 10 tn kuormalla 10 km:n etäisyydellä sijaitsevalle asiakkaalle A ja jättää lähetyksen sinne, jatkaa sitten tyhjänä 10 km asiakkaalle B ja ottaa sieltä 10 tn:n lähetyksen, jonka tuo 10 km:n etäisyydellä sijaitsevaan terminaaliin. Ajomatkaa kertyy siis yhteensä 30 km, josta 10 km tyhjänä - kumpi asiakas aiheutti tyhjänä ajon? Jos auto olisi palannut takaisin terminaaliin asiakkaalta A, tyhjänä ajoa olisi kertynyt sama 10 km ja sen aiheuttaja olisi selvästi ollut asiakas A. Jos taas auto olisi ajanut tyhjänä terminaalista noutamaan lähetystä asiakkaalta B, tässäkin tapauksessa olisi tyhjänä ajoa kertynyt 10 km ja aiheuttaja olisi ollut asiakas B. Tässä esimerkissä voidaan siis todeta, että tyhjänä ajoa aiheutui yhtä paljon molemmista asiakkaista ja molempien osuus on 5 km. Laskenta vaikeutuu, jos asiakas B sijaitseekin 20 km:n etäisyydellä terminaalista; tyhjänä ajetaan sama 10 km asiakkaalta A asiakkaalle B, mutta kokonaiskilometrimäärä tehtävässä on 40 km. Edellä esitetyllä vertailutavalla erillis-kuljetuksina laskien A aiheuttaisi 10 km ja B 20 km tyhjänä ajoa. A:n osuus on siis 10 km 30 km:stä ja B:n osuus 20 km 30 km:stä.

Vajaalla kuormalla ajo tulisi myös kohdistaa kaikille sitä aiheuttaneille, mutta sen laskemisessa on niin paljon muuttujia, että laskenta on käytännössä mahdotonta. Tämän takia helpointa on jyvittää koko ajomatka kaikille asiakkaille käyttämällä tekijöinä kunkin asiakkaan etäisyyttä terminaalista ja koko jakelureitin yhteispituutta. Asiakkaan osuus kilometreistä (As_{os}) voidaan laskea yhtälöllä;

$$As_{os} = As_{et} / (As_{etyht} * Jak_{etyht}),$$

jossa As_{et} = asiakkaan etäisyys terminaalista;

As_{etyht} = kaikkien jakelureitillä olleiden asiakkaiden etäisyydet terminaalista yhteensä;

Jak_{etyht} = jakelureitin kokonaispituus.

Lähetyksen massa (tässä tapauksessa rahdituspaino) vaikuttaa myös auton kulutukseen eli päästöihin, joten sekin tulee ottaa huomioon auton suoritetta jyvitetessä. Lähetyksen painon osuus ($Läh_{os}$) voidaan laskea suoraan osuutena koko kuorman painosta:

$$Läh_{os} = Läh_{kg} / Kuormakg,$$

jossa $Läh_{kg}$ = lähetyksen rahdituspaino;

$Kuormakg$ = kuormassa olleiden lähetysten yhteenlaskettu rahdituspaino

Jakelureitin kulutus jyvitetään lähetyksille seuraavasti: lasketaan yhteen asiakkaan etäisyyden osuuden prosentuaalinen osuus kaikista osuuksista ja asiakkaan lähetyksen painon osuuden prosentuaalinen osuus kaikista osuuksista, jaetaan summa kahdella, jonka jälkeen koko jakelureitin polttoaineen kulutus kerrotaan tuolla summalla ja jaetaan sadalla. Lopputulos on asiakkaan lähetyksen osuus jakelureitillä kulutetusta polttoaineesta (As_{kul}).

$$As_{kul} = ((As_{os}\% + Läh_{os}\%) / 2) * Jak_{kul},$$

jossa $As_{os}\%$ = asiakkaan etäisyyden osuuden prosentuaalinen osuus kaikista osuuksista;

$Läh_{os}\%$ = asiakkaan lähetyksen painon osuuden prosentuaalinen osuus kaikista osuuksista;

Jak_{kul} = jakelureitin kokonaiskulutus.

Kun asiakkaan lähetyksen osuus kokonaiskulutuksesta on laskettu, lasketaan lähetyksikohtainen hiilidioksidipäästö käyttämällä kuljetuksessa käytetyn polttoaineen ominaispäästökerrointa. Liitteissä 12 ja 14 on esitetty lähetysten osuus kokonaiskulutuksesta ja -päästöistä. Lukuja tarkasteltaessa tulee huomata, että ne sisältävät vain jakelun tai noudon osuuden kaikista päästöistä.

Runkoliikenteen tyhjänä ajon kohdistaminen sitä aiheuttaneille asiakkaille on nouto-jakeluliikennettä paljon vaativampi tehtävä. Esimerkiksi Suomessa on tunnetusti epätasapainoa pitkittäissuuntaisissa (etelä-pohjoissuunta) kuljetuksissa, jonka takia autot usein palaavat tyhjänä tai vajaana pohjoisesta etelään. Kaikkien päästöjen kohdistaminen vain pohjoisesta etelään meneville lähetyksille ei ole oikein, koska pelkästään niitä lähetyksiä varten ei tarvittaisi niin

suurta automäärää - osa vajaan tai tyhjän suunnan päästöistä on kohdistettava siis myös täyden suunnan kuljetuksille. Kun liikennettä hoidetaan useammalla autolla eli ajetaan monta päivittäistä vuoroa, ei voida tietää, mille tulovuorolle minkäkin paluuvuoron päästöt allokoidaan; niinpä laskentaan on otettava mukaan koko liikenne ja kohdistettava sen päästöt kaikille kuljetetuille lähetyksille. Ongelma laajenee, jos kuljetusliikkeen liikenne kulkee yhden tai useamman valtakunnallisen keskustermiinaalin (ns. HUB-termiinaali) kautta, jossa kaikista suunnista saapuvia kuljetuksia yhdistellään eri suuntiin lähteviksi jatkokuljetuksiksi; mahdollinen tyhjänä tai vajaan ajaminen todennäköisesti vähenee, mutta samalla jakajia niille päästöille tulee koko ajan lisää.

Oman lisänsä runkoliikenteen päästöjen laskennan haasteellisuuteen tuo yhdistettyjen kuljetusten käyttäminen. Kun samassa junassa on useamman kuljetusliikkeen yksiköitä, junan päästöt tulisi kohdistaa kullekin yksikölle aiheuttamisperiaatteen mukaan ja kuljetusliikkeiden pitäisi jakaa edelleen oma osansa junan päästöistä niille lähetyksille, mitkä kuljetettiin yhdistettynä kuljetuksena.

Näiden laskentahaasteiden takia ajotapaseurantalaitteella rekisteröityä kulutusta ei sellaisenaan voi käyttää lähetyksen runkokuljetuspäästönä, mutta laitteiden avulla kulutustiedot saadaan mitattua tarkemmin. Tarkasti mitatut kulutustiedot voidaan jakaa laajallekin lähetysjoukolla, jolloin kokonaispäästöt on laskettavissa samalla tarkkuustasolla yksittäisten lähetysten perusteella.

7.5 Terminiin- ja tukitoimintojen päästöjen allokointi lähetyksille

Laskettaessa päästöjä toteutuneen energian kulutuksen mukaan tulisi terminiin- ja tukitoimintojenkin energian kulutus tietää reaaliaikaisesti. Pitäisi siis pystyä osoittamaan, minkä verran kunkin lähetyksen käsittely aiheutti energian kulutuksen lisäystä. Teoriassa se olisi mahdollista laskea, jos tiedettäisiin hetkellinen kulutus, mutta käytännössä laskenta on mahdoton jo siksi, että yksittäisen lähetyksen vaikutus kokonaiskulutukseen on häviävän pieni. Ja vaikka tiedettäisiinkin, niin sen kohdistaminen aidosti aiheuttamisperiaatteen mukaan olisi aivan mahdotonta - esimerkiksi terminiin valaistus tulisi kohdistaa jokaiselle terminiinissa olevalle lähetykselle erikseen. Niinpä näiden päästöjen

kohdistaminen tulee tehdä vain lukumäärän perusteella, eli syntyneitä päästöjä jaetaan tarkasteluajalla käsitellyille lähetyksille yhtä paljon. Tässä tutkimusosiossa terminaali- ja tukitoimintojen päästöjä ei kohdistettu lähetyksille lainkaan, eli tutkittiin vain nouto-/jakeluliikenteen päästöjen kohdistamista.

7.6 Lähetykskohtaisten päästöjen yhdistäminen yrityksen kokonaispäästöiksi

Kun päästöt on laskettu lähetykskohtaisesti työvaiheittain, yrityksen kokonaispäästöt saadaan laskemalla kaikkien lähetysten kaikkien työvaiheiden päästöt yhteen. Laskenta on mahdollista tehdä myös pienempinä kokonaisuuksina, eli päästöjä voidaan summata toimipistekohtaisesti, asiakaskohtaisesti tai vaikka asiakkaiden toimialan perusteella.

On huomattava, että lähetykskohtaisista lähetyksistä laskettujen päästöjen on sisällettävä kaikki kuljetusyrityksen päästöt. Lähetykset on siis kohdistettava aina niihin toimintoihin, joissa päästöjä syntyy ja päästöt on mitattava toiminoissa. Päästöjä syntyy kuljetusprosessin seuraavissa vaiheissa (tukitoimintojen päästöt tarkastelun ulkopuolella):

Noutokuljetus

Auto ajaa terminaalista asiakkaalle noutamaan lähetystä, noutotehtävän kulutus allokoidaan kaikille noudetuille lähetyksille kuvatulla tavalla. Mahdolliset jakelukuljetukset tulee huomioida myös noutopäästöjen allokoinnissa. Noutokuljettajan tulee rekisteröidä toimitusaikatapahtumat ohjeen mukaan.

Lähtöterminaalin käsittely (purku noutoautosta, terminaalin sisäinen siirto, lasaus runkokuorman)

Terminaalin lämmitys ja valaistus, sekä mahdollisen koneellisen käsittelyn aiheuttama energian kulutus allokoidaan kaikille samaan aikaan terminaalin kautta kulkeneille lähetyksille. Lähetykset tulee rekisteröidä terminaalissa sovitulla tavalla.

Runkokuljetus tai -kuljetukset

Runkokuljetusauto ajaa terminaalien välisen matkan ja kulutus allokoidaan kaikille kuormassa oleville lähetyksille. Mutta myös mahdollinen tyhjänä tai vajaalla kuormalla tehty paluumatka tulee huomioida runkokuormassa olevien lähetysten päästöissä, koska se voi osittain johtua menosuunnan lähetyksistä (määräterminaali on saapuvavoittoinen, eli sinne saapuu jatkuvasti enemmän tavaraa kuin sieltä lähtee). Lähetykset tulee rekisteröidä runkokuormaan ajo- vuoroittain (ns. vertaillen kuormaus on välttämätön), jotta runkokuljetuksen päästöt kohdistuvat oikeille lähetyksille. Jos kuljetus kulkee yhden tai useamman väliterminaalin kautta, kaikilla runkokuljetusosuuksilla on tehtävä samat toimenpiteet.

Mahdollinen väliterminaalin käsittely (purku runkokuormasta, sisäinen siirto, lastaus jatkavaan runkokuormaan)

Terminaalin lämmitys ja valaistus, sekä mahdollisen koneellisen käsittelyn aiheuttama energian kulutus allokoidaan kaikille samaan aikaan terminaalin kautta kulkeneille lähetyksille. Lähetykset tulee rekisteröidä terminaalissa sovitulla tavalla.

Määräterminaalin käsittely (purku runkokuormasta, sisäinen siirto, lastaus jakeluautoon)

Terminaalin lämmitys ja valaistus, sekä mahdollisen koneellisen käsittelyn aiheuttama energian kulutus allokoidaan kaikille samaan aikaan terminaalin kautta kulkeneille lähetyksille. Lähetykset tulee rekisteröidä terminaalissa sovitulla tavalla.

Jakelukuljetus

Auto ajaa terminaalista asiakkaalle jakamaan lähetystä, jakelutehtävän kulutus allokoidaan kaikille jaetuille lähetyksille kuvatulla tavalla. Mahdolliset noudot saman tehtävän aikana tulee huomioida myös päästöjen allokoinnissa. Jakelukuljettajan tulee rekisteröidä toimitusaikatapahtumat ohjeen mukaan.

