

Metropolia Ammattikorkeakoulu  
Mediatekniikan koulutusohjelma

**Antti Lämsä**

**Tietopankki suomalaisille painoille ja kustantamoille**

**Insinööriyö 19.5.2010**

Ohjaaja: toimitusjohtaja Tuula Pohjola

Ohjaava opettaja: tekn.lis. Pentti Viluksela

## Metropolia Ammattikorkeakoulu Insinööri­työn tiivistelmä

Tekijä Otsikko	Antti Lämsä Ympäristötietopankki kotimaisille painoille ja kustantamoille
Sivumäärä Aika	67 sivua 19.5.2010
Koulutusohjelma	mediatekniikka
Tutkinto	insinööri (AMK)
Ohjaaja Ohjaava opettaja	toimitusjohtaja Tuula Pohjola tekn. lis. Pentti Viluksela
<p>Insinööri­työn tavoite oli rakentaa graafisen alan tietopankki asiantuntijayritykselle. Tietopankkiin koottiin yleistä tietoa graafisen alan pakollisista ja vapaaehtoisista ympäristöasioihin liittyvistä työkaluista.</p> <p>Painotuotteen elinkaaren ympäristövaikutuksissa suurin tekijä on paperin ja massan valmistus, seuraavana on itse painoprosessi. Vähemmän energiaintensiivisillä prosesseilla saataisiin aikaan suurimmat säästöt. Suurimmat päästöt ilmaan tulevat painovärien ja liuottimien kuivumisesta. Painoteollisuuden vesistö­päästöt ovat minimaaliset.</p> <p>Elinkaaritutkimuksista saatujen tulosten mukaan syväpainolla tehdyn aikakauslehden ympäristövaikutus on enemmän kuin kaksinkertainen verrattuna sanomalehteen. Sanomalehden elinkaaressa suurin ympäristökuorma tuli painamisesta, seuraavana paperin ja massan valmistuksesta. Aikakauslehdelle paperinvalmistus oli noin puolet ympäristökuormasta, kun taas massan valmistus ja painaminen noin neljäsosa.</p> <p>Arkkioffsetin painoprosesseissa käytettävien kemikaalien vaikutusten kokonaisvaltaisempi tarkastelu toi tulokseksi, että painamisen ympäristövaikutus on noin puolet, kun taas paperin osuus on noin kolmasosa.</p> <p>Käyttämällä jäteveden biologista käsittelyä voitaisiin vähentää ympäristövaikutuksia noin neljäsosa. Painovärien käytön vähentäminen, kierrätetyn paperin käyttö ja helposti haihtuvien puhdistusnesteiden käyttö vähentäisivät kokonaisympäristövaikutuksia.</p> <p>Graafisen alan osalta tietopankki on vielä koekäyttöasteella, ja sitä rakennetaan eteenpäin asiakkaiden pyyntöjen mukaisesti.</p>	
Hakusanat	ympäristö, elinkaaritutkimus, painotuote

Author Title	Antti Lämsä Environmental databank for printing and publishing houses
Number of Pages Date	67 19 June 2010
Degree Programme	Media Technology
Degree	Bachelor of Engineering
Instructor Supervisor	Tuula Pohjola, Managing director Pentti Viluksela, Licentiate in Technology
<p>The main goal for this thesis was to construct a databank for a consultant company. This databank was built to contain general information about law required and optional practices in the field of graphical industry.</p> <p>The main impact in the life cycle of a printed product is the producing of paper and mass, followed by the printing process. The biggest savings could be obtained with less energy intense processes. The biggest air emissions come from the drying of inks and solvents. The printing industry has a minimal impact to water system.</p> <p>According to the life cycle assessment (LCA) results, the impact of a magazine made with gravure printing is more than a double compared to a newspaper. The biggest environmental impact in the life cycle of a newspaper comes from printing and the making of mass and paper. For a magazine, paper producing was half of the environmental impact, when producing of mass and paper and the impacts of printing were only a quarter in comparison.</p> <p>A more comprehensive study of the chemicals used in the printing processes of a sheet fed offset revealed that the environmental impact of printing was roughly a half, when the share of paper producing was only a third.</p> <p>If a biological treatment would be used for waste water it could reduce environmental impact a quarter. Reducing the amount of ink in printing, using recycled paper and more effectively drying solvents would reduce the overall environmental impact.</p> <p>The graphical industry databank is still in test use. It is being built to meet the demands of the test users.</p>	
Keywords	environment, life cycle, printed product

# Sisällys

## Tiivistelmä

### Abstract

<b>1 Johdanto</b> .....	<b>5</b>
<b>2 Painotuote valmistuksesta loppukäyttöön</b> .....	<b>5</b>
2.1 Painotuotteen vaiheet .....	5
2.2 Elinkaaritutkimustekniikka .....	7
2.3 Painotuotteen ympäristövaikutukset .....	18
2.4 Painotuotteen valmistuksen osa-alueiden ympäristövaikutukset .....	20
2.5 Energiankulutus .....	28
2.6 Päästöt ilmaan .....	29
2.6.1 Haihtuvat orgaaniset yhdisteet.....	29
2.6.2 Hiilijalanjälki .....	31
2.7 Ongelmajätteet.....	34
2.8 Painotuotteen valmistuksen tärkeät osa-alueet.....	35
2.9 EuP-direktiivi (Eco Design ) .....	36
<b>3 Ympäristötyö graafisella alalla</b> .....	<b>44</b>
3.1 Joutsenmerkki.....	44
3.2 ISO 14000 -standardit .....	46
3.3 ISO 14001 -standardi.....	47
3.4 PEFC- ja FSC-sertifikaatti .....	49
3.5 Ympäristöindikaattorit .....	50
<b>4 Tietopankki osana painon ympäristötyötä</b> .....	<b>54</b>
4.1 CRnetin asiantuntija- ja tietopankkipalvelu .....	54
4.2 Tietopankin laatiminen .....	56
<b>5 Yhteenveto ja johtopäätelmät</b> .....	<b>64</b>
<b>Lähteet</b> .....	<b>66</b>

## **1 Johdanto**

Ympäristönsuojeluun on kiinnitettävä jatkuvasti suurempaa huomiota millä tahansa teollisuuden alalla. Siinä tärkeässä osassa oleva kestävä kehitys säästää luonnonvaroja ja vähentää ympäristökuormaa. Ympäristönsuojelu ei tarkoita pelkkää rahanmenoa, vaan säästöä tulee pidemmällä aikavälillä.

Painolaitosten ympäristötietoisuus ei ole vielä välttämättä huipputasoa, varsinkaan pienten painojen, joten on tarvetta kehittää uusia työkaluja ja menetelmiä painojen ympäristötyöhön sekä tarjota ajantasalla olevaa informaatiota.

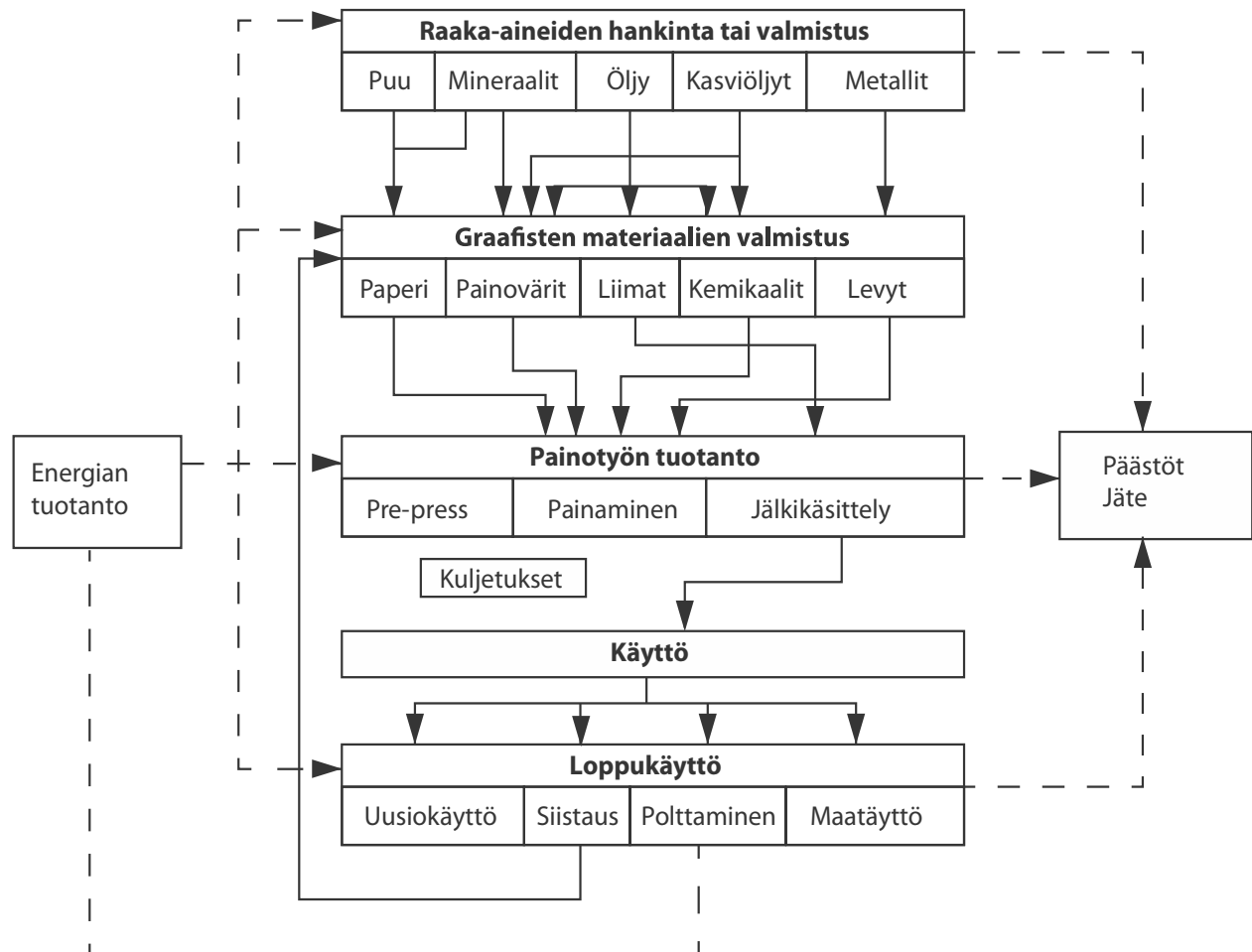
Insinööriyön tavoite on luoda graafisen alan osuus maksulliseen tietopankkiin asiantuntijayritykselle nimeltä CRnet. Tietopankki rakennetaan niin, että se palvelee graafisen alan ympäristöasioita kokonaisvaltaisesti pakollisista vaatimuksista vapaaehtoiisiin työkaluihin. Insinööriyöraportissa käsitellään tietopankin kokoamisen lisäksi laajemmin painotuotteen ympäristökuormituksen muodostumista ja sen osalualueita sekä elinkaaritutkimuksen tuloksia ja vapaaehtoisia yritysten ympäristötyökaluja.

## **2 Painotuote valmistuksesta loppukäyttöön**

### **2.1 Painotuotteen vaiheet**

Painotuotteen elinkaari alkaa tuotteen raaka-aineen hankinnasta ja jatkuu läpi graafisten materiaalien valmistuksesta painotuotantoon, jakelun ja käytön kautta tuotteen poistamiseen ja siitä jätteiden käsittelyyn tai uusiokäyttöön. Melkein kaikki vaiheet tuotteen elinkaareissa vaativat energiaa ja tuottavat jätteitä ja päästöjä. Kuljetus on myös mukana monissa vaiheissa. Käyttövaihe, eli tässä tapauksessa useimmiten lukeminen, eroaa muiden tuotteiden elinkaarellisesta kulutusvaiheesta, koska se ei kuluta energiaa. [1, s. 26–28; 2, s. 38–39.]

Tuotesuunnittelussa ja ympäristönsuojelun kehittämisessä elinkaariajattelua voidaan erityisesti käyttää hyödyksi. Tuotteen käyttö- ja valmistushistorian hallitseminen kokonaisuutena on haastavaa, eli 'kirjanpito' raaka-materiaalien hankinnan ja käytön vaikutuksista ympäristöön. Etenkin vaikeuksia tuottaa ympäristövaikutusten mittaamattomuus, tiedon laatu ja menetelmien luotettavuus. Elinkaarianalyysin tekemiseen ei olekaan yhtä yksiselitteistä toimintamallia. Käytäntöön soveltaminen tulosten pohjalta on aina yrityskohtaista. [1, s. 26–28; 2, s. 38–39.] Kuvassa 1 näkyvät painotuotteen elinkaaren osa-alueet yksityiskohtaisemmin.



Kuva 1. Painotuotteen elinkaari jaettuna viiteen vaiheeseen. Lähde: [1]

## 2.2 Elinkaaritutkimustekniikka

LCA eli Life Cycle Assessment on tekniikka, jolla mitataan tuotteen, prosessin tai palvelun ympäristönäkökohtia ja muita mahdollisia vaikutuksia

- mittaamalla energia- ja materiaalivirran kulutus ja päästöt
- arvioimalla mahdolliset vaikutukset ympäristöön saaduista mittaus- ja päästötuloksista
- tulkitsemalla tuloksia [3].

Aivan kuten elävillä organismeilla, myös tuotteilla on elämänkierto. Tuotteen kiertokulku jaetaan osiin, yleensä kuuteen, ja sekin vaihtelee, mutta pääosat ovat

- 1) tuotteen suunnittelu
- 2) raakamateriaalin hankinta ja prosessointi
- 3) tuotteen valmistus
- 4) tuotteen pakkaus ja jakelu
- 5) tuotteen käyttö ja huolto
- 6) tuotteen loppukäyttö; uudelleenkäyttö, kierrätys ja hävitys [4, s. 13–18].

Jokaisessa elämäkaarivaiheessa tuotteet ovat vuorovaikutuksessa muitten järjestelmien kanssa, ja tästä syystä elämänkaarta kutsutaan avoimeksi sykliseksi. Kun tuote luodaan, tarvitaan materiaalia, energiaa, työvoimaa, teknologiaa ja rahaa. Kaikki mainitut luovat ympäristövaikutuksia. Tuotteet voivat olla vuorovaikutuksessa ympäristön kanssa (materiaalin lisäys ja poisto, maan käyttö), taloudellisesti (tuotteen hinta, teknologiakustannukset, myyntivoitto) ja sosiaalisesti (työllisyys, työväen oikeudet). Nämä suhteet ovat hyvin muuttuvia. Puhtaamman teknologian käyttöönotto vähentää päästöjä, mutta saattaa nostaa tuotteen kustannuksia ainakin lyhyellä tähtämellä. [4, s. 13–18.]

Elinkaaritalousjärjestelmässä kaikki päätökset tehdään tuotteen elinkaareen kohdistuvien kokonaisvaikutusanalyysien pohjalta, ympäristölliset, taloudelliset ja sosiaaliset pääomat. Yritys, joka käyttää LCA-järjestelmää ja haluaa tehdä uuden tuotteen, analysoi siitä aiheutuvat vaikutukset laajasti; ympäristö, kustannukset, hyödyt paikalliselle taloudelle, sosiaaliset vaikutukset, kuten oikeudet ja niin edespäin. Uusi tuote-ehdotus jatkaa eteenpäin valmistusasteelle, jos sillä on hyvä tasapaino myönteisten ja kielteisten vaikutusten kesken. LCA:a käytetään määrittelemään ja tarkentamaan tätä uutta tuote-ehdotusta; käytettävät välineet ovat työkaluja, tietokoneohjelmia ja menettelytapoja, jotka auttavat tekemään elinkaari pohjaisia päätöksiä. [4, s. 13–18.] LCA-prosessi on systemaattinen neljä kohtaa sisältävä lähestymistapa:

1. *Päämäärän asettaminen ja määrittely* – tuotteen, prosessin tai toiminnan selostus ja määrittely. Taustan luominen, missä arviointi tehdään ja rajojen tarkentaminen sekä niiden ympäristöseikkojen esiintuominen jotka täytyy käsitellä.
2. *Inventaarianalyysi* – energian, veden ja materiaalikäytön sekä päästöjen (ilma, kiinteä jäte, jätevesi) tunnistaminen ja määrällinen laskeminen.
3. *Vaikutuksien arviointi* – käytön mahdollinen vaikutus ihmisiin ja ekologiaan, energian, veden ja materiaalien ja ympäristöpäästöjen tarkennus.
4. *Tulkinta* – inventaarianalyysin ja vaikutuksien arvioinnin tulosten evaluointi, jotta voidaan valita haluttu tuote, prosessi tai palvelu täysin ymmärtäen tuloksien epävarmuus ja oletukset, joilla nämä lopputulokset saatiin aikaan. [5.]

Tuotteen elinkaari -tyyppiset lähestymistavat ovat työkaluja, ohjelmia ja menettelytapoja. Lähestymistavat voidaan jakaa analyttisiin ja käytännöllisiin ratkaisuihin. Analyttistä tapaa käytetään arvoimaan suunnitellun päätöksen



vaikutuksia tieteellisen tarkalla tavalla. Elinkaaritutkimusta (LCA, Life Cycle Assessment) tai Life Cycle Costing (LCC), toiselta nimeltään myös Whole Life Costing, käytetään määrittelemään lopullinen kustannus. [4, s. 13–18.] Taulukossa 1 on eroteltuna elinkaaren analyysivaiheiden sisällöt.

Taulukko 1. Elinkaarianalyysin eri vaiheita [2, s. 40].

Analyysin vaihe	Sisältö
<b>Tavotteiden määrittely ja rajaukset</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Miksi elinkaarianalyysi tehdään?</li> <li>- Vertailuperusteen määrittely?</li> <li>- Mihin tuloksia käytetään?</li> <li>- Miten tutkittava järjestelmä rajataan?</li> </ul>
<b>Vaikutusten luokittelu, kuvaaminen ja arvottaminen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- vaikutusten luetteloiminen</li> <li>- vaikutusten merkityksen arvioiminen</li> <li>- vaikutusten kuvaaminen</li> <li>- päästöjen luokitteleminen päästöjen perusteella</li> </ul>
<b>Ekotaseen laatiminen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- luettelo raaka-aineista energiasta päästöistä ilmaan, veteen ja maaperään tuotteista jätteistä</li> <li>- vaikutusten kohdentaminen</li> </ul>
<b>Tulosten soveltaminen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- tulosten hyödyntäminen käytännössä</li> </ul>

### **Painetun tuotteen elinkaaritutkimus**

Viimeisen 14 vuoden aikana painetuista tuotteista on tehty useita LCA-tutkimuksia, joko täyden mittakaavan tutkimuksia tai vähemmän täydellisiä. Näistä on koottu yksi profiili, jossa käsitellään painettuja tuotteita, mukaan lukien aikakauslehti (heatset-offset, 120 000 kopiota), puhelinluettelo (coldset offset, 30 000 kopiota), kirjekuori (fleksopaino, toistuvia eriä) ja suoramainontalehtinen (heatset offset, 940 000 kopiota). Funktionaaliseksi yksiköksi valittiin joko 1 000 kopiota tuotetta tai 1 000 kiloa tuotetta. Tulokset arvoitettiin EPS- (Environmental Performance System) ja eco-scarcity (ekoniukkuus) -menetelmillä, mukaan liitettiin myös erittelyt eri painoprosesseista. Paperintuotannon ympäristökuormitus oli jokaisessa tutkimuksessa kaksi tai neljä kertaa suurempi kuin itse painaminen. [1, s. 50–51.]

Viime vuosina on ollut keskustelua kriteerien uudelleenmiettimisestä, koska on olemassa eri näkökulmia siitä, millainen painoarvo kuuluisi millekin vaatimukselle ja millä perusteilla painoarvot muodostetaan [6, s. 9–10].

Ongelmakohtia painotuotteiden valmistuksessa elinkaarianalyysien mukaan ovat

- suuri raakaveden tarve ja kemikaalipäästöt viemäriin
- verrattain suuri energiankulutus
- pesunesteiden ja liuottimien kulutus
- hylättyjen tuotteiden (makulatuuri) määrä [2, s. 46–47].

Uutta lähestymistapaa LCA:iin toi isomman painoarvon kohdistaminen tuotannolle ja kemikaalien käytölle. Normalisaation metodina käytettiin EDIP:ä (Environmental Design of Industrial Products). Funktionaalinen yksikkö määriteltiin yhdeksi tonniksi arkkipainokoneella painettua materiaalia, ja tulokset ilmoitettiin mPE:nä (milli-person equivalent). Tuloksista voidaan todeta, että painoprosessi, mukaan lukien puhdistus,

on suurin ympäristöä kuormittava osio, seuraavana tuloksissa oli paperin valmistus. Haitallisimmat luokat ovat akuutti ekomyrkyllisyys (eco-toxicity) 400 mPE, ilmaston lämpeneminen 240 mPE, ongelmajäte 159 mPE ja keskeytymätön myrkyllisyys 142 mPE. Materiaalikulutuksessa suurin oli kaoliini, jota käytetään mineraalipigmenttinä paperia päällystettäessä. [1, s. 50–51.]

