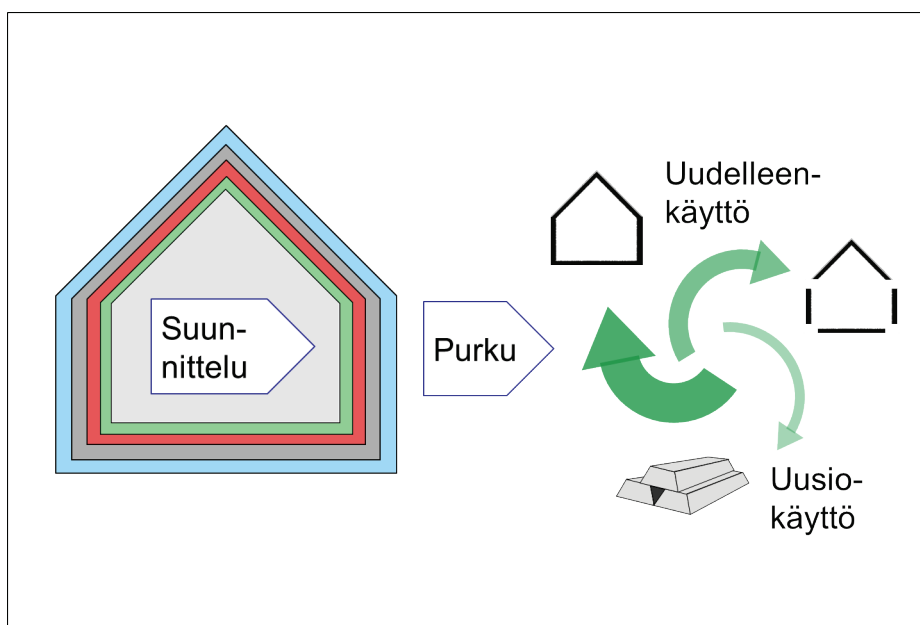
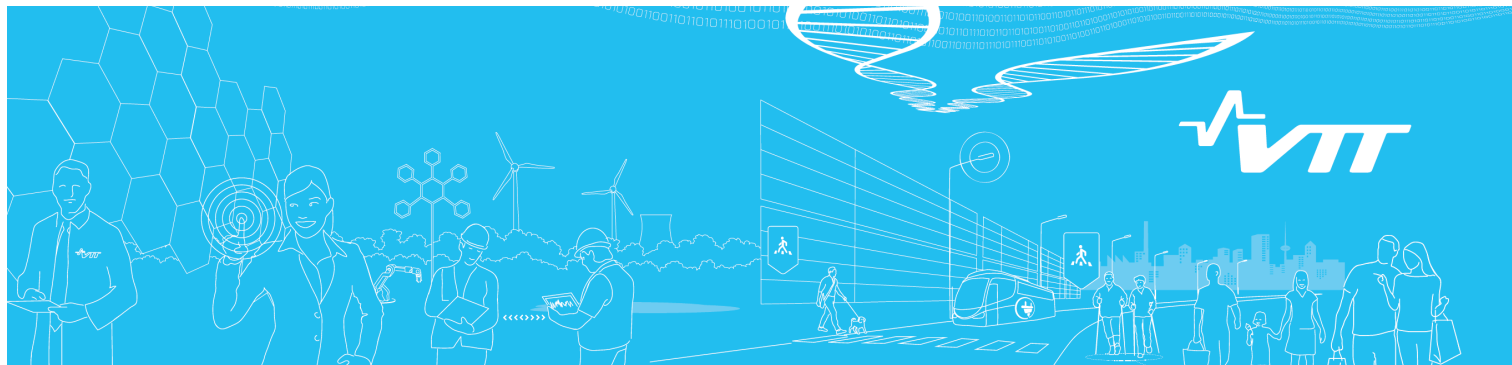




Rakennusten suunnittelu uudelleenkäyttöä ja kierrätystä varten

Kirjoittajat: Asko Talja

Luottamuksellisuus: Julkinen

Raportin nimi Rakennusten suunnittelu uudelleenkäyttöä ja kierrätystä varten											
Asiakkaan nimi, yhteyshenkilö ja yhteystiedot Ympäristöministeriö Else Peuranen PL 35 00023 Valtioneuvosto		Asiakkaan viite Päätös Dnro YM184/481/2012 Koodi YVY046									
Projektin nimi Rakennuselementtien uudelleenkäyttö (ReUSE)		Projektin numero/lyhytnimi 81120/ReUSE									
Raportin laatija(t) Asko Talja		Sivujen/liitesivujen lukumäärä 26 s.									
Avainsanat Suunnittelu, materiaalitehokkuus, rakentaminen, purettavuus, kierrätys, uusiokäyttö, uudelleenkäyttö, ekotehokkuus		Raportin numero VTT-R-00736-14									
Tiivistelmä Rakennuksen suunnittelulla uudelleenkäyttöä ja kierrätystä varten tarkoitetaan rakennuksen suunnittelua osina purettavaksi siten, että materiaalit ovat selkeästi erillään ja helposti toisistaan irrotettavissa. Hyvillä suunnitteluratkaisuilla voidaan edistää rakennus- ja purkujätteen kulkeutumista uudelleenkäyttöön. Nykyisin suunnittelun lähtökohtana on helppo ja tehokas rakennettavuus, mutta tulevaisuudessa suunnittelijan tulee osata entistä enemmän arvioida, miten rakennukset voidaan järkevästi korjata tai purkaa osiin niitä rikkomatta ja miten osien jäljellä oleva elinikä uusissa käyttökohteissa voidaan hyödyntää. Raportissa kuvataan uudelleenkäyttöön ja kierrätykseen vaikuttavia tekijöitä ja niiden merkitystä. Pääasiassa keskitytään rakennuksen kantaviin rakenteisiin, sillä ne ovat yleensä massiivisia ja niihin sitoutunut energiamäärä on suuri. Koska nämä rakenteet ovat yleensä myös pitkäikäisiä, niiden uudelleenkäyttö on tehokas tapa edistää ekotehokkuutta ja vähentää jätteen syntymistä. Raportissa esitetään myös kehittämistarpeita purettavuuteen ja korjattavuuteen liittyvän suunnittelun parantamiseksi. Näistä tärkeimpiä lienevät uudelleenkäytön ja kierrätyksen saaminen osaksi arkkitehti- ja rakennesuunnittelua, uudelleenkäyttöä tukevan ohjeistuksen ja lainsäädännön kehittämien sekä liiketaloudellisten ja ekologisten hyötyjen osoittaminen esimerkkikohteiden avulla.											
Luottamuksellisuus	Julkinen										
Espoo 5.2.2014 <table border="0"> <tr> <td>Laatija</td> <td>Tarkastaja</td> <td>Hyväksyjä</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Asko Talja Erikoistutkija</td> <td>Margareta Wahlström Erikoistutkija</td> <td>Eila Lehmus Tutkimusalueen päällikkö</td> </tr> </table>			Laatija	Tarkastaja	Hyväksyjä				Asko Talja Erikoistutkija	Margareta Wahlström Erikoistutkija	Eila Lehmus Tutkimusalueen päällikkö
Laatija	Tarkastaja	Hyväksyjä									
											
Asko Talja Erikoistutkija	Margareta Wahlström Erikoistutkija	Eila Lehmus Tutkimusalueen päällikkö									
VTT:n yhteystiedot PL 1000, 02044 VTT, puh. 020 722 111, info@vtt.fi											
Jakelu Verkkojulkaisu VTT, Arkisto											
VTT:n nimen käyttäminen mainonnassa tai tämän raportin osittainen julkaiseminen on sallittu vain VTT:ltä saadun kirjallisen luvan perusteella.											

Alkusanat

Rakentamisessa kulutetaan paljon luonnonvaroja ja tuotetaan merkittävä määrä haitallisia päästöjä. Rakennusmateriaalien valmistukseen kuluu sekä uusiutuvia että uusiutumattomia raaka-aineita sekä energiaa. Samalla syntyy haitallisia päästöjä. Rakennusmateriaalien tuotanto ja itse rakentaminen ovatkin käyttövaiheen energiankulutuksen ohella merkittävän rakennuskantaan liittyvä ympäristökuormien aiheuttaja (<http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Rakentaminen/>).

Käytännön rakentamisessa materiaalitehokkuus tarkoittaa pitkäikäisiä ja tarpeen mukaan muunneltavia ratkaisuja, joissa rakenteet ja materiaalit ovat helposti purettavia, lajiteltavia ja kierrätettäviä. Lisäksi rakennusmateriaalien ja -tuotteiden valmistusprosessissa luonnonvarojen käyttö optimoidaan ja suositetaan kierrätysmateriaaleja. Materiaalitehokas toiminta siis vähentää syntyvän rakennus- ja purkujätteen määrää sekä lisää niiden kierrätystä.

Eräs tapa parantaa materiaalitehokkuutta on lisätä purkuosien ja -materiaalien kierrätystä. Tätä voidaan parantaa oikealla suunnittelulla. Hyvillä suunnitteluratkaisuilla voidaan edistää rakennus- ja purkujätteen kulkeutumista uudelleenkäyttöön. Nykyisin suunnittelun lähtökohdana on helppo ja tehokas rakennettavuus, mutta tulevaisuudessa suunnittelijan tulee osata entistä enemmän arvioida, miten rakennukset voidaan järkevästi korjata tai purkaa osiin niitä rikkomatta ja miten osien jäljellä oleva elinikä uusissa käyttökohteissa voidaan hyödyntää.

Raportti liittyy projektiin ”Rakennuselementtien uudelleenkäyttö”, joka on yksi ympäristöministeriön vihreän talouden hankkeista. Projektin tarkoituksena on rakennus- ja purkujätteen määrän vähentäminen edistämällä rakennusosien uudelleenkäyttöä. Projekti liittyy läheisesti kansalliseen rakentamisen materiaalitehokkuuden edistämishjelmaan ja kansalliseen materiaalitehokkuusohjelmaan ”Kestävää kasvua materiaalitehokkuudella”. Projektia ovat rahoittaneet ympäristöministeriön lisäksi FWR, Ekokem, VTT ja TTY. Projektia on ohjannut sen johtoryhmä, johon ovat kuuluneet seuraavat henkilöt:

Else Peuranen, ympäristöministeriö
Jaakko Lehto, Finnish Wood Research Oy (FWR)
Toni Andersson, Ekokem Oy Ab
Ari Hynynen, Tampereen Teknillinen yliopisto (TTY)
Henna Luukkonen, Suomen Kuntaliitto
Laura Majoinen, NCC Rakennus Oy
Eila Lehmus, VTT

Lisäksi projektista on järjestetty seminaareja, joihin johtoryhmän lisäksi ovat osallistuneet mm. Betoniteollisuus ry, Kuusakoski Oy, Finnish Forest Industries, Ruukki Construction Oy Kotkan kaupunki, Forssan seudun kehittämiskeskus, Ekokumppanit Oy, Kouvola Innovation Oy ja Umacon Oy.

Projektin yhteyshenkilönä VTT:n puolesta on toiminut Petr Hradil ja Tampereen teknillisen yliopiston puolesta Satu Huuhka.

Kiitän tutkimuksen rahoittajia, johtoryhmän jäseniä ja seminaareihin osallistuneita aktiivisesta yhteistyöstä.

Espoo 5.2.2014

Asko Talja

Sisällysluettelo

Alkusanat	2
1. Johdanto.....	4
1.1 Taustaa	4
1.2 Kierrätykseen liittyvää sanastoa.....	4
1.3 Suunnittelu uudelleenkäyttöä ja kierrätystä varten	5
1.4 Materiaalitehokkuus, ekotehokkuus ja resurssitehokkuus	5
1.5 Rakennuselementtien kierrätyksen nykytilanne	6
2. Suunnittelu uudelleenkäyttöä ja kierrätystä varten	7
2.1 Purettavuus osana elinkaaren hallintaa	7
2.2 Purettavuuden suunnittelun pääperiaatteet.....	8
2.3 Eri osapuolten mahdollisuudet vaikuttaa purettavuuteen	9
2.4 Ennakoiva purkusuunnittelu	10
3. Purettavuudella saavutettavat edut	12
3.1 Purettavuuden yleiset edut	12
3.2 Rakennukseen sitoutunut energia.....	12
3.3 Ympäristölaadun luokittelu	15
3.4 Jättemäärän väheneminen	16
3.5 Taloudelliset vaikutukset.....	18
4. Uudelleenkäytön haasteita.....	19
4.1 Rakentamismääräysten muuttuminen.....	19
4.2 Rakentamistapojen vaikutus	19
4.3 Vaatimustenmukaisuuden osoittaminen.....	20
5. Tavoitteita purettavuuteen liittyvän suunnittelun parantamiseksi	21
5.1 Yleiset materiaalitehokkuuden edistämisen tavoitteet	21
5.1.1 Kansallinen materiaalitehokkuusohjelma	21
5.1.2 Rakentamisen materiaalitehokkuuden ohjelma	22
5.2 Uudelleenkäytön ja kierrätyksen kannalta tärkeitä aiheita	23
5.2.1 Materiaalitehokkuus osaksi elinkaarisuunnittelua	23
5.2.2 Purkusuunnittelu osaksi arkkitehti- ja rakennesuunnittelua	23
5.2.3 Uudelleenkäyttöä tukeva ohjeistus ja lainsäädäntö	24
5.2.4 Tuki liiketoiminnan kehittämiseksi	24
Lähdeviitteet.....	25

1. Johdanto

1.1 Taustaa

Tämän raportin päätätarkoituksena on auttaa arkkitehti- ja rakennesuunnittelijoita ymmärtämään, mitä uuden rakennuksen suunnittelulla uudelleenkäyttöä varten tarkoitetaan ja erityisesti miten oikealla suunnittelulla voidaan edistää rakennus- ja purkujätteen kulkeutumista uudelleenkäyttöön. Pääasiassa keskitytään rakennuksen kantaviin rakenteisiin, sillä ne ovat yleensä massiivisia, jolloin niihin sitoutunut energiamäärä on suuri. Koska ne ovat yleensä myös pitkäikäisiä, niiden uudelleenkäyttö edistää parhaiten ekotehokkuutta ja vähentää jätteen syntymistä. Nykyisin suunnittelun lähtökohtana on helppo ja tehokas rakennettavuus, mutta tulevaisuudessa suunnittelijan tulee lisäksi entistä enemmän osata arvioida, miten rakennukset voidaan järkevästi purkaa osiin niitä rikkomatta ja hyödyntää osien jäljellä oleva elinikä uusissa käyttökohteissa.

