

LAPPEENRANNAN TEKNILLINEN YLIOPISTO

LUT School of Energy Systems

Ympäristötekniikan koulutusohjelma

Kandidaatintyö

**YMPÄRISTÖNÄKÖKOHTIEN HUOMIOIMINEN KONE- JA
RAKENNUSALAN YRITYKSISSÄ ETELÄ-KARJALASSA**

**Consideration of environmental aspects in machinery and
construction companies in South Karelia**

Työn tarkastaja: Professori, TkT Risto Soukka

Työn ohjaaja: Nuorempi tutkija, DI Heli Kasurinen

Lappeenrannassa 2.6.2017

Oona Saarinen

TIIVISTELMÄ

Lappeenrannan teknillinen yliopisto
LUT School of Energy Systems
Ympäristötekniikan koulutusohjelma

Oona Saarinen

Ympäristönäkökohtien huomioiminen kone- ja rakennusalan yrityksissä Etelä-Karjalassa

Kandidaatintyö

2017

43 sivua, 17 kuvaa, 2 liitettä

Tarkastaja: Professori Risto Soukka
Ohjaaja: Nuorempi tutkija Heli Kasurinen

Hakusanat: ympäristönäkökohdat, elinkaari, kierrätys, materiaalitehokkuus, tuotesuunnittelu

Keywords: environmental considerations, life cycle, recycling, material efficiency, product design

Tämän kandidaatintyön tavoitteena on selvittää ottavatko Etelä-Karjalan alueella toimivat kone- ja rakennusalan yritykset tuotteidensa suunnittelussa ja tuotannossa huomioon ympäristönäkökohdat. Lisäksi tavoitteena on selvittää, miksi yritysten kannattaa ottaa ympäristönäkökohdat huomioon. Tässä työssä ympäristönäkökohtien hallinnassa keskitytään etenkin materiaalitehokkuuteen ja materiaalien kierrätettävyyteen, sillä työ on osa Lappeenrannan teknillisen yliopiston meneillään olevaa hanketta Kierrätys osaksi tuotesuunnittelua. Tutkimusmenetelmänä työssä käytetään kahta kyselyä, joista toinen suunataan alueen konepajayrityksille ja toinen suunnittelu- ja arkkitehtitoimistoille.

Jotta ympäristönäkökohdat voitaisiin huomioida tehokkaasti tuotteen koko elinkaaren ajalta, ympäristönäkökohtien huomioiminen tulisi liittää jo suunnitteluvaiheeseen. Tämä ei kuitenkaan ole yleinen ajattelutapa yrityksissä, eikä ympäristöasioiden huomioimista nähdä välttämättä mahdollisuutena. Hyvällä suunnittelulla voitaisiin vaikuttaa tuotteen koko elinkaaren aikaisiin kustannuksiin ja resurssien käytön määrään. Myös kierrätyksen huomioiminen tuotannossa säästää kustannuksia. Lisäksi ympäristötietoisuuden lisääntyminen lisää sidosryhmien vaatimuksia, jolloin ympäristönäkökohtien huomioiminen voitaisiin nähdä kilpailuvalttina kilpaileviin yrityksiin nähden.

SISÄLLYSLUETTELO

| | | |
|-------|---|----|
| 1 | JOHDANTO | 2 |
| 2 | YRITYSTEN YMPÄRISTÖNÄKÖKOHDAT | 4 |
| 2.1 | Riskien hallinta | 4 |
| 2.2 | Mahdollisuuksien hallinta | 6 |
| 3 | ELINKAARENAIKAISTEN YMPÄRISTÖNÄKÖKOHTIEN HALLINTA | 8 |
| 3.1 | Elinkaariarviointi | 9 |
| 3.1.1 | Tuotteiden elinkaaren vaiheet yleisesti | 9 |
| 3.1.2 | Terästuotteiden elinkaari | 11 |
| 3.1.3 | Betonirakenteiden elinkaari | 12 |
| 3.2 | Ympäristömyötäinen tuotesuunnittelu | 13 |
| 3.2.1 | Materiaalitehokkuus ja kierrätettävyyden parantaminen | 15 |
| 3.2.2 | Konepajayritysten vaikutusmahdollisuudet | 16 |
| 3.2.3 | Suunnittelu- ja arkkitehtitoimistojen vaikutusmahdollisuudet | 17 |
| 4 | YMPÄRISTÖNÄKOHTIEN HUOMIOIMINEN JA TIETÄMYS KONE- JA RAKENNUSALAN YRITYKSISSÄ | 18 |
| 4.1 | Tutkimusmenetelmät ja kyselyiden toteutus | 19 |
| 4.2 | Konepajayritysten tietämys ja toimintatavat kyselyiden perusteella | 20 |
| 4.2.1 | Kyselyyn vastaajat ja vastaajien käyttämät materiaalit | 20 |
| 4.2.2 | Tietämys ja toimintatavat | 21 |
| 4.3 | Suunnittelu- ja arkkitehtitoimistojen tietämys ja toimintatavat kyselyiden perusteella | 29 |
| 4.3.1 | Kyselyyn vastaajat ja vastaajien käyttämät materiaalit | 29 |
| 4.3.2 | Tietämys ja toimintatavat | 30 |
| 5 | JOHTOPÄÄTÖKSET | 36 |
| 6 | YHTEENVETO | 39 |
| | LÄHTEET | 40 |

LIITE I. Kyselylomake konepajayrityksille

LIITE II. Kyselylomake suunnittelu- ja arkkitehtitoimistoille

1 JOHDANTO

Euroopan unionin ilmastopoliittikan tavoitteena on vähentää kasvihuonekaasupäästöjä vähintään 40 % vuoden 1990 päästötasosta vuoteen 2030 mennessä. Konkreettisten linjausten lisäksi Euroopan unionin tiekartassa ilmastopoliittikkaa visioidaan vähähiiliseen talouteen vuoteen 2050 saakka. (Ympäristöministeriö 2016.) Suomessa asetettiin 2015 ilmastolaki, jossa asetetaan vähintään 80 %:n päästövähennystavoite vuoden 1990 tasosta vuoteen 2050 mennessä. Kansallisessa ilmastopoliitikassa ympäristöministeriö vastaa esimerkiksi jätepolitiikasta ja rakentamisesta, jotka ovat vahvasti kytköksissä ilmastokysymyksiin. (Ympäristöministeriö 2016b.) Suomen ilmastopoliittikan pitkän aikavälin tavoitteena on vähähiilinen tai jopa hiilineutraali yhteiskunta vuoteen 2050 mennessä (SYKE 2015.)

Maaillan kasvava väestö ja taloudenkasvu aiheuttavat valtavia paineita maapallon luonnonvarojen riittävyydelle. Kilpailu resursseista johtaa hintojen nousuun ja epävarmuuteen, mikä vaikuttaa myös Euroopan talouteen. Tämän takia EU:ssa on alettu keskittyä resurssitehokkuuteen eli luonnonvarojen kestävämpään käyttöön. Jotta materiaaleja voidaan käyttää entistä tehokkaammin, veden, mineraalien ja puun kaltaisten raaka-aineiden käytössä on huomioitava niiden koko elinkaari. Resurssipulaan voidaan vaikuttaa esimerkiksi vihreällä teknologialla, uusiutuvalla energialla ja kierrätyksellä. Eurooppa 2020 –kasvustrategian tavoitteena on luoda EU:sta älykäs, kestävä ja osallistava talous. Yksi osatekijä tässä on etenemissuunnitelma kohti resurssitehokasta Eurooppaa. (Euroopan komissio 2015.)

Rakennus- ja purkujätteen osuus vuonna 2014 oli 33,5 % ja teollisuuden yhteensä 9,8 % jätteiden kokonaismäärästä EU:ssa (Eurostat 2016). Suomessa jätteiden kierrätystä ohjaa lainsäädännön pohjalta luotu valtakunnallinen jättesuunnitelma. Edellisen jättesuunnitelman tavoitteina oli muun muassa jätteiden synnyn ehkäisy materiaalitehokkuutta parantamalla ja kierrätyksen tehostaminen. Rakentamisen jätteistä oli tavoitteena hyödyntää vähintään 70 % materiaalina tai energiana vuoteen 2016. Teollisuuden jätevirtoja on pyritty hillitsemään toimialakohtaisilla materiaalitehokkuussopimuksilla. (Ympäristöministeriö 2008, s. 7-10.) Uutta valtakunnallista jättesuunnitelmaa vuoteen 2030 luodaan parhaillaan ja sen yksi neljästä painopisteestä on rakennus- ja purkujätteen vähentäminen (Ympäristöministeriö 2016c).

Ympäristönäkökohtien ajattelua pyritään ohjaamaan lainsäädännöllä ja säädöksillä, mikä perustuu pääasiassa resurssien vähenemiseen, veden riittävyteen, kemikaalien käyttöön ja erilaisiin päästöihin ja jätteisiin. Myös muut sidosryhmät tuovat mukaan omat vaatimuksensa. Ympäristötietoisuuden lisääntyminen on lisännyt kuluttajien vaatimuksia ja ympäristövastuu voidaan nähdä kilpailuetuna. Tämä pakottaa yritykset katsomaan tuotteita ja tuotantotapoja myös ympäristön näkökulmasta. Vaikka ympäristövastuu koetaan usein kulueräksi, piilee tässä parhaimmillaan kuitenkin mahdollisuuksia, joilla voidaan saavuttaa selkeitä hyötyjä, kuten materiaalin ja energian säästö, kilpailukyvyn vahvistaminen tai uusien työpaikkojen luominen.

Ympäristönäkökohtiin kiinnitetään siis yhä enemmän huomiota ja tietoisuus kuluttajien keskuudessa on lisääntynyt. Tämän kandidaatintyön tavoitteena on selvittää vastaavatko Etelä-Karjalan alueella toimivat kone- ja rakennusalan yritykset näihin kasvaviin vaatimuksiin toiminnassaan eli ottavatko yritykset tuotteidensa suunnittelussa ja tuotannossa huomioon ympäristönäkökohdat. Lisäksi tavoitteena on selvittää, miksi yritysten kannattaa ottaa ympäristönäkökohdat huomioon. Teoriaosassa selvitetään yrityksille kohdistuvat ympäristönäkökohdat ja keinot niihin vastaamiseen. Ympäristönäkökohtien hallinnassa keskitytään etenkin materiaalitehokkuuteen ja materiaalien kierrätettävyyteen. Materiaalien kohdalla työssä on tarkasteltu tarkemmin teräksen ja betonin elinkaarta.

Tämä kandidaatintyö on osa Lappeenrannan teknillisen yliopiston teräsrakenteiden laboratorion meneillään olevaa hanketta Kierrätys osaksi tuotesuunnittelua. Hanke toteutetaan pääasiassa Euroopan aluekehitysrahaston (EAKR) rahoituksella Etelä-Karjalan alueella. Hankkeessa painotetaan nimenomaan kierrätyksen merkitystä tuotesuunnittelussa kone- ja rakennusalan yrityksissä, joten siksi materiaalitehokkuuteen ja materiaalien kierrätettävyyteen on keskitytty myös tässä työssä. Hankkeen kannalta olennaista on selvittää tämän hetkinen tietämyksen taso yrityksissä sekä yritysten toimintatavat tuotteiden ympäristönäkökohtien ja kierrätyksen huomioimisessa. Tätä tuntemusta selvitetään kahden yrityskyselyn kautta, jotka suunnataan Etelä-Karjalan alueen konepajayrityksille sekä suunnittelu- ja arkkitehtitoimistoille.

2 YRITYSTEN YMPÄRISTÖNÄKÖKOHDAT

Ennen kuin yritykset voivat hallita toiminnastaan aiheutuvia ympäristövaikutuksia, ne on ensin tunnistettava. Ympäristöasioita voidaan hallita ja vaikutuksia vähentää, kun yrityksen nykytilanne tunnetaan ja tiedetään, mistä ympäristövaikutukset syntyvät. Ympäristönäkökohdilla tarkoitetaan kaikkia yrityksen toiminnan kohtia, joista syntyy ympäristövaikutuksia. Ympäristövaikutukset taas ovat ympäristössä tapahtuvia muutoksia, jotka tapahtuvat ympäristönäkökohtien seurauksena. Yksi ympäristönäkökohta voi aiheuttaa useita ympäristövaikutuksia. (Pesonen et al. 2005, s. 20-22.)

Ympäristövaikutuksista puhuttaessa keskitytään usein joko tuotantoon tai käyttöön, mutta todellisuudessa ympäristönäkökohtien huomioiminen pitäisi ulottaa koko elinkaaren ajalle. Elinkaaren aikaisten materiaali- ja energiavirtojen selvittäminen on hyvä pohja ympäristönäkökohtien tunnistamiselle, koska ympäristövaikutukset aiheutuvat nimenomaan materiaalien ja energian käytöstä. (Pesonen et al. 2005, s. 22.)

2.1 Riskien hallinta

Ympäristövaikutusten voidaan ajatella aiheutuvan raaka-aineiden, veden, kemikaalien ja energian käytön seurauksena. Näiden käyttö kuluttaa raaka-aineita ja luonnonvaroja, aiheuttaa jätteitä sekä tuottaa päästöjä ilmaan, veteen ja maaperään. Lisäksi materiaalien käytöstä voi aiheutua muita paikallisia ympäristövaikutuksia, kuten melua, säteilyä, tärinää tai hajuhaittoja, jotka ovat usein paljon pienempiä. Ympäristövaikutukset voivat olla myös positiivisia, mutta vaikutusten hallinnassa keskitytään yleensä negatiivisiin vaikutuksiin. Ympäristövaikutusten tärkeys voi olla erilainen eri yrityksillä, joten niiden pitää itse tunnistaa toimintaansa liittyvien ympäristövaikutusten tärkeys. (Pesonen et al. 2005, s. 20-23.)

Tällä hetkellä luonnonvaroja, kuten metalleja, mineraaleja, metsiä, maata, ilmaa ja vettä käytetään enemmän kuin on resursseja. Yli 60 % maailman ekosysteemeistä on jo nyt ylikäytössä. Tuotannon ja kulutuksen ympäristövaikutuksia on vähennettävä ja resurssitehokkuutta lisättävä tuotteen elinkaaren kaikissa vaiheissa. Arvokkaiden materiaalien käyttöä ja päästöjä voidaan vähentää resurssien käytön vähentämisellä, uudelleenkäytöllä ja kierrätyksellä. Samalla saatetaan säästää myös energiaa. (Euroopan komissio 2015b.)

Kemikaaleja on mukana useiden tuotteiden ominaisuuksissa, materiaalisällöissä, valmistuksessa, käsittelyssä, huollossa ja kierrätyksessä. Kemikaaleilla on paljon haitallisia ominaisuuksia, joita ei kaikkia välttämättä vielä edes tunneta. Ne voivat aiheuttaa ärsytystä, syöpymistä, geenimuunnoksia, syöpää, lisääntymisongelmia tai olla ympäristölle haitallisia. (Karvonen 2006, s. 54.) EU:ssa kemikaalien käyttöä pyritään hallitsemaan REACH-asetuksella, joka tuli voimaan 2007. Asetuksen myötä vastuu kemikaalien aiheuttamista haitoista ympäristölle ja terveydelle siirtyi entistä enemmän teollisuuden vastuulle. (Tukes 2016.) Asetuksen tavoitteena on jakaa vastuuta kemikaalien käytöstä ketjun eri osille, joten myös jatkokäyttäjillä on velvollisuus tarkastella käyttötapojensa turvallisuutta kemikaalien osalta (Karvonen 2006, s. 58).

Energian käytön määrää ohjaa maapallon väkiluku sekä energiantensiivisyys. Energian kysyntä on kasvanut viime vuosikymmenten aikana moninkertaiseksi, joten energiantensiivisyys on noussut huippuunsa ja on nyt alkanut laskea. Isoin syy energiantensiivisyyden kasvuun on ollut energiantensiivisempi teollisuus. Teollisuuden merkitys energian käytössä on siis suuri. Energian hinta nousee koko ajan, joten myös energiatehokkuuden täytyy kasvaa. Samalla energiantensiivisyyden erot eri maiden välillä lähenevät toisiaan energiakaupan, yhteisten teknologioiden käyttöönoton ja kulutustottumusten yhtäläistymisen takia. Tärkeä tekijä energian käytössä on myös käytetty energialähde. (Antweiler 2014, s. 32-33.)

Kaikkien tuotteiden valmistus kuluttaa vettä jossain vaiheessa tuotantoprosessia. Paljon vettä käyttäviä teollisuudenaloja on esimerkiksi metalli-, metsä- ja kemianteollisuus. Ympäristön näkökulmasta veden käytöllä on kaksi ulottuvuutta: veden määrä ja veden laatu. Veden määrä on tärkeä tekijä, koska yleisesti vettä on saatavilla niukasti. Veden laatuun taas vaikuttaa veden saastuminen ja erityisesti vesien rehevöityminen. Veden saastumiseen ja rehevöitymiseen vaikuttaa erilaiset päästöt, jotka tulisi minimoida. (Antweiler 2014, s. 35-36.)

Päästöt ilmaan syntyvät ennen kaikkea teollisuuden seurauksena, vaikka kehittyneiden maiden kotitalouksien tuottamat päästöt ovat myös suuria. Merkittävimpiä ilmansaasteita ovat rikkidioksidi, typen oksidit, hiilimonoksidi, haihtuvat orgaaniset yhdisteet ja pienhiukkaset. Osa ilmansaasteista vaikuttaa paikallisesti, osa taas maailmanlaajuisesti. Näistä merkittä-

vimpä ovat kasvihuonekaasut, kuten metaani ja hiilidioksidi, jotka vaikuttavat ilmastonmuutokseen. Yritysten täytyy tehdä osansa näiden päästöjen vähentämiseksi. Parasta olisi, jos yritykset miettivät ajoissa vaihtoehtoja aineille, jotka saattavat olla haitallisia sekä energiantuotantotavoille, jotka saastuttavat eniten. (Antweiler 2014, s. 38-39.)

