

SATAKUNNAN AMMATTIKORKEAKOULU



Karoliina Suominen

2007

KULJETUSTEN YMPÄRISTÖJOHTAMINEN

Tekniikka Rauma
Tuotantotalouden koulutusohjelma

TIIVISTELMÄ

KULJETUSTEN YMPÄRISTÖJOHTAMINEN

Suominen, Karoliina

Satakunnan ammattikorkeakoulu

Tekniikka Rauma

Tuotantotalouden koulutusohjelma

Yritys: Forchem Oy

Valvoja: logistiikkapäällikkö Jussi Salonen

Tammikuu 2007

Ohjaaja: DI Kalle Virtanen

UDK-luokka: 504

Asiasanat: kuljetus, päästöt, ympäristöjohtaminen, ympäristövaikutukset

Ympäristöasiat ja niiden hoitaminen ovat nousseet tärkeäksi osaksi yrityksen toimintaa. Jatkuva lainsäädännön ja vaatimusten tiukkeneminen edellyttää yrityksiltä panostusta ympäristöratkaisuiden kehittämiseen. Tuotantolaitokset tuotantojärjestelmineen on hiottu mahdollisimman ympäristöystävällisiksi, joten haitallisten ympäristövaikutusten pienentämisessä on keskityttävä yrityksen muiden toimintojen ympäristövaikutuksiin.

Kuljetusketju osoittautuu useassa yrityksessä ympäristörasitteeksi. Jatkuvasti kehitetään teknisiä keinoja kuljetuskaluston aiheuttamien ympäristövaikutusten pienentämiseksi, mutta uudesta teknologiasta ei ole hyötyä, mikäli sitä ei sitouduta käyttämään. Kuljetustoiminnan ympäristövaikutusten pienentämiseksi yrityksillä on käytettävään myös lukuisia ympäristöjohtamisen työkaluja.

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli etsiä ratkaisuja Forchemin kuljetusten ympäristövaikutusten pienentämiseksi. Mahdollisuuksia kuljetusten ympäristöystävällisempään suuntaan ohjaamiseksi on runsaasti. Vaihtoehtoja yhdistelemällä ja perehtymällä asiaan syvemmin voidaan löytää edelleen uusia keinoja kuljetusten ympäristökuormituksen pienentämiseksi.

On kuitenkin otettava huomioon, että ympäristöhyöty ei aina kohtaa taloudellista hyötyä, joten ympäristöasioiden jatkuva parantaminen edellyttää yritykseltä panostusta ympäristötoimintaan. Tämän työn tarkoituksena oli etsiä mahdollisuuksia ympäristöystävällisemmän kuljetustoiminnan toteuttamiseksi. Työn ulkopuolelle jätettiin muutosmahdollisuuksien taloudelliset näkökulmat

ABSTRACT

ENVIRONMENTAL MANAGEMENT OF TRANSPORTATION

Suominen, Karoliina

Satakunta University of Applied Sciences

School of Technology Rauma

Industrial Management

Commissioned by Forchem Oy

Supervisor: Jussi Salonen, Logistics Manager

January 2007

Tutor: Kalle Virtanen, MSc (Eng)

UDC: 504

Keywords: transport, emission, environmental management, environmental impacts

Environmental issues have become an important part of the companies' operations. As the laws and demands are tightening, it is important for the companies to find out and introduce ways to develop their environmental solutions. New production plants are nowadays environmentally friendly to the greatest extent possible, so action need to be taken in other areas of the business.

Transportation seems to constitute a problem with regard to environmental concerns. New technical methods to reduce environmental effects of transportation vehicles are developed continually, but this is of no avail if the companies fail to put them into action.

The purpose of this thesis was to find solutions for Forchem to develop their transportations and reduce their environmental impacts. Once the environmental impacts of transportation had been worked out it was quite easy to find ways to reduce them.

Companies need to keep in mind that environmental benefits do not always meet the requirements of effective economy. Improvements in environmental aspects require investments from the company, and new operation modes need to be approved by all in the company. The aim of this thesis was to search for a solution that would enable Forchem to become more environmentally friendly in their transportation activities. Economical aspects of the suggestions were not observed.

ESIPUHE

Tämä työ on tehty Forchem Oy:lle. Forchemilla työn valvojana toimi logistiikkapäällikkö Jussi Salonen, jolle lämmin kiitos mielenkiintoisen aiheen tarjoamisesta ja yhteistyöstä projektin aikana. Kiitos myös Forchemin ympäristöpäällikkö Anu Valtoselle, joka auttoi Forchemin ympäristöasioiden selvittelyssä.

Satakunnan ammattikorkeakoulun puolesta työn ohjaajana toimi Kalle Virtanen, joka positiivisuudellaan on saanut luotua minuun uskoa projektin toteutumiseen ja jaksanut kannustaa jatkamaan eteenpäin. Suuri kiitos myös DI Jussi Saariselle, jonka yhteydet Forchemiin ja Jussi Saloseen mahdollistivat tämän työn tekemisen. Saariselle haluan osoittaa kiitoksen myös opintojeni tukemisesta opiskeluaikanani. Hänen kiinnostuksensa ja tukensa opintojani kohtaan ovat auttaneet suuresti.

Vielä lopuksi haluan kiittää kotijoukkojani, jotka ovat osoittaneet jaksamista ja kunnioitusta valintojani kohtaan opiskeluaikanani ja ovat ymmärtäneet pitkiä päiviä ja suurta työmäärää. Opinnäytetyöprojektini kanssa teiltä saamani tuki on ollut ensisijaisen tärkeää.

Raumalla 8.11.2006

Karoliina Suominen

SISÄLLYS

| | |
|---|----|
| TIIVISTELMÄ | 2 |
| ABSTRACT | 3 |
| ESIPUHE | 4 |
| 1 JOHDANTO | 8 |
| 2 FORCHEM OY | 10 |
| 2.1 Yleistä | 10 |
| 2.2 Logistiikka | 10 |
| 2.3 Mäntyöljy ja sen jalosteet..... | 11 |
| 2.4 Ympäristö..... | 12 |
| 2.5 Ympäristöjohtaminen..... | 13 |
| 3 YRITYKSEN YMPÄRISTÖVASTUU | 15 |
| 3.1 Yleistä | 15 |
| 3.2 Ympäristövastuun nelikenttäanalyysi | 16 |
| 4 YMPÄRISTÖJOHTAMINEN | 18 |
| 4.1 Yleistä ympäristöjohtamisesta | 18 |
| 4.2 Ympäristöjohtamisen työkalut | 20 |
| 4.3 Ympäristöjärjestelmät | 21 |
| 4.3.1 Yleistä ympäristöjärjestelmistä | 21 |
| 4.3.2 ISO 14001 -standardi | 22 |
| 4.3.3 EMAS..... | 23 |
| 4.5 Elinkaariarviointi..... | 24 |
| 5 VIHREÄ LOGISTIIKKA | 27 |
| 5.1 Yleistä | 27 |
| 5.3 Kuljetustarve | 29 |
| 5.4 Reittisuunnittelu | 29 |
| 6 KULJETUSMUOTOJEN YMPÄRISTÖVAIKUTUKSET | 31 |
| 6.1 Tieliikenne | 31 |
| 6.1.1 Päästöt | 31 |
| 6.1.2 Melu | 31 |
| 6.2 Rautatieliikenne | 32 |
| 6.2.1 Energiankulutus | 32 |
| 6.2.2 Päästöt | 32 |

| | |
|---|-----------|
| 6.2.3 Melu | 33 |
| 6.2.4 Tärinä | 33 |
| 6.3 Vesiliikenne | 33 |
| 6.4 Ilmaliikenne | 34 |
| 6.4.1 Energiankulutus | 34 |
| 6.4.2 Päästöt | 35 |
| 6.4.3 Meluhaitat | 35 |
| 7 KULJETUSMUOTOJEN YMPÄRISTÖVAIKUTUSTEN PIENENTÄMINEN | 36 |
| 7.1 Tieliikenne | 36 |
| 7.1.1 Säädökset | 36 |
| 7.1.2 Tekniset ratkaisut päästöjen pienentämiseksi | 37 |
| 7.1.3 Tekniset ratkaisut melun pienentämiseksi | 38 |
| 7.1.4 Vaihtoehtoiset polttoaine- ja moottoriratkaisut..... | 38 |
| 7.1.5 Liikenneympäristön kehittäminen..... | 38 |
| 7.1.6 Ajoneuvojen käyttö | 39 |
| 7.2 Rautatieliikenne | 39 |
| 7.2.1 Meluntorjunta..... | 39 |
| 7.3 Vesiliikenne | 40 |
| 7.3.1 Päästöjen vähentäminen | 41 |
| 7.3.2 Jätteiden käsittely | 42 |
| 7.3.3 Meluntorjunta..... | 42 |
| 7.3.4 Tulokaslajit..... | 42 |
| 7.3.5 Vesialueiden rakentaminen | 43 |
| 7.4 Ilmaliikenne | 43 |
| 7.4.1 Energiankulutuksen pienentäminen | 43 |
| 7.4.2 Päästöjen vähentäminen | 43 |
| 7.4.3 Meluntorjunta..... | 44 |
| 8 FORCHEMIN KULJETUSTEN YMPÄRISTÖVAIKUTUKSET | 45 |
| 8.1 Kuljetusten ympäristövaikutukset..... | 45 |
| 8.2 Kuljetusten ja tuotantolaitoksen ympäristövaikutusten vertailua | 46 |
| 9 YMPÄRISTÖYSTÄVÄLLISEMMÄT KULJETUKSET FORCHEMILLE | 49 |
| 9.1 Kuljetustoiminnan ympäristöjohtaminen..... | 49 |
| 9.2 Kuljetusmuodon valinta | 50 |
| 9.2.1 Vaihtoehtoisia kuljetusmuotoja..... | 50 |
| 9.2.2 Rauman sisäiset kuljetukset | 51 |
| 9.3 Kuljetuspalvelun tarjoajan valinta | 52 |
| 10 YHTEENVETO | 54 |
| LÄHDELUETTELO..... | 55 |

TERMILUETTELO

| | |
|------------------|--|
| CO | hiilimonoksidi |
| CO ₂ | hiilidioksidi |
| HC | hiilivety |
| NO _x | typen oksidit |
| N ₂ O | typpioksiduuli |
| CH ₄ | metaani (hiilivety päästöihin sisältyvä) |
| PM | hiukkaset |
| SO ₂ | rikkidioksidi |
| Pb | lyijy |

1 JOHDANTO

Yrityksiltä odotetaan yhä suurempaa panostusta ympäristöasioihin. Toimintatavat kehittyvät jatkuvasti, jotta yritysten päästökuormat saataisiin kuriin. Viimeisten vuosien aikana on havahduttu huomioimaan myös yrityksen muiden toimintojen aiheuttamat ympäristövaikutukset. Uusien tuotantolaitosten päästökuormat on todettu pieniksi verrattuna yrityksen muihin toimintoihin.

Ympäristövastuun painoarvo yritystoiminnassa on edelleen kehittyvä. Kuluttajien ympäristötietous heijastuu myös teollisuuteen. Teollisuusyritysten on pystyttävä näyttämään asiakkailleen, että ympäristöasioiden huomioiminen on yksi toiminnan lähtökohdista. Yrityksillä on myös lainsäädännöllinen vastuu ympäristöstä sekä ennakoivalvonnan mukaisesti että toteutuneiden ympäristöstä aiheutuvien kustannusten osalta.

Yksi yrityksen johtamisaloista on ympäristöjohtaminen, jonka tavoitteena on ympäristöasioiden mallikas hoitaminen niin yrityksen sisäisen kuin ulkoisenkin ympäristökuvan takaamiseksi. Ympäristöjohtaminen tarjoaa lukuisia työkaluja ympäristöasioiden huomioimiseksi yrityksen toiminnassa. Työkalujen käyttö on pyritty tekemään helpoksi, jotta yritykset ottaisivat niitä mahdollisimman laajasti käyttöön. Ympäristöjohtamisen työkalut on otettavissa käyttöön myös liiketoimintayksikölle tai yrityksen osastolle, jolloin voidaan tehokkaasti keskittyä jonkun tietyn osa-alueen ympäristötoiminnan kehittämiseen.

Ympäristöjärjestelmä on hyvin tehokas menetelmä ympäristöasioiden johtamiseen. Sen käyttö myös liiketoimintayksikön tai yrityksen osaan on luonnollista, varsinkin yrityksen soveltaessa ympäristöjärjestelmää toimintansa ympäristöjohtamiseen. Ympäristöjärjestelmä ei edellytä tiettyjen vaatimusten täyttymistä, vaan yrityksen asettamat tavoitteet ovat sen perusteena.

Liikenteen aiheuttamat ympäristövaikutukset kasvavat suoritteiden kasvaessa. Liikenteen ympäristövaikutukset eivät rajoitu pelkästään päästöihin, vaan jokaisella kuljetusmuodolla on omat vaikutuksensa ympäristöön, joten niihin on keskityttävä erikseen. Sekä

päästöjen että muiden ulkoisiin tekijöihin, kuten meluun ja tärinään, on pyritty vaikuttamaan myös teknisin keinoin. Tekniikan kehityksen toivotaan tuovan ratkaisevia keinoja päästökuorman hillitsemiseksi ja kasvun kääntämiseksi laskuun. Liikenteen aiheuttamien päästöjen hillitsemiseksi laaditaan uusia, entistä kireämpiä vaatimuksia, jotka kuljetuskaluston on täytettävä.

Vihreä logistiikka on suhteellisen uusi suuntaus, jonka periaatteiden toteutumisella etsitään keinoja pienentää logistiikan aiheuttamaa päästökuormaa. Logistiikan keinoja ympäristöasioihin vaikuttamiseksi ovat mm. kuljetusmuodon ja toteuttajan valinta, kuljetusten yhdisteleminen ja ympäristöystävällisemmän polttoaineen käyttäminen. Vihreän logistiikan tehtävänä on löytää mahdollisimman ympäristöystävällinen tapa kuljettaa tuotteita valmistuslaitoksilta aina loppukuluttajille asti.

Kuljetustoiminnan ympäristövaikutusten selvittäminen on suhteellisen raskas prosessi, mutta ratkaisujen löytäminen päästökuorman pienentämiseksi on haastavampaa. Täydellinen selvitystyö vaatii perehtymistä mahdollisuuksiin niin teknisesti kuin taloudellises-tikin. Ratkaisuehdotuksien tekeminen on pohja selvitystyöhön ja kuljetusten muuttami-seen ympäristöystävällisempään suuntaan.

2 FORCHEM OY

2.1 Yleistä

Forchem Oy on Raumalla vuonna 2002 tuotannollisen toimintansa aloittanut mäntyöljyn jalostukseen keskittyvä yritys. Maailman suurimmasta, viimeisimmällä teknologialla ja osaamisella suunnitellusta, mäntyöljyn tislausyksiköstä valmistuu vuodessa 175 000 tonnia erilaisia mäntyöljyjalosteita, tehtaan toimiessa täydessä tuotantovalmiudessa. Edellä mainittu kapasiteetti kattaa yli 10 % maailman mäntyöljynjalostuksesta. Forchem työllistää Raumalla 40 henkilöä, mutta tehtaan välillinen työvoimavaikutus on noin 100 henkilöä. Rauman tehtaan lisäksi Forchemilla on myyntikonttorit Saksassa, Ranskassa ja Iso-Britanniassa. (Forchem 2005a.)

