

# ETLA

**ELINKEINOELÄMÄN TUTKIMUSLAITOS**

THE RESEARCH INSTITUTE OF THE FINNISH ECONOMY

Lönnrotinkatu 4 B 00120 Helsinki Finland Tel. 358-9-609 900

Telefax 358-9-601 753 World Wide Web: <http://www.etla.fi/>

## **Keskusteluaiheita - Discussion papers**

No. 646

Kimmo Lahti-Nuutila

**SUOMALAISEN  
PAPERI- JA SELLUTEOLLISUUDEN  
YMPÄRISTÖSTRATEGIAAN  
VAIKUTTAVIA TEKIJÖITÄ**



**LAHTI-NUUTTILA, Kimmo, SUOMALAISEN PAPERI- JA SELLUTEOLLISUUDEN YMPÄRISTÖSTRATEGIAAN VAIKUTTAVIA TEKIJÖITÄ.**

Helsinki: ETLA, Elinkeinoelämän Tutkimuslaitos, The Research Institute of the Finnish Economy, 1998, 67 s. (Keskusteluaiheita, Discussion Papers, ISSN 0781-6847; No. 646).

**TIIVISTELMÄ:** Yrityksen ympäristökilpailukyky ja ympäristöstrategiset valintamahdollisuudet riippuvat yrityksen ja sen toimintaympäristön ominaisuuksista. Tässä työssä toimintaympäristöä on tutkittu nk. Konsta-mallin avulla. Malli jakaa toimintaympäristön yhteiskuntaan, kilpailijoihin ja jalostusketjuun, jonka osana yritys toimii. Suomen sellu- ja paperiteollisuuden kannalta keskeisimmiksi teemoiksi nousevat pitkän aikavälin trendien tunnistaminen, materiaali- ja energiavirtoihin liittyvien kysymysten erottaminen muista yrityksen ympäristöjohtamisen aiheista, energian kulutuksen keskeisyys, kuljetusten päästöt, media-aiheiden luonne sekä yrityskulttuuri ja kansallisen konsensuksen tarve nopean reagoinnin esteinä.

**AVAINSANAT:** yritys, paperiteollisuus, selluteollisuus, ympäristö, kilpailukyky, strategia

**LAHTI-NUUTTILA, Kimmo, ELEMENTS OF ENVIRONMENTAL STRATEGY IN THE FINNISH PULP AND PAPER INDUSTRY.** Helsinki: ETLA, Elinkeinoelämän Tutkimuslaitos, The Research Institute of the Finnish Economy, 1998, 67 p. (Keskusteluaiheita, Discussion Papers, ISSN 0781-6847; No. 646).

**ABSTRACT:** Characteristics of business environment affect the environmental competitiveness and the choices of environmental strategy of the company. In this paper the business environment is studied through the Konsta-model. The model divides the business environment into society, competitors and the production chain where the company acts as a one loop. The following themes are recognized as the most vital for the Finnish pulp and paper industry: identifying long term trends, distinguishing the questions concerning material and energy flows from other subjects in environmental management, central role of energy consumption, emissions from transportation, the nature of the issues in media, company culture and the necessity of national consensus in Finland.

**KEY WORDS:** company, pulp and paper industry, environment, competitiveness, strategy



## Sisällysluettelo

<b>JOHDANTO</b>	1
<b>1. YRITYKSEN TOIMINTAYMPÄRISTÖ</b>	3
1.1 Sidosryhmäanalyysi toimintaympäristön kuvaamisessa	3
1.2 Toimintaympäristön kuvaus Konsta-mallin avulla	4
<b>2. PAPERITEOLLISUUDEN PROSESSIEN OMINAISPIIRTEITÄ</b>	7
2.1 Massan ja paperin valmistus	7
2.2 Energian tuotanto	9
2.3 Paperiteollisuuden tuotteet	10
<b>3. YMPÄRISTÖONGELMAT</b>	14
<b>4. JALOSTUSKETJU</b>	18
4.1 Paperiteollisuuden energian ja veden käyttö	18
4.2 Energian tuotanto ja päästöt	20
4.3 Sähkön hankinta	22
4.4 Polttoaineen hankinta	25
4.5 Kuljetukset	25
4.6 Puun hankinta	27
4.7 Täyte- ja päällystysaineet	27
4.8 Sideaineet ja muut kemikaalit	28
4.9 Paperin jatkojalostus	28
4.10 Paperin kierrätys ja hävittäminen	29
<b>5. YHTEISKUNTA</b>	31
5.1 Sopimukset, tavoiteohjelmat ja lainsäädäntö	31
5.2 Ympäristöverot	34
5.3 Kansallinen ympäristöpolitiikka	36
5.4 Yhteiskunnan ohjausmenetelmät	37
5.5 Laaturjestelmät ja ekomerkit	38
5.6 Puun sertifiointi	39
5.7 Vihreä sähkö	40
5.8 Ekomerkit paperituotteille	40
5.9 Ympäristöraportointi	41
5.10 Ympäristöhaittojen arvottaminen	42
5.11 Tuotannon ympäristöhaitat ja yhteiskunnalliset hyödyt	43
5.12 Teollisuuden suhtautuminen ympäristöasioihin	44
5.13 Yhteiskunnan ympäristönäkökulmat	44
5.14 Ympäristöarvot	45
5.15 Media-aiheet	45
5.16 Ympäristöjärjestöt ja -puolueet	48
5.17 Tieteiden välinen valtataistelu	49
5.18 Taloustieteen lähestymistavat	50
5.19 Ympäristölaskentatoimi	50

<b>6</b>	<b>KILPAILIJAT</b>	<b>52</b>
6.1	Toimialojen välinen kilpailu	52
6.2	Toiset teknologiat kilpailijoina	53
6.3	Energia eri maissa	54
6.4	Kuljetukset	56
6.5	Paperiteollisuuden päästöt	56
6.6	Neitseellinen kuitu ja keräyskuitu	57
6.7	Muut neitseellisen kuidun lähteet	58
6.8	Kulttuurierot	58
6.9	Kansallinen konsensus ja toimintamallien etsintä	59
6.10	Tehtaiden väliset erot	60
<b>7</b>	<b>JOHTOPÄÄTÖKSIÄ</b>	<b>62</b>
	Kirjallisuusluettelo	65

## JOHDANTO

Työ on osa TEKESin rahoittamaa Helsingin kauppakorkeakoulun Johtamisen laitoksen *Yrityksen ympäristökilpailukyky* -projektia ja sen osatutkimusta *Metsäteollisuusyritysten ympäristöstrategiset vaihtoehdot*. Tässä julkaisussa kuvataan suomalaista sellu- ja paperiteollisuutta ja sen toimintaympäristöä ympäristöasioiden näkökulmasta. Julkaisu on jatkoa tässä sarjassa aiemmin ilmestyneelle raportille *Yrityksen ympäristökilpailukyvyn teoreettinen tarkastelu* (ETLA, Keskusteluaiheita, No. 637).

Lähtökohtana on ajatus, jonka mukaan on tunnettava sekä yrityksen että sen toimintaympäristön ominaisuudet, jotta yrityksen ympäristöstrategisia valintoja olisi mahdollista ymmärtää. Yritysten ympäristöjohtamista käsittelevässä kirjallisuudessa painottuvat ne toimenpiteet, joihin yritysten tulisi kirjoittajien mielestä ryhtyä toteuttaakseen kestävää kehitystä. Ympäristöasioita tarkastellaan yhteiskunnallisesta näkökulmasta kilpailullisen näkökulman sijaan. Yrityksen toimintaympäristöä kuvataan kirjallisuudessa toisaalta ympäristöongelmien ja toisaalta yrityksen sidosryhmien sen hetken vaatimusten kautta.

Tässä työssä pyritään perinteistä analyyttisempään toimintaympäristön tarkasteluun. Tavoitteena on ollut löytää voimakkaasti esillä olleita vaatimuksia heikompi signaaleja yhteiskunnassa kehittymässä olevista ja tulevaisuudessa konkreettisemmin vaikuttavista treندهistä ja analysoida tämän hetken tilannetta kuvaavaa aineistoa aikaisempaa syvällisemmin. Tutkimus laajentaa siten perinteistä toimintaympäristön kuvausta sekä yleisempään että yksityiskohtaisempaan suuntaan.

Työkaluna on käytetty nk. Konsta-mallia, jonka avulla toimintaympäristö jaetaan viiteen osaan: yrityksen omaan toimintaan, jalostusketjun vaiheisiin ennen yritystä (raaka-aineen toimittajat) ja yrityksen jälkeen (asiakkaat) sekä yhteiskuntaan ja kilpailijoihin. Kolme ensin mainittua osaa muodostavat tuotteen jalostusketjun ja ne sisältävät siten kaikki yritykseen liittyvät materiaali- ja energiavirrat. Paperiteollisuuden toimintaympäristöä kuvataan Konsta-mallin osiin liittyvien ympäristönäkökulmien avulla. Ympäristönäkökulmat ovat eräänlaisia ikkunoita kyseiseen toimintaympäristön osaan. Sekä ikkunan (otsikon) valinta että ikkunasta aukeava maisema (teksti) ovat luonteeltaan osittain subjektiivisia käsityksiä todellisuudesta.

Esitettyä näkökulmakokonaisuutta ei voi pitää täydellisinä esityksenä Suomen paperiteollisuuden ympäristölähtöisestä toimintaympäristöstä. Valikointia on tehty erityisesti sen suhteen, että paljon julkisuudessa esillä olleita näkökulmia ja niihin liittyvää aineistoa ei esitettäisi jälleen kerran uudelleen. Pikemmin on tavoiteltu uusia näkökulmia ja uudenlaista tietopohjaa vanhoihin näkökulmiin.

Yrityksen toimintaympäristöä ja Konsta-mallin piirteitä käsitellään ensimmäisessä kappaleessa. Toisessa kappaleessa kuvataan lyhyesti paperi- ja sellunteollisuuden ominaispiirteitä toisaalta prosessien ja toisaalta tuotteiden kautta. Tämän kappaleen tarkoituksena on antaa perustietoja toimialasta, erityisesti materiaali- ja energiavirtojen osalta, ajatellen niitä lukijoille, joille asia ei ole kovin tuttu.

Kolmannessa kappaleessa käsitellään eurooppalaisin silmin kuvattuja maailmanlaajuisia ympäristöongelmia. Kappaleen tarkoituksena on tuoda esille niitä laajoja ongelmia, jotka yhteiskunta on voimakkaimmin tunnistanut.

Seuraavat kolme kappaletta (4, 5 ja 6) sisältävät tämän työn varsinaisen ytimen eli joukon näkökulmia paperi- ja selluteollisuuden toimintaympäristöön. Sitä voi pitää eräänlaisena luettelon omaisena tiedostona, jonka pohjalta toimintaympäristöä ja sen vaikutuksia voi lähteä tarkemmin analysoimaan. Esitettyjen näkökulmien järjestys on osittain satunnainen ja niitä voi lukea myös itsenäisinä kokonaisuuksina. Viimeisessä kappaleessa (7) esitetään johtopäätöksiä esitetyistä tiedoista, mutta perusteellisempi yrityksen toimintaympäristön ja ympäristöstrategisten vaihtoehtojen analyysi jää tämän kirjoituksen ulkopuolelle.



## 1. YRITYKSEN TOIMINTAYMPÄRISTÖ

Yrityksen toimintaympäristöön viitataan ympäristöjohtamista käsittelevässä kirjallisuudessa mm. sellaisilla käsitteillä kuin ulkoiset tekijät (external factors), ulkoiset paineet (external pressures) ja ympäristöpaineet (environmental pressures). Toimintaympäristön eri osatekijöistä ehkä eniten sijaa on saanut ympäristöongelmien kuvaus, jolla perinteisesti on täytetty ympäristöjohtamista käsittelevän kirjallisuuden ensimmäiset sivut.

### 1.1 Sidosryhmäanalyysi toimintaympäristön kuvaamisessa

Analyyttisemmin toimintaympäristöä on pyritty kuvaamaan sidosryhmäanalyysin kautta. Yritysten ympäristöjohtaminen onkin ollut kiitollinen sovellusalue sidosryhmäteorialle, jonka yksi keskeisistä viesteistä on ollut prosessin ulkopuolisten sidosryhmien roolin esille tuominen. Ympäristöasioissa näitä ovat olleet aluksi viranomaiset ja paikalliset asukkaat, myöhemmin ympäristöjärjestöt. Ympäristöjärjestöjen merkityksen kasvu on suorastaan pakottanut ottamaan sidosryhmätarkastelun yhdeksi ympäristöjohtamisen näkökulmaksi ja se on päässyt mm. ympäristöjohtamisjärjestelmien vaatimusten osaksi.

Yrityksen ympäristöjohtamisen tarkastelu yhteiskunnallisesta näkökulmasta - vastakohtana kilpailulliselle näkökulmalle - on lisännyt sidosryhmäanalyysin käyttöä toimintaympäristöä kuvattaessa. Tämä ei olekaan ihme, sillä onhan sidosryhmäanalyysin lisäarvo siinä, että se tuo esille nimenomaan muun yhteiskunnan vaatimukset yrityksen toimintaan kohtaan. Yhteiskunnallisesta näkökulmasta ympäristöjohtamista katsovien tahojen mukaan yrityksen tulisi ottaa huomioon nämä ns. liiketoimintaprosessin ulkopuoliset sidosryhmät. Äärimmäisenä tapauksena sellaiseksi on pyritty nimeämään perinteisten ryhmien, kuten paikalliset asukkaat, kansalaisjärjestöt ja viranomaiset, lisäksi myös luonto tai maapallo yhtenä itsenäisenä sidosryhmänä, jonka intressit tulisi tunnistaa. Luonnon käsitteleminen itsenäisenä sidosryhmänä oikeastaan vain korostaa tarkastelun yhteiskunnallista luonnetta, koska luonnon hyvinvoinnin vaikutus yrityksen taloudelliseen menestykseen suoraan ilman muita sidosryhmiä on vähäinen.

Sidosryhmäanalyysin kautta voidaan päästä käsiksi yritykseen tällä hetkellä kohdistuviin vaatimuksiin. Strategisten valintojen kannalta tulevaisuus on kuitenkin tätä hetkeä tärkeämpi ja siellä vastaan tulevat mahdollisuudet ovat vain rajallisesti arvioitavissa sidosryhmäanalyysin avulla.

Tilanne on sama kuin tuotekehityksessä. Asiakkaan toiveet liittyvät olemassa olevaan tuotteeseen ja sen tyypillisiin ominaisuuksiin. Merkittävää kilpailuetua antavat innovaatiot tuovat tullessaan yleensä kokonaan uusia tuotteita, joiden ominaisuuksien valikoima voi olla kokonaan toisenlainen kuin korvattavalla tuotteella. Tässä mielessä kloorikeskustelun korvautumista metsäkeskustelulla voi verrata keskustietokoneiden korvautumisella henkilökohtaisilla tietokoneilla aikanaan. Uusi kysyntä syntyy vasta mahdollisuuksien tiedostamisen kautta. Vastaavasti sidosryhmät eivät 'tiedä', mitä ne tulevaisuudessa tulevat vaatimaan. Toisaalta vain osa yritykselle tärkeistä ympäristöasioista tulee esille sidosryhmien esittäminä vaatimuksina. Myöskään ympäristösyistä kehittyvät kustannukset eivät ole luettavissa sidosryhmien vaatimuksista.

Paperi- ja selluteollisuuden kaltaisessa pääomavaltaisessa teollisuudessa kustannusten kehittymistä on pystyttävä arvioimaan investointien yhteydessä vuosia eteenpäin.

Näiden seikkojen arvioimiseksi on selvitettävä niitä yhteiskunnan ympäristölähtöisiä kehitystrendejä, joilla on vaikutusta sekä sidosryhmien tuleviin vaatimuksiin että muihin yritykseen vaikuttaviin tekijöihin. Sidoryhmittä voidaan nähdä vain laajempien yhteiskunnan kehitystrendien välittäjinä ja toisaalta monet yrityksen kilpailukykyyn vaikuttavat trendit eivät realisoidu sidoryhmien kautta. Kehitystrendit liittyvät mm. ympäristöongelmien ja tekniikan kehittämiseen, ihmisten arvomaailman muuttamiseen ja uusien ympäristöasioiden analysoinnissa käytettävien menetelmien syntymiseen. Näiden löytämiseksi yrityksen toimintaympäristöä on katsottava toisella tavalla luoduista näkökulmista sidoryhmäikkunoiden sijaan.

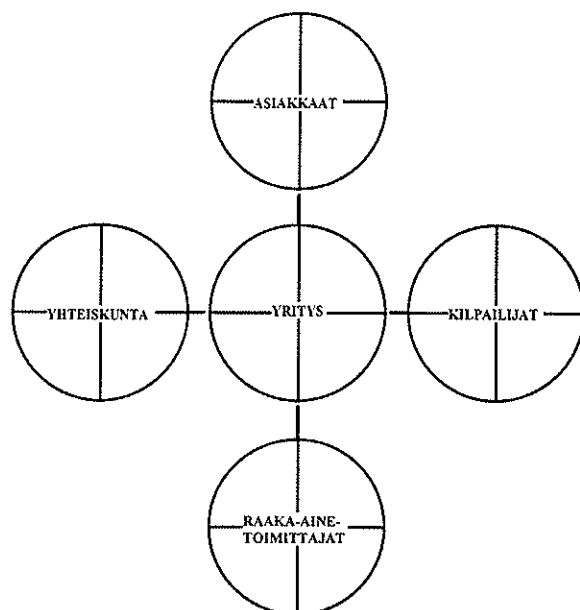
## 1.2 Toimintaympäristön kuvaus Konsta-mallin avulla

Tässä selvityksessä sellu- paperiteollisuuden, jäljempänä paperiteollisuuden, toimintaympäristöä tarkastellaan käyttäen hyväksi Konsta-mallia (Metsä-Serla 1995, Metsä-Serla 1996). Malli on kirjoittajan Metsä-Serlassa vuosina 1993-94 yhtiön sisäiseen käyttöön kehittämä tarkastelutapa, jonka tavoitteena on helpottaa sellaisten strategiselta kannalta tärkeiden toimintaympäristön ilmiöiden löytämistä, joita metsäteollisuuden sisällä käytävä keskustelu ei muutoin ole tavoittanut. Kimmokkeina mallin kehittämiseen olivat ympäristöasioiden käsittely yhä erilaisemmista näkökulmista, joiden runsaus vaikeutti kokonaisuuden hahmottamista ja teollisuuden voimattomuus kuluttajan tunnepohjaisen päätöksenteon edessä, mikä kärjistyi edellisessä ydinvoimakeskustelussa. Malli jakaa toimintaympäristön kolmeen pääosaan, tuotteen jalostusketjuun, yhteiskuntaan ja kilpailijoihin.

Tuotteen **jalostusketju** kuvaa kaikkia niitä jalostusketjun vaiheita, jotka edeltävät yrityksen omaa jalostusvaihetta, sekä niitä vaiheita, jotka ovat jalostusketjussa yrityksen oman jalostusvaiheen jälkeen. Lisäksi malli pitää sisällään myös yrityksen omaan toimintaan liittyvän kuvauksen. Jalostusketjun rajausta perustuu siten niihin materiaali- ja energiavirtoihin, jotka liittyvät tuotteen valmistamiseen käyttöön ja hävittämiseen. Rajausta on periaatteessa yhtenevä täydellisen elinkaarianalyysin 'kehdosta hautaan' -rajauksen kanssa. Yrityksen omaa vaihetta edeltäviä jalostusketjun vaiheita kutsutaan nimellä **Raaka-ainetoimittajat** ja yrityksen jälkeisiä vaiheita nimellä **Asiakkaat**.

**Yhteiskuntaosa** kuvaa sellaisia yrityksen toiminnan ympäristöasioihin liittyviä aktiviteetteja, kehitystrendejä ja ajattelutapoja, joiden taustalla ovat mm. viranomaiset, kansalaisjärjestöt, tiedotusvälineet, tutkijat ja muut yhteiskunnan kehitykseen ja päätöksentekoon liittyvät tahot. Se tuo mukanaan yrityksen toiminnan yhteiskuntalähtöiset reunaehdot.

**Kilpailijat** kuvaa yritystä suhteessa kilpailijoihin. Kysymys voi olla yhtä hyvin samaa tuotetta valmistavista tai kokonaan toista teknologiaa käyttävistä kilpailijoista tai samoista sijoitusmarkoista kilpailevista yrityksistä. Tämä osa tuo mukanaan kilpailutilouden reunaehdot yrityksen ympäristöasioihin liittyvälle toiminnalle.



Kuva 1. Konsta-malli

Konsta-mallin ensimmäinen ulottuvuus jakaa yrityksen toimintaympäristöä koskevan tiedon sen mukaan liittykö tieto tuotantoketjuun, yhteiskunnan asettamiin reunaehtoihin tai yrityksen kilpailulliseen tilanteeseen. Toinen ulottuvuus liittyy tiedon luonteeseen. Tämän perusteella ympäristönäkökulmat on jaettu neljään kokonaisuuteen.

Ensimmäinen osa koostuu fakta-tyyppisestä tiedosta, joka on usein numeroin esitettyä ja joka liittyy tyypillisesti luonnontieteisiin ja tekniikkaan. Kysymys on siten eksaktisti kuvattavissa olevasta tiedosta, josta esimerkkinä voidaan mainita vaikka paperikoneen lämmön tarve tai ilmakehän hiilidioksidipitoisuuden kehittyminen. Numeroilla esittäminen ei tarkoita sitä, että tieto olisi välttämättä oikein. Numerotiedon oikeellisuus riippuu aina siitä, onko mitattu olennaisia asioita ja tehty oikeita tulkintoja.

Toinen osa kuvaa suunnitelmallisuutta korostavia asioita, joista esimerkkeinä voi mainita mm. viranomaisten ohjelmat tai yritysten muodolliset ympäristöjohtamisjärjestelmät. Näkökulmille on tyypillistä, että ne käyttävät lähtökohtanaan edellä esitettyä fakta-aineistoa tai pyrkivät saamaan muutosta siellä esiintyviin numeroihin.

Yhdessä nämä kaksi osaa muodostavat kokonaisuuden, jonka taustalla on rationaalinen ajattelu. Näiden lohkojen rooli on perinteisesti ollut vahva, kun ympäristökeskustelua on käyty yritysten ja viranomaisten välillä. Rationaalisella ajattelulla on vahva rooli myös paperiteollisuuden kaltaisessa insinöörivaltaisessa liiketoiminnassa. Mallin avulla rationaalista ajattelua on haluttu karsinoida erilleen niistä ympäristönäkökulmista, joissa tunneperäisellä ja intuitiivisella ajattelulla on rationaalista ajattelua merkittävämpi rooli ja asioiden ilmaiseminen eksaktisti on vaikeampaa.

Konsta-mallin ensimmäinen ulottuvuus jakaa yrityksen toimintaympäristöä koskevan tiedon sen mukaan liittykö tieto tuotantoketjuun, yhteiskunnan asettamiin reunaehtoihin

Malli nostaa tunneperäisen ajattelun merkityksen koskemaan muutakin kuin paljon parjattua kuluttajien päätöksentekoa. Tunneperäisellä ajattelulla on suuri merkitys myös yritysten päätöksenteossa ja suhtautumisessa ympäristöasioihin. Tunneperäiseen ajatteluun on suhtauduttu negatiivisesti, koska sen on katsottu estävän yritysten 'järkevä' toiminnan. Ratkaisumalleja on haettu tunnepohjaisen ajattelun pois kitkemisestä ja korvaamisesta rationaalisella tiedolla.

Tunneperäinen ajattelu on ihmisessä kuitenkin syvemmillä kuin rationaalinen ajattelu ja sen vuoksi sillä aina tulee olemaan oma merkityksensä. Sillä on merkittävä rooli yrityksen toimintaympäristössä ja siihen liittyvien asioiden ymmärtäminen on yksi menestystekijä muiden joukossa. Tunneperäisen ajattelun taustalla ovat vaistot, joista se on evoluution aikana kehittynyt. Kysymys on siten vaistonvaraisesta toiminnasta sellaisessa tilanteessa, jossa varsinaista tietoa jostain asiasta ei ole. Maailman monimutkaistuessa on helppo uskoa, että tulevaisuudessa on yhä enemmän sellaisia asioita, joiden kanssa ihmiset joutuvat tekemisiin mutta joista heillä ei ole tarkempaa tietoa. Yritysjohdolle ympäristöasia on ollut yksi tällainen asia.

Tunneperäinen ajattelu on mukana koko yhteiskunnan päätöksenteossa vaikka siihen pohjautuva päätös pyritäänkin usein peittämään jälkikäteen esitetyillä rationaalisilla argumenteilla. Tunneperäisen ajattelun hyödyllisyys perustuu sen nopeuteen. Päätös voidaan tehdä ilman hidasta analyysiä. Evoluution aikana on ollut parempi tehdä nopea päätös juosta karkuun kuin ryhtyä analysoimaan yllättäen eteen ilmestyneen olion mahdollista vaarallisuutta. Toisaalta varovaisuus oudon asian edessä on yleensä palvelut lajin säilymistä paremmin kuin rohkeus. Tästä käykin ilmi tunneperäisen ja rationaalisen ajattelun välinen ero. Tunneperäisen ajattelun taustalla on pyrkimys yksilön hyvinvointiin rationaalisen ajattelun etsiessä vastausta johonkin tiettyyn kysymykseen (Lindeman 1997). Tunneperäisesti ajatteleva ei siten etsi varsinaisesti totuutta vaan hakee parasta ratkaisua omalta kannaltaan tarjolla olevissa olosuhteissa.

Konsta-mallin kolmas osa kuvaakin ympäristönäkökulmia, joissa tunneperäinen ajattelu korostuu ja jossa eksaktin tiedon rooli ajatteluprosesseissa on vähäinen. Tällöin voi olla kysymys sellaisista asioista kuten media-lähtöisestä ympäristökeskustelusta tai yrityskulttuuriin liittyvistä asioista.

Neljäs osa kuvaa asioita, jotka liittyvät eksaktin ja epäeksaktin aineiston yhdistämiseen. Asioille on tyypillistä intuitiivinen ajattelu, joka myös perustuu osittain tunneperäisen ajattelun hyödyntämiseen. Osion näkökulmat hakevat vastausta mm. taloudellisten ja ympäristöasioiden yhtäaikaiselle tarkastelulle.

Tässä työssä ympäristönäkökulmat on jaettu yksinkertaisuuden vuoksi vain kolmen pääotsikon alle, jalostusketju, yhteiskunta ja kilpailijat. Molempien esitettyjen ulottuvuuksien täysi hyödyntäminen johtaisi kahteenkymmeneen osaan. Mallin lokeroiden suuri määrä onkin hyödynnetty näkökulmien etsintävaiheessa, jolloin molempien ulottuvuuksien yhtäaikainen käyttö helpottaa sellaisten näkökulmien löytämistä, jotka eivät ole tulleet esille alaa käsittelevissä julkaisuissa. Malli pakottaa etsimään uudenlaisia lähestymistapoja ja toisaalta se helpottaa kokonaisuuden hahmottamista, kun eriluonteisilla näkökulmilla on oma paikkansa ja sitä kautta erilainen merkityksensä.

## 2 PAPERITEOLLISUUDEN PROSESSIEN OMINAISPIIRTEITÄ

Paperiteollisuus on osa perusraaka-aineita valmistavaa teollisuutta, jossa käytettävien raaka-aineiden prosessoinin tarve on suuri verrattuna tuotteiden jatkojalostukseen. Raaka-aineiden muokkaaminen uudeksi materiaaliksi edellyttää yleensä ensin niiden hajottamista hyvin pieniin osiin, sen jälkeen mahdollisesti jatkokäsittelyyn menevän materiaalin erottamista ja lopuksi pienten osien yhdistämistä uuteen järjestykseen. Mitä pienempiin osiin pyritään, sitä enemmän käytetyn materiaalin sisäisiä sidoksia joudutaan katkomaan, mikä merkitsee yleensä myös siihen tarvittavan energiamäärän kasvua. Materiaalin jatkojalostuksessa kajotaan tyypillisesti vain pieneen osaan materiaalin sisäisistä sidoksista.

Paperiteollisuuden ja nimenomaan massan valmistuksen ympäristöhaitat johtuvat osittain juuri materiaalin suuresta prosessoinnin tarpeesta. Tämä on hyvä muistaa, kun verrataan paperinvalmistuksen ja sitä seuraavien jalostusvaiheiden ympäristöhaittojen määriä toisiinsa. Perusraaka-aineen valmistus tulee luonteensa vuoksi aina vaatimaan jalostusvaihetta enemmän prosessointia kuin jatkojalostus.

### 2.1 Massan ja paperin valmistus

Paperiteollisuuden pääraaka-aineen, puun, palastelu pieniin osiin tehdään joko mekaanisesti repimällä kuidut erilleen toisistaan pyörivän hiomakiven (hiokkeen valmistus) tai teräkiekon (hierteen valmistus) avulla tai kemiallisesti liuottamalla kuituja yhteen liimaava ligniini ja erottamalla se kuiduista (sellun valmistus). Molemmat edellyttävät huomattavaa energian käyttöä. Mekaanisen massan valmistuksessa tarvitaan mekaanista energiaa, joka saadaan aikaan sähköä käyttäen. Sellun valmistuksessa tarvittava energia on pääosin lämpöenergiaa ja se tuotetaan polttamalla puusta erotettu ligniini.

Erilaisten prosessien avulla tuotetut kuitumassat poikkeavat huomattavasti toisistaan. Sellu koostuu ehjistä pitkistä (havupuu) tai lyhyistä (lehtipuu) kuiduista, joiden osuus on prosessista riippuen hieman yli tai alle puolet käytetyn puun kuivapainosta. Mekaaniset massat taas sisältävät kuitukimppuja, kuidun osia ja hienoksi jauhautunutta ainesta ja siinä on mukana myös puun sisältämä ligniini, jonka ansiosta massaa saadaan noin 95 % siihen käytetyn puun määrästä.

On tärkeää huomata, että huolimatta sellun alhaisesta saannosta verrattuna mekaaniseen massaan (noin 50 % contra 95 %), kaikki puun kuidut ovat sellussakin mukana. Eli sellun saannon parantaminen ei lisää paperia yhteen sitovien kuitujen määrää, ainoastaan kuitujen seinämissä kiinni olevan aineksen määrää.

Sellukuidut ovat märkänä taipuisia ja litistyvät kuivuessaan muodostaen lujia sidoksia suuren sidospinta-alansa ansiosta. Mekaanisen massan ligniinin jäykistämät kuidut muodostavat paperiin paksuja huokoisia rakenteita ja paperin läpi yrittävä valo siroaa massan hienoaineksen ansiosta tehokkaasti eri suuntiin parantaen läpinäkyvyyttä. Mekaanisesti valmistettujen kuitujen jäykkyys estää niitä paperikoneen kuivausvaiheessa asettumasta tiiviisti toisiaan vasten sellukuitujen tavoin, jolloin sidospinta-alat jäävät pieniksi ja sidokset heikoiksi.

Mekaaniset massat eroavat ominaisuuksiltaan riippuen siitä, mihin tarkoitukseen ne on tehty. Kartonkeihin käytetään karkeampaa hioketta, jonka energian tarve on vähäisempi kuin painopaperiin käytetyn runsaasti hienoainetta sisältävän hiokkeen. Hierteen kuidut ovat hioketta ehjempää ja hierteen hienoainesosuus on hioketta vähäisempi, mutta energian tarve on suurempi. Toisaalta osa, noin 40 %, hierreprosessin tarvitsemasta sähköenergiasta saadaan talteen lämpöenergiana, joka voidaan käyttää paperin kuivauksessa. Massojen energiasisältö (lämpöarvo) kuivana on samaa luokkaa tai tiettyjen massojen osalta jopa hieman korkeampi kuin se energia, mikä on kulunut niiden prosessointiin.

Keräyspaperin hajottaminen kuiduiksi ei kuluta merkittävästi energiaa ja painovärejä (ja paperin täyte- ja päällystysaineita) poistava siistausprosessi tarvitsee noin neljänneksen neitseellisen massan valmistuksen kuluttamasta energiasta.

Paperin valmistuksessa kuiduista muodostetaan paperiraina johtamalla kuituja sisältävä vesi ohuen liikkuvan viiran läpi paperikoneen ns. mārässä päässä. Viiraan suotautuneet kuidut sitoutuvat toisiinsa rainan kuivumisen yhteydessä muodostuvien vetysidosten avulla. Varsinaisia kuituja yhteen sitovia liimoja ei periaatteessa tarvita, mutta niitäkin käytetään kiinnittäessä täyte- ja päällystysainehiukkasia kuituihin ja toisiinsa.

Paperiraina kuivataan paperikoneella puristamalla se noin 50 %:n kosteuteen, jonka jälkeen loppu vedestä haihdutetaan lämpöenergian avulla, joten haihdutettavan veden määrä on lähes yhtäsuuri kuin valmistuneen paperin määrä.

Täyteaineita käytetään parantamaan paperin läpinäkymättömyyttä ja niillä pyritään korvaamaan kalliimpaa kuituraaka-ainetta mahdollisimman paljon. Paperin läpinäkymättömyyden kannalta täyteaineilla on sama rooli kuin mekaanisen massan hienoaineella, mutta täyteaineilta puuttuu hienoaineen kyky parantaa jäykkien ja huonosti toisiinsa sitoutuvien mekaanisen massan kuitujen välisiä sidoksia. Täyteaineen lisääminen, parantaessaan läpinäkymättömyyttä, samalla hieman heikentää paperin lujuutta. Mekaanisesta massasta peräisin olevan hienoaineen lisääminen sen sijaan jopa lisää paperin lujuutta läpinäkymättömyyden paranemisen lisäksi. Hienoaineen osuuden kasvattaminen mekaanisessa massassa lisää energian kulutusta. Yksinkertaistaen voidaan sanoa, että lujuutta saadaan parhaiten pitkäkuituisella havusellulla, paksuutta mekaanisen massan jäykällä kuiduilla ja läpinäkymättömyyttä mekaanisen massan hienoaineella ja täyteaineilla.

