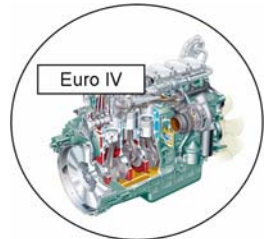
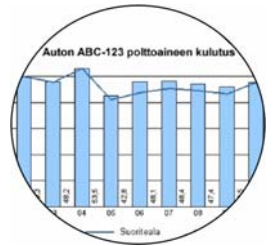


17.12.2007



INTERACTION-toimenpideselvitys

– Kuorma-autokuljetusten energia-, ympäristö- ja kustannustehokkuuden parantaminen



Johdanto

Vuonna 2005 Alankomaissa toteutettiin projekti, jonka tarkoituksena oli tehostaa tavarankuljetuksia. Lähtökohtana oli kuljetusten tehostaminen kuorman antajan eli kuljetusasiakkaan keinoin. Keinoja selvitettiin yhdessä saman toimialan yritysten kanssa konsultin johdolla. Tulokset koettiin niin hyviksi, että käynnistettiin INTERACTION-hanke. Nimi tulee englanninkielisistä sanoista International Transport and Energy Reduction Action. Hanke on osa Euroopan komission Euroopan älykäs energiahuolto -ohjelmaa (Intelligent Energy – Europe).

INTERACTION-hankkeen tavoitteena on parantaa kuljetusten energiatehokkuutta ja vähentää hiilidioksidipäästöjä kuljetusasiakkaille kannattavalla tavalla. Taustalla ovat huoli ympäristön tilasta, erityisesti ilmastonmuutoksesta sekä jatkuvasti nouseva energian hinta. Hankkeen osarahoittajina toimivat Euroopan unioni, liikenne- ja viestintäministeriö, kauppa- ja teollisuusministeriö sekä joukko yrityksiä ja muita organisaatioita.

Hankkeessa on mukana 12 toimialaa kuudesta eri maasta. Suomessa toimialat ovat tukku-kauppa, elintarviketeollisuus ja jätehuolto. Niihin kuuluu 14 yritystä ja jätelaitosta. Tämän lisäksi hankkeeseen osallistuvat toimialajärjestöt, joiden avulla hankkeesta kiinnostuneet yritykset ja jätelaitokset löydettiin. Hankkeen toteutuksesta vastaavat Suomessa Motiva ja WSP Finland. Motivasta ovat mukana Seppo Pyrrö ja Johanna Taskinen sekä WSP Finlandista Kari Lautso ja Samuel Tuovinen. Hankkeeseen aktiivisesti osallistuvat suomalaiset organisaatiot ja ulkomaalaiset yhteistyökumppanit on lueteltu *liitteessä 1*.

Osallistuville yrityksille järjestettiin kolme toimialakohtaista työpajaa. Työpajoissa mietittiin keinoja edellä mainittujen tavoitteiden saavuttamiseksi. Keskustelun avaamiseksi työpajoissa kuultiin asiantuntijoiden valmistelema esitelmiä. Esitelmien sekä kuljetusasiakkaiden ja muiden ideoiden perusteella muodostettiin luettelo toimenpide-ehdotuksista. Luettelosta karsittiin pois ne toimenpiteet, jotka saivat vähiten kannatusta tai joiden selvittämiseen ei ollut voimavaroja.

Tässä työssä selvitetään edellä esitetyn prosessin avulla valikoituja toimenpiteitä sekä arvioidaan niiden vaikutuksia energiatehokkuuteen, kuljetuskustannuksiin ja hiilidioksidipäästöihin. Toimenpiteet on esitetty *taulukossa 1*. Osa toimenpiteistä osoittautui kaikkia toimialoja kiinnostaviksi ja osa niistä on toimialakohtaisia.

*Taulukko 1. INTERACTION-hankkeessa selvitystyön kohteeksi valitut toimenpiteet toimialoit-
tain.*

Tarkasteltava toimenpide	Tukkukauppa	Elintarvike- teollisuus	Jätehuolto
Kuljetustoiminnan seuranta	X	X	X
Ympäristöön ja energiatehokkuuteen liittyvät laatuvaatimukset	X	X	X
Hyvät toimintatavat	X	X	X
Kuljetussuunnittelu ja ohjelmat	X		
Yhteiskuljetukset		X	
Yhdyskuntajätetekuljetusten keskitetty kilpailuttaminen			X

Kappaleessa 1 tarkastellaan energiatehokkuuden parantamista ja sen taustatekijöitä yleisesti. Kappaleissa 2–4 käsitellään toimialoille yhteisiä toimenpiteitä ja kappaleissa 5–7 toimialakohtaisia toimenpiteitä. Jako toimialakohtaisiin toimenpiteisiin ei ole jyrkkä, koska kuljetusten nykytila yrityksissä vaihtelee.

Tämän selvityksen tarkoituksena on toimia tausta-aineistona, jonka avulla yritykset valitsevat käytännössä toteutettavat toimenpiteet. Työssä tarkastellaan energiatehokkuuden parantamista kuljetusasiakkaan näkökulmasta ja tarkastelu kohdistuu erityisesti kuorma-auto kuljetuksiin. Työ toteutettiin kirjallisuustutkimuksena ja kyselylomakkeiden avulla (*liitteet 2, 3 ja 4*). Kyselylomakkeilla kerättyjä tietoja täydennettiin haastatteluin.

Tiivistelmä

Kuljetusten energiatehokkuudella tarkoitetaan kuljetettua tavarayksikköä kohden kulutettua energiamäärää. Kun energiaa kuluu vähemmän, kuljetuskustannukset laskevat ja hiilidioksidipäästöt vähenevät. Parantunut energiatehokkuus ei välttämättä merkitse kokonaisenergiankulutuksen vähenemistä, koska kokonaisenergiankulutus riippuu kuljetussuoritteesta. Energiatehokkuuteen vaikuttavat mm. toimipaikkojen sijaintipäätökset, kuljetuksille asetettavat vaatimukset, kuljetusmuoto, ajoneuvotyypit ja kuljettajan ajotapa.

Tässä työssä selvitettiin INTERACTION-hankkeen työpajojen avulla valittuja energiatehokkuuden parantamistoimenpiteitä. Työpajoihin osallistui kolmen eri toimialan organisaatioita. Toimialat olivat tukkukauppa, elintarviketeollisuus ja jätehuolto.

Kuljetustoiminnan seurantamenetelmien avulla voidaan määrittää energiatehokkuuden nykytila, kohdistaa tehostamistoimenpiteet sinne, missä niistä on eniten hyötyä ja mitata toimenpiteiden vaikutukset. Seuranta mahdollistaa tavoitteiden asettamisen ja toiminnan kehittämisen. Standardimuotoisella ympäristöraportoinnilla voidaan lisätä toiminnan uskottavuutta ja parantaa yrityksen julkisuuskuva.

Laatuvaatimusten ja vertailukriteerien avulla kuljetuspalvelujen hankinnassa voidaan huomioida ympäristö- ja energiatehokkuusnäkökohdat. Tärkeimmät laatuvaatimukset ovat ajoneuvojen Euro-päästöluokka ja taloudellisen ajotavan koulutus.

Työssä selvitettiin hankkeeseen osallistuvien yritysten ja jätelaitosten hyviä toimintatapoja kyselylomakkein ja haastatteluin. Lisäksi toimintatapoja etsittiin muista lähteistä Suomesta ja ulkomailta. Muiden toimintatapoihin tutustuminen auttaa kehittämään omia toimintatapoja.

Kuljetussuunnittelu vaikuttaa energiatehokkuuteen paljon. Perinteisesti suunnittelun on suorittanut ihminen, mutta ongelman laajuuden kasvaessa avuksi tarvitaan tietokoneohjelmia. Esimerkiksi tietokoneavusteisella reitinoptimoinnilla voidaan vähentää ajokilometrejä tapauksesta riippuen yli kymmenen prosenttia käsin suunnitteluun verrattuna. Työssä on esitelty muutama kuljetussuunnittelussa käytetty ohjelma ja järjestelmä.

Kun kuljetusasiakas järjestää kuljetuksensa yksin, joudutaan usein tilanteeseen, jossa kuorma-auto ajaa vajaana tai jopa tyhjänä. Yhdistelemällä tavaravirtoja voidaan saavuttaa hyötyjä. Yhteiskuljetusten tärkeimmät edellytykset liittyvät maantieteelliseen läheisyyteen, aikataulukteijoihin ja tavaroiden asettamiin yhtenäisiin vaatimuksiin.

Työssä selvitettiin sopimusperusteisesta yhdyskuntajätteenkuljetuksesta siirtymistä kohti keskitetysti kilpailutettua jätteenkuljetusta. Keskitetysti kilpailutettu jätteenkuljetus vähentää ajokilometrejä ja kulutettua polttoainemäärää. Kilpailutus voidaan toteuttaa eri tavoin.

Sisällysluettelo

Johdanto.....	1
Tiivistelmä.....	3
Sisällysluettelo.....	5
Sanasto ja lyhenteet	7
1 Energiatehokkuuden parantaminen yleisesti	8
1.1 Tausta	8
1.2 Energiatehokkuuteen vaikuttavat tekijät	9
1.3 Eri toimijoiden vaikutusmahdollisuudet.....	11
1.4 Ympäristövaikutukset.....	12
1.5 Toimenpiteiden vaikutusten arviointi.....	14
2 Kuljetustoiminnan seuranta	17
2.1 Tausta	17
2.2 Seurattavat suureet.....	17
2.3 Global Reporting Initiativen raportointiohje	21
2.4 Seurantajärjestelmät.....	22
2.5 Tiedonkeräys	23
2.6 Kuljetusyrityksen seuranta käytännössä.....	24
2.7 Toimenpiteen vaikutukset	25
3 Ympäristöön ja energiatehokkuuteen liittyvät laatuvaatimukset.....	26
3.1 Tausta	26
3.2 Euro-päästöluokat.....	26
3.3 Taloudellisen ajotavan koulutus	28
3.4 Toimintatavat.....	28
3.5 Vaatimukset ja kriteerit lähitulevaisuudessa	29
3.6 Laatuvaatimukset käytännössä	29
3.7 Toimenpiteen vaikutukset	30
4 Hyvät toimintatavat	31
4.1 Tausta	31
4.2 Kuljetusasiakkaan toimintatavat.....	31
4.3 Hyvät toimintatavat jätehuollossa	33
4.4 Kuljetusyrityksen toimintatavat.....	34
5 Kuljetussuunnittelu ja ohjelmat	37
5.1 Tausta	37
5.2 Ohjelmien hyödyt	38
5.3 Ohjelmalle asetettavat vaatimukset	38
5.4 Toiminnanohjausjärjestelmät	39
5.5 Ohjelmien esittely.....	40
5.5.1 Yleistä.....	40
5.5.2 ArcLogistics Route	40
5.5.3 TransGT Planner	42
5.5.4 TCS-Opti	42
5.5.5 Transport Planning System.....	43
6 Yhteiskuljetukset	44
6.1 Tausta	44
6.2 Keinot	44
6.3 Edellytykset	45
6.4 Toimenpiteen vaikutukset	47
7 Yhdyskuntajätékuljetusten keskitetty kilpailuttaminen.....	48
7.1 Tausta	48

7.2	Suuntaa-antava vertailu	48
7.3	Keskitetyn kilpailuttamisen toteuttaminen	50
7.3.1	Kerätyt tiedot	50
7.3.2	YTV jätehuolto	50
7.3.3	Pirkanmaan Jätehuolto.....	51
7.3.4	Turun Seudun Jätehuolto	51
7.3.5	Oulun Jätehuolto.....	52
7.3.6	Jätekukko	52
7.3.7	Itä-Uudenmaan Jätehuolto.....	52
7.4	Keskitettyyn kilpailuttamiseen siirtymisen hyödyt ja haitat.....	53
7.5	Hyvin järjestetty kilpailuttaminen	53
8	Yhteenveto, päätelmät ja jatkotoimenpiteet	55
8.1	Yhteenveto ja päätelmät	55
8.2	Jatkotoimenpiteet.....	56
	Lähdeluettelo	58
	Liite 1.....	66
	Liite 2.....	67
	Liite 3.....	69
	Liite 4.....	71
	Liite 5.....	72
	Liite 6.....	73
	Liite 7.....	74

Sanasto ja lyhenteet

CAN-väylä	Autoissa tiedonsiirtoon käytettävä tietoväylä. Controller Area Network. (TEMiL 2006.)
EGR	Pakokaasujen takaisinkiertäminen, jossa osa palamiskaasuista johdetaan takaisin palotilaan alentamaan palamisen huippulämpötilaa ja siten vähentämään typenoksidipäästöjä. Exhaust Gas Recirculation. (Laurikko 2005.)
EMAS	Euroopan unionissa käytettävä ISO 14001:n kanssa yhtenevä ympäristöjärjestelmä, jossa laaditaan julkinen ympäristöselonteko. Eco-Management and Audit Scheme. (Rohweder 2004.)
Energiatehokkuus	Kuljetettua tavarayksikköä kohden kulutettu energiamäärä (Mäkelä ja Laurikko 2004).
Hiilidioksidiekvivalentti	Tarkasteltavan kaasun ilmastovaikutus, joka on muutettu vastaamaan hiilidioksidin ilmastovaikutusta. Ekvivalentti riippuu tarkasteluajanjakson pituudesta. (VTT 1999a.)
KAIP	Kuorma-auto ilman perävaunua
KAPP	Kuorma-auto puoliperävaunulla
KATP	Kuorma-auto täysperävaunulla
Kuljetuskustannukset	Kuljetuskustannukset ovat kuljetusasiakkaan kuljetusyritykselle maksama korvaus arvolisäveroineen. Eri toimijat määrittelevät kustannukset eri tavalla. Joskus kuljetussuunnittelun kustannukset sisältyvät kuljetuskustannuksiin.
Lavakilometri	Kuormalavojen määrän ja kuljetusmatkan tulo.
NExBTL	Nesteen kehittämä biodiesel. Biomass To Liquid. (Neste Oil 2007b.)
Ominaisenergiankulutus	Ominaisenergiankulutus kuvaa energiankulutusta kuljetussuoritetta kohden (joule/tonnikilometri).
Paluukuorma	Kuorma, joka on hankittu muuten tyhjänä ajettavalle paluumatkalle.
Retrofit-laite	Jälkiasennettava pakokaasupäästöjen vähentämiseen tarkoitettu laite (Motiva 2007b).
SCR	Typen oksidien pelkistyskatalysaattori, jossa käytetään lisäainetta jotain ammoniakkipitoista liuosta esim. ureaa. Selective Catalytic Reduction. (Laurikko 2005.)
SKAL	Suomen Kuljetus ja Logistiikka ry
tkm	Tonnikilometri
Toimitusketju	Toimitusketju koostuu organisaatioista, jotka osallistuvat tuotteen valmistamiseen ja toimittamiseen raaka-ainelähteiltä loppuasiakkaalle (soveltaen Waters 2003).
Tonnikilometri	Tonnikilometri kuvaa kuljetustyön määrää. Se lasketaan tavaramäärän ja kuljetusmatkan tulona. (Tilastokeskus 2007.)
Täyttöaste	Kuljetuskapasiteetin käyttö suhteessa kokonaiskapasiteettiin. Suure lasketaan usein tonneissa, mutta joskus myös kuutiometreinä.
Yhteiskuljetus	Useamman eri kuljetusasiakkaan kuljetusten yhdistäminen samalle ajoreitille.
Ympäristömyönteisyys	Ympäristönäkökohtien huomioiminen taloudellisten näkökohtien lisäksi.

1 Energiatehokkuuden parantaminen yleisesti

- Energiatehokkuudella tarkoitetaan kuljetettua tavarayksikköä kohden kulutettua energiamäärää.
- Kun energiaa kuluu vähemmän, kuljetuskustannukset laskevat ja hiilidioksidipäästöt vähenevät.
- Energiatehokkuuteen vaikuttavat mm. toimipaikkojen sijaintipäätökset, kuljetuksille asetettavat vaatimukset, kuljetusmuoto, ajoneuvotyyppi ja kuljettajan ajopa.

1.1 Tausta

Energiatehokkuudella tarkoitetaan kuljetettua tavarayksikköä kohden kulutettua energiamäärää (Mäkelä ja Laurikko 2004). Energiatehokkuuden parantuessa kokonaisenergiankulutus laskee. Samalla laskevat kuljetuskustannukset ja hiilidioksidipäästöt. Edellytyksenä on, ettei kuljetettavan tavaran määrä tai kuljetusmatka kasva. Yritykset ovat ymmärrettävästi kiinnostuneita kuljetuskustannuksista. Hiilidioksidipäästöt ovat tarkastelun kohteena ilmastonmuutoksen vuoksi.

Energiatehokkuus on ajankohtainen asia keväällä 2006 voimaan tulleen niin kutsutun energiapalveludirektiivin (2006/32/EY, Direktiivi energian loppukäytön tehokkuudesta ja energiapalveluista) vuoksi. Direktiivi edellyttää vuosina 2008–2016 toimia, joilla pyritään yhdeksän prosentin ohjeelliseen energiansäästötavoitteeseen vuonna 2016. Tavoite lasketaan vuosien 2001–2005 keskimääräisestä energiankulutuksesta. Direktiivin kohteena on päästökaupan ulkopuolella oleva energiankäyttö pois lukien lentoliikenne ja merenkulku.

Suomen ohjeellinen energiansäästön kokonaistavoite on 17 800 GWh. Energiansäästötavoitetta ei ole virallisesti jaettu eri sektoreille, mutta jaettaessa tavoite tasan eri soveltamisaloille liikenteen osuus on 4 250 GWh (24%) vuonna 2016. Tämä energiamäärä vastaa yli 420 miljoonaa litraa dieselpolttoainetta.

Energiatehokkuussopimukset eri sektoreilla, joiden puitteissa yritykset mm. raportoivat toteuttamistaan energiaterhokkuustoimenpiteistä, ovat Suomessa keskeisessä asemassa direktiivin toimeenpanossa liittyen sekä säästötavoitteen saavuttamiseen että tulosten raportointiin.

Vapaaehtoisten toimien riittävyys arvioidaan direktiivin tavoitteiden saavuttamiseen liittyen Euroopan komissiossa muutaman vuoden kuluttua. Mikäli vapaaehtoiset toimet eivät näytä johtavan tavoitteena olevaan lopputulokseen, vaihtoehtona on ohjeellisen kansallisen tavoitteen muuttaminen sitovaksi, jolloin kansallisille vapaaehtoiselle toimille ei luultavasti jää elintilaa.

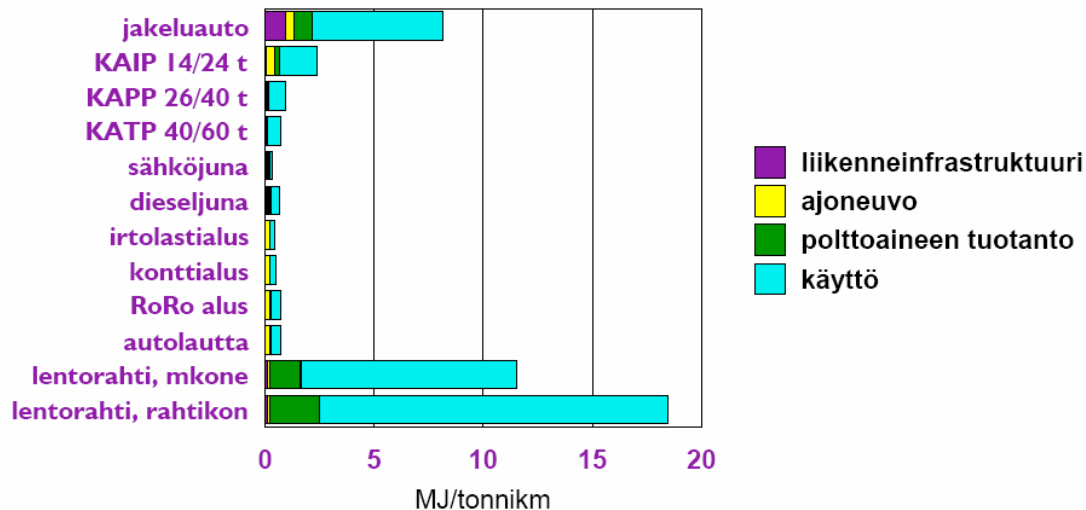
Taulukko 2. Suoritealakohtaiset energian loppukäytön keskiarvot (2001–2005) ja niitä vastaavat yhdeksän prosentin energiansäästötavoitteet (lähde: Suomen kansallinen energiatehokkuuden toimintasuunnitelma, ESD-toimeenpanoryhmä 2007).

Soveltamisala	Energian loppukäytön keskiarvo 2001-2005 (GWh)	Osuus 9%:n säästötavoitteesta, jos se jaetaan tasan. (GWh)
Kotitaloudet	56 820	5 110
Liikenne	47 210	4 250
Teollisuus (päästökaupan ulkop.)	44 620	4 020
Palvelut	30 940	2 790
Maa- ja metsätalous	10 240	920
Rakentaminen ja työkoneet	7 870	710
Yhteensä	197 700	17 800

1.2 Energiatehokkuuteen vaikuttavat tekijät

Kuljetusten energiatehokkuuden lähtötaso määräytyy pitkälti yrityksen, asiakkaiden ja alihankkijoiden toimipaikkojen sijainnin perusteella. Sijainti- ja tuotantokapasiteettipäätöksillä voidaan vaikuttaa suoraan kuljetustarpeeseen. Toinen tärkeä energiatehokkuuteen vaikuttava tekijä on kuljetuksille asetettavat vaatimukset. Ne riippuvat toimitusajoista ja -määristä sekä kuljetettavan tuotteen ominaisuuksista. Yrityshaastattelujen yhteydessä ilmeni myös pakkausten vaikutus energiatehokkuuteen. Joskus lavoja ei voida kuormata päällekkäin, koska huono pakkaus ei anna siihen mahdollisuutta. Tavarahan myyjä saattaa säästää pakkauskustannuksissa varsinkin käytettäessä Ex Works -toimituslauseketta. Ex Works tarkoittaa tavarahan luovuttamista (ostajan kuljetettavaksi) suoraan tehtaalla. Myös sidontamääräykset, sidontaan vaadittavat puutteelliset tukirakenteet ja sidonnan heikko toteuttaminen saattavat rajoittaa kuormatilan tehokasta hyödyntämistä. Edellä mainittuihin tekijöihin ei aina voi vaikuttaa. Silloin energiatehokkuuden parantamisen keinot rajoittuvat vaatimusten muuttamisen sijasta kuljetusten suunnitteluun ja toteuttamiseen.

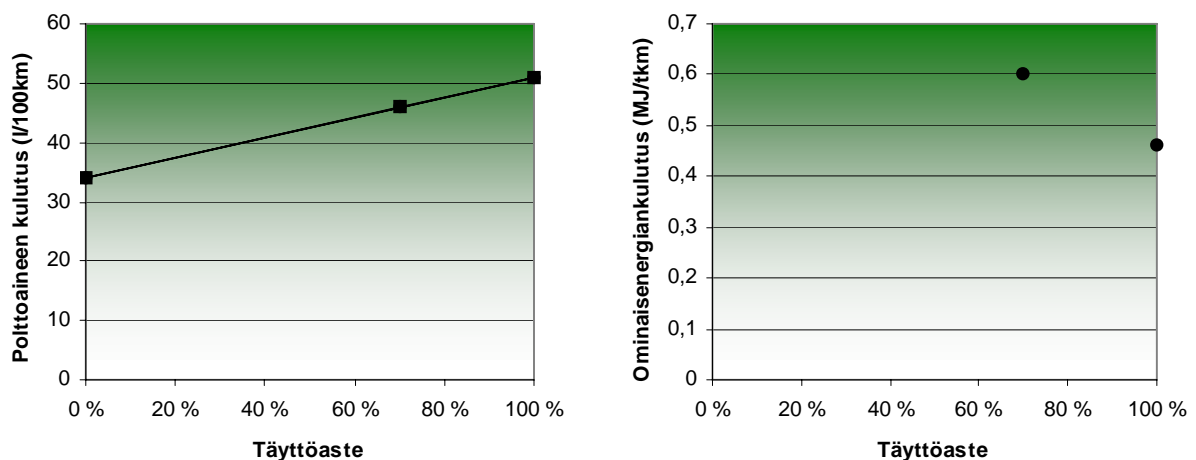
Kuljetussuunnittelun tehtävänä on valita kuljetusmuoto ja ajoneuvotyyppi, suunnitella reitit ja aikataulut sekä yhdistellä kuormat. Kuljetusmuoto on merkittävä energiatehokkuuteen vaikuttava tekijä. *Kuvassa 1* on esitetty eri kuljetusmuotojen keskimääräisiin täyttöasteisiin perustuva ominaisenergiankulutuksen elinkaariarvio. Ominaisenergiankulutus kuvaa energiankulutusta kuljetussuoritetta kohden (joule/tonnikilometri). Tässä työssä keskitytään koko elinkaaren sijasta vain käytön aikaiseen energiatehokkuuteen.



Kuva 1. Keskimääräisiin kuormitusasteisiin perustuva arvio eri kuljetusmuotojen elinkaaren ominaisenergiankulutuksesta (lähde: Mäkelä 2001).

Kuten kuvasta 1 havaitaan, energiatehokkuutta voidaan parantaa esimerkiksi korvaamalla osa muuten kokonaan kuorma-autolla ajettavasta kuljetuksesta rautatiekuljetuksella. Rautatiekuljetus on ominaisenergiankulutukseltaan tehokkaampi kuljetusmuoto (GVRD 2007a). Myös yhdistettyjen kuljetusten käyttö on mahdollista. Yhdistetyissä kuljetuksissa esimerkiksi konttia tai irtoperävaunua kuljetetaan kuorma-auton lisäksi junalla.

Kuljetussuunnittelulla voidaan vaikuttaa kuljetusreitin ominaisuuksiin. Niitä ovat reitin pituus, ruuhkaisuus ja mäkyisyys. Reitin pituuden vaikutus voidaan jättää huomiotta tarkastelemalla energiatehokkuuden sijasta ominaisenergiankulutusta. Kuormia yhdistelemällä voidaan nostaa ajoneuvon täyttöastetta. Täyttöasteen noustessa polttoaineen kulutus nousee suhteellisesti vähemmän eli ominaisenergiankulutus laskee (kuva 2). Samalla energiatehokkuus paranee, ellei lisäkuorman vuoksi poiketa tavalliselta ajoreitiltä liian kauas. Myös suuri ajoneuvotyyppi on ominaisenergiankulutukseltaan parempi kuin pieni olettaen, että täyttöaste saadaan riittävän korkeaksi (Kalenoja ja Kallberg 2006). Ajoneuvotyyppien ominaisenergiankulutuksia on vertailtu liitteessä 5.



Kuva 2. Täysperävaunulla varustetun maantieajossa olevan Euro III -kuorma-auton polttoaineen kulutus ja ominaisenergiankulutus eri täyttöasteilla (lähde: VTT 2007a).

Kuljetusten toteuttamisen osalta vaikuttamismahdollisuudet energiatehokkuuteen liittyvät lähinnä polttoaineen kulutuksen pienentämiseen. Polttoaineen kulutukseen vaikuttavat ajoneuvotekniikka, käytetty polttoaine, kuljettajan ajotapa, kuorma ja ulkoiset tekijät (kuva 3). Kulutukseen vaikuttavat tekijät on listattu alla. (EEBPP 2002, Pöllänen ja Mäntynen 2002 sekä Treatise 2006b.)

- 1) Ajoneuvotekniikka: ajoneuvotyyppi ja akselien määrä, ajoneuvon oma massa, moottorin teho, moottorin kunto, moottoritekniikka, pakokaasujen puhdistusteknologia, voiteluaineet, aerodynamiikka, renkaat, rengaspaineet ja lisävarusteet (esim. ilmastointi).
- 2) Polttoaineen ominaisuudet: talvi- ja kesälaatu.
- 3) Kuljettajan ajotapa: taloudellinen ja ennakoiva ajotapa, vaihteiden käyttö, käytetty moottorin kierroslukualue, ajonopeus sekä tyhjäkäynnin välttäminen.
- 4) Kuorma: massa, kuljetusetäisyys ja kalustovaatimukset (esim. lämpösäädely kuljetus).
- 5) Ulkoiset tekijät: liikenneolosuhteet, sää ja ajokeli, tienpinnan ominaisuudet sekä maaston mäkyisyys.

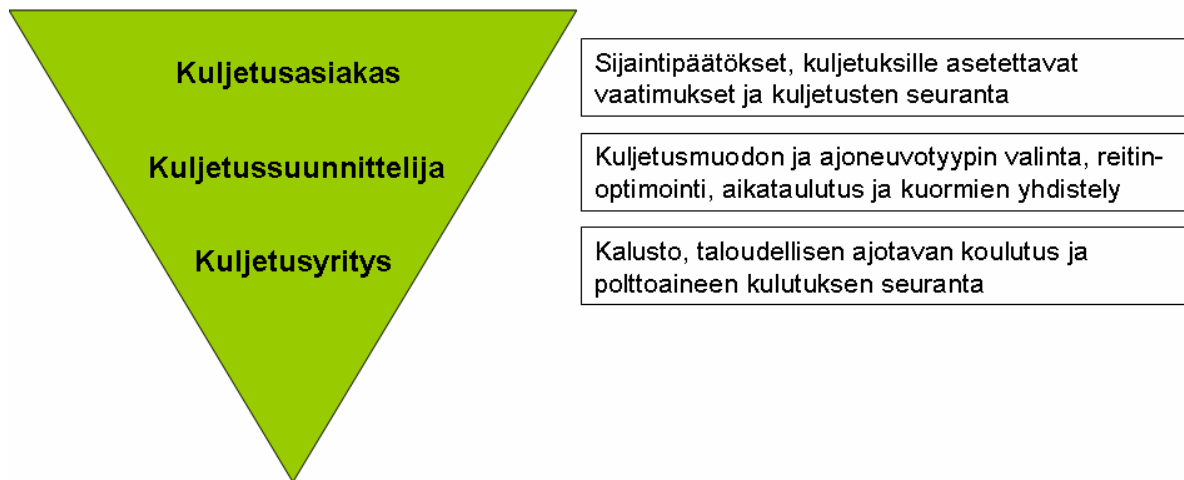


Kuva 3. Polttoaineen kulutuksen vaikuttavat tekijät ovat (1) ajoneuvotekniikka, (2) polttoaineen ominaisuudet, (3) kuljettajan ajotapa, (4) kuorma ja (5) ulkoiset tekijät. (Kuva: WSP Finland 2007.)

1.3 Eri toimijoiden vaikutusmahdollisuudet

Kuljetusten energiatehokkuuden voidaan ajatella määräytyvän kuljetusasiakkaan, kuljetussuunnittelijan ja kuljetusyrityksen valintojen tuloksena. Suurin vaikutusvalta on kuljetusasiakkaalla, jolta muut saavat toimeentulonsa. Pienin vaikutusvalta on kuljetusyrityksellä, joka tekee valintoja kuljetussopimuksen sallimissa puitteissa. Kuljetussuunnittelijalla tarkoitetaan tässä yhteydessä sitä toimijaa, joka suunnittelee reitit ja aikataulut sekä yhdistelee kuormat. Tapauksesta riippuen kuljetussuunnittelija voi olla myös kuljetusasiakas tai kuljetusyritys itse. Kuljetusten energiatehokkuus määräytyy suurilta osin kuljetusasiakkaan vaatimusten perusteella kuten aikaisemmin todettiin. Pelkistettynä vaatimus on nopeuden ja hinnan välinen kompromissi. Nopeus tarkoittaa käytännössä ohuita tavaravirtoja ja energiatehokkuudeltaan heikkoja kuljetuksia. Mikäli aikaa kuljetuksen järjestämiseen on enemmän, voidaan valita energiatehokkaampi kuljetusmuoto. Lisäksi ohuita tavaravirtoja yhdistämällä voidaan mahdollistaa suuremman ja energiatehokkaamman ajoneuvotyyppien käyttö. Kuljetussuunnittelun mahdollisuuksista parantaa energiatehokkuutta kerrotaan enemmän kappaleessa 5. Kuljetusyrityksen vaikutusmahdollisuudet rajoittuvat pitkälti kalustovalintoihin, kuljettajille annetta-

vaan ajotapakoulutukseen sekä poltto- ja voiteluainevalintoihin. Myös polttoaineen kulutuksen seuranta on tärkeää energiatehokkuuden määrittämisen ja kehittämisen kannalta.



Kuva 4. Kuljetustoiminnan osapuolten väliset voimasuhteet ja heidän keinonsa vaikuttaa energiatehokkuuteen.

