

Sini Ruohoniemi

# KIERTOTALOUS UUDISRAKENTAMISESSA

Rakennusosien uudelleenkäyttö

Opinnäytetyö

Tekniikan ylempi ammattikorkeakoulututkinto

Kestävä rakentaminen ja muotoilu

2022



**Kaakkois-Suomen  
ammattikorkeakoulu**

Tutkintonimike	Insinööri (ylempi AMK)
Tekijä/Tekijät	Sini Ruohoniemi
Työn nimi	Kiertotalous uudisrakentamisessa – Rakennusosien uudelleenkäyttö
Toimeksiantaja	YIT Suomi Oy
Vuosi	2022
Sivut	56 sivua
Työn ohjaaja(t)	Vertti Vallenius, Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu Hanne Perälä, YIT Suomi Oy

## TIIVISTELMÄ

Ihmisen toiminnan aiheuttamien hiilidioksidipäästöjen vähentämiseksi tarvitaan toimenpiteitä kaikilla sektoreilla. Rakennetulla ympäristöllä on merkittävä rooli hiilineutraaliuden tavoittelussa. Tällä hetkellä elinkaaren aikaisia päästöjä ei säännellä Suomessa lainkaan, mutta EU-taksonomian ja uuden rakentamislain myötä kiertotalouteen siirtyminen tulee entistä enemmän korostumaan keinona päästöjen vähentämiseksi. Rakentamisessa kiertotalous mielletään usein edelleen pelkästään kierrättämiseksi. Materiaalien uudelleenkäytön voidaan nähdä olevan kierrätystä oleellisempaa kiertotalouden toteuttamisessa, koska tällöin vältetään paljon päästöjä aiheuttavalta uudelta valmistusprosessilta ja neitseellisten luonnonvarojen käytöltä. Purkumateriaalien uudelleenkäyttö on silti edelleen hyvin vähäistä, sillä rakennusosien uudelleenkäytön tiellä on useita haasteita ratkaistavana.

Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää kiertotalouden toteutumista uudisrakentamisessa tutkimalla purettujen rakennusosien uudelleenkäytön potentiaalia ja rajoituksia. Työssä tutkittiin myös, miten rakennusosia voidaan nykyisen lainsäädännön puitteissa käyttää uudelleen. Työn tutkimusmenetelmäksi valittiin laadullisen tutkimuksen menetelmistä toimintatutkimus, jossa yhdistyy teoria ja käytäntö.

Nykyinen voimassa oleva EU:n rakennustuoteasetus on säädetty koskemaan uusia tuotteita, ja se tekee monien rakennusosien uudelleenkäytöstä lähes mahdotonta. Merkittävin este tällä hetkellä syntyvien purkumateriaalien uudelleenkäytölle on kuitenkin se, että rakennuksia ei ole suunniteltu kiertotalouden näkökulmasta ja rakennusosat eivät täytä nykyisiä teknisiä vaatimuksia. Nykyiset rakennustekniikatkaan eivät tue purettavuutta. Modulaarisuudella on haettu ratkaisua rakennusalan heikkoon tuottavuuteen, mutta modulaarisuudella voi olla mahdollisuus myös edistää uudelleenkäyttöä. Rakennusosien uudelleenkäyttöpotentiaalia voidaan parantaa myös kehittämällä suunnitteluratkaisuja kohti parempaa purettavuutta ja tietojärjestelmiä materiaalien ominaisuuksien kokoamiseksi. Uudelleenkäytön edistämisen edellytyksenä on laaja-alainen yhteistyö.

**Asiasanat:** kiertotalous, rakennusosien uudelleenkäyttö, purkumateriaali, purkaminen

Degree title	Master of Engineering
Author (authors)	Sini Ruohoniemi
Thesis title	Circular economy in new construction – Reuse of construction parts
Commissioned by	YIT Suomi Oy
Time	2022
Pages	56 pages
Supervisor	Vertti Vallenius, South-Eastern Finland University of Applied Sciences Hanne Perälä, YIT Suomi Oy

## ABSTRACT

Actions for decreasing human caused carbon dioxide emissions are needed in all sectors. The built environment has a significant role to play in carbon-neutral society. At the moment, there are no regulations for lifecycle emissions in Finland. With the EU Taxonomy and the new Building Act, a transition to a circular economy will be even more important in terms of reducing emissions. In construction the circular economy is often still considered to be just recycling. The reuse of materials can be seen as more relevant than recycling in achieving a circular economy because it does not require a new manufacturing process that causes substantial emissions and uses virgin natural resources. The reuse of demolition materials is still very low because there are several challenges to be solved in terms of reusing construction parts.

The purpose of the thesis was to examine how circular economy can be achieved in new construction by studying the potential and challenges of reusing demolished construction parts. The thesis also explores how current legislation enables the reuse of construction parts. One of the qualitative research methods, action research, was chosen as the research method because it combines theory and practice.

The EU's Construction Products Regulation applies to new products, and it makes the reuse of many construction parts almost impossible. The most significant challenge to the reuse of demolition materials is that the buildings have not been designed from a circular economy point of view and the construction parts of the buildings do not meet the current technical requirements. Even current construction techniques do not support the demolition of buildings. Modularity has been sought as a solution to increase the low productivity of the construction industry, but it could also be a way to advance reuse. The reusability of construction parts can also be improved by developing planning solutions that consider demolition. Information systems combining material properties should be developed. A prerequisite for advancing reuse is all-round cooperation.

**Keywords:** circular economy, reuse of construction part, demolition materials, demolition

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO .....	5
2	OPINNÄYTETYÖN TAVOITE JA TUTKIMUSKYSYMYKSET .....	7
3	TUTKIMUSMENETELMÄN MÄÄRITTELY JA TUTKIMUSAINEISTO .....	7
4	KIERTOTALOUS OSANA KESTÄVÄÄ RAKENTAMISESTA .....	8
4.1	Kiertotalous käsitteenä .....	8
4.2	Kiertotalous rakennetussa ympäristössä .....	10
4.3	Kiertotalouden nykytilanne Suomessa .....	12
4.4	Kiertotalous liiketoimintana ja innovaatiot .....	14
4.5	Taksonomia .....	16
4.5.1	Taksonomian ilmasto- ja ympäristötavoitteet .....	16
4.5.2	Taksonomian tavoitteena siirtyminen kiertotalouteen .....	18
4.6	Datatalous ja digitalisaatio .....	19
4.7	Kiertotalousosaaminen .....	20
5	PURKUMATERIAALIEN HYÖDYNTÄMIEN .....	21
5.1	Rakennusten purkaminen .....	21
5.2	Purkukartoitus .....	23
5.3	Purkumateriaalien käyttöä ohjaava lainsäädäntö .....	24
6	RAKENNUSOSIEN UUELLEENKÄYTTÖ .....	28
6.1	Uudelleenkäytön haasteet ja kehittäminen .....	28
6.2	Uudelleenkäytön mahdollisuudet .....	33
6.3	Uudelleenkäytön nykytilanne Suomessa .....	34
6.4	Uudelleenkäytön nykytilanne maailmalla .....	36
7	TULOKSET .....	41
7.1	Johtopäätökset .....	41
7.2	Jatkotoimenpiteet .....	43
	LÄHTEET .....	45
	KUVALUETTELO	

## 1 JOHDANTO

Ilmastonmuutos ja luontokato ovat yhteiskuntamme suurimpia uhkia (WWF s.a.). Ilmastonmuutos johtuu ihmisen toiminnan aiheuttamasta ilmaston lämpenemisestä. Ilmaston lämpenemisen seuraukset ovat vakavia ja uhkaavat monia elämän osa-alueita. Ilmastonmuutos on yksi luontokadon aiheuttajista, mitkä johtavat luonnon monimuotoisuuden kuten lajien elinympäristöjen heikkenemiseen. Toisaalta ilmastonmuutosta ei voida enää täysin pysäyttää, joten siitä johtuviin seurauksiin on myös sopeuduttava. (Pantsar 2022.)

Vaikka yli kolmannes suomalaisista pitää ilmastonmuutosta aikamme suurimpana ympäristöuhkana, on noin viidennes edelleen eri mieltä. Ilmastonmuutos on ollut vuodesta 2004 alkaen näkyvämpi osa politiikkaa, jolloin myös ilmasto-kriittisyys on lähtenyt kasvuun. (Kurronen 2021.) Toisaalta ilmastonmuutoksesta huolestuneiden tyytymättömyydestä ilmastotoimien tehostomuutta kohtaan kertoo se, että maailmalla ilmasto-oikeudenkäynnit ovat lisääntyneet maiden hallituksia ja yrityksiä vastaan. Suomen historian ensimmäinen ilmasto-oikeudenkäynti on myös käsillä, kun marraskuussa Suomen luonnonsuojeluliitto ja Greenpeace ovat jättäneet korkeimpaan hallinto-oikeuteen hallintovalituksen valtioneuvoston toiminnasta. Valituksen jättäjien mukaan metsien hakuiden ja metsien kasvun hidastumisen myötä metsien kyky hiilidioksidia sitovana ekosysteeminä on laskenut, mutta hallitus ei ole käynnistänyt menettelyä toimenpiteistä ja suunnitelmien päivittämisestä ilmastolain tavoitteiden saavuttamiseksi. (SLL 2022.)

Vuonna 2019 laaditun Sanna Marinin hallituksen hallitusohjelman mukaan Suomen tavoitteena on olla hiilineutraali vuoteen 2035 mennessä (YM Suomen kansallinen ilmastopolitiikka s.a.). Hiilineutraaliudessa hiilidioksidipäästöjä tuotetaan vain sen verran kuin niitä pystytään sitomaan (Sinipuro 2019). Keskeisenä keinona tavoitteeseen pääsemiseksi esitettiin uuden ilmastolain laatimista ja sen ohjausvaikutuksen vahvistamista. Uusi ilmastolaki tuli voimaan heinäkuussa 2022, ja se korvasi edellisen vuonna 2015 laaditun ilmastolain. Uudessa ilmastolaissa asetettiin vuosille 2030, 2040 ja 2050 uudet päästövähennystavoitteet, joita verrataan vuoden 1990 tasoon. (YM ilmastolain uudistus s.a.)

Vaikka ilmastotavoitteita johdetaankin kansallisella tasolla, ovat myös kunnat lähteneet talkoisiin asettamalla omia, jopa kunnianhimoisia tavoitteita (Sitra 2018). Kuntien roolia tulee ohjaamaan myös tuoreen ilmastolain uudistus. Lokakuussa 2022 Sanna Marinin hallitus on tehnyt esityksen uuden ilmastolain muuttamisesta, jossa lakiin lisättäisiin säädökset kunnan ilmastosuunnitelmasta sekä ilmastolain mukaisesta muutoksenhausta. Valtuustokausittain laadittavalla kunnan ilmastosuunnitelmalla pyritään edistämään ilmastolain toteutumista ja muutoksenhakusäätelyllä oikeusturvan toteutumista. (YM ilmastolain muuttaminen s.a.)

Suomea sitoo myös EU:n ilmasto- ja energialainsäädännön velvoitteet ja poliittiset päätökset. Eurooppalainen ilmastolaki astui voimaan 2021. Siinä EU sitoutuu vähentämään kasvihuonepäästöjä vähintään 55 prosenttia vuoden 1990 tasosta vuoteen 2030 mennessä. Vuonna 2019 laaditussa vihreän kehityksen ohjelmassa (European Green Deal) esitellään keinoja ilmastonmuutoksen hillitsemiseksi. Osana ohjelmaa EU on tehnyt myös ehdotuksen eurooppalaisesta ilmastopopimuksesta. (YM Euroopan unionin ilmastopolitiikka s.a.)

Tällä hetkellä elinkaaren aikaisia päästöjä ei säännellä Suomessa lainkaan. Ympäristöministeriön vuonna 2017 teettämän vähähiilisen rakentamisen tiekartan tarkoituksena on hiilijalanjäljen ohjaus oikeaan suuntaan. (Bionova 2017.) Hiilijalanjäljellä kuvataan ihmisen toiminnan aiheuttamia hiilidioksidipäästöjä (Sjöstedt 2019). Tiekartan toimenpiteissä korostuvat siirtyminen kiertotalouteen ja vähähiilisen energian käyttöön, ja neitseellisten luonnonvarojen käyttöä tulisi hillitä, sillä niitä ei riitä loputtomiin. Myös kuluttajien tulee tehdä arkisia toimenpiteitä tavoitteisiin pääsemiseksi. (Huttunen 2021a, 12).

Rakennusalaalla on merkittävä rooli hiilineutraaliuden tavoittelussa. Päästöjä syntyy rakennuksen koko elinkaaren ajan, maankäytöstä rakennuksen purkamiseen ja materiaalien siirtymisellä uudelleen kierto. Elinkaaren aikaisista päästöistä merkittävä osa aiheutuu rakennusmateriaaleista ja erityisesti niiden valmistusvaiheessa. (YM vähähiilisen rakentamisen tiekartta s.a.) Neitseellisten raaka-aineisen käytön vähentämisellä voidaan siis vaikuttaa merkittävästi elinkaaren aikaisiin päästöihin. Suomella on vielä paljon tehtävää, sillä vuonna

2018 rakennus- ja purkujätteestä hyödynnettiin vain noin 54 %, kun nykyinen EU:n jätedirektiivi edellyttää 70 % osuutta. (Kaskinen 2022, 34.)

Lisäksi rakennettu ympäristö käyttää lähes 40 prosenttia kaikesta kulutettavasta energiasta ja aiheuttaa kolmanneksen päästöistä. Kun siihen lisätään vielä liikenteen osuus, on rakennetun ympäristön osuus energiankäytöstä 60 prosenttia ja päästöistä 55 prosenttia. (RT rakennettu ympäristö ja ilmastonmuutos s.a.) Nykyisten vuoden 2018 energiamääräyksiensä puitteissa uudisrakennusten energiatehokkuuden parantamisella ei voida tehdä enää riittävästi. Energiatehokkuuden parantuessa elinkaaren aikaisten päästöjen osuus kasvaa. (YM vähähiilisen rakentamisen tiekartta s.a.)

## **2 OPINNÄYTETYÖN TAVOITE JA TUTKIMUSKYSYMYKSET**

Opinnäytetyön tavoitteena on selvittää kiertotalouden toteutumista uudisrakentamisessa tutkimalla purettujen rakennusosien uudelleenkäytön potentiaalia ja rajoituksia. Työn sisällöstä on rajattu pois kierrätettävät rakennusosat ja -materiaalit, joista valmistetaan uusia materiaaleja. Uudelleenkäytön ja kierrätyksen oleellisia käsitteitä avataan tarkemmin luvussa 5.3. Työssä selvitetään, miten nykyinen lainsäädäntö ja viranomaisohjeistukset sallivat ja rajoittavat purettujen rakennusosien uudelleenkäyttöä sekä, miten rakennusosia on mahdollista niiden puitteissa nykyisellään käyttää. Lisäksi työssä selvitetään, miten sääntelyä tulisi muuttaa, jotta rakennusosia saadaan entistä paremmin uudelleen käyttöön. Työn tarkoituksena on myös löytää tietoa siitä, millaiseen suuntaan rakennusosien uudelleenkäyttöä on edistetty Suomessa ja maailmalla.

Tämän opinnäytetyön tutkimuskysymykset ovat seuraavat:

- Miten nykyinen lainsäädäntö ja viranomaisohjeistukset rajoittavat tai sallivat rakennusosien uudelleenkäyttöä?
- Miten rakennusosia voidaan nykyisen lainsäädännön puitteissa käyttää uudelleen?

## **3 TUTKIMUSMENETELMÄN MÄÄRITTELY JA TUTKIMUSAINESTO**

Opinnäytetyön tutkimusstrategiaksi valittiin toimintatutkimus. Toimintatutkimus on yksi laadullisen tutkimuksen menetelmistä. Toimintatutkimukselle ei ole kovin yksiselitteistä määritelmää, mutta ominaista sille on käytännön ja teorian

yhdistäminen. Erilaisille toimintatutkimuksen määritelmille on yhteistä myös toiminnan havainnointi, reflektointi ja muuttaminen sekä toimijoiden ja tutkijoiden yhteistyö koko prosessin ajan. Laadullisen tutkimuksen menetelmistä toimintatutkimus sopii hyvin tämän opinnäytetyön tutkimusstrategiaksi, koska tavoitteena on lisätä toimeksiantajayrityksen ymmärrystä rakennusosien uudelleenkäytöstä sekä löytää ratkaisuja käytäntöön. (Puusa & Juuti 2020, luku 17.)

Kiertotalous ja rakennusosien uudelleenkäyttö on hyvin ajankohtainen aihe, josta uutta tietoa julkaistaan nopealla tahdilla. Toisaalta aiheisiin liittyvää tieteellisiä tutkimusta on tarjolla vielä hyvin vähän. Tutkimusaineistona työssä on käytetty pääosin aiheeseen liittyviä julkaisuja, tutkimuksia ja verkkoartikkeleita. Muiden kuin tieteellisten julkaisujen käytöstä ollaan montaa mieltä. Lassila-Merisalo (2018) on artikkelissaan sitä mieltä, että lähteiden käytössä on tärkeää lähteen arviointi suhteessa asiayhteyteen, ja sen mukaista lähdekriittisyyttä on sovellettu myös tässä työssä.

## **4 KIERTOTALOUS OSANA KESTÄVÄÄ RAKENTAMISESTA**

### **4.1 Kiertotalous käsitteenä**

Kiertotalous on talousmalli, jossa ei tuoteta jatkuvasti uutta, vaan jossa materiaaleja ja energiaa kuluttava taloudellinen toiminta pysyy maapallon kantokyvyn rajoissa (Huttunen 2021a, 11). Kiertotaloudelle on useita määritelmiä. Useimmille niistä yhteistä on se, että materiaaleja tulee hyödyntää mahdollisimman pitkään, jolloin jätettä ja päästöjä syntyy mahdollisimman vähän. Toisin sanoen kiertotaloudessa materiaaleihin sitoutunut arvo pyritään säilyttämään yhteiskunnassa mahdollisimman pitkään. Kiertotaloudessa neitseellisten luonnonvarojen kulutus ei ohjaa talouskasvua. (Sjöstedt 2019.)

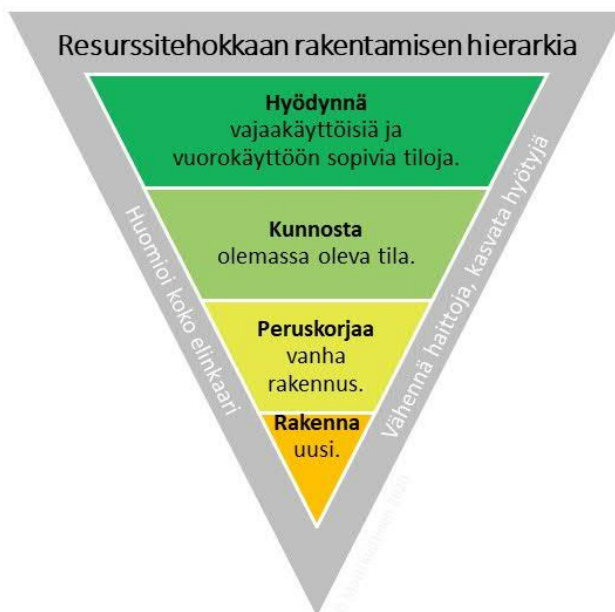
Kiertotalouden vastakohta on lineaarinen talousmalli, jossa materiaali valmistetaan kestäväksi vain tietyn ajan, jonka jälkeen se hävitetään ja tilalle hankitaan uutta. Lineaarisen mallin mukainen materiaali on valmistettu edullisista ja helposti saatavilla olevista raaka-aineista ja energiasta. (Euroopan parlamentti 2022.)



