



Thomas Forsström

# Rakennusmateriaalien uudelleen- käyttö pientalorakentamisessa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Rakennusmestari (AMK)

Rakennusalan työnjohto

Opinnäytetyö

6.10.2024

## Tiivistelmä

Tekijä:	Thomas Forsström
Otsikko:	Rakennusmateriaalien uudelleenkäyttö pientalorakentamisessa
Sivumäärä:	62 sivua
Aika:	6.10.2024
Tutkinto:	Rakennusmestari (AMK)
Tutkinto-ohjelma:	Rakennusalan työnjohdon tutkinto-ohjelma
Ammatillinen pääaine:	Talonrakennustekniikka
Ohjaajat:	Lehtori, Sakari Pesonen

---

Opinnäytetyössä tarkasteltiin rakennusmateriaalien uudelleenkäyttöä pientalorakentamisen näkökulmasta. Tavoite oli selvittää miksi rakennusmateriaaleja ei käytetä uudelleen nykyistä enempää ja miten uudelleenkäyttöä voitaisiin lisätä. Tutkimuksessa käytiin läpi uudelleenkäytössä huomioon otettavia asioita. Muun muassa, mitkä asiat vaikuttavat siihen, että purettu rakennusmateriaali muuttuu jätteeksi.

Tutkimus tehtiin kirjallisuustutkimuksena. Vaikka opinnäytetyössä pääpaino oli pientaloihin tulevista rakennusmateriaaleista, aihetta tarkasteltiin kuitenkin koko rakennusalan osalta.

Tutkimuksessa selvisi, että tilanne rakennusmateriaalien uudelleenkäytössä on tällä hetkellä epäselvä. Käytettyä rakennusmateriaalia ei voi CE-merkitä, ellei voida osoittaa, että ne valmistetaan jollain tavalla uudelleen. Vuoden 2022 kesäkuun jälkeen rakennusmateriaalit on voinut kelpoistaa myös rakennuspaikkakohtaisella varmentamisella.

Rakennusmateriaalien uudelleenkäyttöä lisää todennäköisesti 1.1.2025 voimaan tuleva uusi rakentamislaki. End-of-Waste-menettely purkumateriaaleille, voisi olla yksi ratkaisu uudelleenkäytön lisäämiselle. Jos jätestatus poistuu, silloin uudelleen käytettävistä rakennusmateriaaleista tulisi tuotteita.

Avainsanat: rakennusmateriaalien uudelleenkäyttö, purkumateriaali, kiertotalous

---

Tämän opinnäytetyön alkuperä on tarkastettu Turnitin Originality Check -ohjelmalla.

## Abstract

Author: Thomas Forsström  
Title: Reuse of Construction Materials in Detached Houses  
Number of Pages: 62 pages  
Date: 6 October 2024

Degree: Bachelor of Construction Management  
Degree Programme: Construction Site Management  
Professional Major: Building Construction  
Supervisors: Sakari Pesonen, Senior lecturer

---

The final year project investigated reuse of construction materials in detached houses. The goal was to study why reuse of construction materials is not more popular and how reuse could be increased. Also, areas that should be noticed when doing reuse were investigated as well as factors that affect construction material becoming waste.

The study was conducted as literature research. Even though the focus was mainly on reuse of construction materials in detached buildings the perspective was generally in the construction field.

The study showed that the situation in the field of reusing construction materials is complicated currently as it is not possible to receive CE marking for used materials. Thus, you cannot receive the marking, if it is not somehow shown that the material is made again. After June 2022 it has also been possible to confirm that the material is reusable at the construction site.

Reuse of construction materials is probably going to increase once the new building law comes into effect on 1 January 2025. End-of-Waste definition for the demolition materials could be one of the answers to increase the reuse. If the waste status is removed, the reused construction materials become a product.

Keywords: reuse of construction materials, demolishing material, circular economy

## Sisällys

1	Johdanto	1
2	Vihreä siirtymä	2
2.1	Rakentamisen ympäristövaikutukset	2
2.2	Kestävä kehitys rakentamisessa	3
2.3	Hiiilineutraali kiertotalousyhteiskunta 2035	4
2.4	Viranomaismääräykset ja -ohjaus	5
2.5	Tutkimuksen rajaus	6
3	Purettavat rakennusmateriaalit	7
3.1	Haitta-aineet rakennusmateriaaleissa	7
3.2	Terveysnäkökohdat rakennusmateriaalien uudelleenkäytössä	9
3.3	Rakennusmateriaalien uudelleenkäyttöprosessi	10
3.4	Uudelleenkäyttöön tulevat rakennusmateriaalit	12
3.4.1	Teräs	14
3.4.2	Betoni	16
3.4.3	Tiili	19
3.4.4	Puu	21
3.4.5	Lämmöneristeet	24
3.5	Jätteiden etusijajärjestys	25
4	Kiertotalous pientalorakentamisessa	27
4.1	Miksi rakennusmateriaaleja ei käytetä uudelleen enempää	27
4.2	Purkumateriaalien kelpoisuus	29
4.3	Yhteistyö rakennusmateriaalien uudelleenkäytössä	31
4.4	Rakennusmateriaalien käyttöikä	31
4.5	Miten rakennusmateriaalien uudelleenkäyttöä voitaisiin lisätä	32
4.5.1	Kehitys purkumateriaalien uudelleenkäytössä	35
4.5.2	Yhteiskunnallinen muutos	38
4.5.3	Kiertotalouden green deal	39
4.5.4	Purkukartoitus	41
4.5.5	Varaosapankit	43
5	Rakennusmateriaalien uudelleenkäytön haasteet	45
6	Tulokset	47

7 Yhteenveto

49

Lähteet

51

## Lyhenteet

AHA-asiantuntija:	Asbesti- ja haitta-aineasiantuntija
CO2-laskelma:	Hiilijalanjäljen laskelma
EAD:	Eurooppalainen tekninen dokumentti
EN 1090-2:	Eurooppalainen teräsrakenne standardi
EN 1993-1-1:	Eurooppalainen teräsrakenne standardi
EOW:	(End-of-Waste) menettely, eli jätteeksi luokittelun päättyminen
ETA:	Eurooppalainen tekninen arviointi
HFC-kaasu:	Fluorihiihivety, joka on yksi F-kaasuista, usean kemiallisen yhdisteen muodostama ryhmä kasvihuonekaasuja
IPCC:	(Intergovernmental Panel on Climate Change) Hallitustenvälinen ilmastopaneeli
LCA-työkalu:	(Life Cycle Assessment) Elinkaariarvioinnin työkalu rakennusalaalla
PAH-yhdiste:	Polysykliset aromaattiset hiilivedyt ovat hiilivety-yhdisteitä ja terveydelle haitallisia, niihin liittyy lisääntynyt syöpäriski
PCB:	(Polychlorinated biphenyl) Polyklooratut bifenyylit ovat teollisesti valmistettuja orgaanisia klooriyhdisteitä

POP-yhdiste:	POP-yhdisteillä (Persistent Organic Pollutant) tarkoitetaan kansainvälisesti rajoitettuja kaukokulkeutuvia yhdisteitä, jotka ovat erittäin pysyviä, myrkyllisiä ja kertyvät eliöihin
PURATER-hanke:	Valtioneuvoston tutkimus- ja selvitystoiminnan hanke, purkumateriaalien kelpoisuus eri käyttökohteisiin turvallisuuden ja terveellisyyden näkökulmasta
RRF:	(Recovery and Resilience Facility) RRF-rahoituksen tarkoituksena on elvyttää Euroopan taloutta
RT-kortti:	RT-kortisto sisältää keskeiset ohjeet rakennusalalle, alaa ohjaavat lait ja määräykset, yleiset laatuvaatimukset
SFS 7001:	Muuratuille tuotteille eri käyttökohteissa vaadittavat ominaisuudet ja niille asetetut vaatimustasot
TT-laatta:	Esijännitetty teräsbetonielementti
UIA:	(International Union of Architects) Kansainvälinen arkkitehtiliitto
UURAKET-hanke:	Uudelleenkäytettävien rakennusosien käytön edistämisen hanke talonrakentamisessa

## 1 Johdanto

Opinnäytetyön lähtökohta on tehdä kirjallisuustutkimus rakennusmateriaalien uudelleenkäytöstä pientalorakentamisessa. Tutkimuksessa selvitetään, mitkä asiat vaikuttavat rakennusmateriaalien uudelleenkäyttöön, ja miksi uudelleenkäyttö ei ole nykyistä yleisempää. Tutkimuksessa pyritään myös selvittämään, miten rakennusmateriaalien uudelleenkäyttöä voitaisiin lisätä.

Viranomaismääräykset ovat tärkeitä ottaa huomioon, kun aiotaan käyttää rakennusmateriaaleja uudelleen. Eri rakennusmateriaaleilla on eri ominaisuuksia ja näin ollen eri asioita mitä pitää huomioida uudelleenkäytössä. Työssä tutkitaan rakennusmateriaalien uudelleenkäytön haasteita, kuten minkälaisia haitta-aineita voi käytetyissä rakennusmateriaaleissa olla.

Suomen tavoite on olla suunnannäyttävä kansainvälisillä kiertotalousmarkkinoilla. (Valtioneuvoston periaatepäätös kiertotalouden strategisesta ohjelmasta 2021.) Rakennusmateriaalien uudelleenkäyttö on yksi keino päästä näihin tavoitteisiin.

Jätelaissa on yleinen velvollisuus noudattaa etusijajärjestystä. Siinä sanotaan, että ensisijainen tavoite on vähentää jätteiden syntymistä. Jos jätettä kuitenkin syntyy, tulisi se valmistella uudelleenkäytettäväksi tai kierrättää. Rakennukset voidaan nähdä materiaalipankkeina, mistä materiaalit otetaan aikanaan uudelleenkäyttöön tai hyödynnetään muulla tavalla, kirjoittaa (Hakaste).

Vaikka tutkimus tehdään pientalojen näkökulmasta, käydään tutkimuksessa läpi koko rakentamisalaa. Tämä siitä syystä, että materiaalivirtojen alkuperällä ei ole uudelleenkäytössä lähtökohtaisesti väliä, kunhan materiaalit ovat terveellisiä ja turvallisia käyttää uudelleen.

## 2 Vihreä siirtymä

### 2.1 Rakentamisen ympäristövaikutukset

Rakennussektorin osuus kasvihuonepäästöistä on noin kolmasosa maailman mittakaavassa. Kaikesta maailman jätteen tuotannosta sen osuus on noin 30 %. Rakentaminen ja rakennukset kuluttavat likimain 50 % maapallolla olevista luonnonvarannoista. Jalostamattoman energian osuus kaikesta kulutuksesta on noin 40 %. (Hakaste.) Rakennusalan kuluttama määrä luonnonvaroja massana tarkasteltuna on suurin piirtein 70–80 000 miljoonaa kiloa vuodessa. Suurin osuus tästä tulee erilaisista maa- ja kiviaineksista. (Resurssiviisas rakennettu ympäristö.) Suomi tuottaa jätettä keskimäärin 120 miljoonaa tonnia vuositasolla. Rakentamisen osuus tästä on suurin piirtein 15 miljoonaa tonnia, kun maa-aineet otetaan huomioon. (Kuittinen 2019.)

Rakentamisessa ja purkamisessa jätettä tulee suurin piirtein 1,6 miljoonaa tonnia vuosittain, siitä noin 50 % käytetään hyödyksi. EU:n jätedirektiivissä edellytetään, että rakentamisessa syntyvästä jätteestä 70 % kierrätettäisiin. (Ympäristöministeriö 2022b.) Yleensä suhdanteet vaikuttavat siihen, kuinka paljon jätettä syntyy rakennusosalalla. Rakennusmateriaaleilla on merkittävä vaikutus rakentamisessa syntyviin ympäristövaikutuksiin. Jos tuotanto kasvaa yleisimpien rakennusmateriaalien kohdalla, voi sillä olla suuri vaikutus asetettuihin tavoitteisiin, jotka on sovittu kansainvälisissä ilmastopöytäkirjoissa. (Kuittinen 2019.)

Ilmastonmuutos on yksi aikamme suurimmista haasteista, ja rakennetulla ympäristöllä on vaikutusta sen ratkaisemisessa. Yhdistyneet kansakunnat pitää kahden asteen nousua rajana, jotta maapallo säilyisi vielä monimuotoisena, asu- ja eläimistönsä ja välttyisimme suurilta muuttoliikkeiltä tulevaisuudessa. 2018 hallitustenvälisen ilmastopaneelin IPCC:n raportin mukaan, hiilidioksidipäästöjä tulisi vähentää 45 % ennen vuotta 2030 ja globaaliin hiilineutraaliuteen tulisi päästä ennen vuotta 2050. (Kohti kestävästä arkkitehtuurista 2022.)

On arvioitu, että kiertotalouden avulla voidaan rakennusosalalla kokonaisuudessaan saada päästöt vähenemään jopa 56 % nykykehitykseen verrattuna ennen

vuotta 2050. Suomessa tavoite on päästä EU:n asettamaan tavoitteeseen eli rakentamisessa ja purkamisessa syntyvän jätteen 70 prosentin hyödyntämistavoitteeseen. (Kuittinen 2019.) Ympäristöä ajatellen rakennusmateriaalien uudelleenkäytöllä saadaan paras hyöty. Silloin raaka-aineet ja niiden valmistukseen kulutettu energiamäärä hyödynnetään. (Hradil ym. 2014.) Mitä painavampi uudelleenkäyttöön tuleva materiaali on, sitä suurempi vaikutus sillä on päästövaiikutuksiin (Rakennustuotteiden uudelleenkäyttöä sujuvoitettava 2022).

## 2.2 Kestävä kehitys rakentamisessa

Tavoitteena kestävässä kehityksessä on, että kaikilla olisi hyvät edellytykset elämiseen nyt ja tulevaisuudessa. Kestävässä kehityksessä huomioidaan ympäristöasiat, ihmisten tarpeet sekä myös taloudellinen puoli. Se rakentuu kestävästä toiminnasta ottaen huomioon ekologisuuden, sekä sosiaaliset ja kulttuuriset aspektit. Maapallolla ei ole loputtomasti raaka-aineita käytettäväksi. Siksi onkin tärkeää varmistaa, että luonnonvarat riittävät myös tulevaisuudessa. (Kestävä kehitys 2024.)

Tyhjinä olevat rakennukset olisi hyvä saada hyötykäyttöön. Ne voitaisiin remontoida, jotta ne olisivat nykyvaatimusten mukaisia. Tämä olisi yksi parhaista tavoista vähentää purkamisesta syntyvän jätteen määrää. Loft-asunnot ovat tästä oiva esimerkki. (Huuhka 2010.) Hylättyjä teollisuusrakennuksia on hyödynnetty moniin eri tarkoituksiin. Niihin on voitu esimerkiksi rakentaa asuntoja, ravintoloita tai erilaisia yhteisöllisiä yrityskeskuksia. (Uusi elämä betonille ja betonituotteille 2017.)

Rakennuksia ei pitäisi purkaa, vaikka niille ei enää olisikaan käyttöä niiden alkuperäisessä käyttötarkoituksessa. Uusia käyttötarkoituksia voidaan aina etsiä, ja väliaikainenkin käyttö rakennukselle on myös hyvä vaihtoehto. Kun rakennus on purettu, häviää sen myötä samalla osa rakennushistoriaa. (Kestävän kehityksen globaali toimintaohjelma Agenda 2030.)

Kun uusia rakennuksia rakennetaan, tulisi kiinnittää huomiota niiden koko elinkaareen. Rakennukset tulisi suunnitella niin, että ne ovat mahdollisimman monikäyttöisiä ja muunneltavia. Suunnittelussa olisi hyvä myös huomioida, että rakennuksia voitaisiin helposti huoltaa, korjata ja että ne olisivat mahdollisimman pitkäikäisiä. (Hakaste.)

Suomessa rakennuksien purku tapahtuu monesti varhaisessa vaiheessa. 2000–2012 välisenä aikana puretut asuinrakennukset olivat keski-ikältään 58-vuotiaita, kirjoittavat Huuhka & Lahdensivu (2014). Suomessa rakennukset ovat yleisesti verrattain nuoria. 70 % Suomessa olevista rakennuksista on rakennettu 1960-luvun aikana tai sen jälkeen. (Zhu ym. 2022.)

### 2.3 Hiilineutraali kiertotalousyhteiskunta 2035

Valtioneuvosto on tehnyt periaatepäätöksen, jossa Suomella on tavoitteena olla hiilineutraali kiertotalousyhteiskunta vuoteen 2035 mennessä. Ilmaston lämpeneminen koetaan yhdeksi suurimmaksi globaaleista ongelmista. Ympäristön tila huolestaa, eikä siihen ole yhtä kaiken kattavaa vastausta. Luonnossa monimuotoisuus hupenee ja luonnonvaroja ylikulutetaan. Kiertotalouden avulla on tarkoitus ratkoa näitä haasteita. Yhtenä tavoitteena on irrottaa luonnonvarat talouskasvusta. (Valtioneuvoston periaatepäätös kiertotalouden strategisesta ohjelmasta 2021.) Hiilineutraalius on sitä, että hiilidioksidipäästöt ovat tasapainossa hiilidioksidin sidonnan kanssa, kirjoittaa Sjöstedt (2018).

Visiossa tarjolla olisi kestäviä tuotteita ja palveluita, ja jakamistaloutta harjoitettaisiin. Luonnonvaroja käytettäisiin kestävästi, ja esimerkiksi materiaaleja hyödynnettäisiin niin pitkään, kuin niitä on turvallista käyttää. Kiertotaloutta toteutettaisiin innovatiivisesti. Suomi toimisi suunnannäyttäjänä kansainvälisillä kiertotalousmarkkinoilla. Uusiutumattomia luonnonvaroja kulutettaisiin vähemmän ja uusiutuvia luonnonvaroja käytettäisiin kestävästi. Resurssien tuottavuus olisi tavoitteessa tarkoitus kaksinkertaistaa vuosien 2015–2035 välisenä aikana.

Tavoitteena on myös, että materiaaleja kierrätettäisiin kaksinkertainen määrä vuonna 2035. (Valtioneuvoston periaatepäätös kiertotalouden strategisesta ohjelmasta 2021.)

## 2.4 Viranomaismääräykset ja -ohjaus

Lainsäädännöllä varmistetaan, että rakennustuotteiden tiedot ovat vertailukelpoisia ja luotettavia. Se on tärkeää tietoa rakentajille ja suunnittelijoille heidän arvioidessaan rakennustuotteiden soveltuvuutta rakennushankkeisiin. EU:n rakennustuoteasetusta voidaan pitää yhtenä keskeisimpänä säädöksenä, joka koskee rakennustuotteita. Se otettiin kokonaan käyttöön 1.7.2013, samalla CE-merkinnästä rakennustuotteille tuli Suomessa pakollista. (Rakennusmateriaalien uudelleenkäyttö; kelpoisuuden osoittaminen.) Tähän tuli muutos Suomessa kesällä 2022, kun ympäristöministeriö ilmoitti, että CE-merkintää ei enää vaadita uudelleen käytettäviltä rakennusmateriaaleilta. (Ylitalo 2022.)

Rakennustuoteasetuksessa määritetään, miten rakennustuotteiden ominaisuudet ilmoitetaan, ja mitkä edellytykset rakennustuotteilla on saada CE-merkinnät. Rakennustuoteasetukseen ja tuotehyväksyntälakiin ei ole määritelty toimintamallia uudelleenkäyttöön tuleville rakennusjärjestelmien- tai tuotteiden kelpoistamiseen. (Zhu ym. 2022.) Uudelleenkäyttöön tulevalle rakennustuotteelle ei voida antaa uutta CE-merkintää, ellei jollain tavalla osoiteta, että rakennustuote valmistetaan uudelleen. Jos se ei ole mahdollista, silloin kelpoisuus täytyy osoittaa rakennuspaikkakohtaisella varmentamisella (Rakennusmateriaalien uudelleenkäyttö; kelpoisuuden osoittaminen).

Kuntien rakennusvalvojien tehtävänä on valvoa ja ohjata toimijaa, joka aloittaa rakennushankkeen. Rakennusvalvonnan pitää aina hyväksyä kootut tuotehyväksynnät ja dokumentit. Jos rakennusvalvonta arvioi, että selvitys ei ole tarpeeksi kattava, voivat he vaatia lisäselvityksiä. Näitä voivat olla testit laadunvarmistukseen tai esimerkiksi asiantuntijalausunto. Urakoitsijoilla on työmaalla vastuu, että vain kelpoistetut rakennustuotteet- ja tuotejärjestelmät asennetaan rakennuskohteisiin. (Zhu ym. 2022.)

Rakentamisen kiertotalouteen vaikuttavia lakeja ovat ainakin maankäyttö- ja rakennuslainsäädäntö, jätelaki ja rakennustuoteasetus, kirjoittaa Heiskanen (2023). Maankäyttö- ja rakennuslaki vaatii, että rakennukset tulisi olla helposti korjattavia, huollettavia, muunneltavia sekä vastata niille osoitettua tarkoitusta (Maankäyttö- ja rakennuslaki 1999).

Nykytilanne on, että 1.3.2023 eduskunnassa hyväksyttiin uusi rakentamislaki, laki astuu voimaan 1.1.2025 (Ympäristöministeriö 2023). Uudessa rakentamislaisissa on muutoksia, jotka liittyvät rakennusten purkuun. Rakennusten purkamista halutaan säätää tarkemmaksi. Tavoitteena on, että mahdollisimman suuri osa rakennusmateriaaleista päätyisi uudelleen- ja uusiokäyttöön, ja että ne kiertäisivät käytössä mahdollisimman kauan. Valmisteilla on myös säädöksiä, jotka velvoittavat tekemään esimerkiksi hiilijalanlaskennan sekä ilmastaselvityksen (Ympäristöministeriö 2023.)