### **Elinkaaritutkimuksen tuloksia**

Vuonna 1998 kustannus- ja paperikonserni Axel Springer Verlag ja paperinvalmistajat Stora ja Canfor tekivät elinkaarianalyysin (LCA) kahdesta tuotteesta, sanoma- ja aikakauslehti. Funktionaalinen yksikkö oli 1 kg tuotetta, ja tulokset laskettiin Eco-Indicator 95 -menetelmällä ja ilmaistiin milli-indikaattoripisteinä (mIP). Syväpainolla painetun aikakauslehden ympäristövaikutus oli enemmän kuin kaksinkertainen verrattuna sanomalehteen. Sanomalehden elinkaareissa 31 % ympäristökuormasta tuli painamisesta, 26 % paperinvalmistuksesta ja 29 % massan valmistuksesta. Aikakauslehdelle (painettuna superkalanteroidulle paperille) paperinvalmistuksesta tuli 44 % ympäristökuormasta, kun taas massan valmistus oli 25 % ja painaminen 28 %. Massanvalmistuksessa pienin ympäristövaikutus muodostuu siistatun massan valmistusprosessista (de-inked pulp, DIP), noin 0,3 mIP/massa kg. Termo-mekaaninen massan valmistus (TMP) ja muut mekaaniset massanvalmistusprosessit olivat vaikutuksiltaan 1,1 mIP/kg. Kemiallisen massan valmistuksessa vastaava luku oli noin 5 mIP /kg. Mekaaninen massan valmistus on varsin energiantensiivistä, joten vaadittavan energian tuotanto on ympäristön kuormituksen kannalta varsin tärkeä tekijä. [1, s. 50–51; 7, s. 30–40.]

Samaisessa tutkimuksessa käsiteltiin myös massanvalmistuksen ympäristövaikutuksia. Massan valmistuksen suuren energiantarpeen vuoksi ympäristövaikutus on muihin tuotantoprosesseihin verrattuna suuri. Kuidun valmistus tuottaa aikakauslehdillä 24 % ja sanomalehdellä 28 % koko elinkaaren ympäristövaikutuksista. [7, s. 30–40.]

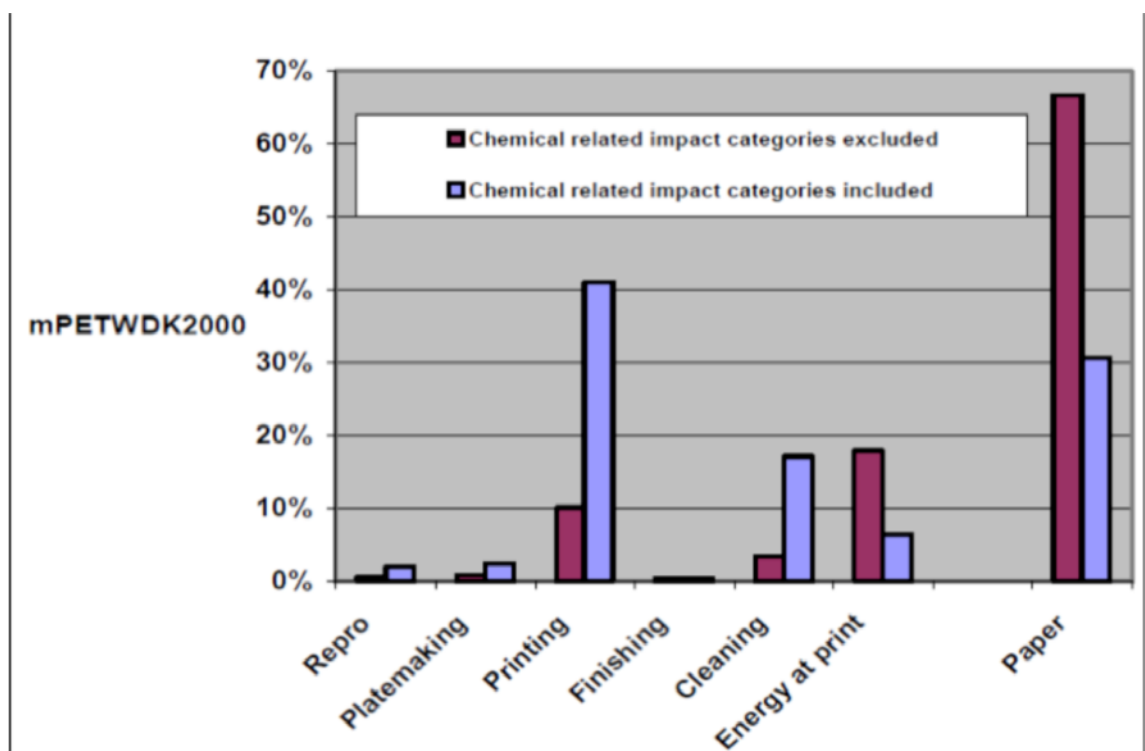
Vuonna 2006 Tanskan tekninen yliopisto suoritti arkkioffsetilla painetulle tuotteelle täydellisen elinkaarianalyysin ja käytti tutkimustuloksia EDIP (Environmental Design of Industrial Products) -metodin kanssa. Lopputuloksena saavutettiin uusi ja tarkempi näkökanta painetun tuotteen ympäristövaikutuksista. Tutkimuksen päämäärä oli tunnistaa painetun tuotteen ympäristövaikutusten laajuus koko elinkaaren aikana. Painamisessa käytettiin arkkioffsetilla, ja toiminnallinen yksikkö oli yksi tonni painettua tuotetta. Paperia käsiteltiin erikseen, koska edeltävät elinkaaritutkimukset ovat näyttäneet sen olevan hallitseva tekijä painetussa tuotteessa. Tämä tutkimus osoittaa, että jos kemikaalit lasketaan mukaan kokonaisvaltaisemmin, niin painaminen vaikuttaa huomattavasti enemmän (41 %) kuin paperi (31 %). Resurssienkäytön suhteen paperi on hallitsevin tekijä 48 %, eikä vähiten siksi, että paperinvalmistus on varsin energiaintensiivistä. [6, s. 11–13.]

Kuvassa 2 esitetään painotettu LCA-profiili arkkioffsetin painoprosesseille missä eroteltuna ovat kemialliset ja ei-kemialliset vaikutusprofiilit. Kuvan 2 tarkoituksena on selventää, miten paljon kemialliset vaikutukset merkitsevät prosessien ympäristövaikutuksessa. [6, s. 11–13.]

Kuvassa 2 esitetetyt tulokset ovat painotettuja, mikä tarkoittaa sitä, että päälle on lisätty WF (*Weighting factor*) -painotuskerroin. Se mahdollistaa tulosten vertailun eri vuosien välillä. Kuvassa 2 on käytetty vuotta 2000 (weighted denmark 2000, wdk2000). Tämä johtuu Tanskan poliittisista ympäristöpäämääristä ja tarkoittaa, että jos halutaan vertailla tuloksia esimerkiksi vuoden 1990 kanssa, jolloin Tanskan päämääränä on ollut vähentää ympäristövaikutuksia 50 %, se täytyy ottaa huomioon painotuskertoimessa. Tulos ilmoitetaan mPET:nä eli kohdistettuna henkilövastineena (PET, Targeted Person Equivalent) yhtä toiminnallista yksikköä kohden (yksi yksikkö oli siis tonni valmista tuotetta arkkioffsetilla painettuna). [6, s. 11–28.]

Kuvasta 2 käy ilmi, että jos kemikaaleja tarkastellaan kokonaisvaltaisemmin (kuvassa 2: *chemical impacts included*), niin painamisen ympäristövaikutus (41 %) on suurempi

kuin paperin (31 %). Paperi on eristetty, koska aikaisemmat tutkimukset näyttävät, että energiavaikutuksiin painottuvat kategoriat osoittavat paperin olevan hallitsevin tekijä, mutta niissä ei ole otettu huomioon kemikaaleista johtuvia mahdollisia vaikutuksia (*impacts excluded*). Kuvan 2 mahdollisessa ympäristövaikutuksessa painaminen on kokonaisvaikutuksessa hallitsevin, 41 % (18 % painovärien haihtumisesta mallipainotalossa ja 17 % pigmenttivalmistuksessa käytettävien synteettisten kemikaalien päästöistä). [6, s. 11–28.]



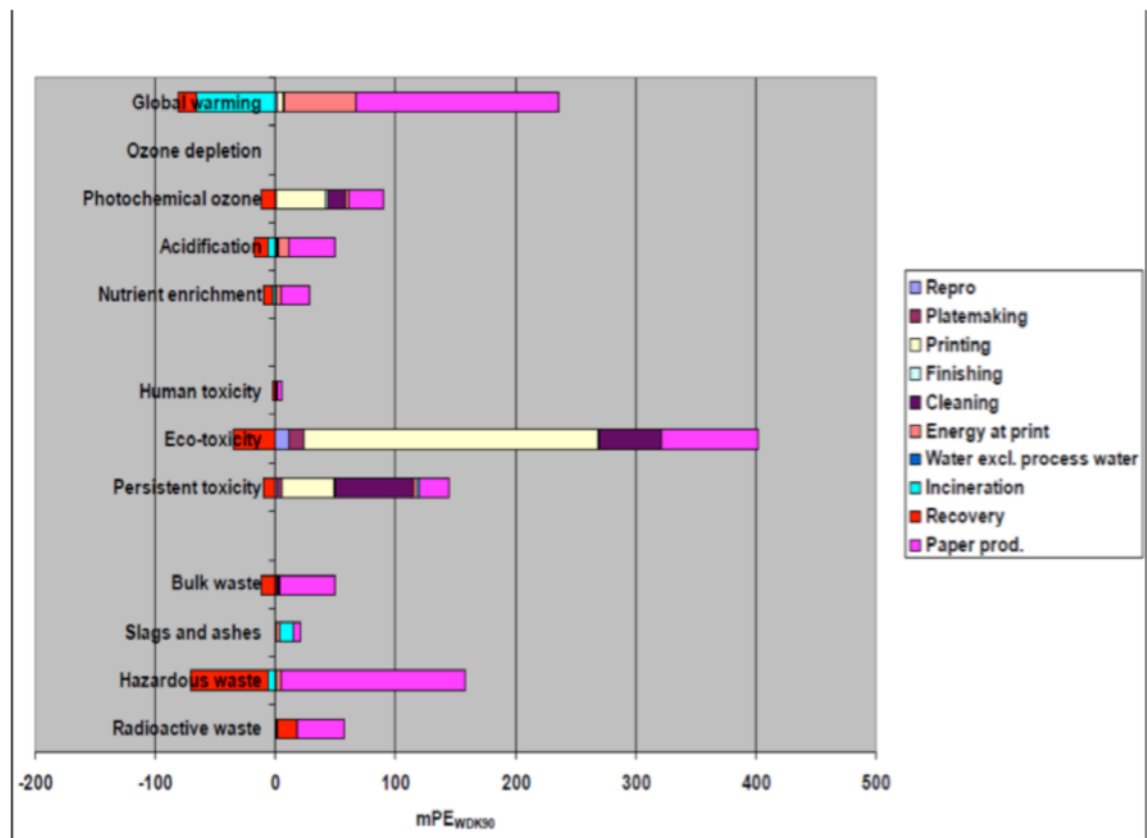
Kuva 2. Painotalon prosessien kokonaisympäristövaikutukset eroteltuna kemiallisiin ja ei-kemiallisiin tuloksiin [6].

Kuvan 2 tulokset kattavat keskimääräisen painetun tuotannon sekä Pohjoismaissa että muissa Euroopan maissa, missä käytetään arkkioffsetia. Referenssiskenaariota lisäksi käytettiin seitsemää muuta skenaariota ja lukuisia herkkyysanalyyskejä, jotka luotiin tätä projektia varten sisältäen referenssiskenaariosta tehtyjä variaatioita kulutuksen, päästöjen ja metodien ynnä muiden suhteen. Skenaarioissa käytetyt aineistot ovat peräisin pohjoismaisilta painoyrityksiltä. Seuraavanlaisia johtopäätöksiä saatiin aikaan kokonaisympäristövaikutuksista mukaan lukien paperi :

- Käyttämällä jäteveden biologista käsittelyä voitaisiin vähentää ympäristövaikutuksia noin 26 %.
- Vähentämällä painovärin käyttöä 26,5 kilosta 1,8 kiloon voitaisiin vähentää kokonaisvaikutusta ympäristölle noin 56 % (kulutusluvut peräisin julkaistusta ruotsalaisesta tutkimuksesta).
- Käyttämällä ainoastaan kierrätettyä paperia neitseellisen paperin sijaan ympäristövaikutusta voitaisiin vähentää noin 16 %.
- Käyttämällä ainoastaan (helposti) haihtuvia alifaattisia puhdistusnesteitä pelkkien kasvipohjaisten puhdistusnesteiden sijaan voitaisiin ympäristövaikutusta vähentää 26 %.
- Korvaamalla biosiidi benzalkonium kloridi Kathonilla prosesseissa, joissa kierrätetään vettä, voitaisiin vähentää kokonaisvaikutusta ympäristöön noin 69 %. [6, s. 11–13.]

Elinkaaritutkimus ei ainoastaan tarjoa kuvaa eri vaiheiden ja prosessien ympäristövaikutuksesta, vaan myös tukee herkkyyksianalyysien tuloksien vankkuutta [6, s. 11–28].

Kuvan 3 referenssiskenaarion vaikutustulokset ovat normalisoituja arvoja (mPE). Tässä tutkimuksessa käytetty EDIP-metodin mukainen normalisointi tarkoittaa, että tulokset ilmoitetaan mahdollisina kokonaisvaikutuksina tai luonnonvarojen kulutuksina jaettuna maailman asukkaiden lukumäärällä. Tulokset ilmoitetaan keskimääräisinä henkilö ekvivalentteina mPE (*milli Person Equivalent*). Kuvan 3 energian kulutukseen liittyvät vaikutukset, veden kulutus, painetun materiaalin poltto tai paperihukka, paperin talteenotto kierrätyksellä tai poltolla ja paperintuotanto on eritelty omiksi ryhmikseen. Kierrätyksellä ja polttamisella vältetyt mahdolliset haitat näytetään negatiivisina arvoina. [6, s. 60–64.]



Kuva 3. Normalisoitu elinkaari profiili referenssiskenaariolle [6].

Kuvassa 3 hallitseva potentiaalinen vaikutus milliperson-ekvivalentteina (mPE) on akuutti ekomyrkyllisyys (*eco toxicity*) 400 mPE. Tässä kategoriassa painoprosessin vaikutus vastaa yli puolta, noin 240 mPE, ja paperin valmistus lisää vielä 80 mPE. Jatkuvan myrkyllisyyden (*persistent toxicity*) päätekiä oli puhdistaminen, 66 mPE, seuraavana painaminen, 43 mPE ja paperinvalmistus, 24 mPE. Normalisoitu ilmastonlämpenemisen potentiaali (*global warming*) on noin 240 mPE, paperin valmistus hallitsee 170 mPE:n lisäyksellä ja painon energiankäyttö taas 60 mPE. Ilmaston lämpenemisen osalta paperin polttaminen ja kierrätys 'pelastivat' päästöjä -66 mPE ja -15 mPE. [6, s. 60–64.]

Fotokemiallinen otsoni -kategorian (*photochemical ozone*) normalisoituihin tuloksiin vaikuttivat painaminen, 42 mPE, paperinvalmistus, 28 mPE ja puhdistus, 15 mPE. Sekä ravintoaineiden rehevöitymiseen että happamoitumiseen (*nutrient enrichment*,

*acidfication*) vaikuttivat enimmäkseen paperinvalmistus ja energiankulutus.

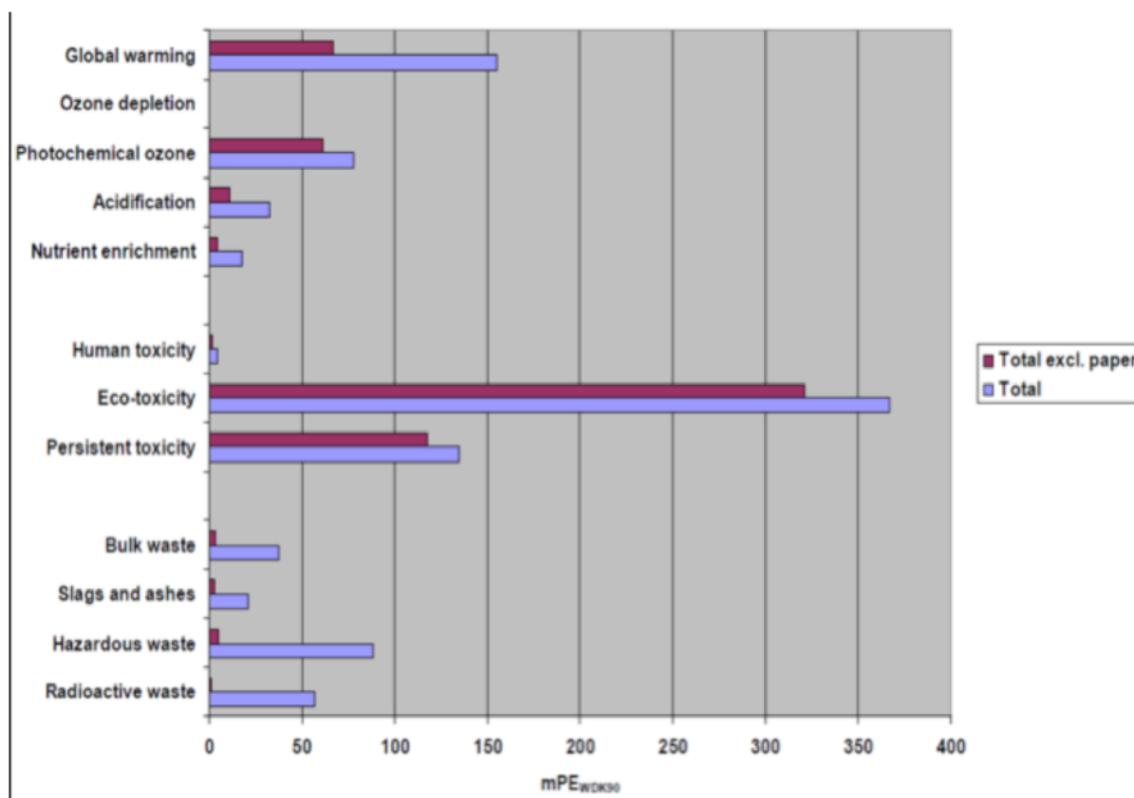
Ravintoaineiden rehevöitymisessä paperinvalmistus oli 24 mPE ja energiankulutus 3,5 mPE. Happamoitumisen kohdalla paperinvalmistus oli 38 mPE ja energiankulutus 8,7 mPE. Jokainen muu prosessin vaihe malliyrityksessä myötävaikutti alle 1 mPE, paitsi painamisen osalta hapettuminen 1 mPE. [6, s. 60–64.]

Paperinvalmistus oli hallitsevin vaikuttaja bulkkijätteelle (*bulk waste*) 46 mPE, ongelmajätteelle (*hazardous waste*) 154 mPE sekä radioaktiiviselle jätteelle (*radioactive waste*) 39 mPE [6, s. 60–64].

Kuonalle ja tuhkalle (*slag and ashes*) vaikutuksia aiheutti ainoastaan paperinvalmistus 5,8 mPE, poltto 11 mPE ja energiankulutus malliyrityksessä 2,5 mPE. Vedenkulutusta, paitsi prosessivettä ja otsonikulumista, ei ole ilmoitettu kuviossa, koska se on merkityksetön. Vedenkulutus oli yhteensä noin 1 200 litraa yhtä funktionaalista yksikköä kohti, prosessiveden kulutus oli noin 100 litraa / funktionaalinen yksikkö. [6, s. 60–64.]

Jotta painotetaan paperin tärkeyttä LCA-profiilissa, kuvassa 4 on vertailu täydellisen profiilin kanssa ja profiilin ilman paperia vaikutuksia kesken. Kuvan 4 pylväsdiagrammien vertailu tuo tuloksen, että noin 67 mPE (43 %) lopullisesta normalisoidusta potentiaalisesta ympäristövaikutuksesta ilmastonlämpenemiseen ei liity paperin kulutukseen. Lisäksi paperin vaikutukset ovat vain pienessä roolissa sekä akuutissa ekomyrkyllisyydessä että jatkuvassa myrkyllisyydessä, ja ne edistävät fotokemiallisen otsonin muodostumista kohtalaisesti. Toisaalta, paperi on hallitsevin tekijä kategorioissa ravintoaineiden rikastuminen ja hapettuminen sekä neljässä jätekategoriassa. [6, s. 90–102.]





Kuva 4. Normalisoitu LCA-profiilivertailu referenssiskenaariolle (paperi kokonaisuutena) sekä ilman paperin vaikutuksia [6].

Paperin valmistaminen on yksi tärkeimmistä arkkioffsetin elinkaaren osuuksista. Referenssiskenaariossa paperinvalmistus tuotti noin 540 mPE per funktionaalinen yksikkö, mikä vastaa 31 %:a kerätyistä vaikutuksista, kun kierrätyksestä ja poltosta takaisin saatu energia ja vältetyt päästöt lasketaan mukaan. Tämä luku ei vastaa aikaisempia tutkimuksia, joiden mukaan paperin vaikutus on vähintään kaksi kertaa isompi (70 % – 80 %). Tämä johtuu siitä, että tässä tutkimuksessa (Tanskan tekninen yliopisto 2006) kemikaaleista johtuvat päästöt ovat saaneet osakseen tarkempaa tutkimista kuin aikaisemmissa tutkimuksissa. Jos kemikaaleista johtuvat päästöt jätetään huomioimatta referenssiskenaariossa, paperin kokonaisvaikutus nousee 67 %:iin, mikä on yhdenmukaista aiempien tutkimusten kanssa. [6, s. 90–102.]