Kiertotaloutta voidaan edistää myös omistamisen sijaan vuokraamalla, jakamalla, yhteiskäytöllä tai hyödyntämällä leasing-tuotteita. Nämä kiertotalouden palvelut voidaan saada digitaalisten alustojen avulla kattavasti käyttöön. Tiedonhallinta ja digitaalisuus ovat edellytyksiä kiertotalouden toteutumiselle. Lisäksi digitalisaation avulla materiaaleista koko niiden elinkaaren ajan kerättyä tietoa voidaan hyödyntää, kun materiaali lähtee uudelleen kiertoon tai se poistuu käytöstä. (Rakenna kiertotaloutta s.a.)

Resurssitehokkuus on oleellisessa roolissa kiertotalouden edistämisessä. Resurssitehokkuus määritellään vähän eri tavalla asiayhteydestä riippuen. Siinä on perinteisen määritelmän mukaan kyse yksinkertaisesti tavoitteesta tuottaa enemmän mahdollisimman pienillä resursseilla. (Lehtovuori ym. 2017, 12.)

Kiertotaloudessa resurssitehokkaassa toiminnassa materiaaleja käytetään optimaalisesti, vältetään hukkaa ja ympäristövahinkoja ja ehkäistään luonnonvarojen loppumista (Sinipuro 2019). Tällöin resurssitehokkuuden mittaamisesta tulee hankalampaa, koska kiertotalouden luonnonvararesursseja ei voida mitata rahassa (Lehtovuori ym. 2017, 11).



Kuva 1. Resurssitehokkaan rakentamisen hierarkia (Kuittinen 2020)

Ympäristöministeriön Matti Kuittinen on arkkitehtuuripoliittisen ohjelman pohjalta luonut resurssitehokkaan rakentamisen hierarkian (kuva 1), jossa luonnonvarojen käyttöä ehkäistään ensisijaisesti hyödyntämällä olemassa olevia tiloja muuntojoustavuuden ja monikäyttöisyyden avulla ja seuraavana

vaihtoehtona on kunnostaa tilat elinkaaren pidentämiseksi. Uuden rakentamista tulee harkita tarkoin ja pyrkiä ensin korjaamaan vanha rakennus. (Apoli 2022.)

## 4.2 Kiertotalous rakennetussa ympäristössä

Rakennetussa ympäristössä kiertotaloutta voidaan toteuttaa rakentamisen eri vaiheissa alkaen maankäytöstä suunnitteluun, rakennusmateriaalien valmistamisesta rakentamiseen, käytöstä korjaamiseen ja lopulta purkamiseen ja purkujätteiden ja -materiaalien hyödyntämiseen kuvan 2 mukaisesti.

Kiertotalouden toteuttaminen alkaa maankäytön suunnittelusta ja kaavoitusprosessista, joissa voidaan asettaa tavoitteita kiertotalouden mukaiselle toiminnalle. Sen sijaan että kajotaan neitseelliseen maaperään, voidaan hyödyntää jo olemassa olevia maa-alueita ja siellä mahdollisesti sijaitsevia purettavia rakennuksia eräänlaisina materiaalipankkeina, joista materiaalit siirretään uuteen käyttökohteeseen. (Vierikko 2020, 86.)

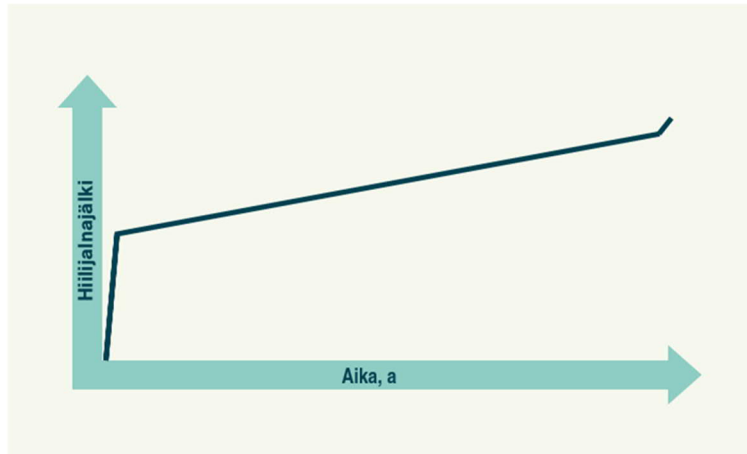
Suunnitteluvaiheessa tehtävillä päätöksillä ja suunnitteluratkaisuilla on merkittävä rooli kiertotalouden toteutumiselle. Hankesuunnittelussa määritellään tavoitteet kiertotaloutta tukeville ratkaisuille. Suunnitteluratkaisuilla voidaan vaikuttaa muun muassa rakennuksen elinkaaren pituuteen muunneltavuuden ja monikäyttöisyyden huomioimisella. Myös rakenteiden kestävyydelle, ylläpidettävyydelle, purettavuudelle ja purettavien materiaalien kierrätettävyydelle tai uudelleenkäytettävyydelle voidaan määritellä tavoitteet. (Tarpio 2021, 73–74.) Suunnitteluratkaisujen toteutuminen ja tiedot hyödynnettävistä materiaaleista edellyttävät toimivaa tiedonhallintaa. Tiedonhallinnan haasteena on kuitenkin tiedon pirstaleisuus monissa eri digitaalisissa järjestelmissä. Rakennuksien tietomallia on sekä kannatettu että kritisoitu ratkaisuna elinkaaren aikaisten tietojen säilyttämiseen. (Häkkinen 2021, 81.) Jos uudisrakentamista edeltää purkuvaihe, edellyttää rakennusmateriaalien hyödyntäminen kiertotalouden tavoitteiden mukaisesti purkamisen tarkkaa suunnittelua ja toteutusta. Huolellisella suunnittelulla voidaan selvittää ennakkoon kierrätettävät materiaalit ja mahdolliset uudelleen käyttöön soveltuvat materiaalit. (Lehtonen 2021, 124.)

Jotta rakentamisvaiheessa voidaan huomioida kiertotaloutta, on sille asetettava myös tavoitteita rakentamisen valmistelussa ja ohjauksessa. Helpoimmillaan rakennustyömaalla voidaan toteuttaa kiertotaloutta panostamalla jätteen määrän vähentämiseen ja kierrättämiseen. Muita konkreettisia rakentamisvaiheen kiertotaloustoimia voidaan tehdä esimerkiksi kiinnittämällä huomiota hankinnoissa materiaalien kierrätettävyyteen, energiankulutukseen sekä uusiutuvan energian käyttöön. Kiertotalousajattelun mukaista resurssitehokkuutta voidaan saavuttaa rakentamisvaiheessa esimerkiksi logistiikan optimoinnilla. (Leino 2021.)



Kuva 2. Kiertotalouden toteutuminen rakennetussa ympäristössä elinkaaren eri vaiheissa (YM Uusi Suunta s.a., 71)

Kuvassa 3 näkyy, kuinka merkittävä elinkaaren alkupäässä rakennusmateriaalien valmistuksesta ja rakentamisesta syntyvien päästöjen osuus on. Päästöt aiheuttavat niin sanotun *hiilipiikin*. Hiilipiikkiin on mahdollisuus vaikuttaa erityisesti suunnitteluvaiheessa, materiaalien valmistusprosessissa ja työmaan kiertotaloustoimilla. On selvää, että hiilipiikkiä tulisi leikata, vaikka todennäköisesti se tulee jopa suhteellisesti kasvamaan käyttövaiheen energiankäytöstä aiheutuvien päästöjen pienentyessä. (Huuhka & Lampinen 2021, 33–34.) Kinunen (2021) tuo artikkelissaan esiin näkökulman, jossa hiilipiikin kasvattaminen voisi olla perusteltua, jos voidaan varmistua elinkaaren aikaisista kiertotaloustoimista kuten pitkäikäisyydestä, monikäyttöisyydestä, muunneltavuudesta tai korjattavuudesta.



Kuva 3. Periaatekuva rakennusmateriaalin valmistuksen ja rakentamisvaiheen aiheuttamasta hiilipäästä (Huuha & Lampinen 2021, 35)

Käyttövaihe on rakennuksen elinkaaren aikana pisin ajanjakso, johon mahtuu paljon kiertotaloutta tukevia toimenpiteitä. Ensisijaisesti elinkaaren pituuteen voidaan vaikuttaa oikeanlaisilla ylläpito-, huolto- ja korjaustoimenpiteillä. Rakennusosien kulumisen, korjattavuus, vaihdettavuus ja huollettavuus tulee ottaa huomioon jo suunnitteluvaiheessa. (Jääskeläinen 2021, 22.) Käyttäjä voi myös omalla toiminnallaan vaikuttaa kiertotalouden toteutumiseen energiankulutuksen vähentämisellä, kierrättämisellä, jakamalla ja vuokraamalla omistamisen sijaan, yhteiskäytöllä tai hyödyntämällä muita kiertotalouden palveluita. (Rakenna kiertotaloutta s.a.)

Mikäli edellä mainituista kiertotaloustoimenpiteistä huolimatta päädytään rakennuksen purkamiseen ja uuden rakentamiseen, on purkumateriaalien hyödyntäminen tällöin oleellisessa osassa. Rakennusten purkamista ja purkumateriaaleja käsitellään tarkemmin tämän työn luvussa 5.

### 4.3 Kiertotalouden nykytilanne Suomessa

Nykyisessä merkityksessään *kiertotalous*-termi on saapunut suomen kieleen 1970-luvulla (Savolainen 2021, 154). Suomea on pidetty jopa kiertotalouden edelläkävijänä, mutta todellisuudessa olemme vieläkin vasta alkumatkalla kohti kiertotaloutta. Vaikka kansallisen tason tavoitteetkin tähtäävät edelläkävijäksi, kertovat tutkimukset toista. Jätteiden kierrätyksessä Suomi on EU-maiden keskiarvon alapuolella. (SYKE 2020.) Suomen toimet ovat keskittyneet enemmän biotalouden ja cleantech-tekniikan edistämiseen kuin

kiertotalouteen (Teknologiateollisuus 2019). Biotalousessa ravintoa, energiaa, materiaalia ja palveluja tuotetaan hyödyntäen uusia biopohjaisia luonnonvaroja ja kierrätystä. Biotalousessa hyödynnetään myös ympäristöä säästävää teknologiaa eli cleantech-tekniikkaa. (Sjöstedt 2019.)

Vuonna 2016 valmistui vuosille 2016–2025 ensimmäinen kansallinen kiertotalouden tiekartta, johon on koottu ratkaisuja ja toimenpiteitä kiertotalouteen siirtymisen tueksi. Tämä maailman ensimmäinen kiertotalouden tiekartta sai päivitetyn version vuonna 2019. Tiekartta on syntynyt Sitran johdolla yhteistyössä ministeriöiden ja julkisen, yksityisen sekä vapaaehtoissektorin tahojen kanssa. Kiertotalouden edistäminen tuli ensimmäisen kerran mukaan vuosien 2019–2023 hallitusohjelmaan. (Sitra Kiertotalouden tiekartta s.a.)

Koska kiertotaloutta ei toistaiseksi Suomessa säännellä lailla, perustuu kiertotaloustoimet pelkästään vapaaehtoisuuteen. Kiertotaloustoimia kirittämään ministeriöt kutsuivat keväällä 2022 yrityksiä, maakuntia, kaupungeja, kuntia ja toimialajärjestöjä valmistelemaan vapaaehtoisuuteen perustavaa Vähähiilisen kiertotalouden green deal -sitoumusta, jossa yhteistyöllä pyritään löytämään kiertotalouden ratkaisuja. Prosessin valmisteluun lähti lopulta 80 toimijaa. (Valtioneuvosto 2022a.)

Kiertotalous ja siihen oleellisesti kytkeytyvä digitaalisuus tulevat näkymään merkittävästi maankäyttö- ja rakennuslain kokonaisuudistuksessa, jonka on tarkoitus astua voimaan 1.1.2024. Rakentamista tulee jatkossa koskemaan rakentamislaki, jonka myötä maankäyttö- ja rakentamislaita kumotaan rakentamista koskevat luvut. Jäljelle jäävän lain nimeksi muutetaan alueiden käyttölaki. Uudessa rakentamislaiassa tullaan huomioimaan rakennuksen koko elinkaari ja hiilijalanjälki sekä tullaan asettamaan uusia teknisiä vaatimuksia näihin pääsemiseksi. Uuteen rakentamislakiin tulee vaatimuksia muun muassa rakennusten pitkäikäisyydestä ja muunneltavuudesta. Lisäksi rakennuksille tullaan määrittelemään tavoitteelliset käyttöiät. Kiertotalouden ratkaisulla ja digitalisaatiolla on avainasema näihin tavoitteisiin pääsemisessä. (YM maankäyttö- ja rakennuslaki uudistus s.a.) Asetustasolla tullaan edellyttämään rakennusmateriaalien ja -tuotteiden luettelointia ja luettelon säilyttämistä. Asetuksiin tullaan sisällyttämään myös säännöksiä rakennuksen purettavuudesta

rakennus- ja purkumateriaaliselvityksen kautta ja rakennuksen osien vaihdettavuudesta. (Huttunen 2021a, 28.) Asetukset rakennuksen ilmastonselvityksestä, materiaaliselosteesta ja hiilijalanjäljen raja-arvoista tullaan antamaan myöhemmin rakentamislain rinnalle (YM maankäyttö- ja rakennuslaki uudistus s.a.).

Rakentamislain ja alueiden käyttölain rinnalle tulee voimaan laki rakennetun ympäristön tietojärjestelmästä. Laissa tullaan edellyttämään, että rakentamista ja alueiden käyttöä koskevat suunnitelmat tehdään yhteensopivina tietomalleina. Uudella lailla nähdään olevan vaikutusta ympäristön kuormittavuuden seurantaan ja rakennusmateriaalien ja -jätteiden kiertotalousmarkkina. (YM maankäyttö- ja rakennuslaki uudistus s.a.)

#### **4.4 Kiertotalous liiketoimintana ja innovaatiot**

Kiertotalouden tarkoituksena ei ole vähentää taloudellista toimintaa suhteessa lineaariseen talousmalliin vaan muuttaa sen muotoa. Kun synnytetään uusia kiertotalouden innovaatioita markkinoille, on edelläkävijöillä erinomainen mahdollisuus synnyttää kannattavaa liiketoimintaa ja kasvattaa kilpailukykyä. Raaka-aineiden ja niiden arvon säilyminen kierrossa mahdollisimman pitkään, säästää energiaa ja resursseja, mahdollistaa myös kustannussäästöjen syntymisen. (Sitra 2014, 7.)

Etenkin rakentamisessa ja purkamisessa syntyvien materiaalien kierrätyksessä ja jätteiden erilliskeräyksessä voidaan nähdä uusia liiketoimintamahdollisuuksia (Lehtonen 2019a, 66). Sitra on nostanut julkaisussaan viisi kiertotalouden liiketoimintamallia, joilla yrityksillä on mahdollista hyötyä kiertotaloudesta (Sitra & Deloitte 2022, 11).

- 1.) Kierrätettävät raaka-aineet
- 2.) Jakamislustat
- 3.) Tuote palveluna
- 4.) Elinkaaren pidentäminen
- 5.) Resurssien talteenotto

Vaikka edelläkävijöillä voi olla mahdollisuus uuden liiketoiminnan synnyttämiseen, tarvitaan yksityisten ja julkisten yritysten ja eri alojen välistä yhteistyötä

kiertotalouden toteutumiseksi (Sitra & Deloitte 2022, 11). Rakennusalalta ratkaisua ilmastokriisiin ei löydy työmaan kierrätysasteen nostamisella, vaan vastuulliseen toimintaan on valjastettava yhteiskunnan toimijat, materiaalien valmistajat, kaupankäynnin ketju sekä kuluttajat. (YM Uusi suunta s.a., 49–50.) Leino (2021) vertaa ilmastokriisin toimenpiteitä työturvallisuuden tason parantamiseen, joka saavutettiin avoimella yhteistyöllä ja joka on nyt alalla arkipäivää. Kiertotalouden toteutuminen edellyttää ennen kaikkea ajattelumallien muutosta yrityksiltä uusien innovaatioiden synnyttämiseksi. Innovaatioiden ja uudenlaisten kiertotalouden liiketoimintojen synnyttämiseksi on kannattavaa luoda ekosysteemejä, kuten symbiooseja, joissa yritykset hyödyntävät tehokkaasti toistensa sivuvirtoja. Ekosysteemissä yrityksien, tutkimuslaitoksien, julkisen ja vapaaehtoissektorien yhteistyöllä pyritään nopeampiin innovaatioihin. Ehdotus kiertotalouden strategiseksi ohjelmaksi -raportissa ekosysteemit nähdään jopa kiertotalouden ratkaisujen mahdollistajana, vaikka toistaiseksi yritykset eivät juurikaan lähde mukaan avoimen yhteistyön ekosysteemeihin. (YM Uusi suunta s.a., 49–50.)

Sitran tekemän selvityksen mukaan kiertotaloustoimilla on mahdollisuus kasvattaa kansantaloutta jopa 3 miljardilla eurolla vuosittain vuoteen 2030 mennessä (Sitra & Deloitte 2022, 11). Tähän asti neitseelliset raaka-aineet ovat olleet kierrätettäviä materiaaleja edullisempia, mutta tulevien vuosikymmenten väestönkasvun ja kaupungistumisen sekä Venäjän hyökkäyssodan aiheuttaman energiakriisin ja raaka-ainepulan takia on myös kiertotalouden mukaisia ratkaisuja etsittävä entistä enemmän. Vaikka tarve ei näissä tapauksissa olekaan ympäristölähtöinen, on siitä toki hyötyä elinympäristöllemme. (YM Uusi suunta s.a., 41.) Kriisitilanteisiin sopeutuminen kasvattaa usein innovaatiotoimintaa, kuten myös COVID-19-pandemian aikana nähtiin muun muassa digitaalisuuden osalta. Toisaalta äkillisen innovaatiotoiminnan riskinä on, että innovaatiot eivät olekaan syntyneet kilpailuedun vuoksi ja on mahdollista, että kriisin myötä syntyneille innovaatioille ei olekaan enää kysyntää kriisitilanteen jälkeen. (STT 2020a.)

Nykyisessä, lineaarisessa talousjärjestelmässä päästöjen aiheuttajia tai toiminnallaan luonnon ekosysteemiä haittaavia tahoja ei juurikaan sanktoida toiminnastaan. Kiertotaloutta edistäviin toimiin ei toisaalta myöskään kannusteta

taloudellisesti. (YM Uusi suunta s.a., 13.) Tamminen ym. (2019, 7) toteavat laatimansa selvityksen muistiossa, että taloudellisilla kannustimilla voitaisiin vauhdittaa kiertotalouden toteutumista, mutta myös vahvistaa taloutta ja lisätä työllisyyttä. Kiertotaloutta tukevien taloudellisten ohjauskeinojen, kuten verojärjestelmän, avulla voitaisiin tukea uusien kiertotalouden liiketoimintamallien syntymistä (Sinervo ym. 2020, 16). Maailmanpankki, OECD ja Euroopan komissio ovat tehneet ehdotuksen jäsenvaltioille verotuksen keventämisestä työn ja yrittämisen osalta ja vastaavasti verottamalla rankemmin päästöjen aiheuttamisesta (Tamminen ym. 2019, 13). Taloudellisten kannusteiden lisäksi kiertotalouden ratkaisujen syntymiseksi tarvitaan innovaatioita ja ohjauskeinoja markkinoiden kehittämiseen (YM Uusi suunta s.a., 14).