Kuvassa 4 on havainnollistettu kuljetustoiminnan eri osapuolten välisiä voimasuhteita ja heidän vaikutusmahdollisuuksiaan energiatehokkuuden parantamiseksi. Eri toimijat pystyvät vaikuttamaan toistensa toimintaan sopimuksilla ja yhteistyöllä. Tarkastelusta puuttuu kuljetettavan tuotteen ostava loppuasiakas, joka voi valinnoillaan ohjata kuljetusasiakkaan toimintaa. Lisäksi kuljetusketjujen energiatehokkuuteen voidaan vaikuttaa toimitusketjun hallinnan keinoin (englanniksi supply chain management). Toimitusketjulla tarkoitetaan niitä organisaatioita, jotka osallistuvat tuotteen valmistamiseen, kuljettamiseen ja toimittamiseen aina raaka-ainelähteiltä loppuasiakkaalle saakka (soveltaen Waters 2003). Toimitusketjuihin liittyy niin sanottu ruoskailmiö (englanniksi bullwhip effect). Se tarkoittaa tilausmäärien vaihtelun kasvamista siirryttäessä kohti toimitusketjun raaka-ainelähteitä. Ilmiö johtuu kysyntäennusteiden epätarkkuudesta, tilauskäytännöistä (tilausten koko ja aikaväli), toimitusaikojen pituudesta ja niiden vaihtelusta sekä tiedonkulun esteistä (Lee ym. 1997). Tasainen kysyntä mahdollistaa energiatehokkaat kuljetukset. Sivuhuomautuksena lähteessä Rizet ja Keita 2005 on vertailtu suuntaa-antavasti jogurtin toimitusketjun energiankulutusta ja hiilidioksidiekvivalenttipäästöjä. Lähi- ja nettikauppa näyttäisivät olevan parempia kuin suuret vähittäiskaupan yksiköt, kun otetaan huomioon myös loppuasiakkaan aiheuttama energiankulutus.

1.4 Ympäristövaikutukset

Liikenteen ympäristövaikutuksia ovat pakokaasupäästöt, melu ja värinä. Pakokaasupäästöistä merkittävimpiä ovat hiilidioksidi (CO₂) sekä niin kutsutut säädellyt päästöt, joita ovat hiilimonoksidi (CO), hiilivedyt (HC), typen oksidit (NO_x), hiukkaset (PM) ja rikin oksidit (SO_x). (Kalenoja ja Kallberg 2006, Miller 2005, VTT 1999b ja VTT 2007a).

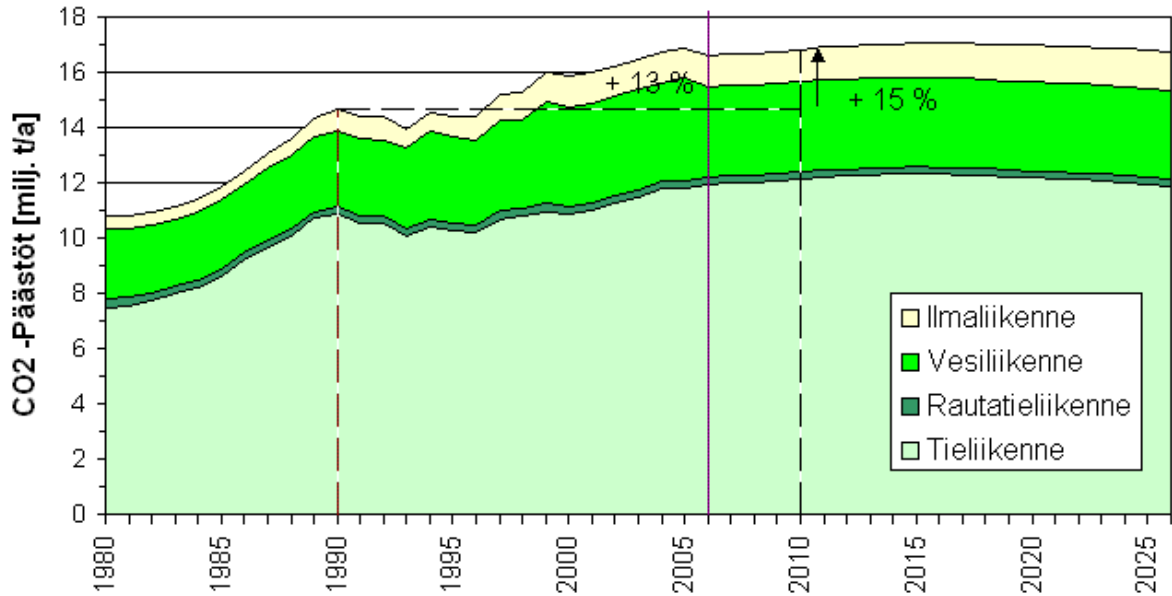
- Hiilimonoksidia syntyy epätäydellisen palamisen seurauksena. Se heikentää hapenottoa, mikä voi olla hengenvaarallista suljetussa tilassa. Hiilimonoksidi ei kuitenkaan ole merkittävä ongelma terveydelle. Kaasu muuttuu ilmassa pian hiilidioksidiksi.
- Hiilivedyt syntyvät epätäydellisen palamisen seurauksena. Niitä syntyy lisäksi polttoaineen haihtuessa. Hiilivedyt aiheuttavat syöpää ja reagoivat ilmassa synnyttäen mm. otsonia, joka vaikuttaa ilmastonmuutokseen. Hiilivetyihin kuuluva metaani (CH₄) on kasvihuonekaasu.

- Typen oksideja syntyy moottorin palotilan korkeassa lämpötilassa ja paineessa. Oksidit haittaavat hengityselinten toimintaa. Kaasusta muodostuu ilmassa otsonia ja typpi-happoa, joka aiheuttaa happamoitumista. Dityppioksidi (N_2O) on kasvihuonekaasu.
- Hiukkasten vaikutuksia tutkitaan vielä, mutta niiden tiedetään jo aiheuttavan hengitysteiden ärsytystä ja edistävän syöpää.
- Rikkidioksidi aiheuttaa hengityselinsairauksia ja happamoitumista.

Happamoituminen on tieliikenteen päästöistä aiheutuva ilmiö. Maaperä happamoituu, jos siihen joutuu liikaa rikkidioksidia, typen oksideja ja ammoniakkaa (NH_3). Silloin maaperän alumiinia liukenee maaveteen. Jos alumiinipitoisuus nousee liian suureksi suhteessa emäsraavinnepitoisuuteen, puiden sienijuurten toiminta vaikeutuu. Typen oksidit aiheuttavat lisäksi rehevöitymistä. (Miller 2005 ja VTT 1999b.)

Vesihöyry ja hiilidioksidi ovat täydellisen palamisen lopputuotteita. Niillä ei ole terveysvaikutuksia, mutta ne ovat kasvihuonekaasuja. Kasvihuonekaasut aiheuttavat niin kutsutun kasvihuoneilmion. Ilmiössä maapallon ilmakehän vesihöyry, hiilidioksidi ja muut kaasut pidättävät osan maapallolta lähtevästä lämpösäteilystä. Sen seurauksen maanpinnan lämpötila kohoaa ja ilmasto muuttuu. Ilmastonmuutoksen vaikutuksia ei tarkalleen tiedetä, mutta sen uskotaan aiheuttavan kuivuutta, rankkasateita, myrskyjä, tulvia, merenpinnan nousua ja jäätiköiden kutistumista. Kaikkien kasvihuonekaasujen vaikutus ilmaston muutokseen voitaisiin ilmoittaa hiilidioksidiekvivalenteina. Yksinkertaisuuden vuoksi työssä keskitytään tarkastelemaan vain hiilidioksidipäästöjä, joiden merkitys ilmastonmuutoksessa on merkittävä. (Kalenoja ja Kallberg 2006, Miller 2005, Neste Oil 2007a, VTT 1999b ja VTT 2007a.)

Polttoaineen palamisessa syntyvä hiilidioksidimäärä on suorassa suhteessa kulutettuun polttoainemäärään. Kun yksi diesel litra palaa, syntyy 2,66 kiloa hiilidioksidia. Yksi litra bensiiniä vastaa 2,35 kiloa hiilidioksidia. Kansainväliset sopimukset rajoittavat hiilidioksidipäästöjä. *Kuvassa 5* on esitetty Suomen liikenteen hiilidioksidipäästöt. Niiden Kioton pöytäkirjaan liittyvä tavoite vuodelle 2010 on vuoden 1990 taso. Euroopan unionin kokonaistavoite on kahdeksan prosenttia vuotta 1990 alhaisempi taso. Suomen kuorma-autoliikenteen hiilidioksidipäästöt olivat vuonna 2005 noin 3 milj. tonnia. Päästökauppaa liikenteen hiilidioksidilla ei toistaiseksi ole. (Kalenoja ym. 2002, Kallberg 2007, Kulmala ja Kallberg 2002, Miller 2005, Mäkelä ym. 2006 ja VTT 2007a.)



LIPASTO 2006 model

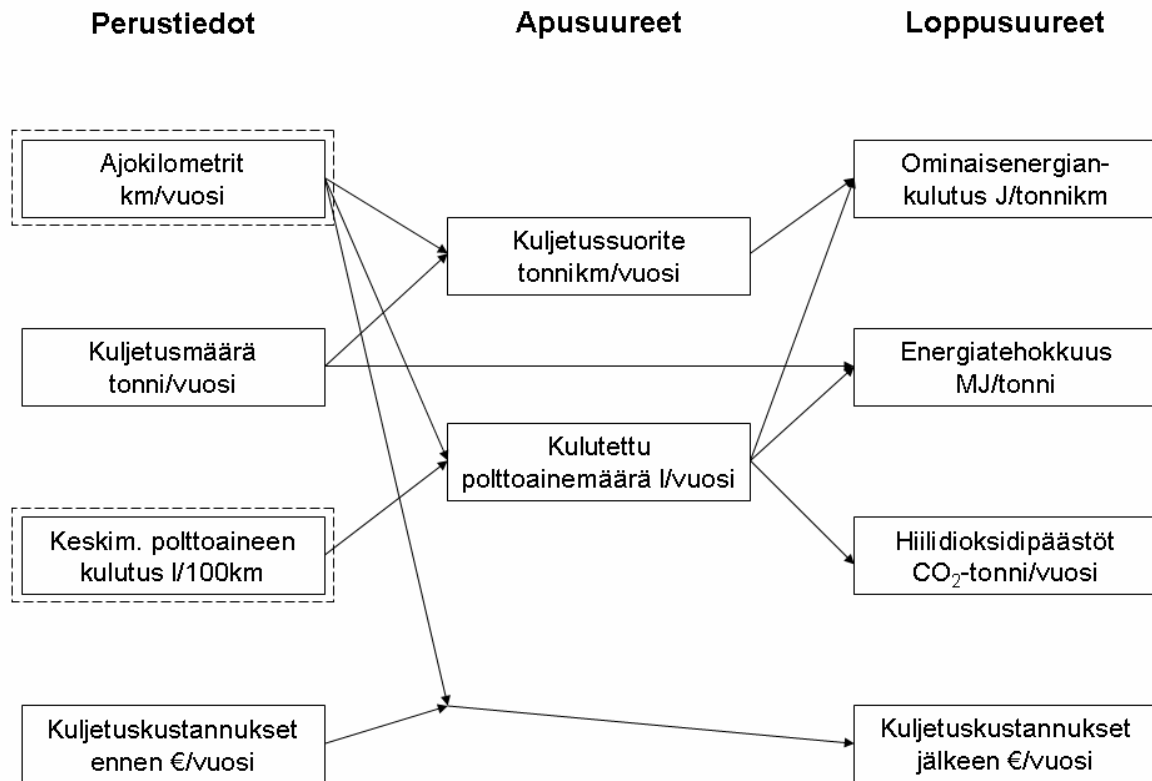
Kuva 5. Suomen liikenteen hiilidioksidipäästöt (lähde: VTT 2007a).

1.5 Toimenpiteiden vaikutusten arviointi

Energiatohokkuuden parantamistoimenpiteiden vaikutukset on useimmissa lähteissä ilmoitettu pienentyneenä polttoaineen kulutuksena tai vähentyneinä ajokilometreinä. Samat arviot on esitetty tässä työssä yksittäisten toimenpiteiden yhteydessä. Jotta voidaan arvioida toimenpiteiden vaikutuksia energiatohokkuuteen, kuljetuskustannuksiin ja hiilidioksidipäästöihin, käytetään kuvassa 6 esitettyä laskentamallia. Arviointia varten tarvitaan perustiedot yrityksen kuljetuksista:

- ajokilometrit (km/vuosi)
- kuljetusmäärä (tonni/vuosi)
- keskimääräinen polttoaineen kulutus (l/100km) ja
- kuljetuskustannukset (€/vuosi).

Perustiedoista johdetaan apusuureiden kautta loppusuureita energiatohokkuuden ja hiilidioksidipäästöjen laskemiseksi sekä kuljetuskustannusten arvioimiseksi. Loppusuureisiin vaikutaan ajokilometrien ja keskimääräisen polttoaineen kulutuksen kautta, jotka on kuvassa korostettu katkoviivalla. Kuljetusasiakkaan ja kuljetussuunnittelijan toimenpiteet vähentävät ajokilometrejä. Kuljetusyritys voi puolestaan vaikuttaa keskimääräiseen polttoaineen kulutukseen. Polttoaineen kulutukseen vaikuttaa myös täyttöaste, joka on usein kuljetusyrityksestä riippumaton.



Kuva 6. Energiatehokkuustoimenpiteiden vaikutusten arvioinnissa käytettävät suureet. Nuolet kuvaavat suureiden laskennallisia suhteita.

Malli on hyvin yksinkertainen ja epätarkkuutta aiheuttaa esimerkiksi ajoneuvojen kulutustiedon yhdistäminen keskimääräiseksi polttoaineen kulutukseksi. Toisaalta eri lähteistä löytyneitä arvioita säästöpotentiaaleista ei voida yleisesti pitää kovinkaan tarkkoina. Toinen mallin yksinkertaistus on se, että kuljetuskustannusten oletetaan laskevan samassa suhteessa kuin ajokilometrien. Tähän on päädytty, koska kuljetuskustannusten määräytymisperusteita ei selvitetty yksityiskohtaisesti. Yksittäinen yritys tuntee kustannusten määräytymisperusteet tarkasti. Yritys voi tarkastelussaan pienentää virhettä esimerkiksi olettamalla kuljetuskustannusten jakautuvan kiinteisiin ja kilometriperusteisiin muuttuviin kustannuksiin.

Mallissa oletetaan lisäksi, että kuljetuskustannukset eivät riipu polttoaineen kulutuksesta. Polttoaineen kulutuksen aleneminen vähentää ainoastaan hiilidioksidipäästöjä ja parantaa energiatehokkuutta. Oletukseen on päädytty siksi, että polttoaineen kulutukseen vaikuttavat investoinnit (esim. ilmanohjaimet) rahoittaa kuljetusyritys eikä kuljetusasiakas. Toisaalta täyttöasteen nousua seuraava polttoaineen kulutuksen nousu voi aiheuttaa kuljetusyritykselle paineita siirtää kasvaneet kustannukset kuljetusasiakkaalle. *Kuvan 6* malli ei sovellu kuljetusmuodon tai polttoaineen vaihtamisen vaikutusten arviointiin. Niiden laskeminen on kuitenkin yksinkertaista. *Liitteessä 6* on esimerkki laskentamallin käytöstä. Esimerkissä on laskettu reitioptimoinnin ja ajotapakoulutuksen vaikutukset erään yrityksen kuljetuksiin.

Laskennassa tonnikilometrit saadaan kertomalla ajokilometrit ja kuljetettu tavaramäärä keskenään. Kulutettu polttoainemäärä on ajoneuvokilometriä ja keskimääräisen polttoaineen kulutuksen tulo. Joissakin tapauksissa tiedot kulutetusta polttoainemäärästä on saatavilla suoraan kuljetusyrityksiltä. Jos tieto polttoaineen kulutuksesta puuttuu kokonaan, voidaan polttoainemäärä arvioida käyttäen hyväksi VTT:n yksikköpäästösivuston tietoja (VTT 2007a). Tiedot on valitettavasti päivitetty viimeksi vuonna 2002. Ominaisenergiankulutuksen

ja energiatehokkuuden laskemiseksi joulet saadaan polttoaineen lämpöarvosta, joka on VTT:n yksikköpäästösivujen (VTT 2007a) tiedoista laskettuna 36,335MJ/diesel-litra. (Vertaa arvoon 35,89MJ/l lähteessä Kalenoja ja Kallberg 2006, alkuperäinen lähde Fortum Oilin Dieselopas 2005). Yksi diesel-litra synnyttää palaessaan 2,66 kiloa hiilidioksidia (VTT 2007a). Lämpöarvo vaihtelee hieman diesellaadun ja lämpötilan mukaan. Yksinkertaisuuden vuoksi työn laskelmissa on käytetty vain edellä mainittuja lukuja.

2 Kuljetustoiminnan seuranta

- Kuljetustoiminnan seurannan avulla voidaan määrittää energiatehokkuuden nykytila, kohdistaa tehostamistoimenpiteet sinne, missä niistä on eniten hyötyä ja mitata toimenpiteiden vaikutukset.
- Seuranta mahdollistaa tavoitteiden asettamisen ja toiminnan kehittämisen.
- Seurattavat suureet voidaan ryhmitellä logistiseen tehokkuuteen, energiankäytön tehokkuuteen sekä päästö- ja ympäristötietoihin.
- Standardimuotoisella ympäristöraportoinnilla voidaan lisätä toiminnan uskottavuutta ja parantaa yrityksen julkisuuskuvaa.

2.1 Tausta

Kuljetukset on nykyisin monessa yrityksessä ulkoistettu. Asiakkaat tiedostavat valintojensa ympäristövaikutukset aikaisempaa paremmin. Yritysten johtamisjärjestelmät edellyttävät toiminnan kehittämistä ja ympäristöraportointia. Nämä tekijät luovat tarpeen kuljetusasiakkaan, kuljetussuunnittelijan ja kuljetusyrityksen toiminnan seurannalle sekä energiatehokkuuden parantamiselle. Kuljetustoiminnan seurannan avulla voidaan määrittää energiatehokkuuden nykytila, kohdistaa tehostamistoimenpiteet sinne, missä niistä on eniten hyötyä ja mitata toimenpiteiden vaikutukset. Toisin sanottuna seuranta luo pohjan energiatehokkuuden parantamiselle ja siten myös ympäristöhaittojen vähentämiselle. Ajan kuluessa yrityksen energiatehokkuus saattaa myös huomaamatta laskea, ellei järjestelmällistä seurantaa ole. Asiat tehdään samalla tavalla kuin aina ennenkin, vaikka toimintaympäristö muuttuu.

2.2 Seurattavat suureet

Tiedonhankinnan on perustuttava tarpeeseen. Tarve voi olla esimerkiksi kuljetuskustannusten vähentäminen kasvattamalla kuormakokoa, jolloin täyttöasteen seuraaminen on hyödyksi. Seurantaan ja toiminnan kehittämiseen liittyy oleellisena osana tavoitteiden asettaminen. Perustana tavoitteille voidaan käyttää muiden yritysten toiminnan tasoa tai oman yrityksen historiatietoa. Esimerkkitaavoite Ahola Transportin vuoden 2006 ympäristöraportista on polttoaineen tonnikiperiperusteisen kulutuksen leikkaaminen prosentilla. Samalla yrityksellä on toinenkin tavoite, jonka mukaan vähintään 75% sekä omista että sopimusliikennöitsijöiden kuljettajista on käynyt taloudellisen ajotavan kurssin. Jotta seurattavien lukujen arvoista saisi hyvän käsityksen, tulee lukuja vertailla mieluiten saman toimialan sisällä. Seurattavat suureet voidaan ryhmitellä kolmeen luokkaan: logistinen tehokkuus, energiankäytön tehokkuus sekä päästö- ja ympäristötiedot (soveltaen Léonardi ja Baumgartner 2004). Luokkien suureita on havainnollistettu *kuvissa 7 ja 8*.

Logistinen tehokkuus

Täyttöaste (%)

Täyttöaste tarkoittaa käytetyn kuljetuskapasiteetin suhdetta ajoneuvon koko kuljetuskapasiteettiin. Suhde voidaan laskea massoilla tai tilavuuksilla. Suurin täyttöaste tilavuuksilla laskettuna on käytännössä usein 95%. Täyttöastetta nostamalla voidaan parantaa energiatehokkuutta. Suureesta on hyötyä myös sopivaa ajoneuvotyyppiä valittaessa. Täyttöasteen laskemiseksi tarvitaan tiedot kuljetettavien tuotteiden massoista ja tilavuuksista. Niiden tulisi

olla saatavilla yrityksen tietojärjestelmistä. Jos säännöllisesti lähetettäviä tuotteita ei ole, voidaan suorittaa mittauksia tai käyttää arviointia. Tarvittaessa kuljettaja voi arvioida täyttöasteen silmämääräisesti: tyhjä, 0–30%, 30–60%, 60–90% ja täysi. Arvioinnin epätarkkuus asettaa kuitenkin rajan täyttöasteen parantamiselle. Haastattelujen yhteydessä kävi myös selväksi se, että esim. lavapaikkape-rusteisen täyttöasteen seuraaminen voi kertoa lähes täydestä kapasiteetin käytöstä vaikka tilavuus- tai massakapasiteettia olisi jäljellä.

Tyhjänä ajatut kilometrit (%)

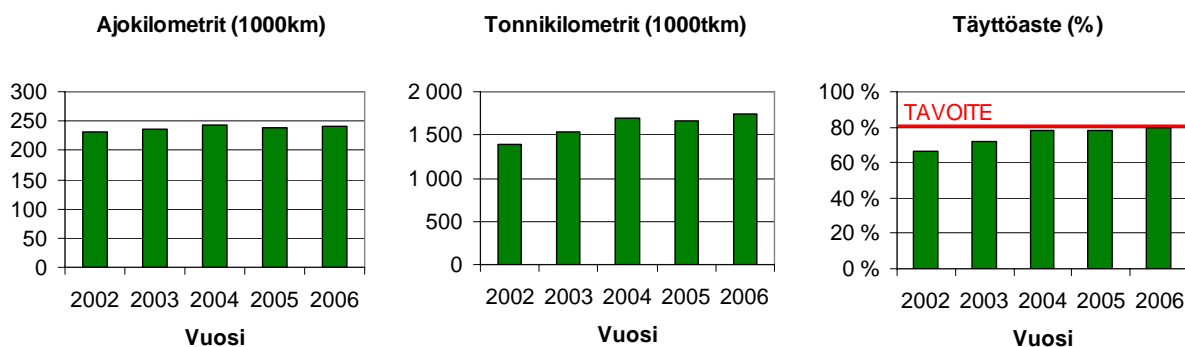
Tyhjänä ajatut kilometrit kertovat paluukuormien hankinnan onnistumisesta. Tiukat toimitusaikavaatimukset voivat vaikeuttaa paluukuormien löytämistä. Suure lasketaan suhteessa kaikkiin ajokilometreihin. Eri toimijat voivat määrittää tyhjänä ajon eri tavalla. Joskus ajoneuvon katsotaan olevan tyhjä, vaikka kuormassa olisi tyhjien pakkausten palautuksia.

Tonnikilometrit (tonnikm, tkm)

Tonnikilometri on suure, joka kuvaa kuljetustyön määrää. Se lasketaan kuljetusmatkan ja tavaramäärän tulona (Tilastokeskus 2007). Suureeseen vaikuttavat sijaintipäätökset ja toimitusmäärät. Periaatteessa tonnikilometrit voitaisiin laskea tarkasti kuljetusväleittäin, jolloin suure antaisi erinomaisen vertailupohjan polttoaineen kulutukseen. Tarkan tiedon saaminen on kuitenkin käytännössä vaikeaa. Tiedonkeräystä varten on kehitetty automaattinen kuormapainon tunnistinlaite, joka on jo koekäytössä.

Muut suureet

Ajoneuvojen lukumäärä ajoneuvotyypeittäin, ajokilometrit, kuljetetut tonnit ja lavakilometrit (vertaa tonnikilometri). Kuljetusyrityksen näkökulmasta suureita tarkastellaan myös yksittäisen ajoneuvon näkökulmasta (Rauhala 1996).



Kuva 7. Logistisen tehokkuuden seurannassa käytettäviä suureita.

Energiankäytön tehokkuus

Ominaisenergiankulutus (J/tkm)

Ominaisenergiankulutus kuvaa tietyn massan kuljettamiseen tarvittavaa energiamäärä kuljetusetaisyyden suhteen. Siihen vaikuttavat kuljetussuunnittelijan toimitusaikavaatimusten puitteissa tekemät valinnat mm. kuljetusmuodosta ja kalustosta. Suureessa voidaan käyttää joulen sijasta

litraa, jos käytettäviä kuljetusmuotoja ja polttoainetyyppejä on vain yksi. Ominaisenergiankulutuksen lisäksi myös kokonaisenergiankulutusta on seurattava, koska tietyissä tapauksissa ominaisenergiankulutus saattaa nousta vaikka kokonaisenergiankulutus laskisi. Esimerkiksi siirryttäessä käyttämään suoria kuljetuksia terminaalien kautta kuljetamisen sijaan.

Polttoaineen kulutus (l/100km)

Polttoaineen kulutus kuvaa kulutetun polttoaineen määrää sadalla kilometrillä keskimäärin. Suuretta voidaan tarkastella ajoneuvotyypeittäin tai koko kaluston keskimääräisenä arvona. Polttoaineen kulutus on helppo ymmärtää. Se riippuu täyttöasteesta, kalustovalinnoista, kuljettajan ajotavasta ja ulkoisista tekijöistä kuten ruuhkassa ajosta. Polttoaineen kulutuksen seuraaminen ainoastaan muodossa litraa/100km saattaa johtaa harhaan, sillä täyttöasteen merkitys kulutuksessa on suuri (kts. kuva 2).

Energiatehokkuus (MJ/tonni)

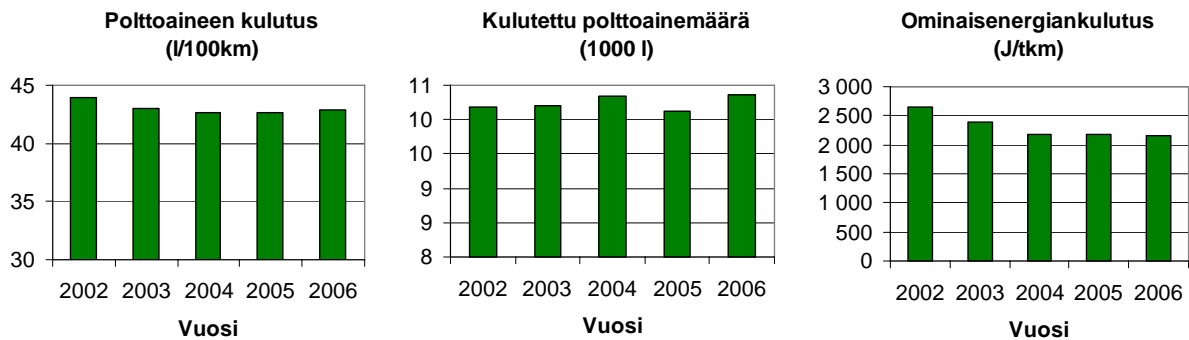
Energiatehokkuus kerää yhteen kaikki kuljetusten energiankäyttöön vaikuttavat tekijät. Suure on lasketaan jakamalla kulutettu kokonaisenergiämäärä kuljetetuilla tonneilla (Mäkelä ja Laurikko 2004).

Kulutettu polttoainemäärä (l)

Kulutetun polttoainemäärän avulla pystytään arvioimaan kuljetuksissa syntyviä päästöjä. Suureen rinnalla voidaan seurata kokonaisenergian kulutusta jouleissa.

Muut suureet

Polttoainetehokkuus (l/tonni), ominaispolttoaineenkulutus (l/tonnikilometri) ja ajoneuvon käytön energiatehokkuus, joka saadaan jakamalla keskimääräisen kuorman massa ajoneuvon massalla (vertaa Léonardi ja Baumgartner 2004).



Kuva 8. Energiankäytön seurannassa käytettäviä suureita.

Päästö- ja ympäristötiedot

Ympäristönäkökulmasta seurataan kaluston Euro-päästöluokkajakaumaa, päästömääriä ja mahdollisesti hiilidioksidipäästöjä tonnikilometriä kohti. Tietoja käytetään ympäristöraporteissa ja Euro-päästöluokkavaatimuksia asetettaessa (kts. 3.2). Taulukko 3 on saatu EMISTRA-järjestelmästä, josta kerrotaan myöhemmin lisää. Joskus kuljetusyritys saattaa käyttää vaihtelevaa kalustoa kuljetusasiakkaiden kuljetuksiin. Silloin päästötietojen laskeminen monimutkaistuu. Päästöjä voi tuolloin arvioida käyttäen edellä mainittua koko kaluston Euro-päästöluokkajakaumaa yksittäisten ajoneuvotietojen sijaan. Polttoaineen kulutuksen kohdistamisessa voidaan apuna käyttää tonnikilometrejä tai liikevaihto-osuutta. Jos yritys

käyttää useampia eri kuljetusmuotoja, seurataan tonnikilometreissä laskettavaa kuljetusmuotojakaumaa (McKinnon 2003).

Taulukko 3. EMISTRA-järjestelmä laskee kuorma-autokuljetusten päästöt (lähde: EMISTRA 2007a).

Kuljetuspäästöt vuonna 2006

Rek nro	Ajetut kilometrit	Tonni kilometrit	CO (kg)	HC (kg)	NO _x (kg)	PM (kg)	CH ₄ (kg)	N ₂ O (kg)	SO ₂ (kg)	CO ₂ (t)	Kulutus (l)	Keskikulutus (l/100 km)
Testiauto1	37 000	370 000	15,1	7,3	414,0	7,0	0,6	1,1	0,3	32,6	12 250	33,1
Testiauto2	39 600	360 000	8,6	5,3	360,7	3,2	0,4	1,2	0,3	33,6	12 650	31,9
Yhteensä	76 600	730 000	23,7	12,5	774,7	10,3	1,0	2,3	0,6	66,2	24 900	

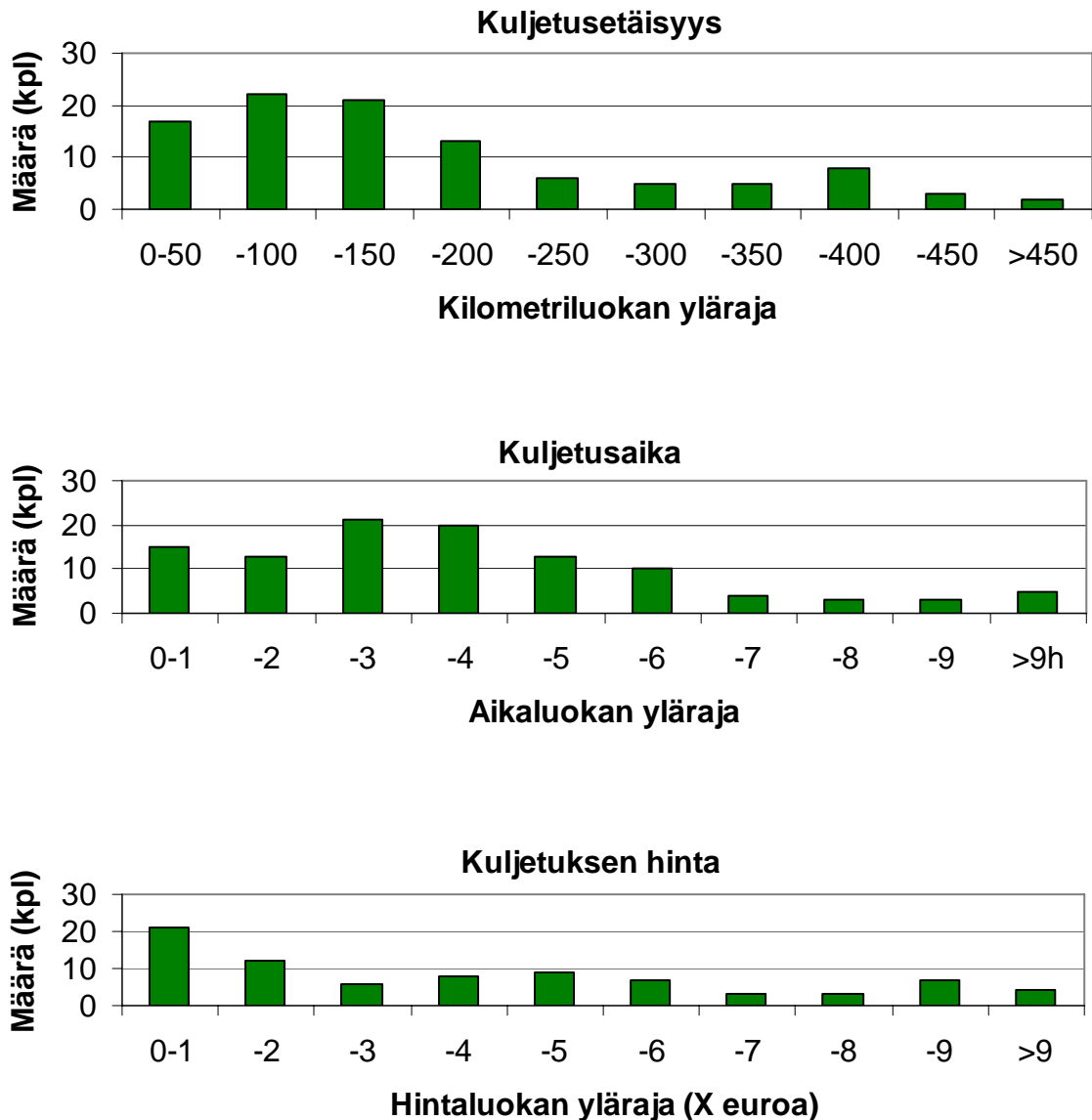
Edellä lueteltujen suureiden lisäksi kuljetuskustannusten seuraaminen on tärkeää varsinkin, jos kuljetukset on ulkoistettu. Kustannuksia voidaan seurata esimerkiksi muodoissa €/tonnikilometri ja €/tonni. Käytettävät suuret riippuvat hinnoitteluperiaatteista. Sivuhuomautuksena yrityshaastatteluissa löytyi kaksi kustannusten määrittämistavan ääripäätä:

- Eräs yritys maksaa korvaukset kuljetusyriitysten ilmoittamien ajokilometrien ja ajan käytön perusteella.
- Toinen yritys maksaa kuljetusyriityksille oman kuljetussuunnitteluohjelmansa luomien reittien ja aikataulujen perusteella.