Painamisella on myös suuri merkitys LCA-profiiliin, 730 mPET per funktionaalinen yksikkö, mikä vastaa 41 %:a kerätyistä vaikutustuloksista. Tässä tapauksessa se tosin sisältää vähintään kaksi alakategoriaa, painoväriin valmistuksen ja itse painoprosessin

malliyrityksessä. Painoväriin valmistus vastasi 295 mPET, mikä on 17 % kokonaistuloksesta. Tämä tulos pohjautuu edellä mainittuun tavallista korkeampaan kemikaalien päästöarvojen painottamiseen. Painovärijäämistä johtuvien päästöjen osuus vaikuttaa 316 mPET, mikä vastaa 18 %:a painamisprosessin kokonaistuloksesta. Puhdistaminen on kolmanneksi tärkein toiminta, 305 mPET, mikä vastaa 17 %:a kerätyistä kokonaistuloksista. [6, s. 90–106.]

### 2.3 Painotuotteen ympäristövaikutukset

Painotuotteiden ympäristövaikutukset syntyvät painotuotteen valmistuksessa, paperin ja muiden raaka-aineiden tuotannossa ja tuotteen käytön jälkeisessä vaiheessa, joka on hävitys tai kierrätys. Kuormitusta ympäristölle aiheutuu tarvittavan energian kulutuksesta, käytettyjen kemikaalien aiheuttamista päästöistä, kuten esimerkiksi VOC-päästöt, paperin- ja massan tuotannosta, päästöistä vesiin ja ilmaan, kehitys- ja kiinnitekemikaalien käytöstä sekä jätevesien sisältämistä liuottimista ja kemikaaleista. [8.]

Painotuotteen ympäristövaikutuksissa huolenaiheista helpoin on materiaalitehokkuuden optimointi. Parantamalla käytettyjä prosesseja ja vähentämällä käyttöjätteen syntymistä pystytään tekemään rahallisia säästöjä, jotka samalla vaikuttavat ympäristötehokkuuteen. Muita onnistuneita ratkaisuja ovat tekniikat, joilla parannetaan tuottavuutta samalla, kun aiheutetaan ympäristölle vähemmän haittaa. Ongelmallisimpia ovat taas ne teknologia- ja prosessimuokkaukset, jotka vaativat laitteistoinvestointeja tai ovat käyttökustannuksiltaan korkeammat. [1, s. 10.]

Esimerkkeinä ratkaisuista, joilla parannetaan tuottavuutta samalla kun kohdistetaan ympäristöön vähemmän rasitusta, ovat seuraavat:

- VOC (*Volatile Organic Compound*) eli haihtuvien orgaanisten yhdisteiden hyötykäyttö (piipunpääteknologiat)
- painovärien ja muiden haitallisten jätteiden käsittely ja tuhoaminen

- tuotanto- ja prosessiveden minimaalinen käyttö
- pahvipakkausten ja palettien optimoitu käyttö [9].

Painoalaa ei pidetä ympäristövaikutuksiltaan suuripäästöisimpänä, mutta sillä kuitenkin on merkittäviä ympäristöön kohdistuvia haittoja (taulukko 2).

Taulukko 2. Painoalan aiheuttamia ympäristöön kohdistuvia rasitteita [1, s. 10].

Ympäristöön kohdistuva näkökohta	Esimerkki
Uusiutumattomien luonnonvarojen käyttö	<ul style="list-style-type: none"> <li>• painolevyjen metallin osuus</li> <li>• mineraaliöljyt painomusteessa ja liuottimissa</li> <li>• laitteiston metalliset ja muoviset osat</li> <li>• paperin mineraalipigmentti</li> </ul>
Uusiutuvien luonnonvarojen käyttö	<ul style="list-style-type: none"> <li>• painovärien ja puhdistusnesteiden kasviöljyt</li> <li>• paperikuidut (puu)</li> </ul>
VOC- päästöt (volatile organic compound)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• liuottimien haihtuminen painomusteen kuivumisen yhteydessä</li> <li>• kostutusveden lisäaineiden haihtuminen</li> <li>• puhdistusliuottimien haihtuminen</li> </ul>
Energiankulutus	<ul style="list-style-type: none"> <li>• tuotantolaitteet</li> <li>• kiinteistön kulutus</li> <li>• painovärien kuivuminen</li> <li>• kuljetukset</li> </ul>
Ongelmajätteet	<ul style="list-style-type: none"> <li>• painovärit</li> <li>• puhdistusliuottimet</li> </ul>
Myrkylliset tai haitalliset aineet	<ul style="list-style-type: none"> <li>• biosiidit kostutusvedessä</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• lisäaineet ja liuottimet painoväreissä ja liimoissa</li> </ul>
Kuljetuksista aiheutuvat päästöt	<ul style="list-style-type: none"> <li>• paperin, musteen ja muiden kuljetusketju</li> <li>• painotuotteen toimitus</li> <li>• jätteen kuljetus</li> </ul>

## 2.4 Painotuotteen valmistuksen osa-alueiden ympäristövaikutukset

Painotuotteen osa-alueiden ympäristövaikutukset voidaan jakaa seuraaviin osiin:

- paperin kulutus ja tuotanto
- energian käyttö
- päästöt ilmaan ja vesiin.

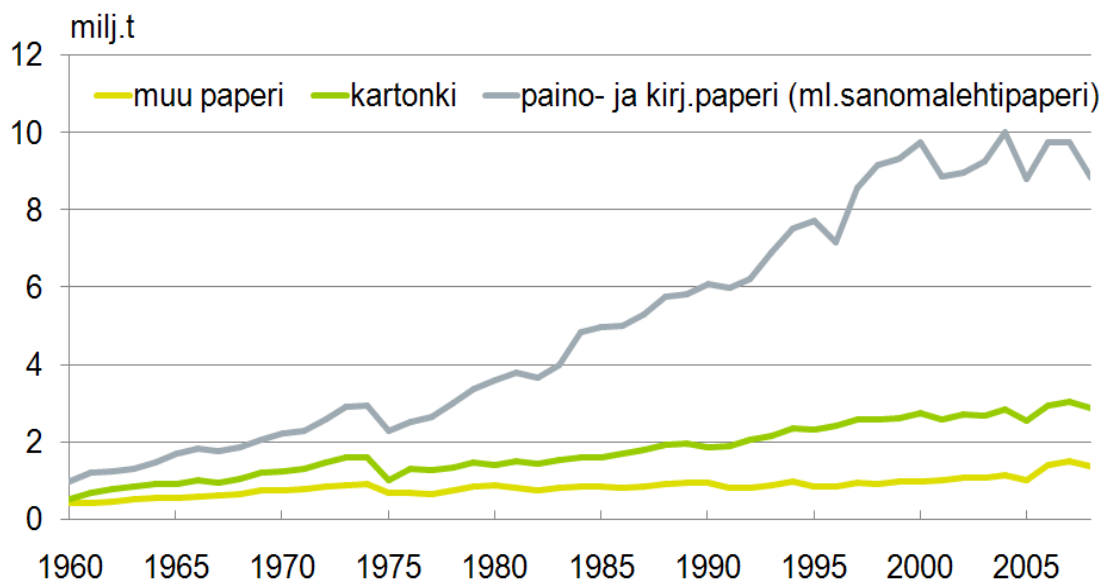
### Paperin kulutus ja tuotanto

Puu ja talteenotettu paperi ovat erittäin hyviä raaka-aineita, koska ne ovat uudelleen käytettäviä ja kierrätyskelpoisia. Nämä piirteet ovat keskeisiä paperiteollisuuden kestäväälle kehitykselle, mutta niiden etuja ei välttämättä aina tunnisteta. [10.]

Paperin raaka-aine on puista saatava kuitu. Se on myrkytön, uusiutuva ja luonnossa hyvin hajoava luonnontuote. Suomalainen metsäteollisuus onkin suunniteltu siten, että puita istutetaan enemmän, kuin niitä kaadetaan. [11.]

Paperin ja massan valmistuksen osuus painotuotteen elinkaaren kokonaispäästöistä on noin puolet. Se onkin selvästi ympäristövaikutuksiltaan merkittävin vaihe. [2, s. 42–43.] Vuonna 2008 Suomen metsäteollisuus tuotti massaa 11,6 miljoonaa tonnia sekä paperia ja kartonkia 13,1 miljoonaa tonnia. Paperin ja kartongin viennin osuus tuotetusta määrästä oli 90 %. Vuonna 2005 suomalainen kulutti pahvia ja paperia noin 350 kiloa henkilöä kohti. Paino- ja kirjoituspaperien tuotanto Suomessa on lähes

kymmenkertaistunut vuodesta 1960 vuoden 2008 vajaaseen 9 miljoonaan tonniin (kuva 5). [12; 2, s. 42–51.]



Kuva 5. Paino- ja kirjoituspaperien tuotanto Suomessa vuosina 1960–2008 [13].

### Energian käyttö

Energia on tämän hetken kuuma peruna, se on ollut jo pitkän aikaa Euroopan paperiteollisuuden pääaiheena. Energiakustannukset voivat olla jopa 30 % yrityksen kokonaiskustannuksista, joten teollisuus onkin etsinyt kestäviä ja uusiutuvia energianlähteitä, ja nyt se on kaikkein vähiten fossiilisia polttoaineita käyttävä teollisuudenhaara. [10.]

Kahden viime vuoden aikana energiakustannukset ovat nousseet suuresti, noin 40 %, ja hinnat jatkavat yhä nousuaan. Tämä on johtanut siihen, että Euroopan massa- ja paperiteollisuuden kilpailukyky on heikentynyt, koska se on hyvin energiaintensiivinen ala. Massan ja paperin hinnat päätetään maailmanlaajuisilla markkinoilla, eikä Euroopan teollisuus voi nostaa alueellisia kustannuksia seuratakseen perässä [10.]

Energiankulutuksen kolme tosiasiaa, jotka koskevat kaikkia käyttäjiä, ovat seuraavat:

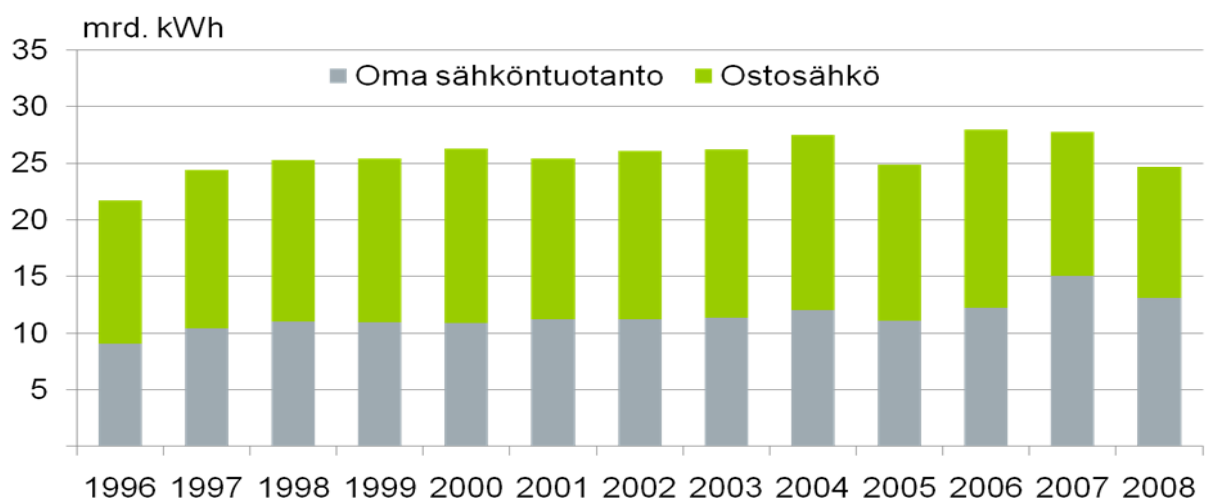
- Energian saanti on rajoitettua ja se tulee pysymään kalliina.

- Halvin kilowattitunti on se, mitä ei käytetä.
- Pääkohde on vähentää fossiilisista polttoaineista aiheutuvia kasvihuonepäästöjä. [14, s. 1–16.]

Lähes kaikki asiantuntijat ennustavat korkeita pitkäaikaisia hinnankorotuksia energian kysynnän kasvun ja rajoitetun tarjonnan vuoksi. Toinen kohde on tarve vähentää fossiilisten polttoaineiden käytöstä johtuvia kasvihuonepäästöjä. Nämä tosiasiat vaativat suurta panostusta energian kulutuksen optimointiin, kulutuksen vähentämiseen ja puhtaampaan polttoon. Tehokas energian käytön hallinta (sähkö, kaasu, propaani, diesel ja bensa) yhdistettynä sopivaan teknologiaan vähentää käyttökustannuksia, parantaa työoloja ja auttaa suojelemaan ympäristöä. McKinsey Global Instituten tutkimuksen mukaan (2007) maailmanlaajuinen 170 miljardin dollarin vuotuinen sijoitus energiatehokkuuteen toisi noin 17 %:n tuoton. [15.]

Vaikka energiatehokkuus on parantunut noin 1,3 % vuodessa vuodesta 1980 lähtien, löytyy vielä suuria maailmanlaajuisia vaihtelevaisuuksia. Parannettu energiatehokkuus on nopein ja halvin tapa vähentää kasvihuonepäästöjä, koska investoinnit jo olemassa oleviin teknologioihin leikkaisivat hiilidioksidipäästöjä noin puolella vaadistusta kasvihuonepäästöjen vähentämismäärästä. [15.]

Metsäteollisuuden tehtailla tuotetaan itse yli 40 % tarvitusta sähköstä (kuva 6).



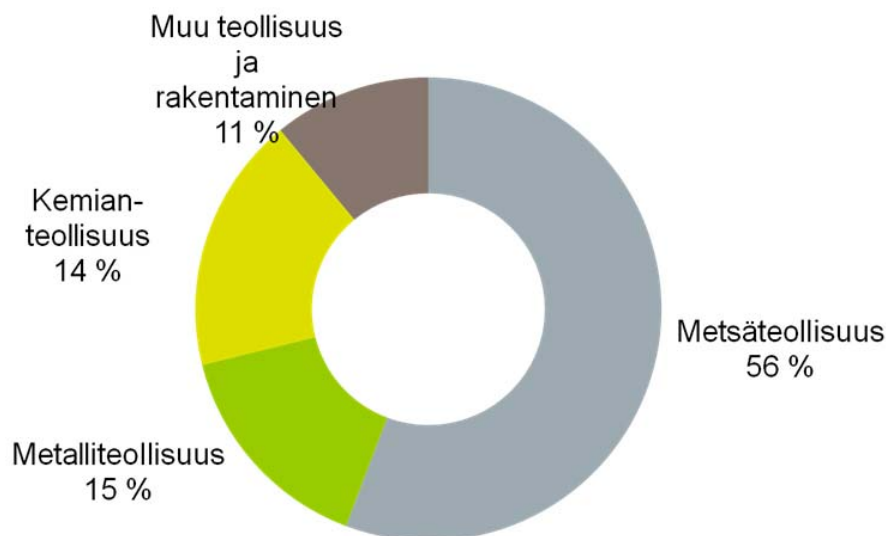
*Kuva 6. Metsäteollisuuden sähkönkäyttö 1996–2008 [13].*

Energiaa kuluu runsaasti metsäteollisuudessa, jonka osuus Suomen sähkön kokonaiskulutuksesta on noin 56 prosenttia. Suurimman energiaosuuden lohkaisee mekaanisen massan valmistus. Siinä irrotetaan kuituja puusta hiertämällä tai hiomalla, ja apuna käytetään lämpöä ja höyryä. Tämä tuottaa päästöjä ilmaan. Mekaanisen massan valmistukseen sähköenergiaa kuluu 7,0 – 7,5 terawattituntia, mikä vastaa noin kymmentä prosenttia Suomen sähkönkulutuksesta. Energiaomavaraisuuteen ylittää ainoastaan selluloosan teko eli kuoripuun ja mustalipeän poltto, mutta siitä syntyy päästöjä ilmaan ja vesiin. [2, s. 42–50.]

Jos ei oteta paperin tai painovärin valmistusta huomioon, seuraavaksi suurin energiaa kuluttava kohde ovat itse rakennukset (ilmastointi, lämmitys, valaistus jne.), sitten tulevat tuotantokoneet, lähinnä painokoneet ja viimeistely. Energian kulutus on merkittävästi riippuvainen painotalossa käytettävän tekniikan nykyaikaisuudesta ja yleisistä ratkaisuista. [1, s. 28–29; 2, s. 42–55.]

Painoprosessissa painovärin kuivaaminen kuluttaa paljon energiaa. Nopeasti kuivuvien painovärien käyttö on järkevää, jos niillä voidaan välttää erillinen kuivausvaihe. Arkipainokoneista ja heatsetistä kuivaimen poistoilman jälkipoltosta syntyvä lämpö voidaan myös ohjata toisaalle, esimerkiksi painosaliin tai paperivarastoon. [16, s. 17–22.]

Suomessa vuonna 2003 tuotetut painotuotteet kuluttivat energiaa eri muodoissaan koko elinkaarensa aikana yhteensä lähes 1 500 000 MWh. Kuvassa 7 voidaan nähdä Suomen koko teollisuuden sähkönkulutuksen jakauma vuonna 2008. Kulutus oli yhteensä 44,3 TWh.



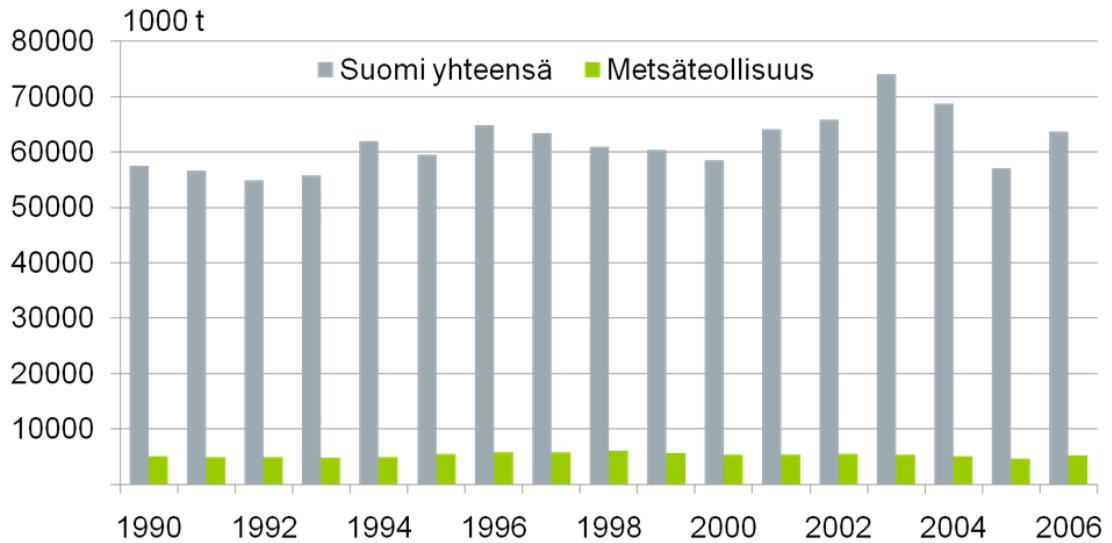
Kuva 7. Teollisuuden sähkönkulutus vuonna 2008 [13].

### Päästöt ilmaan ja vesiin

Raakavettä graafinen teollisuus kuluttaa yli miljoona kuutiometriä vuodessa. Sitä tarvitaan pesuihin, kostutusveteen offseteissa, kemikaalien laimennukseen, ilmankostutukseen ja saniteetti- ja talousvesinä. Liuottimet, pesurätit ja pesunesteet varastoidaan erikseen ja toimitetaan ongelmajätekeräykseen. Jaakko Pöyry Consulting Oy:n tekemien laskelmien perusteella painotuotteet aiheuttavat koko elinkaarensa varrella melkein yhtä paljon kuormitusta vesistöihin kuin yhden henkilön kolmen päivän aikana tuottamat puhdistetut jätevedet. [2, s. 46–52.]

Jos haluaa perustaa uuden painotehtaan, joutuu muun muassa tekemään mittavan ja varsin yksityiskohtaisen selonteon ympäristöviranomaisille käyttämistään prosesseista ja niiden tuottamista päästöistä vesistöihin ja ilmastoon. Myös maaperän ja suojealueitten kartoituksen joutuu tekemään. Kuvasta 8 voidaan lukea, että metsäteollisuuden ja koko Suomen hiilidioksidipäästöt ovat pysyneet samoissa lukemissa vuosina 1990–2006.





Kuva 8. Metsäteollisuuden osuus Suomen hiilidioksidipäästöistä [13].