Lainsäädännön muuttuessa EU:ssa vaikuttaa se myös ilmastotavoitteisiin suomalaisessa lainsäädännössä (Ympäristöministeriö 2022a). Ympäristönsuojelun lainsäädännön tavoitteisiin kuuluu, että luonnonvaroja käytetään kestävästi, ja että jätettä syntyisi mahdollisimman vähän sekä kiertotalouden edistäminen. Työturvallisuuslainsäädännöllä ja kemikaaleihin liittyvillä lainsäädännöillä on myös vaikutusta. Säädännöt koskevat sekä uusia että uudelleenkäytettäviä tuotteita valmistettaessa. (Kuittinen 2019.)

## 2.5 Tutkimuksen rajaus

Opinnäytetyössä on tarkoitus tutkia rakennusmateriaalien uudelleenkäyttöä pientalorakentamisessa. Tutkimuksessa on tarkoitus löytää vastauksia kysymyksiin, miksi rakennusmateriaaleja ei käytetä nykyistä enempää uudelleen ja miten uudelleenkäyttöä voitaisiin lisätä. Tutkimus rajattiin koskemaan rakennusmateriaalien uudelleenkäyttöä pientalorakentamisessa. Tutkimukseen valittiin yleisimmät rakennusmateriaalit, teräs, betoni, tiili, puu ja lämmöneristeet. Purettavien rakennusten osalta keskityttiin noin 1950-luvun ja sitä uudempien rakennusten purkamiseen. Rakennusmateriaalien uudelleenkäyttöä kuitenkin

tarkasteltiin koko rakentamisen osalta. Tämä siitä syystä, että vaikka rakennusmateriaalit käytettäisiin pientalojen rakentamiseen, purkumateriaalit voivat olla peräisin, vaikka kerrostalorakentamisesta.

Perinnerakentaminen rajattiin pääpiirteittäin pois, koska vanhojen rakennusten restauroimisessa rakennusmateriaalien uudelleenkäyttö on yleisempää. Korjausrakentamista käsiteltiin tässä tutkimuksessa muutenkin aika vähän. Tutkimuksen tietoja voi kuitenkin hyödyntää sekä uudis- että korjausrakentamiseen. Talotekniikka rajattiin kokonaisuudessaan pois. Maanrakennus ja infrarakentaminen rajattiin myös pois, koska muuten työ olisi laajentunut liian suureksi.

Aluksi oli ajatus ottaa rakennusmateriaalien uusiokäyttö myös mukaan tutkimukseen. Rakennusmateriaalien uusiokäyttö on jo huomattavasti yleisempää, siksi sitä ei myöskään käsitelty tässä opinnäytetyössä.

### **3 Purettavat rakennusmateriaalit**

#### **3.1 Haitta-aineet rakennusmateriaaleissa**

Haitta-ainekartoituksissa ja -tutkimuksissa tavoite on löytää ne rakennusmateriaalit, jotka sisältävät haitallisia aineita. Jos niitä on, tehdään ehdotukset, miten ne poistetaan ennen muuta purkamista. Tehtäviin kuuluu myös laatia arvio, kuinka paljon jätteistä sisältää vaarallisia aineita, sekä miten ne jatkokäsitellään. (Hradil ym. 2019.) Uudelleenkäyttöön tuleville rakennusmateriaaleille ja -osille ei ole määritelty raja-arvoja haitta-aineiden osalta. Jos raja-arvoja tulevaisuudessa asetetaan, saattaa se hankaloittaa purkumateriaalien uudelleenkäyttöä. (Kukkonen & Matvainen 2023.)

PURATER-hankeessa tehdyt selvitykset osoittavat, että raaka-aineet, jotka ovat potentiaalisimpia uudelleenkäyttöön, eivät sisältäneet sellaisia haitta-aineita, joilla olisi vaikutusta ihmisten terveyteen. Toisaalta rakennusmateriaaleihin on saattanut käytön aikana imeytyä haitta-aineita tai ne on voitu pinnoittaa

jollain, mikä sisältää jotain haitta-ainetta. (Rakennusosien uudelleenkäyttöä tulee kirittää hallitusti ja tutkittuun tietoon pohjautuen.)

Asbestilaki uudistui 1.1.2016. Uuden asetuksen myötä on kaikkiin ennen vuotta 1994 valmistuneisiin rakennuksiin tehtävä asbestikartoitus ennen kuin rakennuksia aletaan remontoimaan tai purkamaan. (Miksi asbestikartoitus pitää teettää.) Asbestia sisältäviä rakennusmateriaaleja on käytetty Suomessa vuosina 1922–1992, toteavat Zhu ym. (2022). Asbestilaissa määrätään, että asbestikartoituksessa on selvitettävä, onko rakennuksessa asbestia sekä missä sitä on. Selvittää täytyy myös asbestin ja sitä sisältävien materiaalien määrät ja laadut. Selvityksestä tulee myös ilmetä, kuinka paljon asbestia sisältävät rakennusmateriaalit pölyävät, kun niitä puretaan. Sen tahon, joka valvoo tai ohjaa rakennushanketta, tulee huolehtia, että asbestikartoituksesta saadut tulokset kirjataan siihen tarkoitettuun asiakirjaan. (Valtioneuvoston päätös asbestityöstä.)

Asbestipurkutyöhön ryhtyvän tulee tehdä työsuunnitelma ennen asbestipurkutöiden aloitusta, määrätään asbestilaissa 798/2015 9 § (Valtioneuvoston päätös asbestityöstä). Asbestikartoituksia saa tehdä vain ”asbesti- ja haitta-aineasiantuntija eli AHA-asiantuntija” (Asbestipurku vaatii ammattitaitoa). Hänen tulee tunnistaa rakennusmateriaalit, jotka sisältävät asbestia tai muita haitta-aineita, sekä tuntea materiaalien käsittelyyn vaikuttava lainsäädäntö. Jos asbestia löydytty, laadut, määrät ja sijainnit on kirjattava asbestikartoitukseen, joka sen jälkeen lisätään osaksi turvallisuussuunnitelmaa. Kun asbestityöt tehdään ammattitaitoisesti ja huolella, turvataan purkutyötä tekevien lisäksi rakennusten mahdolliset asukkaat ja muut ihmiset asbestipölyltä. (Asbestipurku vaatii ammattitaitoa.)

Rakennuksissa käytetyt aineet, jotka on todettu terveydelle vaarallisiksi, on nimetty haitta-aineiksi. Näistä yleisimpiä ovat asbesti, PAH-yhdisteet (Polysykliset aromaattiset hiilivedyt), PCB (polyklooratut bifenyylit) ja lyijy. Teollisuusrakennuksista, piipuista tai kellareista purkuosia ei tulisi käyttää asuntojen rakentamisessa. Syy on se, että niihin on voinut ajan kuluessa tarttua ihmisille vaarallisia aineita. (Rakennusmateriaalien haitta-aineet 2023.)

Haitta-aineita voi löytyä esimerkiksi erilaisista laasteista sekä liimoista. Niitä voi olla myös palonsuoja-aineissa tai vedeneristeissä. Haitta-aineita on voitu käyttää myös puuta kyllästäessä. Niitä voi löytyä myös materiaalien pinnoilta. (Zhu ym. 2022.) Yksi myrkyllisimmistä puunkyllästysaineista on kreosootti, kirjottavat Huuhka ym. (2018). Kun rakennusmateriaaleja käytetään uudelleen, tulisi kiinnittää huomiota mahdollisiin yhdisteisiin, joita nykyään ei saa enää käyttää, korostavat Zhu ym. (2022).

### 3.2 Terveysnäkökohdat rakennusmateriaalien uudelleenkäytössä

Huolta aiheuttavat uudelleenkäyttöön tulevat rakennusmateriaalit, joiden käyttö on nykyään joko rajoitettua tai kiellettyä, toteavat Zhu ym. (2022). Kun uudelleenkäyttöön tulevia purkumateriaaleja käsitellään tai käytetään, pitää ne tehdä sisäympäristöasiat huomioiden. Aina tulisi tehdä selvitys, vaikuttavatko materiaalit jollain tavalla turvallisuuteen tai terveellisyyteen sisäympäristöissä. Materiaaleista tulee tehdä selvitys niiden historiasta, sekä tarkastaa, jos ne ovat jollain tapaa vaurioituneet. Myös raaka-aineet ja valmistusprosessi olisi hyvä olla selvillä. (Tähtinen 2021.)

Terveysriskit, joita epäpuhtaudet voivat aiheuttaa, vaikuttaa moni asia. Jos vaarallisen aineen kanssa ei ole kontaktissa tai se ei ole haihtuvaa, silloin ei terveysriskiä todennäköisesti ole. Kuinka terveellisiä rakennusmateriaalit ovat käyttää uudelleen vaikuttaa se, kuinka paljon ja minkälaisia aineita niissä on. Minkälaisia haitallisia ominaisuuksia niillä on, ja millaisella altistumisella on vaikutusta terveyteen. Minkälaiseen käyttöön materiaalit päätyvät, vaikuttaa myös. (Zhu ym. 2022.) On monia rakennuksia, jotka puretaan, koska niissä on ollut sisäilmaongelmia. Näissä rakennuksissa voi olla silti paljon uudelleenkäyttöön soveltuvaa materiaalia. Sisäilmaongelmat saattavat koskea vain jotain tiettyä osaa rakennuksesta. (Lahdensivu ym. 2015.)

Uudelleenkäyttöön tulevia rakennusmateriaaleja kannattaa jatkokäsitellä tai puhdistaa, jos niissä on epäpuhtauksia ennen uudelleenkäyttöä. Se on kustannustehokkaampaa ja kätevämpää, kuin mahdolliset toimenpiteet myöhemmin.

Se helpottaa myös rakennusmateriaalien käytön riskienarvioinnissa. Uudelleenkäytettäviä rakennusmateriaaleja tulisi seurata niiden käytön aikana. Jos epäpuhtauksia tai haitta-aineita esiintyy, tulisi tieto siitä välittyä esimerkiksi peruskorjausta tai rakennusmateriaalien uudelleenkäyttöä tekeville suunnittelijoille tai rakentajille. (Tähtinen 2021.) Mikrobi- ja kosteusvauriot ovat asia mikä usein huolestuttaa rakennusmateriaalien uudelleenkäytössä. Jos sellaisen mahdollisuus on olemassa, mietitään, uskaltaako rakennusmateriaaleja ottaa uudelleenkäyttöön. (Rakennusmateriaalien uudelleenkäyttö; kelpoisuuden osoittaminen.)

### 3.3 Rakennusmateriaalien uudelleenkäyttöprosessi

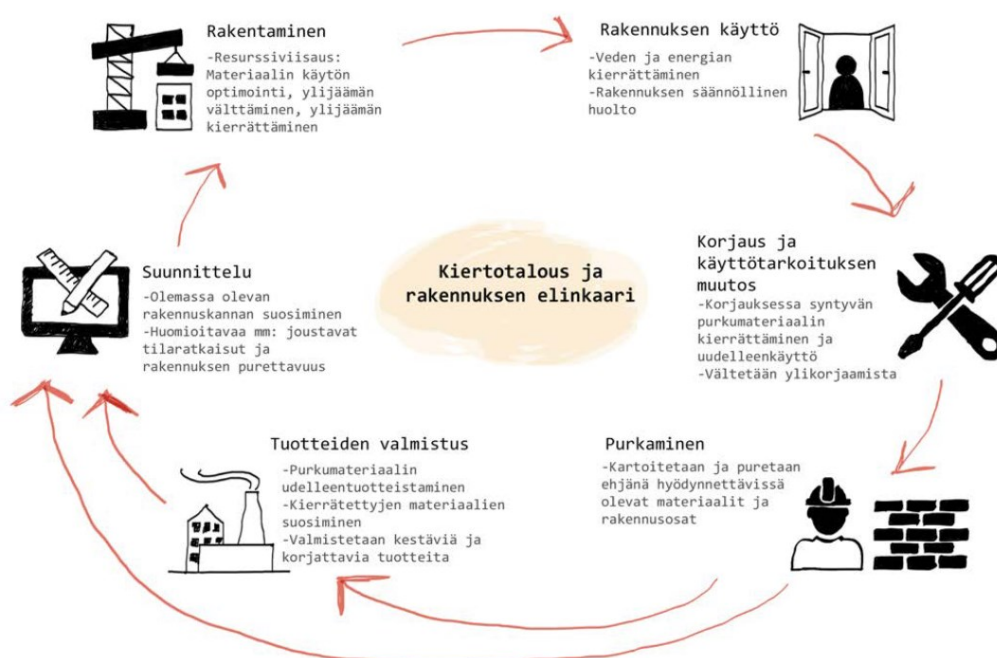
Vapaaehtoisen purkukartoituksen tai mahdollisesti voimaan tulevan pakollisen rakennus- ja purkumateriaaliselvityksen avulla saadaan selville, mitä rakennusosia tai -materiaaleja on tarjolla, kuinka paljon ja minkä kuntoisia ne ovat. Rakenteellisen kuntotutkimuksen ja haitta-aineselvityksen avulla saadaan tietoa rakennuksessa olevista rakennusmateriaaleista. Tärkeä osa prosessia on purkutyön suunnittelu, sekä toteutusvaihe. (Zhu ym. 2022.)

Uudelleenkäytettävät rakennusmateriaalit joudutaan varastoimaan, ellei niille löydy suoraa jatkokäyttöä. Rakennusmateriaaleja voidaan myös samalla jatkojalostaa. Olisi hyvä olla ennalta sovittu paikka, mihin uudelleenkäytettävät rakennusmateriaalit varastoidaan. Rakennusmateriaalien uudelleenkäyttö suunnitellaan tulevien käyttökohteiden mukaisesti. Kelpoistaminen ja tuotehyväksyntä ovat tärkeässä osassa purkumateriaalien päätymisessä uudelleenkäyttöön. (Zhu ym. 2022.)

Kun korjausrakentamisessa käytetään rakennusmateriaaleja uudelleen, on yleensä jo tiedossa, että korjattavasta kiinteistöstä tai jostain muusta kohteesta on vapautumassa uudelleenkäyttöön soveltuvia materiaaleja. Suunnittelijat sisällyttävät ne suunnitelmiin, joskus niitä saattaa löytyä myös hankkeen aikana. (Vansén-Raitio 2024.) Rakennusta korjattaessa rakennusmateriaalit, jotka käytetään uudelleen, otetaan ehjinä talteen purkutöiden yhteydessä. Sen jälkeen ne varastoidaan odottamaan uudelleenkäyttöä. (Vansén-Raitio 2024.)

Leino (2021) pohtii, että ympäristön kannalta olisi aina paras, jos rakennusmateriaaleja pystyttäisiin hyödyntämään samassa paikassa, missä ne puretaan, ilman kuljettamista tai välivarastointia. Laatu on hankalampaa varmistaa, jos rakennusmateriaaleja joudutaan välivarastoimaan pidempiä ajanjaksoja. Rakennusmateriaalien laatu säilyy parhaiten, jos ne voidaan käyttää uudelleen kohteessa mistä ne puretaan. Jos tällaista mahdollisuutta ei ole, olisi hyvä, jos materiaalit voivat olla mahdollisimman pitkään alkuperäisessä paikassaan. Kun rakennusmateriaalit puretaan, voitaisiin ne siirtää suoraan uudelleenkäyttöön. (Hakaste 2021: 110–122.)

Puretut rakennusmateriaalit voidaan käyttää itse, myydä eteenpäin tai toimittaa varaosapankkiin. Kuvassa 1 on kuvattu rakennusmateriaalien uudelleenkäyttöä osana rakennuksen elinkaarta. Käytetyt rakennusmateriaalit ja -osat ovat yleensä halvempia kuin uudet vastaavat. Vanhojen rakennusmateriaalien uudelleenkäytöllä on rajoituksia, jotka täytyy ottaa huomioon. Materiaalien on myös oltava nykyisten viranomaismääräysten mukaiset. (Rakennusmateriaalien uudelleenkäyttö, kierrätys ja jätehuolto 2022.)



Kuva 1. Rakennusmateriaalien uudelleenkäyttö kuvattuna osana resurssivii- sasta kiertotaloutta (Halonen 2022).

Rakennusvalvontaa suorittavan viranomaisen kanssa tulee hoitaa vaatimusten-osoitusmenetelmät. Korjausrakentamisessa tämä voidaan tehdä jo rakennushankkeen alussa, tai suunnitteluvaiheessa käydä läpi uudelleenkäyttöön tulevat rakennusmateriaalit. Rakennusmateriaaleja joudutaan monesti kunnostamaan, muokkaamaan tai maalaamaan ennen uudelleenkäyttöä. (Vansén-Raitio 2024.) Kun materiaaleille on tehty niille mahdollisesti tarvittavat työstöt tai testaukset, ja kun ne on tuotehyväksytyt, rakennusmateriaalit on mahdollista ottaa työmaalla käyttöön, toteavat Zhu ym. (2022).

Rakennushankkeeseen ryhtyvä huolehtii, että jätelain 8 §:n velvoittamalla tavalla hyödynnetään uudelleenkäytettävät rakennusmateriaalit ja -osat, niin että rakennus- ja purkujätteen määrät olisivat mahdollisimman vähäisiä ja haitattomia. (Kukkonen & Matvainen 2023.) Hankkeeseen ryhtyvä asettaa tavoitteet rakennusmateriaalien uudelleenkäytölle. Rakennus- tai purkamisluvan hakeminen kuuluvat hankkeeseen ryhtyvän velvollisuuksiin. (Kuittinen 2019.)

Suunnittelijoiden ja rakennuttajakonsulttien tehtäviin kuuluu purkuselostusten ja työsuunnitelmien teko. Pää toteuttaja vastaa purkusuunnittelusta ja tilaajan laatimien kiertotaloustavoitteiden toteutumisesta. Pää toteuttaja valvoo purku-urakoitsijaa, joka puolestaan toteuttaa purkutyön. Purkutyöhön kuuluvat uudelleenkäytettävien rakennusmateriaalien ja -osien ehjänä irrotus, erilliskeräysten järjestäminen sekä etusijajärjestyksen noudattaminen. Hankkeen lopuksi purkuurakoitsija tekee jäteraportin. (Kuittinen 2019.)

### 3.4 Uudelleenkäyttöön tulevat rakennusmateriaalit

Alkukartoitusta tehtäessä pitää jo huomioida, täyttävätkö rakennusmateriaalit nykyiset vaatimukset, ja ovatko ne turvallisia ja sopivia käytettäväksi uudelleen. Kun rakennusmateriaaleja tarkastellaan, on hyvä huomioida mahdolliset vauriot. Näitä voivat olla esimerkiksi taipumat, kulumat tai halkeilut. Uudelleenkäytössä suurimmat kysymykset aiheuttavat tekniset ja taloudelliset haasteet. Kun rakennusmateriaaleja halutaan käyttää uudelleen, on niiden käyttöhistorialla vaikutusta. Missä käyttötarkoituksessa ne ovat olleet, ja minkä ikäisiä materiaalit

ovat. Onko materiaali ollut kuinka suurille kuormille altistettuna, tai onko se ollut ulkona sään armoilla. (Hradil ym. 2014.)

Rakennusmateriaalien uudelleenkäyttö voi eritoten vaikuttaa siihen, että paloturvallisuus, ääneneristys tai jännevälit muuttuvat (Zhu ym. 2022). Mitä paremmissa kunnossa ja mitä helpompia materiaalit ovat irrottaa, sitä potentiaalisemmin ne voi käyttää uudelleen. Suurimmat riskit materiaalien vaurioitumiselle tulee, kun niitä irrotetaan, käsitellään tai kuljetetaan. Yleisesti säältä suojassa sisällä olleet materiaalit ovat säilyneet hyvin. Huomioitavaa on, että uudelleenkäytettävä materiaali tai osa ei saa joutua suuremmalle kuormitukselle kuin mitä sille on alun perin suunniteltu. (Lahdensivu ym. 2015.)

Valtioneuvoston julkaisemassa selvityksessä todetaan, etteivät betonielementit, teräs, tiili tai käsittelemätön puutavara ole erityisen ongelmallisia raaka-aineita nykytiedon pohjalta. Purettavissa rakennusmateriaaleissa arvioidaan olevan suuri potentiaali uudelleenkäyttöön. (Purkumateriaalien kiertotalous vaatii tuotehyväksynnän kehittämistä ja tietotaidon kasvattamista 2022.) Nykyisiä rakennuksia ei ole suunniteltu purettaviksi. Ei tiedetä tarkkaan, minkä verran rakennusmateriaalit ovat heikentyneet ajan kuluessa. (Pulkki & Hassinen 2021.) Kaikille uudelleenkäyttöön tuleville rakennusmateriaaleille tulisi tehdä kuntotutkimus. Sen tulisi olla niin laaja, että rakennesuunnittelijat voivat hyödyntää tutkimustuloksia suunnitellessaan uusia kohteita. (Zhu ym. 2022.)