Ymmärrettävästi kuljetusasiakkaan asema on jälkimmäisessä tapauksessa parempi. Kuljetuskustannuksia tarkasteltaessa tulisi tarkastella samalla muitakin logistiikkakustannuksia kustannusten keskinäisten riippuvuussuhteiden vuoksi. Esimerkiksi varastoon sitoutuneen pääoman kustannuksia voidaan siirtää kuljetuskustannuksiin käyttämällä pieniä ja useasti toimittavia eriä. Haastatteluissa kävi myös ilmi, että joskus tulee halvemmaksi ajaa tyhjemmällä autolla kuin maksaa käsin tehtävästä lastaustyöstä.

Eri toimialoilla on erityispiirteensä. Jätehuollon osalta se voi tarkoittaa esimerkiksi tyhjennyskertojen ja astioiden jätemäärien seuraamista. Näin voidaan välttää turhia pysähdyksiä tulevaisuudessa. Pysähdykset kasvattavat polttoaineen kulutusta, vaikkei itse reittiä lyhennettäisiäkään (kts. 7.2). Elintarviketeollisuudessa ja tukkukaupassa täyttöastetta voidaan seurata lavasekä rullakkopaikkoina (DfT 2006a). Lisäksi ajoneuvon tarkan täyttöasteen tuntemien jakelu- ja keräilykuljetusreittien eri vaiheissa auttaa parantamaan energiatehokkuutta. Muutenkin runkokuljetuksia olisi tarkasteltava erikseen jakelu- ja keräilykuljetuksissa niiden erilaisten ominaisuuksien vuoksi (DfT 2006b). Rakennuslalla kiinnostavia tietoja ovat päivittäiset toimitusmäärät, toimitusten määrä reittiä kohden, toimitusten arvo ja erikoisvaatimukset, joista esimerkki on tuotteen vaatima nostolaite (DfT 2006c).

Toimialan sisällä yksittäisten yritysten toimintaan liittyy erityispiirteitä, jotka on niin ikään huomioitava seurannassa. Jos yrityksen kuljetusvaatimukset vaihtelevat paljon, on seurannan mukauduttava siihen. Seuraavaksi on esitelty kuvaajia (kuva 9), joita voidaan käyttää havainnollistamaan kuljetusten vaihtelevia ominaisuuksia. Vaihtelun kohteena ovat kuljetusetäisyys, kuljetusaika ja kuljetuksen hinta. Havaittuja hinnan muutoksia voidaan selittää vaatimusten muuttumisella. Myös poikkeuksellisen korkeat hinnat havaitaan seurannan avulla. Energiatehokkuuteen ja kuljetuskustannuksiin vaikuttaa lisäksi valittu kilpailustrategia. Tavoitellaanko alhaisia hintoja, nopeita toimituksia vai hyvää palvelua?



Kuva 9. Kuljetusten ollessa epäsäännöllisiä voidaan kuljetusten ominaisuuksia ja kuljetusten hinnan vaihtelua seurata kuvaajien avulla (vertaa VTT 2005).

2.3 Global Reporting Initiative:n raportointiohje

Global Reporting Initiative (GRI) on kansainvälinen voittoa tavoittelematon organisaatio, joka laatii raportointiohjeita. Se antaa suosituksia mm. ympäristövastuuraportin rakenteesta sekä siinä tarkasteltavista asioista ollen tällä haavaa laajin ja yleisin ohjeisto (Rohweder 2004). GRI:n ja sen pilotointivaiheessa olevan liikenne ja logistiikka -toimialaohjeen (GRI 2006) mukaan mm. seuraavat asiat tulisi huomioida raportoinnissa. Rivien alussa olevalla tunnuksella on viitattu GRI:n ohjeen indikaattoriin. Eri kuljetusmuodot tulee käsitellä erikseen.

- EN3 Välitön energiankulutus: Tässä kohdassa ilmoitetaan käytettävä energiamuoto kuten dieselpolttoaine, sen kokonaiskulutus ja yksikkökulutus. Yksikkökulutuksen ilmoittamiseen on vaihtoehtoisia muotoja: joule/kuutiokilometri, joule/tonnikilometri, joule/tonni ja joule/tuote.
- EN8 Kasvihuonekaasupäästöt: Kasvihuonekaasupäästöt ilmoitetaan tonneina ja hiilidioksidiekvivalenttina. Käsiteltäviä kaasuja ovat CO₂, CH₄ ja N₂O.
- EN10 Happamoituminen: Ilmoitettavat kaasut ovat NO_x ja SO_x.

- EN35 Ympäristökustannukset: Tämä kohta on vapaaehtoinen, vaikkakin erittäin kiinnostava tieto juuri ympäristöraporttiin. Ympäristökustannukset kuvaavat yrityksen toiminnan ympäristömyönteisyyttä.
- LT2 Kalusto: Kalustosta kerättäviä tietoja ovat ajoneuvomäärät ajoneuvotyypeittäin, ajoneuvojen ikä, tiedot moottorista kuten Euro-päästöluokka, mahdolliset jälkiasennetut puhdistuslaitteet, kulutettujen polttoaineiden määrät, ajokilometrit, keskkulutus sekä ajoneuvojen omistussuhde (oma, vuokrattu vai ulkoistettu).
- LT3–5 Ympäristöjohtaminen ja toimenpiteet: Osioissa kuvataan johtamiskäytännöt ja ilmoitetaan ympäristöstandardit, tavoitteet sekä toimenpiteet tavoitteiden saavuttamiseksi.
- LT6 Ruuhkien huomiointi: Yrityksen toimenpiteet ruuhkien huomioimisesta toiminnassa kuten ruuhka-ajon välttäminen ja keskusta-alueilla käytettävät vaihtoehdot kuljetustavat.

Suomalaisista suuryrityksistä GRI:n jäseniä ovat mm. Alko, Fortum, Kesko, Metso, Nokia ja Valio. Jätehuoltoalalta mukana on Loimi-Hämeen Jätehuolto. Kuljetusalalla ohjetta käyttävät ainakin VR-konserni ja siihen kuuluva Transpoint. VR-konsernin vastuuraportti on saatavilla konsernin Internetsivuilta (VR-konserni 2005). GRI:n ohjetta voi käyttää myös ilman jäsenmaksua, sillä ohjeet ovat vapaasti saatavilla Internetissä (GRI 2006). Jäsenmaksua (alkaen 100€/vuosi) vastaan saa käyttää organisaation logoa ja ympäristöraportit julkaistaan GRI:n rekisterissä. Standardimuotoisella raportoinnilla ja ulkoisella auditoinnilla voidaan lisätä toiminnan uskottavuutta.

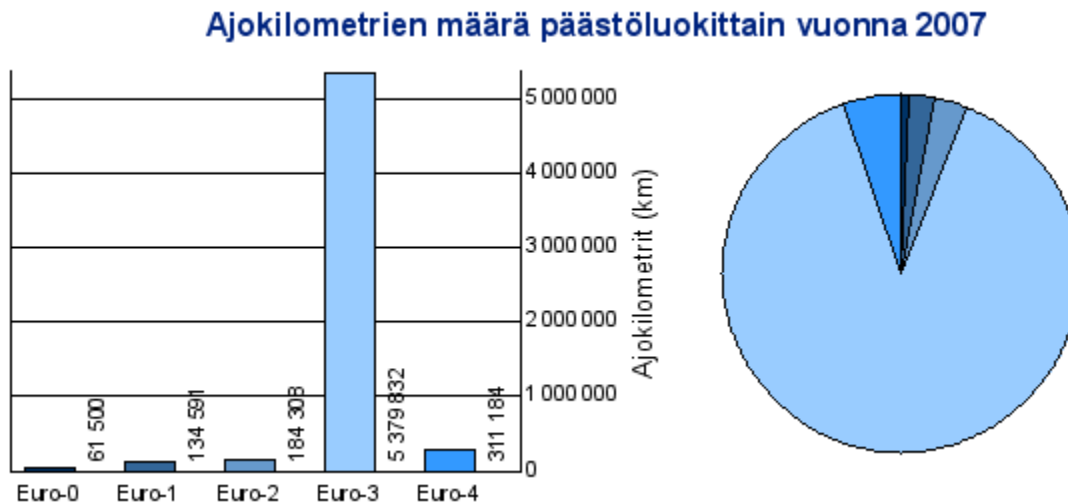
2.4 Seurantajärjestelmät

Saatavilla olevat seurantajärjestelmät on tarkoitettu ensisijaisesti kuljetusyrityksen sisäiseen seurantaan. Järjestelmistä on mahdollista tulostaa erilaisia raportteja, joita voidaan jakaa esimerkiksi kuljetusasiakkaille. EMISTRA on kuljetusalan energia- ja ympäristöasioiden Internet-pohjainen seurantajärjestelmä. Sen käyttöperiaate on seuraava: Kuljetusyritys saa käyttäjätunnukset ja syöttää järjestelmään käyttöönoton yhteydessä perustiedot sekä kalustotiedot. Kuukausittain yritys siirtää järjestelmään toteutuneet ajo- ja kulutustiedot. Järjestelmän hyötyjä ovat automaattinen päästölaskenta, polttoaineen kulutuksen seuranta ja kulutuksen suoritealakohtainen vertailutieto. Järjestelmä tuottaa myös ympäristöraportin, jossa esitetään mm. kaluston Euro-luokkajakauman kehitys ja yrityksen kokonaispäästöt. EMISTRAN laskema päästötaulukko esitettiin jo aikaisemmin (*taulukko 3*). *Kuvassa 10* on EMISTRAN kaikkien ajokilometrien päästöluokkajakauma. (EMISTRA 2007a ja EMISTRA 2007b.)

EMISTRAN käyttöä varten pakolliset kalustotiedot ovat rekisteritunnus, Euro-päästöluokka, ajoneuvotyyppi (pakettiauto, kuorma-auto ilman perävaunua, kuorma-auto puoliperävaunulla, kuorma-auto varsinaisella perävaunulla) ja suoriteala (mm. kappaletavara, jätekuljetukset ja rakennuselementit). Kuukausittain syötetään tieto ajokilometreistä ja polttoaineen kulutuksesta. Tonnikilometrien ilmoittaminen on vapaaehtoista. Kalusto-, ajo- ja kulutustiedot voidaan syöttää joko käsin tai määrämuotoisena tiedostona. Tiedonsyöttö on siten helppoa sekä pienille että suurille kuljetusyrityksille. EMISTRAN ylläpidon rahoittavien viranomaisten on tarkoitus käyttää järjestelmän luomaa tietoa hyväksi päästölaskennassa ja ilmastomuutoksen hallinnassa. Päästölaskenta perustuu VTT:n yksikköpäästötietoihin (VTT 2007a).

EMISTRAssa on myös puutteita. Osalla suoritealoista on toistaiseksi liian vähän tietoja luotettavaa vertailua varten. Lokakuussa 2007 järjestelmässä oli noin 170 yritystä ja yli 1000 ajoneuvoa, joista vain osan käyttötiedot syötetään järjestelmään. Vertailun kannalta tärkeitä tonnikilometrejä ei käytetä laskennassa hyväksi, vaikka ne järjestelmään voidaan syöttääkin.

Järjestelmästä puuttuu toistaiseksi päästoluokka Euro V, mutta se lisättäneen vielä tänä vuonna (Mäkelä 2007). Biopolttoaineita EMISTRA ei ota huomioon, vaikka ne ovat ajankohtaisia vuodesta 2008 alkaen uuden biopolttoaineiden käyttövelvoitteen vuoksi (Ölly- ja Kaasualan Keskusliitto 2007). Jos kuljetusyritys haluaa käyttää EMISTRaa apuna päästöjen raportoimisessa kuljetusasiakkaille, on päästöjen kohdistaminen tehtävä järjestelmän ulkopuolella, mikäli yhdellä ajoneuvolla kuljetetaan useamman asiakkaan kuormia. (EMISTRA 2007a ja EMISTRA 2007b.)



Kuva 10. EMISTRA-seurantajärjestelmään syötettyjen ajokilometrien päästoluokkajakauma (lähde: EMISTRA 2007b, luettu 5.7.2007).

EMISTRAn lisäksi on olemassa EcoTra- ja POTTI-järjestelmät. EcoTra on kuljetusyrityksien ympäristö- ja taloustietojen keräämiseen sekä raportointiin tarkoitettu työkalu. Laitteistovalmistajasta riippumattomassa järjestelmässä on lisäksi ympäristöalan koulutuspaketteja. EcoTraa ovat olleet kehittämässä Teknillinen korkeakoulu ja SKAL. Optimaaliseen ajotapaan ohjaava POTTI-järjestelmä on tällä hetkellä kokeiltavana YTV jätehuollossa. Ennen tarjolla oli kuorma-autojen kustannusseurantaan soveltuva SKALnet. Järjestelmässä tarkasteltavia tietoja olivat mm. ajotapa, polttoaineen kulutus ja autojen sijainti. Nyt vastaavat palvelut on saatavilla AC-Sähköautot Oy:ltä.

2.5 Tiedonkeräys

Tiedonkeräys voidaan toteuttaa kolmella eri tavalla. Tiedot kerätään yksikertaisimmillaan käsin käyttäen apuna matkamittaria ja polttoainepumpun mittaria polttoainetta ostettaessa. Menetelmä on altis virheille ja käytännön toteutus saattaa osoittautua hankalaksi. Toinen tapa on hankkia tiedot yritysten tietojärjestelmistä. Yrityksillä voi olla laskettuna esimerkiksi kohteisiin menevien kuormien painot. Myös polttoaineiden myyjien tarjoamat seurantajärjestelmät auttavat seuraamaan ostettuja polttoainemääriä. Kolmas tapa on erillisten tiedonkeräyslaitteiden ja -järjestelmien käyttö. Tiedonkeräysmenetelmiä voi luonnollisesti myös yhdistellä. Kulutus- ja kilometritietojen kerääminen on pitkälti kuljetusyrityksen vastuulla.

Tiedonkeräyslaitteita ja -järjestelmiä on olemassa erilaisia. Autonvalmistajilla on markkinoilla omansa. Esimerkkeinä mainittakoon Volvon Dynafleet (Volvo 2007), Scanian Fleet Management (Scania 2007) sekä Mercedes-Benzin FleetBoard (FleetBoard 2007), joka toimii toissakin automerkeissä. Muita markkinoilla olevia yrityksiä ovat AC-Sähköautot, Aplicom, Sunit, Paetronics ja Technosmart (Rauhämäki ym. 2006).

Tiedonkeräyslaitteiden ominaisuudet vaihtelevat paljon. Ominaisuuksia ovat tiedonsiirron langattomuus ja tosiaikaisuus, GPS-paikannus, oheisohjelmien Internet-pohjaisuus, mahdollisuus liittää järjestelmään muita ohjelmia tai laitteita kuten matkapuhelin ja kämmentietokone.



Myös kerättävä tieto vaihtelee. Laitteet keräävät usein kuljettajan ajotapaan liittyvää tietoa. Kuorman paino ja täyttöaste on kerättävistä tiedoista usein hankalin. Jos tietoa kuormien painosta ja ajoneuvojen täyttöasteesta ei ole, voidaan ne selvittää poikkeustapauksessa otosluontoisesti.

Econen II ecoread (kuva 11) on polttoaineen kulutuksen, ajoneuvon käytön ja työajan seurantaan käytettävä ajotietokone. Se koostuu ajoneuvon CAN-väylään kytkettävästä liityntäyksiköstä sekä näyttöyksiköstä. Järjestelmään voidaan liittää lisäksi kuljettajakortti, tiedonsiirto-ohjelma ja GSM-lisälaite tiedonsiirtoa varten. Ecoreadin hyödyt ovat ympäristöraportointi, ajotavanohjaus sekä polttoaineen kulutuksen seuranta (Paetronics 2004 ja Paetronics 2007). Laitteen hinta on arviolta noin tuhat euroa.

Lähteessä Rauhamäki ym. 2006 on kuvattu yksittäisten tiedonkeräyslaitteiden teknisiä ominaisuuksia tarkemmin. Seuranta- ja tiedonkeräysjärjestelmien kokonaiskustannuksien hahmottaminen laitehankintojen lisäksi on tärkeää. Kustannuksia syntyy mm. järjestelmän suunnittelusta, ohjelmistoista ja niiden räätälöinnistä, käyttökoulutuksesta sekä käytöstä.

Kuva 11. Econen II ecoreadilla voi kerätä tietoa polttoaineen kulutuksesta (lähde: Paetronics 2007).

2.6 Kuljetusyrityksen seuranta käytännössä

INTERACTION-hankkeen tukkukaupan ja elintarviketeollisuuden yritykset seuraavat tällä hetkellä kuljetuksiaan energia- ja ympäristönäkökulmista pääasiassa vähän ja epäjärjestelmällisesti. Kaksi kuljetusasiakasta tiesi kaikkien kuljetustensa ajokilometrit ja polttoaineen kulutuksen. Päästöjen osalta vain yhdellä yrityksellä oli tietoa kuljetustensa hiilidioksidipäästöistä, vaikkakin tieto oli hyvin likimääräistä. Liitteen 2 kyselylomakkeessa yrityksiä pyydettiin ilmoittamaan, kuinka seurantaa haluttaisiin kehittää. Suuri osa yrityksistä oli kiinnostunut selvittämään kuljetustensa aiheuttamat päästöt.

Myös jätehuollossa kuljetusten energia- ja ympäristöasioista tiedetään yllättävän vähän. Alalla on yleisesti käytössä moottoreiden Euro-päästöluokkavaatimus (kts. 3.2). Kuljetusurakoitsijoilta pyydetään kilpailutuksen yhteydessä selvitys kaluston päästöluokista, mutta jätelaitosten suorittama valvonta on pääosin satunnaista. Jätelaitokset tahtovat kehittää päästöluokkien seurantaa ja päästölaskentaa. Joitakin jätelaitoksia kiinnosti lisäksi ajokilometrit ja tosiaikainen keräilyn seuraaminen näyttöpäätteeltä. Keräilyn tosiaikaista edistymistä voidaan parissa jätelaitoksessa jo seurata. Jätehuollon kuljetusurakoitsijoiden seurannan tilaa selvitettiin liitteen 3 lomakkeen avulla.

Seurannan nykytilan perustella suositetaan seuraavaa. Kuljetusasiakkaan olisi hyvä vaatia kuljetusyritykseltä tietojen syöttämistä EMISTRAan. Näin polttoaineen käyttö, ajokilometrit ja Euro-päästöluokat sekä kuljetusten aiheuttamat päästöt olisivat aina saatavilla. Sopivimman

tiedonkeräystavan kuljetusyritys saisi valita itse. Tämän lisäksi kuljetusyrityksen tulisi ilmoittaa toteuttamistaan toimenpiteistä energiatehokkuuden ja ympäristömyönteisyyden kehittämiseksi. Energiapalveludirektiivi edellyttää toimenpiteiden ilmoittamista valtiotasolla. Sitä varten tieto kerätään tulevaisuudessa yrityksiltä.

Seurattaessa kuljetusyrityksen toimintaa tulisi samalla tarkkailla niitä suureita, jotka kuljetusyrityksen toimintaan vaikuttavat. Valittavat suureet riippuvat kuljetusasiakkaan ja kuljetusyrityksen välisestä työnjaosta kuljetussuunnittelun suhteen. Kuljetusten kokonaisuuden kannalta tulisi seurata ainakin ominaisenergiankulutusta, energiatehokkuutta ja polttoaineiden käyttöä. Lisäksi kuljetuskustannuksia tulisi tarkkailla muodossa €/tonnikilometri, €/tonni ja €/vuosi.

2.7 Toimenpiteen vaikutukset

Pelkkä seuranta ei yksin paranna energiatehokkuutta tai laske kuljetuskustannuksia, mutta tietoisuus seurannasta kannustaa parannustoimenpiteisiin. Seurannan kannustava vaikutus mainittiin yrityshaastatteluissa. Seuraamalla energiankäyttöä kuljettaja-, ajoneuvo- ja kuljetusyritystasolla voidaan tehdä parempia valintoja ajotavan, ajoneuvotyypin ja kuljetusyrityksen toimintatapojen suhteen. Seurannan avulla kuljetusasiakas pystyy lisäksi varmistamaan sen, että kuljetusyritys on sitoutunut energia- ja ympäristöasioiden kehittämiseen. Kuten kappaleen alussa todettiin, seurannalla voidaan todistaa keittämistoimenpiteiden vaikutukset. Yrityksillä on myös mahdollisuus parantaa julkisuuskuvansa ympäristöraportoinnin avulla.

3 Ympäristöön ja energiatehokkuuteen liittyvät laatuvaatimukset

- Laatuvaatimuksien ja vertailukriteerien avulla kuljetuspalvelujen hankinnassa voidaan huomioida ympäristö- ja energiatehokkuusnäkökohdat.
- Tärkeimmät laatuvaatimukset ovat ajoneuvojen Euro-päästöluokka, taloudellisen ajotavan koulutus ja polttoaineen kulutuksen seuranta.

3.1 Tausta

Kuljetusyrittäjä valittaessa kuljetusasiakas voi asettaa laatuvaatimuksia ja vertailukriteerejä. Laatuvaatimukset ovat pakollisia, jotka kuljetusyrittäjän on täytettävä, jotta tarjous otetaan huomioon. Vertailukriteereillä on puolestaan mahdollista saada lisäpisteitä kilpailtaessa kuljetuksista. Laatuvaatimuksien ja vertailukriteerien avulla kuljetuspalvelujen hankinnassa voidaan huomioida ympäristö- ja energiatehokkuusnäkökohdat (LVM 2007). Vertailukriteerejä voidaan soveltaa myös kuljetusyrittäjälle maksettavan korvauksen määrittämisessä. Jotta kuljetusyrittäjät ryhtyisivät toimenpiteisiin, tulee vertailukriteerejä käytettäessä painoarvon olla riittävä. Liikenne- ja viestintäministeriön ohjeen mukaan painotuksen tulisi olla vähintään kymmenen prosenttia (LVM 2007).

3.2 Euro-päästöluokat

Euroopan unionissa on käytetään Euro-päästöluokkia. Ne asettavat myytävälle ja valmistettaville ajoneuvoille rajoituksia turvaten moottoreiden päästökemian vähimmäistason. Raskaiden dieselajoneuvojen päästöluokat on esitetty taulukossa 4. Päästöluokkien voimaansattumisajankohdat ovat sekavia. Taulukon sarakkeessa tyyppihyväksyntä on mainittu se ajankohta, jolloin päästöluokkaa on alettu soveltaa uusien ajoneuvomallien tyyppihyväksymisessä. Vanhan päästöluokan ajoneuvoja saa myydä vielä vuoden kyseisen ajankohdan jälkeen. Sarakkeessa EMISTRA on ilmoitettu kyseisen järjestelmän ohje päästöluokan arvioinnissa. Päästöluokkien arviointia vaikeuttaa vielä se, että paremman päästöluokan ajoneuvoja on voitu myydä ennen tyyppihyväksynnän takarajaa.

Luokkien Euro III ja Euro IV välillä on hiukkaspäästöjen (taulukossa PM) suhteen suuri parannus. Luokissa Euro I–III hiukkasten päästörajat vaihtelevat hieman riippuen käytetystä testisyklistä ja moottorista. Uusi luokka, Euro V, astuu voimaan lokakuussa 2008. Lokakuussa 2009 päästöluokka koskee uusien ajoneuvojen myyntiä. Taulukossa esitettyjen luokkien lisäksi valmistellaan parhaillaan luokkaa Euro VI (Euroopan komissio 2007). Euro-päästöluokat eivät rajoita hiilidioksidipäästöjä. (EMISTRA 2007a, Nylund 2006b ja LVM 2004.)

Taulukko 4. Raskaiden dieselajoneuvojen pakokaasupäästöjä rajoittavat Euro-päästöluokat. Päästöjen yksikkö on g/kWh. (Lähteet: DieselNet 2007 ja EMISTRA 2007a.)

Luokka	Tyyppihyväksyntä	EMISTRA	NO _x	HC	CO	PM
EURO I	1992	1992-1995	8,0	1,10	4,5	0,36-0,612
EURO II	10/1996 (10/1998)	1996-1998	7,0	1,10	4,0	0,25 (0,15)
EURO III	10/2000	1999-2005	5,0	0,66	2,1	0,10-0,13
EURO IV	10/2005	2006-	3,5	0,46	1,5	0,02
EURO V	10/2008		2,0	0,46	1,5	0,02

Laatuvaatimuksena voidaan käyttää ajoneuvon vähimmäispäästöluokkaa. Esimerkiksi YTV jätehuolto on käyttänyt vuodesta 2006 alkaen vaatimustasoa Euro III. Vaihtoehtoinen vaatimus päästöluokalle on ajoneuvon ikä. Ikätiedon saaminen kuljetusyrityksiltä on usein helpompaa kuin päästöluokkien selvittäminen. Lisäksi niin kutsutulla retrofit-laitteella voidaan parantaa päästöluokkaa, mutta laite kuitenkin lisää polttoaineen kulutusta. Näin ollen polttoaineen kulutuksesta riippuvat kustannukset ja hiilidioksidipäästöt kasvavat, joten tässä yhteydessä retrofit-laitteen asennusta ei suositella. (Nylund ym. 2006.)

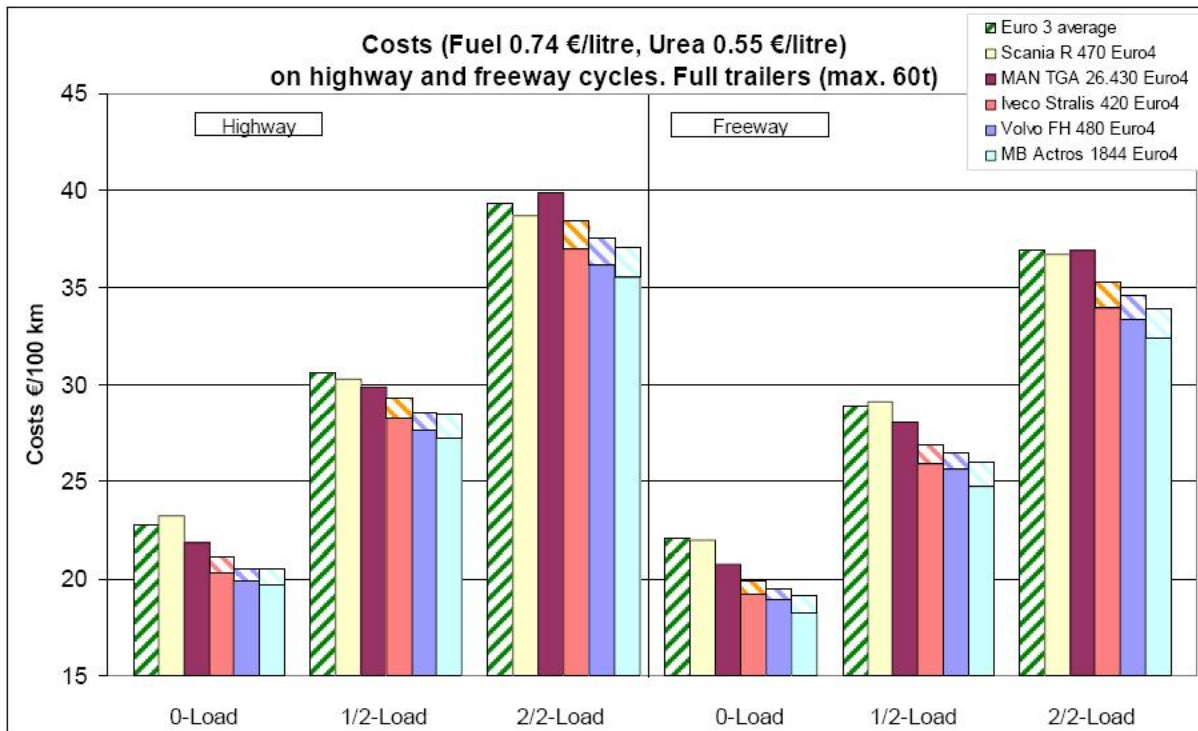
Ajoneuvon vähimmäispäästöluokan sijaan voidaan käyttää vertailukriteerinä koko kaluston päästöluokkajakaumaa. EMISTRA laskee automaattisesti kuljetusyrityksen jakauman. Sitä voidaan verrata kaikkiin järjestelmään syötettyjen ajoneuvojen jakaumaan. Vertailutieto ei vastaa täysin Suomen kuorma-autokantaa, sillä Tilastokeskuksen (Tilastokeskus 2006) tiedoista lasketun vuoden 2005 lopun jakauman perusteella kaluston voidaan arvioida olevan todellisuudessa hieman vanhempaa. Päästöluokkajakaumat on esitetty taulukossa 5, johon on lisätty myös kuvitteellisen kuljetusyrityksen tiedot.

Taulukko 5. EMISTRAn syötettyjen kuorma-autojen (vuonna 2005), Suomen kuorma-autokannan (vuoden 2005 lopussa) ja kuvitteellisen kuljetusyrityksen päästöluokkajakaumat. Jakaumat on laskettu EMISTRAn vuosiluokkien mukaisesti. (Lähteet: EMISTRA 2007b ja Tilastokeskus 2006).

Luokka	EMISTRAn vertailutieto		Suomen autokanta	Kuljetusyritys	
	Ajoneuvoja	Jakauma		Ajoneuvoja	Jakauma
Euro 0	5	1,4 %	24,2 %		
Euro I	16	4,6 %	11,8 %		
Euro II	19	5,5 %	17,0 %	5	71,4 %
Euro III	307	88,5 %	46,9 %	2	28,6 %
Euro IV	0	0,0 %			
Euro V					

Päästöluokkavaatimukset ja -kriteerit vaikuttavat kuljetusyrityksen kalusto- ja käyttökustannuksiin sekä välillisesti myös kuljetusasiakkaan kustannuksiin. Kustannusten muutos riippuu monesta tekijästä kuten siitä, mitä kalustoa kuljetusyrityksellä on jo käytössään. RASTU-hankkeen vuosiraportissa 2006 (Nylund 2006b) saatiin viitteitä siitä, että Euro IV SCR-tekniikalla voidaan alentaa polttoaine- ja urea kustannuksia Euro III ja Euro IV EGR tasoihin verrattuna. Polttoaineen kulutus on SCR-tekniikalla vastaavasti noin kymmenen prosenttia alhaisempi. Vaikutus ei siis välttämättä ole kustannuksia nostava. SCR-tekniikalla (Selective Catalytic Reduction) tarkoitetaan järjestelmää, jossa pakokaasuihin ruiskutetaan ureaa ennen varsinaista katalysaattoria. EGR-tekniikalla (Exhaust Gas Recirculation) tarkoitetaan pakokaasujen takaisinkierrätystä moottorin palamislämpötilan laskemiseksi. Huoltokustannukset ovat Euro IV -autoissa hieman suuremmat kuin Euro III -autoissa. (Nylund 2006b, Nylund ym. 2006 ja Treatise 2006a.)

Kuvassa 12 on vertailtu viiden eri Euro IV ajoneuvoyksilön polttoaine- ja ureakustannuksista. Myös keskimääräinen Euro III taso on mukana. SCR-tekniikalla toteutetut Mercedes-Benz, Volvo ja Iveco näyttäisivät olevan parempia kuin EGR-tekniikalla toteutetut Scania ja MAN. Tosin MAN oli mahdollisesti viallinen. Yleistävää johtopäätöstä yksittäisen merkin paremmuudesta ei kuitenkaan voi tehdä, sillä autot olivat yksilöitä ja mm. moottoritehot vaihtelivat. Lisätietoja vertailusta löytyy RASTU-hankkeen vuosiraportista 2006. (Nylund 2006b.)



