

.....

YMPÄRISTÖMYÖNTEINEN TUOTESUUNNITTELU

Funktionalismin jalanjäljillä

.....

YMPÄRISTÖMYÖNTEINEN TUOTESUUNNITTELU

Funktionalismin jalanjäljillä

Pekka Rautiainen

Opinnäytetyö

Ammattikorkeakoulututkinto



Koulutusala Kulttuuriala	
Koulutusohjelma Muotoilun koulutusohjelma	
Työn tekijä(t) Pekka Rautiainen	
Työn nimi YMPÄRISTÖMYÖNTEINEN TUOTESUUNNITTELU - Funktionalismin jalanjäljillä	
Päiväys 4.5.2012	Sivumäärä/Liitteet 46 / 13
Ohjaaja(t) Juha Miettinen, Antti Kares	
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t)	
Tiivistelmä Opinnäytetyössä oli tavoitteena perehtyä ympäristömyönteisyyteen, funktionalismiin ja betonin teknisiin ominaisuuksiin. Tarkoituksena oli todentaa tekijälle betonin ympäristöominaisuuksista ja sen mahdollisuuksista tuottaa ekologisia tuotteita. Työssä tutustuttiin aluksi monipuolisesti ympäristömyönteisyyteen ja ekologiaan näkökulmiin erilaisissa konteksteissa, josta koostettiin tarpeellinen tieto tuotteiden valmistukseen. Sekä betonin ominaisuuksiin ja sen ympäristöominaisuuksiin kiinnitettiin huomioita runsaasti, joka yhdistyi funktionalismin ja yleisen ympäristömyönteisen suunnittelun lähtökohtiin. Tämän työn tuloksena syntyi funktionalismin mukainen, mahdollisimman vähän ympäristöä kuormittava tunnelmavalaisin. Johtopäätöksinä voidaan todeta, että muotoilijalla on suurin vastuu tuottaa ympäristön kannalta vähän kuormittavia tuotteita. Kokonaisuutena muotoilijan tulee ottaa huomioon laajoja osa-alueita, eikä vain suunnittelun tai materiaalin osuutta, jotta lopputuotetta voidaan kutsua ekologiseksi	
Avainsanat elinkaariajattelu, elinkaarisuunnittelu, Ekologia, Betoni, funktionalismi	

Field of Study Culture			
Degree Programme Degree Programme in Design			
Author(s) Pekka Rautiainen			
Title of Thesis Environmentally Friendly Product Design - In the Footsteps of Functionalism			
Date	4.5.2012	Pages/Appendices	46 / 13
Supervisor(s) Juha Miettinen, Antti Kares			
Project/Partners			
<p>Abstract</p> <p>This thesis had the aim to study eco-friendliness, functionalism, and the technical properties of concrete. The other aim was to convince the author of the environmental attributes of concrete and the potentiality to produce eco-friendly products of the material in question.</p> <p>The author had to begin by studying the environmental-friendliness and ecological aspects of the material in different contexts. Thereafter the necessary information was compiled for the manufacture of products. Attention was paid to both general and ecological features of concrete as a material. The acquired knowledge was combined with functionalism and common eco-friendly baseline for design. As a result of this thesis a functional mood light fitting with minimal environmental impact emerged.</p> <p>It can be concluded that the designer has a large responsibility for producing environmentally friendly low-pollution products. The designer must consider large sectors, not just the design or the use of ecological material when designing ecological end products.</p>			
<p>Keywords</p> <p>life cycle, life cycle planning, ecology, concrete, functionalism</p>			

1 JOHDANTO	11
2 YMPÄRISTÖMYÖNTEINEN TUOTESUUNNITTELU	14
2.1 YMPÄRISTÖOMINAISUUKSIEN KEHITTÄMINEN – kolme lähestymistapaa ..	14
2.2 ELINKAARIAJATTELU	15
2.3 ELINKAAREN VAIHEET	17
2.4 ELINKAARISUUNNITTELUN MENETELMÄT	23
3 FUNKTIONALISMI	21
3.1 FUNKTIONALISMIN AIKAKAUSI	23
3.2 MUOTOKIELI	23
4 BETONI - Ekologinen Funktionalismi	24
4.1 EKOTEHOKKUUS	26
4.1.1 KIERRÄTTÄMINEN	29
4.2 BETONIMASSAN VALMISTAMINEN	29
4.3 VALAMINEN.....	31
4.4 MATERIAALIN ESTEETTISYYS	31
4.5 ESTEETTINEN ELINIKÄ.....	33
5 VALAISINKONSEPTI	34
5.1 IDEOINTI	35
5.2 VISUALISOINTI.....	37
5.3 SUUNNITELMA TYÖN TOTEUTTAMISESTA	37
6 EKOLOGISUUS ARVIOINTI	40
7 YHTEENVETO	42
LÄHTEET	
LIITTEET	

1 JOHDANTO

Elinkaariajattelu on uudenlainen lähestymistapa tuottaa ekotehokkaita tuotteita, joka on tämän päivän megatrendi. Kuluttajat ovat entistä enemmän valveutuneita tuotteiden ekologisuuteen ja ovat valmiita omalta osaltaan vähentämään ympäristön kuormitusta omilla valinnoillaan. Tämän vuoksi tuotteiden suunnittelun alusta alkaen on hyvä kartoittaa koko tuotteen elinkaari valmistusaineista, kuluttajan käsien kautta kierrättämiseen, jolloin tuotteelle saadaan mahdollisimman vähäinen ympäristöä kuormittava vaikutus.

Työssä tutustutaan elinkaariajatteluun ja sitä arviointiin analyysiin koko prosessin ajan. Mukana kulkeva elinkaariajattelu näkyy niin tuotteen, kuin sen valmistusprosessin mahdollisimman vähäisessä kuormituksessa ympäristölle. Suunnittelijan tavoitteena on arvioida betonisten tuotteiden ekologisuutta, verrattuna muista materiaaleista toteutetuille valaisimille. Tällaisella suunnittelutavalla saadaan uudenlaista näkökulmaa tuotteiden muotoilussa ja valmistusprosessin järjeistämässä, jottei turhaa jätettä syntyisi.

Esimerkkinä työssä käytetään betonisen valaisimen valmistamista ja tarkastellaan kuinka elinkaariajattelu vaikuttaa muotoiluun. Mitä rajoitteita tai mahdollisuuksia ajattelumalli antaa muotoilijalle ja kuinka muoto seuraa funktiota.

Koska kyseessä on mahdollisimman ekologisen tuotteen suunnitteluprosessista, niin materiaalina betoni antaa hyvän lähdökohdan suunnittelulle, koska se on periaatteessa loppumaton luonnonvara ja sen alkutuo-



tanto prosessi on jo mahdollisimman ympäristömyönteinen. Erilainen materiaali juontuu tekijän työharjoittelun kautta, josta syntyi intohimo materiaaliin ja sen muokattavuuden, sekä sen vähäiseen käyttöön pientuotteiden muotoilussa.

Työn tavoitteena on tarkoitus konseptoida mahdollisimman ekotehokas tuote, jonka elinkaari olisi mahdollisimman vähäinen haitta ympäristölle, niin materiaalin hankinnassa, tuotantovaiheessa, käyttäjällä kuin tuotteen elinkaaren päättyessä. Tämän tarkoituksena on tuottaa materiaali, jota tekijä voi hyödyntää jatkossa tuotteiden suunnittelussa, kun on valmis tietopohja ja näkemys kuinka tuotteet tulisi valmistaa. Näin myös järjeistetään yritystoimintaa ja vähennetään hukkakuluja yrityksen toiminnassa, jolloin myös tuottavuus paranee.

Teoriapohja perustuu alalla yleisesti tunnettuihin muotoiluteoksiin, elinkaariajattelusta ja ekologisuudesta kertoviin tutkielmiin sekä syventävänä tietona tekijän aiempi tieto ja perehtyminen betonin materiaalioppiin. Aineistona käytetään erilaisia arkkitehtuurista kertovia kirjoja ja sivustoja, jossa esitellään funktionaalista, modernia arkkitehtuuria ympäri maailman, jonka kautta haetaan inspiraatiota valaisimen muotokieleen.

Raportti koostuu kolmesta pääteemasta; Elinkaariajattelu, materiaalina betoni ja tuotteen valmistaminen, jonka punaisena lankana koko prosessin ajan kulkee ekologisuus joka on jokaisen päätöksen puntarina. Kaikkia vaiheita ei kuitenkaan voi verrata ekologisuuteen. Sillä välillisesti on väkisinkin käytettävä myös kertakäyttöisiä tuotteita tai tuotteita, joita ei ole mahdollista

tuottaa mitenkään muuten kun on kyse muualta tulevista materiaaleista. Näissäkin materiaaleissa otetaan kuitenkin huomioon niiden mahdollinen kierrätettävyys ja vähäinen jätemäärä. (Eurocrafts)

Työn ekologisuudesta voidaan antaa paljon positiivista kuvaa ilman konkreettisia perusteita, joten lopullinen tuote tullaan testamaan Eco-indicator 99 testin avulla jolloin osoitetaan selkeät perusteet betonin käytämiseksi pientuotteiden suunnittelussa.

2 YMPÄRISTÖMYÖNTEINEN TUOTESUUNNITTELU

Ympäristömyönteisen tuotesuunnittelun pohjana on ominaisuuksien parantaminen ja ympäristölle haitallisten ominaisuuksien vähentäminen tuotteen koko elinkaaren aikana. Näin ollen huomiota tulee kiinnittää raaka-aineiden hankinnasta aina tuotteen poistamiseen käytöstä.

Ympäristömyötäisyys on otettava huomioon laadullisena arvona, sillä täysin ongelmaton tuotetta ei ole olemassa, koska aina kun tuotetaan jotain uutta se aiheuttaa ympäristölle kuormitusta. Voidaan ajatella, että on tuotteita jotka on vähemmän haitallisia ympäristölle kuin toiset tuotteet. (Ketola & Vähälä)

Ympäristömyötäiset arvot saavutetaan, kun hyödynnetään materiaalit tehokkaasti, vähennetään energiankulutusta, pidennetään tuotteiden käyttöikää ja hyödynnettävyyttä. Sen lisäksi parannetaan laatua tuotteessa materiaalien osalta kuin tuotannossa ja sen hävittämisessä.

2.1 Ympäristöominaisuuksien kehittäminen- kolme lähestymistapaa

Kun puhutaan tuotteesta, joka on vasta suunnitteluas- teella, voidaan tuotteen elinkaaren vaikutuksia huomioida mahdollisimman paljon verrattuna jo markkinoilla oleviin tuotteisiin. Tällöin olemassa olevaa tuotanto- prosessia on hankala lähteä muuttamaan, ellei tavoitteena ole koko toiminnalle haettava ympäristömyönteinen asenne ja toimintatapa. Ympäristöominaisuuksia voidaan vaihtoehtoisesti kehittää kolmella tavalla:

1. Nykyisten tuotteiden ympäristömyötäinen uudelleen- suunnittelu
Parannetaan olemassa olevaa tuotetta uusien arvojen ja vaatimusten mukaiseksi.
2. Uuden tuotteen suunnittelu
Kehitetään uusi tuote, joka korvaa jonkin jo olemassa olevan tuotteen paremmilla ominaisuuksillaan.
3. Kokonaan uusi tuotekonsepti
Vaikeimmin toteutettavissa, mutta näin saadaan aikaan ympäristön kannalta parhaat parannukset. Esim. palvelun kehittäminen tuotteen sijaan. (Ketola & Vähälä)

2.2 Elinkaariajattelu

Elinkaariajattelu on kokonaisvaltainen ajattelutapa, jossa tarkastellaan tuotteen koko elinkaarta ja tuotteen ympäristövaikutuksia elinkaaren eri vaiheissa. (Ketola & Vähälä)

Ympäristömyönteinen tuotesuunnittelu ei ole vain joidenkin ympäristöasioiden huomioon ottamista vaan huomio tulisi kiinnittää kokonaisvaltaiseen elinkaariajatteluun. Se on hyvä lähtökohta alusta alkaen tuotteiden suunnittelussa, jotta saadaan mahdollisimman kestävä elinkaari ja näin vähennettyä ympäristön kuormitusta tuotteen koko elinkaaren ajalta, aina raakamateriaalin hankkimisesta, tuotteen poistamiseen käytöstä.