Yhdessä kuntotutkimuksessa ilmeni, että rakennuksen kuusisataa ikkunaa pitää uusia. Helsingin kiertotalousklusteri oli mukana tässä hankkeessa, missä ikkunoille löydettiin uudelleenkäyttöä sisäläiseseinän. Rakennusvalvonnassa suhtaututtiin tällaiseen uudelleenkäyttöön positiivisesti. (Vara 2023.) Koska vanhat ikkunat eivät täytä nykyisiä energiatehokkuusmääräyksiä, ei niitä yleensä saada hyödynnettyä uudelleen uudisrakennuksissa. Niitä voidaan käyttää kuitenkin kohteissa, joissa ei ole niin suuret vaatimukset kuten kesämökit. (Zhu ym. 2022.)

Esimerkki helposti uudelleenkäytettävästä materiaalista on leca-sora. Se on helppo ottaa talteen kaivamalla tai imuroimalla suoraan vanhoista rakenteista. Materiaali voidaan hyödyntää uudelleen samassa kohteessa tai jollain toisella työmaalla. Kun leca-sora on otettu talteen, tehdään laadun tarkistus, jonka jälkeen se voidaan taas myydä eteenpäin. Sekä uuden että kierrätetyn leca-soran tulee olla asetettujen vaatimusten mukaisia. Leca-sora on pitkäikäinen materiaali, se säilyy jopa vuosisatoja käytössä. (Rakennusmateriaalien kierrätys ja uudelleenkäyttö yleistyvät vauhdilla.)

Kun halutaan tutkia rakennusmateriaalien uudelleenkäytön potentiaalia, tarkastellaan asiaa monin eri tavoin. Kuinka helposti materiaalit voi purkaa tai irrottaa ehjinä. Paloturvallisuus ja energiatehokkuus pitää ottaa huomioon. Purkumateriaalien määrä voi vaikuttaa myös siihen, kannattaako jotain materiaalia käyttää uudelleen. (Rakennusosien uudelleenkäyttöä tulee kirittää hallitusti ja tutkittuun tietoon pohjautuen.) Helpottaisi, jos rakennuksissa käytetyissä materiaaleissa olisi tiedot esimerkiksi niiden koostumuksesta, mitä materiaaleja ne sisältävät ja mikä niiden arvioitu käyttöikä on. Se edesauttaisi niiden purettavuutta ja uudelleenkäyttöä myöhemmin. (Häkkinen 2021: 73–84.)

### 3.4.1 Teräs

Teräsrakenteita hyödynnettäessä uudelleen on hyvä aloittaa tietojen keruu jo ennen kuin materiaali puretaan. Teräksen laatu on hyvä arvioida myös silmämääräisesti, ja merkitä uudelleenkäyttöön tulevat osat. Uudelleenkäyttöä suunniteltaessa on hyvä myös kiinnittää huomiota, miten materiaali saadaan purettua turvallisesti. Teräsrakenteesta tulisi olla tiedossa, missä sitä on käytetty ja mikä on ollut sen käyttötarkoitus. Hyvä olisi tietää myös, kuinka rakenne on jäykistetty. Jos rakenteen tarkkaa ikä ei ole tiedossa, pitäisi se pyrkiä arvioimaan. (Teräsrakenteiden uudelleenkäyttö 2023.)

Teräs olisi hyvä myös tarkastaa mahdollisten vaurioiden osalta, kuten korroosio, käytön aikaiset korjaustyöt tai tulipalo. Olisi hyvä kirjata ylös, jos huomataan teräksen plastisoitumista, eli muodonmuutoksia. Tarpeellista olisi myös tehdä

luettelo kaikista uudelleenkäyttöön tulevista teräsosista. Kaikki saatavissa olevat dokumentit, huolto- ja tarkastusasiakirjat, rakennesuunnitelmat ja tiedot toteuttajasta sekä suunnittelijasta on hyvä myös kirjata ylös. (Teräsrakenteiden uudelleenkäyttö 2023.)

Teräsrakenteet, jotka ovat vaurioituneet tulee merkitä niin, ettei ne päädy uudelleenkäyttöön. Ne voidaan hyödyntää muulla tavoin teräsmateriaalina. Jos esimerkiksi korroosiovauriot ovat vain pieniä pinnalla olevia, voidaan ne todennäköisesti korjata ennen kuin materiaalia käytetään uudelleen. (Teräsrakenteiden uudelleenkäyttö 2023.)

Hradil ym. (2014) toteavat, että korroosiovaurioitunutta terästä ei voi käyttää uudelleen rakenteellisiin käyttötarkoituksiin. Jos terästä käytetään uudelleen johonkin rakenteelliseen käyttöön, tulisi sen aikaisempi käyttötarkoitus ja käytön aikaiset olosuhteet huomioida (Hradil 2014). Muuten teräksen ominaisuudet eivät muutu ajan myötä, ja se onkin materiaalina hyvin lähellä ideaalia, kirjoittavat Zhu ym. (2022).

Teräsrakenteiden uudelleenkäytössä tulee tietää niiltä vaaditut lujuudet kohteessa, missä niitä käytetään uudelleen. Jos terästä on jatkettu hitsaamalla, pulteilla tai niiteillä, tulisi sen rakenteellista uudelleenkäyttöä välttää. Kiinnitystapa vaikuttaa siihen, että saadaanko materiaali ehjänä purettua. Pultti- ja ruuviliitokset ovat usein purettavia. Hitsatut ja niitatut teräsosat todennäköisesti vaurioituvat purkamisessa. (Hradil ym. 2014.)

Teräsosien kiinnityksessä käytettyjä muttereita tai ruuveja ei ole sallittua käyttää uudelleen. Kierrätettyjä teräsosia ei voi käyttää rakenteissa, joissa on väsytyrasitusta. Myös teräsosat, jotka on valmistettu ennen vuotta 1971, ei voida käyttää uudelleen, koska katsotaan, että teräs ei vastaa nykyään vaadittavia standardeja. (Teräsrakenteiden uudelleenkäyttö.) Teräksen käyttökelpoisuus ja sen ominaisuudet ovat yksi isoimmista kysymyksistä teräsrakenteita käytettäessä uudelleen. Edellytys on, että uudelleenkäytettävät teräskomponentit ovat

määrättyjen (EN 1090-2, EN 1993-1-1 jne.) vaatimusten mukaisia. (Teräsrakenteiden uudelleenkäyttö.)

Hyvänä esimerkkinä teräksen käytöstä pientalorakentamisessa on Lohjan asuntomessuilla 2021 ollut Pyörre-niminen talo. Rakennus on valmistettu teräksestä, ja esimerkiksi perustukset, väliseinät ja kantava runko, jotka kaikki ovat nekin terästä, voidaan kokonaisuudessaan kierrättää. Vain yksi viidesosa päätyy jätteeksi, kun talo on käyttöikänsä päässä. Talossa hyödynnettiin muutenkin mahdollisimman paljon kierrätettyjä, kierrätyskelpoisia ja uusiutuvia materiaaleja. (Teräsrakentaminen kannattaa, sillä terästä voidaan kierrättää käytännössä ikuisesti 2021.)

### 3.4.2 Betoni

Betonirakenteiden uudelleenkäyttöä ei vielä juurikaan tehdä Suomessa. Joitain yksittäisiä kokeiluja on tehty viime vuosikymmeninä. Niistä saaduissa tuloksissa uudelleenkäytettävän elementin kustannukset ovat olleet selkeästi suuremmat kuin uuden elementin. Jotta betonielementit saataisiin paremmin kiertoon, on sen edistämiseksi sekä yliopistojen että yksityisten vetämiä hankkeita. Lisää kokemusta kaivataan elementtien irrottamisesta, jotta uudelleenkäyttöprosessia saadaan kehitettyä. Hankkeista saatu tietotaito voidaan ottaa koko rakennusalan hyötykäyttöön. (Mäntylä & Salmi 2022.)

Elementtien uudelleenkäyttö vaatii hyvää suunnittelua ennakkoon. Rakennuksessa jopa kolme neljäsosaa voi olla betonia. Uudelleenkäytettävät betonielementit ovatkin tärkeässä roolissa, kun pyritään hillitsemään rakentamisen hiilijalanjälkeä. (Mäntylä & Salmi 2022.) Suurin volyymi 2000-luvun aikana tulee betonisten rakennusten osalta, varasto- ja teollisuushallien purkamisesta sekä toimisto- ja liikerakennuksista. Asuinkerrostaloja puretaan vielä vähän, todennäköisesti se tulee lisääntymään tulevaisuudessa. (Lahdensivu ym. 2015.)

Hopkinson ym. (2019: 119–128) toteavat, että kun betoni on maailman käytetyin rakennusmateriaali, on siitä tehtyjen osien uudelleenkäyttöä tarpeellista

kehittää. Betonielementtejä ei yleensä ole suunniteltu ehjänä purettaviksi, siitä on kuitenkin saatu positiivisia kokemuksia. Uudelleenkäytettävyyteen vaikuttaa paljon, minkä ikäinen rakennus on, mihin sitä on käytetty ja minkälaiselle rasi- tukselle materiaalit ovat joutuneet käytön aikana. Myös tulevilla käyttökohteella on merkitystä. (Lahdensivu ym. 2019.)

Uudelleenkäyttöön vaikuttavia asioita on, onko betonirakenteet paikalla valettuja vai tehty elementeistä, kirjoittavat Huuhka & Lahdensivu (2014). Paikallavalet- tuja betonirakenteita ei voida käyttää uudelleen, vaan niistä betoni murskataan ja teräkset kierrätetään, lisäävät Zhu ym. (2022). Uudelleenkäyttöön vaikuttaa paljon myös se, että onko niissä olevat liitokset kuinka helposti purettavissa. Muita uudelleenkäyttöön vaikuttavia asioita ovat muun muassa betonin laatu ja sen ominaisuudet, kun se on valmistettu. (Lahdensivu ym. 2015.)

Suurin potentiaali uudelleenkäyttöön nähdään olevan sisällä lämpimissä tiloissa olleilla betonielementeillä, joissa on käytetty kiinnitykseen hitsaus- tai pulttiliitok- sia. Näitä ovat TT-laatat, palkit ja pilarit, kirjoittavat Zhu ym. (2022.) Pilariraken- teissa käytetyt hitsaus- ja pulttiliitokset saadaan yleensä purettua ja korvattua niin, etteivät elementit vaurioidu, tarkentavat Hradil ym. (2014).

Massiivilaattoja, ontelolaattoja ja väliseinäelementtejä voidaan käyttää uudel- leen. Betoniporaat ja parvekkeet, jotka ovat elementtivalmisteisia, voidaan käyttää uudelleen niiden alkuperäisessä käyttötarkoituksessa. Myös kantavina väliseinä- toimivia massiivibetonielementtejä voidaan yleensä käyttää uudel- leen. Pääpiirteittäin sellaisia betonirakenteita, jotka on olleet säältä suojassa ja jotka on helppo irrottaa, voidaan käyttää uudelleen. Ontelolaattoja voidaan käyt- tää uudelleen esimerkiksi, kun rakennetaan pientaloja. (Lahdensivu ym. 2015.)

Välipohjalaattojen ja seinäelementtien liitoskohdissa on betoniset saumavalut teräskiinnikkeiden lisäksi. Ne on mahdollista purkaa joko timanttisahalla tai piik- kauskoneella. Timanttisahauksessa leikkautuvat samalla irti elementissä olevat teräskiinnikkeet. (Hradil ym. 2014.)

Betonielementtirakentamisessa normit, jotka ohjaavat alaa, ja muut ohjeet ovat muuttuneet moneen kertaan ajan kuluessa. (Mäntylä & Salmi 2022.) Elementtien uudelleenkäytettävyys pitää aina arvioida hankekohtaisesti, kirjoittaa Halonen (2022). Tärkeää on huomioida, että sisäkäyttöön suunniteltuja betonirakenteita ei voi käyttää paikoissa, joissa ne joutuvat kovemmalle rasitukselle kuin mihin ne on suunniteltu, muistuttavat Mäntylä & Salmi (2022).

Betonirakenteiden uudelleenkäytössä mahdolliset vauriot tulee huomioida. Taivutettuihin rakenteisiin kuten laattoihin tai palkkeihin voi tulla halkeamia. Nämä ovat taivutushalkeamia, ja ne sijaitsevat rakenteiden pinnoissa, joihin kohdistuu vetoa. Ne ovat usein miten ohuita hiushalkeamia. (Zhu ym. 2022.) Tyypillisimpiä vaurioita ja betonia heikentäviä tekijöitä ovat sen rapautuminen, erilaisten kantusten ja kiinnitysten heikentyminen. Vaurioita voivat olla myös kosteusvauriot, käsittelyissä ja käytössä syntyvät vauriot, sekä pintamateriaalien vaurioituminen. (Lahdensivu ym. 2015.)

Betonissa voi olla muodonmuutoksia, haitallisia aineita saattaa esiintyä sekä teräsosien korroosiota. Jos haitta-aineita, korroosiota tai halkeamia havaitaan paljon, ei sellaisia elementtejä tule käyttää uudelleen. (Lahdensivu ym. 2015.) Kun betonisia runkorakenteita puretaan, on riski, että ne vaurioituvat käsittelyn tai kuljetuksen aikana. Aukolliset elementit ovat suurimmassa riskissä. (Mäntylä & Salmi 2022.)

Monesti betoniset rakennukset puretaan reilusti ennen niiden teknistä käyttöikää, pohtivat Hopkinson ym. (2019: 119–128). Välillä ongelmat sisäilmassa johtavat rakennusten purkamiseen. Kuitenkin purkurakennuksissa voi olla paljon osia, jotka eivät ole millään tapaa vaurioituneet. (Mäntylä & Salmi 2022.) Betonirakenteista, jotka ovat maata vasten kuten alapohjissa, voi löytyä mikrobivaurioita. Tällaisten rakenteiden uudelleenkäyttö tulee tehdä harkitusti. Betonielementit, jotka on valmistettu ennen 1990 vuoden alkua, saattavat sisältää haitta-aineita, esimerkiksi asbestia, lyijyä tai PCB:tä. (Lahdensivu ym. 2015.)

Betonielementtien uudelleenkäytöstä ollaan kiinnostuneita koko ajan enemmän. Jotta voidaan todentaa teknisiä vaatimuksia ja kehittää käytännön toteutusta, pitäisi olla oikeita hankkeita, mistä saataisiin kokemusta. Yksi asia, joka voisi edistää elementtien kiertoa olisi, jos uudelleenkäytettävät betonielementit olisivat ihan oma tuote. Toinen asia, mikä voisi vauhdittaa betonielementtien uudelleenkäyttöä olisi, jos elementit kävisivät sertifioidun laadunvarmistusprosessin läpi. Julkisilla ja isoilla yksityisillä tahoilla on parhain edellytys edistää betonielementtien kierrätystä. (Betonielementin uudelleenkäyttö 2021.) Mäntylä & Salmi (2022.) ehdottavat, että väliseinäelementeillä voitaisiin aloittaa kokeilut jossain pilottikohteessa.

Aina olisi paras, jos rakennuksia ei tarvitsisi purkaa, vaan niille löydettäisiin muuta käyttöä. Betoniosia on mahdollista käyttää uudelleen myös muissa kuin niiden alkuperäisissä tarkoituksissa. Esimerkiksi kaivonrenkas voi toimia istutusaltaana. Betonielementti voi toimia vaikkapa tukimuurina. Betonia voidaan myös lohkoa eri käyttötarkoituksiin, vaikka puisto- ja piharakenteisiin. (Uusi elämä betonille ja betonituotteille 2017.) Isojen rakennusten elementit tai hallien rungot on järkevää hyödyntää uudelleen aikaisempaa käyttöä vastaavassa käyttötarkoituksessa. (Betonirakentamisessa materiaalit kiertävät.) Pihalaattoja ja -kiviä, kattotiiliä, betoniputkia, kaivonrenkaita ja harkkorakenteita voidaan helposti kerätä talteen ja käyttää uudelleen. (Betonirakenteiden purku ja uusiokäyttö 2023.)

### 3.4.3 Tiili

Tiilien polttolämpötila vaikuttaa niiden lujuuteen, ja siihen, minkä värisiä tiilistä tulee (Tiili). Väristä voidaan päätellä myös käytetty savityyppi, kirjoittaa Addis (2006). Kevyet tiilet eristävät paremmin, ja raskaat tiilet puolestaan kestävät puristusta enemmän (Tiili). Tiilien uudelleenkäytössä on tärkeää, minkä kokoisia tiilet ovat, kuinka paljon tiilet kestävät puristusta sekä kuinka paljon ne kestävät jäätymistä ja sulamista. Vedenalkuimunopeus ja muutenkin vedenimukyky ovat tärkeitä ominaisuuksia tiilelle. Kansalliseen standardiin SFS 7001 nämä ovat myös kirjattu vaatimukseksi. (Addis 2006.) Nämä ominaisuudet vaikuttavat

siihen, minkälaisissa rakenteissa tiiliä voi käyttää uudelleen (Ultraääni kertoo tiilen kunnan 2023).

Tiilillä on hyviä ominaisuuksia, jotka puoltavat niiden uudelleenkäyttöä. Se on huoltovapaa, yksiaineinen materiaali ja kestävä, eikä sitä tarvitse erikseen pintakäsitellä. Tiiliä voidaan käyttää monipuolisesti erilaisten rakenteiden tekoon, näistä esimerkkeinä ovat erilaiset kaaret ja holvit. Tiilien uudelleenkäyttö on myös helppoa, koska ne eivät sisällä ympäristöä vaarantavia haitta-aineita. (Nordby ym. 2009: 55–67.)

Tiilillä on pitkä käyttöikä varsinkin sellaisissa paikoissa, joissa ne eivät jatkuvasti jäädy ja sula. Suomessa tiilille voidaan laskea noin sadan vuoden käyttöikä. Tiilien kuntoa voidaan arvioida silmämääräisesti. Koputusvasaraa voidaan käyttää silloin, kun halutaan tarkemmin selvittää tiilien kuntoa. Ultraääntä voidaan myös käyttää silloin, jos halutaan vielä tarkempia tuloksia. Se kertoo jo kohtuullisen luotettavasti uudelleenkäytettävän tiilen puristuslujuuden. Se antaa myös viitteitä tiilen pakkasenkestävyydestä. Tarkimman tuloksen saisi kuitenkin jäädytys-sulamiskokeella, joka tehtäisiin laboratoriossa. (Ultraääni kertoo tiilen kunnan 2023.)

Kun tiiliä lähdetään purkamaan, on hyvä huomioida minkälaisesta rakenteesta tiilet ovat peräisin. Esimerkiksi tiiliä ei voi käyttää uudelleen kemian teollisuudessa olevista tuotantolaitoksista, koska laasti on voinut pilaantua imeytyneistä haitta-aineista. (Ultraääni kertoo tiilen kunnan 2023.) Purkamiseen vaikuttaa, minkälaisella laastilla muuraus on tehty. Kun se on tehty kalkkilaastilla, on tiilet helppo irrottaa ehjinä (Nordby ym. 2009: 55–67) ja myös puhdistaa tiilet laastista. Laasti, jossa sementtipitoisuus on alhainen, on myös usein mahdollista purkaa. Tiilet, jotka on muurattu sementtipohjaisella laastilla, on mahdotonta irrottaa ehjänä toisistaan. Näin ollen niitä ei voida yksittäin käyttää uudelleen. (Nordby ym. 2009: 55–67.) Tiilet voidaan purkaa joko käsin tai koneella (Huuhka 2021).

Kattotiiliä voidaan helposti käyttää uudelleen. Ne voidaan purkaa, varastoida ja asentaa uudelleenkäyttöön. Kattotiilet ovat myös pitkäikäisiä, ja suhteellisen huoltovapaa materiaali. Uudelleenkäytössä huomioitavaa on, että tiilien väri, muoto tai koko voi vaihdella. (Addis 2006.) Tulisijoja tai hormeja purkaessa on hyvä tietää, että laastit, jotka ovat palonkestäviä, saattavat sisältää asbestia. Muutenkin tiiliä purkaessa on hyvä suojautua mahdolliselta tiilipölyltä. Täystiilien uudelleenkäyttö on helppoa, koska ne saa parhaiten purettua ehjänä. (Tiili.) Tiilien uudelleenkäyttö tuottaa vain noin 1–2 % uusien tiilen valmistuksesta syntyvään hiilijalanjälkeen verrattuna (Huuhka 2021).

#### 3.4.4 Puu

Rakennuksista saatavaa purkupuuta hyödynnetään vielä vähän, kirjoittavat Kukkonen & Matvainen (2023). Zhu ym. (2022) arvioivat, että uudelleenkäyttöön potentiaalisimpia puurakenteita ovat hirsirakenteet, liimapuupalkit ja -pilarit ja naulalevyristikot. Rankarakenteita on hankalampi käyttää uudelleen. Hirsirakennuksilla on monipuoliset uudelleenkäyttömahdollisuudet. Niitä voi tarvittaessa siirtää ja myös laajentaminen sekä korjaaminen käy kohtuullisen helposti. Hirsirakentamisessa tulee huomioida nykyiset energiamääräykset. Usein seinät joudutaan lisäeristämään, jotta nämä saavutetaan. (Huuhka ym. 2018.)

Naulalevyristikoita on helppo käyttää uudelleen. Ne suunnitellaan yleisesti aina käyttökohteen mukaan, siksi uudelleenkäytön tulisi olla samankaltaista tai kevyempää kuin alkuperäinen käyttö. Huomioitavaa on, että naulalevyristikoiden tukipisteet tulisi olla suurin piirtein yhtä etäällä kuin aikaisemmassa käytössä. (Huuhka ym. 2018.)