Kuva 12. 60-tonnisten ajoneuvoyhdistelmien yhteenlaskettu polttoaine- ja ureakustannus ajoneuvomalleittain. Vasemmalla testisyklinä on käytetty maantie- ja oikealla moottoritie-ajoa. Molemmissa sykleissä kokeiltiin kolmea eri kuormausastetta: tyhjä, puolitäysi ja täysi. MAN oli mahdollisesti viallinen. (Lähde: Nylund 2006b.)

3.3 Taloudellisen ajotavan koulutus

Taloudellisen ajotavan koulutuksella voidaan säästää testiajon polttoaineen kulutuksessa 11–20%. Valitettavasti testiajon olosuhteet eivät vastaa todellisuutta ja koulutuksen todellinen pysyväisvaikutus on noin viisi prosenttia edellä mainitun sijaan (Pyrrö 2007). Koulutuksen lisäksi tarvitaan kulutusseurantaa ja päivityskoulutusta, sillä saadut opit unohtuvat helposti. Polttoaineen kulutusta voidaan alentaa lisää käyttämällä ajo-opastinlaitetta ja noudattamalla sen ohjeita optimaalisesta ajotavasta. Laite antaa tietoa esimerkiksi optimaalisesta kierrosalueesta (SKAL 2007).

Vertailukriteerinä taloudellinen ajotapa tarkoittaa prosenttiosuutta kuljettajista, jotka ovat saaneet koulutuksen. Prosenttiosuuden todentamisessa käytetään apuna koulutuksen tarjoajan antamia koulutustodistuksia. Tavoitearvo voi olla esimerkiksi 75% (Ahola Transport 2006). Tavoitteen toteutettavuus riippuu olosuhdetekijöistä kuten kuljettajien vaihtuvuudesta.

3.4 Toimintatavat

Kuljetusyritykseltä voidaan vaatia energia- ja ympäristöohjelmaa, jossa on kuvattu energiatehokkuuden ja ympäristömyönteisyyden vaikuttavat toimenpiteet sekä asetetut tavoitteet. Ohjelmassa tulisi käsitellä ainakin kuljettajakoulutusta, kalusto-, polttoaine- ja voiteluainevalintoja. HDenergia- ja RASTU-hankkeiden raportit (Motiva 2007a) antavat yksityiskohtaista tietoa ohjelman arvioinnin tueksi. Kuljetusyritykseltä voidaan lisäksi vaatia polttoaineen kulutuksen seurantajärjestelmän käyttämistä. Seurantaa tulisi olla vähintään sen verran, että pystytään laatimaan ympäristöraportit EMISTRAn avulla. Seurantaa varten tieto on varminta kerätä automaattisesti tiedonkeräyslaitteiden avulla. Sertifioitujen ympäristöjärjestelmien, kuten ISO 14000 -sarja ja EMAS, vaatiminen pieniltä kuljetusyrityksiltä ei käytännössä ole mahdollista. Isommilla kuljetusyrityksillä ISO 14001 on kuitenkin usein jo käytössä. Esi-

merkkeinä mainittakoon Transpoint, Ahola Transport, Kiitolinja ja DSV. Sertifikaatin suhteen tulisi varmistua siitä, että ympäristöjärjestelmä oikeasti vaikuttaa yrityksen toimintaan eikä vain ”näytä hienolta”. Asia kävi ilmi yrityshaastatteluissa. EMAS (Eco-Management and Audit Scheme) on Euroopan unionissa käytettävä ISO 14001:n kanssa yhtenevä ympäristöjärjestelmä, jossa vaaditaan julkinen ympäristöselonteko (Rohweder 2004). Suomessa EMAS ei ole käytössä ainoassakaan kuljetusyrityksessä. Loimi-Hämeen Jätehuolto sen sijaan käyttää järjestelmää (Ympäristö 2007). Lisäksi yritysten henkilökunnalta voidaan edellyttää ympäristökoulutusta (Stenholm 2004).

3.5 Vaatimukset ja kriteerit lähitulevaisuudessa

Vuonna 2008 astuu voimaan liikennepolttoaineiden toimittajien biopolttoainevelvoite, jonka suuruus on kaksi prosenttia toimitetun bensiinin ja dieselöljyn energiasisällöstä. Käytännössä tämä tarkoittanee etanolin tai biodieselin sekoittamista tavallisen polttoaineen joukkoon. Vuonna 2009 velvoite kasvaa neljään prosenttiin ja on vuonna 2010 jo mahdollisesti 5,75%. Velvoite perustuu biopolttoainelakiin, jonka tarkoituksena on vähentää hiilidioksidipäästöjä (Öljy- ja Kaasualan Keskusliitto 2007). Tarjolla olevien polttoaineiden kirjo tulee mahdollisesti kasvamaan ja hajontaa syntyy niin ympäristöystävällisyyden kuin hinnankin suhteen. Tämä antaa kuljetusasiakkaalle mahdollisuuden vaikuttaa päästöihin laatuvaatimuksin.

Biopolttoaineeseen sitoutunut hiili on peräisin luonnon hiilikierrosta. Perinteisiä fossiilisia polttoaineita, kuten dieseliä, käytettäessä hiilikiertoon tulee lisää hiiltä öljy- ja kaasuesiintymistä. NExBTL on Neste Oilin kehittämä toisen sukupolven biodiesel, jota voidaan käyttää dieselajoneuvoissa ilman moottoriin tehtäviä teknisiä muutoksia. NExBTL-polttoainetta voidaan sekoittaa tavallisen dieselin joukkoon tai käyttää sellaisenaan. Sataprosenttisen biodieselin käyttö vähentäisi polttoaineen elinkaaren aikaisia nettohiilidioksidipäästöjä noin puolella kesälaatuiseen dieseliin verrattuna. Pakokaasumittauksissa hiilidioksidipäästöt lasisivat vastaavasti vain muutaman prosentin. NExBTL:n tuotanto käynnistyi Porvoossa kesällä 2007. Tuotteen saatavuus on vielä syksyllä 2007 rajoitettua. (Neste Oil 2007b, Treatise 2006a ja VTT 2007b.)

Syyskuussa 2009 astuvat voimaan uudet ammattipätevyysvaatimukset raskaan kaluston kuljettajien koulutuksesta. Vaatimukset edellyttävät uusilta kuljettajilta mm. ennakoivan ajotavan harjoittelua peruskoulutuksen yhteydessä. Ennakoiva ja taloudellinen ajotapa laskee polttoaineen kulutusta. Ammatissa jo toimiville kuljettajille on jatkokoulutusvaatimuksia. Muutosten taustalla on EU:n ammattipätevyysdirektiivi (LVM 2006a). Vaatimusten mukaista koulutusta tarjottaneen jo.

VTT suorittaa parhaillaan mittauksia raskaan kaluston energiankulutuksen ja päästöjen selvittämiseksi. Mikäli mittausmenetelmät yhtenäistetään ja riittävä määrä ajoneuvoja testataan, voitaisiin luoda raskaiden ajoneuvojen ekomerkintä. Merkintä helpottaisi kaluston vertailua ja laatuvaatimusten asettamista tulevaisuudessa. Kansainvälisiä yhteistyökumppaneita ei ole toistaiseksi löytynyt riittävästi, joten yleiseurooppalaista ekomerkintä ollaan vielä aika kaukana. (Kts. ERA-NET Transport 2007.)

3.6 Laatuvaatimukset käytännössä

Jätelaitoksilla on jo käytössään laatuvaatimuksia. Yleisin vähimmäispäästöluokka on Euro III. Joissakin tapauksissa vaaditaan myös ajonohjaus- ja seurantalaitteiden asentamista. Jätelaitokset eivät tarkkaile jätteenkuljetuksesta aiheutuneita päästöjä, mutta siihen on kiinnostusta. Joitakin kokeiluja on jo nyt käynnissä. Ajokilometrien määrää tai polttoaineen kulutusta ei usein tiedetä.

Jätteenkuljetuksissa kuljetusurakoitsijan korvaukseen vaikuttaa pääsääntöisesti laatujärjestelmän asiakaspalaute. Sen vaikutuskerroin lopullista korvausta määritettäessä vaihtelee. Eräissä tapauksessa laadusta maksettavat lisäkorvaukset olivat kasvaneet liian suuriksi. Syynä oli kuljetusurakoitsijoiden hyvä ja tasainen laatu sekä vaikutuskerroin, joka pääosin vain nosti maksettavaa korvausta. Paremmaksi koettu lähtökohta oli se, että kerroin vaikuttaa pääosin korvausta alentavasti laadun ollessa heikko. Näistä lähtökohdista esitetään jätteenkuljetuksen yhtenäisiksi laatuvaatimuksiksi seuraavaa.

- Käytettävät autot ovat vähintään luokkaa Euro III.
- Kuljetusurakoitsijoilla on polttoaineen kulutuksen seurantajärjestelmä ja sen tiedot syötetään EMISTRAan päästöjen raportoimiseksi.
- Vähintään 75% kuljettajista on suorittanut taloudellisen ajotavan kurssin.
- Laatujärjestelmän palaute vaikuttaa kuljetusurakoitsijalle maksettavaan korvaukseen pääosin laskevasti. Kerroin voi olla esimerkiksi 0,85–1,03.

Elintarviketeollisuuden ja tukkukaupan yrityksistä ainoastaan yhdellä oli käytössään vaatimus päästöluokista ja taloudellisen ajotavan koulutuksesta. Toinen yritys vaati sitoutumista yrityksen ympäristöpolitiikkaan. Muuten energiankulutukseen ja ympäristöasioihin liittyviä laatuvaatimuksia ei ollut sanottavasti käytössä. Sama päästöluokkavaatimus kuin jätehuollossa olisi liian kova, sillä noin puolet Suomen kuorma-autokannasta rajautuisi pois. Kuorma-auton keski-ikä oli viime vuonna 9,9 vuotta (Autoalan tiedotuskeskus 2007, alkuperäiset lähteet Tilastokeskus ja AKE). Näistä lähtökohdista esitetään elintarviketeollisuuden ja tukkukaupan yhtenäisiksi laatuvaatimuksiksi seuraavaa.

- Kuljetusyrityksillä on polttoaineen kulutuksen seurantajärjestelmä ja sen tiedot syötetään EMISTRAan päästöjen raportoimiseksi.
- Vähintään 75 % kuljettajista on suorittanut taloudellisen ajotavan kurssin.
- Kuljetusyrityksillä on oltava energia- ja ympäristöohjelma tai vastaava, jossa kuvataan energiankäyttöön ja ympäristöasioihin liittyvät toimenpiteet.

3.7 Toimenpiteen vaikutukset

Seurantajärjestelmä- ja raportointivaatimuksen ansioista kuljetusasiakkaalla on käytössään kuljetusyrityksen kulutus ja päästötiedot. Tietojen avulla pystytään määrittämään energiatehokkuus. Myös ympäristöasioista tiedottaminen tulee mahdolliseksi, mikä parantaa organisaation julkisuuskuvaa. Elintarviketeollisuuden ja tukkukaupan toimialoilla tiedottaminen vaikuttaa myönteisesti ympäristötietoisten asiakkaiden ostopäätöksiin. Kaikille kuljettajille annettava taloudellisen ajotavan koulutus laskee kulutusta 5–11% (Pyrrö 2007 ja Treatise 2006b). Kuljetusyrityksen energia- ja ympäristöohjelman avulla voidaan varmistua yrityksen sitoutumisesta toiminnan kehittämiseen. Sitoutumisen selvittäminen oli koettu kuljetusasiakkaiden piirissä hankalaksi.

4 Hyvät toimintatavat

- Muiden toimintatapoihin tutustuminen auttaa kehittämään omia toimintatapoja.
- Hyviä toimintatapoja sähköisissä lähteissä:
 - www.freightbestpractice.org.uk
 - www.gvrd.bc.ca/smartsteps – Sustainable Supply Chain Logistics Guide
 - www.epa.gov/smartway
 - www.cascadesierrasolutions.org/solutions.php

4.1 Tausta

Melkein jokaisen yrityksen toimintaan liittyy kuljetuksia. Niiden ei kuitenkaan usein katsota olevan osa ydinosaamista. Siksi toimialarajat ylittävään tiedonvaihtoon hyvistä toimintatavoista suhtaudutaan varsin myönteisesti. Tässä kappaleessa esitellään haastateltujen organisaatioiden hyviksi kokemia toimintatapoja. Lisäksi hyviä toimintatapoja on etsitty muista lähteistä Suomesta ja ulkomailta. Tiedonvaihto hankkeen ulkomaalaisten yhteistyökumppanien kanssa tapahtunee myöhemmin Internet-tietokannan avulla (INTERACTION 2007). Käsitteellä parhaat toimintatavat (englanniksi best practices) tarkoitetaan hyviä toimintatapoja, jotka on todistettu parhaiksi yhtenäisesti määritellyin suurein tai mittarein. Tietoa toimintatavoista vaihdetaan erilaisten yritysten yhteenliittymien ja organisaatioiden välityksellä.

4.2 Kuljetusasiakkaan toimintatavat

Elintarviketeollisuuden ja tukkukaupanyrityksille lähetettiin *liitteen 4* lomake, jossa kysyttiin hyviä toimintatapoja. Hyödynnettäviä vastauksia saatiin ainoastaan kolmelta yritykseltä. Annetut kuvaukset olivat usein hyvin lyhyitä. Toimintatapojen keräystä täydennettiin haastatteluin. Tässä osiossa esitettävät toimintatavat soveltuvat pääasiassa muille toimialoille kuin jätehuoltoon. Jätehuollon toimintatapoja esitellään osiossa 4.3.

Kuljetusasiakkaan tiloissa toimivat ajojärjestelijät

Onninen on ottanut kuljetusyritystensä ajojärjestelijät omiin tiloihinsa. Näin tieto kuljetustarpeista saadaan nopeasti eteenpäin. Kuljetustarpeeseen merkittävästi vaikuttavat suuret yksittäiset tilaukset sekä hankalan muotoiset tuotteet havaitaan nopeasti ja kuljetukset suunnitellaan niiden asettamien vaatimusten mukaisesti.

”Jakeluremontti”

Wulff on aloittanut yhteistyössä asiakkaiden kanssa asiakkaidensa tilausten järjestelmällisen tarkastelun eli ”jakeluremontin”. Siinä asiakkaiden tilauksiin on pyritty vaikuttamaan siten, että tuotteiden toimituserät on optimoitu paremmin. Ensimmäiset tulokset kokeilusta ovat olleet myönteisiä sekä Wulffin että Wulffin asiakkaiden näkökulmasta. Ympäristö kuormittuu lisäksi vähemmän.

Energia- ja ympäristöasioiden järjestelmällinen seuranta

Sinebryhoff laskee ympäristötaseen ja tilastoi polttoaineen ominaiskulutusarvot neljännesvuosittain. Lukuja verrataan Panimoliiton, Carlsberg-konsernin ja Brewers of Europeen lukuihin kerran vuodessa. Analysoimalla eroja saadaan hyvä kuva yrityksen toiminnan tehokkuudesta.

Ympäristömyönteisyys

Ympäristömyönteisessä yrityksessä taloudellisten hyötyjen maksimoinnin sijaan pyritään pienentämään ympäristövaikutuksia taloudellisten tavoitteiden asettamissa rajoissa. Esimerkiksi taloudellista tilauskokoa (englanniksi economic order quantity) määritettäessä otetaan perinteisesti huomioon vain kuljetus- ja tilauskustannukset sekä varastointikustannukset. Taloudellisten tavoitteiden niin salliessa tilauskoko kasvatetaan hieman suuremmaksi, jotta kuljetukset voidaan toteuttaa energiatehokkaammin. On olemassa myös erillinen työkalu (CarbonView 2007) hiilidioksidiekvivalenttipäästöjen huomioimiseksi toimitusketjussa. Lisäksi kuljetusten maksuperusteen tulisi olla ympäristö- ja energiatehokkaaseen toimintaan kannustava (LVM 2006b). Asiaa tulisi ajatella sekä kuljetusyrityksen että kuljetusasiakkaan näkökulmasta.

Ympäristöystävällisyyden tuotteistaminen

Tuotteistamalla ympäristöystävällisyys (transECO₂ 2007) voidaan parantaa asiakas-tyytyväisyyttä ja periä mahdollisesti lisähintaa. Asiakkaalle voitaisiin esimerkiksi tarjota toimitusta kaasuautolla. Myös mahdollisuus tavallista hitaampaan, mutta energiatehokkaampaan ja ympäristöystävällisempään kuljetukseen saattaisi kiinnostaa tiedostavia asiakkaita, joilla ei yksittäisen tilauksen kanssa ole kiire.

Yhteistyö kalustohankinnoissa

Kuljetusasiakkaan ja kuljetusyrityksen kanssa voidaan järjestää säännöllisiä kokouksia, joissa mietitään kuljetustarpeiden kehittymistä ja niihin mukautumista. Kalustohankintoja tehtäessä ajoneuvotyyppi tulisi määrittää yhteistyössä, sillä tarve on lähtöisin kuljetusasiakkaalta, mutta ostopäätöksen tekee kuljetusyritys. Hankittavan ajoneuvotyypin tulisi vastata tarpeita mahdollisimman hyvin myös tulevaisuudessa. Eräät kuljetuspalveluja ostavat tahot jopa tukeva rahallisesti ympäristöystävällisiä kalustohankintoja.

Päästöjen huomioiminen alihankinnassa

Globalisoituneessa maailmassa yrityksen alihankkijat voivat sijaita maantieteellisesti missä tahansa. Toimitusvaihtoehtoja vertailtaessa voidaan huomioida kustannusten lisäksi kuljetuksissa syntyvät päästöt. INTERACTION-hankkeeseen liittyen tehtiin suuntaa-antava päästölaskelma Örumin kahden eri tavarantoimittajavaihtoehdon välillä ostettaessa autojen jarrupaloja. Yksi tavarantoimittaja sijaitsi Saksassa ja toinen Italiassa. Muita tutkittuja toimitusvaihtoehtoja olivat suorien kuljetusten käyttäminen terminaalikuljetusten sijaan ja pakkaustavan muuttaminen, jotta lavat voidaan kuormata kahteen kerrokseen. Hiilidioksidipäästöt ja energiankulutus olivat ympäristöystävällisimmässä vaihtoehdossa puolet saastuttavimpaan vaihtoehtoon verrattuna. Muiden laskettujen päästöjen osalta ero ei ollut yhtä suuri. Kuljetuksissa oletettiin käytettävän DSV:n terminaaliverkkoa ja Euro III kalustoa, jonka päästöt arvioitiin VTT:n yksikköpäästösivujen (VTT 2007a) avulla. Kuljetukset oletettiin toteutettavan kuorma-autoilla lukuun ottamatta Helsinki–Lyypekki -yhteysväliä, joka kuljettiin laivalla.

Tiedonsiirron parantaminen

Onko tieto asiakkaan tilauksesta kuljetussuunnittelun käytettävissä mahdollisimman nopeasti? Tiedonsiirtoa nopeuttamalla saadaan lisää aikaa, joka mahdollistaa tavaravirtojen entistä tehokkaamman yhdistelyn. Vaihtoehtoisesti säästynyt aika voidaan käyttää nopeampiin toimituksiin. Tilaussignaalin kulkua tulisi miettiä organisaatorajat ylittävänä kokonaisuutena. Myös ennakkotieto mahdollisesta kuljetustarpeesta parantaisi energiatehokkuutta. Esimerkiksi varastomäärien seuraamisen on hyödyllistä. Jos jokin tuote on ylittänyt tilauskynnyksen, voi-

daan samaan toimitukseen lisätä niitä tuotteita, jotka loppuisivat seuraavaksi. Näin tilauskoko kasvaa ja toimituskerrat vähenevät.

Energiankäytön ja ympäristöasioiden vastuhenkilö

Yrityksessä voidaan nimittää yksi henkilö vastaamaan energia- ja ympäristöasioista (soveltaen ITD 2007). Näin varmistetaan siitä, että asioita varmasti hoidetaan. Henkilön vastuulla voi olla esimerkiksi kirjallisten toimintaohjeiden laatiminen työntekijöille, joiden toiminta vaikuttaa ympäristö- ja energiatehokkuuteen.

4.3 Hyvät toimintatavat jätehuollossa

Jätehuollon organisaatioille lähetettiin sama kyselylomake kuin muidenkin toimialojen yrityksille. Hyödynnettäviä lomakkeita saatiin takaisin vain kaksi, vaikka lomake toimitettiin seitsemälle organisaatiolle. YTV jätehuollon panostus tähän hankkeeseen sekä toiminnan kehittämiseen yleensä näkyy kerätyissä toimintatavoissa selvästi.

Ajo-opastusjärjestelmä

Lähes koko YTV-alueella on otettu käyttöön WM-datan kanssa yhteistyössä kehitetty ajo-opastusjärjestelmä. Sen avulla kuljettaja saa keräilyreitit tiedot ajoneuvotietokoneelta. Järjestelmällä korvataan paperiset ajolistat, mikä säästää paperia noin neljä kuutiota vuodessa. Myös keräilyn seuranta toimistossa on mahdollista. Sen ansiosta valitusten käsittelyyn kuluu vähemmän aikaa ja kaikkiaan kuusi henkilöä on voitu siirtää muihin tehtäviin. Kuljetusyritykselle aiheutuu järjestelmästä noin 4 000 euron laitteistokustannukset ajoneuvoa kohti. Muissa jätelaitoksissa käytettiin yleisempää Ecomondin TCS-järjestelmää.

POTTI-ajotavanohjausjärjestelmä

YTV asennuttaa koeluontoisesti vuoden 2007 aikana kuuteen jäteautoon ajotavanseurantalaitteet. Laitteet ovat osa POTTI-järjestelmää, jonka avulla kuljettajaa voidaan ohjata polttoainetehokkaaseen ajotapaan. Polttoainesaastön on arvioitu olevan korkeintaan 5–10%. Järjestelmän avulla saadaan myös tiedot kuljetusten päästöistä. Yhteen autoon asennettavan laitteen hinta on noin 700 euroa, kun laite yhdistetään olemassa olevaan ajoneuvotietokoneeseen.

Kaasukäyttöinen jäteauto

Joulukuussa 2005 YTV otti käyttöön yhden kaasukäyttöisen jäteauton. Kokeilun tavoitteena on ollut selvittää auton soveltuvuus, taloudellisuus, päästöt ja meluvaikutukset pääkaupunkiseudun jätteenkuljetuksissa. Sähköhydraulisella pakkaajalla käytettynä auto vähensi hiilidioksidipäästöjä, mutta täysin moottorikäyttöisenä auton hiilidioksidipäästöt jopa nousivat dieselautoon verrattuna. Kaasuautokokeilua ei aiota näillä näkymin laajentaa.

Aluekeräyspisteiden täyttöasteen tunnistusmenetelmä

YTV:n TAATTU-hankkeessa kehitetään uutta toimintamallia jäteastioiden täyttöasteen tunnistamiseen, tiedonsiirron toteuttamiseen ja täyttöastetietoon perustuvan tyhjennyksen automatisointiin. Tiedonsiirtoa täyttöasteen tunnistimien ja ajo-opastusjärjestelmän välillä tullaan kokeilemaan eri tekniikoin. Järjestelmän uskotaan vähentävän turhia tyhjennyskertoja. Hankkeen yhteistyökumppanit ovat Ecomond ja TEKES.

Jätejakeiden erilliskeräyksen uudistaminen

Itä-Uudenmaan Jätehuollon (IUJ) alueella kerättiin ennen pääasiassa keräyspaperia ja vähän lasia. Nyt hyötyjätteiden aluekeräyspisteverkoston uudistamisen jälkeen kerätään keräyskartonkia, metallia ja paljon lasia. Keräyspisteverkko toteutettiin Molok-syväkeräysastioilla. Myös biojätteen erilliskeräys laajennettiin uusien jätehuoltomääräysten myötä keskusta-

alueelta koko toiminta-alueelle. Biojäte erilliskerätään kaikista vähintään viiden huoneiston asuinkiinteistöistä ja toimipaikoista, joissa biojättemäärä on yli 20 kiloa viikossa.

Joustavat tyhjennysvälit

Jätehuoltomääräysten uudistaminen vuonna 2006 mahdollisti TSJ:n alueella joustavammat tyhjennysvälit huolellisesti lajitteleville ja kompostoiville kotitalouksille. Näin kotitalouksia voidaan palkita alhaisemmilla kustannuksilla vähentyneiden tyhjennyskertojen kautta. Tyhjennyskertojen vähentyminen laskee luonnollisesti myös kuljetuksista aiheutuvia päästöjä olettaen, että eri jätejakeiden keräys on toteutettu tehokkaasti. Haja-asutusalueella voidaan käyttää monilokeroautoja syntypaikkalajitellun jätteen kuljetuksissa (TEKES 2005a).

Siirtokuormaus

Jäteaseman sijaitessa kaukana keräilyalueesta siirtokuormauksen käyttö on kannattavaa. Tällöin keräilyauton jätteet tai koko keräilysäiliö siirretään joko ajoneuvoyhdistelmään tai junaan. Yhteen täysperävaunuyhdistelmään mahtuu noin 4,5-kertainen määrä jätettä pakkaavaan jäteautoon verrattuna.

4.4 Kuljetusyrityksen toimintatavat

Tässä osiossa on kuvattu kuljetusyrityksen toimintatapoja. Kuljetusasiakkaan näkökulmasta on kiinnostavaa seurata kuljetusyrityksen toiminnan kehittymistä. Samalla voidaan varmistua yrityksen sitoutumisesta energia- ja ympäristöasioihin. Kuljetusasiakas voi kehityksen nimissä myös jakaa tietoa hyvistä toimintatavoista kuljetusyritystensä kanssa.

Polttoaineen kulutuksen vastuhenkilö

Suuremmissa kuljetusyrityksissä voidaan nimetä polttoaineen kulutuksen vastuhenkilö. Hänen tehtävänä on seurata ajoneuvojen ja kuljettajien kulutusta. Vastuhenkilö ryhtyy myös tarvittaviin toimenpiteisiin tehokkuuden parantamiseksi. Hän osallistuu esimerkiksi kalustovalintoihin ja huolehtii taloudellisen ajotavan koulutuksesta. (DfT 2006d.)

Taloudellisen ajotavan palkitseminen

Kuljettajien sitoutuneisuutta taloudelliseen ajotapaan voidaan parantaa ottamalla käyttöön taloudellisen ajotavan palkitsemisjärjestelmä (Motiva 2007c). Silloin seuranta on kannustavaa ja tarvittaessa ajotapakoulutus voidaan kohdistaa oikeille henkilöille. Lisätietoja on saatavilla lähteessä Liimatainen 2006.

Suorat kuljetukset

Kun kuljetukset järjestetään terminaaliverkon kautta (englanniksi hub-and-spoke), saattaa joissakin tapauksissa olla kannattavaa käyttää suoria kuljetuksia. Juuri tällaisissa tapauksissa suoralla kuljetuksella voidaan saavuttaa alhaisempi kokonaisenergiankulutus, vaikka epäsuorat kuljetukset antaisivat paremman ominaisenergiankulutuksen ja täyttöasteen (kts. kohta 2.2). Suoran kuljetuksen kannattavuus voidaan selvittää, kun kuorma ylittää jonkin kynnyksarvon esimerkiksi rahdituspainon 2 500 kiloa. Rahdituspaino viittaa vähimmäislaskutukseen, jossa yksi kuutiometri vastaa hinnoittelussa vähintään 333 kiloa.

Vaihtoehtoiset polttoaineet

Nestekaasu, maakaasu, biokaasu, biodiesel, bioetanoli ja vety ovat vaihtoehtoisia polttoaineita. Niistä erityisen kiinnostava on biodiesel, jota valmistetaan orgaanisista raaka-aineista kuten kasviöljyistä ja eläinrasvoista. Polttoainetta käytetään yleensä seoksena fossiilisen dieselin kanssa. Sata prosenttisen biodieselin käyttö vähentäisi elinkaaren aikaisia hiilidioksidipäästöjä 40–50%. Biodieselin hinta riippuu raaka-aineiden ja raakaöljyn hinnasta. Valmistuskustannukset ovat biodieselissä kuitenkin noin kaksinkertaiset fossiilisen dieselin jalosta-

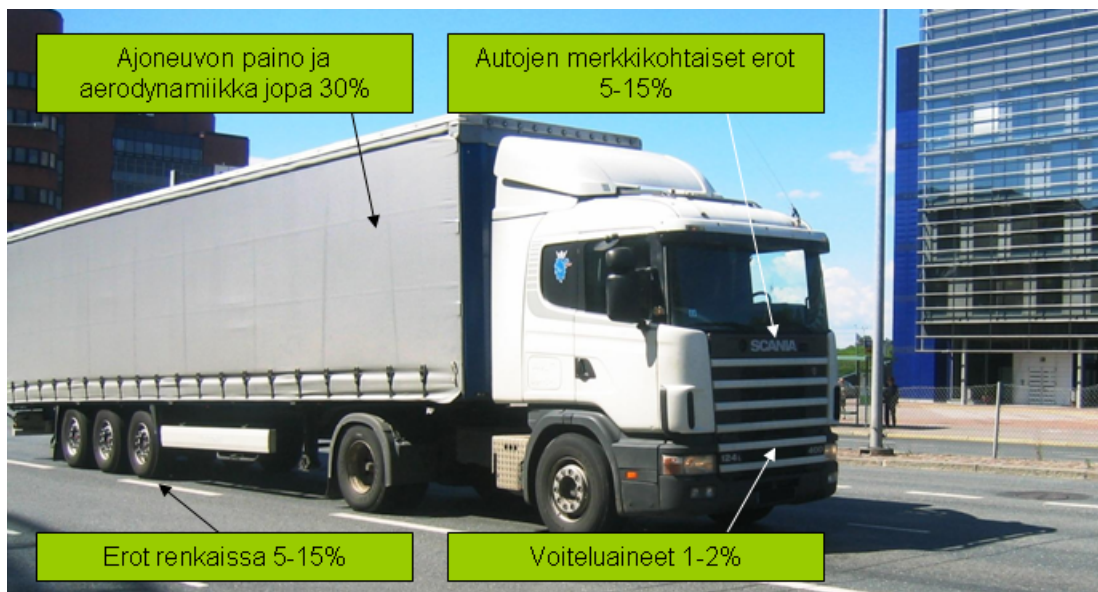
miseen verrattuna. Itellalla on käytössään jakeluliikenteessä MB Sprinter NGT kaasupaketti-
autoja. Kaasuautoissa polttoainekulut ovat noin 20 prosenttia alhaisemmat vastaavaan diesel-
autoon verrattuna. Muita etuja ovat terveydelle haitallisten päästöjen lasku puoleen ja hiilidi-
oksidipäästöjen väheneminen. Polttoainetankkien koko rajoittaa ajomatkan yhdellä tankkauk-
sella 250 kilometriin. Auton hankintahinta on tavallista dieselautoa korkeampi (Treatise
2006a ja Tuisku 2006).

Ruuhkien huomioiminen toiminnassa

Ruuhkassa ajo lisää polttoaineen kulutusta ja pidentää ajoaikaa. Sen vuoksi ruuhkia kannattaa
välttää suosimalla yöjakelua ja käyttämällä tosiaikaista reitinohjausta. Tosiakaisella reitinoh-
jauksella reittiä voidaan muuttaa kesken ajon. Ruuhkassa ja kaupunkialueilla ajettaessa voi-
daan myös käyttää erilaista kuljetuskalustoa. Esimerkiksi jo mainitut kaasuautoit aiheuttavat
vähemmän päästöjä. Niitä käytetään juuri siellä, missä liikenteen päästöille altistuu eniten
ihmisiä eli kaupungeissa.

Polttoaineen kulutuksen huomioiminen kalusto- ja voiteluainevalinnoissa

Kalusto- ja voiteluainevalintoja tehtäessä päätöksenteon tukena voidaan käyttää itse kerätyn
tiedon lisäksi julkisia tutkimustuloksia. Päätökset ovat tärkeitä, koska kuljetusyrityksen polt-
toainekustannukset ovat merkittävä kuluerä ja kuorma-auton käyttöikä on pitkä. Kiinnostavia
hankkeita ovat VTT:n jo päättyneet HDenergia ja vielä käynnissä oleva RASTU. *Kuvassa 13*
on lueteltu eri lähteistä löytyneitä polttoaineen kulutuksen säästöpotentiaaleja.



Kuva 13. Teknisten valintojen vaikutus polttoaineen kulutukseen (lähteet: Nylund 2006b, Nylund 2007, ITD 2007 ja SKAL 2007). (Kuva: WSP Finland 2007.)