2.2 Logistiikka

Koska Forchemin tuotannosta vientituotteita on noin 90 %, edellyttää mittava viennin osuus hyviä kulkuyhteyksiä. Logistisesti tehtaan sijainti on hyvä, sillä Raumalle on hyvät yhteydet teitse, rautateitse ja meritse. Rauman satama tarjoaa hyvät ja säännölliset yhteydet muuhun Eurooppaan, jonne valtaosa Forchemin viennistä suuntautuu. (Forchem 2005a.)

Forchemin kuljetukset vaihtelevat normaalista meri- ja tieliikenteestä konttiliikenteeseen. Kuljetusmuodon valinnassa pyritään nopeuden lisäksi ottamaan huomioon asiakkaan infrastruktuuri, eli asiakkaille pyritään toimittamaan tuotteet sillä kuljetusmuodolla, joka on heille käytännöllisin. (Forchem 2005a.)

Forchemille saapuvia raaka-ainekuormia on vuosittain noin 5000, ja tehtaalta lähteviä valmistuotekuormia on noin 7000. Forchemin saapuvista kuljetuksista valtaosa toteutetaan tieliikenteenä. Osa saapuvista kuormista saapuu Raumalle rautateitse, mutta myös näihin kuljetuksiin liittyy tiekuljetus sekä lastaus- että purkauspäässä. Lähtevät kulje-

tukset pyritään toteuttamaan asiakastoiveiden mukaisesti. Tällä hetkellä lähtevät kuljetukset Pohjoismaihin hoidetaan tiekuljetuksina säiliöautoilla, mutta Ruotsiin toimitetaan tuotteita myös tankkialuksilla. Keski-Euroopan toimitukset toteutetaan konteilla, jotka kuljetetaan pääasiallisesti meriteitse. Kaukokohteiden kuljetukset ovat kappaletavarakuljetuksia tai vaihtoehtoisesti flexitankki-kuljetuksia. Iso-Britanniaan toimitukset toteutetaan merikuljetuksina tankkialuksilla, mutta poikkeustapauksissa tuotteita saatetaan toimittaa myös konteissa. Ilmakuljetuksina kuljetetaan ainoastaan näytteitä.

2.3 Mäntyöljy ja sen jalosteet

Mäntyöljy ja sen jalostus ovat ympäristöystävällistä kemiaa, koska raakamäntyöljy ja sen jalosteet perustuvat uusiutuvaan luonnonvaraan, mäntyyn. Kyseessä on selluteollisuuden sivutuotteen hyötykäyttö. Koska mäntyöljy on selluteollisuuden sivutuote, ovat sellutehtaat luonnollisesti Forchemin raaka-ainetoimittajia ja valtaosa raaka-aineesta ostetaan Suomessa sijaitsevilta sellutehtailta. (Forchem 2005b.)

Forchem jalostaa mäntyöljystä mäntyrasvahappoa ja -hartsia, lisäksi rinnakkaistuotteena syntyy mäntypikeä. Mäntyhartsi on teollisuuden perusraaka-aine, jota käytetään erilaisissa liimasovelluksissa, kuten kuumasula-, laastari- ja tarraliimoissa sekä painovärien sideaineissa. Mäntyhartsia käytetään myös kumiteollisuudessa ja purukumien valmistuksessa. Hartsien osuus Forchemin kokonaistuotannosta on noin 20-30 %. (Forchem 2004a.)

Mäntyrasvahappoja käytetään maaliteollisuudessa öljymaalien sideaineena, pinnoitteiden raaka-aineena, metallintyöstö-öljyssä, voitelu- ja hydraulikkaöljyissä, puhdistusaineiden valmistuksessa, malmien rikastekemikaaleina ja polttoaineiden lisäaineina. Rasvahappojen osuus tuotannosta on noin 30-40 %. (Forchem 2004a.)

Mäntypikeä käytetään pääosin biopolttoaineisen energian tuotannossa, johon se soveltuu erinomaisesti vähärikkisenä, uusiutuvana raaka-aineena. Vähäisempiä määriä mäntypikeä käytetään myös painovärisideaineena, asfaltin valmistukseen sekä kumi- ja kai-vosteollisuuden prosesseissa. Lisäksi mäntypiki sisältää elintarvike- ja lääketeollisuuden tarvitsemia, kolesterolia alentavia steroleja. (Forchem 2004a.)

Raakamäntyöljyn jalostus pohjautuu fysikaaliseen erotusprosessiin eli tislaukseen, jossa eri tuotteet valmistetaan ilman vieraiden kemikaalien käyttöä. Prosessissa esiintyy siis käytännössä vain puun sisältämiä yhdisteitä. Kaikki talteen otettavat tuote- ja sivutuotevirrat sopivat joko biohajoaviksi myyntituotteiksi tai biopolttoaineiksi. (Forchem 2004a.)

Mäntyöljyn ja sen jalosteiden käsittely vaatii varovaisuutta, sillä käsiteltynä ilman asianmukaisia suojarusteita ne saattavat aiheuttaa ärsytystä ja herkistymistä. Vahvoina aineina mäntyöljy jalosteineen edellyttää käsitelijältään asianmukaisia suojarusteita. Aineet ovat usein kuumia, joten niiden käsittelyssä on huomioitava myös palovammojen riski. (Forchem 2006.)

Vaikka mäntyöljy onkin ympäristöystävällisen kemian tuote, jonka biohajoavuus on hyvä, se tai sen jalosteet eivät kuitenkaan sovi ympäristöön. Ympäristövahinkojen välttämiseksi ei mäntyöljyvalmisteita saa päästää viemäriin, vesistöihin, pohjaveteen eikä maaperään. Valmisteet ovat vaarallisia erityisesti vesistöille. Onnettomuustilanteessa suurin määrä valmistetta kerätään kannellisiin säiliöihin ja loput imeytetään imukykyiseen aineeseen ja kuljetetaan käytettäväksi tai hävitettäväksi. (Forchem 2006.)

2.4 Ympäristö

Tehtaan suunnittelussa ja prosessien mitoituksessa paneuduttiin erityisesti ympäristönäkökohtiin. Hankkeesta tehtiin ennen tehtaan suunnittelun alkua laaja ympäristövaiikutusten arviointitutkimus, jonka tulokset ovat näkyneet koko suunnitteluprosessissa. Prosessin rakenteissa ja mitoituksissa käytettiin alan viimeisintä tietoa ja osaamista, joten luonnonvarojen hyödyntäminen ja energian käyttö on mahdollisimman tehokasta. Tehdas toimii kestävän kehityksen periaatteella resursseja säästäen. (Forchem 2005b.)

Forchemin keskeisiä arvoja ovat puhdas tuotantotekniikka ja luonnonvarojen säästävä toimintatapa. Prosessilämpö otetaan talteen jalostusprosessissa tukevassa muodossa eli höyrynä. Prosessissa tarvittavan veden käyttö on minimoitu. Osa vedestä käytetään uudelleen omassa prosessissa ja laitoksesta poistuva jätevesi käytetään uudelleen viereisessä sellutehtaassa. Muutoinkin tiivis integraatio paikallisen metsäteollisuuden kanssa mahdollistaa pidemmälle viedyn materiaalivirtojen kierrätyksen ja talteenoton, kuin on

aikaisemmin rakennetuissa mäntyöljytislaamoissa ollut mahdollista. Tehtaan lämpökatilan polttoaineena käytetään tuotantoprosessin omia keveitä tislejakeita. Näin menetellen vähennetään rikkidioksidipäästöjä noin puoleen siitä, jos käytettäisiin kevyttä polttoöljyä. (Forchem 2005b.)

Laitoksella syntyvien jätteiden määrä on pieni verrattuna muiden tuotantolaitosten jättemäärään. Jätteiden keräily ja asianmukainen käsittely takaavat sen, että jätteiden ympäristövaikutukset rajoittuvat jätteiden loppusijoitus- ja käsittelypaikoille. Jätteiden määrää vähennetään lajittelemalla ne jo syntyäpaikoillaan. Kaatopaikalle toimitettavasta jätteestä on poistettu kaikki käyttökelpoinen materiaali, joka toimitetaan erikseen kierrätykseen. Mäntyöljytislaamon jätevesi muodostuu pääosin tyhjöjärjestelmän likaislauh-teista. Forchemin jätevedet eivät mene paikallisen metsäteollisuuden jätevesipuhdistamolle, vaan jätevesi johdetaan Botnian sellutehtaan jätevesistripperille ja sieltä edelleen sellutehtaan vesikiertoon. (Forchem 2005b.)

Mittausten mukaan tehtaan melu on selvästi viranomaisten vaatimusten ja laskennallisen leviämismallin tasojen alapuolella. Tämä on mahdollista uusien laiteratkaisujen ja äänieristysten avulla. (Forchem 2005b.)

2.5 Ympäristöjohtaminen

Forchem on sertifioinut laatu- ympäristö- sekä työterveys- ja työturvallisuusjärjestelmänsä, joten kyseisten alojen johtaminen perustuu niitä koskevien standardien vaatimusten täyttämiseen. Ympäristöjohtamisen perustana on ISO 14001-standardin noudattaminen, vuonna 2004 vahvistetun standardin sisällön mukaisesti. (Forchem 2004b.)

Vuosittain ympäristöasioiden tiimoilta laaditaan suunnitelmia, joiden tavoitteena on nostaa toiminnan ympäristötehokkuutta. Vuosittain asetetaan ympäristönäkökohtiin perustuvia tavoitteita, jotta järjestelmä kehittyisi ja pysyisi tehokkaana. Vuoden 2006 tavoitteina ovat olleet kattiloiden alasajojen tehostaminen, satunnaispäästöjen ja prosessijätteen minimoiminen sekä logistiikan ympäristövaikutusten selvittäminen. (Forchem 2004b.)

Järjestelmien katselmoinnit, joiden tavoitteena on valvoa, ohjata ja kehittää järjestelmiä osana yhtiön kokonaistavoitteita, toteutuvat johdon toimesta kolmesti vuodessa. Lisäksi johtoportaan kuukausittaisissa palavereissa analysoidaan vuodelle asetettujen tavoitteiden kehittymistä ja etenemistä. Varsinaisista järjestelmien auditoinneista vastaa SFS-Inspecta. (Forchem 2004b.)

3 YRITYKSEN YMPÄRISTÖVASTUU

3.1 Yleistä

Yrityksen ympäristövastuuta voidaan tarkastella samalla tavalla kuin taloudellista vastuutakin; välittömän ja välillisen vastuun näkökulmasta. Välitön vastuu tarkoittaa yrityksen itsensä aiheuttamien välittömien ympäristöongelmien ja -riskien hallintaa sekä luonnonvarojen kestäväää käyttöä. Lähtökohtana on suunnitella ja toteuttaa yrityksen toimintaa siten, että raaka-aineita ja energiaa käytetään tarkoituksenomaisesti ja että syntyvien jätteiden ja päästöjen määrää pyritään minimoimaan. Tavoitteet koskevat koko toimintaketjua eli raaka-aineiden hankintaa, tuotantoa, tuotekehitystä, suunnittelua, kuljetusta, tuotteen kulutusta, kierrätystä ja jätehuoltoa. (Rohweder 2004, 99.)

Yritysten toimintojen ulkoistamisen lisääntyminen on kasvattanut välillisen ympäristövastuun merkitystä. Tästä näkökulmasta yritysten tulisikin määritellä, millaisia ympäristönsuojeluun liittyviä toimia ne vaativat yhteistyökumppaneiltaan. Ekologisen välittömän ja välillisen vastuun määrittelyssä voidaan käyttää elinkaariajattelua. Sen avulla voidaan huomioida kaikki ne välilliset ja välittömät ympäristöä koskevat vaikutukset, joita yritys aiheuttaa. Välillinen vastuu voi liittyä myös yrityksen välittömään vaikutuspiiriin ulkopuolella oleviin luonnon monimuotoisuuden turvaamiseen ja luonnonsuojeluun liittyviin hankkeisiin osallistumiseen. (Rohweder 2004, 100.)

Yrityksillä on lainsäädännöllinen vastuu ympäristöstä ennakoivalvontajärjestelmän mukaisesti ja niiden on vastattava toiminnastaan aiheutuvista, ympäristöön liittyvistä kustannuksista. Lisäksi vastuuseen liittyy myös vastuu sidosryhmiä kohtaan. Asiakkaat, omistajat, toimittajat ja kuluttajat vaativat usein yrityksiltä ympäristövastuullista käytäytymistä. (Pastinen, Mäntynen & Koskinen 2003, 180.)

Ympäristövastuu tarkoittaa toiminnanharjoittajien sekä kiinteistöjen omistajien ja haltijoiden kokonaisvaltaista vastuuta ympäristön huomioonottamisesta. Oikeudelliselta kannalta ympäristövastuu voidaan jakaa neljään osa-alueeseen: tieto-, vahingonkorvaus-, kunnostus- sekä rikosvastuuseen. (Pastinen ym. 2003, 180-181.)

Tietovastuu on ympäristövastuun tärkein osa, joka edellyttää, että yrityksen on oltava selvillä aiheuttamastaan ympäristörasituksesta ja sen aiheuttamista rajoittavista lainsäädännön vaatimuksista. Ympäristövahinkovastuu puolestaan velvoittaa toiminnanharjoittajia korvaamaan toiminnastaan ulkopuolisille aiheutuvat ympäristöhäiriöt ja -vahingot. Kunnostusvastuu edellyttää, että yrityksen tai kiinteistön omistajan on vastattava pilaantuneen ympäristön kunnostustoimenpiteistä tai niiden kustannuksista. Ympäristörikosvastuu on oikeudellista vastuuta, johon liittyvällä säännöstöllä pyritään ehkäisemään ympäristön kannalta sellaiset teot, jotka ylittävät yhteiskunnan sietokyvyn. (Pastinen ym. 2003, 181.)

Ympäristötunnuslukujen määrittäminen perustuu materiaalivirtojen tarkasteluun, ympäristötaseen periaatteeseen sekä elinkaariajatteluun. Lähtökohtana on kertoa ns. panos-tuotos-mallin mukaisesti yrityksen materiaalivirroista eli siitä, mitä resursseja yritys käyttää ja mitä niille tapahtuu tuotantoprosessin aikana. (Rohweder 2004, 222.)

Ympäristövastuun tunnusluvut liittyvät raaka-aineisiin, energiaan, luonnon monimuotoisuuteen, päästöihin ja jätteisiin, toimittajiin, tuotteisiin ja palveluihin, määräysten mukaisuuteen, kuljetuksiin ja yhteisiin vaikutuksiin. Tunnuslukujen pohjalta on laadittavissa ympäristötase, joka kokoaa yrityksen ympäristövaikutukset yhteen. (Rohweder 2004, 222.)

3.2 Ympäristövastuun nelikenttäanalyysi

Nelikenttäanalyysin avulla voidaan määrittää liiketoiminnan vahvuudet, heikkoudet, mahdollisuudet ja uhat. Analyysi on toteutettavissa myös ympäristön näkökulmasta, jolloin sen avulla on selvitettävissä yrityksen ympäristövastuun tilanne ja tulevaisuus. Nelikenttäanalyysi on myös luonnollisesti kytkettävissä yrityksen jonkin osan tai toiminnon ympäristövastuun arviointiin. (Pohjola 2003, 99.)