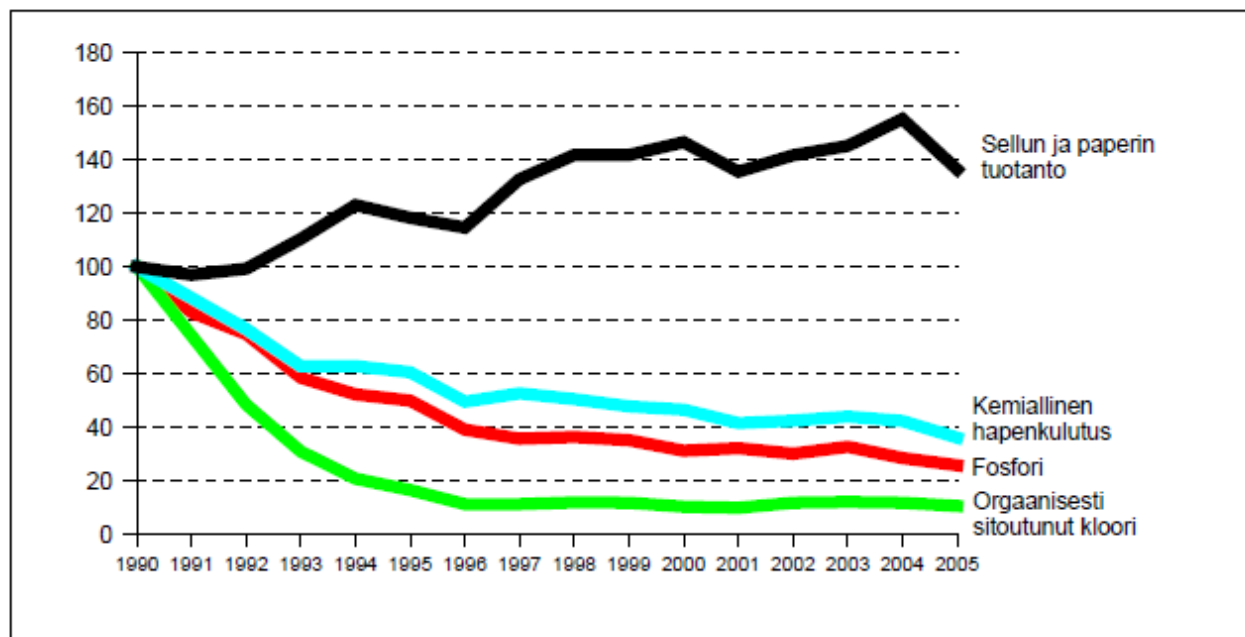
Päästöt ilmaan syntyvät, kun painoväri kuivuu ja pesunesteiden ja kostutusvesien orgaaniset yhdisteet haihtuvat (volatile organic compound, VOC). Päästöjä voidaan vähentää käyttämällä mahdollisimman vähän liuotinpohjaisia pesunesteitä ja painovärejä. Päästöjä voidaan myös absorboida piipunpääteknologialla (end-of-pipe technology) esimerkkinä hiilikuitupolymeerimatto. Heatsetpainoissa käytetään usein myös VOC-jälkipoltinta, jossa päästöt poltetaan ja siitä vapautuva energia jaetaan muihin prosesseihin [2, s. 42–50]. Taulukossa 3 nähdään massa- ja paperiteollisuuden tuotannon päästöt ja jätteet Suomessa 2008.

Taulukko 3. Massa- ja paperiteollisuuden tuotannon, päästöt ja jätteet Suomessa 2008 [13].

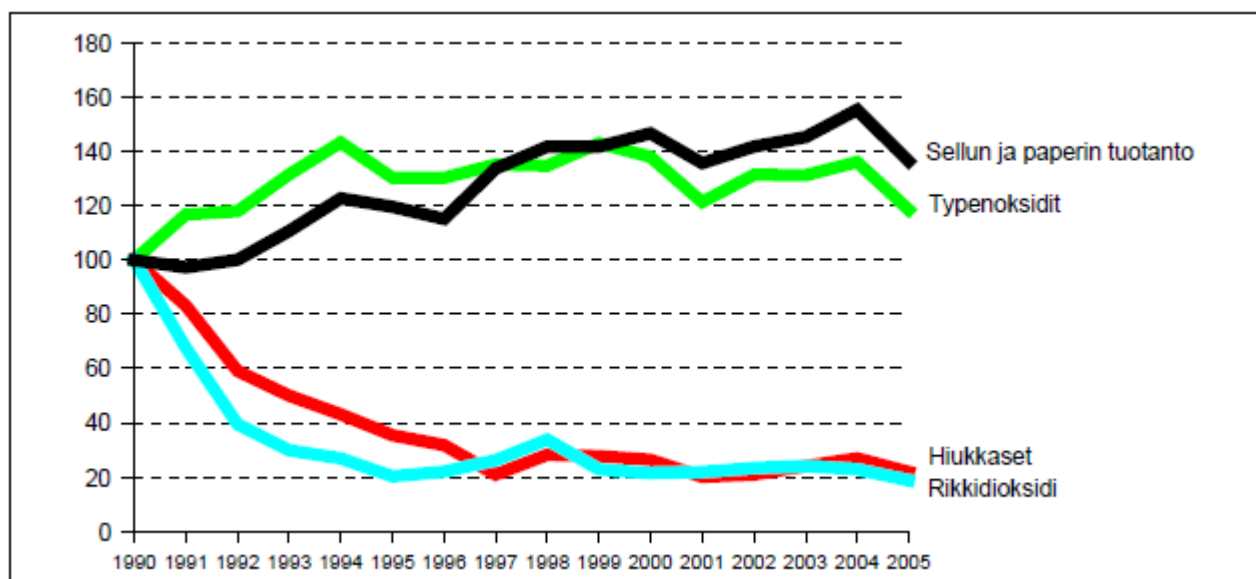
			Muutos 2008/2007
<b>Tuotanto</b>			
Paperi	10,2	milj. t	-9 %
Kartonki	2,9	milj. t	-5 %
Massat	11,6	milj. t	-10 %
<b>Päästöt vesistöihin</b>			
Kiintoaine	14 194	t	-1 %
Biologinen hapenkulutus, BOD <sub>7</sub>	9 994	t	-25 %
Kemiallinen hapenkulutus, COD <sub>Cr</sub>	160 593	t	-10 %
Fosfori, P	157	t	-11 %
Typpi, N	2 269	t	-14 %
Orgaaniset klooriyhdisteet, AOX	1 115	t	-10 %
<b>Päästöt ilmaan</b>			
Rikkidioksidi, SO <sub>2</sub>	3 116	t(S)	-14 %
Pelkistyneet rikkiyhdisteet, TRS	525	t(S)	-40 %
Typenoksidit, NO <sub>x</sub>	20 994	t(NO <sub>2</sub> )	-1 %
Hiukkaset	3 045	t	-26 %
Hiilidioksidi, CO <sub>2</sub>	4,42	Mt	-12 %
<b>Jätteet</b>			
Kaatopaikkajätteet (kuiva-aineena)	234 000	t	-3 %
- tuhkat	83 000	t	
- soodasakka ja meesa	97 000	t	
- siistausjätteet	8 000	t	
- kuitu ja pastalietteet	7 000	t	
- jätevedenpuhdistamojen lietteet	12 000	t	
- puujätettä	2 000	t	
- kierrätyskelvotonta jätepaperia	5	t	
- muita jätteitä	23 000	t	
	466 005		
1) lukuun sisältyy käsittelylaitokseen toimitettu ongelmajäte			

Tilastokeskuksen tekemän selvityksen mukaan graafinen teollisuus on ainoastaan pieni jätteiden tuottaja Suomessa. Graafisen alan tuotantolaitoksista vietiin kaatopaikoille muun muassa muovi- ja kumijätteitä, metalleja, valoherkkää paperia, nahka- ja tekstiilijätteitä sekä ruokajätteitä. Kaikkein merkittävin jäte graafisella alalla on paperi.

Makulatuuria (eli pilalle mennyt painos) syntyy noin 2–20 prosenttia valmistettua tuotetonna kohti. Vuonna 2001 tuotantolaitoksissa syntyi ongelmajätteitä noin 2 500 tonnia. Painolaitoksissa ongelmajätettä syntyy 2-10 kiloa tuotetonna kohden. [2, s. 42–50.] Kuvissa 9 ja 10 nähdään vuosilta 1990–2006 tilastot massa- ja paperiteollisuuden tuotannon ilma- ja vesistöpuhdistusta.



Kuva 9. Massa- ja paperiteollisuuden tuotanto ja vesistökuormitus (1990 = 100) [17, s. 28].



Kuva 10. Massa- ja paperiteollisuuden tuotanto ja ilmapäästöt [17, s. 28].

## 2.5 Energiankulutus

Vuonna 2007 energian kokonaiskulutus Suomessa oli 1,47 miljoonaa terajoulea (TJ), mikä oli lähes 2 prosenttia vähemmän kuin sitä edeltävänä vuonna. Sähköä puolestaan käytettiin 0,4 prosenttia edellisvuotta enemmän eli kaikkiaan 90,4 terawattituntia (TWh). Lämpimästä säästä johtunut pienentynyt lämmityksen tarve vaikutti energian kokonaiskulutuksen vähentymiseen. Myös vesivoiman ja sähkön tuonnin osuuden lisääntyminen sähkön hankinnassa laskivat energian kokonaiskulutusta. [18.]

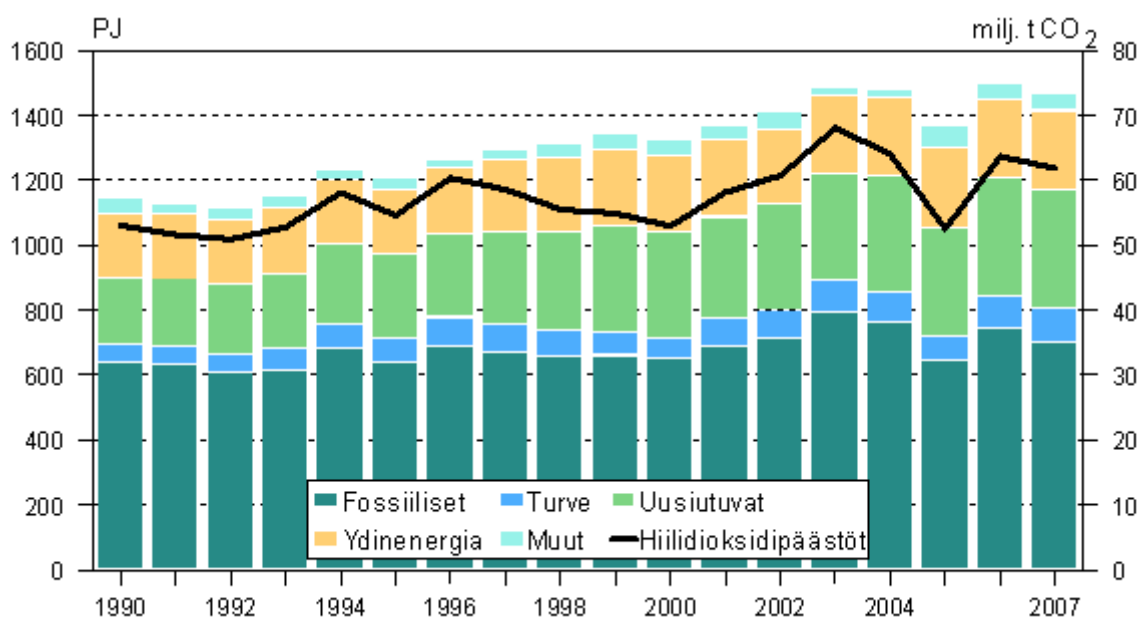
Energiapalveludirektiivi (ESD) tuli voimaan Suomessa 17.5.2008. Siinä säädetään kansallinen ohjeellinen 9 %:n energiansäästötavoite jaksolla 2008–2016. [19.]

Energiankulutuksen kolme pääkohdetta painolaitoksessa ovat

- tuotantolaitteet ja painovärin kuivaus
- rakennus ja kiinteistöpalvelut
- sisäinen kuljetus painolaitoksessa [14].

Ilmastostrategiatavoite Suomessa on, että uusiutuvan energian kokonaiskäyttö vuoteen 2015 mennessä kasvaisi ainakin neljänneksen ja vuoteen 2025 mennessä

vähintään 40 prosenttia. Kehitys uusiutuvan energian alalla kohdistuu erityisesti biopolttoaineiden, kuten peltoenergian, biokaasun, hakkeen ja kierrätyspolttoaineen, käytön lisäämiseen. Strategiassa todetaan, että vesivoiman kehittämisen kannalta mahdollisuudet ovat Suomessa rajalliset. Tuulivoimaa pidentäänkin viennin kannalta tärkeänä teknologiana. [20.] Kuvasta 11 voidaan huomata, kuinka fossiiliset polttoaineet ovat olleet pääasiallinen energialähde Suomessa.



Kuva 11. Energian kokonaiskulutus ja hiilidioksidipäästöt Suomessa [18].

## 2.6 Päästöt ilmaan

### 2.6.1 Haihtuvat orgaaniset yhdisteet

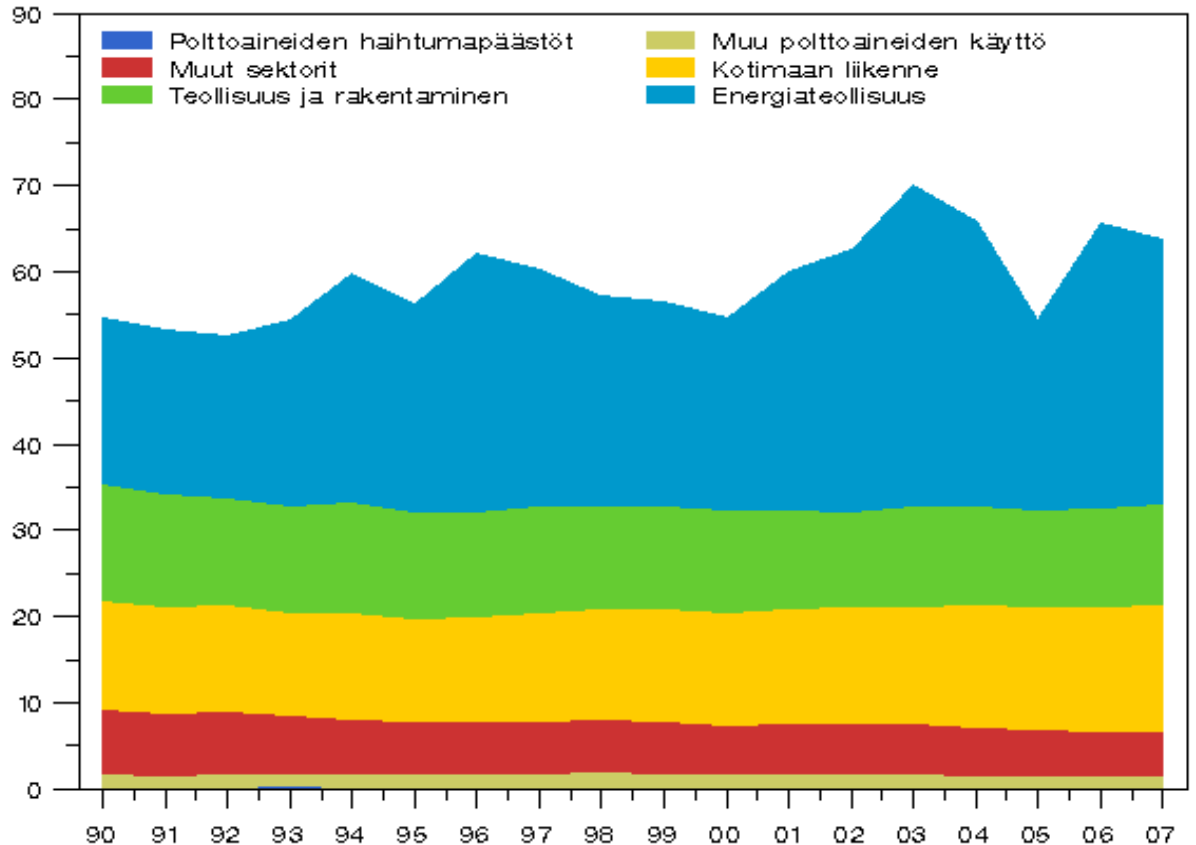
Painoprosessista ilmaan joutuvat päästöt ovat suurimmaksi osaksi VOC-päästöjä. Niitä syntyy painovärien kuivussa ja pesunesteiden ja kostutusvesien sisältäminen orgaanisten yhdisteiden (mineraaliöljyt, isopropanoli) haihtuessa. [9.]

Eräät VOC-päästöt, kuten liuottimen haihtuminen painoväristä kuivaimessa, ovat paikallisia ja helppo kontrolloida. Hajapäästöt syntyvät puolestaan eri kohteissa painoprosessia, ja ne ovat usein hyvin vaikeita kontrolloida. [1, s. 32–33.]

Huonosti hallittuina VOC-päästöt voivat olla vaarallisia. Riskeihin kuuluvat seuraavat:

- **Terveys:** monet VOC-päästöt aiheuttavat ärsytysreaktioita tai ovat karsinogeenisia
- **Ympäristö:** VOC-päästöt osallistuvat alailmakehän haitalliseen otsonimuodostukseen
- **Talous:** useat liuottimet ovat kalliita hankkia ja hävittää, koska ne kuuluvat ongelmajätteisiin. [9.]

Alailmakehän otsoni on foto-oksidantti, ja se syntyy hiilivedyistä ja typen oksideista voimakkaassa auringonvalossa. Otsoni on voimakas hapetin ja ilmakehää puhdistavakin kaasu, mutta korkeina pitoisuuksina alailmakehässä haitallinen. Hengitettynä otsoni lamauttaa keuhkojen toimintaa ja aiheuttaa muun muassa yskää ja hengenahdistusta. Voimakkaana hapettimena otsoni vaurioittaa kasvien solukkoa ja heikentää puiden ja viljelyskasvien kasvua. [19.] Kuvasta 12 voidaan nähdä, että suurimmat päästöt syntyvät energiateollisuudessa.



Kuva 12. Energiasektorin päästötrendi 1990–2007 (miljoonaa t CO<sub>2</sub>-ekv.) [18].

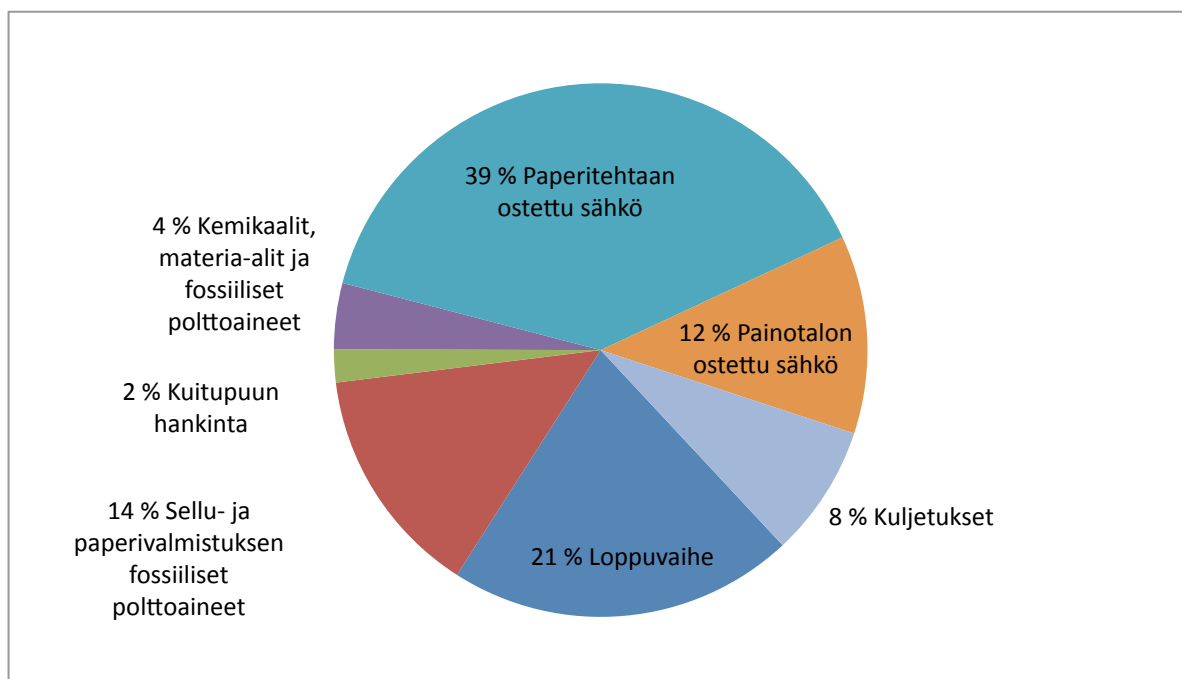
## 2.6.2 Hiilijalanjälki

Hiilijalanjäljellä tarkoitetaan tuotteen elinkaaren osa-alueilla syntyviä kasvihuonepäästöjä, jotka ovat lähtöisin fossiilisista polttoaineista. Ilmastonmuutosta aiheuttavat metaani, hiilidioksidi, typpioksiduuli ja joukko halogeeneja. Hiilijalanjäljen mittayksikkö on CO<sub>2</sub>-ekv., hiilidioksidiekvivalentti. Siihen sisältyvät prosessin tai tuotteen kokonaisvaikutukset ilmastoon (kaikki kasvihuonekaasut) hiilidioksidiksi muutettuna. [21.]

Hiilijalanjälkilaskemien vertailu eri laskelmien teettäjien välillä on useimmiten mahdotonta, koska laskelmissa käytetyt oletukset, kohdentamiset ja rajaukset vaihtelevat. Tähän on pyritty saamaan parannusta muun muassa tammikuussa 2009 alkaneella ISO-standardointityöllä, joka luo yhteistä ohjeistoa hiilijalanjäljen laskemiseksi. [22.]

### **Suomalaisen sanomalehden hiilijalanjälki**

Sanomalehden tyypillinen hiilijalanjälki on 150–190 g CO<sub>2</sub>-ekv. Lukujen vaihteluväli liittyy kaatopaikkojen päästöjen epävarmuuksiin. Sanomalehti on tyypillisesti painettu suomalaiselle 40-grammaiselle sanomalehtipaperille, joka sisältää 40 % siistausmassaa (siistaus tarkoittaa uudelleenkäytettyä paperia, josta on poistettu edellisen käyttökerran painojälki). Paperimassaa ei valkaista eikä sanomalehtipaperia päällystetä. [21; 2, s. 43.] Kuvasta 13 voidaan nähdä suomalaisen sanomalehden hiilijalanjäljen koostumusprosentti.



Kuva 13. Suomalaisen sanomalehden hiilijalanjälki [16, s. 22].