Todellinen säästöpotentiaali riippuu luonnollisesti kuljetuskaluston nykytilasta, mutta 5–10%
on saavutettavissa suhteellisen helposti (Nylund 2006a). Ajoneuvon oma massa olisi saatava
mahdollisimman alhaiseksi, koska lisämassa kasvattaa polttoaineen kulutusta. Siksi kuormati-
lan koko ja muut ominaisuusvaatimukset tulisi määritellä tarkasti (ITD 2007). Ajoneuvoon
voidaan asentaa ilmanohjaimia useisiin eri paikkoihin (DfT 2006d). Suurin säästö on saatavis-
sa katolle asennettavalla ilmanohjaimella (Nyholm 2006, alkuperäistä lähdettä ei saatavilla).
Autojen merkkikohtaiset erot ovat 5–15%. Merkki- ja mallikohtaisia kulutustietoja julkaistaan
RASTU-hankkeessa myöhemmin lisää (Nylund 2007). Paitsi renkaat myös rengaspaineet
vaikuttavat polttoaineen kulutukseen (SKAL 2007). On olemassa jälkiasennettava rengaspai-

neiden valvontajärjestelmä, jonka avulla voidaan varmistaa oikeat paineet. Moottoriöljyjen aiheuttamat kulutuserot ovat suurimmillaan kolme prosenttia. Ero riippuu tosin käytetyn öljyn lisäksi myös kuorman suuruudesta ja moottorien rakenteellisista eroista. Voimansiirtoöljyjen vaikutus polttoaineen kulutukseen on pieni (Nylund 2006b).

5 Kuljetussuunnittelu ja ohjelmat

- Kuljetuspalveluja ulkoistettaessa tulee miettiä kenellä on suunnitteluosaamista ja kenen vastuulle kuljetussuunnittelu annetaan.
- Perinteisesti suunnittelun on suorittanut ihminen, mutta ongelman laajuuden kasvaessa avuksi tarvitaan tietokoneohjelmia.
- Reitinoptimoinnilla voidaan vähentää ajokilometrejä yli kymmenen prosenttia käsin suunnitteluun verrattuna.

5.1 Tausta

Kuljetussuunnittelu käsittää ajoneuvokohtaisen reittisuunnittelun, kuormasuunnittelun ja aikataulutuksen. Perinteisesti suunnittelun on suorittanut ihminen, mutta ongelman laajuuden kasvaessa avuksi tarvitaan tietokoneohjelmia. Optimoinnilla tarkoitetaan edullisimman ratkaisun etsimistä reunaehtojen rajaamasta vaihtoehtojen joukosta useimmiten tietokoneohjelmaa apuna käyttäen (soveltaen Karrus 2001). Käytännössä optimia eli parasta mahdollista ratkaisua voidaan etsiä monin eri tavoin sitä koskaan täysin saavuttamatta. Eri ohjelmilla päästään siis eri tuloksiin. Kuljetussuunnittelun lisäksi tarvitaan mahdollisesti vielä kuljetustapahtuman seurantaa ja ohjausta.

INTERACTION-hankkeessa yritysten tarpeet liittyvät pääasiassa koko kuljetussuunnitteluun eikä pelkästään reitinoptimointiin. Lisäksi painopiste on operatiivisessa suunnittelussa. Siksi tässä kappaleessa käsitellään kuljetussuunnittelussa käytettäviä ohjelmia eikä pelkästään erillisiä reitinoptimointiohjelmia. Reitinoptimointiohjelmia löytyy mm. lähteestä OPT-LOG 2007. Lähteen Reinikainen ym. 1997 mukaan kuljetussuunnitteluongelmat voidaan jakaa kolme eri tasoon:

- Strateginen taso
 - toimipisteiden sijaintipaikka- ja lukumääräongelmat
- Taktinen taso
 - kuljetusongelma, jossa minimoidaan kuljetuskustannuksia varastojen suhteen
 - kapasiteetti-ongelmat kustannusten, ajan, palvelun, tavaramäärän tai muun muuttujan suhteen
 - kaluston valintaongelma määrän ja kapasiteetin suhteen
- Operatiivinen taso
 - jakeluongelma, jossa minimoidaan kuljetuskustannuksia jakelussa käytettävän kaluston ja kapasiteetin suhteen
 - reitinvalintaongelma, jossa valitaan esim. lyhin tai edullisin reitti
 - jakelutoiminnan ongelmat, jotka käsittelevät mm. kuormien yhdistelyä, ajoker-toja ja työaikoja

Huomattava on, että kuljetuspalveluja ulkoistettaessa tulee miettiä kenellä on suunnitteluosaamista ja kenen vastuulle kuljetussuunnittelu annetaan. Muuten suunnittelu saatetaan hoitaa ohimennen halvimmalla mahdollisella tavalla, joka ei välttämättä ole kokonaisuuden kannalta edullisin ratkaisu. Näin näytti käyneen yhdelle hanke yrityksistä. Mukaan voidaan ottaa kuljetusasiakkaan ja kuljetusyrityksen lisäksi erillinen kolmas osapuoli vastaamaan kuljetussuunnittelusta. Tuolloin kuljetusasiakkaan ja kuljetusyrityksen käytettävissä on asiantuntijaosaaminen ja erikoisohjelmat. Käytännössä järjestely tarkoittaa sitä, että kuljetussuunnittelusta vastaava taho vastaa suoraan myös kuljetusyrityksistä. Paluukuljetusten hankkimi-

nen onnistuu samalla kyseessä olevan logistiikkapalveluntarjoajan toimesta. Lisäksi kuljetussuunnittelu kannattaa järjestää kootusti. Jos yhden kuljetusasiakkaan kuljetuksia suunnittelee useampi eri toimija, voidaan saavuttaa vain osaoptimi systeemioptimin sijaan.

5.2 Ohjelmien hyödyt

Reitinoptimoinnilla voidaan vähentää ajokilometrejä kymmenisen prosenttia käsin suunniteltuun verrattuna (DfT 2007a ja GVRD 2007b). Optimistisin arvio on 30%. Kuormasuunnittelu mahdollistaa täyttöasteen nostamisen ja kapasiteetin käytöstä ollaan koko ajan tietoisia. Aikataulutus vaikuttaa sekä ajokilometreihin että täyttöasteeseen. Eräs yritys arvioi logistiikan optimointi- ja ohjausjärjestelmällään saavutettavan jopa 30–50% säästöt kuljetuskustannuksissa (TEKES 2007). Ohjelmien lisäetuna ovat suunnittelun automatisoituminen ja nopeutuminen sekä tosiaikainen reagointi poikkeustilanteissa. Lisäksi tiedonvälitys tehostuu. Asiakkaalle pystytään tarjoamaan varmempaa tietoa ja nopeampaa palvelua alhaisemmin kustannuksin. Ohjelmat helpottavat myös kuljetustoiminnan mittaamista sekä eri tasoista suunnittelua. Strategisen, taktisen ja operatiivisen tason suunnitteluun saadaan työkaluja, joista on apua esimerkiksi tuotantolaitosten tuotannon kohdistamisesta väliavarastoille. (Lumiaho 1990.)

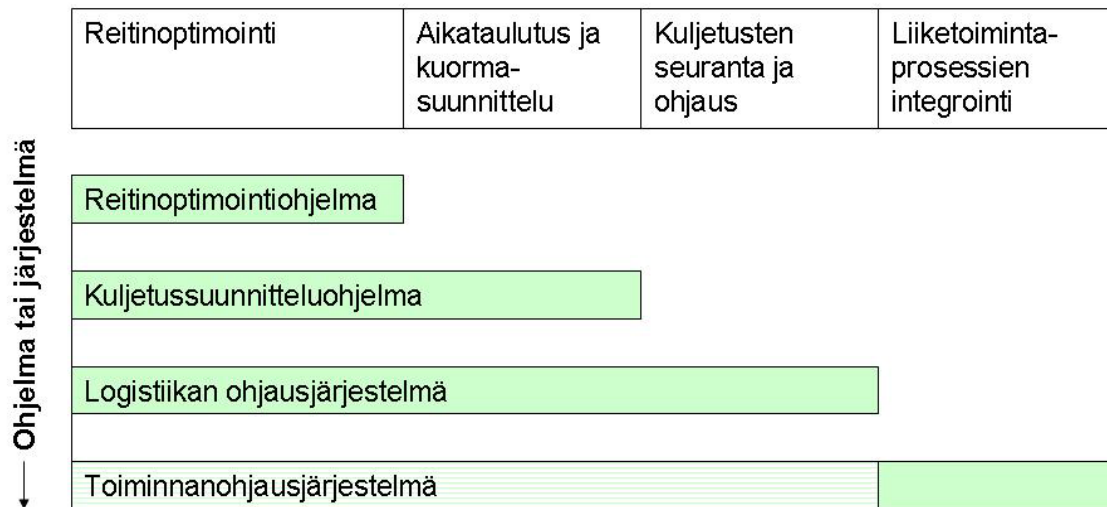
Ohjelmien hyödyt toteutuvat käytännössä vain riittävän suurilla yrityksillä, koska ohjelmat ovat hintavia ja pienen suunnitteluongelman ratkaisu on suhteellisen helppoa. Ohjattavia ajoneuvoja tulisi olla ainakin kymmenkunta ja maantieteellisen toiminta-alueen pääkaupunkiseutua suurempi. Usean pysähdyksen jakelu- ja keräilykuljetuksissa voi olla perusteltua hankkia ohjelma ilman, että edellä mainitut ehdot täyttyvät. Jotta optimoinnin tehostamispotentiaali saataisiin hyödynnettyä mahdollisimman tehokkaasti, tulee optimoinnin rajoitukset purkaa ainakin osittain. Aikaikkunat ja muut asiakaskohtaiset rajoitukset voivat aiheuttaa yllättävän suuren tehokkuuden aleneman. (Lähteet: ohjelmien myyntiedustajien haastattelut ja DfT 2007a.)

5.3 Ohjelmalle asetettavat vaatimukset

Ensimmäiseksi tulee miettiä, minkälaisia ominaisuuksia ohjelmalta vaaditaan. Ohjelmien tarjoamia suunnittelun ulottuvuuksia ovat mm. reitinoptimointi, aikataulutus ja kuormasuunnittelu. Kuljetuksen toteutusvaiheessa saatetaan tarvita ajo-opastusta ja paikannusta sekä tosiaikaista poikkeaminen hallintaa. Myös sähköinen asiakirjahallinta on tietyin rajoituksin mahdollista. Sitten valitaan ongelman laajuutta vastaava ohjelma tai järjestelmä. *Kuva 14* helpottaa ongelma- ja ohjelma-ulottuvuuksien välisen yhteyden hahmottamista.

Reitinoptimintiohjelmat tarjoavat ratkaisun reitinoptimointiin. Kuljetussuunnitteluohjelmat tarjoavat ratkaisun reitinoptimoinnin lisäksi aikataulutukseen ja kuormasuunnitteluun. Toiminnanohjausjärjestelmien osalta todellisuus ei kuitenkaan ole aivan niin yksinkertainen. Järjestelmät koostuvat usein moduuleista, joiden joukossa saattaa olla tarjolla vaikkapa mainittu reitinoptimointi tai sitten ei.

Suunnitteluongelma →



Kuva 14. Suunnitteluongelman laajuus määrittää soveltuvan ohjelman tai järjestelmän.

Ohjelmaa hankittaessa tulisi myös miettiä, kuinka uusi ohjelma integroidaan olemassa oleviin järjestelmiin. Päivittäisten tilausmäärien ollessa pieniä tullaan toimeen siirtotiedoilla. Tilausmäärien kasvaessa tiedonsiirto automatisoidaan. Myös asiakkaiden ja alihankkijoiden tietojärjestelmät on otettava integroinnissa huomioon. Mainittakoon, että jotkin ohjelmat mahdollistavat asiakkaan kuljetustilausten vastaanottamisen Internet-sovelluksen avulla. Alla on lista asioista, jotka kannattaa käydä läpi mietittäessä yrityksen ohjelmistotarpeita (Inbound Logistics 2007):

- varastonhallinta
- hankintatoimi
- asiakkaiden ja tavarantoimittajien hallinta (englanninkieliset lyhenteet CRM ja SRM)
- kysyntä-toimitusverkon hallinta (englanninkieliset lyhenteet DSNM tai SCM)
- kuljetusten hinnoittelu ja laskutus
- e-liiketoiminta

Kuljetussuunnitteluohjelmista on saatavissa yhden tietokoneen desktop-versio ja useamman palvelinversio. Näistä ensimmäinen on huomattavasti edullisempi. Tarkkoja hintoja myyntiedustajat eivät antaneet julkaistavaksi. Ratkaisun laajuuden kasvaessa kasvaa hintakin. Palvelinversion varteenotettava vaihtoehto on kuljetussuunnittelun ulkoistaminen varsinkin, jos kuljetussuunnittelun ei katsota olevan ydinosaamista. Joissakin ohjelmissa on lisäominaisuuksia kuten ajoneuvopaikannus, tilausseuranta, asiakkaiden lisävaatimusten huomioiminen sekä kustannusten hallinta. Tällöin hinnoittelussa voidaan ottaa huomioon todelliset kuljetuskustannukset, mikä mahdollistaa asiakkaiden ohjaamisen tehokkaampaan toimintaan esimerkiksi toimitusten aikaikkunavaatimusten suhteen.

5.4 Toiminnanohjausjärjestelmät

Kuljetussuunnittelun sähköistämiseen on kolme perusvaihtoehtoa ulkoistamisen lisäksi: kuljetusasiakkaan toiminnanohjausjärjestelmän lisäosa, kuljetusyhtiön toiminnanohjausjärjestelmä tai erillinen ohjelma. Toiminnanohjausjärjestelmällä (englanniksi enterprise resource planning system, ERP) tarkoitetaan tietojärjestelmää, joka yhdistää sähköisesti yrityksen eri prosessit kuten tilauksen, valmistuksen, toimituksen, kirjanpidon ja laskutuksen (soveltaen LVM 2002). Toiminnanohjausjärjestelmätoimittajat tarjoavat lisäosia logistiikan hallintaa varten. Niistä vain osa soveltuu operatiiviseen kuljetussuunnitteluun. Muutaman

ohjelmisto- ja järjestelmätoimittajan Internetsivujen sekä soittokierroksen perusteella kotimaisista erityisesti kuljetusyrityksille tarkoitetuista toiminnanohjausjärjestelmistä puuttuu yllättäen kuljetussuunnittelun optimointityökaluja. Yksi toimittaja oli niitä kuitenkin parhaillaan kehittämässä. Sitä vastoin esimerkiksi TietoEnator tarjoaa kuljetusten suunnittelun ja seurannan työkaluja, jotka ovat integroitavissa SAP-toiminnanohjausjärjestelmään. Tämän perusteella kuljetussuunnittelu kannattaa järjestää muuten kuin kuljetusyrityksen toiminnanohjausjärjestelmän avulla.

5.5 Ohjelmien esittely

5.5.1 Yleistä

Tässä osiossa vertaillaan ohjelmia, joita voidaan käyttää kuljetussuunnittelussa. Mukaan on otettu vain sellaisia ohjelmia, joilla on myyntiedustaja Suomessa. Muita ohjelmistotoimittajia (ja ohjelmia) ovat Routing International (WinRoute), ILOG (Transport PowerOps), Micro-Analytics (TruckStops), DPS (LogiX), SPIDER (Designer), Jeppesen (PlanOp) ja ORTEC. Kattavampi lista ja vertailu löytyvät lähteestä OR/MS Today 2006. Kaikki seuraavaksi esiteltävät ohjelmat ja järjestelmät soveltuvat operatiiviseen, taktiseen ja strategiseen suunnitteluun. Operatiiviseen suunnitteluun kuuluvat:

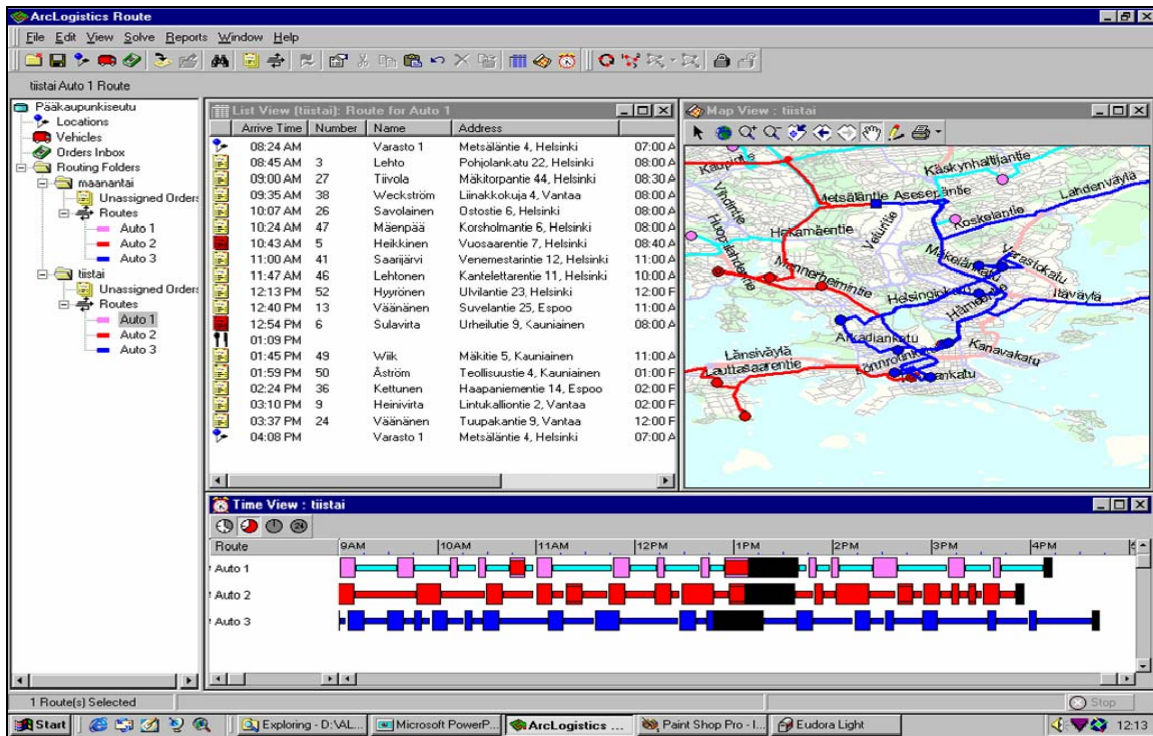
- kaluston erityisvaatimukset huomioonottava kuormasuunnittelu
- ajoneuvo kohtaisten reittien luominen sekä ajoaikataulun laatiminen
- tosiaikainen uudelleen suunnittelu poikkeustilanteissa (edellytyksenä yhteys ajoneuvoon)
- sekä tarvittaessa luotujen reittien uudelleen muokkaus.

Ohjelmat ja järjestelmät soveltuvat myyntiedustajien mukaan käytettäväksi myös tapauksessa, jossa kuljetusverkko on jaettu runkokuljetuksiin sekä jakelu- ja keräilykuljetuksiin. Lisäksi käyttö yhteiskuljetuksissa on mahdollista. Työssä selvitettiin myös kuljetusyrityksen toiminnanohjausjärjestelmien ominaisuuksia tuotteiden eTrans, Trans Server ja Rahti osalta. Ne eivät kuitenkaan ainakaan vielä sisällä optimointia, minkä vuoksi niitä ei tutkittu tarkemmin (Procomp Solutions 2007, WM-data 2007 ja Prolosoft 2007).

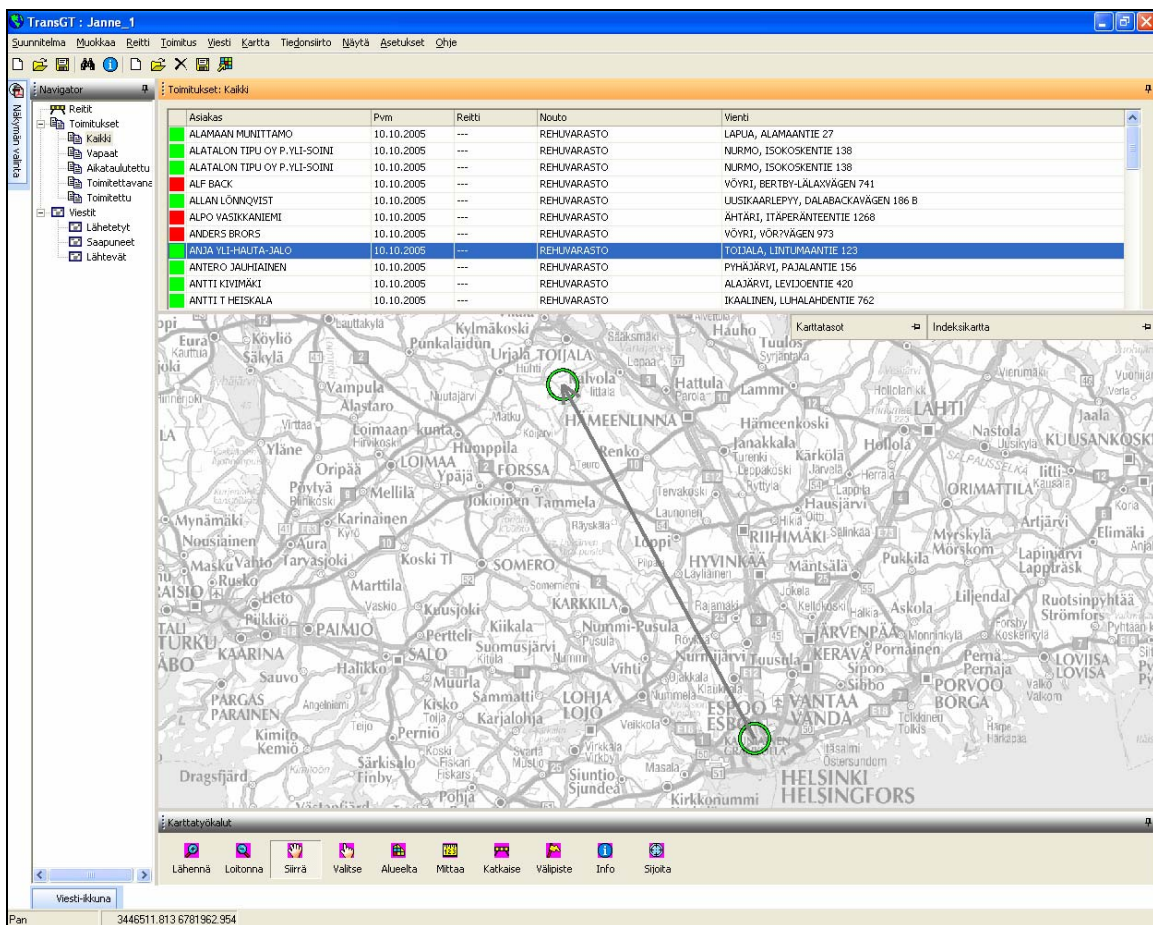
5.5.2 ArcLogistics Route

Kuvan 15 ArcLogistics Route (ALR) on maailman suurimpiin kuuluvan paikkatieto-ohjelmistotalon ESRI:n kuljetussuunnitteluohjelma. Suomessa se on ollut markkinoilla nykyisessä muodossaan talvesta 2006 lähtien. Asiakkaita ESRI Finland on ohjelmalle ehtinyt hankkia muutaman mukaan lukien Fazer Leipomot. ALR on eri toimialoille sopiva yleisohjelma, jota käytetään ainakin elintarvikekuljetuksissa, jakelupalveluissa ja Yhdysvalloissa jätehuollossa. Yritysten kokohaarukka on ajoneuvoissa mitattuna viidestä satoihin. Ohjelmassa käytännön rajoituksena on 999 pysähdystä ajoneuvoa kohti päivässä. Kahdensadan tilauksen optimointi kestää pari minuuttia. Perustietokoneella voidaan käsitellä 500 pysähdystä. Integrointi muihin järjestelmiin onnistuu mm. virallisen SAP-yhteyden, ODBC:n (Open Database Connectivity) ja Excel-siirtotiedostojen avulla.

ArcLogistics Route on saatavilla desktop- ja palvelinversioina. Desktop-versio on huomattavasti edullisempi. Kuljetussuunnittelun hajauttaminen eri henkilöille saattaa kuitenkin edellyttää palvelinversion hankkimista. Palvelinversiossa voidaan lisäksi käyttää web-käyttöliittymää tilausten syöttämiseen. Ajo-opastus ja paikannusominaisuudet on saatavilla erikseen. Edistyneeseen toteumatietojen analysointiin, esimerkiksi ajoaikojen suhteen, voidaan hankkia Network Analyst. (ESRI 2007, ESRI Finland 2007 ja Suojanen 2007.)



Kuva 15. ArcLogistics Route -kuljetussuunnitteluohjelman käyttöliittymä (lähde: Suojanen 2007).



Kuva 16. TransGT -kuljetussuunnitteluohjelman käyttöliittymä (lähde: Mäkinen 2007).

5.5.3 TransGT Planner

Affecton TransGT Planner (*kuva 16*) on ollut Suomessa markkinoilla vuodesta 2002. Asiakkaita kuljetussuunnitteluohjelmalla on kymmenkunta, joiden joukkoon lukeutuvat Neste Oil ja Itella. Yritysten kokohaarukka on ajoneuvoissa mitattuna muutamasta satoihin. Lukumääräisiä rajoituksia esimerkiksi pysähdysten suhteen ei ole, mutta käytettävä laitteisto asettaa laskennalle rajat. Optimointi kestää tavallisesti sekunneista minuutteihin. Integrointi muihin järjestelmiin onnistuu mm. XML:n ja siirtotiedostojen avulla. Ohjelman liittäminen toiminnanohjausjärjestelmiin onnistuu myös. Perusominaisuudet sisältävän Plannerin lisäksi on saatavilla TransGT Analyzer, TransGT Server, TransGT Mobile ja TransGT Web. (Mäkinen 2007.)

5.5.4 TCS-Opti

TCS-Opti on kotimaisen Ecomondin kehittämä logistiikan ohjausjärjestelmä (*kuva 17*). Markkinoilla se on ollut vuodesta 2005. TCS-Optin edeltäjä TCS on ollut markkinoilla viisi vuotta kauemmin. Järjestelmä on markkinajohtaja jätehuollon alalla, mutta se soveltuu myös kuljetusalalle yleisesti. Ecomondin asiakkaita ovat mm. Jätekukko, SOL Ympäristöpalvelut ja Kuljetusliike Experant. Yritysten koko vaihtelee ajoneuvoissa mitattuna kolmesta satoihin. TCS-Opti soveltuu samanlaiseen suunnitteluun kuin aiemmin esiteltyt ArcLogistics Route ja TransGT Planner. Suurena erona on kuitenkin järjestelmän laajuus, johon liittyvät olennaisesti ajoneuvopäätelaitteet. Järjestelmää käytetään mm. paikannukseen, työaikaseurantaan ja asiakastietojen hallintaan. (Ecomond 2007 ja Salmu 2007.)

Takaisinmaksuajat TCS-Optille ovat olleet puolesta vuodesta kahteen vuotta. Lisätietoja TCS-järjestelmästä saa lähteestä Matikka 2004. Teos on laadittu ennen TCS-Optin markkinoille tuloa. Vuoden 2005 iWaste-projektin loppuraportissa (TEKES 2005b) todettiin silloisten optimointiohjelmien soveltuvan huonosti jätehuollon optimointi ongelmiin. Myös tiedonhallinnan merkitystä korostettiin. TCS-Optia lähdettiin luomaan näiden puutteiden pohjalta. (Ecomond 2007 ja Salmu 2007.)



Kuva 17. Ecomondin logistiikanohjausjärjestelmän ajoneuvopäätelaitteet (lähde: Ecomond 2007).

5.5.5 Transport Planning System

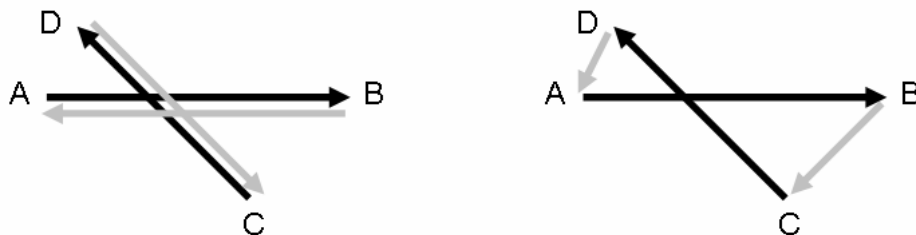
TietoEnatorin Transport Planning System (TPS) on toiminnanohjausjärjestelmän lisäosa. TPS kuuluu tuoteperheeseen, jossa on ratkaisut eri logistiikan osa-alueisiin kuten varastonhallintaan. Lisäosaa on myyty Suomessa 80-luvulta lähtien, jolloin se tunnettiin nimellä ProOpt. Asiakkaita on kertynyt parikymmentä mukaan lukien AGA ja Metsäliitto. Toimialoja ovat metsä- ja elintarviketeollisuus sekä logistiikka yleisesti. Yritysten koko on ajoneuvoissa mitattuna satoja. Yrityskoon alarajaa nostaa vaatimus toiminnanohjausjärjestelmästä. TPS:ssä ajoneuvojen pysähdysten määrä voi olla rajoite. Muuten soveltuvuus yritykselle varmistetaan yrityskohtaisella ohjelmoinnilla kuten toiminnanohjausjärjestelmissä yleensä. TPS soveltuu aikaisemmin listattuihin kuljetussuunnittelun tehtäviin yhteiskuljetuksia lukuun ottamatta aivan kuten edellä esiteltyt ratkaisutkin. Ajo-opastusta ja paikannusta sekä tosiaikaista poikkeamahallintaa varten ohjelma on liitettävissä ISMO-järjestelmään. (Heikkilä 2007 ja TietoEnator 2007.)

6 Yhteiskuljetukset

- Kun kuljetusasiakas järjestää kuljetuksensa yksin, joudutaan usein tilanteeseen, jossa kuorma-auto ajaa vajaana tai jopa tyhjänä
- Yhdistämällä tavaravirtoja voidaan saavuttaa hyötyjä.
- Yhteiskuljetusten edellytykset liittyvät maantieteelliseen läheisyyteen, aikataulukkeihin, tavaroiden asettamiin vaatimuksiin, organisaatioiden väliseen luottamukseen ja tiedonhallintaan.

6.1 Tausta

Kun kuljetusasiakkaan kuljetukset järjestetään muista kuljetusasiakkaista erillään, joudutaan usein tilanteeseen, jossa kuorma-auto ajaa vajaana tai jopa tyhjänä. Yhteiskuljetuksien, yhdistämällä useamman kuljetusasiakkaan kuljetukset, voidaan saavuttaa etuja (kuva 18). Tässä työssä oli alun perin tarkoitus selvittää Tuoretien, Sinebrychoffin ja Leafin yhteiskuljetusmahdollisuuksia. Tuoretie ja Sinebrychoff kuitenkin päättivät etsiä yhteiskuljetusmahdollisuuksia kahdestaan. Niinpä työssä keskitytään selvittämään yhteiskuljetusten edellytyksiä ja keinoja yleisellä tasolla. Yhteiskuljetuksiin liittyy käsite paluukuorma. Sillä tarkoitetaan kuormaa, joka on hankittu muuten tyhjänä ajettavalle paluumatkalle. Paluukuormia ovat myös tyhjat pakkaukset ja tuotepalautukset.



Kuva 18. Vasemmalla kuorma ajetaan pisteestä A pisteeseen B (musta nuoli) ja auto palaa tyhjänä (harmaa nuoli). Tilanne on sama kuormalle pisteestä C pisteeseen D. Oikealla yhteiskuljetustapauksessa tyhjänä ajetaan vähemmän.

6.2 Keinot

Ensimmäinen askel tyhjänä ajon vähentämiseksi on yrityksen omien kuljetusten järjeistämisen. Yritykseen saapuvat tavaravirrat voidaan kuljettaa kootusti siten, että useamman alihankkijan toimitukset kerätään samaan ajoneuvoon. Käänteinen ajattelumalli, jossa yksi alihankkija toimittaa samanaikaisesti useamman asiakkaansa tilaukset, toimii myös. Silloin kuljetusasiakas on alihankkija eikä tarkasteltava yritys. Sama tarkastelu tulee tehdä alihankinnan lisäksi asiakastoimituksille. Alihankinnan ja asiakastoimitusten kuljetusten koottua järjestämistä tulisi harkita, jos yritys on molemmissa tapauksissa kuljetusasiakas.

Toinen mahdollisuus tyhjänä ajon vähentämiseksi on yhteistyö toisten kuljetusasiakkaiden kanssa. Siitä esimerkki on jo mainittu Tuoretien ja Sinebrychoffin yhteistyö. Etsittäessä yhteistyökumppania yhteinen nimittäjä voi olla sama toimiala, yhteinen asiakasryhmä tai ainoastaan maantieteellinen sijainti. Jos yritys on osa vahvaa toimitusketjua, voidaan toimitusketjun kuljetukset suunnitella yhdessä (DfT 2007b). Toimitusketjuun kuvaa tavaran liikettä. Käytännön mahdollisuudet hyödyntää toimitusketjua yhteiskuljetuksissa lienevät vähäiset, koska yksi organisaatio kuuluu tavallisesti useaan eri toimitusketjuun. Yhteiskuljetusmahdollisuuksien

sia tutkittaessa tarkastellaan erikseen runkokuljetuksia sekä jakelu- ja keräilykuljetuksia. Nuo kaksi ryhmää ovat luonteeltaan erilaisia.