Päällystysaineiden avulla saadaan paperin pinta tasaiseksi, jolloin sille on mahdollista saada hyvä painojälki. Täyte- ja päällystysaineet ovat maaperästä kaivettuja ja hienoksi jauhettuja mineraaleja. Täyteaineet sekoitetaan paperikoneelle johdettavan massan sekaan. Paperi päällystetään joko paperikoneeseen yhdistetyssä päällystysyksikössä tai erillisellä päällystyskoneella.

Tuotantolaitosten tuotantotehokkuus ja myös tuotettua tonnia kohti kuluva energiamäärä riippuu paljon siitä, millaista lajivalikoimaa paperikoneella valmistetaan. Pienet erät ja sitä kautta runsaat lajinvaihdot lisäävät hyllyn määrää ja sen valmistus kuluttaa yhtä paljon energiaa kuin myytävän tuotteen. Kuidut sen sijaan saadaan pääosin kierrätettyä takaisin tuotantoon. Viime vuosina yrityskoon kasvun tuoma suuri konevalikoima on helpottanut koneiden erikoistumista pienemmälle lajimäärälle, joilloin koneen tuotanto

on kasvanut ja tuotettua tonnia kohti käytetty energiamäärä on laskenut. Myös lajivalikoimaa on tietoisesti karsittu tehokkuuden kasvattamiseksi.

## 2.2 Energian tuotanto

Ympäristönäkökulmasta paperin tekoon olennaisimmin liittyvä oheisprosessi on energian tuotanto. Sen ymmärtämiseksi on hyvä tuntea lämmön ja sähkön liittyminen toisiinsa. Sähköä tuotetaan yleensä tuottamalla ensin lämpöä. Poikkeuksia tähän ovat mm. vesi- ja tuulivoima, jotka ovat valmista mekaanisessa muodossa olevaa energiaa ja siten suoremmin sähköksi muunnettavissa. Lämpövoimalassa lämpö on ensin muutettava mekaaniseksi liikkeeksi. Lämpö on tässä yhteydessä kuumaa vesihöyryä. Vesihöyryn kuumentaminen suljetussa tilassa nostaa sen painetta. Tämän ja ulkoilman välistä paine-eroa käytetään hyväksi sähkön tuotannossa samalla tavalla kuin veden pinnan korkeuseroa vesivoimalassa. Vesihöyry virtaa turbiinin läpi sen siivekkeitä pyörittäen korkeammasta paineesta alempaan paineeseen. Sähkö tuotetaan turbiiniin yhdistetyn generaattorin avulla.

Vain osa poltossa tuotetusta lämpöenergiasta muuttuu liike-energiaksi ja sähköksi. Vesivoimaa tuottaessa vesi jatkaa matkaansa alajuoksun suuntaan estäen voimalan jälkeisen vesipinnan nousun ja säilyttäen siten energiaa tuottavan korkeuseron. Vastaavasti höyryvoimalassa on pidettävä huoli siitä, että turbiinin jälkeinen paine pysyy alhaisena huolimatta sinne virtaavasta vesihöyrystä. Koska höyryn paine riippuu sen lämpötilasta, toimitaan niin, että turbiinin jälkeistä vaihetta jäähdytään jatkuvasti eli systeemistä poistetaan lämpöä. Jäähdytysvesi vie mennessään sen osan lämpöenergiasta, joka ei muuttunut liike-energiaksi turbiinin siivissä. Mitä suurempi paine-ero on, sitä suurempi osa lämpöenergiavirrasta saadaan muutettua sähköksi. Lauhdevoimalaitoksessa turbiinin jälkeinen paine ja lämpötila yritetään saada mahdollisimman alas, jolloin höyry lauhuu lopulta vedeksi. Tällaiset laitokset tuottavat sähköä 35 - 45 %:n hyötysuhteella lopun mennessä jäähdytysveden mukana vesistöön.

Paperitehtaat tarvitsevat tietyn määrän lämpöä paperin kuivaukseen ja samalla tuotetaan sen verran sähköä kuin on mahdollista. Lisäsähkö ostetaan ulkopuolelta. Paperitehtaan kuluttaessa lämpöä se samalla toimii höyryturbiinin jälkeisen puolen jäähdyttäjänä. Voimala mitoitetaan siten, että turbiinin jälkeinen jäähdytystarve on sama kuin paperitehtaan lämmön tarve. Verrattuna lauhdevoimalaan turbiinin jälkeisen puolen lämpötila (ja paine) on korkeampi, jotta paperikoneelle menevän höyryn lämpötila olisi riittävä. Samalla paine-ero turbiinin yli on pienempi ja sähkön tuotto vähäisempää. Tällaista voimalaa kutsutaan vastapainevoimalaksi. Hyötysuhde on 80-90 %, josta sähkön osuus on neljäs- tai viidesosa lopun ollessa lämpöä. Kaasukombivoimaloissa sähkön osuus on selvästi korkeampi, noin puolet. Niissä sähköä saadaan pakokaasujen liike-energiasta heti polttovaiheen jälkeen suihkulentokoneen moottorin tavoin toimivassa kaasuturbiinissa ja toisessa vaiheessa lämpövoimalan tavoin polttokaasujen lämpöä hyödyntävässä höyryturbiinissa.

Olennaista on huomata, että sähkö voidaan muuttaa 100 %:sti lämmöksi mutta lämmön muuttaminen sähköksi on vaikeampaa. Tämän vuoksi lämpö ja sähkö eivät ole yhteismitallisia vaikka niiden määrä voidaankin ilmaista samoissa yksiköissä. Lämpöenergian käyttökelpoisuus riippuu aina energialähteen lämpötilasta verrattuna ympäristön lämpötilaan eli saavutettavasta lämpötilaerosta. Lämpövoimaloissa höyryn

maksimilämpötila on 500 - 600 C, kaasukombivoimalla pystyy hyödyntämään myös palotilan korkeampia lämpötiloja.

### 2.3 Paperiteollisuuden tuotteet

Paperiteollisuudessa tuotetut sellut ja mekaaniset massat käytetään lähes yksinomaan paperin ja kartongin valmistukseen. Poikkeuksia ovat viskoosin raaka-aineena käytettävä liukosellu, vaipoissa ja siteissä käytettävä fluff-massa, jonka raaka-aineena on joko sellu tai CTMP (kemihierre) sekä sellun käyttö CMC:n (karboksimeetyyliselluloosa) raaka-aineena. Sellutehdas toisaalta tuottaa joukon sivutuotteita, jotka ovat kemian teollisuuden raaka-aineita ja energiaa. Mekaanisten massojen ja keräyskuidun tuotanto on yleensä integroitu paperin valmistuksen yhteyteen. Keräyskuitua tosin on alettu tuottaa myös erillisissä laitoksissa sellun tavoin. Sellutehdas on usein integroimaton tai se myy osan tuotannostaan kauemmaksi. Tähän on johtanut tuotantolaitoksen taloudellinen minimikoko. Uuden sellutehtaan kannattavuusraja on tällä hetkellä noin puoli miljoonaa tonnia vuodessa. Mekaanisia massoja valmistavien laitosten taloudellinen koko on huomattavasti alhaisempi, jolloin ne on rakennettu paperitehtaiden yhteyteen massan tarpeen mukaan.

Paperiteollisuuden tuotteiden kaksi merkittävintä käyttökohdetta ovat painaminen ja pakkaaminen. Näiden lisäksi on joukko pienempiä tuoteryhmiä, joista kuluttajalle ehkä tutuin on pehmopaperi.

Paino- ja kirjoituspaperit on perinteisesti jaettu teknologiaperusteisesti puupitoisiin ja puuvapaisiin papereihin. Edellinen tarkoittaa mekaanisia massoja sisältäviä papereita ja jälkimmäinen pääasiallisesti vain sellukuituja sisältäviä papereita, joissa ei siten ole puun sisältämää ligniiniä ja joka ei kellastu puupitoisen paperin tavoin. Puupitoisten paperien ryhmästä sanomalehtipaperi tehdään nykyään Pohjoismaiden ulkopuolisessa Euroopassa jo pääosin kotitalouslähtöisestä keräyskuidusta. Se voi olla osittain tai kokonaan keräyskuitua mutta myös kokonaan neitseellistä kuitua. Neitseellinen kuitu tehdään edullisemmän sähköän maissa tyypillisesti hierteestä ja kalliimman sähköän maissa hiokkeesta, johon on lisätty hiukan sellua lujuuden parantamiseksi. Täyteaineita käytetään tyypillisesti enintään muutama prosentti.

Aikakauslehtipapereiksi kutsutut SC- (super calendered) ja LWC/MWC-paperi (light/medium weight coated) tehdään pääosin neitseellisestä kuidusta. SC-paperissa on mekaanisen massan osuus on karkeasti puolet ja loput on sellua ja täyteainetta. Paperin pinta on kalanteroitu kiiltäväksi painojäljen parantamiseksi. Mekaanista massaa on myös yleensä valkaistu, paremman vaaleuden saavuttamiseksi. LWC/MWC-paperi on SC:stä poiketen päällystetty ja sellun osuus on SC:tä korkeampi reseptin ollessa karkeasti kolmasosa kutakin, hioketta, sellua ja kiveä (täyte- ja päällystysaineita). Mekaaninen massa on valkaistu ja paperi on tyypillisesti SC:tä paksumpi. Aikakauslehtipaperissa käytettävä sellu on pitkäkuituista, koska sen tehtävä on siinä nimenomaan lujuuden lisääminen.

Ilman mekaanista massaa valmistetut sellupohjaiset eli ns. hienopaperit ovat päällystämättömiä kuten kopiopaperi tai päällystettyjä lajeja, joiden käyttökohteet menevät osittain päällekkäin aikakauslehtipapereiden kanssa. Sellupapereissa käytetään sekä pitkä- että lyhytkuituista sellua ja niiden suhde riippuu paperin lujuus- ja



läpinäkymättömyysvaatimuksista. Lyhytkuituinen sellu antaa pitkäkuituista enemmän paksuutta ja siten myös läpinäkymättömyyttä ja jäykkyyttä paperille. Kopiopaperissa täyteaineen osuus on noin viidennes. Päälystetyn sellupaperin täyte- ja päälysteaineiden osuus saattaa olla jopa puolet paperin painosta ja paperi on päälystetty enimmillään kolmeen kertaan molemmilta puolilta.

Paperit myydään rullina tai leikataan arkeiksi riippuen käytetystä painomenetelmästä. Paino- ja kirjoituspaperien neliöpainot ovat yleensä välillä 40-150 g/m<sup>2</sup>. Kartongit ovat pääosin tätä paksumpia.

Pakkaustarkoituksiin menevien papereiden merkittävimmät ryhmät ovat kuljetuspakkaukset, jotka tehdään aaltopahvikartongeista ja kuluttajapakkaukset, jotka tehdään kotelokartongeista. Tässä yhteydessä käytetään myös termejä ulko- ja sisäpakkaukset. Suomen tuotannon kannalta kiinnostava erityisryhmä on vielä säkkipaperit, jotka valmistetaan valkaisuamattomasta pitkäkuituisesta sellusta.

Aaltopahvikartongit valmistetaan pääosin keräyskuidusta, mutta Suomessa ne perustuvat neitseelliseen kuituun. Aaltopahvikartongit ovat aaltopahvilaatikon raaka-aineita ja ne jakaantuvat aaltopahvin ulkokerroksena olevaan liner-kartonkiin ja sisäkerroksen aallotuskartonkiin. Neitseellinen liner valmistetaan valkaisuamattomasta pitkäkuituisesta havusellusta ja tarvittaessa kartongin päällimmäinen kerros tehdään valkaistusta sellusta, joka saatetaan myös kevyesti päälystää. Aallotuskartongin (fluting) raaka-aineena on koivusta valmistettu puoliselä, ns. NSSC-massa, joka on eräänlainen sellun ja mekaanisen massan välimuoto. Massan tuotannossa koivulastuja keitetään vain vähän, jolloin vain osa ligniinistä liukenee ja pehmenneet lastut kuidutetaan mekaanisesti. Massaa saadaan noin 75 % käytetystä puumäärästä. Aaltopahvilaatikat valmistetaan aaltopahvitehtaalla, joka toimii varsin paikallisesti. Kartonkien valmistajat yhä enenevässä määrin omistavat myös aaltopahvitehtaita.

Myös kotelokartongit valmistetaan suurelta osin keräyskuidusta. Suomalainen teollisuus käyttää neitseellistä kuitua ja on siten erikoistunut ominaisuuksiltaan vaativimpien kartonkien, tupakka-, kosmetiikka- ja monien elintarvikekartonkien valmistukseen. Neitseelliset kotelokartongit jakaantuvat sellukartonkeihin ja hiokepohjaisiin ns. taivekartonkeihin. Sellukartonki on kokonaan sellua lukuunottamatta täyteaine- ja päälystysmineraaleja. Taivekartongin runkona on hiokekerros ja sen päällä joko toisella tai molemmin puolin ohut sellukerros ja sen päällä päälystekerros.

Kotelokartongin tärkein yksittäinen ominaisuus on paksuudesta voimakkaasti riippuva jäykkyys. Hiokekartonki saavuttaa sellukartonkia vastaavan jäykkyyden selvästi vähäisemmällä materiaalmäärällä jäykkien hiokekuitujen antaman huokoisen rakenteen ansiosta. Taivekartonkiin käytetty hioke on LWC-paperiin käytettyä hiokeä karkeampaa ja sen valmistukseen kuluu vain noin puolet LWC-hiokkeeseen kuluvasta energiasta. Massan hienoineksella ei ole kartongeissa samalla tavoin merkitystä kuin paperipuolella.

Kartonki valmistetaan kartonkikoneella käyttäen useampaa perälaatikkoa, jolloin on mahdollista muodostaa kerrosrakenteita ja käyttää eri kerroksissa erilaista kuituraaka-ainetta. Sellukartongin yksi merkittävä käyttökohde on nestepakkaus. Nestepakkauskartongeissa käytetään myös valkaisuamattomaa sellua ja kartongin

keskimmäisenä kerroksena kemihierrettä, joka on sellua halvempaa ja antaa hiokkeen tavoin enemmän paksuutta samalla samalla materiaalmäärällä.

Keräyskuitupitoisissa taivekartongeissa keräyskuidulla on korvattu yleensä hiokekerros ja sellukerros on neitseellistä kuitua. Keräyskuitu koostuu aina useista kuitutyypeistä eikä se anna yhtä suurta paksuutta kuin hioke. Tämän vuoksi keräyskuitukartongissa on käytettävä enemmän materiaalia neliometriä kohti verrattuna neitseelliseen taivekartonkiin saman jäykkyyden saavuttamiseksi.

Kotelokartonkien valmistuksen yhteydessä valmistetaan myös teknisesti kotelokartonkeja muistuttavia graafisia kartonkeja ja tapettikartonkeja.

Pehmopaperien pääryhmät ovat WC-paperit, käsi- ja talouspyyhkeet, nenäliinat ja servietit. Tuotteet valmistetaan suurelta osin keräyspaperista. Suomessa keräyskuidun osuus on suunnilleen puolet käytetystä kuidusta. Tuotannossa käytetään erilaisia keräyskuitulajeja riippuen tavoiteltavan tuotteen laadusta. Halvempiin tuotteisiin käytetään kotikeräyspaperipohjaista siistattua massaa ja kalliimpiin sellupitoisempaa ja vähemmän painettua keräyspaperia laadukkaimpien tuotteiden ollessa kokonaan neitseellistä sellua. Siistaukselle on ominaista, että keräyspaperissa olevat täyte- ja päällystysaineet on poistettava mahdollisimman tarkasti pehmopaperikoneen jenkki-sylinterin kulumisen estämiseksi, jolloin myös siistausjätteen osuus muodostuu korkeaksi. Neitseelliset tuotteet valmistetaan kokonaan sellusta ja käyttäen sekä pitkä- että lyhytkuituista sellua.

Pehmopaperin valmistukselle on ominaista hyvin ohuiden kuiturakenteiden muodostaminen paperikoneella. Ohuimpien painopaperien ollessa tyypillisesti noin 40 g/m<sup>2</sup> ovat ohuet pehmopaperit vain 15 g/m<sup>2</sup>. Ennen kreppausvaihetta paperikoneella raina on vielä tätäkin ohuempi. Jalostusvaiheessa lopputuote muodostetaan 1-4 päällekkäisestä kerroksesta. Pehmopaperin loppukuivaus tapahtuu suuren kuumen sylinterin pinnalla, josta se irrotetaan terän avulla. Tässä kreppausvaiheessa pehmopaperi saa sille ominaisen hieman ryppyisen pinnan, jonka tehtävä on lisätä paperin pehmeyttä ja imukykyä.

Maailman paperin kulutus oli vuonna 1996 279 milj. t/a, josta läntisen Euroopan osuus oli 66 milj. t/a (PPI 1997). Vastaavat henkeä kohti lasketut kulutusluvut olivat 48 kg/a ja 171 kg/a. Läntisen Euroopan kulutuksesta puolet on painopaperia ja kolmannes pakkauskartonkeja (Pöyry 1995). Pehmopaperin osuus on viidestoistaosa. Suomen tuotanto on painottunut painopapereihin (2/3) pakkauskartonkien osuuden jäädessä viidesosaan. Suomen keskittyneisyys painopapereihin näkyy ns. aikakauslehtipaperien eli SC:n (päällystämätön) ja LWC:n (päällystetty) tuotannon suurena määränä. Niiden osuus Suomen paperiteollisuuden volyyminä on kaksinkertainen verrattuna niiden osuuteen eurooppalaisessa kulutuksessa. Viime vuosien investoinnit ovat vieneet päällystettyä hienopaperia samaan suuntaan. Sanomalehtipaperia ja päällystämätöntä hienopaperia (kopiopaperia) tuotetaan samassa suhteessa kuin mitä on sen kulutus Euroopassa.

Pakkauskartonkien alipainotus Suomen tuotannossa johtuu aaltopahvikartonkien vähäisestä tuotannosta. Ruotsin tuotanto eroaa huomattavasti Suomesta. Ruotsi on keskittynyt alemman jalostusasteen tuotteisiin. Sanomalehtipaperin tuotanto-osuus on kaksinkertainen verrattuna eurooppalaiseen kulutukseen. Toisin kuin Suomessa

aaltopahvikartonkien tuotannon osuus vastaa niiden osuutta eurooppalaisessa kulutuksessa. Alipainotusta on päällystetyissä lajeissa, LWC:ssä ja päällystetyssä hienopaperissa.

Suomalainen paperiteollisuus on keskittynyt Ruotsin teollisuuden tuotteita pidemmälle jalostettuihin paperilajeihin, joiden kulutuksen kasvu on ollut nopeaa. Edelleen on kysymys kuitenkin ns. bulkkituotteista, joiden volyymit ovat suuret. Paperiteollisuuden varsinaiset erikoistuotteet, jotka ovat hinnaltaan noin kaksin- tai kolminkertaisia kertaisia (10 mk/kg), tuotetaan pääosin Keski-Euroopassa varsin pienillä koneilla (10 000 t/a).

### 3 YMPÄRISTÖONGELMAT

Seuraavassa kuvataan lyhyesti joukko kansainvälisen kiinnostuksen kohteena olevia ympäristöongelmia (Stanners ja Bourdeau 1995) ja paperiteollisuuden kytkeytymistä niihin lähinnä suomalaisesta näkökulmasta. Osa ympäristöongelmista liittyy suoraan päästöihin ja osa on vaikeammin mitattavia kysymyksiä. Ongelmat ovat osittain päällekkäisiä ja vaikuttavat toisiinsa. Niiden sijoittumista toistensa suhteen voidaan kuvata seuraavan hierarkiaketjun avulla.

1. Ensin on joukko ihmisen aktiviteetteja (lukeminen, paperin teko ja kuljetukset).
2. Ne aiheuttavat päästöjä ja muita seurauksia (NO<sub>x</sub>, melu, jäte, maankäytön jäljet).
3. Näillä on välittömiä ympäristövaikutuksia (happamoituminen, kemikalisoituminen)
4. Vaikutukset saavat aikaan ympäristön tilan muutoksen (biodiversiteetin aleneminen)
5. Lopuksi todetaan vaikutukset ihmiseen (sairaudet, viihtyvyys).

Yhden ympäristöongelman voi määritellä ottamalla näkökulman ketjun alusta, keskeltä tai lopusta. Ympäristöongelma voi siten olla kuljetus, sen aiheuttama vesistön happamoituminen tai vesistön pilaantumisen aiheuttama viihtyvyyden vähentyminen.

#### Kasvihuoneilmiö

Kasvihuoneilmiö eli ilmaston lämpeneminen johtuu pääosin ilmakehään vapautuvasta hiilidioksidista (CO<sub>2</sub>) fossiilisten polttoaineiden käytön vuoksi ja vähemmässä määrin metaanista (CH<sub>4</sub>), hiilimonoksidista (CO), typpioksiduulista (N<sub>2</sub>O) ja kloorifluorihiilivedyistä (CFC). Nämä yhdessä ilmassa olevan vesihöyryn ja otsonin (O<sub>3</sub>) kanssa aiheuttavat ilmaston lämpenemistä eli ne päästävät maahan auringosta tulevan lyhytaaltoisen säteilyn mutta absorboivat maasta avaruuteen pyrkivää pitkäaaltoista säteilyä. Näiden aineiden lisäksi typen oksideilla (NO<sub>x</sub>) saattaa olla vaikutusta ilmiöön, koska se on yksi syyllinen alailmakehän otsonin muodostumiseen.

Suomen CO<sub>2</sub>-päästöt olivat vuonna 1990 58 miljoonaa tonnia (Wahlström et al 1996). N<sub>2</sub>O:n päästö vastasi kasvihuonevaikutukseltaan 7,4 miljoonaa CO<sub>2</sub>-tonnia ja metaanin 6,2 miljoonaa CO<sub>2</sub>-tonnia. Samassa lähteessä NO<sub>x</sub>:n vaikutukseksi esitetty 11,8 miljoonaa CO<sub>2</sub>-ekvivalenttia. NO<sub>x</sub> ei ole mukana Kioton pöytäkirjassa.

Paperiteollisuuden vaikutukset kasvihuoneilmiöön liittyvät fossiilisten polttoaineiden käyttöön energiantuotannossa niin tehtaalla kuin sähköntoimittajan kattilassa sekä raaka-aineiden ja tuotteiden kuljetuksiin. Lisäksi puun käyttö vaikuttaa metsän ja rakennetun ympäristön hiilitaseisiin.

#### Happamoituminen

Vesistön ja maaperän happamoituminen johtuu rikki- ja typen oksidien päästöistä. Suomen NO<sub>x</sub>-päästöjen happamoittamava vaikutus on noin puolitoistakertainen rikkiin verrattuna. EU:n tasolla tilanne on toisin päin, rikin merkitys on noin kaksinkertainen typpeen verrattuna. Euroopan alueella rikkipäästöt ovat jatkuvasti vähentyneet, NO<sub>x</sub>-päästöt sen sijaan ovat olleet lievässä kasvussa. Paperiteollisuudessa rikki- ja NO<sub>x</sub>-päästöt liittyvät energian tuotantoon ja kuljetuksiin.

## Rehevöityminen

Vesistön rehevöityminen on sekä paikallinen (järven lahti) että alueellinen (Itämeri) ongelma. Se johtuu varsinaisten jätevesien ja hajakuormituksen tulevien vesien sisältämistä ravinteista ja orgaanisesta aineesta (BOD) sekä ilman kautta tulevasta typestä, jota aiheuttavat typen oksidien (NOx) ja ammoniakkin (NH<sub>3</sub>) päästöt. Paperiteollisuus lisää rehevöitymistä jätevesien, energian tuotannon ja kuljetusten välityksellä.

## Otsoniongelmat

Otsoniongelma on kaksitahoinen, otsoni vähenee yläilmakehässä (globaali ongelma) ja lisääntyy alailmakehässä (pääosin paikallinen ongelma). Yläilmakehän otsonikato kasvattaa auringosta maahan pääsevän ultraviolettisäteilyn määrää ja lisää sitä kautta mm. ihosyöpää maapallolla. Otsonikatoa aiheuttavat kloorifluorihilivedyt (CFC-yhdisteet eli freonit) ja bromifluorihilivedyt (halonit). Typen oksidit (NOx) katalysoivat näitä reaktioita. Freonien ja halonien käyttö on vähentynyt viime vuosina nopeasti, muttaniitä vapautuu vielä pitkään mm. vanhoja laitteita hävitettäessä. Paperiteollisuuden vaikutus yläilmakehän otsonin vähenemiseen on vähäinen.

Alailmakehän otsonipitoisuus kasvaa, kun UV-säteily pääsee vaikuttamaan siellä olevaan NOx:iin ja hiilivetyihin. Ongelmat tulevat esille lähinnä kaupunkimaisilla alueilla. Paperiteollisuuden vaikutukset johtuvat energian tuotannon ja kuljetusten NOx- ja hiilivety päästöjen kautta.

## Jätteet

Jäteongelma on suurelta osin tilanpuutekysymys, koska kukaan ei halua asua kaatopaikan naapurina. Lisänä ovat kaatopaikkavalumien uhka maaperälle ja vesistöille sekä alueen myöhemmän käytön vaikeudet. Ongelmajätteet ovat oma kokonaisuutensa ja niiden haitallisuus vaihtelee jätelajin mukaan suuresti. Paperiteollisuudelle tyypillisiä kaatopaikkajätteitä ovat energian tuotannon tuhkat sekä orgaanista ainetta, kuituja ja paperin täyteaineita sisältävät puhdistamolietteet. Ongelmajätteet koostuvat mm. jäteöljyistä, ölynsuodattimista, liuottimista, hiontaneiteistä, akuista, loisteputkista, rasvoista, kemikaaleista ja niiden pakkauksista.

## Myrkyttyminen

Ympäristön myrkyttymisessä voi olla kysymys raskasmetalleista tai erilaisista orgaanisista yhdisteistä, jotka voivat kulkeutua ravintoketjua myöten tai muuten vaarantamaan ihmisen terveyttä. Ongelmalle on tyypillistä se, että nykytekniikalla kaikkia aineita löytyy lähes kaikkialta, jolloin yksi vaikeus on turvallisten pitoisuuksien määrittäminen. Toisaalta lähes kaikki aineet, myös vesi, voivat olla vaarallisia, kun pitoisuus nostetaan riittävän korkeaksi. Paperiteollisuuden osalta tässä yhteydessä voidaan puhua raskasmetalleista energian tuotannossa käytetyissä polttoaineissa ja paperin täyteaineissa, jätevesien orgaanisista yhdisteistä, jotka ovat syntyneet tuotantoprosessissa (kuten orgaaniset klooriyhdisteet sellunvalmistuksessa) tai lisätty sinne parantamaan prosessin toimintaa (mikrobimyrkyt kierto-vesijärjestelmissä).

## **Biodiversiteetti**

Luonnon monimuotoisuus eli biodiversiteetti on edellisiä ongelmia vaikeammin mitattavissa. Yksinkertaisimmillaan se voidaan määritellä lajirunsaudeksi. Suomen luonnon lajien määrä on 43 000, josta puolet on hyönteisiä, selkärankaisia vajaa 400 ja nisäkkäitä 64 (Wahlström et al 1996). Uhanalaisia lajeja on 1700. Euroopasta lajeja tunnetaan 215 000 ja koko maailmasta 1,4 miljoonaa. Tietyn luontokohteen biologinen arvo voidaan määritellä ottaen huomioon sekä laji- että yksilömäärä suhteessa jonkun laajemman alueen laji- ja yksilömääriin.

Paperiteollisuudessa monimuotoisuus liittyy raaka-aineiden hankintaan (metsät, mineraalien kaivaminen), päästöjen aiheuttamiin luonnon olosuhteiden muutoksiin erityisesti vesistöissä ja kuljetusten tarvitsemien liikenneväylien ympäristövaikutuksiin. Suomen uhanalaisista lajeista 40 %:n arvioidaan olevan uhattuna metsänhoidon 'ansioista'.

## **Melu**

Melulle (> 55 dB, 24 h) altistuu Euroopassa 450 miljoonaa ihmistä. Maantieliikenteen osuus tästä on noin 300 miljoonaa ja teollisuuden 20 miljoonaa ((Stanners ja Bourdeau 1995). Suomen paperiteollisuus osallistuu tähän pääosin kuljetusten kautta.

## **Makean veden puute**

Maailman laajuisena ongelmana on korostumassa makean veden muodostuminen niukkuushyödykkeeksi. Tämä voi aiheuttaa paineita veden käytön vähentämiseksi teollisuudessa paikallista olosuhteista riippumatta. Myös jätteen vähentämisen vaatimukset Suomessa saivat tukea Saksan kaatopaikkojen tilanpuutteesta. Monissa maissa teollisuus käyttää pohjavettä, mikä on omiaan korostamaan käyttöveden määrien rajallisuutta.

## **Ympäristöonnettomuudet**

Suuret ympäristöonnettomuudet ovat historiallisesti liittyneet kemian teollisuuteen ja merkittäviin maankäytön muutoksiin. Paperiteollisuuteen ne liittyvät lähinnä kuljetusten (öljy, kemikaalit) ja alihankintaketjun kautta. Jonkinasteinen onnettuusriski liittyy paperiteollisuuteen myös ydinvoiman kautta. Pienemmistä ympäristöonnettomuuksista voidaan ehkä puhua myös eroosioherkillä alueilla tapahtuneiden laajojen avohakkuiden yhteydessä.

## **Metsien häviäminen**

Metsien häviäminen aavikoitumisen kautta heikentää elämisen edellytyksiä monilla alueilla ja huonontaa maapallon hiilidioksiditasetta kiihdyttäen kasvihuoneilmiötä. Yksi erityisongelma on sademetsien väheneminen. Sen merkitystä biodiversiteetin näkökulmasta korostaa sademetsien lajien runsaus. Metsäteollisuuden vaikutus metsien häviämiseen voi olla ongelmaa vähentävä. Puun tarve lisää metsän arvoa ja sitä kautta motivoi uuden metsän istuttamiseen.

**Kulttuuriympäristöt**

Kulttuuriympäristöjen suojelu liittyy paperiteollisuuteen löyhästi kuljetusten ja liikenneväylien rakentamisen ja jossain määrin myös vanhojen teollisuusalueiden suojelun kautta.

## 4 JALOSTUSKETJU

Tässä osassa kuvataan jalostusketjun eri vaiheisiin liittyviä toimintoja lähinnä materiaali- ja energiavirtojen osalta. Paperiteollisuuden roolia kuvataan suhteessa jalostusketjun muihin vaiheisiin ja katsomalla niitä mahdollisuuksia, joita paperiteollisuudella näyttäisi olevan omien haittojensa vähentämiseen.

### 4.1 Paperiteollisuuden energian ja veden käyttö

Paperiteollisuuden päästöt johtuvat pääosin kahdesta syystä, runsaasta energian ja veden käytöstä. Energian kulutuksen merkittävimmät kohteet ovat paperin kuivaus paperikoneella (lämpö) ja mekaanisen massan valmistus (sähkö). Paperin valmistuksessa kuivaus (1,7 MWh/t) vie valtaosan lämmöstä. Sellun tuotannossa (lämmön tarve noin 3,5 MWh/t) muita merkittäviä kohteita ovat keitto ja valkaisu sähkökulutuksen (0,7 MWh/t) jakautuessa pirstaleisesti useisiin kohteisiin. Jos sellu pumpataan suoraan viereiseen paperitehtaaseen, vältetään sellun kuivauksen lämmön tarve (1 MWh/t) kokonaan. Toista ääripäätä edustavassa hierrepohjaisen sanomalehtipaperin tuotannossa hiertäminen kuluttaa sähköä (3 MWh/t) valtaosan. Pelkkä paperin valmistus ilman massan valmistusta kuluttaa sähköä keskimäärin 0,7 MWh/t.

Modernissa sellun tuotannossa mustalipeän ja kuoren poltosta saadaan enemmän energiaa kuin tuotantoprosessissa kulutetaan. Tämä johtuu siitä, että raaka-aineesta noin puolet eli ligniini ja hemiselluloosa jää keittoliuokseen, joka poltetaan energian tuottamiseksi ja kemikaalien talteenottamiseksi. Ylijäämäenergian määrä vaihtelee sellutehtaittain runsaasti, mutta on modernissa paperintuotantoon integroidussa tehtaassa lämmön osalta 1,5-2 MWh ja sähkönsä osalta 0,2-0,3 MWh tuotettua sellutonia kohti. Sellunsa kuivaavan ja muualle myyvän tehtaan ylijäämälämmön määrä on puolet pienempi.

Huomattavia muutoksia energian ominaiskulutuslukuun ei ole lähivuosina odotettavissa. Jonkin verran potentiaalia on uusissa kehitteillä olevissa kuivausmenetelmissä (impulssikuivatus, tulistetun höyryn käyttö), mutta niiden käytännön säästöistä ei ole vielä selvää kuvaa. Myös mekaanisen massan valmistuksen sähkönsä tarvetta on mahdollista pienentää, mutta se potentiaali kuluu ainakin osittain hienoainesosuuden kasvattamiseen.

Mekaanisen massan kehitystyötä tehdään Suomessa tälle maalle tärkeiden aikauslehtipapereiden ehdoilla. Aikauslehtipaperin kustannuskilpailukyvyyn kulmakiviä on siinä käytetyn selluosoisuuden minimointi, koska sellun rooli kustannusrakenteessa on merkittävä. Yksi tie tähän suuntaan on mekaanisen massan sitoutumiskyvyn parantaminen, mikä voi tapahtua hienoainesosuutta lisäämällä. Hienoainesosuuden lisääminen taas edellyttää hiomisen tai hiertämisen lisäämistä ja siten helposti sähkönsä kulutuksen kasvattamista. Toinen tie on lisätä hierteen käyttöä hiokkeen sijaan. Hierteen sitoutumiskyky on hioketta parempi, mutta hienoainesosuus selvästi alempi. Myös siirtyminen hierteeseen lisää sähkönsä kulutusta, samoin hierteen hienoainesosuuden lisääminen.



