



Teollisuusrakennusten purkumateriaalien uudelleenkäyttö- ja

kierrätysmahdollisuudet:

Lahden kaupungin Niemi Living Lab -hanke

Helsingin yliopisto
Ympäristömuutoksen ja globaalin
kestävyyden maisteriohjelma
Pro gradu -tutkielma
4/2024
Tua Valtonen

Tiedekunta - Fakultet - Faculty Bio- ja ympäristötieteellinen tiedekunta		
Tekijä - Författare – Author Tua Valtonen		
Työn nimi - Arbetets titel –Title Teollisuusrakennusten purkumateriaalien uudelleenkäyttö- ja kierrätysmahdollisuudet: Lahden kaupungin Niemi Living Lab -hanke		
Oppiaine - Läroämne - Subject Ympäristömuutos ja globaali kestävyys		
Työn laji/ Ohjaaja - Arbetets art/Handledare - Level/Instructor Pro gradu -tutkielma/Merja Kontro	Aika - Datum - Month and year 04/2024	Sivumäärä - Sidoantal - Number of pages 92 s + 14 s liitteet
Tiivistelmä - Referat – Abstract		
<p>Kiertotaloutta on esitetty ratkaisuksi rakennussektorin kestävyysaasteisiin, sillä kiertotalouden perusstrategiat tehostavat rakennus- ja purkujätteen sisältämien materiaalien hyötykäyttöä, vähentävät syntyvän jätteen määrää ja kasvattavat resurssitehokkuutta. Suomi on sitoutunut hyödyntämään kaikista rakennus- ja purkujätteestä materiaalina vähintään 70 %, mutta tavoitteen saavuttaminen vaatii lisätoimia. Kaupungeilla on merkittävä rooli kiertotalouden mukaisen materiaalikierron edistämisessä.</p> <p>Tämä tutkielma liittyy Lahden kaupungin organisoimaan Niemi Living Lab -pilottihankkeeseen, jossa suunnitellaan Lahdessa sijaitsevan Niemen alueen muutosta teollisuusalueesta asuin- ja virkistysalueeksi. Hankkeen perusajatuksena on miettiä, miten alueen purkumateriaalit saataisiin hyödynnettyä mahdollisimman tehokkaasti kiertotalouden periaatteita noudattaen. Tutkimuksen tavoitteena oli tehdä yleistason kartoitus alueelta ensimmäisenä purettavien tehdasrakennusten purkumateriaaleista ja niiden uudelleenkäyttö- ja kierrätysmahdollisuuksista sekä selvittää, millaisia haasteita purkumateriaalien uudelleenkäytölle ja kierrätykselle on alan yritysten näkökulmasta.</p> <p>Tutkimus on tyypiltään tapaustutkimus, jonka aineisto koostui kenttäpäivien havainnoista, materiaalilaskelmista ja asiantuntijahaastatteluilta. Tiedonkeruussa hyödynnettiin lisäksi rakennus- ja purkujätteitä käsittelevien yritysten internetsivuja ja ajankohtaisia dokumentteja. Haastateltavia yrityksiä olivat Purkupiha Oy, Gles-yhtiöt, Umacon Oy, Salpamaa Oy, Tarpaper Recycling Finland Oy, Kuusakoski Oy, EcoUp Oyj ja Remeo. Aineiston analyysissä käytettiin sisällönanalyysin menetelmiä.</p> <p>Tulosten perusteella tehdasrakennuksista syntyy noin 101 499 tonnia purkumateriaalia. Kartoitettuihin materiaali-jakeisiin kuuluivat betoni, tiili, metalli, mineraalivilla, puu, kattohuopa eli bitumikate, lasi, muovi ja kumi, kipsi, keramiikka, asfaltti ja sähkö- ja elektroniikkalaiteromu (SER). Uudelleenkäyttöpotentiaalia on esimerkiksi ilmanvaihtolaitteilla, kuljettimilla, pumpuilla, teräksillä rakennusosilla, liimapuutuotteilla ja tiilillä. Kaikille materiaali-jakeille voidaan lähtökohtaisesti osoittaa jokin kierrätysväylä, mutta jakeisiin sisältyy joitakin materiaalityyppejä tai -laatuja, joita ei kyetä kierrättämään. Useita arvoa lisääviä kierrätysmenetelmiä on jo olemassa, mutta purkumateriaaleja hyödynnetään yhä paljon energiatuotannossa tai alhaisen arvon menetelmillä. Uudelleenkäytön ja kierrätyksen haasteissa korostuivat erityisesti taloudelliset näkökulmat sekä lainsäädännön vaikutus liiketoimintaan ja markkinoiden kehitykseen.</p>		
Avainsanat - Nyckelord purkaminen, kiertotalous, rakennus- ja purkujäte, purkumateriaali, kierrätys, uudelleenkäyttö		
Säilytyspaikka - Förvaringsställe - Where deposited Helsingin yliopiston kirjasto, Viikki		
Muita tietoja - Övriga uppgifter - Additional information		

Tiedekunta - Fakultet - Faculty Faculty of Biological and Environmental Sciences		
Tekijä - Författare - Author Tua Valtonen		
Työn nimi - Arbetets titel - Title Reuse and recycling possibilities of the demolition materials of industrial buildings: 'Niemi Living Lab' in the city of Lahti		
Oppiaine - Läroämne - Subject Environmental Change and Global Sustainability		
Työn laji/ Ohjaaja - Arbetets art/Handledare - Level/Instructor Master's thesis/Merja Kontro	Aika - Datum - Month and year 04/2024	Sivumäärä - Sidoantal - Number of pages 92 pp. + 14 pp. appendices
Tiivistelmä - Referat - Abstract Circular economy has been suggested as a solution to the sustainability issues of the construction sector, since its principles enhance material recovery from construction and demolition waste (CDW), reduce waste generation, and increase resource efficiency. Finland is committed to utilising 70 % of the CDW at minimum, but reaching the target requires more efforts. Cities play a major role in promoting circular material cycles. This thesis contributes to city of Lahti's 'Niemi Living Lab' pilot project, in which the Niemi area is planned to be transformed from an industrial area to a residential and recreational area. The main idea of the project is to establish how the CDW of the area could be utilised efficiently following circular economy principles. The aim of this study was to make a general survey of the demolition materials of the area's industrial buildings that are to be demolished first, and their reuse and recycling possibilities. Additionally, the study aimed to identify what kinds of challenges companies operating in the field of CDW view for the reuse and recycling of CDW. This study employs case study approach and the materials consisted of field work observations, material calculations, and expert interviews. Companies' websites and relevant documents were also utilised during data collection. Interviewed companies were Purkupiha Oy, Gles-yhtiöt, Umacon Oy, Salpamaa Oy, Tarpaper Recycling Finland Oy, Kuusakoski Oy, EcoUp Oyj ja Remeo. The material was analysed by methods of content analysis. The findings suggest that the industrial buildings generate around 101 499 tons of CDW. The investigated CDW streams included concrete, brick, metals, mineral wool, timber, bitumen roofing felt, glass, plastic and rubber, gypsum, ceramics, asphalt, and waste electrical and electronic equipment (WEEE). There is reuse potential for example for ventilation equipment, conveyors, pumps, steel elements, glue-laminated timber elements, and bricks. In principle, recycling is a possible outlet for all the material fractions, but within them there are some material types or qualities that cannot be recycled. Many upcycling methods exist already, but demolition materials are still utilised in energy production or downcycled. Economic aspects and legislation's effect on business activities and market development were highlighted as challenges for the reuse and recycling of CDW.		
Keywords demolition, circular economy, construction and demolition waste, demolition material, recycling, reuse		
Säilytyspaikka - Förvaringsställe - Where deposited Viikki Campus Library		
Muita tietoja - Övriga uppgifter - Additional information		

Keskeisiä käsitteitä

Purkumateriaali: Purkumateriaaleja ovat kaikki purkamisessa syntyvät materiaalit; sekä uudelleenkäytettävät osat, jotka eivät ole jätettä, että uudelleenkäyttöön valmisteltavat, hyödynnettävät tai loppukäsittelyyn päätyvät jätteet. Myös haitallisia aineita sisältävät materiaalit ovat purkumateriaaleja.

Uudelleenkäyttö: Tuotteen tai sen osan käyttämistä uudelleen samaan tarkoitukseen kuin mihin se on alun perin suunniteltu, eli esimerkiksi rakentamisessa.

Kierrätys: Jätteen hyödyntämistä materiaalina, jolloin jätejakeet toimitetaan jatkojalostettavaksi tai suoraan uusien tuotteiden valmistuksen raaka-aineeksi. Jätteen kierrätyksenä ei pidetä jätteen hyödyntämistä energiana eikä jätteen valmistamista polttoaineeksi tai maantäyttöön käytettäväksi aineeksi. Kierrätyksestä käytetään joskus myös termiä uusiokäyttö.

Uusiotuote: Kierrätysmateriaalista tehty uusi tuote. Voidaan käyttää myös termiä kierrätystuote.

Uusiomateriaali: Materiaalia, joka on jossain vaiheessa prosessia ollut luokiteltuna jätteeksi. Voidaan käyttää myös termiä kierrätysmateriaali.

Jätteen hyödyntäminen: Toimintaa, jonka ensisijaisena tuloksena jäte käytetään hyödyksi tuotantolaitoksessa tai muualla taloudessa siten, että sillä korvataan kyseiseen tarkoitukseen muutoin käytettäviä aineita tai esineitä, mukaan lukien jätteen valmistelu tällaista tarkoitusta varten.

Materiaalina hyödyntäminen: Muuta jätteen hyödyntämistä kuin jätteen hyödyntämistä energiana tai jätteen valmistamista polttoaineeksi tai muutoin energianlähteenä käytettäväksi materiaaliksi.

CE-merkintä: Sertifikaatti, joka osoittaa, että tuote on tarkastettu ja se täyttää EU:n turvallisuus-, terveys- ja ympäristövaatimukset.

Ei enää jätettä (EEJ) / End-of-Waste (EoW): Menettely, jonka läpikäynyt materiaali lakkaa olemasta jätettä ja muuttuu tuotteeksi.

MARA-asetus: Valtioneuvoston asetus eräiden jätteiden hyödyntämisestä maa-rakentamisessa.

Sisällys

KESKEISIÄ KÄSITTEITÄ
1 JOHDANTO	1
1.1 TAVOITTEET, HYPOTEESI JA MENETELMÄT	3
1.2 NÄKÖKULMA, RAJAUS JA RAKENNE.....	4
2 TEOREETTINEN VIITEKEHYS	5
2.1 KIERTOTALOUS OSANA KESTÄVÄÄ RAKENNUSSEKTORIA.....	5
2.2 TUTKIMUKSEN TARVE.....	9
2.3 UUELLEENKÄYTTÖÄ JA KIERRÄTYSTÄ KOSKEVA LAINSÄÄDÄNTÖ JA OHJAUS.....	11
2.4 YLEISTEN PURKUMATERIAALIJAKEIDEN KÄSITTELY.....	14
2.4.1 <i>Betoni</i>	15
2.4.2 <i>Tiili</i>	16
2.4.3 <i>Keramiikka</i>	17
2.4.4 <i>Metallit</i>	17
2.4.5 <i>Puu</i>	18
2.4.6 <i>Kipsi</i>	19
2.4.7 <i>Lasi</i>	20
2.4.8 <i>Muovi</i>	20
2.4.9 <i>Mineraalivilla</i>	22
2.4.10 <i>Kattohuopa</i>	22
2.4.11 <i>Sähkö- ja elektroniikkalaiteromu</i>	23
2.4.12 <i>Haitallisia aineita sisältävät materiaalit</i>	24
3 TAPAUUS: NIEMEN ALUEEN HIILINEUTRAALIUDEN JA KIERTOTALOUDEN LIVING LAB.....	24
4 AINEISTO JA MENETELMÄT	28
4.1 TAPAUSTUTKIMUS.....	28
4.2 AINEISTON KERUU	30
4.2.1 <i>Kenttätyö ja materiaalilaskelmat</i>	30
4.2.2 <i>Purkumateriaaleja käsittelevien yritysten kartoittaminen</i>	31
4.2.3 <i>Asiantuntijahaastattelut</i>	32
4.3 AINEISTON ANALYYSI	35
5 TULOKSET.....	38
5.1 RAKENNUSTEN PURKUMATERIAALIT	38
5.2 UUELLEENKÄYTTÖMAHDOLLISUUDET	41
5.2.1 <i>Koneet ja laitteet</i>	41
5.2.2 <i>Rakennusosat</i>	42
5.3 KIERRÄTYSMAHDOLLISUUDET	44
5.3.1 <i>Betoni</i>	44
5.3.2 <i>Tiili</i>	47
5.3.3 <i>Keramiikka</i>	48
5.3.4 <i>Puu</i>	49
5.3.5 <i>Lasi</i>	51
5.3.6 <i>Muovi ja kumi</i>	52
5.3.7 <i>Asfaltti</i>	54
5.3.8 <i>Kattohuopa eli bitumikate</i>	54
5.3.9 <i>Metallit</i>	56