Suurimman yksittäisen lähteen kasvihuonekaasuille muodostaa sanomalehden elinkaareissa paperitehtaan käyttämä sähkö (39 %). Energiatehokkuuteen ja käytettyyn energiamuotoon vaikuttamalla pystytään pienentämään elinkaarivaiheen vaikutusta ympäristöön. Omalla toiminnalla esimerkiksi kustannusyhtiöissä suurin merkitys on painotoiminnan energiategokkuudella ja käytettyjen energiamuotojen valinnalla. [21.]

Viidennes hiilijalanjäljestä koituu kuluttajan omista valinnoista. KCL on laskenut, että painotuotteista 79 % kierrätetään, 16 % päätyy kaatopaikalle ja 5 % poltetaan. Kierrätys laskeekin painotuotteen ympäristövaikutusta 20 % ja samalla saadaan uudelleenkäyttöön materiaalia. [21.]

Valitsemalla uusiutuvaa energiaa, kuten tuuli- tai vesivoimaa, painotuotteen hiilijalanjälki pienenee merkittävästi. Käytettävällä energialla onkin kaikkein suurin vaikutus tuotteen ympäristöystävällisyyteen.

Painotuotteen elinkaaren aikana käytettävällä energialla on suurin vaikutus hiilijalanjälkeen. Vertailut tehdään usein kunkin maan keskimääräistä



energiatuotantoprofiilia käyttäen, mutta uusiutuvaa energiaa, kuten tuuli- tai vesivoimaa, käyttämällä painotuotteen hiilijalanjälki pienenee merkittävästi. Myös ydinvoimaa on käsitelty tutkimuksessa hiilineutraalina energiamuotona. [21.]

Esimerkkejä maakohtaisista sähköntuotantoprofiileista on taulukossa 4.

*Taulukko 4. Maakohtaiset sähköntuotantoprofiilit. Kaikki taulukon luvut ovat noin-lukuja. [21.]*

Keskimääräinen profiili	Suomi	Ruotsi	Ranska	Saksa	Eurooppa (EU25)
<b>Kivihiili</b>	27 %		5 %	50 %	30 %
<b>Ydinvoima</b>	26 %	50 %	80 %		30 %
<b>Vesivoima</b>	18 %	40 %	11 %	30 %	10 %
<b>Maakaasu</b>	15 %			10 %	20 %
<b>Biomassa</b>	12 %				

### Aikakauslehden hiilijalanjälki

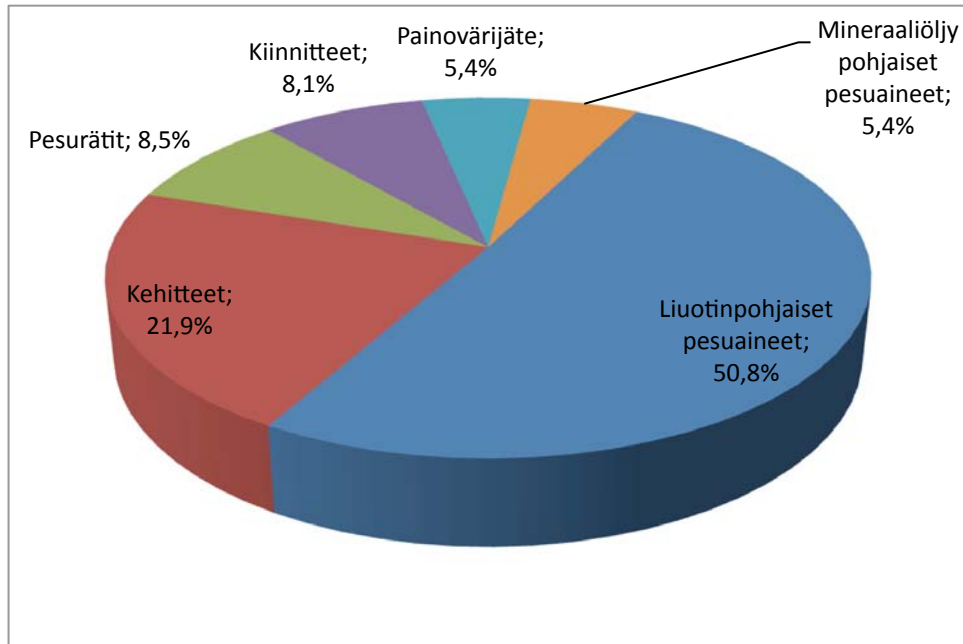
Tyypillisen aikakauslehden hiilijalanjälki on 190–230 g CO<sub>2</sub>-ekv. Laskelmassa aikakauslehden sisäsivut on painettu heatset-offsetilla 80-grammaiselle LCW-paperille ja kansi 150-grammaiselle hienopaperille. [21.]

Aikakauslehdessä, joka ilmestyy viikoittain, vuosittainen yhteenlaskettu elinkaarellinen kulutus hiilidioksidipäästöjen suhteen on suunnilleen yhtä paljon kuin kuudenkymmenen kilometrin automatkalla. Noin 48 kertaa vuodessa ilmestyvän ja kotiin tilatun aikakauslehden yhteenlasketuksi hiilijalanjäljeksi muodostuu noin 9 kiloa CO<sub>2</sub>-ekv. [23; 24.]

Hiilijalanjälkeä pystytään aikakauslehtien osalta supistamaan muun muassa kierrättämällä, koska lehdissä käytetään primäärikuitua. Suomessa on tällä hetkellä noin 3 500 vähintään neljä kertaa vuodessa ilmestyvää aikakauslehteä. [23; 24.]

## 2.7 Ongelmajätteet

Suomalaisten sanomalehtipainojen ongelmajätteiden koostumus vuonna 2003 oli kuvan 14 mukainen.



Kuva 14. Suomalaisen sanomalehtipainon ongelmajätteiden koostumusprosentti [2, s. 50].

Graafisen teollisuuden ongelmajätteitä syntyi tuotantolaitoksissa vuonna 2001 yhteensä noin 2 500 tonnia. Se on alle prosentti graafisen alan kokonaistuotantomäärästä ja vähemmän kuin viisi prosenttia syntyneen jäte- ja jäteraaka-aineen määrästä. Painoissa syntyy 2–10 kiloa ongelmajätettä tuotantotonna kohden. [2, s. 50.]

Ongelmajätteitä vuodesta 1.1.1997 ympäristöministeriön päätöksen mukaan ovat muun muassa vaarallisten aineiden jäämiä sisältävät pakkaukset, valokuvakemikaalijätteet ja käytöstä poistetut kemikaalit. Painoväri, joka jää painatuksessa yli, on myös otettava talteen. Se on toimitettava ongelmajätelaitokselle tai väritehtaalle, jossa se otetaan uusiokäyttöön sekoittamalla ja suodattamalla mustan painoväriin joukkoon. Pesula ottaa vastaan pesurätit, pesee ne ja poistaa niistä

liuottimet. Jätelain mukaisesti ongelmajätteet on toimitettava erilliseen käsittelyyn ongelmajätelaitokseen. [2, s. 50.]

## 2.8 Painotuotteen valmistuksen tärkeät osa-alueet

Painotuotteen elinkaarianalyysin tulokset antavat hyvät lähtökohdat tuotteen kehittämistyölle. Elinkaarianalyysi on parhaimillaan oppimisprosessi, jossa yritys itse saa selvitettyä ympäristövaikutuksensa ja pystyy ratkomaan löytyneet ongelmakohdat.

Painotuotteen elinkaari voidaan jakaa viiteen vaiheeseen:

- raaka-aineiden jalostus tai valmistus
- graafisten materiaalien valmistus
- painaminen
- käyttö
- loppukäyttö.

Raaka-aineiden jalostuksessa tai valmistuksessa otetaan huomioon materiaalin alkuperä, laatuvaatimukset ja päästökiintiöt. Raaka-aineita ovat esimerkiksi öljy tai puu. Tässä osa-alueessa täytyy ottaa huomioon myös kuljetuksista aiheutuvat kustannukset ja päästöt. Raakapuun kuljetusmatkat ovat Suomessa keskimäärin noin 140 kilometriä. Graafisten materiaalien valmistus sisältää esimerkiksi paperin tekemisen ja painovärin, liimojen ja päällysteiden valmistamisen. Paperin valmistus vaatii paljon energiaa. [1, s. 26–30; 25, s. 17–20.]

Painamisvaiheessa on kolme peräkkäistä prosessivaihetta. *Pre-pressissä* painettavaksi aiottu materiaali, grafiikka, teksti ja kuvat sommitellaan halutulla tavalla ja määritellään käytettävä typografia. Tämä prosessoidaan halutulla tavalla niin, että mahdolliset rajoitteet ja vaatimukset otetaan huomioon (esimerkiksi värien hallinta). Myös tietokoneiden ja muiden elektronisten laitteiden käyttö kuluttaa energiaa. [1, s. 26–30; 25, s. 17–20.]

*Painoprosessissa* on monia ympäristöseikkoja, jotka pitää ottaa huomioon, suurimpana huomionarvoisena tekijänä energiankulutuksen ja resurssien käytöstä johtuva jätteiden ja päästöjen muodostuminen. Lämpöenergiaa tarvitaan kuivaamaan painovärejä, ja itse painokoneiden pyörittämiseen taas tarvitaan sähköenergiaa. Kulutukseen täytyy huomioida paperin ja painovärin käytön lisäksi se, että prosessissa käytetään puhdistusnesteitä ja rättejä, kostutusvesiä ja öljyä. [1, s. 26–30.]

*Jälkikäsittelevaiheessa* ei ole montaa ympäristölle haitallista seikkaa, joihin kiinnittää huomiota. Se käyttää sähköä, ja muu kulutus keskittyy materiaaleihin, kuten liimoihin, niitteihin ja pakkauksiin. Hot-melt-liima on siistaamisen kannalta harmiton. Myös toimistotilojen valaistus ja lämmitys kuluttaa. [1, s. 26–30; 16, s. 15–20.]

## **2.9 EuP-direktiivi (Eco Design )**

EuP-direktiivi (Eup=Energy using Products) tuotteille, jotka käyttävät energiaa, ja niiden suunnittelulle asetettavien vaatimusten puitteista (2005/32/EY) annettiin 6.7.2005. Sitä kutsutaan yleisesti nimellä Eco-design. Sen tarkoitus on auttaa saavuttamaan EU:n kasvihuonepäästöjen laskemistavoitteita ja varmistaa energiaa käyttävien tuotteiden vapaat markkinat. Direktiivi tuli saattaa kansalliseen lainsäädäntöön 11.8.2007 mennessä. Eco-design ei sisällä mitään uusia välittömiä vaatimuksia valmistajille, vaan velvoitteet liittyvät käytön mittaamiseen. Velvoitteita kehitetään muun muassa yksittäisille tuoteryhmille mittaamaan esimerkiksi valmistuksen seisonta-ajan energiankulutusta. Euroopan yhteisöjen komissio antaa tuoteryhmille erikseen kohdennettuja parannustoimenpiteitä. Direktiivi on osa EU:n yhdenmennyä tuotepolitiikkaa (Integrated Product Policy, IPP) koskevaa strategiaa. [26; 9.]

Eco Design -direktiivi sisältää lakiehdotuksia, joilla määritellään säädökset ja niihin liittyvät tarkastustoimia energiamerkintöjä ja energiatehokkuutta varten. Tällä lailla kumotaan kansallinen laki laitteiden energiatehokkuudesta. Laki on tullut voimaan

1.1.2009. Direktiivi kattaa kaikki energiaa käyttävät tuotteet, paitsi kuljetukset.

Kuitenkin tuoteryhmäkohtaisia täytäntöönpanosäädöksiä annetaan vain tuotteille, joilla on

- merkittävät myynti- ja vaihtovolyymit, huomattavasti enemmän kuin 200 tuhatta yksikköä vuodessa yhteisön sisällä
- merkittävät ympäristövaikutukset EU:n rajojen sisällä
- merkittävä potentiaali parannuksille ympäristönäkökulmasta katsottuna, ilman että kustannukset nousevat kohtuuttomasti. [26; 9.]

Tuoteryhmiä, joille valmistellaan ryhmäkohtaisia ehdotuksia, ovat:

- ulkoiset virtalähteet
- valmiustilassa ja suljettuna olevat talous- ja toimistolaitteiden kulutus
- yksinkertaiset digisovittimet.

Tuoteryhmät, joille taustatutkimukset on jo tehty (25.1.2010), ovat muun muassa

- televisiot
- valaistus sekä kotitalouksissa että palvelusektorilla
- vesilämmittimet
- kylmälaitteet
- PC:t ja monitorit
- imurit
- sähkömoottorit 1–150 kW, vesipumput (tuotantotilat, juomavesi, ruoka ja maaseutukulttuuri) [27].

Säästövaikutukseksi tutkituissa tuoteryhmissä arvioitiin yhteensä 3 350 GWh vuonna 2020. Isoimmat säästöt arvioitiin saavutettavan kotitalouksien sähkömoottoreissa ja kotitalouksien valaistuksessa. Kotitalouksien valaistuksessa energiansäästö oli 1 135 GWh. Valaistuksen lämmitysvaikutus huomioonotettuna säästöksi sadaan 912 GWh. Säästöarvioksi ulkovalaistukseen saatiin 308 GWh, mikäli jokainen elohopeahöyryä käyttävä valaisin vaihdetaan tehokkaampiin valaisimiin viimeistään

vuoden 2015 jälkeen. Toimistovalaistukseen direktiivin arvioitiin vahvistavan nykykehitystä eikä tuovan lisäsäästöjä. Tehokkaampien kiertovesipumppujen säästöarvioksi saatiin 224 GWh. Vedenlämmittimien ja lämmityskattiloiden osalta lähtötiedot olivat puutteelliset, joten arviota ei ole voitu tehdä. Sähkömoottorien osalta säästöarvioksi muodostui teollisuus- ja palvelusektorilla yhteensä noin 1 000 GWh. [28.]

### **Eco-designin käyttö painoteollisuudessa**

Painotuotteen ympäristövaikutukseen ja hiilijalanjälkeen on työn tilaajalla keskeinen vaikutus. Päätettäviä asioita painotuotteessa ovat koko, sidontatapa, värillisyyden, painosmäärä ja menetelmä. Erikoistehosteiden käyttäminen, kuten metallivärit ja värillinen paperi, saattaa haitata kierrätystä. Tuotteeseen tehtävä lakkaus ja UV-käsittely monimutkaistavat kierrätysprosessia, niin että siistausvaiheessa tarvittavan energian määrä on isompi. Muovilaminointi myös haittaa kierrätystä. Ei ole samantekevää, minkälaista paperia käytetään painamisessa: hiilijalanjäljen koko kasvaa, mitä enemmän paperinvalmistuksessa energianlähteenä on käytetty fossiilisia polttoaineita. [16, s. 15–20.]

Kattavin eco-design-sovellus painetulle tuotteelle on kehitetty Ruotsissa vuonna 2001. Siellä kehitettiin painosuunnittelun käytäntöön soveltuvaksi työkaluksi tarkistuslista. Toinen lähestymistapa on, että informaatiota kerätään asiakkailta ja loppukäyttäjiltä ja muodostetaan vastausten pohjalta perusta ympäristöystävällisemmälle tuotesuunnittelulle. Yleisiä ohjeita ekotietoiselle painopalveluiden kuluttajalle löytyy Internetistä (Minnesota Environmental Initiative 2006, Australian hallitus 2007). Nämä ohjeet painottuvat ekoystävällisten paperien ja painovärien valintaan ja ympäristövaikutuksestaan kiinnostuneen painopalvelun valintaan. Graafiset suunnittelijat ja mainostoimistot tekevät usein päätöksiä, jotka vaikuttavat painetun tuotteen ympäristökuormaan; ohjeita suunnittelijoille on myös julkaistu. [1, s. 57.]

## Pakatun tuotteen Eco-design

Graafisen teollisuuden tuotteisiin lasketaan myös pakkaustuotteet. Pakkaus- ja pakattujen tuotteiden valmistajat ja jakelijat voivat suunnitella pakkaus- ja tuotantojärjestelmänsä niin, että ne sekä suojelevat tuotetta että ovat funktioiltaan sellaisia, että antavat positiivisen panoksen kestäväan tuotantoon, jakeluun ja kulutukseen. Tämä tapahtuu hankkimalla materiaaleja ja energiaa tunnetusta, vastuullisesta lähteestä ja suunnittelemalla pakkaus ja tuotejärjestelmän niin, että käytetyt materiaalit ja energia voidaan ottaa talteen jälkeinpäin. Pakkauksen päätehtävä on suojella tuotetta sisällään valmistuksesta aina kulutukseen saakka. Haaste onkin optimoida materiaalien, veden ja energian käyttö, minimoida jätteen (tuotteen ja käytetyn pakkauksen) tuotanto ja maksimoida käytetyn pakkauksen talteenotettavuus. [29, s. 3–5.]

Kestävän kehityksen konsepti pakkaamiselle ja tuotantojärjestelmille:

- *raakamateriaalit, energian ja veden hankinta*: optimoidaan
- *valmistus, jakelu*: maksimoidaan pakkauksen tehokkuus, järjestelmän tehokkuus, logistiikka, minimoidaan päästöt ilmaan ja veteen sekä jätteet
- *käyttö*: autetaan kuluttajia elämään kestävämmiin
- *loppukäyttö*: raakamateriaalien ja energian talteenotto käytetystä pakkauksesta [29, s. 5].

Pakkaamisen ja pakkausjätteen direktiivin (94/62/EC) pääkohdat ovat seuraavat:

- Pakkauksen volyymin ja painon täytyy olla pienin mahdollinen, kuitenkin niin, että ylläpidetään turvallisuus ja hygienia ja pakkaus on vetoava kuluttajalle sekä loppukäyttäjälle.
- Pakkauksen täytyy olla soveltuva kierrätykseen, kompostointiin tai energian talteenottoon sekä uudelleenkäyttöön, jos se on tarkoitettu tai erikseen ilmoitettu.

- Pakkauksen haitalliset ja vaaralliset rakenneosat pitää minimoida, jotta ympäristökuorma pienenee, kun se kierrätetään, kompostoidaan, poltetaan tai maataytetään. Yhteenlasketut konsentraatiot lyijyä, kadmiumia, elohopeaa ja heksavalenttia kromia eivät saa ylittää 100 ppm:ä, paitsi muovilaatikoissa ja palleteissa, joita käytetään suljetun kierron järjestelmissä tai lyijykristallista tai kierrätetystä lasista tehdyistä säiliöissä. [29, s. 11–13.]

Perimmäinen tavoite pakkausta ja tuotantojärjestelmää suunniteltaessa on minimoida resurssien käyttö ja kokonaistaakka ympäristölle koko tuotteen elinkaaren aikana. Ympäristön huomioonottamisen ei pitäisi lisätä kustannuksia, olettaen että se on pidetty mielessä koko suunnitteluprosessin ajan. Jos ympäristöseikat otetaan huomioon vasta myöhemmin, vaadittavat muutokset voivat olla kalliita ja aiheuttaa viivästyksiä. Ei ole järkeä tehdä pakkauksen valintaa pitäen mielessä vain yhtä ympäristöparametriä, koska se johtaa usein tarkoituksettomiin seuraamuksiin muualla toimitusjärjestelmässä. Päämääränä pelkkä primäärin pakkauksen painonlasku voi johtaa odottamattomiin seurauksiin, kuten seuraavat:

- Tuotteen jätemäärä lisääntyy ja pakkauksen kokonaispainon kasvaa, jos sekundääri- tai tertiääripakkaamista joudutaan lisäämään, jotta saadaan sama suojauksen taso kuin aikaisemmin.
- Syntyy este käyttää kierrätettyä paperia tai joitakin muoveja (koska niiden tulee olla paksumpia, jotta taataan samanarvoinen toimivuus). [29, s. 14–16.]

Yhtä lailla, jos tavoitteena ovat pelkästään helposti kierrätettävät materiaalit, se voi johtaa ei-toivottuihin seurauksiin:

- enemmän jätettä loppuhävityksestä, jopa vaikka hyvin korkea kierrätettävyyttä olisi saavutettu
- enemmän ajoneuvojen liikkumista, jotta voidaan kuljettaa saman verran tuotetta, jos pakkauksen bulkki on isompi [29, s. 14–16.]



On harvoin mahdollista optimoida jokaikinen ympäristövaatimus materiaalia valittaessa tai kun suunnitellaan pakkausta tiettyä tarkoitusta varten. Näiden parametrien priorisointi ja saman järjestyksen käyttäminen läpi koko tuotevalikoiman on harvoin käytännöllistä. Olisi syytä tähdätä yleiseen optimointiin, sen sijaan että jahdataan yhtä ympäristötavoitetta muiden kustannuksella. [29,s. 14–15.]

Kestävän kehityksen pakkaustuotannossa täytyy ottaa huomioon energian ja raakamateriaalien lähde:

- Neitseellistä kuitua käytettäessä tulee varmistaa välittäjältä, onko puu peräisin sertifioidusta metsästä.
- Jotta voidaan todistaa puun olevan sertifioidusta metsästä tarvitaan 'huoltajuusketju'-sertifikaatti. Se lisää jäljitettävyyttä jokaisessa prosessointivaiheessa valmistuksesta jakeluun.
- Biopolymeerejä käytettäessä on syytä tarkistaa lähdemateriaali. Biopolymeerit ovat peräisin biomassasta. Ne voivat olla luonnollisia polymeerejä, kuten selluloosa, tai synteettisiä polymeerejä, jotka on tehty biomassamonomeereistä, kuten polylaktinen happo, tai ne voivat olla synteettisiä polymeerejä, jotka on tehty biomassan synteettisistä monomeereistä.
- Energialähteen puhtaus tulee varmistaa.
- Valmistusprosessista muodostuvan lämmön hyväksikäyttö tulee varmistaa. [29, s. 16–18.]