Jätteiden hallinnassa kannattaa pyrkiä vähentämään, käyttämään uudelleen ja kierrättämään jätettä. Jätteiden vähentäminen on kannattavaa, koska niiden tuottaminen tulee aina kalliiksi. Silloin hukataan materiaaleja ilman, että niistä saadaan mitään hyötyä. Myös jätteiden kuljetus, prosessointi ja kaatopaikalle sijoittaminen aiheuttavat usein kustannuksia. Vähentämällä jätteiden syntyä yritykset voivat siis vähentää jätehuollosta syntyviä kustannuksia. Uudelleenkäyttö ja kierrätys vaativat usein tuotteen elinkaaren parempaa tuntemusta, mutta auttavat myös tehokkaasti hallitsemaan jätteiden syntymistä. (Antweiler 2014, s. 39.)

2.2 Mahdollisuuksien hallinta

Ympäristönäkökohtien huomioiminen mielletään usein kuluueräksi, mutta pitää muistaa, että ympäristövastuun hyvällä hoidolla on saavutettavissa myös selkeitä hyötyjä. Ympäristöratkaisuilla voidaan saavuttaa muun muassa kilpailuetua, markkinaosuuksia, markkina-arvoa, asiakasuskollisuutta, imagoa tai muuta kilpailukykyä vahvistavaa hyötyä. (Karvonen 2006, s.9.) Lisäksi materiaalien, veden ja energian tehokkaampi käyttö tuottaa suoria kustannussäästöjä yrityksille.

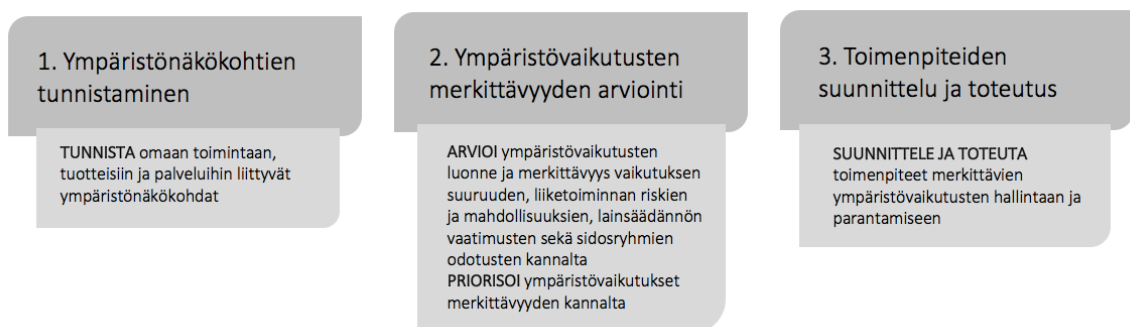
Ympäristöriskien mahdollisuus voi aiheuttaa suuria kolhuja yrityksen maineeseen ja imagoon. Siksi niitä kannattaa ennakoida ja niihin kannattaa varautua etukäteen. Erityisesti suurilla satunnaispäästöillä on ollut merkittäviä taloudellisia vaikutuksia. Yrityksellä ei edes välttämättä tarvitse olla mitään tekemistä varsinaisen ympäristöongelman kanssa vaan riittää, että sidosryhmät kokevat yrityksen hoitaneen huonosti ympäristöasiansa. Ympäristöasioiden hyvällä hoidolla voidaan puolestaan luoda positiivisia mielikuvia. Riskien hallinnalla voidaan pyrkiä välttämään, vähentämään tai siirtämään riskejä. Riskien hallintaa voidaan myös tehdä viestintään perustuvalla tavalla, jolloin pyritään vaikuttamaan ihmisten mielikuviin ja asenteisiin ja luomaan heille positiivinen kuva yrityksestä. (Karvonen 2006, s. 126-127.)

Laajentunut tuottajavastuu ulottuu nykyisellään lähinnä ammattielektroniikan kauppaan, mutta siinä voisi olla mahdollisuuksia kilpailuvaltiksi myös muille. Ammattielektroniikan kaupassa yrityksillä on vapaus sopia laitteiden kierrätyksestä tai sen kustannuksista parhaaksi katsomallaan tavalla. Yritys voi ottaa haltuun tuotteen koko elinkaaren ja näin tarjoamalla asiakkaalle lisäpalveluja saada kilpailuetua, erottautua ja saavuttaa säästöjä. Useilla teollisuuden aloilta on löydettävissä asiakkaita, jotka ovat kiinnostuneita maksamaan tuotteesta hieman enemmän, jos heidän ei tarvitse itse huolehtia tuotteen asianmukaisesta jätteenhuollosta. (Karvonen 2006. s.103, 104).

3 ELINKAARENAIKAISTEN YMPÄRISTÖNÄKÖKOHTIEN HALLINTA

Ympäristötietoisuuden lisääntyminen ja tuotteiden ympäristövaikutuksia koskevat kysymykset ja säädökset ovat lisänneet tuotteiden kokonaisvaltaisten ympäristövaikutusten selvittämistä. Kokonaisvaltaista ympäristövaikutusten arviointia kutsutaan elinkaariajatteluksi. Tällöin tuotteen ympäristövaikutuksia tarkastellaan tuotteen koko elinkaaren ajalta materiaalien hankinnasta ja suunnittelusta tuotteen kierrätykseen ja jätteen hävittämiseen saakka. Tuotteen ympäristövaikutuksia ja mahdollisia keinoja niiden pienentämiseen tarkastellaan kussakin elinkaaren vaiheessa. (Sähkö- ja elektroniikkateollisuusliitto 2001, s. 23.)

Yrityksen ympäristönäkökohtien huomioiminen vaatii asiaan paneutumista ja toiminnan kehittämistä, mutta niihin voidaan tarttua esimerkiksi kuvassa 1 kuvatun prosessin kautta. Ensimmäisenä tulee tunnistaa yrityksen toimintaan, tuotteisiin ja palveluihin liittyvät ympäristönäkökohdat. Näiden tunnistamiseen voidaan käyttää eri laajuisia elinkaariarviointeja, joita on esimerkiksi laaja elinkaariarviointi (Life Cycle Assessment, LCA) ja hiilijalanjälki. Seuraavaksi arvioidaan ympäristövaikutusten merkittävyys eri näkökulmat huomioon ottaen ja priorisoidaan vaikutukset merkittävyyden mukaan. Voi esimerkiksi olla, että pitkäikäisen tuotteen käytöstä aiheutuu paljon päästöjä, jolloin niiden vähentämiseen kannattaa panostaa materiaalien kierrätettävyyden parantamista enemmän. Lopuksi suunnitellaan ja toteutetaan toimenpiteet, joiden avulla ympäristövaikutuksia pyritään hallitsemaan ja pienentämään. (Teknologiateollisuus ry 2011.)



Kuva 1 Ympäristönäkökohtien huomioiminen ja niihin reagoiminen (Teknologiateollisuus ry 2011).

3.1 Elinkaariarviointi

Perusmenetelmä tuotteen ympäristövaikutusten selvittämiseen on elinkaariarviointi (Life Cycle Assessment, LCA). Elinkaariarvioinnin toteuttamiseksi on laadittu kansainväliset standardointijärjestelmät ISO 14040 ja ISO 14044. Standardienmukainen elinkaariarviointi on kuitenkin usein kallista, eikä se välttämättä tuo sellaisenaan tai heti lisäarvoa yritykselle. Elinkaariarvioinnin rinnalle onkin kehitetty erilaisia työkaluja, kuten ympäristöjärjestelmiä ja erilaisia jalanjälkimalleja. (Suomen ympäristökeskus 2013.) Elinkaariarviointia käytetään usein ympäristönäkökohtien tunnistamiseen ja priorisoimiseen, jotta tuotteen ominaisuuksia tai tuotantotapoja osataan lähteä kehittämään.

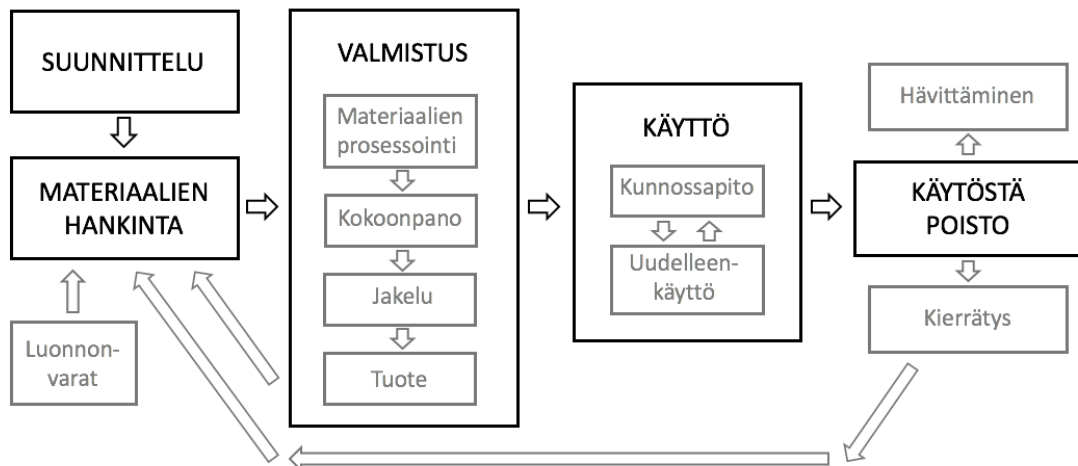
Elinkaariarvioinnissa arvioidaan tuotteeseen liittyvät ympäristövaikutukset tuotteen koko elinkaaren ajalta sisältäen raaka-aineiden hankinnan, osien, komponenttien ja lopputuotteen valmistuksen, kuljetukset, jakelun, käytön, uudelleenkäytön, kierrätyksen ja lopullisen hävittämisen. Näiden eri vaiheiden ympäristövaikutusten osalta tulee tarkastella käytettyä energiaa, materiaaleja ja syntyneitä päästöjä. (Sähkö- ja elektroniikkateollisuusliitto 2001.) Tässä työssä elinkaariarviointia ei sovelleta menetelmänä, vaan sitä käytetään pohjana elinkaariajattelulle.

3.1.1 Tuotteiden elinkaaren vaiheet yleisesti

Koska työn tutkimusosassa käsitellään sekä konepajayrityksiä että rakennusalan yrityksiä, ei tässä luvussa ole esitetty minkään tietyn tuotteen elinkaarta, vaan on käsitelty tuotteiden elinkaarta yleisesti. Tässä tuotteella tarkoitetaan kuitenkin fyysistä, konkreettista tuotetta. Tuotteiden elinkaarta voidaan kuvata monella tapaa ja tuottajat ja kuluttajat saattavatkin ajatella tuotteen elinkaaren sisältävän eri vaiheita tarkastelunäkökohdasta riippuen. Luvussa on perehdytty vielä tarkemmin terästuotteiden ja betonirakenteiden elinkaareen.

Stark (2015, s. 6) kuvaa tuotteen elinkaarella olevan viisi päävaihetta, joita ovat idea, määrittely, toteutus, käyttö ja käytöstä poisto. Kaksi ensimmäistä vaihetta voidaan tiivistää suunnitteluvaiheeksi ja toteutuksesta voidaan puhua valmistuksena. Fyysisten tuotteiden elinkaareissa myös raaka-aineiden hankinta on olennainen vaihe. Tällöin elinkaaren voidaan ajatella koostuvan viidestä vaiheesta, jotka ovat lähes aina löydettävissä tuotteen elinkaaresta. Näitä

ovat suunnittelu, materiaalien hankinta, valmistus, käyttö ja käytöstä poisto. Kuvassa 2 on esitetty esimerkki tuotteen elinkaaresta.



Kuva 2 Esimerkki tuotteen elinkaaresta (Eriksson 2002, s. 33.)

Materiaalien hankinta sisältää vaiheet, joilla raaka-aineet ja energia saadaan käyttöön sekä näihin sisältyvät kuljetukset. Valmistukseen kuuluu materiaalien ja energian prosessointi. Tämä sisältää prosessit, joilla raaka-aineet saadaan käytettävään muotoon. Lisäksi valmistusvaiheeseen kuuluu loogisesti tuotteen valmistamiseen kuuluvat prosessivaiheet, joissa raaka-aineet ja alihankintana tuotetut komponentit valmistetaan valmiiksi tuotteeksi. Tämä vaihe sisältää myös mahdollisen kokoonpanon, pakkauksen, jakelun ja kuljetukset. Käyttövaiheessa tuote on kuluttajan käytettävissä. Tämä vaihe voi pitää sisällään myös tuotteen kunnossapidon ja uudelleenkäytön. Kun tuotteen käyttöikä sille tarkoitetussa tarkoituksessa päättyy, siitä tulee jätettä ja se poistetaan käytöstä. Tähän käytöstä poiston vaiheeseen kuuluu tuotteen kierrättäminen ja loppujätteen sijoitus. (Tonteri 1998, s.9-10)

Näiden eri vaiheiden, etenkin valmistuksen, läpi kulkee erilaisia virtoja. Tuotteiden valmistus kuluttaa raaka-aineita, vettä, kemikaaleja ja energiaa. Tuotteiden valmistus ja käyttö taas aiheuttavat päästöjä ilmaan, maaperään ja veteen sekä tuottavat jätteitä. Myös syntyvä melu- ja hajuhaitat lasketaan päästöiksi. (Pesonen et al. 2005.)

3.1.2 Terästuotteiden elinkaari

Terästuotteiden elinkaari noudattelee pitkälti edellä kuvattua esimerkkielinkaarta sisältäen raaka-aineiden hankinnan, teräksen valmistuksen, tuotteiden valmistuksen, käytön, sivuainevirtojen hyödyntämisen ja kierrätyksen. Terästä pystytään kierrättämään, kuinka monta kertaa vaan, sen säilyttäen silti ominaisuutensa. Terästuotannon sivutuotteita hyödynnetään mahdollisimman paljon, vaikka aivan kaikkea ei pystytäkään hyödyntämään ja osa tuotannon materiaalivirroista päätyy kaatopaikalle. (SSAB 2017.)

Suomessa teräksiä valmistetaan sekä malmipohjaisella että romupohjaisella menetelmällä. Perusraaka-aineena käytetään pääasiassa rautamalmia, mutta myös kierrätysmetallia käytetään nykyään paljon. Rikastevaihe sisältää malmin louhinnan ja rikasteen valmistuksen. Jos valmistetaan ruostumatonta terästä, rikaste-vaihe korvataan pääraaka-aineiden hankinnalla. Teräksen valmistuksen ympäristövaikutukset riippuvat käytetyistä raaka-aineista ja valmistusmenetelmistä. Malmipohjaisessa teräksen valmistuksessa suurin osa raaka-aineista ja energiasta kuluu masuuniprosessissa. Jos kierrätysromua käytetään teräksen valmistukseen niin, että se sulatetaan sähköuunissa, olennainen ympäristönäkökohta liittyy sähköenergian kulutukseen. (Seppälä 2000, s. 28.)

Suomeen malmia kuljetetaan ulkomailta, koska Suomesta ei löydy kannattavasti hyödynnettävissä olevia esiintymiä. Siksi malmien kuljetus on myös merkittävä osa terästuotteiden elinkaarta. Lisäksi elinkaaren alkuun kuuluu muiden materiaalien hankinta, joka sisältää muun muassa apuaineiden ja energian hankinnan. Teräksen valmistus sisältää tehdasalueella tapahtuvat toiminnot, joista keskeisimpiä ovat varsinaisten tuotteiden valmistusprosessit sekä sivutuotteiden talteenotto. Teräksen, niin kuin muidenkin metallien, valmistus aiheuttaa paljon ympäristövaikutuksia. Näitä ovat muun muassa päästöt ilmaan, happamoituminen, ekotoksisuus, rehevöityminen, jätteet ja suorat kasvillisuusvaikutukset. (Seppälä 2000, s. 28-29, 37.)

Romun keräys ja käsittely ovat Suomessa hyvin organisoituja ja toimivat tehokkaasti, joten rauta- ja teräsromua käytetään uuden teräksen raaka-aineena suuria määriä. Romun keruu ja kuljetus tuovat mukaan omat vaikutuksensa, mutta romun hyödyntäminen on aina kannattavaa. (Seppälä 2000, s. 15.) Kierrätysteräksen käyttö terästuotannossa säästää luonnonvaroja

ja vähentää samalla hiilidioksidipäästöjä. Kierrätysteräksestä valmistetun teräksen tuotantoprosessin päästöt jäävät alle kymmenesosaan rautamalmipohjaisen teräksen päästöistä. Kasvavaa teräksentarvetta ei kuitenkaan pystytä kattamaan pelkästään kierrätysteräksen käytöllä, joten uutta terästä on valmistettava rautamalmista myös tulevaisuudessa. (SSAB 2017.)

3.1.3 Betonirakenteiden elinkaari

Betonirakenteen elinkaari sisältää betonin osa-ainesten valmistuksen, rakenteen valmistuksen, käytön, huollon, purkamisen ja mahdollisen osien tai materiaalien kierrätyksen ja lopuksi sijoituksen. Rakenteiden pääasialliset ympäristövaikutukset liittyvät energian käyttöön, raaka-aineiden, veden ja maan käyttöön, jätteiden minimointiin, terveydelle ja ympäristölle vaarallisiin aineisiin ja sisäilman laatuun. Betonin ekotehokkuutta lisää rakenteiden pitkä käyttöikä ja betonirakenteisten rakennusten pienempi energiankulutus. (Betonikeskus ry 2007 s. 16-17.)