5.3.10	<i>Eristeet</i>	58
5.3.11	<i>Kipsi</i>	60
5.3.12	<i>Sekalainen rakennusjäte</i>	61
5.3.13	<i>Sähkö- ja elektroniikkalaiteromu</i>	62
5.4	PURKUMATERIAALIEN KIERRÄTYKSEN JA UUELLEENKÄYTÖN HAASTEET	63
5.4.1	<i>Tekniset ja logistiset haasteet</i>	64
5.4.2	<i>Taloudelliset haasteet</i>	67
5.4.3	<i>Lainsäädännölliset haasteet</i>	71
5.4.4	<i>Tiedonpuute ja asenteet</i>	72
6	TULOSTEN TARKASTELU	73
6.1	KESKEISET HAVAINNOT JA TULEVAISUUS	73
6.2	TUTKIELMAN RAJOITTEET	81
7	JOHTOPÄÄTÖKSET	82
	KIITOKSET	85
	LÄHTEET	86
	LIITTEET	93

1 Johdanto

Rakennussektori on äärimmäisen materiaali-intensiivinen toimiala, joka tuottaa valtavasti päästöjä ja jätettä. Rakentaminen kuluttaa noin 50 % maapallon neitseellisistä luonnonvaroista ja tuottaa noin 35 % globaaleista kasvihuonekaasupäästöistä (Ympäristöministeriö, 2023a). Rakennussektorin toiminta aiheuttaa ympäristöongelmia rakennusten elinkaaren kaikissa vaiheissa, mutta erityisesti elinkaaren loppuvaiheessa, jolloin purkutoiminnan seurauksena syntyy koostumukseltaan vaihtelevaa rakennus- ja purkujätettä (Ghisellini ym., 2018). Rakennus- ja purkujätteestä on muodostunut nykypäivän yhteiskunnan suurin yksittäinen jätevirta, joka sisältää useita eri jätejakeita, kuten betonia, tiiltä, metalleja, lasia, kipsiä ja puuta (Silva ym., 2017; Zhang ym., 2022). Globaali kaupungistuminen lisää syntyvän jätteen määrää entisestään, joten kestävien jätteenkäsittelymenetelmien ja resurssiviisauden kehittäminen on oleellista.

Rakennus- ja purkujäte sisältää merkittävän määrän sellaisia materiaaleja ja rakennusosia, joilla on korkea potentiaali uudelleenkäytölle ja kierrätykselle (Chen ym., 2018). Globaalisti tarkasteltuna suurin osa purkutoiminnassa syntyvästä jätteestä on laadultaan sekalaista tai pilaantunutta rakennusjätettä, koska sitä ei lajitella purkamisen yhteydessä (Huang ym., 2018). Syntypaikkalajittelun puute heikentää rakennusjätteen sisältämien materiaalien uudelleenkäyttö- ja kierrätyspotentiaalia ja toimii siten esteenä resurssitehokkuudelle (Ghisellini ym., 2018). Purkumateriaalien hyötykäytön lisääminen on mahdollista muun muassa jätteiden tehokkaalla syntypaikkalajittelulla, joka tuottaa erilliskerättyjä jätejakeita (Nußholz ym., 2019). Rakennus- ja purkujätteen negatiivisiin ympäristövaikutuksiin ja jätemäärän kasvuun on havahduttu ympäri maailmaa, minkä vuoksi rakennussektorin jätehuollon kehittämisestä on tehty prioriteetti useissa kestävään kehitykseen tähtäävissä ohjelmissa (Esa ym., 2017).

Kiertotaloutta on esitetty yleisesti ratkaisuksi kaupunkien ja rakennussektorin kestävyysaasteisiin, sillä se mahdollistaa samanaikaisesti negatiivisten ympäristövaikutusten vähentämisen ja talouden kasvun (Joensuu ym., 2020; Ginga ym., 2020). Kiertotalouden perusstrategiat, jotka liittyvät jätteen vähentämiseen,

uudelleenkäyttöön ja kierrätykseen, voivat auttaa tehostamaan rakennus- ja purkujätteen sisältämien materiaalien hyötykäyttöä ja vähentää siten syntyvän jätteen määrää (esim. Esa ym., 2017; Huang ym., 2018). Muut rakennus- ja purkujätteiden käsittelyä koskevat kiertotalouden strategiat liittyvät jätehuoltosuunnitelmien ja purkukartoituksen tekoon, jätteen keräys- ja lajittelutekniikoihin, jätteen kuljetukseen ja valikoivan purkamisen käyttöön (López-Ruiz ym., 2020). Kiertotaloutta on edistetty Euroopassa Euroopan Unionin (EU) asettamien kiertotaloustavoitteiden kautta, jotka ohjaavat jäsenvaltioita kohti kestävämpää jätteenkäsittelyä. EU:n jätedirektiivissä (Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi (EU) 2008/98/EY) asetetun tavoitteen mukaan vähintään 70 % rakennus- ja purkujätteestä tulisi valmistella uudelleenkäyttöön, kierrättää, tai hyödyntää muuten materiaalina. Suomessa hyödyntämisaste on yhä alle 60 %, joten tavoitteeseen pääsy vaatii kovempia toimenpiteitä (Ympäristöministeriö, 2023a).

Purkumateriaalien uudelleenkäytön ja kierrätyksen todellinen kestävyys vaihtelee tapaus- ja paikkakohtaisesti, minkä vuoksi materiaalien uudelleenkäyttö- ja kierrätyspotentiaali tulee arvioida jokaisen purkukohteen kohdalla erikseen (Ghisellini ym., 2018). Purkumateriaalit ohjataan usein suoraan johonkin vakiintuneeseen jätteenkäsittelyyn, mutta osa tutkijoista uskoo, että paras tapa vähentää materiaalihukkaa ja edistää luonnonvarojen kestävästä kulutuksesta on huomioida mahdolliset uudelleenkäyttö- ja kierrätysvaihtoehdot erikseen jokaisen purkumateriaalijakeen kohdalla (esim. Gálvez-Martos ym., 2018; Ghisellini ym., 2018). Vaihtoehtojen selvittäminen vaatii aluksi ymmärryksen syntyvistä jätejakeista sekä paikallisista jätteenkäsittelijöistä ja markkinoista (Lehtonen, 2019).

Kaupungit ovat merkittävä toimija tässä kontekstissa, sillä kaupungit, joihin on keskittynyt rakennettua ympäristöä, kulutusta ja jätevirtoja, tarjoavat mahdollisuuksia jätteiden materiaalihyötykäytölle ja kiertotalouden menestykselle soveltamiselle (Joensuu ym., 2020). Kaupungit voivat edistää toiminnallaan tehokasta ja innovatiivista rakennus- ja purkujätteen käsittelyä, ja toimia hyvänä esimerkkinä muille toimijoille. Lahden kaupunki tunnetaan Suomessa ympäristökaupunkina, joka pyrkii viemään

kiertotaloutta ja siihen liittyvää rakentamisen resurssitehokkuutta ja hiilineutraaliutta eteenpäin monin tavoin.

Tämä tutkielma liittyy Lahden kaupungissa sijaitsevan Niemen alueen muutokseen teollisuusalueesta asuin- ja virkistysalueeksi. Alueen kehityksen taustalla vaikuttaa kaupungin organisoima *Niemi Living Lab* -pilottihanke, jonka perusajatuksena on miettiä eri toimijoiden kesken, miten alueelta purettavien tehdasrakennusten purkumateriaalit saataisiin kierrätettyä mahdollisimman tehokkaasti ja hyödynnettyä mahdollisesti alueen uudelleenrakentamisessa. Alueen kehitys pyritään toteuttamaan kiertotalouden periaatteita ja hiilineutraalia rakentamista kunnioittaen. Tarkoituksena on vahvistaa samalla korkeakoulujen, paikallisten yritysten ja julkisen sektorin välistä innovaatioyhteistyötä.

1.1 Tavoitteet, hypoteesi ja menetelmät

Tutkimuksen tarkoituksena on edistää Lahden kaupungin hiilineutraalius- ja kiertotaloustavoitteiden toteutumista kartoittamalla, miten Niemen alueella sijaitsevien tehdasrakennusten purkumateriaaleja olisi mahdollista hyödyntää mahdollisimman tehokkaasti kiertotalouden periaatteita noudattaen. Pää tavoitteena on kartoittaa alueen ensimmäisessä muutosvaiheessa vapautuvien Polttimo Oy:n omistamien rakennusten purkumateriaalit sekä niiden uudelleenkäyttö- ja kierrätysmahdollisuudet. Samalla saadaan tietoa materiaalijakeiden hyötykäytön nykytilasta, kuten niiden olemassa olevista kierrätysketjuista. Tavoitteena on lisäksi löytää hyötykäyttöä rajoittavat tekijät, joita kehittämällä kierrätysastetta ja lisäarvon tuottamista on mahdollista parantaa jatkossa.

Tutkimuksen pääpaino on kierrätyksessä, mutta sen rinnalla tarkastellaan uudelleenkäyttöön liittyviä mahdollisuuksia ja haasteita. *Tutkimushypoteesin* mukaan kaikki tapauksen purkumateriaalit on mahdollista kierrättää. *Nollahypoteesin* mukaan mitään ei ole mahdollista kierrättää. Tärkeimpiä tutkimuskysymyksiä ovat:

1. Mitä purkumateriaaleja Polttimo Oy:n ensimmäisenä purettavista rakennuksista syntyy ja kuinka paljon?
2. Millaisia konkreettisia uudelleenkäyttö- ja kierrätysmahdollisuuksia tapauksen purkumateriaaleille on tällä hetkellä olemassa?
3. Onko tutkittaville materiaali-jakeille kehitteillä korkeamman arvon kierrätystä?
4. Millaisia haasteita purkumateriaalien kierrätykseen ja uudelleenkäyttöön liittyy alan keskeisten toimijoiden näkökulmasta?

Tutkimuksessa käytetään tapaustutkimuksen menetelmiä. Rakennusten purkumateriaaleja ja niiden määriä selvitetään kenttähavaintojen ja alustavien purkumateriaalilaskelmien avulla. Purkumateriaalien olemassa olevia kierrätys- ja uudelleenkäyttömahdollisuuksia selvitetään haastattelemalla purku-, jätehuolto- ja kierrätysalan yrityksiä sekä tutkimalla alan yritysten nettisivuja. Haastatteluilla kartoitetaan lisäksi kierrätykseen ja uudelleenkäyttöön liitettäviä haasteita.

1.2 Näkökulma, rajaus ja rakenne

Tässä työssä purkumateriaalien kierrätys- ja uudelleenkäyttöpotentiaalia tutkitaan kiertotalouden ja purkumateriaalien käsittelyn näkökulmasta. Purkumateriaalien kierrätykseen ja uudelleenkäyttöön liittyviä mahdollisuuksia käydään läpi yleisellä tasolla, sillä yksityiskohtaisen tiedon tuottaminen jokaisesta materiaali-jakeesta ei ole mahdollista työn rajallisen laajuuden vuoksi. Tuloksissa ei oteta kantaa eri vaihtoehtojen taloudellisuuteen. Lisäksi on huomioitava, että rakennusosien todellista kelpoisuutta uudelleenkäytön näkökulmasta ja materiaalien hyötykäyttöpotentiaaliin liittyviä tekijöitä, kuten haitta-aineiden olemassaoloa, ei ole voitu tutkia. Jos kyseessä olisi virallinen purkumateriaaliselvitys, tulisi uudelleenkäytettävien ja kierrätettävien purkumateriaalien käyttökelpoisuus arvioida teettämällä lisätutkimuksia.

Tutkielman rakenne on seuraavanlainen: Teoreettisessa viitekehysessä käsitellään rakennussektorin kiertotaloutta ja sen edistämiseen liittyviä toimia. Tieteellisen kirjallisuuden ja muiden dokumenttien pohjalta kootaan tiivis katsaus tapauksen kannalta merkittävien purkumateriaali-jakeiden kierrätysmenetelmiin ja

uudelleenkäyttöön. Teoriaosuuden jälkeen tulee tutkittavan tapauksen tarkempi esittely. Aineisto ja menetelmät -osuus kattaa aineiston keruun ja analyysimenetelmän valinnan. Lopuksi esitellään tulokset, niiden tulkinta ja johtopäätökset.

2 Teoreettinen viitekehys

Teoriaosuus alkaa käsittelemällä kiertotalouden konseptia, sen ominaispiirteitä rakennussektorilla ja aihealueeseen liittyvää ajankohtaista tutkimusta. Sen jälkeen käydään lyhyesti läpi, miten purkumateriaalien uudelleenkäyttöä ja kierrätystä ohjataan ja edistetään Euroopan – ja tarkemmin Suomen -- kontekstissa. Lopuksi kuvaillaan, miten yleisiä purkumateriaalijakeita käsitellään ajankohtaisen kirjallisuuden perusteella.