Erilaisissa halleissa käytettävät liimapuupalkit ja -pilarit sopivat hyvin käytettäväksi uudelleen. Niissä käytetään usein pultteja liitoksissa, jotka ovat käteviä purkaa. (Huuhka ym. 2018.) Uudelleenkäyttöön tulevia liimapuupalkkeja voidaan käyttää myös kantavissa rakenteissa. Palkit tulee kuitenkin tarkastaa, ovatko ne olleet ylikuormitettuja tai onko niissä kosteusmuodonmuutosten

aiheuttamia halkeamia tai lahokohtia. Jos vaurioita löytyy, ovat lujuusominaisuudet heikentyneet. (Zhu ym. 2022.)

Liimapuupalkkien uudelleenkäyttöön vaikuttaa suurimpana tekijänä, kuinka hyvässä kunnossa ne ovat purkuhetkellä. Uudelleenkäytön arviointi tulisi jo aloittaa palkkien ollessa vielä paikallaan, ja sen pitäisi suorittaa pätevä asiantuntija. Jos purkamisessa palkkeihin syntyy vaurioita, pitää ne ottaa myös uudelleenkäytössä huomioon. Liimapuupalkkien uudelleenkäytössä tulisi palkeille laskea riittävän suuri varmuusmarginaali. (Rakennusmateriaalien uudelleenkäyttö; kelpoisuuden osoittaminen.)

Massiivipuulevyt ovat selkeitä purkaa ja käyttää uudelleen. Niissä on usein ruuviliitokset. Koska ruuvit ovat pitkiä ja niitä on usein paljon, kannattaa katkeamisriskin vuoksi leikata levy liitoksen vierestä. Silloin uudelleenkäytettävä kappale hiukan lyhenee. On kuitenkin järkevää käyttää uudessa rakenteessa samaa liitostekniikkaa, jota puretussa rakenteessa. Massiivipuulevyjen uudelleenkäyttöä edistäisi, jos liitokset olisivat helposti purettavissa. (Huuhka ym. 2018.)

Nykyään suurin osa purkupuusta menee hakkeeksi, ja se hyödynnetään energiana. Se on kustannustehokkaampi vaihtoehto kuin se, että materiaali puretaan ehjänä uudelleenkäytettäväksi. Asenteet ohjaavat purkupuun hyödyntämistä energiaksi. Rakennusalan yritykset kertovat, että puumateriaalien uudelleenkäyttöä vähentää se, jos asiakkaat epäilevät purkumateriaalien laatua. Purkupuun arvostukseen vaikuttaa myös se, että neitseellistä puuraaka-ainetta on helposti saatavilla. (Kukkonen & Matvainen 2023.)

Järeä sahatavara on potentiaalisinta uudelleenkäyttöön. Pienempää sahatavaraa on vaikeampi purkaa, eikä se ole niin kustannustehokasta. (Zhu ym. 2022.) Puussa on sen lujuutta heikentäviä asioita, kuten vinosyisyyttä, oksia ja halkeamia. Ne tulee huomioida, jos puutavara tulee uudelleenkäytössä eri käyttötarkoitukseen kuin aikaisemmin. (Huuhka ym. 2018.)

Mitä tiheämpää puuaines on, sitä lujempaa se on. Esimerkiksi sata vuotta vanhasta talosta purettu puumateriaali, voi olla 200 vuotta vanhasta puusta

peräisin. Se on useimmiten tiheämpää, lujempaa ja lahonkestävämpää kuin nykyisin käytettävä 50-vuotiaasta puusta tehty rakennusmateriaali. On kuitenkin hyvä huomioida, että purkaminen voi vaurioittaa puuta. Myös suuri määrä naulanreikiä voi heikentää puumateriaalia huomattavasti. (Huuhka ym. 2018.)

Jotta puumateriaaleja voidaan käyttää uudelleen, pitäisi ne saada purettua ehjinä. Työvaiheiden hitaus ja suuri työmäärä tekevät kustannuksista kalliimpia. (Kukkonen & Matvainen 2023.) Esimerkiksi katkenneet naulat, voivat haitata uudelleenkäytettävän puutavaran työstämistä ja rikkoa teriä, kirjoittavat Huuhka ym. (2018). Puutavaran uudelleenkäytettävyyttä voidaan arvioida kunnolla vasta kun se on purettu. On helpompi selvittää laatuvirheitä, lujuusluokkia tai muuten teknistä kuntoa puretusta puumateriaalista. Ennen puumateriaalien purkua tulisi tehdä selvitys mahdollisista kosteusvaurioista ja niiden laajuudesta. (Zhu ym. 2022.)

Huuhka ym. (2018) kirjoittavat, että käsin purkamalla saadaan paras tulos. Kokenaulatut puut monesti rikkoutuvat purkaessa. Samoin naulalevyliitoksia ei yleensä ole mahdollista purkaa ehjänä. Myös vanhoissa taloissa on voitu käyttää ylipitkiä nauloja, jotka on niin sanotusti kotkattu. Myös näitä liitoksia voi olla vaikea saada purettua ehjänä. Ruuvien tai kaksoiskantanaulojen käyttö silloin kun se on mahdollista, helpottaisi purkamista. (Huuhka ym. 2018.) Esimerkiksi ankkuriruuvit palkkikenkien ja vastaavien kiinnitykseen ankkurinaulojen sijaan.

Nykyään rakenteille lasketaan suuremmat kuormitukset kuin aikaisemmin, ja sallittu taipuma on myös pienempi. Tämä vaikuttaa siihen, että rakennusosiin voi joutua tekemään muutoksia, jos niitä halutaan käyttää alkuperäisissä käyttötarkoituksissaan. Puumateriaalien uudelleenkäytössä on hyvä huomioida mahdolliset vauriot. Vaurioita on mekaanisia ja biologisia. Biologisia vaurioita syntyy, kun puiset rakenteet ovat pitkiä aikoja kosteina tai esimerkiksi maata vasten. Mekaanisia vaurioita voi tulla puurakenteisiin ajan saatossa tai purkuhetkellä. (Huuhka ym. 2018.)

Puumateriaaleja, joissa on mikrobivaurioita, ei suositella uudelleenkäyttöön sisätiloissa. Jos uudelleenkäytettävistä puumateriaaleista löytyy merkkejä hyönteisistä, pitää ne käydä huolellisesti läpi. Korkeat lämpötilat ja kosteuspitoisuudet ovat otollisia olosuhteita hyönteisvaurioiden synnylle. Puumateriaalien uudelleenkäytössä pitää ympäristöä sekä terveyttä vaarantavat rakennusmateriaalit saada pois. (Huuhka ym. 2018.)

### 3.4.5 Lämmöneristeet

Kun eristeitä käytetään uudelleen, on hyvä huomioida, että niissä on saatettu aikoinaan käyttää haitalliseksi luokiteltuja POP-yhdisteitä (Persistent Organic Pollutant). Polymeeripohjaisia eristeitä ei juurikaan käytetä uudelleen. Jotta ne voitaisiin käyttää uudelleen, tulisi eristeet purkaa rikkoutumatta. Eristeiden uudelleenkäytössä tulisi myös varmistua niiden lämmöneristävyysominaisuuksista. Eristeiden valmistuksessa käytetyt aineet voivat myös muodostua uudelleenkäytön esteeksi. Näitä ovat esimerkiksi HFC-kaasut (fluorihilivety), joita ei nykyrakentamisessa enää saa käyttää. (Zhu ym. 2022.)

Puhallusvilla voi olla puu-, kivi-, tai lasivillapohjaista. Puhallusvillaa voi hyödyntää pientaloissa, esimerkiksi kun tehdään lisäeristyksiä. Uudelleenkäyttöön kerättyä villaa olisi mahdollista tutkia, silloin se pitäisi myös varastoida, tästä syntyvät kustannukset voivat tehdä uudelleenkäytöstä kannattamatonta. Eristejätteen vieminen kaatopaikalle on suhteellisen halpaa, ja se ei varsinaisesti edistä eristevillojen uudelleenkäyttöä. (Rakennusmateriaalien uudelleenkäyttö; kelpoisuuden osoittaminen.)

Puhallusvilla on mahdollista ottaa talteen suurtehoimurilla ja paalata muoviin. Se voidaan myöhemmin ottaa käyttöön samassa kohteessa. Sitä ei voida kuitenkaan käyttää uudelleen eri kohteessa, koska sen jätestatus estää sen. Villaeristejätteet päätyvät pääosin nykyään kaatopaikoille. Villaeristejätteen erilliskeräyksessä villa ei saa kastua. Eko-Expert Oy on aloittanut kokeilun, jossa he ottavat mineraalivillajätteet kierrätettäväksi. (Zhu ym. 2022.)

Kun uudelleenkäyttöön tulevalle villalle ei voi antaa CE-merkkiä, pitää materiaalille tehdä rakennuspaikkakohtainen hyväksyntä. Kelpoisuuden osoittamiseen asiantuntijan pitäisi todennäköisesti tehdä myös tutkimuksia. Tämä johtaa siihen, että prosessi tulisi aloittaa hyvissä ajoin ennen purkamista tai villan talteenottoa. Villa olisi kuitenkin paras käyttää uudelleen suoraan ilman välivarastointia. (Rakennusmateriaalien uudelleenkäyttö; kelpoisuuden osoittaminen.)

Eko-Expertillä on palvelu, jossa he muuttavat uudelleenkäyttöön soveltuvat puhtaat ylijäämäpalat puhallusvillaksi ja CE-merkityksi tuotteeksi. Villalevyt on mahdollista kierrättää työmaalla laittamalla ne Eko-Collect-konttiin, jossa niistä tulee rouhinnan jälkeen uutta puhallusvillaa. Sen jälkeen ne voidaan puhalttaa kuidutinpuhaltimen avulla uudelleenkäyttöön. (Rakennuseristeiden kierrätys ja uusiokäyttö.)

Lämmöneristeiden uudelleenkäyttö ei ole houkuttelevaa, koska uudet eristysmateriaalit ovat niin halpoja. Muovieristeitä voisi hyvin käyttää uudelleen toissijaisissa käyttökohteissa. Finnfoam tarjoaa palvelua, jossa kierrätysäkkeihin voi kerätä ylijäämäpalat ja niistä valmistetaan uutta eristettä. (Zhu ym. 2022.) Purkamisesta syntyvät muovieristejätteet hyödynnetään pääosin energiana, kirjoittaa Lehtonen (2019).

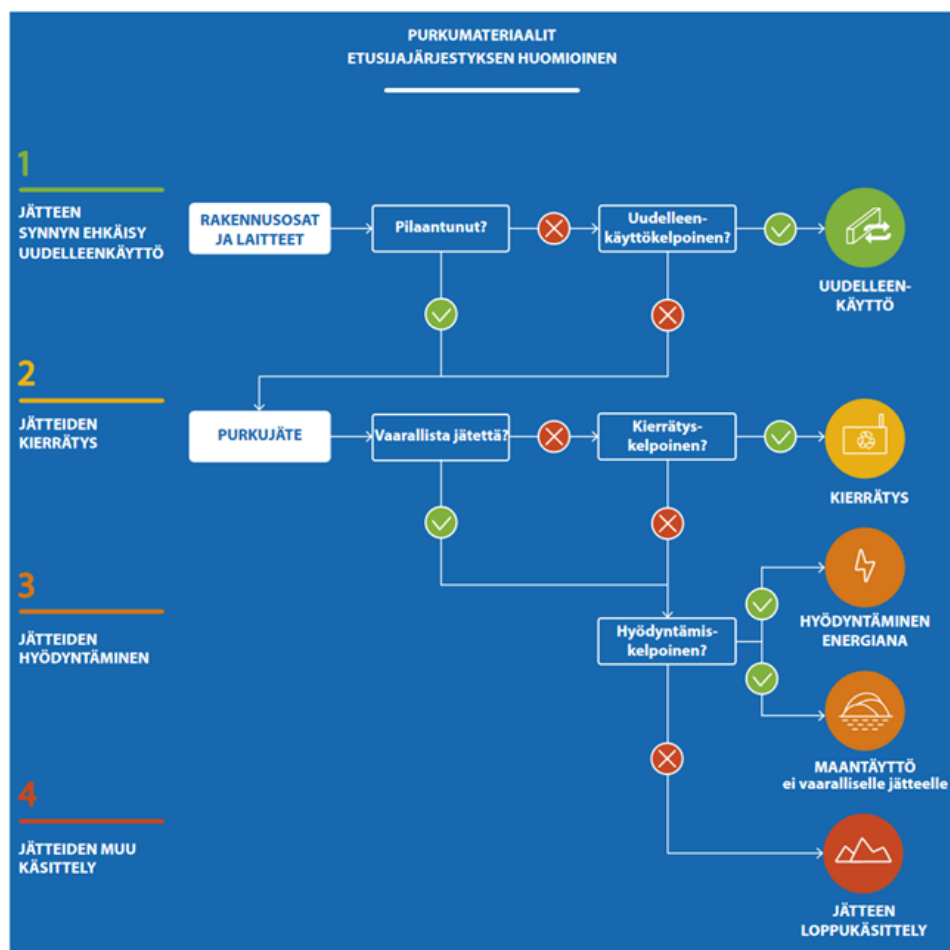
### 3.5 Jätteiden etusijajärjestys



Kuva 2. Kuvassa on havainnollistettu etusijajärjestys jätteiden käsittelyssä (Jättekuljetusten valvonnan kehittämishanke 2022).

Etusijajärjestyksen tarkoitus on ohjata jätehuoltoa Suomessa. Kuvassa 2 on esitetty etusijajärjestyksen tavoite. Etusijajärjestystä pitäisi aina noudattaa, poikkeuksena sallitaan toimet, jotka rasittavat ympäristöä vielä vähemmän. (Kuittinen 2019).

Ensisijainen pyrkimys on, että jätettä ei syntyisi. Syntyvää jätettä tulisi valmistella käytettäväksi uudelleen tai ottaa uudelleenkäyttöön. Jos uudelleenkäyttäminen on mahdotonta, tulisi jäte pyrkiä kierrättämään, ja vasta sen jälkeen hyödyntämään energiakäytössä. Kuva 3 havainnollistaa, miten voi päätellä mihin kategoriaan jäte kuuluu. Kaatopaikan tulisi olla viimeinen vaihtoehto, jos muita vaihtoehtoja ei voida käyttää teknisistä tai taloudellisista syistä. (Etusija-järjestysohjaa jätehuoltoa.)



Kuva 3. Kuvassa on kaavio, miten jätettä tulisi käsitellä (Hradil ym. 2019).

## 4 Kiertotalous pientalorakentamisessa

### 4.1 Miksi rakennusmateriaaleja ei käytetä uudelleen enempää

Epäselvä lainsäädäntö ja ristiriitaisuudet ovat vaikuttaneet kiertotalouden kehittymiseen. Jos rakennusmateriaaleille ei ole purkuhetkellä osoitettu käyttökohdetta, voidaan se tulkita rakennusjätteeksi. Kun purettuja rakennusmateriaaleja varastoidaan, voidaan se jätelaissa tulkita jätteen varastoinniksi. Tämä johtaa tilanteeseen, jossa siihen vaaditaan ympäristölupa. Jopa rakennusmateriaalien katkaiseminen sopiviin mittoihin tai vaikka pelkkä puhdistus voi olla riittävä peruste jätteeksi luokitteluun. (Lehtonen 2023.)

Rakennusmateriaalien uudelleenkäytön tekee hankalaksi se, että eri paikkakunnilla ympäristöviranomaisilla on ollut eri tulkintoja purettujen rakennusmateriaalien suhteen. Se mikä on ollut jätettä yhdessä kunnassa, ei välttämättä ole ollut sitä toisaalla. Kun purettu rakennusmateriaali on tulkittu jätteeksi, on se voinut jopa estää uudelleenkäytön. (Kukkonen & Matvainen 2023.)

Lehtonen (2023) pohtii, onko jätelainsäädäntöä alettu tulkitsemaan turhankin tarkkaan. Koska kuitenkin rakennusmateriaalien uudelleenkäyttö nimenomaan on se, mitä ensisijaisesti tavoitellaan. Olisi huomattavasti helpompaa hyödyntää ehjänä purettu rakennusmateriaalit ilman että niistä välillä tulee jätettä. Kun purkumateriaali on saanut jätestatuksen, pitää siitä päästä eroon, jotta rakennusmateriaalia voidaan käyttää uudelleen. Tämä tapahtuu ympäristöviranomaisen toimesta, joka suorittaa kelpoisuuden osoittamisen tapauskohtaisen harkinnan kautta uudelleenkäytettävälle rakennusmateriaalille. (Lehtonen 2023.)

Koposen (2023) mukaan pitäisi olla nykyistä selkeämpää, milloin uudelleenkäytettävästä rakennusmateriaalista tulee jätettä. Tähän helpottaisi viranomaisen selkeä kannanotto asiaan. Ongelmaan helpottaisi myös se, jos päästäisiin rakennusmateriaalien uudelleenkäytössä jätteeksi luokittelusta eroon. Muutamia asioita on, jotka ovat aiheuttaneet epäselvyyksiä. Milloin purettu rakennusmateriaalit saavat jätestatuksen, sekä kelpoisuuden todentaminen

rakennusmateriaalien uudelleenkäytössä ja milloin tarvitaan CE-merkintä, pohtivat Kukkonen & Matvainen (2023).

Muita vaikuttavia asioita on purkukohteiden sekä uudisrakentamisen aikataulujen yhteensovittaminen, mikä tuottaa haasteita materiaalien kiertoon. Jos purkuruakka alkaa jo muutaman päivän päästä hankintapäätöksestä, eivät yritykset ehdi mainostamaan mahdollisia uudelleenkäyttöön sopivia rakennusmateriaaleja purkukohteista. (Kukkonen & Matvainen 2023.) Osaaminen materiaalien ehjänä irrottamiseen on yksi haasteista, minkä Koponen nostaa esiin (Koponen 2023).

Ehjänä irrottaminen ja kelpoisuuden osoittaminen lisää myös kustannuksia. Voi olla, että myös korjauksia tarvitsee tehdä purettaville materiaaleille, joka omalta osaltaan hidastaa prosessia. Yhtenä haasteena uudelleenkäytettävien rakennusmateriaalien yleistymiselle on, että volyymit ovat vielä pieniä. Koska markkinat ovat vielä pienet, yrityksillä ei ole varastotiloja uudelleenkäytettäville rakennusmateriaaleille. (Koponen 2024.) Varastotilojen puute on yksi syistä, miksi rakennusmateriaaleja ei oteta talteen, ja vaikka myydä myöhemmin eteenpäin, tarkentavat Kukkonen & Matvainen (2023). Jotta rakennusmateriaalien uudelleenkäytöstä saataisiin huomattavasti nykyistä laajempaa toimintaa, pitäisi se olla paremmin ennakoitavissa, kirjoittaa Koponen (2023).

Kansainvälisissä tutkimuksissa rakennusmateriaalien uudelleenkäytön esteiksi, on koettu materiaalien kelpoisuus ja niiden haasteet turvallisuuden ja terveellisyyden näkökulmasta (Näkemyksiä rakennusosien uudelleenkäyttöön ja siihen liittyviin sisäilmariskeihin 2024).

Rakennustietosäätiön ja Afry:n tekemään kyselytutkimukseen osallistui 121 rakennusalan ammattilaista. Yksi asiantuntijoiden nostamista huolenaiheista oli riskit sisäilman laadun suhteen. 70 % koki, että rakennusmateriaalien uudelleenkäytössä on terveystriskejä. Yli 90 % vastanneista oli sitä mieltä, että rakennusmateriaalien uudelleenkäyttöön tarvitaan selkeämpiä ohjeita. Hyvän sisäilman ja materiaalien turvallisen käytön suhteen pidettiin tärkeänä selkeitä

suunnitteluperiaatteita. Myös lisää tietotaitoa kaivattiin uudelleenkäytettävien rakennusmateriaalien suhteen, jotta voitaisiin arvioida materiaalien ominaisuuksia, kuntoa sekä arvioida mahdollisia riskejä sisäilman kannalta. (Näkemyksiä rakennusosien uudelleenkäyttöön ja siihen liittyviin sisäilmariskeihin 2024.)

## 4.2 Purkumateriaalien kelpoisuus

Rakennusmateriaaleja voidaan käyttää uudelleen, kun niiden kelpoisuus osoitetaan rakennuspaikkakohtaisella varmentamisella. Jos rakennusmateriaaleja ei olennaisesti muokata, niitä ei tarvitse CE-merkitä. Kelpoisuus pitää kuitenkin aina tapauskohtaisesti varmistaa. (Rakennustuotteiden uudelleenkäyttö on Suomessa mahdollista rakennuspaikkakohtaista varmentamista käyttäen 2022.)

Rakennustuotteiden kelpoisuuden osoitus on rakennushankkeen ryhtyvän osapuolen vastuulla. Siinä selvitetään uudelleenkäyttöön tulevien rakennusmateriaalien soveltuvuus ja ominaisuudet niiden uuteen käyttöön. Materiaalien tulee olla rakentamislain 751/2023 29 § mukaisia ja täyttää niille asetetut tekniset vaatimukset. (Tähtinen 2023.) Rakennusmateriaalien uudelleenkäyttäjälle on hyvä saada riittävät tiedot, josta selviää materiaalin ominaisuudet. Siksi rakennusmateriaalien kelpoisuuden osoitus on tärkeä toimenpide. Tämä antaa myös turvaa sekä ostajalle että myyjälle rakennusmateriaalien käyttökelpoisuudesta. (Rakennusmateriaalien uudelleenkäyttö; kelpoisuuden osoittaminen.)