Pakkaussuunnittelussa täytyy ottaa huomioon, voidaanko tuote valmistaa ja pakata kustannustehokkaasti. Pakkauksen mittojen, vahvuuden, materiaalien ja suunnittelun täytyy olla yhteensopivia täyttölaitteiden ja varaston laitteiston kanssa. Tämä ei estä muutoksia suunnittelussa, mutta voi rajoittaa niitä. Täyttölaitteiden tyypillinen elinikä on monta vuotta, mutta kuitenkin ne joudutaan joskus vaihtamaan; silloin on hyvä hetki miettiä uudestaan pakkauksen suunnittelua. Kompromissien miettiminen ympäristövaikutuksien, valmistusprosessien ja mahdollisten häviöiden kannalta on tarpeen. Jauheet ja pienet esineet, kuten karkit ja murot asettuvat täyttämisen jälkeen.

Kuluttajalle nämä paketit yleensä näyttävät ylipakatuilta, ja joskus herättää epäluuloja, oliko niiden tarkoituskin harhauttaa. Kuitenkin pienempi pakkaus saattaa johtaa ylituotantoon ja haaskaukseen tai suljettujen pussien tapauksessa tuotantolinjatukkeumiin. Tuotantolinjan hidastaminen voi olla yksi vaihtoehto, mutta se lisää tuotantokustannuksia ja energiankulutusta. [29, s. 16–20.]

Pakkaus voidaan suunnitella suojaamaan kaikelta mahdolliselta ja varmistamaan, että sisältö ei koskaan vahingoittuisi, mutta se ei olisi ympäristön tai liiketalouden kannalta ajatellen hyvä vaihtoehto. Hyväksyttävät rajat tuotteen hävikille mahdollistavat tuotteen yli- tai alipakkaamisen huomaamisen. Hyväksyttävät hävikin rajat vaihtelevat yrityksestä ja tuotteesta riippuen. Raja on riippuvainen siitä, kuinka arvokas tuote on ja sen potentiaali tuottaa vahinkoa. Halpa, mutta aggressiivinen neste, kuten vuotava valkaisuaine varastossa, voi aiheuttaa hintaansa nähden suuria tappioita. Siedettävät hävikin rajat riippuvat myös jälleenmyyntiasiakkaiden toiveista ja liiketoiminnan muista osa-alueista. Jos kokemuksen pohjalta huomataan, että yksi ainoa rikki mennyt tuote tuhoaa muita tavaraerän tuotteita tai että se aiheuttaa markkinoiden häviämisen kilpailijalle, silloin täytyy miettiä uudestaan hävikkirajoja. [29, s. 16–20.]

Uudelleenkäytettävyys on nostanut markkinarvoaan viime aikoina varsinkin yritykseltä yritykselle -sektorilla, palleetit, häkit, metallit, muovit ja aaltopahvirummut, laatikot ja muut. Loppukäyttäjän halukkuus palauttaa pakkaus uudestaan kiertoon riippuu paljon siitä, kuinka helposti se sopii hänen elämäntyyliinsä. Uudelleenkäytettäviä tuotteita tehtäessä täytyy pitää mielessä, että tuotteen täytyy olla mahdollisimman helppo uudelleenkäyttää eli viedä roskiin. Yleisin uudelleenkäytön muoto on uudelleenkäytettävät kestävät pakkaukset, jotka jäävät kuluttajalle, kuten mauste- tai kahvipurkit, ja ne täytetään pienemmällä täyttöpakkauksella. Uudelleenkäytettävät pakkaukset voivat olla osa 'suljettu kierto' -järjestelmää, missä tuote kiertää yrityksen sisällä tai kahden yrityksen välillä tai organisoidun ryhmän välillä. Suljetusta kierrosta esimerkkinä on autonvalmistuksessa käytettävien komponenttien välittäminen.

Avoimessa kierrossa uudelleenkäytettävät paketit kiertävät ennalta määrittelemättömien yritysten välillä, kuten FIN- tai EUR-lavat. [29, s. 38–45.]

Uudelleenkäytettävyyden varmistamisen muistilista:

- Varmista, että tuote on suunniteltu uudelleenkäyttöä varten ja on tarpeeksi kestävä tekona sitä varten.
- Varmista liikekumppaneilta, että ne käyttävät pakkausta uudelleenkäyttävänä ja palauttavat sen oikeaan paikkaan tai varmistavat, että loppukäyttäjälle on luotu sama mahdollisuus.
- Hanki kirjallinen vahvistus tavarantoimittajalta, että pakkaus on tehty uudelleenkäyttöön, ja varmista myös, että asiakkaat aikovat käyttää pakkausta samoin. [29, s. 38–45.]

Kierrätystä varten suunnitteleminen vaatii, että infrastruktuuri on olemassa (tai voidaan luoda). Pakkauksen keräys, lajittelu ja puhdistus luo resurssinettoa. Suunnittelu kierrätystä varten on järkevää pakkauksille, jotka on tehty lasista, metallista, pahvista tai jäykästä muovista, koska ne sisältävät tarpeeksi materiaalia sitä varten, että on kannattavaa käyttää resursseja niiden hakemiseen kierrätykseen. On tärkeää välttää osia, jotka saattavat pilaantua kierrätysprosessin aikana. Alumiinitölkit, terästölkit, lasi- ja muovipullot ja purkit ovat materiaaleja, jotka esiintyvät laajimmalti kotitalouksien kierrätys(pakkaus)jätteissä. [29, s. 38–45.]

Suunnitteleminen kierrätystä varten ei ole toimivaa, jos pakkaus sisältää ohuita kerroksia sekamateriaalia tai muovifilmejä, koska niiden kerääminen ja puhdistaminen vaatii usein enemmän energiaa, vettä ja materiaaleja kuin niistä saadaan takaisin. Monet näistä pakkauksista sisältävät myös ruokajäätteitä, mikä aiheuttaa niiden hylkäämisen lajittelukeskuksessa. Saksassa ja Itävallassa, missä ennen kerättiin kaiken-tyyppisiä pakkauksia kierrätykseen, siitä on nykyisin kuitenkin luovuttu, koska pienet muoviset esineet ja sekamateriaalipakkaukset eivät ole materiaalitehokkaita. Valinta

pakkauksen, jota ei kerätä kierrätykseen, ja pakkauksen, joka kerätään, välillä vaatii tutkiskelua, kumman valmistukseen käytetään enemmän resursseja. [29, s. 38–45.]

### 3 Ympäristötyö graafisella alalla

Graafisen alan ympäristötyö käsittää ympäristönäkökohtien tunnistamisen ja merkittävien ympäristövaikutusten pienentämisen. Apuna työssä voidaan käyttää monia erilaisia työkaluja, tekniikoita, standardeja ja sertifikaatteja. Tässä raportissa käsitellään Joutsenmerkkiä, ISO 14001 -standardia, PEFC- ja FSC-sertifikaatteja ja ympäristöindikaattoreita, joita yritys voi halutessaan sitoutua käyttämään.

#### 3.1 Joutsenmerkki

Joutsenmerkki on pohjoismainen ympäristömerkki. Se sisältää laadittuja 'vaatimuksia' eli kriteereitä eri tuoteryhmille. Kriteerit ottavat huomioon energiankulutuksen, luonnonvarojen käytön, haitalliset päästöt, hajun, melun, jätteet ja mahdollisen hyötykäytön. Asiantuntijaryhmät laativat kriteerit, jotka mittaavat tuotteen mahdollisia ympäristövaikutuksia elinkaaren eri vaiheissa. Joutsenmerkin myöntämiskriteerit uusitaan noin kolmen vuoden välein, eli paikalleen ei voi jäädä, vaan tuotetta on kehitettävä täyttämään uudet vaatimukset. [19.]

Joutsenmerkin käyttö on ympäristötyön tason osoitus. Markkinoinnissa Joutsenmerkki on tehokas apuväline. Se viestii kuluttajalle, asiakkaalle ja muille sidosryhmille sitoutumisesta kestäväan kehitykseen. Uusia asiakassuhteita saattaa muodostua, kun huomataan yrityksen noudattavan kestäväan kehityksen periaatteita. [30.] Kyselyihin perustuvia tuloksia Joutsenmerkistä:

- Haastatelluista 87 % tuntee Joutsenmerkin, 75 % ymmärtää merkityksen (Taloustutkimus ja ACNielsen 2004).

- Joutsenmerkki on kuudenneksi arvostetuin tuotemerkki Suomessa (Taloustutkimus ja M&M-lehti 2003 ja 2004).
- Joutsenmerkin imagossa korostuu ympäristömyötävyyden lisäksi laatu ja luotettavuus (Taloustutkimus 2004).
- Joutsenmerkittyjen tuotteiden kohdalla ei hintakysymys korostu (ACNielsen 2004).
- 53 %:lle suomalaisista ympäristöasioilla on suuri merkitys ostotilanteessa (ACNielsen 2004).
- Joutsenmerkityt tuotteet myös myyvät hyvin: seitsemässä vuodessa myynnin arvo on kasvanut 44 % ,kun vastaavien tuoteryhmien kokonaisarvo 12 % (ACNielsen 2005). [30.]

Painetut tuotteet ovat olleet Joutsemerkille kaikista toimivin osa-alue. Painettujen tuotteiden kriteeridokumentti on kattava, ja sen ehdot ovat vaativia niille, jotka haluavat säilyttää lisenssinsä. Dokumentissa on olennaisena osana se, mitkä vaiheet ja prosessit ovat enemmän tai vähemmän tärkeitä ympäristönäkökulmasta. Siinä otetaan myös huomioon nykyaikaiset teknonologiat ja se, mitä markkinat pystyvät ottamaan vastaan. [6, s. 9–10.]

Painolaitoksille Joutsenmerkin voimassa olevat kriteerit on vahvistettu 13. joulukuuta 2005, ja ne ovat voimassa 31. maaliskuuta 2012 asti. Painolaitosten kriteerit

Joutsenmerkille käsittelevät seuraavia asioita:

- painomateriaalit
- kemikaalit ja materiaalit
- sivun- ja painopinnanvalmistus
- painoprosessi
- energiankulutus painoprosessissa
- jätteet [8].

Jokaisesta kategoriasta esitetään tarkentavia kysymyksiä, ja niiden ympäristövaikutukset arvioidaan pisteittämällä. Pistemäärän tulee ylittää painomenetelmäkohtainen alaraja. Pisteitettyjen vaatimusten lisäksi on myös pakollisia vaatimuksia. Kuvassa 15 ovat Joutsenmerkin energiankäytön tehostamisen lupahakukysymykset. Mitä tehokkaampi tekniikka, sitä paremmat pisteet.

Lämmön talteenotto lämmönvaihtimella polttokaasuista (esim. uunin esilämmitykseen tai kaukolämpöön)	5 p
Kompressoreiden, pumppujen tai vastaavien (moottoreiden) taajuussäätö	3 p
Lämmön talteenotto lämmönvaihtimella ilmanvaihdosta	3 p
Muu energiankäytön tehostamistoimenpide, joka on vähentänyt energiankulutusta	2 p
Sähkö- ja lämpöenergian käytön kartoitus MWh ja suunnitelma energian- käytön tehostamistoimista, joka mitataan joka vuosi (kartoituksen tulee sisältää selvityksen lämmön- ja sähkönkulutuksesta eniten energiaa kuluttavissa kohteissa, esimerkiksi painokoneet, ilmanvaihto ja puhaltimet, valaistus, sähkölaitteet)	2 p

*Kuva 15. Joutsenmerkin energiankäytön tarkentavia kysymyksiä [8].*

Ympäristövaatimusten osalta Joutsemerkki käsittelee painomateriaalit, kemikaalit ja materiaalit, sivun- ja painopinnanvalmistuksen, repron, painoprosessin, energiankulutuksen painoprosessissa ja jätteet. 40 suomalaisella painolla on Joutsenmerkki. Pääkaupunkiseudun painoista Joutsenmerkki on muun muassa Edita Primalla, Erweko Painotuoteella, Lönnberg painoilla, Nykypainolla ja Painotalo Miktorilla. [8.]

### 3.2 ISO 14000 -standardit

ISO 14000 on sarja kansainvälisiä standardeja, jotka on kehitetty sisällyttämään ympäristönäkökantoja liiketoimintaan ja tuotesuunnitteluun. ISO 14001 on tarkoin

määritelty standardi sarjassa. Se sisältää tekniikoita, jotka on suunniteltu vähentämään yrityksen vaikutusta ympäristöön.

Etuja ympäristöjärjestelmän käyttöönotosta:

- mahdollisuudet kustannuksien alenemiselle, saasteiden estämiselle ja jätteiden määrän vähentämiselle
- ”vihreiden tuotteiden” markkinaosuuteen pääseminen
- resurssien ja energian vähentynyt kulutus
- ympäristöriskien minimointi
- sitoutuminen sosiaaliseen vastuuseen
- systemaattinen lähestymistapa ympäristösäännöksiä noudattamiseen. [31.]

ISO:n (International Organization for Standardization) näkyvin ympäristötyön standardisarja on ISO 14000. Standardeissa tarjotaan käytännön työkaluja ympäristöjohtamisjärjestelmän luomiseen ja ylläpitoon. ISO/TC 207 Environmental management eli komitea, joka hallitsee ympäristöasioita, perustettiin vuonna 1993. Organisaatioita vaaditaan useimmiten osoittamaan, että toiminta perustuu taloudelliseen, ympäristölliseen ja sosiaaliseen kestäväan kehitykseen. Standardit ovat suosituksia, ja niiden käyttö on vapaaehtoista. ISO 14000 -standardien avulla yritys pystyy todistamaan oman ympäristöpanoksensa, ja ne luovat yhteisiä pelisääntöjä kansainvälisille markkinoille. Standardit sopivat käytäntöön yrityksen koosta tai tyypistä riippumatta. ISO 14000 -sarjan ympäristöstandardeja koskevat ISO 14001 ja ISO 14004 valmistuivat vuonna 1996. Nykyään kaikki voimassa olevat versiot ovat vuodelta 2004. Kaiken kaikkiaan ISO 14000 -sarjat käsittävät yhteensä yli 20 julkaisua. [32.]

### **3.3 ISO 14001 -standardi**

Suomessa ISO 14001 on otettu käyttöön vuonna 1996. Se on selkeä työkalu ympäristötoimintojen hallintaan ja suunnitteluun. ISO 14001 asettaa haasteita sekä

johdolle että henkilöstölle; jokaisen on tiedettävä työnsä vaikutukset ympäristöön ja noudatettava ohjeita. Myös työturvallisuus parantuu. [2, s. 16–19.]

ISO 14001 -järjestelmän voi rakentaa esimerkiksi seuraavanlaisesti:

1. Ympäristöpolitiikan määrittely yrityksessä. Johdon sitoutuminen tavoitteisiin ja päämääriin.
2. Ympäristöasioiden hallintajärjestelmän suunnittelu, jolla voidaan saavuttaa tavoitteet, päämäärät ja lakisääteiset vaatimukset.
3. Järjestelmän vaatimien toimintojen toteutus; organisaation luominen, vastuun jako, koulutus, tiedotus, dokumentointi, toimintojen ohjaus ja asiakirjojen valvonta.
4. Tarkastuksien tekeminen ja korjaaminen. Ympäristösuojelun tasoa täytyy jatkuvasti mitata, arvioida ja tarkkailla.
5. Johdon katselmus. Ympäristöjärjestelmän soveltuvuuden, riittävyyden ja tehokkuuden selvitys. [2, s. 16–19.]

ISO 14001 -järjestelmä voidaan sertifioida; se on osoitus siitä, että toiminta kattaa standardin asettamat vaatimukset. Tämä kertoo ulospäin hyvin paljon; asiakkaat, rahoittajat ja muut sidosryhmät tietävät yrityksen noudattavat kestävän kehityksen periaatetta. Ympäristönhallintajärjestelmä ei välttämättä kerro vielä toimijan ympäristösuojelun tasoa; yksikään ympäristöjärjestelmä ei sisällä ympäristösuojelun tasovaatimuksia. Samalla alallakin toimivat yritykset voivat olla hyvinkin eri tasolla ympäristösuojelussa ja silti täyttää ISO 14001 -standardin vaatimukset. [2, s. 16–19.]

ISO 14001:n käyttäminen tarkoittaa painolaitoksen kannalta sitä, että

- yrityksen täytyy ymmärtää, miten toiminta vaikuttaa ympäristöön
- tiedetään, mitkä ympäristölait ovat merkityksellisiä
- tehdään sitoutuminen, joka vähentää päästöjä, sekä säännöksiensä noudattaminen
- toteutetaan järjestelmä, jolla saadaan aikaan ympäristönhallintaa, jotta yllä olevat vaatimukset saataisiin toteutettua



- tehdään hätävarasuunnitelmia
- ollaan toteuttamassa kestäväää kehitystä [33, s. 36–37].

Suomessa noin 20 painolla on käytössä sertifioitu ISO 14001 [42].

### 3.4 PEFC- ja FSC-sertifikaatti

FSC-sertifikaatti (Forest Stewardship Council) pyrkii edistämään ympäristön kannalta vastuullista, yhteiskunnallisesti hyödyllistä ja taloudellisesti kannattavaa metsien hoitoa. Toiminta perustuu kymmeneen pääperiaatteeseen ja niihin liittyviin metsänhoidon kriteereihin ja niiden noudattamiseen. Periaatteisiin kuuluu muun muassa metsien hallinta- ja käyttöoikeuksien määrittely, alkuperäsikansojen oikeudet, työntekijöiden oikeudet, biologisen monimuotoisuuden varjelu sekä metsien hoito- ja käyttösuunnitelmien tavoitteiden ja keinojen kirjaaminen. [34.]

Tavoitteena on luoda kussakin maassa paikallisiin olosuhteisiin soveltuvat kansalliset hyvän metsänhoidon FSC-standardit. Puutuotteiden ostajille FSC-merkki on puolueeton laatutakuu luonnonmukaisesta metsänhoidosta. FSC-merkkiä voivat käyttää metsänomistajat, yritykset ja kauppiat, painotalot ja julkaisijat, vähittäismyyjät, tiedotusvälineet ja FSC:n jäsenet. Suomessa FSC-standardi on ollut voimassa vuodesta 2006. [34.]

FSC-sertifikaatteja voidaan myöntää kahdenlaisia: metsänhoidon sertifikaatteja ja/tai puun jäljitettävyysetjun sertifikaatteja. Painotalolle FSC-sertifikaatti tarkoittaa käytännössä sitä, että se ostaa FSC-merkinnällä varustettua painopaperia ja tarjoaa sitä asiakkaille sekä myöntyy sertifikaatin vaatimiin muutoksiin tai toimiin. Tämä merkintä varmistaa, että paperin valmistukseen käytetty kuitu on tullut vastuullisesti hoidetuista lähteistä. [19.]

PEFC-sertifikaatti (*Programme for the Endorsement of Forest Certification Scheme*) on maailman laajin metsien sertifiointijärjestelmä. Sen tavoitteena on edistää kestävän metsätalouden harjoittamista taloudellisin, sosiaalisin ja ekologisesti kestävin periaattein sekä edistää puun ja puutuotteiden menekkiä kestäväan metsätalouteen perustuvana luonnonvarana. Puun ostajalle tulee tarjota myös jäljitettävyystakuu puun alkuperästä, kestävän kehityksen mukaisesti hoidetusta metsästä. Toiminta perustuu kansainvälisesti sovittuun PEFC-sertifiointikehykseen. Kestävän kehityksen kriteerit, indikaattorit, periaatteet ja vaatimukset muodostavat yhteisen pohjan kansallisille sertifiointijärjestelmille ja niiden kehittämiseksi. PEFC-sertifioituja metsiä on maailmassa yli 120 miljoonaa hehtaaria, joista Suomen FFCS-järjestelmän mukaisesti sertifioituja metsiä on noin 22 miljoonaa hehtaaria. [35.]

Painotalolle PEFC-sertifioitu paperi tarkoittaa käytännössä lähes samaa kuin FSC-sertifikaatti. PEFC on suomalaisille 'helpompi' sertifikaatti, koska melkein kaikki metsät ja jokainen paperitehdas ovat Suomessa PEFC-sertifioituja. [19.]

PEFC- ja FSC-sertifikaattien ero on siinä, että FSC-ympäristöjärjestöt tunnustavat sen. Esimerkiksi WWF ja Greenpeace tukevat FSC:ä. PEFC on itsenäinen järjestö, eikä se ole niin tunnettu kuin FSC. Sertifikaatin saaminen vaatii sen todistamista kolmannelle osapuolelle, että raaka-materiaalin alkuperä on sertifioidusta lähteestä ja että tuotanto ja hallinto vastaavat sertifikaatin mukaisia vaatimuksia. Sertifikaatti pitää uusia vuosittain. [19.]

### **3.5 Ympäristöindikaattorit**

Yritykset voivat käyttää vapaaehtoisia ympäristönjohtamisjärjestelmiä soveltamalla ympäristönsuojelun indikaattoreita, jotka kuvaavat sen tehokkuutta. Indikaattorien avulla pystytään lisäämään yrityksen tiedottamisen selkeyttä, läpinäkyvyyttä ja vertailukelpoisuutta (benchmarking yms.) sekä ympäristöjohtamista ja -suojelua. Indikaattorit toimivat tietoa tiivistävänä työkaluna; suuri määrä ympäristötietoa

voidaan esittää helpommin sulatettavana kokonaisuutena, missä vertaaminenkin on helpompaa. Indikaattoreita voidaan muotoilla valmiuksista ja voimavaroista riippuen ilmaisemaan tärkeimpiä näkökohtia ja myöhemmin laajentaa tarpeen mukaan. Indikaattorit on kehitetty silmälläpitäen ajatusta, että vain mitattua tietoa voi hallita. [19.]