7.7 Epätarkkuutta aiheuttavat tekijät

Mikäli kaikki päästöt mitataan ja kohdistetaan edellä kuvatuilla tavoilla, epätarkkuutta ei järjestelmällisesti juuri aiheudu. Suurimmat epätarkkuustekijät ovat lähinnä näppäilyvirhetyypisiä, tai epähuomiossa tekemättä jääneistä rekisteröintipuutteista johtuvia tekijöitä.

Suurin epävarmuustekijä muodostuukin tarvittavan laitteiston vaatimuksista ja teknisestä toimivuudesta. Mitattaessa päästöt yksittäisten lähetysten perusteella on ensiarvoisen tärkeää, että kaikissa vaiheissa energian kulutus mitataan toteutuneen mukaan reaaliaikaisesti. Se tarkoittaa, että jokaisessa kuljetustehtäviä hoitavassa autossa on oltava ajotapaseurantalaite, josta on yhteys keskustietojärjestelmään. Käytettäessä arvioituja tai keskimääräisiä standardiarvoja laskennassa heikennetään päästölukujen luotettavuutta ja pienetkin virheet saattavat kertautua lukuja summatessa valtaviksi kokonaisvirheiksi.

8 VERTAILU PÄÄSTÖLASKENNAN ERI TAPOJEN VÄLILLÄ

Kahdessa edellisessä luvussa on esitetty vaihtoehtoiset tavat laskea lähetyskohtainen hiilijalanjälki. Merkittävin ero tapojen välillä on laskennassa tarvittavan tiedon keräämisessä. Toinen mittaus perustuu kokonaispäästöjen ja kokonaiskuljetussuoritteiden laskentaan ja näiden perusteella saatuun ominaispäästövakiin, jolloin lähtötiedoiksi riittää koko yrityksen yhteenlaskettu polttoaineen kulutus ja toimipisteiden energian kulutus sekä lähetysten yhteenlaskettu kuljetussuorite. Toinen tapa taas perustuu reaaliaikaiseen päästöjen mitaamiseen ja toteutuneiden päästöjen kohdistamiseen kuljetetuille lähetyksille, jolloin tarvitaan kaikkiin autoihin polttoaineen kulutusta mittaava laite, lähetysten tunnistaminen jokaisessa kuljetusprosessin vaiheessa ja kehittynyt laskentajärjestelmä, jolla kulutus- ja lähetystiedot yhdistetään.

Absoluuttisten lukuarvojen vertaaminen eri tavalla mitattujen päästöjen osalta ei ole mahdollista, koska toinen tapa perustuu kuljetusmatkojen osalta tiettyihin keskiarvoihin sekä polttoaineen kulutuksen valtakunnallisiin keskiarvoihin ja toinen todellisten kuljetusmatkojen ja toteutuneen kulutuksen tietoihin. Liitteissä 12 ja 14 on kuitenkin verrattu kahden esimerkkiajoilmoituksen lähetyksillä päästömääriä nouto-jakelukuljetuksen osalta, jotta saadaan kuva erojen suuruusluokasta. Vertailun perusteella laskentatulokset osoittautuvat hyvin erilaisiksi. Täysperäyhdistelmän työvuorossa laskurilla laskettujen ja toteutuneiden kokonaispäästöjen ero oli 171 kg - toteutuneet päästöt olivat 197 kg ja laskurin antamana 26 kg - laskuri antoi siis lähetysten yhteenlasketuiksi päästöiksi vain 13 % toteutuneista päästöistä. Jakeluauton työvuorossa todellisia päästöjä syntyi noin 116 kg ja laskurilla laskettuna summa oli vain 18 kg, laskuri antama luku oli vain vajaa 16 % todellisista päästöistä. Selitys noin suurille eroille on ainakin osittain se, että molemmissa tehtävissä lähetysten keskikoko oli verraten pieni ja ajomatkat suuria; kun kuljetukset tehtiin kokoonsa nähden suurilla autoilla, kulutuksen osuus suhteessa tonnikilometreihin korostuu ja päästöt ovat tämän takia laskurin päästöjä suuremmat.

Ettei vertailu olisi jäänyt liian pienen otoksen varaan, tehtiin myös toinen tutkimus, jonka tuloksia voidaan käyttää vertailuaineistona edellisten rinnalla. VR Transpointin Helsingin terminaalilla tehtiin neljällä erikokoisella ja -tyyppisellä

autolla syksyllä 2010 kenttätestit, jossa autot tankattiin täyteen aamulla ennen työvuoron alkua, ajettiin päivän ajot ja työvuoron päätteeksi tankattiin ne taas täyteen. Testi tehtiin kahtena päivänä samalla viikolla samoilla autoilla. Tulokset ovat miltei yhtä luotettavat CAN-väylätietoihin verrattuna, koska CAN-väylätietojen perusteella päästöjä laskettaessa paljastui, että reaaliaikaisella kulutuksella ei itse asiassa ole mitään merkitystä, kun toteutunutta kulutusta jaetaan kuljetetuille lähetyksille; ainoastaan ajotehtävissä kulunut kokonaislitramäärä on käyttökelpoinen luku.

Kaksi autoa valituista teki melko samantyyppisiä tehtäviä, kuin ajotapaseurantalaitteella varustetut autot, toinen ajoi täysperävaunuyhdistelmänä maaseutujakelulenkin Pasilan terminaalista Vihtiin ja Karkkilaan vastaten Seinäjoelta Tervajoelle ajanutta autoa, toinen oli 18 tonnin jakeluauto Porvoon jakelulinjalta ja vastasi Kouvolasta Pyhtäälle ajanutta autoa. Näitä ei verrattu tarkemmin, koska autot ja niiden suoritteet olivat niin samantyyppisiä. Sen sijaan Helsingin keskustan kevytkuorma-auton työvuoron suorite analysoitiin samalla tavalla, kuin ajotapaseurantalaite-autot ja sen lähetyksille laskettiin laskurilla vertailupäästöt. Työvuorojen ajoilmoitukset ja ajoreitit ovat liitteissä 15 ja 17 ja laskentatulokset ovat liitteissä 16 ja 18. Neljäs auto oli puoliperävaunuyhdistelmä, joka teki noutoa ja jakelua ja perävaunujen vaihtoja pääkaupunkiseudulla, lähinnä Kehä III:n ympäristössä. Helsingin keskustan jakelussa lähetysten todellinen päästö jäi selvästi alle laskurin antamien, ensimmäisen päivän todelliset päästöt olivat yhteensä 19,95 kg CO₂ ja laskurin mukaan 16,59 kg CO₂ (liite 18). Laskurin antama päästö oli 83 % todellisista päästöistä. Toisen päivän materiaalissa ero oli suurempi; todellinen päästö oli 18,62 kg CO₂ ja laskurin antama päästö vain 8,53 kg CO₂ (liite 16).

Vertailu eri menetelmien välillä osoittaa, että eri menetelmillä laskettuja päästöjä ei voi eikä kannata verrata keskenään. Laskurin toiminta perustuu noin 625 miljoonan tonnikilometrin ja 15 miljoonan litran kulutuksen perusteella laskettuihin valtakunnallisiin keskiarvoihin ja todelliset päästöt on laskettu pienimmillään 30 tonnikilometrin ja seitsemän litran kulutuksen mukaan. Vertailu tuleekin tehdä lähinnä eri laskentamallien toteuttamiskelpoisuuden ja käytettävyyden näkökulmasta. Ajoneuvolaitteilla mitattu kulutus olisi ehdottomasti tarkempi, koska se voidaan kohdistaa kuljetettuun kuormaan, mutta laitevaatimus

kaikissa vakituisesti kuljetuksia tekevissä autoissa tekee siitä mahdottoman vaihtoehdon lähimmän kymmenen - viidentoista vuoden aikana. Toisaalta asiakkaille tulee voida tarjota päästölaskurityyppisiä palveluja, jotka joka tapauksessa pohjautuisivat keskimääräiseen toteumatietoon. Ajoneuvolaitteet palvelisivat siinä tarkoituksessa lähinnä keskiarvolaskentaa, joka voidaan tehdä riittävän tarkalla tasolla ilman niitäkin. Toteumatiedoista laskettujen keskiarvojen laskentaa puolustaa myös tyhjänä tai vajaana ajon huomiointivaatimus - niitä ei kappaletavaraliikenteessä saada allokoitua kaikille niitä aiheuttaneille kuljetuksille.

9 YHTEENVETO

Tarve tuotekohtaisen hiilijalanjäljen määrittämiselle on kansainvälisesti tiedostettu ja työ sen ohjeistamiseksi ja standardisoimiseksi on meneillään eri tahoilla. Standardiluonnokset ja ohjeistukset ovat kuitenkin tuotteiden elinkaaren eri vaiheita ajatellen hyvin yleisluontoisia, eivätkä anna yksityiskohtaisia ohjeita kunkin vaiheen aikana kertyvien hiilidioksidipäästöjen laskentaan. Toimitusketjun päästöt ohjeistetaan keräämään useimmiten tonnikilometriperusteisesti ja päästöjen määrän määrittämiseen kehoitetaan usein käyttämään kuljetuksessa käytettävän auton tyyppiä ja sen keskimääräistä kulutusta sekä kuljetettavan tavaran osuutta auton kapasiteetista ottaen huomioon tyyppillinen täyttöaste. Sanomattakin on selvää, että luotettavien kuljetuspäästömäärien selvittäminen yksittäiselle tuotteelle näin yksityiskohtaisia lähtötietoja vaativalla laskutavalla alaa tuntemattomalle - ja ehkä alan ammattilaisillekin - on miltei mahdotonta.

Energiatehokkuuden seurantarpeet ovat energiatehokkuussopimusten myötä lisääntymässä jatkuvasti. Toistaiseksi energiatehokkuuden seuranta on perustunut pääsääntöisesti autojen kulutuksen seurantaan ja sen suhteuttaminen kuljetusyrittäjän kuljetussuoritteeseen on ollut kuljetusyrittäjien vapaaehtoisuuden varassa. Todellista energiatehokkuutta ei kuitenkaan voi mitata ilman kuljetussuoritteiden tuntemista - esimerkiksi autojen polttoaineen kulutus voi alentua, mutta syy sille voi olla tyhjänä ajon lisääntyminen; energiatehokkuus siis paranee liikennesuoritteeseen verrattuna, mutta todellinen ympäristövaikutus on negatiivinen. Energiatehokkuussopimusten seurantaan tulee ehdottomasti kytkeä kuljetussuoritteiden laskeminen ja energian kulutuksen suhteuttaminen siihen.

Lähetyskohtaisen hiilijalanjäljen laskentamallin kehittäminen tarjoaa ratkaisun molempiin edellä mainittuun ongelmaan. Kun tuotteelle ilmoitetaan kuljetuksesta aiheutuva täsmällisin perustein laskettu päästö määrä, se on helppo laskea mukaan tuotteen elinkaaren päästöihin; päästöt tulee voida laskea joko etukäteen tai jälkikäteen samoilla perusteilla ja lopputulosten tulee olla suhteellisen lähellä toisiaan. Energiatehokkuuden seuranta voidaan todella kytkeä kuljetusyrittäjän muihin tehokkuusmittareihin ja ottaa huomioon kilpailutekijänä. Samalla voidaan tuottaa viranomaisille ja kaupalliseen ympäristöraportoin-

tiin tietoa, joka on suhteutettavissa valtakunnallisesti ja kansainvälisesti vastaavaan tietoon.

Työn päätavoitteena ollut lähetyskohtaisen hiilijalanjäljen laskentamallin määrittäminen informaatiotuotteen kehittämistä varten saavutettiin työn valmistumiseen mennessä tyydyttävästi. Pystyttiin kehittämään ensimmäinen versio helppokäyttöisestä asiakkaille tarjottavasta päästölaskurista (kuvio 23), joka huomioi ohjeistusten mukaisesti päästöt kuljetusprosessin ajalta. Työssä tunnistettiin eri tavoilla mitatun hiilijalanjäljen epätarkkuustekijät ja esitettiin niihin oikaisukeinot.

