



Liisa Saukonoja

# Ympäristönäkökohtien huomioon ottaminen tuotesuunnittelussa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Konetekniikka

Insinöörityö

26.2.2024

# Tiivistelmä

|                       |   |
|-----------------------|---|
| Tekijä:               | Liisa Saukonoja   |
| Otsikko:              | Ympäristönäkökohtien huomioon ottaminen tuotesuunnittelussa |
| Sivumäärä:            | 37 sivua + 2 liitettä                                       |
| Aika:                 | 26.2.2024   |
| Tutkinto:             | Insinööri (AMK)   |
| Tutkinto-ohjelma:     | Konetekniikka   |
| Ammatillinen pääaine: | Koneensuunnittelu   |
| Ohjaajat:             | Lehtori Janne Nuotio<br>Lehtori Timo Junell                 |

---

Tämän insinöörityön tavoitteena oli hankkia tietoa ympäristötietoisesta tuotesuunnittelusta. Työn tilaajana oli Metropolia Ammattikorkeakoulu Oy. Tarkoituksena oli selvittää, mitä asioita pitää ottaa huomioon sekä minkälaisia menetelmiä ja työkaluja voidaan käyttää, kun tehdään tuotesuunnittelua ympäristön näkökulmasta.

Insinöörityön menetelminä käytettiin tiedonhakua kirjoista, E-kirjoista, standardeista ja muusta verkkoaineistosta. Tietoa vertailtiin eri lähteiden välillä.

Työssä kerrottiin ympäristötietoisesta tuotesuunnittelun periaatteista sekä esiteltiin lyhyesti yleisiä menetelmiä ja työkaluja, kuten elinkaariarviointi (LCA). Lisäksi kerrottiin erilaisia tapoja, joiden avulla tuotteista voidaan suunnitella ympäristöystävällisempiä. Tärkeimpänä näistä on materiaalin ja energian vähentäminen tuotteessa, mutta tärkeää on myös huomioida mm. tuotteen kierrättäminen ja purettavuus. Myös päästöjä voidaan vähentää monella tavalla, kuten valitsemalla ympäristöystävällisiä materiaaleja. Periaatteista tärkeintä on se, että tuotesuunnittelussa pyritään minimoimaan tuotteen haitalliset ympäristövaikutukset koko elinkaaren ajalta. Tärkeää on ottaa ympäristönäkökohdat huomioon jo tuotesuunnitteluprosessin alkuvaiheessa.

Ympäristön huomioon ottaminen tuotesuunnittelussa on kestävä kehityksen kannalta tärkeää ja se on myös välttämätöntä, koska lainsäädäntö tiukentuu koko ajan.

Avainsanat: Ympäristö, tuotesuunnittelu, DFE, ympäristövaikutukset

---

Tämän opinnäytetyön alkuperä on tarkastettu Turnitin Originality Check -ohjelmalla.

## Abstract

Author: Liisa Saukonoja  
Title: Environmental Considerations in Product Design  
Number of Pages: 37 pages + 2 appendices  
Date: 26 February 2024

Degree: Bachelor of Engineering  
Degree Programme: Mechanical Engineering  
Professional Major: Mechanical Design  
Supervisors: Janne Nuotio, Senior Lecturer  
Timo Junell, Senior Lecturer

---

The objective of this Bachelor's thesis was to obtain information of environmentally conscious product design and the collected information can be used in teaching materials. This thesis was commissioned by Metropolia University of Applied Sciences Ltd. The aim of the thesis was to determine what issues need to be taken into account and what kinds of methods and tools can be used when designing products from an environmental perspective.

Firstly, topic-related literature was studied: books, E-books, standards and information from various websites. The information was compared between different sources.

The thesis presents the principles of environmentally conscious product design, as well as briefly introduces the most common methods and tools used, such as Life Cycle Assessment (LCA). In addition, different ways of designing products to be more environmentally friendly were examined. The most important of these is the reduction of material and energy in the product, but it is also important to take into account the recycling and dismantling of the product, for example. Emissions can be reduced in many ways, such as by choosing environmentally friendly materials. On the basis of this Bachelor's thesis it can be concluded that the most important principle is one that aims to minimize the product's harmful environmental impacts throughout its life cycle. It is important to take environmental aspects into account already in the early stages of the product design process.

Keywords: Environmental, product design, DFE, environmental impact

# Sisällys

## Lyhenteet

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 1     | Johdanto   | 1  |
| 2     | DFX (Design for Excellence)                                    | 1  |
| 2.1   | Yleisimpiä DFX-lähestymistapoja                                | 2  |
| 2.1.1 | DFM (Design for Manufacturing)                                 | 2  |
| 2.1.2 | DFA (Design for Assembly)                                      | 2  |
| 2.1.3 | DFR (Design for Reliability)                                   | 3  |
| 2.2   | DFE (Design for Environment)                                   | 3  |
| 2.3   | DFE:n historiaa  | 6  |
| 3     | Ympäristötietoisien suunnittelun periaatteet ja menetelmät     | 7  |
| 3.1   | Periaatteita   | 8  |
| 3.1.1 | Elinkaariajattelu  | 8  |
| 3.1.2 | Sidosryhmien vaatimusten ja ympäristönäkökohtien tunnistaminen | 9  |
| 3.1.3 | Ympäristötavoitteiden asettaminen                              | 10 |
| 3.1.4 | Ympäristösuorituskyky  | 11 |
| 3.2   | Menetelmiä ja työkaluja  | 12 |
| 3.2.1 | Benchmarking   | 12 |
| 3.2.2 | Tarkistuslistat ja ohjeet                                      | 12 |
| 3.2.3 | Pisteytysmatriisit   | 14 |
| 3.2.4 | Ympäristölähtöisen tuotekehityksen menetelmä, E-QFD            | 15 |
| 3.2.5 | Elinkaariarviointi, LCA  | 16 |
| 3.2.6 | Tuotteen hiilijalanjälki                                       | 18 |
| 3.2.7 | Riskianalyysi  | 19 |
| 3.3   | Suunnittelusääntöjä  | 22 |
| 3.3.1 | Materiaalin ja energian vähentäminen                           | 22 |
| 3.3.2 | Päästöjen ja vaaran vähentäminen                               | 25 |
| 3.3.3 | Kierrätettävyys  | 26 |
| 3.3.4 | Purkaminen   | 27 |
| 4     | Lainsäädäntö ja viestintä                                      | 28 |
| 4.1   | Lait, asetukset, direktiivit                                   | 28 |

|     |   |    |
|-----|---|----|
| 4.2 | Merkinnät   | 31 |
| 4.3 | Ympäristöviestintä  | 33 |
| 4.4 | Ympäristömerkit   | 34 |
| 5   | Yhteenveto  | 36 |
|     | Lähteet   | 38 |
|     | Liitteet  |    |
|     | Liite 1: Materiaalit ja resurssitehokkuus sekä tuotteen elinkaari -tarkistuslista |    |
|     | Liite 2: Eri materiaalien pisteytysmatriisi                                       |    |

## Lyhenteet

- CE: *Conformité Européenne*. Eurooppalaisten vaatimusten mukainen.
- CLP: *Classification, Labelling and Packaging*. Asetus, joka sisältää säännöt kemikaalien luokituksista, merkinnöistä ja pakkaamisesta.
- DFA: *Design for Assembly*. Tuotesuunnittelua kokoonpantavuuden näkökulmasta.
- DFE: *Design for Environment*. Tuotesuunnittelun lähestymistapa, jolla pyritään vähentämään tuotteen haitallisia ympäristövaikutuksia koko sen elinkaaren ajalta.
- DFM: *Design for Manufacturing*. Tuotesuunnittelua valmistuksen näkökulmasta.
- DFR: *Design for Reliability*. Tuotesuunnittelua luotettavuuden näkökulmasta.
- DFX: *Design for Excellence*. Tuotesuunnittelun ajattelumalli, jonka tarkoituksena on suunnitella erinomainen tuote haluttu näkökulma huomioon ottaen.
- ECD: *Environmentally Conscious Design*. Ympäristötietoinen tuotesuunnittelu.
- ELV: *End of Life Vehicles*. Direktiivi, joka edistää ajoneuvojen uudelleenkäyttöä, kierrätystä ja hyödyntämistä.
- EPA: *Environmental Protection Agency*. Yhdysvaltojen ympäristösuojeluvirasto.

- E-QFD: *Environmental Quality Function Deployment*. Laatusyökalu, jonka avulla voidaan yhdistää sidosryhmien ympäristövaatimukset ja ympäristöparametrit.
- FMEA: *Failure Mode and Effects Analysis*. Vika- ja vaikutusanalyysi, joka on riskienhallintatyökalu.
- LCA: *Life Cycle Assessment*. Elinkaariarviointi. Tekniikka, jota käytetään apuna ympäristötietoisessa tuotesuunnittelussa.
- REACH: *Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals*. Asetus, jolla säädetään kemikaalien rekisteröintiä, arviointia, lupamenettelyjä ja rajoituksia.
- RoHS: *Restriction of Hazardous Substances*. Laki, jolla rajoitetaan vaarallisten aineiden käyttöä sähkö- ja elektroniikkalaitteissa.
- RPA: *Reliability Physics Analysis*. Työkalu, jolla voidaan testata luotettavuutta (elektronisessa suunnittelussa).
- SER: Sähkö- ja elektroniikkalaiteromu.
- SUP: *Single use plastics*. Direktiivi, joka asettaa vaatimuksia muovituotteille.
- TRACI: *Tool for Reduction and Assessment of Chemicals and Other Environmental Impacts*. Työkalu kemikaalien ja ympäristövaikutusten vähentämiseen ja arviointiin.
- VOC: *Volatile Organic Compound*. Haihtuvat orgaaniset yhdisteet.
- WEEE: *Waste from Electrical and Electronic Equipment*. Sähkö- ja elektroniikkaromu.

## 1 Johdanto

Insinööriytyö on kirjallisuuskatsaus ympäristön huomioon ottavasta tuotesuunnittelusta. Työn tilaajana on Metropolia Ammattikorkeakoulu Oy. Aihe on ajankohtainen ja sillä on lähitulevaisuudessa entistä enemmän merkitystä ympäristöä koskevien vaatimusten kiristyessä ja vihreän siirtymän edistyessä.

Työn tavoitteena on hankkia tietoa aiheesta ja tietoa voidaan hyödyntää opetusmateriaalissa. Aihe on laaja ja työssä pyritään esittelemään monipuolisesti huomioon otettavia asioita, jotka liittyvät ympäristötietoiseen tuotesuunnitteluun. Työssä kerrotaan aiheen taustaa ja käydään läpi periaatteita, menetelmiä ja työkaluja. Lisäksi esitetään suunnittelusääntöjä, joiden avulla voidaan vaikuttaa haluttuun lopputulokseen sekä huomioidaan lainsäädännön ja ympäristöviestinnän merkitys.

## 2 DFX (Design for Excellence)

Design for Excellence (DFX) -ajattelu perustuu siihen, että tuotesuunnittelua tehdään halutun näkökulman kautta koko suunnitteluprosessin ajan. Näin voidaan jo suunnittelun varhaisessa vaiheessa suunnitella parhaat mahdolliset ratkaisut ja saavuttaa toivottu lopputulos. Tuotetta ei kehitetä virheiden kautta, jolloin virheet huomattaisiin vasta tuotekehityksen myöhemmässä vaiheessa tai kun tuote on jo päätynyt asiakkaalle. Tämä vähentää suunnittelukustannuksia ja lyhentää tuotteen markkinoille tuloaika. Haluttu näkökulma voi olla mikä tahansa, mutta yleisiä näkökulmia ovat esimerkiksi valmistettavuus, kokoonpantavuus ja ympäristö. [1.] Tuotteen laatuun ja kustannuksiin voidaan vaikuttaa huomattavasti yksityiskohtaisilla suunnittelupäätöksillä ja tällä taas on suuri vaikutus tuotteen taloudelliseen menestykseen [2].



## 2.1 Yleisimpiä DFX-lähestymistapoja

### 2.1.1 DFM (Design for Manufacturing)

Design for Manufacturing (DFM) on ajattelumalli, jossa tuotesuunnittelua tehdään valmistuksen näkökulmasta. Se on yleisin DFX-ajattelumalleista, koska sillä on suora vaikutus valmistuskustannuksiin. Sen tavoitteena on lyhentää tuotteen valmistusaikaa, pienentää kustannuksia ja tehdä tuotteesta helpommin valmistettavaa. [3.]

DFM:n tavoitteisiin vaikuttavia ominaisuuksia ovat esimerkiksi tuotteen koko, muoto ja materiaali sekä määritellyt toleranssit. Suunnittelussa voidaan ottaa huomioon valmistukseen vaikuttavia tekijöitä, joita ovat mm. työkalukustannukset, kokoonpano-aika ja materiaalien ja laitteiden saatavuus. Valmistuskustannuksia voidaan pienentää esimerkiksi suunnittelemalla tuote valmistettavaksi jollakin muulla tavalla kuin koneistamalla, koska siitä syntyy hukkamateriaalia. Jos tuotteen koneistus on kuitenkin välttämätöntä, koneistusaikaa voidaan lyhentää välttämällä tarpeettoman tiukkoja toleransseja tai pinnankarheusvaatimuksia, kuin mitä tuotteen toiminta edellyttää. DFM:n seurauksena osien lukumäärää voidaan vähentää sekä ottaa uusia materiaaleja käyttöön. Voidaan suunnitella suurempia vakio-osia ja osakokoonpanoja sekä ottaa käyttöön enemmän integroituja ja mukautettuja osia. [2; 3.]