Helpointa tällainen suunnittelutapa on uusien tuotteiden suunnittelussa, jolloin muotoilija voi omilla päätöksillä vaikuttaa millainen tuotantoprosessi tu-

lee tuotteen valmistamiseen. Tarkoituksena on suunnitella tuotteita joilla voidaan minimoida ympäristön rasiutusta kuitenkin tinkimättä tuotteen ulkonäkö- ja laatuvaatimuksista. Kuten aikaisemmin mainittiin, että ympäristölle haitatonta tuotetta ei ole olemassa, niin kuormaa voidaan vähentää valitsemalla materiaalit ja valmistustapa mahdollisuuksien mukaan niin, että nämä nämä aiheuttavat jollain tasolla tasapainoisen kuormituksen. Kuten tuotteen valmistaminen voi hetkellisesti rasittaa ympäristöä, mutta kun jossain tuotannon tai tuotteen elinkaaren vaiheessa rasitus on minimissä lopullinen kokonaiskuormitus ympäristölle pysyy suhteessa alhaisena. (Eurocrafts)

Muotoilijan tulee suunnittelussa myös pyrkiä mahdollisimman pitkäikäiseen tuotteeseen, joka kestää sille tarkoitettua käyttötarkoitusta mahdollisimman vähäisillä huoltotoimenpiteillä tai sellaisilla huolloilla joita jokainen voi tehdä itse. Myös poistamisen jälkeistä elämää tulee pohtia mitä tuotteelle silloin tapahtuu. Jatkaako tuote matkaa käytön jälkeen kierrätyksessä toiselle käyttäjälle vai joutuuko tuote mahdollisesti jätteisiin.

Mahdollisuuksien mukaan tuotteen tuotantoprosessi tulee järkeistä niin, että tuotantoa voidaan tarkastella kriittisesti sen ympäristökuormitusten valossa, jottei itse tuote ole vain ekologinen, vaan koko prosessi olisi mahdollisimman tarkasti katsottu järkeväksi. Yleensä tällainen onnistuu erinomaisesti tehtäessä pientuotantoa jolloin tuotantokoneiden vaatimukset eivät aseta ehtoja tuotteelle, vaan tuote voidaan räätälöidä kulloinkin sopivaksi. (Eurocrafts)

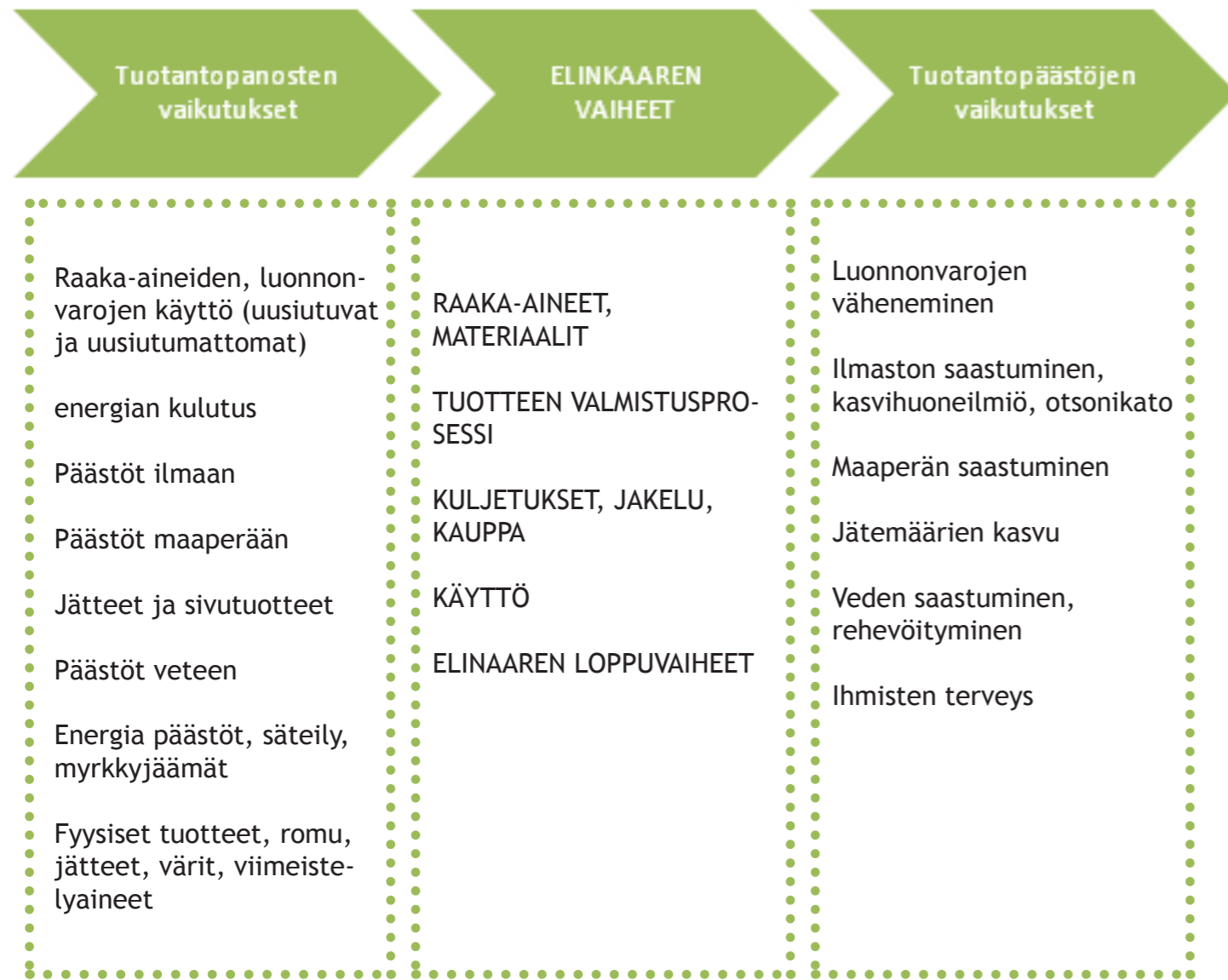
Mielestäni tuotannossa voidaan esimerkiksi huomioida, ettei tuotteita tuoteta ilman että niille olisi kysyntää, eli palveluilla on suuri osa ympäristömyönteisessä suunnittelussa. Tällöin tuotteita voidaan valmistaa juuri asiakkaan toivomusten mukaan, joka voi lisätä tuotteen käyttöikä, koska tuote on nimenomaan hankittu sellaisena kun on toivottu. Personointi auttaa pienyrityksiä ja käsintekijöitä myös erottumaan kilpailijoista ja antamaan positiivisen kuvan.

2.3 Elinkaaren vaiheet

Tuotteen eri vaiheet "kehdestä hautaan", sisältää tyypillisimmillään mm. seuraavat vaiheet: raaka-aineiden hankinta, materiaalien, osien ja komponenttien valmistus, lopputuotteen valmistus, jakelu, käyttö, uudelleenkäyttö, kierrätys ja jätteen loppusijoitus. (Ketola & Vähälä)

Tuotteen elinkaari käsittää monia vaiheita monilta eri osa-alueilta jotka tulee ottaa huomioon kuten raaka-aineen, valmistuksen, kuljetuksen, markkinoinnin, käytön ja käytöstä poistamiseen liittyviä asioita. Seuraavalla sivulla oleva kaavio listaa kaikki kohdat elinkaaren vaiheissa, tuotantopanosten vaikutuksista elinkaaren eri vaiheiden kautta, tuotantopäästöjen vaikutuksiin. (kaavio 1)

Kaaviossa on listattu eri elinkaaren vaiheet joista ensimmäisenä ja tärkeimpänä voidaan pitää raaka-aineita. Suositeltavaa olisi, että käytettäisiin mahdollisimman paljon kierrätettyjä materiaaleja, sillä sen vaatima energia alkuperäiseen on aina suhteessa vähempi. Aina tällainen ei ole mahdollista, joten tällöin tulisi suosia materiaaleja joille on olemassa valmis kierrätysjärjestelmä.



Kaavio 1, (eurocrafts)

Uusia materiaaleja käytettäessä tulisi suosia materiaaleja joita olisi saatavissa lähialueilta, jolloin säästetään energiaa ja kuljetuskustannuksia. Materiaaleissa tulisi muutenkin suosia sellaisia, jotka eivät aiheuttaisi ongelmia kierrätyksessä kuten pintakäsitellyt ja myrkyllisiä päästöjä aiheuttavat materiaalit. (Eurocrafts)

Tuotantoprosessia miettiessä tulisi huomioida tuotantotapa joka kuluttaa materiaalia ja energiaa mahdollisimman vähän. Lisäksi valmistuksessa käytettävät ylijäämä materiaalit hyödynnetään tai näille pyritään kehittämään jatkojalostusta tai kierrättämään. Välillä on kuitenkin perusteltua käyttää myös kertakäyttöisiä tuotteita, mikäli asiaa ei voi ratkaista kestäväillä tuotteilla tai kertakäyttöinen tuote kuormittaa vähemmän ympäristöä. (Eurocrafts)

Ensiarvoisen tärkeää ympäristömyönteisessä suunnittelussa on parantaa tuotteiden laatua ja pienentää määrää. Prosessissa tulee myös välttää haitallisia aineita, sekä pyrkiä käyttämään materiaaleja joita maapallolla on riittävästi, jolloin estetään vähäisten luonnonvarojen poistuminen luonnosta.

Seuraavana tärkeänä osana prosessia on tuotteiden pakkaamisen ja kuljetus, joita tulee miettiä tarkkaan, millainen tarve pakkaamiselle on. Onko pakkauksen tarkoitus olla tuotetta suojaava vai vain myyntiä edistävä.

Varsinkin tänä päivänä kulutusyhteiskunnassa tuotteita myydään pakkausten ulkonäöllä, jolla on suuri vaikutus ihmisten ostokäyttäytymiseen. Niin kutsuttu brändiarvo on myös saavutettavissa muilla tavoin, kuin turhilla pakkausmateriaaleilla. Mikäli tuotteen pakkaamiselle on tarve, niin suositeltavaa olisi hyödyntää kierrätettäviä materiaaleja, joissa ei olisi yhdisteltynä eri materiaaleja. Lisäksi myynti ja kuljetuspakkauksen yhdistäminen vähentää turhaa pakattavaa. Pakkauksen pitäminen yksinkertaisena ja keveänä säästetään ympäristöä ja rahaa.

Myös tuotteiden kuljetus kuluttajille tulisi olla järkevää ja ekologista. Tuotteita olisi hyvä pystyä toimittaan suurina eriä, välttämällä eniten päästöjä aiheuttavaa lentokuljetusta. Tuotteiden paikallisuus vähentää tarvetta kuljettamiselle, joten voi miettiä voiko tuotantoa järjestää siellä missä tuotteiden markkinat ovat.

Kun tuote lopulta poistetaan käytöstä tulee tarkastella tuotteen kierrätettävyyttä ja sen mahdollisia haittavaikutuksia ympäristölle, mikäli tuote päättyy kaatopaikalle. Tällaisia asioita on hyvä pyrkiä parantamaan ilman, että tuotteen muut ominaisuudet heikkenisivät. Tuotteen mukaan olisi hyvä liittää ohjeet kuinka tuote tulisi kierrättää, jotta mahdollisimman moni osa tuotteesta menisi kierrätykseen oikeaoppisesti. Varsinkin kun suunnitellaan erikoisia pientuotteita, näille ei välttämättä löydy valmiita kierrätysprosesseja joten tuote joudutaan hävittämään kaatopaikalle. Tällöin olisi hyvä miettiä, että voiko tuotetta käyttää johonkin muuhun tarkoitukseen.