Betonin raaka-aineet otetaan maaperästä. Sen pääraaka-aineita ovat vesi, kiviaines ja sementti, jota valmistetaan pääasiassa kalkkikivestä. Kalkkikivi on yksi maapallon yleisimmistä kivilajeista ja kalkkikiveä ja betonin kiviainesta onkin saatavilla lähes rajattomasti. Varsinainen betonin valmistus ei aiheuta haitallisia päästöjä, mutta betonin valmistuksessa syntyy jonkin verran jätevesiä, betonilietettä ja ylijäämäbetonia. Näiden kierrätys ja hyötykäyttö toimivat nykyisellään melko hyvin. Energiankulutuksen ja päästöjen kannalta merkittävin vaihe on sementin valmistus. (Betonikeskus ry 2007 s. 17-18, 29, 64.)

Sementin valmistus ja kuljetus vaativat paljon energiaa ja aiheuttavat hiilidioksidipäästöjä. Noin 40 % valmistuksen päästöistä aiheutuu energiankulutuksesta ja 60 % sementtilinkkerin poltossa tapahtuvasta kemiallisesta reaktiosta. Sementtilinkkerin poltosta aiheutuvia päästöjä ei voida estää. Kemiallinen hiilidioksidipäästö kuitenkin kompensoituu rakenteen käytön aikana, kun betoni karbonatisoituu eli reagoi ilman hiilidioksidin kanssa. Pitkällä aikavälillä valmistuksessa kalkkikivestä vapautuneesta hiilidioksidista sitoutuu karbonatisoitumisen seurauksena takaisin betoniin noin neljännes. Jos betonirakenne murskataan, takaisin

sitoutuneen hiilidioksidin osuus voi 20 – 50 vuoden kuluttua nousta yli 75 %:iin. Karbonatisoitumisen seurauksena betonirakenne kuitenkin myös heikkenee, jolloin sen käyttöikä lyhenee. (Betonikeskus ry 2007, s. 18.)

Betonista ei liukene juurikaan päästöjä veteen tai maaperään. Orgaanisia aineita betonista ei liukene yleensä lainkaan ja epäorgaanisten aineiden määrät ovat erittäin pieniä. Myös sisäilman kannalta betoni on hyvä materiaali, sillä siitä haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaisemissiot ovat kaikilla betonilaaduilla hyvin alhaiset. Betonirakenteet vaativat vain vähän huoltoa ja ovat pitkäikäisiä. Sään armoillakin olevat betonirakenteet kestävät useita kymmeniä tai jopa satoja vuosia. (Betonikeskus ry 2007, s. 47, 62.)

Jos betonirakenne on koottu elementeistä pultti- tai hitsausliitoksen, se voidaan purkaa ja siirtää rikkomatta. Muutoin rakenne joudutaan rikkomaan. Tällöin betonirakenne yleensä murskataan ja se voidaan käyttää uudelleen maanrakennuksessa tai uuden betonin valmistuksessa. (Betonikeskus ry 2007, s. 63.) Tällä hetkellä jätebetonin hyötykäyttö rajoittuu pääasiassa murskeen hyödyntämiseen maanrakennuksessa, vaikka betonimursketta voitaisiin käyttää myös uusiobetonin raaka-aineena. Tutkimuksien mukaan uusiokiviaineksella voitaisiin korvata luonnonkiviainesta lähes 15 % ilman, että laatu kärsii. (Nieminen 2016.)

Suomessa betonijätettä syntyy vuosittain arviolta lähes miljoona tonnia, josta hyödynnetään tällä hetkellä noin 70 %. Loput päätyy kaatopaikalle. (Nieminen 2016.) Betonisen purkujätteen määrä on siis suuri, vaikka kierrätysaste on noussut melko korkeaksi. Koska betonirakenteiden elinkaaren aikaiset päästöt ovat verrattain pieniä, suurimmat ympäristövaikutukset aiheutuvat materiaalien käytöstä ja jätteen syntymisestä.

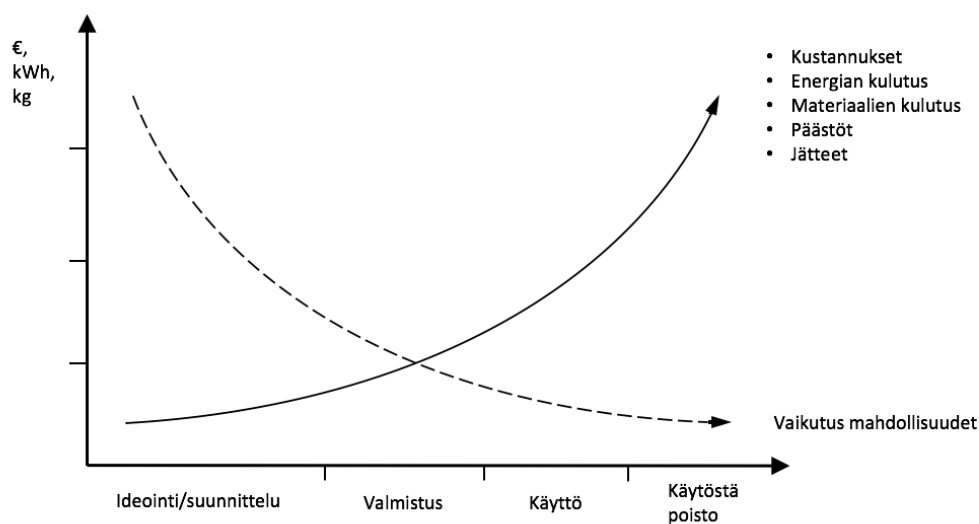
3.2 Ympäristömyötäinen tuotesuunnittelu

Kasvat ympäristövaatimukset pakottavat lisäämään resurssien tehokasta käyttöä eli materiaalien ja energian kulutuksen vähentämistä ja materiaalikiertojen sulkemista. Resurssien tehokkaan käytön tavoitteena on vähentää raaka-aineiden ja tuotteiden valmistuksessa käytetyn energian kulutusta sekä vähentää tuotantojätteen ja tuotteista syntyvän jätteen määrää, mikä onnistuu esimerkiksi lisäämällä materiaalien kierrätystä ja tuotteiden uudelleenkäyttöä.

Tällöin neitseellisten materiaalien kulutus vähenee ja materiaalit pysyvät kauemmin kierrossa. (Sähkö- ja elektroniikkateollisuusliitto 2001, s. 24-25.)

Paras tapa materiaalien käytöstä aiheutuvien elinkaaren aikaisten ympäristövaikutusten hallintaan on ympäristömyötäinen tuotesuunnittelu, sillä tuotesuunnittelussa tehdyillä ratkaisuilla määritetään arviolta jopa 80-90 % tuotteen elinkaaren aikaisista ympäristövaikutuksista (Eriksson 2002, s. 32). Tuotteiden suunnitteluvaiheessa tehdyt ratkaisut vaikuttavat kaikkiin tuotteen elinkaaren vaiheisiin ja sitä kautta tuotteen aiheuttamiin ympäristövaikutuksiin ja kokonaiskustannuksiin. Tuotesuunnittelulla voidaan vaikuttaa muun muassa materiaalivalintoihin, rakenneratkaisuihin, tuotteen valmistustekniikoihin ja käyttöominaisuuksiin sekä jätteenkäsittelyyn. (Sähkö- ja elektroniikkateollisuusliitto 2001, s. 16.) Ympäristömyötäisestä tuotesuunnittelusta voidaan käyttää myös nimityksiä kestävä tuotesuunnittelu tai ekologinen tuotesuunnittelu.

Kuvassa 3 on esitetty vaikutusmahdollisuuksien kehittyminen. Kuvasta nähdään, että vaikutusmahdollisuudet pienenevät tuotteen elinkaaren edetessä ja samalla kustannukset, energian- ja materiaalien kulutus sekä päästöjen ja jätteiden määrä kasvavat. Nämä ovat kaikki osa-alueita joihin voitaisiin vaikuttaa huolellisella tuotesuunnittelulla. (Eriksson 2002, s. 33.)



Kuva 3 Elinkaaren aikaisten vaikutusmahdollisuuksien heikkenemisen sekä kustannusten, energian kulutuksen, materiaalien kulutuksen, päästöjen ja jätteiden lisääntymisen suhde (Eriksson 2002, s. 33).

Perinteisiä tuotesuunnittelun vaatimuksia ovat esimerkiksi, suorituskyky, kustannustehokkuus, toimintavarmuus ja valmistettavuus. Ympäristömyötäisessä tuotesuunnittelussa vaatimuksissa huomioidaan myös ympäristöä koskevat tavoitteet. Näitä tavoitteita ovat materiaalihokkuus, energiatehokkuus, ympäristölle ja terveydelle haitallisten aineiden minimointi, käyttöiän pidentäminen ja kierrätettävyyden parantaminen. (Sähkö- ja elektroniikkateollisuusliitto 2001, s. 26, 28.)

Ympäristöä koskevat tavoitteet tulisi liittää perinteisiin vaatimuksiin niin, etteivät muut tuotteen ominaisuudet heikkene yli sallitun tason. Tässä kohtaa muut suunnitteluvaatimukset saattavat ristettyä ympäristölle asetettujen tavoitteiden kanssa, jolloin ratkaisu tulisi hakea niin, että keskitytään tärkeimpien ympäristötavoitteiden saavuttamiseen. Ympäristövaatimusten tulee kuitenkin aina kohdata kustannus- ja laatuvaatimukset järkevällä tavalla. Tällaisten helposti syntyvien ristiriitatilanteiden takia ympäristömyötäinen tuotekehitys vie helposti aikaa ja resursseja, eikä siihen haluta siksi ryhtyä. Pitäisi kuitenkin muistaa, että ympäristömyötäisellä suunnittelulla saatetaan saavuttaa tavoitteita vasta pidemmän aikavälin kuluttua, jolloin suunnittelun arvo pitäisi osata laskea pidemmän aikavälin hyödyksi. (Sähkö- ja elektroniikkateollisuusliitto 2001, s. 29.)

3.2.1 Materiaalihokkuus ja kierrätettävyyden parantaminen

Suomessa rakentaminen, metsäteollisuus ja metalliteollisuus ovat merkittävimmät luonnonvarojen käyttäjät (Seppälä et al. 2009, s. 24). Teollisuudessa tuotantovaiheen materiaalihokkuudessa on menty paljon eteenpäin, sillä se tuo yrityksille suoria kustannussäästöjä. Tuotteiden kierrätettävyys ja elinkaaren pidentäminen eivät kuitenkaan ole lähtökohtaisesti tuotteiden kehityksen ohjaavia tekijöitä. Myös näiden seikkojen huomioiminen tulisi ottaa mukaan tuotteiden kehitykseen. (SYKE 2017.)

Materiaalien valinnassa tulisi huomioida monipuolisesti eri näkökohdat. Materiaalihokkuutta saadaan lisättyä materiaalimäärän minimoimisella, käytettävien komponenttien minimoimisella ja kierrätettyjen tai kierrätettävien materiaalien käytöllä. Materiaalien määrän minimoimisessa voi miettiä, voiko tuotteen osien lukumäärää vähentää, osia ohentaa tai voiko rakenteita suunnitella vahvemmiksi ohuemmista materiaaleista. Materiaalien valin-

nassa kannattaa suosia mieluummin kierrätettyä kuin neitseellistä materiaalia, jos se on mahdollista kustannukset, ominaisuudet ja saatavuus huomioon ottaen. Jos täysin kierrätetyn materiaalin käyttö ei ole mahdollista, voi materiaalitehokkuutta lisätä neitseellisen ja kierrätetyn materiaalin seoksella. Jos kierrätetyn materiaalin käyttö ei kuitenkaan ole lainkaan mahdollista, kannattaa suosia kierrätettävissä olevia materiaaleja, joille on olemassa toimivia kierrätyskäytäntöjä. (Sähkö- ja elektroniikkateollisuusliitto 2001, s. 47.)

Materiaalitehokkuus liittyy vahvasti materiaalien kierrätettävyyteen. Materiaalien kierrätettävyyttä lisäämällä lisätään myös materiaalitehokkuutta. Materiaalien hyötykäytön määrää kuvaa kierrätysaste. Siihen voidaan vaikuttaa materiaalien hyötykäytön ja kierrätyksen kautta. Esimerkiksi joillekin laitteille on asetettu korkeita hyötykäyttötavoitteita, jolloin tuotteiden kierrätys on pakko ottaa mukaan tuotteiden suunnitteluun. Tätä voidaan lähestyä esimerkiksi tekemällä yhteistyötä kierrättäjien ja muiden alan osaajien kanssa. (Karvonen 2006, s. 86.)

3.2.2 Konepajajaritysten vaikutusmahdollisuudet

Metallien kierrätettävyyden on omaa luokkaansa, joten niitä kannattaa pyrkiä kierrättämään mahdollisimman paljon. Metallien kierrätyksen lisäyksen esteenä eivät ole romua raaka-aineena käytävä teollisuus ja käyttömahdollisuudet, vaan metallien kierto saaminen ja erityisesti pienten koneiden, laitteiden ja rakenteiden kiertoon päätyminen parantaminen. Kierrätyksessä metalliromua käytetään pääasiassa uudelleen metallien valmistukseen, mutta metallien kierrätystä on myös metalliesineiden tai -osien uudelleenkäyttö. Metallituotteita ja –esineitä voidaan käyttää uudelleen samaan tarkoitukseen tai käytöstä poistettua romumetallia voidaan hyödyntää sellaisenaan raaka-aineena uusien tuotteiden valmistuksessa. Tällaiset niin sanotut lyhyet kierrot ovat ympäristön, energian ja muiden resurssien käytön ja talouden kannalta edullisempia kuin metallien sulatus. (Melanen 2000, s. 31-32.)

Tuotesuunnittelussa voidaan valita erikoislujia teräksiä, jolloin tuotteista tulee kevyempiä, käyttöikä pidentyy ja tuotteiden valmistukseen tarvitaan vähemmän terästä. Lisäksi voidaan käyttää kulutusteräksiä, jotka lisäävät tuotteiden kulutuskestävyyttä ja näin pidentävät käyttöikä. Teräkselle on myös kehitetty erilaisia pinnoitteita, joiden avulla voidaan pienentää energiankulutusta, ylläpitokustannuksia, parantaa pinnan kestävyyttä ja pidentää tuotteiden

elinikä. (SSAB, 2017.) Materiaalivalintojen optimoinnilla voidaan siis saavuttaa selviä hyötyjä.

Konepajayritysten tuotantovaiheessa voidaan kiinnittää huomiota valmistusromun hyödyntämiseen yrityksen sisällä sekä sen tehokkaaseen kierrättämiseen. Metallirohua kannattaa pyrkiä hyödyntämään yrityksen sisällä, jolloin vältetään ylimääräisiltä kuljetuksilta ja käsittelyiltä. Tuotteet kannattaisi myös suunnitella niin, että ne ovat helposti kierrätettävissä, jolloin tuotteiden päätyminen takaisin kiertoon tulee todennäköisemmäksi.

3.2.3 Suunnittelu- ja arkkitehtitoimistojen vaikutusmahdollisuudet

Ekotehokkuuden kasvaessa, rakennusmateriaalien suhteellinen osuus rakennusten hiilijalanjäljestä kasvaa. Materiaalien valinnalla on siis väliä ja sillä voidaan pienentää rakennuksen elinkaaren aikaisia ympäristövaikutuksia. Esimerkiksi rakennusmateriaalien hiilijalanjälki pystytään laskemaan jo rakennussuunnitelman perusteella. Rakennusmateriaaleista suurimmat ympäristövaikutukset aiheutuvat runkorakenteesta. Oikealla materiaalien valinnalla rakenteiden aiheuttama hiilijalanjälki voidaan jopa puolittaa. (Rantajärvi 2013.)

Tulevaisuuden muutostarpeita voidaan ennakoida mahdollisuuksien mukaan jo suunnittelu- vaiheessa. Muuntojoustavuudella tarkoitetaan rakennuksen kykyä mukautua käyttöiän aikana tapahtuviin käyttötarkoituksen muutoksiin. Muuntojoustavuuteen voidaan vaikuttaa rakenneteknisin keinoin. Kantavien rakenteiden sijoittelulla tulisi saavuttaa mahdollisimman laajoja ja avoimia tiloja. Vaakarakenteiden osalta tulisi pyrkiä ennakoimaan mahdollinen lisäkapasiteetin tarve. Muuntojoustavuuden huomioiminen asettaa suunnittelijoille haasteita, sillä rakennuksen ylimitoittaminen ei ole ekotehokasta. Lisäksi tästä tekee hankalaa rakennusten pitkä ikä ja maailman nopea muutosvauhti. (Betonikeskus ry 2007, s. 61.)

Betonirakenne voidaan koota elementeistä pultti- tai hitsausliitoksin, jolloin se on purettavissa ja siirrettävissä rikkomatta. Tämä ei kuitenkaan ole kovin yleistä, vaan useimmiten rakenne joudutaan rikkomaan ja betoni murskaamaan. (Betonikeskus ry 2007, s. 63.) Suurin osa rakennusten puu- ja muovijätteestä poltetaan, mutta jatkossa niitä tulisi käyttää paremmin hyödyksi materiaalina. Rakennusjätteen kierrätyksellä voitaisiin pienentää rakennuksen elinkaaren aiheuttamia päästöjä jopa 11 prosenttia. (Rantajärvi 2013.)