VR TRANSPORT		Päästölaskuri			Voimassa alkaen: 14.3.2011	
Postinumerot ja määrä		Postitoimipaikka	Laskentaterminaali	N/J-alue	Kilometrit	Tonnikilometrit
Mistä:	02130	ESPOO	HELSINKI	K	7	0,664
Minne:	84100	YLIVIESKA	KOKKOLA	M	54	5,410
Määrä:	100,00	kerroin	Rahdituspaino kg	Runkokilometrit:	495	49,505
Laji:	kg	1	100	Tonnikilometrit yhteensä:		55,579
Kuljetuksen CO ₂ -päästöt grammoina						
Laskenta-arvot:		g CO ₂ / tnkm	Sinun kuljetuksesi:		g CO ₂	kg CO ₂
	Runkopäästö	44,0		Runkopäästö	2 177	2,18
	Noutopäästö	363,2		Noutopäästö	241	0,24
	Jakelupäästö	125,2		Jakelupäästö	677	0,68
		g CO ₂ /tn			gCO ₂	kgCO ₂
	Terminaalipäästö	2143		Terminaalipäästö	214	0,21
				g CO ₂ /tnkm	g CO ₂ yht.	kg CO ₂
Suoratoimitusraja:	2500	kg	Päästöt yhteensä:	60	3 309	3,31
Postinumerohaku:		Ylivieska	84100	Kirjoita hakemasi postitoimipaikan nimi keltaiseen ruutuun. Postinumero haetaan sen oikealle puolelle.		

KUVIO 24. VR Transpointin päästölaskuri rev. 2.0

Kehityskohteeksi jäi tonnikilometritietojen laskennan täsmentäminen eli nouto- ja jakeluliikenteen todellisen kuljetusmatkan selvittäminen asiakkaan osoitteesta terminaaliin - kuljetettujen lähetysten paikantamista karttaohjelmalla on jo suunniteltu. Myös muiden palamispäästöjen laskentaa samalla laskurilla on jo suunniteltu ja todennäköisesti se tullaan lisäämään jo seuraavaan versioon.

Päästölaskurin antamaa informaatiota on jo ehditty VR Transpointissa arvioidaan liian realistiseksi, muun muassa terminaalipäästöjen näyttämistä asiakkaalle on epäroity, koska yleensä lasketaan vain kuljetuksen päästöt. Alan uskottavuuden nimissä olisikin toivottavaa, että opinnäytetyön toinen tavoite toteutuisi, eli tämän opinnäytetyön sisällön perusteella voitaisiin kehittää alan päästölaskennan ohjeisto, jonka avulla kuljetusyrietykset voisivat harmonisoida

päästölaskentatapansa vertailukelpoisiksi ja oikeiksi. Samalla kuljetusyritysten energiatehokkuusseuranta saisi oikean ja oikeudenmukaisen mittarin.

Yhtiön johdon päätettäväksi jää, minkälaisia informaatiotuotteita päästöläskennan ympärille kehitetään ja miten ne hinnoitellaan asiakkaille. Luvussa 4 esitelty kuljetuspäättäjille suunnattu energiatehokkuuskysely ei suuria lupaa - kyseessä on tuoteryhmä, jolla on kysyntää, mutta josta ei olla valmiita maksamaan.

LIITTEET

Liite 1. Energiatodistuksen luonnos, 2 sivua.

Liite 2. Kuljetusten ympäristövaikutusten merkitys kuljetusten hankinnassa - kysely, 8 sivua.

Liite 3. Ominaiskulutuskuvaaja, Cummins.

Liite 4. VR Transpointin alihankkijarekisterin kalustolomake, yksilöintitiedot.

Liite 5. VR Transpointin terminaalien väliset etäisyydet.

Liite 6. Ote nouto-/jakeluetäisyydet sisältävästä osoitepaikkaluettelosta.

Liite 7. VR Transpointin kuljetussuorite vuonna 2010. SALATTU.

Liite 8. Päästölaskurin yhteenvetosivu, 3 sivua. SALATTU.

Liite 9. Päästölaskuri yksittäisen lähetyksen päästöjä varten.

Liite 10. VR Transpointin Toimipisteiden energian kulutus ja päästöt vuonna 2010. SALATTU.

Liite 11. Ajoilmoitus 2281566 ja vuoron ajoreitti kartalla.

Liite 12. Ajoilmoituksen 2281566 toteutuneet päästöt ja vertailu laskuriin, 3 sivua.

Liite 13. Ajoilmoitus 2387826 ja vuoron ajoreitti kartalla.

Liite 14. Ajoilmoituksen 2387826 toteutuneet päästöt ja vertailu laskuriin, 3 sivua.

Liite 15. Ajoilmoitus 2349252 ja vuoron ajoreitti kartalla.

Liite 16. Ajoilmoituksen 2349252 toteutuneet päästöt ja vertailu laskuriin.

Liite 17. Ajoilmoitus 2348386 ja vuoron ajoreitti kartalla.

Liite 18. Ajoilmoituksen 2348386 toteutuneet päästöt ja vertailu laskuriin.

LÄHTEET

Antila, A.-M., Karppinen, M., Leskelä, M., Mölsä, H. ja Pohjakallio, M., 2005. Tekniikan kemia. Edita Prima Oy, Helsinki.

Anttila, A., 2010. Dynafleet-tuotepäällikkö, Volvo Finland Ab. Haastattelu 8.12.2010.

Carbon Footprint of Products, 2011. Carbon Footprint of Products, Japan. Viitattu 30.1.2011. [Http://www.cfp-japan.jp/english/about/about/html](http://www.cfp-japan.jp/english/about/about/html)

Doherty, S., Hoyle, S., Veillard, X., 2010a. Consignment-Level Carbon Reporting, Guidelines. World Economic Forum, Geneve, Sveitsi.

Doherty, S., Hoyle, S., Veillard, X., 2010b. Consignment-Level Carbon Reporting, Background to Guidelines. World Economic Forum, Geneve, Sveitsi.

EMISTRA, 2011. KH-Fin Oy/PKY-Laatu. Viitattu 22.1.2011. <http://www.emistra.fi/>

Energiatehokkuussopimus, 2008. Dnro: 64/70/2008. Liikenne- ja viestintäministeriö. Viitattu 22.1.2011. http://www.emistra.fi/emistra/tavaraliikenne_ets.pdf

Energiavuosi 2009 kaukolämpö, Energiateollisuus ry., 2010. Viitattu 8.1.2010. <http://www.energia.fi/fi/ajankohtaista/lehdistotiedotteet/energiavuosi%202009%20kaukol%c3%a4mp%c3%b6.html>

Energiavuosi 2009 sähkö, Energiateollisuus ry., 2010. Viitattu 8.1.2010. <http://www.energia.fi/fi/ajankohtaista/lehdistotiedotteet/energiavuosi%202009%20s%c3%a4hk%c3%b6.html>

Erkkilä, K., Hartikka, T., Laine, P., Ahtiainen, M., Rahkola, P., Nylund, N.-O., Mäkelä, K., Lappi, M., Noponen, K. ja Liimatainen, H., 2010. Energiatehokas ja älykäs raskas ajoneuvo - HDENIQ - vuosiraportti 2009. Tutkimusraportti, VTT-R-04540-10, VTT, Espoo.

GHG Protocol, 2010. Product Accounting and Reporting Standard (second draft). The Greenhouse Gas Protocol Initiative. Viitattu 30.1.2011. <Http://www.ghgprotocol.org/files/ghg-protocol-product-standard-draft-november-20101.pdf>

Goto, M., Masui, T., Kawai, N., 2006. A Study on Logistic System with Environmental Efficiency and Economic Effectiveness. The Proceeding of International Symposium of Logistics 2006, Beijing.

Guide to PAS 2050 - How to assess the carbon footprint of goods and services, 2008. BSI, London, England. Viitattu 27.1.2011. <http://www.bsigroup.com/en/sectorsandservices/Forms/PAS-2050-Form-page/Thank-you/>

Heikkilä, M., 2009. Kiotosta Kööpenhaminaan - EU, Suomi ja ilmastomuutos. Ulkoasiainministeriön Eurooppa-tiedotus, Sastamala.

Hiilidioksidi, Fortum Markets Oy. Viitattu 11.1.2011. <http://www.fortum-sahkosopimus.fi/sahkosanasto/hiilidioksidi/>

Huhtamaa, P., Lehtinen, A., Rantala, J. ja Setälä, R., 2007. Auto- ja kuljetusalan erikoistumisoppi, moottori. Kustannusosakeyhtiö Otava, Helsinki.

Hurme, P. ja Nykänen, K., 1990. Autotekniikan harjoitustyö, Jyväskylän teknillinen oppilaitos, Jyväskylä.

Hyvärinen, V., Mylläri, A., Rantala, J. ja Sirola, J., 2004. Auto- ja kuljetusalan perusoppi, alusta ja hallintalaitteet. Kustannusosakeyhtiö Otava, Helsinki.

Kanninen, S., 2011. Tavarankuljetustilaston painotiedot. Sähköpostiviesti 25.1.2011. Vastaanottaja K. Nykänen. Tilastokeskuksen asiantuntijalausunto.

Kansainvälisten kuljetusten yleiset kuljetusehdot (meri, lento, huolinta) 20.5.2010. Beweship Oy. Viitattu 15.1.2011. http://www.beweship.com/suomi/suo_index.htm

Kansainvälisten kuljetusten yleiset kuljetusehdot 1.1.2004. Beweship Oy. Viitattu 15.1.2011. http://www.beweship.com/suomi/suo_index.htm

Kotimaan maantiekuljetukset Kiitolinjalla, 2010. Suomen DB Schenker. Viitattu 21.1.2011 <http://www.schenker.fi/services/nationaloperations/nationallandoperations/>

Kotimaan rahdin tuote- ja toimitusehdot 1.1.2011, Itella Logistics Oy. Viitattu 15.1.2011. <http://www.itella.fi/palvelutjatuotteet/kuljetuspalvelut/kotimaa/rahti.html>

Kuronen, M., 2011. Dieselöljyn kemiallinen kaava. Sähköpostiviesti 12.1.2011. Vastaanottaja K. Nykänen. Neste Oil Oyj:n teknologiakeskuksen asiantuntijalausunto.

Laatuseloste: Tieliikenteen tavarankuljetukset, 2010. Tilastokeskus. Viitattu 22.1.2011. <http://www.stat.fi/meta/til/kttav.html>

Laine, P., 2008. Tehtäväkohtainen raportointi, euro 4/5 ajoneuvojen suorituskyky. RASTU-projektin johtoryhmän esitysmateriaali, VTT, Espoo.

Leonardi, J., Browne, M., 2010. Allocation and calculation rules for GHG emissions in complex logistics and freight transport services. University of Westminster, Transport Studies Department.

Liikenteen ympäristöhaitat. Ympäristöministeriö, viitattu 8.1.2011. <http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=10620&lan=fi#a0>

Liimatainen H., 2010a. Kuljetusalan energiatehokkuuden raportointi ja tehostamistoimenpiteiden vaikutusten arviointi. Tampereen teknillinen yliopisto, tiedonhallinnon ja logistiikan laitos, Tampere

Liimatainen, H., 2010b. Logistiikan ympäristöraportointi - kuljetusasiakkaiden näkemykset. Tampereen teknillinen yliopisto, tiedonhallinnon ja logistiikan laitos, Tampere.

Liimatainen, H., 2010c. Shippers' view on environmental reporting of logistics and implications for logistics service providers. Tampere University of Technology, Department of Business Information Management and Logistics, Tampere Finland.

LIPASTO, liikenteen päästöt, 2011. Järjestelmän esittely, VTT. Viitattu 13. ja 19.1.2011. <http://lipasto.vtt.fi/index.htm>.

McKinnon, A. C., 2009. Product-level carbon auditing of supply chains - Environmental imperative or wasteful distraction? Logistics Research Centre, Heriot-Watt University, Edinburgh, UK.

Mäkelä, K., Auvinen, H., 2010. Suomen tieliikenteen pakokaasupäästöt, LIISA 2009 laskentajärjestelmä. Tutkimusraportti VTT-R-05541-10, VTT, Espoo.

Netpoint-hinnoitteludokumentit, VR Transpoint, kappaletavaralogistiikka 2011. Toimintajärjestelmä, Myynnin käsikirja, kohta 02.01.02.01 Netpoint-hinnasto.