Molemmissa keinoissa on oikeastaan kysymys siitä, että aikakauslehtipaperin kustannuksia minimoidaan korvaamalla sellua sähköllä eli lisäämällä sähköön käyttöä mekaanisen massan valmistuksessa. Molempien strategiavalintojen, hienoainesosuuden lisääminen ja hiokkeen korvaaminen hierteellä, kannattavuus riippuu sähköön hinnasta verrattuna sellun hintaan. Sellun korvaaminen mekaanisella massalla antaa toisaalta mahdollisuuksia myös neliöpainon alentamiseen paperin läpinäkyvyyden kärsimättä, jolloin samasta kilomäärästä saadaan enemmän neliöitä. Tonnia kohti laskettuja tunnuslukuja tämä ei tietenkään paranna.

Vettä käytetään paperitehtaissa prosessin sisäisissä kuljetuksissa ja rainan muodostuksessa paperikoneella sekä sellutehtaassa lisäksi kemialliset reaktiot mahdollistavana väliaineena. Jätevesien määrä vaikuttaa myös veden mukana vesistöön menevien päästöjen määrään. Tätä korostaa biologisen puhdistuksen käyttö. Yksinkertaistaen voidaan sanoa, että tehokkaan biologisen puhdistuksen jälkeen kiintoaineen, biologisen hapenkulutuksen (BOD = biologisesti hajoava orgaaninen aines), fosforin (P) ja typen (N) päästö riippuu jäteveden volyymin määrästä, ei niinkään puhdistamoon tulevista edellä mainittujen aineiden määrästä. Bakteerimassa tarvitsee tietyn liukoisen jäännöspitoisuuden ruokaa (BOD) ja ravinteita (P, N). Toisaalta jälkiselkeytin päästää läpi tietyn kiintoainepitoisuuden, joka vieläpä pyrkii kasvamaan virtaaman kasvaessa, jos selkeyttimen mitoitus pysyy samana. Tämä johtaa siihen, että puhtaan veden lisääminen jäteveden joukkoon lisää BOD-, ravinne- ja kiintoainepäästöä. Vain kemiallisen hapenkulutuksen (COD = kaikki orgaaninen aines) päästö riippuu puhdistamoon tulevan liukoisen COD:n määrästä.

Tietyillä tehtailla pienimmät päästöt saavutetaankin, jos osa vesistä puhdistetaan ilman biologista käsittelyä. Erityisesti ravinteiden kohdalla tämän merkitys voi olla suuri. Näissä tilanteissa joudutaan valitsemaan halutaanko ensisijaisesti vähentää hapenkulutuksen (BOD ja COD) vai ravinteiden määrää, koska tavoitteet joutuvat helposti ristiriitaan. Jätevesimäärän pienentäminen on joka tapauksessa avainasemassa vesipäästöjen vähentämisessä.

Sellutehtaan prosessiveden tarve on keskimäärin noin 50 m<sup>3</sup>/t sellua. Erot tehtaiden välillä ovat suuria, koska noin kaksinkertaisia lukujakin vielä esiintyy ja toisaalta uusi Rauman tehdas selviää 10 kuutiolla sellutonna kohti ja tehdas pyrkii puolittamaan vielä tämänkin. Perinteinen ongelma sellutehtaan jäteveden vähentämisessä on ollut se, että valkaisuvesiä ei voida ottaa mukaan haihdutukseen ja sitä kautta polttoon mukana olevien kloorikemiaalien ja niiden kattilaa korrodoivien ominaisuuksiensa vuoksi. Käytännössä tämä on estänyt vesien tehokasta kierrätystä ja sitä kautta veden käytön vähentämistä. Kloorittomassa valkaisuvesissä (TCF) tätä ongelmaa ei ole ja siihen perustuen veden kulutusta on voitu vähentää huomattavasti Rauman tehtaassa. Pelkkä klooriton valkaisu ei kuitenkaan automaattisesti vähennä vesien määrää, sillä vesien kierrättämiseen liittyy monia ongelmia mm. eri kemikaalien konsentroitumisen vuoksi. Toisaalta vesimäärät ovat ilman tehokasta kierrätystä sen verran suuria, että niiden haihduttaminen on toistaiseksi ollut liian kallista.

Paperitehtaan veden kulutus on noin 20 m<sup>3</sup>/t vaihdellen paperilajista ja veden kierrätyksen tehokkuudesta riippuen välillä 5m<sup>3</sup>/t - 50 m<sup>3</sup>/t. Uutena tekniikkana veden käytön vähentämiseksi on paperi- ja kartonkitehtaissa alettu käyttää ultrasuodatusta prosessin sisäisenä puhdistusmenetelmänä. Esitettyjä vesimääriä voi verrata kotona

tapahtuvaan pyykinpesuun, jonka veden tarve on samaa luokkaa eli 10-30 m<sup>3</sup> tekstiilitonnia kohti pesukoneesta ja ohjelmasta riippuen.

Täysin suljetut vesikierrrot ovat vielä toistaiseksi varsin kalliita suhteessa siitä saavutettavaan hyötyyn. Potentiaalinen hyötyhän pienenee koko ajan muilla tavoin tapahtuvan jätevesien puhdistamisen edetessä. Periaatteellisia esteitä veden kulutuksen vähentämiselle tehtaissa ei ole. Enemmän on kysymys siitä, kuinka paljon se saa maksaa. Teknisesti helpointa se on suhteellisen yksinkertaisia tuotteista valmistettaessa, jolloin pitoisuuksien nousu kiertoovesissä häiritsee vähiten prosessia.

Kun puhutaan vesikierrrotaan suljetusta tehtaasta, joudutaan jo laskemaan minkä verran se lisää energian kulutusta ja siitä johtuvia päästöjä. Energiaa alkaa kulua merkittävästi, kun siirrytään käyttämään esimerkiksi haihdutus- ja ultrasuodatustekniikkaa suurille vesimäärille. Jäteveden puhdistamisen energian kulutus on toistaiseksi alle prosentti paperi- tai sellutehtaan kokonaisenergian kulutuksesta. Sähkön kulutukseen verrattaessa luvut ovat korkeampia (1 % ja 5 %), koska erityisesti sellun tuotannossa kuluva energia on pääosin lämpöä ja sähkön kulutus siten vähäinen.

## 4.2 Energian tuotanto ja päästöt

Energiaa tuotetaan pääasiallisesti polttoaineita polttamalla, ydinvoimalla ja vesivoimalla. Tehtaiden yhteydessä energiaa tuotetaan polttoaineiden avulla, ostosähköä myös ydin- ja vesivoimalla.

Polttotekniikat kulkevat kohti polttoaineen kaasutusta ja kaasuturbiinin käyttöä. Tämä parantaa hyötysuhdetta. Tällä hetkellä kaasukombilaitoksen hyötysuhde tuottaessa pelkästään sähköä on parhaimmillaan 60 %. Kiinteitä polttoaineita kaasutettaessa (ei vielä laajassa käytössä) hyötysuhde on pari prosenttiyksikköä pienempi. Vastapainekäytössäkin kaasukombilla päästään 45 %:iin verrattuna perinteisen polttotekniikan 20-25 %:iin. Tämä vaikuttaa huomattavasti paperitehtaan energiataaseeseen ja ostosähkön tarpeeseen.

Koska paperitehtaan voimalaitos mitoitetaan lämmön kulutuksen mukaan, vähentää kaasukombin käyttö huomattavasti ulkopuolisen sähkön käyttöä. Aikakauslehtipaperitehdas tarvitse vain vähän ulkopuolista sähköä ja jo hiokepohjaista taivekartonkia tuottavasta tehtaasta tulee sähkön myyjä. Kaasukombilaitoksen tuottaman sähkön ja lämmön suhde on varsin lähellä keskimääräisen paperitehtaan tarvetta, mikä merkitsee riippumattomuutta ulkopuolelta hankittavasta sähköstä. Sähköomavaraisuuden kasvuun antavat mahdollisuuksia myös puun (kuoren) ja mustalipeän kaasutus, joista jälkimmäisen kehitystyö on vielä kesken. Fossiilisten polttoaineiden puolella hiilen kaasutus on demonstraatiovaiheessa. Vieläkin parempiin hyötysuhteisiin on mahdollista päästä pilot-vaiheessa olevalla polttokennotekniikalla, josta odotetaan parannusta niin sähkön tuotannon kuin moottoriajoneuvojenkin hyötysuhdeongelmiin.

Tavanomaiset energian tuotannon päästöt ovat hiilidioksidi, rikki, typen oksidit ja hiukkaset. **Hiilidioksidipäästö** riippuu käytetystä polttoaineesta ja niitä lasketaan yleensä ns. fossiilisille polttoaineille. Fossiiliseksi voidaan katsoa sellainen polttoaine, jonka käyttäminen lisää hiilidioksidipäästöä jollain aikavälillä verrattuna siihen tilanteeseen, että sitä ei käytettäisi. Tällä perusteella puu ei ole fossiilinen polttoaine, koska metsästä

otettu puu korvautuu muutamassa kymmenessä vuodessa uudella palauttaen metsän hiilidioksiditaseen ennalleen. Asia voidaan ilmaista myös niin, että on sama vapautuuko puun sitoma hiilidioksidi polton vai myöhemmin tapahtuvan biologisen hajoamisen kautta. Turvetta taas pidetään fossiilisena polttoaineena, koska se ei puun tavoin korvaudu kasvun kautta eikä suon hiilitase siten palaudu ennalleen kovinkaan nopeasti. Suon turvemäärä, päinvastoin kuin metsän puu, jatkaa kasvuaan varastoiden yhä lisää hiiltä vielä pitkiä aikoja vaikka sieltä ei turvetta poistettaisikaan.

Tiedot eri polttoaineiden hiilidioksidin ominaispäästöistä vaihtelevat hieman laskentatavasta riippuen. Seuraavassa suuntaa antavia ominaispäästöjä polttoaineen energiasisältöä kohti: turve 400 g/MWh, hiili 340 g/MWh, öljy 270 g/MWh, maakaasu 200 g/MWh. Päästö tuotettua energiaa kohti riippuu tuotannon hyötysuhteesta, joka voi vaihdella välillä 35 - 90 % tuotantotavasta riippuen. CO<sub>2</sub>-päästöä voidaan vähentää polttoaineen valinnalla ja hyötysuhdetta parantamalla. Pelkästään sähköä tuottaessa kilpailevia vaihtoehtoja ovat lähinnä hiili ja maakaasu. Maakaasun etu CO<sub>2</sub>-päästön suhteen kasvaa vielä paremman hyötysuhteen kautta. Isolla maakaasukombivoimalalla päästään 55-60 %:n hyötysuhteeseen hiililauhdevoimalan jäädessä noin 45 %:iin (esimerkiksi Meri-Pori 43 %), jolloin sähköntuotannon CO<sub>2</sub>-päästökseen muodostuu maakaasulla 340 kg/MWh ja hiilellä 760 kg/MWh. Tutkimusvaiheessa on myös menetelmiä hiilidioksidin poistamiseksi savukaasuista, jolloin lopputuotteena olisi nestemäinen hiilidioksidi säilytettäväksi esimerkiksi meren syvänteissä (Jahkola et al 1994). Menetelmät heikentävät energian tuotannon hyötysuhdetta.

**Hiukkaspäästöjä** voidaan kustannukset hyväksyen vähentää vielä merkittävästi jo käytössä olevalla tekniikalla. Pienten laitosten ominaispäästöt ovat tyypillisesti moninkertaiset suuriin laitoksiin verrattuna. Suurimmat ominaispäästöt tulevat kiinteän polttoaineen kattiloista, seuraavaksi raskaasta polttoöljystä. Kevyen polttoöljyn hiukkaspäästöt ovat jo hyvin vähäiset ja maakaasun käytöstä niitä ei käytännössä tule lainkaan. Polttoaineen kaasutuksen kautta myös kiinteän polttoaineen hiukkaspäästöt poistuvat lähes kokonaan.

**Rikkipäästöt** vaihtelevat huomattavasti polttoaineen mukaan, samoin päästöistä annetut ohjearvot. Hiilen ja raskaan polttoöljyn rikkipitoisuutta on Suomessa rajoitettu. Niiden rikkipitoisuus vaihtelee ostopaikasta riippuen, mutta tyypillinen pitoisuus on tällä hetkellä 0,8 %. Tämä johtaa hiilellä ominaispäästöön 600 mgSO<sub>2</sub>/MJ ja raskaalla polttoöljyllä tasolle 400 mgSO<sub>2</sub>/MJ. Rikinpoistolla varustetut voimalaitokset saavat käyttää hiiltä, jonka rikkipitoisuus on yli 1 %. Kivihiiltä käytäviltä isoilta ja vuoden 1990 jälkeen rakennetuilta keskisuurilta laitoksilta edellytetään ominaispäästöä alle 140 ja 230 mgSO<sub>2</sub>/MJ. Meri-Porin ominaispäästö oli vuonna 1997 77 mgSO<sub>2</sub>/MJ (IVO 1998). Hiilen rikkipäästöjä voidaan edelleen vähentää kaupallisella tekniikalla tasolle noin 40 mgSO<sub>2</sub>/MJ ja kehitteillä olevan hiilen kaasutustekniikalla vielä huomattavasti alemmaksi (Jahkola et al 1994). Turpeen rikkipäästö vaihtelee turpeen rikkipitoisuudesta riippuen välillä 100 - 250 mg/MJ. Esimerkiksi Haapaveden lauhdevoimalan päästö on 200 mgSO<sub>2</sub>/MJ. Vuoden 1994 jälkeen rakennettujen keskisuurten ja suurten turvelaitosten päästörajaksi on asetettu 140 mgSO<sub>2</sub>/MJ.

Myös **typen oksidien** ominaispäästöt vaihtelevat parhaiden kaasuturbiinien 15-20 mg/MJ tasolta vanhojen kivihiili ja turvelaitosten 200-300 mg/MJ tasoon. Ominaispäästöissä voi siten olla yli kymmenkertaisia eroja eri laitosten välillä. Päästö

riippuu sekä polttoaineen sisältämän orgaanisen typen määrästä, poltto-olosuhteista ja mahdollisista NO<sub>x</sub>:n vähentämisen menetelmistä. Typen oksideina poistuva tyyppi on peräisin osittain polttoaineen sisältämästä orgaanisesta tyyppistä ja osittain ilman tyyppistä, N<sub>2</sub>, ja päästö syntyy useiden eri olosuhteissa eri tavoin painottuneiden reaktiomekanismien perusteella (kts. esim. Kilpinen 1995).

Viranomaisten asettamat ohjeavrot ja normit vaihtelevat välillä 50-230 mgNO<sub>2</sub>/MJ. Vanhoille keskikokoisille hiili-, turve- ja öljylaitoksille arvoja ei ole asetettu, joten niiden päästöt voivat olla em. lukuja korkeampia. Uusille suurille laitoksille vaatimus on kaikille polttoaineilla tasolla 50-60 mg/MJ ja keskikokoisille hiili-, turve- ja öljylaitoksille 150 mg/MJ. Maakaasun käytölle se on tässäkin kokoluokassa 50-60 mg/MJ. Meri-Porin NO<sub>x</sub>-päästö oli vuonna 1997 70 mgNO<sub>2</sub>/MJ. NO<sub>x</sub>-päästöjä vähennetään alentamalla lämpötilahuippuja ja niiden kestoa palamisalueella mm. vesiruiskutuksen ja savukaasujen takaisin kierrätyksen avulla, jotka estävät NO<sub>x</sub>:n syntyä. Toinen päästön vähentämisen keino on edistää jo syntyneen NO<sub>x</sub>-typen muuttumista N<sub>2</sub>:ksi mm. katalysaattorin ja ammoniakkiruiskutuksen avulla. Ominaispäästön suuri vaihtelu kertoo viime vuosina tapahtuneesta voimakkaasta edistymisestä NO<sub>x</sub>-päästön hallinnassa. Kaupallista tekniikkaa on tarjolla, lopputulos riippuu siitä, miten kallista tekniikkaa minkäkin kokoisessa laitoksessa halutaan käyttää.

### 4.3 Sähkön hankinta

Paperiteollisuuden käyttämä sähkö tuotetaan pääosin tehtaiden ulkopuolisissa voimalaitoksissa. Esimerkiksi Enson sähkön kulutuksesta Suomessa alle puolet tuotettiin tehtaiden lämpövoimaloissa (Enso 1998). UPM-Kymmeneelle vastaava luku oli vajaa viidennes (UPM-Kymmene 1998). Enson sähköomavaraisuus sen sijaan oli yli 90 %, koska siihen lasketaan mukaan paitsi yhtiön omistuksessa oleva vesivoima, myös vähemmistöosuudet ulkopuolisissa energiayhtiöissä.

Sähkön hankinnalle on tyypillistä, että 100 %:n omavaraisuus ei useinkaan riitä tyydyttämään yrityksen sähkön tarvetta. Tämä johtuu siitä, että paperin tuotannon mukaan vaihteleva sähkön kulutus ei joka hetki vastaa yrityksen hallinnassa olevaa sähkön tuotantoa. Koska sähköä ei voi varastoida, ostetaan sähköä välillä ulkopuolelta oman tuotannon lisäksi ja välillä itse tuotettua sähköä myydään ulos. Tämä sähkön edestakaisin tapahtuva kauppa vaikeuttaa kulutetun sähkön tuotannosta johtuvien ympäristöhaittojen tarkkaa määrittämistä. Laskentaongelmat korostuvat sähköpörssien kautta tapahtuvan kaupan yleistyessä.

Suomessa sähköä myyvät pääasiassa IVO ja PVO. PVO:ta omistavat mm. UPM-Kymmene (46,8 %), Enso (20,1 %) ja Metsä-Serla suoraan ja tyttärensä kautta yhteensä 4,6 % (PVO 1998).

IVOn sähkön tuotanto perustuu pääosin vesi- (39 %) ja ydinvoimalle (35 %) kivihiilen (10 %) ollessa tärkein fossiilinen polttoaine (IVO 1998). Vähäisen lämpövoiman ansiosta sähkön ominaispäästöt ovat alhaiset, CO<sub>2</sub> 160 g/kWh, SO<sub>2</sub> 240 mg/kWh ja NO<sub>x</sub> 280 mg/kWh. Päästöt vaihtelevat vuosittain riippuen lähinnä kivihiilen käytön määrästä. Inkoon ja Meri-Porin voimalaloita seisotetaan, jos sähköä on saatavissa halvemmalla muista lähteistä. IVO on hankkinut omistukseensa myös suoraan paperiteollisuutta palvelevia voimalaitoksia kuten Uimaharju ja Kirkniemi ja niiden luvut sisältyvät IVOn

lukuihin vaikka laitokset tuottavat sähkönsä samalla tontilla olevalle tehtaalle kuten ennen omistusvaihdosta.

IVOn tuotantolaitosten yksi erikoisuus on Haapaveden turvetta käyttävä lauhdevoimala. Sen ominaispäästöt verrattuna Meri-Porin hiilivoimalaan, josta IVolla on noin 30 %:n osuus, olivat vuonna 1997 rikin osalta kolminkertaiset, NOx:n osalta yli viisinkertaiset ja hiilidioksidin osalta 1,2-kertaiset.

PVO:n sähkön tuotanto perustuu pääasiassa ydinvoimaan (47 %) ja kivihiiileen (31 %). Viidennes kivihiiლისäähköstä tuotettiin vuonna 1997 vastapainevoimaloissa. Vesivoiman osuus oli vain 9 %. Ominaispäästöt olivat viime vuonna seuraavat, CO<sub>2</sub> noin 300 g/kWh, SO<sub>2</sub> noin 330 mg/kWh ja NO<sub>x</sub> noin 440 mg/kWh. PVO:n osakkeet on jaettu kuuteen sarjaan ja osakkaat ostavat eri sarjoihin kohdistuvien omistustensa mukaan vesisähköä (A), ydinsähköä höyrytettyinä kivihiiilellä (B), pääasiassa kivihiiileen perustuvaa sähköä ja lämpöä (C+H), prosessiteollisuuden yhteydessä tuotettua energiaa (D) ja pääosin maakaasuun ja ydinvoimaan perustuvaa energiaa (E).

UPM-Kymmene on osakkuuksillaan varannut PVO:n kautta käyttöönsä 6500 GWh:n ostosähkömäärän vuonna 1996 toteutuneen sähkön tuotannon perusteella. Ydinvoiman osuus tästä oli 3700 GWh, vesivoimaa 900 GWh ja kivihiiლისäähköä 1500 GWh. Enson ostosähkövaraus vuoden 1996 tuotannon perusteella oli 2400 GWh. Tästä noin 1000 GWh oli ydinvoimaa, vesivoimaa 300 GWh ja kivihiiლისäähköä 200 GWh. Näiden lisäksi Enso omistaa D-sarjan, joka sisältää Oulun, Kemian ja Kemijärven tehdasvoimalat. Metsä-Serlan osuus on 1000 GWh, joka on 85 %:sti ydinvoimaa. Energian tuotannon näkökulmasta on huomattava, että paperiteollisuus on varannut PVO:n kautta käyttöönsä huomattavan määrän ydin- (5500 GWh) ja vesivoimaa (1200 GWh), joiden yhteenlaskettu määrä on noin kolmasosa paperiteollisuuden sähkön kulutuksesta.

Suomi on sähkön netto-ostaja. 1990-luvulla sähköä on ostettu keskimäärin 7000 GWh vuodessa eikä siinä ole tapahtunut merkittäviä muutoksia (TT 1998). Kuukausittaiset vaihtelut sen sijaan voivat olla melko suuria Ruotsista tapahtuvan ostomäärän vaihdelleessa huomattavasti. Venäjältä sähköä tulee tasaisemmin. Sähkön vientiä on ollut vuosia 1996 ja 1997 lukuunottamatta noin 500 GWh vuodessa pääasiassa Ruotsiin. Tuonin mielekkyys perustuu tuontisähkön edullisuuteen. Sähkön hinta on koko 1990-luvun ollut 10-15 p/kWh. Myös Norjasta on ostettu pieniä määriä hinnaltaan keskimäärin 5-10 p/kWh. Sähkön tuotannon kustannukset esimerkiksi hiilen tai kaasun avulla ovat noin 20-25 p/kWh.

Ostosähkön kannalta merkittävien ydin- ja vesivoiman ympäristöhaitat poikkeavat lämpövoiman tuotannosta. Vesivoiman haitat liittyvät säännöstelyn aiheuttamiin veden korkeuden vaihteluihin sekä joessa että siihen liittyvissä järvissä ja niistä johtuviin muutoksiin erityisesti rantojen eliöstölle. Lisäksi voimalaitokset vaikeuttavat kalojen liikkumista lisääntymisalueilleen. Säännöstely johtuu tarpeesta sovittaa sähkön tuotantoa ja kysyntää toisiinsa. Sen avulla halutaan tasoittaa vuodenaikojen mukaista virtaaman vaihtelua eli säästää suurten virtaama-aikojen vesiä kuivemmille kausille. Toisaalta vesivoima antaa taloudellisesti edullisen mahdollisuuden vaihdella tuotantoa varsin lyhyen ajan sisällä tapahtuvien kulutusmuutosten tahdissa. Tekoaltaat aiheuttavat kasvihuoneilmiötä veden alle jääneen orgaanisen aineen hitaan hajoamisen yhteydessä syntyvän metaanin vapautuessa ilmakehään. Lokan ja suunnitellun Vuotoksen tekoaltaan

kasvihuonevaikutuksen on arvioitu olevan tuotettua energiayksikköä kohti noin puolet maakaasun kasvihuonevaikutuksesta (Wahlström 1996).

Ydinvoimaa on vaikea asettaa ympäristövaikutuksiltaan muiden energiamuotojen rinnalle, koska tuotantovaiheen osalta siinä on enemmän kysymys toimintaan liittyvästä potentiaalisesta riskistä kuin normaalissa toiminnassa tasaisesti syntyvistä vaikutuksista. Riskin arviointi on myös vaikeaa ja alan asiantuntemus on keskittynyt varsin pienelle ihmisryhmälle. Riskin arvioinnissa ulkopuolinen tarkkailija joutuu tyytymään lähinnä asiaa tuntevien tahojen käyttäytymisen arviointiin eli miettimään todellisuutta sen kautta, miksi systeemi on rakennettu niinkuin se on rakennettu.

Ydinvoimakeskustelu pyörii paljon sen ympärillä voivatko tietyt riskit toteutua vai eivät. Ensimmäinen arvaus todellisuudesta on se, että ydinvoiman ympärille rakennetut turvallisuusjärjestelmät ovat olemassa sen vuoksi, että potentiaalinen onnettomuusriski on olemassa. Toinen ääri vaihtoehto on se, että ne ovat markkinnoillisista syistä välttämättömiä ja ne on rakennettu pääasiallisesti vakuuttamaan yhteiskunnan eri toimijoita ja varsinainen riski on vain näiden toimijoiden päässä eikä sillä ole fyysisistä vastinetta. Kolmas vaihtoehto voisi olla sellainen, että riskiä ei ole silloin, kun turvallisuusjärjestelmät ovat olemassa. Tämä selittää toisen puolen turvallisuusjärjestelmistä eli ne, jotka estävät onnettomuuden tapahtumista, mutta ei niitä osia turvallisuusjärjestelmistä, jotka liittyvät tapahtuneen onnettomuuden vaikutusten minimointiin. Nämä loput olisivat olemassa enemmän historiallisista ja markkinnoillisista syistä. Vastaavasti itse prosessin turvallisuuden kehittämisessä edelleen nykyisestä olisi kysymys joko näistä markkinnoinnillisista syistä tai siitä, että sama turvallisuus pyritään toteuttamaan nykyistä edullisemmin.

Yksi mahdollinen selitys on myös se, että asiantuntijatahojen käsityksen mukaan onnettomuus on periaatteessa mahdollinen mutta niin epätodennäköinen, että se on hyväksyttävissä. Lisäksi onnettomuuden vaikutukset eivät ole välttämättä kovin suuret. Riskin olemassaolo motivoi sen todennäköisyyden pienentämiseen ja myös onnettomuuden jälkeisiin vaikutuksiin varautumiseen. Lähestymistapa on sama kuin lentoliikenteessä, jossa pienen riskin olemassaolo tiedetään kokemuksesta ja se hyväksytään. Ulospäin ydinvoimariskin olemassaolosta on vaikeampi puhua, koska tietoisuus pienestäkin riskistä herättää kansalaisissa helposti pelkoja ja niitä ei kyetä vertaamaan muihin olemassa oleviin riskeihin.

On vaikea arvioida, miten luotettavasti asiantuntijat ydinvoima-alalla pystyvät riskiä absoluuttisesti kvantifioimaan ja missä määrin on kysymys lähihistorian tuntemuksesta ja toiminnan kehittämisestä suhteellisen kvantifioinnin tietä eli jatkuvan parantamisen kautta.

Myös tuotantovaihetta edeltävään ns. polttoaineen hankintaan ja käytetyn polttoaineen jatkokäsittelyyn loppusijoitusvaihtoehtoineen liittyy todellisia tai potentiaalisia ympäristövaikutuksia. Uraanin kaivaminen on herättänyt voimakasta vastustusta Kanadassa ja Australiassa. Molemmissa maissa asiaan liittyy uraanikaivosten ympäristö- ja tarvevaikutusten lisäksi kysymys alkuperäiskansojen asemasta. Kaivosten vastustajien mielestä toiminta tuhoaa alkuperäiskansojen asuinalueita. Käytetyn polttoaineen vieminen Suomesta ei ydinenergialain mukaan enää ole mahdollista vaan se on varastoitava Suomeen. Aiemmin käytetty polttoaine kuljetettiin Venäjälle. Paraikaa

polttoaineelle etsitään loppusijoituspaikkaa Suomesta ja loppuvarastoinnin on määrä alkaa vuonna 2020. Käytetyn polttoaineen varastointiin liittyvistä ympäristöhaitoista käytävä keskustelu vastaa luonteeltaan ydinvoimalan käytön turvallisuutta koskevaa keskustelua.

#### 4.4 Polttoaineen hankinta

IVO (IVO 1997) on selvittänyt polttoaineen hankinnan energian tarvetta ja siitä syntyviä ilmapäästöjä. Verrattuna pelkkään energian tuotantovaiheeseen polttoaineiden hankinnan huomioon ottaminen lisää erityisesti kuljetuksista tulevia NO<sub>x</sub>-päästöjä. NO<sub>x</sub>-päästö kasvaa IVO:n osalta polttoaineesta riippuen 20-60 mg/MJ pienimmän arvon ollessa maakaasulle ja suurimman puulle. Suhteellinen vaikutus energian tuotannon kokonaispäästöön on pienin turpeella (10 %), koska turpeen polton ominaispäästö on selvästi korkein ja suurin puulla 40 %. Hiilidioksidipäästöt kasvavat 2-12 %:lla ja rikkipäästö 0-22 %. Polttoaineen hankinnan vaikutus riippuu kuljetusmatkasta ja saattaa sen vuoksi vaihdella huomattavasti riippuen siitä tuodaanko esimerkiksi Puolasta vai Kolumbiasta. Uraanin hankinnan huomioon ottaminen aiheuttaa muuten päästövapaalle ydinvoimalle hiilidioksidipäästöjä 10 g/kWh, SO<sub>2</sub>-päästöjä 73 mg/kWh ja NO<sub>x</sub>-päästöjä 44 mg/kWh. Päästöt johtuvat polttoaineen jalostuksen suhteellisen suuresta energian tarpeesta ja ne ovat 6 % (CO<sub>2</sub>), 22 % (SO<sub>2</sub>) ja 10 % (NO<sub>x</sub>) IVO:n sähkön tuotannon tuotantovaiheen päästöistä.

#### 4.5 Kuljetukset

Kuljetuksen ympäristöhaitat liittyvät ilmapäästöihin, meluun ja liikenteen tilantarpeeseen. Tulevaisuudessa ilmapäästöjen haitat vähenevät eniten ja liikenteen tilantarve vähiten. Metsäteollisuuden välittömät kuljetustarpeet koskevat sekä raaka-aineen hankintaa että tuotteiden viemistä asiakkaalle ja tuotteen elinkaari laajemmin huomioon ottaen lisäksi vielä jatkojalosteiden kuten mainosmateriaalin, lehtien, luetteloiden ja pakattujen tavaroiden kuljettamista loppukäyttäjälle.

Puun kuljetusmatkat tehtaalle ovat tyypillisesti 100 km ja yksi sellutonni tarvitsee noin 5 kiintokuutiota puuta ja mekaaninen massa puolet vähemmän. Puu kuljetetaan 80 %:sti autolla (Metsäteollisuus 1997). Täyte- ja päällystysaineita käytetään noin 2,3 miljoonaa tonnia (Silenius 1997), mikä on lähes neljännes paperin tuotannosta. Tästä määrästä reilu kolmannes on kaivettu Suomen maaperästä lopun tullessa pääosin Englannista ja vähäisemmässä määrin mm. Norjasta, Yhdysvalloista ja Brasiliasta. Fossiiliset polttoaineet tulevat ulkomailta turvetta lukuunottamatta. Hiili tuodaan Suomeen pääasiassa Puolasta, raakaöljy Venäjältä ja Norjasta. Ulkopuolisen polttoaineen tarve sellutehtaaseen integroimattomassa paperitehtaassa (2 MWh/t paperia) merkitsee noin 300 kg hiiltä, 200 kiloa öljyä tai 700 kiloa turvetta paperitonniä kohti.

Paperin vientikuljetus suuntautuu pääasiassa Eurooppaan (70 %) tärkeimpien maiden, UK:n ja Saksan kattaessa koko viennistä kolmasosan. Euroopan ulkopuolelle jää siten kuljetettavaksi 2,3 miljoonaa tonnia paperia (1996), josta Pohjois-Amerikan osuus on puoli miljoonaa tonnia ja Japanin 300 000 tonnia. Sellun vienti keskittyy Eurooppaan vielä voimakkaammin (90 %). Keskimääräiseksi kuljetusmatkaksi Suomen ulkopuolelle menevälle paperille tulee karkeasti laskien noin 5000 km. Tästä pääosa on merikuljetusta. Kuljetuksille on ominaista, että Suomesta lähtevät laivat tulevat hyvin

vajaasti lastattuina takaisin, jolloin myös suuri osa paluumatkasta on laskettava vientiin menevän paperin 'piikkiin', mikä nostaa kuljetuksen merkityksen osuutta paperin ympäristötaseessa.

Kuljetuksissa avainasemassa päästöjen suhteen on diesel-moottori. Vaihtoehtoja nykyratkaisuille ovat siirtyminen bioperäisiin polttoaineisiin tai kaasuun sekä turbiinin tai polttokennon (+ sähkömoottorin) käyttö. Ensimmäinen poistaa välittömät fossiiliset CO<sub>2</sub>-päästöt, jälkimmäiset vähentävät ne parhaimmillaan puoleen nykyisestä hyötysuhteen parantumisen kautta. NO<sub>x</sub>-päästö alenee ensimmäisessä vaihtoehdossa vähiten, viimeisessä eniten.