Ympäristöasioihin painottuvassa nelikenttäanalyysissä tarkastellaan yrityksen sisäisiä vahvuuksia ja heikkouksia sekä ulkopuolelta tulevia mahdollisuuksia ja uhkia ympäristövastuun näkökulmasta. Nelikenttäanalyysi antaa perustan yrityksen ympäristöriskien

ja -vastuiden kartoittamiseen. Vahvuuksiin kerätään ympäristöasiat, jotka jo ovat kunnossa. Heikkouksiin puolestaan sisältyvät seikat, joiden mallikas toteuttaminen ei ole vielä onnistunut. Mahdollisuudet ja uhat sisältävät tulevaisuuteen viittaavat asiat, eli mitä saattaa pahimmillaan tapahtua ja mitkä ovat parhaat mahdollisuudet. (Pohjola 2003, 100.)

4 YMPÄRISTÖJOHTAMINEN

4.1 Yleistä ympäristöjohtamisesta

Ympäristöasioiden hallitseminen, niiden hoitaminen ja kehittäminen edellyttävät ympäristöjohtamista eli tapaa liittää toiminnan ympäristöasiat osaksi yrityksen johtamista ja päätöksentekoa. Yritystoiminta on kehittynyt lokaalista globaaliksi, eli paikallisista teollisuusyrityksistä on tullut fuusioiden ja yritysostojen kautta oman toimialansa suurimpia yrityksiä maailmassa. Vaatimukset yrityksiä toiminnalle, myös ympäristöasioiden kohdalta, ovat kehittyneet valvutuneiden sidosryhmien myötä samassa suhteessa kuin yritysten koot ovat kasvaneet. (Pohjola 2003, 37.)

Ympäristöongelmat ovat nousseet keskeisiksi taloudellisiksi, poliittisiksi ja yhteiskunnallisiksi tekijöiksi, joten ympäristöjohtamisen tarve on moninainen. Ympäristöjohtamisen tarve voi aiheutua esim.:

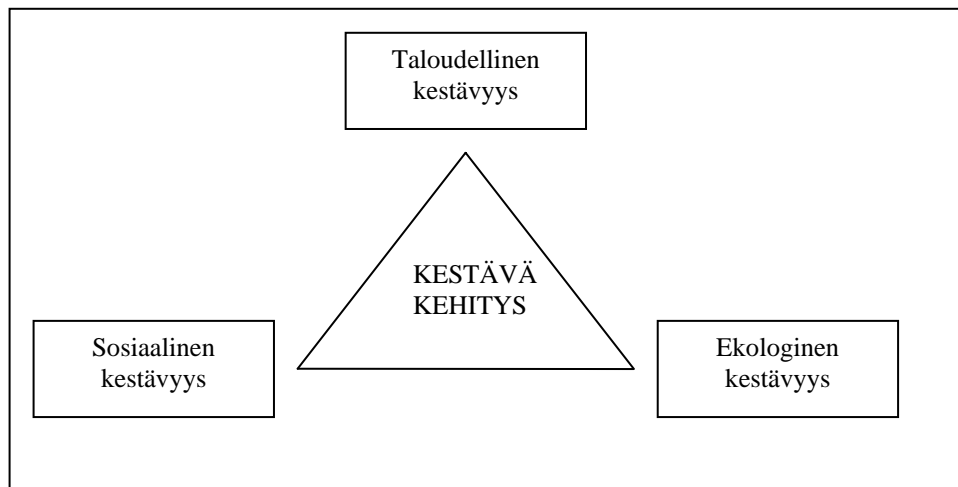
- lainsäädännöllisistä syistä
- liiketoiminnallisista syistä tai
- eettisistä syistä.

Koska yritykset ovat erilaisia, on olemassa monenlaisia perusteita myös ympäristöasioiden hoitamiseksi. (Oulun yliopisto 2006, 5.)

Ympäristöjohtaminen on jaettavissa strategiseen ja operatiiviseen ympäristöjohtamiseen. Strategisessa ympäristöjohtamisessa valitaan yritykselle sopiva ympäristösuojelun taso ja päätetään, miten tämä valinta kanavoidaan yrityksen eduksi. Operatiivisessa ympäristöjohtamisessa toteutetaan valittu ympäristönsuojelun taso ja varmistetaan, että siihen liittyvät hyödyt virtaavat yritykselle. Strateginen ja operatiivinen ympäristöjohtaminen täydentävät toisiaan, eikä niiden erottaminen toisistaan ole yksiselitteistä. (Oulun yliopisto 2006, 5.)

Kestävän kehityksen tavoitteena on löytää tapoja ympäristön suojelemiseksi. Tunnetuimman määritelmän mukaan kestävä kehitys tarkoittaa kehitystä, joka täyttää nykyisten sukupolvien tarpeet vaarantamatta tulevien sukupolvien mahdollisuutta tyydyttää

omat tarpeensa. Tämä normatiivinen määritelmä on hyväksytty kansainvälisesti niin valtioiden hallituksissa kuin yrityksissäkin. (Rohweder 2004, 15.)



Kuvio 1. Kestävän kehityksen ulottuvuudet. (Pastinen 2003, 180.)

Kestävä kehitys muodostuu taloudellisesta, ekologisesta ja sosiaalisesta ulottuvuudesta. Ekologinen kehitys tarkoittaa luonnon monimuotoisuuden turvaamista siten, että ekosysteemit ja niiden lajit voivat kehittyä ylläpitääkseen maapallon mahdollisimman hyvänä ympäristönä nykyisille ja tuleville sukupolville. Sosiaalinen kestävyys liittyy puolestaan sosiaaliseen pääomaan, toisin sanoen ihmisten hyvinvointiin ja siihen, että yhteiskunnat ovat oikeudenmukaisia, turvallisia ja hyviä elinympäristöjä. Sosiaaliseen kestävyteen liittyvä kulttuurinen kestävyys tarkoittaa paikallisten kulttuurien mahdollisuutta kehittyä omilla ehdoillaan. Taloudellinen kestävyys liittyy taloudelliseen pääomaan ja tarkoittaa sellaista tervettä ja pitkällä tähtäimellä kannattavaa toimintaa, joka ottaa huomioon ympäristönäkökohdat ja sosiaaliset näkökohdat. Yrityksen toiminta on kestävän kehityksen mukaista, jos sen toiminta pohjautuu tähän päämäärään. Perusajatuksena on, että ekologiselle kestävyydelle luodaan edellytykset sosiaalisin ja taloudellisin keinoin. Kestävän kehityksen kannalta olennaista on taloudellisten, ympäristöön liittyvien ja sosiaalisten seikkojen tasapainoinen kehittäminen. (Rohweder 2004, 15.)

Yritykset luovat talouskasvua ja rakentavat kestävän kehityksen perustaa. Talouskasvua syntyy, kun työllisyys ja tuottavuus lisääntyvät. Ne ovat kestävän kehityksen perusedellytykset. Tuotannon lisääminen ja ekotehokkuus edellyttävät yrityksiltä osaamisen ja teknologian jatkuvaa parantamista. Yritykseltä edellytetään investointeja, jotta käyttöön saadaan tehokkaampia tuotantomenetelmiä ja parempia tuotteita. Jotta investoinnit pys-

tytään rahoittamaan, tulee yrityksen olla kannattava. Näin syntyy kestävää tuotantoa. (Rohweder 2004, 18.)

Yrityksen arvot ja visiot sekä valittu liiketoimintastrategia linjaavat yrityksen kestävä kehityksen mukaisen yritystoiminnan. Mikäli kestävä kehityksen näkökulma on huomioitu yrityksen toiminnan linjauksissa, ympäristövastuun määrittely ja etenkin sen toteuttaminen liiketoiminnassa ovat vankalla pohjalla. Liiketoimintastrategia, joka voi sisältää myös erillisen ympäristöstrategian, määrittelee ympäristövastuun perusteet yrityksen ydinliiketoiminnassa ja suhteessa sidosryhmiin. (Pohjola 2003, 40.)

4.2 Ympäristöjohtamisen työkalut

Ympäristöjohtamisen työkaluja ovat mm.:

- tarkistuslistat
- ekotase
- ympäristöjärjestelmät
- nelikenttäanalyysi
- arvoketjuanalyysi
- elinkaarianalyysi ja
- asemointi. (Oulun yliopisto 2006, 35.)

Tarkistuslistat ovat valmiita listoja, joiden pohjalta yrityksen on helppo selvittää ympäristöasioidensa tilanne ja etsiä ratkaisuja tilanteen parantamiseksi. Suomessa, lähinnä pk-yrityksille tarkoitettuna, ympäristönsuojelun tarkistuslistan on julkaissut Teollisuus ja Työnantajat ry. (Oulun yliopisto 2006, 35.)

Ekotase, joka voidaan laatia tuotteelle, liiketoimintayksikölle tai koko yritykselle, käsittelee tuotteen koko elinkaaren aikana kuluttamia energiamääriä, ilma-, vesi- sekä muita päästöjä, joiden perusteella on vertailtu, ainakin teoriassa, eri tuotteiden tai toimintojen ympäristökuormituksia keskenään. Ekotaseen tekemistä hankaloittaa muuttujien runsaus ja yleispätevien arvojen löytäminen. Logistinen ekotase vertaa eri vaihtoehtojen antamia kokonaishyötyjä tuotteen koko elinkaaren aikana. Sen ideana on kerätä tuotteen elinka-

ren eri vaiheisiin tapahtumakohtaiset arvostelukriteerit ja edelleen arvot, joiden yhteistarkastelulla voidaan päätellä vaihtoehtojen paremmuus. (Suutari 1999, 34.)

Arvoketjuanalyysissä käydään läpi yrityksen eri toimintojen tuottama lisäarvo yritykselle. Toiminnot jaetaan ensisijaiseen lisäarvoketjuun ja tukitoimintoihin, jonka pohjalta pyritään paikallistamaan ne toiminnot, jotka tarjoavat suurimman mahdollisen erilais-tamisen. Ennustuksen metodiikkaa käyttämällä analyysillä saadaan suhteellisen helposti selville yrityksen todelliset kehittämistarpeet. (Oulun yliopisto 2006, 35.)

Asemoinnin avulla voidaan selvittää yrityksen ja tuotteen strateginen asema markkinoilla, esittää tyyppi-strategioita ja mahdollisia kehityssuuntia sekä suunnitella tuotevalikoimaa. (Oulun yliopisto 2006, 35.)

4.3 Ympäristöjärjestelmät

4.3.1 Yleistä ympäristöjärjestelmistä

Yritykset voivat hallita toimintansa ympäristövaikutuksia ympäristöjärjestelmän avulla. Ympäristöjärjestelmässä selvitetään, minkälaisia ympäristövaikutuksia yrityksen toiminnot ja yrityksen käyttämät tai valmistamat tuotteet aiheuttavat tai voivat aiheuttaa poikkeustilanteissa. Koska kaikkia toiminnan tai tuotteiden aiheuttamia ympäristöhaittoja ei voida vähentää tai välttää hetkessä ja samanaikaisesti, ympäristöjärjestelmään sisällytetään yrityksen ympäristöpäämäärät, jotka on määritetty yrityksen merkittävimpäin ympäristövaikutusten mukaisesti. (Pesonen, Hämäläinen & Teittinen 2005, 11-12.)

Ympäristöjärjestelmä voidaan ottaa käyttöön koko yrityksessä tai sen itsenäisessä toimintayksikössä. Yleensä järjestelmän rakentaminen kannattaa aloittaa niistä toimintayksiköistä tai toiminnoista, joista aiheutuu eniten vakavia ympäristöhaittoja tai joihin kohdistuu eniten ympäristösuojeluun liittyviä velvoitteita. (Pesonen ym. 2005, 12.)

Haitallisten ympäristövaikutusten järjestelmällinen vähentäminen parantaa yrityksen ympäristönsuojelun tasoa. Ympäristöjärjestelmä ei aseta saavutettavalle ympäristönsuojelun tasolle vaatimuksia, vaan jokainen yritys määrittää tavoittelemansa ympäristönsuojelun tason. Järjestelmän rakentaminen ja ylläpitäminen ei siis välttämättä tarkoita erinomaista ympäristönsuojelun tasoa. Sen sijaan järjestelmä tarjoaa menetelmän, jonka avulla yrityksen ympäristönsuojelun tasoa voidaan jatkuvasti parantaa. (Pesonen ym. 2005, 12.)

4.3.2 ISO 14001 -standardi

Kansainvälinen standardointijärjestö ISO, International Organization for Standardization, kehittää standardeja useille aloille. Organisaatioiden ympäristöasioiden hoitamiseksi järjestö on valmistellut ISO 14000 -sarjan, johon kuuluvat seuraavat standardit:

- ympäristöjärjestelmät
- laatu- ja ympäristöjärjestelmien auditointi (ISO 19001)
- ympäristömerkinnät
- ympäristönsuojelun tason arviointi
- elinkaariarviointi
- termit ja määritelmät sekä
- tuotekohtaiset standardit. (Pesonen ym. 2005, 15.)

ISO 14000 -sarjaan sisältyy kaksi ympäristöstandardia:

- ISO 14001 Ympäristöjärjestelmät: vaatimukset ja opastusta niiden soveltamisesta sekä
- ISO 14004 Ympäristöjärjestelmät: yleisiä ohjeita periaatteista, järjestelmistä ja tukea antavista menetelmistä.

Nämä standardit antavat ohjeet ja vaatimukset ympäristöasioiden hallintajärjestelmän rakentamiselle ja ylläpitämiselle. (Pesonen ym. 2005, 15.)

ISO 14001 -standardi ei aseta vaatimuksia organisaation ympäristönsuojelun tasolle. Standardin mukaan tason tulee kuitenkin vastata lainsäädännön ja muiden yritystä kos-

kevien määräysten vaatimaa tasoa. Standardi sisältää lisäksi vaatimuksen ympäristönsuojelun tason jatkuvasta parantamisesta. (Pesonen ym. 2005, 15.)

Standardin rakentamisen ohjeet ja vaatimukset jakautuvat viiteen osaan: ympäristöpolitiikka, suunnittelu, toteutus, mittaus ja arviointi sekä katselmus ja parantaminen. Prosessin tulemana tulisi olla sellainen järjestelmä, jonka avulla yrityksen on mahdollista syklisesti hallita merkittäviä ympäristönäkökohtia. (Pesonen ym. 2005, 15.)

Yritykset, jotka vastaavat sertifikaattien myöntämisestä, tarkastavat eli auditoivat kaikki yrityksen toimintaohjelman osa-alueet ennen sertifiointi. Velvoitteita myös seurataan määräajoin tarkastuksin. Tarkastuksen tavoitteena on löytää poikkeamia yrityksen toiminnassa standardin vaatimuksiin nähden. Mahdollisten poikkeamien korjaamisen jälkeen yritykselle voidaan myöntää ISO 14001 -sertifikaatti. (Pastinen ym. 2003, 190.)

4.3.3 EMAS

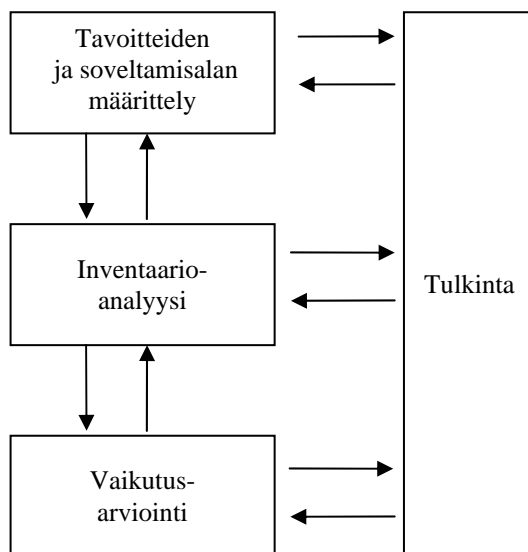
EMAS, The European Community Eco-Management and Audit Scheme, eli Euroopan yhteisön ympäristöasioiden hallinta- ja seurantajärjestelmä on yhteisön jäsenmaiden yrityksille tarkoitettu ympäristöasioiden hoitoa parantava järjestelmä. EMAS:in mukainen ympäristöjärjestelmä rakennetaan ja sitä ylläpidetään ISO 14001 -standardin mukaisesti. (Pesonen ym. 2005, 17.)