### 2.1.2 DFA (Design for Assembly)

Design for Assembly (DFA) -ajattelussa tuotesuunnittelun pääpainona on kokoonpantavuus. Tavoitteena on helpottaa ja nopeuttaa kokoonpanoprosessia ja minimoida kokoonpanokustannuksia, joihin voidaan vaikuttaa vähentämällä osien lukumäärää integroimalla niitä toisiinsa. Kustannuksiin vaikuttaa myös asennettavuus, eli esimerkiksi se, missä asennossa kokoonpano tapahtuu tai voidaanko osat koota yhdellä kädellä kahden sijasta tai tarvitaanko kokoamiseen työkaluja. Tehokkaampaa on liittää kaikki osat kokoonpanoon vain

yhdestä suunnasta, mieluiten ylhäältä alaspäin, kuin se, että kokoonpanoa täytyy käänellä eri asentoihin, jotta osat saadaan asennettua paikoilleen. [2.]

### 2.1.3 DFR (Design for Reliability)

Design for Reliability (DFR) tarkoittaa tuotesuunnittelua luotettavuuden näkökulmasta. Tämä näkökulma on käytössä usein elektroniikkateollisuudessa, jossa eri laitteilta odotetaan kykyä suorittaa määritetty toiminta halutun käyttöajan ajan. Haluttu käyttöikä voidaan määritellä takuuajana tai asiakkaan tyytyväisyyden mukaan. [1.]

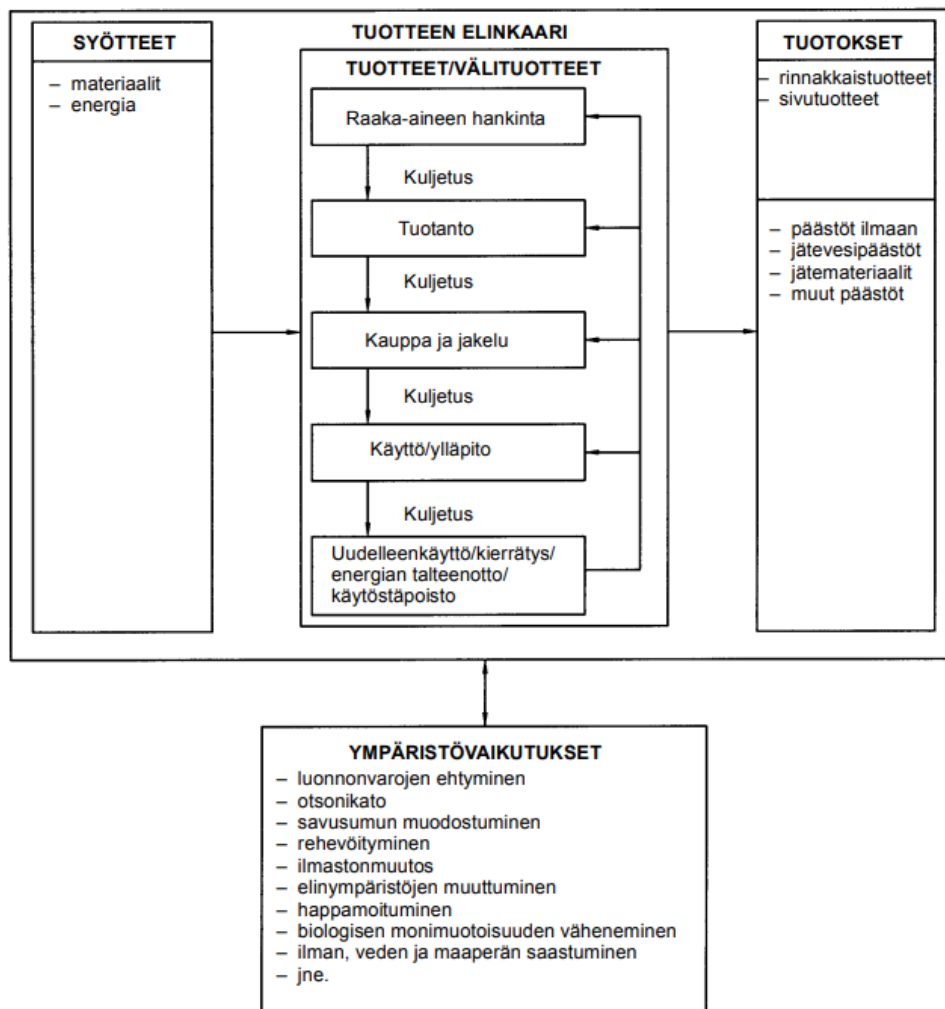
Luotettavuutta voidaan ennustaa esimerkiksi RPA (reliability physics analysis) -työkalulla, jolla voidaan simuloida fysikaalisia ominaisuuksia (kuten lämpötila, virta, jännite, liike ja värähtely) ja niiden avulla arvioida erilaisia mekanismeja [1].

## 2.2 DFE (Design for Environment)

Design for Environment -ajattelu on tuotesuunnittelua ympäristön näkökulmasta. Sen tavoitteena on suojella ympäristöä, taata ihmisen terveys ja turvallisuus sekä turvata luonnonvarojen saatavuus tuleville sukupolville. DFE ottaa nämä tavoitteet huomioon tuotteen ja prosessin suunnittelussa koko elinkaaren ajalta. Elinkaaren lasketaan alkavan siitä hetkestä, kun luonnonvaroista otetaan tuotteeseen tarvittavat raaka-aineet ja niitä aletaan prosessoida. Elinkaareen sisältyy tuotteen tuotanto, käyttö ja jakelu ja se päättyy siihen, kun tuotteen käytön lopussa tuote käytetään uudelleen, materiaalit kierrätetään tai ne hävitetään. [4.]

Joseph Fiksel: DFE:n perimmäinen tarkoitus on suojella ihmisen ja muiden organismien kykyä kukoistaa yhdessä maan päällä. Nykyään DFE:ssä ei ole vain kysymys sosiaalisesta vastuusta vaan se on välttämätöntä maailmanlaajuisen taloutemme elvyttämisen ja jatkuvuuden kannalta. [4.]

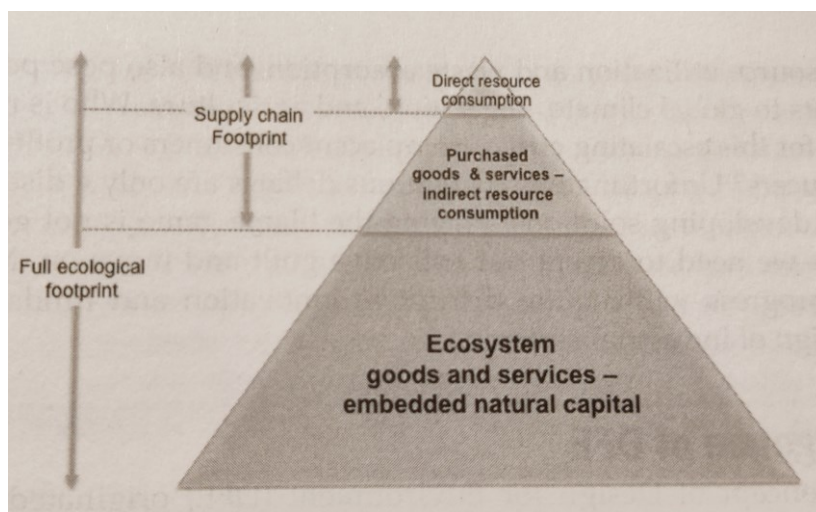
Kun tuotesuunnittelua tehdään ympäristön näkökulmasta, tavoitteena on vähentää haitallisia ympäristövaikutuksia. Niitä ovat esimerkiksi luonnonvarojen ehtyminen, rehevöityminen, happamoituminen, ilmastonmuutos ja ympäristön saastuminen. Ympäristövaikutukset johtuvat tuotteen elinkaaren aikaisista syötteistä ja tuotoksista ja voivat ilmetä missä tahansa tai useassa elinkaaren vaiheessa. Syötteet koostuvat pääasiassa materiaaleista ja energiasta, joita käytetään mm. tuotteen valmistuksen, käytön, toimituksen tai asennuksen aikana sekä esimerkiksi tuotteen eliniän pidentämiseen käytetyistä varaosista ja tuotteen toimitukseen tarvittavista järjestelmistä. Tuotoksia ovat valmiin tuotteen lisäksi esimerkiksi hylätyt tuotteet ja materiaalit, päästöt, jätteet ja talteen otettu energia. Tätä on esitetty kuvassa 1. [5;6.]



Kuva 1. Tuotteen syötteet, elinkaaren vaiheet, tuotokset ja ympäristövaikutukset [5]

Tuotteen aiheuttamia haitallisia ympäristövaikutuksia voidaan vähentää säästämällä luonnonvaroja ja kehittämällä tuotteen uudelleenkäyttöä tai kierrätettävyyttä sekä vähentämällä saasteiden ja jätteiden syntymistä [5].

Tuotteisiin käytetyistä resursseista vain murto-osa näkyy asiakkaalle valmiin tuotteen muodossa. Suurin osa resursseista käytetään tuotteen elinkaaren muissa vaiheissa ja ne vapautuvat ympäristöön roskien, jäteveden ja päästöjen muodossa. Tätä on kuvattu ”resurssien piilotettu vuori” -kaaviossa. (kuva 2). [4, s.4–5.]



Kuva 2. Resurssien piilotettu vuori [4]

Ottamalla ympäristönäkökohdat huomioon tuotesuunnittelussa ja -kehityksessä voidaan saavuttaa monia etuja, kuten:

- jätteenkäsittely- ja energiankäyttökustannukset alenevat
- tuotetietous lisääntyy
- se kannustaa innovointiin ja kehittämään uusia tuotteita kierrätysmateriaaleista
- yrityksen imago ja suhteet viranomaisiin paranevat
- rahoittajien ja sijoittajien kiinnostus lisääntyyvät. [5.]

DFE-käsite on käytössä maailmanlaajuisesti. Sen lisäksi yleisesti on käytössä esimerkiksi käsitteet Eco-Design (ekosuunnittelu) ja Life-Cycle Design (elinkaarisuunnittelu). Samaa tarkoittaa myös käsite ECD, joka on lyhenne sanoista Environmentally conscious design (ympäristötietoinen suunnittelu). [4; 6.]

### 2.3 DFE:n historiaa

DFE-ajattelun ajatellaan alkaneen 1970-luvun alkupuolella, jolloin muotoilija Victor Papanek julkaisi kirjan *Design for the Real World: Human Ecology and Social Change*. Suomeksi se –Turhaa vai tarpeellista– julkaistiin vuonna 1973. [2;7.] Victor Papanek oli muotoilija, jonka filosofia oli suunnitella tuotteita vain tarpeisiin. Hän korosti sitä, että suunnittelijan on pyrittävä ratkaisemaan ongelmat suunnittelijan keinoin. [8.]

Toinen suuri vaikuttaja samoihin aikoihin oli insinööri ja arkkitehti Buckminster Fuller, jonka filosofia oli tehdä enemmän vähemmällä. Hän painotti sitä, että pitää ajatella globaalisti, jotta luonnonvarat riittävät kaikille. Fuller ja Papanek kävivät myös Suomessa puhumassa seminaareissa. He toivat esille, että täytyy löytää ratkaisuja, jotka palvelevat koko ihmiskuntaa. [9.]

Vuonna 1987 YK:n ympäristön- ja kehityksen maailman komissio julkaisi laajan raportin (Brundtlandin raportti), jossa määriteltiin ensimmäistä kertaa käsite kestävä kehitys. Se on prosessi, joka edellyttää valintoja, joilla kehitystä voidaan tehdä tyydyttäen nykyhetken tarpeet turvaten samalla tulevien sukupolvien kyvyn vastata omiin tarpeisiinsa. Esille oli noussut huoli maapallon tulevaisuudesta ja oli tarve muuttaa asenteita maailmanlaajuisesti. Raportti sisältää strategioita kestävän kehityksen tavoitteiden toteuttamiseksi. [10.]

1990-luvun alussa USA:ssa syntyi käsite DFE, jolloin yritykset alkoivat ottaa ympäristönäkökohtia huomioon tuotekehityksessä [4].

### **3 Ympäristötietoisien suunnittelun periaatteet ja menetelmät**

Ympäristönäkökohdat kannattaa ottaa huomioon ympäristötietoisessa tuotesuunnittelussa mahdollisimman varhaisessa vaiheessa, jolloin on paremmat vaikutusmahdollisuudet suunnitella tuote ympäristöystävällisemmäksi kuin suunnitteluprosessin myöhemmässä vaiheessa. Tavoitteena on vähentää haitallisia ympäristövaikutuksia heikentämättä tuotteen toimivuutta. Useita menetelmiä ja työkaluja kannattaa ottaa käyttöön jo prosessin alkuvaiheessa ja niitä voidaan toistaa prosessin aikana. Prosessin edetessä kannattaa tehdä arviointia ja toistaa suunnitteluvaiheita sekä tehdä vertailua eri vaihtoehtojen välillä. Prototyypivaiheessa voidaan arvioida, ovatko ympäristövaatimukset toteutuneet, ja tarvittaessa tehdä vielä joitakin muutoksia. [5.]

Ympäristötietoisien suunnittelun yleiset periaatteet voidaan jakaa Joseph Fikselin (2009) mukaan seuraavalla tavalla neljään päästrategiaan:

1. Materiaalin ja energiankäytön minimoiminen: Tähän voidaan vaikuttaa esimerkiksi vähentämällä tuotteen massaa ja pienentämällä kokoa, vähentämällä apumateriaalien ja pakkausten käyttöä, pidentämällä tuotteen käyttöikää, käyttämällä kierrätysmateriaaleja, yksinkertaistamalla prosesseja tai tarjoamalla palveluja korvaamaan tuotteita.