4 YMPÄRISTÖNÄKOHTIEN HUOMIOIMINEN JA TIETÄMYS KONE- JA RAKENNUSALAN YRITYKSISSÄ

Ympäristönäkökohtien huomioiminen on noussut yhä tärkeämmäksi ja niihin tulisi kiinnittää jatkossa yhä enemmän huomiota. Tällä hetkellä on kuitenkin epäselvää, minkä verran yritykset huomioivat ympäristönäkökohtia ja etenkin materiaalien kierrätettävyyttä toiminnassaan ja tuotteidensa suunnittelussa. Näitä seikkoja lähdettiin selvittämään yrityksille suunnattujen kyselyiden avulla. Kyselyt toteutettiin yhteistyössä Kierrätys osaksi tuotesuunnittelua -hankkeen johtoryhmän kanssa ja siksi kyselyissä painotettiin etenkin kierrätysseikkoja eli yritysten toimintatapoja ja tietämystä kierrätykseen liittyen sekä mahdollisten kierrätysnäkökohtien huomioimista suunnittelussa.

Kierrätys osaksi tuotesuunnittelua –hankkeen kuvauksessa esitetään ongelma seuraavasti. Tuotteiden optimaalisen rakenteen löytäminen vaatii eri näkökulmien huomioimista ja materiaalien ominaisuudet, kierrätettävyys ja kustannukset tunnetaankin nykyään melko hyvin. Rakennerratkaisuja mietittäessä tulee löytää kokonaisuuden kannalta optimi ratkaisu, eikä kierrätysedut ja kustannukset voi pelkästään ohjata valintoja. Kierrätyksen merkitys on kuitenkin alkanut korostua ja sillä on jatkossa yhä suurempi painoarvo asiakkaiden valintakriteerinä sekä luonnon kestävyuden ja rajallisuuden kannalta. (Työ- ja elinkeinoministeriö 2016.)

Tuotteiden valmistuksessa suunnittelu on keskeisessä roolissa, sillä suunnitteluvaiheessa voidaan vaikuttaa tuotteen elinkaaren aikaisiin ympäristövaikutuksiin ja kustannuksiin. Kokonaisuuden kannalta myös tuotteen kuljetus, asennus, käyttö, purku ja kierrätys ovat olennaisia vaiheita. Suunnittelijat ja asiantuntijat ymmärtävät rakenteeseen kohdistuvat vaatimukset ja osaavat huomioida ne materiaalien valinnassa ja valmistuksen suunnittelussa. Kierrätyksen huomioiminen suunnittelussa jää kuitenkin oletettavasti hyvin vähäiselle tai kokonaan huomiotta ja materiaalivalinnoissa suositaan tuttuja materiaaleja. Kierrätys osaksi tuotesuunnittelua -hankkeen tarkoitus on saada kierrätys mukaan suunnitteluun niin, että tuotteiden rakennerratkaisuja haettaessa löydetään rakenteen toimivuuden ja luonnon kestävyuden kannalta optimaalinen ratkaisu, joka huomioi myös kierrätyksen. (Työ- ja elinkeinoministeriö 2016.)

4.1 Tutkimusmenetelmät ja kyselyiden toteutus

Tutkimuskysymysten laatijana toimi pääasiassa Kierrätys osaksi tuotesuunnittelua –hankkeen johtoryhmän jäsenet, mutta kysely hiottiin lopulliseen muotoon tätä kandidaatintyötä toteutettaessa. Tämän työn osalta toteutettavaksi jäi lisäksi kohdeyritysten etsiminen, vastausten kerääminen ja tulosten analysointi. Tutkimus toteutettiin kahtena eri kyselynä, joista toinen suunnattiin konepajayrityksille ja toinen suunnittelu- ja arkkitehtitoimistoille. Tutkimuksen kohdealueena oli Etelä-Karjala. Konepajayrityksistä tutkimuksessa oli mukana perinteiset konepajat sekä alueella toimivat yritykset, joilla on konepajatoimintaan verrattavaa tuotteiden valmistusta. Rakennusalan yritysten osalta mukana oli alueen arkkitehtitoimistot sekä rakennussuunnittelu- ja insinööritoimistot, jotka tekevät rakennesuunnittelua.

Yritysten kartoittamiseen käytettiin eri yrityshakuun käytettäviä nettisivuja, pääasiassa Fonectan ylläpitämää Finder:a ja Kauppalehden yrityshaku-sivustoa. Kohdeyritysten etsiminen osoittautui hieman haasteelliseksi, sillä yhdenmukaista listaa yrityksistä ei suoraan löytynyt, vaan niitä piti etsiä eri nettisivuja apuna käyttäen. Yritysten tiedot toimialoista tai yrityksen toiminnan aktiivisuudesta eivät myöskään olleet yksiselitteisiä, joten kohdeyritysten kattavuutta on vaikea arvioida. Pääasiassa tutkimus rajattiin yrityksiin, joiden nettisivuilta löytyi selkeät tiedot yritysten toiminnasta. Tutkimuksesta saattoi rajautua pois yrityksiä, joilla ei jostain syystä omia nettisivuja ole. Voidaan kuitenkin olettaa, että kohdeyritysten listalta löytyy suurin osa alueella aktiivisesti toimivista kohdealojen yrityksistä.

Kyselyt toteutettiin Webropol-kyselyinä. Kyselyt jaettiin yrityksille yritysten nettisivuilta löytyneiden sähköpostiosoitteiden kautta. Yrityksiin oltiin myös puhelimitse yhteydessä kyselyiden lähettämisen jälkeen, sillä tämän kaltaisten viestien todettiin hukkuvan helposti yritysten tai työntekijöiden sähköpostikansioihin. Lisäksi kyselyt julkaistiin LUT:n teräsrakenteiden laboratorion nettisivuilla ja niihin oli mahdollista vastata 2.3.-5.4.2017. Kyselyt koostuivat molemmille aloille yhteisistä kysymyksistä sekä kummallekin alalle kohdennetuista kysymyksistä. Kyselyt löytyvät kokonaisuudessaan liitteistä I ja II. Yhteisissä kysymyksissä selvitettiin yleisten tietojen lisäksi materiaalien valintaa ohjaavia tekijöitä ja materiaalien kierrätykseen liittyvää tietämystä. Konepajayrityksille suunnatuilla kysymyksillä pyrittiin selvittämään kierrätyksen huomioimista yritysten toiminnassa, siihen vaikuttavia tekijöitä

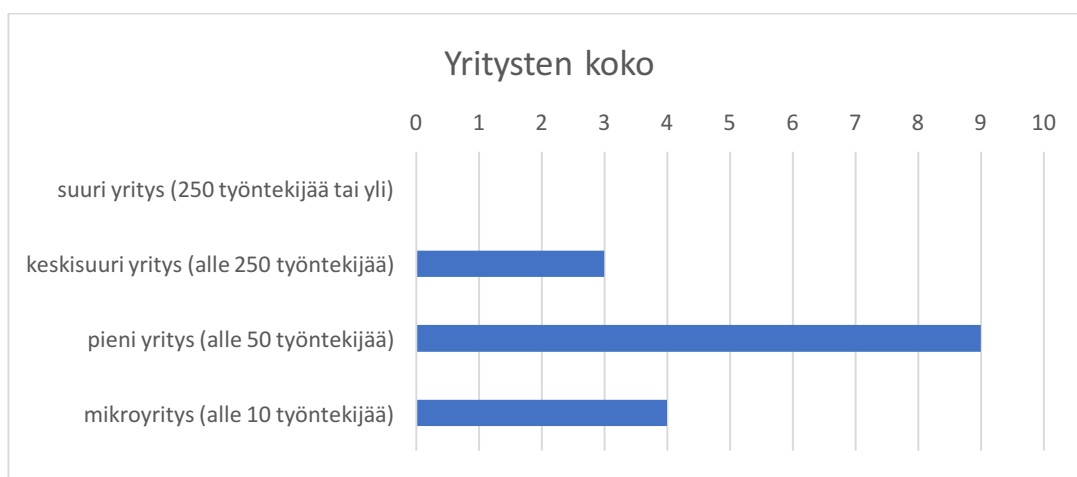
sekä oheisjätteen määrää ja laatua. Rakennusalan yrityksille suunnatut kysymykset liittyivät etenkin kierrätysseikkojen huomioimiseen suunnittelussa.

4.2 Konepajayritysten tietämys ja toimintatavat kyselyiden perusteella

Konepajayrityksille suunnattu kysely sisälsi yleisiä kysymyksiä, jotka liittyivät yritysten käyttämiin materiaaleihin, materiaalien kierrätettävyyssominaisuuksien tuntemiseen ja materiaalivalintoja ohjaaviin tekijöihin. Lisäksi kyselyssä kartoitettiin yritysten tuotannossa käytettyjen materiaalien kierrätykseen liittyviä seikkoja.

4.2.1 Kyselyyn vastaajat ja vastaajien käyttämät materiaalit

Konepajayrityksille suunnattu kysely lähetettiin yhteensä 33 yritykselle, joista kyselyyn vastasi 16 yritystä. Vastausprosentti oli noin 48 %. Kyselyyn vastanneiden joukossa oli konepajoja, alihankintakonepajoja, sekä neljä yritystä, jotka kertoivat harjoittavansa molempia. Näistä kolme harjoittaa lisäksi kunnossapitoa. Lisäksi kyselyyn vastasi yksi rakennustuoteollisuutta harjoittava yritys. Yritysten kokoluokat on esitetty kuvassa 4. Vastauksista nähdään, että suurin osa yrityksistä oli alle 50 hengen kokoisia pieniä yrityksiä tai alle 10 hengen kokoisia mikroyrityksiä. Keskiuuria yrityksiä vastaajista oli vain kolme ja isoja yrityksiä ei lainkaan. Vastaukset kattavat siis pääasiassa pienten kokoluokan yritysten toimintatapoja. Vastauksissa pitää myös muistaa, että ne on antanut joku yrityksen työntekijöistä, joten hän on varmasti vastannut oman tietotaidon ja kokemuksen perusteella.



Kuva 4 Yritysten kokoluokka vastaajien määrän mukaan.

Kyselyssä selvitettiin yritysten käyttämät materiaalit, joista vaihtoehtoiksi oli annettu metallit, betoni, puu, muovit ja kuitukomposiitit. Selkeästi käytetyimmäksi nousi metallit. Suurin osa yrityksistä vastasi metallien osuuden olevan 95-100 % käytetyistä materiaaleista ja vain yksi yritys totesi metallien osuuden olevan 80 % ja yksi yritys osuuden olevan 90 %. Molempien näistä vastasivat käytetyistä materiaaleista 10 % olevan puuta. Toisen vastaajan myöhemmistä vastauksista selvisi, että puuta käytetään heillä ainoastaan pakkausmateriaalina. Lisäksi yksi yritys vastasi käyttävänsä puuta 5 % ja seitsemän yritystä 0,05-2 %. Muut vastasivat puun osuuden olevan nolla. Muovien kohdalla yksi yritys vastasi osuuden olevan 5 %, kuusi yritystä osuuden olevan 0,05-3 % ja loput osuuden olevan nolla. Kuitukomposiittien osuudeksi selvisi yhdellä yrityksellä 5 % ja yhdellä 1 %. Loput vastasivat kuitukomposiittien osuuden olevan nolla. Betonia ei vastannut käyttävänsä lainkaan kukaan vastaajista.

Materiaaleista selvitettiin vielä tarkemmin metallien laatu, joista vaihtoehtoina oli annettu teräkset (C-Mn laadut), ruostumattomat teräkset ja alumiinit. Alumiinin osuus käytetyistä materiaaleista oli pieni kaikilla yrityksillä. Yksi yritys vastasi alumiinin osuuden olevan 45 %, yksi yritys osuuden olevan 25 % ja yksi yritys osuuden olevan 10 %. Loput vastasivat alumiinin osuudeksi 0- 5 %. Ruostumattoman teräksen ja teräksen C-Mn laatuja käyttöönsä erot olivat pienemmät, mutta lähes kaikki vastasivat käyttävänsä enemmän C-Mn laatuja, kuin ruostumatonta terästä. Ainoastaan yksi yritys kertoi käyttävänsä 75 % ruostumatonta terästä ja 25 % muita teräksen laatuja. Muissa vastauksissa C-Mn laatuja osuus vaihteli 45 %:sta 85 %:iin ja ruostumattoman teräksen osuus nolasta 45 %:iin.

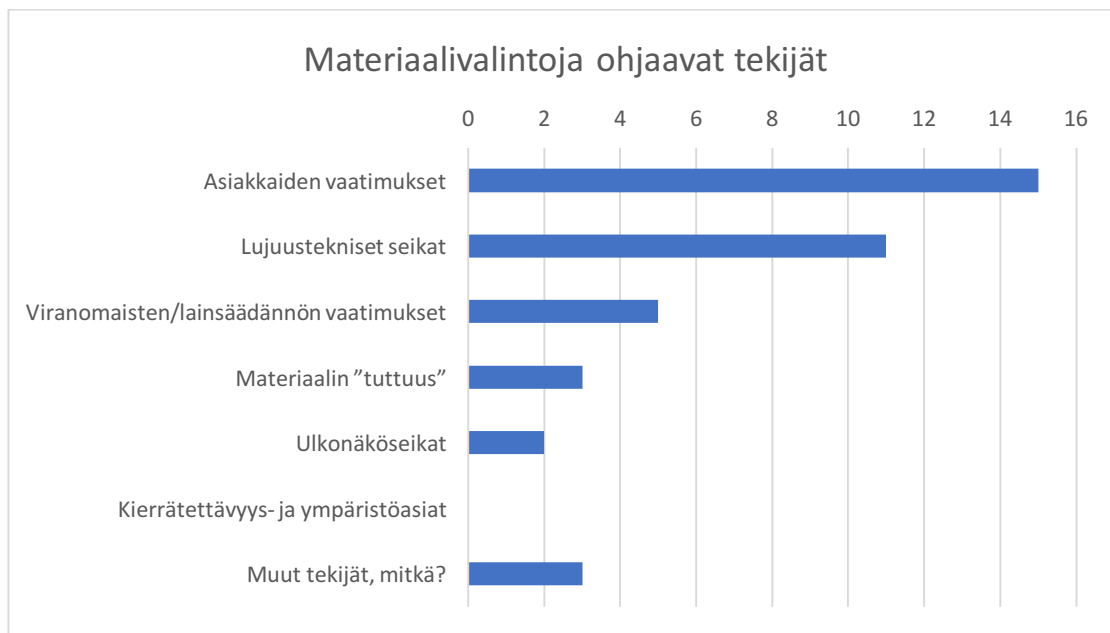
4.2.2 Tietämys ja toimintatavat

Yleisen kierrätykseen liittyvän tietämyksen tasoa yrityksissä selvitettiin kahden kysymyksen kautta, joista ensimmäisessä pyydettiin mainitsemaan yksi hyvä ja yksi huono kierrätettävyyteen liittyvä argumentti kustakin edellä mainitusta materiaalista (metallit, betoni, puu, muovit ja kuitukomposiitit) ja toisessa kuvailemaan eri materiaalien korjattavuuden ja huollettavuuden suhdetta toisiinsa. Vastauksista kävi ilmi, että lähes kaikki vastaajat tunsivat hyvin metallien hyvän kierrätettävyyden, eikä metallien kierrätettävyydelle koettu juurikaan esteitä. Huonoina puolina oli joissain vastauksissa mainittu metallien suuri ominaispaino sekä tilantarve ja työläs lajittelu kierrätettäessä.

Betonin kohdalla argumentteja ei ollut juurikaan osattu sanoa. Vain kahdessa vastauksessa oli osattu mainita mahdollisuus kierrättää betoni maanrakennuksessa. Yhdessä vastauksessa oli mainittu betonin helppo kierrätettävyyys ja kahdessa vastauksessa betonin heikko kierrätettävyyys. Puun kohdalla oli useassa vastauksessa mainittu hyvä kierrätettävyyys ja siitä esimerkkinä jotkut olivat osanneet mainita mahdollisuuden käyttää puuta energijätteenä. Huonoina puolina oli mainittu yhdessä vastauksessa puun polttamisen tuottavan pienhiukkasia ja yhdessä vastauksessa kestopuun olevan ongelmajätettä. Yhdessä vastauksessa puun kierrätettävyyden vastattiin olevan mahdotonta ja osa ei vastannut puun kohdalla lainkaan. Myös muovin ja kuitukomposiitin kohdalla iso osa vastaajista jätti kokonaan vastaamatta. Muovien kohdalla oli eri vastauksissa mainittu sekä hyvä, että huono kierrätettävyyys ja kuitukomposiitteja ei koettu lainkaan kierrätettäviksi niissä neljässä vastauksessa, jossa tähän kohtaan oli vastattu.

Toisessa kysymyksessä, jossa kysyttiin materiaalien korjattavuuden suhdetta toisiinsa, esiin nousi metallien korjattavuuden tuntemus. Metallit koettiin helposti korjattaviksi, mutta muiden materiaalien osalta kysymystä ei osattu juurikaan kommentoida tai vastattiin, ettei oma tuntemus riitä kommentoimaan muita materiaaleja, kun ei niitä tunne. Osa vastaajista oli vastannut, ettei muita materiaaleja, kuin metalleja, pysty juurikaan korjaamaan. Vastauksissa tuli selvästi esiin, että yritykset tuntevat jonkin verran käyttämiensä materiaalien kierrätettävyyteen ja korjattavuuteen liittyviä ominaisuuksia, mutta muita materiaaleja ei juurikaan tunneta.