Raportti liittyy ympäristöministeriön vihreän talouden hankkeeseen ”ReUSE – rakennuselementtien uudelleenkäyttö”. Vihreän talouden hankkeilla tähdätään luonnonvarojen kestävään käyttöön ja niillä tähdätään mm. kierrätyksen ja uusiomateriaalien käytön edistämiseen. Osa näistä hankkeista, kuten ReUSE, tukevat myös ympäristöministeriön rakentamisen materiaa-
litehokkuuden edistämishjelmaa (YM 2013).

ReUSE-hankkeen tavoitteena on rakennus- ja purkujätteen määrän vähentäminen edistämällä rakennusosien uudelleenkäyttöä. Silloin kantavien rakennusosien (seinä- ja lattiaelementit, palkit, pilarit, ristikot jne.) tarpeettoman murskaamisen, rouhimisen, sulattamisen ym. sijaan rakennusosia käytetään uudelleen, joko samassa käyttötarkoituksessa tai alemman laatutason kohteessa (varastot, autosuojat, meluseinät tms.). Uudelleenkäytössä elementit ovat jo kuluttaneet niiden tuottamiseen tarvittavan energian, joten luonnonvarojen säästymisen lisäksi uudelleenkäytöllä säästetään myös se energia, joka tarvittaisiin vastaavan uuden tuotteen ja sen materiaalin valmistukseen.

1.2 Kierrätykseen liittyvää sanastoa

EU:n jätestrategiassa (EU 2008) jätettä (waste) on mikä tahansa aine tai esine, jonka haltija poistaa käytöstä, aikoo poistaa käytöstä tai on velvollinen poistamaan käytöstä (kuva 1). Ehkäiseminen (prevention) käsittää toimenpiteet, jotka toteutetaan ennen kuin aineesta, materiaalista tai tuotteesta tulee jätettä. Uudelleenkäytöllä (re-use) tarkoitetaan tointa, jonka avulla tuotteet tai osat, jotka eivät ole jätettä, voidaan käyttää uudelleen samassa tarkoituksessa, jota varten ne on suunniteltu. Valmistelulla uudelleenkäyttöön (preparing for re-use) tarkoitetaan tarkistamis-, puhdistamis- tai korjaamistarkoituksessa toteutettavia hyödyntämistoimia, joiden avulla tuotteet tai tuotteiden osat valmistellaan siten, että niitä voidaan käyttää uudelleen ilman mitään muuta esikäsittelyä. Kierrätystä (recycling) ovat hyödyntämistoimet, joilla jätemateriaalit käsitellään uudelleen tuotteiksi, materiaaleiksi tai aineiksi, joko alkuperäiseen tarkoitukseen tai muihin tarkoituksiin. Jätteen muulla hyödyntämisellä (other recovery) tarkoitetaan tointa, jonka pääasiallisena tuloksena jätettä voidaan käyttää hyödylliseen tarkoitukseen joko tuotantolaitoksessa tai yleensä taloudessa korvaamalla muita materiaaleja, joita olisi muutoin käytetty erityiseen tarkoitukseen, tai jätteen valmistelemista tällaista tarkoitusta varten. Loppusijoitus (disposal) on toiminto, jossa hylättävät jätelajit pysyvästi sijoitetaan kaatopaikkaan. Myös jätteenpoltto ilman hyödyntämistä energiana luetaan loppusijoitukseksi.



Kuva 1. EU:n jätestrategiassa määritelty jätehuollon tavoitteiden tärkeysjärjestys (<http://www.eea.europa.eu/fi/themes/waste/intro>).

Usein kierrätyksen yhteydessä käytettyjä termejä ovat myös upcycling ja downcycling. Upcycling on kyseessä, kun käytöstä poistetut tuotteet tai materiaali käytetään uudelleen kohteissa, joilla on korkeampi arvo tai jotka ovat ympäristöarvoltaan entistä parempia. Perusperiaatteena on, että vanhaa tuotetta käyttämällä vältetään tuhlaamasta uutta materiaalia heikentämättä vanhan materiaalin laatua. Tämän vastakohta on downcycling, jolloin tuote tai materiaali uusiokäytetään alempiarvoisissa kohteissa tavalla, joka kuluttaa energiaa (downcycling). Molemmista tapauksista säästetään energiaa, päästöjä ja luonnonvaroja, mutta saavutettu hyöty on uudelleenikäytössä suurempi kuin uusiokäytössä.

1.3 Suunnittelu uudelleenkäyttöä ja kierrätystä varten

Rakennuksen suunnittelulla uudelleenkäyttöä ja kierrätystä varten (design for deconstruction, design for re-use) tarkoitetaan tässä rakennuksen suunnittelua osiin purettavaksi siten, että materiaalit ovat selkeästi erillään ja helposti toisistaan irrotettavissa. Purettavuuden suunnittelulla tähdätään erityisesti tulevaisuuteen. Purettavuus tulee ottaa huomioon jo suunnittelun alkuvaiheessa ja sen tulisi olla osa rakennusten ja rakenteiden elinkaaren hallintaa koskevaa suunnittelua (RIL 2013). Hyvällä suunnittelulla parannetaan korjaus- ja purkumateriaalien kierrätystä, erityisesti tulevaisuuden tarpeita huomioiden, sillä on arvioitu, että 30 vuoden kuluttua puolet rakennuksista on rakennettu tällä vuosituhanella (Guy & al. 2007).

Kierrätyksessä ensisijainen tavoite on purkuosien uudelleenkäyttö ja toissijaisesti materiaalin uusiokäyttö. Purkuosien uudelleenkäyttö on ensisijaisesti rakennusosien ja tuotteiden käyttöä samassa ja toissijaisesti jossain muussa kuin alkuperäisessä kohteessa tai tarkoituksessa. Materiaalin uusiokäyttö on rakentamisen hukka- tai purkumateriaalin kierrätystä takaisin tuotannon raaka-aineeksi (RIL 213).

1.4 Materiaalitehokkuus, ekotehokkuus ja resurssitehokkuus

Materiaalitehokkuudella tarkoitetaan yleensä luonnonvarojen säästeliästä käyttöä toimijan tasolla, tehokasta sivuvirtojen hallintaa, jätteen määrän vähentämistä ja materiaalin kierrätystä elinkaaren eri vaiheissa. Tavoitteena on myös vähentää haitallisia ympäristövaikutuksia tuotteen koko elinkaaren aikana. Materiaalitehokkuus näkyy arvoketjun eri vaiheissa, raaka-aineiden tuotannossa, jalostuksessa, kaupassa ja kulutuksessa sekä tuotteiden kestävyysnä uudelleenkäytön, kierrätyksen ja jätteiden hyödyntämisen mahdollisuutena (TEM 2013). Materiaalitehokkuudella ehkäistään materiaalihävikkiä ja vähennetään syntyvän jätteen määrää. Materiaalitehokkuus on osa resurssitehokkuutta, joka taas on osa ekotehokkuutta (YM 2013).

Resurssitehokkuus tarkoittaa maapallon rajallisten resurssien käyttämistä kestäväällä tavalla minimoiden ympäristövaikutukset. Se antaa mahdollisuuden luoda enemmän vähemmällä ja tuottaa enemmän lisäarvoa pienemmällä panoksella (http://ec.europa.eu/environment/resource_efficiency/). EU:n vuonna 2011 julkaiseman tiekartan mukaan resurssitehokkuuden lisääminen merkitsee tuotannossa käytettävän materiaalin määrän vähentämistä, jätteen määrän minimointia, luonnonvarakannan kestävää hallintaa, kulutustottumuksien muutoksia, tuotantoprosessien optimointia, liiketoimintamallin kehittämistä ja logistiikan parantamista (TEM 2013).

Ekotehokkuus on yhdistelmä sanoista ekologinen ja tehokkuus. Ekotehokkuudella tarkoitetaan suhdelukua, jossa verrataan tuotteen tai palvelun tuottamiseksi ja kuluttamiseksi tarvittavia luonnonvaroja (materiaaleja ja energiaa) sekä aikaansaatuja (haitallisia) päästöjä ja jätteitä saatavaan hyötyyn eli tuote- tai palveluyksikköön. Ekotehokkuus on siis vertailua, jossa toisessa vaakakupissa on tavoiteltavia hyötyjä (tarpeita tyydyttäviä tuotteita ja palveluita, hyvinvointia) ja toisessa aiheutettuja haittoja (luonnonvarojen kulutusta, päästöjä ja jätteitä) (Lahti & al 2008). Ekotehokkuus tarkoittaa siis sitä, että tehdään enemmän tavaroita ja palveluja samalla kun tuotetaan vähemmän päästöjä ja saasteita. Ekotehokas tuotanto on näin ympäristöä vähemmän kuluttavaa tuotantoa (Ecomanufacturing 2012).

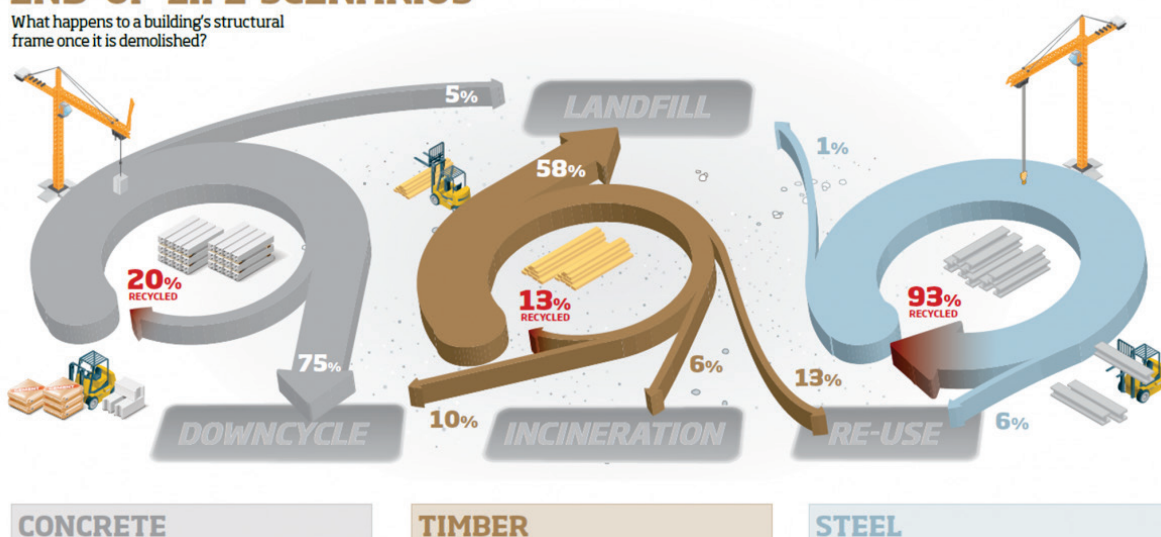
Rakentamistoimen materiaalikiertojen edistäminen niin, että mahdollisimman suuri osa rakennus- ja purkujätteestä kulkeutuu uusi- tai uudelleenkäyttöön, on rakennusalan materiaalitehokkuuden kannalta oleellinen tekijä. Materiaalitehokkuuden parantamisella pyritään raaka-aineiden ja energian säästämiseen, mikä taas vähentää päästöjen ja kaatopaikkajätteen määrää. Voidaan olettaa, että uudelleen- ja uusiokäyttö tulee tehostumaan taloudellisista syistä sekä yhteiskunnan tiukentuvien vaatimusten vuoksi (RIL 2013).

1.5 Rakennuselementtien kierrätyksen nykytilanne

Kuvan 2 Englannin esimerkki kierrätyksen tilasta havainnollistaa rakennuksen eri runkomateriaalin kiertokulkua. Englannissa rakennusten betonirungosta suurin osa (75 %) murskataan ja käytetään maarankentämisessä. Osa menee myös uusiokäyttöön, mutta uudelleenkäyttöä ei käytännössä ole. Puurungon osia ei mene uudelleenkäyttöön, vaan suurin osa rungosta (58 %) menee sekajätteeksi, muu osa poltetaan tai menee kierrätykseen. Teräsrungosta suurin osa menee uusiokäyttöön (93 %) ja pieni osa (6 %) jopa uudelleenkäyttöön. Jätettä ei teräsrungosta juurikaan synny.

END-OF-LIFE SCENARIOS

What happens to a building's structural frame once it is demolished?



Kuva 2. Esimerkki purettavan betoni-, teräs- ja puurunkoisen rakennuksen rungon materiaalin hyödyntämisestä (http://www.steelconstruction.info/Recycling_and_reuse).