2.1 Kiertotalous osana kestävästä rakennussektoria

Siirtyminen lineaarisesta talousmallista kiertotalouteen on jatkuvasti kasvava teema rakennussektorilla (Joensuu ym., 2020). Perinteinen lineaarinen 'ota, valmista, hävitä' -talous perustuu edullisten ja helposti saatavilla olevien luonnonvarojen ja energian kestävämpään käyttöön, jolloin talouden kasvu tapahtuu ympäristön kustannuksella (EMF, 2013). Kiertotalous sen sijaan tähtää irrottamaan talouskasvun ja sen aiheuttaman ympäristöpaineen toisistaan (Stahel, 2016).

Kiertotaloudesta ja sen periaatteista on olemassa lukuisia eri käsityksiä ja määritelmiä, mutta niitä kaikkia yhdistää tavoite vähentää neitseellisten luonnonvarojen käyttöä ja jätteen syntymistä luomalla talouteen suljettuja kiertoja, joissa samoja materiaaleja ja tuotteita käytetään niin pitkään kuin mahdollista (Joensuu ym., 2020). Kirchherr ym. (2017) yleisesti käytetyn määritelmän mukaan "kiertotalous perustuu liiketoimintamalleihin, joiden avulla korvataan tuotanto- ja kulutusprosesseille ominainen 'käyttöään loppu' -konsepti (end-of-life), mikä tapahtuu käytettyjen materiaalien vähentämisellä, uudelleenkäytöllä, kierrätyksellä tai muulla hyödyntämisellä". Kiertotalous rinnastetaan usein muihin resurssiviisautta edistäviin konsepteihin, joita ovat esimerkiksi 'kehdestä kehtoon' -malli (cradle-to-cradle, C2C),

teolliset symbioosit (industrial symbiosis, IS), kaupunkien symbioosit (urban symbiosis, US) ja elinkaariarviointi (Life-Cycle-Assessment, LCA) (Joensuu ym., 2020).

Kiertotalouden edistäminen tapahtuu yhteiskunnan eri tasoilla ja sektoreilla, jotka jaetaan mikro-, meso- ja makrotasoihin (Kirchherr ym., 2017). Mikrotasolla toimivat esimerkiksi kierrätysyritykset, mesotasolla yritysten muodostamat kiertotalousekosysteemit ja makrotasolla kaupungit, kuten tässä tapauksessa Lahden kaupunki. Kaupunkien ja rakennussektorin kiertotaloustavoitteiden edistämistä ohjaavat useat kansainväliset ja kansalliset sopimukset, lait ja ohjelmat. Euroopassa rakentamisen kiertotaloutta on pyritty edistämään viime vuosina erityisesti EU:n vuonna 2018 julkaisemalla jätesäädöspaketilla ja Euroopan vihreän kehityksen ohjelmaan sisältyvällä uudella kiertotalouden toimintasuunnitelmalla (Euroopan komissio, 2020). Suomen kansalliset edistämistoimet pohjautuvat EU:n kiertotaloustavoitteisiin, joiden toteutumista on tuettu esimerkiksi kansallisen jätelainsäädännön uudistuksen (Valtioneuvoston asetus [VNa] 978/2021), kiertotalouden strategisen ohjelman (Valtioneuvosto, 2021) ja erilaisten kiertotalouden tiekarttojen avulla.

Rakennussektorin kiertotaloutta käsitellään tieteellisessä kirjallisuudessa useimmiten 3R-viitekehysten kautta, joka kuvaa jätteen käsittelyn hierarkiaa (Ghisellini ym., 2018). Se koostuu kolmesta R-strategiasta, joita ovat vähennä (reduce), käytä uudelleen (reuse) ja kierrätä (recycle) (Ghisellini ym., 2016). Rakennus- ja purkujätteen käsittelyyn liittyvät EU-aloitteet pohjautuvat edellä mainittuihin kiertotalouden päästrategioihin (Spišáková ym., 2022). Osa tutkijoista on laajentanut 3R-viitekehystä neljännellä strategialla (recovery), joka viittaa energian ja materiaalin talteenottoon jätteestä (Kirchherr ym., 2017). 4R-viitekehys vastaa pitkälti EU:n jätedirektiivissä (Direktiivi 2008/98/EY) asetettua jätehierarkiaa, jonka yhtenä päätavoitteena on vähentää rakennus- ja purkujätteen määrää (Kirchherr ym., 2017). Jätelainsäädännön etusijajärjestyksen (Direktiivi 2008/98/EY 4 §) mukaan kaikessa toiminnassa täytyy ensisijaisesti välttää jätteen syntymistä ja sen haitallisuutta. Jos jätettä kuitenkin syntyy, jätteen haltijan on ensisijaisesti valmistettava se uudelleenkäyttöön tai toissijaisesti kierrätettävä se. Jos kierrätyskään ei ole mahdollista, jäte on hyödynnettävä muulla tavoin, kuten energiana. Jätteen loppukäsittely on viimeinen käsittelyvaihtoehto, jota on vältettävä.

Kiertotalouden perusstrategiat ja EU:n laatima jätehierarkia eroavat toisistaan lähinnä siinä, ettei jätteen loppukäsittely eli hävittäminen ole kiertotaloudessa vaihtoehto (Zhang ym., 2022). Tutkielmassa keskitytään uudelleenkäytön ja kierrätyksen strategioihin.

Kiertotalouteen ja jätteiden käsittelyyn liittyvä termistö vaihtelee kirjallisuudessa ja ohjauksessa valitun näkökulman mukaan, mikä voi johtaa väärinymmärryksiin. Tässä työssä pääkäsitteiden määrittelyyn käytetään Green Building Council Finland -järjestön (FIGBC) kokoamaa *Rakentamisen kiertotalouden sanakirjaa* (FIGBC, 2023), jonka tarkoituksena on yhdenmukaistaa alan termejä ja sitä kautta edistää niiden vakiintumista. Kyseinen sanakirja sopii tutkimuksen viitekehukseen, sillä siinä on huomioitu kiertotalousasiantuntijoiden näkökulman lisäksi kiertotalouden edistämistä Suomessa ohjaava ajankohtainen lainsäädäntö.

Uudelleenkäyttö määritellään jätelain (646/2011) mukaisesti tuotteen tai sen osan käyttämiseksi uudelleen samaan tarkoitukseen kuin mihin se on alun perin suunniteltu. Saman käyttötarkoituksen laajuudesta on vaihtelevia tulkintoja, mutta FIGBC:n (2023) suosituksen mukaan sillä tarkoitetaan käyttöä edelleen rakentamisessa, jos kyseessä on rakennustuote. Uudelleenkäyttökohde voi siten erota alkuperäisestä käyttökohteesta, eli esimerkiksi kantava teräselementti voidaan käyttää uudelleen ei-kantavana rakenteena. Laajempi määritelmä vastaa paremmin kiertotalouden ajatusmallia, jossa uudelleenkäytöksi määritellään rakennusosien ja -materiaalien käyttäminen niiden alkuperäiseen tai uuteen käyttötarkoitukseen (Huang ym., 2018).

Uudelleenkäytön valmistelulla tarkoitetaan jätelaissa (646/2011) ”jätteen tarkistamiseksi, puhdistamiseksi tai korjaamiseksi toteutettavaa toimintaa, jolla käytöstä poistettu tuote tai sen osa valmistellaan siten, että se voidaan käyttää uudelleen ilman muuta esikäsittelyä”. FIGBC:n (2023) mukaan uudelleenkäytön valmistelu on tarpeen, jos ehjänä irrotetulle tuotteelle ei ole tiedossa uudelleenkäyttökohdetta purkuvaiheessa. Tällöin tuote on ohjattu jätteenä jätteenkäsittelijälle, joka voi toimittaa sen uudelleenkäyttöön.

Kierrätyksellä eli uusiokäytöllä tarkoitetaan jätteen hyödyntämistä materiaalina, jolloin jättejakeet ohjataan joko suoraan uusien tuotteiden valmistuksen raaka-aineeksi tai jatkojalostettavaksi (FIGBC, 2023). Kiertotalouden näkökulmasta jätteen kierrätystä ei ole jätteen hyödyntäminen energiana, eikä jätteen valmistaminen polttoaineeksi tai maantäyttöön käytettäväksi aineeksi (Kirchherr ym., 2017; Zhang ym., 2022; FIGBC, 2023). Kierrätystä on esimerkiksi kattohuopajätteen erilliskeräys ja toimitus sitä hyödyntävälle uusioraaka-aineen valmistajalle.

Kierrätysmenetelmät voidaan jakaa kiertotalouden näkökulmasta parempiin ja huonompiin vaihtoehtoihin sen mukaan, miten ne vaikuttavat materiaalin arvoon. *Arvoa vähentävä kierrätys* (downcycling) tarkoittaa sitä, että ”jättemateriaalia käytetään toissijaisessa tai vähempiarvoisessa käyttötarkoituksessa, kuin mihin se soveltuisi, tai se muutetaan vähemmän arvokkaaksi materiaaliksi”. Yleinen esimerkki on kiviainesjätteen käyttäminen teiden rakentamisessa. *Arvoa lisäävä kierrätys* (upcycling) tarkoittaa jättemateriaalin jalostamista ja käyttämistä sellaisessa tarkoituksessa, jossa sillä korvataan mahdollisimman arvokkaiden materiaalien käyttöä (FIGBC, 2023). Arvoa lisäävää kierrätystä on esimerkiksi vanhojen tielten jalostaminen uusioraaka-aineeksi, jota käytetään betoniteollisuudessa sementin korvaajana. Kiertotalouden päämääränä on nimenomaan korkea-arvoisten materiaaliketjujen kehittäminen perinteisen arvoa vähentävän kierrätyksen sijaan (Ghisellini ym., 2016).

Purkumateriaalien hyödyntäminen on rakennussektorin kiertotalouden ytimessä. Tavoitteena on samanaikaisesti minimoida kaatopaikoille ja polttoon päätyvän jätteen määrä, ja lisätä purkumateriaalien korkealaatuista uudelleenkäyttöä, kierrätystä ja hyödyntämistä uudisrakentamisessa (Ghaffar ym., 2020). Kiertotalousajattelun mukaan rakennusmateriaaleihin sitoutunut arvo tulisi säilyttää mahdollisimman pitkään ja rakennukset tulisi samanaikaisesti nähdä arvokkaiden materiaalien ja tuotteiden varastoina, eli materiaalipankkeina (Kirchherr ym., 2017). Kiertotalouskonsepti muuttaa siten perinteistä näkemystä jätteestä. Sen sijaan, että jäte nähtäisiin eroon päästävänä ongelmana, se nähdään materiaalina, jolla on hyötykäyttöpotentiaalia (Ghisellini ym., 2018). Tässä tutkielmassa ’purkujätteen’ sijaan käytetään ensisijaisesti termiä ’purkumateriaali’, koska se kuvastaa paremmin kiertotalousmallin mukaista ajattelua.

FIGBC:n (2023) määritelmän mukaan *purkumateriaaleja* ”ovat kaikki purkamisessa syntyvät materiaalit”. Purkumateriaaleihin sisältyvät siten ”sekä uudelleenkäytettävät osat, jotka eivät ole jätettä, että uudelleenkäyttöön valmisteltavat, hyödynnettävät tai loppukäsittelyyn päätyvät jätteet”. Haitallisia aineita sisältävät materiaalit lasketaan myös purkumateriaaleiksi.

2.2 Tutkimuksen tarve

Vaikka kiertotalous on paljon huomiota kerännyt konsepti rakennussektorilla, sen toimintamallien käyttöönotto rakennus- ja purkujätteen käsittelyssä on maailmanlaajuisesti yhä varhaisessa vaiheessa (Ghisellini ym., 2016; Saleemdeen ym., 2016; Ginga ym., 2020). Kiertotalouden toteutumisen merkittävimmiksi esteiksi on tunnistettu rakennus- ja purkujätteen käsittelyn osalta rakennusmateriaalien rajallinen kierrätettävyyden sekä tehottomat tavat purkaa, lajitella, kuljettaa ja hyödyntää purkumateriaaleja (Mahpour, 2018). Tehokkaiden jätteenkäsittelytoimien ja purkujätteestä valmistettujen kierrätystuotteiden käytön esteitä on luokiteltu taloudellisiin, lainsäädännöllisiin ja informatiivisiin, sekä johtoportaan liittyviin esteisiin (Ghisellini ym., 2018).

Esteiden ylittämiseksi ja EU:n asettamien kiertotaloustavoitteiden saavuttamiseksi on ehdotettu rakennus- ja purkujätteiden parhaiden käytäntöjen käyttöönottoa (Gálvez-Martos ym., 2018). Gálvez-Martos ym. (2018) mukaan parhaat käytännöt huomioivat rakennussektorin koko arvoketjun ja niiden tarkoituksena on nivoa kiertotalouden strategiat osaksi sektorin toimintaa. Rakennuksen purkamiseen kohdistettuja parhaita käytäntöjä ovat kohteelle etukäteen tehty jätehuoltosuunnitelma ja purkumateriaalien kartoitus, rakennuksen valikoiva purkaminen, materiaalien ohjaaminen uudelleenkäyttöön sekä jätejakeiden lajittelu ja kierrätys uusiomateriaaleiksi. *Valikoivalla purkamisella* tarkoitetaan rakennuksen järjestelmällistä purkamista siten, että mahdollisimman suuri osa rakennusosista ja -materiaaleista saadaan jatkokäyttöön. Parhaat käytännöt voivat vaikuttaa positiivisesti resurssitehokkuuteen ja ympäristöön vähentämällä jätteen syntymistä ja kuljetusten vaikutusta, sekä lisäämällä materiaalien arvokasta hyötykäyttöä (Gálvez-Martos ym., 2018).