Ympäristöindikaattorijärjestelmän pääperiaatteita ovat seuraavat:

- Vertailun mahdollisuus; indikaattoreitten pitäisi olla yhteensopivia keskenään, jotta voitaisiin vertailla ja osoittaa tapahtuneet muutokset.
- Tulee olla tasapaino mahdollisuuksien ja ongelmallisten kysymyksien kesken.
- Indikaattorien tulisi perustua samanarvoisiin kriteereihin, ja mittauksen tulisi tapahtua vertailukelpoisten ajanjaksojen tai yksiköiden aikana.
- Ajantasalla olevat indikaattorit ilmoittavat vaadittavista toimenpiteistä.
- Indikaattorien tulee olla helposti luettavia ja selkeitä. [19.]

EPI (Environmental Performance Indicator) on tärkeä askel kohti tehokasta ja varmistettavissa olevaa raportointia. EPM:n (Environmental Performance Measurement) on määritelty olevan mittaustyökalu liiketoiminnan ja ympäristön välillä. EPM:n ja EPE:n (Environmental Performance Evaluation) päämäärä on käyttää EPI:ä varmistamaan teollisuuden toiminnan muuttuvan kohti kestävä kehitys nopeudella, joka on yhteiskunnallisesti ja ympäristöllisesti hyväksyttävää. Yleiset vaatimukset mille tahansa indikaattorille ovat, että niiden täytyisi olla objektiivisia, ymmärrettäviä, merkittäviä, johdonmukaisia varsinaisten tavoitteiden kanssa, vastaavan osakkaitten odotuksia ja sallivan hyödyllisiä vertailuja kohtuuhinnoin. Kehitysindikaattorit tulkaavat kestävä kehityksen kanssa vastaantulevia ongelmia (määrällisesti) mitattavissa oleviin mittoihin. [36, s. 24–30.]

Vuonna 1999 julkistettiin ISO 14031 -standardi (ympäristöhallinta – ympäristötehokkuuden evaluointi). Tässä ISO-suosituksessa on mukana ohjaavat periaatteet indikaattorien luomiseen ja ehdotuksia indikaattoreille kahdeksi

pääkategoriaksi: ympäristötilaindikaattorit ECI (Environmental Condition Indicators) ja ympäristötehokkuuden indikaattorit EPI:t. Jälkimmäinen jaetaan kahteen osaan: hallintatehokkuuden indikaattoriin MPI (Management Performance Indicators) ja toimintatehokkuuden indikaattoreihin OPI (Operational Performance Indicators). [36, s. 24–30.]

GEMI (Global Environmental Management Initiative) kehittyi 1990-luvun alussa, ja se oli yksi ensimmäisistä mittaustekniikoista, jotka liittyivät kestävän kehityksen haasteisiin ja päämääriin. Sitä kutsuttiin nimellä ESAP (Environmental Self-assessment Program). ESAP kehitettiin monitoroimaan yrityksen kehitystä ICC-periaatteiden kanssa, se kehitettiin nimenomaan itse-käyttöiseksi työkaluksi. Kehittyneempi versio on nimeltään GMAT (Green Management Assessment Tool), ja se oli enemmän laitoksiin suuntautuva, käytännöllisempi ja soveltuvampi käytössään. [36, s. 24–30.]

Ympäristöindikaattorien käytössä on ollut tuntuva kasvu jo vuoden 1990 lopusta saakka. Ympäristöindikaattorijärjestelmiin ollaan tekemässä strategisia muutoksia, niin että ne toisivat paremmin esille ympäristönäkökantoja, kuten ympäristön tila, tilanteesta riippuvan kommunikoinnin parantaminen, toimintasuunnitelman tai -käytännön laatiminen ja parannus ympäristön tilassa, siinä, millä tavalla ihmiset käyttäytyvät, kun he pyrkivät pitämään ympäristöstä huolta. [36, s. 30–40.]

Esimerkkejä EPI-indikaattorien käytöstä (makrotason käyttö):

- yksittäisten yritysten ohjesäännöt, hallinta ja valvonta
- vaikuttaminen siihen, että yritykset ottavat käyttöön kestävän kehityksen suoriteraportoinnin
- informaation tarjoaminen ulkoisille osakkaille sekä suoritusraportteja [36, s. 30–40].

Mikrotason käytöt:

- perusta strategisille päätöksille

- skenaarioarvioinnit
- sisäisten tavoitteiden asettaminen, suunnittelu, hallinnollinen kontrollointi ja prosessien, tuotteiden ja sisäisen informaation valvonta [36, s. 30–40].

Painotaloissa käytettävistä indikaattoreista esimerkkinä alla taulukko 5.

*Taulukko 5. Ympäristöindikaattoreita painotaloille [37, s. 185].*

Indikaattori	Yksikkö
<b>Ympäristötehokkuus</b>	
kulutus, sähköenergia / käytetty paperimäärä	kWh/tonnia
kulutus, lämpöenergia / käytetty paperimäärä	kWh/tonnia
kulutus, valmistusvesi / käytetty paperimäärä	kuutiometriä/tonnia
liuottimien määrä / käytetty paperimäärä	litraa/tonnia
kemikaalien määrä / käytetty paperimäärä	litraa/tonnia
lajitellun jätteen määrä / käytetty paperimäärä	litraa/tonnia
makulatuuri / ostettu paper	tonnia/tonnia
hankinta ja tavarantoimitus -rahti / käytetty paperimäärä	km/tonnia
jätteidenkuljetus / käytetty paperimäärä	km/tonnia
henkilökuljetus / käytetty paperimäärä	km/tonnia
haitallisten jätteiden kuljetus / käytetty paperimäärä	tonnia/tonnia
<b>Taloudellinen tehokkuus</b>	
energiakustannukset / käytetty paperimäärä	euroa/tonnia
veden käyttökustannukset / käytetty paperimäärä	euroa/tonnia
haitallisten jätteiden hävityskustannukset / käytetty paperimäärä	euroa/tonnia
paperijätteen hävityskustannukset / käytetty paperimäärä	euroa/tonnia
muun jätteen hävityskustannukset / käytetty paperimäärä	euroa/tonnia
muut kuljetuskustannukset / käytetty paperimäärä	euroa/tonnia

<b>Ympäristökuorma</b>	
energiakulutus CO2 / käytetty paperimäärä	tonnia/tonnia
kuljetuksen CO2 / käytetty paperimäärä	tonnia/tonnia

## 4 Tietopankki osana painon ympäristötyötä

### 4.1 CRnetin asiantuntija- ja tietopankkipalvelu

CRnet on suomalainen yritys, joka tarjoaa muille yrityksille koulutus- ja valmennuspalveluja, tietopankin, työpajoja ja seminaareja. CRnetin listoilla on monia eri alojen asiantuntijoita, jotka toimivat konsultteina. CRnetin asiantuntijat edustavat osaamisalueiltaan muun muassa kestävän kehityksen, ympäristön, markkinoinnin ja graafisen alan erikoistuntemusta. CRnetin yhteistyökumppaneihin lukeutuvat muun muassa Tekes, ABB ja Tapiola.

CRnetin käyttäjät saavat sähköpostiinsa ajoittaisen uutiskirjeen, jossa käsitellään ympäristösuojelun ajankohtaisia uutisia ja annetaan informaatiota konferensseista ja opetustilaisuuksista. CRnetin pääsivulta löytyvät myös ajankohtaiset uutiset, verkossa tapahtuu –osio, jossa informoidaan uusimmista julkaisuista ja artikkeleista, yhteistyökumppanit ja kaikki julkaistut uutiskirjeet. CRNet tarjoaa tietopankkipalvelua, johon on koottu tietoa seuraavista aihealueista:

- vastuullinen liiketoiminta
- ympäristö
- ihmiset / työterveys & turvallisuus
- talous
- laatu
- lainsäädäntö
- graafinen ala.

Tietopankki on sisällöllisesti rakennettu toimimaan esitemäisesti, niin että tietomäärä aiheesta on pyritty pitämään niin tiiviinä ja tehokkaana, että käyttäjä näkee koko tekstin kerrallaan yhdellä sivulla. Yleensä tekstin loppupuolta viitoittavat vielä lähdeviittaukset tarkempaan ja syvempään informaatioon aiheesta. Tarkoitus onkin enemmän esitellä osaamisen aihealueita, ja CRnetin asiantuntijat maksusta konsultoivat tarkemmin asiakasta, kuinka implementoida prosessi osaksi omaa työnkulkua. Usein tekstissä myös kerrotaan vinkkejä, kuinka prosessejaan voi parantaa tekemällä toimenpiteitä tai investointeja tiettyihin laitteisiin. Tekstissä ei esitetä mielipiteitä eikä kantoja aiheesta. Ilmiöt ja työkalut käsitellään myös.

Tietopankissa käsitellään aihealuetta usein kolmella tai neljällä pääotsikolla, jotka avautuvat pienempiin osakokonaisuuksiin, jotka saattavat vielä siitä jakautua pienempiin kokonaisuuksiin. Tietopankin rakenne on siis puumainen. Navigointi tapahtuu sivun vasemmassa laidassa olevalla valikolla, johon löytyy myös sanahaku-mahdollisuus. Navigointi on aluksi hieman hämmentävä, koska jos haluaa palata aikaisemmin luettuun tekstiin, ensimmäinen reaktio on käyttää selaimen *edellinen sivu*-toimintoa, mutta tämä ei kuitenkaan tuota haluttua lopputulosta, vaan se vie käyttäjän kokonaan pois tietopankista, mikä johtaa siihen, että tietopankkiin saattaa joutua kirjautumaan uudestaan. Aihealueet on kuitenkin loogisesti järjestelty, joten ei ole hankalaa muistaa, mihin kohtaan oli jäänyt ja mitä kautta sinne pääsi.

Asia esitetään selkeästi ja pienimmän yhteisen nimittäjän kautta, eli alaan kuuluva kapulakieli jätetään pois, tai jos siltä ei voida välttyä, termit selvennetään. Tietopankki tarjoaa toimenpiteitä, jotka kuitenkin jäävät juuri niin tehokkaiksi, kuin asiakas niitä itse haluaa toteuttaa, pois lukien pakolliset lakisääteiset kiintiöt, päästörajat ja toimenpiteet. Tietopankki lisää tietoisuutta muun muassa ympäristöstä, prosessitehokkuudesta ja säästötoimenpiteistä. Osa ehdotetuista toimista on kuitenkin niin sanotusti vapaaehtoisia, ja niiden kannattavuutta saattaa olla joskus ehkä vaikeakin perustella yrityksen johdolle, koska rahallisesti mitattuna investoinnit ympäristöystävällisempiin laitteistoihin saattavat olla pelkkää miinusta rahavirrassa

ilman (rahallisesti) näkyviä voittoja. Poikkeuksia toki myös on, varsinkin energiankulutuspuolella. Tietopankissa pyritäänkin painottamaan, kuinka ekotehokkuudesta saa myös samalla eurotehokkuutta.

Painoille tietopankki kirjoitettiin insinööriyönä pitäen tärkeimpänä osa-alueena *vapaaehtoisia työkaluja ympäristöystävällisyyteen*. Juuri nämä työkalut erottavat graafisella alalla toimivat samanlaiset yritykset toisistaan: se mitä ollaan valmiita panostamaan ja kykeneviä toteuttamaan sekä ylläpitämään, kertoo palvelun laadusta ja tehokkuudesta. Uusia asiakassegmenttejä saattaa muodostua, kun on esittä ympäristöystävällisyysväitteiden tueksi myös siitä kertovia yleisesti (Suomen- tai maailmanlaajuisesti) hyväksytyjä tunnisteita, kuten esimerkiksi *Joutsenmerkki*. Hyödyt painoille liittyvät ympäristötehokkuuteen eli kestävään kehitykseen, sen hallintaan ja saavuttamiseen. Jotta kestävä kehitys voitaisiin saavuttaa, tarvitaan apuna ulkoista voimaa ja tietoa, ihmisiä jotka auttavat ongelmakohtissa (CRnetillä on monen alan asiantuntijoita), seminaareja ja valmennuksia (vastuullinen liiketoiminta, taloudellinen vastuu, ympäristövastuu ja henkilöstön kehittäminen).

Palvelut räätälöidään yritys- ja tapauskohtaisesti. Painolaitoksessa on monta ympäristöseikkaa, joita ottaa huomioon: päästöt, kulutus, kuljetukset ja niin edelleen. Mitä enemmän yrityksellä on tietoa siitä, millaisia ympäristövaikutuksia ne aiheuttavat, sitä paremmin ne voivat hallita niitä ja samalla vähentää esimerkiksi energiankulutusta tai liuottimien haihtumisesta johtuvia päästöjä, jolloin sekä rahaa säästyy että ympäristökuormaa voidaan välttää.

#### **4.2 Tietopankin laatiminen**

Tietopankin reunaehdot oli määritelty niin, että käsiteltävät asiat ovat ihan yhtä tärkeitä isoille kuin pienille painoille. Sisällöllisesti pyrittiin pysymään lyhyessä ja ytimekkäässä tekstissä, tekstiä tietokoneen ruudulla enintään yksi sivu ja teorian alaosassa lisä- ja tarkentavat viitteet. Teksti oli referoitua ja pääkohtia painottavaa



informaatiota, jossa käytetyt sanat ja sanamuodot olivat mahdollisimman 'maalaisjärkimäisiä', koska esimerkiksi suoran lakitekstin lukeminen on hankalaa. Teksti muotoiltiin lyhyiksi kappaleiksi, joissa pääkohdat esitettiin jäseneltynä luettelomaviivoin. Mukaan laitettiin aiheeseen liittyvä kuva piristämään maisemaa ja luomaan lisäinformaatiota: esimerkiksi Joutsenmerkistä kertovalla sivulla on kuva Joutsenmerkin liikemerkistä. Informaatio esitetään Internetissä pienehköllä ja tiiviiksi asetellulla, mutta informaatiomäärältään suurella sivulla.

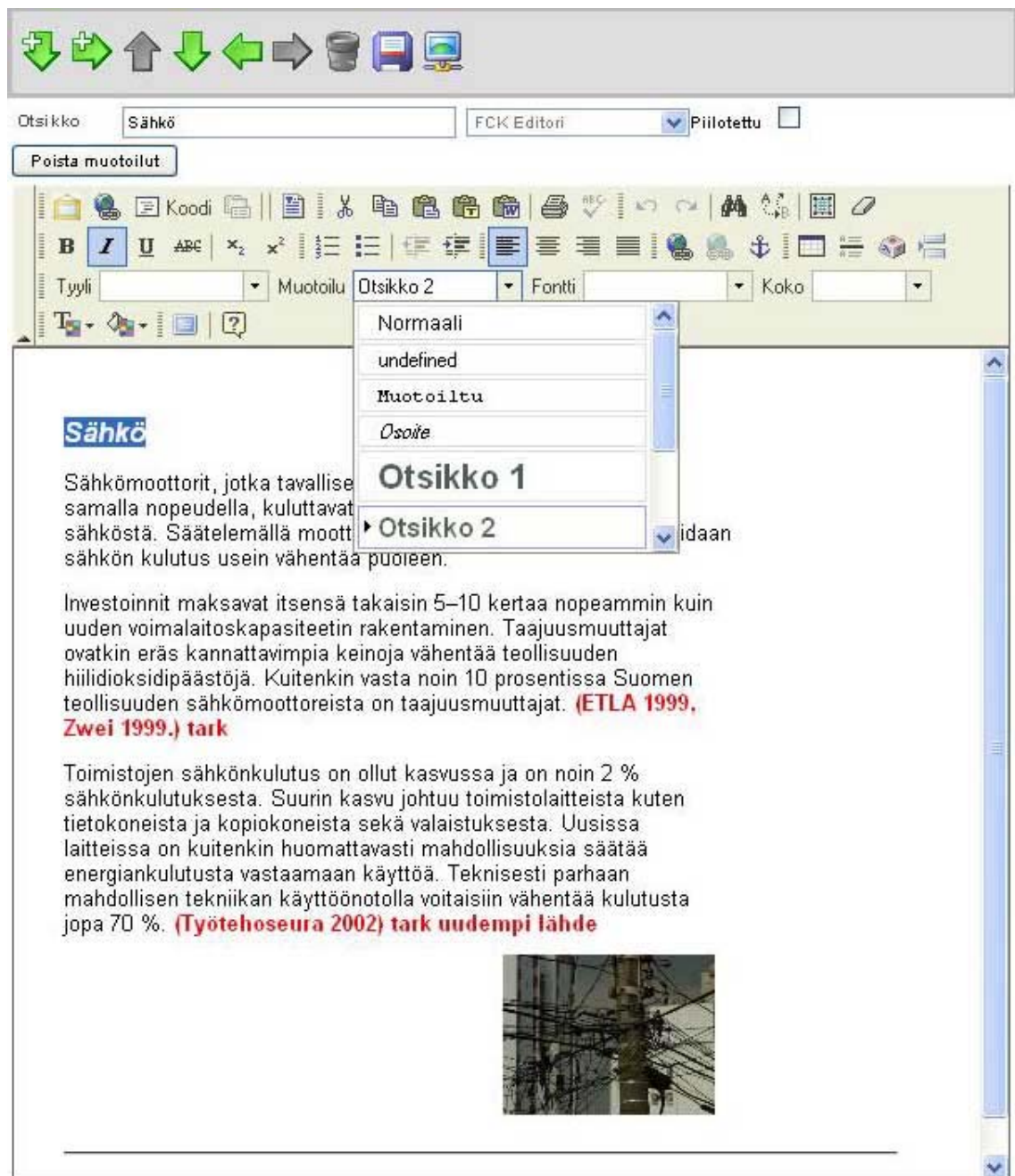
Teksti kirjoitettiin riittävän tekniseksi, jotta se vetoaisi 'kovan luokan' käyttäjiin, jotka pääasiallisesti ovat CRnetin asiakkaita. Tekstissä suosittiin paljon käsky- ja kysymysmuodossa olevia ehdotuksia, esimerkiksi *"Oletko harkinnut, miten siirtää prosessista tuleva hukkalämpö hyötykäyttöön?"* tai *"Mittaa prosessit, muuten et voi hallita niitä!"* Aihepiirit kattoivat painon ympäristönäkökohdat, lainsäädännön, vapaaehtoiset ympäristötyökalut ja yrityksen vaikutuksen painotuotteen hiilijalanjälkeen eli ympäristökarttaan. CRnet-tietopankki toimii pääasiallisesti niin, että käyttäjä lukee lyhyehkön tiivistelmän valitsemastaan aihealueesta ja katsoo siitä tarjotut linkit, kiinnostuu lukemastaan ja haluaa jollakin tasolla toteuttaa sen, apuna siis CRnetin asiantuntijat. Aihepiirien valinta tehtiin kattavasti, niin että esimerkiksi lainsäädännön asiat tuotiin esiin kokonaisvaltaisesti jokaista painotalolle pakollista lakisääteistä osa-aluetta sivuten.

Sivuilla 60–62 on esiteltynä kaksi otsikkoa, *Vapaaehtoiset ympäristötyökalut ja Yrityksen vaikutus painotuotteen hiilijalanjälkeen*. *Vapaaehtoiset ympäristötyökalut* ovat yleisiä kestävän kehityksen ja vastuullisuuden työkaluja, joita voi ajatella mainoksiksi laadusta. Näiden sertifikaattien maine on niin vahva, että se saavuttaa asiasta tietämättömänkin kuluttajan hiljaisen hyväksymisen pelkällä olemassaolollaan tuotteen kyljessä, eikä syyttä: sertifikaattien myöntämisperusteet ovat vaativat, ja niiden ylläpito vaatii sitoutumista kestävään kehitykseen. Tämä laatu tuo tullessaan uusia asiakkaita ja säästää rahaa. *Yrityksen vaikutus painotuotteen hiilijalanjälkeen* - alue käsittelee neuvoja ja ohjeita, miten suoraviivaistaa nimenomaan graafisen alan

yri­tysten prosesseja esimerkiksi eri painotyylistä riippuen, sekä pyrkii painottamaan, kuinka ekotehokkuus ei ole pelkkää rahanhukkaa, vaan myös rahaa poikiva pitkän aikavälin investointi. Kantaa otetaan myös kuljetusten, jälkikäsitte­lyn, varastoinnin, huollon, ongelmajätekeräyksen ja logistiikan tehokkuuteen sekä tarjotaan parantamisehdotuksia.

Tietopankkiin ei lisätty mitään uutta aihepiiriin liittyvää tietoa, esimerkiksi itse­tehdyistä mittauksista saatuja tuloksia, vaan kerättiin eri tietolähteistä informaatiota aiheeseen liittyen. Lähdeteksti käännettiin ja tiivistettiin esitystavalle sopivaan muotoon. Sivulla 60–62 on CRnetin tietopankin graafinen ala -osion otsikkotasot 3 ja 4 esitelty­nä alaotsikko kerrallaan lähteineen.

Kuvassa 16 esitetetään CRnetin editorinäkö­mä. Ylhäällä olevat vihreät nuolet on tarkoitettu lisäämään uusia sivuja ja siirtelemään sivun hierarkkista sijoittumista puuhakemistossa (kuva 17). Muotoilutyökalut näkyvät vihreiden nuolien alla ylä­laidassa. Ne ovat hyvin samanlaiset kuin missä tahansa tekstieditorissa, ainoa poikkeava työkalu on *tyyli*, josta pystyy valitsemaan muotoilun luettelolle, leipätekstille tai taulukolle. Kuvassa näkyvä teksti on tarkalleen yhden sivun kokoinen. Fontit, sisennykset, koot ja muut tyyliseikat, joita käytettiin, oli sovittu CRnetin kanssa. Kuva on otettu vuonna 2009. Tietopankkiin on sen jälkeen jo tehty muutoksia.