Rakennusmateriaalien soveltuvuus ja kelpoisuus uudelleenkäyttöön kannattaa selvittää hyvissä ajoin, mikäli se vain on mahdollista. Jos rakennusvalvontaviranomainen epäilee, etteivät uudelleenkäytettävät rakennusmateriaalit täytä teknisiä vaatimuksia, hankkeeseen ryhtyvä voidaan velvoittaa osoittamaan rakennusmateriaalien kelpoisuus. Siksi selvitystyö on hyvä tehdä etukäteen, silloin on mahdollista välttyä kelpoisuuden osoittamisprosessilta. Prosessiin ei vielä ole selkeää ohjeistusta. Se on tehtävä eri suunnittelijoiden ja asiantuntijoiden toimesta ja sen jälkeen hyväksyttävä rakennusvalvontaviranomaisella. Heidän kanssaan olisikin hyvä jo hankkeen alkuvaiheessa keskustella

rakennusmateriaalien uudelleenkäytöstä, jotta tarvittavat reunaehdot olisivat tiedossa mahdollisimman aikaisessa vaiheessa. (Tähtinen 2023.)

Uudelleenkäyttöön tulevien rakennusmateriaalien kelpoisuutta voidaan osoittaa eri tavoin. Rakennuspaikkakohtaisessa varmentamisessa on selvitettävä, että kyseinen rakennusmateriaali täyttää olennaiset tekniset vaatimukset. Selvitys voi perustua esimerkiksi jonkun ulkopuolisen tekemään lausuntoon, johonkin tutkimusraporttiin, suoritettuun laskentaan tai vaikka vapaaehtoiseen sertifikaattiin. Rakennusvalvoja päättää lopulta ovatko selvitykset riittävän kattavat. CE-merkintäkin voi tulla poikkeustapauksissa kyseeseen, jos esimerkiksi materiaalin arvot tai luokka muuttuvat materiaalin jatkokäsittelyssä. Purkumateriaalin haltija voi myös hakea CE-merkinnän niin halutessaan. (Koponen 2024.)

Uudelleenkäyttöön tulevien rakennusosien ja -materiaalien kelpoisuuden arvioimiseen on kaivattu helpotusta. Helsingin kiertotalouden klusteriohjelmassa on luotu digitaalinen työkalu, joka auttaa osoittamaan uudelleenkäyttöön tulevien rakennusmateriaalien ja -osien kelpoisuuden. (Ehjänä irrotettujen rakennustuotteiden uudelleenkäyttö on nyt helpompaa 2023.)

Digitaalisesta työkalusta on 21.5.2024 tullut päivitetty versio, joka on nyt kaikkien vapaassa käytössä. Sen avulla voidaan esimerkiksi määrittää uudelleenkäytettävät rakennusmateriaalit toimiviksi ja turvallisiksi niiden tulevisissa jatkoisjoituspaikoissa. Digitaaliseen työkaluun on koottu tuotekelpoisuusmäärittelyjä rakennuspaikkakohtaista varmentamista varten. Digitaalista työkalua voivat käyttää rakennusmateriaaleja uudelleenkäyttävät tahot tai rakennusvalvontaa suorittava viranomainen. Tällä hetkellä määrittelyt koskevat yleisimpiä uudelleenkäytettäviä rakennustuotteita. (Ehjänä irrotettujen rakennustuotteiden uudelleenkäyttö on nyt helpompaa 2023.) Rakennusmateriaalien tai -osien ominaisuudet ovat mahdollisesti ajan myötä heikentyneet, siksi niiden kelpoisuus pitää selvittää, kun ne otetaan uudelleenkäyttöön (Rakennusosien uudelleenkäyttö 2024).

### 4.3 Yhteistyö rakennusmateriaalien uudelleenkäytössä

Jotta purkumateriaalit saataisiin kiertoon ja uudelleenkäyttöön, olisi hyvä, jos rakennusalalla eri osapuolet vuorovaikuttaisivat aktiivisesti keskenään. Yhteistyö eri toimijoiden välillä edistäisi uudelleenkäytettävien rakennusmateriaalien ja osien markkinoiden syntymistä. (Zhu ym. 2022.)

Helsingin kaupungilla on kiertotalouden klusteriohjelma, joka edistää liiketoimintaa kiertotalouden ympärillä. Mukana toiminnassa on jo yli 100 eri rakennusalalla toimivaa tahoja. Toiminnan tarkoituksena on edistää eri alalla toimivien tahojen yhteistyötä sekä tukea kiertotalouteen liittyviä käytännön toimia. (Helsingin kiertotalouden klusteriohjelma 2023.) Kiertotalouden ympärillä toimivien tahojen avointa yhteistyötä pidetään asioiden kehittymiselle erittäin tärkeänä. Tärkeää on myös jakaa pilottikohteista saatua käytännön tietoa. Kiertotalouden rakennushankkeissa on hyvä vuorovaikuttaa aktiivisesti viranomaisten kanssa, jotta vältetään yllätyksiltä lainsäädännön kanssa. Kiertotalouden klusteriohjelma auttaa muun muassa näissä haasteissa. (Koponen 2023.)

Rakennusmateriaalien uudelleenkäyttö vaatii varsinkin korjausrakentamisessa yhteistyötä eri toimijoiden välillä. Rakennusyrityksille sidosryhmät ovat tärkeitä tässä prosessissa. Tilaajan ja rakennuttajan pitää hyväksyä uudelleenkäytettävien rakennusmateriaalien käyttö. Suunnittelijoiden pitää suunnitella, miten rakennusmateriaaleja hyödynnetään ja missä niitä käytetään. Viranomaisten pitää myös hyväksyä rakennusmateriaalien kelpoisuus. (Vansén-Raitio 2024.) Erilaisia reunaehtoja pitää ottaa huomioon ja se vaatii hyvää yhteistyötä suunnittelijoilta ja muilta hankkeeseen osallistuvilta. (Zhu ym. 2022.) Parhaimmillaan yhteistyötä on se, kun rakennuttajat ja suunnittelijat luovat yhdessä innovatiivisia ideoita (Vansén-Raitio 2024).

### 4.4 Rakennusmateriaalien käyttöikä

Rakennusmateriaaleille voidaan arvioida tekninen käyttöikä. Rakennusmateriaalit voivat kuitenkin kestää käytössä huomattavasti niille laskettua aikaa

pidempään. Oikeissa olosuhteissa osa rakennusmateriaaleista kuten luonnonkivijalat voivat kestää vuosisatoja. Moni asia vaikuttaa materiaalien kestävyyskykyyn, esimerkiksi missä rakennus sijaitsee. Myös pintakäsittelyt sekä huoltovälit vaikuttavat rakennusmateriaalien käyttöikänsä, sen takia pitääkin uudelleenkäytettävien rakennusmateriaalien elinkaari aina arvioida tapauskohtaisesti.

Rakennustiedon RT-korteista löytyvät käyttöikä- ja kunnossapitotaulukot eri rakennusosille ja -materiaaleille. Näitä tietoja voidaan hyödyntää, kun tehdään esimerkiksi rakennusmateriaalien elinkaaren määrittelyä, kuntoarviota tai muuta vastaavaa. Taulukoita voi myös käyttää apuna, kun tehdään muun muassa rakennuksen kunnossapitosuunnittelua ja huolto-ohjeita. Se kuinka oikeastaan rakennus on rakennettu, vaikuttaa sen tekniseen käyttöikänsä. (Kiinteistön tekniset käyttöikä- ja kunnossapitotaulukot 2008.)

Tekniset käyttöikä- ja kunnossapitotaulukot perustuvat tutkimuksiin, selvityksiin, aikaisemmin julkaistuihin RT-kortteihin ja käytännön kokemukseen, jotka on saatu kuntotarkastustoiminnassa. Kun tietoja käytetään, on hyvä huomioida rakennustyyppi, minkä ikäinen rakennus on tai minkä ikäisiä siinä ovat rakennusosat tai järjestelmät ovat. Miten niitä on huollettu, mitkä ovat olleet olosuhteet ja mihin raskuusluokkaan ne kuuluvat. (Kiinteistön tekniset käyttöikä- ja kunnossapitotaulukot 2008.)

Tärkeää on myös, että tarpeellisia kunnossapito- ja huoltotoimenpiteitä on tehty. Erilaiset raskuusolosuhteet sekä mahdolliset virheet suunnittelussa tai asennuksessa vaikuttavat kunnossapitotulojen pituuteen. Kuntoarviolla tai kuntotutkimuksella voidaan tapauskohtaisesti tarkastella, onko joku rakennusosa tai materiaali uusimisen tarpeessa. (Kiinteistön tekniset käyttöikä- ja kunnossapitotaulukot 2008.)

#### 4.5 Miten rakennusmateriaalien uudelleenkäyttöä voitaisiin lisätä

Rakennuksista saatavan purkumateriaalin uudelleenkäyttöä voitaisiin kehittää ja lisätä selkeyttämällä lainsäädännön tulkintoja. Myös kelpoisuuden osoittamiseen on kaivattu apuvälineitä. (Koponen 2024.) Tähän tuo helpotusta muun

muassa UURAKET-hanke. Rakennustietosäätiö on päätoteuttajana hankkeessa (UURAKET, uudelleenkäytettävien rakennusosien käytön edistäminen talonrakentamisessa). Rakennusten purkamisen työmenetelmiä olisi hyvä kehittää, jotta purkumateriaalit saataisiin helpommin kiertoon. Uudelleenkäytettävät rakennusosat ja -materiaalit pitää monesti puhdistaa ja myös tätä osa-aluetta voitaisiin kehittää, jotta uudelleenkäyttö yleistyisi. (Koponen 2024.)

UURAKET-hankkeessa kerätään tietoa purettavien rakennusosien ja -tuotteiden uudelleenkäytöstä sekä vaikuttavista reunaehdoista. Pääpaino projektissa on uudelleenkäyttökartoitus, uudelleenkäyttöselvitys, uudelleenkäytön suunnittelu sekä dokumentointi. Hankkeessa keskitytään myös siihen, miten rakennusosien uudelleenkäyttöä voitaisiin edistää talonrakentamisessa sekä tuotekelpoisuuden ja -soveltuvuuden kysymyksiin. Ympäristöministeriö on myöntänyt UURAKET-hankkeelle tukea Vähähiilisen rakennetun ympäristön ohjelmasta, rahoitus on peräisin EU:n RRF:stä. (Recovery and Resilience Facility) (UURAKET, uudelleenkäytettävien rakennusosien käytön edistäminen talonrakentamisessa.)

Arvioitu aikataulu UURAKET-hankkeelle on maaliskuu 2023 – syyskuu 2025. Tulosten pohjalta, jotka hankkeessa saadaan, on tarkoitus laatia opas, joka edistäisi rakennusosien uudelleenkäyttöä. Se ohjaisi sekä rakennushankkeeseen ryhtyvää sekä rakennushankkeen muita osapuolia rakennusosien uudelleenkäytön mahdollisuuksista ja reunaehdoista. Oppaassa olisi myös uudelleenkäytettävien rakennusosien käytössä tarvittavat toimenpiteet sekä kelpoisuuden osoittaminen talonrakentamishankkeissa, jotka ovat luvanvaraisia. (UURAKET, uudelleenkäytettävien rakennusosien käytön edistäminen talonrakentamisessa.)

Rakennusmateriaalien uudelleenkäytön lisäämiseksi olisi hyvä, jos pystyttäisiin ennustamaan, mitä materiaaleja on tulossa tarjolle ja kuinka paljon. Silloin uudelleenkäyttöön tarvittavia prosesseja voisi kohdistaa eri tuoteryhmille, joita olisi mahdollisesti tulossa uudelleenkäyttöön. Tämä edistäisi tulevaisuudessa rakennusmateriaalien uudelleenkäyttöä. (Koponen 2023.) Selkeästi on havaittavissa, että rakennusalalla on tarve yhtenäisemmille ohjeille ja selkeämmille toimintamalleille, tähän viittaavat myös tutkimustulokset. Ne myös lisääisivät ja takaisivat

rakennusmateriaalien uudelleenkäytön luotettavan ja turvallisen hyödyntämisen. (Näkemyksiä rakennusosien uudelleenkäyttöön ja siihen liittyviin sisäilmariskeihin 2024.)

Purettavat rakennukset ja niistä uudelleenkäytettävät rakennusmateriaalit olisi hyvä saada jonkinlaiseen tietokantaan, pohtii Koponen (2024). Suunnittelijoiden ja arkkitehtien olisi näin mahdollista saada reaaliaikaista tietoa, mitä materiaaleja on tarjolla tai tulossa tarjolle ja kuinka paljon. Kun rakennukset puretaan suunnitelmallisesti, saadaan niistä materiaalit hyvin talteen uudelleenkäyttöä varten, kirjoittavat Kukkonen & Matvainen (2023).

Ministeriö, Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu ja Mikkelin alueyhteistyöyhtiö Miksei ovat yhdessä lähteneet kehittämään digitaalista purkukartoitustyökalua. Sen avulla voitaisiin selvittää jo ennen rakennusten purkamista, kuinka paljon mitään materiaalia on, ja minkä laatuista materiaalia ollaan purkamassa. Tämä mahdollistaisi sen, että materiaalit saataisiin helpommin kiertoon ennen kuin niiden status muuttuu jätteeksi. (Ylitalo 2022.)

Rakennusalan asiantuntijat kaipaavat yhtenäisiä ohjeistuksia rakennusmateriaalien uudelleenkäyttöön. (Näkemyksiä rakennusosien uudelleenkäyttöön ja siihen liittyviin sisäilmariskeihin 2024.) Sääntely-ympäristön täytyy olla ennakoitavaa ja sama kaikille. Tämä on ympäristönsuojeluviranomaisten ja kiertotalouden parissa toimivien yritysten toive. (Koponen 2023.)

End-of-Waste (EOW) -menettely olisi yksi tapa lisätä rakennusmateriaalien uudelleenkäyttöä. Silloin sitä ei enää koskisi jätelainsäädäntö. Tällöin uudelleenkäytettävä rakennusmateriaali olisi joko raaka-aine tai tuote. (Kukkonen & Matvainen 2023.) Tämä johtaa siihen, että rakennusmateriaaliin aletaan soveltaa jätelain sijaan tuotelainsäädännön määräyksiä (Kun jäte lakkaa olemasta jäte 2019). Olisi mahdollista tehdä myös kansallisia tulkintalinjauksia asiaa sujuvoittamaan, samoin kuin rakennustuoteasetuksen kanssa tehtiin, toteaa Lehtonen (2023). Rakennusmateriaalien uudelleenkäytön lisäämiseksi tulisi EOW-menettelytapoja kehittää, painottavat Kukkonen & Matvainen (2023).

EOW-menettely olisi hyvä saada koskemaan kaikkia yleisimpiä rakentamisessa käytettäviä materiaaleja. Alan yritykset ja asiantuntijat ovatkin sitä mieltä, että tämä edesauttaisi rakennusmateriaalien uudelleenkäyttöä ja kierrätystä. (Kukkonen & Matvainen 2023). EOW-menettely on ollut käytössä niin EU:n kuin Suomenkin lainsäädännöissä jo monia vuosia. Materiaalien luokitus voidaan muuttaa tapauskohtaisesti jätteestä tuotteeksi ympäristöministeriön julkaiseman muistion avulla. Siinä on ohjeita, joita voivat hyödyntää joko toiminnanharjoittajat tai lupaviranomaiset. (Kun jäte lakkaa olemasta jäte 2019.)

Zhu ym. (2022) kirjoittavat, jotta markkinat rakennusmateriaalien uudelleenkäytölle vahvistuisivat, on ohjauskeinojen tuettava kehitystä. Rakennusmateriaalien kiertoon vaikuttaa myös se, etteivät tarjolla olevat purkumateriaalit ja kysyntä kohtaa. Kysyntää tarvittaisiin enemmän, tähän voisivat vaikuttaa suunnittelijat ja arkkitehdit. Verotuksella voitaisiin myös edistää rakennusmateriaalien uudelleenkäyttöä. Taloudellinen ohjaus varmasti vaikuttaisi siihen, että vähemmän materiaaleja päätyisi ennen aikojaan kaatopaikalle. Tämä olisi toimiva kannuste sille, että päästäisiin asetettuihin kierrätystavoitteisiin. (Turpeinen 2023.)

#### 4.5.1 Kehitys purkumateriaalien uudelleenkäytössä

Kiertotalouteen liittyviä oppimateriaaleja on tehty Sitran, oppilaitosten ja yritysten toimesta. Opetusmateriaaleja on kaikille asteille aina korkeakouluista peruskouluun. Kiertotalouteen liittyviä taitoja tulemme kaikki tarvitsemaan tulevaisuudessa niin töissä kuin arjessakin. (Kiertotalousopetusta kaikille koulutusasteille.) Taidot ovat tarpeellisia, jos siirrymme toteuttamaan kiertotaloutta laajasti yhteiskunnassa (Vansén-Raitio 2024). Haasteita on monia, niitä ollaan parhaillaan ratkomassa monien eri tahojen toimesta. Kun halutaan varmistaa kiertotalouden siirtymän tapahtuvan reilusti, voidaan se varmistaa panostamalla osaamiseen niin, että kaikilla yhteiskunnassa on siihen tarvittavat taidot, toteavat Jalava ym. (2021).

Zhu ym. (2022) pohtivat, että kiertotalouden mukaisten markkinoiden kehittymistä edesauttaisi se, että käytettävien purkutuotteiden tiedot digitalisoidaan.

Se selkeyttäisi myös niiden taloudellista arvoa ja käytettävyyttä. Purkusuunniteluunkin saataisiin lisää tehokkuutta digitalisoinnista. Digitalisaatio takaisi nopean, tarkan sekä varman suunnittelun. (Kinnunen.) Vuonna 2020 alettiin kehittää ”Rakennetun ympäristön tietojärjestelmää” (Rakennetun ympäristön tietojärjestelmä 2024). Tähän tietojärjestelmään oli tavoitteena saada rakentamisen sekä alueidenkäytön tiedot. Järjestelmä on tullut vuoden 2024 alussa käyttöön, siihen on tarkoitus siirtyä 2025–2029 aikana. Tällä hetkellä on alkamassa suunnittelu tietojärjestelmän jatkokehityksestä. (Rakennetun ympäristön tietojärjestelmä 2024.)

Circular design on kiertotaloutta edistävä valmennusohjelma. Sen tarkoituksena on lisätä muotoiluosaamista yrityksissä, jotka tekevät kiertotaloudessa liiketoimintaa. Organisaatioita tai yrityksiä voi joutua kehittämään monilla eri osa-alueilla, jotta kiertotaloutta toteuttava yritys voi kasvaa ja menestyä. Tulevaisuuden kuluttajatarpeet ja asiakasnäkökulma varmistetaan muotoiluosaamisen käytöllä. Nämä asiat ovat tarpeellisia ottaa huomioon, kun yritysten liiketoimintoja kehitetään. (Circular Design – kehityspolku kohti kiertotaloutta -valmennusohjelma.)

Valtioneuvosto, Työterveyslaitos, Ramboll Finland Oy, Hamk Tech ja Laurea ovat yhteistyössä toteuttaneet PURATER-hankkeen, jonka tulosten pohjalta syntyi raportti (Rakennusosien uudelleenkäyttöä tulee kirittää hallitusti ja tutkituun tietoon pohjautuen) ”Purkumateriaalien kelpoisuus eri käyttökohteisiin turvallisuuden ja terveellisyden näkökulmasta” (Purkumateriaalien kelpoisuus 2022). Hankkeesta saatu tieto toimi pohjatietona, kun valtioneuvosto muodosti yhteistä näkemystä rakennusmateriaalien uudelleenkäyttöön. Sen tuottama tieto helpottaa purkumateriaalien hyödyntämistä, ja auttaa kehittämään kiertotalouden ohjausta. Tuotettua tietoa hyödynnettiin myös, kun haluttiin vaikuttaa EU:n rakennustuoteasetuksen muutosprosessiin. (Purkumateriaalien kelpoisuus 2022.)

PURATER-hanke toteutettiin kesäkuun 2020–helmikuun 2022 välillä. Hankkeesta saatua tietoa voivat eri rakennus- ja purkualalla toimivat tahot hyödyntää. Hankkeen tavoitteena oli, että rakennusmateriaaleja käytetään uudelleen

terveellisesti ja turvallisesti. Toiminnan pitää olla myös liiketaloudellisesti kannattavaa. Hankkeessa arvioitiin myös kierrätykseen ja uudelleenkäyttöön sisältyviä riskejä sekä reunaehtoja mahdollisiin rakennusmateriaalien vaurioitumisiin. Ottaen huomioon rakennusmateriaalien rakennusfysikaaliset ominaisuudet. (Purkumateriaalien kelpoisuus 2022.)

Kun viranomaisten tulkintoja kehitetään, ja nykyinen sääntely saadaan selkeämmäksi, helpottaa se rakennusmateriaalien uudelleenkäyttöä sekä tuotehyväksynnän prosesseja. Esimerkiksi rakennusosien uudelleenkäyttö pitäisi tehdä mahdolliseksi muuhunkin kuin niiden alkuperäiseen käyttötarkoitukseensa. Julkisen- ja yksityisen sektorin toimijoiden välinen vuorovaikutus nähdään keskeisenä keinona löytää sääntelyn ongelmakohdat ja kehitystarpeet. Näin voitaisiin myös rakentaa yhteistä ymmärrystä rakennusmateriaalien uudelleenkäytöstä kiertotalousmarkkinoilla. (Purkumateriaalien kiertotalous vaatii tuotehyväksynnän kehittämistä ja tietotaidon kasvattamista 2022.)