Nylund, N.- O., Erkkilä, K., Hartikka, T., 2007. Kaupunkibussien polttoaineen kulutus ja pakokaasupäästöt - uusimman dieseltekniikan suorituskyky. VTT tiedotteita, Edita Prima Oy, Helsinki 2007, viitattu 25.12.2010. www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2007/T2372.pdf

Palvelumaksut ja rahditusperusteet 1.8.2010 alkaen. Suomen Kaukokiito Oy. Viitattu 15.1.2011. http://www.kaukokiito.fi/index.phtml?page_id=1017&navi_id=1017

PAS 2050: Specification for the assessment of the life cycle greenhouse gas emissions of good and services, 2008. BSI, London, England. Viitattu 27.1.2011. <http://www.bsigroup.com/en/sectorsandservices/Forms/PAS-2050-Form-page/Thank-you/>

Peltola, V., 2011. Tavaraliikenteen ETS-tietopankki. Sähköpostiviesti 26.1.2011. Vastaanottaja K. Nykänen ym. Motiva Oy:n asiantuntijalausunto.

Polttoaineet, diesel, 2010a. Motiva Oy. Viitattu 6.1.2011. http://www.motiva.fi/liikenne/polttoaineet_ja_ajoneuvotekniikka/polttoaineet/diesel.

Polttoaineiden lämpöarvot, hyötysuhteet ja hiilidioksidin ominaispäästökertoimet sekä energian hinnat, 2010b. Motiva Oy. Viitattu 18.1.2011. www.motiva.fi/.../Polttoaineiden_lampoarvot_hyotysuhteet_ja_hiilidioksidin_ominaispaastokertoimet_seka_energianhinnat_19042010.pdf

Polttoainekulutus, Volvo Finland Ab. Viitattu 25.12.2010. www.volvotrucks.com/trucks/finland-market/fi-fi/trucks/environment

Rahtikirjan täyttö, 2010. Suomen DB Schenker. Viitattu 15.1.2011. http://www.schenker.fi/e-services/ohjeetjaoppaat/document_8954.html

Suomi, U., Hietaniemi, J., Hellgrén, M., 2004. Yksittäisen kohteen CO₂-päästöjen laskentaohjeistus sekä käytettävät CO₂-kertoimet. Motiva Oy, Helsinki.

Tavaralinjaliikenteen yleiset kuljetusmääräykset 1.1.2010. Logistiikkayritysten Liitto ry. Viitattu 15.1.2011.

http://www.ek.fi/logistiikkayritysten_liitto/fi/sopimusehdot/

Technical Committee CEN/TC 320, 2002. Freight transportation services - Declaration and reporting of environmental performance in freight transport chains. CEN/TR

Tilastot - Liikenne ja matkailu - käsitteet ja määritelmät, Tilastokeskus, 2010. Viitattu 11.1.2011. <http://www.stat.fi/til/kttav/kas.html>

TransEco, 2011. Tieliikenteen energiansäästä ja uusiutuva energia. VTT/Motiva Oy. Viitattu 30.1.2011. <Http://www.transecoco.fi>

TS Q 0010, 2009. General principles for the assessment and labelling of Carbon Footprint of Products. Carbon Footprint of Products, Japan. Viitattu 30.1.2011. <Http://www.cfp-japan.jp/english/specifications/pdf/CFP%20TS%20Q%200010%20En.pdf>

Vierintävastus, Nokian renkaat Oyj. Viitattu 25.12.2010. www.nokianrenkaat.fi/vierinvastus

Volvo Finland Ab, 2010. Lehdistötiedote: "Tulevat Euro 6-määräykset suuri haaste valmistajille", viitattu 4.1.2011.. <http://www.sttinfo.fi/pressrelease/detail.do?pressId=30353>

VR Transpointin kappaletavaralogistiikan rahditusperusteet ja palvelumaksut 5.11.2010. VR Transpoint. Viitattu 15.1.2011. <http://www.vrtranspoint.fi/index/kappaletavara-logistiikka/asiakkaan-opas/kuljetusasiakirjat.html>

Yoshifuji, T., Goto, M., Yamada, T., Masui, T., 2008. Information modeling to calculate CO₂ emissions caused by distribution and its allocations. Proceedings of the 13th International Symposium on Logistics, ISL2008, Bangkok.

LIITTEET

Liite 1. Energiatodistuksen luonnos (ks. Peltola, 2011), sivu 1/2.

ENERGIATEHOKKUUS-
sopimukset

pp.kk.vvvv

Energiatodistus

Yritys Oy
Y xxxxxxx-x

YHTEENVETO

Keskimääräinen polttoaineenkulutus
litraa/100 kmKeskimääräinen kaluston euroluokka
(ajosuoritteilla painotettuna)

AJOKALUSTON PÄÄSTÖLUOKAT

Ajoneuvokaluston päästöluokka
kappaletavarakuljetuksetOma ajokaluston
keskimääräinen euroluokka**Euro 4**Toimialan ajokaluston
keskimääräinen euroluokka**Euro 4**

Ajokaluston määrät suoritealoittain ja ajoneuvotyypeittäin

		Euro 1	Euro 2	Euro 3	Euro 4	Euro 5
Ala 1	Omat autot lkm	0	0	10	40	50
	Omia autoja luokassa (%)	0	0	10	40	50
	Toimialalla keskimäärin (%)	5	10	15	30	20
Ala 2	Omat autot lkm	0	0	10	40	50
	Omia autoja luokassa (%)	0	0	10	40	50
	Toimialalla keskimäärin (%)	5	10	15	30	20
Ala 3	Omat autot lkm	0	0	10	40	50
	Omia autoja luokassa (%)	0	0	10	40	50
	Toimialalla keskimäärin (%)	5	10	15	30	20
Koko kalusto	Omat autot lkm	0	0	10	40	50
	Omia autoja luokassa (%)	0	0	10	40	50
	Toimialalla keskimäärin (%)	5	10	15	30	20

KULJETUSTEN ENERGIANKÄYTTÖ

Kappaletavaran kuljetukset

Oman ajokaluston keskipolttokulutus
litraa/100 km**53.0**Suoritealan keskipolttokulutus
litraa/100 km**43.5**

Ajoneuvokaluston energiankulutus

		Euro 1	Euro 2	Euro 3	Euro 4	Euro 5
litraa/100 km	Oma ajokalusto					
	Suoritealalla keskimäärin					
litraa/tonni-km	Oma ajokalusto					
	Suoritealalla keskimäärin					
CO ₂ g/km	Oma ajokalusto					
	Suoritealalla keskimäärin					

Liite 1. Energiatodistuksen luonnos (ks. Peltola, 2011), sivu 2/2.

TOTEUTETUT ENERGIAANSÄÄSTÖTOIMENPITEET

Alla on listattu yrityksen ETS tietopankkiin syöttämät toteutetut energiansäästötoimenpiteet. Toimenpiteistä on eritelty säästövaikutuksiltaan merkittävimmät toimenpiteet (erittely liitteissä).

Energiansäästö perustuu yrityksen itse antamaan lukemaan.

Toimenpide	Kattavuus	Energiansäästö	Toteutusajankohta
Toimenpide 1			1/2009
Toimenpide 2			12/2010
Toimenpide 3			
Toimenpide 4			
Toimenpide 5			
Toimenpide 6			
Toimenpide 7			
Toimenpide 8			
Toimenpide 9			

OLEMASSA OLEVAT JOHTAMISJÄRJESTELMÄT

ISO 14001 ja BS 8800

RAPORTOINNIN PERUSTEET

Energiatodistus on laadittu tavaraliikenteen ETS-Tietopankkiin syötettyjen tietojen perusteella. Raportti perustuu yhteensä 10 ajoneuvon tietoihin, joiden energiankulutus ja kilometrisuoritteet on syötetty järjestelmään kuukausitarkkuudella. Tiedot sisältävät myös täyttöasteeseen perustuvia tonnikipometritietoja.

ETS-Tietojärjestelmä sisältää raportointihetkellä vertailutietoa yhteensä 40 ajoneuvosta.

Liite 2. Kuljetusten ympäristövaikutusten merkitys kuljetusten hankinnassa (Ei (8) / 8)

Logistiikan ympäristöraportointi -kyselytutkimus

Liiketoiminnan ympäristövaikutusten seuraaminen ja vähentäminen on noussut tärkeäksi osaksi yrityksen yhteiskuntavastuuta ilmastonmuutoksen hillitsemiseen tähtäävien yhteiskunnallisten tavoitteiden myötä. Suomessa erityisesti eri alojen energiatehokkuussopimukset ovat välineitä energiatehokkuuden raportoinnin ja parantamisen edistämiseksi. Julkisten tavoitteiden lisäksi asiakkaiden ympäristötietoisuus lisääntyy ja tämä asettaa vaatimuksia yritysten ympäristövaikutusten raportoinnille. Joissain yrityksissä on jo asetettu tavoitteita varustaa yksittäiset tuotteet hiilijalanjälkimerkinnällä näihin kasvaviin odotuksiin vastaamiseksi. Tuotekohtaisen hiilijalanjäljen laskeminen edellyttää myös toimitusketjun, ja sen osana kuljetusten, päästöjen mittaamista.



Kuva: Raisio

Tämän kyselyn tarkoituksena on selvittää logistiikkapalvelujen asiakkaiden näkemyksiä ja tarpeita logistiikan ympäristövaikutusten raportoinnin suhteen nyt ja tulevaisuudessa. Kysely on osa VTT:n koordinoimaa laajaa kansallista liikenteen ja logistiikan ympäristövaikutuksia käsittelevää tutkimuskokonaisuutta (www.transec.fi). Kyselyn toteutuksesta vastaa Tampereen teknillisen yliopiston tiedonhallinnan ja logistiikan laitos ja se tukee laitoksen ja Transpoint Oy Ab:n tutkimusta logistiikan ympäristövaikutusten asiakaskohtaisen mittaamisen ja raportoinnin kehittämiseksi. Kysely on suunnattu suurille ja keskisuurille suomalaisille teollisuuden ja kaupan alan yrityksille. Vastaajien yhteystiedot on toimittanut MicroMedia. Kyselyn pääasiallinen käyttötarkoitus on tutkimuksellinen, eikä vastaajien henkilöllisyyttä yhdistetä vastauksiin. Tutkimustuloksina julkaistaan koontitietoja, joista yksittäisiä vastauksia ei voi tunnistaa.

Lisätietoja tutkimuksesta antaa tutkija Heikki Liimatainen (heikki.liimatainen@tut.fi, +358408490320)

Kiitos vastauksistasi!

Aloittakaa kysely painamalla seuraava-painiketta

Seuraava -->

0% valmiina

Liite 2. Kuljetusten ympäristövaikutusten merkitys kuljetusten hankinnassa yrityksessä (ei 2/8/8)

Taustatiedot (jättäkää kohta tyhjäksi, mikäli se ei ole relevantti yrityksenne kohdalla tai ette osaa vastata)

Mikä seuraavista nimikkeistä parhaiten kuvaa asemaasi yrityksessä?

- Toimitusjohtaja
- Logistiikkajohtaja
- Ympäristöjohtaja
- Kuljetusjohtaja
- Tuotantojohtaja
- Muu, mikä?

Mikä on yrityksenne päätoimiala?

- Alkutuotanto
- Rakentaminen
- Metsäteollisuus
- Metalliteollisuus
- Teknologiateollisuus
- Elintarviketeollisuus
- Kemianteollisuus
- Muu teollisuus, mikä?
- Kauppa
- Muu palvelu, mikä?

Mikä on yrityksenne liikevaihto?

Kuinka yrityksenne liikevaihto jakautuu toimialueittain? (prosenttiosuus liikevaihdosta)

Suomi

Eurooppa (sis. Venäjä)

Aasia

Afrikka

Pohjois- ja Etelä-Amerikka

Australia

Mikä on kuljetuskustannusten osuus liikevaihdostanne Suomessa prosentteina?

Mikä on yrityksenne vuotuinen kuljetusmäärä Suomessa tonneina?

Liite 2. Kuljetusten ympäristövaikutusten merkitys kuljetusten hankinnassa yrityksesi (ei 9/8/8)

Millainen on kuljetusmuotojen työnjako yrityksenne Suomen sisäisissä kuljetuksissa? (prosenttia tonneista)

Tiekuljetus

Rautatiekuljetus

Lentokuljetus

Vesikuljetus

Mikä on yrityksenne vuotuinen ulkomaan kuljetusten määrä tonneina?

Millainen on kuljetusmuotojen työnjako yrityksenne ulkomaan kuljetuksissa? (prosenttia tonneista)

Tiekuljetus

Rautatiekuljetus

Lentokuljetus

Vesikuljetus

Mikä on yrityksenne vuotuinen kuljetussuorite Suomessa tonnikipometreinä?