## **4.5 Taksonomia**

### **4.5.1 Taksonomian ilmasto- ja ympäristötavoitteet**

Vuonna 2019 laaditussa Euroopan vihreän kehityksen ohjelmassa (European Green Deal) kaikki EU:n jäsenvaltiot sitoutuivat toimenpidepakettiin, jotta Eurooppa olisi ilmastoneutraali vuoteen 2050 mennessä. Osana EU:n vihreän kehityksen ohjelmaa EU on luonut kestävän rahoituksen luokittelujärjestelmän eli taksonomian. Taksonomia-asetus koskee nyt alkuvaiheessa yli 500 henkilöä työllistäviä pörssiyhtiöitä, pankkeja ja vakuutusyhtiöitä. Tavoitteena on laajentaa taksonomia koskemaan myös laajemmin elinkeinoelämän toimijoita. Taksonomian tavoitteena on edistää EU:n ympäristötavoitteiden toteutumista sekä rahoittaa ilmaston ja ympäristön kannalta kestävää liiketoimintaa. Taksonomialle luoduissa tavoitteissa olennaista on, ettei yhden ympäristötavoitteen toteutuminen voi aiheuttaa haittaa jollekin toiselle tavoitteelle ja ihmisoikeuksille. Taksonomian kuusi ilmasto- ja ympäristötavoitetta ovat seuraavat ja niiden käyttöönotto tapahtuu vaiheittain kuvan 4 mukaisesti. (Pohjalainen ym. 2022, 1–4.)

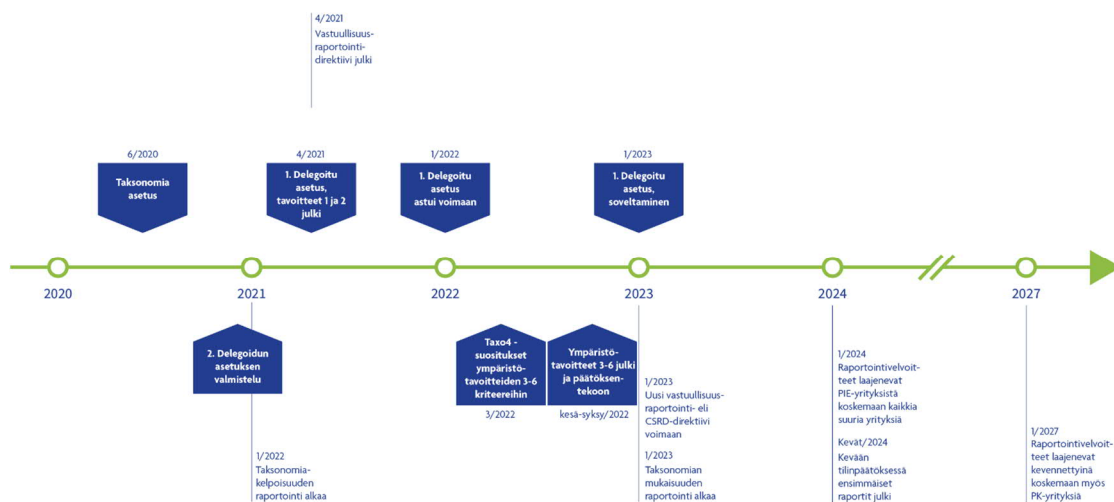
1. Ilmastonmuutoksen hillintä
2. Ilmastonmuutokseen sopeutuminen
3. Vesivarojen ja merten tarjoamien luonnonvarojen kestävä käyttö ja suojele
4. Kiertotalouteen siirtyminen
5. Ympäristön pilaantumisen ehkäiseminen ja vähentäminen



## 6. Luonnon monimuotoisuuden ja ekosysteemien suojeleminen ja ennallistaminen

Taksonomia-asetus ja sen ensimmäiset ympäristötavoitteet 1–2 tulivat voimaan vuoden 2022 alusta, josta alkoi yritysten raportointivelvoite NFRD-raportointidirektiivin (Non-Financial Reporting Directive) mukaisesti. Velvoitteen mukaan yrityksiä on vuosittain raportoitava kestävien toimintojen osuus sen liikevaihdosta, pääomamenoista ja toimintakuluista. (Pohjalainen ym. 2022, 11.) Raportoinnin myötä moni yhtiö on ollut uuden edessä, kun on alettu selvittää yrityksen taksonomiakelpoisia toimintoja ja tulkitsemaan raportointivaatimuksia. Muutokset ovat vaatineet yrityksiltä resursseja ja jopa uusia raportointijärjestelmiä. (KPMG 2022.)

Vuoden 2023 alusta taksonomian raportointivelvoite tiukkenee entisestään, kun yritysten on arvioitava taloudellisten toimintojen kestävyttä taksonomian tiukan ympäristö- ja ilmastotavoitekriteeristön mukaisesti. Vuoden 2022 syksyllä EU:n on tarkoitus julkaista ympäristötavoitteita 3–6 koskeva kriteeristö, joka tulisi voimaan vuonna 2024. (Ecobio 2022.)



Kuva 4. Taksonomian käyttöönoton aikataulu (FIGBC s.a.)

Taksonomiaraportointi tulee laajenemaan entisestään kestävyysraportointidirektiivin eli CSRD-direktiivin (Corporate Sustainability Reporting Directive) myötä. CSRD-raportointidirektiivin mukaan yrityksiä tulee julkistaa entistä tarkempia tietoja liiketoimintansa ympäristö- ja sosiaalisista vaikutuksista. CSRD tulee aikanaan korvamaan aiemmin NFRD-raportointidirektiivin ja raportoinnin

piiriin tulee lisää yrityksiä. CSDR-raportointi tulee alkuun koskemaan aiemman direktiivin piirissä olleita yrityksiä vuoden 2024 alusta. (Ecobio 2022.)

#### 4.5.2 Taksonomian tavoitteena siirtyminen kiertotalouteen

Yksi kuudesta taksonomian ympäristö- ja ilmastotavoitteista on *Siirtyminen kiertotalouteen*. EU-asetuksessa 2021/2139 tavoitteen kriteereistä on kirjattu seuraavasti:

”Vähintään 70 prosenttia (painossa mitattuna) rakennustyömaalla tuotetusta vaarattomasta rakennus- ja purkujätteestä (lukuun ottamatta päätöksellä 2000/532/EY vahvistetun Euroopan jäteluettelon luokassa 17 05 04 tarkoitettua luonnosta peräisin olevaa ainetta) valmistellaan uudelleenkäyttöön, kierrätykseen ja muuhun materiaalin talteenottoon mukaan lukien maantäyttötoimet, joissa käytetään jätettä korvaamaan muita materiaaleja, jätehierarkian ja EU:n rakennus- ja purkujätteen käsittely- ja kierrätysmallin (287) mukaisesti. Toimijat rajoittavat jätteen syntyä rakennus- ja purkuprosessien aikana EU:n rakennus- ja purkujätteen käsittely- ja kierrätysmallia noudattaen ja ottaen huomioon parhaat käytettävissä olevat tekniikat ja käyttäen valikoivaa purkua, mikä mahdollistaa vaarallisten aineiden poistamisen ja turvallisen käsittelyn sekä helpottaa uudelleenkäyttöä ja laadukasta kierrätystä poistamalla materiaaleja valikoivasti hyödyntämällä käytössä olevia rakennus- ja purkujätteen lajittelujärjestelmiä. Rakennusten rakennesuunnittelu ja rakennustekniikat tukevat kiertoa ja rakennusten osalta on osoitettava erityisesti, miten ne on suunniteltu resurssitehokkaammiksi, mukautumiskelpoisiksi, joustaviksi ja purettaviksi uudelleenkäytön ja kierrätyksen mahdollistamiseksi ISO-standardin 20887 (288) tai muiden rakennusten purkamista tai muuntamista koskevien standardien mukaisesti.” (Euroopan komissio 2021.)

Tavoitteen soveltamisesta käytännössä ei ole toistaiseksi olemassa ohjeistusta eikä kansallisia tulkintoja. Green Building Council Finland -järjestön koorama asiantuntijaryhmä tekee työtä tulkintojen selkeyttämiseksi, ja tavoitteena on julkaista tulkinnat syksyn 2022 aikana. Kansallisilla tulkinnoilla pyritään saamaan kriteereistä helppokäyttöisiä ja ymmärrettäviä raportoinnin helpottamiseksi. Yksi isoimpia haasteita kriteereissä on niiden vaatimuksien

osoittaminen. Sen lisäksi että asiantuntijaryhmä on todennut kriteeristön edellyttävän syvällistä ympäristökestävyyden osaamista, kriteereissä ei ole määriteltä kaikkia yksityiskohtia tai sitten ne on määriteltä virheellisesti. (FIGBC 2021a.) Myös Rakennusteollisuus RT ry on kritisoinut, että kriteerit ovat nykyisellään epärealistisia eivätkä toimi käytännössä, ja ehdottaa kriteerien vaihteista kiristymistä. Jotta kriteerit olivat mitattavissa, tulisi RT:n mukaan niiden perustua lukuihin ja faktoihin. (RT 2022a.) Myös kriteerien soveltumista liiketoiminnan kestävyyden arviointiin on kritisoitu (Pohjalainen ym. 2022, 3).

#### **4.6 Datatalous ja digitalisaatio**

Euroopassa kiinteistö- ja rakennusalalla uudet teknologiat ja digitaaliset innovaatiot sekä liiketoimintamallit ovat kasvussa. Lisäksi sijoitukset niihin ovat yli viisinkertaistuneet vuosina 2014–2019. Tämä on odotettu muutos, sillä kiinteistö- ja rakennussala on yksi vähiten digitalisaatiota hyödyntävistä toimialoista. (Wauters 2020.)

Datatalous ja digitalisaatio linkittyvät merkittävästi kiertotalouteen, ja niillä voidaan nähdä olevan myönteisiä ympäristövaikutuksia kiertotalouden toteutumisen kautta. Datataloudella tarkoitetaan liiketoimintamallia, joka perustuu tiedon hyödyntämiseen ja käyttöön. Datatalous, digitalisaatio sekä erilaiset älyratkaisut ovat avainasemassa myös kiertotalouden palveluiden kehittämisessä, jossa tuotetaan palveluita materiaalin sijaan. (YM Uusi suunta s.a.,13.)

Tiedon kerääminen, jäljittäminen, hallitseminen ja hyödyntäminen on tärkeää, jotta kiertotalouden toteutumista voidaan ohjata, seurata ja mitata entistä paremmin, mutta se on tärkeää myös luottamuksen ja läpinäkyvyyden synnyttämiseksi. Läpinäkyvyys on tärkeää myös silloin, kun digitalisaatio yhdistetään eri tuotannontekijöihin, kuten työvoimaan. (Sinipuro 2019.) Teknologian lisäksi digitalisaation kehittämisessä tulee huomioida tiedollinen, vuorovaikutteinen, asiakaslähtöinen sekä turvallisuutta korostava näkökulma (Opetushallitus 2019). Kuten kiertotalouden, myös digitalisaation koordinoitua tehdään kansallisella tasolla, ja tähän liittyy muun muassa toimivan data-arkkitehtuurin luominen. Jotta erilaiset digitaaliset verkostot saadaan keskenään

yhteensopiviksi, tarvitaan eri toimijoiden ja yritysten yhteistyötä. (YM Kiertotalouden innovaatiot, digitalisaatio ja osaaminen s.a.)

#### **4.7 Kiertotalousosaaminen**

Vaikka kiertotalouteen siirtyminen tarvitseekin nopeita toimia, on se ennen kaikkea valtava yhteiskunnallinen muutos. Jotta muutos on mahdollinen, tulee kiertotalousosaamista painottaa eri koulutusasteiden opetussuunnitelmissa ja työpaikkojen koulutusohjelmissa. (YM Uusi suunta s.a., 61–62.) Sitra (2021, 5) tuo raportissaan esiin oikeudenmukaisuuden tärkeyden siirtymisessä kiertotalouteen. Työelämässä siirtymää kohti oikeudenmukaista kiertotaloutta voidaan tukea osallistamalla henkilöstöä sekä työntekijöiden uudelleen- ja täydennyskoulutuksella. (Valtioneuvosto 2019.)

Vuonna 2019 julkaistun Osaaminen 2035 -raportin mukaan osaamisen kehittämisen tulisi yleisesti painottua digitalisaatioon ja teknologian kehittymiseen sekä erityisesti teollisuuden aloilla, kuten rakentamisessa, myös kestävän kehityksen perustaitojen tuntemukseen. Rakennusalan tulevien koulutuksien koulutussisällöissä tullaan näkemään sisältöä muun muassa modulaaristen, kierrätettävien ja energiatehokkaiden rakennusten suunnittelusta, kierrätysmateriaaleista, digitalisaatiosta ja koodauksesta, innovaatio-osaamisesta sekä korjausrakentamisesta sekä rakennusten ylläpidosta. (Sitra 2021, 12.)

Kiertotalouteen siirtymisen myötä EU:n alueella rakennusosalalle odotetaan jopa 6,5 miljoonaa uutta työpaikkaa ja Suomeen vähintään 5000 työpaikkaa vuoteen 2030 mennessä (Valtioneuvosto 2016). Uusia työpaikkoja tulee todennäköisesti syntymään erityisesti rakennusjätteiden hyödyntämisen sekä kiertotalouspalveluiden yleistyessä. Sen lisäksi, että uusia työpaikkoja syntyy, myös osa tulee häviämään ja tällöin uudelleen kouluttautumisen tarve kasvaa. Rakennusosalalla tämä voi tarkoittaa esimerkiksi painopisteen siirtymistä uudisrakentamisesta korjausrakentamiseen. Alalla säilyvien työpaikkojen sisältöön kiertotalous tulee vaikuttamaan jatkuvana kouluttamisena, joka tulee nousemaan entistä suurempaan rooliin digitaalisten työkalujen yleistyessä (Sitra 2021, 12).

## 5 PURKUMATERIAALIEN HYÖDYNTÄMIEN

### 5.1 Rakennusten purkaminen

Kiertotaloutta voidaan toteuttaa parhaiten jatkamalla rakennuksien elinkaarta mahdollisimman pitkään, mutta se ei ole kuitenkaan aina mahdollista. Purkaminen voi tulla kyseeseen, kun rakennukselle ei yrityksistä huolimatta löydy uutta käyttötarkoitusta, rakennus ei ole enää turvallinen tai terveellinen käyttää tai kun rakennuksesta puretaan osia saneerauksen tai rakennuksen käyttötarkoituksen muuttuessa. (Huttunen 2021a, 17.) Määrällisesti Suomessa puretaan eniten puisia pientaloja, mutta pinta-alallisesti eniten teollisuusrakennuksia, julkisia rakennuksia ja varastorakennuksia. Koska purettavien rakennuksien keski-ikä on noin 41 vuotta, on selvää, että purkamisen syy on jokin muu kuin tekninen käyttöikä. Näistä purettavissa rakennuksissa on valtavat määrät rakennusosia, joita olisi mahdollisuus hyödyntää vielä uudelleen. (Zhu ym. 2022, 15.)

Suomessa syntyy vuosittain noin 1,6 miljoonaa tonnia rakennus- ja purkujätettä, jossa ei ole mukana maamassoja. Näistä jätteistä hyödynnetään noin 54 %. Suomen tavoitteena on ollut nostaa hyödyntämisaste 70 prosenttiin vuoteen 2020 mennessä, mutta tähän ei ole päästy vuonna 2022. Suomen tavoitteen pohjana on EU:n Pre-demolition audit, joka on kiertotaloustavoitteita tukeva toimenpide rakennus- ja purkujätteiden erittelemiseksi ja hyödyntämispotentiaalin kartoittamiseksi. (Ympäristöministeriö 2019.) Rakennus- ja purkujätteen hyödyntämisaste ei erottele sitä, miten jätteet hyödynnetään. Kiertotalouden kannalta olisi tärkeää seurata myös materiaalien uudelleenkäyttöä ja jätteen synnyn ehkäisyä. (Hakaste 2021, 113.)

Rakennus- ja purkujätteistä jopa 85 % muodostuu rakennusten korjaamisesta ja kokonaisten rakennusten purkamisesta (Wahlström ym. 2019, 11). Yleisimmät purkamisessa syntyvät jätelajit ovat betonijäte, tiilijäte, metallit, puujätteet (käsittelemätön ja käsitelty), kipsilevyt, lasi, muovit, eristeet, kattuhuopa sekä maa- ja kiviainekset (Wahlström ym. 2019, 67). Jätelajeista kiviainekset, kuten betoni ja tiili, muodostavat 80 % ja puutavara 15 % purkujätteen määrästä, joten niiden kierrättämisellä saavutetaan melko helposti korkea hyötykäyttöaste.

Kevyempien materiaalien osuutta ei tule kuitenkaan unohtaa, vaan myös niille tulee hakea uusia käyttökohteita. (Vierikko 2020, 67; FIGBC 2021b.)

Jotta voidaan varmistua kaikista hyödynnettävistä purkumateriaaleista, on purkamisen valmisteluun ja purkamiseen työvaiheena varattava riittävästi aikaa ja kartoitettava kaikki hyödynnettävät materiaalit purettavasta rakennuksesta (Kaskinen 2022, 3). Purkuvaiheen laadun yhtenä kompastuskivenä on usein kiire. Purkupiha Oy:n Kati Tuominen nostaa esiin, että kireät aikataulut eivät tue myöskään kiertotalouden toteutumista. Purku-urakat kilpailutetaan aikataulultaan kireäksi ja mahdollisimman kustannustehokkaiksi. (Kaskinen 2022, 36.) Jos jätteiden käsittely huomioitaisiin purku-urakan kilpailutuksessa riittäväällä tarkkuudella, voitaisiin sillä estää jopa ympäristörikoksia. Koska purku-urakan kustannuksista yli puolet muodostuu jätteiden käsittelystä, sen huomiotta jättäminen voi houkutella urakoitsijaa laiminlyömään lainsäädäntöä. (Laurila 2019.)

Rakennuttajat ja tilaajat harvoin edellyttävät materiaalien ja jätteiden käsittelyä erityisiä toimenpiteitä, vaan purkumateriaalien ja jätteiden käsittely jää urakoitsijan hoidettavaksi. Mikäli urakoitsija on valveutunut asiassa, voi hän myös hyötyä rahallisesti materiaalien jatkokäsittelystä. Jotta materiaalit saataisiin hyötykäyttöön mahdollisimman kattavasti, edellyttää se resursseja ja aikaa purkamisen suunnitteluun, mutta tästä tilaaja ei ole yleensä valmis maksamaan. Tässä olisi kuitenkin tilaajalla hyvä tilaisuus näyttäytyä markkinoilla kiertotalouden edistäjänä. (Kaskinen 2022, 36–37.) Purku-urakoitsijalla on alan parasta tietotaitoa ja hänet olisi kannattavaa ottaa hyvin aikaisessa vaiheessa mukaan ideoimaan materiaalien hyötykäyttöä (FIGBC 2021b).