Digitaalisia työkaluja kiertotalouden kehittymiselle on muun muassa LCA-työkalut, jolla voidaan esimerkiksi tehdä rakennusten elinkaariarviointia (LCA-työkaluja rakentamiseen ja valmistavaan teollisuuteen 2024). Haahtela on luonut rakennusten mallintamiseen Realaizer simulaatio-ohjelmiston. Sen avulla saa tietoa rakennuksen ympäristövaikutuksista tai elinkaaren kustannuksista jo ennen varsinaista suunnittelua. Ohjelman avulla voidaan hallita ja ohjata hiilijalanjälkitavoitteita hankkeen alusta asti. (Realaizer simuloi sen, mitä et vielä tiedä 2024.)

Uutta teknologiaa edustaa skannaustyökalu, sitä voidaan myös hyödyntää kiertotaloudessa, näin saadaan kolmiulotteista kuvaa pintoja rikkomatta (Non-invasive 3D scanning 2024). Yksi digitaalisista työkaluista, joka helpottaa rakentamisen ympäristövaikutusten ja rakennusmateriaalien hiilijalanjäljen laskemisessa ja arvioimisessa on Materialising (Make conscious material choices 2024).

Tanskassa on Gamle Mursten niminen yritys, joka on perustettu vuonna 2003. He ovat kehittäneet tiilien uudelleenkäyttöä. Heidän luomansa liiketoimintamalli

pitää sisällään myös tiilien testauksen. Tiilistä voidaan ottaa näytteitä jo ennen purkamista. Yritys antaa myös ohjeistusta, miten tiiliä puretaan ehjinä sekä hoi-  
taa tiilien puhdistusta. Heiltä on mahdollista saada myös CO<sub>2</sub>-laskelma sekä  
CE-merkintä. Palveluihin kuuluu myös tiilien varastointi. Heiltä voi ostaa joko kä-  
sin tai koneellisesti puhdistettuja tiiliä. (Zhu ym. 2022.) Yritys on hyvä esimerkki  
toimivasta liiketoiminnasta rakennusmateriaalien uudelleenkäytössä. Maiden ra-  
jojen ylittävä yhteistyö olisi hyvä kiertotalouden kehittämisessä.

#### 4.5.2 Yhteiskunnallinen muutos

Sitra on tehnyt kyselytutkimuksen, nimeltään ”Resurssiviisas kansalainen” (Au-  
tere 2019) vuonna 2019. Kyselytutkimuksessa selvisi että 78 prosentille suoma-  
laisista on tärkeää noudattaa kestäviä elämäntapoja. (Autere 2019.) Hakaste  
(2021) toteaa, että kuluttajien ja alan ammattilaisten ajattelutavan muuttuminen  
tulee olemaan tärkeässä roolissa purkumateriaalien kysynnän luomisessa. Ra-  
kennusmateriaalien uudelleenkäytölle hankkeissa voi vaikuttaa yhdenkin ihmi-  
sen asenteet ja arvot. Varsinkin jos se tapahtuu suunnittelu- tai tilaajaorganisaat-  
iossa. (Vansén-Raitio 2024.)

Asenteissa on parantamisen varaa. Välillä epäillään voiko rakennusjätettä käyt-  
tää uudelleen mihinkään, kirjoittaa Ylitalo (2022). Suunnittelijoiden asenteet  
ovat myös olennaisessa osassa rakennusmateriaalien uudelleenkäytössä.  
Asenteilla voi olla myös vaikutusta rakennuttajien toimintaan. Kyselytutkimuk-  
sessa ja ryhmähaastatteluissa haasteiksi koettiin rakennusmateriaalien uudel-  
leenkäytölle yleinen osaamisen puute. Tietotaidon lisäämistä tarvittaisiin niin  
suunnittelijoiden, toimihenkilöiden, työntekijöiden kuin tilaajien suhteen.  
(Vansén-Raitio 2024.)

Kööpenhaminassa pidetyssä kansainvälisessä arkkitehtiliiton UIA:n 28 maail-  
man konferenssissa vuonna 2023. Rakennusmateriaalien uudelleenkäyttö oli  
olennaisessa osassa mukana. Kongressissa asetettiin tavoitteita ja linjattiin ra-  
kentajien ja arkkitehtien vastuuta ympäristöstä. Hiilen sitominen tulisi kaikessa  
rakentamisessa ylittää hiilijalanjäljen. Olemassa olevia rakenteita ja

rakennusosia pitäisi ensisijaisesti hyödyntää. Hankinnoissa tulisi myös painottaa paikallisesti uusiutuvia materiaaleja. (UIA 2023.)

Arkkitehdit ovat pääsuunnittelijoina keskeisessä roolissa kulttuurin muutoksessa rakennusalalla. Teknologia tulee olemaan tässä muutoksessa tärkeässä roolissa, mutta ekologisia haasteita ei pelkästään sen avulla ratkaista. Yhteiskunnassa tarvitaan radikaalia muutosta talous- ja tuotantomekanismeihin. Muutosta tarvitaan myös kulutustottumuksiin sekä elämäntapoihin. (Kohti kestävää arkkitehtuuria 2022.)

Valtion (Kohti kestävää arkkitehtuuria 2022) ohjelmassa todetaan, että pitäisi pyrkiä korjaamaan, ylläpitämään ja kehittämään jo olemassa olevaa rakennuskantaa nykyistä enemmän. Tähän on olemassa kaikki edellytykset, mutta se vaatii erilaista tapaa suunnitella ja toteuttaa projektit kuin täydennys- ja uudisrakentaminen. Useat rakennukset ovat muuntojoustavampia kuin luullaan. Rakennukset voivat palvella useassa eri käyttötarkoituksessa elinkaarensa aikana. Päätöksenteossa ja suunnittelussa tarvitaan muutosta, jotta siirtymä kohti hiili-neutraalia kiertotaloutta on mahdollinen. Kun ihmiset haluavat oppia uutta ja päättävät tehdä asioita eri tavalla, uusia toimintamalleja alkaa syntyä ja asiat kehittyvät. (Kestävän kehityksen globaali toimintaohjelma Agenda 2030.)

Kestävään kehitykseen vaaditaan koko yhteiskunnan osallistuminen. (Kestävän kehityksen globaali toimintaohjelma Agenda 2030). Euroopassa siirtymä kiertotaloutta kohti etenee vauhdilla. Se tulee vaikuttamaan yhteiskuntaan monella tavalla sekä ihmisten elämään, muun muassa luoden uusia työpaikkoja. Töiden sisältö saattaa myös muuttua, muutenkin kiertotalousyhteiskunnassa tullaan tarvitsemaan uutta osaamista, kun rakennetaan ekologisesti kestävämpää yhteiskuntaa. (Jalava ym. 2021.)

#### 4.5.3 Kiertotalouden green deal

Kiertotalouden green deal on eräänlainen strateginen sitoumus. Se on vapaaehtoinen, sen tarkoitus on kannustaa osallistuvia tahoja luonnonvarojen käytön

vähentämiseen. (Kiertotalouden green deal kutsuu edelläkävijät mukaan kiertotaloustoimiin 2024.) Pää tavoite on kannustaa rakennuttajia tai kiinteistöjen omistajia laatimaan purkukartoitus vähintään suurissa korjaushankkeissa sekä kokonaisia rakennuksia purettaessa. Näin edistettäisiin purettavista rakennuksista rakennusmateriaalien päätymistä uudelleenkäyttöön. (Kestävän purkamisen green deal -sopimus.)

Green dealin tarkoitus on edistää vähähiilistä kiertotaloutta. Sen avulla organisaatioilla on mahdollista löytää sopivimmat toimet kiertotaloudessa ja edistää toimiaan ympäristövastuullisuudessa. Kiertotalous-Suomi on yksi kiertotalouden green dealin tukipaikoista ja sen tarkoitus on edistää yhteistyötä sekä sitoumuksiin liittymisiä. (Kiertotalouden green deal kutsuu edelläkävijät mukaan kiertotaloustoimiin 2024.)

Kiertotalouden green deal on avoin kaikille toimijoille. Se on suunnattu niin kunnille, maakunnille, yrityksille kuin toimialajärjestöillekin. Kun sitoumuksia tehdään, valitaan toimet kahdella eri muutosalueella ja asetetaan tavoitteet niiden toteuttamiselle vuoteen 2035 mennessä. Kiertotalous-Suomelta saa tietoja ja tarvittavaa tukea esimerkiksi rahoituslähteiden löytämiseksi. Organisaatiot, jotka lähtevät toteuttamaan green dealejä, ovat edistämässä kiertotaloutta ja voivat samalla kehittää yhteistyötä ja verkostoitua eri kiertotaloustoimijoiden kanssa. (Kiertotalouden green deal kutsuu edelläkävijät mukaan kiertotaloustoimiin 2024.) Green dealeihin sitoutuvat ovat mukana uudenlaisen toiminnan käynnistämässä ja samalla lisäävät Suomen kiinnostavuutta investointien osalta kansainvälisillä markkinoilla (Resurssiviisas rakennettu ympäristö).

Ympäristöministeriö, työ- ja elinkeinoministeriö koordinoivat green dealien sitoumuksia. Green Building Council Finland (FIGBC) on myös tukemassa sitoumuksien tekijöitä. Keskeisinä asioina Kiertotalouden green dealien toteutuksessa ovat sitoumukset, jotka ovat vapaaehtoisia. Nämä tapahtuvat valtion, maakuntien, kuntien, elinkeinoelämän sekä eri organisaatioiden välillä. Tavoitteena on toteuttaa kiertotaloutta, jossa luonnonvarojen käyttöä pyritään vähentämään. Näitä toimia ovat ainakin tuotteiden ja materiaalien käyttöiden pidennys

sekä raaka-aineiden käytön vähennys. (Kiertotalouden green deal 2024.) Kuvassa 4 on esitetty green dealin toimintaperiaate.



Kuva 4. Kuvassa esitetään miten kierrotalouden green deal syntyy (Kiertotalouden green deal 2024).

Sitoumuksilla on myös tarkoitus tukea resurssiviisaita ratkaisuja toimialan sisällä. Tavoite on toimia yli sektoreiden ja alueiden sekä kehittää parhaita käytäntöjä. Green dealien tavoite on edistää yhdessä tekemistä ja resurssiviisasta kierrotaloutta. (Kiertotalouden green deal 2024.) Kiertotalouden green deal luo hyvän mahdollisuuden eri toimijoiden aktiiviseen vuoropuheluun sekä alustan yhdessä ratkoa ongelmakohtia kierrotalouden markkinoilla, kirjoittavat Zhu ym. (2022).

#### 4.5.4 Purkukartoitus

Rakennusten purkamisesta ja korjaamisesta syntyy jopa 85 % kaikesta rakennus- ja purkujätteestä. Tästä syystä purkuprosesseihin tulee kiinnittää huomiota enenevässä määrin. Valtioneuvosto on muun muassa laatinut ”Purkutyöt - opas tekijöille ja teettäjiille”-oppaan (Lehtonen 2019). Sen avulla voidaan

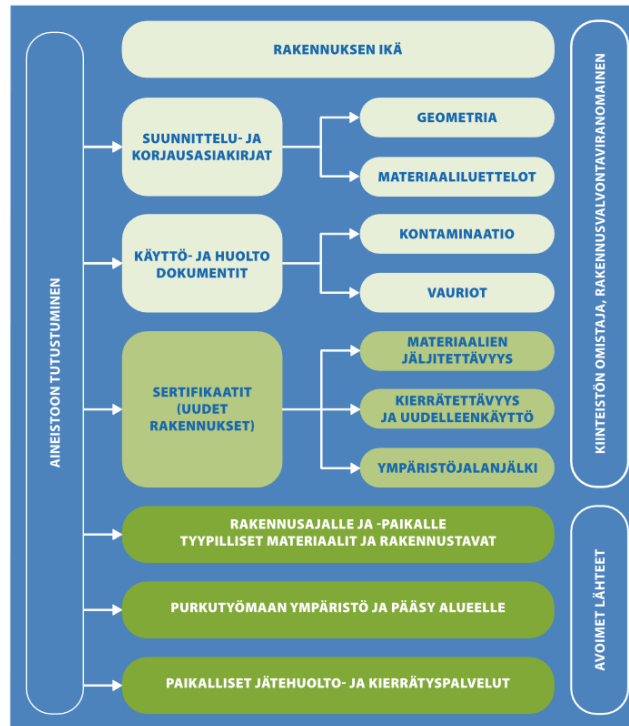
purkuhankkeita toteuttaa laadukkaasti. Tavoite on kehittää purkuhankkeiden toteutusta. Keskeisessä roolissa on purettavien rakennusmateriaalien uudelleenkäyttö ja rakennusmateriaalien kierrätyksen tehostus. Haitallisia aineita sisältävät rakennusmateriaalit pitää myös saada pois kierrosta. (Lehtonen 2019.)

Purkukartoituksen tekijän pitää tehdä myös ”asbesti- ja haitta-ainekartoitus” (Kuittinen 2019). Tekijä laatii raportin, jossa ilmenee haitta-aineiden määrät, laatu ja missä ne sijaitsevat, sekä laatii suositukset purkutapaan. (Kuittinen 2019). Purkukartoituksen tavoite on edistää rakennusmateriaalien tarkoituksenmukaista hyödyntämistä, niin että samalla vältetään terveys- ja ympäristöriskit, toteavat Zhu ym. (2022) ”Purkumateriaalien kelpoisuus eri käyttökohteisiin turvallisuuden ja terveellisyydennäkökulmasta” raportissaan.

Haitta-ainekartoituksen ja -tutkimusten jälkeen tehdään purkumateriaaliselvitys, kirjoittavat (Hradil ym.). Siinä tulisi ilmoittaa, mitä vaarallisia materiaaleja ollaan purkamassa, kuinka paljon niitä on ja missä ne sijaitsevat. Selvityksen tarkoituksena on myös antaa suosituksia uudelleenkäytettäville purkumateriaaleille. Vaarattomista jätteistä tulisi tehdä riittävän laaja-alainen luettelo sekä arvioida kuinka paljon tavanomaista jätettä syntyy. Toimenpiteisiin kuuluvat myös suositukset, minkälaisia purkumenetelmiä kannattaa käyttää sekä miten vaaralliset jätteet käsitellään. (Hradil ym. 2019.)

Purkumateriaaliselvityksessä tulisi myös ilmetä tietoja viranomaisille tai rakennusten omistajille. Niitä ovat esimerkiksi purkumateriaalien tekninen kunto sekä niiden arvo. Kuvassa 5 on kaavio aineistoon tutustumisesta. Tärkeitä tietoja ovat rakennusmateriaalien uudelleenkäytöstä sekä kierrätyksestä saatavat ympäristöhyödyt. Myös tiedot mahdollisista tutkimustarpeista tai lisäselvityksistä tulisi ilmoittaa purkumateriaaliselvityksessä. (Hradil ym. 2019.)

Purkukartoituksen tekijän tulisi tunnistaa, uudelleenkäytettävät rakennusmateriaalit ja -osat, sekä ne materiaalit, joilla on kulttuurihistoriallisesti arvoa (Kuittinen 2019). Kun korjataan vanhaa kunnioittaen, ovat vanhat rakennusmateriaalit arvossaan. (Rakennusmateriaalien uudelleenkäyttö, kierrätys ja jätehuolto 2022).



Kuva 5. Kuvassa on ohjeet, miten kannattaa edetä, kun tutustuu purettavaan rakennukseen (Hradil ym. 2019).

Purkukartoitukseen kuuluvia vaiheita ovat purettavasta kohteesta olevaan aineistoon tutustuminen. Arvioida purkumateriaalien laatu ja määrä, laatia käsittelysuositukset purkumateriaaleille sekä kenttätutkimus. Purkukartoitusraportissa tulisi olla, kuinka paljon materiaaleja on määrällisesti. Purkukartoitus raporttiin suositellaan, että siitä löytyisi hankkeen perustiedot sekä yhteenveto kenttä- sekä aineistotutkimuksesta. Jos on jotain epävarmuustekijöitä, jotka voivat vaikuttaa laatu- tai määrätietoihin, tulisi niistä myös ilmoittaa, sekä rakennusmateriaalien inventointi. (Hradil ym. 2019.)

#### 4.5.5 Varaosapankit

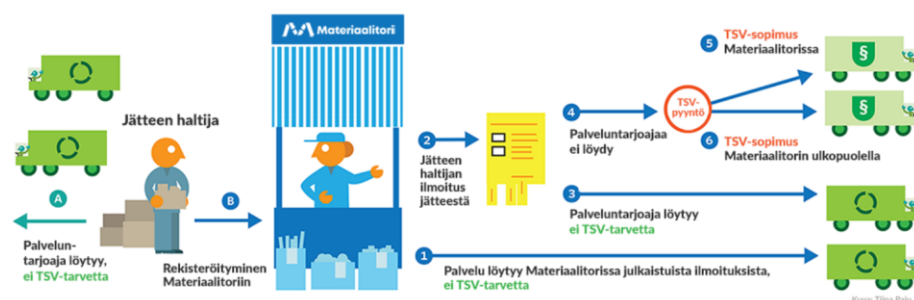
Kun uudelleenkäyttöön tulevalle rakennusmateriaalille tai -osalle ei ole suoraan jatkosijoituspaikkaa, voidaan ne toimittaa varaosapankkeihin. Näitä on useita Suomessa, ja yksi niistä on ympäristöministeriön omistama ja Motiva Oy:n ylläpitämä Materiaalitori. Varaosapankkeja tulisi jatkossa olla kaikkien suurien

kaupunkien välittömässä läheisyydessä, jotta purkumateriaalit saataisiin helposti varastoitua, silloin logistiikasta ei syntyisi ylimääräisiä päästöjä sekä muita lisäkustannuksia.

Yrityksillä voi olla omia varastotiloja, mutta esimerkiksi pienemmillä toimijoilla ei välttämättä ole suuria varastotiloja rakennusmateriaalien säilyttämiseen. Varasopankit tai yritykset voisivat hyödyntää vanhoja teollisuuskiinteistöjä uudelleenkäyttöön tulevien rakennusmateriaalien väliaikaiseen varastointiin. Vesi, jää ja lumi aiheuttavat omat haasteensa. Helpoiten rakennusmateriaalien varastointi ympäri vuotisesti onnistuu sisätiloissa.

Materiaalitori on tarkoitettu rakennusmateriaalien ammattimaiseen vaihdantaan organisaatioille ja yrityksille. Sinne voi myös tarjota tai sieltä voi etsiä aiheeseen liittyviä palveluita. Palvelun käyttäminen on avointa alalla toimiville eikä maksa mitään. Materiaalitorin tarkoituksena on olla yhtymäkohtana, jotta materiaalien kysyntä ja tarjonta kohtaisivat. Materiaalitoria voivat käyttää tällä hetkellä organisaatiot, joilla on Y-tunnus. Materiaalitori on toimijoille, jotka joko hyödyntävät tai tuottavat jätteitä tai niistä syntyviä sivuvirtoja tai vaihtoehtoisesti tarjoavat jotain palveluja asian tiimoilta. Kuvassa 6 on näytetty Materiaalitorin toimintaperiaate. Jätteen vastaanottajilla tulee olla jätelainmukainen hyväksyntä, kun he käyttävät Materiaalitoria. (Tietoa palvelusta.)

#### Materiaalitorin käyttäminen kunnan toissijaisen jätehuoltopalvelun yhteydessä



Kuva 6. Kuvassa tiivistettynä miten materiaalitoria käytetään (Tietoa palvelusta).

## 5 Rakennusmateriaalien uudelleenkäytön haasteet

Rakennusmateriaalien uudelleenkäytöllä ja uudelleenkäytön valmistelulla on keskeinen eroavaisuus. Uudelleenkäytössä rakennusmateriaalista ei tule jätettä. Uudelleenkäytön valmistelussa materiaalista tulee puolestaan jätettä, ja silloin se on jätteen uudelleenkäyttöä. Uudelleenkäyttöön tulevasta rakennusmateriaalista ei lähtökohtaisesti tule jätettä, jos suunnitelmat on tehty ennen purkamista. Uudelleenkäyttöön valmistelun jälkeen uudelleenkäyttö johtaa siihen, että kyse on puolestaan jätteen jatkokäsittelystä, joten sitä koskevat jätelain velvoitteet. (Zhu ym. 2022.)

Olisi hyvä lisätä koulutusta materiaalien ehjänä purkamiseen, ja miten esimerkiksi purkaa rakenteita ja liitoksia, joita ei ole suunniteltu purettaviksi. Jotta rakennusmateriaalit saataisiin kunnolla kiertämään, vaatii se liiketoimintojen kehittymistä. Toimintamallien luomisella eri osa-alueilla olisi positiivinen vaikutus esimerkiksi kustannuksiin. (Lehtonen 2023.)

Rakennusmateriaalien purkaminen uudelleenkäyttöön on oma työvaiheensa (FIGBC 2021). Rakennusmateriaalien tai osien irrottaminen ei välttämättä ole aina helppoa. Haasteita saattaa aiheuttaa purkumateriaalien nostot tai työn aikaiset tuennat. Alalle tarvitaankin esimerkiksi nostimien, työvälineiden sekä purkutekniikoiden kehittämistä (Zhu ym. 2022). Purettavien rakennusmateriaalien irrottamisen työvoimavaltaisuus on yksi merkittävistä asioista, jotka nostavat rakennuskustannuksia rakennusosien ja -materiaalien uudelleenkäytössä (Rakennuslehti 2021).