Rakennussektorin kiertotaloutta käsittelevässä kirjallisuudessa on nostettu esille useita tutkimusaukkoja, joiden tarkastelu voi edesauttaa kestäväää kehitystä. Useiden tutkijoiden mukaan purettujen rakennusmateriaalien ja -osien uudelleenkäyttöpotentiaalia on tarpeellista tutkia jatkossa enemmän (esim. Ginga ym., 2020; Joensuu ym., 2020). Suurin osa käsittelytoimenpiteistä on keskittynyt uudelleenkäytön sijaan vain kierrätyksen edistämiseen, vaikka uudelleenkäyttö on jätehierarkiassa korkeammalla tasolla (Ghisellini ym., 2016; Ginga ym., 2020). Ongelmana on, että kiertotalous nähdään rakennussektorilla tyypillisesti jätteenkäsittelykeinona, vaikka huomion tulisi kohdistua materiaalien arvoa lisäävään jatkokäyttöön (Joensuu ym., 2020).

Sama ilmiö on nähtävissä kierrätysmenetelmissä. Purkumateriaalien kierrätys tapahtuu useimmiten materiaalin arvoa laskevalla tavalla, vaikka siitä saatavat ympäristöhyödyt ovat heikkoja ja materiaalilla olisi potentiaalia korkeampiin kierrätykseen (Gálvez-Martos ym., 2018; Ginga ym., 2020; Joensuu ym., 2020). Tutkijat, kuten Bonoli ja kumppanit (2021), näkevät tarpeelliseksi tehdä lisää tutkimustyötä, joka edistää arvoa lisäävää kierrätyksen innovatiivisia menetelmiä ja arvokkaiden raaka-aineiden talteenottoa materiaaleista. Kierrätysmenetelmien edistäminen vaatii nykytilanteen kartoittamista ja innovatiivisten menetelmien näkyvyyden lisäämistä.

Jokaisen purkukohteen ominaisuudet ja syntyvät purkumateriaalit sekä niiden käsittelyvaihtoehdot on kartoitettava etukäteen tapauskohtaisesti, jotta voidaan arvioida, mikä kiertotalousstrategia on paras vaihtoehto millekin materiaalijakeelle. Jätehierarkia tarjoaa ainoastaan yleistason suuntaviivan rakennus- ja purkujätteiden käsittelylle. Siitä huolimatta, että purkumateriaalien uudelleenkäyttö ja kierrätys tuovat ekologisia ja taloudellisia hyötyjä useimmissa tutkituissa tapauksissa, ei esimerkiksi uudelleenkäyttö ole kaikissa tapauksissa kierrätystä kestävämpi vaihtoehto (Ghisellini ym., 2018). Käsittelymenetelmän ekologiseen ja taloudelliseen kestävyysvaikutukseen vaikuttavat useat tekijät, kuten etukäteen tehty suunnittelu, rakennustyyppi, purkumateriaalin tyyppi, purkukohteen sijainti ja kuljetusetäisyydet sekä kierrätyslaitoksen koko (Ghisellini ym., 2018). Esimerkiksi painavien betonielementtien irrottaminen ehjänä ja

kuljettaminen kauemmas uudelleenkäytettäväksi saattaa johtaa suurempiin päästöihin kuin niiden kierrätys purkupaikalla tai lähialueella.

Kiertotalousmallin käyttöönottoa ja toteutumista ei ole tutkittu vielä kattavasti rakennus- ja purkusektorin kontekstissa, joten on aiheellista tarkastella nykyhetken tilannetta konkreettisella tasolla (López-Ruiz ym., 2020). Kiertotalouden toimintamallien toteutuksesta, kehittämisestä ja mahdollisista haasteista on tärkeä antaa käytännön esimerkkejä, sillä se voi edesauttaa tutkijoita ja eri alojen toimijoita ymmärtämään kiertotalouden toimintakenttää syvällisemmin (Kircherr ym., 2017). Tutkijoiden mukaan rakennetun ympäristön kiertotalouden konkreettisia sovelluksia on tutkittava enemmän, jotta nykyistä toimivampien ohjaus- ja suunnittelumenetelmien kehittäminen on mahdollista (Joensuu ym., 2020). Tutkimus- ja kehitystyö vaatii kokonaisvaltaista yhteistyötä tutkijoiden, päätöksentekijöiden ja yritysten kesken, mihin pilottihankkeet ja tapaustutkimukset antavat oivan mahdollisuuden (Ghaffar ym., 2020).

2.3 Uudelleenkäyttöä ja kierrätystä koskeva lainsäädäntö ja ohjaus

Suomen jätelainsäädännön uudistuksen myötä rakennus- ja purkujätteestä tulee hyödyntää vähintään 70 % muulla tavoin kuin energiana tai polttoaineeksi valmistamisessa, lukuun ottamatta vaarallisia jätteitä ja maa- ja kiviaineksia (VNa 978/2021 27 §). Jäteasetuksen 25 § (VNa 978/2021) mukaisesti rakennus- ja purkujätteen haltijan on toteutettava työmaan jätehuolto siten, että käyttökelpoiset rakennusosat ja -materiaalit otetaan talteen ja käytetään uudelleen aina, kun se on jätelain etusijajärjestyksen mukaan mahdollista. Erilliskerätyt jätejakeet on käsiteltävä siten, että mahdollisimman suuri osuus jätteestä voidaan valmistella uudelleenkäyttöön, kierrättää tai hyödyntää mahdollisimman korkealaatuisesti materiaalina. Erilliskeräyksen järjestämistä edellytetään vähintään seuraaville jätejakeille: 1) betoni, tiili, kivennäislaatat ja keramiikka; 2) asfaltti; 3) bitumi ja kattohuopa; 4) kipsi; 5) kyllästämätön puu; 6) metalli; 7) lasi; 8) muovi; 9) paperi ja kartonki; 10) mineraalivillaeriste; 11) maa- ja kiviaines (VNa 978/2021 26 §).

Lainsäädäntö vaikuttaa olennaisesti purkumateriaalien uudelleenkäyttö- ja kierrätysmahdollisuuksiin. Zhu ym. (2022) mukaan nykyisessä menettelyssä uudelleenkäytettävien rakennusosien tuotehyväksyntä tapahtuu samalla tavalla kuin uusien rakennustuotteiden kohdalla. Jotta rakennustuotteita tai niiden osia voidaan käyttää uudelleen, on niiden kelpoisuus rakentamiskäyttöön osoitettava. Uudelleenkäytettävien rakennustuotteiden tulee täyttää maankäyttö- ja rakennuslaissa (132/1999) tai sen nojalla asetetut tekniset vaatimukset, jotka liittyvät muun muassa rakenteiden lujuuteen, terveellisyteen, käyttöturvallisuuteen ja energiatehokkuuteen. Zhu ym. (2022) mukaan on lisäksi osoitettava tuotteiden kelpoisuus aiottuun käyttötarkoitukseen, kuten tiettyyn rakennuskohteeseen. Samaa tuotehyväksynnän menettelyä sovelletaan myös silloin, kun rakennus- ja purkujätteitä kierrätetään uusien rakennustuotteiden raaka-aineeksi.

Uudelleenkäyttö- ja kierrätysmateriaalien hyödyntäminen uudisrakentamisessa edellyttää EU:n rakennustuoteasetuksen mukaista CE-merkintää (Zhu ym., 2022). Zhu ym. (2022) mukaan *CE-merkintä* on keino osoittaa, että tuotteen ominaisuudet vastaavat eurooppalaista harmonisoitua tuotestandardia tai, että tuotteelle on myönnetty eurooppalainen tekninen arviointi ETA. Harmonisoidun tuotestandardin soveltamisalaan kuuluvia rakennustuotteita ei saa laittaa markkinoille ilman CE-merkintää. Näin ollen uusiomateriaalit tai kierrätyksen kautta valmistetut uusiokiviainekset on CE-merkittävä, jos niitä aiotaan käyttää standardin soveltamisalan mukaiseen rakentamiseen. Esimerkiksi uusiokiviaineksiin kuuluva betonimurske kuuluu harmonisoitujen kiviainesstandardien soveltamisalaan (Zhu ym., 2022). Kun jättemateriaali jalostetaan CE-merkityksi rakennustuotteeksi, kuten betonimurskeeksi, jolla korvataan rakentamisessa muuten käytettävää kiviainesta, toiminta lasketaan maantäyttönä hyödyntämisen sijaan kierrätykseksi (FIGBC, 2023).

Jos purettujen rakennustuotteiden tai -osien, kuten betonielementtien ja ikkunoiden, uudelleenkäyttö sellaisenaan ei ole mahdollista, ne lasketaan jätteeksi (Zhu ym., 2022). *Jäte* määritellään jätelaissa (646/2011 5 §) aineeksi tai esineeksi, jonka sen haltija on poistanut tai aikoo poistaa käytöstä, tai on velvollinen poistamaan käytöstä. Rakennus- ja purkujätteet kuuluvat jätelainsäädännön piiriin. Tällöin jätteen haltijan on laadittava

luovutettavasta rakennus- ja purkujätteestä siirtoasiakirja ja jätteen vastaanottajalla tulee olla joko ympäristölupa tai rekisteröinti kyseisen jätejakeen vastaanottoon (Jätelaki 646/2011 29 § & 121 §). Hyötykäyttöön tarkoitettujen jätteiden varastointi verottomasti on jäteverolain (1126/2010) mukaisesti mahdollista korkeintaan kolme vuotta, jonka jälkeen jätevero määrätään alueen kaikista jätteistä. Jätestatuksella olevan purkumateriaalin hyödyntäminen edellyttää ympäristölupaa tai MARA-asetuksen (VNa 843/2017) mukaista rekisteröinti-ilmoitusta (Zhu ym., 2022).

Valtioneuvoston asetus eräiden jätteiden hyödyntämisestä maarakentamisessa (843/2017), eli niin kutsuttu *MARA-asetus*, määrittää edellytykset, joiden täytyessä tiettyjä jätelajeja voidaan hyödyntää maarakentamisessa ilman ympäristönsuojelulain (527/2014) mukaista ympäristölupaa. Asetuksen mukaisia maarakentamiskohteita ovat väylä-, kenttä- ja vallirakenteet, niiden rakennekerrokset sekä teollisuus- ja varastorakennusten pohjarakenteet. Asetuksen piiriin kuuluvia jätejakeita ovat esimerkiksi betoni-, tiili- ja asfalttimurske.

Jätteeksi luokittelun jälkeen uudelleenkäyttö muuttuu vaikeaksi, sillä tuotetta ei voida käyttää uudelleen ennen jäteluokituksen kumoamista. Jätteeksi luokittelun päättymisellä tarkoitetaan sitä, että jäte lakkaa olemasta jätettä kierrätyksen tai muun hyödyntämistoimen seurauksena, kun jätelaissa (646/2011 5b §) asetetut ehdot täyttyvät. Näin ollen jättemateriaali muuttuu tuotteeksi ja siirtyy kemikaali- ja tuotelainsäädännön piiriin. *Ei enää jätettä*-statuksen (EEJ; End-of-Waste, EoW) voi saada noudattamalla EU-tason kriteerejä, kansallista asetusta tai hankkimalla tapauskohtaisen päätöksen ympäristölupaviranomaiselta (Zhu ym., 2022). EU:ssa on asetettu EEJ-kriteerit lasimurskalle, rauta-, teräs- ja alumiiniromulle sekä kupariromulle (Zhu ym., 2022). Suomessa ensimmäinen kansallinen asetus annettiin betonimurskeelle vuonna 2022 (VNa 466/2022). EEJ-statuksella olevan tuotteen säilyttämiseen ja hyödyntämiseen ei tarvita ympäristölupaa.

Maankäyttö- ja rakennuslain (132/1999) uudistumisen myötä purettavien rakennusten purkumateriaalit on kartoitettava ennen purkutöiden aloitusta, ja samalla purkumateriaalien hyödyntämisen merkitystä korostetaan aiempaa enemmän. Uusi

rakentamislaki astuu voimaan 1.1.2025 (Ympäristöministeriö, 2023b). Purkukartoituksen taustalla on EU:n *Rakennus- ja purkujätteen käsittely- ja kierrätysmallissa* esitelty *Pre-demolition audit*, jonka tarkoituksena on edistää rakennus- ja purkujätteen sisältämien materiaalien ja rakennusosien hyödyntämistä ja ympäristö- ja terveysriskien minimointia (Euroopan komissio, 2016).