Kolmas keino paluukuormien saamiseksi ja yhteiskuljetusten järjestämiseksi on ulkoistaminen. Annetaan kuljetussuunnittelu kokonaan jonkin kolmannen osapuolen järjestettäväksi. Kolmas osapuoli on käytännössä erillinen logistiikkayritys, joka on sopimussuhteessa kuljetusyrityksiin. Logistiikkayrityksellä on useita kuljetusasiakkaita, joiden kuormat yhdistellään. Erään logistiikkayrityksen mukaan kuljetusalalla vallitsee niin kova kilpailu, että ajoneuvoja ei ole varaa ajaa muuten kuin täysinä. Muuten kustannustaso olisi liian korkea.

Yhdysvalloissa ja Isossa-Britanniassa on käytössä kuorma- ja rahtitilapörssejä. Ne ovat Internetportaaleja, joissa etsitään joko lisäkuormaa tai tyhjää tilaa. Suomessa kyseisiä porttaaleja ei tiettävästi ole kotimaankuljetuksia varten. Ulkomaankuljetuksia varten niitä on olemassa. Esimerkkinä mainittakoon www.timocom.de, jota voi käyttää myös suomeksi.

Sinebrychoffilla on käytössä erilainen lähestymistapa paluukuormien hankkimiseksi. Kuljetusyritykset etsivät mahdollisia paluukuormia itse. Kaikille yhteysväleille kuljetusyritykset eivät ole onnistuneet löytämään paluukuormia. Sen vuoksi Sinebrychoff on aloittanut yhteistyön Tuoretien kanssa. Panimoteollisuudessa runkokuljetukset ovat tähän asti toimineet hyvin, koska menokuormassa ovat kulkeneet tuotteet ja paluukuormassa tyhjäpäälysteet eli pullot, korit ja kennolevyt. Kertapakkausten (tölkit ja kertakäyttöiset keräysmuovipullot) yleistyessä meno- ja paluuvirrat eriytyvät. Se luo paineen uudentalaiselle yhteistyölle.

Maailmalla on otettu käyttöön niin kutsuttuja yhteislastauskeskuksia. Käsitteenä yhteislastauskeskuksen määritelmä on seuraava. Logistinen toimintakeskus lähellä palveltavaa maantieteellistä aluetta, johon useat kuljetusyritykset tuovat alueelle tarkoitettua tavaraa yhdistettyjä toimituksia varten (soveltaen BESTUFS 2007). Yksi esimerkki on Heathrow'n lentoaseman yhteislastauskeskus. Keskus sijaitsee lentoaseman ulkopuolella ja sinne tuodaan kauppohen vähittäistavaroita pois lukien arvotavarat ja sanomalehdet. Tavarat lajitellaan määrärajoittain ja toimitetaan säännöllisen aikataulun mukaisesti perille. Ennen järjestelyä Heathrow'n tavarakuljetukset kärsivät ruuhkista ja kuljetusajat olivat vaikeasti ennakoitavissa. Yhteislastauskeskuksen avulla kuljetuksissa käytettyjen ajoneuvon määrä laski, täyttöaste parani ja toimitukset pystyttiin toteuttamaan nopeammin. Vuonna 2004 yhteislastauskeskuksen käyttö tuli pakolliseksi. Ajokilometrejä arvioitiin säästyvän kyseisenä vuonna 87 000. Hiilidioksidipäästöt vähenivät noin 160 tonnia. Suomessa kiinnostava yhteislastauskohde voisi olla ruuhkainen kaupunkikeskusta tai suuri rakennusprojekti. (BESTUFS 2007 ja DfT 2002.)

6.3 Edellytykset

Tärkein edellytys yhteiskuljetusten järjestämiselle on maantieteellinen läheisyys. Lisäkuorman vuoksi normaalilta ajoreitiltä ei voi poiketa liian kauas. Se, kuinka kauas kannattaa poiketa, riippuu lisäkuormalla saatavasta lisähinnasta ja lisäkuorman aiheuttamista lisäkustannuksista. Lisäkustannuksiin vaikuttavat kuljetusyrityksen muuttuvat kustannukset. Muuttuvat kustannukset riippuvat käytetystä ajasta, ajetusta matkasta ja kuorman massasta. Massan noustessa myös polttoaineen kulutus nousee. Saatava lisähinta riippuu ainakin kuljetettavan lisäkuorman määrästä ja kuljetusetäisyydestä.

Yhteiskuljetusten järjestämiseen vaikuttavat aikataulutekijät. Sekä alkuperäiselle kuormalle että lisäkuormalle on asetettu toimitusaikavaatimuksia. Mikäli toimitusaikavaatimukset ovat tiukat, ei lisäkuormaa voida ottaa kuljetusaikojen pidentyessä. Kuljetusaikojen pidentyessä

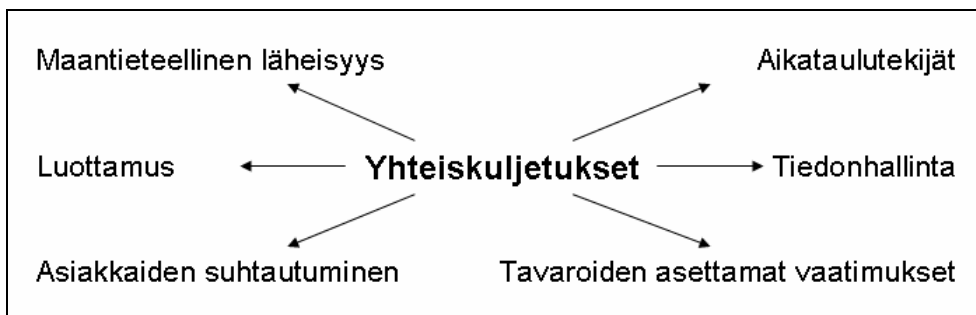
työajat saattavat olla rajoittava tekijä. Jos kuormien toimitusaikataulut ovat säännölliset, on lisäkuormia mahdollisuus löytää helpommin. Tehokkaalla kuljetussuunnittelulla ja kehittyneillä ohjelmilla voidaan huomioida myös epäsäännölliset kuormat. Lisättäessä ajoreitille uusia pisteitä korostuu aikataulusuunnittelun merkitys. Enemmän pisteitä merkitsee suurempia riskejä aikataulun pitävyyden suhteen. Yksi myöhästymisen voi aiheuttaa ketjureaktion.

Tavaroiden asettamat vaatimukset voivat estää kuormien yhdistelyn. Etenkin elintarvikekuljetuksia koskevat tiukat määräykset. Kaikkia tuotteita ei voi yhdistää samaan kuormaan. Tuotteet vaikuttavat myös käytettävään kalustoon. Esimerkkinä mainittakoon elintarvikkeiden lämpösäädellyt kuljetukset. Lisäksi kaikki pakkaukset eivät kestä päälle kuormausta, joka hankaloittaa kuljetuskapasiteetin hyödyntämistä.

Yhteiskuljetuksia käyttävien yritysten välillä on vallittava luottamus (DfT 2006e). Jos kuljetusyhteistyöhön lähdetään kumppaneina, on kustannuksista kerrottava avoimesti. Muuten kuljetusten hinnoittelu ei onnistu. Yrityksiltä vaaditaan myös sitoutuneisuutta. Muuten yhteistyö saattaa purkautua, kun toinen osapuoli saa ensimmäisen halvan ulkopuolisen tarjouksen. Joskus kiistaa saattaa aiheutua myös siitä, mitä ajoneuvojen kyljissä lukee.

Yritysten asiakkaiden suhtautuminen voi estää yhteiskuljetukset. Taustalla on usein pelko toimitusvarmuuden heikkenemisestä. Pelkoa voi kuitenkin lieventää seuraamalla toimitusvarmuutta järjestelmällisesti yhdessä asiakkaiden kanssa (DfT 2006e). Yhteiskuljetuskokeilun voi lopettaa, jos toimitusvarmuus on liian heikko.

Yhteiskuljetuksissa tiedonhallinta on haaste varsinkin, jos kuormat ovat epäsäännöllisiä. Apuna voidaan käyttää telematiikkaa ja ohjelmistoja. Ajoneuvojen telematiikka auttaa poikkeusten hallinnassa ja niihin reagoimisessa. Sähköisin ratkaisuin paperien määrää voidaan vähentää, vaikkei papereita voitaisi kokonaan poistaa. Eri ohjelmien integrointi ja organisaatioiden välinen tiedonsiirto on laajassa kuljetusyhteistyössä välttämätöntä. Tavaroiden massat, tilavuudet ja muodot on tunnettava tarkasti. Muuten lastauksessa saattaa ilmetä vaikeuksia. Lisäongelmia aiheuttavat myös odottamattomat paluukuormat, joita ovat vaurioituneet tuotteet ja joskus myös tyhjät pakkaukset. *Kuvassa 19* on esitetty yhteenvedo yhteiskuljetusten edellytyksistä.



Kuva 19. Yhteiskuljetusten edellytykset.

Yhteistyötä varten valitaan johtava osapuoli, jonka vastuulle annetaan yhteiskuljetusten suunnittelu. Jos yhteistyökumppaneita halutaan tulevaisuudessa lisää, saattaa olla kannattavaa valita joku ulkopuolinen taho. Siten voidaan parantaa uusien kumppanien luottamusta puolueettomuudesta. INTERACTION-hankkeessa mukana oleva Tuoretie perustettiin aikoinaan hoitamaan kolmen lihajalostevalmistajan kuljetuksia. Omistus jakautui tasan Atrian, Poutun ja Saarioisten kesken. Tuoretie on hyvä esimerkki yhteiskuljetuksista. Tuotteiden kuljetusvaatimukset ovat samankaltaiset ja asiakkaatkin usein yhteiset, joten yhteistyöllä voitiin saavuttaa

selviä hyötyjä. Nykyisin Tuoretie hoitaa muidenkin kuin omistajayritystensä kuljetuksia. Siten kuljetustoimintaa pyritään tehostamaan entisestään. Muita yhteiskuljetusten edellytyksiä ovat mahdollisesti lyhytaikainen varastointi (englanniksi cross-docking) ja tarvittavien viranomaislupien hankkiminen.

Yhteiskuljetuksilla on myös esteitä. Joskus alkuperäistä kuormaa suositetaan poikkeustilanteissa lisäkuorman kustannuksella. Tällöin mahdollisuudet saada lisäkuormia tulevaisuudessa laskevat. Poikkeustapauksia varten tulisi olla selvät säännöt. Yhteiskuljetuksien vuoksi kalustomäärää saatetaan joutua joissakin yrityksissä kasvattamaan ja toisissa vähentämään. Lisäinvestoinnit ei aina ole mahdollisia. (DfT 2007c.)

6.4 Toimenpiteen vaikutukset

Yhteiskuljetusten käyttö nostaa täyttöastetta ja vähentää tyhjänä ajoa. Lähteen DfT2006e mukaan Isossa-Britanniassa erään elintarvikealan kuljetusyrittäjien yhteiskuljetushankkeen seurauksena täyttöaste nousi 85 prosenttiin, kun se alalla oli keskimäärin 69 prosenttia. Tyhjänä ajettiin vain 16 prosenttia alan keskiarvoon 19 prosenttiin verrattuna. Suomessa huonekaluteollisuuden yrityksissä on käytetty tavarantoimittajien yhteiskuljetussopimuksia. Kustannukset laskivat keskimäärin 10–15% (Aro 1998). Yhteislastauskeskusten avulla ajoneuvomatkat ja/tai kilometrit ovat järjestelyn ansiosta vähentyneet 30–80% (BESTUFS 2007). Yhteiskuljetusten säästöpotentiaali on suuri.

Yhteiskuljetusten avulla kuljetuskapasiteetti voidaan siis käyttää aikaisempaa paremmin hyödyksi. Samalla kuljetusten energiatehokkuus paranee ja kuljetuskustannukset laskevat, koska lisäkuormasta saadaan lisähinta. Joissakin tapauksissa yhteiskuljetusten kuormamäärät ovat riittävän suuret toimitusaikavälien lyhentämiseksi. Toimitusaika saattaa siis lyhentyä, vaikka yksittäisen kuorman kuljetusaika on aiempaa pidempi. Yhteiskuljetukset tarjoavat myös mahdollisuuden kasvattaa asiakaspohjaa yhteistyökumppanien asiakkailla. Se voi tosin olla uhkakin.

7 Yhdyskuntajättekuljetusten keskitetty kilpailuttaminen

- Keskitetysti kilpailutettu jätteenkuljetus vähentää ajokilometrejä ja kulutettua polttoainemäärää suhteessa sopimusperusteiseen jätteenkuljetukseen.
- Keskitetyn kilpailuttamisen muita hyötyjä ovat uudempi kalusto ja alhaisemmat kuljetuskustannukset.
- Keskitettyyn kilpailuttamiseen siirtymisen haittoja ovat muuttuneet keräilyaika-
taulut ja joidenkin yksittäisten alueiden kustannusten nousu.

7.1 Tausta

Yhdyskuntajätteen kuljettamiseksi on olemassa kolme perusvaihtoehtoa: kunnan oma kuljetus, kunnan alueellisesti kilpailuttama jätteenkuljetus ja sopimusperusteinen jätteenkuljetus. Sopimusperusteisessa vaihtoehdossa kiinteistöt sopivat jätteenkuljetuksesta suoraan valitseman yrityksen kanssa. Keskimmaisessä vaihtoehdossa kunta ottaa itselleen vastuun kuljetusten kilpailuttamisesta ja yritysten valitsemisesta. Kunnan omaa kuljetusta ei Suomessa käytetä nykyisin lainkaan. Kuntien jätehuollon käytännön tehtävät voidaan antaa kuntien omistamille liikelaitoksille tai osakeyhtiö- ja kuntayhtymämuotoisille jätelaitoksille. Nykytilanteessa suuri osa asumiseen liittyvästä jätehuollosta hoidetaan keskitetysti kilpailutettuna ja osuus kasvaa. Yhdyskuntajäte on asumisessa syntyvä jäte sekä siihen ominaisuuksiltaan, koostumukseltaan ja määrältään rinnastettava kaupan, teollisuuden sekä palvelutoiminnan jäte. (JLY 2006 ja Salo 2007.)

Tässä työssä selvitetään keskitetysti kilpailutettujen yhdyskuntajättekuljetusten hyötyjä ja menestystekijöitä. Myös keskitettyyn jätteenkuljettamiseen siirtymisen ongelmia etsitään, jotta ne voidaan välttää jatkossa. Elinkeinoelämän jätteenkuljetus, joka tapahtuu voimassa olevan jätelain mukaan sopimusperusteisesti (Salo 2007), on rajattu työn ulkopuolelle.

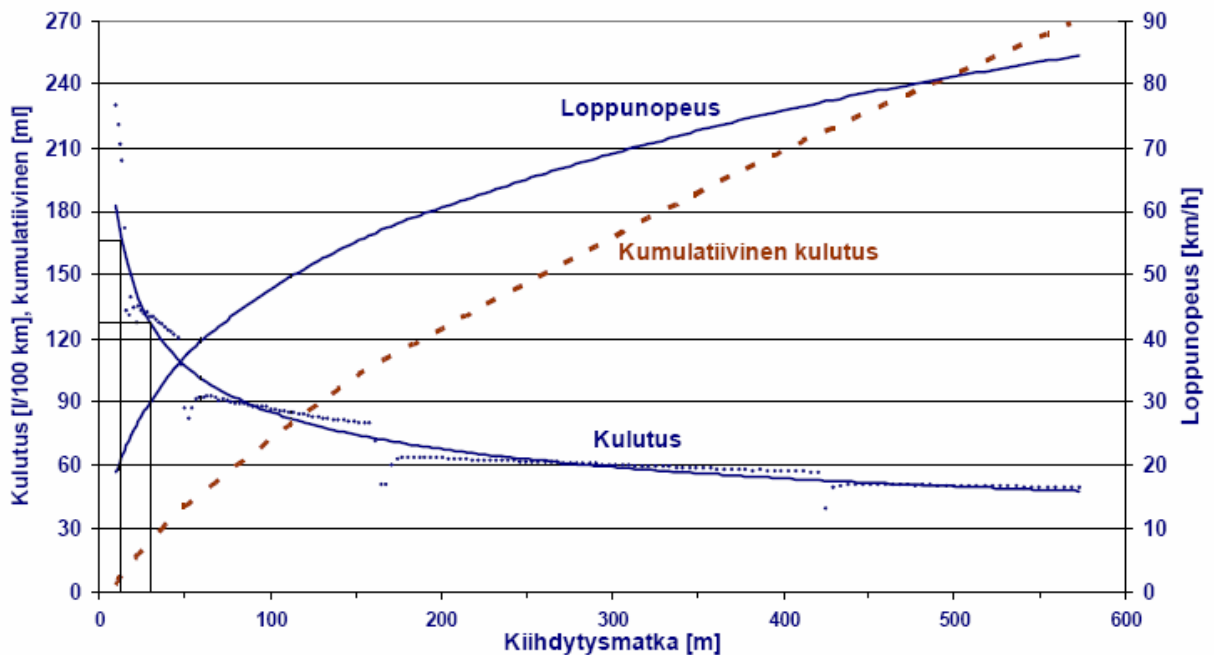
7.2 Suuntaa-antava vertailu

Keskitetysti kilpailutettussa jätteenkuljetuksessa yksi kuljetusyritys kerää jätteet yhdeltä alueelta. Sopimusperusteisissa jätteenkuljetuksissa yhdellä alueella jätteitä kerää useampi yritys, jolloin yksittäiset autot joutuvat täyttämään kuormatilan laajemmalla alueella. Käytännössä sopimusperusteinen jätteenkuljetus merkitsee enemmän ajokilometrejä. *Liitteessä 7* on esitetty suuntaa-antava laskelma, jossa vertaillaan keskitetysti kilpailutettua ja sopimusperusteista jätteenkuljetusta. Vertailu kuvaa seuraavaa tilannetta:

- Tarkastelun kohteena on sadan keräilyastian omakotitaloalue, jossa keräilyastioiden välinen etäisyys on 50 metriä.
- Alueen jätteiden keräilyyn tarvitaan kahta keräilyautoa vastaava tilavuus.
- Sopimusperusteisissa kuljetuksissa alueella on kaksi yritystä. Yksi yritys kerää joka toisen astian ja kilpaileva yritys joka toisen, jolloin ajomatka yhdeltä astialta toiselle on 100 metriä.
- Keskitetysti kilpailutettussa kuljetuksessa ajoneuvo siirtyy aina lähimmälle astialle kunnes kuormatila on täysi. Astioiden välinen matka on tuolloin 50 metriä.
- Keräilyautot lähtevät ja palaavat jäteasemalle, joka sijaitsee kymmenen kilometrin päässä keräilyalueesta.

Vertailua varten jouduttiin arvioimaan jäteauton polttoaineen kulutusta. Jäteauton keräilyajon kulutuksen voidaan ajatella muodostuvan tyhjennyksen aikaisesta kulutuksesta ja astialta

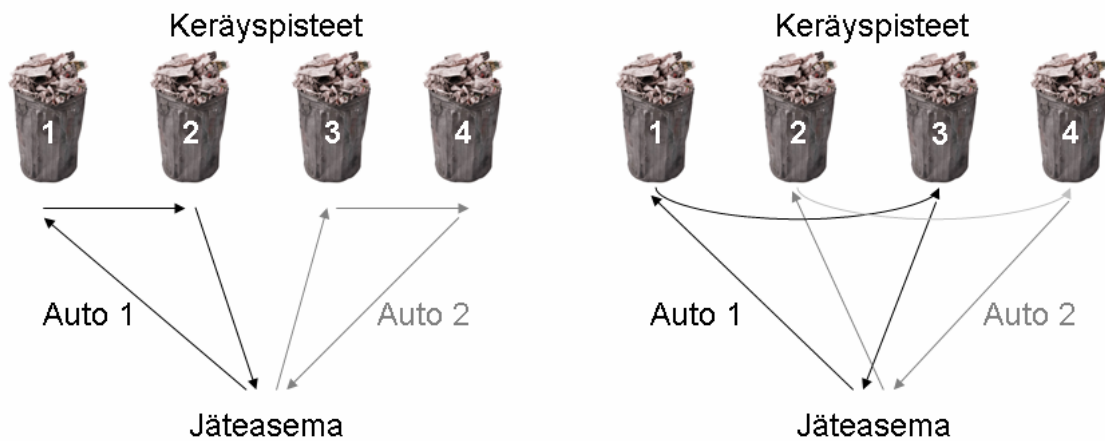
toiselle siirtymisen aikaisesta kulutuksesta. VTT:n yksikköpäästösivuston (VTT 2007a) mukaan jäteauton keräilykulutus on 186 l/100km. Luku sisältää kulutuksen molemmat osat. Jos arvioidaan, että polttoaineen kulutus siirryttäessä 50 metrin matka keräilyastialta toiselle on 165 l/100km (liitteessä huomautus 2) ja siirryttäessä 100 metrin matka keräilyastialta toiselle 130 l/100km (liitteessä huomautus 3), saamme keräilykulutusarvoiksi 205 l/100km ja 150 l/100km, kun yhden tyhjennyksen aikana polttoainetta oletetaan kuluvan 0,2 dl (liitteessä huomautus 1). Arvot 165 l/100km ja 130 l/100km on saatu mukailien lähteessä Mäkelä ja Sirkiä 2005 olevan kaupunkilinja-auton kiihdytyskulutusta nopeuksiin 20 km/h ja 30 km/h (kuva 20). Lähteessä kiihdytysmatka ilmoitettuihin nopeuksiin on astiavälejä pienempi. Lisäksi oletetaan polttoaineen kulutuksen olevan siirtoajossa 50 l/100km olipa auton tyhjä tai täysi. Valitettavasti parempaa lähtöaineistoa kulutuksen arvioimiseksi ei ollut saatavilla.



Kuva 20. Erään kaupunkilinja-auton kulutus kiihdytyksessä nollanopeudesta taloudellisimmalla kiihdytyksellä (lähde: Mäkelä ja Sirkiä 2005).

Laskelman perusteella polttoainetta kuluu keskitetysti kilpailutettusa kuljetusjärjestelmässä noin 14 prosenttia vähemmän kuin sopimusperusteisessa. Ajokilometrejä on vastaavasti vain kymmenen prosenttia vähemmän. Ylimääräinen ero syntyy polttoainetta paljon kuluttavan jäteastialta toiselle siirtymisen vähentymisestä (kuva 21). Siinä kulutetun polttoaineen määrä laskee kolmanneksen.

Laskelma on tehtyjen oletusten vuoksi kuitenkin vain suuntaa-antava. Todellisuudessa kuljetusyriä voi olla useampi kuin kaksi tai kuormatiloja ei välttämättä saadakaan täytettyä. Toisaalta sopimusperusteisessa kuljetuksessa keräyspisteet eivät välttämättä jakaudu aivan tasaisesti yriysten kesken. Myös polttoaineen kulutus tietojen tulisi olla tarkempia.



Kuva 21. Kun kuljetukset on järjestetty keskitetysti (vasemmalla), lyhenee jätteenkeräilyn ajomatka verrattuna sopimusperusteiseen kuljetukseen (oikealla).

7.3 Keskitetyn kilpailuttamisen toteuttaminen

7.3.1 Kerätyt tiedot

Lähtökohtaisesti kilpailuttamisen uskottiin vähentävän ajokilometrejä, nostavan keskimääräistä kuormapainoa ja laskevan kuljetuskustannuksia (Salo 2007). Alkuperäisenä ideana oli kerätä tarkkaa numeerista tietoa jätelaitosten saavuttamista hyödyistä liitteen 3 lomakkeen avulla. Lomakkeessa pyydettiin mm. ilmoittamaan tulosten kannalta tyypillisen alueen kuljetuskustannukset ennen ja jälkeen kilpailutuksen. Kuljetuskustannukset pyydettiin myös määrittelemään, koska kuljetuskustannukset voivat tapauksesta riippuen sisältää eri kustannuksia. Lisäksi kysyttiin kilpailuttamisen muita havaittuja hyötyjä ja menetystekijöitä sekä haittoja ja ongelmia.

Tietojen vertailtavuuden vuoksi lomakkeessa oli kohdat taustamuuttujille. Niitä ovat yhdyskuntajätteen määrä (pois lukien elinkeinoelämän jätteet), keräilyalueen pinta-ala ja asukasluku. Tässä yhteydessä harkittiin myös urakka-alueiden ja jäteaseman välisen etäisyyden kysymistä, koska jäteaseman kaukainen sijainti luonnollisesti nostaa kustannuksia. Etäisyyden selvittämisestä kuitenkin luovuttiin sen monimutkaisuuden ja selvitystyön resurssien rajallisuuden vuoksi. Keskitettyyn kilpailuttamiseen siirryttäessä on myös saatettu toteuttaa samanaikaisesti muita uudistuksia, jotka luonnollisesti vaikuttavat ilmoitettuihin kuljetuskustannuksiin.

Lomakkeen palautti neljä jätelaitosta seitsemästä. Kohtaan, jossa vertailtiin tyypillisen alueen kuljetuskustannusten muutosta, vastasi vain kaksi jätelaitosta. Lisäksi energiankulutustietoa ei pystynyt antamaan yksikään jätelaitos. Tieto olisi eräässä tapauksessa ollut periaatteessa saatavissa kuljetusurakoitsijoilta. Seuraavaksi on kuvattu jätteenkuljetuksen järjestämistä eri jätelaitoksissa.

7.3.2 YTV jätehuolto

YTV jätehuollon alueella yhdyskuntajätekuljetukset on toteutettu keskitetysti kilpailutettuna jo 1980-luvulta lähtien. Helsingin keskustan alue toimi poikkeuksena sopimusperusteisesti vuoteen 2006 asti. Alueella on yksi jätteenkäsittelypaikka Ämmässuolla Kivikon ja Konalan hyötyjätteen keräyspaikkojen lisäksi. Vuonna 2007 kuljetuskustannukset olivat noin 13 miljoonaa euroa eli 59 €/tonni. Jätteenkuljetuksissa käytetään noin sataa ajoneuvoa, joilla ajetaan arviolta yhteensä 2 500 000 kilometriä vuodessa. Keskimääräinen kuormapaino on 7,6 tonnia.

Yhdyskuntajätettä (pois lukien elinkeinoelämän jätteet) kuljetaan 215 000 tonnia vuodessa noin miljoonan asukaan alueella, jonka pinta-ala on 1 200 neliökilometriä.

Kuljetuksia kilpailutetaan kahdesti vuodessa. Urakka-alueita on yhteensä noin 60. Ne on muodostettu ajan saatossa mm. kuljetusurakoitsijoilta saadun palautteen perusteella. Yhden urakka-alueen jätteenkuljetukseen tarvitaan yhdestä kahteen autoa. Urakka-aika on viisi vuotta ilman optiomahdollisuutta. Optio mahdollistaisi urakka-ajan jatkamisen ilman uutta kilpailutusta. Eri keräystekniikat kilpailutetaan erikseen. Korvauksen suuruuteen vaikuttaa asiakaspalautteeseen perustuva laatu kertoimella on 0,80–1,12. Urakoitsija suunnittelee aikataulut ja ajoreitit itse. Kaluston päästöluokkavaatimus on Euro III. Lisäksi ajoneuvoissa tulee olla ajoneuvopäätelaitteet.

Kun kilpailuttaminen aloitettiin, kuljetusten hinnat laskivat vuosia. Sitten kustannukset alkoivat hiljalleen nousta pysyttyään hetken alhaalla. Syy lienee kuljetusurakoitsijoiden määrän lasku. Pienet yritykset katosivat ja nykyisin jäljellä on enää kolme suurta.

7.3.3 Pirkanmaan Jätehuolto

Pirkanmaan Jätehuollon alueella jätteenkuljetus järjestetään keskitetysti kilpailutettuna. Urakka-alueita on kaikkiaan toista sataa ja urakan kesto on yleensä kolme vuotta kahden vuoden jatko-optiolla. Urakoitsijoille, joita oli vuonna 2006 kolmesta, maksetaan tyhjennyskertojen perusteella. Laatujärjestelmän palaute vaikuttaa maksettavaan korvaukseen. Kuljetussuunnittelu toteutetaan Pirkanmaan Jätehuollon ja urakoitsijan kanssa yhdessä käyttäen apuna MapInfo paikkatieto-ohjelmaa. Reittimuutoksia toteutetaan tarvittaessa. Kaluston päästöluokkavaatimus on uusimmissa sopimuksissa Euro III. Lähes kaikissa pakkaavissa jäteajoneuvoissa on TCS-järjestelmä, jolla keräilyn edistymistä voidaan seurata tosiaikaisesti.

Keskitetyn kilpailutuksen ansiosta kuljetuskustannukset ovat laskeneet arviolta 20–25%. Ylöjärven esimerkkialueella ajokilometrit laskivat 28% arvosta 50 076 km/vuosi arvoon 36 296 km/vuosi. Käytettyjen ajoneuvojen määrä väheni neljästä kahteen keskimääräisen kuorimakoon noustessa 5,6 tonnista 9,6 tonniin. Ylöjärven 274 neliökilometrin alueella asuu 21 000 asukasta. Jätettä syntyy vuosittain 4 664 tonnia.

7.3.4 Turun Seudun Jätehuolto

Turun Seudun Jätehuollon (TSJ) alueella jätteenkuljetusten keskitetty kilpailuttaminen alkoi 90-luvun alussa. Nykyisin 11 kunnassa on käytössä keskitetysti kilpailutettu järjestelmä. Kymmenessä toimialueen kunnassa käytetään vielä sopimusperusteista jätteenkuljetusta. Koko toiminta-alueen pinta-ala on 3 772 neliökilometriä ja alueella asuu 315 500 asukasta.

Kunnat ovat pääsääntöisesti omia urakka-alueitaan. Ne ovat riittävän pieniä, jotta myös pienillä kuljetusurakoitsijoilla on mahdollisuus tarjota. Eri keräystekniikat sekä hyötyjätteen keräily on kilpailutettu erikseen kahdella alueella. Urakka-aika on kolme vuotta yhden vuoden jatko-optiolla. Myöhemmin kesto saatetaan muuttaa viiteen vuoteen kahden vuoden optiolla. Porrastus syntyy eripituisista urakka-ajoista. Korvaus maksetaan toteutuneiden tyhjennysten ja yksikköhinnan mukaan. Korvauksen suuruuteen vaikuttaa laatujärjestelmän palaute. Kuljetussuunnittelu on kuljetusurakoitsijan vastuulla. Apuna käytetään TSJ:n asiakasrekisteriä ja vanhoja reittejä. Kaluston päästöluokkavaatimus on pääasiassa Euro III.

Keskitetyllä kilpailutuksen ansiosta astioiden yksikkötyhjennyshinnat ovat laskeneet. Vuonna 2006 kuljetukset maksoivat 51 €/tonni. Täsmällistä tietoa kustannusmuutoksista ei ole. Ajoki-

lometrejä, keskimääräistä kuormapainoa, polttoaineen kulutusta ja käytettyjen ajoneuvojen määrää ei ole tarkkailtu.

7.3.5 Oulun Jätehuolto

Oulun Jätehuollossa käytetään sopimusperusteista jätteenkuljetusta ainakin vuoden 2008 loppuun asti. Parhaillaan on käynnissä selvitystyö, jossa vertaillaan keskitetysti kilpailutettua ja sopimusperusteista jätteenkuljetusta. Työn on määrä valmistua marraskuussa 2007. Selvityksestä laadittaneen julkinen versio.

7.3.6 Jätekuukko

Kuopion seudun kunnissa aloitettiin yhteistyö jätehuollon järjestämiseksi vuonna 2000. Seuraavana vuonna perustettiin Jätekuukko Oy, joka otti vastuulleen osakaskuntien jätteenkuljetuksen keskitetyn kilpailuttamisen. Siirtymäaikaa sopimusperusteisesta jätteenkuljetuksesta oli puolitoista vuotta. Tuona aikana eri kuntien jätehuoltomääräykset pyrittiin yhtenäistämään. Urakkakilpailuja varten Jätekuukko keräsi tietoja aikaisempien urakoitsijoiden työsuoritteista, kalustomääräistä ja työtunneista. Tietojen avulla urakoitsijat suunnittelivat reitit itse. Eri keräystekniikoin toteutettavat kuljetukset kilpailutettiin erikseen. Myös astioiden pesu on erillinen urakka. Hyötyjätteet (lasi ja metalli) kerätään alueittain samalla kertaa kaksilokeroisen kontin avulla. Toimintatapa on erityisen kannattavaa, sillä reitit ovat pitkiä.