Varastointiin tarvitaan paljon tilaa, ja se että rakennusmateriaalit saadaan kiertoon ja myytyä, vie oman aikansa (FIGBC 2021). Miten määritellä puretuille rakennusmateriaaleille niiden arvo. Siinä pitäisi ottaa huomioon niiden laatu sekä missä vaiheessa ne ovat elinkaartaan. (Zhu ym. 2022.)

Typö (2023) toteaa, ettei rakennusosien uudelleenkäyttö ole kovin houkutteleva vaihtoehto alan toimijoille tällä hetkellä. Yksi suurista haasteista rakennusmateriaalien tai rakennusosien uudelleenkäytön yleistymiselle on, että ne eivät

välttämättä täytyy nykyisiä teknisiä vaatimuksia. Näitä ovat esimerkiksi paloturvallisuus, rakenteiden lujuus ja vakaus sekä äänitekniset ominaisuudet. Myös energiatehokkuus ja kosteuden hallinta on tärkeää ottaa huomioon. Uudelleen käytettävien rakennusmateriaalien kohdalla on haasteita myös siksi, jos ei varmuudella tiedetä niiden elinkaaren aikaista kosteudenhallinnan tasoa. (Zhu ym. 2022.)

Nykyrakennuksia ei ole rakennettu niin, että se tukisi niiden purkamista. Se voi johtaa siihen, että rakennuksen runkoa ei ole mahdollista purkaa uudelleenkäyttöön. Olisikin hyvä, että rakentamisessa käytettävien rakennusmateriaalien ja osien ominaisuuksien tiedot olisivat sellaisessa muodossa, että ne säilyisivät tallessa koko niiden käytön ajan. (Tarpio 2021: 62–72.)

Rakentamisessa on käytetty menneinä vuosikymmeninä materiaaleja, jotka on myöhemmin todettu ympäristölle ja terveydelle vaarallisiksi. Rakennusmateriaalit ovat myös saattaneet saada kosteusvaurioita tai muuten vaurioitua käytön aikana. Kun rakennusmateriaaleja käytetään uudelleen, olisi tällaiset tuotteet hyvä saada pois kierrosta. Tähän olisi hyvä kehittää vakiintuneita menetelmiä, jotta olisi helpompi tunnistaa ne rakennusmateriaalit ja -osat, joita ei pidä käyttää uudelleen. (Wahlström 2021: 134–141.)

Milja Vansén-Raitio teki opinnäytetyössään ”5 kertaa Miksi? -ryhmähaastattelun” (Vansén-Raitio 2024) rakennusmateriaalien uudelleenkäytöstä korjausrakentamiskohteessa, johon osallistui 23 työmaan toimihenkilöä. Keskeisimpinä haasteina nousivat esiin tuotannon kannalta, haasteellisuus laadunvarmistuksessa, kustannusten nousu, ammattitaito, asenteet, materiaaleja ei välttämättä aina ole tarjolla, arvot sekä trendit. Haastattelussa työkokemuksella ei huomattu olevan paljoakaan vaikutusta vastauksiin. Laadunvarmistus nähtiin suurimpana haasteena. Kysymyksiä olivat muun muassa, voidaanko purettuja materiaaleja vielä käyttää, täyttävätkö ne nykymääräykset, miten uudelleenkäytettävät rakennusmateriaalit pitäisi dokumentoida ja miten osoitetaan materiaalien kelpoisuus rakennusvalvonnalle. (Vansén-Raitio 2024.)

## 6 Tulokset

Opinnäytetyössä tutkittiin rakennusmateriaalien uudelleenkäyttöä pientalorakentamisessa. Tutkimuksessa selvitettiin miksi rakennusmateriaaleja ei käytetä uudelleen nykyistä enempää ja miten uudelleenkäyttöä voitaisiin lisätä. Selvitys tehtiin myös siitä, mitä pitää ottaa huomioon rakennusmateriaalien uudelleenkäytössä. Opinnäytetyötä aloittaessa oli positiivinen yllätys, että aihetta on tutkittu jo paljon. Kun aiheeseen pääsi sisälle ja rakennusmateriaalien uudelleenkäyttö alkoi avautumaan, samalla valkeni, että tilanne on aika monimutkainen tällä hetkellä.

Tutkimuksessa selvisi, että selkeyttämällä lainsäädäntöä rakennusmateriaalien uudelleenkäyttö helpottuisi. Vuonna 2011 säädettiin EU:ssa laki, jonka rakennustuoteasetuksessa määrätään, että kaikki EU:n alueella myytävät rakennusmateriaalit täytyy CE-merkitä. Kesällä 2022 ympäristöministeriö ilmoitti, että uudelleenkäytettävät rakennusmateriaalit eivät välttämättä tarvitse enää CE-merkintää. Rakennusmateriaalien kelpoisuus voidaan hyväksyttää myös rakennuspaikkakohtaisella varmentamisella.

Tutkimuksessa selvisi, että kelpoisuuden osoittaminen on yksi keskeisistä asioista rakennusmateriaalien uudelleenkäytössä. Se on rakennushankkeessa hankkeeseen ryhtyvän vastuulla. Urakoitsijoilla on työmaalla vastuu, että vain kelpoistetut rakennustuotteet asennetaan rakennuksiin. Kelpoisuuden osoituksesta selviää, että rakennusmateriaali on käyttökelpoinen käytettäväksi uudelleen, ja se hyödyttää uudelleenkäyttöprosessissa sekä myyjää että ostajaa. Materiaalien tulee myös täyttää rakentamislainsäädännössä olevat tekniset vaatimukset.

Jos rakennusmateriaaleille tai -osille ei ole ennen niiden irrottamista osoitettu uudelleenkäyttöä, muuttuu se jätteeksi. Tämä tietysti hankaloittaa niiden uudelleenkäyttämistä, koska rakennusmateriaalia koskee silloin jätelainsäädäntö. Eli kun purkuvaiheessa rakennusmateriaalille on olemassa suunnitelmassa kohde, puhutaan uudelleenkäytöstä. Jos sitä ei ole, puhutaan uudelleenkäytön valmistelusta, ja silloin materiaalista tulee jätettä.

EOW-määrittely purkumateriaaleille voisi olla yksi ratkaisu uudelleenkäytön lisäämiselle. Se johtaisi siihen, että rakennusmateriaalista tulisi jätteen sijasta joko raaka-aine tai tuote. Uudelleenkäytettäville rakennusmateriaaleille alettaisiin silloin myös soveltamaan tuotelainsäädäntöä. Nyt esimerkiksi lämmöneristeen voi paalata samaan rakennukseen käytettäväksi, mutta sitä ei voi käyttää toisessa kohteessa, koska sen jätestatus estää sen.

Mitä helpompia rakennusmateriaalit on irrottaa ja mitä paremmassa kunnossa ne ovat, sitä potentiaalisempia ne on käyttää uudelleen. Purkutekniikoiden kehittäminen lisääisi myös uudelleenkäyttöä. Käsien purkamalla saadaan paras tulos.

Jotta rakennusmateriaaleja voidaan käyttää uudelleen, vaatii se rakennushankkeessa mukana olevien yhteistyötä. Ennakoitavuus on myös yksi asioista, joka edistäisi rakennusmateriaalien uudelleenkäyttöä. Rakennusmateriaalien uudelleenkäyttöä voisi edistää se, että niistä tulisi ihan oma tuotteen, tai että ne kävisivät jonkun sertifioitun laadunvarmistusprosessin läpi.

Tutkimuksessa selvisi myös, että ilmastonmuutos on yksi aikamme suurimmista haasteista, ja että rakennusmateriaaleilla on merkittävä vaikutus rakentamisessa syntyviin ympäristövaikutuksiin. Ympäristöä ajatellen rakennusmateriaalien uudelleenkäytöllä voidaan edesauttaa päästöjen vähentämistä. Kun rakennusmateriaalit kiertävät mahdollisimman pitkään, hyödynnetään niiden valmistukseen käytetty energia mahdollisimman tehokkaasti.

Yksi parhaista tavoista vähentää jätteen määrää olisi hyödyntää tyhjinä olevia rakennuksia hyötykäyttöön. Suomessa rakennuksia puretaan monesti varhaisessa vaiheessa niiden elinkaarta.

Kiertotalouden avulla voidaan saavuttaa Suomen tavoite olla hiilineutraali kiertotalousyhteiskunta vuoteen 2035 mennessä. Suomella on myös tavoite olla suunnannäyttäjänä kansainvälisillä kiertotalousmarkkinoilla.

## 7 Yhteenveto

Kun rakennusmateriaaleja käytetään uudelleen, tulee monia eri asioita ottaa huomioon. Suurimpia haasteita ovat tekniset ja taloudelliset haasteet. Tärkeää on myös tunnistaa asbestia ja muita haitta-aineita sisältävät rakennusmateriaalit ja purkaa ne ennen muuta purkua.

Rakennusmateriaalien tulee olla ehjiä, eikä niissä tule olla suuria kulumia tai taipumia. Kaikki halkeamat ja muut mahdolliset vauriot, kuten kosteus- tai mikrobivauriot pitää huomioida. Käyttöhistoria on hyvä tietää, kuten onko rakennusmateriaali ollut sisällä vai ulkona, ja onko se joutunut kuinka suurelle rasitukselle käytön aikana. Rakennusmateriaalin iän tietäminen helpottaa myös uudelleenkäytön suunnittelua. Rakennusmateriaalien uudelleenkäyttö on todennäköisesti helpompaa toissijaisissa käyttökohteissa kuten kesämökeissä.

Aina tulee tehdä selvitys, vaikuttavatko uudelleenkäyttöön tulevat rakennusmateriaalit jotenkin terveellisyyteen tai turvallisuuteen sisäympäristöissä. Vaikka rakennus puretaan sisäilmaongelmien takia, voi rakennuksessa silti olla paljon uudelleenkäyttöön soveltuvaa rakennusmateriaalia. Jos rakennusmateriaaleissa on jotain epäpuhtauksia, kannattaa ne puhdistaa tai jatkokäsitellä jotenkin.

Suurimmat riskit rakennusmateriaalien vaurioitumiselle tulee, kun niitä irrotetaan, käsitellään tai kuljetetaan. Tärkeää on myös huomioida, että uudelleenkäyttöön tuleva rakennusmateriaali ei saa joutua suuremmalle rasitukselle kuin mihin se on alun perin suunniteltu.

Kun rakennusmateriaaleja käytetään uudelleen kantavissa rakenteissa kuten liimapuupalkkeja, kannattaa ottaa riittävästi varmuusmarginaalia mukaan. Rakennusmateriaalien uudelleenkäytössä paloturvallisuus, jännevälit tai ääneneristys saattavat muuttua. Suunnittelutyö pitää aina teettää ammattitaitoisella rakennussuunnittelijalla.

Jos rakennusmateriaaleille ei ole suoraa jatkosijoituspaikkaa, tulisi niille olla ennalta sovittu paikka mihin ne voidaan varastoida. Jos rakennusmateriaaleja

joudutaan välivarastoimaan pidemmän aikaa, voi niiden laatua olla vaikeampi varmistaa. Rakennusmateriaalit voidaan myös toimittaa varaosapankkeihin.

Kaikki rakennusmateriaalit ovat yksilöllisiä samoin kuin rakennukset. Rakennusmateriaalien uudelleenkäytön mahdollisuus ja kelpoisuus pitää aina siis selvittää tapauskohtaisesti. Tämän tutkimuksen tarkoitus on helpottaa rakennusmateriaalien uudelleenkäyttöä pientalorakentamisessa.

Tutkimussuunnitelmaa tehdessä meinasi työstä ensin tulla liian laaja. Ajatus oli ottaa rakennusmateriaalien uusiokäyttö myös mukaan tutkimukseen. Suunnitelmissa oli myös miettiä eri rakenteita ja mitä rakennusmateriaaleja niihin voisi käyttää uudelleen. Rakennusmateriaaleja käsiteltiin kuitenkin tutkimuksessa vain yleisellä tasolla. Rajaus onnistui lopulta hyvin ja tutkimuskysymykset kohdistuivat oikein. Vaikka tutkimuksella ei varsinaisesti luotu mitään uutta tutkimustietoa, saatiin rakennusmateriaalien uudelleenkäyttöä kuitenkin tarkasteltua eri näkökulmista.

Jatkotutkimusta aiheeseen liittyen voisi tehdä eri rakennusmateriaalien uudelleenkäytölle tai joillekin tietyille rakennustuotteille. Myös jonkin esimerkkikohteen rakentamisella saisi paljon hyödyllistä tietoa käytännön tasolla, miten viranomaiset suhtautuvat rakennusmateriaalien uudelleenkäyttöön, sekä miten niiden käyttö onnistuu käytännössä. Samalla voisi tehdä kokeita rakennuspaikka-kohtaiselle varmentamiselle tai jonkun uudelleenkäyttöön tulevan rakennustuotteen CE-merkitsemiselle.

## Lähteet

Addis, Bill. 2006. Building with reclaimed components and materials. A design handbook for reuse and recycling. London: Earthscan. Luettu.20.7.2024.

Asbestipurku vaatii ammattitaitoa. Verkkoaineisto. Purkupiha Group. <<https://www.purkupiha.fi/2020/04/24/asbestipurku-vaatii-ammattitaitoa/>>. Luettu 29.5.2024.

Autere, Sanna. 2019. Suomalaiset pitävät kestäviä elämäntapoja tärkeinä, nuoret edelläkävijöitä ilmastoteoissa. Verkkoaineisto. Sitra. <<https://www.sitra.fi/uutiset/suomalaiset-pitavat-kestavia-elamantapoja-tarkeina-nuoret-edellakavijoita-ilmastoteoissa/>>. 11.7.2019. Luettu 14.6.2024.

Betonielementin uudelleenkäyttö. 2021. Verkkoaineisto. Spolia design. <[https://mikseimikkeli.fi/wp-content/uploads/2021/01/Spolia\\_MIKSEI\\_210831.pdf](https://mikseimikkeli.fi/wp-content/uploads/2021/01/Spolia_MIKSEI_210831.pdf)>. Luettu 16.7.2024.

Betonirakentamisessa materiaalit kiertävät. Verkkoaineisto. Betoni. <<https://betoni.com/perustietopaketti/ekologisuus/kierratys/>>. Luettu 16.7.2024.

Betonirakenteiden purku ja uusiokäyttö. 2023. Verkkoaineisto. Betonia Oy. <<https://www.elementtisuunnittelu.fi/valmisosarakentaminen/ymparistoominaisuudet/purettavuus-ja-uusiokaytto>>. Päivitetty 23.01.2023. Luettu 22.7.2024.

Circular Design – kehityspolku kohti kiertotaloutta -valmennusohjelma. Verkkoaineisto. Circular Design. <<https://circulardesignsuomi.kiertotaloussuomi.fi/>>. Luettu 25.5.2024.

Ehjänä irrotettujen rakennustuotteiden uudelleenkäyttö on nyt helpompaa. 2023. Verkkoaineisto. Testbed Helsinki. <<https://testbed.hel.fi/kiertotalous/kirjasto/ehjana-irrotettujen-rakennustuotteiden-uudelleenkaaytto-on-nyt-helpompaa/>>. 15.8.2024. Luettu 17.6.2024.

FIGBC. 2021. Purkumateriaalien hyödyntäminen kiinteistö- ja rakentamisalalla. Verkkoaineisto. Green Building Council Finland. <<https://figbc.fi/purkumateriaalien-hyodyntaminen-kiinteisto-ja-rakentamisalalla/>>. Päivitetty 31.3.2021. Luettu 12.6.2024.

Hakaste, Harri. 2021. Purkumateriaalien kiertotalouden elementit. Teoksessa Huttunen Eeva. (toim.) Kiertotalous rakennetussa ympäristössä. s. 110–122. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Hakaste, Harri. Rakentamisen kiertotalous. Verkkoaineisto. Ympäristöministeriö. <<https://ym.fi/rakentamisen-kiertotalous>>. Luettu 26.7.2024.

Halonen, Paula. 2022. Rakennusosien ja -materiaalien uudelleenkäyttö. Taustatutkimus Helsingin Käpylässä. Diplomityö. Tampereen teknillinen yliopisto. Rakennetun ympäristön tiedekunta. Trepo julkaisuarkisto.

Heiskanen, Iida. 2023. Rakennusosien uudelleenkäyttö osana kiertotaloutta. Opinnäytetyö. Savonia-ammattikorkeakoulu. Theseus-tietokanta.

Helsingin kiertotalouden klusteriohjelma. 2023. Verkkoaineisto. Testbed Helsinki. <<https://testbed.hel.fi/wp-content/uploads/2023/08/kiertotalousklusteriperusesitys-24.8.2023.pdf>>. 24.8.2024. Luettu 12.6.2024.

Hopkinson, Peter; Chen, Han-Mei; Zhou, Kan; Wang, Yong; Lam, Dennis. 2019. Recovery and reuse of structural products from end-of-life buildings. s.119–128 Proceedings of the Institution of Civil Engineers – Engineering Sustainability.

Hradil, Petr; Wahlström, Margareta; Teittinen, Tuuli; Lehtonen, Katja. 2019. Purkukartoitus – opas laatijalle. Verkkoaineisto. Ympäristöministeriö. <[https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/161883/YM\\_2019\\_30.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/161883/YM_2019_30.pdf?sequence=1&isAllowed=y)>. Luettu 9.8.2024.

Hradil, Petr; Wahlström, Margareta; Teittinen, Tuuli; Bergmans, Jef; Van Cauwenberghe, Liesbet; Sičáková, Alena; Struková, Zuzana; Li, Jiabin.

Purkukartoitus Periaatteet. Verkkoaineisto. Rawmaterials academy.  
<[https://projectsites.vtt.fi/sites/parade/files/PARADE\\_EIT\\_RM\\_FI.pdf](https://projectsites.vtt.fi/sites/parade/files/PARADE_EIT_RM_FI.pdf)>. Luettu 15.7.2024.

Hradil, Petr; Talja, Asko; Wahlström, Margareta; Huuhka, Satu; Lahdensivu, Jukka & Pikkuvirta, Jussa. 2014. Reuse of structural elements. Environmentally efficient recovery of building components. Verkkoaineisto. VTT Technology 200.  
<<https://www.vttresearch.com/sites/default/fi->>. Luettu 16.7.2024.

Hradil, Petr. 2014. Barriers and opportunities of structural elements re-use. Tutkimusraportti VTT-R-01363–14. Verkkoaineisto. VTT. <<https://www.vttresearch.com/sites/default/files/julkaisut/muut/2014/VTT-R-01363-14.pd>>. Luettu 14.7.2024.

Huuhka, Satu. 2010. Kierrätys arkkitehtuurissa. Betonielementtien ja muiden rakennusosien uudelleenkäyttö uudisrakentamisessa ja lähiöiden energiatehokkaassa korjaus- ja täydennysrakentamisessa. Diplomityö. Tampereen teknillinen yliopisto. Rakennetun ympäristön tiedekunta. Trepo julkaisuarkisto.

Huuhka, Satu & Lahdensivu, Jukka. 2014. Statistical and geographical study on demolished buildings. Verkkoaineisto. Building Research and Information vol 44:1, 73-96. <[https://trepo.tuni.fi/bitstream/handle/10024/125592/Huuhka\\_Lahdensivu\\_Statistical\\_and\\_geographical\\_study\\_on\\_demolished\\_buildings\\_Accepted\\_Manuscript.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://trepo.tuni.fi/bitstream/handle/10024/125592/Huuhka_Lahdensivu_Statistical_and_geographical_study_on_demolished_buildings_Accepted_Manuscript.pdf?sequence=1&isAllowed=y)>. 6.12.2014. Luettu 13.6.2024.

Huuhka, Satu; Köliö, Arto; Annala, Petri & Poti, Antti. 2018. Puurakenteiden uudelleenkäyttömahdollisuudet. Verkkoaineisto. Tampereen teknillinen yliopisto. Rakennustekniikan laitos. Rakennetekniikka. Tutkimusraportti 165.  
<[https://trepo.tuni.fi/bitstream/handle/10024/116548/Puurakenteiden\\_uudelleenka\\_ytto\\_mahdollisuudet.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://trepo.tuni.fi/bitstream/handle/10024/116548/Puurakenteiden_uudelleenka_ytto_mahdollisuudet.pdf?sequence=1&isAllowed=y)>. Luettu 22.7.2024.

Huuhka, Satu. 2021. Reusing building components. Luento Tampereen yliopistossa. Luettu 21.7.2024.

Häkkinen, Tarja. 2021. Tiedonhallinnan uudet tarpeet rakentamisen kiertotaloudessa. Teoksessa Huttunen E. (toim.) Kiertotalous rakennetussa ympäristössä. s. 73–84. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Jalava, Eero; Leppänen, Riikka; Lehtinen, Antti; Yrjönmäki, Sara; Korhonen, Nita; Tolonen, Ella; Simanaine, Miikka; Byckling, Lauri. 2021. Kiertotalouden vaikutukset työhön ja osaamiseen. Verkkoaineisto. Sitra. <<https://media.sitra.fi/app/uploads/2021/03/sitra-kiertotalouden-vaikutukset-tyohon-ja-osamiseen-v3.pdf>>. 3.3.2021. Luettu 25.5.2024.

Jätekuljetusten valvonnan kehittämishanke. 2022. Verkkoaineisto. ELY-keskus <<https://www.ely-keskus.fi/varsinais-suomi-jatekuljetusten-valvonnan-kehittamishanke>>. 22.04.2022. Luettu 23.7.2024.