Oletteko ulkoistaneet yrityksenne kuljetustoiminnan, eli suorittaako yrityksenne kuljetukset ulkopuolinen yritys?

Kyllä Ei Osittain

Kuinka monen kuljetusyrityksen palveluita käytätte?

<-- Edellinen

Seuraava -->

12% valmiina



Liite 2. Kuljetusten ympäristövaikutusten merkitys kuljetusten hankinnassa (ei 4/8)

Oma ympäristöraportointi

Kohdistuuko yritykseenne yrityksen ulkopuolelta (esimerkiksi asiakkailta) tulevia vaatimuksia tai odotuksia ympäristöraportoinnin suhteen?

Kyllä Ei

Millaisia nämä ovat?

Onko yrityksessänne määritelty tavoitteita ympäristövaikutusten vähentämiselle?

Kyllä Ei

Millaisia tavoitteet ovat?

Suurittaako yrityksenne ympäristövaikutusten seuranta ja raportointia?

Kyllä Ei

Millaisia mittareita yrityksessänne käytetään ympäristövaikutusten seurantaan ja raportointiin?

Edellyttääkö yrityksenne ympäristöraportointia alihankkijoilta?

Kyllä Ei

Millaista ympäristöraportointia yrityksenne edellyttää alihankkijoilta?

Onko yrityksessänne suoritettu yksittäisten tuotteiden hiilijalanjäljen arviointia?

Kyllä Ei

Millaisia kokemuksia näistä arvioinneista on saatu?

<-- Edellinen

Seuraava -->

25% valmiina

Liite 2. Kuljetusten ympäristövaikutusten merkitys kuljetusten hankinnassa (5/8)

Kuljetusten ympäristöraportointi

Raportoiko kuljetusyritys yrityksenne kuljetuksista aiheutuvia ympäristövaikutuksia?

Kyllä Ei

<-- Edellinen

Seuraava -->

37% valmiina

Nykyinen raportointi

Mitä ympäristövaikutuksiin ja tehokkuuteen liittyviä tunnuslukuja kuljetusyritys raportoi?

- Polttoaineenkulutus (litraa)
- Hiilidioksidipäästöt (tonnia)
- Kuljetussuoritekohtainen polttoaineenkulutus (litraa/tonnikilometriä)
- Liikennesuoritekohtainen polttoaineenkulutus (litraa/kilometriä)
- Energiankulutus (MJ tai kWh)
- Kaluston kuormatilan käyttöaste lastatuilla matkoilla (% kantavuudesta tai tilavuudesta)
- Tyhjänäajon määrä (% kokonaisliikennesuoritteesta)
- Haitalliset päästöt (NO_x, CO, pienhiukkaset)
- Muita, mitä?

Kuinka usein kuljetusyritys raportoi?

- Kuukausittain
- Neljännesvuosittain
- Vuosittain

Millä tarkkuustasolla raportointi tehdään?

- Tuotekohtainen
- Tuote-eräkohtainen
- Lähetyskohtainen
- Kuljetusreitikohtainen
- Toimipaikkakohtainen
- Kuljetusten kokonaissumma

Kuinka raportointi teknisesti tehdään?

- Paperiraportti
- Sähköinen kirjallinen raportti
- Sähköinen taulukkolaskentatiedosto
- Suora siirto tietokantaan

Haluaisitteko kehittää raportointia paremmaksi?

Kyllä Ei

<-- Edellinen

Seuraava -->

50% valmiina

Liite 2. Kuljetusten ympäristövaikutusten merkitys kuljetusten hankinnassa (Ei) (0/8/8)

Haluaisitteko kuljetusyrityksen raportoivan yrityksenne kuljetuksista aiheutuvia ympäristövaikutuksia?

- Kyllä Ei

<-- Edellinen

Seuraava -->

62% valmiina

Tavoiteltava raportointi

Mitä ympäristövaikutuksiin ja tehokkuuteen liittyviä tunnuslukuja haluaisitte kuljetusyrityksen raportoivan?

- Polttoaineenkulutus (litraa)
 Hiilidioksidipäästöt (tonnia)
 Kuljetussuoritekohtainen polttoaineenkulutus (litraa/tonnikilometriä)
 Liikennesuoritekohtainen polttoaineenkulutus (litraa/kilometriä)
 Energiankulutus (MJ tai kWh)
 Kaluston kuormatilan käyttöaste lastatuilla matkoilla (% kantavuudesta tai tilavuudesta)
 Tyhjänäajon määrä (% kokonaisliikennesuoritteesta)
 Haitalliset päästöt (NO_x, CO, pienhiukkaset)
 Muita, mitä?

Kuinka usein haluaisitte kuljetusyrityksen raportoivan?

- Viikoittain
 Kuukausittain
 Neljännesvuosittain
 Vuosittain

Millä tarkkuustasolla raportoinnin tulisi olla?

- Tuotekohtainen
 Tuote-eräkohtainen
 Lähetyskohtainen
 Kuljetusreittikohtainen
 Toimipaikkakohtainen
 Kuljetusten kokonaissumma

Kuinka raportointi tulisi teknisesti suorittaa?

- Paperiraportti
 Sähköinen kirjallinen raportti
 Sähköinen taulukkolaskentatiedosto
 Suora siirto tietokantaan

<-- Edellinen

Seuraava -->

75% valmiina

Liite 2. Kuljetusten ympäristövaikutusten merkitys kuljetusten hankinnassa (ei 7/87/8)

Ympäristöraportointi hankinnoissa

Kuinka tärkeänä pidätte kuljetusyrityksen ympäristöraportointivalmiutta kuljetuspalveluja hankkiessanne?

- Edellytämme raportointivalmiutta kaikilta tarjoajilta
- Olemme valmiit maksamaan raportoinnista erillisen sopimuksen mukaan
- Suosimme raportointivalmiutta, vaikka hinta olisi korkeampi
- Suosimme raportointivalmiutta, jos tarjoukset muuten samanlaisia
- Raportointivalmiudella ei ole merkitystä

Otatteko ympäristöraportointivalmiuden huomioon kuljetuspalveluja hankkiessanne?

- Kyllä Ei

Jos kyllä, kuinka tämä tapahtuu?

Otatteko energiatehokkuuden tason huomioon kuljetuspalvelujen hankinnassa?

- Kyllä Ei

Jos kyllä, kuinka tämä tapahtuu?

Onko yrityksenne liittynyt energiatehokkuussopimuksiin?

- Kyllä Ei

Edellyttättekö kuljetusyritykseltä liittymistä tavarankuljetusten ja logistiikan energiatehokkuussopimukseen?

- Kyllä Ei

<-- Edellinen

Seuraava -->

87% valmiina



Liite 2. Kuljetusten ympäristövaikutusten merkitys kuljetusten hankinnassa (ei 8/8/8)

Logistiikan ympäristöraportointi -kyselytutkimus

Tulevaisuus

Kuinka todennäköisenä pidätte seuraavien väittämien toteutumista vuonna 2016? (eli nykyisten energiatehokkuussopimusten sopimuskauden päättyessä)

	Erittäin epätodennäköistä	Melko epätodennäköistä	Ei todennäköistä eikä epätodennäköistä	Melko todennäköistä	Erittäin todennäköistä
Yrityksemme on sitoutunut energiansäästötavoitteeseen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Yrityksemme on liittynyt energiatehokkuussopimukseen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Yrityksemme tuotteissa on hiilijalanjälkimerkintä	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Yrityksemme raportoi ympäristövaikutuksista vuosittain	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Yrityksemme toimituskejut suunnitellaan energiatehokkuuden ehdoilla	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Yrityksemme käyttää energiatehokkuuskriteerejä kuljetuspalvelujen hankinnoissa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Yrityksemme käyttää ympäristöystävällisiä nykyistä vähemmän tiekuljetuksia	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Yrityksemme edellyttää kuljetuspalvelujen toimittajalta ympäristövaikutusten raportointia	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Yrityksemme edellyttää kuljetuspalvelujen toimittajalta energiatehokkuuden jatkuvaa parantamista	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Yrityksemme toimituskejut suunnitellaan yhteistyössä kuljetuspalvelujen toimittajan kanssa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Lopuksi voitte vielä kommentoida vapaasti kyselyä ja kyselyn aihepiiriin liittyviä asioita.

<-- Edellinen

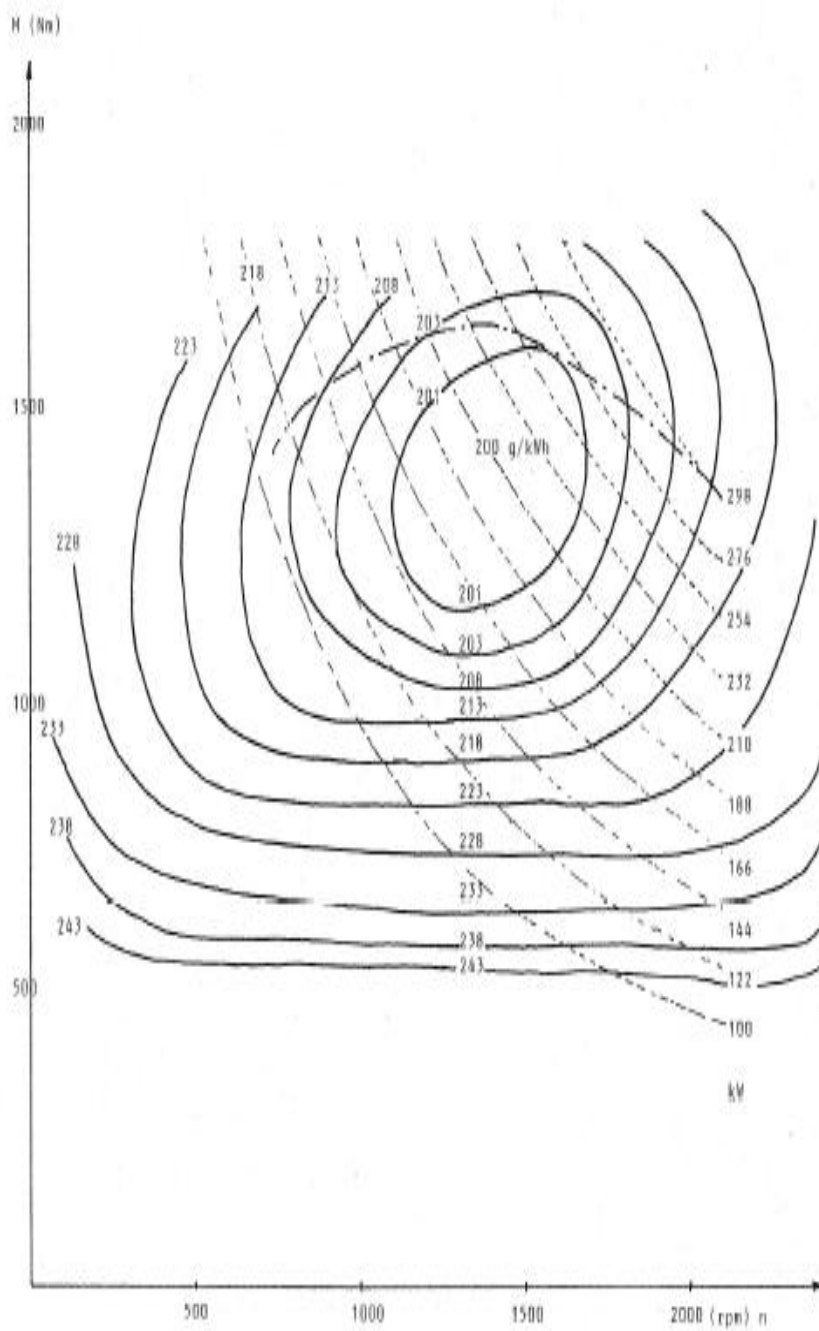
Lähetä

100% valmiina

Liite 3. Ominaiskulutuskuvaaja, Cummins (ks. Hurme & Nykänen, 1988).

OMINAISKULUTUSKUVAAJA M/n -KOORDINAATISTOSSA:

Cummins NTE-400-20



Liite 4. VR Transpointin alihankkijarekisterin kalustolomake, yksilöintitiedot (ks. VR Transpoint, 2011a).