Purkukartoitus koostuu haitta-ainekartoituksesta ja purkumateriaaliselvityksestä. Sen tavoitteena on saada tietoa materiaalivirtojen määrästä ja laadusta ennen rakennuksen purkamista sekä antaa mahdollisesti suosituksia purkumateriaalien käsittelyvaihtoehdoista. *Haitta-ainekartoitus* sisältää haitallisia aineita sisältävien rakennusmateriaalien tunnistamisen ja paikallistamisen purkukohteessa (Wahlström ym., 2019). Asbestikartoitus on lain mukaan pakollinen kaikille purettaville ja saneerattaville rakennuksille, jotka on rakennettu ennen vuotta 1995 (VNa 798/2015). *Purkumateriaaliselvityksen* tavoitteena on antaa arvio vaarattomien purkumateriaalien määrästä, kartoittaa uudelleenkäytettävät ja kierrätettävät rakennusosat ja materiaalit, sekä selvittää niiden käsittelytapoja. Uudelleenkäytön ja kierrätyksen edistämiseksi purkukartoituksen yhteydessä on olennaista ottaa selvää rakennus- ja purkujätteen paikallisista markkinoista ja niiden kapasiteetista (Wahlström ym., 2019). Tutkimusten avulla on todistettu, että EU:n suositusten mukaisen purkukartoituksen tekeminen lisää merkittävästi purkumateriaalien talteenottoa ja korkea-arvoista hyödyntämistä (esim. Spišáková ym., 2022; Gálvez-Martos ym., 2018).

2.4 Yleisten purkumateriaalijakeiden käsittely

Tässä osassa käydään lyhyesti läpi yleisten purkumateriaalien uudelleenkäyttöön ja kierrätykseen liittyviä käsittelymenetelmiä kirjallisuuden perusteella. Suomessa yleisimpiä purkamisessa syntyviä jätejakeita ovat Lehtosen (2019) mukaan betonijäte, tiilijäte, metallit, käsittelemätön ja käsitelty puujäte, kipsilevyt, lasi, muovit, eristeet, kattuhuopa sekä maa- ja kiviainekset. Purkutoiminnassa syntyy lisäksi sekalaista rakennusjätettä, joka päättyy joko jatkojalostettavaksi sitä vastaanottavaan käsittelylaitokseen tai kaatopaikoilla hyödynnettäväksi tai loppusijoitettavaksi (Lehtonen, 2019). Edellä mainittujen jakeiden lisäksi avataan keramiikan, sähkö- ja

elektroniikkalaitteiden ja haitta-aineita sisältävien materiaalien käsittelyä. Maa- ja kiviainekset eivät ole tapauksen kannalta oleellisia, joten niihin ei perehdytä.

2.4.1 Betoni

Betoni on maailman käytetyin rakennusmateriaali ja usein massaltaan suurin yksittäinen jätejäte purkukohteissa. Sitä käytetään erityisesti rakennusten perustuksissa, ala- ja välipohjissa sekä runkorakenteissa. Vanhojen rakennusten betoni saattaa sisältää haitta-aineita, kuten asbestia ja PCB-yhdisteitä eli polykloorattuja bifenyylejä, minkä vuoksi betonirakenteille tulee aina tehdä haitta-ainekartoitus materiaalin hyödyntämiskelpoisuuden selvittämiseksi (Lehtonen, 2019).

Kokonaisten betonirakenteiden ja -elementtien, kuten pylväiden, pilarien ja seinäelementtien, uudelleenkäyttö on vielä todella harvinaista, vaikka se on teknisesti mahdollista (Zhang ym., 2022). Uudelleenkäyttöpotentiaaliin vaikuttaa pitkälti liitosten purettavuus ja se, ovatko betonirakenteet elementtirakenteisia vai paikallavalettuja (Lahdensivu ym., 2015). Uudelleenkäyttö vaatii rakenteiden purkamista ehjänä, mutta elementtien irrottaminen voi johtaa herkästi rakenteellisiin vaurioihin, mikä estää mahdollisen uudelleenkäytön (Zhang ym., 2022). Lahdensivun ja kumppanien (2015) selvityksen mukaan suurin uudelleenkäyttöpotentiaali on rakennuksen sisäosien betonirakenteilla, kuten ontelolaatoilla, massiivilaatoilla, TT-laatoilla ja väliseinäelementeillä.

Purkubetonin yleisin käsittelytapa on sen murskaaminen ja hyödyntäminen maantäytössä, kuten kaatopaikkojen rakenteessa tai maaperän tasaamisessa (Tam ym., 2018; Zhang ym., 2022). Maantäyttö ei ole kiertotalouden mukaista kierrätystä, vaan jätteenä hyödyntämistä. Betonijätteen kierrätyspotentiaali on kuitenkin merkittävä, ja sitä kierrätetään usein maarakennuskäyttöön (Spišáková ym., 2022). Purkubetonista valmistettua CE-merkittyä betonimursketta on hyödynnetty Suomessa yleisesti MARA-asetuksen (VNa 843/207) mukaisesti väylä- ja kenttärakenteissa sekä teollisuus- ja varastorakennusten pohjarakenteissa (Lehtonen, 2019). Betonijätteen hyödyntäminen maarakentamisessa on maantäyttöä parempi vaihtoehto, sillä se korvaa silloin neitseellisten kiviainesten käyttöä (Zhang ym., 2022). EEJ-statuksen saanutta

betonimursketta voidaan käyttää Suomessa kiviaineksena maan-, talon- ja viherrakentamisessa luonnonkiviaineksen tavoin, tai raaka-aineena valmisbetonin ja betonituotteiden valmistuksessa, mikä ei ole ollut mahdollista MARA-asetuksella (VNa 466/2022). Betonijätteen käyttäminen betoniteollisuudessa on sen korkealaatuisin kierrätystapa (Gálvez-Martos ym., 2018). Purkubetonista valmistetun murskeen hyödyntäminen betonin valmistuksessa on ollut Suomessa harvinaista, koska murskeelle on tiukat laatuvaatimukset puhtauden ja teknisten ominaisuuksien suhteen (Lehtonen, 2019).

2.4.2 Tiili

Tiili on betonin ohella yksi käytetyimmistä rakennusmateriaaleista (Lehtonen, 2019). Sitä käytetään erityisesti rakennusten julkisivujen ja sisäseinien tiilimuurauksissa (Lehtonen, 2019). Tiilien valmistuksessa ei lähtökohtaisesti käytetä kemikaaleja, mikä kasvattaa niiden jatkokäyttöpotentiaalia (Wong ym., 2018). Tiilet kuuluvatkin eniten uudelleenkäytettyihin purkumateriaaleihin (Gálvez-Martos ym., 2018). Purettuja ehjiä tiiliä voidaan käyttää uudelleen soveltuvissa kohteissa, kun niistä on poistettu vanha laasti (Lehtonen, 2019). Esimerkiksi Gamle Mursten -niminen tanskalainen yritys kerää purkutyömaiden tiilijätettä ja myy käyttökelpoiset tiilet uudelleenkäyttöön lajittelu- ja puhdistustoimien jälkeen (Nußholz ym., 2019).

Murskattua tiilijätettä käytetään usein maantäytöissä samaan tapaan kuin murskattua betonijätettä, eli sitä ei välttämättä kierrätetä (Tam ym., 2018). Tiilijätteen kierrätys on painottunut sen murskaamiseen ja hyödyntämiseen maarakentamisessa yhdessä betonijätteen kanssa (Tam ym., 2018). Murskattua tiilijätettä hyödynnetään Suomessa MARA-asetuksen mukaisesti esimerkiksi valleissa ja pengertäytöissä (Lehtonen, 2019). Wong ym. (2018) mukaan tiilijätettä voidaan kierrättää arvoa lisäävästi jalostamalla siitä raaka-ainetta betoniteollisuudelle, jossa sillä korvataan betonin ja laastin valmistuksessa käytettävää sementtiä sekä hieno- ja karkeajakoista kiviainesta. Sementin osittainen korvaaminen hienoksi jauhetulla tiilellä on erittäin potentiaalinen jatkokäyttökohde, mutta suurissa määrissä tiilijäte saattaa heikentää betonin tai laastin kestävyyttä ja teknisiä ominaisuuksia. On kuitenkin tutkittu, että korkeintaan 20 % jauhettua tiiltä sisältävä betoni täyttää sille asetetut standardivaatimukset (Wong ym., 2018).

2.4.3 Keramiikka

Yleisimpiä keraamisia rakennusosia ovat posliiniset saniteettikalusteet, eli WC-istuimet ja lavuaarit sekä seinissä ja lattioissa käytettävät keraamiset laatat ja kaakelit. Ray ym. (2021) mukaan murskattua keramiikkajätettä käytetään betonin ja tiilen tavoin maantäytössä ja maarakentamisessa, kuten kävelyteiden pohjakerroksissa. Osa jätteestä päätyy kaatopaikkojen rakenteeseen. Keraamiset materiaalit ovat teknisiltä ominaisuuksiltaan kovia ja kestäviä, ja sen vuoksi niillä voidaan tutkitusti korvata luonnon kiviainesta betonin ja sementin tuotannossa. Keramiikkajätettä voidaan mahdollisesti uusiokäyttää rakenteellisen betonin raaka-aineena, mutta kirjallisuudesta ei ole löytynyt yhdenmukaista tietoa siitä, kuinka paljon keramiikkaa betoni voi siinä tapauksessa sisältää (Ray ym., 2021). Murskattua posliinijätettä on hyödynnetty myös koemielessä saviliuskeen korvaajana viherkattojen kasvualustassa (Eksi & Rowe, 2016). Tutkimuksessa käytettiin purkuprojekteista kerättyjä posliinisia WC-pönttöjä, lavuaareja, laattoja ja astioita, jotka käsiteltiin murskaamalla. Eksin ja Rowen (2016) arvion mukaan posliini pystyy todennäköisesti sitomaan vettä ja tukemaan kasvien kasvua yhtä hyvin kuin saviliuske, jos se murskataan tarpeeksi pieneen partikkelikokoon.

2.4.4 Metallit

Metallisia rakennusosia käytetään esimerkiksi kantavien rakenteiden betoniteräksissä, ulkoverhouspaneelissa, kiintokalusteissa sekä putkissa, sähköjohdoissa ja kaapeleissa. Rakennusosista löytyy laaja skaala eri metalleja ja metalliseoksia, joista osa on selkeästi arvokkaampia. Metallijätteet ovatkin lähes ainoa purkumateriaalijae, josta jätteen vastaanottajat maksavat (Lehtonen, 2019). Metalleja kierrätetään purkumateriaaleista kaikkein eniten, sillä niille löytyy kehittyneet markkinat ja metallien lajittelu on suhteellisen yksinkertaista (Sormunen & Kärki, 2019). Rauta-, teräs-, alumiini- ja kupariromulle määritellyt EU-tason EEJ-kriteerit (Neuvoston asetus (EU) N:o 333/2011 & Komission asetus (EU) N:o 715/2023) edesauttavat osaltaan metallien kierrätystä.

Teräs on kiertotalouden näkökulmasta erinomainen materiaali, sillä sen kestävyys edesauttaa uudelleenkäyttöä ja muovautuvuus helpottaa kierrätystä. Kokonaisia teräsrakennuksia, teräsrakenteita tai yksittäisiä teräselementtejä voidaan käyttää

joissain tapauksissa uudelleen sellaisenaan purkualueen uudisrakentamisessa tai täysin toisessa kohteessa (Densley Tingley ym., 2017). Teräsrakenteita uudelleen käytettäessä on kuitenkin varmistettava, että ne täyttävät niille asetetut lujuusvaatimukset uudessa käyttökohteessa.

Hagelüken ym. (2016) mukaan metallien kierrätys tapahtuu moninaisten prosessien, kuten sulatuksen, kautta, jolloin lopputuotteena syntyy metalleja ja materiaaleja, joita käytetään uusien metallituotteiden valmistuksen raaka-aineina. Eri metallijakeille on erilaisia kierrätysprosesseja ja -tekniikoita, joten ideaalitapauksessa metallijätteet lajitellaan jo syntypaikalla tai esikäsittelyn yhteydessä. Tutkijat toteavat artikkelissaan, että metallien uusiokäyttöpotentiaali on erityisen korkea, koska niiden perusominaisuudet eivät katoa kierrätysprosessin aikana. Niitä on mahdollista kierrättää uudelleen ja uudelleen ilman, että niiden laatu tai käytettävyys heikkenee. Teräksen ja perusmetallien, kuten alumiinin ja kuparin, kierrätysaste on Euroopassa korkea, ja metallien kierrätysteknologia on yleisesti hyvin kehittyntä (Hagelüken ym., 2016).

2.4.5 Puu

Puujäte jaetaan käsittelemättömään ja käsiteltyyn puuhun. Käsittelemätöntä, eli puhdasta puuta, ovat esimerkiksi maalaamaton rakennuspuutavara ja sahatavara, joita käytetään rakennusten runkomateriaalina. Käsiteltyä puuta ovat maalatut tai muulla tavoin pintakäsitellyt täyspuu- ja puukuitumateriaalit sekä sekalaiset puutuotteet (Lehtonen, 2019). Niihin lukeutuvat muun muassa vanerit, lastulevyt, laminaattilattiat ja mdf-levyt. Purkamisessa syntyvä puujäte onkin laadultaan hyvin vaihtelevaa. Uudelleenkäyttöön soveltuvaa purkupuuta ovat esimerkiksi erilaiset puurakenteet, lastulevyt, puiset ovet ja ikkunakehykset sekä lattialaudat (Zhang ym., 2022).