Kuorma-autojen ja laivojen modernien diesel-moottorien NO<sub>x</sub>:n ominaispäästö (1500 - 2000 mg/MJ) on korkean palamislämpötilan (ilmantyyppi muuttuu NO<sub>x</sub>:ksi) vuoksi noin kymmenkertainen tavanomaisiin voimalaitoskattiloihin verrattuna. Rikkipäästö riippuu käytetystä polttoaineesta ja kuorma-autojen polttoaine on varsin vähärikkistä. Laivat sen sijaan käyttävät yleisesti polttoaineita, joiden rikkipitoisuus on 2 - 3 %:n luokkaa eli enemmän kuin, mikä on sallittua esimerkiksi voimalaitoksissa Suomessa. Korkeat ominaispäästöt nostavat kuljetuksen merkitystä paperin ympäristötaseessa huolimatta siitä, että kuljetusten energian kulutus jää vielä melko kohtuulliseksi.

Paperitonin kuljettaminen laivalla pääosan, esimerkiksi 4000 km, edellä mainitusta keskimääräisestä kuljetusmatkasta kuluttaa energiaa yhteen suuntaan 0,25 MWh (KCL 1995) ja enemmänkin, jos laiva tulee tyhjänä takaisin. Määrää voi verrata esimerkiksi edellä esitettyyn paperin kuivauksen 1,7 MWh:n tai sellun valmistuksen 3,5 MWh:n lämmön tarpeeseen. Paperin valmistuksen osalta on lisäksi otettava huomioon sähkön kulutus. NO<sub>x</sub>-päästöksi saadaan yhdensuuntaisella matkalla 1,6 kiloa ja rikkidioksidipäästöksi 1,1 kiloa. Näitä voi verrata hiiltä ja maakaasua käyttävän paperitehtaan päästöihin, jotka ovat NO<sub>x</sub>:n osalta hiilellä noin 2 kiloa ja maakaasulla 0,3 kiloa sekä rikin osalta hiilellä noin 3 kiloa ja maakaasulla 0 kiloa. Laivakuljetus tuottaa siten päästöjä vajaalla lastilla takaisinajoa osittain mukaan lukien saman verran tai selvästi enemmän kuin paperitehdas.

Diesel-moottorin rikkipäästö riippuu polttoaineen rikkipitoisuudesta. Vähärikkisemmän öljyn lisäkustannus on 2-3 mk/GJ (Södra 1997), mikä merkitsee 2-3 markan lisäkustannusta paperitonille kuljetettaessa paperi esimerkiksi Englantiin edestakainen ajo huomioon ottaen. Samalla SO<sub>2</sub>-päästö alenee (2,5 % S -> 1 % S) 0,75 kiloa paperitonnia kohti, jolloin SO<sub>2</sub>-päästön vähenemän kustannukseksi tulee noin 3000 mk/t SO<sub>2</sub>.

Laivan NO<sub>x</sub>-päästöä voidaan alentaa vesiruiskutuksen avulla noin puoleen ja urealisäyksen ja katalysaattorin avulla päästäneen hyvälle voimalaitostasolle 100 mg/MJ, jolloin NO<sub>x</sub>-reduktioksi tulee noin 95 % (Hellen 1996). Molempia menetelmiä on tulossa käyttöön Ruotsiin liikennöivissä aluksissa.

Laivaliikenteen suuria ominaispäästöjä on mahdollista pudottaa huomattavasti käytössä olevalla tekniikalla. Vähärikkistä öljyä ja katalysaatoritekniikkaa käyttäen merikuljetusten rikki- ja NO<sub>x</sub>-päästöt on mahdollista pudottaa tasolle, joka ei tee niistä määräävää tekijää paperin ympäristötaseessa, jos kuljetusmatkat pysyvät kohtuullisina.



#### 4.6 Puun hankinta

Puun hankintaan liittyy sekä hankalasti kvantifioitavia biodiversiteettikysymyksiä että helpommin laskettavissa olevia materiaali- ja energiavirtoja. Biodiversiteetin kvantifointia kehitetään paraikaa puun sertifiointin kehittämisen yhteydessä. Merkittävimmät materiaali- ja energiavirrat liittyvät metsän hoitoon, puun kaatamiseen ja kuljetukseen tehtaalle. Metsän hoidon vaikutukset riippuvat suuresti metsän laadusta. Maapohjan kuivaus aiheuttaa jätevesipäästöjä, mutta ne pitäisi laskea usealle puusukupolvelle yhden sijaan. Metsän lannoitus lisää ravinnehuuhtoutumaa, lähinnä typpeä, jonka päästö puukuutiota kohti lähentelee sellun valmistuksessa syntyvää päästöä (KCL 1995).

Päätihakkuun paksut rungot menevät mekaanisen metsäteollisuuden käyttöön paperiteollisuuden käyttäessä päätihakkuussa syntyviä puun latvaosia ja harvennushakkuusta saatavaa puuta. Sahoille menevästä puusta (24 milj.m<sup>3</sup>) kolmasosa kulkeutuu paperin raaka-aineeksi pääasiassa selluteollisuuden kautta. Harvennushakkuussa kuluva energiamäärä ja syntyvä päästö puukuutiota kohti on noin kaksinkertainen päätihakkuuseen verrattuna ja saman suuruinen puun tehdaskuljetuksen kanssa. Yhdessä nämä vastaavat 0,1 MWh:n ja 0,2 MWh:n energian kulutusta laskettuna mekaanisen massan ja sellun tonnia kohti. Energian tarve on kertaluokkaa pienempi kuin massan ja paperin tuotannossa. NO<sub>x</sub>-päästö nousee diesel-moottorin ja moottorisahan korkean ominaispäästön vuoksi 0,5 ja 1 kiloon tuotettua mekaanisen massan ja sellun tonnia kohti. NO<sub>x</sub>-päästö on siten samaa luokkaa massan ja paperin tuotantovaiheen kanssa.

#### 4.7 Täyte- ja päällystysaineet

Täyte- ja päällystysaineita eli pigmenttejä käytetään Suomessa 2,3 miljoonaa tonnia paperintuotannon ollessa noin 10 miljoonaa tonnia (Silenius 1997). Pigmentit jakaantuvat kaoliineihin, karbonaatteihin ja talkkiin. Käyttövolyymi jakaantuu lähes puoliksi kaoliini ja karbonaatin kesken talkin osuuden ollessa huomattavasti vähäisempi. Lisäksi voidaan mainita vielä titaanidioksidi, jota käytetään korkean hintansa vuoksi on vain noin 3000 tonnia.

Yksinkertaisimmillaan pigmentit ovat maasta kaivettua mineraalia, joka on jauhettu hienoksi ja puhdistettu epäpuhtauksista. Kaoliinia ja karbonaatteja valmistetaan myös synteettisesti, jolloin päästään puhtaampiin ja tarkemmin säädelyihin tuotteisiin. Synteettisen kalsiumkarbonaatin (PCC) tuotantolaitoksia on viime vuosina syntynyt paperitehtaiden yhteyteen. Prosessissa kalsiumkarbonaatista irrotetaan hiilidioksidi taivaan tuuliin ja tuodaan se siihen takaisin energiantuotannon savukaasujen hiilidioksidia hyödyntäen. Tekniikan avulla voidaan hallita syntyviä kiderakenteita vastaamaan paremmin paperiteollisuuden tarpeita. PCC:n osuus on Suomessa noin 10 % pigmenttien koko volyymistä.

Pigmenttien ympäristövaikutukset liittyvät maan kaivamiseen, kuljetukseen, jalostuksen energian tarpeeseen ja paperin hävittämisen yhteydessä syntyvään jätteeseen. Kaoliinin tuotannossa mineraalia nostetaan maasta noin kymmenkertainen määrä myytävään määrään verrattuna. Karbonaatin 'saanto' on huomattavasti parempi, noin 60 %. Mineraalien jauhamiseen kuluva sähkömäärä on 0,2-0,4 MWh/t. Paperin

hävittämisvaiheessa meneraalit yleensä ajautuvat jätteeksi. Poltettaessa paperia, ne jäävät tuhkan sekaan. Paperia siistattaessa osa siirtyy kuitujen mukana uuteen paperiin, mutta sitä suurempi osa menee siistausjätteeksi mitä paremmin paperi halutaan siistata. Saksassa siistausjätettä käytetään myös betoni- ja tiiliteollisuudessa raaka-aineena. Paperituotteiden raskasmetallit ovat kotoisin pääosin pigmenteistä, joiden raskasmetaalipitoisuudet vaihtelevat huomattavasti raaka-aineen louhintapaikasta riippuen.

#### 4.8 Sideaineet ja muut kemikaalit

Sideaineiden avulla kiinnitetään pigmentit kuituihin ja toisiinsa. Sideaineen määrä on 5-25 % käytetyn pigmentin määrästä (Arjas 1983) ja määrät ovat suurimmillaan päällystetyissä tuotteissa. Sideaineet ovat peruna-, maissi- tai vehnätärkkelystä, sellusta valmistettua karboksimeetyyliselluloosaa (CMC), polyvinyylisetaatista tehtyä polyvinyylialkoholia (PVA) tai synteettisiä polymeeripohjaisia latekseja. Perunatärkkelystä ja CMC:tä tuotetaan Suomessa muiden sideaineiden tullessa pääosin muualta Euroopasta. Sideaineiden valmistuksen ympäristöhaitat vaihtelevat sideaineen mukaan. Tärkkelysten jalostaminen raaka-aineesta tuottaa ilma- ja vesipäästöjä, mutta tonnia kohti laskettuna ne ovat yleensä vähäisempiä kuin paperin valmistuksen päästöt. CMC:n ympäristöhaitat tulevat pääosin raaka-aineena käytetyn sellun valmistuksen haitoista. Vastaavasti lateksien ympäristötase on lähellä muovien valmistuksen tasetta.

Muut kemikaalit koostuvat enimmäkseen joukosta epäorgaanisa peruskemikaaleja, joiden määrät suhteessa paperin tuotantoon ovat melko vähäisiä ja joita käytetään laajasti monilla teollisuuden aloilla. Oma ryhmänsä on volyymitaan pieni erikoiskemikaaleja kuten limantorjunta-aineet, joihin saattaa liittyä ympäristön kannalta joitain erityispiirteitä. Tällöin avainasemassa on näihin kemikaaleihin liittyvät mahdolliset myrkyvaikutukset merkittävien materiaali- ja energiavirtojen sijaan.

#### 4.9 Paperin jatkojalostus

Paperin painaminen kuluttaa energiaa painettua paperitonnia kohti painomenetelmästä riippuen sähköinä 0,5 - 1,5 MWh/tn ja lämpönä 0 - 0,5 MWh/tn (KCL 1995) ollen siten varsinkin sähkön osalta samaa kertaluokkaa paperin valmistusvaiheen kanssa. Hukkapaperin määrä on 100-150 kg/tn ja se menee kierrätykseen. Painovärien määrä riippuu painomenetelmästä ja erityisesti käytetyn paperin painon ja pinta-alan suhteesta vaihdellen muutaman kilon ja 50 kilon välillä tonnia kohti.

Pakkaustarkoituksiin menevän paperin ja kartongin jatkojalostus on painamisen lisäksi pääasiassa leikkaamista ja liimaamista. Kuljetuspakkaukseksi tarkoitettun aaltopahvin jalostus kuluttaa sähköä noin 0,15 MWh/t ja lämpöä noin 0,5 MWh/t (FEFCO 1996). Liimauksessa käytetyn tärkkelyksen määrä on noin 25 kg/t. Kuljetuspakkausten painaminen on vähäistä. Sen sijaan kuluttajapakkauksiksi jalostetut miniaaltopakkaukset painetaan muiden sisäpakkauksen tavoin. Koteloiden jalostuksen ja siihen tarvittavien muiden raaka-aineiden ympäristövaikutukset vaihtelevat huomattavasti pakkaustyypistä riippuen. Esimerkiksi nestepakkauksissa (maito- ja mehupurkit) kartongin päälle laminoidaan muovi- ja mahdollisesti myös ohut alumiinikerros vähentämään kantavana rakenteena toimivan kartongin valon ja kaasujen läpäisevyyttä.

#### 4.10 Paperin kierrätys ja hävittäminen

Paperin käytön jälkeiset ympäristövaikutukset riippuvat jatkokäyttövaihtoehdoista, joita ovat kierrätys uudeksi paperin raaka-aineeksi, siirtäminen kaatopaikalle ja polttaminen energian talteen ottamiseksi.

Paperi käyttökelpoisuus uuden paperin raaka-aineena vaihtelee huomattavasti riippuen paitsi kuidun alkuperäisestä käyttökohteesta myös erilaisten paperilajien sekoittumisesta paperin keräyksen yhteydessä. Erilaisten kuitujen käyttö eri sovelluskohteissa on lisääntynyt viime vuosina, mikä on johtanut siihen, että myös keräyspaperi koostuu yhä useammanlaisista kuiduista vaikeuttaen sen käyttöä vaativien paperituotteiden raaka-aineena. Mekaaninen kuitu on työntynyt yhä enemmän aiemmin puhtaisiin sellupohjaisiin jakeisiin kuten konttoripapereihin. Keräyskuitupohjaisten papereiden lisääntyminen on edesauttanut tätä kehitystä. Esimerkiksi keräyskuitupohjaiset kopiopaperit on tehty suurelta osin kotikeräyspaperista ja siten mekaanisesta massasta.

Paperin keräyksen kuljetustarve on samaa luokkaa neitseellisen kuidun valmistuksen tarvitseman puun kuljetuksen kanssa. Osa keräyspaperikaupasta tosin käydään melko pitkiä kuljetusmatkoja käyttäen. Osittain tämä johtuu viime vuosien paperin keräyksen ja keräyspaperin käytön voimakkaasta kasvusta ja siitä johtuvasta alueellisesta epätasapainosta talteenoton ja kulutuksen välillä, esimerkkinä Saksan lainsäädännön vaikutukset. Globaalisti tärkein virta on ollut jo pitkään Pohjois-Amerikasta Aasiaan suuntautunut kauppa. Läntisen Euroopan nettovienti on puolisen miljoonaa tonnia yli 30 miljoonan tonnin keräyspaperimäärästä (PPI 1997). Nettovienti nollautuu, kun otetaan huomioon itäisen Euroopan imu. Suomi on lievästi keräyspaperin nettotuojaa (50 000 t 1996). Ruotsi on sitä selvemmin toisenlaisen tuoterakenteensa vuoksi (350 000 t 1996).

Keräyspaperin käyttö paino- ja pehmopaperiin edellyttää yleensä siistausta eli painovärin ja osin myös täyte- ja päällystysaineiden poistoa. Aaltopahvi- ja taivekartonkeihin käytettävää keräyspaperia ei sen sijaan yleensä siistata. Siistauksen sähkön tarve on 0,3-0,4 MWh/t ja lämmön tarve noin 0,4 MWh/t. Paperin täyte- ja päällystysaineista, kuituhäviöstä ja vähäisemmässä määrin myös painoväreistä koostuvaa siistausjätettä syntyy 10-40 % tuotetun keräyspaperin määrästä riippuen käytetystä raaka-aineesta ja massalle tavoitelluista ominaisuuksista.

Siistausjätteen käsittelyssä on siirrytty enenevässä määrin sen polttamiseen kaatopaikkasijoituksen sijaan. Näin erityisesti Saksassa, jossa kaatopaikkamaksut ovat korkeita. Siistausjätteen lämpöarvo on suuren mineraaliosuuden ja kosteuden vuoksi varsin alhainen mutta ei kuitenkaan yleensä negatiivinen. Syntyvän tuhkan määrä on myös huomattava. Saksassa siistausjätettä käytetään mm. betoni- ja tiiliteollisuuden raaka-aineena, jolloin vältetään tuhkan sijoitusongelmat.

Kaatopaikalla paperi aiheuttaa hapettomissa oloissa tapahtuvan hajoamisen tuloksena kasvihuoneilmiötä aiheuttavia metaanipäästöjä ellei kaatopaikalla ole tehokasta kaatopaikkakaasujen keräys- ja polttojärjestelmää. Huolimatta siitä, että paperi on biohajoavaa materiaalia, saattaa sen hajoaminen kestää kymmeniä vuosia kaatopaikan olosuhteissa.

Paperi voidaan polttaa energian tuottamiseksi joko erilliskerättynä tai muun yhdyskuntajätteen mukana. Erilliskeräys aiheuttaa samat kuljetuspäästöt kuin paperin talteenotto kierrätystä varten ja myös samat kustannukset. Tämän vuoksi erilliskerätty paperi yleensä ajautuu paperiteollisuuden raaka-aineeksi, koska keräyspaperin hinta (Suomessa 300-400 mk/t kotikeräyspaperista) suhteessa sen lämpöarvoon muodostuu helposti korkeammaksi kuin vaihtoehtoisten polttoaineiden. Kotikeräyspaperin poltosta syntyy tuhkaa kaksinkertaisesti verrattuna hiilen polttoon rikinpoistosta syntyvä kipsi mukaanlukien ja suunnilleen saman verran kuin ruskohiilen poltosta. Olennaisin ilmapäästö on NO<sub>x</sub>, jonka ominaispäästö vastaa puun polttoa ja riippuu paljon polttotekniikasta (noin 100 mg/MJ ilman erityistekniikoita).

Yhdyskuntajätteen seassa paperi yhdessä muovin kanssa muodostaa jätteen keskeisen energiasisällön. Paperin ja muovin vähentyminen yhdyskuntajätteessä vähentää siten kiinnostusta yhdyskuntajätteen polttamiseen. Polton päästöt ovat paperin osalta samat kuin paperin erillispoltossa muiden päästöjen riippuessa muun jätteen ominaisuuksista.

Suomessa keräyspaperia kerätään noin 60 % kulutuksesta. Eri lähteissä tiedot saattavat vaihdella riippuen kulutuksen määrittelyn eroista. Suomelle on tyypillistä paperijalosteiden runsas tuotanto ja vienti suhteessa kansantalouden kokoon. Kansainvälisissä tilastoissa jalostus määritellään jo kuluttamiseksi, mikä helposti vääristää kulutuslukuja Suomen osalta.

## 5 YHTEISKUNTA

### 5.1 Sopimukset, tavoiteohjelmat ja lainsäädäntö

Viranomaisten ympäristöstrategiset valinnat realisoituvat kansainvälisellä tasolla sopimuksina, EU:n tasolla tyypillisesti direktiivien kautta ja kansallisella tasolla tavoiteohjelmina ja varsinaisena lainsäädäntönä. Seuraavassa esitetään joukko paperiteollisuuden vaikuttavia kansainvälisiä ja kansallisia aktiviteetteja.

Sopimuksista tuorein on **Kioto pöytäkirja**, jossa EU-maat ovat sopineet vähentävänsä kasvihuonepäästöjään 8 %:lla vuoden 1990 tasosta vuoteen 2010 mennessä. Laskennassa otetaan huomioon hiilidioksidin, metaanin, typpioksidulin, fluorihiihivetyjen ja rikkiheksafluoridin kasvihuonevaikutukset. Hiilidioksidin osuus on Suomessa yli 80 %.

Vähennysvaatimus koskee tässä vaiheessa jokaista maata erikseen, mutta EU:lla on mahdollisuus sisäiseen taakanjakoon haluamallaan tavalla kunhan kokonaisuus saavuttaa 8 %:n vähennyksen. Ennen Kioto kokousta käydyissä neuvotteluissa Suomen osalle sovittiin alustavasti 0 %:n taso. Tämä perustui 15 %:n vähennykseen koko EU:ssa eli Kiotoa tiukempaan vähennysohjelmaan, mutta nollassa näyttää jäävän Suomen kohtaloksi myös nykytilanteessa. Koska hiilidioksidipäästöt ovat nousseet vuoden 1990 jälkeen, merkitsee tavoitteen saavuttaminen Suomelle käytännössä CO<sub>2</sub>-päästöjen alentamista nykyisestä 58 miljoonasta tonnista vuoden 1990 54 miljoonaan tonniin (KTM 1998), muiden kasvihuonekaasujen päästömäärien säilyessä entisellään. Vuonna 1990 päästö oli tämän hetken tasoa selvästi alhaisempi mutta kuitenkin korkeampi kuin sitä edeltävinä ja kolmena seuraavana vuonna. Myös energian kokonaiskulutus oli korkeampi kuin aikaisempina vuosina ja seuraavana kahtena vuotena.

Vuoden 1990 valinta vertailuvuodeksi on siten Suomelle edullista, vaikka julkisuudessa on pyritty antamaan päinvastainen kuva. Vesivoimaa tuotettiin vuonna 1990 poikkeuksellisen vähän, mutta se korvattiin tuontisähköllä. Huono vesivoimavuosi ei lisännyt Suomen hiilidioksidipäästöjä eikä sähkön normaalia suurempi tuonti niitä vähentänyt. Turpeen käyttö lisääntyi poikkeuksellisen voimakkaasti (+ 41 %) edellisestä vuodesta, vähemmässä määrin myös maakaasun (+18 %).

Sähkön tuotannon kasvattaminen fossiilisiin polttoaineiden varassa lisää Suomen hiilidioksidipäästöjä melko jyrkästi, koska nyt yli puolet sähköstä tuotetaan ydinvoimalla, vesivoimalla ja puuperäisillä polttoaineilla. Ruotsissa tilanne on vielä kärjistyneempi fossiilisten polttoaineiden kattaessa vain muutaman prosentin sähkön tuotannosta.

Suomessa hiilidioksidista 45 % on peräisin öljyistä, 30 % hiilestä, 15 % turpeesta ja 11 % maakaasusta. Öljystä yksi viidennes poltetaan raskaana polttoöljynä energian tuotannossa, toinen viidennes bensiininä henkilöautoissa, kolmas viidennes dieselinä pääosin ammattiliikenteessä ja reilu neljäsosa käytetään kevyenä polttoöljynä asuntojen lämmitykseen (Tilastokeskus 1997). Hiilidioksidipäästöistä kaksi kolmasosaa tulee siten energian tuotannosta (teollisuuden oma energian tuotanto mukaan lukien) ja viidennes liikenteestä. Enson hiilidioksidipäästöt ovat Suomessa noin 2,5 miljoonaa tonnia (Enso 1998) ja Metsä-Serlan noin 1,5 miljoonaa tonnia (Metsä-Serla 1998). Molemmilla yhtiöillä tärkein fossiilinen polttoaine on maakaasu ja puuperäinen polttoaine kattaa 2/3

polttoainetarpeesta, joten polttoainejakauma on varsin edullinen hiilidioksidipäästöjä ajatellen.

Kaatopaikoilta vapautuva metaani on potentiaalinen ehdokas, kun yritetään löytää keinoja kasvihuokaasupäästöjen vähentämiseksi. Jo tehtyjen päätösten perusteella kaatopaikoille menevän orgaanisen aineen määrä vähenee tulevina vuosina merkittävästi ja tämä vähentää myös orgaanisen aineen hapettoman hajoamisen tuloksena syntyvän metaanin määrää. Kaatopaikoilta vapautuvaa metaania otetaan myös talteen poltettavaksi yhä enemmän.

**Natura 2000** -hankkeella pyritään toteuttamaan EU:n luonto- ja lintudirektiivin tavoitteita. Elokuussa 1998 tehdyn päätöksen mukaan Naturaan kuuluu yhteensä 1457 aluetta ja niiden yhteispinta-ala on 4,8 miljoonaa hehtaaria. 95 % alueista kuuluu jo suojeltuihin alueisiin, erämaa-alueisiin tai valtion retkeilyalueisiin. Näiden vanhojen alueiden metsän käyttöä Natura ei Ympäristöministeriön mukaan muuta. Naturen vaikutukset puun tarjontaan eivät näiden lukujen perusteella voi olla kovin merkittäviä, paikallisesti tilanne voi vaihdella enemmän. Kilpailukykyyn sillä ei ole suoranaista vaikutusta, ellei tarjonnan vähentyminen vaikuta puun hintaan. Tarjonnan volyyymi vaikuttaa toiminnan laajuuteen, kilpailukyky taas on riippuvainen kustannuksista ja kysynnästä.

Valtioneuvosto teki vuonna 1991 periaatepäätöksen rikkipäästöjen vähentämisestä 80 %:lla vuoden 1980 tasosta. Sama periaate liitettiin Oslon pöytäkirjaan (**Rikkipöytäkirja II**), jonka mukaan pitkän aikavälin tavoitteena on, että rikkilaskeumat eivät ylitä kriittisiä kuormituksia. Aluksi pyritään vähentämään ylitystä 60 %:lla vuoteen 2000 mennessä. Tämä tavoite on sama eri sanoin sanottuna kuin vuoden 1991 periaatepäätös, jonka tavoite saavutettiin jo vuonna 1994.

**Sofiassa 1988** laaditun pöytäkirjan mukaan Suomi sitoutui jäädyttämään **NOx-päästöt** 1987 tasolle vuoden 1994 loppuun mennessä ja pyrkii vähentään niitä vielä 30 % vuoden 1980 tasosta vuoden 1998 loppuun mennessä. Ensimmäinen tavoite saavutettiin ja vuoteen 1996 mennessä typen oksidien päästöt olivat alentuneet 15 % vuoden 1980 tasosta Sofiassa määritellyn laskentavan mukaan.

Euroopan tasolla happamoitumista pyritään vähentämään pääasiassa rikkipäästöjä vähentämällä, koska rikkipäästöt ovat huomattavasti suuremmat ja happamoitumisen vähentäminen on sitä kautta halvempaa. Suomessa tilanne on päästöjen suhteen päinvastoin, NOx-päästöt ovat yli kaksinkertaiset rikkiin verrattuna. Suomessa happaman laskeuman ns. kriittinen raja ylitetään erityisesti maan eteläosassa vielä yleisesti. Päästöt kulkevat yli maiden välisten rajojen ja tässä suhteessa Suomi on happamoittavien aineiden nettosaaja. Yleisesti merkittävimpiä nettosaajia ovat meret. Rikkilaskeuma on Suomessa kolmanneksen suurempi kuin rikkipäästö. Typpilaskeuma sen sijaan on typpipäästöä selvästi pienempi. Paperiteollisuuden osuus Suomen sekä rikki- että NOx-päästöistä on noin kymmenesosa.

**EU:n happamoitumisstrategian** tavoite on se, että kriittisiä kuormia ei ylitetä Euroopassa. Sen elementtejä ovat edellä mainitus Rikkipöytäkirja II:n lisäksi raskaan polttoöljyn rikkipitoisuuden rajoittaminen 1 %:iin, päästörajoiden asettaminen yli 50 MW:n polttolaitoksille ja laivapolttoaineiden rikkipitoisuuden alentaminen Itämerellä ja

Pohjanmerellä 1,5 %:iin. Paperiteollisuuteen eniten vaikutusta on laivapolttoaineiden säätelyllä. Muiden osalta on kysymys pääosin vaatimuksista, jotka ovat jo voimassa Suomessa.

**Vesiensuojelun tavoiteohjelman** mukaan teollisuuden jäteveden kemiallisen hapenkulutuksen (COD) ja ravinteiden pitäisi vähentyä 45 % ja 50 % vuoden 1995 tasosta vuoteen 2005 mennessä. Vuonna 1997 paperiteollisuuden päästöt olivat vähentyneet COD:n osalta 11 %, fosforin osalta 29 % ja typen osalta 14 % vuoteen 1995 verrattuna. Vastaavasti metsätalouden aiheuttamia fosfori- ja typpipäästöjä tulisi vähentää 50 % vuoden 1993 tasosta.

Teollisuuden merkitys vesistöjen rehevöittäjänä on laskenut lähelle yhdyskuntien tasoa. Orgaanisen aineen suhteen teollisuuden merkitys on selvästi suurempi, typen suhteen tilanne on päinvastoin. Fosforissa teollisuuden päästöt ovat samaa luokkaa yhdyskuntien kanssa. Merkittävin vesistön rehevöittäjä on maatalous. Peltoviljely aiheuttaa noin puolet fosfori- ja typpipäästöistä vesistöön.

Teollisuuden osuudet kokonaisuudesta, eli 5000 tonnia fosforia ja 75 000 tonnia typpeä, ovat 6 % ja 8 % (Wahlström 1996). Ominaispäästötaso on huomattavan korkea kalankasvatuksessa. Päästöt olivat vuonna 1996 8600 g fosforia ja 67 000 g typpeä kalatonnia kohti (Kaukoranta 1998). Sellun tuotannon tyypilliset päästöt ovat vastaavasti 25 g fosforia ja 250 g typpeä sellutonna kohti eli noin kolmasadasosa verrattuna kalatonniin. Kalakilosta saatava hinta on noin kuusinkertainen sellukiloon verrattuna. Paperinvalmistuksen ominaispäästöt ovat alle viidesosa, jopa kymmenesosa, edellä mainituista sellun valmistuksen päästöistä. Kuitenkin on huomattava, että teollisuuden merkitys paikallisena rehevöittäjänä on suurempi kuin päästöosuuksien perusteella voisi päätellä.

Itämeren ympäristön suojelusopimus **HELCOM** asettaa vaatimuksia mm. vanhojen ja uusien sellutehtaiden päästöille. Uusien tehtaiden vaatimukset ovat samalla tasolla kuin edellä mainitus vesiensuojeluohjelman tavoitteet. Vanhojen tehtaiden (ennen vuotta 1997 rakennetut) vuosiin 2000 ja 2005 ulottuvat vaatimukset vastaavat suunnilleen nykyisten Joutsen-merkkien vaatimuksia eli nykyistä keskimääräistä tasoa.

**EU:n kaatopaikkadirektiivi** tulee vähentämään kaatopaikkojen määrää huomattavasti. Kaatopaikkavaatimukset tekevät pienet kaatopaikat huomattavan kalliiksi ja kustannukset nousevat myös isoilla kaatopaikoilla. Kokonaiskuvan saamista erilaisten jätteiden määrästä vaikeuttaa tietojen puute ja laskentatapojen vaihtelu. Tilastointia ollaan paraikaa parantamassa.

Rajanveto sen suhteen, mikä on jätettä ja mikä ei, on vaikeaa. Jätteeksi voidaan määritellä niin paperiteollisuuden energianlähteenään käyttämä kuori kuin kaivannaisteollisuuden maasta kasalle nostama maa-ainekin. Edellisellä on taloudellista arvoa kuten millä tahansa raaka-aineella, jälkimmäinen taas on samaa materiaalia kuin ennenkin mutta uudessa paikassa aivan kuten maantieksi levitetty maamassakin. Esimerkiksi voimalaitostuhka on kaatopaikalle kipattuna jätettä, mutta jos sama kuorma tasataan saman kaatopaikan päälle päällystystarkoituksessa, muuttuu tuhka raaka-aineeksi ja siihen liittyvä negatiivinen varaus katoaa. Myös jätteen kosteuden suhteen tilastointitavat vaihtelevat. Teollisuus mielellään ilmoittaa jätteen määrän ilman siinä

olevaa vettä eli kuiva-aineena, viranomaiset taas märkänä. Esimerkiksi jätevesilietteiden suhteen erot voivat olla viisinkertaisia.

Suomen jätteiden kokonaismääräksi arvioidaan 90 miljoonaa tonnia (Wahlström 1996). Tästä hyödynnetään tällä hetkellä noin puolet. Jätteen kokonaismäärästä reilu kolmannes on kaivostoiminnan jätteitä ja neljäsosa maatalouden jätteitä. Teollisuuden osuus on 18 % ja yhdyskuntajätteiden osuus vain 4 %. Paperiteollisuuden kaatopaikalle menevien jätteiden määrä oli vuonna 1997 660 000 tonnia kuiva-aineena (Metsäteollisuus 1998). Suomessa kulutettuja paperituotteita jää kierrättämättä vuoden aikana noin 350 000 tonnia, josta merkittävä osa ajautuu kaatopaikoille.

Suomi toteuttaa EU:n **pakkauslainsäädäntöä** jäädyttämällä syntyvien jätteiden määrän vuoden 1990 tasolle vuoteen 2000 mennessä. Silloin jätteestä pitäisi hyödyntää puolet. Pakkausjätteestä on tarkoitus hyödyntää 61 % (43 % -94) joko kierrättämällä tai polttamalla energiaksi. Kuitupakkausten hyötykäyttöaste on tarkoitus nostaa 75 %:iin (63 % -94). Kuljetuspakkaukset ovat tällä tasolla jo nyt ja tavoite vuodelle 2000 on 80 %. Kuluttajapakkausten hyötykäyttöaste on huomattavasti alhaisempi kuten myös niiden volyyymi kuljetuspakkauksiin verrattuna.

## 5.2 Ympäristöverot

Paineet ympäristöverotuksen suuntaan ovat kasvussa. Yhteiskunta haluaisi vähentää sen verottamista, jota se haluaisi tapahtuvan (työpaikat) ja lisätä sen verottamista, jota se ei haluaisi tapahtuvan (päästöt ja raaka-aineiden käyttö). Eniten on keskusteltu energiaan liittyvistä veroista.

EU:n energiaverohanke on edennyt kovin hitaasti. Alkuperäisen suunnitelman mukaan se olisi koskenut sekä hiilidioksidipäästöjä että energian kulutusta ja olisi ollut suuruudeltaan hiilidioksidin osalta noin 18 markkaa tonnilta (hiili 6,2 mk/MWh, maakaasu 3,6 mk/MWh) ja sähkön osalta 13 mk/MWh. Muutaman vuoden kuluessa vero olisi kolminkertaistunut.

Suomessa energiaan kohdistuvat energiaverot (alv. ei mukana) ovat seuraavat (KTM 1998), suluissa energian hinta energiaveroineen ilman alv:tä:

- Raskas polttoöljy 24 mk/MWh (106 mk/MWh)
- Kivihiili 29 mk/MWh (65 mk/MWh)
- Maakaasu 8,8 mk/MWh (73 mk/MWh)
- Turve 4,9 mk/MWh (46 mk/MWh)
- Sähkö teollisuudelle 21 mk/MWh (220 mk/MWh)
- Sähkö kuluttajalle 34 mk/MWh (340-600 mk/MWh)

Sähkön tuotantoon käytetyt polttoaineet ovat vapaita energiaveroista. Lukuja voi verrata kuluttajalle tutumpiin kevyen polttoöljyn (35 mk/MWh), diesel-öljyn (186 mk/MWh) ja bensiinin (370 mk/MWh) energiaveroihin.