2. Myrkyttömyyden huomioiminen suunnittelussa: Tähän voidaan vaikuttaa esimerkiksi vähentämällä myrkyllisten ja vaarallisten materiaalien käyttöä, vähentämällä valmistusprosessin aikaisia päästöjä ja vähentämällä haitallista jätettä.
3. Kierrätettävyyden huomioiminen suunnittelussa: Tähän voidaan vaikuttaa esimerkiksi suunnittelemalla tuote uudelleenkäytettäväksi tai kierrätettäväksi, vähentämällä osien ja erilaisten materiaalien lukumäärää, suunnitella materiaalit helpommin erotettavaksi sekä suunnitella osia, jotka soveltuvat useisiin eri malleihin.
4. Pääoman suojaaminen ja uudistaminen: Suojaamiseen voidaan vaikuttaa pitämällä huolta inhimillisen pääoman hyvinvoinnista (esim. työntekijöiden turvallisuus), huolehtimalla prosessien luotettavuudesta ja toimintojen jatkuvuudesta sekä suojelemalla luontoa. Lisäksi uudistamiseen voidaan vaikuttaa esimerkiksi elvyttämällä ekosysteemejä ja etsimällä uusia kykyjä. [4.]

### 3.1 Periaatteita

#### 3.1.1 Elinkaariajattelu

Ympäristötietoinen suunnittelu perustuu elinkaariajatteluun, jossa tuotteen aiheuttamat ympäristövaikutukset otetaan huomioon kokonaisuudessaan tuotteen elinkaaren ajalta riippumatta siitä, mitä elinkaaren vaihetta suunnittelupäätökset koskevat. Tässä otetaan myös esimerkiksi tuotannon aikaiset välituotteet ja tukimateriaalit huomioon, vaikka ne eivät esiinny valmiissa tuotteessa, sekä järjestelmä, jossa tuote tulee toimimaan. Tämä edellyttää kompromisseja erilaisten valintojen välillä. Esimerkiksi rakennuksen energiatehokkuutta voitaisiin parantaa käyttämällä metallia ikkunoissa eristyksen parantamiseksi, mutta ikkunoiden kierrätysmahdollisuudet käytön jälkeen voivat heikentyä sen myötä.

Ympäristönäkökohtien huomioon ottaminen suunnittelussa voi vaihdella eri yrityksissä ja tuotteissa. Sen tulee sisältyä organisaation politiikkaan ja toteuttamisstrategiaan ja se kannattaa ottaa mukaan tuotesuunnitteluun mahdollisimman varhaisessa vaiheessa. [5; 6.]

### 3.1.2 Sidosryhmien vaatimusten ja ympäristönäkökohtien tunnistaminen

Lähestyttäessä tuotesuunnittelua ja tuotekehitystä ympäristön näkökulmasta tulee ensin tunnistaa sidosryhmien ympäristöä koskevat vaatimukset. Näitä ovat esimerkiksi asiakkaan tarpeet ja odotukset, lakisääteiset vaatimukset, kuten tuottajavastuun piiriin kuuluvien tuotteiden kierrätyksen järjestäminen tai ympäristöä koskevat säädökset, sekä yhteiskunnalliset odotukset. Tämän pohjalta arvioidaan suunnitteluun mukaan otettavia merkittäviä vaatimuksia, joita tulee tarvittaessa päivittää ajantasaiseksi. Lisäksi täytyy tunnistaa ympäristönäkökohdat, joihin suunnittelulla voidaan vaikuttaa, ja sen perusteella arvioida, millä niistä on merkittävimmät ympäristövaikutukset koko elinkaaren ajalta. [5; 6.]

Ympäristönäkökohtien tunnistamisen ja ympäristövaikutusten arvioinnin tueksi voidaan pohtia mm. kysymyksiä:

- Kuinka paljon ja minkä tyyppisiä materiaaleja tai lisäaineita käytetään?
- Mitä kulkuvälineitä käytetään materiaalin hankkimiseen tai jakeluun?
- Kuinka paljon energiaa kuluu tuotteen tuotannossa tai käytön aikana?
- Mikä on tuotteen tekninen tai esteettinen käyttöikä?
- Miten tuote hävitetään?
- Voidaanko tuotetta tai materiaaleja käyttää uudelleen? [2, s.242.]



### 3.1.3 Ympäristötavoitteiden asettaminen

Sidosryhmien vaatimusten ja ympäristönäkökohtien tunnistamisen pohjalta ympäristötietoinen suunnittelu sisällytetään tuotesuunnitteluun ja -kehitykseen määrittämällä ympäristöön vaikuttavat ominaisuudet, jotka otetaan suunnittelussa huomioon, ja määritellään strategia sen toteuttamiseksi. Nämä ominaisuudet voivat liittyä esimerkiksi painoon, tilavuuteen, tehonkulutukseen, päästöihin tai kierrätettävyyssasteeseen. Tämän lisäksi määritellään muut tuotteen vaatimat ominaisuudet, kuten tuotteeseen kuuluvat toiminnot, turvallisuus ja laatu. Näiden pohjalta laaditaan tuotteelle spesifikaatio sekä asetetaan ympäristötavoitteet. [6.]

Ympäristötietoisen suunnittelun strategiat voivat liittyä mihin tahansa elinkaaren vaiheeseen ja ne voivat olla esimerkiksi:

- materiaalien tai hävikin vähentäminen
- uusiutuvien tai kierrätettyjen materiaalien käyttäminen
- energiatehokkaan prosessin valitseminen ja prosessissa käytettävien materiaalien vähentämisen tai kierrättämisen huomioiminen
- liikenteen päästöjen vähentäminen kuljetuksessa
- pakkausmateriaalien vähentäminen tai kierrättäminen
- tuotteen käyttöiän pidentäminen
- tuotteen käytön aikaisen energiankulutuksen vähentäminen
- materiaalien kierrättämisen helpottaminen
- jätteen määrän vähentäminen. [2.]

Strategioiden pohjalta asetetaan ympäristötavoitteet, jotka tulee ottaa osaksi organisaation johtamisen yleisiä tavoitteita. Niistä tiedottaminen ja dokumentointi auttaa saavuttamaan tavoitteet. Ympäristötavoitteet voidaan ilmaista esimerkiksi määrällisesti tai prosentteina, kuten päästöjen vähentäminen x %. Niiden toteutumista täytyy seurata ja tehdä jatkuvaa parantamista haitallisten ympäristövaikutusten minimoimiseksi. [6; 11.]

### 3.1.4 Ympäristösuorituskyky

Ympäristöön vaikuttavan suorituskyvyn mittaaminen on tärkeä osa DFE:tä, koska sen avulla voidaan seurata ympäristötavoitteiden ja jatkuvan parantamisen toteutumista. Sen avulla voidaan myös viestittää asiakkaille ja muille sidosryhmille tuotteen eduista ja yrityksen sitoutumisesta kestäväns kehityksen periaatteisiin, mikä lisää myös yrityksen kilpailukykyä. [4.] Suorituskyvyn mittaamisen perustana on, että yrityksen täytyy tunnistaa ympäristönäkökohdat, jotka ovat sille merkittäviä, ja valita sen mukaiset suorituskykyindikaattorit. Indikaattorit voivat liittyä esimerkiksi materiaaleihin, energiaan, päästöihin tai jätteisiin ja niitä voidaan ilmaista suhteellisina osuuksina tai prosentteina tai suhteutettuna johonkin esimerkiksi lukumääränä aikayksikköä kohden. [12.]

Esimerkkejä DFE:hen liittyvistä suorituskykyindikaattoreista:

- kierrätetyn materiaalin määrä tuotteessa tai pakkauksessa
- kulutetun energian tai uusiutuvan energian määrä tuotteen elinkaaren aikana
- materiaalin ja energian käytön tehokkuus
- päästöjen määrä, esim. hiilidioksidi, typpi- ja rikkiyhdisteet
- jätteen määrä tuotetta kohti. [11; 12.]

## 3.2 Menetelmiä ja työkaluja

Tuotesuunnittelun tueksi voidaan ottaa käyttöön erilaisia menetelmiä ja työkaluja, jotka auttavat tekemään suunnittelupäätöksiä haluttujen ympäristötavoitteiden toteuttamiseksi. Menetelmien ja työkalujen valintaan voi vaikuttaa mm. käytävissä oleva aika ja budjetti sekä organisaation strategia. Tässä esitetään muutamia yleisesti maailmanlaajuisesti käytössä olevia menetelmiä ja työkaluja. [6.] Näiden lisäksi tuotesuunnittelun työkaluina voidaan käyttää esimerkiksi materiaalitietokantoja, mallinnustyökaluja (esim. käytönaikaisen tehokkuuden arvioimiseksi), suunnittelutyökaluja (kokoonpanoa ja purkamista varten) sekä työkaluja tuotannon ja prosessien optimoimiseksi. [5.]

### 3.2.1 Benchmarking

Tuotesuunnittelu- ja tuotekehitysprosessiin kuuluu tyypillisesti benchmarking eli tuotteen vertailu markkinoilla oleviin tuotteisiin. Ympäristöominaisuuksien vertailu ja niiden analysointi taulukoiden ja kaavioiden avulla auttaa arvioimaan ja parantamaan ympäristönsuojelun tasoa. Vertailtavia ominaisuuksia voivat olla esimerkiksi toiminnan tai valmiustilan aikainen energiankulutus, käytettyjen materiaalien paino, kuljetusetäisyys sekä ruuvien lukumäärä. [5; 6.]

### 3.2.2 Tarkistuslistat ja ohjeet

Erilaiset tarkistuslistat ja ohjeet ovat yksinkertaisia laadullisia työkaluja, joiden avulla voidaan arvioida mm. ympäristösuorituskyvyn vaatimuksia ja ympäristövaikutuksia. Ne auttavat tunnistamaan kohtia, joissa esimerkiksi materiaalia tai energiankulutusta voitaisiin vähentää. Niitä voidaan käyttää missä tahansa suunnittelun vaiheessa, mutta hyödyllisintä on ottaa ne käyttöön suunnittelun varhaisessa vaiheessa. [6.]

Esimerkiksi Valonia on julkaissut erilaisia tarkastuslistoja, joita yritykset voivat käyttää ympäristönäkökohtien tunnistamiseen. Tuotekehitys- ja -

suunnitteluprosessissa voidaan soveltaa Materiaalit ja resurssitehokkuus sekä tuotteen elinkaari -tarkistuslistaa (liite 1). [13.]

Telenko ym. (2008) ovat laatineet 68-kohtaisen listan DFE-ohjeista, jotka kattavat jokaisen elinkaaren vaiheen ja joiden avulla voidaan vähentää haitallisia ympäristövaikutuksia. Ohjeet tähtäävät resurssien minimoimiseen sekä tehokkaiseen ja kestäväan käyttöön. [2.] Esimerkkejä näistä ohjeista:

- Määrittele uusiutuvat luonnonvarat ja energiamuodot.
- Määritä keskenään yhteensopivat materiaalit ja kiinnikkeet kierrätystä varten.
- Varmista, että jätteet ovat vesipohjaisia tai biohajoavia.
- Käytä suojausta ehkäisemään epäpuhtauksien ja vaarallisten aineiden vapautumista ympäristöön.
- Määritä vaarattomat ja ympäristön kannalta puhtaat aineet.
- Suunnittele tuote niin, että tuotannon aikainen materiaalihävikki jää mahdollisimman pieneksi.
- Minimoi komponenttien määrä.
- Käytä mahdollisimman vähän valmistusvaiheita.
- Määritä kevyet materiaalit ja komponentit kuljetus huomioiden.
- Maksimoi järjestelmän tehokkuus useissa käyttöolosuhteissa.
- Varmista tuotteen käytön aikainen nopea lämmitys ja virrankatkaisu.

- Käytä toimintoja, joissa käyttäjä saa tietoa käyttämästään veden- ja energiankulutuksen määrästä.
- Paranna estetiikkaa ja toimivuutta varmistaaksesi, että esteettinen käyttöikä on yhtä pitkä kuin tekninen käyttöikä.
- Merkitse tuotteeseen ohjeet puhdistettavista/kunnossapidettävistä osista.
- Salli toistuva purkaminen ja uudelleen kokoaminen.
- Minimoi liitoselementtien lukumäärä ja valikoima.
- Varmista, että yhteensopimattomat materiaalit ovat helposti erotettavissa.
- Määritä kaikki liitokset niin, että ne voidaan irrottaa käsin tai yksinkertaisilla työkaluilla. [2, s.252–254.]

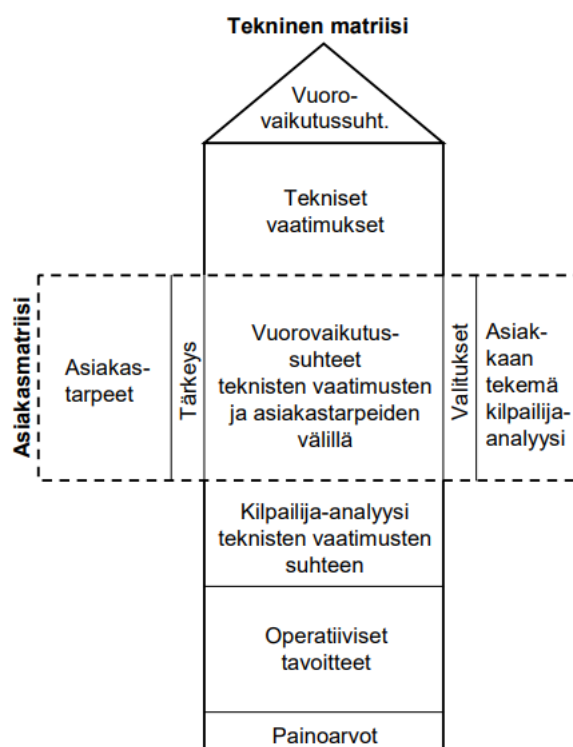
### 3.2.3 Pisteytysmatriisit

Kun pohditaan kompromisseja erilaisten valintojen välillä, voidaan apuna käyttää pisteytysmatriiseja, joissa vaakarivit edustavat eri vaihtoehtoja ja sarakkeissa kuvataan vaihtoehtojen ominaisuuksia ja niiden vaikutuksia jne. Saatavilla olevan tiedon mukaan vaihtoehdot voidaan pisteyttää. Liitteessä 2 nähdään Joseph Fikselin esimerkki pisteytysmatriisista, jossa on vertailtu ympäristön näkökulmasta erilaisia materiaaleja. Taulukossa mainittu kierrätys sisältö tarkoittaa tuotteen tai raaka-aineen sisältämän kierrätetyn materiaalin prosenttiosuutta mukaan lukien kierrätetyt materiaalit, joita syntyy tuotannossa ennen valmistettua tuotetta (ylijäämämateriaali, hylky). [4.]