Tuotteen elinkaaren vaikuttaa paljon sen käytettävyys, kestävyys sekä esteettisyys. Tuote tulisi olla turvallinen käyttäjälle sekä ympäristölle. Hyvällä suunnittelulla ja ennakoinnilla kestävyyttä voidaan lisätä ja näin ollen tuotteelle ei synny korjaustarpeita. Hyvä tuote on myös sellainen, joka on samalla tuttu ja yllätyksellinen. Tuote on esteettisesti ekologinen, kun tuotteeseen syntyy suhde joka kestää muodin vaihtelusta ja ajan kulumisesta. Tällöin tuotteen elinkaari pitenee käytön osalta, joka vähentää ympäristökuormaa jätteenä, koska tällöin voi olettaa, että tuote kiertää ensimmäiseltä käyttäjältä toiselle. (Ketola & Vähälä)

Alkuvaiheessa tuotteen elinkaareen liittyy myös monia toimijoita, joiden tuotantoa on syytä myös tarkastella heidän eettisyyden ja ekologisuuden kannalta, jotteivät jo lähtökohtaisesti tuotteen raaka-aineet olisi yleistä eettisyyttä vastaan. Tällaisia toimijoita on useita joista alussa raaka-aineiden toimittajat, alihankkijat ja yhteistyökumppanit. Näiltä olisi hyvä edellyttää rehellisyyttä heidän tuotannon tai palveluiden eettisyydestä, jotta tuote jota tuotetaan olisi jokaisessa tuotannon vaiheessa tarkasteltavissa päivänvalossa.

”Ympäristövaikutusten lisäksi tärkeitä näkökohtia ovat eettiset ja työvoimapolitiittiset vaikutukset koko elinkaaren ajalta” (Eurocrafts). Kuten aikaisemmin mainitsin, että vaikka tuotteen elinkaareessa olisi kuormitukseltaan ympäristölle suuri piikki, tämä voi tasaantua kun tarkastellaan asiaa eri näkökulmasta. Kuten yllä mainittu viittaus antaa ymmärtää.

2.3 Elinkaarisuunnittelun menetelmät

Elinkaarta voidaan analysoida useilla erilaisilla menetelmillä kuten laadullisilla tai määrällisillä tarkastuslistoilla. Menetelmänä nämä ovat hyviä työkaluja ekologiseen suunnitteluun, koska listaukset kertovat mitä ympäristönäkökohtia tulisi ottaa huomioon: mikä on nykytilanne ja missä on parannettavaa.

Esimerkkinä Florian Heiler, Sylvia Brenzel: Euro Crafts 21 projektin toimesta toteutettu 4 x 3 Ps Sustainable Marketing Check -lista. (Liite 1). Lista perustuu tunnettuun neljän P:n (price, product, place, promotion) markkinointimalliin, johon on lisätty kolme kestävän kehityksen pilaria (planet, people, profit). Tarkoituksena on korostaa yrityksen kokonaisnäkemystä ympäristömyönteiseen ajattelumalliin. Omassa työssäni hyödynsin analyysimallia työn alkuvaiheessa, hieman mukailen, jotta saisin selville asioita joihin tulisi ottaa huomiota. (Eurocrafts)

3 FUNKTIONALISMI

”Funktionalismi, yleinen suuntaus, jonka mukaan tarkasteltavan järjestelmän jokaisen osan tulee palvella tiettyä tarkoitusta eli jokaisella osalla tulee olla oma funktionsa” (Vallius)

3.1 Funktionalismin aikakausi

Funktionalismi on tyyliuuntaus arkkitehtuurissa ja modernissa taiteessa, joka kukoisti 1920-1940 luvuilla ja on jättänyt pysyvän jäljen nykyajan moderniin arkkitehtuuriin. Tyyliuuntaus sai alkunsa saksasta, ranskasta ja hollannista. Aikakautensa merkittävimpiä edustajia funktionalismin saralla olivat Bauhausin taidekoulun johtajat, Le corbusier ja suomalaisista Alvar Aalto. (Varonen)

3.2 Muotokieli

Funktionalismille tunnusomaisia piirteitä ovat tasaiset, laatikkomaiset ja suurelliset muodot. Ajatuksena oli, että tuotteiden tulee palvella sitä tarkoitusta, mitä varten ne oli tehty. Näin ollen kaikenlainen ylimääräinen koristelu hylättiin ja muodot muuttuivat yksinkertaisiksi, geometrisen täsmällisiksi. Perusmuodot hallitsivat vahvasti tyyliuuntausta. Louis Sullivan kiteytti funktionalismin ”Form follows functions”, eli muoto seuraa tarkoitusta. (Varonen)

Kehittyvää tekniikka käytettiin hyväksi funktionalisessa muotoilussa. Esimerkiksi teräsbetoni oli hyvin suosittu rakennusmateriaali ja tämän johdosta, myös itsekin hyödynnän betonia tuotteeni valmistuksessa.

4 BETONI -Ekologinen Funktionalismi

Betoni tunnetaan jo parintuhannen vuoden takaa materiaalina, joka on luonut hyvää kulttuuriperintöä nyky-polvelle kuuluisien rakennusten myötä kuten Pantheonin temppeli Roomassa. Suomessa betonia on ruvettu käyttämään enimmissä määrin vuosisadan vaihtuessa 1900-luvulle, josta esimerkkinä uutta betoniarkkitehtuuria- ja tekniikka edustavat Helsingin rautatieasema. Alvar Aalto hyödynsi betonin muovailtavuutta funktionaalisissa töissään 1930-luvulta lähtien. (Betoniteollisuus)

Betoni koostuu kolmesta raaka-aineesta, sementistä, kiviaineksen ja veden seoksesta, jonka rakennetta voidaan suhteita muuttamalla muokata ja näin saada erilaisia vaihteluita pintaan ja muotoiltavuuteen. Betonin hyvät materiaaliominaisuudet, jotka esiteltä viereisessä kaaviossa tekevät siitä tärkeimmän rakennusmateriaalin.

Betoni on epäorgaaninen valettava materiaali joka muistuttaa keraamisia aineita, mutta eroina on esimerkiksi alhainen hinta, massan karkeus ja yksinkertainen valmistusprosessi. Rakenteelliseen lujuuteen pystytään vaikuttamaan paremmin keraamisiin aineisiin verrattuna massan suhteilla joten tuote voi olla jopa niin hauras, jotta sen voi murtaa käsin tai kovaa kuin kivi. (Betoniteollisuus)

Koska betoni mielletään rakennusmateriaaliksi, sen mielikuvat käytöstä ja sen esteettisyydestä ovat usein negatiivisia. 1990-luvulla betonin valmistaminen muuttaa muotoaan ja ruvetaan puhumaan betonin viimeistelytekniikoista ja tuotteita ruvetaan valmistamaan

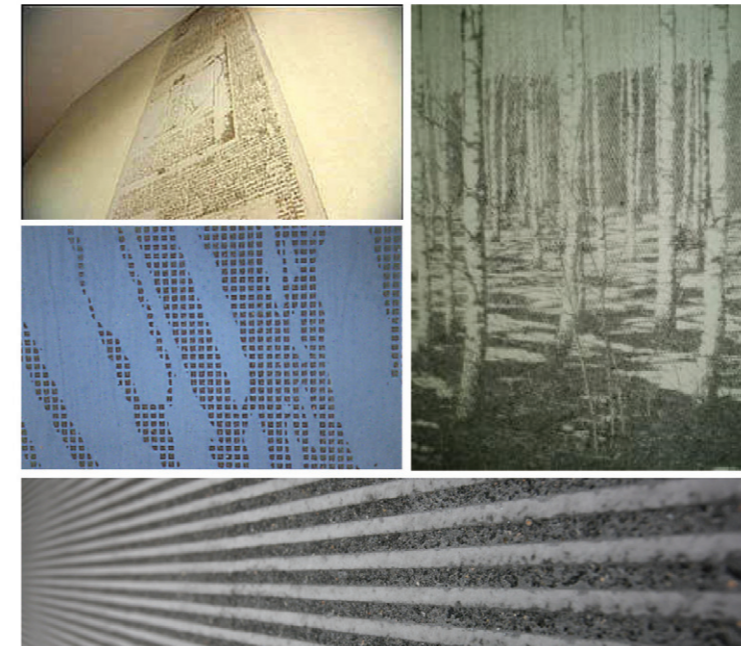
tilaajakohtaisesti, jolla yritetään ohjata negatiivisten mielikuvien korjaamista muun muassa värillisellä betonilla ja pinnan viimeistelyllä. (Betoniteollisuus)

Betonin suosio rakentamisessa perustuu sen edulliseen hintaan ja laatuvaatimuksiin. Tuotteiden tekemisessä betonia on tähän mennessä lähinnä hyödynnetty erilaisien tasopintojen kuten keittiötasojen valmistamiseen, mutta samalla tavalla se käy myös pientuotteisiin luoden aivan erilaisen mielenkiintoisen tuotemateriaalin. Betonin käyttö on monipuolistunut vuosien saatossa ja huomattu, että betonia ei tarvitse piilottaa toisten rakenteiden alle tai pinnoittaa pois näkyvistä, vaan on kehitelty uusia tapoja hyödyntää sen muotokieltä ja struktuurin näyttävyyttä johon voidaan tehdä erilaisia tekstuureja, muun muassa graafinen betoni (ks. kuva)

Kaavio 2, (betoniteollisuus)

Betonin ominaisuudet:

- Hallittu, korkea lujuus
- Paloturvallinen, betoni on palamaton materiaali
- Massiivisuus, hyvä ääneneristys ja lämpökapasiteetti
- Terveellisyys, betoni ei homehdu eikä lahoa
- Kestävyys, oikein tehtynä ja huollettuna pitkäikäinen
- Plastisuus, tuoreen betonin muotoiltavuus on rajaton



Kuva 1, Betonin pintaviimeistely

Betonin vahvuksiin voidaan myös lukea, sen ympäristövaikutukset, sillä se sopii allergikoille koska siitä ei liukene kovettuneena juurikaan päästöjä veteen, maaperään tai ilmaan. Tämän vuoksi betoni täyttää pintamateriaalien päästöluokan 1-vaatimukset, eli parhaimman laatuvaatimuksen. (Betoniteollisuus)