Muissa maissa on vaihteleva kokoelma erilaisia energiaveroja, jotka keskimäärin ovat alhaisempia kuin Suomessa ja ne on suunnattu teollisuutta enemmän kuluttajan kukkarolle. Ympäristöveroksi kutsuttavia veroja on olemassa Ruotsissa, Tanskassa, Norjassa ja Hollannissa. Ympäristöveroja ei kuitenkaan voi erottaa muista energiaan liittyvistä viranomaisen määräämistä kustannuksista. Kysymys on paljolti siitä millainen



nimi asialle halutaan antaa. Lopullinen ohjausvaikutus riippuu eri polttoaineiden ja sähkön kokonaishinnasta. Esimerkiksi Saksassa kivihiehellä on keinotekoisesti korkea hinta, koska energian tuottajat on sidottu käyttämään kallista saksalaista hiiltä. Kilpailutilannetta tasaa mm. maakaasuun kohdistuva vero (noin 10 mk/MWh) Lopputuloksena on se, että sekä kivihiehi että maakaasu ovat Saksassa huomattavasti kalliimpia kuin Suomessa. Suomessa taas raskas polttoöljy on kalliimpaa kuin Saksassa.

Kaiken kaikkiaan polttoaineiden ja sähkön hinnat Euroopan eri maissa vaihtelevat varsin paljon ja se näkyy myös sähkön hinnan vaihteluna. Sähkön hintaan vaikuttaa lisäksi hinnaltaan edullisen vesivoiman osuus sähkön tuotannossa.

Ruotsissa on ollut jo vuodesta 1992 käytössä mielenkiintoinen energian tuotannon NO<sub>x</sub>-vero (Naturvårdsverket 1994, Statens naturvårdsverk 1995). Valtio kantaa veron suuruudeltaan 40 000 kruunua NO<sub>x</sub>-tonnia kohti ja palauttaa rahaa suhteessa tuotettuun hyötyenergiaan. Eli ensin verotetaan toiminnan haittojen perusteella ja sen jälkeen rahat jaetaan takaisin toiminnan aikaan saamien hyötyjen perusteella. Valtiolle jää vain marginaalinen osuus järjestelmän pyörittämisen kustannusten kattamiseen. Hyötyenergiaksi lasketaan sähkö ja lämpö samanarvoisina huolimatta siitä, että niiden arvo yhteiskunnalle on erilainen. Mukana järjestelmässä on noin 200 laitosta, jotka tuottavat vain 3 % Ruotsin NO<sub>x</sub>-päästöistä. Keskiarvopäästö oli vuonna 1994 70 mg/MJ. Ruotsin metsäteollisuuden keskiarvopäästö oli 97 mg/MJ, joten se oli nettomaksaja. Selluteollisuuden soodakattilat eivät kuulu verojärjestelmän piiriin.

Viranomaisen näkökulmasta NO<sub>x</sub>-veroa voi pitää ovelana, koska se ei vaikuta suoraan kansalliseen kilpailukykyyn palautusjärjestelyn ansiosta. Rahaa siirtyy vain tuottajalta toiselle. Vaikutukset kansalliseen kilpailukykyyn syntyvät ainoastaan siitä, että tuottajat pyrkivänsä pienentämään 40 000 kruunun arvoisia NO<sub>x</sub>-tonneja investoivat erilaisiin NO<sub>x</sub>:in vähennystekniikoihin ja lisäävät kustannuksiaan sitä kautta. Pyrkimys oman kilpailukyvyn parantamiseen lisää koko toimialan kustannuksia. Eli jos kansallinen kilpailukyky huononee, tuottajat voivat 'syyttää' siitä itse tekemiään investointipäätöksiä.

Ruotsissa myös laivojen satama- ja väylämaksut tulevat vielä tämän vuoden aikana riippuvaisiksi laivojen aiheuttamista rikki- ja NO<sub>x</sub>-päästöistä. Maksujen vuoksi Ruotsin satamissa käyvien laivojen on taloudellisesti 'kannattavaa' siirtyä käyttämään nykyistä vähärikkisempää öljyä ja vähentää NO<sub>x</sub>-päästöjä erilaisin tekniikoin, vanhoissa laivoissa todennäköisesti vesiruiskutuksella (-50 %) ja uusissa katalysaattorin (-90 %) avulla. Suomessa vastaavaa järjestelyä ei olla toteuttamassa.

Kunnallisille kaatopaikoille menevästä jätteestä peritään Suomessa veroa 90 mk/t. Teollisuuden omat kaatopaikat ovat toistaiseksi veron ulkopuolella. Jätevero on tällä hetkellä varsin yleinen mutta uusi käytäntö Euroopan eri maissa. Verot koskevat Suomen tavoin yleensä kunnallisille kaatopaikoille meneviä jätteitä. Tanskassa vero on lievempi polttolaitoksiin menevälle jätteelle, Hollannissa sitä ei ole lainkaan. Veron määrä on Suomea alhaisempi Ranskassa, Englannissa ja Itävallassa ja korkeampi Tanskassa ja Ruotsissa. Saksan verokäytäntö vaihtelee osavaltioittain.

Kuten polttoaineiden hinnoissa myös jätteiden kohdalla kaatopaikkasijoittamisen taloudellisuus riippuu sen kokonaiskustannuksista. Suomessa kustannukset ovat tasolla

100-300 mk/t ja esimerkiksi Saksassa jopa 1000 mk/t. EU:n kaatopaikkadirektiivin vaatimusten täyttämisen poistaa halvat kaatopaikat Suomessa. Saksalaisen kaatopaikkasijoittamisen korkea kustannustaso näkyy mm. sikkäläisen paperiteollisuuden pieninä jätemäärinä.

Kaiken kaikkiaan ympäristöverotuksen ongelma on sen kustannusvaikutus. Verosta kärsii eniten se, jolla on eniten verotettavaa. Alhaiset ympäristöverot koetaan pelkkänä valtion rahankeruuna ilman merkittävää ohjausvaikutusta. Jos vero taas on niin korkea, että se saa aikaan muutoksia, on sitä poliittisesti vaikea saada läpi, koska se saa aikaan muutoksia. Tätä on yritetty ohittaa mm. palauttamalla veroja niille, joilla on ollut paljon verotettavaa. Käytännössä tämä tietysti johtaa siihen, että muutoksia ei tapahdu siellä, missä niitä pitäisi tapahtua eniten ja verot suuntautuvat sinne, missä niiden ohjausvaikutus on vähäinen tai sitä ei ole ollenkaan. Eli ohjausvaikutusta pitäisi olla mutta ei niin paljon, että se merkittävästi vaikeuttaisi menneisyudessa valittua toimintatapaa.

Paperiteollisuuden kannalta avainasemassa on yhteiskunnan suhtautuminen energian verotukseen. Hierteeseen perustuvan sanomalehtipaperin kustannuksista prosessin ulkopuolisen energian osuus on noin neljännes, hiokepohjaisessa päällystetyssä aikakauslehtipaperissa noin kymmenesosa ja kopiopaperissa noin kahdeskymmenesosa.

### 5.3 Kansallinen ympäristöpolitiikka

Paperiteollisuuteen koskeviin ympäristölinjauksiin vaikuttavat Suomessa viranomaisten puolelta pääosin Ympäristöministeriö (YM) sekä Kauppa- ja teollisuusministeriö (KTM). Kolmantena pyöränä on mukana teollisuus itse lähinnä edunvalvontaorganisaatioidensa Metsäteollisuus ry:n ja Teollisuuden ja Työnantajain Keskusliiton kautta.

Ministeriöiden tavoitteet menevät helposti ristiin YM:n pyrkiessä rajoittamaan ympäristöhaittoja ja KTM:n yrittäessä pitää huolta yritysten toimintaedellytyksistä. YM on vieläkin uusi ja ympäristöasioiden painoarvon jatkuvasti muuttuessa rooliansa hakeva organisaatio KTM:n omatessa enemmän perinteitä yhteistyöstä teollisuuden kanssa. YM:n ja KTM:n erilaiset painotukset ovat potentiaalinen ristiriitojen ja heikosti toimivan yhteistyön lähde. Tilanne korostunee ilmapäästöjen kyseessä ollen, koska energia-asiat ovat perinteisesti olleet KTM:n aluetta ja YM:n rooli ilmapäästöjen kautta kasvaa. Jos tilannetta tarkastelee valtapelinä, antaa energia mahdollisuuden kilpailuun siitä, miten suurelta osin YM pääsee määrittelemään maan energiapolitiikkaa. Vastaavanlaisiin jännitteisiin on potentiaalia myös YM:n suhteessa Liikenneministeriön ja Maa- ja metsätalousministerön suuntaan, mutta niiden merkitys paperiteollisuudelle on vähäisempi huolimatta paraikaa meneillään olevasta metsäkeskustelusta tai paperiteollisuuden kannalta tärkeistä kuljetuksista.

Paperiteollisuuden asema on Suomessa poikkeuksellisen vahva ja tämä näkyy myös sen mahdollisuuksina vaikuttaa laajoihin yhteiskunnallisiin linjanvetoihin. Aiemmin tämä julkistui mm. devalvaatiokeskustelujen yhteydessä. Viranomaisvallan osittainen siirtyminen pois Suomesta ja näkökulman muuttuminen eurooppalaisemmaksi tekee paperiteollisuudesta aikaisempaa vaatimattomamman toimialan. EU:n on helpompi tehdä paperiteollisuuden kannalta vaikeita päätöksiä kuin Suomen viranomaisten. EU:n myötä viranomaiset ovatkin saaneet suomalaisen teollisuuden etujen puolustajan roolin

perinteisen hallinnointitehtävän sijaan. Toisaalta paperiteollisuus on muuttumassa aikaisempaa konkreettisemmin erillisiksi yrityksiksi yhteisorganisaatioiden merkityksen vähentyessä. Samalla yritykset kasvavat ja tulevat entistä kansainvälisemmiksi. Yritysten etu ei enää olekaan aina sama kuin niiden Suomessa toimivien tehtaiden etu.

#### 5.4 Yhteiskunnan ohjausmenetelmät

Ohjausmenetelmät voidaan asettaa akselille, jonka toisessa päässä korostuu valintojen syntyminen puhtaasti ympäristön tilan lähtökohdista ja toisessa päässä pelkästään yhteiskunnassa havaittujen mahdollisuuksien kautta. Ympäristölähtöinen toimintatapa on ollut vahvimmillaan paikallisia ongelmia ratkottaessa ja tyypillisesti tilanteissa, joissa ympäristöhaitta ja siihen liittyvät syy-yhteydet ovat olleet helposti määritettävissä (tehtaan alapuolisen vesistön rehevöityminen). Yhteiskunnan mahdollisuuksien mukaan on taas toimittu laajempien ja vaikeammin määriteltävien ongelmien (kasvihuoneilmiö) suhteen. Usein molemmat elementit ovat jossain määrin mukana.

On ymmärrettävää, että ympäristöihmiset kannattavat ympäristölähtöisempiä ratkaisuja ja teollisuus teknologialähtöisiä ratkaisuja. Toisaalta jälkimmäisen kaavan mukaisissa ratkaisuissa teollisuus saattaa pelätä vaatimusten kiristymistä silloinkin, kun ympäristölähtöiset syy-yhteydet eivät ole kovin selviä. Ympäristöasioiden tullessa osaksi markkinointia yrityksiä kiinnostaa myös se, missä määrin viranomaisten päästövähennysvaatimukset kohdistuvat sellaisiin päästökomponentteihin, joilla on merkitystä markkinoinnin kannalta.

Puhtaasti ympäristölähtöinen vaatimus on sokea sille mikä on teknologisesti mahdollista. Toisaalta teknologialähtöinen vaatimus on sokea sille, millainen parannus on ympäristön kannalta riittävä. Molempia voidaan silti pitää mielekkäinä. Ympäristölähtöisen toimintatavan vaatimus on periaatteessa sama, mitä teollisuus asettaa usein omalle kehitystyölleen. On tehtävä jotain sellaista, mitä ei tähän mennessä kukaan ole tehnyt tai mikä ei ole ollut mahdollista. Teknologialle on tyypillistä, että se kehittyy tarpeiden määrittelemien vaatimusten mukaan. Ei oikeastaan ole mitään omaa tahtiaan etenevää teknistä kehitystä. Toisaalta ympäristöongelmat pienevät usein muiden tarpeiden aiheuttaman teknisen kehityksen 'siivellä'. Teknologialähtöisen vaatimuksen mielekkyys perustuu siihen, että usein ei kyetä kovinkaan tarkasti arvioimaan, miten paljon jotain päästöä tulisi kyetä vähentämään, jotta lopputulos olisi riittävä. Usein myös ympäristölähtöisen vaatimuksen taso on niin kaukainen, että sen saavuttamista lähitulevaisuudessa ei pidetä realistisena.

Käytetyistä ohjausmenetelmistä erilaiset normit ovat tyypillisesti teknologialähtöisiä ja niillä pyritään lähinnä varmistamaan ajanmukaisen teknologian käyttö. Tehdaskohtaiset päästöluvut ovat tyypillisesti Suomessa ympäristölähtöisen ja teknologialähtöisen näkökulman kädenvääntö, jossa vertaillaan syntyvää haittaa ja sen vähentämisen mahdollisuuksia. Ekomerkit ovat teknologialähtöisiä ja normin kaltaisia. Kaikkien ei kuitenkaan tarvitse, päinvastoin kuin normien suhteen, täyttää siihen liittyviä vaatimuksia. Vaatimukset on usein jopa valittu siten, että vain tietty osa pystyy ne täyttämään. Kilpailun odotetaan tällöin houkkuttelevan muidenkin pyrkivän samaan, jonka jälkeen vaatimuksia voidaan edelleen kiristää.

## 5.5 Laatujärjestelmät ja ekomerkit

Ympäristöjohtamiselle on luotu laatujärjestelmiä ensin kansallisella (brittiläinen BS 7750, ranskalainen NF X 30-200) ja sitten kansainvälisellä (ISO 14000 ja EMAS eli Eco-Management and Audit Scheme) tasolla. Laatujärjestelmillä pyritään siihen, että toiminta olisi aiotun kaltaista ja että aikomukset tulevat määritellyiksi. Ympäristöjohtamisen laatujärjestelmät (SFS 1994, SFS 1996) määrittelevät yleisellä tasolla ympäristöjohtamiselle rakenteen, jonka puitteissa ympäristöjohtamista voi toteuttaa. Sertifikaatin saaminen edellyttää tämän rakenteen mukaista toimintaa. Järjestelmät eivät ota kantaa toiminnan ympäristöhaittojen suuruuteen tai pienuuteen. Ne edellyttävät ainoastaan sertifikaatin saajan sitoutumista haittojen vähentämiseen. Haittojen määrittely jää toiminnan harjoittajalle.

Ekomerkit toimivat juuri päinvastoin. Ne määrittelevät ympäristöhaitat ja sen tason, jota ei saa ylittää. Useinkaan ne eivät merkittävästi puutu siihen, millaisella toiminnalla tämä taso saavutetaan. Ympäristöjohtamisen järjestelmien ja niistä kumpuavien ajattelutapojen yleistyminen on tuonut toimintatapavaatimuksia jonkun verran myös ekomerkkeihin. Voidaan sanoa, että mustan laatikon tapauksessa ekomerkit määrittelevät sisään menevien suureiden (input, resurssien käyttö) ja ulos tulevien suureiden (output, päästöt) sallittuja määriä. Laatujärjestelmät sen sijaan asettavat vaatimuksia laatikon sisäiselle toiminnalle välittämättä input- ja output-suureiden määristä muuta kuin siltä osin, että jatkuvaa parantumista joidenkin suureiden suhteen tulisi tapahtua. Toisaalta laatujärjestelmälähtöistä sertifiointia haetaan tyypillisesti tehtaalle ja sen toiminnalle, ekomerkkiä tuotteelle. Laatujärjestelmälle on myös tyypillistä, että sen voivat saada kaikki tiettyä tuotetta tuottavat. Ekomerkin idea taas on vaatimusten kiristäminen siten, että aina vain tietty osa tuotealueen tuotteista voi saada merkin.

Edellä on tietoisesti käytetty termiä ympäristöjohtamisen laatujärjestelmä ympäristöjohtamisjärjestelmän tai ympäristöhallintajärjestelmän sijasta puhuttaessa sellaisista järjestelmistä kuin ISO 14000 tai EMAS. Tällä halutaan korostaa sitä, että sertifioitu järjestelmä voi kattaa ympäristöjohtamiseen liittyviä seikkoja samalla tavoin kuin johtamisen huomioon ottava laatujärjestelmä kattaa yrityksen johtamisen kannalta olennaiset kysymykset. Jos kattavuus olisi täydellinen, merkitsisi se johtamisen standardoitumista ja kaikkien yritysten samankaltaista johtamista. Tällöin oikeastaan sertifioija olisi yrityksen johtoa asiantuntijanaan käyttävä todellinen johtaja.

Kilpailutaloudessa tämä ei kuulosta kovin realistiselta vaihtoehdolta. Esimerkiksi ympäristöjohtamisen laatujärjestelmiä ei ole suunniteltu ympäristölähtöistä kilpailua silmällä pitäen vaan enemmänkin toteuttamaan yhteiskunnallista vaadetta ympäristöhaittojen vähentämiseksi. Voidaankin sanoa, että järjestelmät voivat kattaa ympäristöjohtamiseen liittyviä seikkoja sitä enemmän, mitä vähemmän ympäristöasioilla on tekemistä kilpailun kanssa.

Tuotteiden ekomerkit ja tuotantolaitosten laatujärjestelmät toimivat eri areenoilla, mutta silti niitä voidaan pitää kilpailijoina sen suhteen, millainen lähestymistapa saa enemmän jalansijaa ohjausvälineenä. Laatujärjestelmä on enemmän yritysten suosiossa, koska se ei tee ympäristöasiasta uutta kilpailukeinoa eikä siirrä vaikutusvaltaa ympäristöasioissa yrityksen ulkopuolelle samalla tavoin kuin ekomerkki. Jos ekomerkit saavuttavat suosiota, on luultavaa, että nykyiset merkit saavat rinnalleen kilpailijoita, jotka ovat joko

uusien rahaa keräävien tahojen myöntämiä merkkejä tai yritysten omia kuvauksia tuotteen ympäristökelpoisuudesta. Yksi tällainen lähestymistapa on tuotteen ympäristöprofiili tai -seloste, jota myös ISO pyrkii standardoimaan. Kysymys on tuotteen kannalta olennaisten ympäristöasioiden kvantitatiivisesta esittämisestä. Profiilin luotettavuuden takeena on ns. kolmas osapuoli, käytännössä konsultti, joka tarkistaa tiedon oikeellisuuden. Kiinnostuneimpia ympäristöprofiilista ovatkin olleet konsultit, joille järjestely levitessään tuottaisi runsaasti töitä.

## 5.6 Puun sertifiointi

Puun sertifiointin kehittämisen hankkeet liikkuvat sekä laatujärjestelmien että ekomerkkien puolella (Kettula-Konttas ja Lahti-Nuutila 1997). Tuottajapuoli pyrkii laatujärjestelmälähtöiseen sertifiointiin. Ympäristöjärjestöt taas tavoittelevat ekomerkkin tyypistä sertifiointia peläten laatu- ja ympäristövaikutuksissaan ehkä sitä, että 'mustan laatikon' sisällä tapahtuvat muutokset eivät riittävästi näy muutoksina input- ja output-suureissa eli varsinaisissa ympäristövaikutuksissa.

FSC (Forest Stewardship Council) on kansainvälinen pääasiassa kansalaisjärjestöjen hallitsema organisaatio, joka on laatinut metsänhoidolle yleisen tason vaatimukset. FSC-merkittyyn puuhun on kaksi tietä. Vaivalloisempi tie kulkee FSC:n hyväksymien kansallisten työryhmien kautta. Tässä toiminnassa kansalaisjärjestöjen ja tuottajatahojen pitäisi päästä yksimielisyyteen kansallisista kriteereistä, jotka laaditaan FSC:n yleisten kriteerien pohjalta. Toimintaa on edistetty järjestämällä FSC-merkittyä puuta markkinoille kysynnän aikaansaamiseksi myös helpompaa tietä. Neljälle organisaatiolle, joista kaksi on ympäristölähtöisiä (Soil Association ja Rainforest Alliance) ja kaksi yksityistä konsulttiyritystä (SGS-Forestry ja Scientific Certification Systems), on annettu oikeus myöntää sertifikaatteja FSC:n yleisten kriteerien pohjalta kansallisten kriteerien puuttuessa. Toistaiseksi markkinoilla oleva FSC-sertifioitu puu on pääasiassa näiden organisaatioiden sertifiointia. FSC-järjestelmää on arvosteltu sen sopimisesta huonosti yhteen perhemetsätalouden kanssa pienten alueiden erillisen sertifiointin tullessa huomattavan kalliiksi.

Ruotsi on ensimmäinen maa, jossa on onnistuttu luomaan kansalliset FSC-kriteerit. Tämä tosin on tapahtunut ilman toista tuottajatahoa eli pienmetsänomistajia. Taloudellista ulottuvuutta tässä sopimuksessa edustavat käytännössä vain metsäteollisuusyritykset. Ruotsin tapauksessa FSC:n voidaan katsoa tinkineen jossain määrin tavoitteestaan, jonka mukaan metsän hoidon sosiaalisiin, taloudellisiin ja ympäristöllisiin ulottuvuuksiin liittyvien keskeisten järjestöjen tulee kyetä sopimaan kriteereistä.

Suomessa metsäsertifiointin standardityöryhmän ehdotus kestävän metsänhoidon ja -käytön sertifiointijärjestelmäksi valmistui keväällä 1997. Ehdotuksen mukaan sertifiointi voisi tapahtua ryhmäsertifiointina metsäkeskusten (ensisijainen sertifiointitapa) tai metsänhoitoyhdistysten toimialueen tasolla tai metsänomistajakohtaisena sertifiointina. Sertifiointijärjestelmää on testattu syksyllä 1997 ja kustannukseksi muodostui metsäkeskustasolla sertifiointuna 0,12 mk hehtaarilta ja yksittäisten tilojen sertifiointikustannukseksi saatiin 131 mk hehtaarilta. Uuden sertifiointijärjestelmän mukainen metsien sertifiointi on mahdollista aikaisintaan vuonna 1999.

## 5.7 Vihreä sähkö

Muutamissa maissa on tarjolla ns. vihreää sähköä, joka perustuu energialähteisiin, joita yleisesti pidetään keskimääräistä ympäristöystävällisempinä. Ruotsin Naturskyddsföreningen on laatinut kriteerit vihreälle sähkölle Bra miljöverk -ekomerkin alla (Naturskyddsföreningen 1995). Kriteerit tulivat voimaan vuonna 1995 ja niiden mukaan sähkön tulee perustua ennen vuotta 1995 rakennettuun vesivoimaan, biomassaan tai tuulivoimaan. Turvetta ei lueta hyväksyttävien polttoaineiden joukkoon. Myös Suomen luonnonsuojeluliitto on kehittänyt ekomerkin Ruotsin kriteereiden pohjalta. Kauppa- ja teollisuusministeriö on käynnistänyt selvityksen ekosähkön mahdollisuuksista Suomessa.

Suomessa puuperäiset polttoaineet ja vesivoima kattavat noin neljänneksen sähkön hankinnasta. Ruotsissa se on suuren vesivoimaosuuden vuoksi noin 40 % ja Saksassa muutaman prosentin luokkaa. Suomalaisen metsäteollisuuden sähkönhankinnasta puu (mustalipeä ja kuori) ja vesivoima kattavat reilun kolmanneksen. Biomassan kaasutus ja kombivoimalaitosten käyttö antaa mahdollisuuden nostaa osuutta nykyisellä tuotannon ja sähkön hankinnan rakenteella parhaimmillaan yli puoleen koko sähkön tarpeesta.

## 5.8 Ekomerkit paperituotteille

Paperituotteille on olemassa joukko erilaisia ekomerkkejä, jotka painottavat ympäristöasioita hieman toisistaan poikkeavalla tavalla. Suomalaista paperiteollisuutta on eniten kiinnostanut pohjoismainen Joutsen-merkki. Paperituotteista kriteerit ovat olemassa painopaperille, pehmopaperille ja tiivispaperille. Lisäksi pakkauspaperien ja -kartonkien kriteerit ovat valmisteilla. Vaatimukset on määritelty teknologialähtöisesti eli papereille sallitaan erilaiset päästöt riippuen siitä, millaisista massoista ne on valmistettu. Esimerkiksi selluun perustuvan paperin kemiallisen hapenkulutuksen päästö saa olla noin viisinkertainen mekaanisesta massasta valmistettuun paperiin verrattuna. Mukana pistelaskussa ovat jäteveden orgaaniseen aineeseen sitoutuneen kloorin määrä (AOX), kemiallinen hapenkulutus (COD) ja fosfori sekä ilmapäästöjen osalta rikki ja tyypin oksidit. Lisäksi on joukko erityisvaatimuksia koskien mm. kemikaalien käyttöä. Kriteerien jatkokehitystyössä esillä ovat olleet mm. puun hankintaan ja energian kulutukseen liittyvät kriteerit.

Vaatimustason lähtökohtana on se, että noin puolet pohjoismaisesta tuotannosta voisi täyttää vaatimukset. Päästöjen jatkuvasti alentuessa vaatimustasoa tarkistetaan muutaman vuoden välein. Tästä huolimatta toiminnan alkuvaiheessa erillisen hienopapereille tarkoitetun merkin vaatimukset osoittautuivat niin löysiksi, että käytännössä koko pohjoismainen tuotanto täytti kriteerit.

Teollisuudelle Joutsen-merkin rasiitteena ovat Pohjoismaihin tapahtuvasta myynnistä riippuvat maksut, joilla tällä hetkellä suurelta osin katetaan myös muu Joutsen-merkin ympärillä tapahtuva toiminta. Tämä tekee merkin myöntäjät eli pohjoismaiset standardointiorganisaatiot riippuvaisiksi paperiteollisuudelta tulevista maksuista. Painopaperimerkkiä on haettu runsaasti, pehmopaperimerkkiä niukasti ja tiivispaperimerkkiä ei lainkaan.

EU:lla on ekomerkki konttori- ja pehmopaperille. Konttoripaperin kriteerit perustuvat jäteveden kemiallisen hapenkulutuksen (COD) ja orgaanisen aineen (AOX) määriin ja ilmapäästöjen osalta rikkipäästöön. Lisäksi mukana on vaatimus kokonais- ja ostoenergian kulutuksesta. Vaatimustaso on lähellä Joutsen-merkkiä. Pehmopaperin vaatimukset ovat uudistumassa ja ehdotus sisältää COD:n, AOX:n ja rikin lisäksi hiilidioksidin. Hiilidioksidin laskenta pohjautuu hiilen, öljyjen ja maakaasun käyttöön, mutta turvetta ei siinä kohdin mainita. EU-kriteeri ei ole teknologiaperusteinen eli vaatimukset ovat samat käytetyistä massatyypeistä riippumatta. Pehmopaperimerkin ehdotuksessa tämä näkyy mm. varsin tiukkana COD-vaatimuksena, jos tuote valmistetaan ilman keräyspaperia.

Eri maissa on omia kansallisia ekomerkkejä, joita syntyi erityisesti keräyskuitukeskustelun nousuvaiheessa ja tästä syystä niiden kriteerinä on yksinomaan keräyskuitupitoisuus. Niillä on merkitystä lähinnä valtion tekemissä paperihankinnoissa. Englannissa paperitukkurit ovat luoneet ECO-GRADE -nimen alla kulkevat kriteerit konttori- ja painopapereille. Siinä paperi saa pisteitä yhdestä viiteen sen mukaan, kuinka monta vaatimusta paperi täyttää (energian kulutus, AOX, COD, rikki, jäte). Myös EU pyrkii ekomerkinnässään siihen suuntaan, että merkki kertoisi tuotteen ympäristökelpoisuuden tason (yksi, kaksi tai kolme EU-kukkaa) pelkän hyväksynnän sijaan.

ISO (International Standardization Organization) on jakanut ekomerkit kolmeen ryhmään, perinteisiin ekomerkkeihin (kuten Joutsen), tyyppillisesti yhtä asiaa kuvaaviin yritysten omaehtoiisiin julistuksiin (kuten 'recyclable') ja tuotteen ekoprofiileihin, jotka antavat tietoa tuotteen ympäristöominaisuuksista. Näistä kaikista on valmisteilla yleisohjeet.

## 5.9 Ympäristöraportointi

Yritysten ympäristöraportointi, jota voi pitää myös osana ympäristölaskentatoimintaa, on lisääntynyt voimakkaasti muutaman viime vuoden aikana. Lähes kaikki suuret yritykset julkaisevat vuosittain jonkinlaisen ympäristöraportin. Eri tahoilla on kehitetty suosituslistoja raportoitavista asioista ja näiden listojen pohjalta järjestetään vuosittain kilpailuja siitä, mitkä yritykset täyttävät parhaiten listojen vaatimukset. Asiassa ovat aktiivisia niin perinteisen laskentatoimen taustan omaavat tilintarkastustoimistot kuin ympäristöjohtamiseen keskittyneet konsultit. Yrityksen ympäristöasioiden hoitoa halutaan raportointisuositusten perusteella tarkastella kolmesta suunnasta. Ensimmäinen koskee yrityksen ympäristöasioiden hoidon tulosta, jota toivotaan kuvattavan toiminnan ympäristövaikutusten ja ympäristöasioista johtuvien taloudellisten seuraamusten avulla. Toinen näkökulma koskee yrityksen sisäisiä prosesseja, joilla edellä mainittua tulosta pyritään parantamaan. Kolmas näkökulma kertoo yrityksen sitoutuneisuudesta ympäristöasioiden hoitamiseen luoden edellytykset ympäristöjohtamiselle.

Ympäristöraportoinnissa näkyy sama asia, joka liittyy ympäristökelpoisuuden arviointiin laajemminkin. Erilaiset aikomukset ja yrityksen sisäiset prosessit ovat ohittamassa mielenkiinnon kohteena ympäristöjohtamisen varsinaiset tulokset eli ympäristövaikutukset. Osittain tämä johtuu pyrkimyksestä vertailla erityyppisiä yrityksiä ympäristöasioiden valossa ja tällöin esimerkiksi tuotannollisen toiminnan ja kaupan

vertaaminen niiden ympäristövaikutusten perusteella ei aina ole mielekästä. Johtamisprosessit sen sijaan voivat olla samankaltaisia materiaalivirroista riippumatta. Toinen syy on uusien ammattiryhmien tuleminen mukaan ympäristökeskusteluun. Heille näiden sekundääristen indikaattorien käyttö antaa mahdollisuuden arvioida yrityksiä edes jollain tavalla. Sekundääri-indikaattorien merkittävä rooli jatkuu niin kauan, kunnes ympäristölaskentatoimi onnistuu kehittämään tilalle paremmin yrityksen ympäristövaikutuksia kuvaavia parametreja.

Toistaiseksi on ollut hieman epäselvää, kenelle ympäristöraportteja ollaan tekemässä. Sillä on pyritty palvelemaan laajempia käyttäjäryhmiä kuin sijoittajia, joiden ehdoilla vuosikertomus pääosin tehdään. Sijoittajien kiinnostus ympäristöraportteja kohtaan on vielä vähäistä. Tästä syystä raportit painottavat enemmän ympäristövaikutuksista kertomista ja niihin vaikuttamista sen sijaan, että ne keskittyisivät ympäristöasioiden vaikutuksiin yrityksen taloudelliseen tilaan nyt ja tulevaisuudessa.

Ympäristöraportoinnin yhteyteen on toivottu myös raportointia yrityksen toiminnan sosiaalisista vaikutuksista. Se toimisi yrityksen raportoinnin kolmantena osana taloudellisen informaation ja yrityksen ympäristövaikutuksia koskevan informaation lisänä. Tämän kaltaista raportointia on tuottanut The Body Shop jo parin vuoden ajan. Aihetta on nostanut esille viime vuosina mm. lapsityövoimasta käyty keskustelu. Sosiaaliset kysymykset ovat tulleet lähelle ympäristöasioita mm. alkuperäiskansojen kohtelua koskevissa keskusteluissa trooppisen puun hankinnassa. Toisaalta monet ympäristöasioiden suhteen aktiiviset ihmiset ovat aktiivisia myös sosiaalikysymysten puolella. Sosiaaliset kysymykset korostuvat yrityksissä, jotka toimivat kehitysmaissa. Asia on siirtynyt myös länsimaihin sitä mukaan, kun keskustelu yritysten suhtautumisesta eri väestöryhmiin on lisääntynyt erityisesti USA:ssa.

### 5.10 Ympäristöhaittojen arvottaminen

Yksinkertaistaen ympäristöhaitat koostuvat luonnon resurssien käyttämisestä (input) ja ympäristöä saastuttavista päästöistä (output). Myös päästöt voidaan nähdä resurssien käyttämisenä, jos resurssiksi määritellään puhdas ilma ja vesi. Arvottamisella tarkoitetaan tämän parametrijoukon kuvaamista äärimmilleen vietynä yhdellä numerolla, joka osoittaa jonkun toiminnan aiheuttaman kokonaishaitan suuruuden.

Tyypillinen lähestymistapa, jota käytetään mm. elinkaarianalyysien yhteydessä, on valita ensin joukko ympäristöongelmia (kuten kasvihuoneilmiö, otsonikato ja vesistön rehevöityminen) ja määritellä eri päästöjen merkitys näille. Tähän on olemassa suhteellisen kiistattomina pidettyjä menetelmiä. Sen jälkeen esimerkiksi asiantuntijapaneelin avulla 'huutoäänestetään' ympäristöongelmien merkitys numeerisesti suhteessa toisiinsa. Näiden kahden vaiheen yhteistuloksena saadaan haitallisuuskertoimet yksittäisille päästöparametreille. On olemassa myös useita muita enemmän tai vähemmän luonnontieteellisiin lähtökohtiin perustuvia menetelmiä (Nordic Council of Ministers 1995). Eri menetelmät antavat välillä hyvinkin erilaisia painokertoimia samoille parametreille.