Eri vaihtoehtojen vertailu ja niiden pisteyttäminen voi auttaa tekemään suunnittelupäätöksiä ympäristöystävällisemmäksi.

### 3.2.4 Ympäristölähtöisen tuotekehityksen menetelmä, E-QFD

Sidosryhmien vaatimusten ja tuotteen ympäristöparametrien (kuten materiaalien paino ja tilavuus, tehonkulutus, päästöt, kierrätettävyysaste) yhdistämiseen voidaan käyttää ympäristölähtöisen tuotekehityksen menetelmää, E-QFD (Environmental quality function deployment) [6]. QFD on matriisityökalu, jossa vaakarivit edustavat tuotteen toivottuja ominaisuuksia ja sarakkeet parametreja, joihin suunnittelulla voidaan vaikuttaa ja joiden arvot ovat mitattavissa [4]. QFD-matriisin ”katto” kuvaa parametrien vuorovaikutussuhdetta ja keskiosan matriisi kuvaa sidosryhmien vaatimusten ja parametrien vuorovaikutussuhteita. Matriiseista on erilaisia versioita, joista yksi esimerkki nähdään kuvassa 3. [14.]



Kuva 3. Esimerkki QFD-matriisista [14]

QFD-matriisin tuloksena saadaan painoarvot parametrien tärkeydestä sidosryhmän vaatimusten näkökulmasta. Tuloksia voidaan käyttää apuna tuotekehityksessä. [14.] Käytettäessä parametreina ympäristöparametreja ja sidosryhmien

vaatimuksina toivottuja ympäristöominaisuuksia, voidaan tuloksia hyödyntää ympäristötietoisessa tuotesuunnittelussa.

### 3.2.5 Elinkaariarviointi, LCA

LCA (Life cycle assessment) eli elinkaariarviointi on tekniikka, jota voidaan käyttää apuna mm., kun halutaan tunnistaa ympäristösuorituskyvyn parantamismahdollisuuksia tai löytää olennaiset ympäristösuorituskyvyn indikaattorit. Elinkaariarvioinnista saatavaa tietoa voidaan hyödyntää mm. päätöksenteossa tuotekehitys- ja -suunnitteluprosessissa tai markkinoinnissa. [15.] Elinkaariarviointiin sisältyy neljä vaihetta:

1. Tavoitteiden ja soveltamisalan määrittelyvaihe: Määritellään tarkasti mm. tutkittava tuotejärjestelmä (sisältää tuotteeseen liittyvät prosessit), toiminnallinen yksikkö (tuotejärjestelmän määrällinen suorituskyky, esim. yksi tuote) ja järjestelmän rajat (prosessit tuotejärjestelmän sisällä, jotka otetaan mukaan elinkaariarviointiin) sekä syyt selvityksen tekemiselle. Selvityksen laajuus ja yksityiskohtaisuus voivat vaihdella käyttötarkoituksen ja aiheen mukaan.
2. Inventaarioanalyysivaihe: Kerätään tiedot tuotteeseen käytetyistä materiaaleista ja energiasta sekä ympäristöön päätyneistä tuotoksista määrällisinä jokaisessa elinkaaren vaiheessa sekä suhteutetaan ne toiminnalliseen yksikköön.
3. Vaikutusarviointi: Arvioidaan inventaarioanalyysin tietojen pohjalta potentiaalisia ympäristövaikutuksia.
4. Tulosten tulkinta: Arvioidaan aiempien vaiheiden tuloksia ja verrataan määriteltyyn tavoitteeseen ja soveltamisalaan. Tämän pohjalta tehdään johtopäätöksiä ja suosituksia. [15.]

Elinkaariarviointia ohjaavia periaatteita ovat mm. läpinäkyvyys sekä toiminnallisen yksikön suhteellisuus. Toiminnallinen yksikkö määrittelee tarkasteltavat

asiat. Inventaarioanalyysin syötteet ja tuotokset ja niiden pohjalta tehty vaikutusarviointi suhteutetaan tähän toiminnalliseen yksikköön. [15.]

Elinkaariarvioinnin haastavin vaihe on vaikutusarviointi, koska tietoa ei ole riittävästi kaikista vaikutuksista eri aineiden vapautuessa ympäristöön. Vaikutukset voivat liittyä ympäristöön, terveyteen tai turvallisuuteen. Ne voivat olla myös taloudellisia, kuten luonnonvarojen ehtyminen. Sen lisäksi ne voivat vaikuttaa paikallisesti, alueellisesti tai globaalisti. [4.]

Vaikutusanalyysissä voidaan hyödyntää yksinkertaistettuja malleja, joissa on suhteellisia arvoja ympäristövaikutuksista useissa eri vaikutusluokissa [4]. Yksi esimerkki tällaisesta ympäristövaikutusten arviointityökalusta on Yhdysvaltojen ympäristösuojeluviraston eli EPA:n (Environmental Protection Agency) kehittämä työkalu kemikaalien ja ympäristövaikutusten vähentämiseen ja arviointiin (TRACI - **T**ool for **R**eduction and **A**ssessment of **C**hemicals and Other Environmental Impacts), jonka avulla voidaan arvioida vaikutuksia seuraavista vaikutusluokista:

- otsonikato
- ilmastonmuutos
- happamoituminen
- rehevöityminen
- savusumun muodostuminen
- ihmisten terveyteen liittyvät vaikutukset
- ekotoksisuus. [16.]

Jokaisen vaiheen jälkeen saadut tiedot järjestellään, jotta niitä voidaan arvioida sekä määritellä niiden pohjalta merkittävät asiat. Tietoja voidaan järjestellä



esimerkiksi yksittäisten elinkaaren vaiheiden mukaan (materiaalien tuotanto, tuotteen valmistaminen, käyttö, kierrätys, jätteiden käsittely) tai prosessiryhmien mukaan (kuljetus, energiahuolto). [17.]

Tämän jälkeen tietoja voidaan määritellä eri menetelmien mukaan, joita ovat esimerkiksi:

- osuusanalyysi, jossa järjestellyt tiedot suhteutetaan kokonaistulokseen, esim. prosenttiosuutena
- määräävyysanalyysi, jossa järjestellyt tietoja tutkitaan niiden merkittävyyden mukaan
- vaikuttamisanalyysi, jossa tutkitaan vaikutusmahdollisuuksia ympäristöasioihin. [17.]

### 3.2.6 Tuotteen hiilijalanjälki

Tuotteen hiilijalanjäljen laskenta perustuu elinkaariarviointiin, jossa käsitellään vain yhtä vaikutusluokkaa eli ilmastonmuutosta. Hiilijalanjälki ilmaistaan hiilidioksidiekvivalenttina, joka on kasvihuonepäästöjen ja -poistumien summa. Käytössä on myös termi osittainen hiilijalanjälki, joka on laskettu vain yhdestä tai useammasta valitusta prosessista tuotejärjestelmässä. [18.]

Kasvihuonekaasut esiintyvät ilmakehässä ja ne imevät maan pinnan, ilmakehän ja pilvien säteilemää infrapunasäteilyä (lämpösäteilyä) sekä säteilevät sitä [18]. Osa säteilystä palaa takaisin maan pinnalle, mikä aiheuttaa kasvihuoneilmion, jolloin maapallo pysyy lämpimänä. Ilmastonmuutos on seurausta kasvihuoneilmion voimistumisesta. [19.] Tuotteen hiilijalanjälkeen ei ole sisällytetty vesihöyryä eikä otsonia, jotka ovat sekä ihmisen toiminnan aiheuttamia että luonnollisia kasvihuonekaasuja [18].

Tuotesuunnittelussa kasvihuonekaasujen määrään voidaan vaikuttaa erilaisilla valinnoilla liittyen eri elinkaaren vaiheisiin. Näitä ovat esimerkiksi

materiaalinvalinta ja niiden hankinta, tuotanto- ja valmistusmenetelmät, kuljetusvaihtoehdot, kierrätys ja käytöstä poistamisen prosessit. [18.]

Päästöjä voidaan kompensoida hyvittämällä tuotteen hiilijalanjälkeä vähentämällä kasvihuonepäästöjä jossain muussa organisaation toiminnassa, kuten investoimalla uusiutuvan energian teknologiaan tai metsittämisellä [18].

Hiilikädenjäljen laskenta on VTT:n (Valtion teknillinen tutkimuslaitos) ja LUT-yliopiston kehittämä menetelmä, jolla voidaan ilmaista tuotteen positiivisia ilmasto-vaikutuksia. Yritykset voivat käyttää sitä apuna viestinnässä ja markkinoinnissa kertomaan parannuksista tuotteessa. Parannuksia voidaan tehdä esimerkiksi vähentämällä materiaalia, pidentämällä tuotteen käyttöikää, lisäämällä energia-tehokkuutta, vähentämällä jätettä ja edistämällä kasvihuonekaasunieluja. Laskenta perustuu lähtötason ja parannetun tuotteen hiilijalanjälkien laskentaan ja näiden erotukseen. [20.]

### 3.2.7 Riskianalyysi

Riskianalyysissä on kysymys riskien luonteen ja ominaisuuksien ymmärtämisestä ja niiden todennäköisyyden, vaikuttavuuden ja hallintakeinojen ym. tarkastelusta. Tätä edeltää mahdollisten riskien tunnistaminen. [21.]

Ympäristöriskit kohdistuvat ihmisen terveyteen tai ympäristöön ja ne voivat aiheuttaa pitkäaikaista altistumista päästöille tai sitten ne voivat ilmaantua äkillisesti. Äkilliset riskit ovat ympäristövahinkoja ja ne voivat aiheuttaa välitöntä haittaa ja ne voivat ilmaantua satunnaisesti. [4; 22.]

Esimerkkejä ympäristöriskeistä:

- maanalaisten säiliöiden tms. rikkoutuminen, mikä voi aiheuttaa maaperän tai pohjaveden saastumista
- suodattimien rikkoutuminen, joka voi aiheuttaa terveyshaittaa päästöjen vuoksi

- kemikaalien joutuminen viemäriin, jolloin päästöjä voi kulkeutua puhdistamolle, maaperään, pohjaveteen tai vesistöihin
- melu, joka estää lintujen pesinnän
- vanhat kaatopaikat, jotka aiheuttavat maaperän ja pohjaveden saastumista. [22.]

Yritysten täytyy noudattaa ympäristölainsäädäntöä ja kantaa vastuu seurauksista. Yritys on velvollinen korvaamaan aiheuttamansa ympäristövahingot. [22.]

On olemassa runsaasti erilaisia menetelmiä, joita voidaan käyttää apuna esimerkiksi riskien tunnistamiseen ja riskianalyysin tekemiseen. Niitä on esitetty standardissa SFS-EN IEC 31010:2019 ja niitä voidaan soveltaa monenlaisissa toimintaympäristöissä. [23.]

Ympäristöriskien tunnistamiseen voidaan käyttää apuna esimerkiksi FMEA:a (failure mode and effects analysis) eli vika- ja vaikutusanalyysiä. Siinä laitteisto, prosessi tms. tutkittava asia jaetaan osiin ja tarkastellaan jokaisen osan kohdalta mahdollisia vikoja, joita voi syntyä, sekä sen syitä ja seurauksia. Sen lisäksi arvioidaan, onko vika vaaraton vai haitallinen sekä miten se voidaan havaita ja miten siihen on varauduttu. Tulokset esitetään FMEA taulukon avulla. [23.]

Riskianalyysissä riskien suuruutta voidaan arvioida esimerkiksi seuraus-todennäköisyysmatriisilla. Matriisissa toiselle akselille luokitellaan seuraukset ja toiselle todennäköisyydet. Vastauksena saadaan luokitus riskin suuruudesta ja ne voidaan ilmaista eri väreillä. Sitä voidaan käyttää vertailemaan riskejä, joiden seuraukset voivat olla erityyppisiä. [23.] Taulukossa 1 nähdään esimerkki seuraus-todennäköisyysmatriisista.

Taulukko 1. Seuraus-todennäköisyysmatriisi [24]

| Tapahtuman todennäköisyys | Seurausten vakavuus |                   |                   |
|---------------------------|---------------------|-------------------|-------------------|
|                           | Vähäiset            | Haitalliset       | Vakavat           |
| Epätodennäköinen          | Merkityksetön riski | Vähäinen riski    | Kohtalainen riski |
| Mahdollinen               | Vähäinen riski      | Kohtalainen riski | Merkittävä riski  |
| Todennäköinen             | Kohtalainen riski   | Merkittävä riski  | Sietämätön riski  |

Ympäristöriskien seurausten arvioinnissa voidaan käyttää esimerkiksi taulukon 2 mukaista luokitusta maa-, vesi- ja ilmaympäristössä sekä jätevesiviemärissä [22].

Taulukko 2. Ympäristövahinkojen seurausten arviointi [22]

| Päästökohte    | Seuraukset  |  |   |
|----------------|---|--|---|
|                | Vähäiset  | Haitalliset  | Vakavat   |
| <b>Vesistö</b> | Aiheuttaa haittaa yrityksen alueella  | Aiheuttaa lievää haittaa vesistöissä (esimerkiksi väri/sameus, aiheuttaa valituksia tai luparajojen ylityksiä) | Aiheuttaa kalakuolemia, voimakasta rehevöitymistä tai muuta vastaavaa   |
| <b>Viemäri</b> | Aiheuttaa haittaa yrityksen tiloissa  | Aiheuttaa ongelmia puhdistamolla (esim. luparajojen ylityksiä) tai viemärin purkupuisteessa                    | Aiheuttaa merkittäviä ongelmia puhdistamolla tai purkupuisteessa tai keskeyttää puhdistamon toiminnan                       |
| <b>Maaperä</b> | Aiheuttaa haittaa päästökohdeissa tai maaperän likaantumisen yrityksen alueella | Aiheuttaa maaperän lyhytaikaisen likaantumisen yrityksen alueen ulkopuolella                                   | Aiheuttaa maaperän pitkäaikaisen likaantumisen <sup>1</sup> yrityksen alueen ulkopuolella tai pohjavesialueen likaantumisen |
| <b>Ilma</b>    | Aiheuttaa haittaa päästökohdeissa   | Aiheuttaa haittaa yrityksen alueella tai sen ympäristössä tai luparajojen ylityksiä                            | Aiheuttaa terveyshaittaa yrityksen alueella tai sen ympäristössä  |

<sup>1</sup>Karkeat maakerrokset (kuten hiekka ja moreeni) päästävät nestemäiset aineet helposti läpi ja saastuminen etenee nopeasti jopa pohjaveteen asti ja tiiviit maakerrokset (kuten savi) päästävät ne huomattavasti hitaammin [22].