Alihankkijarekisterin kalustolomake

Muokattu viimeksi: 02.02.2011

Yhteystiedot:

Liikennöitsijä:

Yhteyshlö ja puh:

Teppo Testaaja 040 123 4567

Kustannuspaikka

Auton puhelinno:

Yksilöintitiedot:

TP-numero:	<input type="text"/>	Rekisterinro:	<input type="text"/>	Liikenneluvan nro:	<input type="text"/>
Tyyppi:	<input type="text" value="Valitse luettelost"/>	Laatu:	<input type="text" value="Valitse luettelost"/>	Pa-kulutus l/100 km:	<input type="text"/>
Merkki:	<input type="text"/>	Malli:	<input type="text"/>	Moottorin euroluokka:	<input type="text" value="Tyhjä"/>
		Vuosimalli:	<input type="text"/>	Osa-aikainen auto:	<input type="checkbox"/> Kyllä
				Poistettu käytöstä:	<input type="text" value="16"/>


Liite 5. VR Transpointin terminaalien väliset etäisyydet

VR Transpoint
Kappalelataalogistikka
Kimmo Nykänen
2.3.2011

VR TRANSPORTIN TERMINAALIEN VÄLISET ETÄISYYDET

	HELSINKI	KARJAA	HÄMEEN LINNA	LAHTI	TURKU	MAARIN HAMINA	PORI	TAMPE RE	JYVÄS KYLÄ	KOUVO LA	MIKKELI	LAPPEEN RANTA	SEINÄ JOKI	VAASA	KOKKO LA	KUOPIO	JOEN SUU	KAJAA NI	OULU	ROVA NIEMI
HELSINKI	0	86	94	104	156	328	241	173	271	139	231	218	354	411	495	385	433	548	604	824
KARJAA	86	0	139	166	118	290	249	218	333	225	293	304	399	456	540	446	495	610	665	886
HÄMEENLINNA	94	139	0	90	130	302	194	83	200	145	213	224	264	321	405	380	415	543	568	789
LAHTI	104	166	90	0	236	408	256	140	174	62	134	140	316	373	410	287	336	451	506	727
TURKU	156	118	130	236	0	172	136	155	307	295	363	374	336	339	452	451	565	615	640	860
MAARINHAMINA	328	290	302	408	172	0	308	327	479	467	535	546	508	511	634	623	737	787	812	1 032
PORI	241	249	192	254	136	308	0	113	269	309	370	388	185	186	308	413	509	554	507	727
TAMPERE	173	218	83	141	155	327	119	0	156	196	257	274	179	236	320	300	396	463	488	709
JYVÄSKYLÄ	271	333	235	173	307	479	271	155	0	196	111	225	201	278	243	154	250	318	340	560
KOUVOLA	139	225	144	61	295	467	310	194	197	0	113	81	370	427	460	269	317	433	557	785
MIKKELI	231	293	213	133	363	535	372	255	112	113	0	114	301	382	347	174	217	338	444	690
LAPPEENRANTA	217	303	223	139	374	546	388	272	225	81	114	0	414	496	461	270	239	433	557	785
SEINÄJOKI	356	401	265	316	339	511	186	179	200	371	301	415	0	73	142	322	435	388	340	561
VAASA	412	457	321	372	339	511	186	236	278	427	382	496	72	0	121	372	485	368	320	540
KOKKOLA	496	541	405	409	461	633	308	320	243	468	347	461	141	121	0	323	435	252	204	424
KUOPIO	391	453	378	293	451	623	415	299	155	269	175	270	322	372	322	0	138	171	288	523
JOENSUU	433	495	415	335	565	737	511	395	251	317	217	238	434	485	435	138	0	232	393	561
KAJAANI	555	616	542	457	614	786	554	462	318	433	338	434	388	368	252	171	232	0	187	355
OULU	603	665	567	506	640	812	507	487	339	564	444	557	340	320	204	288	393	187	0	226
ROVANIEMI	840	901	803	742	876	1 048	743	723	576	785	680	786	576	556	440	523	561	355	242	0

Liite 6. Ote nouto-/jakeluetaisyydet sisältävästä osoitepaikkaluettelosta

							
OSOITEPAIKAT ETÄISYYKSILLÄ 25.2.2011 ALKAEN							
Postin.	Postin.paikka	Laskentapiste	Jakeluli nja	Linjan tyyppi	Toim. päivä	Huom !	Km etäisyys teminaalista
40100	JYVÄSKYLÄ	JYVÄSKYLÄ	33001	K	MA-PE		3,6
40200	JYVÄSKYLÄ	JYVÄSKYLÄ	33006	K	MA-PE		4,1
40220	KESKI-PALOKKA	JYVÄSKYLÄ	33006	K	MA-PE		3,0
40250	JYVÄSKYLÄ	JYVÄSKYLÄ	33006	K	MA-PE		2,7
40270	PALOKKA	JYVÄSKYLÄ	33006	K	MA-PE		8,5
40320	JYVÄSKYLÄ	JYVÄSKYLÄ	33003	K	MA-PE		5,0
40340	JYVÄSKYLÄ	JYVÄSKYLÄ	33002	K	MA-PE		1,3
40350	JYVÄSKYLÄ	JYVÄSKYLÄ	33003	K	MA-PE		4,0
40400	JYVÄSKYLÄ	JYVÄSKYLÄ	33007	K	MA-PE		3,9
40420	JYSKÄ	JYVÄSKYLÄ	33007	K	MA-PE		5,7
40500	JYVÄSKYLÄ	JYVÄSKYLÄ	33004	K	MA-PE		10,7
40520	JYVÄSKYLÄ	JYVÄSKYLÄ	33004	K	MA-PE		8,0
40530	JYVÄSKYLÄ	JYVÄSKYLÄ	33005	K	MA-PE		8,5
40600	JYVÄSKYLÄ	JYVÄSKYLÄ	33005	K	MA-PE		5,3
40620	JYVÄSKYLÄ	JYVÄSKYLÄ	33005	K	MA-PE		5,8
40630	JYVÄSKYLÄ	JYVÄSKYLÄ	33005	K	MA-PE		5,8
40640	JYVÄSKYLÄ	JYVÄSKYLÄ	33005	K	MA-PE		9,8
40660	JYVÄSKYLÄ	JYVÄSKYLÄ	33005	K	MA-PE		9,8
40700	JYVÄSKYLÄ	JYVÄSKYLÄ	33005	K	MA-PE		4,2
40720	JYVÄSKYLÄ	JYVÄSKYLÄ	33005	K	MA-PE		3,7
40740	JYVÄSKYLÄ	JYVÄSKYLÄ	33005	K	MA-PE		7,5
40800	VAAJAKOSKI	JYVÄSKYLÄ	33007	K	MA-PE		13,2
40820	HAAPANIEMI	JYVÄSKYLÄ	33007	K	MA-PE		9,2
40900	SÄYNÄTSALO	JYVÄSKYLÄ	33009	K	MA-PE		14,3
40930	KINKOMAA	JYVÄSKYLÄ	33009	K	MA-PE		11,3
40950	MUURAME	JYVÄSKYLÄ	33009	K	MA-PE		15,1
41120	PUUPPOLA	JYVÄSKYLÄ	33006	K	MA-PE		10,3
41140	KUIKKA	JYVÄSKYLÄ	33006	K	TI,TO		14,8
41160	TIKKAKOSKI	JYVÄSKYLÄ	33006	K	MA-PE		12,9
41180	VEHNIÄ	JYVÄSKYLÄ	33006	K	TI,TO		17,1
41210	JOKIHAARA	JYVÄSKYLÄ	33431	M	TI,TO		22,1
41220	HÖYTIÄ	JYVÄSKYLÄ	33431	M	TI		22,5
41230	UURAINEN	JYVÄSKYLÄ	33431	M	TI,TO		23,8
41240	KYYNÄMÖINEN	JYVÄSKYLÄ	33431	M	TI		29,0
41260	HOIKANKYLÄ	JYVÄSKYLÄ	33431	M	TI		32,0
41270	LANNEVESI	JYVÄSKYLÄ	33431	M	TI,TO		30,7
41290	KANGASHÄKKI	JYVÄSKYLÄ	33431	M	TI,TO	HIRVASKANG	25,2

Liite 7. Salattu.

Liite 8. Salattu, sivu 1/3.

Liite 8. Salattu, sivu 2/3.

Liite 8. Salattu, sivu 3/3.

Liite 9. Salattu.

Liite 10. Päästölaskuri yksittäisen lähetyksen päästöjä varten.

VR TRANSPORT		Päästölaskuri		Voimassa alkaen: 14.3.2011		
Postinumero ja määrä		Postitoimipaikka	Laskentaterminaali	N/J-alue	Kilometrit	Tonnikilometrit
Mistä:	02130	ESPOO	HELSINKI	K	7	0,664
Minne:	84100	YLIJIESKA	KOKKOLA	M	54	5,410
Määrä:	100,00	Rahduspaino kg	Runkokilometrit:			49,505
Laji:	kg	100	Tonnikilometrit yhteensä:			55,579
Kuljetuksen CO ₂ -päästöt grammoina						
Laskenta-arvot:		g CO ₂ / tnkm		Sinun kuljetuksesi		
	Runkopäästö	44,0	Runkopäästö			2 177
	Noutopäästö	363,2	Noutopäästö			241
	Jakelupäästö	125,2	Jakelupäästö			677
	Terminaalipäästö	2143	Terminaalipäästö			214
Suoratoimitusraja:		g CO ₂ /tnkm		g CO ₂ yht.		
2500	kg	päästöt yhteensä:		3 309		
Postinumerohaku:		Ylivieska		84100		
Kirjoita hakemasi postitoimipaikan nimi keltaiseen ruutuun. Postinumero haetaan sen oikealle puolelle.						

Liite 11. Ajoilmoitus 2281566 ja vuoron ajoreitti kartalla

TIMEPOINT TYÖILMOITUS/AJOILMOITUS Nro: 2281566 *HYVÄKSYTTY*

Henkilö Kp Nimi	Liikennöitsijä	Auto
3343 607		440
Työaika	Tauot yht.	Palkkatunnit
22.06.2010 06:04 - 22.06.2010 17:57	26 min.	11.53
Iltatyö,h	Yötyö,h	Sunnuntaityö,h
0.00	0.00	0.00
	VAK yht.	Odotukset yht.
	0 min.	0 min.

Tehtävä 1

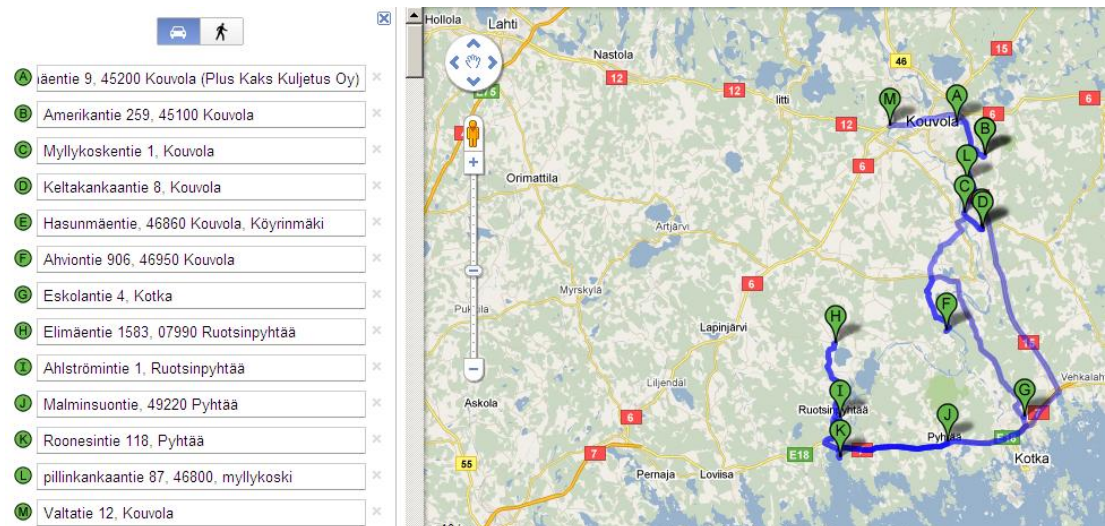
Teht.	Linjanro	Auto	Auton käyttö	Mittarilukemat
T	80788	440	06:04-07:09 = 1.05	0-0=0 km
VAK1		VAK2	VAK yht.	
Odotus1	Odotus2	Odotus yht.	Viedyt Fin-lavat	Tuodut Fin-lavat
0	0	0	0	0
Jaetut rk:t	Jakopaikat	Noudetut rk:t	Noutopaikat	Pelkät käynnit
0	0	0	0	0
Tehtävä alkoi/päättyi	Palkkatunnit	Iltatyö,h	Yötyö,h	Sunnuntaityö,h
06:04-07:09	1.05	0.00	0.00	0.00
Tauko1	Tauko2	Tauko3	Tauot yht.	
			0 min.	