Merkittävin ero ISO 14001 -standardin vaatimusten ja EMAS-asetuksen välillä on julkisen ympäristöselonteon laatiminen. Ympäristöselonteossa järjestelmän rakentanut yritys kertoo suorittamistaan ympäristösuojelun tasoa parantavista toimenpiteistä ja tavoitteista. Ulkopuolinen arvioija, eli ns. ympäristötodentaja, vahvistaa ympäristöselonteon ja siinä esitettyjen tietojen luotettavuuden. Ympäristöselonteon vahvistamisen jälkeen yritys voi hakeutua EMAS-asetuksen mukaisen ympäristöjärjestelmän rakentaneiden yritysten rekisteriin. Suomen ympäristökeskus rekisteröi yrityksen, mikäli rekisteröinnille ei ole mitään estettä. Yritys saa EMAS-rekisteröinnistä todistuksen ja kuvallisen EMAS-logon käyttöoikeuden. (Pesonen ym. 2005, 18.)

4.5 Elinkaariarviointi

Elinkaariarvioinnissa ympäristönäkökohtia ja potentiaalisia ympäristövaikutuksia tarkastellaan tuotteen koko elinajalta, raaka-aineiden hankinnasta valmistukseen, käyttöön ja loppukäsittelyyn. Huomioon otettavat ympäristövaikutusluokat ovat yleensä luonnonvarojen käyttö, ihmisten terveys ja ekologiset seuraukset. Elinkaariarviointi on yksi monista ympäristöasioiden hallinnan tekniikoista, eikä välttämättä ole parhaiten soveltuva kaikissa tapauksissa. Elinkaariarviointi ei yleensä ota huomioon tuotteeseen liittyviä taloudellisia ja sosiaalisia näkökohtia. (Suutari 1999, 23.)

Elinkaariarvioinnin suoritustavoista on ollut olemassa monta erilaista käytäntöä. Nykyisin on kuitenkin käytössä kansainvälinen standardi ISO 14040, joka kuvaa elinkaariarviointien toteuttamisen ja raportoinnin periaatteet ja käytön sekä määrittelee tiettyjä vähimmäisvaatimuksia elinkaariarvioinnille. Standardin mukaiset elinkaariarvioinnin vaiheet ovat tavoitteiden ja soveltamisalan määrittely, inventaarioanalyysi, vaikutusarviointi sekä tulkinta. (Suutari 1999, 23.)



Kuvio 2. Elinkaariarvioinnin vaiheet. (Suutari 1999, 23.)

Tavoitteiden ja soveltamisalan määrittely on elinkaariarvioinnin suunnitteluvaihe. Tavoitteiden määrittäminen sisältää tavoitteiden lisäksi kohderyhmien, rahoituksen ja tutkimukseen osallistuvien määrittelyn. Soveltamisalan määrittely kattaa tutkitun tuotteen kuvauksen ja mahdolliset tuotevaihtoehdot. Lisäksi siihen kuuluu tutkittavan elinkaaren

rajaaminen, ympäristöparametrien ja vaikutusarvioinnin metodien valinta sekä tiedonkeruustrategian päättäminen. (Suutari 1999, 24.)

Inventaarioanalyysiin sisältyvät tiedon keruu ja laskennan menettelytavat, joilla asiaan kuuluvat syötteet ja tuotokset saadaan määrälliseen muotoon. Inventaarioanalyysi on aikaa vievin osuus elinkaariarvioinnista. Alustavassa tutkimuksessa on riittävää käyttää jo saatavissa olevaa aineistoa ja tehdä karkeita arvioita yksikköprosesseista ja komponenteista, joista ei ole saatavilla tarkkaa tietoa. Tällainen arvio antaa nopean yleiskuvan niistä elinkaaren yksikköprosesseista ja komponenteista, jotka ovat merkittävimpiä tuloksen kannalta. Näistä tärkeimmistä osasista kerätään sitten tarkempaa tietoa. (Suutari 1999, 25.)

Vaikutusarviointivaiheen tarkoituksena on arvioida mahdollisten ympäristövaikutusten merkittävyyttä inventaarioanalyysin tulosten perusteella. Yleensä tässä prosessissa yhdistetään inventaariotiedot tiettyihin ympäristövaikutuksiin ja yritetään ymmärtää vaikutuksia. Vaikutusarviointi on elinkaariarvioinnin subjektiivisin osa. (Suutari 1999, 26.)

Elinkaariarvioinnin tulkintavaiheessa inventaarioanalyysin ja vaikutusarvioinnin tulokset yhdistetään määriteltujen tavoitteiden mukaisesti. Tulkintavaiheeseen kuuluvat myös epävarmuus- ja herkkyysanalyysit, jotka arvioivat tutkimuksen luotettavuutta ja tuloksen herkkyyttä tutkimuksen epävarmuuksille. Epävarmuudet voivat johtua:

- oletuksista ja valinnoista, joita on tehty määrittelyvaiheessa,
- kerätystä tiedosta ja
- sovelletuista arviointitiedoista. (Suutari 1999, 28.)

Tulkintavaiheeseen kuuluu edellisten lisäksi myös päätelmien teko. Elinkaariarvioinnin päätelmät ovat tyypillisesti suosituksia ja parannusehdotuksia tai suosituksia jonkin tuotteen valitsemiseen muiden sijasta. Päätelmissä tuodaan usein esiin myös odottamatonta tietoa ja tutkimuksen aikana syntyneitä uusia perspektiivejä. (Suutari 1999, 28.)

Elinkaariarviointiin on kehitetty ohjelmistoja, joita voidaan käyttää apuna elinkaariinventaarion tekemisessä. Ne on kuitenkin kehitetty aina jotakin tiettyä tarkoitusta varten ja niiden soveltuminen muuhun käyttöön voi usein olla rajoittunutta. Valmiit ohjel-

mat ovat myös joustamattomampia verrattuna esim. Excelin ja erillisten tietokantojen käyttöön. (Suutari 1999, 30.)

Elinkaariarviointi paljastaa usein logistiikan ja erityisesti kuljetusten olevan merkittävä ympäristön kuormittaja. Muita kuormituslähteitä ovat raaka-ainetuotanto ja -hankinta, itse tuotteiden tuotanto sekä tuotteesta jäävät jätteet mukaan lukien pakkausmateriaalit. Osaan näistä voidaan vaikuttaa hankintatavoilla, esimerkiksi suosimalla raaka-aineiden lähituotantoa tai etsimällä vähemmän ympäristöä tuotannossaan kuormittavia alihankkijoita. Tuotannon toteuttamiseksi voidaan etsiä vähäpäästöisempiä tuotantomenetelmiä ja hankkia jäänteiden puhdistuskapasiteettia. Jakelua varten voidaan kehittää uusia pakkaustapoja, joiden jättämä jätemäärä on aiempaa pienempi, uusiokäyttöisempi tai kuljetuskapasiteettia säästävä. Itse jakelussa voidaan suosia sellaisia kuljetusmuotoja, joissa päästöt ovat suhteellisen pieniä ja sellaisia kuljettajia, jotka panostavat säästeliääseen ajotapaan. (Karrus 2001, 288-289.)

Elinkaariajattelun mukaisesti kuljetusten ympäristövaikutuksiin tulisi laskea myös kuljetusvälineiden ja polttoaineen tuotantoon sekä infrastruktuurin rakentamiseen käytetyt luonnonvarat. Vaikka esimerkiksi tieliikenteen suurimmat ympäristövaikutukset aiheutuvatkin ajoneuvojen polttoaineen kulutuksesta ja polttoaineen tuotannosta, ympäristövaikutuksiin voidaan kuitenkin merkittävästi vaikuttaa myös ajoneuvon valmistuksessa, ylläpidossa ja käytöstä poistossa. (Suutari 1999, 39.)

5 VIHREÄ LOGISTIikka

5.1 Yleistä

Tehokkaalla logistiikalla on sekä myönteisiä että kielteisiä vaikutuksia ympäristöön. Pyrittäessä lisäämään toimitustiheyttä pienenevät kuljetuserät ja kuljetusfrekvenssi kasvaa. Samalla liikenteen aiheuttamat päästöt lisääntyvät. Toisaalta taas tehokkaasti hoidettu logistiikka vähentää materiaalien tarvetta ja parantaa jakelujärjestelmän toimivuutta. (Pastinen ym. 2003, 179.)

Kohti ympäristöystävällisempää logistiikka pyritään selvittämällä ja arvioimalla ensin logistiikan toimintojen ympäristövaikutukset. Myös alihankkijoiden ”vihreyteen” tulee kiinnittää huomiota. Yritys voi esimerkiksi vaatia partnereiltaan ISO 14001-rekisteröintiä ja muutenkin sitoutumista ympäristöystävälliseen toimintaan. (Suutari 1999, 20.)

Logistiikan ympäristövaikutusten lähteistä merkittävimpiä ovat kuljetukset ja pakkaukset. Keinoja ympäristöön vaikuttamiseen logistiikan avulla ovat mm.:

- energiatehokkaamman ja vähemmän saastuttavan kuljetusmuodon valinta
- ympäristöasioista huolehtivan kuljetusyhtiön valinta
- kuljetusten yhdisteleminen
- ajoneuvokannan pitäminen tehokkaana ja uutena
- tyhjänä ajon vähentäminen
- kuljetustarpeen minimoiminen jakeluverkon hyvällä suunnittelulla
- yksittäispakattujen tuotteiden vähentämien
- uudelleen käytettävät ja kierrätettävät kuljetusyksiköt
- vaihtoehtoisten polttoaineiden käyttö. (Pastinen ym. 2003, 199-200.)

Vihreässä logistiikassa on nähtävissä kaksi erilaista toimintatapaa: toisaalta pyritään rajoittamaan tuhlaavaa toimintaa erityisesti ekotaseen kautta saatavan uuden ymmärryksen kautta ja toisaalta pyritään löytämään uusia liiketoiminnan muotoja, joiden kautta

saadaan uusia kannattavia toimintatapoja ja kyetään tuottamaan ekologisesti kestävämpiä tuotteita ja palveluita. (Karrus 2001, 275.)

5.2 Kuljetusmuodon valinta

Kuljetusmuodon valintaan vaikuttavat kuljetettava tavara, matka, matkan kesto ja kustannukset. Kaikilla kuljetusmuodoilla on etuja ja heikkouksia. Kun tehdään valintoja kuljetusmuotojen välillä, pyritään takaamaan hyvä palvelutaso, laatu ja kohtuulliset kustannukset. Ympäristövaikutusten huomioon ottaminen tuo yhden näkökulman lisää kuljetusmuotojen valintaa. (Pastinen ym. 2003, 201.)

Kun vertaillaan eri liikennemuotojen aiheuttamia päästöjä ilmaan, havaitaan, että tieliikenne aiheuttaa suurimman osan hiilidioksidi-, typenoksidi- ja häkäpäästöistä. Vesiliikenteellä on suurin vaikutus rikkipäästöihin. Energiankulutusta tarkasteltaessa nousee tieliikenne kärkeen, sillä sen energiankulutus on koko liikenteen energiankulutuksesta 70 %. Energiatehokkuuden kannalta voidaan yhdellä kilolla öljyä kuljettaa kilometrin pituisella matkalla tavaraa 50 tonnia kuorma-autolla, 97 tonnia junanvaunulla ja 127 tonnia vesitse. (Pastinen ym. 2003, 201.)

Tiekuljetukset ovat suurin ja tärkein kuljetusmuoto lähes kaikissa teollisuusmaissa. Sen etuina ovat nopeus, joustavuus ja soveltuvuus pienien erien kuljetukseen. Lisäksi tiekuljetukset ovat suhteellisen edullisia. Tiekuljetuksia suositaan, kun kuljetusmatkat ovat lyhyitä, kuljetusvirrat pieniä ja vaaditaan nopeaa toimitusta. (Pastinen ym. 2003, 202.)

Rautatiekuljetukset ovat hyvä vaihtoehto silloin, kun kuljetusmatkat ovat pitkiä, tavaramäärät suuria ja kuljetustarve on säännöllinen. Erityisesti kokojunakuljetukset ovat tehokas tapa kuljettaa suuria määriä. Tiekuljetusten ruuhkautuneisuus ja ympäristöteki-jät puoltavat rautateiden käyttöä kuljetusketjun osana. Vaikka rautateiden kuljetusverkko ei ole läheskään niin kattava kuin tieverkko, on se yleensä käytettävissä tärkeimmissä kuljetuskohteissa ilman siirtokuormausta. (Pastinen ym. 2003, 202.)

Vesikuljetusten asema maailmankaupassa on merkittävä, koska monet säännölliset ja maailmanlaajuiset kuljetusvirrat perustuvat juuri vesikuljetusten käyttöön. Vesikuljetus-

ten kapasiteetti ja kaluston saatavuus on hyvä, mutta toisaalta kalusto ja infrastruktuuri vaativat suuria investointeja. Suurien kuljetuserien myötä tuotteiden kuljetuksesta koi-
tuvat yksikkökustannukset saadaan pieniksi. (Pastinen ym. 2003, 202.)

Lentokuljetuksia suositaan, kun tuotteet ovat arvokkaita ja vaativat kiireellistä kuljetus-
ta. Lentokuljetukset ovat nopeita ja pääosin valmiiksi aikataulutettuja. Lisäksi kuljetuk-
set ovat luotettavia ja niissä sattuu vain vähän vaurioita. Käytettävissä oleva rahtitila on
kuitenkin pieni ja kantavuus on melko rajallinen. Kuljetusyksiköt sopivat melko huo-
nosti yhteen muiden kuljetusmuotojen kanssa. (Pastinen ym. 2003, 203.)

5.3 Kuljetustarve

Kuljetustarpeen vähentäminen on eräs keino lieventää kuljetusten ympäristövaikutuksia.
Kuljetustarvetta voidaan vähentää esimerkiksi suosimalla paikallisia toimittajia ja raaka-
aineita, sijoittamalla tuotantolaitokset lähelle markkinoita ja kasvattamalla varastojen
kokoja sekä luopumalla just in time -toimintaperiaatteesta. Aina näiden toimenpiteiden
käyttöönotto ei kuitenkaan ole taloudellisesti tai toiminnallisesti järkevää tai edes mah-
dollista. (Pastinen ym. 2003, 203.)

Konsolidointi tarkoittaa kuljetusten yhdistämistä, joka vähentää kuljetustarvetta. Eten-
kin jos tavaravirrat valmistajalta asiakkaalle ovat ohuita, voidaan kuljetusten kuormi-
tusastetta parantaa eri toimittajien samaan paikkaan meneviä kuljetuksia yhdistämällä.
Konsolidoinnin avulla voidaan vähentää tavaraa kuljettavien ajoneuvojen määrää ja
ajokilometrejä sekä lisätä toimitustiehyttä. (Pastinen ym. 2003, 203.)