Riskien todennäköisyyttä voidaan arvioida esimerkiksi näin:

- Epätodennäköinen: tapahtuu harvemmin, kuin kerran 20 vuodessa
- Mahdollinen: tapahtuu kerran 10 vuoden aikana
- Todennäköinen: tapahtuu joka vuosi. [22.]

Riskien arvioinnin jälkeen on syytä pohtia, miten riskien toteumista voidaan ehkäistä. Tärkeintä on pyrkiä eliminoimaan tekijät, jotka voivat aiheuttaa vaaraa. Lisäksi voidaan pohtia esimerkiksi, onko olemassa turvallisempia vaihtoehtoja tai voidaanko riskeihin vaikuttaa suunnittelun tai ohjeistuksen avulla. [24.]

### 3.3 Suunnittelusääntöjä

Tuotesuunnittelua ohjaavat erilaiset suunnittelusäännöt, jotka voivat olla velvoittavia tai opastavia. Ympäristöä koskevia velvoittavia sääntöjä voivat olla esimerkiksi ympäristöön tai terveyteen liittyvät vaatimukset, kuten kiellettyjen materiaalien käyttö. Tässä esitetään joitakin yleisiä opastavia sääntöjä, jotka voivat antaa suuntaa ympäristötietoiselle tuotesuunnittelulle ja joita voidaan soveltaa yritys- ja tuotekohtaisesti. [4.]

#### 3.3.1 Materiaalin ja energian vähentäminen

Materiaalia ja energiaa voidaan vähentää monilla eri tavoilla ottaen huomioon jokainen elinkaaren vaihe, jossa niitä kuluu. Niitä voidaan vähentää esimerkiksi prosesseissa, jotka liittyvät materiaalien hankintaan, valmistukseen, jakeluun, käyttöön ja talteenottoon [4]. Tavoitteena on optimoida materiaalien ja energian

käyttö säilyttämällä mm. tuotteen suorituskyky ja kestävyys [5]. Tässä esitetään joitakin esimerkkejä niiden vähentämiseksi.

Materiaalia voidaan vähentää pienentämällä tuotteen kokoa ja valitsemalla kevyempiä materiaaleja sekä nostamalla nestemäisten tuotteiden pitoisuuksia. Tämä vähentää myös polttoaineen kulutusta tuotteiden kuljetuksen tarpeen vähentyessä. Myös pakkausmateriaalien käyttöä voidaan vähentää sekä paperiset dokumentit voidaan vaihtaa sähköisiin. [4.]

Uusiutumattomien materiaalien käyttöä voidaan vähentää käyttämällä kierrätettyä materiaalia tuotteiden valmistuksessa. Lisäksi voidaan lisätä uusiutuvien materiaalien käyttöä tuotteissa. Materiaalit lasketaan uusiutuviksi, jos luonnonvarojen täydentyminen vastaa niiden kuluttamista. Käytettyjä osia voidaan myös kunnostaa ja käyttää uudelleen. [4.]

Käyttöikä voidaan pidentää lisäämällä tuotteen kestävyyttä. Käyttöikää määrittäessä on tarpeellista ottaa huomioon myös esteettinen käyttöikä, jotta se vastaa teknistä käyttöikä, eikä toimivaa laitetta heitettäisi pois. [5.] Käyttöikä voidaan myös lisätä esimerkiksi suunnittelemalla komponentteja, jotka ovat helposti päivitettävissä, tai parantamalla tuotteen huollettavuutta ja korjattavuutta [4].

Laitteiden ekotehokkuutta voidaan lisätä suunnittelemalla laitteita, joilla on useita toimintoja (esim. kopiokone, jolla voi myös skannata ja faksata) [4].

Ekotehokkuutta voidaan lisätä tuottamalla vähintään saman verran arvoa pienemmällä materiaali- ja energiamäärällä. Tuotantoprosessia voidaan tehostaa esimerkiksi lisäämällä laitteiden hyödyllisyyttä pidentämällä tuotantoaika tai ottamalla käyttöön tehokkaampia laitteita. Yrityksen toiminnoissa energian käyttöä voidaan vähentää esimerkiksi parantamalla lämmitysjärjestelmiä ja valaistusta energiatehokkaammaksi. Voidaan myös lisätä resurssien hyödyllisyyttä esimerkiksi käyttämällä jätettä tai sivutuotteita muiden prosessien raaka-aineena. [4.]

Resursseja voidaan vähentää tavarantoimitus- ja asiakasprosesseissa esimerkiksi:

- lyhentämällä tuotteen tai sen komponenttien kokonaiskuljetusmatkaa lähettämällä esim. eri toimittajalta tuleva osa suoraan asiakkaalle
- sallimalla pidemmät toimitusajat
- optimoimalla tuotteen muoto ja pakkaus vähentämään kuljetettavaa määrää
- laskemalla kuljetuksen ja säilytyksen aikaisia energiaa kuluttavia vaatimuksia (kuten lämpötila)
- pienentämällä varastoissa olevaa tavaramäärää, mikä vähentää myös tuotteiden pilaantumisen riskiä. [4.]

Käytön aikaista energiankulutusta voidaan vähentää esimerkiksi suunnittelemalla automaattinen virrankatkaisu laitteille (esim. kannettavat tietokoneet), joita ei ole käytetty vähään aikaan sekä suunnittelemalla energiatehokkaampia laitteita (esim. kotitalouden sähkölaitteet) [4].

Käytön aikaista materiaalinkulutusta voidaan vähentää suunnittelemalla tuotteita, jotka eivät vaadi huoltoa tai varaosia käytön aikana (kuten akut ja mustekasetit) [4].

Resursseja voidaan vähentää myös tarjoamalla palveluja tuotteen sijasta. Asiakkaan ei välttämättä tarvitse omistaa tuotetta, jota hän tarvitsee. [5.] Tästä esimerkkejä ovat leasingpalvelut ja kaupunkipyörät [4]. Tämä voi helpottaa myös laitteen uudelleenkäyttöä ja kierrättämistä [5].

### 3.3.2 Päästöjen ja vaaran vähentäminen

Materiaalin ja energian vähentäminen tuotteessa vähentää luonnollisesti myös jätettä ja päästöjä. Sen lisäksi täytyy ottaa huomioon käytettävien materiaalien vaikutukset ympäristöön ja ihmisen terveyteen. Esimerkiksi lyijy, elohopea ja dioksiinit (yhteisnimi kestäville ja eliöstöön kertyville kemikaaleille) voivat aiheuttaa suuria haitallisia vaikutuksia pieninäkin määrinä. Päästöjä ja jätettä voidaan vähentää tekemällä muutoksia tuotteessa ja prosesseissa. [4.]

Päästöjä ja vaaraa voidaan vähentää esimerkiksi rajoittamalla terveydelle tai ympäristölle vaarallisten aineiden käyttöä sekä käyttämällä tuotteessa ja pakauksessa materiaalia, joka ei päästä (tai vain vähän) haihtuvia orgaanisia yhdisteitä [6]. Haihtuvista orgaanisista yhdisteistä käytetään lyhennettä VOC (volatile organic compound) ja ne aiheuttavat sisä- ja ulkoilmaan epäpuhtauksia. VOC-yhdisteet sisäilmassa voivat aiheuttaa ihmiselle haitallisia terveysvaikutuksia. Ulkoilmassa useat VOC-yhdisteet voivat muodostaa savusumua ilmakehässä olevien happimolekyylien lähteiden (kuten typen oksidit ja hiilimonoksidi) kanssa auringonvalon vaikutuksesta. [25.] Haitallisia ympäristövaikutuksia voidaan pienentää myös esimerkiksi valmistamalla biohajoavia tuotteita (kuten muovipussit, pesuaineet) [4].

Valmistusprosessissa, jossa tapahtuu fysikaalisia tai kemiallisia muutoksia, voi syntyä päästöjä, joista on haittaa ihmisen terveyteen tai ympäristöön. Tähän voidaan vaikuttaa mm. vähentämällä vaarallisten kemikaalien käyttöä (kuten haihtuvat liuottimet). Tuotannon aikaisiin päästöihin voidaan vaikuttaa vähentämällä prosesseissa syntyvää jätteen määrää sekä hyödyntämällä jätettä kierrättämällä esimerkiksi kuormalavoja, hylky- ja ylijäämämateriaalia, liuottimia ja prosessivettä. Saasteita voidaan osittain vähentää käyttämällä esimerkiksi hapettimia, suodattimia ja kaasunpesureita. Lisäksi päästöjä voidaan vähentää parantamalla pakokaasujen talteenottoa. [4; 6.] Kemikaalien käyttöä voidaan vähentää esimerkiksi korvaamalla perinteiset liuottimet ja maalit vesipohjaisilla [4].



Lainsäädäntö velvoittaa käsittelemään jätteet vastuullisesti. Ympäristön kannalta on kuitenkin hyödyllisempää etsiä ratkaisuja ehkäisemään saasteiden ja jätteen syntymistä, kuin pohtia syntyvien jätteiden ympäristövaikutusten pienentämistä [5].

### 3.3.3 Kierrätettävyys

Ympäristötietoisessa suunnittelussa on tärkeää minimoida jätteen synty ja huolehtia siitä, että mahdollisimman paljon materiaaleista (myös välituotteet ja pakkausmateriaalit ym.) voidaan käyttää uudelleen tai kierrättää [4]. Kierrättämiseen hyödynnettävää materiaalia voi syntyä tuotteen valmistusvaiheessa (valmistusjäte), tuotteen käytön aikana (esim. vaihto-osat) tai tuotteen käytön jälkeen. Tuotteita voidaan käyttää uudelleen sellaisenaan (esim. kaasupullot) tai eri muodossa kuin alkuperäinen tuote (esim. autonrenkaat puskureina) tai sitten kierrätettyä materiaalia voidaan hyödyntää uuden tuotteen valmistuksessa. [26.] Kierrättämismahdollisuuksien parantamiseen voidaan vaikuttaa esimerkiksi muotoilulla, suojauksella, liitoksien valinnalla ja materiaalinvalinnoilla ottamalla huomioon seuraavia asioita:

- materiaalien yhteensopivuus (vähentää materiaalien erottamisen tarvetta)
- korroosion minimoiminen
- puhdistettavuus
- purkamisen helpottaminen. [26.]

Materiaalien tunnistamista ja niiden kierrättämistä voidaan helpottaa merkintöjen avulla. Esimerkiksi muovituotteet voidaan merkitä standardin SFS-EN ISO 11469:2016 mukaisesti. Kierrätettävyyttä voidaan parantaa välttämällä vaikeasti erotettavia epäpuhtauksia materiaalissa (kuten liimat, maalit, etiketit). [4.]

Teollisuudessa syntyviä sivutuotteita voidaan myös hyödyntää lisäaineena muissa prosesseissa. Jos jätettä ei voida hyödyntää muulla tavoin, sitä voidaan muuttaa energiaksi polttamalla (ei vaaralliset jätteet). [4.]

Esimerkiksi betonin valmistuksessa materiaalin kierto voidaan huomioida monipuolisesti. Sementti on betonin raaka-aine ja sitä voidaan korvata lentotuhkalla ja masuunikuonalla, joita saadaan sivutuotteina kivihiilivoimalaitoksista ja terästeollisuudesta. Sementin valmistukseen tarvittavaa kalkkikiveä voidaan myös korvata osittain teollisuudesta saatavilla sivutuotteilla. Betoniteräksen valmistuksessa käytettävää malmia voidaan korvata romuteräksellä. Käyttöään lopussa betoni voidaan kierrättää ja hyödyntää murskeena uuden betonin valmistuksessa tai maanrakennuksessa kuten betonin valmistuksessa syntynyt ylijäämäbetonikin. Tuotantoprosessissa voidaan kierrättää vettä ja hyödyntää mm. betonin valmistuksessa. Myös prosesseissa syntyvää betonilietettä voidaan hyödyntää. [27.]

#### 3.3.4 Purkamisen

Purkamisen helpottaminen mahdollisimman yksinkertaiseksi helpottaa yhteensopimattomien materiaalien erottamista toisistaan sekä osien kunnostusta ja vaihtoa [26]. Se voi lisätä tuotteen elinikää, kun tuotteen osia on helpompi käyttää uudelleen sekä tekee kierrättämisestä helpompaa [5]. Tärkeää on helpottaa erityisesti arvokkaiden ja niukasti saatavilla olevien materiaalien purkamista. Purkamista voidaan helpottaa sijoittamalla liitokset helposti päästäviin kohtiin sekä käyttämällä liitoksia, jotka voidaan purkaa yksinkertaisesti. Liitokset kannattaa suunnitella kestävään tuotteen käyttöajan sekä kestävään purkamista ja uudelleen kokoamista. [26.]

Osien purkamista ja niiden puhdistamista voidaan helpottaa esimerkiksi yksinkertaistamalla koteloiden ja kokoonpanon muotoja sekä vähentämällä osien lukumäärää. Purkamista voidaan nopeuttaa esimerkiksi seuraavilla keinoilla ja siten helpottaa osien uudelleenkäyttöä tai kierrätettävyyttä:

- Vältä jousia ja väkipyöriä, jotka ovat vaikea purkaa.
- Minimoi hitsien ja liimojen käyttö erotettavien osien välillä.
- Vähennä ruuvien lukumäärää, jos mahdollista.
- Käytä jousipidikkeitä ja pikakiinnikkeitä. [4, s.144–145.]