Purku-urakka edeltää usein uudisrakentamista. Yleensä hanketta lähdetään suunnittelemaan, aikatauluttamaan ja resursoimaan uudishankkeena, ja purkuvaihetta ei suunnitella riittäväällä tarkkuudella. Purkamisen kytkemistä osaksi uudishanketta tulisikin painottaa. (Wahlström ym. 2019, 9.) Lainsäädännön velvoitteet eivät koske ainoastaan purku-urakoitsijaa vaan myös rakennushankkeeseen ryhtyvää. Lainsäädännön mukaan rakennushankkeeseen ryhtyvän vastuulla on huolehtia hankkeen suunnittelusta ja toteuttamisesta myös siten, että rakennus- ja purkujätteistä otetaan talteen ja käytetään uudelleen

käyttökelpoiset rakennusosat ja -materiaalit. Hankkeeseen ryhtyvän tulee myös varmistaa, että toiminnassa syntyy mahdollisimman vähän ja mahdollisimman haitatonta rakennus- ja purkujätettä. (Valtioneuvoston asetus jätteistä 1.12.2021/978.) Asetuksen perustelumuistiosta käy ilmi, että rakennushankkeeseen ryhtyvän olisi mahdollista siirtää tehtävät päätoteuttajalle (Levinen 2021, 23).

## 5.2 Purkukartoitus

EU:n kiertotaloustavoitteita tukemaan on laadittu Pre-demolition audit -toimenpide, joka sisältää purkukartoitusoppaan. Toistaiseksi vapaaehtoinen purkukartoitus on laadittu purkuprosessin tueksi, jotta voidaan tunnistaa sekä purkumateriaalien sisältäviä haitallisia aineita että hyödynnettäviä rakennusmateriaaleja. Suomessa on vuonna 2019 laadittu ”Purkukartoitus – opas laatijalle” -dokumentti, johon on kerätty EU:n purkukartoitusoppaan parhaat käytännöt. (Wahlström ym. 2019, 9.) Purkukartoitus laaditaan hankesuunnitteluvaiheessa pätevän asiantuntijan toimesta. Purkukartoitus on kaksiosainen ja se koostuu haitta-ainekartoituksesta ja purkumateriaaliselvityksestä (kuva 5), joten asiantuntijan tulee täyttää molempien selvityksien pätevyysvaatimukset, tai on käytettävät kahta eri asiantuntijaa. Haitallisia aineita sisältävät rakennusmateriaalit, niiden sijainnit ja määrät selvitetään osana haitta-ainekartoitusta, jotta ne saataisiin pois materiaalikierrosta. Myös vaarallisten jätteiden määrä arvioidaan osana selvitystä. Haitta-ainekartoitus sisältää myös erilaisia purkusuosituksia sekä -vaatimuksia. Purkumateriaaliselvityksessä arvioidaan vastaavasti vaarattomien purkumateriaalin määrää, ja pyritään löytämään uudelleen käytettävät rakennusosat ja -materiaalit. Selvityksessä tulee myös esittää, miten betonijäte tullaan käsittelemään tai jopa hyödyntämään työmaalla. (Wahlström ym. 2019, 18.)

Purkukartoituksen materiaaliselvityksessä myös tilaaja voi esittää omia tavoitteita materiaalin hyödyntämiselle ja uudelleenkäytölle. Purkukartoituksen kautta tavoitteet tulisivat osaksi purku-urakan kilpailutusta, ja urakoitsijan olisi mahdollisuus huomioida tarjouksessa esimerkiksi materiaalien hellävarainen irrottaminen, ja varastoinnoista aiheutuvat kustannukset. Myös tarjouksien kokonaistaloudellinen vertailu on helpompaa. (Lehtonen 2019, 23, 26.)



Kuva 5. Purkukartoituksen haitta-ainekartoituksen ja tutkimuksen sekä purkumateriaaliselvityksen sisältö (Lehtonen ym. 2019, 18)

Purkumateriaaliselvitystä varten tehtävissä tutkimuksissa pyritään tunnistamaan uudelleenkäyttöön soveltuvat materiaalit. Materiaalit yksilöidään paikan päällä numeroimalla tai käyttämällä esimerkiksi viivakoodia tai RFID-tunnistetta. Myös materiaalien sijainti merkitään suunnitelmiin. Materiaalien eri tietojen hallitsemisessa digitalisaation rooli tulee korostumaan, koska suunnitelmat tehdään pääosin tietomallintamalla. Kun purkukartoituksen tiedot saadaan liitettyä sähköisiin järjestelmiin, voidaan jätteiden ja materiaalien määrää mitata ja seurata entistä tehokkaammin. Sähköiset järjestelmät mahdollista entistä paremmin myös kytkeytymisen erilaisiin sähköisiin kauppapaikkoihin. (Wahlström ym. 2019, 18.)

### 5.3 Purkumateriaalien käyttöä ohjaava lainsäädäntö

Kiertotaloutta voidaan edistää purkumateriaaleja kierrättämällä, valmistelemalla uudelleenkäyttöön tai käyttämällä uudelleen. Rakentamisessa kiertotalous käsitetään edelleenkin usein pelkästään kierrättämiseksi. On tärkeää ymmärtää eri jätteiden ja materiaalien hyödyntämisen määritelmät, jotta voidaan varmistua, koskeeko toimintaa jätelain velvoitteet. Voimassa olevassa jätelaissa 646/2011 uudelleenkäytöllä tarkoitetaan tuotteen tai jonkin sen osan käyttämistä uudelleen samaan käyttötarkoitukseen kuin se on alkujaan



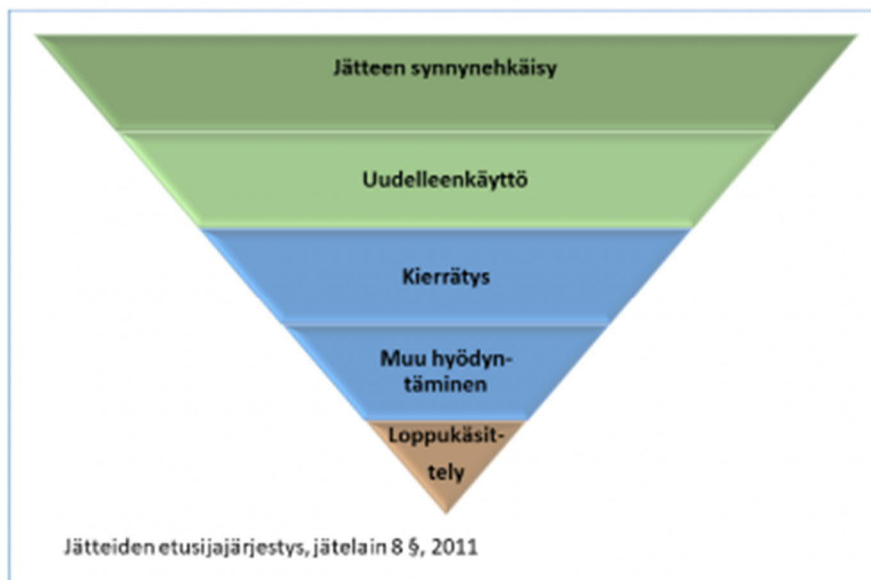
suunniteltu. Uudelleenkäytössä tuote tai sen osa ei päädy jätteeksi ennen sen käyttöä uudestaan. Jotta materiaalit eivät päädy purkamisen aikana jätteeksi, täytyy niiden käyttö suunnitella ennen purkua. Uudelleenkäytön valmistelu eroaa oleellisesti uudelleenkäytöstä siten, että uudelleenkäytön valmistelussa purkumateriaalit päätyvät jätteeksi ennen uudelleenkäyttöä. Jätelaissa uudelleenkäytön valmistelulla tarkoitetaan toimintaa, jossa jätteeksi päätynyt tuote tai sen osa tarkistetaan, puhdistetaan tai korjataan uudelleen käyttöä varten ilman, että sitä tarvitsee esikäsitellä. Kierrätyksessä jätteestä valmistetaan tuote, materiaali tai aine uuteen tai samaan tarkoitukseen kuin alun perin. Jätteen hyödyntämistä, energiana tai polttoaineen raaka-aineena tai maantäyttöjen materiaalina ei lueta kierrätetyksi. Mikäli edellä mainitut toimenpiteet eivät ole mahdollisia, tulee jäte hyödyntää muulla tavoin kuten energiana, polttoaineena tai maantäyttöinä. (Jätelaki 17.6.2011/646.)

Suomessa purkumateriaalien käyttöä ohjaa EU:ssa säädetty jätedirektiivi ja kansallinen jätelainsäädäntö. EU:n viimeisin jätedirektiivi EU 2018/851 tuli voimaan vuonna 2018 osana EU:n jätesäädöspakettia. Kyseinen jätesäädöspaketti kuuluu EU:n kiertotalouden toimenpideohjelmaan ja sen tavoitteena on edistää kiertotaloutta sekä parantaa jätehierarkian noudattamista, vähentää jätteiden määrää ja luonnonvarojen käyttöä. Direktiivissä on asetettu myös tavoitteet yhdyskuntajätteen ja pakkausjätteen uudelleenkäytön valmistelulle ja kierrätykselle sekä yhdyskuntajätteen kaatopaikkakäsittelyn vähentämiselle. (YM Kansainvälinen yhteistyö ja EU-asiat – jätteet s.a.)

Rakentamisessa purkumateriaalien hyödyntämistä koskee erityisesti EU:n jätedirektiivin artikla 9: ”Jäsenvaltioiden on toteutettava toimenpiteitä jätteen syntymisen ehkäisemiseksi. Kyseisillä toimenpiteillä on ainakin: d) rohkaistava käyttämään tuotteita uudelleen ja ottamaan käyttöön järjestelmiä, joilla edistetään korjaus- ja uudelleenkäyttötoimenpiteitä, mukaan lukien erityisesti sähkö- ja elektroniikkalaitteiden, tekstiilien ja huonekalujen sekä pakkaus- ja rakennusmateriaalien ja -tuotteiden osalta.” (Jätedirektiivi EU 2018/851.)

Jätedirektiivin myötä myös Suomen jätelakiin on tehty uudistuksia. Vuonna 2012 voimaan tulleen jätelain päivitys ja sen rinnalle säädetyt asetukset tulivat voimaan 2021. (Jätelaki 17.6.2011/646.) Valtioneuvoston asetukseen jätteistä

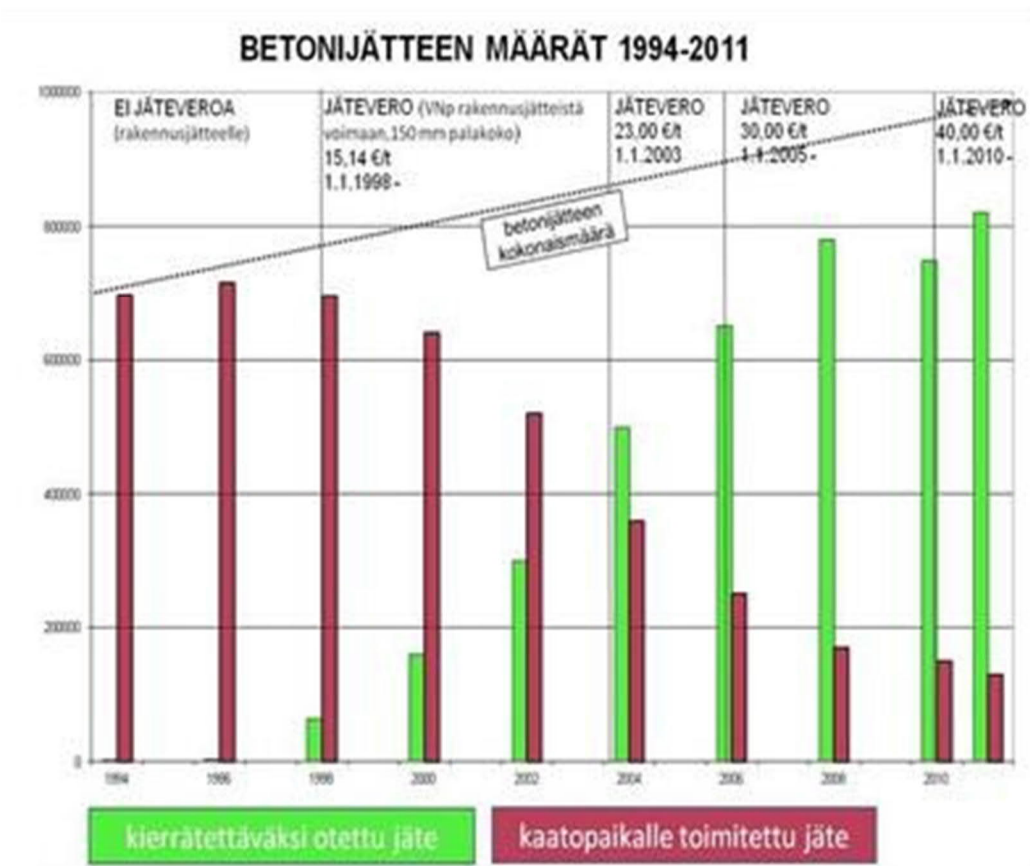
sisältyy velvoitteita rakennus- ja purkujätteiden kierrätykselle mahdollistaen uudelleenkäytön valmistelun ja hyödyntämisen materiaalina. Vaikka tämä tulee leikin lisäämään työtä rakentajille, synnyttää tämä todennäköisesti alalle myös uutta liiketoimintaa. (RT - Jätedirektiivi ja jätelainsäädäntö s.a.; Valtioneuvoston asetus jätteistä 1.12.2021/978.)



Kuva 6. Etusijajärjestys (Uusiomuovi s.a.)

Jätelainsäädännön mukaisesti sekä rakennus- että purkujätteen osalta tulee noudattaa jätteiden etusijajärjestystä. Kuvassa 6 etusijajärjestyksen jätehierarchy on esitetty havainnollistavana pyramidina. Etusijajärjestyksen mukaan jätteen syntymistä tulee ensisijaisesti pyrkiä välttämään materiaalin elinkaaren pidentämiseksi. Mikäli jätteen syntymistä ei voida estää, tulee jäte valmistella uudelleenkäyttöä varten tarkistamalla, puhdistamalla, huoltamalla, korjaamalla, saneeraamalla tai vaihtamalla siihen osia. Mikäli edellä mainituilla toimenpiteilläkään materiaalia ei saada uudelleen käyttöön, tulee materiaali ensisijaisesti kierrättää. Jos kierrätyskään ei ole mahdollinen, tulee jäte hyödyntää muulla tavoin kuten energian lähteenä. Mikäli jätteen hyödyntäminen ei ole teknisesti tai taloudellisesti mahdollista, loppukäsittellään se kaatopaikalla tai polttaa ilman, että sitä hyödynnetään energiana. (Ympäristöministeriö 2020.) Rakennushankkeeseen ryhtyvän veloitteena on varmistaa, että omasta toiminnasta syntyvien jätteiden osalta noudatetaan etusijajärjestystä, sekä ohjata purku-urakoitsija pääsemään etusijajärjestyksen mukaisiin tavoitteisiin (Lehtonen 2019, 26).

Suomi on jo tavoittanut EU:n asettaman tavoitteen, jossa enintään 10 % jätteistä saa päätyä kaatopaikalle vuoteen 2035 mennessä, sillä Suomessa ainoastaan noin 3 % yhdyskuntajätteestä päätyy loppukäsittelyyn kaatopaikalle. EU-maiden välillä on suuria eroja kaatopaikkajätteen määrässä. Belgiassa, Tanskassa, Saksassa, Hollannissa ja Ruotsissa kaatopaikkajätettä ei synny lainkaan, kun taas Kyproksella, Kroatiassa, Kreikassa, Latviassa ja Maltalla kaatopaikalle päätyy yli kolmannes jätteistä. (Euroopan parlamentti 2018.)



Kuva 7. Betonijätteen määrät 1994–2011 (Betoniteollisuus ry s.a.)

Valtioneuvoston (2022b) raportin mukaan jätteen verotuksella on tunnistettu olevan ohjaava vaikutus, ja verotuksella on pystytty edistämään kiertotalouden toteutumista. Kuvassa 7 on esitetty, miten jäteverotuksella ja sen korotuksilla on pystytty vaikuttamaan betonijätteen kierrättämiseen. Vuonna 1994 lähes kaikki purkubetoni päätyi kaatopaikalle. Kun vuonna 1998 betonijätettä alettiin verottaa, taitui kaatopaikalle vietävän jätteen määrä selvään laskuun. (Betoniteollisuus ry s.a.) Jäteverolain uudistus on parhaillaan käynnissä ja se on ollut lausuntokierroksella kesällä 2022. Jäteveroa korotettiin edellisen kerran vuonna 2016. (Ympäristöministeriö 2022.) Verouudistuksen tavoitteena on

inflaatiokorotuksen lisäksi, korottaa jäteveroa 70 eurosta 80 euroon tonnilta kaatopaikalle tuotavaa jätettä. Uudisrakentamista ja rakennusten purkamista koskien veron piiriin siirrettäisiin uutena jakeena kipsijäte. (Valtioneuvosto 2022b.) Vaikka verouudistuksella pyritään ohjaamaan siirtymää kohti kiertotaloutta, on siihen kohdistunut myös kritiikkiä. Esimerkiksi Ympäristöteollisuus ja -palvelut YTP Ry on lausunnoissaan sitä mieltä, että ehdotettu uudistus jäteverolakiin ei tue riittävällä tavalla kiertotalouden edistämistä. YTP Ry:n mielestä laissa olisi otettava huomioon, että monille nykyisille kaatopaikkajätteille on jo tunnistettu uusia käyttökohteita. Heidän mielestään materiaalien hyödyntämistä tulisi ohjata enemmänkin taloudellisten kannustimien avulla. (YTP 2022a.)

## **6 RAKENNUSOSIEN UDELLEENKÄYTTÖ**

### **6.1 Uudelleenkäytön haasteet ja kehittäminen**

Rakennusalalla purettujen rakennusosien uudelleenkäyttö on edelleen hyvin vähäistä. Rakennus- ja purkujätteiden kierrätys ja kierrätyksen valmistelu ovat olleet uudelleenkäyttöä pidempään osa rakennusprosessia. Rakennusosien uudelleenkäytön voidaan nähdä olevan kierrätystä oleellisempaa kiertotalouden toteutumisessa, koska tällöin vältytään paljon päästöjä aiheuttavalta uudelta materiaalien valmistusprosessilta ja neitseellisten luonnonvarojen käytöltä. (Hakaste 2021, 110.) Uudelleenkäytön esteenä on kuitenkin edelleen suuria haasteita, joita on lähdetty niin EU:ssa kuin kansallisellakin tasolla ratkomaan.

Yksi merkittävimpiä haasteista uudelleenkäytölle on vuodesta 2014 alkaen voimassa ollut EU:n rakennustuoteasetus 305/2011/EU. Asetuksen mukaisilla tuotteilla tulee olla harmonisoitu tuotestandardi tai sille tulee olla tehtynä eurooppalainen tekninen arviointi (ETA). Myös CE-merkintävelvollisuus koskee näitä asetuksen piirissä olevia rakennustuotteita. Nykyinen asetus ei mahdollista käytännössä lainkaan rakennusosien uudelleenkäyttöä, vaan se on aikanaan säädetty koskemaan uusia tuotteita. (Rakennustaito 2022.) Rakennuslehden artikkelin mukaan myös markkinavalvontaviranomainen on sitä mieltä, että uudelleenkäytettävät tuotteet kuuluvat eurooppalaisen harmonisoidun tuotestandardin soveltamisalaan. Lisäksi viranomainen tulkitsee purettavien

tuotteiden valmistajaksi purku-urakoitsijan, jonka tulee CE-merkitä tuote ennen kuin se voidaan asentaa seuraavaan käyttökohteeseen. (Rakennuslehti 2021.)