Keskitettyyn kilpailutukseen siirryttäessä kaatopaikkoja suljettiin ja urakoitsijat velvoitettiin hankkimaan ajoneuvoihinsa ajo-opastinjärjestelmä. Käyttöön otettiin myös siirtokuorma-asema, josta täysperävaunurekka ajaa kolmesti viikossa jätekeskukseen 90 kilometrin päähän. Kilpailutuksen seurauksena kustannussäästöt olivat pakkaavien jäteautojen urakoissa keskimäärin 22%. Samanaikaisesti toteutettujen muutosten vuoksi todellista kokonaiskustannusten muutosta ei tiedetä.

7.3.7 Itä-Uudenmaan Jätehuolto

Itä-Uudenmaan Jätehuollon (IUJ) alueella jätteenkuljetus järjestettiin sopimusperusteisesti syyskuuhun 2006 asti, jolloin siirryttiin keskitetysti kilpailutettuun järjestelmään. Alueella oli ennen kaksi kaatopaikkaa, joista toinen jäi pois käytöstä helmikuussa 2007. Tarkastelu ennen ja jälkeen muutoksen on vuosilta 2005 ja 2007. Kyseisinä vuosina yhdyskuntajätteen (pois lukien elinkeinoelämän jätteet) määrän arvioidaan pysyneen ennallaan 18 500 tonnissa vaikka asukasmäärä on noussut 91 000:sta 92 000:een. Keräilyalueen pinta-ala on noin 2 700 neliökilometriä.

Kilpailutuksen suunnitteluvaiheessa järjestettiin urakoitsijoiden kanssa keskustelutilaisuus, jossa kuultiin heidän mielipiteitään mm. urakka-alueiden koosta. Yhden urakka-alueen pystyy keräilemään yhdellä tai kahdella autolla. Pienemmät kunnat ovat kokonaisia urakka-alueita ja isommat on jaettu osiin. Urakka-ajat ovat siirtymäaikana kolmesta kuuteen vuotta kahden vuoden optiolla. Kilpailutus on porrastettu siten, että urakoita tulee kilpailutukseen vuosittain. Maksuperusteena on tyhjennyskertojen mukainen yksikköhinnoittelu. Korvauksen suuruuteen vaikuttaa urakoitsijan toiminnan laatu kertoimella 0,85–1,03. Urakoitsija suunnittelee aikataulut ja ajoreitit itse käyttäen apuna TCS-Optia, mikäli sen on hankkinut. Kaluston laatuvaatimus on Euro II.

Koko IUJ:n alueella kuljetuskustannukset laskivat keskitetyn kilpailuttamisen seurauksena 13%. Jos verrataan kustannuksia vuoteen 2005, alenema lienee huomattavasti suurempi, sillä sopimusperusteisen järjestelmän aikana hinnat nousivat 1-2 kertaa vuodessa. Nyt kustannukset ovat noin 81 €/tonni. Kustannukset laskivat, vaikka yksi kaatopaikka poistettiin käytöstä ja

urakoitsijat veloitettiin hankkimaan ajoneuvotietokoneet. Laitteiden kustannukset ajoneuvoa kohti ovat noin 3 000 euroa. Lisäksi vuoden 2007 kustannuksiin sisältyy astiapesu kerran vuodessa, joka ei sisältynyt vuoden 2005 vertailukustannuksiin. Jätteenkuljetuksiin käytettävien ajoneuvojen määrä laski yhdellä noin yhteentoista. Keskimääräisen kuormapainon arvioidaan säilyneen ennallaan.

7.4 Keskitettyyn kilpailuttamiseen siirtymisen hyödyt ja haitat

Jätelaitokset eivät yleisesti ottaen ole selvittäneet keskitetyn kilpailuttamisen vaikutuksia kovinkaan järjestelmällisesti. Kaikki kuljetuskustannuksia arvioineet jätelaitokset kertoivat kustannusten laskeneen muista toteutetuista uudistuksista huolimatta. Arviot vaihtelevat välillä 13–25%. Kuntaliiton vuoden 2006 kyselyn mukaan jäteastioiden tyhjennyshinnat ovat sopimusperusteisissa kunnissa noin kymmenen prosenttia korkeammat kuin keskitetysti kilpailutetussa jätteenkuljetuksessa (Kuntaliitto 2006a). Tämän selvityksen tulokset ovat saman suuntaiset. Kustannusten lisäksi myös ajokilometrien arvioidaan vähentyneen, vaikka tietoja ei ole kuljetusurakoitsijoilta kerätty. Ajokilometrien ohella keskimääräisen kuormapainon arvioidaan nousseen, mutta vain joissakin tapauksissa. Käytetyn kaluston laatu on parantunut päästöluokkavaatimusten ansoista.

Keskitetyllä kilpailuttamisella on myös haittansa. Kuljetusurakoitsijan vaihtuessa reitit ja keräysaikataulut voivat muuttua, mikä on aiheuttanut muutamia asiakasvalituksia. Erityisen hankalaksi tilanne koettiin, mikäli urakoitsija vaihtui vuodenvaihteessa. Vuodenvaihteessa on tavallista vähemmän työpäiviä ja jätemäärät ovat suuremmat. Uuden urakoitsijan kuljettajat saattavat myös alussa ajaa reitiltä harhaan, ellei paikallistuntemusta tai ajonohjauslaitteita ole. Joillakin yksittäisillä alueilla jätteenkuljetuskustannukset ovat saattaneet nousta. Tästä huolimatta keskitetty kilpailuttaminen koettiin jätelaitoksissa hyväksi asiaksi.

7.5 Hyvin järjestetty kilpailuttaminen

Urakka-alueiden jätteet tulisi olla kerättävissä yhdellä tai kahdella autolla. Jos alueet olisivat suurempia, pienet urakoitsijat eivät pystyisi osallistumaan tarjouskilpailuun. Lisäksi eri keräysmekaniikat kannattaa kilpailuttaa erikseen, jotta kaluston käyttö on tehokasta. Kalustovaatimukset ja urakan koko saattavat muuten muodostua markkinoille tulon esteiksi. Myös astioiden pesu kannattaa rajata omaksi urakakseen edellä mainitun perusteella. Urakan pituuden on oltava riittävä, jotta kalustohankinnat ovat mahdollisia. Jos asetetaan uusia päästöluokkavaatimuksia, on varmistuttava siitä, että kalustohankinnoille jää riittävästi aikaa. Tässä asiassa oli havaittu ongelmia.

Kaatopaikkoja suljetaan usein samanaikaisesti siirryttäessä alueelliseen jätehuoltoyhteistyöhön ja keskitetysti kilpailutettuun jätteenkuljetukseen. Koska kuljetusetäisyydet kasvavat, samassa yhteydessä tulisi miettiä siirtokuljetusten käyttöä. Siirtokuljetukset voidaan joissakin tapauksissa toteuttaa myös rautateitse.

Reittien suunnittelu oli useimmissa urakoissa kuljetusyrityksen vastuulla. Kuljetusyritys sai suunnitella reitit parhaaksi katsomallaan tavalla. Voisivatko jätelaitokset ottaa reittien suunnittelun vastuulle ja vasta optimoidut reitit kilpailutettaisiin? Näin pienet ja suuret kuljetusurakoitsijat eivät olisi eri arvoisessa asemassa, koska ohjelmat ovat kalliita ja niistä saadaan eniten hyötyjä suurilla kalustomäärillä. Ainoastaan yksi jätelaitos suunnitteli reitit tiiviissä yhteistyössä kuljetusurakoitsijoiden kanssa.

Keskitetysti kilpailutetussa jätteenkuljetuksessa kuljetuskustannukset riippuvat kilpailutilanteesta. YTV jätehuollon alueella, jossa jätteenkuljetukset on keskitetysti kilpailutettu jo kau-

an, on havaittu urakoitsijoiden määrän laskeneen. Markkinat ovat keskittyneet kolmelle urakoitsijalle. Sen pelätään nostavan kuljetuskustannuksia. Urakoitsijat oppivat ennakoimaan toistensa toimia, vaikka suoranaista yhteistyötä ei olisikaan. Jotta tilanteelta vältyttäisiin, on urakoitsijamäärää seurattava. Myös urakoitsijoiden kalustomääristä ja kaluston käytöstä on hyvä olla tietoinen, jotta voidaan ennakoida urakoitsijamäärän muutoksia. Tarvittaessa on ryhdyttävä toimenpiteisiin kehityksen muuttamiseksi. Riittävä kilpailun varmistamiseksi markkinoille tulon esteitä voidaan madaltaa seuraavin keinoin:

- Reitinoptimointi suoritetaan jätelaitoksen toimesta, jolloin ohjelmistoinvestointeja ei tarvita, eikä suuri kalustomäärä tuo etua optimoinnissa.
- Jätelaitos omistaa kuljetuskalustoa, jota voidaan lainata uudelle kuljetusurakoitsijalle. Näin kynnys uuden yrityksen perustamiseen on pienempi.
- Urakasta voidaan jakaa yksityiskohtaisempaa tietoa. Siten myös uusilla urakoitsijoilla on mahdollisuus arvioida kustannuksia. Jaettavia tietoja voivat olla esim. keräilyreitit, ajokilometrit, tyhjennuskerrat ja jätemäärät sekä niiden kehitys.

Itä-Uudenmaan Jätehuolto (IUJ) järjesti kilpailutuksen suunnitteluvaiheessa keskustelutilaisuuksia kuljetusurakoitsijoiden kanssa. Tilaisuuksissa käsiteltiin urakka-alueiden laajuutta, urakka-aikojen pituutta, urakoitsijoiden toiveita sekä keräilyn laskennallisia ja todellisia työmääriä. Näin IUJ varmistui hyvien tarjousten saamisen. Myös EU:n laajuisesta hankintaprosessista kerrottiin. Tieto oli uutta erityisesti pienille urakoitsijoille. Kaikki urakoitsijat hyötyivät tilaisuuksista saamalla urakoista ennakkotietoa. Hyvien tarjousten saamista voidaan edesauttaa myös kertomalla yksityiskohtaisesti, miksi kuljetusurakka hävitettiin. Siten urakoitsija voi parantaa tarjoustaan seuraavalla kerralla. Kilpailutuksia tulisi olla riittävän usein, jotta urakan hävinneet yritykset voivat tarjota pian uudelleen (Kuntaliitto 2006b).

Valvonta on jätelaitoksissa ollut kaluston suhteen enimmäkseen satunnaista. Eräissä jätelaitoksessa mietitään parhaillaan vastuuhenkilön nimittämistä suorittamaan urakoitsijoiden kalustokatselmuksia. Näin voitaisiin varmistua siitä, että kuljetusurakoitsija toimii sopimuksen mukaisesti. Muu laadunseuranta on jätelaitoksissa yleisesti ollut tehokasta. Laadunvalvonta ja heikosta laadusta annettavat rangaistukset ovat kilpailutuksen edellytys (soveltaen Kuntaliitto 2006b).

8 Yhteenveto, päätelmät ja jatkotoimenpiteet

8.1 Yhteenveto ja päätelmät

Tässä työssä selvitettiin ennalta valittuja toimenpiteitä energiatehokkuuden parantamiseksi. Työn aikana kävi ilmi, että energiatehokkuuteen vaikuttavien tekijöiden tunteminen on tärkeää. Siksi työhön lisättiin kappale 1.

Energiatehokkuudella tarkoitetaan kuljetettua tavarayksikköä kohden kulutettua energiamäärää. Kun energiaa kuluu vähemmän, kuljetuskustannukset ja hiilidioksidipäästöt laskevat. Eri toimijat voivat vaikuttaa energiatehokkuuteen eri keinoin.

Energiatehokkuusasioissa suurin valta on kuljetusasiakkaalla. Jos kuljetusasiakas ei käytä valtaansa, on vaarana, että energiatehokkuus on heikko. Tärkein asia energiatehokkuuden parantamisessa onkin seuranta. Sen avulla voidaan määrittää energiatehokkuuden nykytila, kohdistaa tehostamistoimenpiteet sinne, missä niistä on eniten hyötyä ja mitata toimenpiteiden vaikutukset. Seurannassa tärkeitä suureita ovat ajoneuvon täyttöaste, energiatehokkuus, ominaisenergiankulutus ja kokonaisenergiankulutus. Seuraamalla ainoastaan polttoaineen kulutusta ei saa hyvää kuvaa energiatehokkuudesta. Energiatehokkuuden määrittäminen edellyttää kulustietojen saamista kuljetusyritykseltä. Apuna voidaan käyttää EMISTRA-järjestelmää ja tiedonkeräyslaitteita.

Työn aikana kävi ilmi, että kuljetusasiakkaiden tiedot energiatehokkuudesta ovat vähäiset. Tietoisuuden energiatehokkuusasioista toivotaan tämän hankkeen myötä kasvavan siten, että yritykset kiinnittävät jatkossa enemmän huomiota toimintansa ja kuljetusyritystensä toiminnan energiatehokkuuteen.

Kuljetusyrityksen toimintaan voidaan vaikuttaa laatuvaatimuksin ja vertailukriteerein. Niistä tärkeimmät ovat Euro-päästöluokat ja taloudellisen ajotavan koulutus. Kuljetusyritykset ovat usein pieniä, joten heillä ei välttämättä ole käytössään viimeisintä tietoa. Kuljetusasiakas voi jakaa tätä tietoa kuljetusyrityksille. Tieto voi koskea hyviä toimintatapoja tai ajoneuvoteknisiä tutkimustuloksia. Erityisesti kalustovalinnat ovat tärkeitä, koska polttoainekustannusten osuus kuljetuskustannuksista on suuri ja ajoneuvon käyttöikä on pitkä. Kuljetusyrityksen ja kuljetusasiakkaan välinen yhteistyö on kalustovalintoja tehtäessä oleellista, jotta pystytään valitsemaan tarpeita vastaava ajoneuvo. Liian suuri tai liian pieni ajoneuvo ovat heikkoja valintoja energiatehokkuuden kannalta.

Kuljetussuunnittelulla voidaan vaikuttaa paljon energiatehokkuuteen. On tärkeää, että riittävä kuljetussuunnittelu varmistetaan myös tilanteissa, joissa organisaation toimintaympäristö on muuttunut. Kuljetussuunnittelun keinoja parantaa energiatehokkuutta ovat reitinoptimointi, aikataulutus ja kuormasuunnittelu. Kuormasuunnittelu on erityisen tärkeää parannettaessa ajoneuvojen täyttöastetta. Korkean täyttöasteen saavuttaminen edellyttää vähintään tietoa tuotteiden massoista ja tilavuuksista. Myös tietotekniikan merkitys kasvaa tiedonhallinnan monimutkaistuessa. Esimerkiksi jakelu- ja keräilyreitit suunniteltaessa vaihtoehtojen määrä nousee helposti niin suureksi, ettei ihminen pysty ratkaisemaan ongelmaa yhtä tehokkaasti kuin tietokoneohjelma.

Kuljetussuunnittelun ohella korostuu yhteistyön merkitys energiatehokkuuden parantamisessa. Paluukuormien hankkiminen muuten tyhjänä ajettaville osuuksille ei välttämättä onnistu ilman ulkopuolista yhteistyökumppania. Myös yhdistämällä samaan suuntaan meneviä tava-

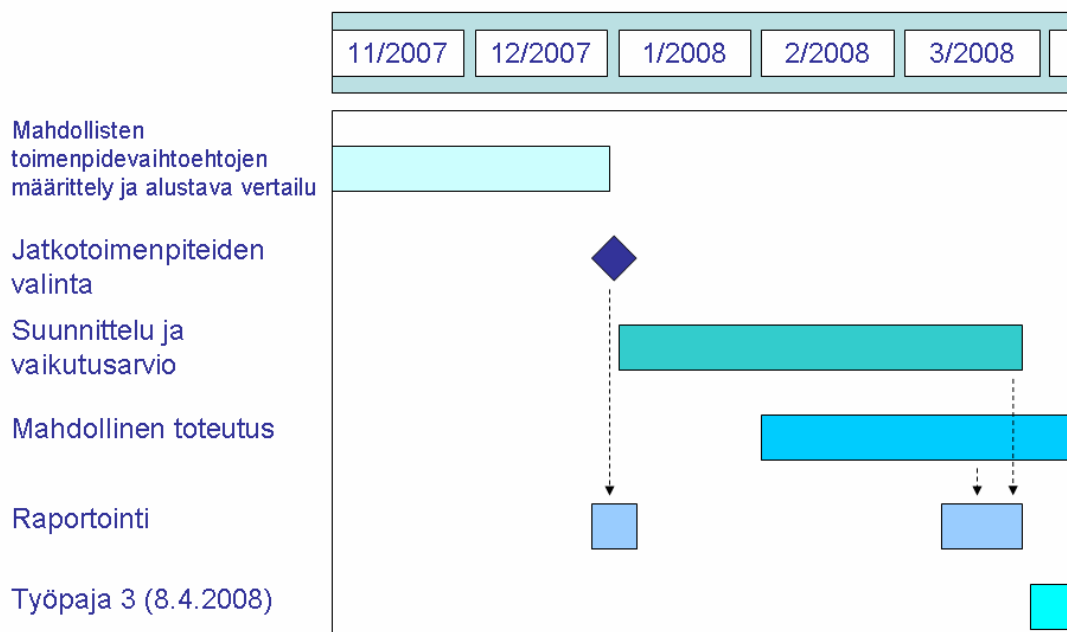
ravirtoja voidaan saavuttaa etuja. Yhteiskuljetusten tärkeimmät edellytykset ovat maantieteellinen läheisyys, aikataulutekijät ja tavaroiden asettamat yhtenäiset vaatimukset. Tässäkin kohtaa tiedonhallinta on tärkeää. Eräänlaiseksi yhteistyömuodoksi voidaan ajatella myös keskitetysti kilpailutettu yhdyskuntajätteenkuljetus. Siinä vältetään tilanteelta, jossa kuljetusyritykset keräilevät jätteitä samalla alueella. Yhtälailla yhteiskuljetuksissa yksi ajoneuvo korvaa useamman samalla alueella ajavan ajoneuvon.

Työssä oli alun perin tarkoitus arvioida toimenpiteiden vaikutuksia kuljetusasiakkaiden kuljetuksiin suhteellisen tarkasti. Se ei kuitenkaan ollut vielä tässä vaiheessa mahdollista. Yrityksiltä ja jätelaitoksilta puuttui arviointia varten tarvittavia kuljetusten perustietoja. Lisäksi yksityiskohtaisen tiedon hankkiminen aikaisemmista hankkeista osoittautui hankalaksi. Syitä siihen oli ainakin kolme. Aikaisemmin toteutettujen energiatehokkuustoimenpiteiden vaikutuksia on selvitetty vain vähän. Eri toimijat eivät välttämättä näe selviä hyötyjä toimenpiteiden raportoinnissa. Tarkat tiedot halutaan joskus kilpailullisiin syihin vedoten pitää salassa.

Pähkinän kuoressa energiatehokkuuden parantaminen tarkoittaa aikaisempaa monipuolisempaa ja yksityiskohtaisempaa tiedon hankintaa. Hankkeessa mukana olevat yritykset ja organisaatiot ovat jo ymmärtäneet energiatehokkuuden merkityksen joko kuljetuskustannusten tai ympäristötekijöiden kautta. Nyt tarvitaan käytännön toimenpiteitä. Alankomaissa on toteutettu vastaavia hankkeita aikaisemmin. Niissä on saavutettu keskimäärin 15 prosentin energiankulutuksen säästö.

8.2 Jatkotoimenpiteet

Tämän selvityksen perusteella yritykset ja jätelaitokset valitsevat toteutettavaksi mielestään lupaavimmat toimenpiteet. Valituista toimenpiteistä tulee ilmoittaa Motivalle tai WSP Finlandille viimeistään 11.1.2008. Yritysten toimenpiteiden suunnittelulle ja toteuttamiselle on asetettu kuvan 22 aikataulu. Aikataulu johtuu eri maissa toteutettavien hankkeiden yhteensovitustarpeista. Yhteensovituksella tarkoitetaan toimenpidetietokannan luomista, hankkeen kokonaisvaikutusten arvioimista ja yritysten palkitsemista.



Kuva 22. INTERACTION-hankkeen aikataulu.

Kun käytännössä toteutettavat toimenpiteet on yrityksessä valittu, aloitetaan vaikutusarvioiden laatiminen ja toteutuksen suunnittelu. Vaikutusarvioinnissa yritykset voivat käyttää apunaan Motivaa ja WSP Finlandia. Erityisesti Seppo Pyrrön kokemus aikaisemmista energiatehokkuuden parantamisprojekteista voi olla hyödyksi. Suunnitelmista tulee käydä ilmi toteutuksen eri vaiheet ja aikataulu. Vaikutusarvioinnissa on käsiteltävä vähintään energiankulutusta, kuljetuskustannuksia ja hiilidioksidipäästöjä.

Toimenpiteiden käytännön suunnittelun ja mahdollisen toteuttamisen toivotaan alkavan vuoden 2008 alussa. Toteutuksen kesto riippuu luonnollisesti valituista toimenpiteistä. Esimerkiksi kuljetussuunnitteluohjelman käyttöönotto saattaa kestää hyvinkin puoli vuotta. Yrityksiä pyydetään raportoimaan suunnitelmista, vaikutusarvioista ja mahdollisesta toteutuksesta viimeistään 21.3.2008. Myös huomattavasti myöhemmin toteutettavista toimenpiteistä toivotaan raportoitavan. Tietojen perusteella valitaan Suomen Green Freight and Logistics -palkinnon voittaja. Voittaja julkistetaan Työpajassa 3 yleisen tilannekatsauksen yhteydessä. Suomen voittaja kilpailee myöhemmin Brysselissä jaettavasta EU-tason palkinnosta.

Lähdeluettelo

- Ahola Transport (2006). Ympäristöraportti 2006.
www.aholatrtransport.fi/data/liitteet/115738=miljorapp_finsk_2006.pdf (luettu 25.7.07).
- Aro T. (1998). *Vihreän logistiikan soveltaminen huonekaluteollisuuteen*. Tampereen teknillinen korkeakoulu, diplomityö. 108 s.
- Autoalan tiedotuskeskus (2007). *Autoalan faktat 2007*.
www1.autoalanverkkopalvelu.fi/mediakone/aineistot/92/autoalan_faktat_2007.pdf (luettu 9.10.07).
- BESTUFS (2007). *BESTUFS – Kaupunkien tavaraliikenteen hyviksi koetut ratkaisut*. Suomenkielisen käännöksen laatinut Himanen V. 82 s.
- CarbonView (2007). Tuotteen Internetsivut. www.carbon-view.com (luettu 1.10.07).
- CSS eli Cascade Sierra Solutions (2007). Voittoa tavoittelemattoman organisaation Internetsivut. www.cascadesierrasolutions.org/solutions.php (luettu 27.9.07).
- DfT eli Department for Transport (2002). *Heathrow Airport Retail Consolidation Centre*. 7 s.
www.freightbestpractice.org.uk (luettu 1.8.07).
- DfT (2006a). *Key Performance Indicators for the Food Supply Chain*. 15 s.
www.freightbestpractice.org.uk (luettu 1.8.07).
- DfT (2006b). *Key Performance Indicators for the Next-day Parcel Sector*. 20 s.
www.freightbestpractice.org.uk (luettu 1.8.07).
- DfT (2006c). *Key Performance Indicators for the Builders' Merchants Sector*. 25 s.
www.freightbestpractice.org.uk (luettu 1.8.07).
- DfT (2006d). *Fuel Saving Tips*. 24 s. www.freightbestpractice.org.uk (luettu 1.8.07).
- DfT (2006e). *Profit Through Partnership*. 5 s. www.freightbestpractice.org.uk (luettu 1.8.07).
- DfT (2007a). (Alkuperäinen julkaisuvuosi 2005.) *Computerised Vehicle Routing and Scheduling (CVRS) for Efficient Logistics*. 39 s. www.freightbestpractice.org.uk (luettu 1.8.07).
- DfT (2007b). (Alkuperäinen julkaisuvuosi 2005.) *Make Back-loading Work for You*. 24 s.
www.freightbestpractice.org.uk (luettu 1.8.07).
- DieselNet (2007). www.dieselnet.com/standards/eu/hd.php (luettu 8.10.07).
- Ecomond (2007). Yrityksen Internetsivut. www.ecomond.com (luettu 2.8.07).
- EEBPP eli Energy Efficiency Best Practice Programme (2002). *Fuel Management Guide 307*. 141 s. www.energysavingtrust.org.uk/uploads/documents/fleet/GPG307.pdf (luettu 17.9.07).

EMISTRA (2007a). EMISTRA-seurantajärjestelmä. www.emistra.fi/index2.html (luettu 5.7.2007).

EMISTRA (2007b). EMISTRA-seurantajärjestelmän julkiset raportit. <http://extra.emistra.fi/reports> (luettu 5.7.2007).

EPA eli U.S. Environmental Protection Agency (2007). SmartWay Transport Partnership -hankkeen Internetsivut. www.epa.gov/smartway/swresources.htm (luettu 6.9.07).

ERA-NET Transport (2007). Eurooppalaisen liikennetutkimusverkoston Internetsivut. www.transport-era.net/action-groups/ent9-environ-performance-indicators-heavy-duty-veh.html (luettu 26.7.07).

ESD-toimeenpanoryhmä (2007). *Suomen kansallinen energiatehokkuuden toimintasuunnitelma (NEEAP 2008–2010)*. http://ec.europa.eu/energy/demand/legislation/doc/neeap/finland_fi.pdf (luettu 11.10.07).

ESRI (2007). Yrityksen Internetsivut. www.esri.com/software/arclogistics (luettu 2.8.07).

ESRI Finland (2007). Yrityksen Internetsivut. www.esri-finland.com/fi/tuotteet/esrin-business-sovellukset/arclogistics-route.html (luettu 2.8.07).

Euroopan komissio (2007). http://ec.europa.eu/enterprise/automotive/pagesback/ground/pollutant_emission/heavy_duty/public_consultation (luettu 30.7.07).

FleetBoard (2007). Tuotteen Internetsivut. www.fleetboard.info (luettu 6.7.2007).

GRI eli Global Reporting Initiative (2006). *Logistics and Transportation Sector Supplement, Pilot Version 1.0*. www.globalreporting.org/ReportingFramework/G3Online/SectorSupplements (luettu 5.7.2007).

GVRD eli Greater Vancouver Regional District (2007a). *Sustainable Supply Chain Logistics Guide*. 41 s. www.gvrd.bc.ca/smartsteps/pdfs/sustainableclguidefinal.pdf (luettu 17.9.07).

GVRD (2007b). *Transportation Sector Guide*. 8 s. www.gvrd.bc.ca/smartsteps/pdfs/SG-Transportation.pdf (luettu 17.9.07).

Heikkilä M. (2007). Henkilökohtainen tiedonanto. Puhelu 6.8.07.

Inbound Logistics (2007). Lehden Internetsivut. www.inboundlogistics.com/lit/lit100.shtml (luettu 9.8.07).

INTERACTION (2007). INTERACTION-hankkeen Internetsivut. www.eu-interaction.com (luettu 5.9.07).

ITD eli International Transport Danmark (2007). Organisaation Internetsivut. www.internationaltransportdanmark.com (luettu 12.9.07).

JLY eli Jätelaitosyhdistys (2006). *Suomen yhdyskuntajätehuolto 2006*.
www.jly.fi/yhdyskuntajatehuolto2006.pdf (luettu 14.8.07).

Kallberg H. (2007). Esitelmä.

www1.autoalanverkkopalvelu.fi/mediakone/aineistot/92/askk_ymp_rist_.pdf (luettu 10.9.07).

Kalenoja H., Kallberg H. (2006). *Liikenteen ympäristövaikutukset*. Tampereen teknillinen korkeakoulu, Liikenne- ja kuljetustekniikka, opetusmoniste 37. Toinen painos. 206 s. ISBN 952-15-1453-1.

Kalenoja H., ym. (2002). *Liikenteen hiilidioksidipäästöjen vähentämismahdollisuudet Suomessa*. Tampereen teknillinen korkeakoulu, Liikenne- ja kuljetustekniikka, tutkimuksia 48. 105 s.

Karrus K. (2001). *Logistiikka*. WSOY, Helsinki. 419 s. ISBN 951-0-25497-5.

Kulmala M., Kallberg H. (2002).

Liikenteen aiheuttamien hiilidioksidipäästöjen vähentäminen taloudellisen ohjauksen keinoin.

www.ake.fi/AKE/Tutkimus/Tutkimuksia+ja+selvityksi%C3%A4/2002-2004/Tutkimuksia+ja+selvityksi%C3%A4+2_2002.htm (luettu 25.9.07).

Kuntaliitto (2006a). *Tietoja kuntien jätehuollosta – Kysely 2006*. 25 s.

<http://hosted.kuntaliitto.fi/intra/julkaisut/pdf/p061207124950P.pdf> (luettu 14.8.07).

Kuntaliitto (2006b). *Jätehuollon järjestäminen kunnan näkökulmasta*. 95 s.

<http://hosted.kuntaliitto.fi/intra/julkaisut/pdf/p060815112254D.pdf> (luettu 14.8.07).

Laurikko J. (2005).

Vaihtoehtoisten polttoaineiden ja ajoneuvotekniikan kehitys sekä tulevaisuus liikenteen päästöjen vähentämiseksi. YTV, Pääkaupunkiseudun julkaisusarja B 2004:19, Helsinki. 104 s.

Lee H., ym. (1997). *Information Distortion in a Supply Chain: The Bullwhip Effect*. Management Science, Vol. 43, No. 4, April 1997, Frontier Research in Manufacturing and Logistics. s. 546–558.

Léonardi J., Baumgartner M. (2004). *CO₂ efficiency in road freight transportation: Status quo, measures and potential*. Transportation Research Part D 9 (2004). s. 451–464.

Liimatainen H. (2006). *Taloudelliseen ajotapaan kannustavat järjestelmät kuljetusyrityksessä*. Tampereen teknillinen yliopisto, diplomityö. 92 s.

Lumiaho A. (1990). *ATK kuljetusten apuna: Kuljetusten suunnittelun optimointimallit ja atk-sovellukset*. Suomen kuljetustaloudellinen yhdistys, Helsinki. 34 s.

LVM eli liikenne- ja viestintäministeriö (2002). *Logistiikkaselvitys 2001*. Liite 2: Termistöluettelo ja termien selitykset.

www.mintc.fi/www/sivut/dokumentit/julkaisu/julkaisusarja/2002/a52011t2.pdf (luettu 2.8.07).

LVM (2004). *Liikennesektorin ympäristökäsikirja (luonnos)*. 87 s.

www.mintc.fi/www/sivut/dokumentit/julkaisu/julkaisusarja/2004/0504.pdf (luettu 12.9.07).

LVM (2006a). *Raskaan kaluston kuljettajien ajokorttikoulutus*. Helsinki. 90 s.
www.mintc.fi/oliver/upl370-Julkaisuja%2042_2006.pdf (luettu 27.9.07).

LVM (2006b). *Kuljetusketjujen energiakatselmus (KAEMUS)*. LVM:n julkaisuja 46/2006, Helsinki. 19 s.

LVM (2007). *Energiatohokkuuden ja ympäristönäkökohtien huomioon ottaminen kuljetuspalvelujen hankinnoissa*. Ohje. 8 s. www.mintc.fi/oliver/upl606-Energiatohokkuusohje.pdf (luettu 12.9.07).

Matikka V. (2004). *Paikkatietojärjestelmien soveltamismahdollisuudet ja digitaalisten keräyspisteiden sijaintitarkkuus jätehuollossa*. Oulun yliopisto, diplomiyo. 131 s.

McKinnon A. (2003). *Logistics and the Environment*. Sivut 665–686 julkaisussa *Handbook of transport and the environment*, jonka ovat toimittaneet Hensher D. ja Kenneth J. Elsevier, Boston. 854 s.

Miller G. (2005). *Living in the Environment: Principles, Connections, and Solutions, 14th edition*. Thomson Brooks/Cole, Lontoo. 642 s. ISBN 0-534-99728-7.

Motiva (2007a). Motivan raskaskalusto-Internetsivut. www.motiva.fi/fi/raskaskalusto/rastu (luettu 30.7.07).

Motiva (2007b). Motivan esite: Ajoneuvon huolto, päivitys ja retrofit.
www.motiva.fi/fi/julkaisut/liikenne/raskaankalustonenergiankaytto/ajoneuvonhuolto.html (luettu 23.7.2007).

Motiva (2007c). Kuljetusketjujen energiakatselmus -Internetsivut.
www.motiva.fi/fi/yjay/teollisuus/kuljetusketjujenenergiakatselmus/pilottiryitykset/omgharjavalntanickeloy.html (luettu 1.10.07).

Mäkelä K. (2007). *EMISTRA – Energy and Environment Accounting and Reporting System*. Seminaariesitelmä 14.9.07 Helsingissä.

Mäkelä K., Laurikko J. (2004). *Energiansäästösopimuksen seurantajärjestelmä*. VTT, esitutkimus, Espoo.
www.motiva.fi/attachment/f16d4d543f99d7a59f54560a69063a0e/07495f38f5dc6ea46932efb46b0ac85e/HD-energia_ESSseurantaraportti.pdf (luettu 21.8.07).