5.4 Reittisuunnittelu

Reitin valinta on tärkeä logististen operaatioiden suunnittelukohde, jonka tavoitteena on
varmistaa, että ajokilometrien määrät ja aika minimoituvat. Informaatiotekniikka helpot-
taa osaltaan kuljetusreittien optimointia ja aikataulujen laatimista. Myös paluukuormien
osalta ohjausjärjestelmät auttavat suunnittelussa. Optimaalinen reitti käyttää mahdolini-

simman tehokkaasti hyödykseen eri kuljetusmuotoja ja niiden tarjoamia etuja. Pyrittäessä vihreämpään kuljetustoimintaan, on reittisuunnittelulla yhdessä kuljetusmuodon valinnan kanssa merkittävä osuus tehokkaamman kuljetuksen toteutumisessa. On pyrittävä löytämään mahdollisimman tehokas tapa kuljettaa tavara kohteeseensa. (Pastinen ym. 2003, 203.)

6 KULJETUSMUOTOJEN YMPÄRISTÖVAIKUTUKSET

6.1 Tieliikenne

6.1.1 Päästöt

Suomi on maailman teollistuneista valtioista eräs vähiten autoistuneista maista pintaalaansa nähden, joten suuri osa maamme päästöistä syntyy muualla kuin liikenteessä. Tieliikenteen päästöt ovat kuitenkin liikennepäästöistä hallitsevia kaikkien muiden yhdisteiden paitsi rikkidioksidin osalta, jonka kohdalla vesiliikenne on hallitsevassa asemassa. Tieliikenteen aiheuttamista päästöistä suurin osa on pakokaasupäästöjä. Palamisprosessissa moottorin sylinterin palotilasta purkautuu ulkoilmaan kaasuja, kuten vesihöyryä, hiilidioksidia, häkää, hiilivetyjä, rikkidioksidia, happea, typpeä ja typen oksideja, sekä hiukkaspäästöjä. (Pöllänen & Mäntynen 2002, 51-52.)

6.1.2 Melu

Tieliikenne on suurin melunlähde Suomessa. Liikennemelun alueella asuu Suomessa noin 830 000 ihmistä, kun vastaavasti teollisuuden melualueella asuu noin 5 000 ihmistä. Tieliikenteen melun voimakkuus riippuu ensisijaisesti liikenteen määrästä, ajoneuvokoostumuksesta ja ajonopeudesta, mutta siihen vaikuttavat myös nastarenkaiden käyttö sekä tiepäällysteen laatu. Liikennemelu on lähinnä taajama-alueiden ja vilkkaasti liikennöityjen teiden ympäristöjen ongelma. Rakennusten parantuneen äänieristyksen, melusteiden rakentamisen ja paremman tiensuunnittelun avulla melulle altistuvien ihmisten kokonaismäärän ei arvioida lisääntyvän, vaikka liikenteen jatkuva kasvu aiheuttaaakin lisää melua. (Ympäristö 2006.)

6.2 Rautatieliikenne

Rautatieliikennettä pidetään yleisesti ympäristöystävällisimpänä kuljetusmuotona. Rautatieliikenteen haitallisimmat ympäristövaikutukset aiheutuvat etenkin liikkumiseen ja lämmitykseen käytetyn energian hankkimisesta, liikennöinnistä johtuvasta melusta ja tärinästä sekä erinäisistä päästöistä ilmaan, maaperään ja vesistöön. (Mäkelä & Säily & Mäntynen 2002, 145.)

6.2.1 Energiankulutus

Raideliikenteen suurin etu ympäristönäkökulmasta katsottuna on suhteellisen pieni energiankulutus ja energiatehokkuus, jonka ansiosta sen päästöt jäävät muiden liikennemuotojen päästöjä huomattavasti pienemmiksi. Rataverkon sähköistäminen on vähentänyt suuresti junaliikenteen paikallisia ympäristöhaittoja. (Mäkelä ym. 2002, 146.)

6.2.2 Päästöt

Raideliikenteen päästöt voidaan jakaa polttoaineperäisiin ja sähköntuotannosta aiheutuviin päästöihin. Dieselveturien aiheuttamat päästöt riippuvat etenkin käytetyn polttoaineen määrästä. Polttoaineen käytön lisäksi päästöjä syntyy polttoaineketjun alkupään vaiheista, kuten polttoaineen tuotannosta, kuljetuksista, varastoinnista ja jalostuksesta. Polttoaineketjun ympäristövaikutukset eroavat öljylähteestä ja tuotantotavasta riippuen. Raideliikenteen kokonaispäästöt muodostuvat sähköntuotannon, liikennöinnin, infrastruktuurin sähkönkäytön ja sähköhäviöiden yhteisvaikutuksesta. Sähköntuotannon aiheuttamiin päästöihin vaikuttavat puolestaan pääasiassa sähköntuotannon primaarienergianlähteet, käytetyt energiamäärät sekä sähköntuotantotapa. (Mäkelä ym. 2002, 149.)

6.2.3 Melu

Rautatieliikenteen synnyttämä melu aiheutuu pääosin pyörän ja kiskon välisestä kosketuksesta. Junasta lähtevään kokonaismelutasoon vaikuttavat veturin ja vaunujen tyyppin lisäksi junan nopeus ja radan ominaisuudet sekä jarrutuksesta aiheutuva melu. Melutasoa voi korottaa myös vaunujen rakenteiden kolina, joka on merkitsevä etenkin tavara-junilla. Lisäksi huonossa kunnossa olevat kiskot ja pyörät tai epäsopivat rakennusmateriaalit voivat lisätä junan kokonaismelutasoa useita desibelejä. (Mäkelä ym. 2002, 151.)

6.2.4 Tärinä

Junien nopeuksien nostaminen ja osittain myös raskaamman tavarajunakaluston käyttö sekä kasvaneet akselipainot ovat tuoneet mukanaan uuden ympäristöhaitan, tärinän. Rautatieliikenteen aiheuttaman tärinän taustalla on yleisesti ottaen pehmeä maaperä, kaluston massa ja dynaaminen kuorma. Tärinä aiheutuu pyörän ja raiteen välillä vallitsevista voimista. Tärinän syntymistä edesauttavat akselikuorman dynaamisuus, radan muodonmuutokset junan kulkiessa sillä, junakuorman nauhamaisuus, junakalusto sekä radan rakenne. (Mäkelä ym. 2002, 154-156.)

6.3 Vesiliikenne

Vesikuljetukset ovat energiantaloudellisia ja niiden aiheuttamat ilman epäpuhtaudet ovat kuljetussuoritteeseen nähden suhteellisen pieniä. Vesiliikenteen ympäristöhaitat liittyvät ensisijaisesti vesien laatuun ja happamoittaviin päästöihin. Vesiliikenteeseen liittyy myös suurista kuljetusvolyymeista johtuvia ympäristöriskejä. (Pöllänen, Säily, Kalenoja & Mäntynen 2003, 79.)

Merkittävimmät vesiliikenteen ympäristötekijät ovat:

- päästöt ilmakehään
- päästöt mereen
- onnettomuusriskit
- maisemakuva ja luonnonympäristön muutokset
- väylien rakentamisen ja kunnossapidon aikaiset haitat
- tulokaslajit
- aallokko ja virtaukset sekä melu. (Pöllänen ym. 2003, 80.)

Päästöillä ilmakehään ja mereen on monenlaisia terveysvaikutuksia sekä vaikutuksia ekosysteemin toimintaan ja luonnonympäristöön. Aallokkoja virtaukset aiheuttavat mm. rantaeroosiota ja pohjaelimestön elinympäristön muutoksia. Tulokaslajit aiheuttavat biologisia uhkia muuttamalla kasvi- ja eläinlajistojen elinmahdollisuuksia. Vesiväylillä ja satamilla on myös vaikutuksia maisemakuvaan ja luonnonympäristöön. Vaarallisten aineiden, kuten öljyn, vesikuljetukset muodostavat suuren riskin meriympäristölle. (Pöllänen ym. 2003, 79.)

6.4 Ilmaliikenne

Lentotoiminnan ympäristövaikutukset aiheutuvat pääosin lentokoneiden melusta ja pakokaasupäästöistä, muista lentotoiminnan päästöistä ilmakehään, jätehuollosta sekä maaperään ja vesiin joutuvista vieraista aineista. Lentotoiminnan ympäristövaikutukset jaotellaan usein lentokoneista aiheutuviin vaikutuksiin ja lentoasemien muihin ympäristövaikutuksiin. Lentokoneista aiheutuvat ympäristövaikutukset jaetaan lisäksi energiankulutukseen ja päästöihin. (Rauhamäki 2003, 117.)

6.4.1 Energiankulutus

Lentoliikenteen energiankulutukseen vaikuttavat lähinnä käytettävä lentokonetyyppi, lentomatkan pituus ja kuormausaste. Lentokoneiden tekninen kehitys sekä koon ja kuormitusasteen kasvu ovat pienentäneet lentoliikenteen suoritekohtaista energiankulu-

tusta viimeisten vuosikymmenten aikana. Lentomatkan pituus vaikuttaa polttoaineenkulutukseen suuresti, sillä nousukiidossa ja laskeutumisessa kuluu suhteellisesti huomattavasti energiaa matkalentoon verrattuna. (Rauhamäki 2003, 117-118.)

6.4.2 Päästöt

Lentoliikenteen pakokaasupäästöt sisältävät mm. hiilidioksidia, typen oksideja, hiilimonoksidia, hiilivetyä ja vesihöyryä. Ilmaliikenteen päästöistä paikallisen ilman laadun kannalta merkityksellisiä päästölajeja ovat typen oksidit sekä hiilivedyt ja hiukkaset. Hiilidioksidi ja typpioksiduuli ovat ns. kasvihuonekaasuja, jotka vaikuttavat ilmastonmuutokseen. (Rauhamäki 2003, 119.)

Lentoasemien, rullausteiden ja asematasojen liukkaudentorjunnassa käytetään ensisijaisesti mekaanisia menetelmiä kuten harjausta ja aurausta. Kemiallisia liukkaudentorjunta-aineita käytetään lentoturvallisuuden parantamiseksi kiitoteillä kuuran ja jään poistoon sekä ennakoivaan liukkaudentorjuntaan. (Rauhamäki 2003, 127.)

6.4.3 Meluhaitat

Lentokoneen melu koostuu moottorimelusta ja aerodynaamisesta melusta sekä potkuri-turbiinikoneilla potkurin aiheuttamasta melusta. Lentoasemien kannalta merkittävin osa melusta aiheutuu suihkukoneista, joita suurin on suurin osa ulkomaan reittien koneista. (Rauhamäki 2003, 125.)

7 KULJETUSMUOTOJEN YMPÄRISTÖVAIKUTUSTEN PIENENTÄMINEN

7.1 Tieliikenne

Tiekuljetusten ympäristöhaittoja pystytään pienentämään tekniikkaa ja polttoaineita kehittämällä. Tietyntyyppisiä haittoja vastaan voidaan suojautua. Haittoihin voidaan vaikuttaa myös esimerkiksi rajoittavin säädöksin sekä kuljetuksia ja liikennettä tehostamalla. Kuljetusten ympäristöhaittojen kehittymistä voidaan arvioida absoluuttisen kokonaismäärien ja suhteellisen kehityksen valossa. (Karhunen, Pouri & Santala 2004, 112.)

7.1.1 Säädökset

Kuorma-automootoreiden päästövaatimukset ovat Euroopassa viimeisen vuosikymmenen aikana tiukentuneet tasaisesti. Euroopan rajoitukset uusille raskaille dieselmoottoreille tunnetaan Euro-standardeina, joiden asettavat päästörajat kuljetuskalustolle:

- Euro I; astui voimaan vuonna 1992, koskien keskiraskaita ja raskaita ajoneuvoja.
- Euro II; astui voimaan vuonna 1996, koskien raskaiden maantieajoneuvojen lisäksi kaupunkibusseja.
- Euro III; astui voimaan vuonna 1999, sisältäen tiukemmat määräykset erikoisajoneuvojen päästöjen ajoneuvoille.
- Euro IV; astui voimaan vuonna 2005, päästörajojen toteuttaminen edellyttää pakokaasujen puhdistusmenetelmän, kuten hiukkassuodattimen ja katalysaattorin.
- Euro V; astuu voimaan lokakuun alussa 2008 uusien tyyppien kohdalla ja lokakuussa 2009 kaikkien uusien kuorma- ja linja-autojen osalta, keskittyen vähentämään päästöjä entisestään. (Pöllänen ym. 2002, 55.)

Ympäristöhaittoja rajoitetaan myös paikallisin ja alueellisin kielloin ja rajoituksin. Itävallan läpiajoa säädellään ns. ekopistejärjestelmällä, joka ottaa huomioon ajoneuvojen päästöt ja muut ympäristöhaitat sekä eräät turvallisuustekijät. Monissa maissa on käy-

tössä myös viikonpäiviin tai esimerkiksi ilman lämpötilaan liittyviä ajorajoituksia. (Karhunen ym. 2004, 116.)

7.1.2 Tekniset ratkaisut päästöjen pienentämiseksi

Raskaan liikenteen aiheuttamia ympäristöhaittoja on pystytty jatkuvasti vähentämään moottori- ja muuta ajoneuvotekniikkaa kehittämällä. Osa kehityksestä on seurausta säästöjen edellyttämien vaatimusten kiristymisestä, osa ajoneuvovalmistajien kaupallisista pyrkimyksistä tuottaa myös entistä ympäristöystävällisempiä ajoneuvoja. (Karhunen ym. 2004, 118.)

Moottoritekniisiä päästöjen vähentämiskeinoja ovat:

- polttoainekulutuksen vähentäminen parantamalla moottoreiden tehokkuutta
- haitallisten pakokaasupäästöjen vähentäminen parantamalla polttoaineen palamista ilmansyöttöä tehostamalla
- moottoreiden huoltotarpeen vähentäminen
- pakokaasujen jälkikäsitteily erilaisilla suodattimilla ja katalysaattoreilla. (Karhunen ym. 2004, 118.)

Ilmanvastus on merkittävä tekijä polttonesteen kulutuksessa. Ilmanvastuksen pienentäminen on merkittävä tapa säästää polttoainetta. Ilmanvastuksen ratkaisee pääasiassa neljä tekijää: auton nopeus, otsapinta-ala, tuulen voimakkuus ja sen suunta sekä ilmanvastus, joka riippuu koko yhdistelmän muodosta, kuormatilan korkeudesta ja pituudesta sekä ohjaamon ja kuormatilan välisestä etäisyydestä. (Pöllänen ym. 2002, 56.)

Ilmanvastuksen vähentäminen jo käytössä olevien kuorma-autojen kohdalla voidaan tehdä erilaisten aerodynaamisten laitteiden, kuten ohjaimien ja muotokappaleiden avulla. Aerodynaamisin lisälaittein voidaan vähentää erityisesti ohjaamon ja rahtikorin liitoskohdassa syntyviä, virtaushäiriöistä johtuvaa vastusta. (Pöllänen ym. 2002, 56.)

7.1.3 Tekniset ratkaisut melun pienentämiseksi

Pyrittäessä pienentämään ajoneuvon melua on tärkeällä sijalla ajoradan ja renkaan vuorovaikutus. Rengas on pyrittävä rakentamaan mahdollisimman tehokkaasti ympäristölle sopivaksi. Moottorimelun vaimentamista voidaan edistää käyttämällä moottorien osissa vähemmän melua aiheuttavia kohteita sekä äänenvaimenninta. Vapaasti hengittävät moottorit ovat rakenteestaan johtuen äänekkäämpiä kuin ahdetut moottorit. Myös moottorin pyörimisnopeutta alentamalla voidaan vähentää melupäästöä, jolloin moottorilla tulee olla täyteläinen vääntömomenttikäyrä, joka on edellytys hyvien ajominaisuuksien saavuttamiselle alhaisilla kierrosluvuilla. (Pöllänen ym. 2002, 57.)