Rakennustuoteasetuksen päivitys on parhaillaan käynnissä ja tavoitteena on, että uudelleenkäytettävätkin tuotteet olisi mahdollista CE-merkitä. Ensimmäinen luonnosesitys asetukseksi julkaistiin keväällä 2022. Nykyisessä asetuksessa ei ole lainkaan vaatimuksia uudelleenkäytettävien tuotteiden ominaisuuksille ja suoritustasoille, mutta päivittyvään asetukseen on tulossa vaatimuksia nimenomaan kiertotalouteen liittyen. Vaikka uusi asetusta on odotettu, luonnosesitys saa kansallisella tasolla kritiikkiä ja onkin oletettavaa, että sisältö tulee vielä päivittymään. Asetuksen soveltamisalaa on tarkoitus laajentaa koskemaan muun muassa uudelleen käytettäviä materiaaleja, mutta nykyisessä esityksessä on vielä epäselvää, milloin ne kuuluvat soveltamisalaan ja milloin eivät. (Valtioneuvosto 2022c.) Myös Rakennusteollisuus Ry:n mielestä nykyinen esitys luonnoksesta on epärealistinen ja työläs sekä rakentajille että viranomaisille. Lisäksi asetuksen päivittäminen ja voimaantulo tulee olemaan vuosia kestävä prosessi. (RT 2022b.) Luonnosesityksessä asetukselle esitetään yli 20 vuoden siirtymäaika (Valtioneuvosto 2022c).

Kansallisella tasolla materiaalien uudelleenkäyttöä pyritään nopeuttamaan nykyisen sääntelyn puitteissa. Ympäristöministeriö on kesällä 2022 antanut lausunnon, jonka mukaan uudelleenkäytettäviä materiaaleja ei tarvitse CE-merkitä, jos tuotetta ei muuteta merkittävästi ja sen kelpoisuus voidaan osoittaa testaamalla tuotteen ominaisuuksia tai kelpoisuus voidaan osoittaa jollakin muulla tavalla esimerkiksi rakennuspaikkakohtaisella varmentamisella. (YM 2022.) Ongelmaksi tässä muodostuu kuitenkin, ettei tällaisiin tapauksiin ole laadittuna menettelyohjetta rakennusprosessin eri vaiheisiin, jonka mukaan viranomaiset voisivat varmistaa, että uudelleenkäytettävät rakennusosat täyttävät maankäyttö- ja rakennuslaissa asetetut tekniset vaatimukset ja ovat terveellisiä ja turvallisia käyttää. Uudelleenkäytettäville rakennusosille tulisi määrittellä, mitä ominaisuuksia niistä tulee testata ja kehittää testausmenetelmiä. Uudelleenkäytettävien rakennusosien tulee täyttää myös rakennushankkeen vaatimukset, joissa on huomioitu myös paikalliset olosuhteet ja rakentamismääräykset. Myös rakennusosien elinkaaren aikainen kosteudenhallinnan

tasoa on vaikea todentaa. Vaikka purkaminen suoritettaisiin säältä suojassa, ei ole takeita kuljetuksen, käytön ja ensimmäisen rakentamisvaiheen aikaisesta kosteudenhallinnasta. (Zhu ym. 2022, 6.)

Suurin haaste laajemmalle uudelleenkäytölle on, että tällä hetkellä purettavien rakennuksien rakennusosat eivät täytä nykyisiä teknisiä vaatimuksia muun muassa rakenteiden lujuuden ja vakauden, paloturvallisuuden, ääniolosuhteiden ja energiatehokkuuden osalta. Usein unohdetaan, ettei moniakaan materiaaleja ole suunniteltu kiertotalouden näkökulmasta. (Häkkinen 2021, 83.) Zhu ym. (2022, 16) mukaan Lahdensivu (2019) on laskenut, että betonirunkoisen asuinkerrostalon rungon hiilijalanjälki on noin 60 % ja julkisivut sekä parvekkeet mukaan lukien 80 % koko rakennuksen hiilijalanjäljestä. Tällöin on selvää, että rungon rakennusosien uudelleenkäytöllä olisi suuri merkitys hiilijalanjäljen pienentämisessä. Nykyiset rakennustekniikat eivät tue rakennuksien purkamista siten, että rakennuksen runkoa olisi mahdollista purkaa kokonaan tai edes osittain (Tarpio 2021, 63).

Hirsirunko on yksi harvoista runkorakenteista, joita voidaan käyttää uudelleen sellaisenaan. Hirsirakentamisen kaltaiseen purettavuuteen, siirrettävyyteen ja uudelleenkäyttöön tulisikin pyrkiä tulevaisuuden suunnitteluratkaisuissa. Toisaalta myös hirsirakennuksien siirtämisessä on törmätty ongelmiin, koska viranomaistulkintojen mukaan siirrettävä rakennus tulkitaan uudisrakennukseksi ja sitä koskee uudisrakentamisen velvoitteet. (Huttunen 2021b, 151.) Tarpio (2021, 63) pohtii kuitenkin artikkelissaan, kuinka realistista kokonaisen rungon purkaminen ja uudelleenkäyttö todellisuudessa onkaan ja olisiko rimaa sen osalta laskettava. Purkubetoni saadaan kuitenkin tänä päivänä erittäin hyvin kierrätettyä ja sen kierrätysaste on yli 80 % (Betoniteollisuus ry s.a.). Myös tiedot suunnittelussa käytettävien rakennusosien sekä tuotteiden ja materiaalien ominaisuuksista tulee jatkossa saada sellaiseen muotoon, että ne säilyvät mukana koko rakennuksen elinkaaren ajan (Tarpio 2021, 74). Rakentamisessa käytetyistä materiaaleista tulisi löytyä tiedot muun muassa materiaalien koostumuksesta, päästöistä ja sekundäärimateriaaleista, jotka eivät ole oleellisia esimerkiksi rakenteiden kantavuuden osalta sekä rakennuksen ja siinä käytettyjen materiaalien suunnitellusta käyttöiästä. Lisäksi rakennuksen ja sen rakennusosien purettavuus ja materiaalien uudelleenkäytön mahdollisuudet

tulee olla suunniteltu ja saavutettavissa vuosikymmenienkin päästä. Jotta voidaan varmistua uudelleenkäytettävien materiaalien kunnosta, tulee rakennuksien käytön aikaisista korjaus- sekä kunnossa- ja ylläpitotoimienpiteistä löytyä myös kattavat tiedot. (Häkkinen 2021, 83.) Jotta kaikki edellä mainitut tiedot saadaan kattavasti koottua, tarvitaan toimivia ja yhteensopivia tiedonhallintajärjestelmiä. Suomessa tähän on lähdetty hakemaan ratkaisua, kun osana maankäyttö- ja rakennuslain uudistusta vuonna 2020 alkoi kehitystyö ”Rakennetun ympäristön tietojärjestelmän” synnyttämiseksi. Tietojärjestelmän tavoitteena on saattaa samaan järjestelmään alueidenkäytön ja rakentamisen tiedot. Vuoden 2024 alussa käyttöön tulevan järjestelmään on tarkoitus siirtyä vuosien 2025–2029 aikana. (YM Näin uusi tietojärjestelmä rakentuu s.a.)

Rakennusosien uudelleenkäytössä on huomioitava myös vaatimukset käyttöturvallisuudesta ja terveellisyydestä samaan tapaan kuin neitseellisestä materiaalista valmistetussa tuotteessakin. Koska uudelleenkäytettäville rakennusosille ei ole vielä tuotehyväksyntämenetelmää, on turvallisuuden ja terveellisyyden osoittaminen vielä hankalaa. (Zhu ym. 2022, 38.) Nykyään moni rakennus saa purkutuomion sisäilmaongelmien takia. Näissä purkukohteissa on syytä kuitenkin huomioida se, että sisäilmaongelmat voivat koskea vain pientä osaa purettavasta rakennuksesta, joten purettavassa rakennuksessa voi olla siltikin paljon rakennusosia, jotka eivät ole vaurioituneet. Sisäilmaongelmia aiheuttavat mikrobi- ja kosteusvauriot syntyvät yleensä monen eri tekijän yhteisvaikutuksesta. (Lahdensivu ym. 2015, 3.) Uudelleenkäytettävien purkumateriaalien osalta on suunniteltava niiden puhdistaminen ja varmistettava niiden turvallinen uudelleenkäyttö (Lehtonen 2019, 25).

Jos purettuja materiaaleja joudutaan välivarastoimaan ja säilyttämään pitkiä aikoja, on niiden laatua vaikeampi varmistaa. Jotta purkumateriaalit säilyttäisivät sen hetkisen laadun mahdollisimman hyvin, olisi ne parasta hyödyntää alkuperäisessä sijainnissa. Mikäli se ei ole mahdollista, tulisi purkaminen suorittaa siten, että rakennus toimii ikään kuin materiaalipankkina, josta materiaalit siirretään suoraan uuteen käyttökohteeseen. (Hakaste 2021, 114.) Materiaalien hyödyntäminen paikan päällä ilman välivarastointia sekä ylimääräisiä kuljetuksia on ympäristön kannalta parempi (Leino 2021).

Uudelleenkäytettävien rakennusosien kohdalla kysyntä ja tarjonta eivät vielä kohtaa. Toisaalta kun purkumateriaalien ominaisuudet ja nykyiset tekniset vaatimukset eivät kohtaa ja kelpoisuusmenettely on epäselvä, on uudelleenkäytettävien materiaalien markkinaa lähes mahdotonta luoda. (Hakaste 2021, 118.) Rakennustuoteasetuksen päivityksen myötä pystytään varmasti tulevaisuudessa kasvattamaan tarjontaa, mutta uudelleenkäytettäville materiaaleilla tulee saada luotua kysyntää. Joillekin materiaaleille voi mahdollisesti olla kysyntää Suomen rajojen ulkopuolella, kun huomioidaan eri maiden kansalliset rakennusmääräykset ja Suomen leudommat sääolosuhteet. (Vuorinen 2022). Ammattilaisten ja kuluttajien ajattelutavan muutos on avainasemassa kysynnän luomisessa (Hakaste 2021, 120). Sitran tekemän Resurssiviisas kansalainen 2019 -kyselytutkimuksen mukaan kestävien elämäntapojen noudattaminen on tärkeää 78 prosentille suomalaisista (Autere 2019). Ympäristötietoisyyden kasvaessa asiakkaatkin alkavat edellyttämään enenevässä määrin ympäristöasioiden huomiointia (Sitra & Deloitte 2022). Myös erilaiset arkkitehtuurikilpailut, joissa haetaan innovaatioita uudelleenkäytettäville materiaaleille tai viranomaisten vaatimukset esimerkiksi tontinluovutusehdoissa, maankäyttöso- pimuksissa ja asemakaavamääräyksissä tulevat olemaan avainasemassa uusien innovaatioiden syntyemisessä ja kysynnän vahvistamisessa (Hakaste 2021, 120).

Purkamisessa syntyvien rakennusosien uudelleenkäyttö tulee olemaan oma työvaiheensa. Työvaiheesta aiheutuu lisäkustannuksia, koska osien irrotus ehjänä vaatii aikaa ja varastointi paljon tilaa. Myös materiaalien myynti tulee oma prosessinsa. (FIGBC 2021b.) Erityisesti rakennusosien irrottamisen työvoimavaltaisuus nostaa rakennuskustannuksia (Rakennuslehti 2021). Toisaalta teräsvalmistaja Peikon ja yhteistyökumppaneiden pilottihankkeessa, jossa verrattiin perinteistä rakennustapaa ja pilotoitiin betonielementtien puretavuutta ja uudelleenkäyttöä, saavutettiin noin 35 % kustannussäästö. Lisäksi hankkeessa syntyi 50 % vähemmän päästöjä verrattuna perinteiseen rakennustapaan (Peikko 2022). Rakennusosien irrottamiseen voi liittyä myös haastavia nostoja ja työnaikaisen tuennan tarvetta, joita varten tarvitaan uudenlaisien purkutekniikoiden ja työvälineiden kuten nostimien kehittämistä. (Zhu ym. 2022, 53.)



## 6.2 Uudelleenkäytön mahdollisuudet

Rakennusalan tuottavuus ei ole kasvanut 40 vuoteen. Rakennuslehden (2017) artikkelissa Koskenvesa puolustelee rakennusalan tuottavuuden heikkoa mainetta, koska hänen mielestään rakennustuote on muuttunut hyvin paljon kompleksisemmaksi, mutta määrällinen tuottavuus ei ole silti pudonnut. Kiertotalouden uusilla liiketoimintamalleilla, innovaatioilla ja digitaalisilla ratkaisuilla voi olla mahdollisuus vastata myös tuottavuuden haasteisiin (YM Uusi suunta s.a., 71; STT 2020b). Moduulirakentaminen voidaan nähdä yhtenä viimeaikaisista merkittävimmistä rakentamisen tuottavuutta parantavista tekijöistä, mutta siinä voidaan nähdä olevan mahdollisuuksia myös kiertotalouden ja uudelleenkäytön edistämiseksi. Koska moduulit suunnitellaan liitoksiin, jotka mahdollistavat kiinnittämisen helposti työmaalla, on niiden irrottaminenkin helpompaa. Moduulirakentamiseen liittyvät innovaatiot tulevat todennäköisesti kasvamaan tulevaisuudessa. (Rakennuslehti 2017.) Moduulirakentamista olisi mahdollista suosia lyhytikäiseksi tiedettyjen rakennusten kuten väliaikaisten koulujen, päiväkotien, päivittäistavarakauppojen tai erilaisten hallirakennuksien osalta (Tarpio 2021, 67).

Rakennusosien uudelleenkäytön osuutta on mahdollista kasvattaa entisestään, jos purettavuus on huomioitu suunnitteluvaiheessa. Betonirunkoisessa rakennuksessa betonin osuus rakennuksen kaikista materiaaleista on niin merkittävä, että betonielementtien uudelleenkäytön voidaan olettaa kasvavan tulevaisuudessa. Vaikka tähänkin liittyy haasteita esimerkiksi ulkoseinäelementtien ja parvekelaattojen sääräsituksen ja koko ajan muuttuvien teknisten vaatimuksien osalta, on kiertotalouden edistämiseksi betonielementtien osuutta uudelleenkäytön osalta kasvatettava. Lahdensivun ym. (2015, 73) raportissa uudelleenkäyttöpotentiaalia on nähtävissä erityisesti pilari-palkkirungoissa, joissa hitsaus- tai pulttiliitoksilla kiinnitetyt pilarit, palkit, ontelo- ja TT-laatat ovat irrotettavissa ja siirrettävissä uuteen paikkaan. Myös elementtipor-taissa, kantavissa väliseinissä ja ontelolaatoissa voidaan nähdä olevan mahdollisuuksia uudelleenkäytettäväksi. Joka tapauksessa betonielementtien laajempi uudelleenkäyttö edellyttää muutoksia suunnitteluratkaisuihin kuten liitoksien ja talotekniikan sijoittamisen osalta. Betonin lisäksi muita potentiaalisia uudelleenkäytettäviä rakennusosia ovat teräsrakenteet, tiilet ja kemiallisesti

käsitlemätön puutavara. (Lahdensivu ym. 2015, 73.) Vaikka määrällisesti uudelleenkäytettäviä rakennusosia on eniten rakennusrungossa, ei tule unohtaa purkamisessa syntyviä pienempiä rakennusosia ja materiaaleja. Purkukohteesta voidaan käyttää uudelleen esimerkiksi erilaisia koneita ja laitteita, puomeja ja muita pihavarusteita, posliinikalusteita, irtaimistoa, kalusteita ikkunoita tai pihakiviä tai jopa pihakasveja. (FIGBC s.a.; Uusiouutiset 2022.) Erilaiset vanhojen, jopa historiallisten, rakennusmateriaalien kauppapaikat ovat suosittuja, mutta vastaavalla tavalla tulisi saada myös uudemmat rakennusosat ja materiaalit uudelleenkäyttöön. Tämän tyyppisten uudelleenkäytettävän materiaalin uudelleenkäytön edellytyksenä on digitaalinen välitystoiminta, jota on lähdetty edistämään Materiaalitori.fi-palvelun avulla. (Materiaalitori s.a.)

### **6.3 Uudelleenkäytön nykytilanne Suomessa**

Haasteista huolimatta Suomessa purkumateriaalien uudelleenkäyttöä on lähdetty edistämään kansallisella tasolla erilaisten tutkimus- ja kehittämishankkeiden kautta sekä pilottihankkeissa hyödyntäen mahdollisuutta rakennuspaikka-kohtaiseen hyväksyntään. Kehittämistyötä uudelleenkäytön edistämiseksi tehdään hyvin monen tahon toimesta ja myös monet kunnat ja kaupungit ovat asettaneet itselleen omia kiertotaloustavoitteita. (Sitra 2018.)

Espoon kaupunki on yksi kunnista, joka tavoittelee kiertotalouden edelläkävijäksi. Kaupunki on asettanut itselleen kunnianhimoiset kiertotaloustavoitteet. Espoon kaupungin tavoite on olla hiilineutraali jo vuonna 2030, joka alittaa EU:n ja kansallisen tason tavoitteet viidellä vuodella. Kaupunki on allekirjoittanut Euroopan laajuisen Circular Cities Declaration -kiertotaloussitoumuksen, jossa tavoitteellaan muun muassa kierrätyksen, korjaamisen ja uudelleenkäytön paikallisen sääntelyn edistämistä. (Espoon kaupunki s.a.) Espoo pyrkii kehittämään uusia toimintatapoja ja -malleja sekä kannustaa eri toimijoiden väliseen yhteistyöhön esimerkiksi lokakuussa 2022 käynnistyneellä muotoilukilpailulla, jossa haetaan innovatiivisia ratkaisuja rakennusosien ja materiaalien uudelleenkäytön edistämiseksi hyödyntäen Kerran Hallien (kuva 8) purettavia rakennusosia. (Espoon kaupunki 2022.)



Kuva 8. SOK:n keskusvarasto vuonna 1975. (Keranhallit s.a.)

Myös Tampereella edistetään ennakkoluulottomasti kiertotaloutta uudisrakentamisessa. Kissanmaalla järjestettiin vuonna 2022 tontinluovutuskilpailu, jossa haettiin konseptitason suunnitelmaa, jossa tullaan hyödyntämään uudelleenkäytettäviä materiaaleja, uusiomateriaaleja ja uusiutuvia materiaaleja ja korkeimmalla arvioidaan Suomessa vähemmän käytetyt ratkaisut. Voittajan suunnitelmassa uudiskohteessa tullaan hyödyntämään ainakin tiiliä, ikkunoita sekä liimapuupalkkeja Kaukajärven purettavasta seurakuntatalosta. Lisäksi kohteessa hyödynnetään Santalahden vanhan tulitikkutehtaan (kuva 9) tiiliä ja rakennuksen sisällä olevia betonielementtejä kolmannesta purkukohteesta.

Esimerkki purkamisen toimintatapojen kehittämisestä ja innovatiivisuudesta on Tampereen Lamminpään purku-urakka, jossa purettiin teollisuushalleja uudisrakentamisen tieltä. Osa halleista purettiin perinteisin menetelmin ja osa rakennusosien uudelleenkäyttö huomioiden. Purettaviin rakennusosiin kiinnitettiin RFID-tagit. Tageihin liitettiin tietoja kyseisestä rakennusosasta ja tieto siirrettiin digitaaliseen materiaalipankkiin, josta voidaan selvittää muun muassa rakennusosan kunto ja missä sitä on käytetty aiemmin. Hankkeessa rakennusosien uudelleenkäytön mahdollisuudet varmistettiin tutkimuksissa. (Purku-  
piha 2022.)