Tehtävä 2

Teht.	Linjanro	Auto	Auton käyttö	Mittarilukemat
M	07481	440	07:09-17:57 = 10.48	279945-280153=208 km
VAK1		VAK2	VAK yht.	
Odotus1	Odotus2	Odotus yht.	Viedyt Fin-lavat	Tuodut Fin-lavat
12	10	13	6	16
Jaetut rk:t	Jakopaikat	Noudetut rk:t	Noutopaikat	Pelkät käynnit
12	10	13	6	0
Tehtävä alkoi/päättyi	Palkkatunnit	Iltatyö,h	Yötyö,h	Sunnuntaityö,h
07:09-17:57	10.48	0.00	0.00	0.00
Tauko1	Tauko2	Tauko3	Tauot yht.	
12:42-12:57 = 15 min	15:47-15:58 = 11 min		26 min	

Laatijan allekirjoitus _____

Hyväksyjän allekirjoitus _____



**Liite 12. Ajoilmoituksen 2281566 toteutuneet päästöt ja vertailu lasku-
riin (s. 1/3)**

Kulutustiedot ajotapaseurantalaitteesta:													
VEHIC_ID	D2SumKm	Start_Date	End_Date	Time	Ero seur	D2SumTime	FUEL_ML	FUEL_ML_END	Used_ml	D2SumFuel	Kum litr	lit/100km	Rivi
440	0,1	2010-06-22 06:24:49	2010-06-22 06:27:46	0:02	1:59	0:02	70720406	70720623	217	217	0,217	21,70	1
440	0,1	2010-06-22 08:27:19	2010-06-22 08:27:43	0:00	0:19	0:03	70720599	70720623	24	241	0,241	0,00	2
440	11,1	2010-06-22 08:47:12	2010-06-22 09:09:17	0:22	0:07	0:25	70720623	70723162	2539	2780	2,78	2,31	3
440	24,6	2010-06-22 09:49:35	2010-06-22 09:53:02	0:03	0:02	0:51	70726130	70726293	163	5930	5,93	3,26	8
440	29,1	2010-06-22 09:55:58	2010-06-22 10:05:22	0:09	0:09	1:00	70726293	70727078	785	6715	6,715	1,74	9
440	29,4	2010-06-22 10:15:05	2010-06-22 10:17:05	0:02	0:08	1:02	70727078	70727177	99	6814	6,814	3,30	10
440	54,2	2010-06-22 10:25:42	2010-06-22 10:56:05	0:30	0:09	1:33	70727177	70731331	4154	10968	10,968	1,68	11
440	66,6	2010-06-22 11:05:46	2010-06-22 11:31:13	0:25	0:05	1:58	70731331	70733624	2293	13261	13,261	1,85	12
440	74,2	2010-06-22 11:37:00	2010-06-22 11:50:38	0:13	0:07	2:12	70733624	70735140	1516	14777	14,777	1,99	13
440	86,6	2010-06-22 12:16:03	2010-06-22 12:17:41	0:01	0:04	2:30	70737058	70737133	75	16770	16,77	2,50	15
440	126,2	2010-06-22 13:31:20	2010-06-22 13:47:30	0:16	0:05	3:20	70742297	70745876	3579	25543	25,543	2,20	19
440	134,4	2010-06-22 14:26:31	2010-06-22 14:26:59	0:00	0:04	3:43	70748261	70748275	14	27990	27,99	0,00	23
440	171,9	2010-06-22 14:31:02	2010-06-22 15:04:55	0:33	0:07	4:17	70748275	70755947	7672	35662	35,662	2,05	24
440	183,8	2010-06-22 15:12:35	2010-06-22 15:26:22	0:13	0:11	4:31	70755947	70758487	2540	38202	38,202	2,13	25
440	194,6	2010-06-22 16:00:25	2010-06-22 16:09:37	0:09	0:31	4:51	70759849	70760974	1125	40689	40,689	3,04	27
440	205,2	2010-06-22 16:41:11	2010-06-22 16:55:54	0:14	0:21	5:05	70760974	70763727	2753	43442	43,442	2,60	28
440	206,2	2010-06-22 17:17:42	2010-06-22 17:17:48	0:00	0:00	5:05	70763655	70763727	72	43514	43,514	0,00	29
440	207,2	2010-06-22 17:42:15	2010-06-22 17:45:07	0:02		5:11	70763727	70763727	0	43582	43,582	#JAKO/0!	31
	207,2			5:11		5:11			43582	43582	43,582	21,03	32

Liite 12. Ajoilmoituksen 2281566 toteutuneet päästöt ja vertailu lasku-
riin (s. 3/3)

Kulutuksen jakaminen				Päästöjen jakaminen		Laskurilla Ero todel-		Rivi
Kumul.kul	As>as kul	As os kul	As.os.km+kg	As tnkm	As.kgCO ₂	As kgCO ₂	liseen	
217		litraa						1
241								2
2780	2563	3,45	7,9%	8,21	9,175	1,117	0,931	3
5930	3150	3,75	8,6%	18,24	9,963	0,546	0,933	8
6715	785	0,91	2,1%	1,46	2,419	1,653	0,063	9
6814	99	0,86	2,0%	1,18	2,281	1,939	0,05	10
10968	4154	3,50	8,0%	25,99	9,303	0,358	0,603	11
13261	2293	2,34	5,4%	5,33	6,224	1,168	0,564	12
14777	1516	2,09	4,8%	1,48	5,572	3,754	0,141	13
16770	1993	2,55	5,9%	0,35	6,787	19,592	0,028	15
25543	8773	3,06	7,0%	18,93	8,139	0,430	1,057	19
27990	2447	8,21	18,8%	174,05	21,827	0,125	9,128	23
35662	7672	3,39	7,8%	5,39	9,026	1,675	0,522	24
38202	2540	3,24	7,4%	19,46	8,632	0,443	1,911	25
40689	2487	1,04	2,4%	9,02	2,769	0,307	1,057	27
43442	2753	0,87	2,0%	4,71	2,310	0,491	0,105	28
43514	72	4,32	9,9%	48,04	11,500	0,239	1,223	29
								31
43,582	43297	43,58	100,0%	341,85	115,928	0,339	18,316	32
					2,66		15,8% tod/laskuri	32

Liite 13. Ajoilmoitus 2387826 ja vuoron ajoreitti kartalla

TIMEPOINT TYÖILMOITUS/AJOILMOITUS Nro: 2387826 *HYVÄKSYTTY*

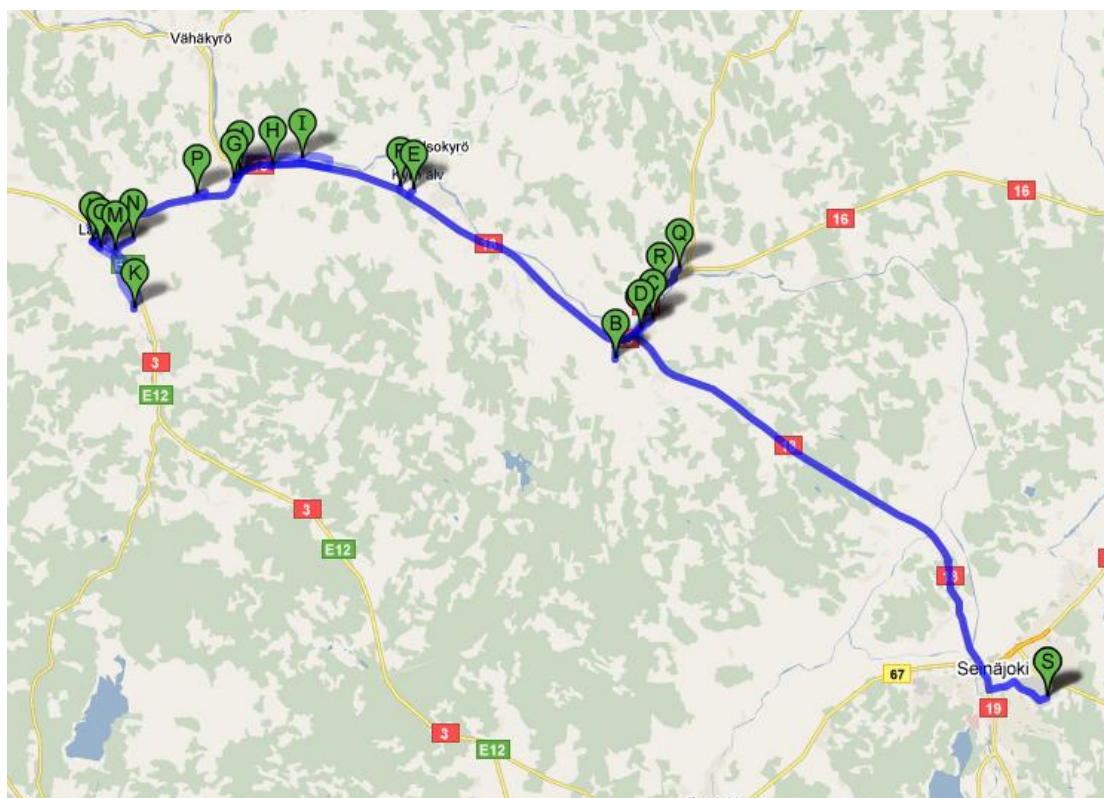
Henkilö Kp Nimi	Liikennöitsijä	Auto
2456 321		403
Työaika	Tauot yht.	Palkkatunnit
11.01.2011 06:24 - 11.01.2011 16:56	30 min.	10.32
Iltatyö,h	Yötyö,h	Sunnuntaityö,h
0.00	0.00	0.00
VAK1	VAK2	VAK yht.
		0 min.
Odottukset yht.		0 min.

Tehtävä 1

Teht.	Linjanro	Auto	Auton käyttö	Mittarilukemat
M	21664	403	06:24-16:56 = 10.32	915837-916014=177 km
VAK1		VAK2	VAK yht.	
Odotus1	Odotus2	Odotus yht.	Viedyt Fin-lavat	Tuodut Fin-lavat
			0	0
Jaetut rk:t	Jakopaikat	Noudetut rk:t	Noutopaikat	Pelkät käynnit
19	14	5	4	1
Tehtävä alkoi/päättyi	Palkkatunnit	Iltatyö,h	Yötyö,h	Sunnuntaityö,h
06:24-16:56	10.32	0.00	0.00	0.00
Tauko1	Tauko2	Tauko3	Tauot yht.	
12:23-12:53 = 30 min			30 min	