Ympäristöhaittojen arvottaminen ja erityisesti yhden kokonaishaittaa ilmaisevan luvun tavoittelu on kohdannut suurta vastusta. Perustelu on pääosin ollut se, että laskennalle ei ole kehitettävissä luonnontieteellisesti hyväksyttävää menetelmää. Toisaalta



taas erilaisia arvotusmenetelmiä käytetään jatkuvasti huolimatta siitä, että niitä ei sellaisiksi kutsuta eikä haitallisuutta kuvaavia kertoimia esitetä. Tämä näkyy esimerkiksi ekomerkkien kriteereissä, viranomaisten vaatimuksissa ja tavoiteohjelmissa. Ihmiset laittavat asioita arvojärjestykseen jatkuvasti tunnistamatta siihen liittyviä haitallisuuskertoimia. On huomattava, että kaikki arvotukset ovat viime kädessä ihmisen arvomaailmasta lähtöisin (Lahti-Nuuttila 1998), jolloin niille on vaikea asettaa luonnontieteellisen perustelun vaatimusta.

Voidaan sanoa, että luonnolla on arvoa ilman ihmistä, mutta luonnon lähtökohdista luonnon sisältämiä arvoja ei voi laittaa järjestykseen. Voidaan myös sanoa, että kaikki eliöt (lajit tai yksilöt) ovat yhtä arvokkaita, mutta sen tiedon hyödyntäminen erilaisia valintoja tehtäessä on perin ongelmallista. Toisaalta esimerkiksi kasvihuoneilmioista on pitkä matka eliökohtaisiin tarkasteluihin, mikä tekee eliökohtaiset tarkastelut vaikeiksi laajoja ongelmia pohdittaessa. Ympäristöasioissa ei ole kysymys pelkästään luonnon arvojen ylläpitämisestä vaan myös ihmisen hyvinvoinnista, jolloin resurssien riittävyys yhtenä ympäristöongelmana on myös otettava huomioon eikä sekään oikein ratkea luonnontieteellisistä lähtökohdista.

### **5.11 Tuotannon ympäristöhaitat ja yhteiskunnalliset hyödyt**

Ympäristöhaitan määrittelyn ja arvottamisen jälkeen seuraava askel on haitan aiheuttaneen toiminnan aikaan saaman hyödyn huomioon ottaminen. Näiden kahden tekijän suhde antaa mahdollisuuden ns. 'ekotehokkuuden' määrittämiselle (Helminen 1998). Toiminnan yhteiskunnallinen hyöty määritellään tyypillisemmin jollain tavalla lasketun toiminnasta syntyvän lisäarvon tai tuotannon jalostusarvon avulla. Menetelmä antaa mahdollisuuden erityyppisten toimintojen vertailulle se on siten potentiaalinen yhteiskunnallisen ohjauksen apuväline. Jos näin käy, merkitsee se paineita vähän jalostusarvoa ja paljon ympäristöhaittoja tuottaville tuotannon vaiheille kuten raaka-aineen tuotannolle yleensä ja erityisesti energian tuotannolle.

Haittojen ja hyötyjen vertailu on toistaiseksi varsin kehittymättömällä tasolla, mutta myös sitä, kuten edellä mainittua arvottamistakin, toteutetaan jossain määrin tiedostamatta. Toiminnan hyöty on käsitteenä lähes yhtä kuohkea kuin arvottamisen jälkeinen kokonaishaitallisuus. Mitään oikeaa ratkaisua ei siinäkään ole olemassa.

Yksi lähtökohta on se, että tuotteen yhteiskunnallinen hyöty on sen arvo markkinoilla (Lahti-Nuuttila 1993). Sitä vastaava haitta on tuotteen elinkaaren aikana syntynyt haittakokonaisuus. Jalostuksen aikana tuotteen haittataakka kasvaa ja sen arvo rahallinen nousee. Jos haitan ja hyödyn kehittymistä jalostusketjun eri vaiheissa halutaan seurata ja tuoda tarkastelu esimerkiksi tehdastasolle, on haitan ja hyödyn kussakin vaiheessa vastattava toisiaan. Tämä asettaa vaatimuksia hyödyn ja sitä kuvaavan lisäarvon laskennalle, koska perinteisellä tavalla ilmaistu jalostusarvo sisältää myös pääomamenoja. Ne lisäarvot, joiden summana jalostusketjun lopussa myytävän tuotteen hinta muodostuu, koostuu lähinnä vain palkoista ja yritysten voitoista. Poistohan sisältävät investointitavaroiden valmistuksen palkkoja, jolloin poistojen mukaan ottaminen aiheuttaisi näiden palkkojen laskemisen lisäarvoksi kahteen kertaan samalla kun saman työvaiheen haitat lasketaan vain kerran. Korkomenojen suhteen on kysymys rahan hankinnan kustannuksista ja lainarahaa voidaan siinä suhteessa verrata muiden palvelujen ostoon.

Näin määritelty hyöty näyttää osuvan lähelle tuotannollisen toiminnan toista yhteiskunnallista hyötyä eli työllistämistä. Pääomavaltaisen metsäteollisuuden kannalta on kuitenkin olennaista, että sen haitan ja hyödyn suhde muodostuu näin laskettuna selvästi huonommaksi kuin suhteutettuna ympäristöhaitat liikevaihtoon tai perinteiseen jalostusarvoon. Ympäristöverot voidaan nähdä viranomaisen lähestymistapana tuotteen haitan ja hyödyn suhteen parantamiseksi. Verot lisäävät kustannuksia ja hintoja, jolloin tuotteen laskennallinen haitan ja hyödyn suhde paranee. Haitan ja hyödyn käyttäminen ohjauskeinona ohjaa tuottamaan pienillä haitoilla kalliita tuotteita. Kalliiden tuotteiden ostaminen vie tehokkaasti ihmisten rahat minimoiden materiaalivirrat. Yksi yhteiskunnallisen ohjauksen lähestymistapahan on ihmisten rahojen ohjaaminen sellaisiin kohteisiin, jotka aiheuttavat mahdollisimman vähän materiaalivirtoja.

### 5.12 Teollisuuden suhtautuminen ympäristöasioihin

Ympäristöasiat ovat muodostumassa uudeksi kilpailutekijäksi, joka vaikuttaa yritysten toimintaan sekä kustannusten että kysynnän kautta. Teollisuus pyrkii ohjaamaan tätä kehitystä vastustamalla ympäristöverojen tai ympäristömerkkien kaltaisia varsin suoraan ympäristökilpailukykyä osoittavia ja siihen vaikuttavia ohjausmenetelmiä. Tilalle tarjotaan teollisuuden ja viranomaisten välisiä sopimuksia ja ympäristöjohtamisen järjestelmiä (esim. TT 1995).

Ympäristöverot merkitsisivät välitöntä kustannusten kasvua. Myös ympäristöverojen kompensointi muiden verojen alennuksina lisäisi paljon energiaa käyttävän teollisuuden kustannuksia. Tästä lähtökohdasta teollisuuden suhtautuminen on helppo ymmärtää. Teollisuus suhtautuu varauksellisesti myös tuotteiden tai tehtaiden ympäristökelpoisuuden suoranaiseen vertailuun. Tämä viittaa siihen että ympäristöasioista ei haluta uutta kilpailutekijää markkinoille. Asia halutaan mieluummin hoitaa ympäristöjohtamisen järjestelmien kaltaisilla työkaluilla, joiden suhteen kaikilla tehtailla ja yrityksillä on samanlaiset mahdollisuudet riippumatta niiden fysikaalisista ympäristövaikutuksista.

### 5.13 Yhteiskunnan ympäristönäkökulmat

Yhteiskunnallinen ympäristökeskustelu voidaan kiteyttää kahteen peruskysymykseen. Ensimmäinen kysymys liittyy siihen, onko luonnolla arvoa ilman ihmisen siitä saamaa hyötyä. Utilistisen käsityksen mukaan luonto on ihmisen hyväksikäytön kohde ilman sen kummenpaa itseisarvoa. Toisen käsityksen, jota voisi kutsua naturalistiseksi, mukaan luonnolla on itseisarvo ja ihmisen on alistuttava olemaan osa luontoa ja käyttäydyttävä siten, että luonnon moninaisuus ei kärsi. Tämän käsityksen mukaan ihmisen tarpeet tulevat vasta luonnon tarpeiden jälkeen. Jotkut kuluttajat ja ympäristöliikkeet kokevat luonnon pyhänä ja kokonaisvaltaisena, jossa kaikki liittyy kaikkeen myös ei-materiaalisella tasolla ('Sattuuko puuhun, kun sitä sahataan?', 'Puiden läheisyyden voi tuntea ja niistä voi imeä voimaa'). Tätä voisi kutsua mystiseksi luontokäsitykseksi eikä sillä ole luonnontieteellistä taustaa.

Toinen peruskysymys, joka voidaan tehdä lähinnä utilistisen suuntauksen sisällä, liittyy siihen, milloin ihmisen oman 'mukavuuden' näkökulmasta ympäristöongelma on niin vakava tai milloin ongelman olemassaolo on niin kattavasti osoitettu, että ongelmaan on

syytä puuttua. Esimerkiksi kasvihuoneilmiön torjuntaan on lähdetty enemmän huolestuneina ihmisen elintason kuin luonnon tulevaisuudesta. Kaikki tahot eivät kuitenkaan ole vakuuttuneita siitä, että päästöjä olisi tarvetta rajoittaa nykyisten todisteiden perusteella.

#### 5.14 Ympäristöarvot

Arvot ovat osa laajempaa kokonaisuutta nimeltä uskomukset (Rokeach 1973). Arvo on uskomus siitä, mikä on toivottavaa tai ei-toivottavaa. Muita uskomuksia ovat faktoihin (totta tai ei-totta, 'Marssissa on elämää') ja tarkasteltavan kohteen laatuun (hyvä tai paha, 'Ihminen on sisimmässään hyvä') liittyvät uskomukset. Arvot jaetaan kahteen kokonaisuuteen, tavoitetilaa kuvaaviin arvoihin (terminal values) joko henkilökohtaisella (mielenrauha) tai yhteiskunnallisella (maailmanrauha) tasolla ja niihin keinoihin, joiden avulla tavoitetilaan pyritään (instrumental values). Keinoja kuvaavat arvot ovat joko kompetenssiarvoja kuten loogisuus ja järkevyyys tai moraaliarvoja kuten rehellisyys ja ympäristöasioihin liittyvä ympäristövastuullisuus. Ihmisen tai organisaation arvomaailma kuvaa erilaisten arvojen tärkeysjärjestystä.

Kohlberg (1984) kuvaa yksilön moraalien kehittymistä kuusivaiheisen mallin avulla. Ensimmäisessä vaiheessa yksilö pyrkii välttämään rangaistusta, seuraavassa vaiheessa keskeiseksi nousee omien tarpeiden tyydyttäminen, kolmantena hyväksynnän etsiminen, neljäntenä velvollisuuden täyttäminen, viidentenä sääntöjen noudattaminen ja kuudentena periaatteiden noudattaminen. Malli kuvaa ihmisen sosiaalistumisen vaihteita, mutta sen avulla voidaan tarkastella myös yritysten yhteiskunnallistumisen kehittymistä. Sen kummemmin asiaa analysoimatta on helppo sanoa yritysten keskittyvän tällä hetkellä ainakin hyväksynnän etsimiselle omalle toiminnalleen ympäristöasioiden suhteen. Omien välittömien tarpeiden tyydyttämisen tarve rajoittaa ketjussa etenemistä usein silloinkin kun siitä voisi olla hyötyä pidemmällä aikavälillä. Vaihteita voidaan yrityksen näkökulmasta kuvata myös siten, että alkuvaiheessa on kysymys toimintaympäristön uhkien välttämisestä, sen jälkeen toimintaympäristön hyödyntämisestä ja lopuksi toimintaympäristön (yhteiskunnan) kehittämiseen osallistumisesta.

Tulisiko yrityksen olla moraalinen toimija vai pelkästään yhteiskunnan laatimien sääntöjen noudattaja? Tulisiko ihmisen ja yrityksen olla siinä suhteessa jotenkin erilaisia? Molemmista tapauksissa taloudellinen etu joutuu helposti vastatusten hyvien arvojen noudattamisen kanssa. Yksi ero on siinä, että ihminen käyttää omia rahojaan, yritys omistajien. Omien rahojen kanssa on enemmän vapausasteita, mutta myös rahojen menettäminen on konkreettisempaa. Kilpailun kiristyessä taisteluksi eloon jäämisestä hyvät arvot pyrkivät unohtumaan. Mikä sitten on kohtuullista käyttäytymistä arvojen näkökulmasta? Arviointi perustuu yleensä vertailuarvon käyttöön. Yritykselle vertailukohtana voi toimia kilpailijoiden käyttäytyminen tai yleinen mielipide.

#### 5.15 Media-aiheet

Media-välineissä käydyin keskustelun kautta syntyneet ympäristövaatimukset eivät useinkaan kohtaa niitä ympäristöongelmia, joita ns. asiantuntijat pitävät merkittävimpinä kysymyksessä olevan toimialan kohdalla. Media-keskustelussa esitetyt vaatimukset liittyvät tyypillisesti yhteen haittaparametriin kerrallaan. Aiheille on tyypillistä, että ne

nousevat keskusteluun teollisuuden näkökulmasta varsin nopeasti. Asia saattaa nousta esille yhden huomiota saaneen tutkimuksen tuloksena tai ympäristöjärjestön kampanjan pohjalta. Molemmissa tapauksissa tilannetta yleensä kuitenkin edeltää vaimeampi lähinnä asiantuntijatasolla käyty keskustelu.

Media-aiheiden yhteydessä puhutaan usein tunnepohjaisista mielipiteistä, joita ns. oikean tiedon levittäminen ei helposti muuta. Ihmisen tunnepohjaista ajattelua kuvattiin jo edellä Konsta-mallin kuvauksen yhteydessä. Kansalaisia tunnepohjaiseen ajatteluun ajava tiedon puute on vaikeasti korjattavissa, koska aiheeseen ei ole yleensä ole riittävästi mielenkiintoa. Keskimääräistä asiakasta tuotteen ympäristöasioihin liittyvät kysymykset saattavat kiinnostaa enintään niiden muutaman sekunnin aikana, jolloin tuotetta ollaan hyllystä valitsemassa. Tällöin merkittävään rooliin nousevat ne sattumalta sieltä täältä ihmisen tajuntaan tulleet erisävyiset käsitykset jonkun tuotteen jostain ympäristöominaisuudesta.

Toinen kiinnostava media-aiheisiin liittyvä piirre on yhteiskunnan tapa reagoida uuteen nopeasti esille nousseeseen asiaan. Tätä voidaan kuvata systeemitekniikan keinoin määrittelemällä yhteiskunta ns. mustaksi laatikoksi, joka saa uutta tietoa askelmaisena input-ärsykkeenä. Systeemitekniikassa mustan laatikon sisäistä toimintaa arvioidaan input- ja output-signaalien avulla. Systeemin toimintaa kuvaavista parametreista kiinnostavimpia ovat systeemin vaimennuskerroin ja aikavakio, jotka vaikuttavat systeemin reagoitinopeuteen ja ns. ylireagoinnin voimakkuuteen. Alhaisen vaimennuskertoimen ja lyhyen aikavakion omaava yhteiskunta reagoi ärsykkeeseen nopeasti ja myös 'yliampuen' verrattuna myöhempään käyttäytymiseensä. Pitkän aikavakion ja voimakkaasti vaimennettu yhteiskunta taas reagoi hitaasti, suorastaan epäuskoisesti ärsykkeeseen olemassaoloon, mutta saavuttaa lopullisen käyttäytymismallinsa ilman ylireagointia.

Esimerkinomaisesti voidaan tarkastella reagointia Thsernobyl-onnettomuuteen. Ruotsissa asia otettiin heti vakavasti ja koettiin välittömästi tarvetta tehdä jotain asian johdosta kuten tuomita joukko radioaktiivisuutta saaneita poroja ihmisen ravinnoksi kelpaamattomaksi. Myöhemmin todettiin, että porojen radioaktiivisuus oli niin vähäistä, että niiden ampuminen ja hautaaminen oli liian hätäinen toimenpide. Suomessa onnettomuuteen suhtauduttiin rauhallisemmin ilman paniikkia eikä ylireagointia tapahtunut. Asiasta huolestuttiin enemmän vasta myöhemmin. Esimerkki viittaa eroihin ruotsalaisen ja suomalaisen yhteiskunnan toiminnassa ainakin vaimennuskertoimen osalta.

Mikä sitten vaikuttaa yhteiskunnan reaktionopeuteen? Tekijöitä lienee useita, mutta edellä mainitusta tunnepohjaisen ajattelun ja rationaalisen ajattelutapojen eroistakin löytyy yksi potentiaalinen siemen. Vaistoista kehittynyt tunnepohjainen ajattelu viittaa nopeaan reagointiin, kun taas rationaaliseen ajatteluun liittyvä tiedon analysoinnin tarve hidastaa reagointimahdollisuuksia, jolloin nopea reagointi ja yliampuminen selittyisivät tunnepohjaisen ajattelun suuremmalla osuudella.

Kolmas media-aiheisiin liittyvä piirre on aiheen kuluminen ja siihen liittyvän uutisarvon katoaminen media-välineissä ja ihmisten kyllästyminen aiheeseen. Jotta aihe pysyisi uutisotsikoissa ja ihmiset säilyttäisivät siihen mielenkiintonsa, on siitä löydettävä

jatkuvasti uusia piirteitä, jotta se pystyisi kilpailemaan ihmisten muiden kiinnostuksen kohteiden kanssa.

Metsäteollisuutta koskettavia media-aiheita ovat olleet kloori-, kierrätys- ja metsäkeskustelut. Kloorikeskustelu on sammumassa. Tällä hetkellä noin 15 % Euroopan sellun tuotannosta on klooritonta sellua, mikä näyttää tyydyttävän siihen liittyvän kysynnän. Kapasiteettia olisi suuremmillekin määrille. Myös keskustelu lehdistössä on vaimentunut. Tämä voi johtua siitä, että klooritonta sellua riittää nyt kaikille, jotka sitä ovat todella halunneet tai siitä, että haluavien määrä on alentunut aiheeseen kyllästymisen vuoksi tai sen johdosta, että myös muut tehtaot ovat alentaneet huomattavasti klooriin perustuvien valkaisuaineiden käyttöä ja myös niistä johtuvia AOX-päästöjään tai yksinkertaisesti siitä, että uudet aiheet ovat ajaneet ohi.

Kierrätyskeskustelua käydään edelleenkin mutta aikaisempaa huomattavasti vaimemmin. Kierrätyslaiva on suurempi ja hitaammin käännettävissä kuin kloorikysymys. Asia on siirtynyt pääosin viranomaistalolle. Kierrätyksen vastustajia ei kansalaisissa paljon ollut, joten viranomaisten oli helppo ottaa asia hoitaakseen. Kierrätyksen kannatus perustuu siihen helposti sisäistettävään näkökantaan, jonka mukaan uuden materiaalin tuottaminen on haaskausta, jos vanhaakin voi käyttää uudelleen. Samalla kaatopaikkojen kuormitus vähenee. Ihmisten on huomattavan paljon vaikeampaa sisäistää kierrätykseen liittyviä monimutkaisuuksia, jotka saattavat tehdä kierrätyksestä huonon tai hankalan vaihtoehdon tietyissä tilanteissa.

Metsäkeskustelua edelsi Suomessa pitkä luontoihmisten aktiivoima keskustelu avohakkuista ja aurauksista erityisesti Lapissa. Asiakasmaissa metsäkeskustelu alkoi trooppisten metsien puusta, jolle alettiin laatia sertifiointiperiaatteita. Tätä kautta huomiota alettiin kiinnittää myös muualta tulevaan puuhun ja kohta huomattiin paperinkin olevan puusta tehty.

Keski-Euroopan näkökulmasta sekä trooppiset että pohjoiset metsät ovat kaukana eksoottisissa maissa, joissa monenlaiset asiat voivat olla mahdollisia. Muukalaisheimoja on aina pidetty barbaareina. Etäältä saatujen tietojen tarkistaminen on vaikeaa ja harvalla on tuttavapiirin kautta ns. aitoja kokemuksia paikan päältä. Mm. näistä syistä kohu on helpompi synnyttää kohteen ollessa kaukana.

Myös metsän hoitoon liittyvän uutisoinnin huippu on ohitettu. Nyt ollaan siinä vaiheessa, jolloin teollisuus esittää eri vaiheissa eteneviä ratkaisumallejaan. Jos aihe on jo riittävän kulunut ja siihen on väsytty, on mahdollista, että alkuperäisiä vaatimuksia puutteellisemminkin ratkaisumallit kelpaavat. Tiukimmin FSC-sertifioitua vaatinevat ne, jotka ovat ajatelleet siitä kilpailuetua itselleen ja jotka ovat lupautuneet tietystä päivämäärästä lähtien käyttämään vain FSC-merkittyä puuta. Siitä on helpompi luopua niiden, jotka lähtivät mukaan peläten, että sen puutteesta tulee kysynnän este. Tässä yhteydessä on hyvä muistaa, että FSC-merkkiä vaaditaan lähinnä Iso-Britannian markkinoilla, vähemmän Saksassa. Saksan metsäkeskustelu on ollut Greenpeace-lähtöistä ja Greenpeace on ollut WWF:n vetämän FSC:n suhteen lähinnä sivusta seuraaja.

Uusien aiheiden nousua mediaan on vaikea ennustaa. Tiettyjen ehtojen täyttyminen helpottaa kuitenkin asian esille nousua. Asia on onnistuttava kuvaamaan

mahdollisimman pitkälle joko tai -asetelmana. Tuotteella joko on jokin ominaisuus tai sitä ei ole. Kvantitatiivinen (paljon jotain) käsittely ei tahdo onnistua mediassa. Ne on ainakin käännettävää kvalitatiiviseen muotoon kuten 'FSC-sertifioitu puu' tai 'avohakkuu' metsäkeskustelussa. Toinen asian esille tuloa edistävä seikka on sen liittyminen läheisesti kuluttajan terveyteen, esimerkkinä kloorikeskustelun osana ollut dioksiini. Kolmanneksi, asiointilan korjaamisen on onnistuttava ilman, että se välittömästi näyttäisi vaikuttavan kuluttajan elämäntapaan ja elintason.

Uusille media-aiheille potentiaalisia alueita ovat energia, kemikaalien myrkkyyvaikutukset ja kuljetukset.

Energian potentiaalisuus lähtee sen merkittävästä roolista laajojen ympäristöongelmien lähteenä. Energiasta on tosin vaikea löytää sanaa jolla kuvata energian käyttöä hyväksyttävällä tai ei-hyväksyttävällä tavalla. Kioto on nostanut esille fossiilisen energian, mutta kaikki kansalaiset ovat siitä liian riippuvaisia ja siitä luopumisen tavoite on liian kaukana. Ydinvoima täyttää 'joko tai' -ehdon ja siihen on liitettävissä myös terveyden uhka, joten se jäänee potentiaalisimmaksi ehdokkaaksi media-keskustelulle, mikä asema sillä vähäisessä määrin on jo ollutkin.

Myrkkypuolella tyypillinen tilanne voisi olla uusien tutkimustulosten ilmaantuminen jonkun jo epäillyn aineen vaikutuksista ihmisen terveyteen. Kandidaatteja lienee paljon. Viime aikoina hieman nousussa ollut aihe on sukupuolihormonien tavoin käyttäytyvät kemikaalit, joiden yhteyksiä mm. miesten alentuneeseen siittiötuotantoon tutkitaan.

Kuljetukset koko liikenteen osana ovat energian kaltainen vaikeammin tuotteistettava alue. Sen potentiaali liittyy sen kasvun myötä lisääntyneisiin haittoihin ja sen osuuden kasvuun tuotteiden elinkaarianalyseissä tehdaspäästöjen alentuessa. Toinen kysymys on, saadaanko siitä kehitettyä media-keskustelussa tarvittavaa pelkistystä, joka kiinnostaisi kuluttajaa. Kuluttaja itse on myös merkittävä liikenteen välitön lisääjä, mikä vaikeuttaa asian esille tuloa.

### 5.16 Ympäristöjärjestöt ja -puolueet

Ympäristö- ja muiden kansalaisjärjestöjen voidaan katsoa kilpailevan omilla markkinoillaan ihmisten kiinnostuksesta, joka on välttämätön ehto niiden toiminnan menestyksellisyydelle. Yhden järjestön vaikutusvalta riippuu markkinoiden kokonaisvolyymistä ja järjestön markkinaosuudesta.

Järjestöistä pääosa on pieniä kansallisella ja paikallisella tasolla toimivia ja rajallisesta aihevalikoimasta kiinnostuneita. Suurten kansainvälisesti levittäytyneiden järjestöjen kiinnostus on kattavampi. Esimerkiksi Greenpeacen vuoden 1998 lehdistötiedotteista löytyy sellaisia aiheita kuin ydinjätteet ja niiden kuljetus, merten tehohyödyntäminen, kasvihuoneilmiö, myrkkyyongelmat (erityisesti PVC ja sen käyttö lasten leluissa), geneettisen muuntelun avulla tuotettu ravinto, vanhat metsät ja avohakkuut. WWF:n listalla kärjessä ovat lajien häviäminen, kasvihuoneilmiö sekä metsien ja merien suojeleminen. Friends of the Earth -järjestön toiminta painottuu enemmän kansalliselle pohjalle. Järjestön Britannian haaran listalla ovat lajien säilymisen turvaaminen, kestävä maatalous, sademetsät, hapan sade, jätteet, ongelmajätteet, kulutus, vaaralliset

kemikaalit, liikenne, kasvihuoneilmiö, otsonikerros, ydinvoima ja uusiutuvan energian tuotanto.

Järjestöjen kiinnostuksen kohteet menevät paljolti päällekkäin, mutta painotukset ja toimintavat saattavat olla hyvinkin erilaisia. Esimerkiksi Greenpeace pyrkii olemaan yrityksistä riippumaton, kun taas WWF kerää rahansa myymällä logonsa käyttöoikeutta. Greenpeace on omilla ehdoillaan toimiva radikaalijärjestö WWF:n tavoitellessa enemmän keskusteluyhteyttä yhteiskunnan kanssa.

Euroopan parlamentissa vihreillä puolueilla on 28 paikkaa 626:sta eli 4,5 %. EU-vaaleissa vihreät saivat keskimäärin 6 % kaikista äänistä. Maakohtaisesti vihreiden kannatus vaihtelee melko paljon. Eurovaaleissa vihreät ovat yleensä saaneet suuremman osuuden äänistä kuin kansallisissa vaaleissa. Eniten kannatusta vihreillä on Belgiassa (12 % EU-vaaleissa ja 17 % kansallisissa vaaleissa), Luxemburgissa (11 % ja 11 %), Saksassa (10 % ja 7 %) ja Ruotsissa (17 % ja 5 %). Saksan sisällä vihreiden ääniosuus vaihtelee osavaltioittain välillä 3 - 14 %. Vähäisintä vihreiden kannatus on Espanjassa (0,6 % ja 0,6 %) ja Skotlanissa (0,4 % ja 3 %). Suomen vihreiden saama äänisaalis on ollut viime vaaleissa 8 % ja 7 % kaikista äänistä.

Euroopan vihreillä puolueilla on yhteiselin, The European Federation of Green Parties, joka on sopinut yhteisistä periaatteista vuonna 1993. Periaatteet jakaantuvat kolmeen osaan, ekologinen kehitys, yleinen turvallisuus ja uusi kansalaisuus. Kahdessa jälkimmäisessä korostuvat konfliktien estäminen ja aseistuksen vähentäminen sekä ihmisoikeudet ja kansalaisten vaikuttamismahdollisuudet. Talouden uudelleen suuntaamisen lähtökohtana on ympäristöverotuksen kehittäminen erityisesti energian osalta ja kuluttajien ohjaamisen avainsana on ekomerkinä. Ydinvoiman vastustaminen on vihreiden listalla samoin kuin puolustusvälineiteollisuuden sekä kemian- ja autoteollisuuden toiminnan suuntaaminen uudelleen. Hiilidioksidipäästöjä pitäisi leikata läntisessä Euroopassa 20 % vuoteen 2000 ja 75 % vuoteen 2030 mennessä verrattuna vuoden 1990 tasoon. Erilaisten suojelualueiden tulisi kattaa 20 % Euroopan pinta-alasta vuoteen 2000 mennessä luonnon monimuotoisuuden turvaamiseksi. Paperi- ja selluteollisuuden katsotaan olevan vastuussa metsänhoidon parantamisesta.

### **5.17 Tieteiden välinen valtataistelu**

Tässä on kysymys siitä, minkä alan ihmiset ovat hallitsevassa asemassa yhteiskunnan ympäristökeskustelussa ja siihen liittyvässä päätöksenteossa. Perinteisesti ympäristökysymys on ollut luonnontieteilijöiden, insinöörien ja lakimiesten aluetta. Sitä mukaan kun asian merkitys kasvaa laajenee myös asiantuntijoiden ja päätöksentekijöiden joukko. Samalla argumentointi muuttuu. Keskustelu siirtyy yleisemmälle tasolle, joka ei ymmärrä kaikkia ns. teknisiä yksityiskohtia. Yhteiskuntatieteilijät ehkä määrittelevät ympäristöhaitan entistä enemmän sen mukaan, miltä ihmisistä tuntuu ja ekonomistit kääntävät asiat markoiksi silloinkin, kun 'sitä ei voi tehdä'. Asioiden konkreettisuus korvautuu kuohkeudella ja vanhat käsitteet uusilla. Yhteiskuntatieteilijöiden ja ekonomistien rooli tulee kasvamaan sitä mukaan, kun ympäristöasia arkipäiväistyy ja tulee merkittäväksi osaksi yhteiskunnan päätöksentekoa. Kioto-reaktiot viittavat jo tähän suuntaan.

### 5.18 Taloustieteen lähestymistavat

Taloustiede näkee ympäristöongelman puutteellisen hintamekanismin syynä (Hoffren 1994). Ympäristö (puhdas vesi ja ilma, biodiversiteetti, meluttomuus yms.) on suurelta osin yhteisomistuksessa oleva hyödyke. Tämä johtaa siihen, että sille ei muodostu kysyntää vastaavaa hintaa. Vastaavasti tämän hyödykkeen saa käyttää (pilata) ilman, että omistaja - jota ei varsinaisesti ole - alkaa vaatia merkittäviä korvauksia. Tämä johtaa siihen, että ympäristöhyödykkeiden niukkuus ei näy sitä käyttävien kohoavina kustannuksina. Ratkaisu löytyy siitä, että yhteiskunta määrittellään näiden hyödykkeiden omistajaksi ja se määrittelee niille hinnan.

Taloustiede määrittelee ympäristöhyödykkeet luonnon pääomaksi ihmisen tekemän pääoman rinnalle. Pääomanäkökulmasta kestävä kehitys määrittellään kahdella tavalla, weak ja strong sustainability. Weak sustainability -vaatimus lähtee siitä, että luonnon pääoman ja ihmisen tekemän pääoman yhteissumman tulisi säilyä vakiona. Menetykset luonnon pääomassa ovat hyväksyttäviä, jos tapahtuu vastaavan suuruinen kasvu ihmisen pääomassa. Yrityksen tulisi siten tuottaa enemmän yhteiskunnallista hyötyä kuin ympäristöllistä haittaa. Strong sustainability -vaatimuksen mukaan luonnon pääoma ei saa alentua. Tämä edellyttää uusiutuvien luonnonvarojen varassa elämistä.

Taloustieteen näkökulma on vahvasti utilistinen eli ympäristön arvo on sen hyödyllisyydessä ihmiselle. Se poikkeaa mm. niistä monille ympäristöjärjestöille tyypillisistä vaatimuksista, joiden mukaan luonnolla on itseisarvo ihmisestä riippumatta. Toisaalta se pitää nykyä ongelmallisena, koska yhteisomistuksessa olevalle luonnon pääomalle ei lasketa riittävää arvoa - niukkuus ei realisoidu. Niukkuuden realisoinnin toteuttaminen puhuu ympäristöverojen puolesta.

Ekonomistien tapa tarkastella ympäristöverotusta lähtee suurelta osin sellaisten veroratkaisujen etsimisestä, jotka eivät alenna kansantuotetta. Lähtökohtana on silloin yhteiskunnan etu kokonaisuutena, ei yhden toimialan tai yrityksen etu. Ympäristöverotus saa kannatusta ekonomisteilta sen vuoksi, että sen avulla haittoja vähennetään siinä järjestyksessä, mikä on taloudellisesti järkevintä. Normiohjaus, päästöluvat tai sopimusmenettelyt eivät välttämättä johda yhtä tehokkaaseen lopputulokseen.

### 5.19 Ympäristölaskentatoimi

Käsitteellä tarkoitetaan ympäristöasioiden ottamista mukaan laskentatoimeen ja se merkitsee käytännössä taloustieteen käyttämien markkojen ja ympäristöasioihin liittyvien arvotusten lähentämistä toisiinsa. Perinteinen kehitysalusta on ollut kansantaloustiede, jossa kansantuotteeseen on pyritty laskemaan mukaan ensi vaiheessa raaka-aineiden kulumisen ja sen jälkeen myös saastumisen aiheuttamat ja mahdollisesti myöhemmin realisoituvat kustannukset. Lähtöoletuksena on se, että tällä hetkellä kansantuotteesta puuttuu tekijöitä, joilla on merkitystä eri aktiviteettien tuottamaan kokonaisuuteen.