Kuva 9. Tampereen Santalahden vanha tulitikkutehdas (YLE 2022)

Kyseinen purku-urakka valittiin vuonna 2022 Vuoden purkuhankkeeksi. Suomen purkuliikkeiden liitto Ry (FDA) järjesti Vuoden purkuhanke -kilpailun ensimmäisen kerran, mikä kertoo osaltaan tavoitteista korostaa purkamisen roolia kiertotaloudessa. Kilpailun tavoitteena oli myös löytää uusimmat purkumenetelmät ja digitaaliset ratkaisut. Myös purkutyön työturvallisuusnäkökohdat tuli huomioida kilpailuun osallistuvissa hankkeissa. (YTP 2022b.)

#### 6.4 Uudelleenkäytön nykytilanne maailmalla

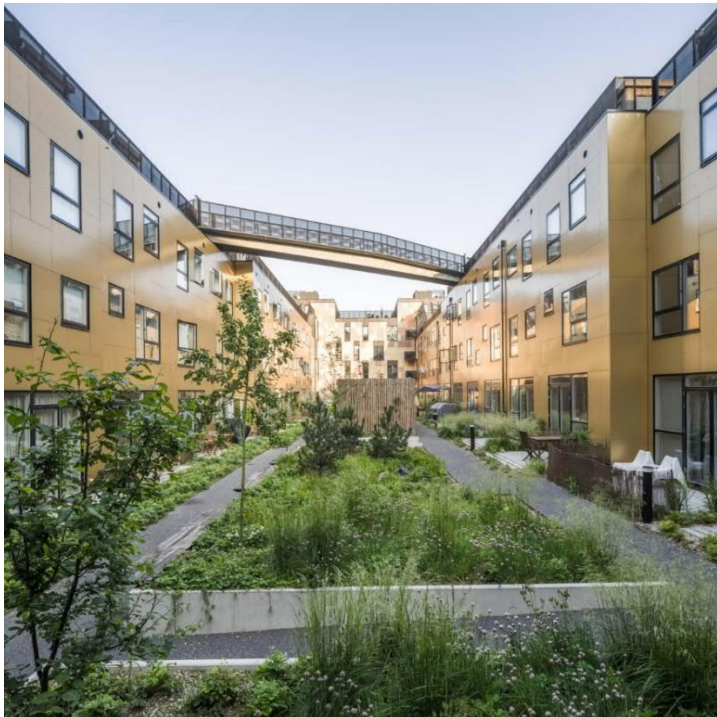
Tanska on jätteen lajittelussa ja kierrätyksessä Euroopan heikoimpia, mutta erityisesti sen pääkaupunki Kööpenhamina on muuta Eurooppaa edellä rakentamisen kiertotalouden edistämisessä (UM 2019). Kööpenhamina on käynnistänyt muuta Tanskaa kunnianhimoisemmat tavoitteet kohti kiertotaloutta. Kööpenhaminan kaikissa uudiskohteissa on käytössä 29 tavoitetta sisältävä saksalainen DGNB-ympäristösertifiointijärjestelmä, joka vastaa Suomen RTS-järjestelmää. DGNB-järjestelmässä kiertotalous on isossa roolissa ja järjestelmää hyödynnetään jo suunnitteluvaiheessa selvittämään miten jätteen syntymistä ja uuden materiaalin käyttöä voidaan vähentää. (Ratki 2022.)

Kööpenhaminaan valmistuneessa Lendager Group Oy:n rakentamassa Resource Rows -kohteessa uudelleenkäytettävät tiilet on otettu näkyväksi osaksi arkkitehtuuria (kuva 10). Tiilien lisäksi kohteessa on hyödynnetty myös vanhoja ikkunoita osana katolle rakennettuja viherhuoneita ja kattoterassien lattiat

on rakennettu käytetystä puutavarasta. Kattoterassien tasolla vierekkäiset rakennukset yhdistävässä sillassa on uudelleenkäytetty purettuja TT-palkkeja (kuva 11). (Lendager s.a.)



Kuva 10. Resource Rows -rakennuksen katujulkisivu (Lendager s.a.)



Kuva 11. Resource Row -kohteen rakennukset yhdistävä silta (Lendager s.a.)

Lendager Group on kehittänyt, Resource Rows -rakennuksessakin käytetyn, uudempien tiilimuurausten uudelleenkäyttöä edistävän menetelmän, jossa tiilimuuratusta julkisivusta timanttisahataan julkisivuelementtejä (kuva 12). 1960-

luvun jälkeen muurattujen tiilien sementtipohjaiset laastit tekevät tiilien yksittäin purkamisesta hankalaa. (Lendager s.a.)



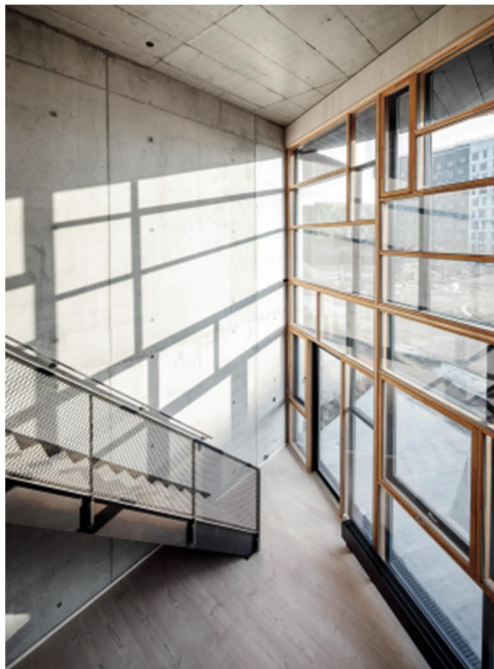
Kuva 12. Lendager Groupin julkisivuelementtejä (Lendager s.a.)



Kuva 13. Gamle Murstenin puhdistetut tiilet pakataan robotiikan avulla (Gamle Mursten s.a.)

Vanhempien tiilien yksittäin purkamiseen on kuitenkin erikoistunut tanskalainen yritys Gamle Mursten Aps. Yritys testaa ennen purkamista purkukohteesta irrotetuista testitiilistä puristuksen, jäätyneen keston, veden imeytymisen ja huokoisuuden. Purettavista rakennuksista kerätyt tiilet puhdistetaan tärrähtelytekniikkaa hyödyntäen koneellisesti, jonka jälkeen ne viimeistellään ja

lajitellaan käsityönä. Viimeisessä vaiheessa tiilet pakataan robottien avulla (kuva 13). Yritys on saanut tiilille CE-merkinnän eurooppalaisen teknisen arvioinnin (ETA) avulla. (Gamle Mursten s.a.)



Kuva 14. Upcycle Studio -rakennuksen ikkunaelementti koostuu useista vanhoista erikokoisista ikkunoista (Betoni 2020)

Lendager Group Oy:n toisessa kohteessa kööpenhaminalaiseen Upcycle Studio -rivitaloon toteutettiin suuria ikkunaelementtejä vanhoista kaksinkertaisista ikkunoista (kuva 14). Kohteen ikkunoista noin 75 % on uudelleenkäytettyjä ja ne ovat merkittävä osa kohteen arkkitehtuuria (kuva 15). (Betoni 2020.)



Kuva 15. Upcycle Studio-rakennuksen julkisivu (Betoni 2020)

Hollanti on asettanut myös Tanskan tapaan määrätietoisia kiertotaloustavoitteita, sillä se pyrkii siirtymään kokonaan kiertotalouteen vuonna 2050 ja olemaan puolessa välissä tavoitetta vuonna 2030 (FIGBC 2020). Kiertotaloutta voidaan mitata esimerkiksi Circular Material Use Rate (CMU)-indikaattorin avulla. CMU-suhdeluku kertoo mikä on materiaalina käytettyjen jätteiden osuus kaikesta käytetystä materiaalista. (Tilastokeskus 2020.) Kun Suomen, Tanskan ja Hollannin Circular Material Use Rate (CMU) -indikaattoria verrataan, voidaan todeta Hollannin olevan merkittävästi etumatalla kierrätettyjen materiaalien käytössä sekä Suomea että Tanskaa. Vuonna 2021 Suomen CMU-taso oli 2 % ja Tanskan 7,8 %, kun Hollannin vastaava luku oli 33,8 %. EU:n keskiarvo oli 11,7 % vuonna 2021. (Eurostat 2022.)

Amsterdamissa vuonna 2017 valmistunut Circl-niminen yli 2000m<sup>2</sup> kokoinen kokous- ja työtila on rakennettu kiertotalouden periaatteiden mukaisesti, jossa on toteutettu myös materiaalien ja rakennusosien uudelleenkäyttöä. Tiedot kaikista kohteesta käytetyistä materiaaleista ja rakennusosista on tallennettu digitaalisesti, jotta ne säilyvät tallessa koko rakennuksen elinkaaren ajan. (Architizer s.a.; FIGBC 2018.)



Kuva 16. Amsterdamissa sijaitseva Circl-rakennus (Architize s.a. a)

Kohteen puulattioiden materiaalina on käytetty vanhoja ikkunakarmeja, jotka on sahattu eri kokoisiksi rimoiksi. Vanhoja ikkunoita on uudelleen käytössä koustilojen väliseinäinä. Circl-rakennuksessa on myös uudelleenkäytettyjä



pienempiä materiaaleja, kuten paloletkuja, wc-tilojen irtaimistoa, putkia ja joh-tojen kaapelihyllyjä. (Architizer s.a.; FIGBC 2018.)



Kuva 17. Circl-rakennuksen sisätiloja (Architize, s.a. b)

Uudelleenkäytön lisäksi kohteen rakentamisessa on hyödynnetty kierrätetty betonia ja työntekijöiden farkuista on valmistettu eristysmateriaalia tilojen kattoihin. Omistajuudesta luopuminen on yksi kiertotalouden tärkeitä periaatteita ja tämä toteutuu kohteessa, kun hissit ja valaistus on toteutettu leasing-periaatteella. (Architizer s.a.; FIGBC 2018.)

## 7 TULOKSET

### 7.1 Johtopäätökset

Työssä toteutui asetetut tavoitteet nykyisen lainsäädännön ja viranomaisohjeistuksien haasteista ja mahdollisuuksista edistää rakennusosien uudelleenkäyttöä. Työn tulokset palvelevat toimeksiantajayrityksen lisäksi muitakin alan toimijoita. Lisäksi tutkimuksissa löydettiin potentiaalisia jatkokehittämiskohteita rakennusosien uudelleenkäytön edistämiseksi.

Kiertotaloutta ja materiaalien uudelleenkäyttöä pyritään edistämään tiukoilla EU- ja kansallisen tason kiertotalouden ohjaustoimilla. Tällä hetkellä pyritään kuitenkin löytämään väkisin ratkaisuja uudelleenkäytön edistämiseksi, vaikka rakennuksen suunnitteluvaiheessa ei ole huomioitu purettavuutta eikä

rakennusosien uudelleenkäyttöä. Työssä kävi ilmi, että monien rakennusosien purkaminen ei ole tällä hetkellä realistista, sillä nykyiset rakennustekniikat eivät juurikaan mahdollista ehjänä purkamista. Rakennusosien irrottaminen tehdään pääosin huolellisesti käsityönä, joka nostaa kustannuksia. Toistaiseksi uudelleenkäytettävien materiaalien hinta nousee kohtuuttoman kalliiksi verrattuna neitseellisten materiaalien käyttöön. Rakennustuoteasetuksen päivitys tulee mahdollisesti ratkaisemaan osan uudelleenkäytön haasteista, mutta asetuksen voimaan tulossa tulee kestävämmän vielä vuosia. Myös kansallisessa jäätelainsäädännössä purkumateriaalin käyttötarkoituksen vapauttaminen muuhun kuin alkuperäiseen käyttötarkoitukseen, on edellytys laajemmalle purkumateriaalien uudelleenkäytölle. Tällöin vuosien takaisten teknisten vaatimusten mukaisia rakennusosia voitaisiin käyttää toissijaisessa merkityksessä, esimerkiksi kantavaa betoniseinää ei-kantavana seinänä.

Vaikka yhteiskunnassa tarvitaankin nopeita kiertotalouden toimenpiteitä, tulee katse siirtää myös vahvasti tulevaisuuteen ja siihen, että suunnitteluratkaisuja kehitetään uudelleenkäytön näkökulmasta. Kiertotalouteen ja rakennusosien uudelleenkäyttöön sitoutuminen vaatii yrityksiltä väistämättä ennakkointia ja toimia, jotka nostavat kustannuksia. Muun muassa EU:n taksonomia-asetus ja rakentamislain uudistus ajavat rakennusalaan kuitenkin siihen suuntaan, että rakennusosien uudelleenkäytön aiheuttama kustannusnousu on hyväksyttävä, jotta siirtyminen kiertotalouteen on mahdollista.

Ennen kuin EU:n ja kansallinen lainsäädäntö mahdollistaa uudelleenkäytön kattavammin, on rakennusosalalla hyvä mahdollisuus ja aikaa kehittää uusia innovaatioita tutkimus- ja kehittämishankkeiden kautta. Tällä hetkellä materiaalien uudelleenkäytön mahdollistaa periaatetasolla rakennuspaikkakohtainen hyväksyntä, jota on jo hyödynnetty pilottihankkeissa. Jotta rakennuspaikkakohtaisesta varmentamisesta tulisi toimiva ratkaisu edistämään rakennusosien uudelleenkäyttöä, tarvitaan rakennusvalvontoihin yhdenmukaiset menettelyohjeet ja materiaaleille hyväksytyt testausmenetelmät.

Vaikka edelläkävijöillä on kiertotalouden innovaatioiden myötä mahdollisuus luoda kannattavaa liiketoimintaa ja kasvattaa kilpailukykyä, tulee muistaa, että purkumateriaalien uudelleenkäytöllä pyritään ennen kaikkea edistämään

kiertotalouden toteutumista ilmastonmuutoksen hillitsemiseksi ja luontokadon hidastamiseksi. Ilmastonmuutoksen ja luontokadon hidastaminen on maapallon väestön yhteinen haaste. Kiertotalouden ja rakennusosien uudelleenkäytön edistämiseksi on kyse myös ajattelutavan muutoksesta. Toimiviin ratkaisuihin ja prosesseihin pääsemiseksi vaaditaan toimijoilta laaja-alaista yhteistyötä aiemmin saavutetun työturvallisuuden tason noston tapaan. Yhteistyö esimerkiksi rakennusalan yritysten, rakennuttajien, rakennustuotesuunnittelun ja rakennustuotteita valmistavan teollisuuden toimijoiden sekä kiertotalousratkaisujen osaajien, tutkimuslaitosten, alan sidosryhmien ja lakien valmistelijoiden kesken on edellytys, jotta alalle voidaan luoda uusia uudelleenkäytön innovaatioita. Uudisrakentamista edeltää usein vanhan rakennuksen purkaminen, mutta nämä kaksi urakkaa ovat tänä päivänä toisistaan melko irrallisia urakoita. Myös yhteistyötä purku-urakoitsijan kanssa tulee kasvattaa tavoitteiden saavuttamiseksi.

## **7.2 Jatkoimenpiteet**

Uudelleenkäytön edistämiseksi voidaan nähdä olevan kaksi näkökulmaa, sillä tarvitaan sekä nopeita että pitkántähtäimen toimia. Betonirunkoisen asuinkerrostalon runko, julkisivut ja parvekkeet muodostavat merkittävän osan rakennuksen hiilijalanjäljestä, mutta nopeita ratkaisuja uudelleenkäytön edistämiseksi on kannattavaa hakea ensisijaisesti muualta kuin betonirungosta. Rakennusten purkamisessa muodostuu paljon sellaisia materiaaleja, kuten laitteita, varusteita ja irtaimistoa, joita voidaan runkorakenteita helpommin käyttää uudelleen. Näiden materiaalien välittämiseen on jo kehitetty digitaalisia kaupapaikkoja ja niiden uudelleenkäyttöpotentiaalia olisi kannattavaa tutkia enemmän.

Koska nykyiset suunnitteluratkaisut ja rakennustekniikat eivät mahdollista betonirakenteiden uudelleenkäyttöä isossa mittakaavassa, tulisi erityisesti niiden osalta keskittyä kehittämään uusia ratkaisuja ja innovaatioita uudelleenkäytön edistämiseksi. Uudelleenkäytön ja purettavuuden huomioiminen tulee muuttamaan suunnittelun periaatteita siinä mittakaavassa, että muutosprosessi tulee kestämään pidemmän aikaa, mutta se työ on aloitettava.

Suunnitteluratkaisuista moduulirakentamisen periaatteilla ja innovaatioilla voi olla mahdollisuus edistää rakennusosien uudelleenkäyttöä. Puurakenteisten moduulien osalta uudelleenkäyttö toteutuu tänäkin päivänä esimerkiksi väliaikaisten päiväkotien osalta. Tämän kaltaista moduulijattelua tulisi tutkia myös betonirakenteiden osalta. Suunnitteluratkaisujen rinnalla myös tiedonhallintaa ja digitaalisia järjestelmiä tulee kehittää siihen suuntaan, että tiedot käytettyjen materiaalien ominaisuuksien ja rakennuksen ylläpitohistoriasta ovat saatavilla, kun uudelleenkäyttö tulee ajankohtaiseksi.

Monet kaupungit ovat asettaneet itselleen kunnianhimoisia kiertotaloustavoitteita ja se on nähtävillä myös julkisen sektorin pilottihankkeissa. Tähänkin mennessä Suomessa on jo toteutettu kiertotaloutta ja uudelleenkäyttöä edistäviä hankkeita, joiden oppeja tulisi saada laajemmalle käyttöön. Kiertotalouden edistämiseksi ei ole kyse siitä kuka keksii paremmat ratkaisut ensin, vaan tiedon jakamisesta ja yhteistyöstä. Jatkossa tulisi selvittää kansallisella tasolla, miten tiedot toteutuneiden pilottihankkeiden ratkaisuista, haasteista ja mahdollisuuksista, saadaan kerättyä ja jaettua kaikkien alan toimijoiden käyttöön.

## LÄHTEET

Apoli. 2022. Suomen arkkitehtuuripoliittinen ohjelma 2022—2035: Kohti kestävä arkkitehtuuria. Opetus- ja kulttuuriministeriö. Päivitetty 23.5.2022. PDF-dokumentti. Saatavissa: <http://urn.fi/URN:NBN:fi-fe2022052338125> [Viitattu 28.12.2022].

Architizer. s.a. Projects Circl. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://architizer.com/projects/circl/> [Viitattu 28.12.2022].

Autere, S. 2019. Suomalaiset pitävät kestäviä elämäntapoja tärkeinä, nuoret edelläkävijöitä ilmastotoeissa. Päivitetty 11.7.2019. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.sitra.fi/uutiset/suomalaiset-pitavat-kestavia-elamantapoja-tarkeina-nuoret-edellakavijoita-ilmastotoeissa/> [Viitattu 28.12.2022].

Betoniteollisuus ry. s.a. Betonirakentamisessa materiaalit kiertävät. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://betoni.com/perustietopaketti/ekologisuus/kiertatys/> [Viitattu 28.12.2022].

Bionova. 2017. Tiekartta rakennuksen elinkaaren hiilijalanjäljen huomioonottamiseksi rakentamisen ohjauksessa. Päivitetty 29.6.2017. PDF-dokumentti. Saatavissa: [https://www.ymparisto.fi/download/Tiekartta\\_rakennuksen\\_elinkaaren\\_hiilijalanjaljen\\_huomioonottamiseksi\\_rakentamisen\\_ohjauksessa.pdf/%7B4B3172BC-4F20-43AB-AA62-A09DA890AE6D%7D/129197](https://www.ymparisto.fi/download/Tiekartta_rakennuksen_elinkaaren_hiilijalanjaljen_huomioonottamiseksi_rakentamisen_ohjauksessa.pdf/%7B4B3172BC-4F20-43AB-AA62-A09DA890AE6D%7D/129197) [Viitattu 28.12.2022].