Suomessa syntyvästä talonrakentamisen koko rakennusjättemäärästä suurimman jättejakeen muodostavat puupohjaiset jätteet (41 %), sen jälkeen mineraali- ja kiviätteet (33 %) ja metallijätteet (14 %). Kansainvälisessä vertailussa puujätteiden osuus on Suomessa merkittävästi suurempi kuin Keski- ja Etelä-Euroopassa, jossa se on 5 %:n luokkaa. Jätteestä tulee 57 % korjaustyömailta, 27 % kokonaisten rakennusten purkamisesta ja 16 % uudisrakentamisesta (YM 2013).

Suomessa rakennus- ja purkujätteen kierrätysaste on arvioitu olevan 26 % (ilman hyödyntämistä energiana), kun muualla EU:ssa se on keskimäärin 47 %. Syynä eroon on puujätteen suuri osuus Suomessa. Kansainvälisessä kierrätysvertailussa Suomi jää kauaksi rakennusjätekierrätyksen kärkimaista kuten Hollannista ja Tanskasta, joissa molemmissa on saavutettu yli 90 %:n kierrätysaste. On kuitenkin huomattava, että eurooppalaiset tilastot kierrätyksen osalta eivät ole kovin luotettavia erilaisten kansallisten mittaus- ja tilastointikäytäntöjen takia, joten myös maiden keskinäinen vertailu on vaikeaa (YM 2013).

Euroopan unionin jätedirektiivi (2008) velvoittaa jäsenvaltiot tehostamaan jätteen kierrätystä. Rakennusjätteen osalla EU:n tavoitteena on saavuttaa vuoteen 2020 mennessä 70 % kierrätysaste. Jätedirektiivin täytäntöön panemiseksi Suomessa annettiin 2011 uusi jätelaki. Jätelaki ja sen pohjalta annetut asetukset sisältävät merkittäviä tiukennuksia myös rakennusjätteen lajitteluun ja kierrätykseen (YM 2013)

2. Suunnittelu uudelleenkäyttöä ja kierrätystä varten

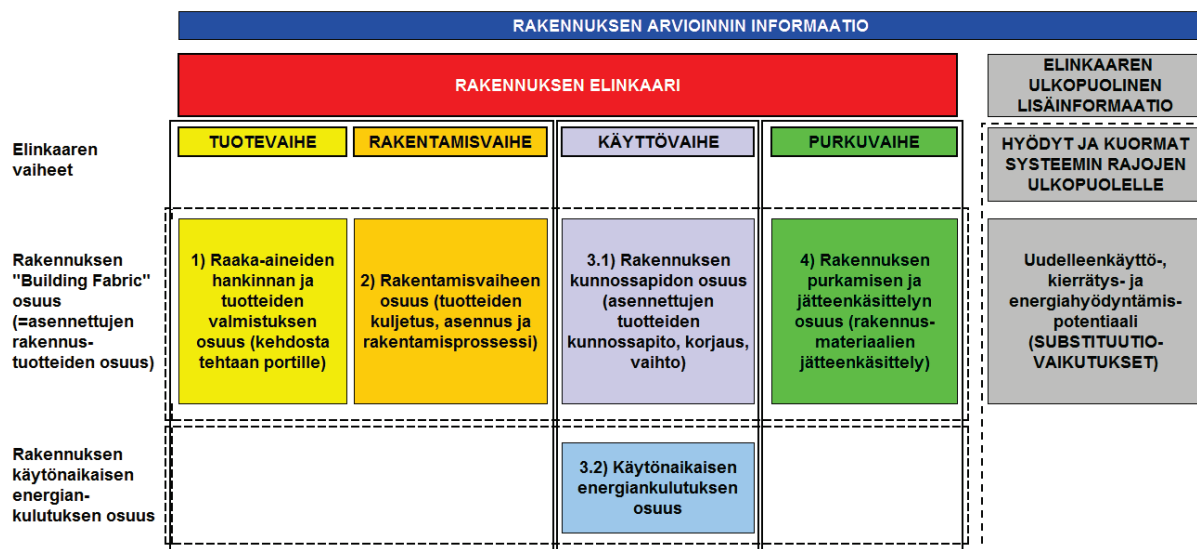
2.1 Purettavuus osana elinkaaren hallintaa

Rakenteiden korjaamiseen, kierrätykseen ja uudelleenkäyttöön liittyvä suunnittelu on osa arkkitehti- ja rakennesuunnittelijan työhön liittyvää elinkaarisuunnittelua (kuva 3), joka jää nykyisin usein tekemättä. Suunnittelun ei tulisi rajoittua pelkästään rakentamisaikaisiin hyötyihin, vaan siinä on otettava huomioon tuotteiden koko elinkaari aina purkamisesta aiheutuviin jätteisiin asti. Merkittävin osa käyttöikäsuunnittelusta tapahtuu jo hankemäärittely- ja yleissuunnitteluvaiheessa.



Kuva 3. Korjaus ja purettavuus ovat oleellinen osa suunnittelua (<http://www.phlorum.com/>).

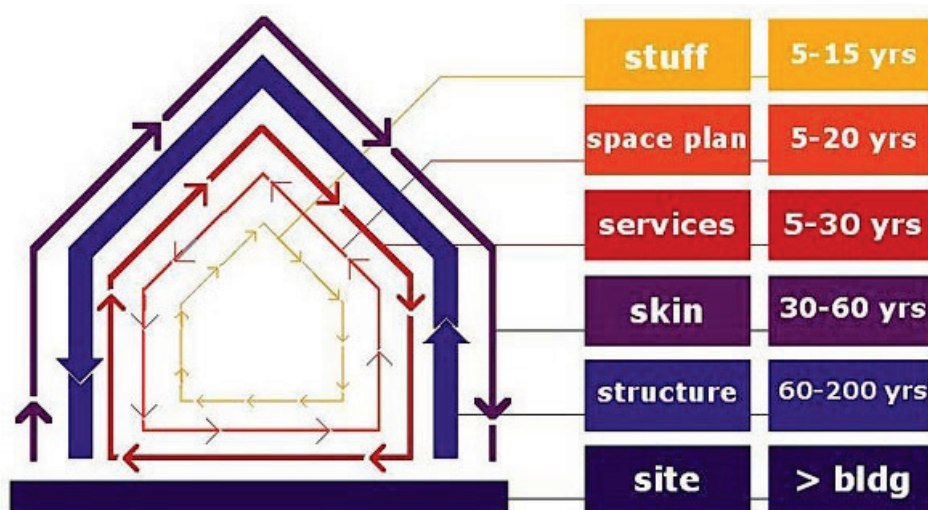
Rakennusosien uudelleenkäyttö tai kierrätys tulee ajankohtaiseksi siinä vaiheessa kun joko rakenneosien, laitteiden tai rakennuksen käyttöikä on saavutettu tai tontin käytön kehittämisen tulee ajankohtaiseksi (kuva 4). Mitä enemmän purettavuuteen kiinnitetään suunnitteluvaiheessa huomiota, sitä paremmat ovat hyvästä suunnittelusta tulevaisuudessa saatavat hyödyt. Yleensä rakennuksissa joudutaan aina rakenteita ja taloteknisiä laitteita korjaamaan tai vaihtamaan, jolloin työn helppous on tärkeää. Erityisesti jos rakennuksen käyttöikä on lyhyt käytettyjen osien elinikään nähden, elinkaarisuunnittelussa tulee kiinnittää huomiota runkorakenteiden purettavuuteen, siirrettävyyteen ja osien uudelleenkäytön mahdollisuuksiin.



Kuva 4. Standardisoitu rakennuksen elinkaari teknisen toimikunnan CEN/TC350:n mukaan (Ilomäki, 2012).

2.2 Purettavuuden suunnittelun pääperiaatteet

Rakennusten suunnittelua uudelleenkäyttöä ja kierrätystä varten on käsitelty mm. ohjeessa RIL 216 (2013) osana rakennukseen elinkaaren hallintaa. Purettavuuden pääperiaate on, että eri käyttöikää tai kierrätettävyyksikäsittelyä omaavat rakenneosat ovat selkeästi erillään (kuva 5). Esimerkiksi kantavan rungon, pintarakenteiden sekä installaatioiden tulee olla selkeästi erillisiä rakenteita, jolloin jokainen kokonaisuus on purettavissa erillisenä. Tämä nopeuttaa osien vaihtoa ja helpottaa rakennusosien uudelleenkäyttöä ja materiaalien erottelua uusiokäyttöön. Mitä lyhyempi on osan käyttöikä, sitä helpommin sen tulee olla vaihdettavissa. Koska rungon tai sen osien käyttöikä on yleensä moninkertainen koko rakennuksen käyttöikään nähden, tulisi myös rungon liitokset suunnitella osien uudelleenkäyttöä ajatellen.



Kuva 5. Rakennuksen suunnitteluun vaikuttavat osatekijät käyttöiän perusteella ryhmiteltynä (<http://www.locatearchitects.co.uk/seda-lg.htm>).

Tilojen tulee olla joustavasti muunneltavia. Rakennukset ja huoneet tulisi suunnitella siten, että käyttötarkoituksen muutokset mahdollistavat esimerkiksi huoneistojen jakamisen tai yhdistelemisen. Yleensä pitkät jännevälit mahdollistavat tilojen helpon muunneltavuuden eri käyttötarkoituksiin ja pienentävät rakenneosien määrää. Huoneistojen väliset kantavat seinät voidaan taas suunnitella siten, että niihin on mahdollista tehdä myöhemmin aukkoja (esim.

tarvittava lisäraudoitus valmiina). Kun käytetään moduulimittajärjestelmää, niin standardimitaisten osien ja materiaalien käyttö on mahdollista. Muunneltavuudessa tulee ottaa huomioon, että rakenteet sallivat myös talotekniikkaan, kuten sähkö- ja LVI-järjestelmiin tarvittavien muutosten tekemisen. Uusittavien ja korjattavien talotekniikkajärjestelmien tulee olla helposti luoksepäästäviä (esim. asennuslattioiden käyttö, asennusputket). Rakenteiden sisään kiinteästi asennettuja putkistot vaikeuttavat niiden korjaamista ja materiaalien erottelua purkamisen yhteydessä.

Rakennuksen runko muodostaa merkittävän osan koko rakennuksen massasta. Siksi osien suunnittelulla uudelleenkäyttöä ja kierrätystä varten voidaan pienentää merkittävästi runkomateriaalista aiheutuvia ympäristövaikutuksia. Rungon tulisi toimia itsekantavana ilman siihen liittyvien rakennusosien vaikutusta, mikä helpottaa liittyvien rakennusosien uusimista ja myös koko rakennuksen purkamista. Rungon osat ovat yleensä massiivisia ja hyvin suojattuja. Siksi monissa tapauksissa osat on niin haluttaessa mahdollista käyttää uudelleen ja jopa useampaan kertaan. Osien uudelleenkäyttö edellyttää kuitenkin, että rakenne on suunniteltu niin, että osat ovat helposti ehjänä purettavissa.

Yleensä rakenneosien suunnittelussa tulee pyrkiä pitkäikäisiin ja helposti huollettaviin rakenteisiin ja rakenneosiin. Usein uusimista vaativissa kohdissa kuten ulko- ja sisäverhouksen materiaaleissa ja pinnoitteissa kannattaa suosia helposti irrotettavia ja kierrätettäviä materiaaleja. Suunnittelussa pyritään yhtä aineista oleviin, modulaarisiin, standardikokoisiin ja yksinkertaisiin osiin. Niissä käytettyjen pinnoitteiden tulisi olla helposti poistettavissa tai korjattavissa. Erilaisten materiaali- ja rakenneosatyyppeiden lukumäärä tulee pitää mahdollisimman pienenä. Jos käytetään erilaisia liitorakenteisia komponentteja tai moduuleita, niin niiden mahdollinen uudelleenkäyttö tai materiaalin erottelu purkamisessa tulee arvioida huolellisesti. Osien koossa tulee ottaa huomioon osien siirto ihmisvoimien. Painavissa osissa tulisi nostolenkit suunnitella siten, että ne voidaan jättää elementteihin purkua ja uudelleenkäyttöä varten. Tuotteet tulee merkitä hyvin pysyvällä merkinnällä ja tekniset tiedot käytetyistä materiaaleista ja standardeista tulee dokumentoida hyvin.

Purettavuuden kannalta erityisen tärkeitä ovat liitokset. Liitosten tulisi olla helposti löydettävissä ja osien irrottamisen tulisi olla mahdollista materiaalia rikkomatta. Erilaisten liitostyyppien määrä ja liitoksessa käytettyjen liittimien määrä tulisi minimoida. Erityisesti pintojen verhoiluissa tulisi käyttää mekaanisia kiinnikkeitä tiivistysmassojen ja liimojen sijaan. Hyvä purettavuus on usein yhteydessä helppoon kokoamiseen.

Kaikkien materiaalien valinnassa tulee pyrkiä helposti kierrätettäviin, pitkäikäisiin ja työntekijöille turvallisiin materiaaleihin. Rakennustuotteita ja materiaaleja, jotka ovat elinkaarensa lopussa tai jotka tuottavat kaatopaikkajätteitä tai erityisesti vaarallisia jätteitä, tulee välttää. Tulee muistaa, että myös haitta-aineita sisältävät pinnoitteet saattavat estää kierrätyksen. Materiaalien valinnassa noudatetaan ennalta varautumisen periaatetta; jos riittävää näyttöä materiaalin turvallisuudesta ei ole, sitä ei tule käyttää.