Ympäristöasioiden korostuminen on tuonut asian myös yritystalouden puolelle (esim. Gray 1992, 1994, Niskala & Mätäsaho 1996). Yleisenä tavoitteena on saada ympäristöasiat näkymään jotenkin yrityksen laskentarutiineissa. Perinteisen laskentatoimen näkökulmasta se merkitsee tulevaisuuden ympäristömenojen kirjaamista. USA:ssa tästä on jo muodostunut jo kemian teollisuuden käytäntö. Perinteisen



ympäristöjohtamisen näkökulmasta se merkitsee alkuvaiheessa yrityksen materiaalitaseiden laskentaa. Tässä vaiheessa markat ja ympäristöasiat ovat vielä eri karsinoissa. Haitallisuuspohdinnan seuraava vaihe on erilaisten haittojen suhteuttaminen toisiinsa ja sitä kautta jonkinasteinen kokonaishaitallisuuden arviointi. Tätäkin kunnianhimoisempi tavoite on näiden haittojen kuvaaminen taloudellisin parametrein. Laskentatermein tämä merkitsee ns. ulkoiskustannusten huomioon ottamista.

Ympäristölaskentatoimi näyttää nostavan päätään yllättävän nopeasti. Osittain tässä voi olla kysymys uuden ammattiryhmän halusta tulla mukaan kasvussa olevalle alueelle. Kehitystä vaikeuttaa ympäristölaskentatoimi-käsitteen kuohkeus. Sen alle on haluttu laittaa ympäristöasioita varsin laajassa mitassa ympäristöpolitiikan luomisesta ympäristöjohtamisen laatujärjestelmiin. Toistaiseksi ympäristölaskentatoimen kehittäminen on liittynyt siihen, mitkä ovat niitä asioita, joita tämän otsikon alla tulisi käsitellä ja vähemmän varsinaisten laskentamenetelmien kehittämiseen. Osittain on kysymys siitä, että tavanomaisiin laskentarutiineihin, esimerkkinä vaikka yrityksen kokonaispäästön tai energian kulutuksen määrittämiseen, ei ole tunnistettu edes liittyvän mitään ongelmia. Verrattuna perinteiseen laskentatoimeen ympäristölaskentatoimen vaikeutena on laskennan kohdistuminen mm. materiaali- ja energiavirtoihin taloudellisten virtojen sijaan. Ongelmat ovat tällöin osittain samoja kuin elinkaarianalyysin yhteydessä.

## 6 KILPAILIJAT

Yritys pyrkii myymään yleensä kahta asiaa, tuotteitaan ja omistustaan. Edellisiä ostavat asiakkaat, jälkimmäisiä sijoittajat. Sijoittajien roolin korostuminen viime vuosina on tuonut hyvinkin erilaisia tuotteita erilaisille markkinoille tuottavat yritykset toistensa kilpailijoiksi pääoman hankinnassa.

Kilpailun seuraava porras on eri teknologioiden välinen kilpailu samoista markkinoista. Kilpailu kohdistuu sekä sijoittajiin että asiakkaisiin. Tässä on kysymys esimerkiksi eri materiaalivaihtoehdoista nestepakkauksen valmistamiseksi. Samaan tarkoitukseen suunniteltu tuote voidaan valmistaa metallista (teräs tai alumiini), lasista, muovista tai kuitupohjaisesta materiaalista.

Tutuin kilpailun porras on se, jossa tietyn toimialan yritykset jakavat toimialan saamaa markkinaosuutta. Tälläkin alueella voi edelleen olla teknologioiden välistä kilpailua esimerkiksi siitä painetaanko lehti hienopaperista vai aikakauslehtipaperista. Tämä realisoituu osittain yritysten välisenä kilpailuna, mutta yhdellä yrityksellä voi olla tarjota kumpaakin vaihtoehtoa.

### 6.1 Toimialojen välinen kilpailu

Paperiteollisuus on osa perusraaka-ainetta valmistavaa teollisuutta, jonka ympäristövaikutukset ovat tuoteyksikköä kohti ovat melko suuret verrattuna jatkojalostuksen ympäristövaikutuksiin. Tämän perusteella metsäteollisuuden ympäristövaikutuksia on kiinnostava verrata lähinnä muiden raaka-aineiden tuotantoon.

Teräksen hinta, noin 2 mk kilolta (Rautaruukki 1997) on lähellä paperinvalmistuksessa käytettyjen massojen hintoja. Teräksen valmistus kuluttaa energiaa suunnilleen saman verran kuin massan ja paperin valmistus yhteensä. Myös ilmapäästöt ovat hiilidioksidia lukuunottamatta samaa luokkaa paperiteollisuuden kanssa. Paperiteollisuuden hiilidioksidipäästöä pienentää puuenergian suuri osuus. Liikevaihtoon verrattaessa paperiteollisuuden rikki- ja NO<sub>x</sub>-päästöt ovat noin kolmasosa Raahen päästöistä ja reilu kymmenesosa hiilidioksidipäästöistä. Energian osuus tuotteen valmistuskustannuksista on Raahessa noin 20 % eli kaksinkertainen verrattuna paperiin keskimäärin. Prosessiveden kulutus on 20-25 m<sup>3</sup> tonnille, mikä on samaa luokkaa paperiteollisuuden kanssa.

Energiateollisuutta tässä kuvaava IVO pääsee ilmapäästöissä samalle tasolle teräksen tuotannon kanssa (IVO 1998). Tässä IVOa auttaa se, että yli puolet sen tuottamasta sähköstä tulee vesi- ja ydinvoimasta.

Kemiran päästöt ovat liikevaihtoa kohti laskettuna paperiteollisuuteen verrattuna ilmapäästöissä vain hieman korkeammat. Jätevesien osalta paperiteollisuudella on noin seitsemänkertaiset kemiallisen hapenkulutuksen (COD) päästöt, kun taas fosforipäästöt ovat Kemiralla noin 40-kertaiset. Huomattavan fosforipäästön selittää tosin yli 90 %:sti yksi ainoa ulkomailla sijaitseva tehdas.

Nesteen ilmapäästöt liikevaihtoon suhteutettuna ovat rikin ja NO<sub>x</sub>:n osalta paperiteollisuuden kanssa samaa luokkaa (Neste 1997). Vesipäästöt ovat vähäisemmät,

samoin jätemäärät ongelmajätettä lukuunottamatta, jonka määrä on samaa luokkaa paperiteollisuuden kanssa. Neste poikkeaa edellisistä yhtiöistä siinä, että sen liikevaihto on huomattavan suuri suhteessa henkilömäärään. Tämä merkitsee alhaista jalostusarvoa suhteessa liikevaihtoon eli Neste on toiminnoiltaan lähempänä kauppaa kuin paperiteollisuus ja edellä mainitut yhtiöt. Jos päästöt suhteutettaisiin toiminnan laajuutta paremmin kuvaavaan jalostusarvoon tai pelkästään palkkamenoihin, pitäisi Nesteelle esitetyt vertailuluvut kertoa noin kolmella. Nesteen tuotteiden keskimääräinen myyntihinta on noin 3 mk kilolta.

Kemian teollisuudella on toiminnan luonteesta riippuen useita paperiteollisuudelle eksoottisia ympäristökuormitustekijöitä, joita tässä ei tarkasteltu. Energian runsas tarve on tyypillistä kaikille perusraaka-aineiden valmistajille. Sen kulutuksen ja sen tuotannosta johtuvien päästöjen suhteen eri toimialojen väliset erot eivät ole huomattavan suuria verrattuna esimerkiksi yhden toimialan sisällä olevien tehtaiden välisiin eroihin. Toimialojen väliset erot ovat suurimmillaan energian osalta hiilidioksidipäästöissä.

Tässä tarkasteltiin lyhyesti vain muutamien eri toimialoilla toimivien yritysten omia päästöjä. Toimialat eroavat toisistaan ympäristöasioiden suhteen myös siinä mitä tapahtuu elinkaaren muissa vaiheissa.

## 6.2 Toiset teknologiat kilpailijoina

Paperiteollisuuden tuotteiden pääosa palvelee joko painamista tai pakkaamista. Vaihtoehtoisia teknologioita on löydettävissä molemmilta puolilta. Pakkaamisessa on kysymys suurelta osin toisten materiaalien, kuten muovin, lasin tai metallin käyttämisestä kuitumateriaalin sijasta. Vaikka materiaalin vaihtaminen muuttaa samalla koko tuotteen funktiota jossain määrin, mielekkäät vertailut ovat kuitenkin mahdollisia.

Painotuotteiden suhteen tilanne on hankalampi. Paperista luovuttaessa tuotteen luonne muuttuu huomattavasti. Yksinkertaisimmillaan voi olla kysymys sanomalehden lukemisesta internetin kautta joko suoraan näytöltä tai halutut artikkelit tulostamalla. Tämä merkitsee saman palvelun välittämistä toisen teknologian avulla. Tulostaminen tuo mukanaan kopiopaperin sanomalehtipaperin sijaan, jolloin ei vielä voida puhua merkittävästä ympäristöllisestä muutoksesta. Näytöltä lukeminen tuo mukanaan tietokoneen sähkön kulutuksen paperin valmistuksen, painamisen ja kuljetuksen sijaan. TMP-pohjaisen sanomalehtipaperin valmistus ja painaminen kuluttaa sähköä noin 3 MWh/tn, mikä merkitsee vajaan kilowattitunnin Helsingin Sanomien yhden numeron osalle. Sillä sähkömäärällä pitää tietokonetta auki tuntikaupalla.

Monimutkaisemmasta asiasta on kysymys esimerkiksi silloin, kun paperille painetun mainoksen vertailukohdaksi otetaan TV-mainos. Tässäkin on viime kädessä kysymys toisen teknologian käyttämisestä saman päämäärän saavuttamiseksi. Se ei tapahdu pelkästään 'näyttöä' vaihtamalla, vaan koko mainos tehdään uudella tavalla. Jos paperimainoksen ja TV-mainoksen ympäristöasioita halutaan verrata, pitäisikö tällöin lähtökohdaksi ottaa mainostajan budjetti eli ympäristöhaitat laskettaisiin käytettyä mainosmarkkaa kohti vai aikaansaatu vaikutus, jolloin ympäristöhaitat laskettaisiin suhteessa kasvanutta myyntiä kohti. Molemmat lähestymistavat ovat varsin ongelmallisia. Joka tapauksessa välitetyn tai vastaanotetun informaation määrä ei voi olla

vertailukohtana. Tilanne on samankaltainen, jos halutaan vertailla kirjaa ja TV-sarjaa. Nekin voivat olla vaihtoehtoisia, mutta kovin erilaisia tuotteita.

Painotuotteiden ja sähköisten viestimien vertailu niiden ympäristövaikutusten näkökulmasta on varsin hankalaa tuotteiden erilaisuuden vuoksi. Mitä erilaisemmista tuotteista on kysymys sitä vaikeampi toisella on korvata toista. On vaikea sanoa, millainen merkitys ympäristöasioilla voi olla tulevaisuudessa tehtäviin valintoihin näiden kahden viestintämenetelmän välillä.

Pakkauspuolella tilanne on hieman helpompi ja eri materiaalien välisiä vertailuja onkin tehty runsaasti elinkaarianalyysiä hyväksi käyttäen. Kun verrataan jo käytössä olevia vaihtoehtoja vaikka oluen pakkaamiseksi, on luonnollista, että eri vaihtoehdot eivät taloudellisuutensa perusteella voi poiketa kovin paljon toisistaan. Tästä kilpailu on pitänyt huolen. Lähellä toisiaan olevat kustannukset pitävät huolen siitä, että vertailtavien tuotteiden materiaali- ja energiavirtojenkaan erot eivät ole yleensä huomattavan kaukana toisistaan. Kun vielä otetaan huomioon se, että erilaisiin raaka-aineisiin ja erilaiseen logistiikkaan perustuvat tuotteet lisäävät laskentatavoista johtuvaa vaihtelua, ei ole ihme, että kovin selviin johtopäätöksiin eri materiaalien paremmuudesta ei LCA-vertailuissa ole helppo päästä. Yhden tutkimuksen tulos on laskentatapoja muuttamalla usein helppo asettaa kyseenalaiseksi.

Pakkausvertailuissa tuotteet eroavat toisistaan pääosin kolmen asian suhteen. Mahdollisimman vähäiseen materiaaliin perustuva tuote on yleensä kertakäyttöinen. Kertakäyttöisyys lisää tuotteen valmistuksen ympäristörasitetta, mutta pitää logistiikasta johtuvat haitat pieninä. Tuotteena kierrätettävä pakkaus taas on yleensä raskas ja vie tilaa lisäten logistiikasta johtuvia haittoja, mutta monen käyttökerran jälkeen pakkauksen valmistuksen haitat yhtä käyttökertaa kohti laskettuna jäävät pieniksi. Tähän väliin jää materiaalikierrätykseen soveltuvat tuote, joka yleensä on keskimääräinen molempien seikkojen suhteen. Erilaisten tuotteiden rasitteet painottuvat eri kohtiin.

Edellä olevasta voikin päätellä, että kertakäyttöpakkaus saa etua kilpailijoihinsa pitkillä kuljetusetäisyyksillä ja kierrätettävä pakkaus pärjää parhaiten lyhyillä etäisyyksillä. Lisäksi sitä vaivaa kierrätysjärjestelmien erilaisuus eri maissa. Ulkomaiset kaljapullot eivät kelpaa Suomen pullojen kierrätysjärjestelmään.

### 6.3 Energia eri maissa

Energian käytön vaihtoehdot ja tuotannon päästöt ovat eri maissa erilaiset. Kilpailuedellytysten parantaminen EU:ssa tasaa tilannetta tulevaisuudessa jonkun verran siitä, mitä se on nyt. Paperiteollisuuden kannalta energiaa on tarkasteltava kahdesta näkökulmasta. Näistä ensimmäinen liittyy nykytilanteeseen ja mahdollisuuksiin tuottaa ympäristökelpoista energiaa tehtaan yhteydessä. Tällöin on kysymys pääasiassa lämpöenergian tuotannosta polttoaineiden avulla mutta yhä enemmän myös sähkön tuotannosta. Toinen näkökulma liittyy ulkopuolelta ostettavan sähkön ympäristöominaisuuksiin.

Maakohtaiset sähkön tuotannon profiilit poikkeavat toisistaan huomattavasti Euroopassa. Ne myös vaikuttavat eri maissa olevan paperiteollisuuden ostaman sähkön ominaisuuksiin, koska vapaa kilpailu yli rajojen ei toistaiseksi vielä toimi. Ostosähkön

suhteen parhaimmassa tilanteessa on norjalainen paperiteollisuus, koska Norjan sähkö on käytännössä kokonaan tuotettu vesivoimalla. Perinteisten päästöjen osalta tähän pääsee myös ruotsalainen teollisuus, koska vesi- ja ydinvoima yhdessä kattavat suunnilleen puoliksi yli 90 % Ruotsin sähkön tuotannosta. Ruotsin riskinä on eri tahojen suhtautuminen ydinvoimaan tulevaisuudessa. Ranskan sähköstä kolme neljänestä on ydinvoimaa ja sen lisäksi vielä vesivoimaa reilu kymmenesosa, joten myös ranskalaisen teollisuuden ostosähkö on varsin 'päästötöntä'. Euroopan suurimman paperin tuottajan, Saksan sähkö perustuu puoleksi kivi- ja ruskohiileen ja noin kolmasosaltaan ydinvoimaan.

Ostosähkölle laskettavat päästöt riippuvat paitsi energian lähteestä ja mahdollisesta polttoaineesta myös tuotantoteknologiasta. Hiilidioksidi on rikkiä ja typen oksideja riippuvaisempi käytetystä polttoaineesta. Toisaalta yksittäinen yritys tai tehdas ei yleensä osta ns. maan keskiarvosähköä vaan yhtiöltä, jolla tietty energian hankinnan rakenne. Maakohtaiset keskiarvot kuitenkin antavat kuvan mahdollisuuksista yleisellä tasolla.

Suomen keskiarvopäästöt sähkölle ovat alle eurooppalaisen keskiarvon erityisesti hiilidioksidin osalta. Tämä johtuu paitsi suuresta ydin- ja vesivoiman osuudesta hiilidioksidin ja jossain määrin myös muiden päästöjen osalta paperiteollisuuden puuenergiaan perustuvasta sähkön tuotannosta sekä kaukolämpölaitosten merkittävästä osuudesta (19 % 1997) sähkön tuotannossa. Sekä teollisuuden että kaukolämmön yhteydessä tuotetun sähkön päästöjä vähentää niiden laskeminen osittain lämmön tuotannolle. Lisäksi puuperäinen polttoaine paperiteollisuudessa ei tuota hiilidioksidipäästöjä eikä merkittäviä rikkipäästöjä. Sähkön tuotannon päästöt eivät kuitenkaan juuri ole laskeneet Suomessa 1990-luvulla tuotantolaisten ominaispäästöjen vähentymisestä huolimatta, koska päästöjen osalta puhtaaksi laskettavan vesi- ja ydinvoiman osuus on koko ajan laskenut energian kulutuksen kasvaessa. Tämä on johtanut sähkölle laskettavan hiilidioksidipäästön huomattavaan kasvuun (IVO 1997, 1998)

Ruotsin ja Norjan sähkön päästöt ovat luonnollisesti selvästi alhaisemmat kuin Suomessa. Saksan päästötaso on hiilidioksidin osalta selvästi Suomea korkeampi, mikä on arvattavissa sähkön hankinnan rakenteen perusteella. Sen sijaan rikki- ja NO<sub>x</sub>-päästöt ovat varsin lähellä suomalaista tasoa johtuen sikäläisten hiililauhdevoimaloiden varsin alhaisesta päästötasosta rikkipesureiden ja NO<sub>x</sub>:ia vähentävien katalysaattoreiden ansiosta. Sen sijaan eteläisen Euroopan, Iso-Britannian ja Pohjoismaista Tanskan sähkön päästöt ovat selvästi Suomen sähkön päästötasoa korkeampia.

Tehdastason voimalaitokset ovat muualla periaatteessa samanlaisia kuin Suomessa. Etelä- ja Keski-Euroopassa sallitaan keskimäärin korkeampirikkisen hiilen käyttämistä verrattuna Suomeen, mikä johtaa suuriin rikkipäästöihin. Tehdaskokoluokan voimaloissa ei yleensä ole rikinpoistoa sen kummemmin Suomessa kuin muuallakaan. Tehdasvoimalat tuottavat myös yleensä vastapainesähköä Suomen tehtaiden tavoin. Pohjoismaiden ulkopuolella tähän kannustaa sähkön korkea hinta. Ruotsissa sen sijaan halvan sähkön ansiosta tehtaiden vastapainesähkön tuotanto on Suomea vähäisempää. Polttoaineena käytettävän öljyn rikkipitoisuus on Ruotsissa Suomea alhaisempi. Samoin Ruotsin NO<sub>x</sub>-vero on johtanut Suomen paperiteollisuuden voimaloita alhaisempiin ominaispäästöihin.

Mahdollisuus polttoaineiden käyttöön vaihtelee maakohtaisesti. Näin erityisesti maakaasun osalta, jonka käyttö antaa mahdollisuudet varsin alhaiseen päästötasoon verrattuna vaihtoehtoisiin polttoaineisiin. Keski- ja Etelä-Euroopan energian tuotannon kasvu hoidetaan tällä hetkellä suurelta osin kaasun käyttöä lisäämällä. Toisaalta tiheästi asuttujen maiden kaasuputkiverkosto on myös varsin tiheä antaen tehtaille mahdollisuuden kaasun käyttöön. Maakaasusta onkin tullut lähes vakioratkaisu uudistettaessa tehtaiden energian tuotantoa. Tämä antaa merkittävän edun 'päästökilpailussa' Suomen ja Ruotsin tehtaiden kanssa.

Kombivoimalaratkaisuna maakaasu tekee tehdasvoimalasta yleensä myös sähköä tehtaan ulkopuolelle myyvän yksikön tai se ainakin vähentää sähkön ostotarpeen aikaisempaa huomattavasti pienemmäksi, mikä pienentää maakohtaisten sähkön tuotannon päästöjen välisten erojen merkitystä. Maakaasun käyttöä lisätään myös muussa sähkön tuotannossa, mikä hitaasti parantaa myös Keski- ja Etelä-Euroopan sähkön tuotannon päästötasoa.

#### 6.4 Kuljetukset

Suomen paperiteollisuuden päämarkkina-alue on läntinen Eurooppa, jossa se kilpailee lähinnä paikallisen teollisuuden kanssa. Kuljetusmatka on taluodellisesta näkökulmasta selvä kilpailuhaitta ja se on sitä myös ympäristöasioiden suhteen. Kysymys ei ole niinkään kuljetuksen vaatimasta suuresta energiapanoksesta suhteessa tuotteen elinkaaren koko energian tarpeeseen, vaan kuljetusten eli laivojen ja kuorma-autojen suuresta ominaispäästöistä. Kuorma-autojen osalta on kysymys NOx-päästöistä, laivojen osalta sen lisäksi rikki-päästöistä.

Ruotsin paperiteollisuudelle kuljetusmatka Euroopan päämarkkina-alueille on keskimäärin lyhyempi kuin Suomen paperiteollisuudelle. Ruotsin paperiteollisuus on nostanut kuljetusten ympäristöasiat voimakkaasti esille viime vuosina. Tämä saattaa olla tietoinen valinta, kun Ruotsin viranomaiset ovat jo pitkää valmistelleet uutta päästöistä riippuvaista satama- ja väylämaksujärjestelyä, joka tekee vähärikkisen öljyn käytön laivoissa taloudellisesti perustelluksi valinnaksi samoin kuin erilaiset NOx-päästön vähennystekniikat. Jotkut ruotsalaisyhtiöt ovat jo siirtyneet käyttämään vähärikkisempää öljyä laivoissa. Kuljetuksiin vaikuttaminen on ruotsalaisyhtiöille helpompaa johtuen yhtiökohtaisista kuljetusjärjestelyistä. Suomessa paperiteollisuus omistaa yhdessä paperikuljetuksia hoitavan Transfennican. Tällöin yhtiökohtaisten ratkaisujen tekeminen esimerkiksi kuljetuspäästöjen ohjaamiseksi on vaikeampaa.

Jos Suomen paperiteollisuudella on ympäristökilpailullinen haitta kuljetuksissa suhteessa Keski-Euroopan ja Ruotsin teollisuuteen verrattuna, on sillä toisaalta etu verrattuna Etelä-Amerikan tai Aasian sellun valmistajiin, joita on pidetty uhkana Suomen teollisuudelle. Tässä yhteydessä kuljetusten ympäristöasioiden nousu voimakkaammin esille yhteiskunnassa olisi niin Suomen kuin muunkin Euroopan selluteollisuudelle etu.

#### 6.5 Paperiteollisuuden päästöt

Suomen paperiteollisuuden jätevesipäästöt ovat tuotettua tonnia kohti laskettuna pienemmät kuin Ruotsin paperiteollisuuden (Metsä-Serla 1997). Laskelmassa on otettu huomioon Suomen ja Ruotsin tuotannon rakenteelliset erot. Vuoden 1996 luvuilla laskien Ruotsin paperiteollisuuden päästöt olivat kemiallisen hapenkulutuksen osalta 26

% ja fosforin osalta 52 % korkeammat kuin Suomessa. Tämä johtuu pääosin Suomessa käytettävistä aktiivilietepuhdistamoista, jotka ovat tehokkaampia kuin ruotsalaisten käyttämät ilmastetut lammikot.

Ilmapäästöjen suhteen tilanne oli päinvastainen. Ruotsin rikkipäästöt olivat 23 % ja NO<sub>x</sub>-päästöt myös 23 % alhaisemmat kuin päästöt Suomessa. Tätä eroa voidaan selittää sillä, että Ruotsissa alettiin Suomea aiemmin kiinnittämään huomiota ilmapäästöihin. Lisäksi Ruotsin NO<sub>x</sub>-vero on saanut aikaan investointeja NO<sub>x</sub>-päästöjen alentamiseksi. Toisaalta Suomen päästöt sisältänevät enemmän vastapainesähkön tuotantoa, mikä lisää tehtaalla syntyviä päästöjä ostosähkön tuotannon päästöjen sijaan.

Jos pohjoismaisten yhtiöiden omistamia tehtaita Keski-Euroopassa voidaan pitää edustavana näytteenä sikäläisestä teollisuudesta, näyttää siltä, että keski-eurooppalaisen paperiteollisuuden päästöt ovat keskimäärin suuremmat kuin pohjoismaisen. Keski-eurooppalaiselle paperiteollisuudelle on tyypillistä pohjoismaista suurempi vaihtelu. Parhaat ovat yhtä hyviä kuin parhaat pohjoismaiset, mutta muutamat huonot pilaavat keskiarvon. Jätevesien suhteen päästöt ovat samalla tasolla ruotsalaistehtaiden kanssa sekä COD:n että fosforin osalta. Ilmapäästöt ovat korkeammat kuin Suomessa, NO<sub>x</sub>:n suhteen ero Suomeen oli pieni, rikin suhteen suuri johtuen muutamasta suuresta rikkipäästäjästä. Biologinen puhdistamo, useinmiten aktiivilietelaitos, on Keski-Euroopassa lähes standardiratkaisu jäteveden puhdistuksessa. Erittäin pieniä ilmapäästöjä saadaan siellä moderneilla kaasukombiratkaisuilla.

## 6.6 Neitseellinen kuitu ja keräyskuitu

Suomi on neitseelliseen kuituun perustuvien paperituotteiden tuottaja tuotannon painoutuessa niihin lajeihin, joissa keräyskuidun käyttö on vähäistä. Kilpailukyky keräyskuitua käyttämällä on huono. Monien tuotteiden suhteen tilanne on sellainen, että Suomessa valmistettuna keräyskuitutuote tulee kalliimmaksi kuin neitseellinen laadun jäädessä kuitenkin huonommaksi.

Eniten keräyskuitu uhkaa neitseellistä sanomalehtipaperia ja hieman vähemmässä määrin neitseellisiä pakkauskartonkeja. Kartonkien puolella markkinoiden jako neitseellisten ja keräyskuitutuotteiden välillä oli olemassa jo ennen kierrätyksestä ja keräyskuidun käytöstä syntynyttä keskustelua. Neitseelliset tuotteet on käytetty sekä painettavuuden että muun jalostettavuuden suhteen vaativimmissa käyttökohteissa ja niiden hintataso on poikennut oleellisesti keräyskuitutuotteista.

Sanomalehtipaperiin keräyskuidun käyttö on lisääntynyt voimakkaasti 1990-luvulla kierrätyskeskustelun aikana. Tähän on vaikuttanut keräyskuidun tarjonnan lisääntyminen ja erityisesti kalliimman sähkön maissa massan valmistuksen vähäisempi energian tarve. Sanomalehtipaperi on myös enemmän standardituote verrattuna esimerkiksi sisäpakkauskartonkeihin, jolloin tietyn laaturajan saavuttaminen takaa tietyn hintatason eikä sen laatuvaatimusten ylittäminen lisää hintaa yhtä paljon kuin erikoistuneimmilla markkinoilla. Tällaisen laatuvaatimusten saavuttaminen lisää nopeasti edullisemmän teknologian käyttöönottoa.

Ruotsin tuotanto painottuu Suomea huomattavasti enemmän sanomalehtipaperiin ja ulkopakkauskartonkeihin. Tästä syystä keräyskuitu uhkaa Ruotsin paperiteollisuutta

Suomea enemmän ja Ruotsista on tullut merkittävä keräyskuidun nettotuojaja. Paperiteollisuus niin Suomessa kuin Ruotsissakin on torjunut keräyskuidun aiheuttamaa uhkaa muualla Euroopassa omistamiensa tehtaiden avulla. UPM-Kymmenellä on keräyskuidun käyttöä Grand-Couronnessa, Stracelissa ja Shottonissa ja Ensolla Sachsen Papierissa, Maxaussa ja Enso Espanolassa sekä Storan kautta myös Arnsbergissa, Langerbruggeissa ja Maglemöllessä.

Aikakauslehti- ja hienopapereihin keräyskuitu ei ole levinnyt merkittävästi. Kierrätyskeskustelun voimakkaimmassa vaiheessa yksi jos toinenkin tehdas kokeili tuotannossaan pieniä määriä keräyskuitua, mutta pysyviä ratkaisuja siihen suuntaan syntyi melko vähän. Paineet yhteiskunnassa ovat laskeneet ja keräyskuitu on löytänyt kasvaneista talteenottoluvuista huolimatta tiensä muihin kohteisiin.

### 6.7 Muut neitseellisen kuidun lähteet

Suomalaisen mallin mukaisen luonnonmetsän vaihtoehtoisia neitseellisen kuidun lähteitä ovat mm. varsinaiset viljellyt metsät eli puupellot, jotka ovat tyypillisiä trooppisemmillä seuduilla. Siellä luonnonmetsän puuvalikoima on liiankin runsas ajatellen esimerkiksi puista saatavien kuitujen ominaisuuksia. Biodiversiteetin kannalta viljellyille metsille on ominaista pienen pinta-alan tehokas käyttö muun maa-alueen jäädessä luonnonmukaiseksi. Suomalainen metsänhoito sen sijaan hyödyntää suuria pinta-aloja, mutta alueiden luonnonmukaisuus on puupeltoa selvästi parempi. Tämä tuo uuden näkökulman puun hankintaa koskevaan biodiversiteetti-keskusteluun. Tehtaan ympärillä sijaitsevat nopeakasvuiset istutusmetsät vähentävät myös puun hankinnan energian tarvetta ja siitä johtuvia päästöjä verrattuna luonnonmetsien käyttöön.

### 6.8 Kulttuurierot

Miten yrityskulttuuri vaikuttaa yritysten mahdollisuuksiin vastata ympäristölähtöisiin vaatimuksiin? Viime vuosina tästä on tullut moitteita suomalaiselle paperiteollisuudelle. Ruotsalaisia on pidetty tässä suhteessa parempina.

Suomalaista paperiteollisuutta voi pitää ympäristöasioissa melko konservatiivisena. Ruotsalaisille ominainen modernius (Laine-Sveiby 1987) näkyy ainakin suurempana kiinnostuksena uusista asioista kohtaan. Ympäristöasioiden esille tulossakin on kysymys yritysjohdolle uudesta reunaehdosta, jonka kanssa pitäisi tulla toimeen. Ruotsalaisten halu uusien näkökulmien esille ottamiselle näkyy sikäläisten yritysten tavassa suorastaan tuoda niitä julkiseen keskusteluun, kun Suomessa yritykset enemmän pyrkivät varjelemaan niitä julkisuudelta peläten syntyviä seuraamuksia.

Ruotsalaisen yhteiskunnan tapa keskustella näyttäisi kaiken kaikkiaan poikkeavan suomalaisesta. Jo sanomalehtien lukeminen antaa siellä huomattavasti paremmat valmiudet olla kärryillä ympäristöasioista kuin Suomessa. Ehkä ympäristöasioihin suhtaudutaan yhtenä maailman parantamisen keinona samalla tavoin kuin maailmanrauhaan tai ihmisoikeuskysymyksiin, jotka molemmat ovat olleet ruotsalaisille tärkeitä. Ympäristöasiasta on muodostunut ruotsalaisille enemmän aate kuin suomalaisille ja se heijastuu myös yritysten toimintaan. Toisaalta yhteiskunnan keskusteleva ilmapiiri vaikuttaa myös yrityskulttuuriin. Keskustelun puristuksessa on



vaikea säilyttää vanhoja asenteita, kun uusia näkökulmia asiaan on tarjolla jatkuvasti. Myös tämä pakottaa ottamaan paremmin huomioon kunkin hetken vaatimukset.

Toinen piirre liittyy edellä esitettyyn ruotsalaiseen suomalaista tunnepohjaisempaan ja alkuvaiheessa yliampuvaan reagoititapaan. Suomalainen hidas syttyminen uusille asioille aiheuttaa sen, että tilaisuudet menetetään ja asia on ohi ennenkuin Suomessa on asialle lämmitty. Kummasta sitten on enemmän hyötyä yritykselle, hieman yliampuvasta reagoinnista kaikki tilaisuudet hyödyntäen vai hitaammasta toiminnasta, jossa hätäiset virheet jäävät tekemättä. Edellisessä korostuu tilaisuuksien hyödyntäminen, jälkimmäisessä virheiden välttäminen.

Edellä olevan perusteella näyttää siltä, että verrattuna ruotsalaisiin yhtiöihin, suomalaisten on vaikeaa saada ympäristöasioista kilpailuetua kommunikoinnin kautta tässä nopeasti kehittyvässä tilanteessa. Kysymys on enemmän asenteista kuin kommunikointikyvyistä.

## **6.9 Kansallinen konsensus ja toimintamallien etsintä**

Suomalaisella metsäteollisuudella on perinteisesti monenlaisia yhteistyömuotoja, jotka niihin liittyvien etujen lisäksi saattavat muodostua myös rasitteiksi silloin, kun toiminnan reunaehdot muuttuvat nopeasti. Yrityskoon kasvu ja yritysten kansainvälistyminen on purkanut näitä kytkeitä viime vuosina. Tästä on merkinä markkinointiyhteistyöstä luopuminen.

Toinen keskeinen yhteistyömuoto on ollut Keskulaboratorioon keskittynyt perustutkimus. Tässäkin on jo tapahtunut muutos ensin Metsä-Serlan ja vähitellen myös Enson päästessä mukaan vastaavan ruotsalaisen tutkimusorganisaation, STFI:n (Skogindustrins Tekniska Forskningsinstitutet) toimintaan Ruotsissa. Kansainvälisemmällä tasolla puunjalostustutkimusta harjoittavat laitokset ovat avoimempia eli niihin pääsee helpommin mukaan rahalla. Tällaisia ovat esimerkiksi ESPRI (Empire State Paper Research Institute) USA:ssa, PIRA (Paper Industry Research Association) UK:ssa, PTS (Papiertechnische Stiftung) Saksassa ja CTP (Centre Technique du Papier) Ranskassa. Suomalaisista yrityksistä ESPRI:ssä ovat mukana kaikki kolme suurta ja CTP:ssä UPM-Kymmene ja Metsä-Serla.