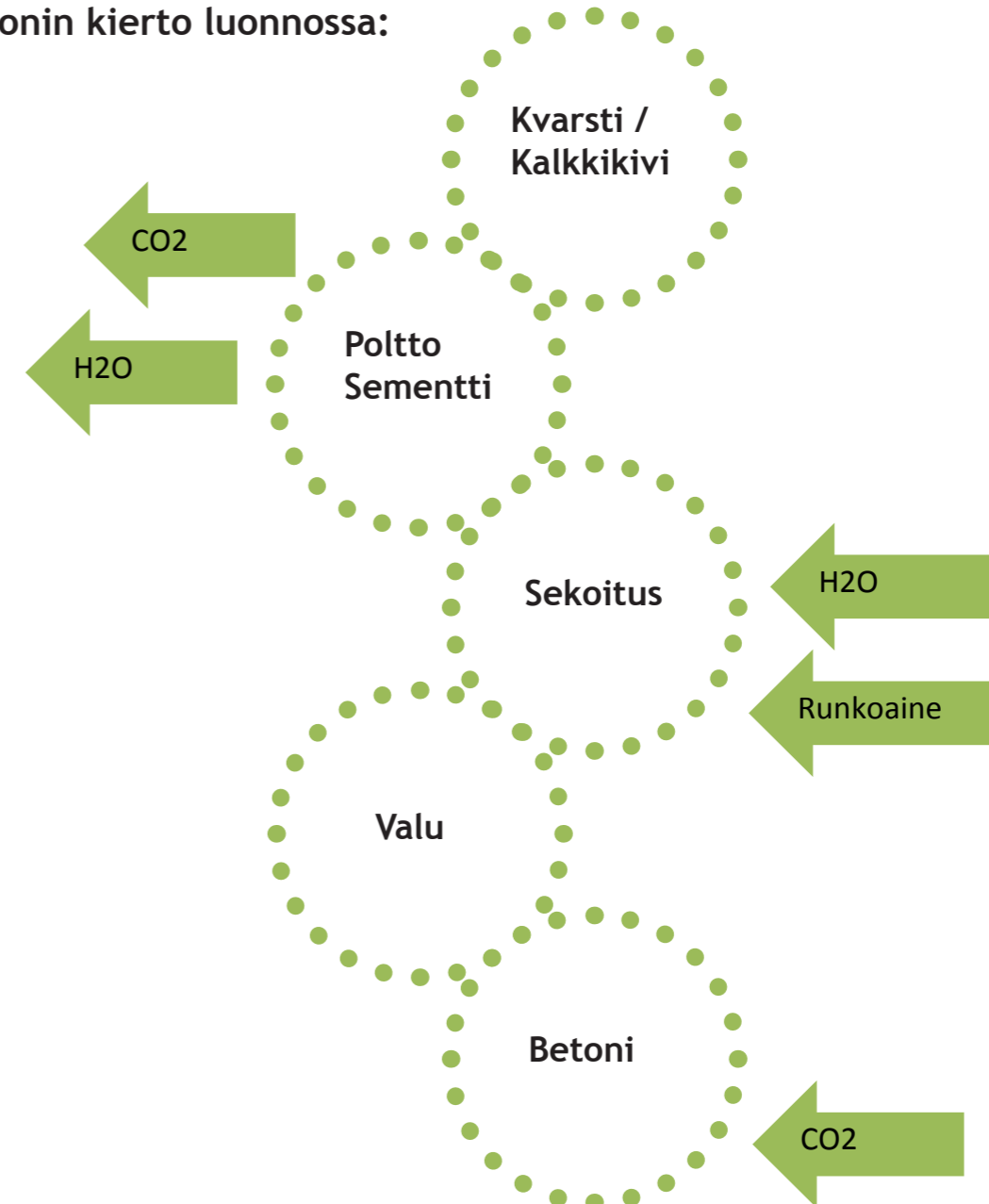
4.1 Ekotehokkuus

Betoni on ekotehokas materiaali, koska käytettyä kalkkikiviainesta ei tarvitse kuljettaa pitkiä matkoja ja sitä on saatavissa lähes joka puolelta, koska se on yleisin kivilaji maapallolla. Tämän lisäksi valmistuksessa voidaan hyödyntää muusta teollisuudesta syntyvää jätettä kuten masuunikuonaa ja lentotuhkaa. (Betoniteollisuus)

Itse sementin valmistus betonisen tuotteen valmistuksessa on suurin osa tekijä päästöjen kannalta, sillä kuljetus ja valmistus vaativat energiaa ja aiheuttavat hiilidioksidipäästöjä, mutta kuten seuraavalla sivulla olevasta kaaviosta huomataan, sementin valmistuksessa aiheutetut päästöt palautuvat noin neljänneksen verran tuotteeseen sen elinkaaren aikana ja sen pitkä käyttöikä lisää ilmakehän hiilidioksidin sitoutumista. Betonirakenteita voidaan suunnitella jopa 1000 vuoden käyttöiälle ja periaatteessa sisätiloissa käytettynä betoni on ikuista, koska ulkoisia rasitteita ei synny. (Betoniteollisuus)

Lisää tehokkuutta valmistukseen saadaan korvaamalla luonnon kiviainesta kierrätyskiviaineksella ja kalliomurskeella. Hyödynnetään seossementtejä, minimoidaan energian käyttö tuotteen valmistuksessa, kierrätetään jätebetoni ja käytetään raaka-aineena ja valmistuk-

Betonin kierto luonnossa:



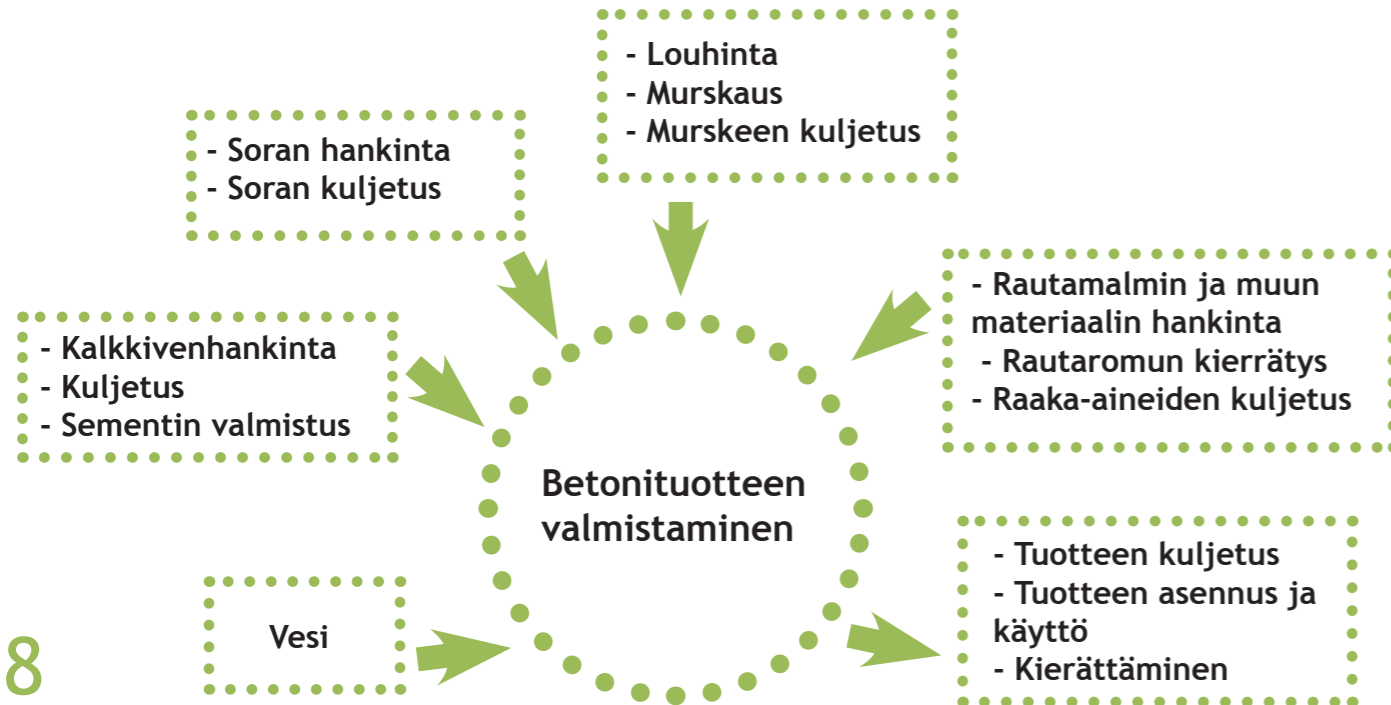
Kaavio 3, (betoniteollisuus)

sessä muun teollisuuden sivutuotteita. Näistä kohdista itse tuotesuunnittelussa tulen ottamaan kantaa sopivien seoksien hyödyntämisestä ja minimoimalla energian ja raaka-aineiden käyttöä.

Omalta osaltaan betoniteollisuus toteuttaa elinkaari-ajattelua kehittämällä ympäristömyötäisiä ja kestäviä betonilaatuja. Tavoitteiden kannalta tärkeää on myös erilaisten raaka-aineiden toimittajien pitkäjänteinen sitoutuminen kestäväälle kehitykselle. Vaikka valmistuksessa käytetty kiviaines on uusiutumaton, niin käytännössä se on täysin ehtymätön luonnonvara, joten sen käyttäminen voidaan katsoa ympäristömyönteiseksi.

Seuraavassa elinkaarikaaviossa on kuvattu betonituotteiden valmistamisessa tarvittavien resurssien alkuvaiheet ja valmistuksen jälkeinen elämä.

Kaavio 4, (betoniteollisuus)



4.1.1 Kierrättäminen

Kierrätetty materiaali on sellaista materiaalia, joka on otettu talteen käytöstä poistetusta tuotteesta kierrätysprosessissa ja käytetään raaka-aineena uuden, joko saman tai toisen materiaalin valmistukseen. (Ketola & Vähälä)

Betonin valmistuksessa syntyy aina ylijäämäbetonia koska suhteessa valettavaan pintaan on hankala valmistaa juuri oikeaa määrä valumassaa. Pinnan siistimisen jälkeen syntyy myös hukkamateriaalia, mutta tämä ylijäämä murskataan ja voidaan käyttää uusioaineena betonin valmistuksessa. Murskattua lasia ja tiiltä, sekä muita teollisuuden sivutuotteita voidaan hyödyntää valmistuksessa. Näin ympäristökuormitusta voidaan vähentää tuotteen teon aikana huomattavasti, jopa viisikymmentä prosenttia.

Betonisten pientuotteiden valmistaminen ei ole yleistä, niin tuotteiden loppukierrätyksessä on haasteita, mutta ei mahdotonta. Jätebetonille on olemassa yli kaksikymmentä keräyspistettä eri puolella suomea. (Betoniteollisuus)

4.2 Betonimassan valmistaminen

Betonimassan valmistaminen on yksinkertaista ja se koostuu pääraaka-aineet sekoittamalla sopivaksi massaksi, eli vesi, sementti ja haluttu kiviaines. Massan ominaisuuksia voidaan muuttaa erilaisilla lisäaineilla, värjätä tai valita tietynvärinen kiviaines. Myös erilaisia teräs-, lasi-, hiili- tai muovikuituja käytetään massan valmistuksessa hyväksi, jolloin rakenteen lujuutta

voidaan parantaa. Koska laatuvaatimukset riippuvat eri käytön mukaan, rakenteen lujuudet tulee ottaa huomioon tuotekohtaisesti.

Pientuotteissa ei tule suuria rasitteita, joten silloin on mahdollista käyttää myös puhdasta massaa. Kuitenkin tuotteen painon kannalta, tuotteesta on tehtävä joko kuorikappale tai hyödyntää kuitubetonia. Kuitubetonin etuna on se, et voidaan valaa ohuempia pintoja, koska muovikuidut estävät pintaa murtumasta.

Runkoaineen osuus on suurinta, sillä 70 prosenttia tilavuudesta koostuu siitä. Joten riippuen halutusta pinnanlaadusta käytetään sen mukaista ainesta. Mikäli tahdotaan mahdollisimman tasainen laatu, käytetään tasalaatuista luonnonhiekkaa. Veden ominaisuudella ei ole suoranaista merkitystä, joten kaikki puhdas tai puhdistettu vesi voidaan käyttää massan valmistuksessa. (Betoniteollisuus)

Valmistusprosessi on sinällään turvallista, mutta sementtiliiman emäksisyys määrittelee, että käsittelyssä tulisi käyttää sellaista vaatetusta, ettei betonimassa pääse jatkuvaan ihokosketukseen.

Reaktionä sementti muodostaa veden kanssa huokoisen mineraalin joka kiinnittää runkoaineet ja muut elementit betoniin. Ja harhaanjohtavasti luultuna, betonin valmistuksessa ei ole kysymys sen kuivumisesta, koska kovettumisreaktio tapahtuu veden ja sementin välillä joten tuotetta tulee pitää kosteana sen kovettumisen aikana. Tavallinen massa näin ollen säilyy valettavana vain tunnin ajan. (Betoniteollisuus)

4.3 Valaminen

Betoni ei ole massansa vuoksi käsin muotoiltavissa kuten monet muut keraamiset aineet ovat, joten tuote tulee valaa muottiin. Muotin tulee olla sellainen, jotta se ei ime liikaa kosteutta itseensä, joka on haitallista kovettumisprosessille. Tällöin useimmiten muotinpinta käsitellään vettä hylkiväksi esim vaseliinilla. Valaminen on helpointa huonelämpötilassa ja ensimmäisten päivien aikana valun pinnan kuivuminen on estettävä tai jopa kasteltava vedellä, jotta pinnan laadusta tulisi tasainen. Näin estetään betonipinnassa tapahtuvaa säröilyä, joka heikentää koko rakenteen kestävyttä. Tietyissä tilanteissa myös valun sisään lisättävä raudoitus on tarpeen, mikäli tuottaa suuria jännitteellisiä tasopintoja. Näin estetään ettei betoni murre oman painonsa voimasta, vaan raudoitus pitää sen kasassa. (Betoniteollisuus; Skote 2006, 44)

Valamisen aikana käytettävät muottimateriaalit tulisi olla mahdollisimman hyvin hyödynnettävissä useaan valukertaan, jottei ylimääräistä jätettä synny ja saadaan tehostettua tuotannon aikana syntyvien energiakustannuksia. Parhaimpia ovat kovat ja sileät, kuten muovista ja kovasta puusta valmistetut, muottivaneri. Tällöin tuotesuunnittelussa tulee ottaa huomioon, että valu saadaan poistettua muotista ilman että se rikkoutuisi. Tällaisia keinoja on tehdä positiivisia päästökulmia tai rakentaa muotti osista, jolloin osat voidaan poistaa tuotteen ympäriltä vahingoittamatta valua tai muottia.