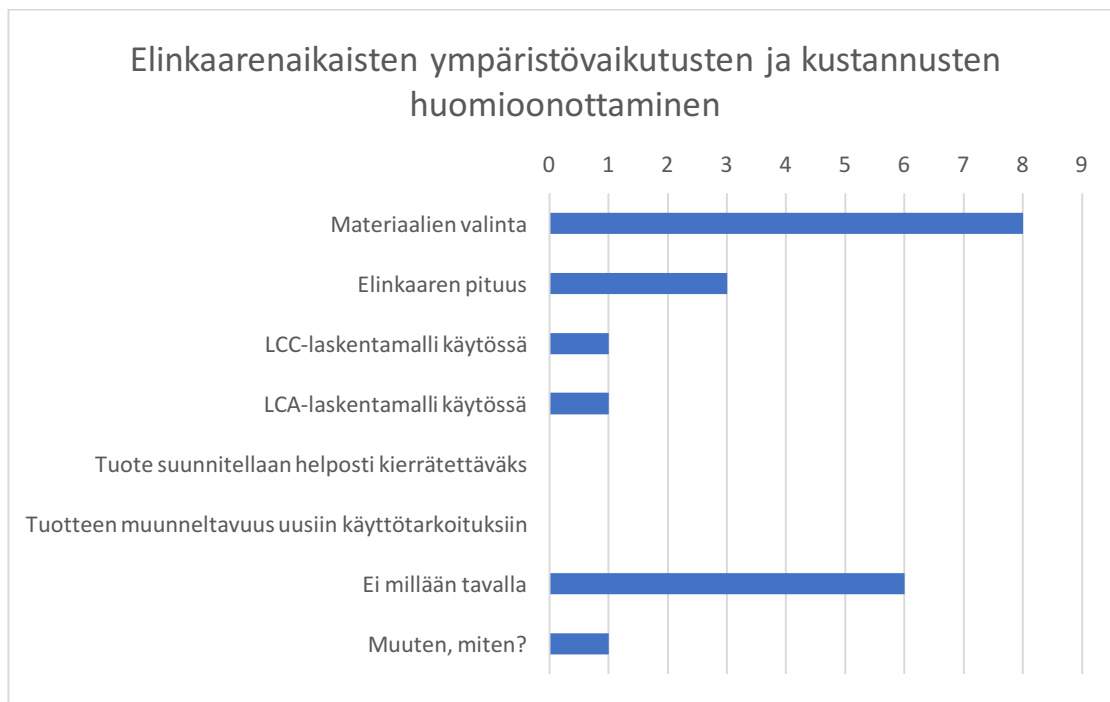
Kyselyssä selvitettiin, mitkä tekijät ohjaavat useimmiten materiaalivalintoja. Tulokset on esitetty kuvassa 5. Tuloksista nousee ohjaavana tekijänä etenkin asiakkaiden vaatimukset ja lujuustekniset seikat. Kaikki vastaajat, pois lukien yksi, vastasit asiakkaiden vaatimusten olevan ohjaava tekijä. Tässä kohtaa merkittävää on siis se, miten asiakkaat kokevat ympäristöasioiden huomioimisen. Tuloksissa huomioitavaa on myös se, ettei kierrätettävyyys- ja ympäristöasiat olleet yhdelläkään yrityksellä materiaalien valintaa ohjaava tekijä. Kierrätettävyyseikat eivät siis selkeästikään ole vielä jalkauttaneet paikkaansa tuotesuunnittelussa. Muut tekijät kohdassa mainittiin pääasiassa hinta.



Kuva 5 Materiaalivalintoja ohjaavat tekijät vastaajien määrän mukaan.

Kyselyssä kysyttiin, kuinka tuotteissa ja tuotannossa otetaan tällä hetkellä huomioon tuotteen elinkaarikustannus (Life Cycle Cost, LCC) ja elinkaarenaikaiset ympäristövaikutukset (Life Cycle Assessment, LCA). Vastaukset on esitetty kuvassa 6. Vain yksi yritys vastasi heillä olevan käytössä LCC- ja LCA-laskentamallit. Nämä laskentamallit on kuitenkin luotu enemmän asiakkaille ja suunnittelun tueksi, joten niiden ei voida olettaa kuuluvan perinteisten konepajayritysten toimintaan, joissa suunnittelu jää vähäiseksi. Toisaalta kyselyssä ei tullut ilmi, minkä verran yritykset harjoittavat suunnittelua.

Kuten edellisessäkin kohdassa, tässäkin yksikään yritys ei vastannut ottavansa tuotteiden kierrätettävyttä huomioon suunnittelussa. Myöskään tuotteen muunneltavuutta uusiin käyttötarkoituksiin ei vastannut yksikään yritys ottavan huomioon. Kysymys oli hieman laaja kysyttäessä sekä ympäristövaikutusten että kustannusten huomioimista, joten siitä on vaikea tehdä tarkkoja tulkintoja. Koska edellisessä kysymyksessä ympäristöasiat eivät olleet yhenkään yrityksen materiaalivalintoja ohjaava tekijä, materiaalien valinnalla ja elinkaaren pituuden optimoinnilla keskitytään oletettavasti etenkin kustannusten hallintaan. Huomattava prosentti vastaajista vastasi, ettei elinkaarikustannuksia tai ympäristövaikutuksia huomioida tuotannossa tai tuotteissa mitenkään.



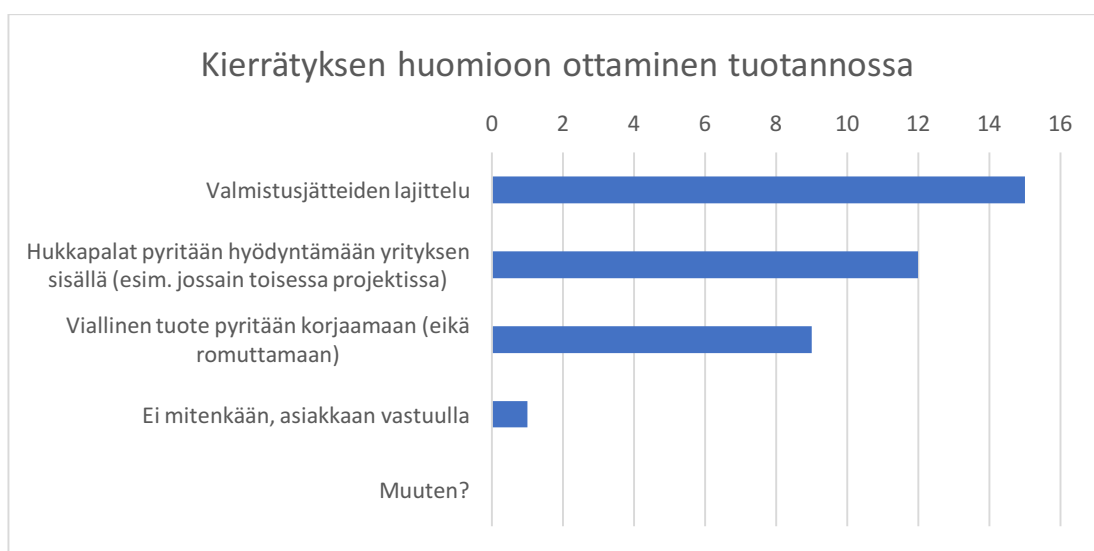
Kuva 6 Elinkaarenaikaisten kustannusten ja ympäristönäkökohtien huomioonottaminen vastaajien määrän mukaan.

Kyselyssä panouduttiin vielä tarkemmin kierrätysasioiden huomioimiseen yrityksissä ja kysyttiin, mitkä tekijät ohjaavat kierrätysasioiden ajattelua. Ohjaavimpina tekijöinä olivat lainsäädäntö, asiakkaiden vaatimukset ja yrityksen arvot. Myös standardien vastattiin ohjaavan kierrätysasioita melko paljon. Aiemmin asiakkaiden vaatimusten vastattiin olevan todella paljon ohjaava tekijä materiaalien valinnassa, joten on positiivista, että asiakkailta tulee myös vaatimuksia kierrätysasioiden huomioimiseen. Vastaukset tähän kysymykseen on esitetty kuvassa 7.

Lisäksi kysyttiin tapoja, joilla yritysten tuotannossa otetaan kierrätys huomioon. Tulokset on esitetty kuvassa 8. Vain yksi yritys vastasi, ettei tuotannossa oteta kierrätystä huomioon millään tavalla. Kaikissa muissa yrityksissä kierrätys otetaan huomioon vähintään valmistusjätteiden lajittelulla. Iso osa vastaajista vastasi lisäksi, että hukkapalat pyritään hyödyntämään yrityksen sisällä ja jopa joka toisessa yrityksessä viallinen tuote pyritään korjaamaan. Positiivista on, että tuotantovaiheessa kierrätys näytetään huomioivan jo erittäin hyvin, vaikka kierrätysnäkökohdat eivät yltäisikään suunnitteluvaiheeseen.



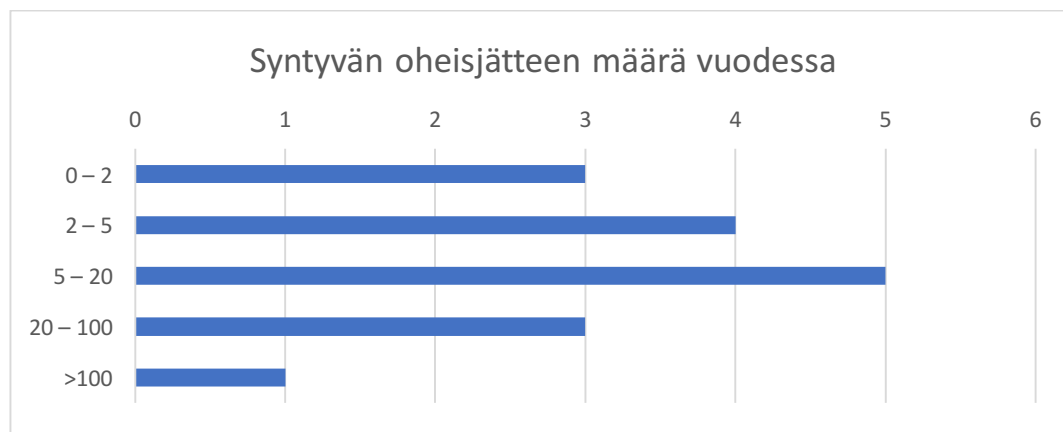
Kuva 7 Yrityksen kierrätysasioita ohjaavat tekijät vastaajien määrän mukaan.



Kuva 8 Toimintatavat, joilla kierrätys otetaan huomioon tuotannossa, vastaajien määrän mukaan esitettynä.

Kyselyssä selvitettiin yrityksissä syntyvän oheisjätteen (hukkapalat, työstöromu) määrä tuhansina kiloina vuodessa. Oheisjätteellä ja valmistusromulla tarkoitetaan tuotantovaiheessa syntyvää jätettä. Kuvassa 9 on esitetty syntyneen oheisjätteen määrä yrityksissä. Syntyneen jätteen määrät ovat melko maltillisia, mutta toki tähän vaikuttaa muun muassa yritysten koko. Suurin osa vastasi syntyvän jätteen määrän olevan alle 20 tonnia vuodessa. Kyselyssä kysyttiin myös oheisjätteiden prosenttiosuutta yrityksen käyttämästä materiaalmäärästä, mutta kysymyksessä pyydetty kymmenen prosentin tarkkuus osoittautui melko epätarkaksi.

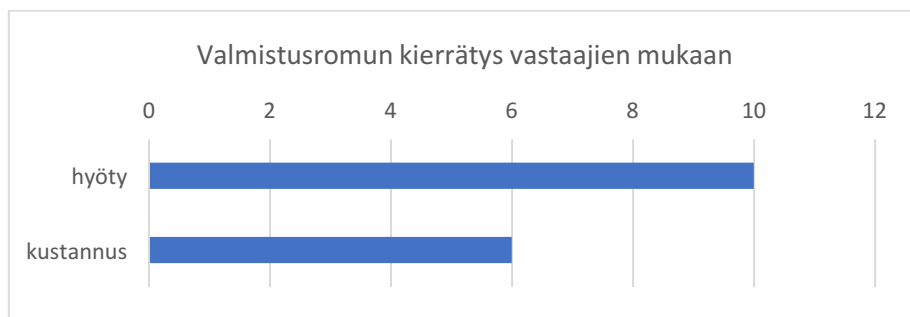
Neljä yritystä vastasi oheisjätteen määrän olevan nolla prosenttia yrityksen käyttämästä bruttomateriaalmäärästä ja kaksitoista yritystä vastasi osuuden olevan kymmenen prosenttia. Nämä vastaukset ovat melko suuntaa antavia, mutta ainakaan oheisjätteen määrä ei yleisesti nouse yli kymmenen prosentin. Tähän vaikuttaa varmasti se, että useat vastasivat aiemmin pyrkimyksen hyödyntää hukkapaloja yrityksen sisällä.



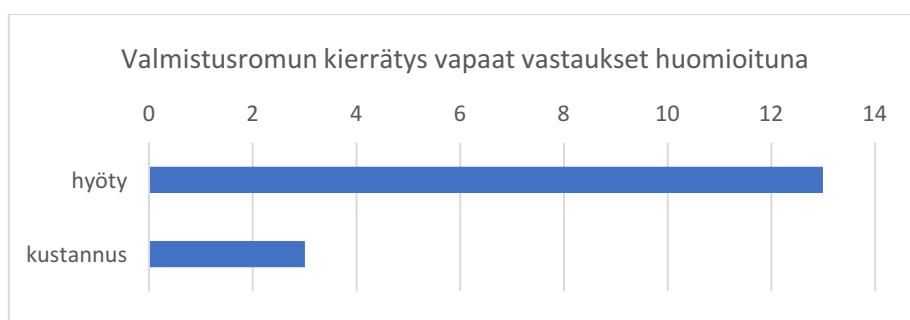
Kuva 9 Yrityksissä syntyvän oheisjätteen määrä tuhansina kiloina vuodessa vastaajien määrän mukaan.

Lisäksi kysyttiin, kuinka moneen eri lavaan oheisjäte yrityksissä lajitellaan. Kaikki yritykset lukuun ottamatta yhtä vastasivat lajittelevansa eri metallit eri astioihin, joten jätteiden lajittelu yrityksissä näyttäisi olevan kunnossa. Se on kuitenkin olennainen osa materiaalien kierrätystä. Yksi yritys vastasi lajittelevansa vain metallit ja muun jätteen erikseen, mutta tuloksista ei esimerkiksi selviä, millaista tässä yrityksessä syntyvä metallijäte on.

Kyselyssä kysyttiin myös, onko valmistusromu yritykselle kokonaisuutena hyöty vai kustannus. Tässä haettiin nimenomaan romumetallista mahdollisesti saatavaa tuloa, jossa on huomioitu jätteenkäsittelymaksu. Vastaukset on esitetty kuvassa 10. Seuraavasta kysymyksestä, jossa kysyttiin kustannuksen aiheuttajaa, kuitenkin selvisi, että muutamat olivat verranneet romun hintaa uuden materiaalin hintaan. Kun otetaan huomioon, ettei tässä haettu kokonaisuutta vaan romusta saatavaa tuloa, saadaan vastausjakaumasta kuvan 11 mukainen. Muutamat vastaukset olivat hieman epäselviä, joten saattaa olla, että vieläkin useammalle valmistusromun kierrätys on hyöty. On joka tapauksessa hyvä, että näinkin moni yritys saa jätteiden kierrätyksestä hyötyä, eikä joudu itse maksamaan siitä. Kierrätyksestä saatava tulo kannustaa varmasti kierrättämään. Kustannuksen aiheuttajaksi muissa vastauksissa oli vastattu muun muassa metalliromun vähäinen määrä.



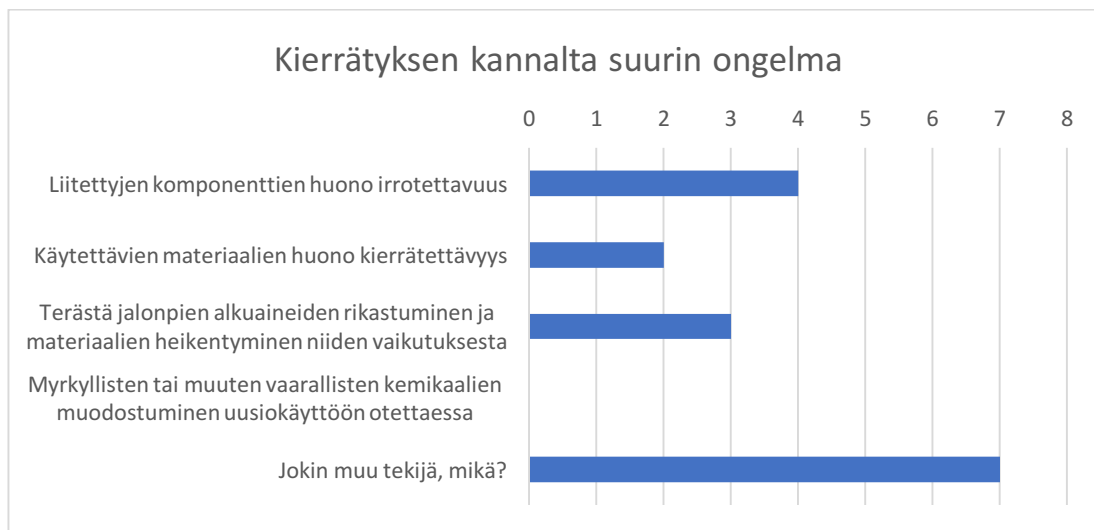
Kuva 10 Vastaajien vastaukset valmistusromun kierrätyksen hyödystä yrityksille vastaajien määrän mukaan.



Kuva 11 Valmistusromun kierrätyksen hyöty yrityksille kysymyksen tarkoitus ja vapaat vastaukset huomioituna.

Lisäksi kyselyssä kysyttiin, mikä on kierrätyksen kannalta suurin ongelma. Annetuista vaihtoehtoista muutamia vastasivat ongelman olevan liitettyjen komponenttien huono irrotettavuus, käytettävien materiaalien huono kierrätettävyyden tai terästä jalompien aineiden rikastuminen. Lähes puolet kuitenkin vastasivat ongelman olevan jokin muu tekijä. Kyselyssä oli tarkoitus kysyä, mikä jokin muu tekijä on, mutta kyselylomakkeesta oli unohtunut mahdollisuus antaa vapaa vastaus tähän kohtaan. Vastaukset on esitetty kuvassa 12.