7.1.4 Vaihtoehtoiset polttoaine- ja moottoriratkaisut

Entistä parempien ja vähemmän päästöjä aiheuttavien polttoaineiden lisäksi päästöhaittoja voidaan vähentää käyttämällä vaihtoehtoisia polttoaineita ja korvaavaa energiaa siellä, missä se polttojakelu ja muut käyttöön liittyvät tekijät huomioon ottaen on mahdollista. Vaihtoehtoisia polttoaineratkaisuja ovat mm. maakaasu, nestekaasu, alkoholit sekä kasviöljyt ja esterit. Vaihtoehtoisia moottoriratkaisuja puolestaan ovat mm. sähkö- ja vetymoottorit sekä erilaiset hybridikäytöt. (Karhunen ym. 2004, 118.)

7.1.5 Liikenneympäristön kehittäminen

Sujuva liikenne vähentää tehokkaasti sekä moottoripäästöjä että -melua. Paikallisia haittoja voidaan vähentää ohjaamalla liikennettä mahdollisuuksien mukaan pois asuinalueilta sekä muista kohteista, joissa ihmiset altistuvat haitoille. Liikennemeluhaittoja voidaan vähentää rakentamalla oikein suunniteltuja meluaitoja ja -valleja vilkasliikenteisiin paikkoihin, suojaamalla rakennuksia rakennusteknisin keinoin sekä mm. nopeusrajoituksin. (Karhunen ym. 2004, 119.)

7.1.6 Ajoneuvojen käyttö

Kiinnittämällä huomiota kuljetusten tehokkuuteen, kaluston asianmukaiseen kunnossapitoon ja taloudelliseen ajotapaan kuormitetaan ympäristöä mahdollisimman vähän. Pääsääntöisesti voidaan sanoa, että mitä vähemmän kuljetuksiin käytetään energiaa, sitä vähemmän aiheutetaan myös ympäristöhaittoja. (Karhunen ym. 2004, 119.)

7.2 Rautatieliikenne

Maanteiden ruuhkia puretaan tehokkaasti, kun osa liikenteestä siirretään muille kuljetusmuodoille. Vähemmän energiaa kuluttavana ja vähäpäästöisenä kuljetusmuotona rautatieliikenne tukee ympäristösuojellisia tavoitteita. (Mäkelä ym. 2002, 152.)

7.2.1 Meluntorjunta

Rautatieliikenteen meluhaittojen vähentämiseksi on olemassa kaksi toimenpideryhmää. Meluemission määrää voidaan vähentää muuttamalla melulähteen ominaisuuksia tai vaimentamalla melulähteestä vastaanottopisteeseen kulkevaa ääntä rakenteellisillä muutoksilla. Paras keino on melulähteen muuttaminen vähemmän ääntä tuottavaksi. Raideliikenteessä tämä on mahdollista toteuttaa hiljaisemmalla kalustolla ja kiskojen hionnalla. (Mäkelä ym. 2002, 152.)

Rautapyörän pyöriminen teräskiskoa vasten aiheuttaa melua. Sähköveturi ei aiheuta merkittävää moottorimelua toisin kuin dieselveturi, mutta käytettävästä energiamuodosta riippumatta vetureista lähtee aina pyörämelua. Huonossa kunnossa olevat kiskot ja pyörät tai epäsoyvät rakennusmateriaalit voivat lisätä junan kokonaismelutasoa useita desibelejä. Vastaavasti huoltamalla pyöriä ja kiskoja voidaan saavuttaa useiden desibelin parannus melutasossa. (Mäkelä ym. 2002, 151; Karhunen ym. 2004, 189.)

Kaavoitus on merkittävä meluntorjuntakeino. Rautatieyhteyksien läheisyys on huomattava etu asuinalueille, mutta tällöin vaivattomien kulkuyhteyksien hintana on kasvanut

melutaso. Ratojen ja varsinkin järjestelypihojen läheisyyteen tulisi kaavoittaa ainoastaan teollisuutta, joka ei kärsi melusta läheskään niin paljon kuin asuntoalue. (Karhunen ym. 2004, 189.)

Rataverkon peruskorjausten yhteydessä on kehitetty myös ympäristön meluntorjuntaa. Meluaidat ja suojavallit ovat tehokkaita meluntorjuntajia varsinkin, jos suojattava alue on esteen takana, suhteellisen lähellä maanpintaa. Esteet eivät juurikaan vähennä melua, jos näköyhteys melulähteeseen säilyy, eli usein jo kerrostalon toisesta kerroksesta ylöspäin. (Mäkelä ym. 2002, 153.)

7.2.2 Tärinän vähentäminen

Tärinän määrä riippuu rataa ympäröivän maaston laadusta, radanpohjaratkaisusta sekä junan massasta ja nopeudesta. Pehmeällä maaperällä tärinä saattaa tuntua yllättävänkin pitkän matkan päähän, mutta peruskallioalueella tärinää ei esiinny lainkaan. Nykyään rakennetavat radat pyritäänkin paaluttamaan kallioperään tärinän lieventämiseksi. Muita tärinän torjuntakeinoja ovat nopeuden ja akselimassojen pienentäminen. (Karhunen ym. 2004, 189.)

Myös tärinähaitat tulisi ottaa huomioon jo yhdyskuntien suunnittelussa. Kaavoitettavat alueet tulisi sijoittaa riittävän kauas rautatiestä. Vastaavasti uudet radat tulisi perustaa riittävän etäälle asuin- tai toimistoalueista. Vaikeimmin ratkaistavissa tärinäongelmat ovat jo rakennetuilla alueilla, jolloin tärinää joudutaan rajoittamaan rakenteellisin keinoin. (Mäkelä ym. 2002, 157.)

7.3 Vesiliikenne

Vesiliikenteen päästöjen vähentäminen on eniten painottunut öljyn ja muun meriympäristön aineiden mereen pääsyn estämiseen. Tärkeimmät meriympäristön suojeluratkaisut on saavutettu kansainvälisellä yhteistyöllä pääasiassa YK:n alaisen kansainvälisen merenkulkujärjestön IMO:n ja Itämeren ympäristökomission HELCOM:n johdolla. Me-

renkulun kansainvälisen luonteen takia vesiliikenteen ympäristövaikutuksia koskevissa kysymyksissä korostuvat kansainvälisesti hyväksytyt säännökset ja määräykset. Kansainvälisellä yhteistyöllä on saavutettavissa etuja, joita yksipuolisin kansallisin säännöksin ei voida saavuttaa. Yksi merkittävimmistä usean osapuolen välisistä sopimuksista on MARPOL, joka on kansainvälinen yleissopimus alusten aiheuttaman meren pilaamisen ehkäisemisestä. (Pöllänen ym. 2003, 80.)

7.3.1 Päästöjen vähentäminen

Aluksista aiheutuvat savukaasut ovat pääosin lähtöisin pääkoneesta ja apukoneista, jolloin tekniset keinot päästöjen pienentämiseksi suunnataan koneistoon ja polttoaineeseen. Hiilidioksidipäästöt ovat kytköksissä polttoaineen hiilisisältöön ja polttoaineenkulutukseen, joten päästöjen määrää voidaan vähentää polttoaineenkulutuksen avulla. Rikkipäästöjä voidaan vähentää pienentämällä alusten käyttämän polttoaineen rikkipitoisuuden enimmäisrajaa. Laivadieselin typen oksidi-päästöjä on vähennetty ensisijaisesti moottoriteknisin keinoin, mm. polttoaineen ruiskutusjärjestelmää, palotilan muotoilua ja venttiilien ajoitusta säätämällä. Myös pakokaasujen puhdistusteknologia tarjoaa monia menetelmiä typen oksidi-päästöjen vähentämiseen. (Pöllänen ym. 2003, 82-85.)

Päästöjä mereen rajoittavat kiellot öljypitoisten painolastivesien, säiliöiden pesuvesien ja pilssivesien päästämisestä mereen. Öljypitoiset jätevedet tulisi tyhjentää satamissa asianmukaisiin ongelmajätensäiliöihin. Kielloista huolimatta Itämeren alueella tapahtuu kymmeniä laittomia öljypitoisten vesien tyhjennyksiä aluksista. (Pöllänen ym. 2003, 86.)

Alusten pohjamaalit sisältävät runsaasti myrkyllisiä yhdisteitä, jotka ajan kuluessa liukenevat veteen. Myrkkymaalien käyttö on vähentynyt käytön kieltämisen jälkeen, vuodesta 2003 alkaen. (Pöllänen ym. 2003, 87.)

7.3.2 Jätteiden käsittely

Jätteiden päästäminen mereen on kiellettyä, mutta silti hyvin yleistä. Jätteitä koskevat samat määräykset kuin jätevesiä. Kaikki aluksilla syntyvä jäte tulee toimittaa satamissa jätteiden käsittelyyn asianmukaisesti lajiteltuna. Jätevesien käsittely aluksilla on kehittynyt huomattavasti ja aluksilla onkin usein omia jätevesienkäsittelylaitoksia, joilla käymälävedet voidaan puhdistaa astetta puhtaammiksi, jolloin puhdistettu jätevesi on päästettävissä mereen rannikkoalueen ulkopuolella. (Pöllänen ym. 2003, 87.)

7.3.3 Meluntorjunta

Rahtialusten aiheuttama melu koostuu pääosin moottorimelusta ja veden liikkeistä aiheutuvasta hydrodynaamisesta melusta, joten on luonnollista keskittää vesiliikenteen meluntorjunta alusten teknisiin ratkaisuihin. Äänenvaimentimien käyttö pienentää tehokkaasti aluksen aiheuttamaa melua. Hydrodynaamisen melun vähentämiseksi paras keino on nopeuden pienentäminen, jolla on merkittävät vaikutukset myös konemelun pienentämiseen. (Pöllänen ym. 2003, 88.)

7.3.4 Tulokaslajit

Laivojen painolastivesien mukana ja runkoon kiinnittyneinä voi siirtyä eliölajeja, jotka voivat uuteen ympäristöön vapauduttuaan muodostaa biologisen uhan olemassa olevalle eliöstölle. Tulokaslajit voivat muuttaa vesistöjen ekosysteemiä ja syrjäyttää vesistölle tyypillisiä biotyyppejä. Painolastivesien mukana siirtyvien elävien organismien määrää on pyritty vähentämään vaihtamalla vesi avomerellä suolaisempaan meriveteen, suodattamalla tankkiin pääsevä vesi tai käsittelemällä vesi UV-säteilyllä. (Pöllänen ym. 2003, 88.)

7.3.5 Vesialueiden rakentaminen

Suuri merkitys satamarakenteiden haittojen torjumisessa on maankäytön suunnittelulla ja satamaan johtavan tie- ja katuverkon suunnittelun kytkemisellä muuhun liikenneverkkosuunnitteluun. Satama-alueella tehtävät mittavat täyttötöyt sekä laitureiden, siltojen sekä penkereiden rakentaminen saattavat heikentää vesistön tilaa erityisesti, jos veden riittävästä vaihtuvuudesta ei ole huolehdittu. Lisäksi väylien ja satama-altaiden ruoppaaminen aiheuttaa työnaikaista veden samentumista ja pohjan eliöstö yleensä tuhoutuu ruoppausalueilta ja läjityspaikoilta. (Pöllänen ym. 2003, 89.)

7.4 Ilmaliikenne

7.4.1 Energiankulutuksen pienentäminen

Lentokoneiden tekninen kehitys, koon kasvu ja kuormitusasteen kasvu ovat pienentäneet lentoliikenteen suoritekohtaista energiankulutusta viimeisten vuosikymmenten aikana. Kallistuva polttoaine kannustaa lentokonevalmistajia kehittämään uusia keinoja energiankulutuksen pienentämiseksi. Lentokoneiden koon kasvaessa saadaan kuljetettua entistä enemmän kerralla, jolloin hyödytään tehokkuudella. Myös entistä suuremmat kuormitusasteet tukevat osaltaan kehitystä oikeaan suuntaan. (Rauhamäki 2003, 118.)

7.4.2 Päästöjen vähentäminen

Hiilidioksidi- ja rikkidioksidipäästöjen määrää voidaan laskea polttoaineenkulutuksen perusteella. Hiilidioksidipäästöjen määrä riippuu suoraan polttoaineen kulutuksesta, koska se syntyy kerosiinipalamotootteena. Rikkipäästöjä puolestaan voidaan vähentää pienentämällä polttoaineen rikkipitoisuutta. Suomen ilmaliikenteen päästöjen on arvioitu kasvavan, vaikka lentokoneiden ominaispäästöt ovatkin vähentyneet, sillä liikenteen kasvun ennakoitaan jatkuvan melko suurena. (Rauhamäki 2003, 119-120.)

Sekä lentokoneen energiankulutusta että päästöjä voidaan vähentää koneen täyttöastetta kasvattamalla, koneen nopeuksia ja matkalentokorkeuksia optimoimalla, lennonjohtomenetelmiä kehittämällä ja ilmatilan tehokkaalla käytöllä. Ilmatilan ruuhkautuminen aiheuttaa usein laskeutumisuoron odottelua ilmassa, joka puolestaan lisää polttoaineen kulutusta ja päästöjä. (Rauhamäki 2003, 124.)

Lentoliikenteen kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseen on arvioitu sovellettavan taloudellisen ohjauksen keinoja, kuten kone- ja operaatiokohtaisia päästöveroja ja -maksuja, yleisen polttoaineveron säätelyä ja päästökauppaa. Kansainvälisen siviili-ilmailujärjestön mukaan lentoliikenteelle kustannustehokkain tapa osallistua ilmasto-
muutosta koskeviin toimenpiteisiin olisi päästökauppa, jossa lentoliikenteen ostaisi vähennysoikeuksia muilta sektoreilta, joilla kasvihuonekaasupäästöjen vähentäminen on helpompaa. (Rauhamäki 2003, 124.)

7.4.3 Meluntorjunta

Lentomelun torjuminen voidaan toteuttaa toimenpiteillä, jotka liittyvät lentokoneiden moottoritekniikkaan, lentoasemiin sekä lentoonlähtöön ja laskeutumiseen. Lentokentät voivat huomioida melun käyttämällä melun kannalta edullisempia kiitoteitä. Lento-
lähdössä tulisi huomioida lentoreitit sekä -profiilit ja laskeutumisessa puolestaan olisi lisättävä näkölähestymistä. Myös lentokoneiden kansainväliset melumääräykset auttavat suuresti lentoliikenteen aiheuttaman melun pienentämistä. (Rauhamäki 2003, 125.)