Kestävä kehitys. 2024. Verkkoaineisto. Motiva. <[https://www.motiva.fi/kestava\\_kehitys](https://www.motiva.fi/kestava_kehitys)>.19.4.2024. Luettu 3.7.2024.

Kestävän kehityksen globaali toimintaohjelma Agenda 2030. Verkkoaineisto. Suomen kestävän kehityksen toimikunta. <<https://kestavakehitys.fi/agenda-2030>>. Luettu 29.5.2024.

Kestävän purkamisen green deal -sopimus. Verkkoaineisto. Sitoumus2050. <[https://sitoumus2050.fi/kestavapurkaminen#/>. Luettu 26.6.2024.](https://sitoumus2050.fi/kestavapurkaminen#/)

Kiertotalouden green deal kutsuu edelläkävijät mukaan kiertotaloustoimiin. 2024. Verkkoaineisto. Kiertotalous-Suomi. <<https://kiertotaloussuomi.fi/uutiset/2024/06/14/kiertotalouden-green-deal-kutsuu-edellakavijat-mukaan-kiertotaloustoimiin/>>. 14.6.2024. Luettu 25.6.2024.

Kiertotalouden green deal. 2024. Verkkoaineisto. Kiertotalous-Suomi. <<https://kiertotaloussuomi.fi/toiminta/kiertotalouden-green-deal/>>. Luettu 25.6.2024.

Kiertotalousopetusta kaikille koulutusasteille. Verkkoaineisto. Sitra.  
<<https://www.sitra.fi/hankkeet/kiertotalousopetusta-kaikille-koulutusasteille/#opettajille>>. Luettu 25.5.2024.

Kiinteistön tekniset käyttöiät ja kunnossapitajaksot. 2008. RT 18-10922. Rakennustieto.

Kinnunen, Elli. Purkumateriaaliselvitys kertoo rakennustuotteiden uudelleenkäytön ja kierrätyksen mahdollisuudet. Verkkoaineisto. A-Insinöörit.  
<https://www.ains.fi/asiantuntija-artikkelit/purkumateriaaliselvitys-rakennustuotteiden-uudelleenka4yt%3%B6n-ja-kierr%3A4tyksen-edistajana>>. Luettu 15.6.2024.

Kohti kestäväää arkkitehtuuria. 2022. Verkkoaineisto. Valtioneuvosto.  
<<https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-383-508-5>>. Luettu 29.5.2024.

Koponen, Antti. 2023. Rakennustuotteiden uudelleenkäyttöä kannattaa kehittää. Verkkoaineisto. Helsingin kiertotalous klusteriohjelma. <<https://www.rakennuslehti.fi/blogit/rakennustuotteiden-uudelleenka4yttoa-kannattaa-kehittaa/>>. 22.5.2023. Luettu 10.6.2024.

Koponen, Antti. 2024. Työkaluja uudelleen käytettävien rakennustuotteiden kelpoisuuden osoittamiseen. Verkkoaineisto. Ratkaisuja rakentamisen tulevaisuuden seminaari. <<https://www.rakennuslehti.fi/wp-content/uploads/2024/02/Kelpoisuustyokalu-Antti-Koponen.pdf>>. 15.2.2024. Luettu 5.6.2024.

Kuittinen, Matti. 2019. Kiertotalous julkisissa purkuhankkeissa: Hankintaopas. Verkkoaineisto. Ympäristöministeriö. <<https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/161882>>. 15.11.2019. Luettu 20.8.2024.

Kukkonen, Tommi & Matvainen, Mikko. 2023. Rakennus- ja purkupuun uudelleenkäyttö on Suomessa vielä vähäistä. Verkkoaineisto. Karelia ammattikorkeakoulu. <<https://www.karelia.fi/2023/08/rakennus-ja-purkupuun-uudelleenka4ytto-on-suomessa-viela-vahaista/>>. Luettu 6.6.2024.

Kun jäte lakkaa olemasta jäte. 2019. Verkkoaineisto. Kierrätysteollisuus. <<https://kierratysteollisuus.fi/kun-jate-lakkaa-olemasta-jate/>>. 17.9.2019. Luettu 3.6.2024.

Lahdensivu, Jukka; Huuhka, Satu; Annila, Petri; Pikkuvirta, Jussa; Köliö, Arto; Pakkala, Toni. 2015. Betonielementtien uudelleenkäyttömahdollisuudet. Verkkoaineisto. Tampereen teknillinen yliopisto. Rakennustekniikan laitos. Rakennetekniikka. Tutkimusraportti 162. <[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)>. 15.1.2015. Luettu 5.7.2024.

LCA-työkaluja rakentamiseen ja valmistavaan teollisuuteen. 2024. Verkkoaineisto. One Click LCA Ltd. <<https://oneclicklca.com/fi/>>. Luettu 10.6.2024.

Leino, Roosa. 2021. Viisi tapaa edistää kiertotaloutta rakennushankkeessa. Verkkoaineisto. A-Insinöörit. <<https://www.ains.fi/asiantuntija-artikkelit/viisi-tapaa-edistaa-kiertotaloutta-rakennushankkeessa>>. 17.3.2021. Luettu 7.7.2024.

Lehtonen, Katja. 2019. Purkutyöt - opas tekijöille ja teettäjiille. Verkkoaineisto. Valtioneuvosto. <<http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-361-036-1>>. 15.11.2019. Luettu 25.5.2024.

Lehtonen, Katja. 2023. Uudelleenkäytön tielle kasataan esteitä. Verkkoaineisto. Helsingin klusteriohjelma. <<https://www.rakennuslehti.fi/blogit/uudelleenkayton-tielle-kasataan-yha-esteita/>>. 20.3.2023. Luettu 3.6.2024.

Maankäyttö- ja rakennuslaki. 1999. 132/5.2.1999.

Make conscious material choices. 2024. Verkkoaineisto. Materialisting. <<https://www.materialisting.com/>>. Luettu 10.6.2024.

Miksi asbestikartoitus pitää teettää. Verkkoaineisto. Suomen Haitta-ainekartoitus Oy. <<https://www.haitta-ainekartoitus.fi/>>. Luettu 30.6.2024.

Mäntylä, Anne-Marie & Salmi, Petri. 2022. Puurakentamisen kiertotalouden ratkaisut-selvitysraportti. Verkkoaineisto. Spolia Design. <[https://yrjojahanna.fi/wp-content/uploads/2023/01/Kiertotalouskortteli-%E2%80%93rakennusosien-uudelleenkaaytto-Spolia-raportti-5\\_2022.pdf](https://yrjojahanna.fi/wp-content/uploads/2023/01/Kiertotalouskortteli-%E2%80%93rakennusosien-uudelleenkaaytto-Spolia-raportti-5_2022.pdf)>. 15.9.2022. Luettu 16.7.2024.

Non-invasive 3D scanning. 2024. Verkkoaineisto. Deep Scan Tech. <<https://www.deepscantech.com/>>. Luettu 17.6.2024.

Nordby, Anne Sigrid; Berge, Bjørn; Hakonsen, Finn; Hestnes, Anne Grete. 2009. Criteria for salvageability: the reuse of bricks. Building Research & Information, Vol. 37, s. 55–67. Luettu. 20.7.2024.

Näkemyksiä rakennusosien uudelleenkäyttöön ja siihen liittyviin sisäilmariskeihin. 2024. Verkkoaineisto. Rakennustietosäätö. <<https://www.rts.fi/nakemyksia-rakennusosien-uudelleenkaayttoon-ja-siihen-liittyviin-sisailmariskeihin/>>. 12.3.2024. Luettu 4.6.2024.

Pulkki, Timo & Hassinen, Erkki. 2021. Asiantuntijat: Rakennustuotteiden uudelleenkäyttö on vielä enemmän mahdollisuus kuin mahdollisuus. Verkkoaineisto. Rakennuslehti. <<https://www.rakennuslehti.fi/2021/11/asiantuntijat-rakennustuotteiden-uudelleenkaaytto-on-viela-ennemmin-mahdollisuus-kuin-mahdollisuus/>>. Luettu 25.7.2024.

Purkumateriaalien kelpoisuus. 2022. Verkkoaineisto. Valtioneuvosto. <<https://tietokayttoon.fi/-/purkumateriaalien-kelpoisuus>>. Luettu 20.6.2024.

Purkumateriaalien kiertotalous vaatii tuotehyväksynnän kehittämistä ja tietotaidon kasvattamista. 2022. Verkkoaineisto. Valtioneuvosto. <<https://tietokayttoon.fi/-/10616/selvitys-purkumateriaalien-kiertotalous-vaatii-tuotehyvaksynnän-kehittamista-ja-tietotaidon-kasvattamista>>. 16.2.2022. Luettu 21.6.2022.

Rakennetun ympäristön tietojärjestelmä. 2024. Verkkoaineisto. Suomen ympäristökeskus. <<https://ryhti.syke.fi/>>. Luettu 21.6.2024.

Rakennuslehti. 2021. Asiantuntijat: Rakennustuotteiden uudelleenkäyttö on vielä enemmän mahdollisuus kuin mahdollisuus. Verkkoaineisto. <https://www.rakennuslehti.fi/2021/11/asiantuntijat-rakennustuotteiden-uudelleenkaytto-on-viela-ennemmin-mahdottomuus-kuin-mahdollisuus/>. 8.11.2024. Luettu 14.6.2024.

Rakennuseristeiden kierrätys ja uusiokäyttö. Verkkoaineisto. Rakennustieto. <https://haku.tuotetieto.fi/1430229>. Luettu 24.7.2024.

Rakennusmateriaalien kierrätys ja uudelleenkäyttö yleistyvät vauhdilla. Verkkoaineisto. Saint-Cobain. <https://www.leca.fi/rakennusmateriaalien-kierratys-ja-uudelleenkaytto-yleistyvat-vauhdilla>. Luettu. 25.7.2024.

Rakennusmateriaalien haitta-aineet. 2023. Verkkoaineisto. Ympäristöhallinnon verkkopalvelu. <https://www.ymparisto.fi/fi/rakennettu-ymparisto/rakentaminen/kiinteistojen-yllapito-ja-korjaaminen/rakennusmateriaalien-haitta-aineet>. 16.11.2023. Luettu 1.7.2024.

Rakennusmateriaalien uudelleenkäyttö, kierrätys ja jätehuolto. 2022. Verkkoaineisto. Ympäristöhallinnon verkkopalvelu. <https://www.ymparisto.fi/fi/rakennettu-ymparisto/rakentaminen/kiinteistojen-yllapito-ja-korjaaminen/rakennusmateriaalien-uudelleenkaytto-kierratys-ja-jatehuolto>. 1.9.2023. Luettu 7.7.2024.

Rakennusmateriaalien uudelleenkäyttö; kelpoisuuden osoittaminen. Verkkoaineisto. Kouvola Innovationin REUSE -hanke. [https://puutuoteteollisuus.fi/images/puufaktaa/ymparisto-kiertotalous-yms/Raportti\\_Rakennusmateriaalien%20uudelleenk%C3%A4ytt%C3%B6\\_REUSE%20Kinno\\_Ytekki%20Oy.pdf](https://puutuoteteollisuus.fi/images/puufaktaa/ymparisto-kiertotalous-yms/Raportti_Rakennusmateriaalien%20uudelleenk%C3%A4ytt%C3%B6_REUSE%20Kinno_Ytekki%20Oy.pdf). Luettu 7.7.2024.

Rakennusosien uudelleenkäyttö. 2024. Verkkoaineisto. Rakennustietosäätiö. <https://www.rts.fi/rakennusosien-uudelleenkaytto/>. 15.02.2024. Luettu 3.7.2024.

Rakennusosien uudelleenkäyttöä tulee kirittää hallitusti ja tutkittuun tietoon pohjautuen. Verkkoaineisto. Rakennustieto. <<https://www.rakennustieto.fi/post/rakennusosien-uudelleenkayttoa-tulee-kirittaa-hallitusti-ja-tutkittuun-tietoon-pohjautuen>>. Luettu 19.6.2024.

Rakennustuotteiden uudelleenkäyttöä sujuvoitettava. 2022. Verkkoaineisto. Kierrätysteollisuus ry. <<https://kierratysteollisuus.fi/rakennustuotteiden-uudelleenkayttoa-sujuvoitettava/>>. 3.2.2022. Luettu. 26.7.2024.

Rakennustuotteiden uudelleenkäyttö on Suomessa mahdollista rakennuspaikkakohtaista varmentamista käyttäen. 2022. Verkkoaineisto. Ympäristöministeriö. <<https://ym.fi/-/rakennustuotteiden-uudelleenkaytto-on-suomessa-mahdollista-rakennuspaikkakohtaista-varmentamista-kayttaen>>. 21.6.2022. Luettu 6.6.2024.

Realaizer simuloi sen, mitä et vielä tiedä. 2024. Verkkoaineisto. Realaizer. <<https://realaizer.com/>>. Luettu 10.6.2024.

Resurssiviisas rakennettu ympäristö. Verkkoaineisto. Green Building Council Finland. <<https://figbc.fi/media/green-building-council-finland-kiertotalouden-green-deal-2024.pdf>>. Luettu 27.6.2024.

UIA. 2023. The UIA world congress of architects states a new sustainable beginning. Verkkoaineisto. World congress of architects. <<https://uia2023cph.org/the-uia-world-congress-of-architects-states-a-new-sustainable-beginning/>>. 6.7.2023. Luettu 12.7.2024.

Ultraääni kertoo tiilen kunnan. 2023. Verkkoaineisto. Kivirakentaminen. <[https://issuu.com/kivirakentaminen/docs/km\\_1\\_2023/s/22080660](https://issuu.com/kivirakentaminen/docs/km_1_2023/s/22080660)>. Luettu 20.7.2024.

UURAKET, uudelleenkäytettävien rakennusosien käytön edistäminen talonrakentamisessa. Verkkoaineisto. Rakennustietosäätiö.

<<https://www.rts.fi/project/uudelleen kaytettavien-rakennusosien-kayton-edistaminen-talonrakentamisessa-uuraket-hanke/>>. Luettu 3.6.2024.

Uusi elämä betonille ja betonituotteille. 2017. Verkkoaineisto. Maisemabetoni. <<https://maisemabetoni.fi/fin/betonin-uusiokaytto/betoni-kiertaa/?cmlz-force-reload=1714119965275>>. Luettu 16.7.2024.

Sjöstedt, Tuula. 2018. Mitä nämä käsitteet tarkoittavat? Verkkoaineisto. Sitra. <<https://www.sitra.fi/artikkelit/mita-nama-kasitteet-tarkoittavat/>>. 26.06.2018. Luettu 26.7.2024.

Tarpio, Jyrki. 2021. Hierarkkiset joustavuustasot ja rakennusten kiertotalous. Teoksessa Huttunen Eeva. (toim.) Kiertotalous rakennetussa ympäristössä. s. 62–72. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Teräsrakentaminen kannattaa, sillä terästä voidaan kierrättää käytännössä ikuisesti. 2021. Verkkoaineisto. Teknisen Kaupan Liitto ry. <<https://tekninen.fi/uutishuone/terasrakentaminen-kannattaa-silla-terasta-voidaan-kierrattaa-kaytannossa-ikuisesti/>>. 10.11.2021. Luettu 14.7.2024.

Teräsrakenteiden uudelleenkäyttö. Verkkoaineisto. Teräsrakenneyhdistys. <<https://www.terasrakenneyhdistys.fi/fin/teras/co2-ja-kiertotalous/terasrakenteiden-uudelleenkaytto/>>. Luettu 14.7.2024.

Teräsrakenteiden uudelleenkäyttö. 2023. Verkkoaineisto. Teräsrakenneyhdistys. <[https://www.terasrakenneyhdistys.fi/document/1/1280/8747449/Terasrakenteiden\\_uudelleenkaytto\\_ISBN\\_952\\_9683\\_49\\_9.pdf](https://www.terasrakenneyhdistys.fi/document/1/1280/8747449/Terasrakenteiden_uudelleenkaytto_ISBN_952_9683_49_9.pdf)>. Luettu 14.7.2024.

Tietoa palvelusta. Verkkoaineisto. Materiaalitori. <<https://www.materiaalitori.fi/tietoa-palvelusta#kuka>>. Luettu 11.7.2024.

Tiili. Verkkoaineisto. Ympäristöhallinnon verkkopalvelu. <<https://www.ymparisto.fi/fi/rakennettu-ymparisto/ekotehokas-rakentaminen/kiinteistojen-yllapito-ja-korjaaminen/rakennusmateriaalien-tietopankki/tiili>>. Luettu 20.7.2024.

Turpeinen, Laura. 2023. Kasvatetaan uusiomateriaalien kysyntää uusilla ohjauskeinoilla. Verkkoaineisto. Kierrätysteollisuus. <<https://kierratysteollisuus.fi/kasvatetaan-uusiomateriaalien-kysyntaa-uusilla-ohjauskeinoilla/>>. 27.3.2023. Luettu 9.6.2024.

Typpö, Elsa. 2023. Rakennusosien ja -materiaalien uudelleenkäyttö Suomessa ja muualla Euroopassa. Kandidaatintyö. Tampereen yliopisto, Rakennetun ympäristön tiedekunta. Trepo julkaisuarkisto.

Tähtinen, Katja. 2021. Uudelleenkäytettävien rakennusmateriaalien käyttöönotto vaatii vielä paljon valmistelua. Verkkoaineisto. Sisäilmautiset. <<https://sisailmautiset.fi/uudelleenkaytettavien-rakennusmateriaalien-kayttoonotto-vaatii-viela-paljon-valmistelua/>>. 15.11.2021. Luettu 5.7.2024.

Tähtinen, Katja. 2023. Rakennusosien uudelleenkäyttö. Verkkoaineisto. Talojuristit. <<https://talojuristit.fi/post/blogivieras-rakennusosien-uudelleenkaytto>>. 22.11.2023. Luettu 18.6.2024.

Valtioneuvoston päätös asbestityöstä. 2024. 1380/1994. Luettu 30.6.2024.

Valtioneuvoston periaatepäätös kiertotalouden strategisesta ohjelmasta. 2021. Verkkoaineisto. Ympäristöministeriö. <https://ym.fi/documents/1410903/42733297/Valtioneuvoston+periaatep%C3%A4%C3%A4t%C3%B6s+8.4.2021+kiertotalouden+strategisesta+ohjelmasta.pdf/aee1e0d0-802f-b272-e424-50c9cd1c5f5e/Valtioneuvoston+periaatep%C3%A4%C3%A4t%C3%B6s+8.4.2021+kiertotalouden+strategisesta+ohjelmasta.pdf?t=1617783970488>>. 30.3.2021. Luettu 26.7.2024.

Vansén-Raitio, Milja. 2024. Materiaalien uudelleenkäyttö korjausrakentamisessa. Insinööriö. (YAMK). Kaakkois-Suomen Ammattikorkeakoulu. Theseustietokanta.

Vara, Laura. 2023. Materiaaleista parhain on olemassa oleva. Verkkoaineisto. Helsingin kiertotalouden klusteriohjelman. <<https://www.rakennuslehti.fi/blogit/materiaaleista-parhain-on-olemassa-oleva/>>. 18.9.2023. Luettu 25.7.2024.

Wahlström, Margareta. 2021. Materiaalien puhtaus ja vaaralliset aineet. Teoksessa: Huttunen, Eeva. (toim.) 2021. Kiertotalous rakennetussa ympäristössä. s. 134–141. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Ylitalo, Silja. 2022. Uusi ohjeistus tuo helpotusta rakennusmateriaalien uudelleenkäyttöön. Verkkoaineisto. SAFA. <<https://www.safa.fi/arkkitehtiutiset/uusi-ohjeistus-tuo-helpotusta-rakennusmateriaalien-uudelleenkayttöön-kohdistaisinkatseen-arkkitehteihin-ja-muihin-luoviin-suunnittelijoihin/>>. 12.9.2022. Luettu 11.6.2024.

Ympäristöministeriö. 2022a. Verkkoaineisto. Ympäristöministeriön asetus rakennuksen materiaaliselosteesta. <<https://www.lausuntopalvelu.fi/FI/Proposal/Participation?proposalId=281439c7-9285-4141-a480-4efd9addb0cb>>. Luettu 21.8.2024.

Ympäristöministeriö. 2022b. Verkkoaineisto. Purkamalla uudenveroista. <<https://ym.fi/-/purkamalla-uudenveroista>>. 16.9.2022. Luettu 20.6.2024.

Ympäristöministeriö. 2023. Eduskunta hyväksyi rakentamisen päästöjä pienentävät ja digitalisaatiota edistävät lait. Verkkoaineisto. Ympäristöministeriö. <<https://ym.fi/-/eduskunta-hyvaksyi-rakentamisen-paastoja-pientavat-ja-digitalisaatiota-edistavat-lait>>. 1.3.2023. Luettu 22.8.2024.

Zhu, Ying; Lonka, Harriet; Tähtinen, Katja; Anttonen, Markku; Isokääntä, Päivi; Knuutila, Anssi; Lahdensivu, Jukka; Mahiout, Selma; Mäntylä, Anne-Marie; Raimovaara, Markku; Rantio, Tiina; Santonen, Tiina; Teittinen, Tuuli. 2022. Purkumateriaalien kelpoisuus eri käyttökohteisiin turvallisuuden ja terveellisyydennäkökulmasta. Verkkoaineisto. Valtionneuvosto. <<http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-383-253-4>>. 16.2.2022. Luettu 29.5.2024.