4.4 Materiaalin esteettisyys

Esteettisesti tarkasteltaessa betonia mielletään massiiviseksi rakennusmateriaaliksi ja tähän osasyynä on 70-luvulla yleistynyt betonirakentaminen. Silloin tuli saada nopeasti ja halvalla aikaan asuntoja kaupunkeihin muuttaville ihmisille. Näin ollen betonia käytettiin paljon viimeistelemättömänä ja suurpiirteisesti suurina pintoina. Ulkonäköön voidaan vaikuttaa monella tapaa, jolloin betonin saa elämään täysin eritavoin. Tapoja ovat: Muottiin valaminen, jolloin saadaan hyvinkin orgaanisia muotoja. Betonin väritykseen pigmentillä sekä pinnan laatuun jälkikäsitteilyllä hionnan, hiekkapuhalluksen, pesun tai happokäsittelyn avulla. Näissäkin pintakäsittelyissä vain mielikuvitus on rajana kuinka sitä haluaa hyödyntää. (Betoniteollisuus)

Koska betoni toistaa tarkasti muodon ja pinnan vaihtelut muotista, niin muottimateriaalin valinnalla ja sen pintakäsittelyllä on vaikutusta lopputulokseen. Periaatteena voidaan pitää, että mitä sileämpi pinta, sitä enemmän kiiltävämpi lopputuloksesta saadaan, jopa lasimainen efekti. Tämän vuoksi betonin valmistaminen näyttäväksi lopputuotteeksi tarvitsee perehtymistä sen ominaisuuksiin.

Voidaan sanoa, että betonin vahvuus on juuri sen esteetiikka, sillä massan suhteita muuttamalla saadaan aikaiseksi kokonaisuuksia, jotka ovat rajattomat. Mikäli on tarkoitus valmistaa yhteneväisiä tuotteita, tulisi valaminen tehdä kuitenkin samasta massasta, jolloin väri ja laatu pysyvät mahdollisimman tasaisena.

Myös betonin kovuus, maskuliininen olemus voi toimia erinomaisena kontrastina yhdessä muiden materiaalien kanssa. Monet betonista tuotteita tekevät ovat yhdistäneet lasia tai puuta, erittäin voimakkaan robustin massan kanssa, jolloin syntyy vuoropuhelu pehmeän ja kovan aineksen välille. Mielestäni betoni on karu, mutta samalla lämmin ja vastaanottavainen materiaali.

4.5 Esteettinen elinikä

Ympäristömyönteisessä tuotesuunnittelussa kestävyys ohella tulee pohtia myös tuotteen ajattomuutta. Tuotetta ei tulisi sijoittaa liian trendeihin ja ajan henkeen, jotta tuotteen esteettinen elinikä ei jäisi liian lyhyeksi. Tuotteen muotokieli tulisi kestää ajan kulumista, jolloin tuotteen merkitys käyttäjälle olisi henkilökohtaista ja tuotteeseen syntyisi tunneside. Tällöin tulisi etsiä sopiva suhde tuotteen tekniselle- ja esteettiselle eliniälle, jotta molemmat kestäisivät elinkaaren loppuun saakka. Funktionalismi on mielestäni onnistunut löytämään jo menneinä aikoinaan ytimen esteettiselle eliniälle. Yksinkertainen on kaunista ja aika ei juuri muuta rakennusten kontekstia ympäristössä, vaan niitä kärsii tarkastella aikakaudelta toiselle.

5 VALAISINKONSEPTI

“Rakenteeltaan kestäväksi suunniteltu tuote ei ole vielä kestävä, ellei se kestä ajassa ja sosiaalisissa vuorovaikutustilanteissa. Ollakseen todella kestävä, tuotteen on oltava merkittävä käyttäjälleen. Merkitykselliset esineet ovat ekologisesti kestäviä esineitä.” (Eurocrafts)

Tämän pohjalta tuotin aineistoa valaisinkonseptin aikaansaamiseksi. Lisäksi, että materiaali on ekologinen, niin tavoitteena on ottaa huomioon myös tuotteen ekologisesti valmistettavuus esteettisyydestä tinkimättä. Heti alusta asti mielessä oli tuotteen personointi asiakkaan mieltymysten mukaisesti, joten tuotteen tulisi olla sellainen, että asiakas saisi sellaisen kuin haluaa, jotta tuotteen käyttöikä pitenis. (vrt. vanhan ajan mittatilaus puutyöt). Päättyö suunnittelijana minulla oli tuotteen muodon hakeminen konseptin aikaansaamiseksi, mutta muutoin tuote on sellainen, että sen väritys tai kuosi on muutettavissa asiakasta miellyttäväksi.

Kun aikaisemmassa puhuin jo, että betoni on itse materiaalina ekologinen, niin itse konseptin suunnittelussa minun tulee ottaa huomioon sen valmistaminen ekologisesti. Eli muottien tulee olla kestäviä, jotta samaa muottia voi hyödyntää useisiin valuihin ja tuote olisi mahdollisimman kevyt ja kuljetettavissa. Koska tuotteen suunnittelussa käytetään funktionalismin ideologiaa, nämäkin ongelmat periaatteessa ratkeaa täysin muodon avulla, sillä ylimääräisiä muotoiluja ja koristeellisuutta ei tule.

5.1 Ideointi

Ideointi alkoi heti prosessin alussa pienillä päähän tulevilla ideoilla joita nopeasti luonnostelin vihkojen nurkkiin muistin tueksi. Kun varsinainen suunnittelu alkoi, aloin tuottamaan ideoita vapaasti luonnostellen paperille ilman, että ajattelen tuotteen valmistusprosessia, sillä näin ollen saan haettua erilaisia muotoja ilman tuotannollisia rasitteita. Kyseessä on kuitenkin muotoiltu tuote, jolla tulisi olla esteettisyys kohdallaan. Eikä niin, että tuote on sen näköinen kuin on, jotta se olisi ekologisesti tarkasteltavissa. Tarkoituksena on siis löytää tuotteelle mielenkiintoinen muoto jonka jälkeen valuprosessi ja materiaalit suunnitellaan muodon mukaisesti. Tässä vaiheessa en vielä lähtenyt katsomaan minkäänlaisia muotoja muualta vaan annoin vapaasti ensin ideoiden tulla.

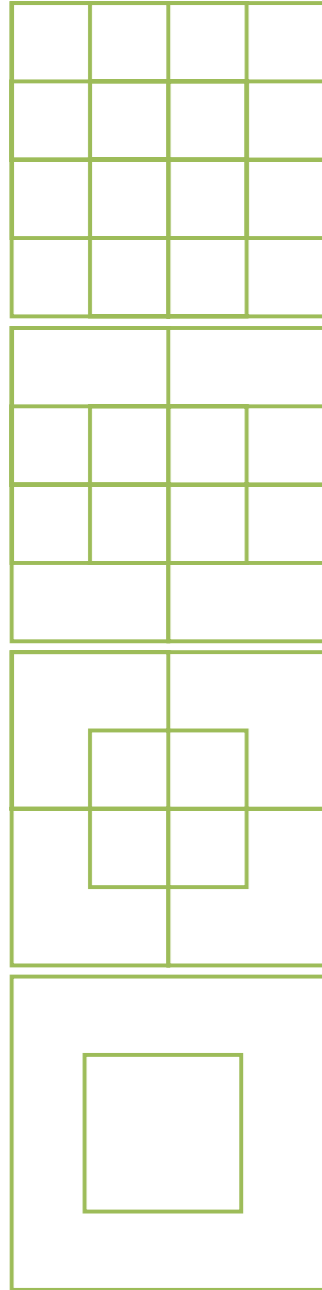
Kun omat ideat alkoivat loppu, niin tässä vaiheessa koostin pari erilaista muotokielitaulua, joissa näkyy funktionalismille ominaisia piirteitä, joita tulisi ottaa huomioon omassa työssä. Koska betonia käytetään paljon rakennusmateriaalina, niin lähdin suurimmaksi osaksi katsomaan erilaisia arkkitehtuuriratkaisuja.

Muotokielitaulujen tekeminen oli omalta osaltaan erittäin hyvä ratkaisu, koska arkkitehtuurista sain vahvistuksen funktionalismille ominaisiin piirteisiin: todella selkeät linjat ja tasaiset massoittelet. Viereiset kuvat kertovat mistä lähdin toteuttamaan valaisinta. (Kuva 2)



Kuva 2, Funktionalistisia rakennuksia

Kuva 3, Laatikkovariaatiot.



Koska funktionalismille ominaista on geometriset muodot ja tasaisiin massoihin perustuvat ratkaisut, lähdin leikittelemään yhdellä neliöllä, josta kasasin ensiksi viereisessä kuvassa olevan laatikkokasan, josta liikutelin neliöitä eri kohtiin tai poistin tarpeettomia. Tässä vaiheessa ideoista alkoi selkeästi nousemaan esille muutamia "laatikkovariaatioita" joista valitsin viimeiseen suunnitteluvaiheeseen pari kappaletta. Tämän kautta "löysin" alimmaisena laatikon, josta tuli idea valaisimelleni. Näin sain valaisimelle pohjamuodon, joka on pelkistetty ja massan suhde "vapaaseen tilaan" on samassa suhteessa, näin syntyy tila, tilan sisälle.

Tämän laatikon pohjalta lähdin tekemään luonnoksia ja miettimään mikä olisi valaisimen kannalta mielenkiintoista. Edellisen sivun kuvissa esiintyvä tuoli herätti minussa kiinnostusta, joten myös valaisimeen halusin hieman pyöristettyä muotoa, pehmeyttä kovaan materiaaliin.

Seuraavaksi ryhdyin pohtimaan ideaa tarkemmin tuotteeksi, jolloin tuli ottaa huomioon myös valmistaminen. Tällöin oli tehtävä ratkaisuja tuotteen mittasuhteissa, mitkä ovat järkeviä ja mikä pystytään valmistamaan vähäisillä kustannuksilla ja materiaaleja säästäten.

5.2 Visualisointi

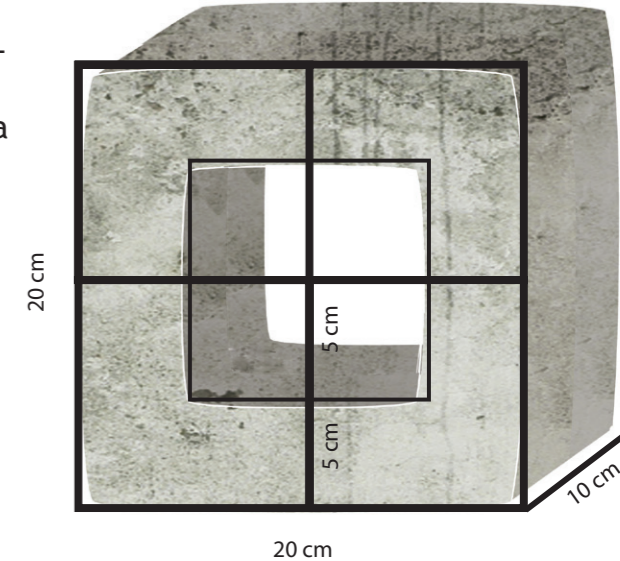
Lopullisen työn toteutin piirtämällä tuotteen hyödyntäen Illustrator ja Photoshop -ohjelmia, jotta saadaan esille materiaalin luontainen ominaisuus ja tuotteesta saadaan oikeanlainen mielikuva kuinka se käyttäytyy tuotteessa. Samassa yhteydessä myös rupesin miet-