Mäkelä K., Sirkiä A. (2005). *Raskaiden ajoneuvojen optimaalinen ajotapa*. Sivut 50–55 julkaisussa *Raskaan ajoneuvokaluston energiankäytön tehostaminen – Raportti 2005*, VTT, Nylund N., ym. 65 s. www.motiva.fi/attachment/f16d4d543f99d7a59f54560a69063a0e/a6457dbacf8a2abe43d7db25508c03bd/HDEnergiaVuosisraportti2005_lop.pdf (luettu 19.10.07).

Mäkelä K., ym. (2006). *Suomen tieliikenteen pakokaasupäästöt – LIISA 2005 laskentajärjestelmä*. VTT, tutkimusraportti, Espoo. 47 s.
<http://lipasto.vtt.fi/lipasto/liisa/liisa2005raportti.pdf> (luettu 12.9.07).

- Mäkelä S. (toim.) (2001). *Vuosikirja 2000 – Liikenteen ja kuljetusten ympäristövaikutukset ja energiankäyttö*. VTT, Mobile2-projektien vuosiraportointi, Espoo. 278 s.
<http://virtual.vtt.fi/virtual/mobile/vuosikirja2000/m2vuosikirja2000.pdf> (luettu 19.09.07).
- Mäkinen T. (2007). Henkilökohtainen tiedonanto. Sähköposti (2.8.2007) ja puhelu (elokuussa 2007).
- Neste Oil (2007a). Dieselopas. 46 s. www.nesteoil.fi/binary.asp?GUID=C2B65D75-A170-4D62-94B8-A20B66BD1E1C (luettu 30.7.07).
- Neste Oil (2007b). Yrityksen Internetsivut.
www.nesteoil.fi/default.asp?path=35,52,109,7515,7543,7546 (luettu 30.7.07).
- Nyholm J. (2006). *Raskaan kaluston aerodynamiikan kehittäminen*. Teknillinen korkeakoulu, diplomityö. 82 s.
- Nylund N. (toim.) (2006a).
Raskaan ajoneuvokaluston energiankäytön tehostaminen – Yhteenvetoraportti 2003–2005. VTT. 69 s. www.motiva.fi/fi/raskaskalusto/rastu/raskaankalustonenergian kaytto (luettu 12.9.07).
- Nylund N. (toim.) (2006b).
Raskas ajoneuvokalusto: Turvallisuus, ympäristöominaisuudet ja uusi tekniikka ”RASTU”. VTT, vuosiraportti 2006. 103 s. www.rastu.fi (luettu 12.9.07).
- Nylund N. ym. (2006).
Vähäpäästöiset ajoneuvot Helsingissä. VTT, taustaraportti. 142 s.
www.hel.fi/wps/wcm/connect/resources/file/eb0a580a01947d5/HKI_Raportti_taustaraportti.pdf?MOD=AJPERES (luettu 12.9.07).
- Nylund N. (2007). *HDV Fuel Efficiency: Methodology, vehicle performance and potential for fuel saving*. Seminaariesitelmä 14.9.07 Helsingissä.
- OPT-LOG (2007). Jyväskylän yliopiston OPT-LOG –hankkeen Internetsivut.
http://research.jyu.fi/optlog/EUROGEN_OPT-LOG.pdf (luettu 2.8.07).
- OR/MS Today (2006). Lehden Internetsivut. *Vehicle Routing Survey*, June 2006.
www.lionhrtpub.com/orms/surveys/Vehicle_Routing/vrss.html (luettu 1.8.07).
- Paetronics (2004). Tuote-esite: Econen II ecoread.
- Paetronics (2007). Yrityksen Internetsivut. www.paetronics.fi (luettu 30.8.07).
- Procomp Solutions (2007). Yrityksen Internetsivut. www.procomp.fi (luettu 2.8.07).
- Prolosoft (2007).
Yrityksen Internetsivut. www.prolosoft.fi/products/index.asp?lang=&s=transserver (luettu 2.8.07).
- Pyrrö S. (2007). Henkilökohtainen tiedonanto. 5–11/2007.

Pöllänen M., Mäntynen J. (2002). *Tieliikenne*. Tampereen teknillinen korkeakoulu, Liikenne- ja kuljetustekniikka, julkaisu 32. 166 s.

Rauhala J. (1996). *Kuorma-autokuljetusten tehokkuus*. Tampereen teknillinen korkeakoulu, Liikenne- ja kuljetustekniikka, tutkimuksia 17. 126 s.

Rauhamaäki H., ym. (2006). *Raskaiden ajoneuvojen polttoaineenkulutuksen seurantajärjestelmien kehittäminen*. Tampereen teknillinen yliopisto, tutkimusraportti 63. 68 s. ISBN 952-15-1574-0.

Reinikainen R., ym (1997). *Logistiikan perusteet*. Tampereen teknillinen korkeakoulu, Liikenne- ja kuljetustekniikka, julkaisu 27. 185 s.

Rizet C., Keita B. (2005). *Chaînes logistiques et Consommation d'énergie : cas du Yaourt et du Jean*. Ranskan energia- ja ympäristövirasto ADEME. 75 s.
www2.ademe.fr/servlet/getBin?name=ED68F7542414C2A9F1A5751C698F33B21144657704964.pdf (luettu 19.10.07).

Rohweder L. (2004). *Yritysvastuu – kestävä kehitys organisaatiotasolla*. WSOY, Porvoo. 255 s.

Salmu E. (2007). Henkilökohtainen tiedonanto. Sähköposti (27.6.07) ja puhelu (8.8.07).

Salo M. (2007). Henkilökohtainen tiedonanto. Sähköposti (10.9.07).

Scania (2007). Yrityksen Internetsivut.
www.scania.fi/Scania_services/fleet_management (luettu 6.7.07).

SKAL eli Suomen Kuljetus ja Logistiikka ry (2007). Organisaation Internetsivut.
www.skal.fi/files/46/Ilmastonmuutoksen_hillitseminen.pdf (luettu 26.7.07).

Suojanen I. (2007). Henkilökohtainen tiedonanto. Sähköposti ja puhelu (2.-3.8.07).

Stenholm P. (2004). *Maantiekuljetusyrityksen ympäristölähtöinen kilpailukyky*. Turun kaupakorkeakoulun, sarja A-15:2004. 169 s.

TEMiL (2006). *TEMiL – Telematical Environment Measuring Logistics*. Jyväskylän ammattikorkeakoulu, loppuraportti. 30 s.

TEKES (2005a). *Streams – Yhdyskuntien jätevirroista liiketoimintaa 2001–2004*. TEKES, loppuraportti, Helsinki. 311 s. www.tekes.fi/julkaisut/Streams.pdf (luettu 14.8.07).

TEKES (2005b). *iWaste – Jätehuollon tiedonhallinnan kehittäminen*. TEKES, Kuopion yliopisto ja Oulun yliopisto, loppuraportti. 47 s.
http://envi.uku.fi/iwaste/files/iWaste_Loppuraportti_030605.pdf (luettu 12.9.07).

TEKES (2007). Organisaation Internetsivut.
www.tekes.fi/ajankohtaista/asiakkaiden_tuloksia/menestystarina_tiedot.asp?id=4626 (luettu 6.8.07).

- TietoEnator (2007). Yrityksen Internetsivut. www.tietoenator.fi/default.asp?path=408,410,16095,1127,15768 (luettu 2.8.07).
- Tilastokeskus (2006). Suomen tilastollinen vuosikirja 2006. Tilastokeskus, Helsinki. 712 s. ISBN 952-467-607-9.
- Tilastokeskus (2007). (Sivun päivämäärä 21.11.2002.) Organisaation Internetsivut. www.stat.fi/ajk/tiedotteet/v2002/244liis.html (luettu 19.9.07).
- transECO₂ (2007). Projektin Internetsivut. www.transecO2.dk (luettu 12.9.07).
- Treatise (2006a). *Vaihtoehtoiset polttoaineet ja ajoneuvot*. Motivan tuottama Euroopan komission Treatise-projektiin kuuluva opas. 47 s. Saatavilla sähköisesti osoitteessa www.treatise.eu.com/aineistot.html (luettu 23.10.07).
- Treatise (2006b). *Taloudellinen ajaminen – älykäs ajotapa*. Motivan tuottama Euroopan komission Treatise-projektiin kuuluva opas. 44 s. Saatavilla sähköisesti osoitteessa www.treatise.eu.com/aineistot.html (luettu 23.10.07).
- Tuisku T. (2006). *Helsingin jakeluliikenteessä MB Sprinter NGT*. Artikkelit Logistiikka-lehdessä 2/2006. s. 46.
- Volvo (2007). Yrityksen Internetsivut. www.volvo.com/trucks/finland-market/fi-fi/services/DFOL-2006 (luettu 29.10.07).
- VR-konserni (2005). *Vastuuaraportti 2005*. www.vr-konserni.fi/index/vr_konserni/Julkaisut/Ymparistoraportit.html (luettu 5.7.2007).
- VTT (1999a). *Vihreän energian kriteerit ja elinkaariarviointi energiatuotteiden ympäristökilpailukyvyn arvioinnissa*. VTT, tiedote, Espoo. 177 s. www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/1999/T1974.pdf (luettu 23.7.2007).
- VTT (1999b). *Energia Suomessa – Tekniikka, talous ja ympäristövaikutukset*. Edita, Helsinki. 368 s.
- VTT (2005). *Rakennusteollisuuden tavaraliikenteen mallintaminen*. VTT, tiedotteita, Espoo. 40 s. www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2005/T2282.pdf (luettu 26.7.07).
- VTT (2007a). LIPASTO-laskentajärjestelmän Internetsivut ja yksikköpäästösivusto. <http://lipasto.vtt.fi> (luettu 10.9.07).
- VTT (2007b). Lehdistötiedotteet polttoaineen kulutukseen vaikuttavista tekijöistä.
- Waters D. (2003). *Logistics – An Introduction to Supply Chain Management*. Palgrave MacMillan, New York. 354 s.
- WM-data (2007). Yrityksen Internetsivut. www.logicacmg.com/Finland/400007488 (luettu 2.8.07).

WSP Finland (2007). Yrityksen kuva-arkisto.

Ympäristö (2007). Valtion ympäristöhallinnon Internetsivut, EMAS-rekisteri.
www.ymparisto.fi/default.asp?node=1642&lan=fi (luettu 7.9.07).

Öljy- ja Kaasualan Keskusliitto (2007). Organisaation Internetsivut.
www.oil-gas.fi/index.php?m=5&id=223 (luettu 30.7.07).

Kannen kuvat

Mäkelä K. (2005). *Kuljetusalan energiansäästösopimuksen seurantajärjestelmän pilottihanke, EMISTRA-pilotti*. VTT, Espoo. 40 s.

www.scania.com/Images/Euro%204_motor_tcm10-43177.jpg (luettu 30.8.07).

Suojanen I. (2007). Henkilökohtainen tiedonanto. Sähköpostit (2.-3.8.07).

<http://wasteheat.com/Compete2.jpg> (luettu 30.8.07).

Liite 1

Alla on ryhmitelty toimialoittain INTERACTION-hankkeeseen aktiivisesti osallistuvat suomalaiset yritykset ja organisaatiot sekä ulkomaalaiset yhteistyökumppanit.

Tukkukauppa

- Suomen Kaupan Liitto
- Munakunta ja Kuljetusliike Hirvensalo
- Onninen ja Vip-kuljetus
- Örum ja DSV Road
- Wulff ja Itella

Elintarviketeollisuus

- Elintarviketeollisuusliitto
- Leaf Suomi
- Sinebrychoff
- Tuoretie

Jätehuolto

- Jätelaitosyhdistys
- Kuntaliitto
- Itä-Uudenmaan Jätehuolto
- Jäte kukko
- Lapin Jätehuolto kuntayhtymä
- Oulun Jätehuolto
- Pirkanmaan Jätehuolto
- Turun Seudun Jätehuolto
- YTV jätehuolto

Muut suomalaiset organisaatiot

- Liikenne- ja viestintäministeriö
- Kauppa- ja teollisuusministeriö
- Elinkeinoelämän keskusliitto
- Suomen Kuljetus ja Logistiikka ry
- Motiva
- WSP Finland

Ulkomaalaiset yhteistyökumppanit

- ABEA, Bulgaria
- Baltic Energy Forum
- Berliner Energieagentur, Saksa
- Buck Consultants International, Alankomaat
- CONTE, Tšekki
- CRES, Kreikka
- EVO, Alankomaat
- SenterNovem, Alankomaat
- TRADEMCO, Kreikka

Liite 2

INTERACTION-yrityksen logistinen profiili

OSA B – Toimenpiteisiin liittyvät kysymykset

Kauppa ja elinarvike

Yhteystiedot	
Organisaation nimi	
Kontaktihenkilö(t) ja yhteystiedot	Nimi, sähköposti, puhelinnumero

Taustatietoja	
Kuljetuskustannukset (sis. alv.)	_____ €, vuonna _____ (Jatkossa ilmoitetaan aina tämän vuoden tiedot.) _____ € / tonni (mikäli hyödyllinen tieto)
Mitä kuljetuskustannukset sisältävät? (Mitkä ovat kuljetuksiin liittyvät muut mahdolliset kustannukset?)	Esim. kuljetussuunnittelu, lähetysten Internet-pohjainen seuranta, toimitus vuorokauden kuluessa.
Asiakastoimitukset	_____ toimitusta / viikko keskimäärin
Kuljetettu tavaramäärä	_____ tonnia (mikäli hyödyllinen tieto)
Ajokilometrit	_____ km/vuosi
Tonnikilometrit	_____ tkm/vuosi (mikäli saatavilla)
Ajoneuvojen määrä	_____ kpl (aiemmin ilmoitettuna vuonna keskimäärin)
Polttoaineen kulutus	_____ litraa dieseliä / vuosi, muita: _____
Kuljetusten säännöllisyys	Säännöllisyys ajan, reittien ja kuormien suhteen
Muita huomioita	

Kuljetusyrityksen seuranta	
Mitä asioita kuljetusyrityksen toiminnassa seurataan ja miten seuranta toteutetaan?	Tarkkaillaanko myös kuljetusten pakokaasupäästöjä tai esim. Euro-päästöluokkia?
Koetut seurannan hyödyt ja ilmenneet ongelmat	
Kuinka seurantaa haluttaisiin kehittää?	
Muita huomioita	

Liite 2

Kuljetusten ympäristölaatuvaatimukset	
Mitä ympäristölaatuvaatimuksia valittavalle kuljetusurakoitsijalle on? (Onko niiden toteuttamisessa ilmennyt vaikeuksia? Arvio vaatimusten kustannuksista, jos mahdollista.)	Esim. Euro-päästöluokat, taloudellisen ajotavan koulutus, ajoneuvopäätelaite, raportointivelvoite ajokilometreistä
Miten laatuvaatimuksia haluttaisiin kehittää?	Esim. biodieselin käyttö polttoaineen joukossa
Muita huomioita	

Kuljetussuunnittelu ja ohjelmat	
Miten kuljetusten suunnittelu toteutetaan?	Kuka suunnittelee, mitä suunnittelee, miten suunnittelee, mitä ohjelmia käytetään?
Käytetäänkö suunnittelussa optimointia?	Missä ja mitä?
Minkä osa-alueen suunnittelua haluttaisiin kehittää?	Aikataulutus, reittisuunnittelu, kuormasuunnittelu, kuljetustenohjaus ja poikkeamat...
Kuljetussuunnittelun integrointi muihin tietojärjestelmiin	Ohjelman nimi ja integroitavat kuten ohjelmointi (XML, ODBC) ja siirtotiedostot (Excel).
Kokemuksia kuljetussuunnittelun kehittämisestä	Esim. uuden suunnitteluohjelman käyttöönotto
Ajoreitin pysähdysten määrä	Esim. jakelukuljetuksissa noin 20 asiakaspysähdystä yhden ajoneuvon reitillä keskimäärin ja runkokuljetuksissa 1-2 pysähdystä mukaan lukien määräpaikka.
Muita huomioita	

Liite 3

INTERACTION-yrityksen logistinen profiili

OSA B – Toimenpiteisiin liittyvät kysymykset

Jätehuolto

Yhteystiedot	
Organisaation nimi	
Kontaktihenkilö(t) ja yhteystiedot	Nimi, sähköposti, puhelinnumero

Kuljetusurakoitsijan seuranta	
Mitä asioita kuljetusurakoitsijan toiminnassa seurataan ja miten seuranta toteutetaan?	Tarkkaillaanko myös kuljetusten pakokaasupäästöjä tai esim. Euro-päästöluokkia?
Koetut seurannan hyödyt ja ilmenneet ongelmat	
Kuinka seurantaa haluttaisiin kehittää?	
Muita huomioita	

Kuljetuksiin liittyvät laatuvaatimukset	
Mitä laatuvaatimuksia valittavalle kuljetusurakoitsijalle on? (Onko niiden toteuttamisessa ilmennyt vaikeuksia? Arvio vaatimusten kustannuksista, jos mahdollista.)	Esim. Euro-päästöluokat, taloudellisen ajotavan koulutus, ajoneuvopäätelaite, raportointiveloite ajokilometreistä
Miten laatuvaatimuksia haluttaisiin kehittää?	Esim. biodieselin käyttö polttoaineen joukossa
Muita huomioita	

Jätteenkuljetusten keskitetty kilpailuttaminen (Tarkastelun rajaus: yhdyskuntajäte poislukien elinkeinoelämän jätteet. Sama jatkossa)	
Kuvaus yhdyskuntajätteen kuljetuksen järjestämisestä	Esimerkki: Ennen jätelaitoksen X perustamista kunnissa W, Z ja Y asumiseen liittyvän yhdyskuntajätteen kuljetukset oli hoidettu sopimusperusteisesti. Alueella on yksi kaatopaikka, jonne jätteet vietiin suoraan ilman siirtokuljetusta. Vuonna 2005 kuntien W ja Z kuljetukset kilpailutettiin keskitetysti. Samassa yhteydessä otettiin käyttöön TCS logistiikan ohjausjärjestelmä ja urakoitsijat veloitettiin hankkimaan ajoneuvotietokoneet. Kilpailutuksen yhteydessä kuntaan W urakka-alueella otettiin käyttöön siirtokuljetukset. Kunnan Y kuljetusten kilpailuttaminen on parhaillaan käynnissä.

Liite 3

Kuvaus kilpailutuksen toteuttamisesta	<ul style="list-style-type: none"> - Urakka-alueiden muodostamisperusteet - Urakoiden pituus ja kilpailujen ajallinen porrastaminen - Maksuperusteet - Miten kuljetusten suunnittelu toteutetaan: Kuka suunnittelee, mitä ja miten? - Toteutettiin kilpailutukseen siirtymisen yhteydessä muita uudistuksia? - Varmistetaanko hyvien tarjousten saaminen jotenkin? Esim. vuorovaikutus urakoitsijoiden kanssa. 			
Tiedot kilpailuttamisen onnistumisesta				
Havaitut hyödyt ja haitat	<p>Esimerkki: Kuljetuskustannukset alenivat keskimäärin 10 % siirryttäessä keskitettyyn kilpailuttamiseen sopimusperusteista jätteenkuljetuksesta. Ajokilometrien määrä laski 10 % logistiikan ohjausjärjestelmän ansiosta kunnassa Z ja kunnassa W vähemmän oli suurempi eli 20 % siirtokuljetusten vuoksi.</p> <p>Reitit ja keräysaikataulut suunniteltiin kerralla uusiksi. Tämä aiheutti pientä haittaa asiakkaille.</p> <p>Keskitettyyn kuljetusten kilpailuttamiseen siirtyminen koettiin kannattavaksi ja sitä aiotaan jatkaa. Poikkeuksena harvaan asutut seudut, joille ei riittänyt urakoitsijoiden kiinnostusta.</p>			
Havaitut keskitettyyn kilpailutukseen siirtymisen menestystekijät ja uhat				
Keskitettyyn kilpailuttamiseen siirtymisen vaikutus kuljetuskustannuksiin (Tarkastelun rajaus: yksi tyypillinen esimerkkialue) <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center; border: none;">Ennen</td> <td style="width: 50%; text-align: center; border: none;">Jälkeen</td> </tr> </table>			Ennen	Jälkeen
Ennen	Jälkeen			
Tarkasteltava alue	Alueen nimi. Pyri valitsemaan keskitetyn kilpailuttamisen vaikutusten suhteen tyypillinen alue.			
Kuljetuskustannukset (sis. alv.)	_____ € (vuonna _____) (Jatkossa ilmoitetaan tämän vuoden tiedot.) _____ €/jätetonni	_____ € (vuonna _____) (Jatkossa ilmoitetaan tämän vuoden tiedot.) _____ €/jätetonni		
Mitä kuljetuskustannukset sisältävät? (Mitkä ovat kuljetuksiin liittyvät muut mahdolliset kustannukset?)	Esimerkki: Jätteiden keräily ja toimittaminen jäteasemalle. Lisäksi keräysvälineiden pesu kerran vuodessa. Ei sisällä jäteveroä.	Esimerkki: Samat kustannukset kuin aikaisemminkin. Kuljetussuunnittelu tosin otettiin kilpailutuksen yhteydessä jätelaitoksen vastuulle. Suunnittelu toteutetaan TCS logistiikan ohjausjärjestelmällä. Kilpailutuksen yhteydessä urakoitsijat veloitettiin ostamaan ajoneuvotietokoneet.		
Ajokilometrit Ajoneuvojen määrä Keskimääräinen kuormapaino Polttoaineen kulutus Muita polttoaineita	_____ km/vuosi _____ kpl _____ tonnia _____ litraa dieseliä /vuosi _____	_____ km/vuosi _____ kpl _____ tonnia _____ litraa dieseliä /vuosi _____		
Yhdyskuntajättemäärä (ilman elinkeinoelämän jätteitä) Asukasluku Keräilyalueen pinta-ala Muita huomioita	_____ tonnia/vuosi _____ asukasta _____ km ²	_____ tonnia/vuosi _____ asukasta _____ km ²		

Liite 4

INTERACTION-yrityksen logistinen profiili

OSA B – Hyvät toimintatavat ja kehitysprojektit

Toiminnan tehokkuutta voidaan parantaa lisäämällä tiedonvaihtoa hyväksi koetuista toimintatavoista ja kehitysprojekteista. Lomakkeella kerätään tällaisia toimintatapoja. Kiinnostavia aiheita voivat olla esimerkiksi yhteistyö kuljetusyrityksen kanssa tai uuden kuljetussuunnitteluohjelman hyödyt. Jätehuollon alalta voidaan erikseen mainita siirtokuljetukset, jätemäärien kausivaihtelun huomiointonottamien toiminnassa ja kaasuauto. Vaikka toimintatapojen vaikutuksia tai kustannuksia ei olisi tarkasti selvitetty, on niiden ilmoittamisesta silti hyötyä.

Toimintatapoihin ja kehitysprojekteihin liittyen otetaan kiitollisena vastaan myös kuvia INTERACTION-hankkeeseen liittyviä julkaisuja varten. Kuvat voidaan toimittaa sähköpostin liitetiedostona esimerkiksi jpeg- ja png-tiedostomuodoissa.

Yhteystiedot	
Organisaation nimi	
Kontaktihenkilö(t) ja yhteystiedot	Nimi, sähköposti, puhelinnumero

Toimintapa tai kehitysprojekti 1	
Nimi	
Kuvaus	
Vaikutukset	Ajokilometrit, polttoaineen kulutus, euromääräiset säästöt jne.
Kustannukset	Alkuinvestointi, käyttökustannukset, takaisinmaksuaika jne.
Taustamuuttajat	Ajokilometrit, kuljetetut tonnit, ajoneuvojen määrä jne.
Muita huomioita	

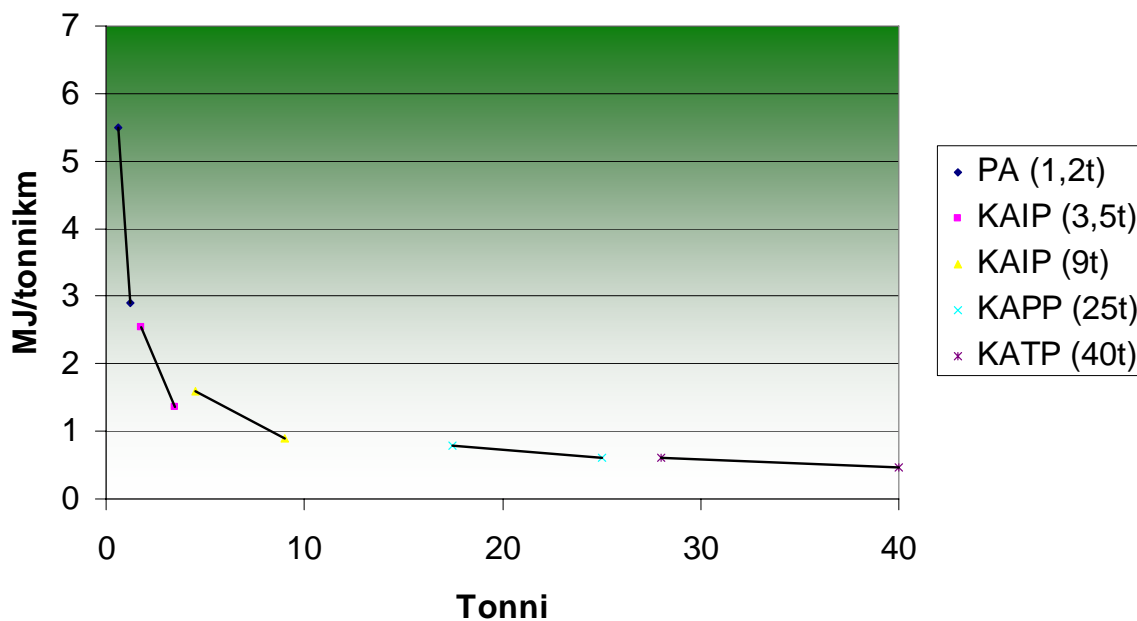
Toimintapa tai kehitysprojekti 2	
Nimi	
Kuvaus	
Vaikutukset	
Kustannukset	
Taustamuuttajat	
Muita huomioita	

Tarvittaessa kopioi laatikoita lisää. (Valitse laatikko hiirellä, ctrl+c ja siirry sivun loppuun, ctrl+v.)

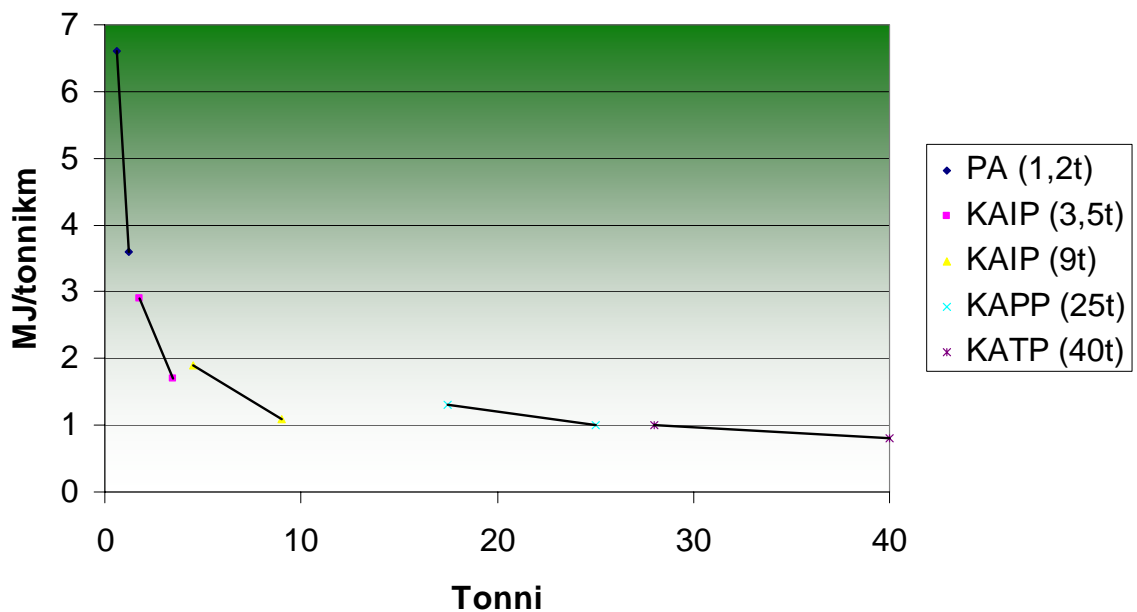
Liite 5

Kuvaajissa on esitetty ajoneuvotyyppien (Euro III) likimääräisiä ominaisenergiankulutusarvoja eri kuormilla. Ajoneuvotyyppien kantavuudet on ilmoitettu suluissa. Esimerkiksi pakettiauto (PA) voi ottaa kuormaa korkeintaan 1,2 tonnia. Tiedot ovat VTT:n yksikköpäästösivustolta (VTT 2007a).

Maantieajossa



Katuajossa



Liite 6

Taulukossa on laskettu alla lueteltujen toimenpiteiden vaikutukset erään yrityksen kuljetuskustannuksiin, hiilidioksidipäästöihin ja energiatehokkuuteen.

- Kaikille kuljettajille annetaan taloudellisen ajotavan koulutus. Polttoaineen kulutus laskee 5% (kts. kohta 3.3).
- Kuljetussuunnittelu toteutetaan kootusti ja siinä käytetään reitioptimointia sen sijaan, että kuljetusyrietykset suunnittelisivat kuljetuksensa itsenäisesti käsin. Ajokilometrien määrä laskee 10% (kts. kohta 5.2).

Polttoaine

Polttoaineen lämpöarvo

Polttoaineen hiilidioksidipäästö

Diesel	
36,335	MJ/l
2,66	CO ₂ -kg/l

Suure	Yksikkö	Ennen	Muutos	Jälkeen	Säästö
Ajokilometrit	km/vuosi	800 000	-10,0 %	720 000	80 000
Kuljetusmäärä	tonni/vuosi	26 000		26 000	
Keskim. polttoaineen kulutus	l/100km	39,0	-5,0 %	37,1	2,0
Kuljetuskustannukset	€/vuosi	1 100 000	-10 %	990 000	110 000
Kulutettu polttoainemäärä	l/vuosi	312 000	-15 %	266 760	45 240
Yksikkökuljetuskustannukset	€/tonni	42,3	-10 %	38,1	4,2
Kuljetussuorite	milj.tonnikm/vuosi	20 800	-10 %	18 720	2 080
Hiilidioksidipäästöt	CO ₂ -tonni/vuosi	830	-15 %	710	120
Ominaisenergiankulutus	J/tonnikm	545	-5 %	518	27
Energiatehokkuus	MJ/tonni	436	-15 %	373	63

Liite 7

Suuntaa-antava energiatehokkuusvertailu keskitetysti kilpailutetun ja sopimusperusteisen jätteenkuljetuksen välillä:

Kilpailutettu: 1 kuljetusyritys	
Alueella on tyhjennyksiä	100 tyhjennystä
Auton kulutus tyhjennyksessä	0,02 l/tyhjennys (1)
Kulutus tyhjennyksien aikana	2 l
(Tyhjennyspaikkojen välinen etäisyys	0,05 km)
Reitin kokonaispituus ilman siirtoajoa (100 tyhj.*0,05km/tyhj.)	5 km
Auton kulutus siirryttäessä keräilyalueelta toiselle	1,65 l/km (2)
Kulutus tyhjennyspaikalta toiselle siirryttäessä	8,25 l
Siirtoajoa: jäteasema-keräilyalue-jäteasema, kahdesti	40 km
Auton kulutus siirtoajossa	0,5 l/km
Kulutus siirtoajossa	20 l
Kulutus yhteensä	30,25 l

Sopimusperusteinen: 2 kuljetusyritystä	
Yritys 1	
Alueella on tyhjennyksiä	50 tyhjennystä
Auton kulutus tyhjennyksessä	0,02 l/tyhjennys
Kulutus tyhjennyksien aikana	1 l
(Tyhjennyspaikkojen välinen etäisyys	0,1 km)
Reitin kokonaispituus ilman siirtoajoa (50tyhj.*0,1km/tyhj.)	5 km
Auton kulutus siirryttäessä keräilyalueelta toiselle	1,30 l/km (3)
Kulutus tyhjennyspaikalta toiselle siirryttäessä	6,5 l
Siirtoajoa: jäteasema-keräilyalue-jäteasema, kerran	20 km
Auton kulutus siirtoajossa	0,5 l/km
Kulutus siirtoajossa	10 l
Yrityksen 1 kulutus yhteensä	17,5 l
Kahden yrityksen kulutus yhteensä	35 l

Kulutettu polttoaine: Kilpailutettu/Sopimusperusteinen

Ajokilometrit: Kilpailutettu/Sopimusperusteinen
Keräilykulutus kilpailutettussa (1,65l/km+2l/5km)
Keräilykulutus sopimusperusteisessa (1,30l/km+1l/5km)

86 % eli säästöä noin 14%.

90 % eli säästöä noin 10%.

2,05 l/km

1,5 l/km