Komponenttien huonoon irrotettavuuteen, kierrätettävyyteen ja terästä jalompien alkuaineiden voisi kaikkiin vaikuttaa suunnittelulla tai materiaalien valinnalla. Toki materiaalien valinnassa, pitää huomioida myös muun muassa lujuusseikat ja asiakkaiden vaatimukset, mutta näihin voisi silti olla mahdollisuus vaikuttaa. Myrkyllisten tai muuten vaarallisten kemikaalien muodostuminen uusiokäyttöön otettaessa ei ollut yhdelläkään yrityksellä ongelma. Kemikaalien käyttö ei muutenkaan tunnu olevan konepajoilla suurempien ongelmien liittyvä tekijä.



Kuva 12 Tuotteiden kierrätyksen kannalta suurin ongelma vastaajien määrän mukaan.

Lopuksi kysyttiin vielä kokevatko yritykset, että heillä olisi tarvetta kehittää konepajatoimintaan liittyvää kierrätystä tai olisiko yrityksessä tarvetta jonkinlaiselle koulutukselle tai kierrätystietoiskulle. Lähes kaikki vastasivat, etteivät koe näille olevan tarvetta. Yritykset kokivat, että tuotantovaiheen kierrätysasiat ovat heillä hyvällä mallilla, eikä tarvetta kehittämiselle ole. Niin kuin aiemmistakin vastauksista kävi ilmi, metallien lajittelu ja kierrätys otetaan tuotantovaiheessa jo hyvin huomioon. Yhdessä vastauksessa oli arvioitu, että muiden materiaalien kuin metallien kierrätyksessä voisi olla parannettavaa. Jotkut myös kokivat tarvittavan tiedon olevan jo nykyisellään saatavilla.

Kolmessa vastauksessa mainittiin kiinnostus kierrätystoiminnan kehittämiseen. Näissäkin todettiin metallien kierrätyksen toimivan jo nykyisellään melko hyvin. Vain yhdessä vastauksessa osattiin liittää kierrätys myös tuotteiden elinkaaren alkuun. Tässä vastauksessa mainittiin, että menetelmät, joilla kierrätyksen tarvetta alun alkaen voisi pienentää, kiinnostavat. Vastauksessa mainittiin myös yrityksellä olevan käytössä jokin optimointiohjelma, joka ei kuitenkaan kata kaikenlaisia materiaaleja. Lisätieto tällaisista kiinnostaisi heitä.

Viimeisen kysymyksen vastauksista tuli vahvasti ilmi, että useimmat yritykset kokevat kierrätyksen nimenomaan osaksi tuotantovaihetta. Vaikka kysymyksissä oli kysytty myös muun muassa materiaalivalintoja ohjaavia tekijöitä, vastaajat eivät kokeneet, että niissä olisi kehitettävää kierrätysnäkökulmia silmällä pitäen. Yrityksillä ei siis tunnu olevan tietoa mahdollisuudesta huomioida kierrätystä tuotesuunnittelussa.

4.3 Suunnittelu- ja arkkitehtitoimistojen tietämys ja toimintatavat kyselyiden perusteella

Suunnittelu- ja arkkitehtitoimistoille suunnattu kysely sisälsi osin samoja kysymyksiä, kuin konepajayrityksille suunnattu kysely. Myös niiden kohdalla selvitettiin yleistä tietämystä, asenteita ja materiaalivalintaa ohjaavia tekijöitä. Lisäksi tässä kyselyssä keskityttiin vielä enemmän materiaalien kierrätettävyyssominaisuuksien huomioonottamiseen.

4.3.1 Kyselyyn vastaajat ja vastaajien käyttämät materiaalit

Suunnittelu- ja arkkitehtitoimistoille suunnattu kysely lähetettiin yhteensä 17 yritykselle, joista kyselyyn vastasi 8 yritystä. Vastausprosentiksi muodostui noin 47 %. Vastaajien joukossa oli arkkitehti-, rakennussuunnittelu- ja insinööritoimistoja. Kyselyyn vastasi yksi suuri yritys ja loput vastaajista edustivat mikroyritystä. Suunnittelu- ja arkkitehtitoimistot ovat usein yhden tai muutaman hengen kokoisia mikroyrityksiä, joten siinä mielessä yritysten kokojakauma ei ole yllättävä. Yhdelle yritykselle oli lähetetty epähuomiossa konepajoille suunnattu kysely, mutta sen vastaukset on siirretty näihin tuloksiin niiltä osin, kun kysymykset olivat samoja.

Sähköpostiviestin lisäksi yrityksiä kehoitettiin vastaamaan kyselyyn puhelinsoittoja hyödyntäen. Puheluissa esiin nousi seikka, ettei osa kokenut kierrätysasioiden liittyvän toimintaansa mitenkään. Useat kuulostivat hieman hämmentyneiltä, kun puhuttiin suunnittelusta ja kierrätyksestä samassa lauseessa. Yhdessä puhelussa tuli selvästi ilmi, ettei vastaaja kokenut kyselyn olevan hänelle sopiva, sillä yrityksessä ei oteta suunnitteluvaiheessa kierrätystä huomioon mitenkään. Syyksi hän mainitsi olevansa kykenemätön ottamaan kierrätystä huomioon, koska myöskään materiaalivalmistajilta ei ole saatavissa tietoa materiaalien kierrätettävyyssominaisuuksista. Puheluiden perusteella kyselyyn saattoivat vastata helpommin yritykset, jotka kokivat kierrätysasioiden liittyvän edes jollain tavalla yrityksensä toimintaan. Tämän seikan ja pienen vastaajamäärän takia vastausten kohdalla ei voida tehdä kovin suuria yleistyksiä. Vastaukset antavat kuitenkin suuntaa suunnittelu- ja arkkitehtitoimistojen tietämyksestä ja toimintatavoista.

Kyselyssä selvitettiin yritysten käyttämät materiaalit, joista vaihtoehtoiksi oli annettu metallit, betoni, puu, muovit ja kuitukomposiitit. Käytettyjen materiaalien jakauma oli melko

hajanainen. Suurin osa vastasi käyttävänsä metalleja vain 10-25 %. Yksi yritys vastasi metallien osuuden olevan 90 % ja yksi osuuden olevan 60 %. Muoveja ja kuitukomposiitteja käytettiin selvästi vähiten. Muoveja yritykset vastasivat käyttävänsä 0-10 % ja kuitukomposiitteja 0-8 %. Betonin ja puun käytön osuus jakautui melko tasaisesti, mutta keskimäärin betonia vastattiin käytettävän hieman enemmän. Betonin osuus vaihteli 10 %:sta 80 %:iin ja puun 9 %:sta 60 %:iin.

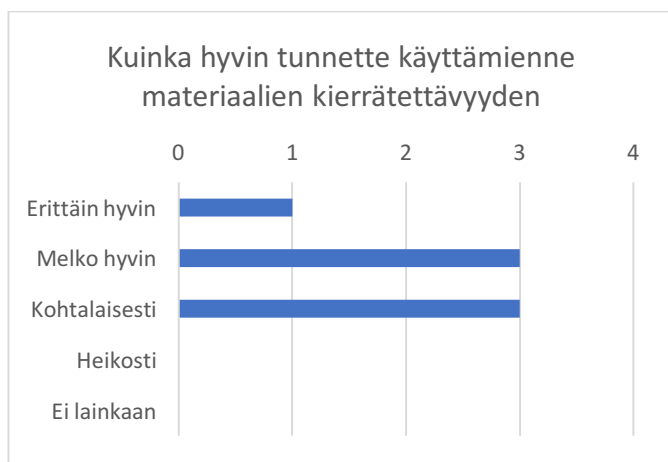
4.3.2 Tietämys ja toimintatavat

Kysyttäessä edellä mainittujen materiaalien kierrätettävyyteen liittyviä argumentteja, selvisi, että metallien hyvät kierrätettävyyssominaisuudet tunnettiin melko hyvin. Metallien hankaluudeksi mainittiin uudelleen sulatuksen hankaluus sekä purku- ja kuljetuskustannusten kalleus. Yhdessä vastauksessa mainittiin ruostuneen metallin kierrätyksen olevan mahdotonta. Betonin kohdalla vastaukset olivat vaihtelevia. Vastauksissa tuli yleisesti ilmi, että betonin kierrätys koetaan hankalaksi, rajalliseksi ja usein kalliiksi. Vain yksi oli maininnut mahdollisuuden käyttää kierrätysbetonia maanrakennuksessa. Kahdessa vastauksessa oli tuotu ilmi betonin pitkä käyttöikä, jolloin tarvetta kierrätykselle ei ole niin paljon.

Osa vastaajista koki puun kierrätettävyyden olevan hyvä, osa taas huono. Kolmessa vastauksessa mainittiin kierrätyspuun käyttömahdollisuus energijätteenä. Kahdessa vastauksessa koettiin käsittelemättömän puun kierrätysmahdollisuuksien olevan hyvät, mutta kestopuiden taas huonot. Muovien osalta vain yhdessä vastauksessa mainittiin hyvät mahdollisuudet kierrätykseen. Kolmessa vastauksessa tuli ilmi mahdollisuus käyttää muoveja energijätteenä. Muut vastaukset olivat hieman epämääräisiä, joten muovien kierrätettävyyseikkoja ei ilmeisesti tunneta kovin hyvin. Kuitukomposiiteista ei osattu sanoa juuri mitään. Kahdessa vastauksessa oli tunnettu kuitukomposiittien olevan ainakin osin kierrätysmateriaaleista valmistettuja. Muoveja ja kuitukomposiitteja ei kuitenkaan vastannut myöskään käyttävänsä juurikaan kukaan vastaajista, joten tietämättömyys niiden osalta on ymmärrettävä.

Kyselyssä kysyttiin, miten hyväksi vastaajat kokevat käyttämiensä materiaalien kierrätettävyyden tuntemuksen. Keskimäärin vastattiin tuntemuksen olevan melko hyvä. Vastaukset

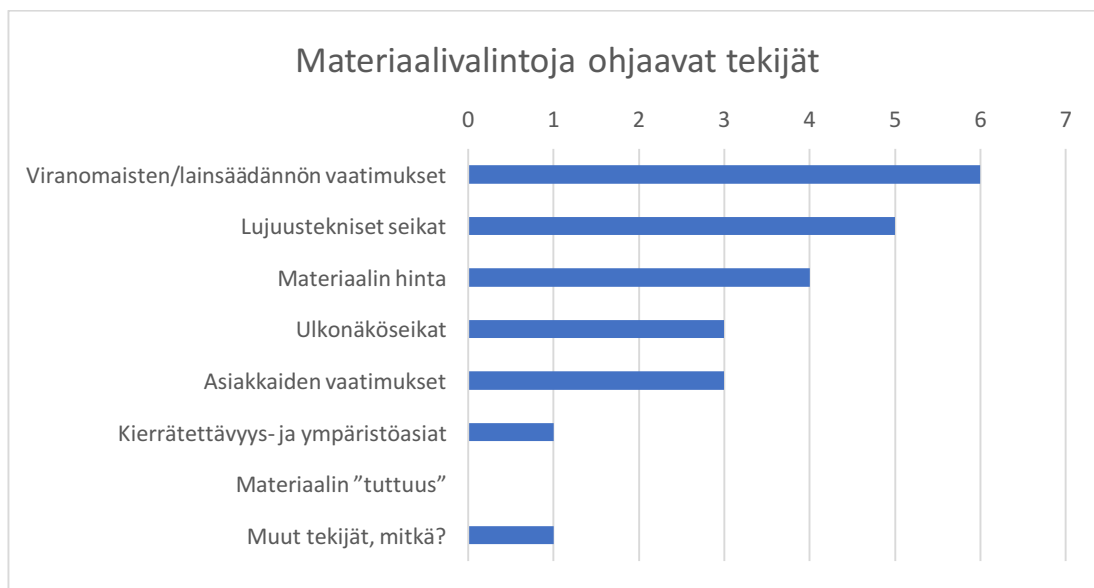
on esitetty kuvassa 13. Nämä vastaukset korreloivat melko hyvin edelle käsitellyn kysymyksen kanssa, jossa kysyttiin materiaalien kierrätettävyyteen liittyviä argumentteja. Parannettavaa materiaalien kierrätettävyyden tuntemuksessa kuitenkin selkeästi olisi.



Kuva 13 Yrityksen käyttämien materiaalien kierrätettävyyden tuntemus vastaajien määrän mukaan.

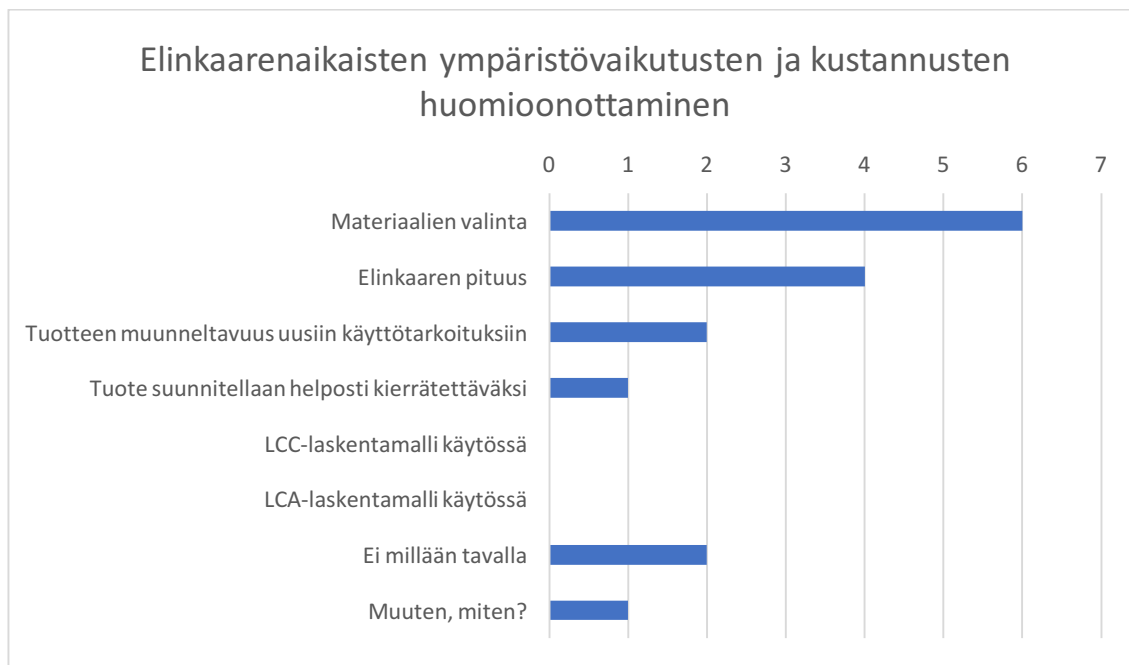
Lisäksi kysyttiin, kuinka vastaajat kokevat eri materiaalien korjattavuuden ja huollettavuuden suhteessa toisiinsa. Helpoiten korjattaviksi koettiin metallit. Betonin korjattavuus koettiin hankalammaksi, mutta osan mielestä kuitenkin mahdolliseksi. Toisaalta betonin kohdalla mainittiin kestävyys ja pitkäikäisyys, jolloin tarvetta huollolle ei juurikaan synny. Puu koettiin melko helposti korjattavaksi materiaaliksi, mutta myös eriäviä näkemyksiä löytyi. Muovit ja komposiitit koettiin vaikeasti kierrätettäviksi tai niiden kohdalla ei osattu sanoa. Vastauksissa tuli myös ilmi, että korjattavuuteen vaikuttaa materiaalin lisäksi vahingon sijainti ja laajuus. Lisäksi hyvällä huollolla ja suunnittelulla voidaan välttää suurempia vaurioita. Suurin osa vastaajista vastasi vain joidenkin materiaalien kohdalla, joten vastaukset eivät olleet kovin kattavia.

Konepajoille suunnatun kyselyn tapaan, kyselyssä kysyttiin, mitkä tekijät useimmiten ohjaavat materiaalivalintoja. Vastaukset on esitetty kuvassa 14. Mikään vastausvaihtoehtoista ei noussut selkeästi yli muiden, mutta eniten ohjaavaksi tekijäksi koettiin viranomaisen/lainsäädännön vaatimukset. Myös lujuustekniset seikat, materiaalin hinta, ulkonäköseikat ja asiakkaiden vaatimukset olivat useimmilla ohjaavana tekijänä. Kierrätys- ja ympäristöasiat olivat ohjaava tekijä vain yhdellä yrityksellä. Yhtenä muuna tekijänä mainittiin materiaalille ominaiset muoto-ominaisuudet.