## 4 Lainsäädäntö ja viestintä

### 4.1 Lait, asetukset, direktiivit

Kansallinen lainsäädäntö edellyttää tuotteen suunnittelussa huomioimaan mm. ympäristö- ja turvallisuuskysymyksiä. Lisäksi EU laatii mm. asetuksia ja direktiivejä, jotka vaikuttavat meillä Suomessa. Asetukset otetaan käyttöön jäsenmaissa, kun ne astuvat voimaan, ja direktiivit ovat lainsäädäntöohjeita jäsenmailleen [28]. Tuotteen elinkaaren eri vaiheita koskevia lakeja, asetuksia ja direktiivejä, jotka liittyvät ympäristöön on esimerkiksi:

- *Kuluttajaturvallisuuslaki* 2011. Lain tarkoituksena on mm. varmistaa kulutustavaroiden turvallisuus ja ehkäistä tavaroiden aiheuttamia terveyshaittoja [29].
- *Ympäristönsuojelulaki* 2014. Lain tarkoituksena on mm. vähentää päästöjä, torjua ympäristövahinkoja, vähentää jätettä ja ehkäistä niiden aiheuttamia haittavaikutuksia [30].
- *REACH (Registration, Evaluation, Authorisation and restriction of Chemicals) -asetus* 2006. Asetuksessa säädetään kemikaalien rekisteröinnistä, arvioinnista, lupamenettelyistä ja rajoituksista. Asetus koskee kemiallisten aineiden käyttöä ja sen tarkoituksena on mm. varmistaa terveyden- ja ympäristönsuojelu. [31.]

- *Laki vaarallisten aineiden käytön rajoittamisesta sähkö- ja elektroniikkalaitteissa 2013.* (RoHS-direktiivi 2011). RoHS (**R**estriction of **H**azardous **S**ubstances) -lainsäädännön tarkoituksena on vähentää vaarallisten aineiden käyttöä ihmisen terveyden ja ympäristön suojelemiseksi sekä parantaa laitteiden hyödyntämistä ja loppukäsittelyä ympäristöystävällisemmäksi. Aineita, jota laki koskee ovat esimerkiksi kadmium, lyijy ja elohopea. [32.]
- *Valtioneuvoston asetus sähkö- ja elektroniikkalaiteromusta 2014.* (Direktiivi sähkö- ja elektroniikkalaiteromusta 2012). Asetuksen tarkoituksena on mm. parantaa sähkö- ja elektroniikkalaitteiden hyödyntämistä ja kierrättämistä käyttöään lopussa. Sähkö- ja elektroniikkalaitteet tulee merkitä SER (**S**ähkö- ja **e**lektroniikkalaiteromu) / WEEE (**W**aste from **E**lectrical and **E**lectronic **E**quipment) -merkinnällä, joka tarkoittaa, että ne tulee kerätä erillään muista jätteistä. [33.]
- *SUP-direktiivi (Single use plastics) 2019.* Direktiivin tavoitteena on mm. edistää kiertotaloutta ja vähentää muoviroskan määrää ympäristössä. Se edellyttää direktiivin soveltamisalaan kuuluville tuoteryhmille vaatimuksia mm. ominaisuuksiin, merkintöihin ja erilliskeräyksiin liittyen. [34.]
- *CLP-asetus (Classification, Labelling and Packaging of substances and mixtures) 2008.* Asetus sisältää säännöt, joiden tarkoituksena on yhdenmukaistaa kemikaalien luokitukset, merkinnät ja pakkaaminen maailmanlaajuisen järjestelmän mukaiseksi [35].
- *ELV-direktiivi (End of life vehicles) 2000.* Vuonna 2023 on tehty ehdotus uudeksi asetukseksi ELV-direktiivin tarkistuksen seurauksena. Direktiivin tavoitteena on vähentää romuajoneuvojen ja niiden osien syntymistä edistämällä niiden uudelleenkäyttöä, kierrätystä ja hyödyntämistä. [36.]

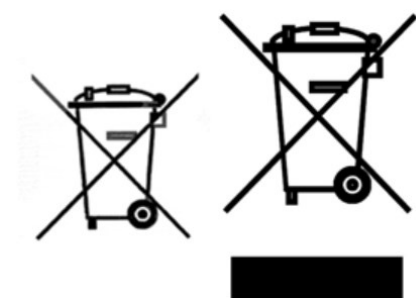
- *Jätelaki 2011*. Lain tavoitteena on mm. kiertotalouden edistäminen, jätteen määrän ja sen haitallisuuden vähentäminen sekä jätehuollon toimivuuden varmistaminen [37]. EU:n neuvostolta tuli uudet jätehuoltoa koskevat säännöt (2018), jossa on tavoitteet jätteen uudelleenkäytön valmistelulle ja kierrätykselle ja kaatopaikkajätteen vähentämiselle [38].
- *Ekosuunnitteludirektiivi 2009*. Direktiivin tavoitteena on parantaa tuotteiden ekotehokkuutta ja vähentää haitallisia ympäristövaikutuksia. Direktiivin toimenpanosäädökset koskevat sähkölaitteita ja muita energiaan liittyviä tuotteita useissa kymmenissä tuoteryhmissä. [39.] Ehdotus 2022: *Asetus kestävien tuotteiden ekologiselle suunnittelulle asetettavien vaatimusten puitteista*, joka korvaisi ekosuunnitteludirektiivin 2009. Tässä laajennettaisiin vaatimukset useampiin tuoteluokkiin sekä lisättäisiin vaatimuksia mm. tuotteen kestävyys, korjattavuus, kierrätysmateriaaleihin ja uudelleenkäytettävyyteen liittyen. [40.]
- *Energiatehokkuusdirektiivi 2023* (uudelleen laadittu). Direktiivillä säädetään mm. energiantehokkuustavoitteet ja energiansäästövelvoitteet [41].
- *Konedirektiivi 2006*. Direktiivissä kerrotaan jokaista konetta koskevat vähimmäisvaatimukset koskien mm. merkintöjä, käyttö- ja huolto-ohjeita sekä suunnittelun ja valmistuksen terveys- ja turvallisuusvaatimuksia. Direktiivin tavoitteena on yhdenmukaistaa vaatimukset EU:n alueella ja taata koneiden turvallisuus. [42.]
- *Painelaitedirektiivi 2014*. Direktiivi sisältää mm. painelaitteen luokitukset sekä vaatimukset koskien painelaitteen suunnittelua ja valmistusta. Se myös asettaa maahantuojille ja jakelijoille velvollisuuksia. Direktiivin tavoitteena on mm. yhdenmukaistaa vaatimukset ja varmistaa painelaitteiden turvallisuus. [43.]

EU julkaisi 2020 uuden kiertotalouden toimintasuunnitelman, joka sisälsi runsaasti aloitteita sen edistämiseksi. Sen pohjalta EU:n komissio on julkaissut

kiertotalouspaketti 1, 2 ja 3:n, jotka sisältävät aloitteita ja ehdotuksia lainsäädäntöön. Tavoitteena on edistää kiertotaloutta ja tehdä tuotesuunnittelusta kestävä. Tuotesuunnittelulla voidaan merkittävästi (jopa 80 %) vaikuttaa tuotteen koko elinkaaren aikana syntyviin ympäristövaikutuksiin. Tavoitteena on, että tulevaisuudessa kaikki EU:n markkinoille tulevat tuotteet ovat mm. kestäviä, huollettavia, uudelleenkäytettäviä ja turvallisesti kierrätettäviä. Toimet kohdistuvat toimialoihin, jotka käyttävät paljon resursseja mm. elektroniikka, ajoneuvot, pakkaukset ja muovit. Kiertotaloudella tarkoitetaan mallia, jossa tuotanto ja kulutus vastaavat maapallon kantokykyä. [44; 45.]

## 4.2 Merkinnät

*Erilliskeräysmerkintä, SER/WEEE-merkintä*, koskee sähkö- ja elektroniikkalaitteita. Se tarkoittaa, että tuote täytyy toimittaa käytön jälkeen asianmukaiseen keräyspaikkaan. Erilliskeräysmerkinnässä (kuva 4) on jäteastia, jonka päällä on rasti. Musta palkki jäteastian alla kertoo, että laite on tuotu markkinoille 13.8.2005 jälkeen. Mustan palkin voi korvata myös päivämäärällä. Merkintä pitää olla tuotteessa, mutta jos se ei ole mahdollista esim. tuotteen koon vuoksi, merkintä voi olla pakkauksessa, käyttöohjeessa tai takuutiedoissa. [46.]



Kuva 4. Erilliskeräysmerkintä [47]

Jotkut muovista tai osittain muovista valmistetut tuotteet tulee merkitä *Tuotteessa on muovia -merkinnällä*. Näitä ovat esimerkiksi kosteuspyyhkeet, terveysiteet, juomamukit ja suodattimelliset tupakkatuotteet. Merkinnän

tavoitteena on vähentää muovin päätymistä luontoon. Kuvassa 5 nähdään merkintä, jota tulee käyttää muovia sisältävässä kertakäyttöisessä juomamukissa.

[48.]



Kuva 5. Muovia sisältävän juomamukin merkintä [48]

*Kemikaalien varoitusmerkeissä* on varoitusta kuvaava musta symboli punareunaisen vinoneliön sisällä. Varoitusmerkillä varustetut tuotteet tulee säilyttää lasten ulottumattomissa ja erillään elintarvikkeista sekä muutenkin turvallisesti.

Tuotteet tulee hävittää kansallisten määräysten mukaisesti. Tarkemmat tiedot tuotteen vaarallisuudesta ja hävittämistä löytyvät pakkauksesta. Kuvassa 6 nähdään voimassa olevat CLP-asetuksen mukaiset kemikaalien varoitusmerkit.

[49.]



Kuva 6. Kemikaalien varoitusmerkit [49]

*CE-merkintä* (kuva 7) ilmaisee, että tuote on direktiivien ja asetusten vaatimusten mukainen. Merkintä pitää olla mm. koneissa, sähkölaitteissa, mittalaitteissa ja leluissa. [39.]



Kuva 7. CE-merkintä [50]

### 4.3 Ympäristöviestintä

Ympäristöä koskeva viestintä on tärkeä osa organisaatioiden toimintaa ja se voi olla sisäistä tai ulkoista. Sisäinen viestintä koskee organisaatiossa olevia henkilöitä ja se voi olla esimerkiksi tiedottamista onnistuneista ympäristöprojekteista tai koulutuksen järjestämistä ympäristötyökalujen käyttöön. Ulkoinen viestintä voi olla mm. tiedon jakamista asiakkaille tai toimittajille koskien esimerkiksi ympäristöhyötyjä tai tuotteen ympäristösuorituskykyä tai ympäristövaikutuksia. Se voi olla myös kertomista organisaation ympäristöön liittyvistä arvoista tai toimenpiteistä ympäristön hyväksi. Myös ohjeet tuotteen oikeanlaisesta käytöstä, kunnossapidosta tai käyttöään loppumisen jälkeisestä hallinnasta on ulkoista viestintää. Viestintää voidaan tehdä myös siksi, että siihen liittyy sitovia velvoitteita tai joudutaan antamaan vastine saatuun palautteeseen tai syytökseen. [51; 52.]

Ympäristöviestintä tulee olla todenmukaista, eikä se saa olla harhaanjohtavaa. Ympäristöviestintää on hyvin monenlaista riippuen käyttötarkoituksesta ja kohdeyleisöstä, mutta sitä voidaan tehdä esimerkiksi verkkosivustojen, raporttien, selosteiden ja sosiaalisen median kautta. [52.]

Viestintä on osa ympäristötietoista tuotesuunnittelua ja -kehitystä. Suunnittelussa voidaan huomioida eri sidosryhmien (kuten suunnittelijat,



ympäristöasiantuntijat, asiakkaat, toimittajat jne.) näkemykset ja siitä voi olla apua ratkaisujen etsimiseksi ympäristövaikutusten minimoimiseksi. [5; 6.]

Jalanjälkiviestintä perustuu jalanjälkiselvitykseen ja sen on oltava yksiselitteistä ja täsmällistä. Sen tavoitteena on vaikuttaa asiakkaisiin valitsemaan tuotteita, joiden ympäristövaikutukset ovat vähäiset. Viestinnässä voidaan vertailla eri tuotteita tai ilmaista jalanjäljen tason parannuksista. Jalanjälkiviestinnässä tulee kertoa selkeästi, mitä näkökohtaa on tarkasteltu jalanjälkeä laskettaessa ja perustelut tulee olla julkisesti saatavilla. [53.]

#### 4.4 Ympäristömerkit

Tyypin 1 ympäristömerkit ovat vapaaehtoisia merkkejä, joiden myöntäminen perustuu useisiin kriteereihin ja ne myöntää kolmas riippumaton osapuoli. Kriteereissä otetaan huomioon jokainen elinkaaren vaihe ja ne laaditaan käyttötarkoitukseen sopivaksi ennalta määrätylle ajanjaksolle. Ympäristömerkkien tavoitteena on edistää niiden tuotteiden kysyntää ja tarjontaa, joilla on mahdollisimman pienet haitalliset ympäristövaikutukset. [54.]

Tyypin 1 ympäristömerkkejä ovat esimerkiksi Pohjoismainen ympäristömerkki eli Joutsenmerkki ja EU-ympäristömerkki (kuva 8). Joutsenmerkille on laadittu kriteerit yli 50 tuote- ja palveluryhmälle ja niissä keskeistä on ilmastonmuutoksen hillitseminen, luonnon monimuotoisuuden säilyttäminen sekä kiertotalouden ja resurssitehokkuuden edistäminen [55]. Esimerkiksi tällä hetkellä voimassa olevissa kestävän puutavaran kriteereissä kemikaaleja ei käytetä lämpökäsittelyssä, jolloin tuote on kierrätettävä ja ylijäämät voidaan polttaa normaalisti. Lisäksi säänkestävyys on testatusti hyvä ja puu on peräisin kestävästi hoidetusta metsästä. [56.] EU-ympäristömerkille on laadittu kriteerejä yli 20 tuoteryhmälle ja niissä keskeistä on energiatehokkuus, kemikaaliturvallisuus ja kestävästi tuotetut raaka-aineet [57].