Ecobio. 2021. EU-taksonomia pähkinänkuoressa. Päivitetty 18.6.2021. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://ecobio.fi/eu-taksonomia-pahkinankuoressa/> [Viitattu 28.12.2022].

Ecobio. 2022. CSRD-raportointi – uudet velvoitteet vauhdittavat yrityksiä kestävämpään liiketoimintaan. Päivitetty 27.6.2022. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://ecobio.fi/csr-raportointi-velvoitteet-vauhdittavat-yrityksia-kestavampaan-liiketoimintaan/> [Viitattu 28.12.2022].

Espoon kaupunki. 2022. Muotoilukilpailu: konsepteja Keran rakennusosien uudelleenkäyttöön. Päivitetty 13.10.2022. PDF-dokumentti. Saatavissa: [https://static.espoo.fi/cdn/ff/UuuErfAZXLxaQvSSny\\_HJi-VpHlspcjyx0iGFU-lycj/1666614272/public/2022-10/Keran%20muotoilukilpailu\\_hankintakuvaus.pdf](https://static.espoo.fi/cdn/ff/UuuErfAZXLxaQvSSny_HJi-VpHlspcjyx0iGFU-lycj/1666614272/public/2022-10/Keran%20muotoilukilpailu_hankintakuvaus.pdf) [Viitattu 28.12.2022].

Espoon kaupunki. s.a. Circular cities declaration kiertotaloussitoutus. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.espoo.fi/fi/circular-cities-declaration-kiertotaloussitoutus> [Viitattu 28.12.2022].

Euroopan komissio. 2021. Komission delegoitu asetus (EU) 2021/2139. Päivitetty 4.6.2021. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:32021R2139&from=EN> [Viitattu 28.12.2022].

Euroopan parlamentti. 2018. Kiertotalous: Lisää kierrätystä ja vähemmän kaatopaikkajätettä. Päivitetty 18.4.2018. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.europarl.europa.eu/news/fi/press-room/20180411IPR01518/kiertotalous-lisaa-kierratysta-ja-vahemman-kaatopaikkajatetta> [Viitattu 28.12.2022].

Euroopan parlamentti. 2022. Mitä kiertotalous on ja miksi sillä on merkitystä. Päivitetty 25.4.2022. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.europarl.europa.eu/news/fi/headlines/economy/20151201STO05603/mita-kiertotalous-on-ja-miksi-silla-on-merkitysta> [Viitattu 28.12.2022].

Eurostat. 2022. Circular material use rate. WWW-dokumentti. Saatavissa: [https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/sdg\\_12\\_41/default/table?lang=en](https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/sdg_12_41/default/table?lang=en) [Viitattu 28.12.2022].

FIGBC. 2018. CIRCL – tarina Amsterdamin kiertotalousrakennuksesta. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://figbc.fi/cirl-tarina-amsterdamin-kiertotalousrakennuksesta/> [Viitattu 28.12.2022].

FIGBC. 2020. Mitä Suomi voi oppia Hollannilta infran kiertotaloudesta? WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://figbc.fi/mita-suomi-voi-oppia-hollannilta-infran-kiertotaloudesta/> [Viitattu 28.12.2022].

FIGBC. 2021a. EU-taksonomian soveltamiseen täytyy tuottaa tulkintaa laajalla yhteistyöllä. Päivitetty 10.8.2021. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://figbc.fi/eu-taksonomian-soveltamiseen-taytyy-tuottaa-tulkintaa-laajalla-yhteistyolla/> [Viitattu 28.12.2022].

FIGBC. 2021b. Purkumateriaalien hyödyntäminen kiinteistö- ja rakentamisalalla. Päivitetty 31.3.2021. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://figbc.fi/purkumateriaalien-hyodyntaminen-kiinteisto-ja-rakentamisalalla/> [Viitattu 28.12.2022].

FIGBC. s.a. Vanhat rakennukset ovat kiertotalouden kultakaivos. PDF-dokumentti. Saatavissa: <https://figbc.fi/wp-content/uploads/sites/4/2020/10/Purkuhierarkia.pdf> [Viitattu 28.12.2022].

Gamle Mursten. s.a. The Rebrick Project. WWW-dokumentti. Saatavissa: <http://www.gamlemursten.eu/> [Viitattu 28.12.2022].

Hakaste, H. 2021. Purkumateriaalien kiertotalouden elementit. Teoksessa Huttunen E. (toim.) Kiertotalous rakennetussa ympäristössä. Helsinki: Rakennustieto Oy, 110–122. E-kirja. Saatavissa: <https://kaakkuri.finna.fi/> [Viitattu 28.12.2022].

Huttunen, E. 2021a. Kiertotalous vie kohti kestävästä rakennettua ympäristöä. Teoksessa Huttunen E. (toim.) Kiertotalous rakennetussa ympäristössä. Helsinki: Rakennustieto Oy, 8–20. E-kirja. Saatavissa: <https://kaakkuri.finna.fi/> [Viitattu 28.12.2022].

Huttunen, M. 2021b. Hirsitalon siirto. Teoksessa Huttunen E. (toim.) Kiertotalous rakennetussa ympäristössä. Helsinki: Rakennustieto Oy, 151. E-kirja. Saatavissa: <https://kaakkuri.finna.fi/> [Viitattu 28.12.2022].

Häkkinen, T. 2021. Tiedonhallinnan uudet tarpeet rakentamisen kiertotaloudessa. Teoksessa Huttunen E. (toim.) Kiertotalous rakennetussa ympäristössä. Helsinki: Rakennustieto Oy, 73–84. E-kirja. Saatavissa: <https://kaakkuri.finna.fi/> [Viitattu 28.12.2022].

Jätedirektiivi EU 2018/851

Jätelaki 17.6.2011/646

Jääskeläinen, L. 2021. Rakennuksen elinkaari ja rakentamisen sääntely. Teoksessa Huttunen E. (toim.) Kiertotalous rakennetussa ympäristössä. Helsinki: Rakennustieto Oy, 21–29. E-kirja. Saatavissa: <https://kaakkuri.finna.fi/> [Viitattu 28.12.2022].

Kaskinen, H. 2022. Kohti säästävää purkamista. *TM Rakennusmaailma* 02 16.2.2022, 32–37.

Kinnunen, E. 2021. Hiilipiikki tulee leikata hallitusti. Päivitetty 5.5.2021. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.rakennuslehti.fi/2021/05/hiilipiikkia-tulee-leikata-hallitusti/> [Viitattu 28.12.2022].

KPMG. 2022. Ensimmäinen EU-Taksonomian raportointikierros on tehty, mitä opimme. Päivitetty 18.5.2022. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://home.kpmg/fi/fi/blogs/home/posts/2022/05/ensimmainen-eu-taksonomia-raportointikierros-on-tehty-mita-opimme.html> [Viitattu 28.12.2022].

Kurronen, S. 2021. Pandemian perintö. Päivitetty 3.8.2021. PDF-dokumentti. Saatavissa: <https://www.eva.fi/wp-content/uploads/2021/08/eva-arvio-033.pdf> [Viitattu 28.12.2022].

Lahdensivu, E. 2019. Hiilijalanjäljen arviointi aikaisessa suunnittelussa ja siihen vaikuttaminen. Kandidaatintyö. Tampereen yliopisto. Rakennetun ympäristö tiedekunta. PDF-dokumentti. Saatavissa: <https://trepo.tuni.fi/bitstream/handle/10024/119014/LahdensivuElina.pdf?sequence=2> [Viitattu 28.12.2022].

Lahdensivu, J., Huuhka, S., Annala, P., Pikkuvirta, J., Köliö, A. & Pekkala, T. 2015. Betonielementtien uudelleenkäyttömahdollisuudet. Päivitetty 15.1.2015. Tampereen teknillinen yliopisto. Rakennustekniikan laitos. Rakennetekniikka. Tutkimusraportti 162. PDF-dokumentti. Saatavissa: [https://trepo.tuni.fi/bitstream/handle/10024/116584/lahdensivu\\_betonielementtien\\_uudelleenkayttomahdollisuudet.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://trepo.tuni.fi/bitstream/handle/10024/116584/lahdensivu_betonielementtien_uudelleenkayttomahdollisuudet.pdf?sequence=1&isAllowed=y) [Viitattu 28.12.2022].

Lassila-Merisalo, M. 2018. Faktaa, fiktiota ja feikkiuutisia – miten olla hukummatta informaatiotulvaan? Julkaistu 24.9.2018. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://journal.fi/signum/article/view/70279/31288> [Viitattu 28.12.2022].

Laurila, J. 2019. Kiertotaloutta edistävä ja lainmukainen purku-urakka edellyttää purkutyön tilaajalta osaamista ja paneutumista. Päivitetty 2.10.2019. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.rakennusteollisuus.fi/INFRA/Ajan-kohtaista/tiedotteet2-kansio/2019/kiertotaloutta-edistava-ja-lainmukainen-purku-urakka---edellyttaa-purkutyon-tilaajalta-osaamista-ja-paneutumista/> [Viitattu 28.12.2022].

Lehtonen, K. 2019. Purkutyöt – opas tekijöille ja teettäjiille. Ympäristöministeriön julkaisu 2019:29. PDF-dokumentti. Saatavissa: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-361-036-1> [Viitattu 28.12.2022].

Lehtonen, K. 2021. Purkuhankkeen toteutus kiertotaloutta tukien. Teoksessa Huttunen E. (toim.) Kiertotalous rakennetussa ympäristössä. Helsinki: Rakennustieto Oy, 124–133. E-kirja. Saatavissa: <https://kaakkuri.finna.fi/> [Viitattu 28.12.2022].

Lehtovuori, P., Vanhatalo, J., Rantanen, A. & Varna, G. 2017. WHOLE-HANKKEEN OSARAPORTTI 1: Resurssitehokkuuden käsite toimintatapojen ja kansainvälinen benchmarking. Tampereen teknillinen yliopisto, Arkkitehtuurin laboratorio, julkaisu 12. PDF-dokumentti. Saatavissa: <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-15-4020-2> [Viitattu 28.12.2022].

Leino, R. 2021. Viisi tapaa edistää kiertotaloutta rakennushankkeessa. Päivitetty 17.3.2021. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.ains.fi/asiantuntija-artikkelit/viisi-tapaa-edistaa-kiertotaloutta-rakennushankkeessa>. [Viitattu 28.12.2022].

Lendager. s.a. Resource Rows. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://lendager.com/project/resource-rows/> [Viitattu 28.12.2022]

Levinen. R. 2021. Valtioneuvoston asetus jätteistä 978/2021 perustelumuu-  
stio. Päivitetty 12.11.2021. PDF-dokumentti. Saatavissa: [https://ym.fi/docu-  
ments/1410903/38678498/Perustelumuis-  
tio\\_VNAt\\_j%C3%A4tteet\\_YSA\\_PCB\\_SOVA.pdf/0b83ccf1-de32-b278-98f4-  
ac5b3236d19b/Perustelumuis-  
tio\\_VNAt\\_j%C3%A4tteet\\_YSA\\_PCB\\_SOVA.pdf?t=1656394101682](https://ym.fi/documents/1410903/38678498/Perustelumuu-<br/>stio_VNAt_j%C3%A4tteet_YSA_PCB_SOVA.pdf/0b83ccf1-de32-b278-98f4-<br/>ac5b3236d19b/Perustelumuis-<br/>tio_VNAt_j%C3%A4tteet_YSA_PCB_SOVA.pdf?t=1656394101682) [Viitattu 28.12.2022].

Materiaalitori. s.a. Tietoa palvelusta - Materiaalitori vauhdittaa kiertotaloutta ja lisää läpinäkyvyyttä. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.materiaalitori.fi/tietoa-palvelusta> [Viitattu 28.12.2022].

Opetushallitus. 2019. Osaaminen 2035 - Osaamisen ennakointifoorumin ensimmäisiä ennakointituloksia. Raportit ja selvitykset 2019:3. PDF-dokumentti. Saatavissa: [https://www.oph.fi/sites/default/files/documents/osaaminen\\_2035.pdf](https://www.oph.fi/sites/default/files/documents/osaaminen_2035.pdf) [Viitattu 28.12.2022].



Pantsar, M. 2022. Sitran lausunto kansallisesta ilmastonmuutokseen sopeutumis suunnitelmasta vuoteen 2030. Päivitetty 14.10.2022. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.sitra.fi/artikkelit/sitran-lausunto-kansallisesta-ilmastonmuutokseen-sopeutumissuunnitelmasta-vuoteen-2030/> [Viitattu 28.12.2022].

Peikko. 2022. Pilottihanke osoitti, että betonielementtien purkaminen ja uudelleenkäyttäminen on realistista ja kannattavaa. Päivitetty 7.2.2022. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.peikko.fi/blogi/pilottihanke-osoitti-etta-betonielementtien-purkaminen-ja-uudelleenkayttaminen-on-realistista-ja-kannattavaa/> [Viitattu 28.12.2022].

Pohjalainen, S., Mäntylä, I., Laine, A. & Lehtomäki, J. 2022. Taksonomialainsäädäntö kotimaisen kiinteistö- ja rakennusalan kontekstissa. Päivitetty 21.6.2022. PDF-dokumentti. Saatavissa: [https://figbc.fi/wp-content/uploads/sites/4/2022/08/Taksonomialainsaadanto-kotimaisen-kiinteisto-ja-rakennusalan-kontekstissa\\_23.6.2022.pdf](https://figbc.fi/wp-content/uploads/sites/4/2022/08/Taksonomialainsaadanto-kotimaisen-kiinteisto-ja-rakennusalan-kontekstissa_23.6.2022.pdf) [Viitattu 28.12.2022].

Purkupiha. 2022. Purkupiha pokkasi kaksoisvoiton – Vuoden purkuhankkeena palkittiin Tampereen Lamminpään purku-urakka. Päivitetty 3.10.2022. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.purkupiha.fi/2022/10/03/purkupiha-pokkasi-kaksoisvoiton-vuoden-purkuhankkeena-palkittiin-tampereen-lamminpaan-purku-urakka/> [Viitattu 28.12.2022].

Puusa, A. & Juuti, P. 2020. Laadullisen tutkimuksen näkökulmat ja menetelmät. Helsinki: Gaudeamus. E-kirja. Saatavissa: <https://kaakkuri.finna.fi/> [Viitattu 28.12.2022].

Rakenna kiertotaloutta. s.a. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://rakenna-kiertotaloutta.fi/lyhyesti/> [Viitattu 28.12.2022].

Rakennuslehti. 2017. Rakennusosalalla työn tuottavuus ei ole kasvanut 40 vuodessa onko allianssista tai leanistä apua. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.rakennuslehti.fi/2017/09/rakennusosalalla-tyon-tuottavuus-ei-ole-kasvanut-40-vuodessa-onko-allianssista-tai-leanista-apua/> [Viitattu 28.12.2022].

Rakennuslehti. 2021. Asiantuntijat: Rakennustuotteiden uudelleenkäyttö on vielä enemmän mahdollisuus kuin mahdollisuus. Päivitetty 8.11.2021. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.rakennuslehti.fi/2021/11/asiantuntijat-rakennustuotteiden-uudelleenkayttö-on-viela-ennemmin-mahdollisuus-kuin-mahdollisuus/> [Viitattu 28.12.2022].

Rakennustaito. 2022. Rakentamisen kiertotalous tarvitsee lisää yhteistä tietoa. Päivitetty 11.3.2022. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://rakennustaito.fi/rakentamisen-kiertotalous-tarvitsee-lisaa-yhteista-tietoa/> [Viitattu 28.12.2022].

Ratki. 2022. Matkablogi I: Onko Kööpenhamina kiertotalouden edelläkävijä? Päivitetty 23.6.2022. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://projects.tuni.fi/ratki/ajankohtaista/matkablogi-i-onko-koopendamina-kiertotalouden-edellakavija/> [Viitattu 28.12.2022].

RT - Jätedirektiivi ja jätelainsäädäntö. s.a. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.rakennusteollisuus.fi/Tietoa-alasta/Ilmasto-ymparisto-ja-energia/Rakentamisen-materiaalitehokkuus/Jatedirektiivi-ja-lainsaadannon-kokonaisuuudistus/> [Viitattu 28.12.2022].

RT rakennettu ympäristö ja ilmastonmuutos. s.a. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.rakennusteollisuus.fi/Tietoa-alasta/Ilmasto-ymparisto-ja-energia/Materiaalitehokkuus/> [Viitattu 28.12.2022].

RT. 2022a. Kun raha alkaa ohjata yrityksiä kestäviin valintoihin, maailman pelastuminen on jo lähellä. 31.5.2022. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://rakennusteollisuus.wordpress.com/2022/05/31/kun-raha-alkaa-ohjata-yrityksia-kestaviin-valintoihin-maailman-pelastuminen-on-jo-lahella/> [Viitattu 28.12.2022].

RT. 2022b. Euroopan komission esitys uudeksi rakennustuoteasetukseksi on julkaistu. Päivitetty 11.4.2022. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.rakennusteollisuus.fi/Ajankohtaista/Tiedotteet1/2022/euroopan-komission-esitys-uudeksi-rakennustuoteasetukseksi-on-julkaistu/> [Viitattu 28.12.2022].

Sinervo, R., Paajanen, T., Turkki, V. & Herlevi, K. 2020. 10 kiertotalousehdotusta Suomelle. Päivitetty 14.6.2020. PDF-dokumentti. Saatavilla: [https://www.sitra.fi/app/uploads/2022/06/sitra\\_10\\_kiertotalousehdotusta-suomelle.pdf](https://www.sitra.fi/app/uploads/2022/06/sitra_10_kiertotalousehdotusta-suomelle.pdf) [Viitattu 28.12.2022].

Sinipuro, J. 2019. Ilmastonmuutos, kiertotalous ja datatalous – mitä ihmettä? Päivitetty 15.8.2019. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.sitra.fi/blogit/ilmastonmuutos-kiertotalous-ja-datatalous-mita-ihmetta/> [Viitattu 28.12.2022].

Sitra & Deloitte. 2022. Kestävää kasvua kiertotalouden liiketoimintamalleista. Päivitetty 9.2.2022. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.sitra.fi/julkaisut/kestavaa-kasvua-kiertotalouden-liiketoimintamalleista/> [Viitattu 28.12.2022].

Sitra Kiertotalouden tiekartta. s.a. Kiertotalouden tiekartta 2016–2025 Suomelle s.a. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.sitra.fi/hankkeet/kiertolla-karkeen-suomen-tiekartta-kiertotalouteen-2016-2025/> [Viitattu 28.12.2022].

Sitra. 2014. Kiertotalouden mahdollisuudet Suomelle. PDF-dokumentti. Saatavilla: <https://www.sitra.fi/app/uploads/2017/02/Selvityksia84-2.pdf> [Viitattu 28.12.2022].

Sitra. 2018. Kuntien ilmastotavoitteet ja toimenpiteet. Päivitetty 12.10.2018. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.sitra.fi/julkaisut/kuntien-ilmastotavoitteet-ja-toimenpiteet> [Viitattu 28.12.2022].

Sitra. 2021. Kiertotalouden vaikutukset työhön ja osaamiseen. Päivitetty 3.3.2021. PDF-dokumentti. Saatavissa: <https://www.sitra.fi/app/uploads/2021/03/sitra-kiertotalouden-vaikutukset-tyohon-ja-osaamiseen-v3.pdf> [Viitattu 28.12.2022].