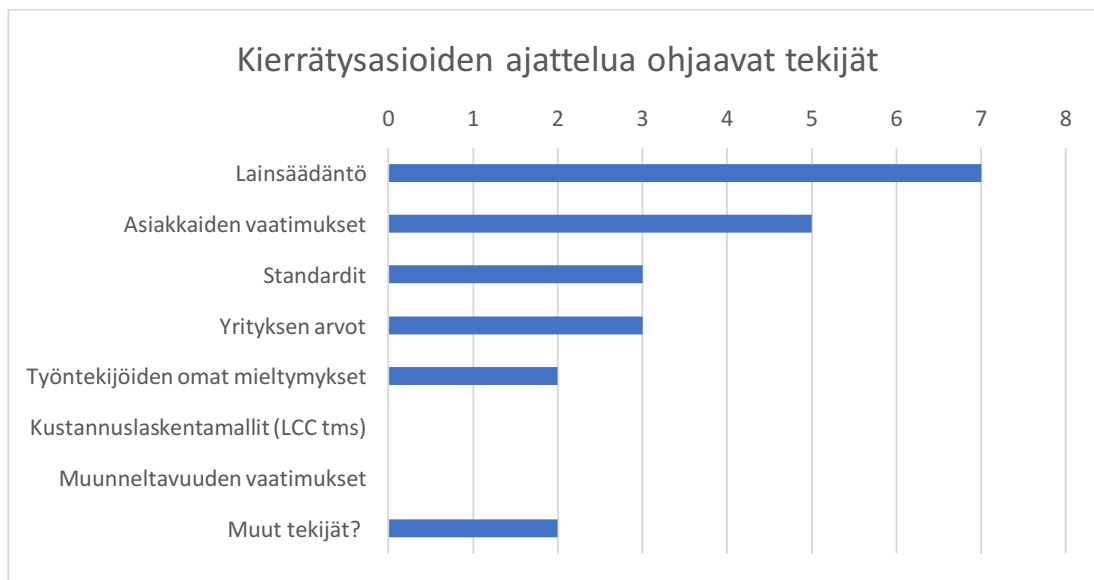
Kuva 14 Materiaalivalintoja ohjaavat tekijät vastaajien määrän mukaan.

Kyselyssä selvitettiin yritysten tavat tuotteen elinkaarenaikaisten ympäristövaikutusten ja kustannusten huomioonottamiselle. Vastausten mukaan LCC- tai LCA-laskentamallit eivät ole yleisesti käytössä arkkitehti- ja suunnittelutoimistoissa, vaikka sitä olisi voinut niiltä odottaa. Ympäristövaikutusten ja kustannusten hallintaan vastattiin keskittyvän eniten materiaalien valinnassa ja elinkaaren pituudessa. Kun mietitään, että käytettävien materiaalien kohdalla puu nousi melkein samoihin prosentteihin betonin kanssa, materiaalien valintaan näytetään kiinnittävän melko paljon huomiota. Elinkaaren pituus on rakennusalalla looginen vastaus ottaen huomioon, että rakennukset ovat yleisesti pitkäikäisiä. Lisäksi kaksi yritystä vastasi ottavansa huomioon tuotteen muunneltavuuden uusiin käyttötarkoituksiin, joka pidentää entisestään tuotteiden käyttöikää. Yksi yritys vastasi tuotteiden helpon kierrätettävyyden olevan yksi ohjaava tekijä suunnittelussa, mikä on hyvinkin positiivista. Kaksi yritystä vastasi, ettei näitä seikkoja huomioida mitenkään toiminnassa. Muuten-kohdassa vastattiin asiakkaiden vaatimukset. Vastaukset on esitetty kuvassa 15.



Kuva 15 Elinkaarenaikaisten ympäristövaikutusten ja kustannusten huomioonottaminen vastaajien määrän mukaan.

Kyselyssä kysyttiin kierrätysasioiden ajattelua ohjaavat tekijät. Ohjaavimmiksi näistä nousivat lainsäädäntö ja asiakkaiden vaatimukset. Jos lainsäädäntö ohjaa asioiden ajattelua eniten, saatetaan niissä huomioonottaa vain lainsäädännön asettamat rajoitteet, eikä yhtään enempää. Asiakkaiden vaatimuksetkaan eivät liity suunnittelijoiden tai yritysten omiin vaikutusmahdollisuuksiin, vaan kierrätys saatetaan ottaa huomioon vain, mikäli asiakas niin vaatii. Siitä, miten paljon asiakkailta tulee yrityksille vaatimuksia kierrätettävyyteen liittyen, ei ole tietoa. Muita ohjaavia tekijöitä olivat standardit, yrityksen arvot ja työntekijöiden mielipyykset. Muunneltavuuden vaatimukset eivät olleet ohjaava tekijä yhdessäkään vastanneista yrityksistä, joten muuntojoustavuus ei ilmeisesti ole kovinkaan yleisesti huomioitu seikka. Muut tekijät –kohdassa toisessa vastauksessa oli mainittu kierrätyksen helppous ja toisessa, ettei kierrätysasioiden ajattelulla koeta olevan käytännön tarvetta tuotteiden pitkän käyttöiän takia. Tarkemmat vastaajamäärät on esitetty kuvassa 16.



Kuva 16 Kierrätysasioiden ajattelua ohjaavat tekijät vastaajien määrän mukaan.

Kyselyssä selvitettiin, millainen rooli materiaalien kierrätettävyydellä on muihin valintakriteereihin verrattuna. Asteikolla yhdestä kymmeneen keskiarvoksi muodostui noin kolme. Nolla tarkoitti, ettei kierrätettävyydellä ole mitään roolia ja kymmenen, että se ohjaa valinnan. Materiaalien kierrätettävyys ei siis ole kovin tärkeä tekijä, mutta sillä on kuitenkin jonkinlainen rooli. Kaksi yritystä vastasi kierrätettävyyden tärkeydeksi numeron viisi eli joillain yrityksillä kierrätettävyyskin on melko paljon ohjaava tekijä. Vastaukset ovat ehkä hieman ristiriitaisia verrattuna aiempaan kysymykseen, jossa kysyttiin tekijöitä ympäristövaikutusten ja kustannusten huomioonottamiseen. Tässä kysymyksessä vain yksi vastasi ottavansa suunnittelussa huomioon tuotteen helpon kierrätettävyyden. Kuvan 17 vastausten mukaan kierrätettävyyden huomioiminen olisi kuitenkin yleisempää, mikä on positiivista.



Kuva 17 Kierrätettävyyden rooli muihin valintakriteereihin verrattaessa vastaajien määrän mukaan (0= ei mitään roolia, 10 = kierrätettävyys ohjaa valinnan).

Kyselyssä oli vielä neljä avointa kysymystä, joista ensimmäisessä kysyttiin, onko yritykset varautuneet lainsäädännöllisiin muutoksiin, jotka mahdollisesti edellyttävät tuotteiden elinkaaren aikaisten ympäristövaikutusten tai kustannusten kattavampaa huomioimista. Vain yksi yritys vastasi, että tähän on varauduttu. Yhdestä vastauksesta kävi ilmi, että he kokevat vaatimusten tulevan pääasiassa asiakkaiden kautta, jolloin heidän on vastattava vaatimuksiin, olivatpa ne lainsäädännön määräämiä tai ei. Toisessa vastauksessa vastattiin muiden seikkojen olevan suunnittelussa paljon tärkeämpiä ja näiden seikkojen huomioimisen olevan vain ajan ja rahan tuhlausta rakennusten pitkän käyttöiän takia. Neljässä vastauksessa vastattiin vain, ettei tällaiseen ole varauduttu.

Toisessa kysymyksessä kysyttiin, mitkä ovat suurimmat esteet materiaalien kierrätyksen tehokkaammalle huomioinnille. Eniten vastauksista nousi esiin asenteet ja kustannukset. Materiaalien kierrätettävyyden ei ajatella olevan olennainen tekijä pitkäikäisten rakennusten suunnittelussa. Yhdessä vastauksessa tuotiin myös esiin kaikkien materiaalien olevan jo jollain tavalla kierrätettävissä. Asiakkailta päällimmäisenä mielessä on yleensä hankkeen kertakustannukset. Lisäksi kysyttiin, miten yritykset näkevät kierrätystietoisuuden ja osaamisen vaikuttavan liiketoimintaan eli onko sillä merkitystä vain imagomielessä vai onko sillä vaikutusta myös liiketoiminnan volyyymiin. Kaikki vastaajat vastasivat, ettei näillä ole ainakaan tällä hetkellä vaikutusta liiketoiminnan volyyymiin.

Lopuksi kysyttiin vielä, kokevatko vastaajat, että yrityksessä olisi tarvetta jonkinlaiselle koulutukselle tai kierrätystietoisuudelle. Suurin osa vastasi, ettei näe tällaiselle tarvetta. Vain kaksi vastaajaa koki, että koulutukselle voisi olla tarvetta. Tosin toinen heistäkin vastasi, että tarvetta voisi olla mahdollisesti aikaan, kun kierrätys vakiintuu. Useimmat eivät siis ilmeisesti koe kierrätyksen olevan olennainen tekijä rakennusten materiaaleja valittaessa, eikä sitä nähdä oikeastaan mahdollisuutena.

5 JOHTOPÄÄTÖKSET

Konepajayritysten yleistä materiaalien kierrätettävyyden tuntemusta selvittäessä selvisi, että konepajayrityksissä kierrätettävyyseikat tunnetaan melko hyvin metallien osalta, joita yritykset itsekin käyttävät selvästi eniten. Muiden materiaalien ominaisuuksia tunnetaan huonommin. Yritysten materiaalivalintoja ohjaavista tekijöistä esiin nousi eniten asiakkaiden vaatimukset ja lujuustekniset seikat. Kierrätettävyys ja ympäristöasiat eivät olleet kenenkään ohjaava tekijä. Vastausten perusteella yritykset eivät itse ota suunnittelussa huomioon materiaalien kierrätettävyyseikkoja, elleivät asiakkaat sitä vaadi. Vastausten mukaan asiakkailta tulee jonkin verran vaatimuksia tuotteiden kierrätykselle, mutta suunnitteluvaiheeseen vaatimukset eivät juurikaan yletä.

Konepajayritysten tuotantovaiheessa kierrätys otetaan hyvin huomioon. Lähes kaikissa yrityksissä valmistusjätteet lajitellaan ja isossa osassa myös hukkapalat pyritään hyödyntämään yrityksen sisällä. Hukkapalojen hyödyntäminen vähentää valmistusromun määrää, joka oli suurimmassa osassa yrityksistä melko maltillinen. Konepajayritykset kokivat, että heillä otetaan kierrätysseikat hyvin huomioon tuotantovaiheessa, eikä tarvetta tämän kehittämiseksi ole. Vastausten mukaan kierrätys toimiikin hyvin, mutta lähes kukaan ei kuitenkaan maininnut, että kierrätettävyyseikkoja voisi huomioida paremmin myös tuotesuunnittelussa. Yrityksillä ei tunnu olevan tietoa, että ympäristönäkökohdat ja kierrätettävyyseikat voisi ottaa mukaan jo tuotteiden suunnitteluvaiheeseen, joten tässä olisi vielä kehitettävää.

Suunnittelu- ja arkkitehtitoimistojen kohdalla vastaukset olivat hajanaisempia ja yksiselitteisiä tulkintoja oli vaikeampi tehdä. Näiden kohdalla otanta oli melko pieni ja vastaajia oli vain kahdeksan. Kyselyyn myös vastasi puheluiden perusteella enemmän yrityksiä, jotka kokevat kierrätettävyyseikkojen liittyvän toimintaansa edes jollain tapaa. Yleistä tietämystä selvittäessä, materiaalien kierrätettävyyseikat tunnettiin melko hyvin, mutta parannettava tietämyksessä olisi silti. Suunnittelutoimistoissa materiaalien kierrätettävyyden tuntemus olisi tärkeää, jotta materiaalivalinnoissa voidaan tehdä kokonaisuuden huomioivia ratkaisuja.

Materiaalivalintoja ohjaavat tekijät vaihtelivat melko paljon, mutta tärkeimmäksi nousivat lainsäädännön vaatimukset ja lujuustekniset seikat. Kierrätettävyys- ja ympäristöasiat olivat

ohjaava tekijä vain yhdellä vastanneista. Kuitenkin vastauksista ilmeni myös, että kierrätettävyys on muihin valintakriteereihin verrattuna jonkin verran ohjaava tekijä useimmissa yrityksissä. Joissakin yrityksissä materiaalien kierrätettävyydellä ei ollut lainkaan painoarvoa. Suurin osa suunnittelu- ja arkkitehtitoimistoista koki muiden, kuin kierrätettävyyseikkojen, olevan paljon tärkeämpiä tekijöitä materiaalien valinnassa. Syinä tähän olivat rakennusten pitkäikäisyys ja kustannukset. Yleisesti ympäristöseikkoja ei siis koettu kovin tärkeiksi. Kuitenkin jotkin yritykset suhtautuivat positiivisesti ympäristönäkökohtien huomioimiseen suunnittelussa ja vastasivat ottavansa ne itsekkin huomioon vähintään jollain tavalla. Myöskään suunnittelu- ja arkkitehtitoimistot eivät näe ympäristöasioiden ja kierrätettävyyden tuomia mahdollisuuksia vaan ne ajatellaan lähinnä kulueränä.

Sekä konepajayrityksissä että suunnittelu- ja arkkitehtitoimistoissa ympäristönäkökohtien huomioiminen suunnitteluvaiheessa on vähäistä tai olematonta. Konepajayrityksissä kierrätys mielletään kuuluvaksi vain tuotantovaiheeseen. Ympäristöasioihin kiinnitetään huomiota vain, jos lainsäädäntö, asiakkaat tai muut sidosryhmät asettavat niille vaatimuksia. Osin näiden seikkojen heikko huomioiminen johtuu tiedon puutteesta ja mielikuvista, että ympäristöseikkojen huomioiminen on ainoastaan kuluerä. Ympäristöasioiden huomioimisen mahdollisuuksia ei juurikaan nähdä. Tämä johtopäätös on myös linjassa Suomen ympäristökeskuksen 2017 tekemän päätelmän kanssa, jossa he totesivat, että kierrätettävyys ja elinkaaren pidentäminen eivät ole lähtökohtaisesti tuotteiden kehityksen ohjaavia tekijöitä.

Kyselyssä keskityttiin etenkin tuotteiden kierrätettävyyteen, koska toimeksianto tuli Kierrätys osaksi tuotesuunnittelua -hankkeelta. Kyselyä olisi silti voinut hyvinkin laajentaa myös muiden ympäristönäkökohtien huomioimiseen ja mukaan olisi voinut ottaa esimerkiksi hiilineutraaliuden huomioimisen. Kuitenkin yritysten yleinen suhtautuminen ympäristöasioihin tuntui olevan melko negatiivinen, joten rakennusten hiilijalanjälkeäkään tuskin huomioidaan ainakaan kovin monessa suunnitteluyrityksessä. Useimmissa kysymyksissä oli myös mahdollisuus antaa vapaa vastaus, jossa tämän kaltaiset seikat olisi voinut tuoda esille. Kyselyssä olisi myös voinut erotella paremmin elinkaaren aikaiset ympäristövaikutukset ja kustannukset sekä kysyä esimerkiksi konkreettisia kehitysehdotuksia, joilla yritykset voisivat parantaa toimintaansa.

Konepajayrityksissä materiaalien tehokkaammalla käytöllä voitaisiin saavuttaa suoria materiaali- ja energiasäästöjä. Metalliromun kierrätys metallin valmistukseen tai muuhun hyötykäyttöön on yleensä aina kannattavaa. Vielä edullisempaa olisi, jos jätettä tai kierrätettävää materiaalia ei syntyisi lainkaan. Kierrätyksen lisäämisellä on myös joskus ajateltu olevan työllisyyttä lisääviä vaikutuksia, mutta tätä on todellisuudessa vaikea arvioida. Paikallisesti ajatellen romun kierrätyksen lisäyksellä voisi olla työllisyyttä lisäävä vaikutus, jos siihen tarvitaan enemmän työpanosta kuin romun käsittelyyn jätteenä. Kokonaisuuden kannalta työllistävästä vaikutuksesta ei voida olla varmoja. (Melanen 2000.)

Suunnittelu- ja arkkitehtitoimistoille ympäristönäkökohtien huomioiminen tuottaisi lähinnä imagollisia vaikutuksia ja tätä kautta mahdollisesti kilpailuetua. Ympäristönäkökulmia ajatellen suunnittelutoimistot voisivat tuoda esille näkökulmien huomioimisesta syntyvää kilpailuetua. Imagohyöty syntyy siis myös rakennuttajille eli suunnittelutoimistojen asiakkaille, jotka haluavat ottaa ympäristönäkökohdat huomioon. Jos rakennusten elinkaarta osattaisiin katsoa laajempina kokonaisuutena, voitaisiin huomata rakennusmateriaalien valinnalla olevan merkittäviä kustannussäästöjä. Toki sidosryhmien kasvavat vaatimukset pakottavat yritykset ottamaan ympäristönäkökohdat yhä paremmin huomioon. Mikäli asiakkaiden ja lainsäädännön vaatimukset kasvavat entisestään ja elinkaaren aikaisia vaikutuksia halutaan huomioida tehokkaammin, yritysten on pystyttävä vastaamaan näihin vaatimuksiin.

6 YHTEENVETO

Tämän työn tavoitteena oli selvittää ottavatko Etelä-Karjalan alueella toimivat kone- ja rakennusalan yritykset tuotteidensa suunnittelussa ja tuotannossa huomioon ympäristönäkökohdat. Ympäristönäkökohdista keskityttiin etenkin materiaalien kierrätettävyyteen ja materiaalitehokkuuteen, sillä työ tehtiin osana Lappeenrannan teknillisen yliopiston teräsrakenteiden laboratorion meneillään olevaa hanketta Kierrätys osaksi tuotesuunnittelua. Yritysten toimintatapoja kartoitettiin yrityksille suunnattujen kyselyiden kautta.

Kasvavien lainsäädännön vaatimusten lisäksi paineita ympäristönäkökohtien huomioimiselle asettavat muut sidosryhmät, kuten asiakkaat. Ympäristönäkökohtien ajatellaan liittyvän pääasiassa raaka-aineiden, energian, veden ja kemikaalien käyttöön. Näiden käyttö kuluttaa raaka-aineita ja luonnonvaroja, aiheuttaa päästöjä ilmaan, maaperään ja vesistöihin sekä tuottaa jätteitä. Elinkaaren aikaisten ympäristönäkökohtien hallinnassa voidaan käyttää apuna esimerkiksi erilaisia elinkaariarviointeja. Paras tapa näihin elinkaaren aikaisiin ympäristönäkökohtiin vaikuttamiseen on ympäristömyötäinen tuotesuunnittelu, sillä suurin osa päätöksistä tehdään suunnitteluvaiheessa ja vaikutusmahdollisuudet pienenevät elinkaaren edetessä.