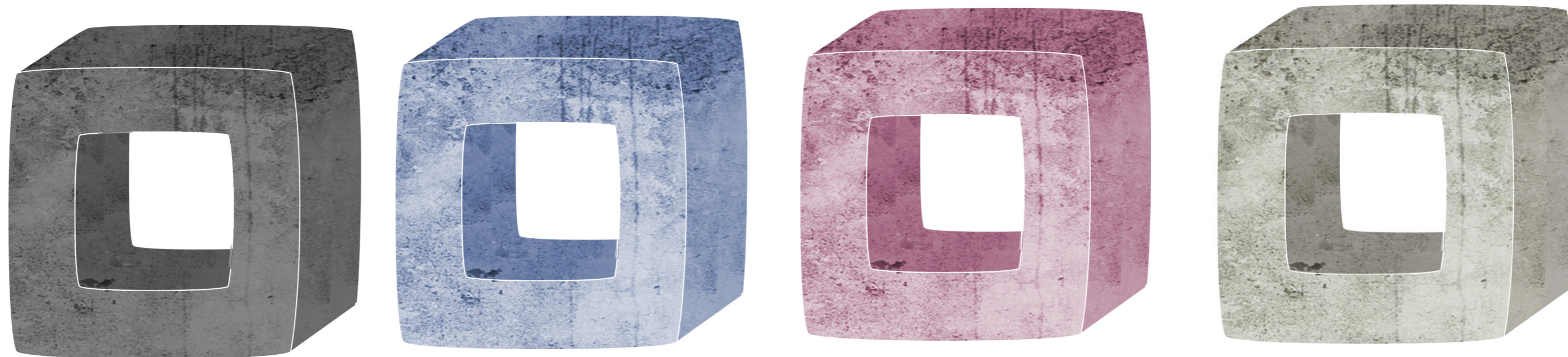
timään valaisimen tarkkoja mittoja, jotka tässä yhteydessä ovat 200x200x100mm, jolloin valaisin sopii käytettäväksi sisustusvalaisimena pöydällä. Mutta käytännössä näitä suhteita muuttamalla, valaisinta voidaan valmistaa vaikka julkiseen tilaan sopiviksi valoteoksiksi. Muoto antaa myös mahdollisuuden, että valaisimesta voidaan rakentaa usean valaisimen avulla erilaisia kokonaisuuksia.

5.3 Suunnitelma työn toteuttamisesta

Koska tuotetta ei opinnäytteen yhteydessä varsinaisesti valmisteta, niin puran auki kuinka tuote tulisi toteuttaa. Muottimateriaalina toimii mdf-levy sen pinnan ominaisuuksien vuoksi, jolloin valulle ei tarvitse tehdä suuria pintaviimeistelyjä. Materiaali on myös kestävä ja työstettävissä cnc-sorvilla oikeaan muotoon. Valun kannalta mdf-levy on materiaalina sellainen, että se ei ime ylimääräistä kosteutta ja varmuuden vuoksi pinta voidaan käsitellä esimerkiksi vaseliinilla. Tuotteen rakenteellisen ohuen muodon vuoksi työssä käytetään kuitubetonia, joka on hienorakeista, jolloin suuria rakenteita heikentäviä koloja ei synny. Kuitubetoni on myös kevyempää, joten on mahdollista valaa suurempia massoja. Arviolta betonia kuluu yhteen tuotteeseen noin neljä kiloa koska kaksi kiloa sementtiä riittää yhden kuitodesimetrim (1 litra) valamiseen (Skote 2006, 44)

Valasimena käytetään energiatehokkaita ledejä, jotka ovat pieniä ja saadan istutettua tuotteen sisälle, ylälaitaan. Ledien etuna on myös niiden pitkä käyttöikä ja ne tuottavat tarpeellisen valon määrän mitä pöytävalaisimessa tarvitaan tunnelman luomiseen.





Valaisimen erilaisia väri vaihtoehtoja. Valaisinta on mahdollista valmistaa erivärisinä ja -kokoisina asiakkaan mieltymysten mukaisesti.

6 EKOLOGISUUS ARVIOINTI

Työtä ei voida arvioida pelkkien olettamusten pohjalta, jotta se olisi ekologinen, joten työssäni käytän hyväksi olemassa olevaa Eco-indicator 99 prosessimallia. Mallissa lasketaan tuotteen kuorma ympäristölle tuotteen käyttämisen eri vaiheissa havainnollistaakseni, että betoni todella on varteenotettava materiaali. Koska tuotetta ei valmisteta konkreettisesti, niin arviointi perustuu olemassa olevaan tietoon tarvittavista tarvikkeista ja kulutuksesta. Mutta näillä jo päästään hyvin havainnollistavaan kuvaan suunnitellun tuotteen kuormasta.

Seuraavaan kaavioon on syötetty työssä tarvittavat materiaalit ja niiden määrät. Taulukon tulos saadaan kertomalla määrä indikaattorilla jonka jälkeen tulokset lasketaan yhteen. Indikaattorit (liite 2) tulevat Eco-indicator 99 oppaasta ja ne ovat suuntaa antavia. Esimerkkinä käytön osalta on hankala sanoa, että kuinka tuotetta käytetään, mutta taulukossa oletetaan, että valaisin on päällä 4 tuntia päivässä ja sen käyttöikä yhdellä kuluttajalla on 5 vuotta. Led valaisin tuottaa 0,3 kilowattituntia päivässä.

Taulukossa ei ole määritelty betonin kierrättämistä erikseen, mutta koska se on 100 prosenttisesti kierrätettävissä, taulukossa indikaattorilukema tulee olemaan sen tuotannon aikainen miinuslukema.

Vertailukohtana voidaan käyttää samanlaista valai-

sinta samanlaisilla tuotantolukemilla, mutta materiaalina on polystyreeni. Tällöin tuotannon aikainen kulutus kasvaa, koska muovin indikaattori on 370 ja arviolta muovia kuluu kaksi kiloa. Vaikka muovi kierrätettäisiin sellaisenaan, niin sen poistuma indikaattori on silti suurempi verrattuna betoniin nähden.

Vastaavan muovisen valaisimen kokonaislukema verrattuna betoniseen ei ole suuri, mutta jos ajatellaan kestävyuden kannalta, voidaan ajatella, että betoninen tuote kestää pitempään ja näin ollen vähentää poiston aikaista kuormitusta.

Kaavio valaisimen aiheuttamasta kuormituksesta ympäristölle.

Production Materials, processing, transport and extra energy			
material or process	amount	indicator	result
Packaging carton	1	69	69
Concrete not reinforced	9	3.8	34,2
Water demineralized	0,4	0.026	0,0104
Wood board	5	39	195
Total			298, 2140
Use Transport, energy and any auxiliary materials			
process	amount	indicator	result
electricity low-voltage	543 kwh	26	14 118
Packaging carton	0,5	69	34,5
Total			14 152,5
Disposal Disposal processes per type of material			
material and type of processing	amount	indicator	result
Concrete not reinforced	9	-3.8	-34,2
Landfill of 1 m ³ volume	0,000125	140	0,0175
Total			-34, 1825
TOTAL (all phases)			14 415



7 YHTEENVETO

Työtä pohtiessani heräsi monia mielenkiintoisia ajatuksia, kuinka pienillä asioilla voidaan vaikuttaa siihen, että tuote on tarkasteltavissa ympäristömyönteisesti ja siltikin tuote saavuttaa mielenkiintoisen ulkoasun. Jopa niinkin pienillä asioilla, kuin pakkausmateriaalin valinnalla voidaan vaikuttaa tuotteen ympäristölle aiheuttamaan kuormitukseen.

Suunnittelijalla tulisi olla juurikin se suurin vastuu tuottaa sellaisia tuotteita, että ne olisivat ekologisia. Tietenkin paineet yrityksiltä tuottaa halpoja tuotteita asettaa rajoituksia sille, kuinka ekologista ajattelua pystyy hyödyntämään suunnittelussa. Tämä onkin juuri se suurin haaste muotoilijan työssä, että saadaan innostettua myös muut yrityksessä olevat henkilöt ajattelemaan ympäristönäkökulmat huomioon ottaen.


Omassa työssäni tämä pystyy näkymään niin, että tuote muotonsa puolesta menee tiivistä toisten tuotteiden kanssa yhteen, että esimerkiksi kuljetettaessa tyhjää tilaa ei synny suurta määrää. Lisäksi valaisin ei tarvitse lainkaan pakkausmateriaalia, koska itse tuote ei hajoa tai kärsi vahingoista vaikkei sitä suojata mitenkään. Tuotteeseen riittää tällöin esimerkiksi pieni lappu, samantyyppinen kuin vaatteissa usein on, joka kertoo tuotteen kierrätyksestä ja sen tur-

vallisuusvaatimukset.

Myös omalla materiaalivalinallani vaikutan tuotteen kestävyteen, sekä funktionaalisella muotoilulla siihen, että tuotetta voidaan tarkastella eri vuosikymmenillä, silti menettämättä tuotteen arvoa trendien mukaisesti. Materiaalina betoni on kuitenkin kestävyydeltään erinomaista, edes pienet kolhut eivät rasita tuotetta.

Prosessi luonnoksista tuotekonseptiksi on ollut koko ajan oman harkinnan alla. Tällä olen hakenut sitä, että osaan hahmottaa millaista on olla suunnittelija jonka tulee itse osata tehdä päätökset, eikä turvautua sellaiseen olettamukseen, että kyllä työn tilaaja sanoo mikä on hyvä.

Koska työn taustalla on ajatus oman tuotemerkin tekemisestä, joudun itse pohtimaan asiakkaan puolesta mitä he haluavat, mitä voin tuottaa, mikä kiinnostaa ja menee myydyksi. Tavallaan joudun asettumaan itse asiakkaaksi ja miettimään mitä minä ostaisin, minkä veisin kotiin ja voisın ylpeänä pitää esillä. Omalta osaltaan tällainen vuoropuhelu itsensä kanssa on omiaan kehittämään itse-kriittisyyttä omaa suunnittelutyötä kohtaan. On pakko osata hylätä joskus todella näyttävä



muoto, mikäli sitä ei näe myyvänä tuotteena vaan vain oman innostuksen habituksena.

Mielestäni valaisin sopii kenelle vain, millaiseen tarkoitukseen tahansa, sen omalla maskuliinisella olemuksellaan, mutta samalla ollen “lähellä luontoa” kivimäisen olemuksensa vuoksi. Myös se, että valaisinta voidaan valmistaa eri sävyisenä asiakkaan toiveiden mukaan, lisää tuotteen kestämistä ajassa ja uskoisin, että näin ollen myös tuotetta tahdotaan säilyttää.

Ajatuksena se kiehtoo minua suuresti, että tuotetta voidaan valmistaa myös niin isoina, että tuotetta voidaan käyttää julkisessa tilassa valaisimina ja samalla ihmiset voivat hyödyntää vapaata tilaa istuimena. Näin tuote saa suuremman merkityksen, kuin ollakseen vain valaisin.

Lopullisesti olen työhöni ihan tyytyväinen, mutta mikäli tekisin työtäni uudelleen, olisin asioiden suhteen kriittisempi. Tarkastelisin tuotteen valmistusprosessia vielä enemmän ympäristönäkökulmien vaikutuksesta, sillä nyt ne jäävät hyvin pintapuoliseksi. Toisaaltaan myös siksi, että kun en valmistanut tuotetta, en pystynyt selkeästi osoittamaan, missä olisi mennyt pieleen ja mikä olisi toiminut. Nyt joutui tyytymään olettamuksiin tuotteen ympäristömyönteisyydestä.

LÄHTEET

- Eurocrafts21. [Viitattu 12.2.2011] www.eurocrafts21.eu/fi/special.../s10_a1_tuotteen_elinkaari.pptx [di-
asarja]
- Ketola, H & Vähälä, E. *Vihreä konsti*. [verkkojulkaisu]
[Viitattu 08.03.2012]. Saatavissa:
<http://www.mindcom.fi/vihreakonsti/maksi/frame.htm>
- Suomen Betonitieto Oy 2009. *Betoni 09 käsikirja*. Hel-
sinki: Suomen betonitieto Oy
- Suomen Betonitieto Oy. [Viitattu 08.03.2012] www.betonitieto.com/fi/tietoa+betonista/betoni+ja+kestävä+kehitys/
[verkkosivu].
- Skote, M. 2006. *Betoni, hauska harrastus*. Tee esineitä
pihalle ja mökille. Helsinki: Kustannusosakeyhtiö Nemo
- Varonen, M. Taideteollisuuden historia [Viitattu
08.03.2012] [http://oppimateriaalit.jyu.fi/taideteol-
lisuus/funktionalismi/](http://oppimateriaalit.jyu.fi/taideteollisuus/funktionalismi/) [verkkosivu].
- Vallius, A. Funktionalismi [Viitattu 08.03.2012] [http://
virtuaaliyliopisto.jyu.fi/aikajana/modernismi/1900-
luvun-modernismi/taideteollisuus/funktionalismi](http://virtuaaliyliopisto.jyu.fi/aikajana/modernismi/1900-luvun-modernismi/taideteollisuus/funktionalismi) [verk-
kosivu].