Rakennusmateriaalin käyttö tietyssä kohteessa päättyy rakennuksen purkamiseen. Materiaalin myöhempää hyödyntämistä varten purku- ja uudelleenkäyttötoimenpiteistä tulee laatia kirjallinen selostus, joka liitetään esimerkiksi rakennuksen huoltokirjaan. Ilman etukäteissuunnittelua materiaalien kierrättäminen on vaikeaa ja materiaali päättyy helposti jätteeksi. Selostuksen tulee sisältää purkamisen turvallisuusnäkökohtien lisäksi myös rakennepiirustukset sekä materiaali- ja kuormitustiedot niitä kokevine standardeineen. Nämä tiedot edesauttavat purettavien rakenneosien uudelleenkäyttöä uusissa kohteissa. Uudet RFID-tekniikkaan pohjautuvat sähköiset merkintätavat tarjoavat lisämahdollisuuksia tuotetietojen merkitsemiseksi.

2.3 Eri osapuolten mahdollisuudet vaikuttaa purettavuuteen

Rakennushankkeessa on aina mukana useita osapuolia (taulukko 1). Yleensä suunnittelutiimin vetäjänä on pääsuunnittelija (usein arkkitehti), joka jo hankemäärittely- ja yleissuunnitte-

luvaiheessa määrittelee yhdessä rakennuttajan ja teknisten asiantuntijoiden kanssa suunnittelun päätavoitteet. Nämä päätökset vaikuttavat tilojen ja talotekniikan muuntojoustavuuteen, käyttöikään, energiatehokkuuteen, materiaalivalintoihin, sekä rakennuksen ja laitteiden korjattavuuteen. Valitut rakenneratkaisut, tuotteet ja valitut liitostekniikat vaikuttavat erityisesti kierrätys- ja uudelleenkäyttömahdollisuuksiin. Siksi arkkitehti- ja rakennesuunnittelijoiden tulisi hallita uudelleenkäyttöön ja kierrätykseen liittyvät peruseräatteen. Rakennustuotteiden valmistajat ovat taas avainasemassa tuotejärjestelmien ja tuotteiden esivalmiusasteen nostamisessa sekä kiinnittämiseen ja liittämiseen liittyvien menetelmien kehittämisessä.

Taulukko 1. Eri osapuolten merkitys suunnittelussa uudelleenkäytön ja kierrätyksen kannalta (Pulanski & al. 2004).

Design Principles	Owners	Architects	Engineers	General Contractor/ CM	Specialty Subcontractors	Fabricators/ Manufacturers	Suppliers
1 Design for prefabrication, preassembly and modular construction		High	High	Medium	High	High	
2 Simplify and standardize connection details		Medium	High	Medium	High	High	Medium
3 Simplify and separate building systems		High	High	Medium	Medium		
4 Consider worker safety during deconstruction & construction		Medium	Medium	High	High	Medium	Medium
5 Minimize building components and materials		High	Medium	Medium	Medium	Medium	Medium
6 Select fittings, fasteners, adhesives and sealants that allow for quicker disassembly and facilitate the removal of reusable materials		Medium	High	Medium	High	High	High
7 Design to accommodate deconstruction logistics		High	High	Medium	Medium		
8 Reduce building complexity	Medium	High	Medium	Medium	Medium		
9 Design to reusable materials	Medium	High	Medium	Medium	Medium	Medium	Medium
10 Design for flexibility and adaptability	High	High	Medium				

High relevance
 Medium relevance

2.4 Ennakoiva purkusuunnittelu

Parhaiten syntyvien jätteiden määriin tulevaisuudessa voidaan vaikuttaa määrittelemällä purkusuunnitelman tekeminen osaksi hankkeen muuta suunnittelua. Rakenteiden purkua ja purkumateriaalien hyödyntämistä on kuvattu hyvin RIL:n ohjeessa (2013). Ohjeet sopivat hyvin myös uudisrakennuksesta laadittavan purkusuunnitelman pohjaksi. Kierrätys- ja purkumenetelmien valintapäätökset tulisi tehdä tunnettuihin ja tutkittuihin menetelmiin perustuen. Purkuelostuksessa tulisi esittää alustava selvitys uusio-, uudelleen- ja energiakäyttöön kelpaavasta materiaalista, jota tarvitaan myöhemmin rakennuksen purkuvaiheessa (taulukko 2).

Kun uudiskohteen purkusuunnitelman tekemiseen osallistuvat sekä arkkitehtisuunnittelija että rakennesuunnittelija, he voivat kehittää esim. tilankäyttöä ja liitostekniikoita siten, että ne tukevat nykyistä paremmin materiaalinkierrätystä ja osien uudelleenkäyttöä. Paras rakennuksen kierrätystapa on käyttää koko rakennus tai ainakin runko uudelleen, mutta myös siinä tapauksessa yksityiskohtien suunnittelulla on suuri merkitys.

Taulukko 2. Purkutyön päävaiheet (RIL 2013).

Vaihe	Toimenpiteet
1. Materiaalimäärät	- Alustava selvitys uusio-, uudelleen- ja energiakäyttöön kelpaavista osista ja materiaalista - Hyötykäyttövaihtoehtojen ja -kohteiden etsiminen - Selvitykset vaarallisista jätteistä, esim. asbestikartoitus - Suurissa kohteissa arviointi on aloitettava viimeistään 6 kk ennen aiottua purkuaikaa
2. Lupa-asiat	Tarvittavien viranomaislupien hakeminen ja ilmoitusten tekeminen
3. Sopimukset	- Neuvottelut ja sopimukset hyötykäyttökumppanien kanssa - Määrä, laatu, aikataulu, hinta ja sopimusosapuolten velvollisuudet
4. Purkutyö	- Lajitteleva purkutyö materiaalien hyödyntämistavan vaatimusten mukaisesti - Toimitukset uudelleen, uusio-, tai energiahyötykäyttöön, välivarastoon, kaatopaikalle tai ongelmajätelaitokselle - Kirjanpito eri toimitusten sisällöstä - Hyötykäyttöön toimitettavan materiaalin laadunvalvonta
5. Päättäminen	Tarvittaessa loppukatselmus sopimuskumppanien kanssa

Uusien rakennusten kierrätystä ja uudelleenkäyttöä suunnitellessa tärkeintä on arvioida käytetyt materiaalmäärät ja purkumenetelmät. Nämä asiat esitetään nykyisin vasta purkumateriaalien käyttö- ja sijoitussuunnitelmassa sekä purkutyöselityksessä (taulukko 3). Näiden lisäksi itse työmaata koskevia suunnitelmia ovat purkutyösuunnitelma ja työnopastussuunnitelma, jotka tarvitaan vasta purkutyön tullessa ajankohtaiseksi. Purkusuunnittelussa tulee ottaa huomioon myös jätteisiin liittyvissä laeissa ja asetuksissa esitetyt velvoitteet, joita on käsitelty myöhemmin tämän raportin kohdassa 3.4.

Taulukko 3. Materiaalien käsittely- ja sijoitussuunnitelman sekä purkutyöselityksen sisällöt (RIL 2013).

Materiaalien käyttö- ja sijoitussuunnitelma	Purkutyöselitys
- materiaalimäärät - materiaalien käsittelytavat - uudelleenkäytettävät rakennusosat - uusiokäyttöön ohjattavat materiaalit - energiakäyttöön ohjattavat materiaalit - kaatopaikalle sijoitettavat materiaalit - vaaralliset jätteet ja niiden jatkokäsittely - materiaalien laadunvalvonta - materiaalien kuljetusvaatimukset - materiaalien sijoitusvaatimukset	- tiedot kohteesta - lajittelevan purkutekniikan perusteet - käytettävät työmenetelmät ja laitteet - purkujätteen väliaikainen varastointi - työn johtaminen - työturvallisuusvaatimukset - aikataulu - työn päättäminen

Materiaalien käyttö- ja sijoitus suunnitelmassa esitetään mitkä hyötykäyttöön kelpaavat rakennusosat, tuotteet ja materiaalit voidaan toimittaa joko niitä vastaanottaviin yrityksiin tai rakennustuotteiden kierrätyskeskuksiin. Lisäksi suunnitelmassa esitetään, mitkä materiaalit lajitellaan rakennuspaikalla ja mitkä kuljetetaan jätteiden lajitteluun erikoistuneisiin keskuksiin. Osa rakennusmateriaaleista voidaan ajatella hyödynnettävän myös suoraan rakennuspaikalla tai sen lähistöllä. Esimerkiksi kivennäisperäiset materiaalit voidaan usein käyttää työmaan täyttöihin.

3. Purettavuudella saavutettavat edut

3.1 Purettavuuden yleiset edut

Hyvällä uudelleenkäytön ja kierrätettävyyden suunnittelulla voidaan saavuttaa monia yleisiä etuja:

- Materiaalien kierrätyksellä säästetään uusiutumattomia luonnonvaroja.
- Osien uudelleenkäytöllä säästetään vastaavan uuden tuotteen valmistuksen tarvittava energia ja valmistuksesta aiheutuvat päästöt.
- Rakennuksen ja talotekniikan huollettavuus ja korjausmahdollisuudet helpottuvat ja vähentävät tulevaisuudessa syntyviä kustannuksia.
- Korjauksen ja purun yhteydessä syntyvien jätteiden määrää vähenee tulevaisuudessa.
- Tilojen muuntojoustavuus ja uudelleenkäytettävyys lisääntyvät.
- Käytettyjen tuotteiden ja laitteiden takaisinosto- ja kierrätysmahdollisuus paranee ja tulee mahdolliseksi.
- Saavutetaan paremmat pisteet ympäristölaadun luokittelujärjestelmissä, millä parantaa ekologista yrityskuvaa.
- Purkamisesta aiheutuvat kustannukset pienenevät ja ympäristöhaitat vähenevät (pöly, melu, haitalliset päästöt).
- Korjaukseen ja purkuun liittyvät taloudelliset riskit pienenevät, mihin voivat vaikuttaa mm. muuttuva lainsäädäntö, muutokset osien teknisissä vaatimuksissa ja epävarmuus jätahuollon kustannusten kehitymisestä.

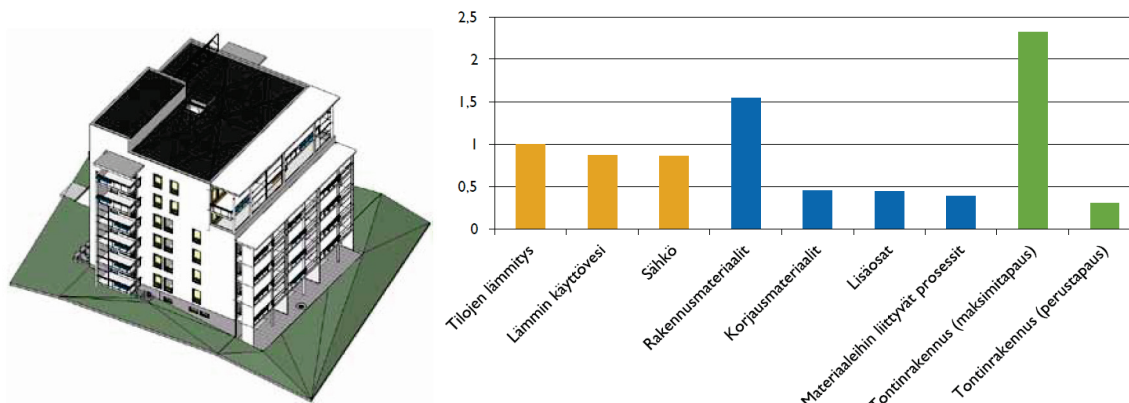
3.2 Rakennukseen sitoutunut energia

Rakennuksen energiatehokkuuden parantamisen ei pitäisi olla pelkästään käytön aikaisen energiankulutuksen minimointia. Mitä vähemmän energiaa rakennusten käyttö kuluttaa, sitä merkittävimmäksi nousevat elinkaaren muiden vaiheiden energiankulutukset. Eri rakennusmateriaalien tuotantoon sitoutuu hyvin erilaisia määriä energiaa, jotka ilmoitetaan mm. rakennustuotteiden ympäristöselosteissa. Siirryttäessä kohti passiivitaloja, rakennusmateriaaleihin sitoutunut energia alkaa näytellä erittäin merkittävää osaa. Vaikka talon purkamista ei yleensä sen rakennushetkellä ajatella, tälläkin toimella on merkityksensä elinkaaren kokonaisenergiankulutuksen kannalta. Tavoitteeksi tulisi asettaa, että talon osat voidaan käyttää uudelleen muissa rakennuksissa tai vähintään polttaa energiaksi. Jos talon osat joudutaan murskaamaan tai sulattamaan, sitoutuu kierrätysvaiheeseen paljon energiaa ja materiaaliin sidottu energia menetetään (<http://www.tts.fi/>). Taulukossa 4 on rakennusosiin sidotun energian merkitystä suhteuttamalla valmistuksesta aiheutuneet päästöt materiaalin kuljetuksesta aiheutuviin päästöihin.

Taulukko 4. Se materiaalin kuljetusmatka, joka vastaa talteenotolla saavutettava päästöjen vähennystä (Anderson & al. 2000).