Tehtyjen kyselyiden perusteella selvisi, että ympäristönäkökohtien huomioiminen yrityksissä on melko vähäistä. Konepajayrityksissä kierrätyksen huomioiminen liitetään lähinnä tuotantovaiheeseen, mutta suunnitteluvaiheessa sitä ei koeta lainkaan tärkeäksi. Myöskään suunnittelu- ja arkkitehtitoimistot eivät yleisesti näe kierrätettävyyseikkojen huomioimisen tuomia mahdollisuuksia, vaan se koetaan lähinnä kulueräksi. Kuitenkin molempien alojen yrityksillä toimintaa ohjaa vahvasti asiakkaiden ja lainsäädännön vaatimukset eli ympäristöasiat huomioidaan siinä määrin kuin on pakko. Ympäristötietoisuuden lisäämisellä ja mahdollisuuksien paremmalla tuntemuksella ympäristönäkökohdat voitaisiin ehkä ottaa paremmin huomioon yritysten toiminnassa.

LÄHTEET

Antweiler Werner. 2014. Elements of Environmental Managements. Toronto: University of Toronto Press. ISBN 978-1-4426-2613-3.

Betonikeskus ry. 2007. Betonirakenteiden ympäristöominaisuudet. Porvoo: Betonitieto Oy. ISBN 978-952-5075-83-0.

Eriksson Niko. 2002. Elinkaariarviointi ympäristömyötäisen tuotesuunnittelun tavoitteiden asettamisen tukena. [Verkkodokumentti] Lappeenranta: Lappeenrannan teknillisen korkeakoulun energia- ja ympäristötekniikan osasto. [viitattu 22.3.2017] Diplomityö. Saatavissa: <https://oa.doria.fi/bitstream/handle/10024/34673/nbnfi-fe20021421.pdf?sequence=1>

Euroopan komissio. 2015. Resurssitehokkuus EU:ssa. [Verkkojulkaisu]. [Viitattu 5.4.2017]. Saatavissa: http://ec.europa.eu/environment/basics/green-economy/efficiency/index_fi.htm

Euroopan komissio. 2015b. Resurssien hallinta. [Verkkojulkaisu]. [Viitattu 5.4.2017]. Saatavissa: http://ec.europa.eu/environment/basics/green-economy/resources/index_fi.htm

Eurostat. 2016. Waste Statistics. [Verkkojulkaisu]. [Viitattu 21.3.2017]. Saatavissa: http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Waste_statistics

Karvonen Minna-Maari, Kärnä Anna, Maijala Adelina. 2006. Tuottajan ympäristövastuu. Helsinki: Edita Prima Oy. 142 s. ISBN 951-37-4705-0.

Melanen Matti et al. 2000. Metallivirrat ja romun kierrätys Suomessa. Helsinki: Suomen ympäristökeskus. 140 s. ISBN 952-11-0710-3.

Nieminen Anna-Maria. 2016. Uutta betonia vanhaa hyödyntäen. [Lehtiartikkeli]. Betoni 86:4, 78-83. Helsinki: Betoniteollisuus ry. ISSN 1235-2136.

Pesonen Hanna-Leena, Hämäläinen Kirsi, Teittinen Outi. 2005. Ympäristöjärjestelmän rakentaminen. Helsinki: Talentum media Oy. ISBN 952-14-0891-X

Rantajärvi Leena. 2013. Rakennusmateriaaleilla on väliä. [Verkkajulkaisu]. Suomen Ympäristökeskus, Ympäristö-lehti 3/2013. Saatavissa: [http://www.syke.fi/fi-FI/Julkaisut/Ymparistolehti/2013/Rakennusmateriaaleilla_on_valia\(28190\)](http://www.syke.fi/fi-FI/Julkaisut/Ymparistolehti/2013/Rakennusmateriaaleilla_on_valia(28190))

Seppälä Jyri et al. 2000. Metallien jalostus ja ympäristö. Helsinki: Suomen ympäristökeskus. ISBN 952-11-0788-X.

Seppälä Jyri et al. 2009. Suomen kansantalouden materiaalivirtojen ympäristövaikutusten arviointi ENVIMAT-mallilla. Helsinki: Suomen ympäristökeskus. ISBN 978-952-11-3460-9.

SSAB. 2017. Teräksen elinkaari. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 11.4.2017]. Saatavissa: <http://www.ssab.fi/ssab-konserni/kestava-kehitys/ssab-ja-kestava-kehitys/teraksen-elinkaari#!di=>

Suomen ympäristökeskus. 2013 Elinkaariarviointi, jalanjäljet ja panos-tuotosmalli [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 21.3.2017] Saatavissa: http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Kulutus_ja_tuotanto/Tuotesuunnittelu_ja_tuotteet/Elinkaariarviointi_jalanjaljet_ja_pano_stuotosmalli

SYKE. 2015. Suomen ilmastopolitiikalla pyritään vähentämään kasvihuonekaasupäästöjä. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 1.4.2017]. Saatavissa: <https://ilmasto-opas.fi/fi/ilmastonmuutos/hillinta/-/artikkeli/161b48de-bc6a-44ef-97fe-83d184fc257a/suomen-ilmastopolitiikalla-pyrita-an-vahentamaan-kasvihuonekaasupaastoja.html>

SYKE. 2017. Materiaalitehokkuus. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 3.4.2017]. Saatavissa: <https://ilmasto-opas.fi/fi/ilmastonmuutos/hillinta/-/artikkeli/38393e35-469e-4b53-8a31-15fbeb897c/materiaalitehokkuus.html>

Stark John. 2015. Product Lifecycle Management. 3. painos. Springer International Publishing Switzerland. 356 s. ISBN 978-3-319-17439-6.

Sähkö- ja elektroniikkateollisuusliitto (SET). 2001. Ympäristömyötäinen tuotesuunnittelu. Tampere: SET. 199 p. ISBN 951-96362-8-5.

Teknologiateollisuus ry. 2011. Ympäristönäkökohtien huomiointi jokapäiväisessä toiminnassa. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 23.3.2017]. Saatavissa: <http://tech.teknologiateollisuus.fi/ymparistoosaaminen/ymparistonakokohtien-huomioiminen-jokapaivaisessa-toiminnassa>

Tonteri Hannele. 1998. Metallituotteiden elinkaariarviointi. MET-julkaisuja 7/98. Metalliteollisuuden keskusliitto. 32 s. ISBN 951-817-693-0.

Tukes. 2015. REACH-asetus. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 5.4.2017]. Saatavissa: <http://www.tukes.fi/fi/Toimialat/Kemikaalit-biosidit-ja-kasvinsuojeluaineet/Teollisuus-ja-kuluttajakemikaalit/REACH---asetus/>

Työ- ja elinkeinoministeriö. 2016. Euroopan aluekehitysrahaston (EAKR) rahoittaman hankkeen kuvaus. Hankekoodi: A71873. [Verkkodokumentti]. [Viitattu 20.3.2017]. Saatavissa: <https://www.eura2014.fi/rrtiepa/projekti.php?projektikoodi=A71873>

Ympäristöministeriö. 2008. Kohti kierrätysyhteiskuntaa, Valtakunnallinen jätesuunnitelma vuoteen 2016. Helsinki. ISBN 978-952-11-3216-2. Saatavissa: https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/38363/SY_32_2008.pdf?sequence=3

Ympäristöministeriö. 2016. Euroopan unionin ilmastopolitiikka. [Verkkajulkaisu] [Viitattu 1.4.2017] Saatavissa: http://www.ymp.fi/fi-FI/Ymparisto/Ilmasto_ja_ilma/Ilmastonmuutoksen_hillitseminen/Euroopan_unionin_ilmastopolitiikka

Ympäristöministeriö. 2016 b. Kansallinen ilmastopolitiikka. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 1.4.2017] Saatavissa: <http://www.ymp.fi/fi->

FI/Ymparisto/Ilmasto_ja_ilma/Ilmastomuutoksen_hillitseminen/Kansallinen_ilmastopolitiikka

Ympäristöministeriö. 2016c. Uusi valtakunnallinen jätesuunnitelma (VALTSU). [verkkopublication]. [Cited 14.3.2017]. Available at: <http://www.ymparisto.fi/valtsu>

LIITE I. Kyselylomake konepajayrityksille

Kuinka suuri yrityksenne on?

- suuri yritys (250 työntekijää tai yli)
- keskisuuri yritys (alle 250 työntekijää)
- pieni yritys (alle 50 työntekijää)
- mikroyritys (alle 10 työntekijää)

Mikä on yrityksenne toimi-ala? (konepaja, alihankintakonepaja, arkkitehtitoimisto, rakennussuunnittelutoimisto yms.)

Mitkä tekijät useimmiten ohjaavat materiaalivalintoja? Valitse sopiva/sopivimmat vaihtoehdot.

- Lujuustekniset seikat
- Ulkonäköseikat
- Kierrätettävyyys- ja ympäristöasiat
- Materiaalin ”tuttuus”
- Asiakkaiden vaatimukset
- Viranomaisten/lainsäädännön vaatimukset
- Muut tekijät, mitkä? _____

Kuinka tuotteissanne ja tuotannossanne otetaan tällä hetkellä huomioon tuotteen elinkaarikustannus (Life Cycle Cost, LCC) ja elinkaarenaikaiset ympäristövaikutukset (Life Cycle Assessment, LCA)? Valitse sopiva/sopivimmat vaihtoehdot.

- LCC-laskentamalli käytössä
- LCA-laskentamalli käytössä
- Materiaalien valinta
- Tuote suunnitellaan helposti kierrätettäväksi (osien irroitettavuus yms. tekijät)
- Tuotteen muunneltavuus uusiin käyttötarkoituksiin
- Elinkaaren pituus
- Ei millään tavalla
- Muuten, miten? _____

Mitkä ovat pääasiallisimmat käyttämäenne materiaalit? (Merkitse seuraavien materiaalien (metallit, betoni, puu, muovit, kuitukomposiitit) kohdalle arvio käyttämienne materiaalien prosenttiosuudesta 10 %:n tarkkuudella. Jos käyttö merkityksetön, merkitse 0.)

Mainitse yksi hyvä ja yksi huono kierrätettävyyteen liittyvä argumentti kustakin materiaalivevaihtoehdosta (metallit, betoni, puu, muovit, kuitukomposiitit)?

Kuinka näette eri materiaalien huollettavuuden ja korjattavuuden suhteessa toisiinsa? (=onko vaurioitunut tuote kuinka helposti korjattavissa vai pitääkö tehdä uusi?)

Mikä ohjaa yrityksessänne kierrätysasioiden ajattelua, mitkä ovat motivaattorit? (Valitse sopiva/sopivimmat vaihtoehdot.)

- Asiakkaiden vaatimukset
- Standardit
- Lainsäädäntö
- Kustannuslaskentamallit (LCC tms)
- Yrityksen arvot
- Työntekijöiden omat mieltymykset
- Muut tekijät? _____

Millä tavalla tuotannossanne otetaan huomioon kierrätys?

- Valmistusjätteiden lajittelu
- Viallinen tuote pyritään korjaamaan (eikä romuttamaan)
- Hukkapalat pyritään hyödyntämään yrityksen sisällä (esim. jossain toisessa projektissa)
- Ei mitenkään, asiakkaan vastuulla
- Muuten, miten? _____

Mitkä ovat yrityksenne käytetyimmät materiaalit (Merkitse käyttöosuus 10 % tarkkuudella. Jos käyttö merkityksetöntä, merkitse 0)?

Teräkset (C-Mn) laadut: _____

Ruostumattomat teräkset: _____

Alumiinit: _____

Kuinka monta tonnia yrityksessänne syntyy oheisjätettä (hukkapalat, työstöromu) vuodessa?

- 0 – 2
- 2 – 5
- 5 – 20
- 20 – 100
- >100

Kuinka monta % tämä on yrityksenne käyttämästä bruttomateriaalimäärästä? (10% tarkkuudella)

- 0 %
- 10 %
- 20 %
- 30 %
- 40 %
- 50 %
- >50 %

Kuinka moneen eri lavaan lajittelette oheisjätteen?

- Kaikki samaan roskalavaan
- Metallit ja muu jäte erikseen

- Eri metallit eri astioihin

Onko valmistusromu yrityksellenne kokonaisuutena hyöty vai kustannus? (Romumetallista mahdollisesti saatava tulo miinus käsittelymaksut)

- Hyöty
- Kustannus

Mikäli vastaus edelliseen kysymykseen oli ”kustannus”, mikä asian aiheuttaa?

- Metalliromun vähäinen määrä
- Likaisuus
- Lajittelun puute
- Jokin muu tekijä, mikä? _____

Mikä on tuotteenne kierrätyksen kannalta suurin ongelma?

- Liitettyjen komponenttien huono irrotettavuus
- Käytettävien materiaalien huono kierrätettävyyys
- Terästä jalompien alkuaineiden (kupari ja muut jalometallit) rikastuminen ja materiaalien heikentyminen niiden vaikutuksesta
- Myrkyllisten tai muuten vaarallisten kemikaalien muodostuminen uusiokäyttöön otettaessa
- Jokin muu tekijä, mikä? _____

Näettekö tarpeelliseksi kehittää konepajaliiketoimintaan liittyvää kierrätystä, onko yrityksessänne tarvetta jonkinlaiselle koulutukselle tai kierrätystietoiskulle?

LIITE II. Kyselylomake suunnittelu- ja arkkitehtitoimistoille

Kuinka suuri yrityksenne on?

- suuri yritys (250 työntekijää tai yli)
- keskisuuri yritys (alle 250 työntekijää)
- pieni yritys (alle 50 työntekijää)
- mikroyritys (alle 10 työntekijää)

Mikä on yrityksenne toimi-ala? (konepaja, alihankintakonepaja, arkkitehtitoimisto, rakennussuunnittelutoimisto yms.)

Mitkä tekijät useimmiten ohjaavat materiaalivalintoja? Valitse sopiva/sopivimmat vaihtoehdot.

- Lujuustekniset seikat
- Ulkonäköseikat
- Kierrätettävyyys- ja ympäristöasiat
- Materiaalin ”tuttuus”
- Asiakkaiden vaatimukset
- Viranomaisten/lainsäädännön vaatimukset
- Muut tekijät, mitkä? _____

Kuinka tuotteissanne ja tuotannossanne otetaan tällä hetkellä huomioon tuotteen elinkaarikustannus (Life Cycle Cost, LCC) ja elinkaarenaikaiset ympäristövaikutukset (Life Cycle Assessment, LCA)? Valitse sopiva/sopivimmat vaihtoehdot.

- LCC-laskentamalli käytössä
- LCA-laskentamalli käytössä
- Materiaalien valinta
- Tuote suunnitellaan helposti kierrätettäväksi (osien irroitettavuus yms. tekijät)
- Tuotteen muunneltavuus uusiin käyttötarkoituksiin
- Elinkaaren pituus
- Ei millään tavalla
- Muuten, miten? _____

Mitkä ovat pääasiallisimmat käyttämäenne materiaalit? (Merkitse seuraavien materiaalien (metallit, betoni, puu, muovit, kuitukomposiitit) kohdalle arvio käyttämienne materiaalien prosenttiosuudesta 10 %:n tarkkuudella. Jos käyttö merkityksetön, merkitse 0.)

Mainitse yksi hyvä ja yksi huono kierrätettävyyteen liittyvä argumentti kustakin materiaali-
vaihtoehdosta (metallit, betoni, puu, muovit, kuitukomposiitit)?

Kuinka näette eri materiaalien huollettavuuden ja korjattavuuden suhteessa toisiinsa?
(=onko vaurioitunut tuote kuinka helposti korjattavissa vai pitääkö tehdä uusi?)

Kuinka hyvin olette selvillä suunnittelemissanne tuotteissa ja rakenteissa käyttämienne materiaalien kierrätettävyydestä?

- Erittäin hyvin
- Melko hyvin
- Kohtalaisesti
- Heikosti
- Ei lainkaan

Mikä ohjaa kierrätysasioiden ajattelua, mitkä ovat motivaattorit? (Valitse sopiva/sopivimmat vaihtoehdot.)

- Asiakkaiden vaatimukset
- Standardit
- Lainsäädäntö
- Kustannuslaskentamallit (LCC tms)
- Yrityksen arvot
- Työntekijöiden omat mieltymykset
- Muunneltavuuden vaatimukset (muuntorakentaminen)
- Muut tekijät, mitkä? _____

Mikä rooli kierrätettävyydellä on tyypillisesti muihin valintakriteereihin verrattaessa asteikolla 0-10 (0= ei mitään roolia, 10= kierrätys ohjaa valinnan)

Materiaalien kierrätyksen, tuotteen elinkaarikustannusten (LCC) ja elinkaaren aikaisten ympäristövaikutusten (LCA) huomioiminen on yhä tärkeämpää. Onko yrityksessänne varauduttu lainsäädännöllisiin muutoksiin, jotka mahdollisesti edellyttävät edellä mainittujen asioiden kattavampaa huomioimista?

Mitkä ovat suurimmat esteet materiaalien kierrätyksen tehokkaammalle huomioinnille?

Miten näette kierrätystietoisuuden ja osaamisen vaikuttavan liiketoimintoihinne? Onko asialla merkitystä vain imagomielessä, vai onko sillä vaikutusta myös liiketoiminnan volyymin?

Olisiko yrityksessänne tarvetta jonkinlaiselle koulutukselle tai kierrätystietoisuudelle?