Purkupuuta voidaan kierrättää uusien puutuotteiden raaka-aineeksi (Zhang ym., 2022). Puujätteen kierrätys on keskittynyt Euroopassa lastulevytuotantoon, jossa puujäte haketetaan ja hyödynnetään uusien lastulevyjen raaka-aineena. Puujätettä voidaan hyödyntää laadun mukaan myös selluloosapohjaisissa eristemateriaaleissa,

puukomposiiteissa, biokemikaaleissa ja massiivipuutuotteissa, kuten lattialaudoissa (Faraca ym., 2019). Faraca ym. (2019) mukaan tällaiset arvoa lisäävät käyttökohteet ovat harvinaisempia, koska ne vaativat puujätteen lajittelua laaduittain.

2.4.6 Kipsi

Kipsi on monikäyttöinen rakennusmateriaali, jota käytetään erityisesti kipsilevyissä. Kipsilevyjä käytetään sisäseinä- ja kattorakenteissa, jossa ne toimivat lämpö- ja äänieristeenä. Suuri osa kipsilevyjätteestä päättyy Euroopassa loppusijoitukseen kaatopaikalle, jolloin siitä vapautuu hajoamisprosessissa rikkivetyä (H_2S), metaania (CH_4) ja hiilidioksidia (CO_2) (Jiménez Rivero ym., 2016). Jiménez Rivero ym. (2016) toteavat artikkelissaan, että syntypaikkalajittelun puute ja sekalaisen rakennusjätteen sekaan joutuminen lisäävät kaatopaikalle päätyminen riskiä huomattavasti, koska kipsilevyjä on vaikea erotella muusta jätteestä jälkikäteen.

Kipsilevystä valmistettujen paneelien ja laattojen käyttäminen uudelleen niiden alkuperäisessä käyttötarkoituksessa on mahdollista, jos ne saadaan purettua ilman vaurioita (Gálvez-Martos ym., 2018). Uudelleenkäyttö ei ole yleistä, mutta käytetyt kipsilevyt sopivat erinomaisesti kiertotalouden mukaiseen kierrätykseen. Kipsiä voi kierrättää uudelleen periaatteessa loputtomiin, eli sen osalta on mahdollista saavuttaa täysin suljettu materiaalikierto (Jiménez Rivero ym., 2016). Suurin osa kipsilevyjätteestä voidaan kierrättää arvoa lisäävästi uusien kipsilevyjen raaka-aineeksi, mikä tapahtuu erottelemalla levyistä kartongit, kipsijauhe ja mahdolliset epäpuhtaudet (Jiménez Rivero ym., 2016; Gálvez-Martos ym., 2018). Gálvez-Martos ym. (2018) mukaan lopputuotteena syntyvä kierrätyskipsilevy voi koostua periaatteessa lähes 100 %:sti kipsilevyjätteestä, mutta jätejakeen sisältämät kuidut rajoittavat jätteen osuuden yleisesti ottaen noin 25 % tuotteen kokonaismassasta. Kipsilevyjätteestä voidaan myös jalostaa raaka-ainetta sementin valmistukseen, teiden aluskerrokseen ja maanparannusaineeksi maatalouden käyttöön (Gálvez-Martos ym., 2018).

2.4.7 Lasi

Lasijätettä syntyy rakennusten purkamisessa lähinnä ikkunoista ja lasisista väliseinistä. Jos purkulasia ei kerätä työmaalla erikseen, se päättyy betoni- ja tiilijätteen joukkoon tai sekalaiseen rakennusjätteeseen (Lehtonen, 2019). Tällöin lasijäte päättyy todennäköisesti joko kaatopaikalle tai maantäyttöön. Purkulasin uudelleenkäytön tai kierrätyksen mahdollistaminen vaatii purkukohteessa tapahtuvan erilliskeräyksen, joka sisältää ikkunoiden ja muiden tasolasien irrottamisen ehjänä ja lasiruutujen rikkomisen erilliselle lavalle (Lehtonen, 2019).

Ehjiä ikkunoita ja muita tasolaseja voidaan käyttää uudelleen, mutta niiden kierrättäminen on uudelleenkäyttöä yleisempää (Zhang ym., 2022). Lasi on käytännössä loputtomasti kierrätettävä materiaali, mutta silti Euroopassa kierrätetään lähinnä pakkauslasia (Mohajerani ym., 2017). Kierrätettäviin tasolaseihin kuuluvat puualumiini-ikkunoiden lisäksi float-lasit, laminoitu lasi, lämpökaraistu lasi ja eristyslaselementit (Suomen Tasolasyhdistys, 2024).

Lasijätettä kierrätetään jalostamalla siitä lasimursketta teollisuuden raaka-aineeksi. Purkulasista valmistettua mursketta käytetään uusien lasituotteiden, kuten uusien tasolasien, ja rakentamisessa käytettävän vaahtolasin valmistukseen (Lehtonen, 2019; Zhang ym., 2022). Tihomirovs ym. (2023) mukaan useissa tutkimuksissa on selvitetty murskatun purkulasin hyödyntämistä betonituotannossa, jossa se korvaisi neitseellisen kiviaineksen ja sementin käyttöä. Purkulasin muita tutkittuja potentiaalisia hyötykäyttökohteita ovat esimerkiksi asfaltin, geopolymeerilaastin ja lasikeramiikan valmistus sekä maaperän rakenteen stabilointi (Tihomirovs ym., 2023).

2.4.8 Muovi

Muovia käytetään yleisesti rakennuksen eristeissä, pinnoitteissa, höyrynsulkumuoveissa, muovimatoissa sekä putki- ja johtorakenteissa (Lehtonen, 2019). Rakennuksen purussa syntyy lukuisia eri muovilaatua, joista yleisimpiä ovat polyvinyylikloridi (PVC), styroksi (EPS), polypropeeni (PP), polyeteeni (PE; HDPE, LDPE) ja polystyreeni (PS) (Santos ym., 2023). Lahtela ym. (2019) tutkimuksen mukaan

purkujätteen seassa esiintyy Suomessa eniten PP- ja PVC-muovia. Muovin osuus purkujätteessä on yleensä kuitenkin hyvin pieni (Santos ym., 2023). Muovien tapauksessa uudelleenkäyttö on kohdistunut ehjänä irrotettuihin putkiin ja verhoiluihin (Zhang ym., 2022). Santos ym. (2023) mukaan vanhat PVC-kaapelit ja -kotelot ovat hyvä esimerkki potentiaalisesti uudelleenkäytettävistä muovisista rakennusosista. Tietyt muovituotteet säilyvät käyttökelpoisina huomattavan pitkään; muoviputken käyttöikä voi olla jopa 80 vuotta (Santos ym., 2023).

Santos ym. (2023) mukaan muoveilla on yleisesti ottaen merkittävä kierrätyspotentiaali, sillä niiden tekniset ominaisuudet säilyvät lähes uudenveroisina kierrätyksen jälkeenkin. Kierrätyspotentiaaliin vaikuttavat kuitenkin muovin laatu, puhtaus ja mahdolliset haitta-aineet. Muovit voidaan luokitella kestumuoveihin ja kertamuoveihin, joista jälkimmäisiä pidetään kierrätyskelvottomina. Kestomuovien kierrätys on sen sijaan mahdollista, koska ne voi sulattaa ja muotoilla uudelleen (Santos ym., 2023). Suomessa rakennusmuoveista kierrätetään lähinnä pakkausmuovia (Zhu ym., 2022).

Kierrätyskelpoiset muovit jalostetaan yleensä uusien muovituotteiden raaka-aineeksi (Zhang ym., 2022). Santos ym. (2023) mukaan yleisimmin käytössä oleva kierrätysmenetelmä on mekaaninen kierrätys, jossa muovit tyyppillisesti lajitellaan, murskataan ja granuloidaan tai sulatetaan uusioraaka-aineeksi tai -tuotteeksi. Helposti lajiteltavista kestumuoveista, kuten PVC- ja vinyyliverhouksista, valmistetaan usein uusiotuotteita. Vaikeasti lajiteltavat muovilaadut voidaan kerätä purkupaikalta sekalaisena muovijätteenä, josta valmistetaan muovista puutavaraa ja liikenne-esteitä. Muovien kemiallinen kierrätys, joka perustuu muun muassa pyrolyysiin, on vielä harvinaista, mutta se mahdollistaa korkealaatuisempien muovien ja kemikaalien tuotannon jätteestä. Perinteisen kierrätyksen lisäksi muovijätettä voidaan hyödyntää betonitiilten raaka-aineena (Santos ym., 2023).

2.4.9 Mineraalivilla

Mineraalivilla on yleiskäsite vuorivillalle, eli kivi- ja lasivillalle, ja se on globaalisti yleisin rakentamisessa käytetty eristysaine (Kinnunen ym., 2017). Purkamisessa syntyvää mineraalivillajätettä on pidetty yleisesti kierrätyskelvottomana materiaalina ja se päättyy useimmiten kaatopaikalle loppusijoitukseen (Kinnunen ym., 2017; Yap ym., 2021). Yap ym. (2021) mukaan mineraalivillajätteellä on potentiaalia materiaalina hyödyntämiselle, mutta tällöin sen ominaisuudet, laatu, aiempi käyttökohde ja mahdolliset haitta-aineet tulee olla selvillä. Materiaalin riittävä puhtaustaso on merkittävin edellytys kierrätykselle (Yap ym., 2021).

Sormusen ja Kärjen (2019) mukaan mineraalivillajätettä voidaan hyödyntää tutkitusti keramiikassa, sementissä, kuitupitoisissa komposiiteissa, tiilissä ja mullattomassa viljelyssä. Uudempi potentiaalinen hyödyntämiskohde on uusien eristemateriaalien valmistus (Sormunen & Kärki, 2019). Osa kierrätysmenetelmistä vaatii lasi- ja kivivillan erottamisen toisistaan. Yap ym. (2021) mukaan kivivillajäte sisältää paljon kemiallisesti reagoimattomia aineita, jotka lisäävät materiaalin palonkestävyyttä ja lujuutta. Näiden sementtimäisten ominaisuuksien vuoksi kivivillajätettä hyödynnetään enimmäkseen rakennustuotteissa käytettyjen komposiittimateriaalien täyteaineena. Sillä on tutkimusten perusteella eniten jatkokäyttöpotentiaalia betonituotteissa käytettyjen täyteaineiden, kuten sementin, korvaamiseen. Lisäksi kivivillajätettä voidaan hyödyntää mahdollisesti öljyn kaltaisten haitallisten aineiden imeyttämiseen ympäristöstä (Yap ym., 2021).

2.4.10 Kattohuopa

Bitumikattohuopa eli bitumikate on yleisesti rakennusten vesikatoissa käytetty katemateriaali. Ennen vuotta 1994 valmistettu bitumikate voi sisältää asbestia, joten haitta-ainekartoituksen teko ennen purkamista on suositeltavaa. Erilliskerätty haitta-aineeton bitumikatejäte voidaan ohjata materiaalikierrätykseen, jossa se murskataan uusiomateriaaliksi. Murskattua bitumikatejätettä eli bitumikaterouhetta hyödynnetään asfaltin valmistuksessa neitseellisen bitumin korvaamiseen (Lehtonen, 2019).

Tieteellisestä kirjallisuudesta oli haastavaa löytää tietoa bitumikatejätteen kierrätyksestä Euroopan kontekstissa.

2.4.11 Sähkö- ja elektroniikkalaiteromu

Sähkö- ja elektroniikkalaiteromulla (SER) tarkoitetaan käytöstä poistettuja laitteita, jotka tarvitsevat toimiakseen sähkövirtaa, akkua, paristoa tai aurinkoenergiaa (VNa 519/2014). SER-romuksi lasketaan koneiden ja laitteiden lisäksi laitteissa olevat sähköjohdot, led-lamput ja loisteputket (Lehtonen, 2019). SER sisältää monenlaisia materiaaleja, kuten metalleja, muovia ja lasia, sekä haitallisia kemikaaleja ja raskasmetalleja, minkä vuoksi se luokitellaan vaaralliseksi jätteeksi (Ilankoon ym., 2018). SER-jätteen käsittely on Suomessa tuottajavastuun alaista toimintaa (VNa 519/2014).

Käytetyt sähkö- ja elektroniikkalaitteet on mahdollista ohjata uudelleenkäyttöön, jos ne toimivat tai ovat korjattavissa. Jos kokonainen laite ei sovellu uudelleenkäyttöön, siitä voi irrottaa pienempiä osia sellaisenaan uudelleen käytettäväksi komponenteiksi (Teskfaye ym., 2017). SER-laitteiden tai niiden komponenttien uudelleenkäytöstä ei löydy juurikaan tutkimusdataa globaalissa mittakaavassa (Ilankoon ym., 2018). Jos komponentteja ei pysty käyttämään uudelleen, osa voidaan hyödyntää materiaalina teollisuustuotannossa (Teskfaye ym., 2017).