Materiaali	Matka (km)
Kiviaines	240
Tiilet	400
Puu	1600
Terästuotteet	4000
Alumiinituotteet	12000

Suuri osa rakennuksen ympäristövaikutuksista tulee rakennuksen materiaaleista. Kuvan 5 esimerkkitapauksessa rakennusmateriaalien kasvihuonepäästöjen osuus on 50 vuoden elinkaaren aikana noin neljännes kaikista kasvihuonepäästöistä. Se on noin puolet siitä mitä 50 vuoden aikana käytetään yhteensä lämmitykseen, lämpimään käyttöveteen ja sähkөөn. Rakennuksen rungon (ulko- ja sisäseinät, yläpohjat ja lattiat) osuus on taas noin puolet rakennusmateriaalien kasvihuonepäästöistä.



Kuva 6. Eri tekijöistä aiheutuvien kasvihuonepäästöjen (CO₂-ekv) suhde tilojen lämmitykseen aiheutuviin päästöihin, esimerkkikohteen on Helsingissä sijaitseva 6-kerroksinen betonielementeistä valmistettu nollaenergiatalo (Ruuska & al. 2013).

Erityyppisillä rakennuskohteilla rakennuksen rungon osuus kasvihuonepäästöistä voi olla erilainen. Parhaat tulokset rakennusosien uudelleenkäytöstä on arvioitu saavutettavaksi varastorakennuksissa, suurmyymälöissä ja kouluissa (Densley Tingley 2012). Taulukossa 5 esitetyissä vertailutapauksissa tarkastelun lähtökohtana on, että rakennuksen käyttöikä on 50 vuotta (poikkeuksena on myymälän käyttöikä 20 v) ja rungon uudelleenkäytettävien osien käyttöikä on 100 vuotta (PAS 2050). Käytetyssä tarkastelussa uudelleenkäytettävien osien kasvihuonepäästöt on jaettu mahdollisten käyttökertojen määrällä. Runko käsittää tässä esimerkinomaisessa vertailussa kaikki kantavat osat mukaan lukien perustukset. Esimerkkien laskennassa on käytetty tätä tarkoitusta varten kehitettyä Sakura-ohjelmaa (http://dfd.group.shef.ac.uk/about_sakura.html).

Lähes kaikissa tapauksissa parhaat edut saavutetaan teräksisten tai liimapuisten palkkien ja pilareiden uudelleenkäytöstä. Koulun tapauksessa etuja on saavutettu myös teräspaalujen uudelleenkäytöllä. Suurimmat säästöt koko rakennukseen sidotussa päästössä on saatu teräsrunkoisella koululla (24,8 %) ja varastorakennuksella (16 %). Betonin osuus koko rakennuksen massasta on kaikissa vertailutapauksissa 78–97 %, mutta esimerkkitapauksissa betonin uudelleenkäyttö rakenneosina on vain harvoin mahdollista. Materiaalien osuuksia tarkasteltaessa on kuitenkin hyvä muistaa, että painoon suhteutetut päästöt ovat erilaiset eri materiaaleilla. Huomattava on myös, että tarkastelu koskee nykyratkaisulla toteutettuja kohteita, eikä niissä käytettyjä rakentamisratkaisuja ole suunnittelussa optimoitu uudelleenkäytön suhteen.

Taulukko 5. Vertailu rakennuksen rungon mahdollisista kasvihuonepäästöjen vähenemisestä eri käyttökohteissa silloin, kun rakenneosat käytetään uudelleen (koottu lähteestä (Densley Tingley 2012)).

Rakennuskohde	Runkorakenne	Materiaalien osuudet painosta				Päästöt yhteensä (tn CO ₂ -ekv)	Parhaat säästö-kohteet	Mahdollinen säästö yhteensä
		Betoni	Betoniteräs	Teräs	Puu			
Varastorakennus - yksikerroksinen - pinta-ala 34000 m ²	Pilarit terästä, kattopalkit terästä	96,5 %	0,7 %	2,8 %	-	4070	Teräs-pilarit ja -palkit	16,0 %
	Esivalmistetut betonipilarit, kattopalkit liimapuuta	94,7 %	0,9 %	-	4,4 %	3820	Katon liimapuupalkit	9,3 %
Koulu - yksikerroksinen - pinta-ala 9637 m ² - urheilusali 591 m ²	Pilarit, alapohja-, ja kattopalkit terästä, alapohja ja katto ontelolaatoista	88,3 %	2,0 %	9,7 %	-	2030	Teräs-pilarit ja palkit	24,8 %
	Pilarit, alapohja- ja kattolaatat betonia, kaikki paikallavalmu, katto ja liikuntasalin runko terästä	91,7 %	4,9 %	3,3 %	-	2580	Teräs-pilarit ja -palkit	9,4 %
	Teräspaalut, pilarit, alapohja-, ja kattopalkit terästä, urheilusalin pilarit ja palkit liimapuuta, alapohja- ja kattolaatat paikalla valettuja	81,6 %	3,5 %	14,6 %	0,4 %	2250	Teräs-pilarit ja -paalut	16,3 %
Suurmyymälä - 1-/2-kerroksinen - pinta-ala 9393 m ² - myymälöiden osuus 5731 m ² - käyttöikä tässä vertailussa vain 20 v	Alapohja betonilaatta, pilarit, välipohja- ja kattopalkit terästä, välipohjat liittorakenteiset	95,1 %	0,9 %	3,5 %	0,5 %	2240	Teräs-pilarit	10,0 %
	Alapohja betonilaatta, pilarit, välipohja- ja kattopalkit liimapuuta	94,8 %	1,8 %	0,3 %	3,1 %	1360	Liimapuupilarit ja -palkit	10,3 %
Stadion - 25 000 istumapaikkaa	Betonitäytteiset teräspilarit, alapohja betonia, välipohjat liittorakenteiset, kattopalkit ja -orret terästä	78 %	11 %	11 %	-	10600	Teräksiset kattopalkit ja -orret	9,8 %

3.3 Ympäristölaadun luokittelu

BREEAM (Building Research Establishment's Environmental Assessment Method) on brittiläinen vihreiden kiinteistöjen luokitusjärjestelmä. Järjestelmän on luonut ja sitä kehittää paikallinen kiinteistöalan tutkimusorganisaatio. BREEAM ohjaa rakennuksen suunnittelua, rakentamista ja käyttöä. BREEAM tarkastelee rakennuksen ympäristövaikutuksia kiinnittäen huomiota esimerkiksi johtamiseen, energian- ja vedenkulutukseen, käytettyihin materiaaleihin, maankäyttöön ja liikenteeseen. Näille tekijöille annetaan pisteytys, jonka perusteella rakennukselle voidaan myöntää BREEAM-arvosana läpäisty, hyvä, erittäin hyvä tai erinomainen. Purettavuudesta ei saa erikseen pisteitä, mutta mm. management-, material- ja waste osioissa (taulukko 6) on kohtia, jossa rakennusosien uudelleenkäyttö voidaan katsoa eduksi. Sertifioitujen rakennusten lukumäärän perusteella BREEAM on selkeästi suurin vihreiden rakennusten luokitusjärjestelmä (<http://figbc.fi/tietopankki/ymparistoluokitukset/>, RIL 2013, Densley Tingley 2012).

Taulukko 6. BREEAM arviointimenetelmän painotukset (Banani & al. 2014).

BREEAM categories	Weighting
Management	12%
Health and Wellbeing	15%
Energy	19%
Transport	8%
Water	6%
Materials	12.5%
Waste	7.5%
Land Use and Ecology	10%
Pollution	10%
Total	100%
Innovation (additional)	10%

LEED on yhdysvaltalainen, kansainvälisesti vertailukelpoinen vihreiden kiinteistöjen sertifiointijärjestelmä. U.S. Green Building Councilin myöntämä rakennuksen LEED-sertifiointi perustuu riippumattoman, kolmannen osapuolen tekemään arviointiin tilojen, rakennuksen tai rakennushankkeen ympäristöominaisuuksista. Saadakseen sertifiointin rakennuksen tulee täyttää tietyt vähimmäisvaatimukset, jotka liittyvät muun muassa rakennuksen sijaintipaikan kestävyys sekä energian-, veden- ja materiaalien kulutukseen koko elinkaaren aikana. Rakennukselle annetaan pisteytyksen (taulukko 7) perusteella LEED-arvosana: Certified, Silver, Gold tai Platinum. Arvioinnin osiossa materiaalit ja resurssit voi saada 1–3 lisäpisteitä, jos vanhan rakennuskannan purkumateriaalia käytetään uudelleen rakentamisessa. LEED-sertifikaatin kansainvälistyminen on viime vuosina ollut nopeaa ja standardin mukaisia kohteita on ryhdytty rakentamaan jo yli 50 maassa (<http://figbc.fi/tietopankki/ymparistoluokitukset/>, Densley Tingley 2012).

Taulukko 7. LEED arviointimenetelmän painotukset (Banani & al. 2014).

LEED Categories	Possible Points
Sustainable Site	26
Water efficiency	10
Energy and atmosphere	35
Materials and Resources	14
Indoor Environment Quality	15
Total	100
Innovation and design process	6
Regional Priority Credit	4

Green Star (taulukko 8) on ympäristövaikutusten arviointimenetelmä, jota käytetään pääasiassa Australiassa, myös jotkut muut maat, kuten Uusi-Seelanti ja Etelä-Afrikka käyttävät sitä tai ovat kehittämässä sitä omaan käyttöönsä. Menetelmä on rakennettu BREEAM ja LEED järjestelmiin perustuen. Se painottaa kuitenkin enemmän materiaalien sidotun energian minimoimista kuin kuten BREEAM ja LEED. Rakennuksen rungon ja julkisivun uudelleen-käytöllä on saavutettavissa kuusi lisäpistettä. Myös uudelleenkäytön suunnittelulla ja materiaalien uudelleenkäytöllä voidaan molemmilla saavuttaa yksi lisäpiste.

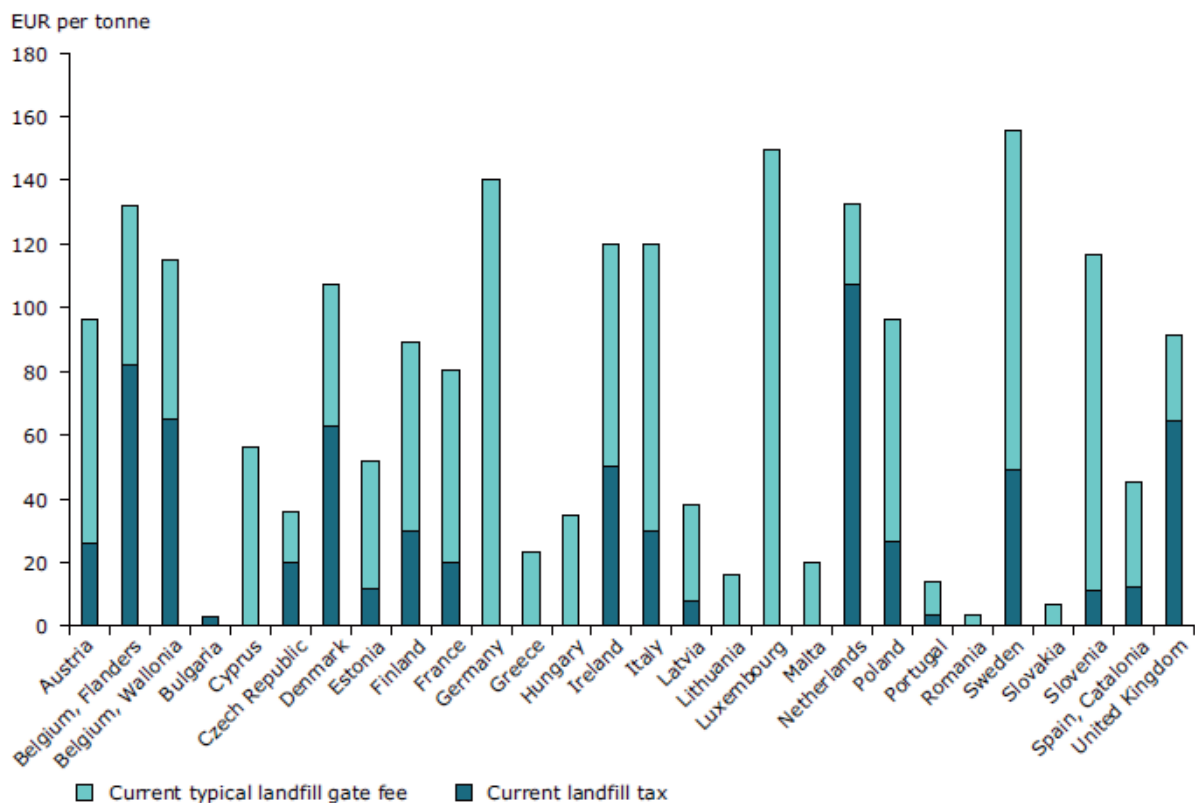
Taulukko 8. Green Star arviointimenetelmän painotukset (Banani & al. 2014).

Green Star Categories	Possible Points
Management	12
Indoor Environment Quality	27
Energy	29
Transportation	11
Water	12
Materials	25
Land use and Ecology	8
Emission	19
Total	143
Innovation	5

PromisE on kotimainen vuosina 2002–2004 kehitetty työkalu rakennusten ympäristöluokitte-luun. Siinä rakennuksen ympäristöominaisuuksia tarkastellaan neljässä pääluokassa, joita ovat ihmisten terveys, luonnonvarojen käyttö, ekologiset seuraukset ja ympäristöriskien hal-linta. Kohteen arvosana määräytyy pääluokissa olevien kategorioiden ja niiden alla olevien indikaattoreiden arvosanojen ja painoarvojen mukaan. Esimerkiksi luonnonvarojen käyttö -luokassa arvioidaan energian, veden ja materiaalien kulutusta. Ekologisin seurauksina tar-kastellaan esimerkiksi välillisiä kasvihuonekaasupäästöjä sekä liikenteen ympäristökuormaa. PromisE perustuu kuitenkin puhtaasti kansallisiin keskilukuihin, mikä rajoittaa sen hyödyntä-mistä kansainvälisesti. Promisea ei ole kehitetty käyttöönoton jälkeen ja sen käytön vähene-mistä pidetään todennäköisenä kansainvälisten luokitusten yleistyessä (<http://figbc.fi/tieto-pankki/ymparistoluokitukset/>, RIL 2013).