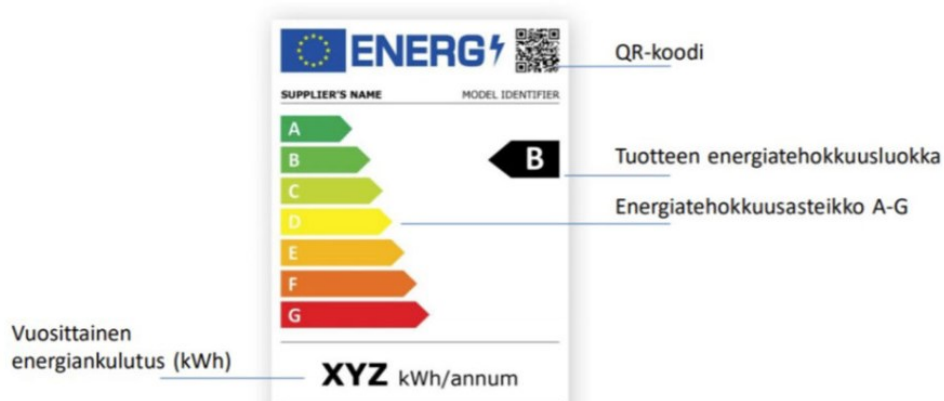


Kuva 8. Joutsenmerkki ja EU-ympäristömerkki [58]

Tuotesuunnittelussa voidaan hyödyntää ympäristömerkkien kriteerejä mietittäessä tärkeimpiä ympäristönäkökohtia. Kriteereistä saadaan myös tietoa ympäristösuojelun tasosta eri tuotteissa. [59.]

Tyypin 2 ympäristömerkit ovat epävirallisia ympäristömerkkejä. Niille on laadittu SFS-EN ISO 14021:2016 standardissa yleisiä vaatimuksia lisäämään merkintöjen luotettavuutta. Vaatimukset kohdistuvat erilaisiin väittämiin ympäristömerkeissä ja niiden täsmällisyyteen, mikä vähentää niiden väärin tulkitsemista. [60.]

EU:n energiamerkin (kuva 9) käyttö on pakollista useissa kodinkoneissa, mikä kertoo laitteen energiatehokkuudesta sekä sähkön kulutuksesta. Se auttaa kuluttajaa tekemään vastuullisia valintoja. [58.]



Kuva 9. EU:n energiamerkki [58]

## 5 Yhteenveto

Insinööriyössä selvitettiin, mitä tulee ottaa huomioon, kun tuotesuunnittelua tehdään ympäristön näkökulmasta. Tavoitteena oli hankkia aiheesta tietoa ja esitellä niitä monipuolisesti.

Aiheeseen perehdyttiin etsimällä tietoa kirjoista, E-kirjoista, standardeista ja monipuolisesti eri verkkosivustoilta. Aihetta käsiteltiin tutkimalla teoriaa eri lähteistä ja vertailemalla niitä keskenään sekä etsimällä pääkohtia, jotka toistuivat useissa lähteissä. Tavoitteet saavutettiin ja tietoa saatiin monipuolisesti. Aihetta jouduttiin rajaamaan runsaan tietomäärän vuoksi.

Keskeisimpinä tuloksina voidaan todeta, että ympäristötietoisessa suunnittelussa tärkeintä on huomioida tuotteen koko elinkaari ja pyrkiä minimoimaan haitalliset ympäristövaikutukset koko sen ajalta. Erilaisia menetelmiä kannattaa ottaa tuotesuunnittelun avuksi prosessin alusta alkaen ja niitä kannattaa toistaa prosessin edetessä. Tuotesuunnittelussa täytyy ottaa monipuolisesti huomioon eri asioita ja tehdä vertailua eri vaihtoehtojen välillä ja usein joudutaan tekemään kompromisseja valintojen välillä. Tuotteen ympäristövaikutusten arviointi voi olla haastavaa, kun pitää ottaa samanaikaisesti paljon asioita huomioon ja kaikista ympäristövaikutuksista ei välttämättä ole tietoa riittävästi.

Ympäristöä koskeva lainsäädäntö tiukentuu jatkuvasti ja kehityksestä halutaan tehdä kestäväää. Keinoja haitallisten ympäristövaikutusten minimoimiseksi löytyy runsaasti, mutta lisäksi tarvitaan uusia innovaatioita ratkaisemaan ympäristökykyisiä tuotesuunnittelussa. Olennaista tuotesuunnittelussa on kuitenkin materiaalin ja energian vähentäminen tuotteen elinkaaren ajalta sekä kiertotalouden edistäminen. Tuotesuunnittelulla on suuri merkitys tuotteen elinkaaren aikana syntyviin ympäristövaikutuksiin.

Tutkimusta voisi jatkaa perehtymällä syvällisemmin esitettyihin aihealueisiin sekä kiertotalouden teemaan. Lisäksi voisi etsiä lisää menetelmiä ja työkaluja tuotesuunnittelun tueksi. Verkossa on myös runsaasti saatavilla kaupallisia

ohjelmia, tietokantoja ja laskureita, joista voi olla apua tuotesuunnittelussa, mutta niihin ei tässä työssä perehdytty.

## Lähteet

- 1 Tulkoff Cheryl; Hillman Craig&Caswell Greg. 2021. Design for Excellence in Electronics Manufacturing. E-kirja. Wiley.
- 2 Ulrich, Karl T.&Eppinger Steven D. 2016. Product Design and Development. 6.painos. E-kirja. Mc Graw Hill Education.
- 3 Poli, Corrado. 2001. Design for Manufacturing. E-kirja. Butterworth-Heinemann.
- 4 Fiksel, Joseph. 2009. Design for Environment. A Guide to Sustainable Product Development. 2.painos. Mc Graw Hill Education.
- 5 ISO/TR 14062:fi. 2003. Ympäristöasioiden hallinta. Ympäristönäkökohtien yhdistäminen tuotesuunnitteluun ja tuotekehitykseen. Suomen standardisoimisliitto.
- 6 SFS-EN IEC 62430:2020. Ympäristötietoinen suunnittelu. Periaatteet, vaatimukset ja opastusta. Suomen standardisoimisliitto.
- 7 Victor Papanek. Verkkoaineisto. Wikipedia. <[https://fi.wikipedia.org/wiki/Victor\\_Papanek](https://fi.wikipedia.org/wiki/Victor_Papanek)>. Luettu 3.11.2023.
- 8 Aikamme profeettoja – Victor Papanek. 2006. Elävä arkisto. Radio-ohjelma. <<https://yle.fi/aihe/artikkeli/2006/09/08/aikamme-profeettoja-victor-papanek>>. Kuunneltu 3.11.2023.
- 9 Turhaa vai tarpeellista. 2020. Radio Helsinki. Helsinki Design Weekly. Podcast. <<https://www.radiohelsinki.fi/podcastit/turhaa-vai-tarpeellista/>>. Kuunneltu 3.11.2023.
- 10 The World Commission on Environment and Development. 1987. Our Common Future. Verkkoaineisto. Oxford University Press. <<https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/5987our-common-future.pdf>>. Luettu 13.11.2023.
- 11 SFS-EN ISO 14004:2016. Ympäristöjärjestelmät. Yleisiä toteuttamisohjeita. Suomen Standardisoimisliitto.
- 12 SFS-EN ISO 14031:2021. Ympäristöasioiden hallinta. Ympäristönsuojelun tason arviointi. Ohjeistusta. Suomen Standardisoimisliitto.

- 13 Tarkistuslistat yrityksen ympäristönäkökohtien tunnistamiseen. 2022. Verkkoaineisto. Valonia. <<https://valonia.fi/materiaali/tarkistuslistat-yrityksen-ymparistonakokohtien-tunnistamiseen/>>. Luettu 10.1.2024.
- 14 Sarvikas, Juho. 2006. Strategisten investointien hallinta ryhmäpäätöksen tukisysteemien avulla. Diplomityö. Lappeenrannan teknillinen yliopisto. LUTPub-tietokanta.
- 15 SFS-EN ISO 14040:2016 + A1:2020. Ympäristöasioiden hallinta. Elinkaariarviointi. Periaatteet ja pääpiirteet.
- 16 Tool for Reduction and Assessment of Chemicals and Other Environmental Impacts (TRACI). 2024. Verkkoaineisto. EPA. <<https://www.epa.gov/chemical-research/tool-reduction-and-assessment-chemicals-and-other-environmental-impacts-traci>>. Päivitetty 9.1.2024. Luettu 19.1.2024.
- 17 SFS-EN ISO 14044:2006 + A1:2018 + A2:2020. Ympäristöasioiden hallinta. Elinkaariarviointi. Vaatimukset ja suuntaviivoja.
- 18 SFS-EN ISO 14067:2018. Kasvihuonekaasut. Tuotteiden hiilijalanjälki. Hiilijalanjäljen laskemista koskevat vaatimukset ja ohjeet. Suomen Standardisoimisliitto.
- 19 Tulevaisuussanasto. Kasvihuonekaasu. Verkkoaineisto. Sitra. <<https://www.sitra.fi/tulevaisuussanasto/kasvihuonekaasu/>>. Luettu 22.1.2024.
- 20 Carbon handprint guide. V 2.0. Applicable for environmental handprint. 2021. Verkkoaineisto. VTT. <[https://publications.vtt.fi/julkaisut/muut/2021/Carbon\\_handprint\\_guide\\_2021.pdf](https://publications.vtt.fi/julkaisut/muut/2021/Carbon_handprint_guide_2021.pdf)>. Luettu 2.2.2024.
- 21 SFS-ISO 31000:2018. Riskienhallinta. Ohjeet. Suomen Standardisoimisliitto.
- 22 Ympäristöriskit. PK-RH-riskienhallinta. Verkkoaineisto. Suomen riskienhallintayhdistys. <<https://pk-rh.fi/riskien-luokittelu/vahinkoriskit/ymparistoriskit.html>>. Luettu 3.2.2024.
- 23 SFS-EN IEC 31010:2019. Riskienhallinta. Riskien arviointimenetelmät. Suomen Standardisoimisliitto.
- 24 Riskienhallinta. Verkkoaineisto. Työturvallisuuspakki. <<https://xn--tyturvallisuuspakki-r6b.fi/riskienhallinta/>>. Luettu 3.2.2024.

- 25 Technical Overview of Volatile Organic Compounds. 2023. Verkkoaineisto. EPA. < <https://www.epa.gov/indoor-air-quality-iaq/technical-overview-volatile-organic-compounds>>. Päivitetty 14.3.2023. Luettu 1.2.2024.
- 26 Pahl, Gerhard & Beitz Wolfgang. 1990. Koneensuunnitteluoppi. 2.painos. Metalliteollisuuden Kustannus Oy.
- 27 Kiertotalous betoniteollisuudessa. 2022. Verkkoaineisto. Elementtisuunnittelu. < <https://www.elementtisuunnittelu.fi/valmisosarakentaminen/ymparisto-ominaisuudet/kierratys>>. Päivitetty 5.11.2022. Luettu 27.1.2024.
- 28 EU-lainsäädännön tyypit. Verkkoaineisto. Euroopan komissio. <[https://commission.europa.eu/law/law-making-process/types-eu-law\\_fi](https://commission.europa.eu/law/law-making-process/types-eu-law_fi)>. Luettu 5.2.2024.
- 29 Kuluttajaturvallisuuslaki. 2011.Säädöstietopalvelu. Verkkoaineisto. Tukes. <<https://tukes.edilex.fi/fi/lainsaadanto/20110920>>. Luettu 5.2.2024.
- 30 Ympäristönsuojelulaki. 2014. Verkkoaineisto. Finlex. <<https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2014/20140527>>. Luettu 5.2.2024.
- 31 REACH – Rekisteröinti, luvat ja rajoitukset. Verkkoaineisto. Tukes. <<https://tukes.fi/kemikaalit/reach#0d4d2d8e>>. Luettu 5.2.2024.
- 32 Laki vaarallisten aineiden käytön rajoittamisesta sähkö- ja elektroniikkalaitteissa. 2013. Säädöstietopalvelu. Verkkoaineisto. Tukes. <<https://tukes.edilex.fi/fi/lainsaadanto/20130387>>. Luettu 5.2.2024.
- 33 Valtioneuvoston asetus sähkö- ja elektroniikkalaiteromusta. 2014. Säädöstietopalvelu. Verkkoaineisto. Tukes. <<https://tukes.edilex.fi/fi/lainsaadanto/20140519?toc=1>>. Luettu 5.2.2024.
- 34 Usein kysytyjä kysymyksiä tiettyjen muovituotteiden ympäristövaikutusten vähentämistä koskevasta direktiivistä. Verkkoaineisto. Ympäristöministeriö. <<https://ym.fi/-/usein-kysytyja-kysymyksia-tiettyjen-muovituotteiden-ymparistovaikutusten-vahentamista-koskevasta-direktiivistä>>. Luettu 5.2.2024.
- 35 Luokitus, merkinnät ja pakkaaminen. Verkkoaineisto. Tukes. <<https://tukes.fi/kemikaalit/clp-luokitus-merkinnat-ja-pakkaaminen#0d4d2d8e>>. Luettu 6.2.2024.
- 36 Romuajoneuvot. Ympäristö. Verkkoaineisto. European Commission. <[https://environment.ec.europa.eu/topics/waste-and-recycling/end-life-vehicles\\_en](https://environment.ec.europa.eu/topics/waste-and-recycling/end-life-vehicles_en)>. Luettu 6.2.2024.