Kuva 17. CRnetin tietopankin editorinäkömä.



Kuva 18. Editorin puunäkymä.

Seuraavassa esimerkissä on esiteltyä kaksi pääotsikkoa ja ala-otsikoiden aiheet insinööriyönä tehdystä CRnetin graafisen alan tietopankista.

## 1. Vapaaehtoiset ympäristötyökalut

### 1.1 Eco-design

Eco-design tai toiselta nimeltään EuP on tärkeä työkalu tuotteen suunnitteluun. Aihe esiteltiin ja rajattiin perusteisiin ilman täsmentäviä esimerkkejä. Lähteenä käytettiin ympäristöjärjestö envirowisen kotisivua: <[www.envirowise.gov.uk](http://www.envirowise.gov.uk)>.

### 1.2 Joutsenmerkki

Joutsenmerkki rajattiin kertomaan itse tuotemerkestä: mitä se pitää sisällään, millaista vastuuta se vaatii (kriteerit) sekä myöntämisperusteet. Joutsenmerkistä itsestään löytää helposti informaatiota halutessaan, joten syvälinen paneutuminen ei ollut tarpeen. Lähteenä käytettiin ympäristömerkin kotisivua: <[www.ymparistomerkki.fi/index.phtml?s=40](http://www.ymparistomerkki.fi/index.phtml?s=40)>.

### 1.3 EU-kukka

EU-kukka rajattiin kertomaan merkin toimintaperiaatetta lyhyesti, koska aihe olisi ollut liian laaja käsiteltäväksi yhdellä sivulla. Lisäinformaatiota Internet-linkkien avulla

tarjottiin EU-kukan asetuksiin tai asiakirjoihin, tutkimustietoihin, ecolabel -sivuun ja sen kriteereihin. Lähteinä käytettiin ympäristömerkin kotisivua ja Euroopan komission kotisivua: <[http://ec.europa.eu/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/index_en.htm)>.

#### **1.4 ISO 14001**

ISO 14000 esiteltiin päällisin puolin: millaisia etuja ympäristöjärjestelmän käyttöönotosta saavutetaan ja mitä ISO 14000 edustaa.

Lähteenä käytettiin ISO-standardisarjan kotisivua <[www.sfs.fi/iso14000/](http://www.sfs.fi/iso14000/)>.

#### **1.5 ISO 26000**

ISO 26000 on sosiaalisen vastuun dokumentti, joka on on vielä täydellistä julkaisua vaille. Aiheesta ei ole paljon kerrottavaa, muuta kuin sosiaalisen vastuun ydinkohdat ja se, mitä sosiaalinen vastuu terminä tarkoittaa.

Lähteenä käytettiin ISO standardiliiton kotisivua: <[www.sfs.fi/](http://www.sfs.fi/)>.

#### **1.6 Emas-sertifikaatti**

EMAS eli Eco-Management and Audit Scheme on yritysten vapaaehtoinen ympäristötehokkuuden parantamishanke. EMAS-teksti rajattiin kertomaan lähtökohdat ja etuja sekä liitteenä luettelo EMAS-rekisteröidyistä yrityksistä. Lähteenä käytettiin ympäristöliiton kotisivuja.

#### **1.7 FSC-sertifikaatti ja PEFC-sertifikaatti**

FSC:ä ja PEFC:ä kerrottiin periaatteet, tarvitteet ja mihin toiminta perustuu.

Lisätietona ja lähteenä linkkejä PEFC ja FSC Suomen kotisivuille, sertifiointijärjestelmän kotisivuille sekä itse organisaation sivuille.

#### **1.8 GRI**

GRI eli Global Reporting Initiative on kansainvälinen, riippumattomista sidosryhmistä koostuva yhteisö, joka ohjeistaa yrityksiä ja organisaatioita yhteiskuntavastuulliseen toimintaraportointiin. GRI:stä kerrottiin, mitä sen raportointiin sisältyy. Lisätietona ja

lähteinä ympäristöliiton kotisivut sekä GRI:n omat englanninkieliset sivut ja Finnish business and societyn kotisivut.

## **2. Yrityksen vaikutus painotuotteen hiilijalanjälkeen (ympäristökartta)**

### **2.1 Energiatehokkuus**

Energiatehokkuudesta painotettiin ekotehokkuuden näkökantaa eli rahansäästöä, jos kyynisesti ajattelee, sekä vinkkejä, kuinka ehkäistä laitteiden turhaa energiankulutusta toimistossa, laitoksessa ja sen ulkopuolella. Lähteenä käytettiin Motivan kotisivua <[www.motiva.fi](http://www.motiva.fi)>.

### **2.2 Materiaalitehokkuus**

Materiaalitehokkuuden yksi mittari on MIPS eli Material Input Service Per Service, joka suhteuttaa materiaalinkulutuksen siitä saatuun hyötyyn. MIPS:n periaate esiteltiin vain pinnallisesti ja ytimekkäästi. Tällä työkalulla on niin monta erilaista ympäristötehokkuuteen liittyvää käyttötapaa, että aihekohtainenkin rajausta olisi vienyt liikaa tilaa. Lähteenä käytettiin Suomen luonnonsuojeluliiton sivua MIPS:tä: <[www.sll.fi/luontojaymparisto/kestava/mips](http://www.sll.fi/luontojaymparisto/kestava/mips)>.

#### **2.2.1 Yhteistyökumppanit (kustantajat)**

Alihankkijat

Osto

Prepress

#### **2.2.2 Varastointi**

Myynti

Hankinnat (osto)

### **2.3 Jälkikäsitteily**

### **2.4 Logistiikka**

### **2.5 Huolto ja ylläpito**

### **2.6 Kierrätys**

## 2.7 Ongelmajätekeräys

## 2.8 Jatkuva parantaminen

## 2.9 Laske yrityksesi hiilijalanjälki

## 2.10 Eurotehokas ja €kotehokas painotuote

Yllä olevien 15 otsikon asiat käsiteltiin ohjeistavana osiona painolaitoksille ja kustantamoille. Kuten aikaisemmin on todettu, tietopankin tarkoitus ei ole olla kattava käsikirja erilaisista toimenpiteistä viittaavaan aihepiiriin vaan herättää lukijan mielenkiinto aihetta kohtaan. Koottuja neuvoja esiteltiin luetelmaviivoin käskymuodossa, ja ne olivat tasoltaan yleisiä, kuten *”Teettämällä elinkaariarvio tuotteista saadaan valmistusprosesseihin uusia vaiheita, joissa voidaan säästää rahaa”*, *”Optimoi jakelureittisi”*, tai enemmän kohdennettuja käytännön neuvoja, kuten *”Asenna paineilmakompressoriisi taajuusmuuntaja”*. Vinkit eivät menneet sen pidemmälle, kuten neuvomaan, millainen taajuusmuuntaja ja kuinka tehokas sellainen pitäisi asentaa. Lähteinä käytettiin Kari Rissan graafisen alan ympäristöopasta ja Motivan kotisivua.

## 2.11 Painomenetelmät

- Arkkioffset
- Heatset-offset
- Coldset-offset
- Digitaalinen painaminen

Painomenetelmät jaettiin neljään luokkaan, ja niille kirjoitettiin niin paljon vinkkejä, kuin pystyttiin. Painoprosessien parantaminen vaatiikin melko usein jo uusia laiteinvestointeja, kuten peristalttisia pumppuja ja VOC-jälkipolttimia. Ohjeet olivat korkeintaan kahden lauseen mittaisia hyvin perusteissa pysyviä (*”käytä kasviöljypohjaisia pesunesteitä”*), ja niitä pyrittiin antamaan kaikilta osa-alueilta, kuten esimerkiksi varastoinnista, jakelusta tai energiatehokkuudesta.

## 5 Yhteenveto ja johtopäätelmät

Insinööriyön tavoitteet saavutettiin molempia osapuolia tyydyttävästi, eli itse tietopankin rakennus pääsi siihen vaiheeseen, että sitä voitiin koekäyttää valituilla asiakkailta ja he ovat antaneet mielipiteensä siitä, miten ja mihin suuntaan rakentaa tietopankkia eteenpäin.

Työn aihepiirien tutkiminen ja niistä kirjoittaminen syvensi osaamista ja loi uusia kiinnostuksen kohteita painoteknisen maailman saralta. Aihepiirit olivat varsin kattavat painojen ympäristökuormituksen osalta, joista käsiteltiinkin pääkohdat, niin että lukijalle muodostuu kokonaiskuva asiasta. Syvällisempi aiheenkäsittely olisi vaatinut omakohtaisia mittauksia ja tutkimuksia, joista olisi voinut vetää johtopäätöksiä: miksi ja miten. Painotuotteen osuutta kokonaisuudessaan aina valmistuksesta loppukäyttöön saakka käsiteltiin kattavasti, niin että on selvä kuva siitä, millainen ympäristökuorma vaikuttaa missäkin prosessin osassa ja mikä sen saa aikaan ja mitkä sen vaikutukset ovat.

Haasteita olivat varsinkin painotuotteen elinkaaritutkimuksen tulokset ja toimenpiteet: tutkimuksia aiheesta on vain muutama, puhumattakaan suomalaisista tutkimuksista. Graafisen alan kulutuslukuja ei myöskään tahdo olla saatavilla. Asian olisi voinut tehdä paremmin mittaamalla omakohtaisesti ja raportoimalla tuloksista, varsinkin, kun suomalaisen painotuotteen tutkimus on hieman lapsenkengissään verrattuna esimerkiksi Saksaan.

Graafisen alan ympäristötyö käsittää ympäristönäkökohtien tunnistamisen ja merkittävien ympäristövaikutusten pienentämisen. Suurimmat ympäristövaikutukset tulevat massan ja paperin valmistuksesta, painamisesta ja painovärien sekä liuottimien haihtumisesta. Massan ja paperin valmistuksessa suurin ympäristövaikutus on energian kulutus. Kuidun irrottaminen, jauhaminen ja paperin valmistus vaatii suuret



määrät energiaa, mikä ei rajoitu pelkästään tuotantolaitteisiin, vaan myös tehdastilat, lämmitys, kuljetukset, ilmastointi ja valaistus kuluttavat energiaa. Paperiteollisuuden vesistöpäästöt ovat minimaaliset.

Painoteollisuudessa suurin ympäristövaikutus tulee painovärien valmistuksesta ja haihtumisesta, energian kulutuksesta ja liuottimien haihtumisesta. Liuottimien, painovärien ja kostutusveden lisäaineiden haihtumisesta johtuvia päästöjä kutsutaan hajapäästöiksi (fugitive emissions) tai VOC-päästöiksi. Niitä voidaan vähentää jälkipolttotekniikalla, joka hyötykäyttää päästöt uudelleen energiaksi. Energiaa kuluttavat tuotantolaitteet, kiinteistö, painovärien kuivuminen ja kuljetukset. Ongelmajätteitä ovat painovärit ja puhdistusliuottimet.

Nykypäivän mittatyökalu ympäristökuormalle on hiilijalanjäljen mittaaminen. Sillä tarkoitetaan tuotteen tai palvelun elinkaaren osa-alueille syntyviä kasvihuonepäästöjä, jotka ovat peräisin fossiilisista polttoaineista. Hiilijalanjälkien vertailu on kuitenkin hieman ongelmallista, koska käytetyt oletukset, kohdentamiset ja rajaukset vaihtelevat. VTT laski suomalaiselle sanomalehdelle tyypilliseksi hiilijalanjäljeksi 150–190 g CO<sub>2</sub>-ekv. / sanomalehti. Aikakauslehden hiilijalanjälki taas on 190–230 g CO<sub>2</sub>-ekv. / aikakauslehti. Noin 48 kertaa vuodessa ilmestyvän ja kotiin tilatun aikakauslehden yhteenlasketuksi hiilijalanjäljeksi muodostuu noin 9 kiloa CO<sub>2</sub>-ekv. Merkittävä kasvihuonepäästöjen lähde ovat kaatopaikat, ja kierrätyksen ja uudelleenkäytön tehostaminen vähentäisi päästöjä.

Tietopankkia voisi jatkossa kehittää interaktiivisempaan suuntaan. Esimerkiksi keskustelupalsta lisäisi verkostumista entisestään. CRnetin tunnettuutta voisi lisätä markkinoinnilla.

## Lähteet

- 1 Viluksela, Pentti. Environmental sustainability in the Finnish printing and publishing industry. EVTEK-ammattikorkeakoulu, 2007.
- 2 Rissa, Kari. Graafisen alan ympäristöopas. 2. uusittu painos. Jyväskylä: Työturvallisuuskeskus, 2003.
- 3 Life cycle assessment research. (WWW-dokumentti.) U.S Environmental protection agency. <<http://www.epa.gov/nrmrl/lcaccess/>> Luettu 2.1.2010.
- 4 Life cycle approaches, the road from analysis to practice. UNEP/SETAC Life cycle initiative 2005. (WWW-dokumentti.) <<http://jp1.estis.net/includes/file.asp?site=lcinit&file=4641C153-D273-41CD-83D7-6562534C0DF0>> Luettu 26.1.2010.
- 5 Life cycle assessment, principle and practice. Corporation (SAIC) 2006. (WWW-dokumentti.) Scientific Applications International. <[http://www.epa.gov/nrmrl/lcaccess/pdfs/chapter1\\_frontmatter\\_lca101.pdf](http://www.epa.gov/nrmrl/lcaccess/pdfs/chapter1_frontmatter_lca101.pdf)> Luettu 15.12.2009.
- 6 Larsen, Henrik. Ecolabelling of printed matter – part II. Technical University of Denmark, 2006.
- 7 A life cycle assessment of the production of a daily newspaper and a weekly magazine. Axel Springer Verlag AG, STORA, CANFOR. 1998.
- 8 Joutsenmerkki. (WWW-dokumentti.) Ympäristömerkki. <[http://www.ymparistomerkki.fi/files/914/041fi4\\_3.pdf](http://www.ymparistomerkki.fi/files/914/041fi4_3.pdf)> Luettu 24.3.2010.
- 9 Sustainable Practices, Sustainable Profits. (WWW-dokumentti.) Envirowise. <[www.envirowise.com](http://www.envirowise.com)>. Luettu 17.4.2009.

- 10 Confederation of European paper industries -kotisivu. (WWW-dokumentti.) CEPI.  
<<http://www.cepi.org/Content/Default.asp>> Luettu 13.7.2009.
- 11 Suomen luonto-liitto. (WWW-dokumentti) <<http://luontoliitto.fi/metsa/vanha/pa.html>>  
Luettu 29.12.2009.
- 12 Suomen metsäteollisuus. (WWW-dokumentti.)  
<<http://www.metsateollisuus.fi/Infokortit/Tunnuslukuja/Sivut/default.aspx>> Luettu  
29.12.2009.
- 13 Massan valmistuksen tilastot. (WWW-dokumentti.) Metsäteollisuuden tietopalvelu.  
<<http://www.metsateollisuus.fi/tilastopalvelu/Tilastokuviot/Massa/Forms/AllItems.aspx>>  
Luettu 4.3.2010.
- 14 Energy efficiency, Optimisation for Web Offset Printers. (WWW-dokumentti.) Printcity  
GmbH + Co. KG.  
<[http://www.printcity.eu/tools/download.php?modul=library&path=/var/www/vhosts/printcity.de/httpdocs/save/library/&file=1230.pdf&filename=2008\\_07\\_31\\_PrintCity\\_EE\\_Webli  
ne%20report\\_GB.pdf&site\\_id=196](http://www.printcity.eu/tools/download.php?modul=library&path=/var/www/vhosts/printcity.de/httpdocs/save/library/&file=1230.pdf&filename=2008_07_31_PrintCity_EE_Webli<br/>ne%20report_GB.pdf&site_id=196)> 2008. Luettu 10.3.2010.
- 15 Printcity special report, Sustainability, energy and the environment 2008. (WWW-  
dokumentti.) Printcity.  
<[http://www.printcity.de/tools/download.php?modul=library&path=/var/www/vhosts/printcity.de/httpdocs/save/library/&file=1200.pdf&filename=2008\\_10\\_10\\_PrintCity\\_SEEreport\\_GB\\_Sappi.pdf&site\\_id=196](http://www.printcity.de/tools/download.php?modul=library&path=/var/www/vhosts/printcity.de/httpdocs/save/library/&file=1200.pdf&filename=2008_10_10_PrintCity_SEEreport_GB_Sappi.pdf&site_id=196)> Luettu 2.1.2010.
- 16 GT-ympäristöraportti. VTT:n mediatekniikan asiantuntijapalvelu, 2009.
- 17 Luonnonvarat ja ympäristö 2006. (WWW-dokumentti.) Ympäristöliitto.  
<<http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=56318&lan=fi>> Luettu 11.2.2010.

- 18 Tilastokeskus. (WWW-dokumentti.) <[http://www.stat.fi/til/ekul/2007/ekul\\_2007\\_2008-12-12\\_tie\\_001.html](http://www.stat.fi/til/ekul/2007/ekul_2007_2008-12-12_tie_001.html)> Luettu 21.12.2009.
- 19 Suomen ympäristöministeriön kotisivu. (WWW-dokumentti.)  
<<http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=568&lan=fi>> Luettu 24.3.2010.
- 20 Ilmastonmuutoksen sivut. (WWW-dokumentti.)  
<[http://www.ilmasto.org/ilmastonmuutos/torjuminen/paastojen\\_vahentaminen\\_suomessa.html](http://www.ilmasto.org/ilmastonmuutos/torjuminen/paastojen_vahentaminen_suomessa.html)> Luettu 24.3.2010.
- 21 Sanomalehden hiilijalanjälki. (WWW-dokumentti.) Almamedia.  
<[http://www.almamedia.fi/sanomalehden\\_hiilijalanjalki](http://www.almamedia.fi/sanomalehden_hiilijalanjalki)> Luettu 29.12.2009.
- 22 Hiilijalanjälki. (WWW-dokumentti.) Almamedia.  
<[http://www.almamedia.fi/laskelmien\\_vertailu\\_vaikeaa](http://www.almamedia.fi/laskelmien_vertailu_vaikeaa)>. Päivitetty 26.6.2009. Luettu 7.1.2010.
- 23 Aikakauslehden hiilijalanjälki. (WWW-dokumentti.) Nettitelkku.fi  
<<http://nettitelkku.fi/juttu/aikakauslehden-hiilijalanjalki>> Luettu 21.8.2009.
- 24 Aikakauslehti on ekologinen vaihtoehto. (WWW-dokumentti.) Agi-lehti.  
<[http://www.grafguide.fi/index.php?path=news&uutisluokka=3&news\\_id=709](http://www.grafguide.fi/index.php?path=news&uutisluokka=3&news_id=709)> Päivitetty 21.4.2009. Luettu 24.9.2009.
- 25 Katajajuuri, Juha-Matti ja Loikkanen, Torsti. Elektroninen painoviestintä, ympäristövaikutukset ja ympäristöhallinnan tarve. (WWW-dokumentti.) Valtion teknillinen tutkimuskeskus (VTT). <<http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/1999/T1956.pdf>> 1999. Luettu 15.2.2010
- 26 EuP-direktiivi. (WWW-dokumentti.) Työ- ja elinkeinoministeriö.  
<<http://www.tem.fi/index.phtml?s=2422>> Luettu 2.1.2010.

- 27 Clements, Vic. The EuP Directive – Implementation, Design Requirements and Issues. (WWW-dokumentti.)  
<[http://www.conformity.com/artman/publish/printer\\_feature274.shtml](http://www.conformity.com/artman/publish/printer_feature274.shtml)> Luettu 4.12.2009
- 28 Gynther, Lea. EuP-direktiivin vaikutusarvio Suomessa. (WWW-dokumentti.) Motiva.  
<[http://www.motiva.fi/files/2645/EuP-direktiivin\\_vaikutusarvio\\_Suomessa.pdf](http://www.motiva.fi/files/2645/EuP-direktiivin_vaikutusarvio_Suomessa.pdf)> Luettu 25.1.2010.
- 29 The Industry Council for Packaging and the Environment (INCPEN). Packguide: a guide to packaging eco-design. Envirowise.
- 30 Karpelin, Sinikka. Mitä hyötyä Joutsenmerkistä on valmistajalle? Habitare-messujen seminaari: Tuotevastuu, tuottajanvastuu ja ympäristö. 2005.
- 31 EH&S Management system center web site. (WWW-dokumentti.) <<http://ems-hsms.com//>> Luettu 22.2.2010.
- 32 Ympäristöasioiden hallinta, kansainvälinen ISO 14000 -standardisarja 2008. (WWW-dokumentti.) Suomen standardisointiliiton kotisivu. <[www.sfs.fi](http://www.sfs.fi)> Luettu 21.1.2010.
- 33 Taylor, Clare. The FIPP/FAEP Handbook on Magazines and the environment, 2008.
- 34 FSC:n pääperiaatteet. (WWW-dokumentti.) Suomen FSC-sertifikaatin kotisivut.  
<<http://finland.fsc.org/fsc-suomi/fsc-periaatteet.html>> Luettu 22.2.2010.
- 35 PEFC-sertifioinnin perusajatus. (WWW-dokumentti.) PEFC Suomi.  
<<http://www.pefc.fi/pages/fi/pefc-jaerjestelmae.php>> Luettu 23.2.2010.
- 36 Enroth, Maria. Developing tools for sustainability management in the graphic arts industry. KTH Computer Science and Communication, 2006.

- 37 Pall M. Rikhardsson, Bennet Martin, Bouma Jan Jaap, Schaltegger Stefan. Eco-efficiency in industry and science, Implementing Environmental Management Accounting: Status and Challenges. Teoksessa Pohjola, Tuula. Springer, 2005.