SER-jätteen tehokas kierrätys vaatii esikäsittelyn, jossa laitteista irrotetaan ja lajitellaan eri materiaaleista koostuvat osat. Osat kierrätetään esikäsittelyn jälkeen materiaalikohtaisesti. Sähkö- ja elektroniikkaromun sisältämät arvokkaat metallit, kuten kulta, hopea ja kupari, tekevät SER-jätteen kierrättämisestä taloudellisesti houkuttelevaa (Teskfaye ym., 2017). Metallien kehittynyt kierrätysteknologia on mahdollistanut Euroopassa myös monimutkaisten sähkö- ja elektroniikkalaitteiden sisältämien metallien erottelun ja kierrätyksen (Hagelücken ym., 2016). Teskfaye ym. (2017) mukaan SER-jätteen kierrätys on keskittynyt rautapitoisia jakeita hyödyntävään terästeollisuuteen ja alumiinipitoisia jakeita hyödyntävään alumiiniteollisuuteen. SER-jätteen sisältämistä arvometalleista on mahdollista kierrättää yli 95 %, jos erotusprosessissa yhdistellään sulatukseen, liuotukseen ja sähkömagneettisuuteen perustuvia tekniikoita (Teskfaye ym., 2017).

2.4.12 Haitallisia aineita sisältävät materiaalit

Monet rakennusmateriaalit sisältävät vaarallisiksi aineiksi luokiteltuja haitta-aineita, joista yleisimpiä ovat asbesti, PCB-yhdisteet (polyklooratut bifenyylit), PAH-yhdisteet (polysykliset aromaattiset hiilivedyt) ja kreosootit, raskasmetallit, öljyhiilivedyt, mikrobivaurioiset rakenteet ja POP-yhdisteet (pysyvät orgaaniset yhdisteet) (Lehtonen, 2019). Asbestia on käytetty yleisesti rakennusten eristeissä, kattorakenteissa, laatoissa ja palonkestävissä tiivisteissä (Tam ym., 2018). PCB-yhdisteitä on käytetty saumausaineissa, maaleissa, lakoissa ja elektronisissa laitteissa, kuten kondensaattoreissa ja muuntajissa. PAH-yhdisteitä löytyy muun muassa kattohuovasta ja latioista, ja PAH-yhdisteisiin kuuluvaa kreosoottia on esimerkiksi kyllästetyssä puussa (Tam ym., 2018; Lehtonen, 2019). Raskasmetalleihin kuuluvaa lyijyä on käytetty esimerkiksi maaleissa ja sähköjohdoissa, ja esimerkiksi loisteputkilamput sisältävät elohopeaa (Lehtonen, 2019).

Vaarallisia aineita sisältävät materiaalit suositellaan poistettavaksi kokonaispurkukohteen rakenteista ennen varsinaisten purkutöiden alkamista (Lehtonen, 2019). Materiaalit on lajiteltava erikseen jo syntypaikalla, koska jo pienet haitta-ainepitoisuudet voivat aiheuttaa riskejä työntekijöille ja ympäristölle, sekä vaikeuttaa materiaalien kierrätystä (Tam ym., 2019). Vaarallisia aineita sisältäviä rakennusmateriaaleja ei pystytä käyttämään uudelleen tai kierrättämään, vaan ne tulee toimittaa loppukäsittelyyn luvan omaaviin laitoksiin (Lehtonen, 2019).

3 Tapaus: Niemen alueen hiilineutraaliuden ja kiertotalouden Living Lab

Lahden kaupungin tavoitteena on olla hiilineutraali jo vuonna 2025, mikä vaatii huomattavia ilmastotoimia. Vaikka kaupungin vuosittaiset kasvihuonekaasupäästöt ovat laskeneet jo merkittävästi, todellisen hiilineutraaliuden saavuttaminen vaatii vielä kehitystä etenkin rakennusten hiilineutraaliuden osalta (Lahden kaupunki, 2021). Kaupunki allekirjoitti vuonna 2022 *Kestävän purkamisen Green Deal* -sopimuksen, jonka tarkoituksena on lisätä purkumateriaalien uudelleenkäyttöä ja kierrätystä (Lahden

kaupunki, 2022). *Niemen alueen hiilineutraaliuden ja kiertotalouden Living Lab* -hanke on Lahden kaupungin organisoima kokeilu liittyen Niemen ranta-alueen muutosvaiheeseen teollisuusalueesta asuin- ja virkistysalueeksi. Lahden kaupungissa sijaitseva Niemen ranta-alue on 15,5 hehtaarin kokoinen teollisuusalue, jossa toimivat tällä hetkellä UPM-Kymenen tehdas ja Polttimo-konsernin tontilla ja rakennuksissa Viking Malt Oy:n mallastehdas, Suomen Hiiva sekä Senson Oy:n mallasuutetehdas. Alue sijaitsee Vesijärven rannalla vajaan kolmen kilometrin päässä Lahden keskustasta ja se on ollut pääosin teollisuuden ja veneilyn käytössä.

Niemen alueelta tullaan purkamaan Viking Maltin tehdas ja UPM:n konttorirakennukset, ja teollisuus poistuu alueelta vaiheittain 2–15 vuoden aikana. Alueen vapautuminen on jaettu neljään eri vaiheeseen, joista ensimmäisessä vapautuu Polttimo Oy:n omistama Viking Maltin alue. Viking Maltin alue ja muutosvaiheet on esitetty *kuvassa 1*. Entiset teollisuusalueet tullaan kaavoittamaan ja rakentamaan uuteen käyttöön, pääosin asumiseen. Tulevaisuuden visiona on, että Niemi on ”toimiva kokonaisuus työpaikkoja, koulutusta, tutkimusta ja asumista – sekä virkistystä, veneilyä, rantaa ja viheralueita” (Lahden kaupunki, 2023). Alueen historiaa halutaan korostaa uudelleenrakentamisessa tuomalla esiin vanhan teollisuusympäristön piirteitä, vaikka itse teollisuusrakennukset joudutaan purkamaan (Lahden kaupunki, 2021). Niemeen on kaavailtu ainakin rantaraitin ja viheralueiden rakentamista (Lahden kaupunki, 2023).

Niemi Living Lab -hankkeen perusajatuksena on miettiä alueen kiinteistönomistajien, korkeakoulujen ja paikallisten yritysten kesken, miten alueen purkumateriaalit saataisiin hyödynnettyä mahdollisimman tehokkaasti alueen uudelleenrakentamisessa minimikuljetuksin. Rakennusten purkamisesta syntyville purkumateriaaleille tavoitellaan mahdollisimman korkeaa kierrätysastetta kiertotalouden periaatteita noudattaen. Kaikille materiaaleille pyritään löytämään toimiva ja taloudellisesti mahdollisimman kannattava kierrätys- tai uudelleenkäyttömahdollisuus.

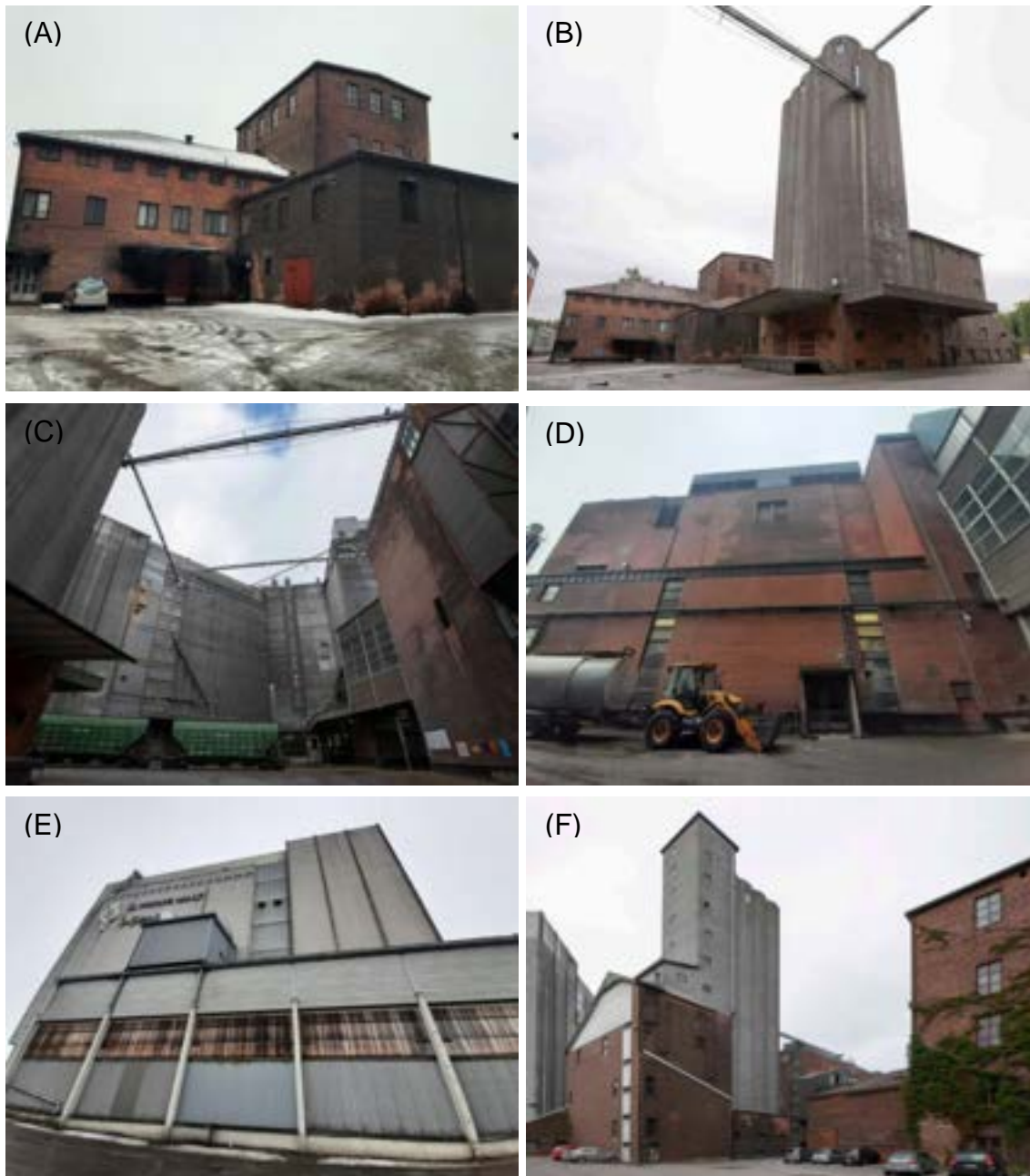


Kuva 1. Niemen alueen muutosvaiheet (Lahden kaupunki, 2021).

Tämän tutkielman kohteena ovat Polttimon omistamat Viking Malt Oy:n ja vanhan hiivatehtaan rakennukset, joiden on tarkoitus vapautua alueen ensimmäisessä muutosvaiheessa (*Kuva 2*). Kiinteistöllä toimivan Polttimo Oy:n tuotantoon on kuulunut maltaiden ja mallasuutteen tuotanto. Alueella on lisäksi ollut aiemmin hiivantuotantoa. Ensimmäisenä purettaviin rakennuksiin kuuluvat: 1. Vanha hiivatehdas (sis. vanha lämpökeskus), 2. Vanha siilosto (siilot 1 ja 2), 3. Viljasiilot (siilot 3–7) ja 4. Mallastamot (uusi ja vanha) (*Liite 1*). Vanha hiivatehdas ja vanha siilosto olivat olleet jo pitkään käyttämättöminä ennen tutkimuksen aloitusta vuonna 2023, mutta muissa rakennuksissa oli yhä tuotantotoimintaa. Alueella on joitain rakennuksia, joita ei pureta ainakaan toistaiseksi. Esimerkiksi kulttuurihistoriallisesti arvokas vanha viljamakasiini aiotaan saneerata ja muuttaa Polttimon pääkonttoriksi (Lahden kaupunki, 2021).

Tutkimukseen sisältyvät tehdusrakennukset ovat vanhoja ja useita niistä on laajennettu vuosien varrella, joten rakennuskanta on vaihtelevaa. Rakennukset on rakennettu vuosina 1920–1991, suurin osa 50–70-luvuilla. Niiden purkaminen on suunniteltu kokonaispurkuna, koska niille ei ole enää käyttöä Viking Maltin toiminnan siirryttyä

muualle, ja osa rakennuksista on niin huonossa kunnossa, ettei kunnostaminen kannata. Vanha hiivätehdas ja vanha siilosto ovat esiselvitysten mukaan niin huonokuntoisia, ettei niiden käyttö muuhun toimintaan ole todennäköistä terveellisyyden ja turvallisuuden kannalta (Lahden kaupunki, 2021).



Kuva 2. (A) Vanha hiivätehdas, (B) vanha siilosto, (C) vanhan ja uuden siiloston sekä mallastamon rajaama tila, (D) mallastamon seinusta, (E) uuden siiloston seinusta, (F) vanha siilorakennus ja vanha hiivätehdas. Kuvat B, C ja F ovat peräisin Lahden kaupungilta (2021).