AINEISTOT

- Andersson, J. & Budney, J. 2007. *Fantasia ja arkkitehtu-
uri wild*. Hämeenlinna: Maahenki Oy
- Brower, C., Mallory, R., Ohlman, Z. 2009. *Experimental
eco-design*. Mies: RotoVision SA
- Cheng, F. & Olsen, E. 2002. *Concrete countertops: de-
sign, forms, and finishes for the kitchen and bath*. New-
town: Taunton direct
- Hakala, J. T. 2004. *Opinnäytetyöopas ammattikorkeak-
ouluille*. Helsinki: Gaudeamus.
- Lampi, E. 1975. *Sisustamme valolla*. Porvoo: WSOY
- Rihloma, S. 1990. *Värit ja valot sisätiloissa, käytännön
väripsykologiaa*. Tampere: TMI Seppo Rihloma
- Rihloma, S. 1993. *Valaistuksesta sisätiloissa*. Vantaa:
Tikkurila Oy
- Skote, M. 2006. *Betoni, hauska harrastus*. Tee esineitä
pihalle ja mökille. Helsinki: Kustannusosakeyhtiö Nemo
- Suomen Betonitieto Oy 2009. *Betoni 09 käsikirja*. Hel-
sinki: Suomen betonitieto Oy

KUVALUETTELO:

Kuva 1, Betonin pinta

<http://www.mv.helsinki.fi/home/hmmattil/arabianranta/betoni.jpg>

<http://www.lemminkainenbetoni.fi/Link.aspx?id=10015047>

http://cms5.evianet.fi/suutarinen/default/MediaManager:Image/caid/3976/w/200/file/PA160097_p.JPG

http://www.asuntotieto.com/20000i_RAKENNUS_JA_REMONTTITIEITO/Betonitalo/kuvat/6/betonit-graaf_seina.JPG

Kuva 2, Funktionalistiset rakennukset

<http://www.panoramio.com/user/4644155/tags/funktionalismi>

<http://www.matkailu-opas.com/bar-kino-pori.html>

<http://www.utu.fi/tiedostot/aurora/pdf/4-2000/53.html>

<http://www.modernitklassikot.fi/historia.php>

<http://www.mfa.fi/lisatietoa-funktionalismi>

<http://mareli.vuodatus.net/>

INSTRUCTION FOR TRAINERS

TASK
<p>To establish the current status ('as-is' situation) by asking specific questions on product-, price-, distribution-, and communications policies. In doing so, the company obtains an insight into where it stands now and which aspects need consideration to enable sustainable product development. The second step defines the target state ('to-be' situation) and includes the aspects environment, people/society and economy in the analysis. The outcome of this may be e.g. possibilities of reducing pollution, of increasing efficiency and innovation potential, beginning with existing products and ranging to new product and process developments.</p>
HINTS AND INSTRUCTIONS FOR ACCOMPLISHMENT
<p>When posing some of the questions, the challenge for the trainer / facilitator may be to explain what exactly is meant clearly (with relation to the particular company and/or the particular industry).</p> <p>The working material demands sensitivity for interdependency between a company's marketing tasks and tasks related to sustainability. In a second step, it leads to concrete approaches to solutions and improvements, which were worked out jointly. It is possible to carry out step one (the analysis of the current state) individually as well as in a small group. The authors have obtained positive results when first asking participants to first carry out the as-is analysis by themselves, which meant that the latter had to understand and deal with the task at hand more thoroughly. In a second step, we found it ideal to work in small groups or in the plenum, thereby promoting the mutual communications and decision-making process.</p>
BOUNDARY CONDITIONS
<p>Number of participants: Minimum 1 Person Time requirement (approx.): 45 min Material: Matrix (printed)</p>

4 x 3 Ps Sustainable Marketing Check	Current State			PEOPLE People, Society, Culture	PLANET Nature	PROFIT Economy
	Target State e.g. possibilities for reduction, increasing of efficiency, innovation potential (ranging from existing products and to new product and process developments)					
PRODUCT						
Of what use/benefit is the product for society and how does it contribute to consumers' life quality?						
Who produces the product?						
In what way does the product contribute to the improvement of the involved stakeholders' (suppliers, sellers, employees, etc.) life quality?						
How is the product produced/manufactured?						
What is the product made of?						
Do you know what impact the product has on the environment/climate? At what point in the product's life-cycle* is the impact on environment/climate highest? <small>*raw materials production, production, sales, consumption,</small>						

disposal Based on what criteria are materials selected?				
Where do the raw materials come from?				
(How) Does the product contribute to the reduction or solution of environmental problems? e.g. economical use of energy or utilisation of renewable energy sources, preservation of diversity of species, considerate and economical utilisation of water, land and other exhaustible resources.				
(How) Does the product contribute to the improvement or solution of social problems? e.g.: fair working conditions, health, equality (same pay for equal performance), conscious handling of products				
Are comparable products that have a less negative impact on the environment and/or society?				
What is the product's average life-cycle?				
Can the product be prepared or reused? Or parts of the product?				
What happens to the product after it can no longer be used?				

How is the product disposed of?				
Is there of possibility of replacing the product by a service? e.g. rent, sharing-models				
How is the product packaged?				
Is the product's packaging reusable or can it be recycled?				
PLACE Distribution				
Where is the product produced?				
How is the end-product transported?				
Is the product's transport carried out as efficiently as possible?				
In what way is the product packaged during transport?				

Where and how is the product distributed?				
Where and how is the product sold?				
PRICE				
Does the price reflect true costs (have the company's additional ecological expenditures and/or social efforts been considered)?				
Does the price contain a guarantee for repair or replacement and/or services related to taking the product back for disposal?				
What consumer stratum can afford the product?				
Is sustainable consumption promoted by the product's price policy? e.g. prevent over-consumption, reflection of product value and				
PROMOTION Communication				
Are the product's features communicated to consumers transparently and credibly?				
Do sellers know and understand the product's (sustainable) ecological and social features (provided these are available) and are they in a position / capable of conveying this information to the consumer?				

How (and by what means/through which channels) are the product's features communicated to the client?				
How (and by what means/through which channels) are the product's features communicated to the relevant stakeholders (e.g. suppliers, wholesalers)?				
What does the product say about the company's values?				
Is there an opportunity for raising the company's reputation and image through the product?				
Can the product's ecological and/or social features serve as prompts in advertising and promotion?				
Are ecologically and socially desirable behaviour patterns being propagated with the help of marketing instruments?				
Is information about the product's quality, usage, maintenance, disposal or repair publicised?				
How can positive images that meet desires for a sustainable life (environmentally sound, fair, heedful, responsible, healthy, pleasurable, etc.) be created through marketing.				

Florian Heiler, Sylvia Brenzel: Euro Crafts 21, "S4-D3 / Sustainable Marketing Check"

What thoughts or feeling should consumers connect with the product?				
What external seals or marks (association-, certification-, test-, approval- or quality marks) could label/identify the product?				

Source:

CSR Europe (2007): CSR Europe's Sustainable Marketing Guide.

www.eurocrafts21.eu

EuroCRAFTS 21
making european handicraft sustainable



Production of ferro metals (in millipoints per kg)

	Indicator	Description	
Cast iron	240	Casting iron with > 2% carbon compound	1
Converter steel	94	Block material containing only primary steel	1
Electro steel	24	Block material containing only secondary scrap	1
Steel	86	Block material containing 80% primary iron, 20% scrap	1
Steel high alloy	910	Block material containing 71% primary iron, 16% Cr, 13% Ni	1
Steel low alloy	110	Block material containing 93% primary iron, 5% scrap, 1% alloy metals	1

Production of non ferro metals (in millipoints per kg)

	Indicator	Description	
Aluminium 100% Rec.	60	Block containing only secondary material	1
Aluminium 0% Rec.	780	Block containing only primary material	1
Chromium	970	Block, containing only primary material	1
Copper	1400	Block, containing only primary material	1
Lead	640	Block, containing 50% secondary lead	1
Nickel enriched	5200	Block, containing only primary material	1
Palladium enriched	4600000	Block, containing only primary material	1
Platinum	7000000	Block, containing only primary material	1
Rhodium enriched	12000000	Block, containing only primary material	1
Zinc	3200	Block, containing only primary material (plating quality)	1

Processing of metals (in millipoints)

	Indicator	Description	
Bending – aluminium	0.000047	one sheet of 1mm over width of 1 metre; bending 90°	4
Bending – steel	0.00008	one sheet of 1mm over width of 1 metre; bending 90°	4
Bending – RVS	0.00011	one sheet of 1mm over width of 1 metre; bending 90°	4
Brazing	4000	per kg brazing, including brazing material (45% silver, 27% copper, 25% tin)	1
Cold roll into sheet	18	per thickness reduction of 1 mm of 1 m ² plate	4
Electrolytic Chromium plating	1100	per m ² , 1 µm thick, double sided; data fairly unreliable	4
Electrolytic galvanising	130	per m ² , 2.5 µm thick, double sided; data fairly unreliable	4
Extrusion – aluminium	72	per kg	4
Milling, turning, drilling	800	per dm ³ removed material, without production of lost material	4
Pressing	23	per kg deformed metal. Do not include non-deformed parts!	4
Spot welding – aluminium	2.7	per weld of 7 mm diameter, sheet thickness 2 mm	4
Shearing/stamping – aluminium	0.000036	per mm ² cutting surface	4
Shearing/stamping – steel	0.00006	per mm ² cutting surface	4
Shearing/stamping – RVS	0.000086	per mm ² cutting surface	4
Sheet production	30	per kg production of sheet out of block material	4
Band zinc coating	4300	(Sendzimir zink coating) per m ² , 20-45 µm thick, including zinc	1
Hot galvanising	3300	per m ² , 100 µm thick, including zinc	1
Zinc coating (conversion um)	49	per m ² , 1 extra µm thickness, including zinc	1

Production of plastic granulate (in millipoints per kg)

	Indicator	Description	
ABS	400		3
HDPE	330		1
LDPE	360		1
PA 6.6	630		3
PC	510		1
PET	380		3
PET bottle grade	390	used for bottles	3
PP	330		3
PS (GPPS)	370	general purposes	3
PS (HIPS)	360	high impact	1
PS (EPS)	360	expandable	3
PUR energy absorbing	490		3
PUR flexible block foam	480	for furniture, bedding, clothing	3
PUR hardfoam	420	used in white goods, insulation, construction material	1
PUR semi rigid foam	480		3
PVC high impact	280	Without metal stabilizer (Pb or Ba) and without plasticizer (see under Chemicals)	1
PVC (rigid)	270	rigid PVC with 10% plasticizers (crude estimate)	1*
PVC (flexible)	240	Flexible PVC with 50% plasticizers (crude estimate)	1*
PVDC	440	for thin coatings	3

Processing of plastics (in millipoints)

	Indicator	Description	
Blow foil extrusion PE	2.1	per kg PE granulate, but without production of PE. Foil to be used for bags	2
Calendering PVC foil	3.7	per kg PVC granulate, but without production of PVC	2
Injection moulding – 1	21	per kg PE, PP, PS, ABS, without production of material	4
Injection moulding – 2	44	per kg PVC, PC, without production of material	4
Milling,turning,drilling	6.4	per dm ³ machined material, without production of lost material	4
Pressure forming	6.4	per kg	4
React.Inj.Moulding-PUR	12	per kg, without production of PUR and possible other components	4
Ultrasonic welding	0.098	per m welded length	4
Vacuum-forming	9.1	per kg material, but without production of material	4

Production of rubbers (in millipoints per kg)