Sjöstedt, T. 2019. Mitä nämä käsitteet tarkoittavat. Päivitetty 26.6.2018. Päivitetty 20.6.2019. <https://www.sitra.fi/artikkelit/mita-nama-kasitteet-tarkoittavat/> [Viitattu 28.12.2022].

SLL. 2022. Tiedote: Suomen ensimmäinen ilmasto-oikeudenkäynti vireille – Greenpeace ja Suomen luonnonsuojeluliitto valittavat valtion ilmastopäätöksestä riittämättömien hiilinielutoimien takia. Päivitetty 28.11.2022. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.sll.fi/2022/11/28/suomen-ensimmainen-ilmasto-oikeudenkaynti-vireille-greenpeace-ja-suomen-luonnonsuojeluliitto-valittavat-valtios-ilmastopaatoksesta-riittamattomien-hiilinielutoimien-takia/> [Viitattu 28.12.2022].

STT. 2020a. Tiedote: Yli 300 yritysjohtajaa kertoi koronakriisin vaikutuksista: yritysostot ja laajentumiset vähenivät, innovaatiotoiminta jopa kiihtyi entisestään. Aalto-yliopisto. Päivitetty 30.11.2020. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.sttinfo.fi/tiedote/yli-300-yritysjohtajaa-kertoi-koronakriisin-vaikutuksista-yritysostot-ja-laajentumiset-vahenivat-innovaatiotoiminta-jopa-kiihtyi-entisesta?publisherId=37936456&releasId=69895266> [Viitattu 28.12.2022].

STT. 2020b. Tiedote: Rakennusalalla on merkittävä rooli Suomen kansantaloudessa, mutta alan tuottavuus polkee paikallaan. Elinkeinoelämän tutkimuslaitos ETLA. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.sttinfo.fi/tiedote/rakennusalalla-on-merkittava-rooli-suomen-kansantaloudessa-mutta-alan-tuottavuus-polkee-paikallaan?publisherId=3695&releasId=69879582> [Viitattu 28.12.2022].

SYKE. 2020. Kotitalouksien jätteen kierrätysaste ei nouse riittävän nopeasti. Päivitetty 10.12.2020. WWW-dokumentti. Saatavissa: [https://www.syke.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Kotitalouksien\\_jatteen\\_kierratsysaste\\_ei\\_\(59416\)](https://www.syke.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Kotitalouksien_jatteen_kierratsysaste_ei_(59416)) [Viitattu 28.12.2022].

Tamminen, S., Honkatukia, J., Leinonen, T. & Haanperä, O. 2019. Kestävän kehityksen verouudistus – Kohti päästötöntä Suomea. Päivitetty 17.4.2019. PDF-dokumentti. Saatavissa: <https://www.sitra.fi/app/uploads/2019/04/kestavan-kehityksen-verouudistus.pdf> [Viitattu 28.12.2022].

Tarpio J. 2021. Hierarkkiset joustavuustasot ja rakennusten kiertotalous. Teoksessa Huttunen E. (toim.) Kiertotalous rakennetussa ympäristössä. Helsinki: Rakennustieto Oy, 62–72. E-kirja. Saatavissa: <https://kaakkuri.finna.fi/> [Viitattu 28.12.2022].

Teknologiateollisuus. 2019. Brysselissä pelätään, että kiertotalouskehitys tyyssää tähän vaalikauteen – ”Joudumme taas aloittamaan nollassa ja siihen meillä ei ole varaa”. Päivitetty 4.2.2019. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://teknologiateollisuus.fi/en/node/24524> [Viitattu 28.12.2022].

Teräsrakenneyhdistys. s.a. Teräsrakenteiden uudelleenkäyttö - Rakenneteräksen uudelleenkäyttö on tehokas tapa vähentää teräsrakentamisen ilmasto-vaikutuksia. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.terasrakenneyhdistys.fi/fin/teras/co2-ja-kiertotalous/terasrakenteiden-uudelleenkytto/> [Viitattu 28.12.2022].

Tilastokeskus. 2020. Materiaalivirrat, jätteet ja bkt – mitä saamme irti ympäristöstämme? WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.stat.fi/tietotrendit/artikkelit/2020/materiaalivirrat-jatteet-ja-bkt-mita-saamme-irti-ymparistotamme/?listing=simple> [Viitattu 28.12.2022].

UM. 2019. Kiertotalouteen vielä matkaa Tanskassa. Päivitetty 13.6.2019. WWW-dokumentti. Saatavissa: [https://um.fi/edustustojen-raportit/-/asset\\_publisher/W41AhLdTjdag/content/kiertotalouteen-viela-matkaa-tanskassa/384951](https://um.fi/edustustojen-raportit/-/asset_publisher/W41AhLdTjdag/content/kiertotalouteen-viela-matkaa-tanskassa/384951) [Viitattu 28.12.2022].

Uusiouutiset. 2022. Kierrätysoperaattori vauhdittaa irtaimiston ja rakennusosien uudelleenkäyttöä. Päivitetty 17.3.2022. WWW-dokumentti. Saatavilla: <https://www.uusiouutiset.fi/kierratysoperaattori-vauhdittaa-irtaimiston-ja-rakennusosien-uudelleenkayttöä/> [Viitattu 28.12.2022].

Valtioneuvosto. 2016. Kiertotalous Suomessa - toimintaympäristö, ohjauskeinot ja mallinnetut vaikutukset vuoteen 2030 Suomessa. Selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 25/2016. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/79586/Kiertotalous%20Suomessa.pdf?sequence=1&isAllowed=y> [Viitattu 28.12.2022].

Valtioneuvosto. 2019. Neuvottelutulos hallitusohjelmasta: Osallistava ja osaava Suomi – sosiaalisesti, taloudellisesti ja ekologisesti kestävä yhteiskunta. Päivitetty 3.6.2019. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://valtioneuvosto.fi/-/10616/sallistava-ja-osaava-suomi-sosiaalisesti-taloudellisesti-ja-ekologisesti-kestava-yhteiskunta> [Viitattu 28.12.2022].

Valtioneuvosto. 2022a. Tiedote: 80 toimijaa alkaa tavoitella kiertotalouden edelläkävijyyttä. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://valtioneuvosto.fi/-/1410903/lahes-80-toimijaa-alkaa-tavoitella-kiertotalouden-edellakavijyytta> [Viitattu 28.12.2022].

Valtioneuvosto. 2022b. Jäteverolain veropohjaan muutoksia. Päivitetty 22.6.2022. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://valtioneuvosto.fi/-/10623/jateverolaki-uudistuu> [Viitattu 28.12.2022].

Valtioneuvosto. 2022c. Valtioneuvosto linjasi kantansa komission ehdotukseen rakennustuoteasetuksen uudistamisesta. Päivitetty 15.9.2022. <https://valtioneuvosto.fi/-/1410903/valtioneuvosto-linjasi-kantansa-komission-ehdotukseen-rakennustuoteasetuksen-uudistamisest> [Viitattu 28.12.2022].

Valtioneuvoston asetus jätteistä 1.12.2021/978

Vierikko, K., Nieminen, H., Salomaa, V., Häkkinen, J., Salminen, J. & Sorvari J. 2020. Kiertotalous maankäytön suunnittelussa. Päivitetty 25.11.2020. PDF-dokumentti. Saatavissa: [https://figbc.fi/wp-content/uploads/sites/4/2021/03/SYKEra\\_45\\_2020\\_KITARA.pdf](https://figbc.fi/wp-content/uploads/sites/4/2021/03/SYKEra_45_2020_KITARA.pdf) [Viitattu 28.12.2022].

Vuorinen, P. 2022. Kiertotalouden ajankohtaispäivät 16.-17.11.2022 – paneelikeskustelu 17.11.2022. Green Building Council Finland. YouTube-video. Saatavissa: <https://videonet.fi/ym/20221116/paiva2.html> [Viitattu 28.12.2022].

Wahlström, M., Hradil, P., Teittinen, T. & Lehtonen, K. 2019. Purkukartoitus-opas laatijalle. Ympäristöministeriön julkaisuja 2019:30. PDF-dokumentti. Saatavissa: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-361-037-8> [Viitattu 28.12.2022].

Wauters, R. 2020. European proptech is on the rise, as sector funding grows 550% in five years: research report. Päivitetty 5.3.2020. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://tech.eu/brief/proptech-trends-proptech1-ventures-research-report> [Viitattu 28.12.2022].

WWF. s.a. Ilmastomuutos. Ilmastomuutos. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://wwf.fi/uhat/ilmastonmuutos/> [Viitattu 28.12.2022].

YLE. 2022. Rakennusten purkubisneksessä on valtavat mahdollisuudet, mutta lakiviidakko vie niiltä tehon: jätteen matka uuteen käyttöön voi kestää 10 vuotta. Päivitetty 7.10.2022. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://yle.fi/uutiset/3-12650954> [Viitattu 28.12.2022].

YM Euroopan unionin ilmastopolitiikka. s.a. Euroopan unionin ilmastopolitiikka. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://ym.fi/euroopan-unionin-ilmastopolitiikka> [Viitattu 28.12.2022].

YM Ilmastolain muuttaminen. s.a. Hallituksen esitys laiksi ilmastolain muuttamisesta WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://ym.fi/hankesivu?tunnus=YM002:00/2022> [Viitattu 28.12.2022].

YM Ilmastolain uudistus. s.a. Ilmastolain uudistus. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://ym.fi/ilmastolain-uudistus> [Viitattu 28.12.2022].

YM Kansainvälinen yhteistyö ja EU-asiat – jätteet. s.a. Kansainvälinen yhteistyö ja EU-asiat – jätteet. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://ym.fi/eu-n-jatedirektiivit-ja-kansainvaliset-jatesopimukset> [Viitattu 28.12.2022].

YM Kiertotalouden innovaatiot, digitalisaatio ja osaaminen. s.a. Kiertotalouden innovaatiot, digitalisaatio ja osaaminen. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://ym.fi/kiertotalousohjelma/kiertotalouden-innovaatiot-digitalisaatio-ja-osaaminen> [Viitattu 28.12.2022].

YM maankäyttö- ja rakennuslaki uudistus. s.a. Maankäyttö- ja rakennuslaki uudistus. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://mrluudistus.fi/uutiset/hallitus-antoi-eduskunnalle-rakentamisen-paastoja-vahentavat-ja-digitalisaatiota-edistavat-lakiesitykset/> [Viitattu 28.12.2022].

YM Näin uusi tietojärjestelmä rakentuu. s.a. Näin uusi tietojärjestelmä rakentuu. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://ym.fi/ryhti/rytj> [Viitattu 28.12.2022].

YM Rakentamisen kiertotalous. s.a. Rakentamisen kiertotalous. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://ym.fi/rakentamisen-kiertotalous> [Viitattu 28.12.2022].

YM Suomen kansallinen ilmastopolitiikka. s.a. Suomen kansallinen ilmastopolitiikka. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://ym.fi/suomen-kansallinen-ilmastopolitiikka> [Viitattu 28.12.2022].

YM Uusi suunta. s.a. Uusi suunta: Ehdotus kiertotalouden strategiseksi ohjelmaksi. Valtioneuvoston julkaisuja 2021:1. PDF-dokumentti. Saatavissa: <https://ym.fi/documents/1410903/42733297/Uusi+suunta++Ehdotus+kiertotalouden+strategiseksi+ohjelmaksi.pdf/ad875da1-f4c4-aec4-4fe0-f17df9746383?t=1610462062018> [Viitattu 28.12.2022].

YM Vähähiilinen rakentamisen tiekartta. s.a. Vähähiilinen rakentamisen tiekartta. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://ym.fi/vahahiilisen-rakentamisen-tiekartta> [Viitattu 28.12.2022].

YM. 2022. Tiedote: Rakennustuotteiden uudelleenkäyttö on Suomessa mahdollista rakennuspaikkakohtaista varmentamista käyttäen. Päivitetty 21.6.2022. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://ym.fi/-/rakennustuotteiden-uudelleenkaytto-on-suomessa-mahdollista-rakennuspaikkakohtaista-varmentamista-kayttaen> [Viitattu 28.12.2022].

Ympäristöministeriö. 2019. Uudet oppaat rakennusten kestävään purkamiseen. Päivitetty 15.11.2019. WWW-dokumentti. Saatavissa: [https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Rakentaminen/Uudet\\_oppaat\\_rakennusten\\_kestavaan\\_purka\(52764\)](https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Rakentaminen/Uudet_oppaat_rakennusten_kestavaan_purka(52764)) [Viitattu 28.12.2022].

Ympäristöministeriö. 2020. Jätehuolto ja jätteet. Päivitetty 1.10.2020. WWW-dokumentti. Saatavissa: [https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Kulutus\\_ja\\_tuotanto/Jatteet\\_ja\\_jatehuolto](https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Kulutus_ja_tuotanto/Jatteet_ja_jatehuolto) [Viitattu 28.12.2022].

Ympäristöministeriö. 2022. Kierrätyksestä kiertotalouteen, Valtakunnallinen jätesuunnitelma vuoteen 2027. Ympäristöministeriön julkaisuja 2022:1. PDF-dokumentti. Saatavissa: [https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/163978/YM\\_2022\\_13.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/163978/YM_2022_13.pdf?sequence=1&isAllowed=y) [Viitattu 28.12.2022].

YTP. 2022a. Jäteverolla voitaisiin edistää kiertotaloutta – YTP lausui jäteverolaista. Päivitetty 11.8.2022. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://ytpliitto.fi/jateverolla-voitaisiin-edistaa-kiertotaloutta/> [Viitattu 28.12.2022].

YTP. 2022b. Purettavat rakennukset kierto – Vuoden purkuhankkeena palkittiin Tampereen Lamminpään purku-urakka. Päivitetty 8.9.2022. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://ytpliitto.fi/purettavat-rakennukset-kiertoon-vuoden-purkuhankkeena-palkittiin-tampereen-lamminpaan-purku-urakka/> [Viitattu 28.12.2022].

Zhu, Y., Lonka, H., Tähtinen, K., Anttonen, M., Isokääntä, P., Knuutila, A., Lahdensivu, J., Mahiout, S., Mäntylä, A-M., Raimovaara, M., Rantio, T., Santonen, T. & Teittinen, T. 2022. Purkumateriaalien kelpoisuus eri käyttökohteisiin turvallisuuden ja terveellisuuden näkökulmasta. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 2022:15. PDF-dokumentti. Saatavissa: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-383-253-4> [Viitattu 28.12.2022].

## KUALUETTELO

Kuva 1. Resurssitehokkaan rakentamisen hierarkia. Kuittinen, M. 2020. Saatavissa: <https://twitter.com/mattikuittinen/status/1244617298872238090> [Viitattu 28.12.2022].

Kuva 2. Kiertotalouden toteutuminen rakennetussa ympäristössä eri vaiheissa. YM Uusi suunta. s.a. Uusi suunta: Ehdotus kiertotalouden strategiseksi ohjelmaksi. Valtioneuvoston julkaisuja 2021:1. Saatavissa: <https://ym.fi/documents/1410903/42733297/Uusi+suunta++Ehdotus+kiertotalouden+strategiseksi+ohjelmaksi.pdf/ad875da1-f4c4-aec4-4fe0-f17df9746383?t=1610462062018> [Viitattu 28.12.2022].

Kuva 3. Periaatekuva rakennusmateriaalin valmistuksen ja rakentamisvaiheen aiheuttamasta hiilipiikistä. Huuhka S. & Lampinen E. 2021. Purkaa vai korjata – miksi korjausrakentaminen on parasta rakennusten kiertotaloutta? Teoksessa Huttunen E. (toim.) Kiertotalous rakennetussa ympäristössä. Helsinki: Rakennustieto Oy, 32–49. Saatavissa: <https://kaakkuri.finna.fi/> [Viitattu 28.12.2022].

Kuva 4. Taksonomian käyttöönoton aikataulu. FIGBC. s.a. EU-Taksonomia. Saatavissa: <https://figbc.fi/eu-taksonomia/> [Viitattu 28.12.2022].

Kuva 5. Purkukartoituksen haitta-ainekartoituksen ja tutkimuksen sekä purkumateriaali-selvityksen sisältö. Lehtonen K. 2019. Purkukartoitus- opas laati-jalle. Ympäristöministeriön julkaisuja 2019:30. Saatavissa: [https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/161883/YM\\_2019\\_30.pdf](https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/161883/YM_2019_30.pdf) [Viitattu 28.12.2022].

Kuva 6. Etusijajärjestys. Uusiomuovi. s.a. Saatavissa: <https://uusio-muovi.fi/tuottajavastuu/tuottajavastuulainsaadanto/mita-eroa-on-hyodyntamisella-ja-kierratyksella/> [Viitattu 28.12.2022].

Kuva 7. Betonijätteen määrät 1994–2011. Betoniteollisuus ry. s.a. Betonirakentamisessa materiaalit kiertävät. Saatavissa: <https://betoni.com/perustietopaketti/ekologisuus/kierratys/> [Viitattu 28.12.2022].

Kuva 8. SOK:n keskusvarasto vuonna 1975. Keranhallit. s.a. Keranhallit tekee tilaa asumiselle. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.keranhallit.fi/keran-alue/> [Viitattu 28.12.2022].

Kuva 9. Tampereen Santalahden vanha tulitikkutehdas. YLE. 2022. Saatavissa: <https://yle.fi/uutiset/74-20001347> [Viitattu 28.12.2022].

Kuva 10. Resource Rows -rakennuksen katujulkisivu. Lendager. s.a. Resource Rows. Saatavissa: <https://lendager.com/project/resource-rows/> [Viitattu 28.12.2022].

Kuva 11. Resource Row -kohteen rakennukset yhdistävä silta. Lendager. s.a. Resource Rows. Saatavissa: <https://lendager.com/project/resource-rows/> [Viitattu 28.12.2022].

Kuva 12. Lendager Groupin julkisivuelementtejä. Lendager. s.a. Resource Rows. Saatavissa: <https://lendager.com/project/resource-rows/> [Viitattu 28.12.2022].

Kuva 13. Gamle Murstenin puhdistetut tiilet pakataan robotiikan avulla. Gamle Mursten. s.a. The Rebrick Project. Saatavissa: <http://www.gamlemursten.eu/> [Viitattu 28.12.2022].

Kuva 14. Upcycle Studio -rakennuksen ikkunaelementti koostuu useista vanhoista erikokoisista ikkunoista. Betoni. 2020. Lendager Group käytti kierrätysmateriaaleja 20 huoneiston kaupunkirivitalon rakentamisessa Kööpenhaminassa. Saatavissa: [https://betoni.com/wp-content/uploads/2020/10/BET2003\\_26-37.pdf](https://betoni.com/wp-content/uploads/2020/10/BET2003_26-37.pdf) [Viitattu 28.12.2022].

Kuva 15. Upcycle Studio -rakennuksen julkisivu. Betoni. 2020. Lendager Group käytti kierrätysmateriaaleja 20 huoneiston kaupunkirivitalon rakentamisessa Kööpenhaminassa. Saatavissa: [https://betoni.com/wp-content/uploads/2020/10/BET2003\\_26-37.pdf](https://betoni.com/wp-content/uploads/2020/10/BET2003_26-37.pdf) [Viitattu 28.12.2022].

Kuva 16. Amsterdamissa sijaitseva Circl -rakennus. Architizer. s.a. Saatavissa: <https://architizer.com/idea/2649588/> [Viitattu 28.12.2022].

Kuva 17. Circl -rakennuksen sisätiloja. Architizer. s.a. b. <https://architizer.com/idea/2649594/> [Viitattu 28.12.2022].