- 37 Jätelaki. 2011. Säädstietopalvelu. Verkkoaineisto. Tukes. <<https://tukes.edilex.fi/fi/lainsaadanto/20110646>>. Luettu 6.2.2024.
- 38 Jätehuolto ja kierrätys: neuvostolta uudet säännöt. 2018. Verkkoaineisto. Eurooppa-neuvosto. <<https://www.consilium.europa.eu/fi/press/press-releases/2018/05/22/waste-management-and-recycling-council-adopts-new-rules/>>. Luettu 6.2.2024.
- 39 Ekosuunnittelu. Verkkoaineisto. Tukes. <<https://tukes.fi/tuotteet-ja-palvelut/sahkolaitteet/ekosuunnittelu>>. Luettu 6.2.2024.
- 40 Ekologista suunnittelua koskeva asetus: neuvoston kanta vahvistettu. 2023. Verkkoaineisto. Eurooppa-neuvosto. <<https://www.consilium.europa.eu/fi/press/press-releases/2023/05/22/ecodesign-regulation-council-adopts-position/>>. Luettu 6.2.2024.
- 41 Energiantehokkuusdirektiivi (EED). 2023. Verkkoaineisto. Motiva. <[https://www.motiva.fi/ratkaisut/ohjauskeinot/direktiivit/energiatehokkuusdirektiivi\\_%28eed%29](https://www.motiva.fi/ratkaisut/ohjauskeinot/direktiivit/energiatehokkuusdirektiivi_%28eed%29)>. Luettu 6.2.2024.
- 42 Koneita koskevat vaatimukset. Verkkoaineisto. Tukes. <<https://tukes.fi/tuotteet-ja-palvelut/koneet#0d4d2d8e>>. Luettu 7.2.2024.
- 43 Painelaitedirektiivi. 2014. Verkkoaineisto. EUR-Lex. <<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/?qid=1524049293489&uri=CELEX:02014L0068-20140717>>. Luettu 7.2.2024.
- 44 Kiertotalouden edistäminen EU:ssa. Verkkoaineisto. Ympäristöministeriö. <<https://ym.fi/kiertotalouden-edistaminen-eu-ssa>>. Luettu 7.2.2024.
- 45 Kiertotalousohjelma. 2023. Verkkoaineisto. Valtioneuvosto. <<https://ym.fi/documents/1410903/42733297/Kiertotalousohjelman+kansallinen+ja+EU-tason+tilannekuva.pdf/77335b7c-9254-a047-aa4b-c72f83ec7dcf/Kiertotalousohjelman+kansallinen+ja+EU-tason+tilannekuva.pdf?t=1686738166654>>. Luettu 7.2.2024.
- 46 SER-merkintä. 2023. Verkkoaineisto. Your Europe. <[https://europa.eu/youreurope/business/product-requirements/labels-markings/weee-label/index\\_fi.htm](https://europa.eu/youreurope/business/product-requirements/labels-markings/weee-label/index_fi.htm)>. Tarkistettu 28.8.2023. Luettu 5.2.2024.
- 47 Sähkö- ja elektroniikkalaiteromu – SER, WEEE. Verkkoaineisto. Tukes. <<https://tukes.fi/tuotteet-ja-palvelut/sahkolaitteet/sahkolaitteiden-vaatimukset/sahko-ja-elektroniikkalaiteromu-ser-weee>>. Luettu 5.2.2024.



- 48 Kertakäyttöiset muovituotteet, SUP (single use plastics). Verkkoaineisto. Tukes. <<https://tukes.fi/tuotteet-ja-palvelut/kertakayttoiset-muovituotteet-sup#0d4d2d8e>>. Luettu 5.2.2024.
- 49 Vaara! Tunne kemikaalien uudet varoitusmerkit. Verkkoaineisto. Tukes. <<https://tukes.fi/documents/5470659/6373044/Vaara%21+Tunne+kemikaalien+uudet+varoitusmerkit+pitk%C3%A4/e835ae6f-bf09-476f-8fbd-d45f00bcc47d/Vaara%21+Tunne+kemikaalien+uudet+varoitusmerkit+pitk%C3%A4.pdf>>. Luettu 6.2.2024.
- 50 Lelujen merkinnät. Verkkoaineisto. Tukes. <https://tukes.fi/tuotteet-ja-palvelut/lelut/lelujen-merkinnat>>. Luettu 6.2.2024.
- 51 SFS-EN ISO 14006:2020. Ympäristöjärjestelmät. Ohjeita ekosuunnittelun sisällyttämisestä ympäristöjärjestelmään. Suomen Standardisoimisliitto.
- 52 SFS-EN ISO 14063:2020. Ympäristöasioiden hallinta. Ympäristöviestintä. Ohjeita ja esimerkkejä. Suomen Standardisoimisliitto.
- 53 53 SFS-EN ISO 14026:2018. Ympäristömerkit ja -selosteet. Jalanjälkiviestinnän periaatteet, vaatimukset ja ohjeet. Suomen Standardisoimisliitto.
- 54 SFS-EN ISO 14024:2018. Environmental labels and declarations. Type I environmental labelling. Principles and procedures (ISO 14024:2018).
- 55 Kriteerit. Joutsenmerkki. Verkkoaineisto. Ympäristömerkintä Suomi. <<https://joutsenmerkki.fi/kriteerit/>>. Luettu 10.2.2024.
- 56 Kestävä puutavara. Joutsenmerkki. Verkkoaineisto. Ympäristömerkintä Suomi. <<https://joutsenmerkki.fi/kriteerit/086-kestava-puutavara-2/>>. Luettu 10.2.2024.
- 57 EU-ympäristömerkki. Verkkoaineisto. Ympäristömerkintä Suomi. <<https://eu-ymparistomerkki.fi/tietoa-merkista/>>. Luettu 10.2.2024.
- 58 Vastuullinen kuluttaminen: Ympäristö- ja energiamerkit. Verkkoaineisto. Kuluttajaliitto. <<https://www.kuluttajaliitto.fi/materiaalit/vastuullinen-kuluttaminen-ymparisto-ja-energiamerkit/>>. Luettu 11.2.2024.
- 59 Ympäristömerkit tuotesuunnittelussa. 2022. Verkkoaineisto. Ympäristöhallinnon verkkopalvelu. <<https://www.ymparisto.fi/fi/kestava-kierto-ja-biotalous/tuotesuunnittelu/ymparistomerkit-tuotesuunnittelussa>>. Luettu 11.2.2024
- 60 SFS-EN ISO 14021:2016 + A1:2021. Ympäristömerkit ja ympäristöselosteet. Omaehtoiset ympäristövaihtämät (tyypin II ympäristöselosteet).

## Materiaalit ja resurssitehokkuus sekä tuotteen elinkaari -tarkistuslista [13]

| <b>VALONIA Tarkistuslista kysymykset</b>   | <b>Työn vaihe</b> | <b>Tarkastelu-ajan-kohta</b> |
|--|-------------------|------------------------------|
| Pyritäänkö yrityksen tuotekehityksessä ja valmistuksessa jatkuvasti parempaan materiaalitehokkuuteen?  |                   |                              |
| Noudatetaanko tuotteiden suunnittelussa kiertotalouden periaatteita? (esim. kierrätettävät materiaalit ja/tai tuotteen elinkaari pidennettävissä)        |                   |                              |
| Ovatko yrityksen valmistamat tuotteet helposti korjattavissa ja huollettavissa? (varaosien saatavuus, korjauksen kannattavuus)                           |                   |                              |
| Onko yrityksen omassa tuotekehityksessä ja valmistuksessa pyritty maksimoimaan tuotteiden kestävyys ja käyttöikä? (lujuus, korjattavuus, muunneltavuus)  |                   |                              |
| Myydäänkö tuotteeseen liittyviä huoltopalveluja (esim. säännöllistä tarkastusta, huoltoa ja päivitystä), käyttöpalvelua tai käytön opastusta?            |                   |                              |
| Onko selvitetty mahdollisuutta myydä asiakkaalle palvelua, joka korvaa tuotteen ostamisen?   |                   |                              |
| Onko yrityksen omilla tuotteilla tai toiminnoilla sertifioituja ympäristömerkkejä?   |                   |                              |
| Viedäänkö käytöstä poistuvat, ehjät materiaalit ja tarvikkeet uudelleenkäyttöön jätehuollon sijasta?   |                   |                              |
| Tiedetäänkö yrityksen läpi kulkevat materiaalivirrat ja tiedotetaanko sivuvirroista mahdollisia jatkokäyttäjiä ajatellen? (esim. Materiaalitorin kautta) |                   |                              |
| Huolletaanko koneet ja laitteet säännöllisesti niiden käyttöiän pidentämiseksi?  |                   |                              |
| Onko tuotteiden varastointia optimoitu turhan tilan ja energiakulutuksen välttämiseksi?  |                   |                              |
| Onko kiinteistöjen osalta huomioitu muuntojoustavuus ja mahdollisesti muuttuvat tarpeet?   |                   |                              |
| Onko tavaran toimitusten yhteydessä pyritty vähentämään pakkausmateriaalia?  |                   |                              |

|   |  |  |
|---|--|--|
| Suositaanko uudelleen käytettäviä ja kierrätettäviä pakkauskauksia?                       |  |  |
| Kierrätetäänkö yrityksessä syntyvä jäte- ja pakkausmateriaali?                            |  |  |
| Onko selvitetty mahdollisuudet hävikin pienentämiseen?                                    |  |  |
| Onko haitallisten aineiden käyttöä vähennetty?  |  |  |
| Onko selvitetty, voiko yrityksen tuottama jäte olla toiselle hyötymateriaalia?            |  |  |
| Suositaanko kierrätetyistä tai uusiutuvista materiaaleista valmistettuja tuotteita?       |  |  |
| Onko uusiomateriaalien käyttömahdollisuuksia selvitetty?                                  |  |  |
| Seurataanko uusiomateriaalin osuutta yrityksen käyttämissä tuotteissa?                    |  |  |
| Suunnitellaanko varastointi niin, että tuotteiden laatu pysyy hyvänä eikä hävikkiä synny? |  |  |

**Eri materiaalien pisteytysmatriisi [4]**

| <b>Pisteet</b> | <b>Esimerkkejä materiaaleista</b>  | <b>Kriteerit</b>  |
|----------------|--|---|
| <b>3</b>       | Kestävästi korjatut metsätuotteet, kestävä/luomu maataloustuotteet, korkki   | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Materiaali, jolla ei ole vaaroja elinkaaren aikana</li> <li>-Kestävällä tavalla valmistettu luonnonmateriaali</li> <li>-Biohajoava/helposti kierrätettävä</li> <li>-Kierrätys sisältö, luonnonmateriaali tai syntettilinen materiaali</li> <li>-Ei ole käytetty myrkyllisiä aineita materiaalin käsittelyssä</li> </ul> |
| <b>2</b>       | Kierrätetty puuvilla, kierrätetty metalli, kierrätetty muovi, kierrätetty polyesteri, hamppu (luonnollinen liotus)                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Materiaali, jolla on vähäisiä vaaroja elinkaaren aikana, mutta ei aiheuta syöpää</li> <li>-Biohajoava/mahdollisesti kierrätettävä</li> <li>-Kohtalainen kierrätys sisältö</li> <li>-Kestävästi hankittu materiaali</li> <li>-Lopputuotteessa ei ole myrkyjä, vaikka niitä olisi käytetty tuotannon aikana</li> </ul>    |
| <b>1</b>       | Hamppu (kemiallinen liotus), pellava, tammi  | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Materiaali, jolla on joitakin vaaroja elinkaaren aikana, mutta ei aiheuta syöpää</li> <li>-Kierrätys sisältö</li> <li>-Kierrätetty, mutta jonka arvo on alhaisempi kuin alkuperäinen</li> <li>-Joitakin vaikutuksia ekosysteemiin</li> </ul>  |
| <b>0</b>       | Kasviparkittu nahka, kylmäsinkitty metalli, etyyliiniyliasetaatti (ETY), perinteinen villa, polypropeeni, polyeteeni (LDPE, HDPE, LLDPE) | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Materiaali, jolla on kohtalaisia vaaroja elinkaaren aikana, mutta ei aiheuta syöpää</li> <li>-Käyttämätön raaka-aine/kierrätys sisältö</li> <li>-Kohtalaisia vaikutuksia ekosysteemiin</li> </ul>   |
| <b>-1</b>      | Nailon, polyasetaali, puuvilla, polyesteri, pinnoitetut metallit, puutuotteet (joita ei ole kestävästi korjattu)                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Materiaali, jolla on kohtalaisia vaaroja elinkaaren aikana, mutta ei aiheuta syöpää</li> <li>-Minimaalinen kierrätys sisältö</li> <li>-Kohtalaisia vaikutuksia ekosysteemiin</li> </ul>   |

| <b>Pisteet</b> | <b>Esimerkkejä materiaaleista</b>   | <b>Kriteerit</b>  |
|----------------|---|---|
| <b>-2</b>      | Kromi(III)-parkittu nahka, ruostumaton teräs, polyuretaani ja polyuretaanivaaho, teflon/PTFE, elastaa-ni ja elastaa-nisekoitukset | <ul style="list-style-type: none"><li>-Materiaali, jolla on merkittäviä vaaroja elinkaaren aikana, mutta ei aiheuta syöpää</li><li>-Käyttämätön raaka-aine</li><li>-Merkittäviä vaikutuksia ekosysteemiin</li></ul>   |
| <b>-3</b>      | PVC ja PVC-pinnoitteet, nikkeli ja nikkeli-levy, kromi(VI)-parkittu nahka, polyuretaanipinnoitteet (vedenpitävä, hengittävä)      | <ul style="list-style-type: none"><li>-Materiaali, jolla on erittäin suuria vaaroja elinkaaren aikana (endokriiniset haitta-aineet, karsinogeenit, korkean tason välitön myrkyllisyys jne.)</li><li>-Käyttämätön raaka-aine</li><li>-Ei biohajoava tai kierrätettävä</li><li>-Erittäin suuria vaikutuksia ekosysteemiin</li></ul> |