8 FORCHEMIN KULJETUSTEN YMPÄRISTÖVAIKUTUKSET

8.1 Kuljetusten ympäristövaikutukset

Forchemin kuljetusten ympäristövaikutukset on selvitetty kolmelta edelliseltä vuodelta, jotta tulokset olisivat riittävän luotettavia ja saataisiin vertailukohtia kuljetusten kehittymiselle. Seuraavassa taulukossa (Taulukko 1) esitellään kuljetusten päästöt vuosina 2003-2005 päästölajeittain.

| 2003 | CO | HC | NO _x | PM | CH ₄ | N ₂ O | SO ₂ | CO ₂ |
|---------------------|--------------|--------------|-----------------|--------------|-----------------|------------------|-----------------|------------------|
| Saapuvat [t] | 0,313 | 0,126 | 11,484 | 0,151 | 0,021 | 0,049 | 0,065 | 1 016,120 |
| Lähtevät [t] | 2,547 | 1,408 | 63,625 | 1,533 | 0,020 | 0,047 | 18,788 | 2 909,348 |
| YHTEENSÄ [t] | 2,860 | 1,535 | 75,109 | 1,685 | 0,042 | 0,096 | 18,852 | 3 925,468 |

| 2004 | CO | HC | NO _x | PM | CH ₄ | N ₂ O | SO ₂ | CO ₂ |
|---------------------|--------------|--------------|-----------------|--------------|-----------------|------------------|-----------------|------------------|
| Saapuvat [t] | 0,454 | 0,185 | 16,516 | 0,221 | 0,030 | 0,069 | 0,181 | 1 448,205 |
| Lähtevät [t] | 4,229 | 2,303 | 101,589 | 2,505 | 0,026 | 0,059 | 31,293 | 4 459,830 |
| YHTEENSÄ [t] | 4,683 | 2,488 | 118,105 | 2,725 | 0,056 | 0,128 | 31,474 | 5 908,035 |

| 2005 | CO | HC | NO _x | PM | CH ₄ | N ₂ O | SO ₂ | CO ₂ |
|---------------------|--------------|--------------|-----------------|--------------|-----------------|------------------|-----------------|------------------|
| Saapuvat [t] | 0,535 | 0,214 | 15,585 | 0,240 | 0,026 | 0,060 | 0,532 | 1 363,251 |
| Lähtevät [t] | 5,741 | 3,155 | 136,445 | 3,435 | 0,026 | 0,059 | 43,683 | 5 739,499 |
| YHTEENSÄ [t] | 6,277 | 3,369 | 152,030 | 3,675 | 0,052 | 0,119 | 44,215 | 7 102,750 |

Taulukko 1. Forchemin kuljetusten päästöt päästölajeittain vuosina 2003-2005.

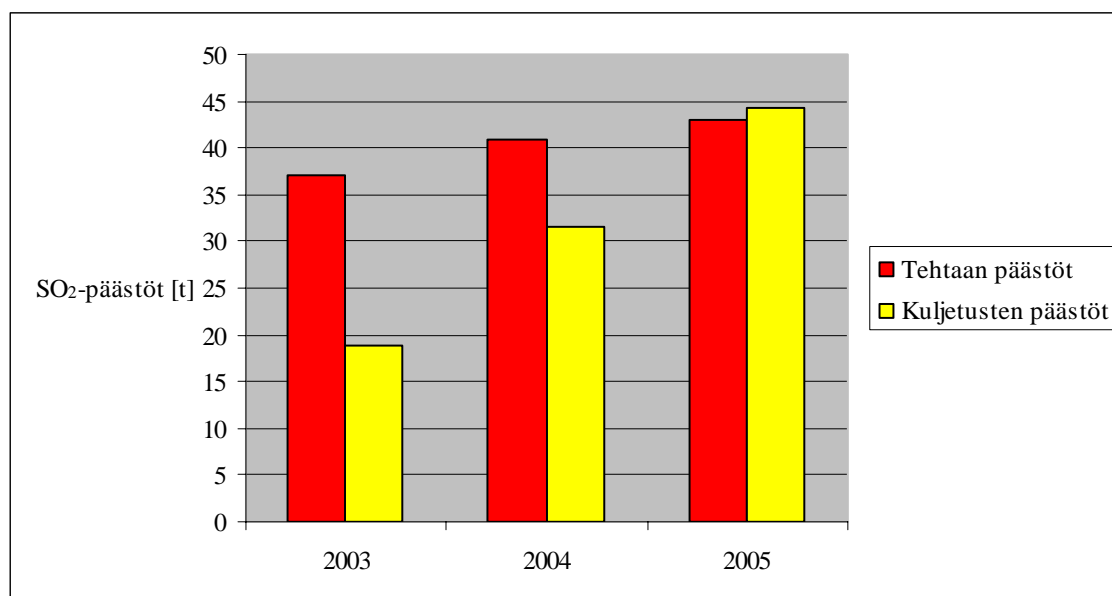
Kuljetusten kokonaispäästöt edellisiltä vuosilta on esitetty seuraavassa taulukossa (Taulukko 2). Taulukko sisältää saapuvien ja lähtevien kuljetusten päästöt sekä kuljetusten kokonaisympäristövaikutukset. Tuloksissa on huomioitava, että edellisessä taulukossa (Taulukko 1) ilmoitetut metaanipäästöt ovat hiilivetyä, joten ne sisältyvät laskennallisiin hiilivetyypäästöihin, mutta ne on haluttu selvittää myös erikseen, koska metaani on merkittävä kasvihuonekaasu. Käytännössä eri päästöluokkia ei voida laskea yhteen, mutta tässä sen on haluttu tehdä, jotta tuloksia voidaan vertailla esim. tehtaan aiheuttamaan päästökuormaan.

| | 2003 | 2004 | 2005 |
|---------------------|-----------|-----------|-----------|
| Saapuvat [t] | 1 028,308 | 1 465,831 | 1 380,419 |
| Lähtevät [t] | 2 997,297 | 4 601,807 | 5 932,018 |
| YHTEENSÄ [t] | 4 025,604 | 6 067,638 | 7 312,436 |

Taulukko 2. Forchemin kuljetusten kokonaispäästöt vuosina 2003-2005.

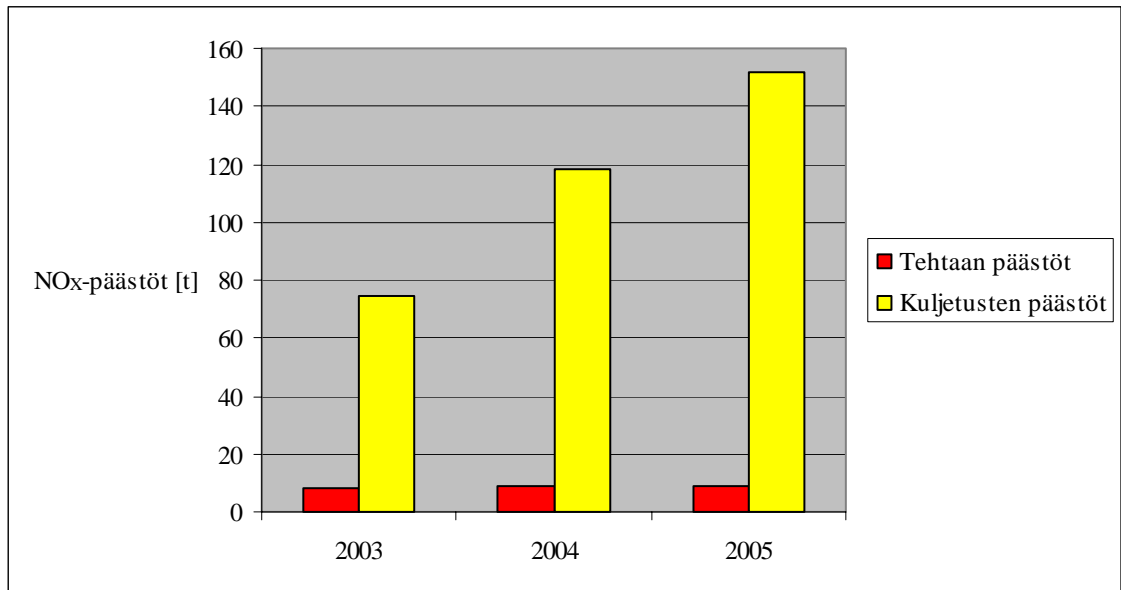
8.2 Kuljetusten ja tuotantolaitoksen ympäristövaikutusten vertailua

Vertailu tuotantolaitoksen ympäristövaikutuksiin antaa hyvän käsityksen kuljetustoiminnan ympäristövaikutusten merkittävydestä. Modernin valmistuslaitoksen päästöt minimoidaan jo suunnitteluvaiheessa, mutta kuljetustoiminta jää usein huomioimatta laskettaessa yrityksen ympäristökuormaa. Seuraavissa kuvioissa (Kuviot 3-5) on vertailtu tehtaan ja kuljetustoiminnan ympäristövaikutuksia niiden päästölajien osalta, jotka ovat vertailtavissa.



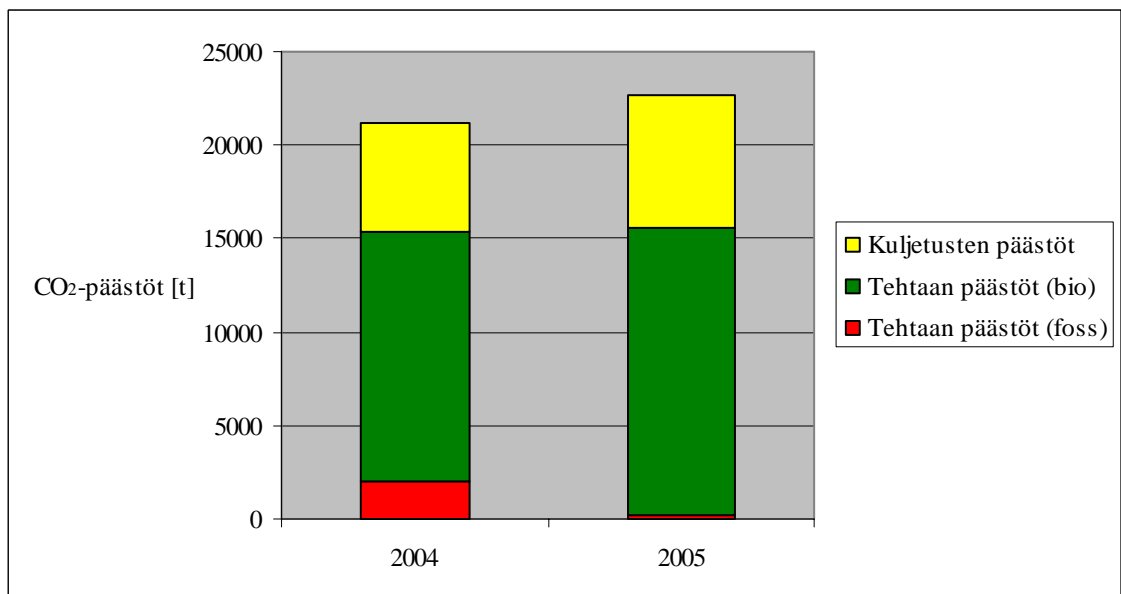
Kuvio 3. Tehtaan ja kuljetusten rikkidioksidipäästöt vuosilta 2003-2005.

Tuotannon kasvusta johtuva tehtaan rikkidioksidipäästöjen kasvu on ollut viimeisten vuosien aikana tasaista. Kuljetustarpeen kasvu näkyy kuljetusten rikkidioksidipäästöjen lähes 45 %:n vuosittaisena kasvuna.



Kuvio 4. Tehtaan ja kuljetusten typpioksidipäästöt vuosilta 2003-2005.

Tehtaan typpioksidipäästöjen kasvu on kolmena edellisenä vuotena ollut vähäistä, mutta kuljetusten osalta keskimääräinen kasvu on ollut vuosittain noin 35 %.



Kuvio 5. Tehtaan ja kuljetusten hiilidioksidipäästöt vuosilta 2004-2005.

Tehtaan ja kuljetusten hiilidioksidipäästöt on edellisessä kuviossa (Kuvio 5) esitetty vain kahdelta edelliseltä vuodelta, koska vuoden 2003 tehtaan päästölukemia ei hiilidioksidin osalta ollut saatavilla. Kuvio on laadittu vertailtavuuden takia siten, että tehtaan päästöt on jaettu fossiilisiin polttoaineisiin ja biopolttoaineisiin. Koska pääsääntöisesti

raskaan liikenteen käyttämä polttoaine on fossiilista, voidaan näin vertailla fossiilisten päästöjen suuruutta keskenään, mutta samalla on verrattavissa myös tehtaan kokonaishiilidioksidipäästöt kuljetusten aiheuttamiin päästöihin. Tehtaan fossiiliset hiilidioksidipäästöt ovat pienentyneet huomattavasti, sillä käyttöön on otettu uusiutuvia biopolttoaineita. Kuljetusten määrän kasvu näkyy vahvana kasvuna myös hiilidioksidipäästöissä. Vuosittainen kuljetusten hiilidioksidipäästöjen kasvu on keskimäärin ollut hieman alle 20 %.

9 YMPÄRISTÖYSTÄVÄLLISEMMÄT KULJETUKSET FORCHEMILLE

9.1 Kuljetustoiminnan ympäristöjohtaminen

Tekstissä edellä esitellyistä ympäristöjohtamisen työkaluista löytyy useita käyttökelpoisia työkaluja myös logistiikan, ja tässä tapauksessa erityisesti kuljetustoiminnan, ympäristöjohtamiseen.

Ympäristövastuun nelikenttäanalyysin rakentaminen auttaa hahmottamaan kuljetustoiminnan vahvuudet, heikkoudet, mahdollisuudet ja uhat ympäristön kannalta. Analyysissä vahvuuksiin kerätään ne asiat, jotka ovat kunnossa. Heikkouksiin sisältyvät asiat, joiden kehittämiseksi on tehtävä jotain. Mahdollisuudet ja uhat sisältävät tulevaisuuden tekijät, eli parhaat mahdollisuudet ja pahimmat vaihtoehdot.

Seuraava, hyvin pääpiirteinen kuvio (Kuvio 6) on tehty Forchemin kuljetustoiminnan ympäristövastuuanalyysin pohjaksi ulkopuolisen näkökulmasta. Kuviota täydentämällä yrityksellä on halutessaan mahdollisuus käyttää sitä toimivana kuljetustoiminnan ympäristöjohtamisen apuvälineenä.

| VAHVUUDET | HEIKKOUEDET |
|--|--|
| Vahva kuljetusorganisaatio Ympäristötavoitteet Kuljetusten ympäristövaikutukset selvitetty | Ympäristöasioiden huomioiminen jokaisen kuljetuksen toteuttamisessa Kustannukset vs. ympäristö |
| MAHDOLLISUUDET | UHAT |
| Tavoitteiden pohjalta suunnitelmat kuljetusten ympäristöjohtamiselle Kuljetusten päästöjen pieneneminen | Kuljetusalue laajenee entisestään Resursseja ympäristöasioiden huomioimiselle ei löydy Päästöt kasvavat edelleen kuljetus-suoritteiden kasvaessa |

Kuvio 6. Forchemin kuljetustoiminnan ympäristövastuun nelikenttäanalyysi.