3.4 Jättemäärän väheneminen

Tärkeä uudelleenkäytön suunnittelun näkökohta on päästöjen vähentämisen lisäksi kaato-paikkajätteen määrän vähentäminen ja siitä aiheutuvat kustannukset. Lainsäädännön aset-tamat vaatimukset kierrätykselle ja rakennusjätteen määrälle ja verotukselle kasvavat kaiken aikaa ja purkujätteitä nousevat kustannukset voivat nousta suuriksi (kuva 7).



Note: Taxes and fees may have changed since the publication of the report in April 2012.

Source: Bio Intelligence Service, 2012.

Kuva 7. Tyypillinen vaarattoman yhdyskuntajätteen jätemaksu (porttimaksu ja kaatopaikka-vero) EU:n alueella (EEA 2013).

Suunnittelu uudelleenkäyttöä ja kierrätystä varten tukee myös nykyistä rakennus- ja purkujätteitä koskevaa lainsäädäntöä. Jätelain 646/2011 perusteella annetussa jäteasetuksessa 179/2012 mainitaan rakennus- ja purkujätteen määrän ja haitallisuuden vähentämiseen liittyen, että rakennushankkeeseen ryhtyvän on huolehdittava hankkeen suunnittelusta ja toteuttamisesta siten, että jätelain 8 §:n mukaisesti otetaan talteen ja käytetään uudelleen käyttökelpoiset esineet ja aineet ja että toiminnassa syntyy mahdollisimman vähän ja mahdollisimman haitatonta rakennus- ja purkujätettä.

Valtioneuvoston asetus kaatopaikoista (331/2013) sekä asetus jätteistä annetun valtioneuvoston asetuksen muuttamisesta (332/2013) rajoittavat orgaanisen ja biohajoavan jätteen, mukaan lukien rakennus- ja purkujätteen sijoittamista kaatopaikalle sekä tällaisen jätteen hyödyntämistä maantäytössä. Ensisijaisesti on vähennettävä syntyvän jätteen määrää ja haitallisuutta. Jos jätettä kuitenkin syntyy, jätteen haltijan on ensisijaisesti valmistettava jäte uudelleenkäyttöä varten tai toissijaisesti kierrätettävä se. Jos kierrätys ei ole mahdollista, jätteen haltijan on hyödynnettävä jäte muulla tavoin, mukaan lukien hyödyntäminen energiana. Uudessa asetuksessa lisättiin erilliskerättävien rakennusjätteiden jakeita. Ennen erilleen piti kerätä betoni-, tiili-, kivennäislaatta-, keramiikka- ja kipsijätteet, kyllästämättömät puujätteet, metallijätteet sekä maa-aines-, kiviaines- ja ruoppausjätteet. Nyt pitää kerätä erilleen myös lasijätteet, muovijätteet sekä paperi- ja kartonkijätteet. (YM 2013).

Valtioneuvoston asetus eräiden jätteiden hyödyntämisestä maarakentamisessa (591/2006) eli ns. MARA-asetus tukee rakennusjätteen hyödyntämistä maarakentamisessa. Eräiden jätteiden käyttöön maarakentamisessa ei tarvita ympäristönsuojelulain (86/2000) mukaista ympäristölupaa tiettyjen edellytysten täytyessä. Asiasta on kuitenkin tehtävä ilmoitus valvontaviranomaiselle.

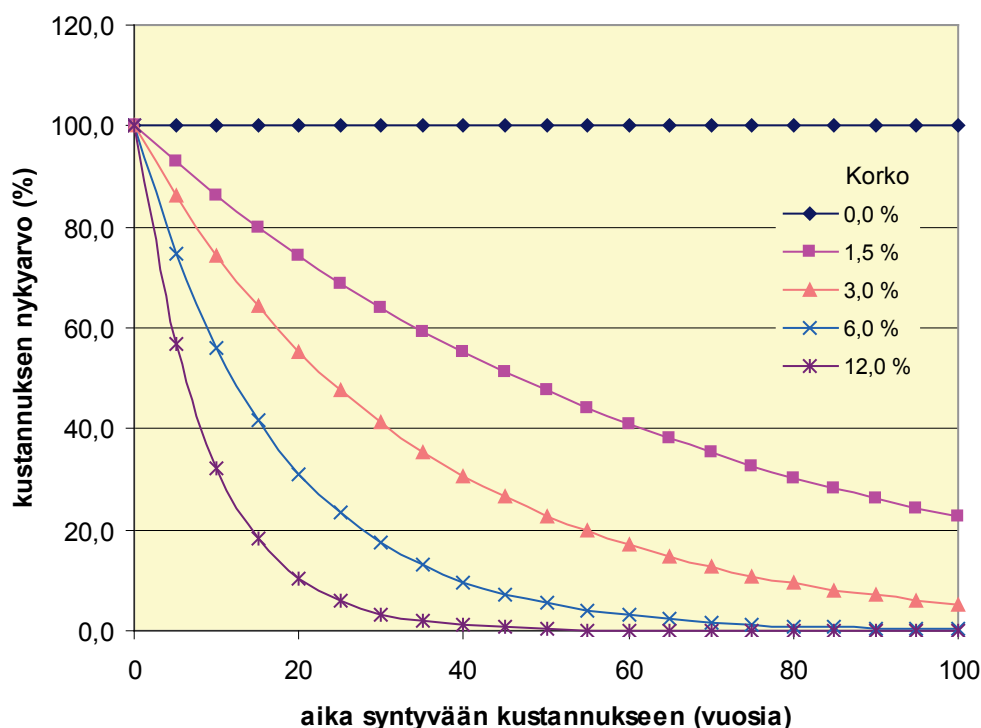
Myös jäteverolla pyritään ohjaamaan jätteitä hyödynnettäväksi tai kierrätettäväksi (jäteverolaki 1126/2010). Jäteveron eräänä tavoitteena on vähentää kaatopaikalle menevän jätteen määrää parantamalla jätteen hyötykäytön taloudellisia edellytyksiä. Jäteveroa on nostettu asteittain nykyiseen 50 euroon per tonni (YM 2013).

Kierrätyksen ja uudelleenkäytön suunnittelulla voidaan varautua tiukentuviin vaatimuksiin. Mitä paremmin purettavuus otetaan huomioon uuden rakennuksen suunnittelussa, sitä taloudellisempaa on kierrätys ja uudelleenkäyttö rakennuksen purkuvaiheessa.

3.5 Taloudelliset vaikutukset

Kierrätystä ja uudelleenkäyttöä koskevalla suunnittelulla saavutettavat edut näkyvät vasta rakennuksen purkuvaiheessa. Rakennusten pitkä käyttöikä (usein 50–100 vuotta) vaikeuttaa taloudellisten etujen arviointia. Tuotteiden jäännösarvoa ja valikoivasta purkamisesta aiheutuvien kustannuksia on vaikea ennustaa. Pitkäikäisten materiaalien käyttö, osien purettavuus ja materiaalien eroteltavuus lisää usein kustannuksia ja niiden taloudellista hyötyä on usein vaikea osoittaa.

Tulevaisuudessa syntyvien kustannusten nykyarvo on sitä pienempi mitä kauempana ne syntyvät ja mitä korkeampi on diskonttaus korko (kuva 8). Kansantalouden ja valtiontalouden näkökulmaan perustuvassa yhteiskunnallisesti tärkeissä perusinvestoinneissa nykyarvon laskennassa käytetään usein korkotasoa 3–6 %, mutta liiketaloudellisessa arvioinnissa korko on yleensä tätä korkeampi (Tupamäki 2003). Jos rakennuksen osat tai talotekniset osat ovat lyhytikäisiä (10–15 vuotta) ja niiden korjaukseen tai uusimiseen liittyvät kustannukset ovat suuret, paremmalla suunnittelulla saavutettavat on usein mahdollista osoittaa myös liiketaloudellisesti kannattaviksi.



Kuva 8. Tulevaisuudessa syntyvän kustannuksen nykyarvo eri diskonttauskoroilla.

4. Uudelleenkäytön haasteita

4.1 Rakentamismääräysten muuttuminen

Rakennusosien uudelleenkäyttö on toistaiseksi kaikilla materiaaleilla vähäistä. Kaikille materiaaleille on yhteistä, että osien tekniset vaatimukset ovat muuttuneet alkuperäisistä (mm. kosteus, lämpö-, ääni-, palo- ja lujuustekniset seikat, valmistustoleranssit). Myös nykyiset kerroskorkeusvaatimukset saattavat erota aikaisemmin käytetyistä. Rakennusosan tai tuotteen uudelleenkäytön yhteydessä on osoitettava, että ne täyttävät oleellisilta osiltaan myös nykyiset määräykset. Usein on tunnettava myös tuotteen käyttöhistoria (esim. teräksen väsyminen, betonin karbonatisoituminen, muovien haurastuminen), jonka perusteella voidaan arvioida jäljellä olevan käyttöiän riittävyys.

4.2 Rakentamistapojen vaikutus

Teräksen kierrätys materiaalina on yleistä, mutta rakennusosien uudelleenkäyttö on vielä suhteellisen harvinaista, sillä usein osat vaurioituvat purkamisessa käytettyjen työmenetelmien vuoksi. Teräksiset runkorakenteet ja terässillat jo nyt nykyisellään uudelleenkäytettäviä ja niiden siirroista on olemassa esimerkkejä. Esivalmistetut modulaariset runko- katto- ja julkisivujärjestelmät sekä mekaanisten liittimien käyttö tukevat hyvin sitä purettavuuden periaatetta, että eri käyttöiälle suunnitellut rakenneosat ovat erikseen vaihdettavissa ja purettavissa (kuva 9). Lisäksi pitkät jännevälit mahdollistavat tilojen helpon muunneltavuuden eri käyttötarkoituksiin. Toisaalla paikalla valettujen liittorakenteiden käyttö ei nykymuodossa tue kierrätystä ja eikä etenkään osien uudelleenkäyttöä. Ohutlevyrakenteet ovat herkkiä vaurioitumaan purkamisen ja käsittelyn aikana, vaikka ne vielä muuten olisivatkin käyttökelpoisia. Myös jotkut teräsrakenteiden palosuojauksessa käytetyt menetelmät, kuten palosuojamaalit ja betonitöytöt, saattavat vaikeuttaa osien uudelleenkäyttöä.



[newsteelconstruction.com/wp/
quicon-wins-contract-at-ikea/](http://newsteelconstruction.com/wp/quicon-wins-contract-at-ikea/)



constructionphotography.com

Kuva 9. Useat teräsrakenteissa käytetyt liitokset ovat jo nykyisin purettavissa.

Betonirunkoisten rakennusten välipohja-, palkki- ja pilarielementit voidaan teoriassa ottaa talteen, mutta ne on usein sidottu lujasti betonilla yhteen, mikä vaikeuttaa irrottamista ehjänä. Usein niistä on myös poisleikattu nostolenkit asennuksen yhteydessä. Toinen ongelma liittyy sääälle alttiiden pintojen heikentymisestä (karbonatisoituminen) ja piilossa olevien betoniterästen ruostumisesta. Siksi ilmastolle alttiiden betonirakenteiden betoni ja teräs kierrätetään yleensä uusikäyttöön murskauksella ja magneettisella erottelulla, tosin uudelleenkäyttökohteitakin on olemassa. Ontelolaatat ja väliseinäelementit olisivat kuitenkin helposti käytettävissä uudelleen, mikäli niiden liittämismenetelmiä kehitettäisiin purettavuutta ajatellen (mm. mekaaniset liitokset ja laastien alhaisempi lujuus liitosalueella, kuva 10). Ilmastovaikutuksilta suojassa olevilta teollisuusrakennusten betonipalkit ja -pilarit ovat jo nykyisellään helposti uudelleenkäytettävissä ja hallien siirroista on jo nyt olemassa esimerkkejä.



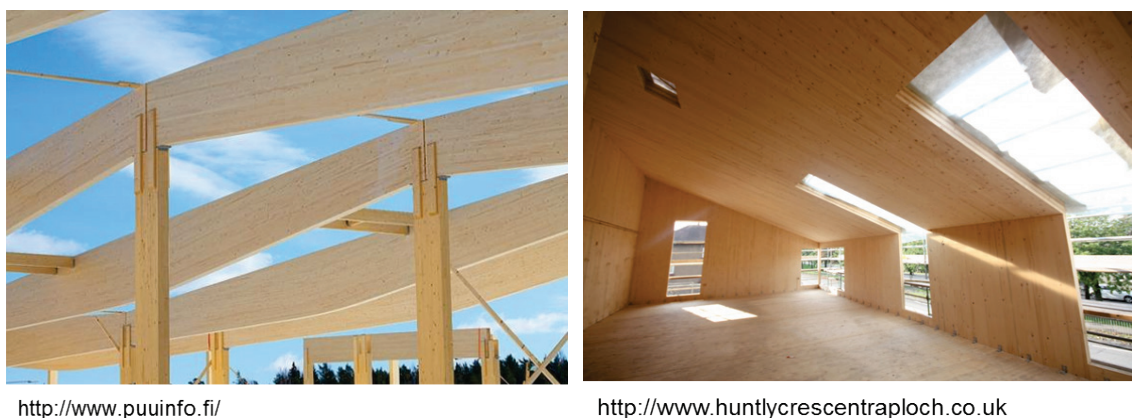
elementtisuunnittelu.fi

<http://www.peikko.com>

<http://www.sustainableconcrete.org.nz>

Kuva 10. Myös betonirungon osia voidaan käyttää uudelleen, etenkin jos liitokset suunnitellaan nykyistä helpommin purettaviksi.