Laatijan allekirjoitus _____

Hyväksyjän allekirjoitus _____



**Liite 14. Ajoilmoituksen 2387826 toteutuneet päästöt ja vertailu lasku-
riin (s. 1/3)**

Kulutusse-dot ajotapaseurantalaitteesta:												
VEHIC_ID	D2SumKm	Start_Date	End_Date	Time	Ero seur	D2SumTime	FUEL_ML	FUEL_ML_END	Used_ml	D2SumFuel	Kum litr	Rivi
403	0	11.1.2011 6:38	11.1.2011 6:38	0:00:02		0:00:02	329641	329641	0	0	0,00	0 1
403	0	11.1.2011 6:38	11.1.2011 6:38	0:00:27	0:00	0:00:29	329641	329641	0	0	0,00	0 2
403	29,3	11.1.2011 8:39	11.1.2011 8:49	0:10:01	1:31	1:31:38	329653	329654	1000	13000	1,01	33,78378378 13
403	32,66	11.1.2011 8:51	11.1.2011 9:01	0:10:01	1:44	1:44:07	329654	329655	1000	14000	1,00	34,60207612 16
403	33,89	11.1.2011 9:01	11.1.2011 9:11	0:10:01	1:54	1:54:08	329655	329655	0	14000	0,00	0 17
403	47,95	11.1.2011 9:21	11.1.2011 9:31	0:10:01	2:14	2:14:10	329661	329662	1000	21000	1,01	85,47008548 19
403	48,45	11.1.2011 9:31	11.1.2011 9:41	0:10:00	2:24	2:24:10	329662	329662	0	21000	0,00	0 20
403	62,87	11.1.2011 10:01	11.1.2011 10:11	0:10:01	2:54	2:54:14	329668	329669	1000	28000	1,00	54,94505494 23
403	66,08	11.1.2011 10:11	11.1.2011 10:21	0:10:01	3:04	3:04:15	329669	329670	1000	29000	1,00	31,15264798 24
403	73,39	11.1.2011 10:31	11.1.2011 10:41	0:10:00	3:24	3:24:17	329671	329672	1000	31000	1,00	24,27184466 26
403	76,05	11.1.2011 10:41	11.1.2011 10:49	0:07:34	3:31	3:31:51	329672	329673	1000	32000	1,00	37,59398496 27
403	90	11.1.2011 11:23	11.1.2011 11:33	0:10:02	4:15	4:15:47	329678	329679	1000	38000	1,00	34,36426117 34
403	92,58	11.1.2011 11:33	11.1.2011 11:43	0:10:00	4:25	4:25:47	329679	329680	1000	39000	1,00	38,75968992 35
403	94,55	11.1.2011 11:53	11.1.2011 12:03	0:10:02	4:45	4:45:50	329680	329681	1000	40000	1,00	66,66666667 37
403	100,06	11.1.2011 12:13	11.1.2011 12:23	0:10:01	5:05	5:05:51	329681	329683	2000	42000	2,00	36,29764065 39
403	106,34	11.1.2011 13:12	11.1.2011 13:22	0:10:01	5:41	5:41:34	329685	329685	0	44000	0,00	0 45
403	115,08	11.1.2011 13:32	11.1.2011 13:42	0:10:02	6:01	6:01:37	329689	329689	0	48000	0,00	0 47
403	119,45	11.1.2011 14:02	11.1.2011 14:12	0:10:00	6:31	6:31:39	329690	329691	1000	50000	1,00	30,21148036 50
403	143,75	11.1.2011 14:52	11.1.2011 15:03	0:10:02	7:21	7:21:44	329701	329702	1000	61000	1,00	0 55
403	157,27	11.1.2011 15:37	11.1.2011 15:47	0:10:01	7:51	7:51:47	329703	329708	5000	67000	5,00	52,79831045 59
403	176,84	11.1.2011 16:17	11.1.2011 16:27	0:10:01	8:31	8:31:50	329715	329715	0	74000	0,00	0 63
	176,84			9:49:39		8:31:50			74000	74000	74,07	41,84573626 64

Liite 14. Ajoilmoituksen 2387826 toteutuneet päästöt ja vertailu lasku-
riin (s. 2/3)

Rahtikirjatiedot Tímeipointista				Kilometrien jakaminen									
Käp aikaleima	Käp_ID	N/J	Paino	Painot yht.	Kg osuus	Kumul. kuorma	Kum.km	Noutokm	As>as km	T>as km (Google)	As os km	%-kmsta	Riv
11.1.2011 6:24	(työvuoron aloitus)					kuorma	0						1
11.1.2011 8:49	3129	J	2,20	2,20	0,02 %	6357,60	0						2
11.1.2011 8:58	3030	J	89,90	89,90	0,93 %	6355,40	29,3		29,3	25,8	5,57	3,15 %	13
11.1.2011 9:05	3131	J	20,00	20,00	0,21 %	6265,50	32,66		3,36	29,1	6,28	3,55 %	16
11.1.2011 9:29	3132	J	166,50	166,50	1,73 %	6245,50	33,89		1,23	25,8	5,57	3,15 %	17
11.1.2011 9:41	3133	J	515,00	515,00	5,35 %	6079,00	47,95		14,06	41,6	8,98	5,08 %	19
11.1.2011 10:10	3134	J	266,40	266,40	2,77 %	5564,00	48,45		0,5	42	9,07	5,13 %	20
11.1.2011 10:19	3135	J	93,20	93,20	0,97 %	5297,60	62,87		14,42	50	10,80	6,11 %	23
11.1.2011 10:32	3136	J	1150,00	1150,00	11,94 %	5204,40	66,08		3,21	48	10,37	5,86 %	24
11.1.2011 10:42	3137	J	5,20	5,20	0,05 %	4054,40	73,39		7,31	47,1	10,17	5,75 %	26
11.1.2011 11:28	3138	J	166,50	166,50	1,73 %	4049,20	76,05		2,66	49,8	10,76	6,08 %	27
11.1.2011 11:39	3139	J	108,60	108,60	1,13 %	3882,70	90		13,95	62,2	13,43	7,60 %	34
11.1.2011 11:59	3140	J	20,00	20,00	0,21 %	3774,10	92,58		2,58	58,6	12,66	7,16 %	35
11.1.2011 12:15	3141	J	99,90	114,90	1,19 %	3754,10	94,55		1,97	59,1	12,76	7,22 %	37
11.1.2011 13:21	3142	J	260,00	3639,20	37,80 %	3639,20	100,06		5,51	56,4	12,18	6,89 %	39
11.1.2011 13:37	3143	N	233,10	493,10	5,12 %	0,00	106,34		6,28	59	12,74	7,21 %	45
11.1.2011 14:03	3144	N	925,00	925,00	9,61 %	493,10	115,08	61,76	8,74	59	12,74	7,21 %	47
11.1.2011 15:03	3145	N	1850,00	1850,00	19,21 %	1418,10	119,45	57,39	4,37	52,4	11,32	6,40 %	50
11.1.2011 15:38	3146	N	2,60	2,60	0,03 %	3268,10	143,75	33,09	24,3	26,6	5,74	3,25 %	55
11.1.2011 16:56	(työvuoron lopetus)			2,60	0,03 %	3270,70	157,27	19,57	13,52	26,3	5,68	3,21 %	59
				9628,3	100,00 %	3270,70	176,84	0,00	19,57	0			63
				9628,3	100,00 %	9628,30	176,84		176,84	818,8	176,84	100,00 %	64

Liite 14. Ajoilmoituksen 2387826 toteutuneet päästöt ja vertailu lasku-
riin (s. 3/3)

Kulutuksen jakaminen		Päästöjen jakaminen		Laskurilla		Ero todel-	Rivi
Kumul.kul	As os kul	As.os.km+kg	As tnm	As.kgCO ₂	As.kgCO ₂	As.kgCO ₂	liseen
0 litraa				/tnkm			
0							
13000	1,17	1,59 %	0,06	3,12	48,459	0,006	3,12
14000	1,66	2,24 %	2,94	4,42	1,504	0,241	4,18
14000	1,24	1,68 %	0,68	3,31	4,877	0,054	3,25
21000	2,52	3,40 %	7,98	6,70	0,839	0,500	6,20
21000	3,88	5,24 %	24,95	10,31	0,413	1,546	8,77
28000	3,28	4,44 %	16,75	8,73	0,521	0,966	7,77
29000	2,53	3,42 %	6,16	6,72	1,092	0,338	6,38
31000	6,55	8,85 %	84,40	17,42	0,206	4,170	13,25
32000	2,27	3,07 %	0,40	6,04	15,271	0,019	6,02
38000	3,45	4,66 %	14,99	9,18	0,613	0,742	8,44
39000	3,07	4,14 %	10,05	8,15	0,811	0,484	7,67
40000	2,75	3,71 %	1,89	7,31	3,865	0,089	7,22
42000	2,99	4,04 %	11,50	7,95	0,692	0,512	7,44
44000	16,65	22,50 %	386,99	44,29	0,114	5,697	38,59
48000	4,56	6,16 %	56,75	12,13	0,214	2,197	9,94
50000	5,92	8,00 %	110,49	15,75	0,143	3,354	12,40
61000	8,31	11,23 %	265,94	22,11	0,083	4,951	17,16
67000	1,20	1,62 %	0,41	3,19	7,796	0,007	3,18
74000							
74	74,00	100,00 %	1003,32	196,84	0,196	25,873	170,97
				2,66	kg/litra	13,1	% tod/laskuri

Liite 15. Ajoilmoitus 2349252 ja vuoron ajoreitti kartalla

TIMEPOINT TYÖILMOITUS/AJOILMOITUS Nro: 2349252 *HYVÄKSYTTY*

Henkilö Kp Nimi	Liikennöitsijä		Auto	
11303 170			30130	
Työaika	Tauot yht.	Palkkatunnit	Ruokarahat, kpl	
28.10.2010 05:09 - 28.10.2010 16:44	0 min.	11.35	0	
Iltatyö, h	Yötyö, h	Sunnuntai työ, h	VAK yht.	Odotukset yht.
0.00	0.51	0.00	0 min.	0 min.

Tehtävä 1

Teht.	Linjanro	Auto	Auton käyttö	Mittarilukemat
K	01013	30130	05:09-16:44 = 11.35	22000-22038=38 km
VAK1		VAK2	VAK yht.	
Odotus1	Odotus2	Odotus yht.	Viedyt Fin-lavat	Tuodut Fin-lavat
22	22	2	0	0
Jaetut rk:t	Jakopaikat	Noudetut rk:t	Noutopaikat	Pelkät käynnit
22	22	2	2	2
Tehtävä alkoi/päättyi	Palkkatunnit	Iltatyö, h	Yötyö, h	Sunnuntai työ, h
05:09-16:44	11.35	0.00	0.51	0.00
Tauko1	Tauko2	Tauko3	Tauot yht.	

Laatijan allekirjoitus _____

Hyväksyjän allekirjoitus _____

Hanki reittiohjeet Omat kartat

Auto Kävely

A Veturitie 19, 00240 Helsinki
 B Kivihaantie 7, 00310 Helsinki
 C Aleksanterinkatu 9, 00100 Helsinki
 D Mannerheimintie 10, 00100 Helsinki
 E Kampinkuja 2, 00100 Helsinki
 F Salomonkatu 15, 00100 Helsinki
 G Urho Kekkosen Katu, 00100 Helsinki
 H Pohjoinen Rautatiekatu 21, 00100 Helsinki
 I Lapuankatu 4, 00100 Helsinki
 J Leppäsuonkatu 9, 00100 Helsinki
 K Museokatu 36, 00100 Helsinki
 L Runeberginkatu 4, 00100 Helsinki
 M Runeberginkatu 2, 00100 Helsinki
 N Eerikinkatu 15-17, 00100 Helsinki
 O Kansakoulukuja 1, 00100 Helsinki
 P Annankatu 23, 00100 Helsinki
 Q Salomonkatu 17, 00100 Helsinki
 R Yrjönkatu 31, 00100 Helsinki
 S Yrjönkatu 36, 00100 Helsinki
 T Mannerheimintie 20, 00100 Helsinki
 U Veturitie 19, 00240 Helsinki

©2011 Google - Karttatiedot ©2011 Geocentre/Consulting, Tele Atlas - Käyttöehdot

Liite 17. Ajoilmoitus 2348386 ja vuoron ajoreitti kartalla

TIMEPOINT TYÖILMOITUS/AJOILMOITUS Nro: 2348386 *HYVÄKSYTTY*

Henkilö Kp Nimi	Liikennöitsijä	Auto
11303 170		30130
Työaika	Tauot yht.	Palkkatunnit
27.10.2010 04:48 - 27.10.2010 15:53	0 min.	11.05
Iltatyö, h	Yötyö, h	Sunnuntaityö, h
0.00	1.12	0.00
	VAK yht.	Odotukset yht.
	0 min.	0 min.
		Ruokaraha, kpl
		0

Tehtävä 1

Teht.	Linjanro	Auto	Auton käyttö	Mittarilukemat
K	01013	30130	04:48-15:53 = 11.05	21940-21979=39 km
VAK1		VAK2	VAK yht.	
Odotus1	Odotus2	Odotus yht.	Viedyt Fin-lavat	Tuodut Fin-lavat
			0	0
Jaetut rk:t	Jakopaikat	Noudetut rk:t	Noutopaikat	Pelkät käynnit
20	18	5	4	0
Tehtävä alkoi/päättyi	Palkkatunnit	Iltatyö, h	Yötyö, h	Sunnuntaityö, h
04:48-15:53	11.05	0.00	1.12	0.00
Tauko1	Tauko2	Tauko3	Tauot yht.	

Laatijan allekirjoitus _____

Hyväksyjän allekirjoitus _____