Muita kansallisen yhteistyön alueita ovat mm. merikuljetukset (Transfennica) ja metsänhoito. Esimerkiksi Ruotsissa sekä merikuljetusten että metsänhoidon osalta yritykset voivat Suomen yrityksiä itsenäisemmin etsiä käyttökelpoisia toimintatapoja. Merikuljetukset on hoidettu yhtiökohtaisesti ja suurelta osin yhtiöiden omistamien kuljetusyritysten avulla ja metsänhoidossa puunjalostusyhtiöiden runsaat omat metsät antavat mahdollisuuden nopeaan toimintatapojen kehittämiseen ja muuttamiseen tarpeiden mukaan.

Suomessa metsän hoidon ja siihen liittyvien informaatiotarpeiden mallit luodaan varsin keskitetysti huolimatta metsänomistajien suuresta lukumäärästä. Mallien kehittäminen edellyttää runsaasti sopimista eri tahojen kesken, mikä tekee toiminnan raskassoutuiseksi. Toisaalta keskitetty lähestymistapa tuo tarjolle vain yhden kansallisen toimintamallin, mikä lisää markkinariskiä. Jos toimintamalli ei tyydytä tiettyä ostajaryhmää, on näiden toiveiden mukainen puu tai kuitumassa hankittava muualta.

Usean toimintamallin strategiassa ns. 'väärin toimintamallien' mukanaolo ei haittaa, koska tietyn ympäristövaatimuksen mukaista tuotetta kaipaavien ostajien osuus koko markkinasta ei ole kovin suuri. Esimerkiksi ruotsalainen FSC-sertifioitu puu ja siihen perustuva sellu on saatu markkinoille sitä haluaville juuri edellä mainitun strategiamahdollisuuden ansiosta. Vastaavasti ruotsalaisyhtiöt ovat myös voineet siirtyä yksi kerrallaan vähärikkisen öljyn käyttöön laivakuljetuksissaan. Siihen on riittänyt yhden yhtiön päätös ja se on voitu tehdä sen mukaan, miten hyvin sen on katsottu palvelevan yrityksen yleistä strategiaa. Tältä osin suomalaiset yhtiöt on sidottu samanlaisempaan strategiaan.

Laajat kansalliset tutkimushankkeet ovat yleistyneet voimakkaasti viime vuosina. Niitä voidaan pitää uutena yhteistyön muotona. Parhaassa tapauksessa ne varmistavat riittävän suuren tutkimusvolyymin liikkeelle saamisen, joka on tärkeä edellytys huomattavien muutosten eteenpäin viemiseksi. Pahimmassa tapauksessa ne tukevat yhden vaihtoehdon toimintamallia, joka perustuu laajojen joukkojen kompromissiin siitä, mikä toimintatapa on järkevä.

### 6.10 Tehtaiden väliset erot

Yksittäisten tehtaiden väliset suhteelliset päästöerot saattavat olla huomattavan suuria. Kaikilla suurilla yhtiöillä on sekä hyvät että huonot tehtaansa tässä suhteessa. Tämä merkitsee sitä, että yritysten on vaikea profiloitua kokonaisuudessaan 'vähäpäästöisiksi'. Suurimmiksi suhteelliset päästöerot muodostuvat luonnollisesti silloin, kun joku päästöparametri voi olla lähes nolla kuten rikkipäästö esimerkiksi maakaasua käytettäessä. Mutta myös esimerkiksi jäteveden osalta samaa tuotetta valmistettaessa toisen tehtaan ominaispäästö saattaa olla kymmenkertainen toiseen verrattuna. Erot johtuvat monista aika yllättävistäkin seikoista.

Tehtaita uudistetaan säännöllisesti ja uudistuksen myötä päästöt yleensä alenevat. Aina ei ole kysymys uuden teknologian paremmuudesta verrattuna vanhaan vaan myös siitä, että uudistuksen myötä ja tuotannon yleensä kasvaessa laajennetaan yleensä myös jäteveden puhdistamoa. Jäteveden puhdistamoiden mitoitus on väljentynyt viime vuosina selvästi Suomessa, mikä on johtanut tehostuneeseen puhdistukseen. Ensi vaiheen biologiset puhdistamot olivat suorastaan väärin mitoitettuja ja niiden toiminta puutteellista. Uuden teknologian merkitys päästöjen määrään on suurin sellun tuotannossa. Paperitehtaiden päästöt sen sijaan eivät korreloi samalla tavalla tehtaan modernisuuden kanssa. Esimerkiksi energian kulutusmuutosten ja usein myös veden käytön vähentymisen vaikutus päästöihin on usein vähäisempi kuin energian tuotannossa käytettyjen polttoaineiden ja puhdistamon toiminnan tehokkuuden vaikutus.

Tehtaan teknologian taso riippuu paljon tarkasteltavasta ajanhetkestä. Tehdas, joka oli kymmenen vuotta sitten huono, voi nyt näyttää hyvältä, koska se on juuri uusittu. Toisia tehtaita uudistetaan jatkuvasti ja tehdas on koko ajan ajanmukainen myös päästöjen suhteen, toisten tehtaiden taas annetaan vanhentua ja ne uudistetaan mahdollisesti uudistetaan kokonaisuudessaan yhdellä kertaa, jolloin tehdas hyppää myös ympäristöasioiden rankin-listalla jumbo-sijalta kärkeen. Tässä on taustalla valmistettavan tuotteen kehityksen luonne. Ripeämmässä elinkaaren muutosvaiheessa olevia tuotteita ja niiden valmistusprosessejaa on kehitettävä jatkuvasti, toisten tuotteiden ominaisuudet

muuttuvat hitaammin ja uudistuksissa on kysymys enemmän prosessilaitteiston kulumisesta johtuvasta uudistustarpeesta.

Tehtaan sijainti on merkittävä päästöjen määrän taustaselittäjä. Ilmapäästöihin se vaikuttaa polttoaineiden saatavuuden kautta. Vesipäästöjen suhteen on kysymys siitä, että purkuvesistön herkkyys päästöille vaikuttaa viranomaisten asettamiin lupa-arvoihin ja sitä kautta päästöihin. Tehdaskohtaiset luparajat voivat hyvinkin erilaisia laskettuna tuotettua tonnia kohti.

Polttoaineiden saatavuus näkyy hyvin mm. Suomen tehtaiden ilmapäästöissä. Kaasuputken äärellä olevat tehtaat ovat vähäpäästöisiä. Kaasuputken ulottumattomissa on käytettävä hiiltä, turvetta tai öljyä. Hiiltä käytetään herkemmin rannikolla, turvetta siellä, missä on turvesoita lähellä ja kallista öljyä silloin, kun muuta ei ole kannattavasti saatavilla tai ei haluta investoida kalliiseen kiinteään polttoaineen kattilaan. Turpeen rikkipitoisuus vaihtelee alueellisesti ja se näkyy myös rikkipäästöissä. Sijainnin vaikutus vesipäästöihin näkyy selvimmin esimerkiksi Norjan tehtaiden suurina päästöinä tai Keski-Euroopan pieninä päästöinä tehtaiden sijaitessa pienen virkistyskalastuksen kohteena olevan joen varrella.

Tehtaan toiminta integraatin osana antaa mahdollisuuden esimerkiksi sellutehtaan ylijäämäenergian ja siten puuperäisen energian hyödyntämiseen. Tämän energian päästöt ovat suurelta laskennallinen kysymys, mutta useallakin laskutavalla ne jäävät kohtuullisiksi verrattuna esimerkiksi hiilen tai turpeen käyttöön. Etua voi syntyä myös sellun kuivausenergian säästön kautta. Suuri integraatti on tyypillisesti myös suuri pistekuormittaja ympäristön näkökulmasta. Kuormituksen pitäminen kohtuullisena lähiympäristön näkökulmasta, pitää myös ominaispäästöt pieninä. Pieneen erilliseen tehtaaseen ei pistekuormittajana kiinnitetä yhtä suurta huomiota, jolloin ominaispäästöt voivat jäädä korkeammiksi kuin integraatin osana toimivassa yksikössä.

## 7 JOHTOPÄÄTÖKSIÄ

Yrityksen toimintaympäristöön liittyvistä näkökulmista osa on tärkeitä tällä hetkellä ja osa liittyy myös pidemmän aikavälin kysymyksiin. Tämän hetken tärkeät operatiivisluonteiset asiat pyrkivät peittämään alleen strategisessa mielessä kiinnostavia pitkän aikavälin trendejä ja kehitystarpeita, jollaisiksi voidaan katsoa mm. materiaali- ja energiavirtoihin, yrityskulttuuriin ja yhteiskunnan ympäristöasioiden tarkastelutapojen kehittämiseen liittyvät asiat.

Operatiivisessa mielessä hallitsevassa asemassa ovat valmisteilla olevien päästölupien ja ympäristöjohtamisen hallintajärjestelmien lisäksi erilaiset media-aiheet kuten metsäkysymys tällä hetkellä ja kierrätys ja kloorittomuus aikaisemmin. Myös metsäkeskustelun taustalla oleva biodiversiteetti on materiaali- ja energiavirtojen kaltainen pitkän aikavälin strateginen kysymys. Metsäkeskustelun suhde biodiversiteettiin on hieman sama kuin kierrätyskeskustelun suhde materiaali- ja energiavirtoihin. Media-keskustelun synnyttämien vaatimusten täyttäminen ei ratkaise ongelmaa pitkällä aikavälillä. Myöskään pitkän aikavälin ratkaisumallit eivät sellaisenaan ehdi tyydyttämään tämän hetken vaatimuksia.

Strategisessa mielessä ehkä tärkein paperiteollisuuden materiaali- ja energiavirtoihin liittyvä seikka on se, että paperiteollisuus yhtenä perusraaka-ainetta tuottavana toimialana tulee tarvitsemaan paljon energiaa suhteessa jalostusarvoonsa myös tulevaisuudessa. Paperiteollisuus ei siinä suhteessa poikkea muusta raaka-ainetta valmistavasta teollisuudesta. Huolimatta puuperäisen energian lähes 50 %:n osuudesta jää ulkopuolisten energialähteiden tarve metsäteollisuudessa keskimäärin edelleen varsin korkeaksi. Energian roolia kasvattavat myös suomalaisen metsäteollisuuden toiminta-ajatuksen kuuluvat pitkät kuljetusmatkat paitsi vientituotteiden myös tuotantoa nopeammin kasvavan pigmentin käytön kautta.

Eri tavoin tapahtuvan energian tuotannon päästöt vaihtelevat suuresti ja vaihtelu on muualla Euroopassa suurempaa kuin Suomessa. Muun Euroopan suurempi vaihtelu johtuu mm. siellä käytettävistä korkeampirikkisistä polttoaineista. Näiden ansiosta muutamien tehtaiden suuret päästöt nostavat sikäläisen teollisuuden keskiarvon suomalaista huonommaksi vaikka pääosa tehtaista on päästöjen suhteen hyvällä tasolla. Runsaasta vesivoimasta ja ydinenergiasta nauttivat Norja, Ruotsi ja Ranska ovat ulkopuolelta ostettavan sähkön tuotannon päästöjen suhteen parhaassa asemassa. Myös Suomen paperiteollisuus on varannut käyttöönsä runsaasti ydinvoimaa osakkuuksiensa kautta tyydyttämään ostonsähkön tarvettaan. Ostosähkön hiilidioksidipäästöt ovatkin varsin kohtuulliset verrattuna moniin Keski-Euroopan maihin. Sähkökaupan vapautuminen Euroopassa lisää yritysten mahdollisuuksia hankkia käyttöönsä sellaista sähköä kuin ne katsovat tarvitsevansa.

Kun käytetään fossiilisia polttoaineita lämmön ja sähkön tuotannossa tehdasvoimaloissa, saadaan pienimmät päästöt maakaasulla. Suomessa maakaasun käyttömahdollisuus rajoittuu sinne, missä kaasuputki on tarjolla. Keski-Eurooppa on tiheän kaasuputkiverkostonsa ansiosta selvästi paremmassa asemassa. Maakaasuvoimalasta onkin tullut siellä standardiratkaisu tehtaiden energian tuotantoa uudistettaessa. Kombivoimalaratkaisu antaa sikäläiselle teollisuudelle mahdollisuuden myös irrottautua

ostosähkölähteistään perustuvat ne sitten päästökkäämpään hiilivoimaan tai ympäristöaktiiveja ärsyttävään ydinvoimaan. Ruotsin tehtaiden energian tuotannon ilmapäästöt ovat Suomen tehtaita vähäisemmät. Öljyn rikkipitoisuus on alhaisempi kuin Suomessa ja Ruotsin NO<sub>x</sub>-vero on lisännyt investointeja typen oksidien päästöjen vähentämiseksi. Tehdasvoimaloiden päästöt riippuvat suuresti siitä, missä määrin niissä otetaan käyttöön samaa tekniikkaa rikin ja NO<sub>x</sub>:n vähentämiseksi kuin suuremmissa lauhdesähköä tuottavissa voimaloissa.

Vesipäästöt sen sijaan ovat Suomessa alhaisemmat Ruotsiin verrattuna erityisesti ravinteiden osalta. Tämä johtuu Suomessa käytettävien aktiivilietelaitosten paremmuudesta Ruotsissa pääosin käytettyihin ilmastettuihin lammikoihin verrattuna. Myös Keski-Euroopassa jätevedet puhdistetaan varsin tehokkaasti ja sikäläiset päästöt ovat pohjoismaista tasoa. Tästä eteenpäin päästöjen vähentäminen tapahtuu pääasiassa veden käytön vähentämisen kautta. Jätevesimäärien nollaaminenkin on periaatteessa mahdollista suodatus- ja haihdutustekniikoilla. Saavutettuja hyötyjä joudutaan tällöin vertaamaan paitsi aiheutuneisiin kustannuksiin myös energian kulutuksen lisääntymisen aiheuttamiin päästöihin.

Laivakuljetuksen typen oksidien ja rikin päästöt ovat varsin korkeat. Vaikka energian kulutus verrattuna paperin tuottamiseen jää suhteellisen pieneksi nousevat typen oksidien ja rikin päästöt helposti samalle tasolle paperin tuotannon kanssa. Diesel-moottorin ominaispäästö typen oksidien suhteen on 10-50 -kertainen verrattuna energian tuotantoon paperitehtaan voimalassa ja laivojen käyttämän öljyn rikkipitoisuus on huomattavasti korkeampi kuin maalla toimivissa voimaloissa käytetyn öljyn. Merkittäviä teknisiä esteitä päästöjen alentamiselle ei ole. Ruotsista tapahtuvien laivakuljetusten suhteen tilanne on muuttumassa ja osittain jo muuttunut uusien satama- ja väylämaksuperusteiden vuoksi. Käytännössä tämä merkitsee sekä typen oksidien että rikin päästöjen huomattavaa alentumista. Ruotsin paperiteollisuus onkin viime aikoina rakentanut uutta ympäristöteemaa kuljetuksista.

Ympäristöasioiden merkityksen lisääntyminen tuo uusia tahoja yhteiskunnalliseen ympäristökeskusteluun. Keskustelu muuttuu vaikeammaksi hallita, kun mm. ekonomistit ja muut yhteiskuntatieteilijät tulevat mukaan luonnontieteilijöiden ja insinöörien lisäksi. Tämän vaikutukset näkyvät mm. yrityksen toiminnan haitallisuuden arvioinnissa sekä yhteiskunnan painotusten ja ohjausmenetelmien valinnassa.

Jos operatiiviset asiat näyttävät peittävän alleen strategiset tekijät, niin myös kaikenlaiset liitännäisaktiviteetit kuten ympäristöjohtamisen laatujärjestelmien rakentaminen, ympäristöraportointi, ympäristöpolitiikan luominen ja ympäristötavoitteiden asettaminen vievät huomion varsinaisilta fysikaalisia ympäristöhaittoja aiheuttavilta materiaali- ja energiavirroilta. Näistä liitännäistoiminnoista tulee yrityksen ympäristökelpoisuuden mittareita varsinaisten fysikaalisten tekijöiden sijaan. Esimerkiksi päästöjen tai energian kulutuksen määrää kuvaavilla numeroilla on yhä vähemmän informaatioarvoa yhä suuremmalle osalle asian ympärillä pyörivistä ihmisistä. Liitännäistoimintojen kautta hyvinkin erilaisia yrityksiä on mahdollista tarkastella rinnakkain. Sen tekeminen materiaali- ja energiavirtoja kuvaavien numeroiden avulla näyttää olevan vielä liian vaikeaa.

Yrityksen ympäristöstrategisten valintojen kannalta on olennaista millaisin tavoin yhteiskunta arvioi ja ohjaa yritysten ympäristökelpoisuutta. Yritykset suhtautuvat varauksellisesti ympäristöasiaan yhtenä kilpailutekijänä, varsinkin, jos se pohjautuu materiaali- ja energiavirtojen mittaamiseen. Tällaisia lähestymistapoja ovat toistaiseksi olleet mm. ympäristöverot ja ekomerkit. Tilalle tarjotaan teollisuuden ja viranomaisten välisiä sopimuksia ja ympäristöjohtamisen järjestelmiä. Nämä jättävät yrityksille enemmän toimintavapauksia. Voidaankin sanoa, että teollisuus oikeastaa haluaa pitää sille esitetyt ympäristövaatimukset yhteiskunnallislähtöisen strategia-ajattelun mukaisina kilpailullisen strategian sijaan. Tällä tavalla ympäristöasia ei niin helposti realisoitu materiaali- ja energiavirtoja koskeviksi tehdaskohtaisiksi vertailuiksi, jotka voivat pakottaa kalliisiin ratkaisuihin ympäristötaseeltaan huonoimmissa tehtaissa. Yhteiskunnallisen strategian mukainen jatkuva parantaminen ja vertailu itseensä kilpailijoiden sijaan ei karsinoidu eritasoisia tehtaita samalla tavoin. Parantaminen on pikemmin helpompaa sille, jolla on paljon parannettavaa.

Paperiteollisuuden asema Suomessa muuttuu siihen vaikuttavan päätöksenteon muuttuessa eurooppalaisemmaksi. Eurooppalaisella tasolla paperiteollisuuden merkitys, ilmaistuna esimerkiksi henkilöä kohti laskettuna toiminnan volyyminä, on kymmenesosa Suomen tilanteeseen verrattuna. Samalla Suomessa toimivan paperiteollisuuden etu etäännyy Suomessa toimivien yritysten edusta, kun yritykset kasvavat ja kansainvälistyvät. Paperiteollisuuden sisäiset mielipiteet kirjavoituvat ja ne huudetaan kauempaa päättäjistä. Käytännössä tämä voi näkyä esimerkiksi Suomen teollisuuden toiveita tiukempina BAT-vaatimuksia (BAT = Best Available Technology) neitseellisen kuidun tuotannolle. Tällaiset vaatimukset taas ovat taustalla viranomaisten miettiessä luparajojaan.

Suomalainen yrityskulttuuri tekee ympäristöasioihin reagoinnin hitaaksi ja kommunikoinnin varovaiseksi. Kilpailuedun saaminen media-aiheiden kaltaisista nopealiikkeisistä toimintaympäristön muutoksista ei helpolla onnistu. Taustalla on yritysten tunteenomainen suhtautuminen ympäristöasiaan, mikä helposti estää järkevä toiminnan. Pyrkimys kansallisen konsensuksen löytämiseen hidastaa myös päätösten syntymistä. Toisaalta se estää vaihtoehtoisten ratkaisumallien kehittämisen vaikeuttaen sen oikean toimintavan löytymistä. Myös yritysten monet yhteistyömuodot edellyttävät pitkälle menevää konsensusta. Asian tekee kriittiseksi se, että tietty ympäristövaatimus on tyypillisesti mahdollista tyydyttää vain 5-20 %:n osuudella koko tuotannon volyyminä. Tällöin kaikkien ei tarvitse olla 'oikeassa'. Ruotsalaisyhtiöiden vapausasteet ovat tässä suhteessa suuremmat.

Asiakkaiden ympäristövaatimukset ovat voimakkaasti sidoksissa ns. media-aiheisiin maakohtaisten erojen ollessa suuret. Media-aiheet tulevat ja menevät. On kyettävä näkemään ero esillä olevan media-keskustelun ja sen taustalla olevan pidemmän aikavälin trendin välillä. Media-keskustelu joudutaan hoitamaan hyvin operatiivisesti, jolloin kommunikointi ja halvat toimintatavan muutokset ovat keskeisiä. Strategiset investointipäätökset ja muut pitkän aikavälin valinnat perustuvat taustalla olevan trendin vaatimuksiin. Media-aiheiden ennustaminen on vaikeaa. Niille on ominaista hyvä tuotteistettavuus, mikä edellyttää asian esittämistä kyllä/ei-muodossa (klooria tai ei). Kuluttajat hyväksyvät helpommin asiat, joiden kuntoon laittaminen ei vaikuta heihin itseensä. Myös kuluttajan terveyteen vaikuttavat asiat nousevat helposti otsikoihin.

## KIRJALLISUUSLUETTELO

Arjas, A. (toim.) (1983), Paperin valmistus, Suomen Paperi-insinöörien Yhdistyksen oppi- ja käsikirja, Teknillisten Tieteiden Akatemia, Turku

Enso (1998), Ympäristövuosi 1997, Enso Group, Helsinki

Gray, R. (1992), Accounting and Environmentalism: an Exploration of the Challenge of Gently Accounting for Accountability, Transparency and Sustainability, Accounting Organizations and Society, Vol. 17, No. 5, pp. 399-425, 1992

Gray, R. (1994), Corporate Reporting for Sustainable Development: Accounting for Sustainability in 2000AD, Environmental Values 3 (1994): 17-45

Hellen G. (1997), Wärtsilä NSD, Vaasa, henkilökohtainen tiedonanto

Helminen, R (1998), Eco-efficiency in the Finnish and Swedish Pulp and Paper Industry, Acta Polytechnica Scandinavica, Mathematics, Computing and Management in Engineering Series, Espoo

Hoffrén, J (1994), Ympäristötaloustieteen perusteet, Gaudeamus, Tampere

IVO (1998), Ympäristöraportti 1997, IVO Yhtiöt

IVO (1997), Ympäristöraportti 1996, IVO Yhtiöt

Jahkola A., Pirilä P., Raiko R., Tarjanne R. (1994), Energian tuotanto, teoksessa Kestävän kehityksen edellytykset Suomessa, Imatran Voima Oy:n 60-vuotisjuhlaulkaisu, toim. Kurki-Suonio I., Heikkilä M., Helsinki

Kaukoranta, E. (1998), Kalankasvatus vesien kuormittajana vuosina 1995 ja 1996, Ympäristö, 2.

KCL (1995), KCL Ecodata modulitiedosto, KCL Keskuslaboratorio Oy

Kettula-Konttas K., Lahti-Nuutila K.(1997), Metsäsertifiointi, nykytilanne Suomessa ja Euroopan Unionissa, teoksessa Uusitalo, L. (toim.), Ympäristöohjailua Euroopan Unionissa, Helsingin kauppakorkeakoulu W-185

Kilpinen P. (1995), Typen oksidien muodostuminen ja hajoaminen, teoksessa Poltto ja palaminen, toim. Raiko R., Kurki-Suonio I., Saastamoinen J. ja Hupa M., International Flame Research Foundation (IFRF) Suomen kansallinen osasto, Teknillisten Tieteiden Akatemia, Jyväskylä

Kohlberg L. (1984), Essays on Moral Development. Volume II. The Psychology of Moral Development: The Nature and Validity of Moral Stages, Harper & Row, Publishers, San Francisco

KTM (1998), Energiakatsaus 1/98, Kauppa- ja teollisuusministeriö, Helsinki

Lahti-Nuuttila, K (1993), Metsäteollisuusyrityksen ympäristötase, teoksessa Lovio, R. (ed.), Ympäristöjohtamisen tutkimuksen lähtökohtia ja näkökulmia, Helsingin kauppakorkeakoulun julkaisuja D-187, Helsinki

Lahti-Nuuttila, K (1997), Environmental Performance of the Finnish Pulp and Paper Industry, 4 th Conference of the Nordic Business Environmental Management Network, June 5-7, 1997, Tuohilampi, Finland

Lahti-Nuuttila, K. (1998), Yrityksen ympäristökilpailukyvyyn teoreettinen tarkastelu, ETLA, Elinkeinoelämän tutkimuslaitos, Keskutelunaiheita No. 637

Laine-Sveiby, K (1987), Kansallinen kulttuuri strategiana, Suomi ja Ruotsi - eroja ja yhtäläisyyksiä, Elinkeinoelämän valtuuskunta EVA, Helsinki

Lindeman, M. (1997), Elämisperäinen ja rationaalinen ajattelu, <http://www.helsinki.fi/jarj/tsv/ttapaht/597/lindema.html>

Metsä-Serla (1997), Yhtiön sisäinen raportti

Metsä-Serla (1996) Ympäristöraportti

Metsä-Serla (1995) Ympäristöraportti

Metsäteollisuus (1997), Tilastot vuodelta 1996, Metsäteollisuus ry, Helsinki

Metsäteollisuus (1998), Ympäristönsuojelun vuosikirja 1997, Metsäteollisuus ry, Helsinki

Naturskyddsföreningen (1995), Bra miljöval på elmarknaden, Naturskyddsföreningen, Stockholm

Naturvårdsverket (1994), Värt att veta om kväveoxidavgifter 1995, Naturvårdsverket, Solna

Neste (1997), Neste ja ympäristö 1997, Espoo

Niskala, M., Mätäsaho, R. (1996), Ympäristölaskentatoimi, Ekonomia-sarja, WSOY, Porvoo

Nordic Council of Ministers (1995), LCA-NORDIC Technical Reports No. 1-9, TemaNord 1995:502, Copenhagen

PPI (1997), Pulp & Paper International, July 1997, A. Miller Freeman Publication

PVO(1997), Vuosikertomus 1997, PVO-yhtiöt, Helsinki



- PVO (1997), Ympäristöraportti 1997, PVO-yhtiöt, Helsinki
- Pöyry (1995), World Paper Markets up to 2010, Jaakko Pöyry Consulting Oy, Helsinki
- Rautaruukki Steel (1997), Raahan terästehtaan ympäristöselonteko 1997, Raahen
- Rokeach, M. (1973), The Nature of Human Values, The Free Press, New York
- Silenius, P. (1997), Pigmentti- ja päällystystutkimus Suomessa, Teknologiakatsaus 53/97, Teknologian kehittämiskeskus TEKES, Helsinki
- SFS (1994), Suomen standardisoimisliitto SFS, Standardi BS 7750, Ympäristöasioiden hallintajärjestelmä, Helsinki
- SFS (1996), Suomen standardisoimisliitto SFS, Standardi SFS-EN ISO 14001, Ympäristöjärjestelmät. Spesifikaatio ja ohjeita sen täyttämiseksi, Helsinki
- Stanners D., Bourdeau P., ed. (1995), Europe's Environment, The Dobbris Assessment, European Environment Agency, Copenhagen
- Statens Naturvårdsverk (1995), Miljöavgifter på utsläpp av kväveoxid vid energiproduktion 1994, Tiedote, 28.4.1995, Statens Naturvårdsverk
- Södra (1997), Environmental Report 1996, Södra
- Tilastokeskus (1997), Energiatilastot 1996, Tilastokeskus, Helsinki
- TT (1998), Teollisuuden energiakatsaus 1/98, Teollisuuden ja Työnantajain Keskusliitto, Helsinki
- TT (1995), Osaaminen, kumppanuus ja ekokilpailukyky, Teollisuuden ympäristölinjaukset, Teollisuuden ja Työnantajain Keskusliitto, Helsinki
- UPM-Kymmene (1998), Ympäristöraportti 1997, UPM-Kymmene, Helsinki
- Wahlström E., Hallanaro E-L., Manninen S. (1996), Suomen ympäristön tulevaisuus, Edita, Helsinki
- Wellford, R. (1997), Hijacking Environmentalism, Earthscan Publications Ltd., London.



**ELINKEINOELÄMÄN TUTKIMUSLAITOS (ETLA)**  
THE RESEARCH INSTITUTE OF THE FINNISH ECONOMY  
LÖNNROTINKATU 4 B, FIN-00120 HELSINKI

---

Puh./Tel. (09) 609 900  
Int. 358-9-609 900  
<http://www.etla.fi>

Telefax (09) 601753  
Int. 358-9-601 753

**KESKUSTELUAIHEITA - DISCUSSION PAPERS ISSN 0781-6847**

- No 617 ELISABETH HELANDER, Finland's Research Clusters: Important Assets for a New Member of The European Union. 25.09.1997. 10 p.
- No 618 ATRO MÄKILÄ, Vakuutusyhtiöiden osaamistarpeiden ennakointi - kyselytutkimus. 30.09.1997. 28 s.
- No 619 RITA ASPLUND, The Disappearing Wage Premium of Computer Skills. 03.10.1997. 22 p.
- No 620 ERKKI KOSKELA - MARKKU OLLIKAINEN, Optimal Public Harvesting in an Economy with Multiple-use Forestry. 13.10.1997. 26 p.
- No 621 WANG HUIJIONG - LI SHANTONG, Prospects and Problems of China's Economy. 06.10.1997. 38 p.
- No 622 BIRGITTA BERG-ANDERSSON, Comparative Evaluation of Science & Technology Policies in Lithuania, Latvia and Estonia. 08.12.1997. 76 p.
- No 623 MARKKU KOTILAINEN, Etelä-Suomen talousnäkymät vuosina 1997-2001. 12.12.1997. 10 s.
- No 624 JOHANNA POHJOLA, CO<sub>2</sub>-päästöjen vähentämisen kansantaloudelliset vaikutukset: Tuloksia polttoainerakenteen muutokset huomioonottavasta CGE-mallista. 18.12.1997. 52 s.
- No 625 JANNE HAKALA, Osakeomistuksen jakautuminen suomalaisissa pörssiyrityksissä. 31.12.1997. 84 s.
- No 626 ANNE ERONEN, Yrityksen henkisen pääoman arviointi - malleja ja tunnuslukuja. 12.01.1998. 40 s.
- No 627 MARKKU KOTILAINEN, Economic Policy in EMU. 12.01.1998. 12 p.
- No 628 COLIN HAZLEY- INKERI HIRVENSALO, Barriers to Foreign Direct Investment in the Baltic Sea Region. 02.02.1998. 92 p.
- No 629 OLAVI RANTALA, Asuntokysyntään vaikuttavat tekijät ja sen kehitys talouden pitkän ajan kasvu-uralla. 29.01.1998. 60 s.
- No 630 PEKKA VALKONEN, Mitä suomalaisten yritysten patentointi kertoo kemian teknologian tasosta? 06.02.1998. 33 s.

- No 631 SOILI LEHTONEN - EERO LAESTERÄ, Kannattaako kotityö? Kotityön ja vapaa-ajan hinnoittelu ja tulonsiirtojärjestelmien yhteisvaikutus eri tulotasoilla. 26.02.1998. 33 s.
- No 632 DAINIUS BERNOTAS - ARVYDAS GUOGIS - ROMAS LAZUTKA, Social Security in Lithuania: A Review. 27.02.1998. 27 p.
- No 633 AUDRONE MORKUNIENE, The Lithuanian Pension System and Alternatives for the Future. 27.02.1998. 25 p.
- No 634 MIKA MALIRANTA, Factors of Productivity Performance by Plant Generation: Some findings from Finnish manufacturing. 05.03.1998. 25 p.
- No 635 RITA ASPLUND, Palkkaliikkuvuus Suomessa. 12.03.1998. 20 s.
- No 636 JUKKA LASSILA, Wage Formation by Majority Voting and The Incentive Effects of Pensions and Taxation. 19.03.1998. 26 p.
- No 637 KIMMO LAHTI-NUUTTILA, Yrityksen ympäristökilpailukyvyyn teoreettinen tarkastelu. 27.04.1998. 35 s.
- No 638 OLAVI RANTALA, Kotitalouksien varallisuus 1980-1996. 04.05.1998. 22 s.
- No 639 MARKKU PULLI, Ulkomaalaisomistuksen lisääntyminen Suomessa. 12.05.1998. 15 s.
- No 640 JOHANNA ALATALO - KARI ALHO, Kaupan tuottavuuskehityksen kokonaistaloudelliset vaikutukset. 20.05.1998. 51 s.
- No 641 JUHA HONKATUKIA, Arvioita ilmastotavoitteen kokonaistaloudellisista vaikutuksista Suomessa. 26.05.1998. 17 s.
- No 642 MARIANNE PAASI, Exporting, Learning Investment and Competitiveness of Firms - Business Survey Results in Estonia. 06.07.1998. 28 p.
- No 643 MIKKO MÄKINEN, Suomen viennin rakennemuutos ja klustereiden vientimenestys 1990-luvulla. 10.08.1998. 57 s.
- No 644 RAITA KARNITE, Latvia on the Path to Transformation. 28.08.1998. 16 p.
- No 645 ANSSI PARTANEN, Trade Potential around The Baltic Rim: A Two-model Experiment. 21.09.1998. 24 p.
- No 646 KIMMO LAHTI-NUUTTILA, Suomalaisen paperi- ja selluteollisuuden ympäristöstrategiaan vaikuttavia tekijöitä. 08.10.1998. 67 s.

Elinkeinoelämän Tutkimuslaitoksen julkaisemat "Keskusteluaiheet" ovat raportteja alustavista tutkimustuloksista ja väliraportteja tekeillä olevista tutkimuksista. Tässä sarjassa julkaistuja monisteita on mahdollista ostaa Taloustieto Oy:stä kopiointi- ja toimituskuluja vastaan hintaan.

Papers in this series are reports on preliminary research results and on studies in progress. They are sold by Taloustieto Oy for a nominal fee covering copying and postage costs.