Puiset rakenneosat sisältävät yleensä metallikiinnikkeitä, jotka ovat sekä työläitä poistaa ja siksi estävät niiden uudelleenkäytön. Siksi puurakenteista ja puupohjaisista levyistä suurin osa menee energiahyötykäyttöön. Jos rakenteiden suunnittelussa otettaisiin paremmin huomioon liittämisen haitat, enemmän puutavaraa voitaisiin käyttää uudelleen. Esimerkiksi liima- ja kertopuupalkit sekä CLT-laatat sopivat kuitenkin hyvin uudelleenkäyttöön, kun niiden liitoselinten suunnittelussa otetaan huomioon materiaalia säästävä purkamien (kuva 11). Liimapuuhallit ovat jo nykyisellään helposti siirrettäviä.



<http://www.puuinfo.fi/>

<http://www.huntlycrescentraploch.co.uk>

Kuva 11. Liimapuupalkit sekä CLT-laatat sopivat hyvin uudelleenkäyttöön

4.3 Vaatimustenmukaisuuden osoittaminen

Rakennusosan tai tuotteen uudelleenkäyttöä rajoittaa myös vaatimuksenmukaisuuden osoittamisesta aiheutuvat kustannukset. Vanhalle tuotteelle asetetut vaatimukset eivät ole välttämättä tiedossa tai ne eivät ole välttämättä samat kuin mitä vastaavalta tuotteelta nykyisin vaaditaan. Uudelleenkäyttöön materiaalia luovuttavan tai sitä rakentamisessa käyttävän on pystyttävä osoittamaan luotettavalla tavalla tuotteen puhtaus ja kelvollisuus.

Maankäyttö- ja rakennuslaissa määritellään rakentamista koskevat yleiset edellytykset, olennaiset tekniset vaatimukset sekä rakentamisen lupamenettely ja viranomaisvalvonta. Tarkennetut rakentamista koskevat säännökset ja ohjeet on koottu Suomen rakentamismääräyskokoelmaan. Niiden mukaan rakennustuotteen kelpoisuus rakentamisessa käytettäväksi osoitetaan nykyisin CE-merkinnällä, mikäli rakennustuote kuuluu harmonisoidun tuotestandardin soveltamisalaan tai sillä on eurooppalainen tekninen arviointi (ETA). Jos rakennustuotteen kelpoisuutta ei voida osoittaa EU:n rakennustuoteasetuksen mukaisesti CE-merkin-

nällä, valmistaja voi halutessaan osoittaa kelpoisuuden vapaaehtoisella tyyppihyväksynnällä, varmennustodistuksella tai rakennuspaikkakohtaisella varmentamisella (www.ym.fi).

Kansallisilla hyväksyntämenettelyillä tuotteiden valmistaja voi osoittaa, että CE-merkinnän soveltamisalaan kuulumaton rakennustuote täyttää maankäyttö- ja rakennuslain vaatimukset. Kyse on silloin rakennustuotteista, jotka eivät kuulu harmonisoidun tuotestandardin soveltamisalaan tai joille ei ole eurooppalaista teknistä arviointia (ETA). Uudet kansalliset hyväksyntämenettelyt perustuvat lakiin eräiden rakennustuotteiden tuotehyväksynnästä (954/2012), joka on astunut voimaan 1.7.2013 ja joka kumoaa vanhan rakennustuotteiden hyväksynnästä annetun lain (230/2003).

Varmennustodistus on Suomessa käytössä oleva rakennustuotteiden vapaaehtoinen hyväksyntämenettely. Jos rakennustuotteen kelpoisuutta rakentamiseen ei voida osoittaa eurooppalaiseen harmonisoituun tuotestandardiin perustuvalla CE-merkinnällä tai tuotteelle ei ole myönnetty eurooppalaista teknistä arviointia (ETA), rakennustuotteen valmistaja voi osoittaa kelpoisuuden käyttämällä kansallista hyväksymismenettelyä, esimerkiksi varmennustodistusta. Sen avulla valmistaja osoittaa, että tuotetta voi käyttää rakentamiseen, koska se täyttää sille lainsäädännössämme asetetut vaatimukset. Rakentaja voi varmennustodistuksella todentaa tuotteen kelpoisuuden hakiessaan rakennuslupaa tai rakennusvalvonnan yhteydessä.

Rakennusvalvontaviranomainen voi myös edellyttää rakennustuotteen varmentamista rakennuspaikkakohtaisesti. Menettelyä käytetään, ellei valmistaja ei ole esittänyt millään tavalla rakennustuotteen ominaisuuksia ja rakennusvalvontaviranomaisella on syytä epäillä, että tuote ei täytä olennaisia teknisiä vaatimuksia. Rakennuspaikkakohtainen varmentaminen on 1.7.2013 alkaen Suomessa mahdollinen rakennustuotteiden hyväksyntämenettely. Rakennuspaikkakohtainen varmentaminen tarjoaa rakennusvalvontaviranomaisille mahdollisuuden varmistaa, että rakennustuote on turvallinen ja soveltuu käytettäväksi kyseisessä rakennuksessa. Kuten kaikessa rakentamisessa, vastuu rakennustuotteen kelpoisuudesta on viime kädessä hankkeeseen ryhtyvällä ja rakennushankkeeseen ryhtyvä vastaa varmentamisesta koituvista kustannuksista.

Rakentamismääräyskokoelman määräykset ovat perinteisesti koskeneet uuden rakennuksen rakentamista. Käytetyn osan uudelleenkäyttöä koskevia säännöksiä ei ole olemassa ja siksi kelpoisuus jouduttaneen osoittamaan varmennustodistuksella tai rakennuspaikkakohtaisella varmentamisella. Varmennustodistuksen sisältö riippuu tarkasteltavalle tuotteelle ja siinä käytetyille materiaaleille asetetuista vaatimuksista. Käytännöt uudelleenkäytettävien tuotteiden kelpoisuuden osoittamisesta rakentamismääräysten mukaan kuitenkin puuttuvat vielä. Varmennustodistuksia antavat elimet ovat ympäristöministeriön hyväksymiä ja 7.11.2013 niitä ovat olleet VTT Expert Services Oy, Inspecta Sertifiointi Oy ja Finotrol Oy.

5. Tavoitteita purettavuuteen liittyvän suunnittelun parantamiseksi

5.1 Yleiset materiaalitehokkuuden edistämisen tavoitteet

5.1.1 Kansallinen materiaalitehokkuusohjelma

Kansallisessa materiaalitehokkuusohjelmassa ”Kestävää kasvua materiaalitehokkuudella” (TEM 2013) ohjelman onnistumiselle on nimetty seuraavat neljä kriittisintä tekijää (mahdollistajaa), jotka sisältävät yhteensä kahdeksan toimenpidettä (kuva 12):

Tutkimus ja koulutus – tekijä käsittää

- kokoavan tutkimusohjelman käynnistämisen materiaalitehokkuuden edistämiseksi,

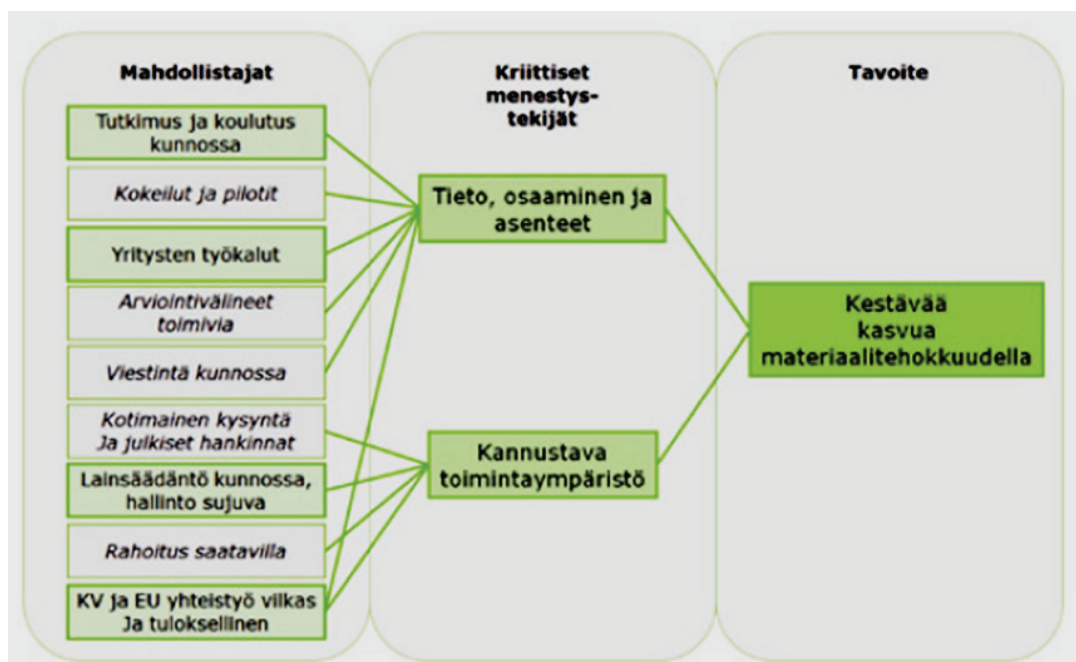
- kolmivuotisen teollisia symbiooseja vauhdittavan kansallisen toimintamallin toteuttamisen,
- toimintamallin kehittämisen resurssiviisaan alueellisen yhteistyön vahvistamiseksi,
- tuetun viisivuotisen materiaalikatselmushankkeen käynnistämisen ja
- vapaaehtoisen materiaalitehokkuussopimusmallin kehittämisen.

Lainsäädäntöön ja sujuvaan hallintoon – tekijään liittyen

- toteutetaan ympäristölupien keventämis- ja selkeyttämishanke.

KV- ja EU-vaikuttaminen – tekijään liittyen

- ennakoidaan kansainvälistä materiaalitehokkuuspolitiikkaa ja vaikutetaan EU:n materiaalitehokkuuspolitiikan muotoutumiseen ja
- vahvistetaan EU:n Life-ohjelma rahoitusta suomalaisiin materiaalitehokkuushankkeisiin.



Kuva 12. Materiaalitehokkuuden kriittiset menestystekijät ja niiden mahdollistajat (TEM 2013).

5.1.2 Rakentamisen materiaalitehokkuuden ohjelma

Rakentamisen materiaalitehokkuuden edistämishjelmassa (YM 2013) rakentamisen toimenpiteet on jaettu seitsemään kokonaisuuteen, joista seuraavat neljä sisältävät toimenpiteitä, jotka koskevat myös rakennusten suunnittelua uudelleenkäyttöä ja kierrätystä varten:

Uudisrakennusten materiaalitehokkuuteen liittyen tavoitteena on parantaa uudisrakentamisen elinkaarijoustavuutta ja materiaalitehokkuutta seuraavin keinoin:

- Edistetään tilojen, rakenteiden ja järjestelmien muuntojoustavuutta, rakennusten monikäyttöisyyttä sekä purettavuutta tukevien välineiden.
- Korostetaan kierrätysmateriaalien merkitystä uudisrakentamisen elinkaariarvioinnissa edistämällä arviointimenetelmien käyttöä.
- Edistetään tietomallien laadintaa ja toteutumamallin käyttöä rakennusten ylläpidossa ja huollossa.

Materiaalitehokkuusosaamista pyritään lisäämään seuraavin keinoin:

- Sisällytetään materiaalitehokkaat toimintatavat suunnittelijoiden ja rakennustyöntekijöiden koulutukseen ja jatkokoulutukseen.
- Luodaan työmaita koskevat kriteerit ja ohjeet resurssien tehokkaan käytön, säästävän purkamisen ja oikeaoppisen jätteen lajittelun edistämiseksi sekä edistämällä niiden käyttöä.
- Edistetään kunnallisten viranomaisten ja toimijoiden (rakennusvalvonta, ympäristöviranomaiset, hankintatoimi) materiaalitehokkuusosaamista ja yhteistyötä.

Rakennusmateriaalien uudelleenkäyttöä ja kierrätystä (erityisesti puuhun liittyen) pyritään edistämään seuraavin toimenpitein:

- Edistetään käytettyjen rakennusosien ja rakennusjätteen sähköistä kauppaa, logistiikkaa ja alan liiketoimintaa.
- Kehitetään kierrätysmateriaalien laadunvarmistusta.
- Poistetaan kierrätysmateriaalien käyttöön liittyviä lainsäädännöllisiä esteitä turvallisuudesta ja terveellisyydestä.

Rakennusmateriaalien ja -jätteiden lajittelun ja kierrätyksen teknologiaa pyritään edistämään seuraavin keinoin:

- Sisällytetään materiaalitehokkuusnäkökulma kiinteistö- ja rakennusalan kehitysohjelmiin.
- Varmistetaan rahoituskanavat materiaalitehokkuutta ja kierrätystä edistävien innovaatioiden kehittämiseen ja edistetään alan tutkimusta.