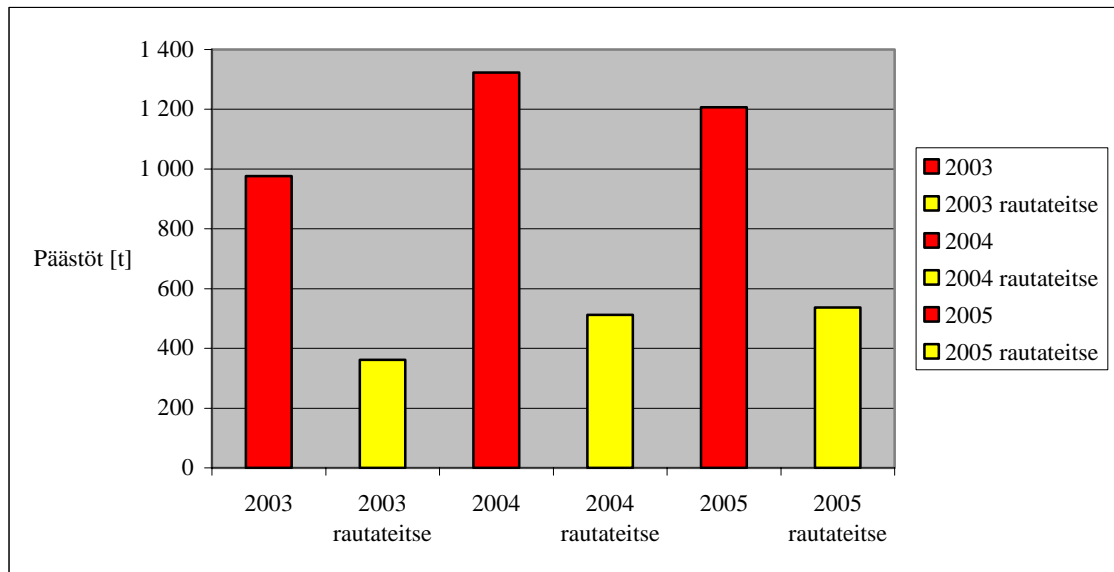
Ympäristöjärjestelmä on varsin käyttökelpoinen työkalu ympäristöjohtamisessa. Kuljetustoiminnan ympäristönäkökohtien kehittämistä on luonnollista viedä eteenpäin juuri ympäristöjärjestelmän avulla, varsinkin yrityksen toteuttaessa ympäristöjohtamistaan ympäristöjärjestelmään nojaten.

9.2 Kuljetusmuodon valinta

9.2.1 Vaihtoehtoisia kuljetusmuotoja

Etsittäessä ympäristöystävällisempiä vaihtoehtoja kuljetusten hoitamiseksi on mietittävä kuljetusmuotojen tarjoamia mahdollisuuksia. Kuljetusmuodoilla saavutettavat hyödyt eivät aina palvele ympäristöä, esim. ajallisesti tehokkain kuljetusmuoto on harvoin ympäristöystävällisin.

Rautatiekuljetukset mielletään ympäristöystävällisimmäksi kuljetustavaksi. Seuraavassa kuviossa (Kuvio 7) esitellään rautatieliikenteen tarjoamaa ympäristöhyötyä. Kuviossa selvitetään saapuvien kotimaan kuljetusten rautateille siirtämisen tuomaa hyötyä. Vuotuinen saapuvien kuljetusten ympäristökuormituksen pieneminen saattaisi kuvion mukaan olla jopa 60 % kotimaan saapuvien kuljetusten osalta. Jos ulkomailta tehtaalle saapuvat kuljetukset hoidettaisiin kuten aikaisemminkin, päästäisiin saapuvien kuljetusten ympäristökuorman pienentämisessä siltikin 50 %:n vähenemään. Ympäristön kannalta rautatiekuljetukset ovat siis varsin varteenotettava vaihtoehto.



Kuvio 7. Saapuvien kuljetusten ympäristövaikutukset vuosina 2003-2005 toteutuneilla kuljetusmenetelmillä ja siirtämällä kotimaan saapuvat kuljetukset rautateille.

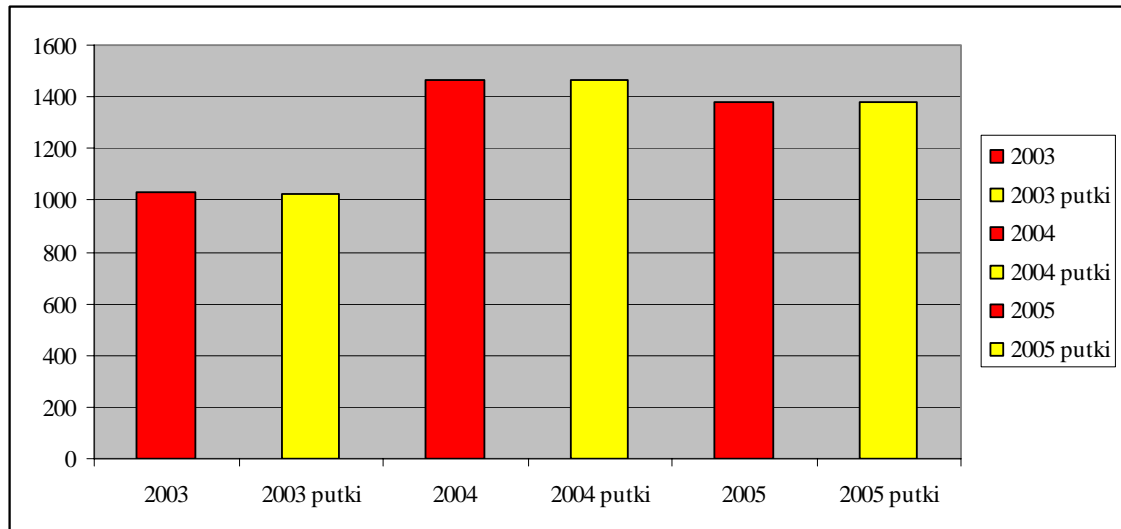
Pyrittäessä kuljettamaan vientituotteet mahdollisimman pitkälle vesiliikenteen keinoin on huomioitava alustyyppien väliset erot päästöjen osalta. Konttialus on huomattavasti tavallista roro-alusta ympäristöystävällisempi, kun keskitytään pelkästään yksikköpäästömääritelmiin.

Reittisuunnittelu ja kuljetusmuodon valinta ovat tiiviissä yhteydessä keskenään. Vaihtoehtoinen kuljetusreitti tarjoaa joukon uusia mahdollisuuksia valita kuljetusmuoto, jolla tavara kuljetetaan tehtaalta asiakkaalle. Reittisuunnittelun tuoman ympäristökuorman pienenemisen selvittämiseksi olisi tiedettävä suhteellisen tarkasti kuljetusten toteutunut reititys, joten sitä ei tässä yhteydessä ole tehty.

9.2.2 Rauman sisäiset kuljetukset

Erityisesti Rauman sisäisiin kuljetuksiin on mahdollista vaikuttaa suhteellisin yksinkertaisin ratkaisuin. Rauman sellutehdas on Forchemin suurimpia raaka-aineentoimittajia. Botnian Rauman tehdas sijaitsee aivan Forchemin välittömässä läheisyydessä, mutta sen toimittava tavara joudutaan ajamaan punnitukseen metsäteollisuusalueen portille, josta se kuljetetaan takaisin Forchemille käytettäväksi. Seuraava kuvio (Kuvio 8) esittelee

saapuvien kuljetusten päästökuorman pienenemistä, mikäli tiekuljetusosuus saataisiin poistettua siirtymällä esim. putkikuljetukseen.



Kuvio 8. Forchemin ja Botnian välisen liikenteen poistamisen vaikutukset kuljetusten aiheuttamiin päästöihin.

Päästöjen pieneneminen Botnian ja Forchemin välisellä putkella ei ole merkittävää, kuten edellisestä kuvioista (Kuvio 8) on luettavissa. Tehtaiden välisen putkikuljetuksen vaikutus saapuvien kuljetusten päästöihin on korkeintaan vain prosentin luokkaa, sillä suhteellisen pieni kuljetusmatka ei vielä vaikuta suuresti kokonaispäästöihin. Vaikka turhia kuljetuksia vältettäisiin, ei sillä ole suurta painoarvoa ympäristön kannalta.

Myös Raumalta lähtevien säiliöalusten lastaus toteutetaan ajamalla tuotteet autoilla kemikaalisatamaan. Säiliöalusten lastaus saattaisi niin ikään onnistua putkikuljetusta käyttämällä, mikäli laivausten siirtäminen metsäteollisuuden satamaan olisi mahdollista.

9.3 Kuljetuspalvelun tarjoajan valinta

Kuljetuspalvelun tarjoajan valinnalla voidaan vaikuttaa lähinnä maantiekuljetusten ympäristövaikutuksiin. Tieliikenteen aiheuttamiin ympäristövaikutuksiin voidaan vaikuttaa paljon ajotavalla, kaluston kunnolla ja tehokkailla kuljetuksilla. Sopimusosapuolilta voidaan edellyttää jonkin tietyn toimintatavan toteuttamista tai esim. kuljetuskaluston jonkin Euro-standardin vaatimusten täyttämistä. Uusien Euro-standardit kiristävät ajo-

neuvoille asetettuja vaatimuksia entisestään, joten niiden avulla tulokset ympäristökuorman pienemisessä voivat olla jo näkyviä.

Seuraava taulukko (Taulukko 3) esittelee vaikutusta Euro3-standardien vaatimusten edellyttämisestä. Taulukko on laadittu laskemalla kuljetusten ympäristövaikutukset Euro3-standardin sallimien päästöarvojen mukaisesti edellisten kolmen vuoden ajalta.

| | 2003 | 2003 Euro3 | 2004 | 2004 Euro3 | 2005 | 2005 Euro3 |
|---------------------|--------|------------|--------|------------|--------|------------|
| Saapuvat [t] | 1028,3 | 1023,9 | 1465,8 | 1459,6 | 1380,4 | 1375,0 |
| Lähtevät [t] | 2997,3 | 2993,1 | 4601,8 | 4595,1 | 5932,0 | 5926,7 |
| Yhteensä [t] | 4025,6 | 4017,0 | 6067,6 | 6054,7 | 7312,4 | 7301,7 |

Taulukko 3. Toteutuneet kuljetusten ympäristövaikutukset, sekä vastaavien kuljetusten ympäristövaikutukset, mikäli edellytettäisiin tieliikennekalustolta Euro3-standardin täyttämistä.

Taulukosta on havaittavissa, että Euro3-standardin edellyttäminen tieliikenteen kalustolta ei tuo huomattavaa vaikutusta kuljetusten ympäristövaikutusten pienentämiseksi, mutta suunta on oikea. Laskennan toteuttaminen Euro4-standardin pohjalta antaisi käsityksen tiukempien määräysten tuomasta kehityksestä, mutta sen edellyttämiä yksikköpäästöarvoja ei vielä ole saatavilla. Euro4-standardien vaatimusten edellyttäminen on kuljetustoiminnan ympäristövaikutusten pienentämiseksi hyvä vaihtoehto. Varsinkin uusien standardien tullessa voimaan vuonna 2008 on odotettavissa että myös kuljetustoimintaa pyritään ohjaamaan standardien piiriin.

10 YHTEENVETO

Tämän työn tavoitteena oli aikaisemmin selvitettyjen kuljetustoiminnan ympäristövaikutusten pohjalta etsiä ratkaisuehdotuksia kuljetusten viemiseksi ympäristöystävällisempään suuntaan.

Ympäristöjohtaminen on noussut pinnalle ympäristön tilanteen heikentyessä. Viranomaisten esittämien vaatimusten täyttymiseksi on kehitettävä toimivia järjestelmiä ympäristöystävällisen toiminnan takaamiseksi. Tehokas ympäristöjohtaminen perustuu tavoitteisiin, joita tarkastetaan vuosittain. Pyrkimällä aina entistä paremmaksi on saavutettavissa merkittävää ympäristöhyötyä.

Kuljetustoiminnan ympäristöasioiden parantaminen edellyttää yrityksiltä panostusta ja sitoutumista. Ympäristön ja yrityksen edut eivät välttämättä kohtaa, joten valitun suunnan noudattaminen saattaa aiheuttaa kustannuksia. On kuitenkin huomattava, että ratkaisuja toiminnan kehittämiseksi on paljon.

Tämän työn sisältämät ehdotelmat on pyritty perustelevaan. Ehdotukset toiminnan kehittämiseksi ympäristön kannalta perustuvat pitkälti laskelmiin päästökehityksestä ja mahdollisuuksien ympäristövaikutuksista. Vertailevat kuviot selvittävät tilannetta toteutuneen ja mahdollisuuksien välillä.

Vihreään logistiikkaan on havahduttu vasta hiljattain, joten sellaisenaan ala on vielä melko uusi, vaikka päästöjä ja niiden muodostumista onkin seurattu jo jonkin aikaa. Kehittyvä tekniikka tarjoaa lukuisia mahdollisuuksia päästökuormitusten pienentämiselle. Tekniikan kehittyminen antaa myös kuljetuspalveluja ostavalle yritykselle mahdollisuuden edellyttää ympäristön kannalta tehokkaampia ratkaisuja.

LÄHDELUETTELO

Karhunen, J., Pouri, R. & Santala, J. (2004) Kuljetukset ja varastointi – järjestelmät, kalusto ja toimintaperiaatteet. Helsinki: Suomen logistiikkayhdistys ry.

Karrus, K. E. (2001). Logistiikka. Helsinki: Werner Söderström Osakeyhtiö.

Mäkelä, T., Säily, S. & Mäntynen, J. (2002). Rautatieliikenne. Tampere: Tampereen Teknillinen korkeakoulu, Liikenne- ja kuljetustekniikka.

Pastinen, I., Mäntynen, J. & Koskinen, L. (2003). Kaupan ja teollisuuden logistiikka. Tampere: Tampereen Teknillinen korkeakoulu, Liikenne- ja kuljetustekniikka.

Pesonen, H-L., Hämäläinen, K. & Teittinen, O. (2005). Ympäristöjärjestelmän rakentaminen. Helsinki: Talentum Media Oy.

Pohjola, T. (2003). Johda ympäristöasioita tehokkaasti. Helsinki: Talentum Media Oy.

Pöllänen, M. & Mäntynen, J. (2002). Tieliikenne. Tampere: Tampereen Teknillinen korkeakoulu, Liikenne- ja kuljetustekniikka.

Pöllänen, M., Säily, S., Kalenoja, H. & Mäntynen, J. (2003). Vesiliikenne. Tampere: Tampereen Teknillinen korkeakoulu, Liikenne- ja kuljetustekniikka.

Rauhamäki, H. (2003). Ilmaliikenne. Tampere: Tampereen Teknillinen korkeakoulu, Liikenne- ja kuljetustekniikka.

Rohweder, L. (2004). Yritysvastuu – kestävä kehitys organisaatiossa. Porvoo: WS Bookwell Oy.

Suutari, U. (1999). Elinkaariarviointi logistiikassa. Espoo: Valtion Teknillinen Tutkimuskeskus, Yhdyskuntatekniikka; Liikenne, logistiikka ja yhdyskunnat.

Forchem Oy. (2004 a). Mäntyöljy, yllättävän lähellä sinua. Forchem Oy:n yritysesite.

Forchem Oy. (2004 b). Toimintapolitiikka. Forchem Oy:n yritysesite.

Forchem Oy. (2005 a). Annual Report 2004. Forchem Oy:n yritysesite.

Forchem Oy. (2005b). Kestävän kehityksen periaatteilla toimiva mäntyöljyn jalostaja. Forchem Oy:n yritysesite.

Forchem Oy. (2006). Mäntyöljy ja sen jalosteiden käyttöturvallisuustiedotteet. Forchem Oy.

Oulun yliopisto (2006). Koulutusmoniste [verkkodokumentti]. Oulun yliopisto. [viitattu 18.10.2006]. Saatavissa: <http://www.taloustieteet.oulu.fi/yksikot/kansantalous/juutinen/teaching/environment/environment.html>

Ympäristö (2006). Maankäyttö ja rakentaminen; Maankäytön suunnittelu; Liikenteen suunnittelu; Liikenteen ympäristöhaitat; Melu [verkkosivu]. Ympäristö. [viitattu 10.10.2006]. Saatavissa <http://www.ymparisto.fi>