	Indicator	Description	
EPDM rubber	360	Vulcanised with 44% carbon, including moulding	1

Production of packaging materials (in millipoints per kg)

	Indicator	Description	
Packaging carton	69	CO ₂ absorption in growth stage disregarded	1
Paper	96	Containing 65% waste paper, CO ₂ absorption in growth stage disregarded	1
Glass (brown)	50	Packaging glass containing 61% recycled glass	2
Glass (green)	51	Packaging glass containing 99% recycled glass	2
Glass (white)	58	Packaging glass containing 55% recycled glass	2

Production of chemicals and others (in millipoints per kg)

	Indicator	Description	
Ammonia	160	NH ₃	1
Argon	7.8	Inert gas, used in light bulbs, welding of reactive metals like aluminium	1
Bentonite	13	Used in cat litter, porcelain etc.	1
Carbon black	180	Used for colouring and as filler	1
Chemicals inorganic	53	Average value for production of inorganic chemicals	1
Chemicals organic	99	Average value for production of organic chemicals	1
Chlorine	38	Cl ₂ . Produced with diaphragm production process (modern technology)	1
Dimethyl p-phthalate	190	Used as plasticizer for softening PVC	1
Ethylene oxide/glycol	330	Used as industrial solvent and cleaning agent	1
Fuel oil	180	Production of fuel only. Combustion excluded!	1
Fuel petrol unleaded	210	Production of fuel only. Combustion excluded!	1
Fuel diesel	180	Production of fuel only. Combustion excluded!	1
H ₂	830	Hydrogen gas. Used for reduction processes	1
H ₂ SO ₄	22	Sulphuric acid. Used for cleaning and staining	1
HCl	39	Hydrochloric acid, used for processing of metals and cleaning	1
HF	140	Fluoric acid	1
N ₂	12	Nitrogen gas. Used as an inert atmosphere	1
NaCl	6.6	Sodium chloride	1
NaOH	38	Caustic soda	1
Nitric acid	55	HNO ₃ . Used for staining metals	1
O ₂	12	Oxygen gas.	1
Phosphoric acid	99	H ₃ PO ₄ . Used in preparation of fertiliser	1
Propylene glycol	200	Used as an anti-freeze, and as solvent	1
R134a (coolant)	150	Production of R134a only! Emission of 1 kg R134a to air gives 7300 mPt	1
R22 (coolant)	240	Production of R22 only! Emission of 1 kg R22 to air gives 8400 mPt	1
Silicate (waterglass)	60	Used in the manufacture of silica gel, detergent manufacture and metal cleaning	1
Soda	45	Na ₂ CO ₃ . Used in detergents	1
Ureum	130	Used in fertilisers	1
Water decarbonized	0.0026	Processing only; effects on groundwater table (if any) disregarded	1
Water demineralized	0.026	Processing only; effects on groundwater table (if any) disregarded	1
Zeolite	160	Used for absorption processes and in detergents	1

Production of building material (in millipoints per kg)

	Indicator	Description	
Alkyd varnish	520	Production + emissions during use of varnish, containing 55% solvents	5
Cement	20	Portland cement	1
Ceramics	28	Bricks etc.	1
Concrete not reinforced	3.8	Concrete with a density of 2200 kg/m ³	1
Float glass coated	51	Used for windows, Tin, Silver and Nickel coating (77 g/m ²)	1
Float glass uncoated	49	Used for windows	1
Gypsum	9.9	Selenite. Used as filler.	1
Gravel	0.84	Extraction and transport	1
Lime (burnt)	28	CaO. Used for production of cement and concrete. Can also be used as strong base	1
Lime (hydrated)	21	Ca(OH) ₂ . Used for production of mortar	1
Mineral wool	61	Used for insulation	1
Massive building	1500	Rough estimate of a (concrete) building per m ³ volume (capital goods)	1
Metal construction building	4300	Rough estimate of a building per m ³ volume (capital goods)	1
Sand	0.82	Extraction and transport	1
Wood board	39	European wood (FSC criteria); CO ₂ absorption in growth stage disregarded	1*
Wood massive	6.6	European wood (FSC criteria); CO ₂ absorption in growth stage disregarded	1*
Land-use	45	Occupation as urban land per m ² yr	*

Heat (in millipoints per MJ)

	Indicator	Description	
Including fuel production			
Heat coal briquette (stove)	4.6	Combustion of coal in a 5-15 kW furnace	1
Heat coal (industrial furnace)	4.2	Combustion of coal in a industrial furnace (1-10MW)	1
Heat lignite briquet	3.2	Combustion of lignite in a 5-15kW furnace	1
Heat gas (boiler)	5.4	Combustion of gas in an atmospheric boiler (<100kW) with low NOx	1
Heat gas (industrial furnace)	5.3	Combustion of gas in an industrial furnace (>100kW) with low NOx	1
Heat oil (boiler)	5.6	Combustion of oil in a 10kW furnace	1
Heat oil (industrial furnace)	11	Combustion of oil in an industrial furnace	1
Heat wood	1.6	Combustion of wood; CO ₂ absorption and emission disregarded	1*

Solar energy (in millipoints per kWh)

	Indicator	Description	
Electricity facade m-Si	9.7	Small installation (3kWp) with monocrystalline cells, used on building facade	1
Electricity facade p-Si	14	Small installation (3kWp) with polycrystalline cells, used on building facade	1
Electricity roof m-Si	7.2	Small installation (3kWp) with monocrystalline cells, used on building roof	1
Electricity roof p-Si	10	Small installation (3kWp) with polycrystalline cells, used on building roof	1

Electricity (in millipoints per kWh)

	Indicator	Description	
Including fuel production			
Electr. HV Europe (UCPTE)	22	High voltage (> 24 kVolt)	1
Electr. MV Europe (UCPTE)	22	Medium voltage (1 kV – 24 kVolt)	1
Electr. LV Europe (UCPTE)	26	Low voltage (< 1000Volt)	1
Electricity LV Austria	18	Low voltage (< 1000Volt)	1
Electricity LV Belgium	22	Low voltage (< 1000Volt)	1
Electricity LV Switzerland	8.4	Low voltage (< 1000Volt)	1
Electricity LV Great Britain	33	Low voltage (< 1000Volt)	1
Electricity LV France	8.9	Low voltage (< 1000Volt)	1
Electricity LV Greece	61	Low voltage (< 1000Volt)	1
Electricity LV Italy	47	Low voltage (< 1000Volt)	1
Electricity LV the Netherlands	37	Low voltage (< 1000Volt)	1
Electricity LV Portugal	46	Low voltage (< 1000Volt)	1

Transport (in millipoints per tkm)

	Indicator	Description	
Including fuel production			
Delivery van <3.5t	140	Road transport with 30% load, 33% petrol unleaded, 38% petrol leaded, 29% diesel (38% without catalyst) (European average including return)	1
Truck 16t	34	Road transport with 40% load (European average including return)	1
Truck 28t	22	Road transport with 40% load (European average including return)	1
Truck 28t (volume)	8	Road transport per m ³ km. Use when volume in stead of load is limiting factor	1*
Truck 40t	15	Road transport with 50% load (European average including return)	1
Passenger car W-Europe	29	Road transport per km	1
Rail transport	3.9	Rail transport, 20% diesel and 80% electric trains	1
Tanker inland	5	Water transport with 65% load (European average including return)	1
Tanker oceanic	0.8	Water transport with 54% load (European average including return)	1
Freighter inland	5.1	Water transport with 70% load (European average including return)	1
Freighter oceanic	1.1	Water transport with 70% load (European average including return)	1
Average air transport	78	Air transport with 78% load (Average of all flights)	6
Continental air transport	120	Air transport in a Boeing 737 with 62% load (Average of all flights)	6
Intercontinental air transport	80	Air transport in a Boeing 747 with 78% load (Average of all flights)	6
Intercontinental air transport	72	Air transport in a Boeing 767 or MD 11 with 71% load (Average of all flights)	6

Recycling of waste (in millipoints per kg)

	Indicator			Description	
	Total	Process	Avoided product		
				Environmental load of the recycling process and the avoided product differs from case to case. The values are an example for recycling of primary material.	
Recycling PE	-240	86	-330	if not mixed with other plastics	7*
Recycling PP	-210	86	-300	if not mixed with other plastics	7*
Recycling PS	-240	86	-330	if not mixed with other plastics	7*
Recycling PVC	-170	86	-250	if not mixed with other plastics	7*
Recycling Paper	-1,2	32	-33	Recycling avoids virgin paper production	2*
Recycling Cardboard	-8,3	41	-50	Recycling avoids virgin cardboard production	2*
Recycling Glass	-15	51	-66	Recycling avoids virgin glass production	2*
Recycling Aluminium	-720	60	-780	Recycling avoids primary aluminium.	1*
Recycling Ferro metals	-70	24	-94	Recycling avoids primary steel production	1*

Waste treatment (in millipoints per kg)

	Indicator	Description	
Incineration		Incineration in a waste incineration plant in Europe. Average scenario for energy recovery. 22% of municipal waste in Europe is incinerated	
Incineration PE	-19	Indicator can be used for both HDPE and LDPE	2*
Incineration PP	-13		2*
Incineration PUR	2,8	Indicator can be used for all types of PUR	2*
Incineration PET	-6,3		2*
Incineration PS	-5,3	Relatively low energy yield, can also be used for ABS, HIPS, GPPS, EPS	2*
Incineration Nylon	1,1	Relatively low energy yield	2*
Incineration PVC	37	Relatively low energy yield	2*
Incineration PVDC	66	Relatively low energy yield	2*
Incineration Paper	-12	High energy yield CO ₂ emission disregarded	2*
Incineration Cardboard	-12	High energy yield CO ₂ emission disregarded	2*
Incineration Steel	-32	40% magnetic separation for recycling, avoiding crude iron (European average)	2*
Incineration Aluminium	-110	15% magnetic separation for recycling, avoiding primary aluminium	2*
Incineration Glass	5,1	Almost inert material, indicator can be used for other inert materials	2
Landfill		Controlled landfill site. 78% of municipal waste in Europe is landfilled	
Landfill PE	3,9		2
Landfill PP	3,5		2
Landfill PET	3,1		2
Landfill PS	4,1	Indicator can also be used for landfill of ABS	2
Landfill EPS foam	7,4	PS foam, 40 kg/m ³ , large volume	2*
Landfill foam 20kg/m ³	9,7	Landfill of foam like PUR with 20kg/m ³	2*
Landfill foam 100kg/m ³	4,3	Landfill of foam like PUR with 100kg/m ³	2*
Landfill Nylon	3,6		2*
Landfill PVC	2,8	Excluding leaching of metal stabilizer	2
Landfill PVDC	2,2		2
Landfill Paper	4,3	CO ₂ and methane emission disregarded	2
Landfill Cardboard	4,2	CO ₂ and methane emission disregarded	2
Landfill Glass	1,4	Almost inert material, indicator can also be used for other inert materials	2
Landfill Steel	1,4	Almost inert material on landfill, indicator can be used for ferro metals	2
Landfill Aluminium	1,4	Almost inert material on landfill, indicator is valid for primary and recycled alu.	2
Landfill of 1 m ³ volume	140	Landfill of volume per m ³ , use for voluminous waste, like foam and products	*
Municipal waste		In Europe, 22% of municipal waste is incinerated, 78% is landfilled. Indicator is not valid for voluminous waste and secondary materials	
Municipal waste PE	-1,1		2*
Municipal waste PP	-0,13		2*
Municipal waste PET	1		2*
Municipal waste PS	2	Not valid for foam products	2*
Municipal waste Nylon	3,1		2*
Municipal waste PVC	10		2*
Municipal waste PVDC	16		2*
Municipal waste Paper	0,71		2*
Municipal waste Cardboard	0,64		2*
Municipal waste ECCS steel	-5,9	Valid for primary steel only!	2*
Municipal waste Aluminium	-23	Valid for primary aluminium only!	2*
Municipal waste Glass	2,2		2*
Household waste		Separation by consumers of waste for recycling (average European scenario)	
Paper	-0,13	44% separation by consumers	2*
Cardboard	-3,3	44% separation by consumers	2*
Glass	-6,9	52% separation by consumers	2*