5.2 Uudelleenkäytön ja kierrätyksen kannalta tärkeitä aiheita

5.2.1 Materiaalitehokkuus osaksi elinkaarisuunnittelua

Materiaalitehokkuus tulee saada osaksi elinkaarisuunnittelua ja sen tulee koskea myös kantavien rakenteiden suunnittelua. Tällä hetkellä suunnittelussa ei edellytetä rakenteisiin sitoutuneen energian ja rakennuksen purkamisesta aiheutuvien jätteiden määrän arviointia. Yhdenmukaista arviointia varten tarvitaan selkeät ja yksinkertaiset, mieluummin EU-yhteistyönä laaditut materiaalitehokkuuden indikaattorit ja arviointimenetelmät.

Ohjeiden kehittämisen ja esimerkkilaskelmien yhteydessä tulee kehittämismahdollisuudet ja toimenpiteet selvittää yhdessä alan teollisuuden kanssa. Näin varmennetaan, että tietämyksen parhaista käytännöistä lisääntyy ja että tulokset eri materiaalien (mm. betoni-, teräs- ja puu- rakentaminen) osalta siirtyvät myös käytäntöön. Julkisen rakentamisen tulisi näyttää kehityksessä esimerkkiä ja osoittaa omissa rakennuskohteissaan mahdolliset suunnittelulla saavutettavat ekologiset, yhteiskunnalliset ja liiketaloudelliset edut.

Materiaalitehokkuus tulisi sisällyttää myös vapaaehtoiisiin ympäristölaadun luokittelujärjestelmiin heti kun yleisesti hyväksytyt materiaalitehokkuuden indikaattorit ja arviointimenetelmät on luotu.

5.2.2 Purkusuunnittelu osaksi arkkitehti- ja rakennesuunnittelua

Rakennuksen suunnittelun yhteydessä tulee purkusuunnitelman tekeminen ottaa osaksi hyvää rakentamistapaa. Suunnitelman tulisi käsittää ainakin käytettyjen materiaalien käyttö ja sijoitussuunnitelman (materiaalikatselmus) sekä purkutyöselityksen (taulukko 3). Suunnitelman tulee sisältää purkamisen turvallisuuskäytökohtien lisäksi myös rakennepiirustukset sekä materiaali- ja kuormitustiedot niitä kokevine standardeineen. Purkusuunnitelman tekeminen suuntaa suunnittelua materiaalitehokkaisiin ratkaisuihin ja parantaa edellytyksiä uusien innovaatioiden ja toimintatapojen luomiseksi ja omaksumiseksi.

Purkusuunnitelman ohjaavan vaikutuksen tehostamiseksi tulisi asettaa tavoiterajat purkumateriaalin hyödyntämiseksi. Taulukossa 9 on esitetty esimerkkinä maailmanlaajuisen ICE-rakennusinsinöörijärjestön ehdottamat tavoiterajat kierrätykselle. Suomen asetettavien tavoiterajojen tulisi perustua realistiseen arvioon nykytilanteesta. Asetettavissa tavoiterajoissa voitaisiin erotella mahdollinen uudelleenkäyttö ja uusiokäyttö. Erityisesti uudelleenkäytön tavoiterajojen tulisi riippua myös rakennuksen suunnitellusta käyttöiästä.

Taulukko 9. Esimerkki purkumateriaalin hyödyntämisen tavoiterajoista (DRI – demolition recovery index, ICE 2008).

Materiaali	Normaali-käytäntö	Hyvä käytäntö	Paras käytäntö
Betoni	75 %	95 %	100 %
Tiilet ja muut savituotteet	75 %	85 %	100 %
Metallit	95 %	100 %	100 %
Puu	57 %	90 %	95 %
Täyttömaa (esim. maapohja)	75 %	95 %	100 %

5.2.3 Uudelleenkäyttöä tukeva ohjeistus ja lainsäädäntö

Vaikka paras keino saavuttaa muutos on myönteinen informaatio-ohjaus, myös kannustimilla on oma paikkansa. Lainsäädäntöä sekä niihin liittyviä säännöksiä ja ohjeistusta tulisi tarkentaa sekä uudelleenkäytön tukimuotoja lisätä. Niiden avulla voidaan kannustaa kierrätykseen sekä helpottaa purkuosien uudelleenkäyttöä. Säännökset ja niihin liittyvien ohjeiden tulee kannustaa uusien rakennusten purkamisen huomioimiseen jo suunnitteluvaiheessa, millä vähennetään syntyvän kaatopaikkajätteen määrää tulevaisuudessa.

Periaatteena pitäisi olla, että rakentamisessa tulisi välttää uusien osien käyttämistä, jos vastaavia vaatimukset täyttäviä purkuosia on saatavilla. Kunnossa olevia osia ei tulisi tuhota, jos niille on olemassa markkinat. Nykyisessä maankäyttö- ja rakennuslain (132/1999) nojalla annetussa maankäyttö- ja rakennusasetuksessa (895/1999) mainitaan vain yleisellä tasolla, että rakentamista sekä rakennuksen tai sen osan purkamista koskevassa lupahakemuksessa tai ilmoituksessa on esitettävä selvitys rakennusjätteen määrästä ja laadusta sekä sen lajittelusta, jollei jätteen määrä ole vähäinen. Käytännössä kohteen järjestyksen ylläpidon ja jätehuollon suunnittelu ja toteutuksen valvonta on hankkeen pääurakoitsijan vastuulla.

Säännöksiä ja ohjeistusta pitäisi tarkentaa luomalla pelisäännöt purkuosien vaatimuksenmukaisuuden osoittamista varten. Nykyistä maankäyttö- ja rakennuslakia koskevat säännökset ja ohjeet on koottu Suomen rakentamismääräyskokoelmaan. Niiden mukaan rakennustuotteen kelpoisuus rakentamisessa, mikäli rakennustuotteen kelpoisuutta ei voida osoittaa EU:n rakennustuoteasetuksen mukaisesti CE-merkinnällä, voidaan osoittaa varmennustodistuksella tai rakennuspaikkakohtaisella varmentamisella. Tässä yhteydessä pitäisi olla maininta myös uudelleenkäytettävien tuotteiden kelpoisuudesta.

5.2.4 Tuki liiketoiminnan kehittämiseksi

Yhtenä esteenä uusien, purettavaksi suunniteltujen rakennusten yleistymiselle on se, että uusia ratkaisuja on vaikea osoittaa liiketaloudellisesti kannattaviksi eikä kaupallisia pakotteita muutokseen ole olemassa. Mahdolliset säästöt tulevaisuudessa katsotaan sijoitushetkellä kannattamattomiksi (kuva 8).

Uusien ratkaisujen ekologista ja taloudellista kannattavuutta voidaan helpottaa esimerkkilaskelmien avulla. Ensimmäisessä vaiheessa kohteita voivat olla lyhyehkön käyttöiän kohteet (hallit, huoltoasemat, kauppakeskukset, koulut jne.), joissa runko ja perustukset suunnitel-

laan ja rakennetaan erityisesti purettavuutta ja siirrettävyyttä ajatellen. Tällaisia kohteissa suunnittelu purettavaksi voidaan osoittaa jo nykyisin liiketaloudellisesti kannattavaksi. Myös pitkäjänteisemmissä rakennuksissa tulisi etsiä uusia ja kustannustehokkaita ratkaisuja. Niissä arviointiperusteena tulisi käyttää myös ei-liiketaloudellista hyötyä, sillä ympäristövaikutusten näkökulmaan liittyvässä päätöksenteossa investoinnilla ei tavoitella pelkästään taloudellista voittoa. Silloin esimerkiksi nykyarvon laskenta voi perustua 0-korkoon (Tupamäki 2003). Julkisen rakentamisen pitäisi olla uudelleenikäytön ja kierrätyksen edelläkävijä – myös uusien rakennusten suunnitteluun liittyen.

Nykyisten rakennusten purkuosiin liittyvää liiketoimintaa voisi käynnistää myös markkinalähtöisesti sillä periaatteella, että toisen jäte on toisen raaka-aine. Tällaisia liiketoimintamahdollisuuksia tulisi lisätä ja innovaatioiden kehittämistä tukea. Liiketoiminnan muodostuminen edellyttää, että purkuosille on olemassa kannattavat markkinat, purkuosien toimivuus uudelleenikäytössä on osoitettu, rakennuksen purkamisesta tiedetään riittävän ajoissa ja purkuosille on olemassa riittävästi katettua varastotilaa. Liiketoiminnan kannattavuutta voidaan perustella sekä ekologisilla että taloudellisilla syillä. Aluksi esimerkkikohteina voisivat olla helpoimmin purettavat ja parhaiten hyödynnettävät nykyrakennusten osat (teräksiset ja liimapuiset palkit ja pilarit, betoniset ontelolaatat jne.). Purkuosiin liittyvä liiketoiminta olisi nykyistä kannattavampaa, jos purku otettaisiin huomioon jo arkkitehti- ja rakennesuunnittelussa.

Lähdeviitteet

- Anderson, J., Howard, N. 2000. The Green Guide to Housing Specification: BRE Report 390.
- Banani, R., Vahdati, M., Elmualim, A. 2013. Demonstrating the importance of criteria and sub-criteria in building assessment methods. WIT Transactions on Ecology and The Environment, Vol 173. http://www.reading.ac.uk/web/FILES/cme/Raji_publication.pdf
- Densley Tingley, D. 2012. Design for Deconstruction: An Appraisal. Thesis submitted in partial fulfilment of the degree in Doctor of Philosophy. The University of Sheffield. <http://etheses.whiterose.ac.uk/3771/>
- Ecomanufacturing. 2012. Guide to resource efficiency in manufacturing. Greenovate! Europe EEIG. <http://www.ecomanufacturing.eu/>
- EU. 2008. Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2008/98/EY, annettu 19 päivänä marraskuuta 2008, jätteistä ja tiettyjen direktiivien kumoamisesta. Euroopan unionin virallinen lehti L 312/3. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:312:0003:0030:FI:PDF>
- EEA. 2013. Managing municipal solid waste – a review of achievements in 32 European countries. EEA Report No 2/2013. <http://www.eea.europa.eu/publications/managing-municipal-solid-waste>
- Guy, B., & Ciarimboli, N. 2007. Design for disassembly in the built environment. A guide to closed-loop design and building. [http://your.kingcounty.gov/solidwaste/greenbuilding/documents/Design for Disassembly-guide.pdf](http://your.kingcounty.gov/solidwaste/greenbuilding/documents/Design_for_Disassembly-guide.pdf)
- ICE. 2008. Demolition Protocol The Institution of Civil Engineers (ICE). <http://www.ice.org.uk/getattachment/eb09d18a-cb12-4a27-a54a-651ec31705f1/Demolition-Protocol-2008.aspx>
- Ilomäki, Ari. 2013. Kestävän rakentamisen standardit EU:ssa ja niiden merkitys Suomessa. Esityskalvot 25.1.2013. http://freshproject.eu/data/user/01_public-area/FRESH_Intra_regional_meeting_25.1.2013_PP2_PP3_PP1/CENTC350_esitys_25012013.pdf

- Lahti, P., Nieminen, J., Virtanen, M. 2008. Ekotehokkuuden arviointi ja lisääminen Helsingissä. Helsingin kaupunkisuunnitteluviraston yleissuunnitteluosaston selvityksiä 2008:2. http://www.hel.fi/hel2/ksv/julkaisut/yos_2008-2.pdf
- Lazarus, N. 2005. Potential for Reducing the Environmental Impact of construction materials. http://www.bioregional.co.uk/files/publications/Z-squaredImpactMaterials_Jan05.pdf
- Lehtinen, Paula. 2013. Rakennustyömaan järjestyksen ja jätehuollon suunnittelu ja toteutus. Toimintaohjeet Hartela OY:lle. Jyväskylän ammattikorkeakoulu https://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/61072/Lehtinen_Paula.pdf?sequence=1
- PAS 2050. 2011 Specification for the assessment of the life cycle greenhouse gas emissions of goods and services. British Standards Institution. <http://shop.bsigroup.com/forms/PASs/PAS-2050/>
- Pulaski, M., Hewitt, C., Horman, M., Guy, B., 2004. Design for deconstruction, in: Modern Steel Construction, June 2004, p. 33–36. http://www.modernsteel.com/Uploads/Issues/June_2004/30730_dfd.pdf
- RIL. 2013. Rakenteiden ja rakennusten elinkaaren hallinta. RIL 216-2013. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.
- Ruuska, A., Häkkinen, T., Vares, S., Korhonen, M-R., Myllymaa, T. 2013. Rakennusmateriaalien ympäristövaikutukset. Selvitys rakennusmateriaalien vaikutuksesta rakentamisen kasvihuonekaasupäästöihin, tiivistelmäraportti. Ympäristöministeriön raportteja 8/2013. <http://www.ym.fi/download/noname/%7B1FAF46B2-2649-41ED-B3AA-5EA789C9512F%7D/37571>
- Tupamäki, O. 2003. Life cycle costing – LCC in Construction New recommendations and future views. Rakennustekniikka 5/2003.
- TEM. 2013. Kestävää kasvua materiaalitehokkuudella. Työryhmän esitys Kansalliseksi materiaalitehokkuusohjelmaksi. Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisu 33/2013. http://www.tem.fi/files/38426/TEMjul_33_2013_web.pdf
- YM. 2103. Rakentamisen materiaalitehokkuuden edistämishjelma, loppuraportti, versio 24.10.2013. <http://www.ym.fi/download/noname/%7B884F8AF1-4A75-47B4-9494-4296266284B1%7D/92559>