4 Aineisto ja menetelmät

Tässä osassa käydään läpi tutkimuksen teossa käytetyt aineistot ja menetelmät. Tutkimus on tyypiltään tapaustutkimus, jonka aineistot koostuvat sekä laadullisesta että määrällisestä materiaalista. Pääasiallinen aineisto koostuu kenttäpäivien havainnoista, materiaalilaskelmista ja asiantuntijahaastatteluista. Tiedonkeruussa on hyödynnetty lisäksi rakennus- ja purkujätteitä käsittelevien yritysten internetsivuja ja ajankohtaisia dokumentteja.

4.1 Tapaustutkimus

Tutkielmassa käytettiin tapaustutkimuksen menetelmiä monipuolisesti. Tapaustutkimukselle ei ole olemassa yksiselitteistä määritelmää, mutta määritelmiä yhdistää aineiston runsaus ja tapausten tarkastelu niiden luonnollisessa asiayhteydessä (Puusa & Juuti, 2020). Tapaustutkimus on hyvä vaihtoehto menetelmänä silloin, kun tutkimuksella pyritään vastaamaan 'mitä-, miten- ja miksi' -kysymyksiin, tai kun aiheesta on tehty vähän empiiristä tutkimusta (Eriksson & Koistinen, 2014). Tapaustutkimus valittiin menetelmäksi tähän tutkimukseen muun muassa siksi, koska tutkielmassa pyritään selvittämään, *mitä* purkumateriaaleja tutkimuksen kohteena olevista rakennuksista syntyy ja *miten* niitä voidaan kierrättää tai käyttää uudelleen. Oluyele ym. (2022) tekemän kirjallisuuskatsauksen mukaan rakennussektorin kiertotalouden tutkimuksessa on käytetty pääsääntöisesti kokeellisia menetelmiä, joten tiedon lisäämiseksi aiheesta on hyvä tehdä enemmän empiiristä tutkimusta.

Erikssonin ja Koistisen (2014) mukaan tapaustutkimuksen tyyppejä jaotellaan sekä tieteenfilosofisesti että tutkimuksen menetelmien, tavoitteiden, lähestymistavan ja tutkimusprosessin mukaan. Yleisiä tapaustutkimuksen tyyppejä ovat esimerkiksi eksploraatiivinen ja välineellinen ja tapaustutkimus. Eksploraatiivinen lähestymistapa pyrkii löytämään uutta, eli tavoitteena on uusien teoreettisten ideoiden, käsitteiden ja väittämien tuottaminen tutkittaviin ilmiöihin johtaneista prosesseista. Välineellisessä tapaustutkimuksessa halutaan ymmärtää muutakin kuin vain kyseistä tapausta. Tapauksen avulla voidaan esimerkiksi havainnollistaa ja testata teoreettisia ideoita

(Eriksson & Koistinen, 2014). Tutkielmassa pyritään havainnollistamaan materiaalien olemassa olevia kierrätysketjuja sekä kierrätystä ja uudelleenkäyttöä rajoittavia tekijöitä. Spesifin tapauksen avulla tuotetaan uutta tietoa, joka voi auttaa ymmärtämään aihepiiriä laajemminkin Lahden kaupungin tai Suomen kontekstissa, tai ainakin toimia esitutkimuksena laajempaa tutkimusta varten. Tutkielman voi siten mieltää sekä eksploraatiiviseksi että välineelliseksi tapaustutkimukseksi.

Tapauksen määrittelyyn on olemassa useita eri kriteereitä. Tapaus voi olla helpommin rajattavissa oleva tutkimuskohde, kuten yksilö, ohjelma tai jonkin organisaation kehityshanke, tai se voi olla vaikeammin rajattava tutkimuskohde, kuten erilaiset muutosprosessit ja ilmiöt (Eriksson & Koistinen, 2014). Tutkielman tapauksena on *Niemi Living Lab* -hanke ja tarkemmin kuvailtuna ensimmäisenä purettavien rakennusten purkumateriaalit ja niiden kierrätys- ja uudelleenkäyttömahdollisuudet. Eri purkumateriaalijakeet voidaan mieltää yksittäisiksi tapauksiksi.

Tapaustutkimus valittiin tutkielman lähestymistavaksi sen monimuotoisuuden vuoksi. Tapaustutkimuksessa voidaan käyttää sekä laadullista että määrällistä aineistoa ja erilaisia aineiston analyysimenetelmiä. Avoimet haastattelut, havainnointi ja erilaisten dokumenttien kerääminen ja analysoiminen ovat lähestymistavalle tyypillisiä tutkimusmenetelmiä (Eriksson & Koistinen, 2014). Tämä tapaustutkimus mukailee virallisen purkumateriaaliselvityksen työvaiheita, joihin kuuluu purkukohteen aineistoon tutustuminen, kenttätutkimus, purkumateriaalien määrän ja laadun arvioiminen sekä purkumateriaalien käsittelysuositusten laatiminen (Wahlström ym., 2019). Tutkimuskysymyksiin vastaaminen vaatii siten monipuolisen aineiston keräämistä.

Tapaustutkimuksen yhtenä haittapuolena pidetään sitä, ettei menetelmän avulla voi tuottaa yleistyksiä (Eriksson & Koistinen, 2014). Se, miten materiaaleja on mahdollista kierrättää tai käyttää uudelleen Niemen tapauksessa, ei välttämättä päde muihin samankaltaisiin tapauksiin. Yleistysten tekeminen ei ole kuitenkaan tapaustutkimuksen pohjimmainen tarkoitus, ja tässäkin tutkimuksessa tarkoituksena on tuottaa tietoa yhdestä ainutlaatuisesta tapauksesta (Eriksson & Koistinen, 2014). Parhaimmillaan

tapauksen kuvaus saadaan sellaiseen ymmärrettävään muotoon, joka kiinnostaa tutkijoita, päätöksentekijöitä ja muita toimijoita.

4.2 Aineiston keruu

4.2.1 Kenttätyö ja materiaalilaskelmat

Purettavien tehdasrakennusten purkumateriaaleja ja niiden määriä selvitettiin kahdella tavalla; kenttätyön ja alustavien materiaalilaskelmien avulla. Ennen purkutöiden aloittamista on kannattavaa tehdä ennakkoselvitys rakennuksen purkumateriaaleista, koska se tuottaa arvokasta tietoa, jolla hankkeen kiertotaloustavoitteet on mahdollista suunnitella kohteeseen sopiviksi (Kuittinen, 2019). On kuitenkin huomioitava, ettei tutkielman materiaalikartoitus ole virallinen purkumateriaaliselvitys.

Tutkielman kannalta oli tärkeää saada omakohtainen käsitys Niemen teollisuusalueesta, tutkimuksen kohteena olevista purettavista rakennuksista ja niistä löytyvistä materiaaleista ja rakennusosista, joten havaintojen teko kenttätyön muodossa oli tarpeen. Kenttätutkimus on olennainen osa uudelleenkäytettävien ja kierrätettävien materiaalien ja rakennusosien tunnistamista (Wahlström ym., 2019). Tieteelliseen havainnointiin kuuluu systemaattinen tiedon keruu ja sen etuna on autenttisuus, eli se mahdollistaa todellisten tilanteiden näkemisen reaaliajassa (Puusa & Juuti, 2020).

Kenttätyö toteutettiin alkuvuodesta 2023, jolloin tutkimukseen sisältyvät purettavat rakennukset kierrettiin läpi kahden päivän aikana. Kierrokseen kuuluivat vanha hiivatehdas (sis. vanha lämpökeskus), vanha siilosto (siilot 1 ja 2), viljasiilot (siilot 3–7), mallastamot (uusi ja vanha) sekä alueen jätekatos (*Liite 1*). Materiaalijakeita ja niiden määriä kirjattiin ylös oman havainnoinnin ja kierroksen vetäjän kertoman perusteella. Kirjattavia jakeita olivat muun muassa betoni, metallit ja puu. Esimerkkinä teräsportaatt merkattiin metalleihin ja ikkunat lasiin. Samalla laskettiin rakennusosien, kuten ikkunoiden ja ovien, ja koneiden ja laitteiden, kuten sähkökaappien, määriä. Kartoituksessa ei otettu kantaa rakennusosien tekniseen kelpoisuuteen tai laitteiden toimivuuteen. Jokaisesta rakennuksesta koottiin oma materiaalilista, josta tiedot siirrettiin Excel-taulukkoon (Microsoft, Redmond, Washington, USA). Rakennusten sisä-

ja ulkopuolelta otettiin valokuvia, jotta niiden ominaisuuksia voisi tarvittaessa palauttaa mieleen myöhemmin.

Kenttäpäivinä kerättyä havaintoaineistoa täydennettiin tarkemmillä materiaalilaskelmilla, jotka laskettiin pääosin rakennusten pohjapiirustusten avulla. Laskelmat saatiin valmiina *Niemi Living Lab* -hankkeessa toimivalta asiantuntijalta. Purkumateriaaliselvityksessä materiaalmäärät lasketaan yleensä massoina (tn) ja tilavuuksina (m³), kuten tässäkin tapauksessa. Kaikelle materiaalille, kuten ikkunoille ja laitteille, ei lasketa massoja, vaan kappalemääriä. Määrät laskettiin Lahden kaupungin selvityslomakkeen mukaisesti seuraaville jakeille: betoni, tiili, metalli, puu, lasi, muovi ja kumi, bitumikate, kipsilevy, mineraalivilla ja sekalaiset materiaalit. Energiajäte jätettiin pois laskuista, koska se ollaan poistamassa Lahden kaupungin lomakkeelta. Laskelmat tehtiin jokaiselle rakennukselle erikseen ja niistä koottiin Excel-yhteenvetotaulukot.

4.2.2 Purkumateriaaleja käsittelevien yritysten kartoittaminen

Tutkittavien materiaali-jakeiden kierrätyksestä ja uudelleenkäytöstä kerättiin tietoa Suomessa alalla toimivien yritysten internetsivuilta ja haastattelemalla osaa tutkituista yrityksistä (ks. kartoitetut yritykset *liitteestä 2*). Liikkeelle lähdettiin tutkimalla niitä yrityksiä, jotka oli arvioitu hankkeen suunnitteluvaiheessa potentiaalisiksi yhteistyökumppaneiksi. Kartoitettaviin yrityksiin lukeutui purkualan yrityksiä, jätteen- ja maanvastaanottoyrityksiä sekä uusiotuotteiden ja -materiaalien valmistajia. Purkumateriaaleja käsittelevien yritysten ja niiden toiminnan kartoittaminen mahdollisti ajankohtaisen tiedon saamisen materiaali-jakeiden olemassa olevista kierrätysmenetelmistä ja uudelleenkäyttöön liittyvistä vaihtoehdoista. Kartoituksen tavoitteena oli saada yleistason käsitys siitä, miten ja missä mitäkin purkumateriaalia voidaan käsitellä tai hyödyntää Niemen alueen tapauksessa, minne niitä voidaan toimittaa esimerkiksi jatkojalostukseen, ja mitä niistä voidaan lopulta tehdä.

Deng ym. (2019) mukaan kierrätyslaitoksen tulisi sijaita 80 km säteellä purkualueesta, jotta kuljetus ei vaikuttaisi saataviin ympäristöhyötyihin negatiivisesti. EU:n rakennus- ja purkujätteen käsittely- ja kierrätysmallin arvion mukaan yli 35 km kuljetusmatkat ovat

kannattamattomia raskaiden materiaalien tapauksessa, mutta kevyempiä ja arvokkaampia materiaaleja voi olla kannattavaa kuljettaa kauemmas (Euroopan komissio, 2016). Tutkielmassa yrityksiä kartoitettiin lähtökohtaisesti 100 km säteellä Lahden kaupungista, ensisijaisesti mahdollisimman läheltä tutkimusaluetta, jotta kuljetusetäisyydet jäisivät minimiin. Haku tapahtui Googlen ja Google Maps -sovelluksen avulla. Hakusanoja olivat muun muassa 'purkujätteen kierrätys' ja 'kierrätysyritys'.

Eri toimialojen potentiaalsiin yrityksiin perehdyttiin tarkemmin tutkimalla yritysten omia internetsivuja. Verkkosivut ovat siitä hankala lähde, että ne voivat muuttua paljon lyhyenkin ajan sisällä, joten käytetyiltä sivuilta otettiin talteen useita kuvakaappauksia. Yrityksistä kerättiin yleistä tietoa Excel-taulukkoon. Selvitettäviä asioita olivat esimerkiksi yrityksen tyyppi ja päätoimiala, sijainti ja toiminta-alue, etäisyys Niemestä, yrityksen toiminta, vastaanotettavat purkumateriaalit sekä materiaalien uudelleenkäyttö ja kierrätys. Tarkoituksena oli saada kokonaiskuva yrityksestä ja sen mahdollisuudesta käsitellä Niemen alueen purkumateriaaleja. Taulukkoa käytettiin myöhemmin hyödyksi haastattelukysymysten laatimisessa.

4.2.3 Asiantuntijahaastattelut

Yritysten internetsivuilta kerättyä tietoa täydennettiin haastattelemalla osaa tutkituista yrityksistä. Asiantuntijahaastattelut ovat tehokas tiedonkeruun menetelmä, jonka avulla kohdistettua tietoa voidaan tuottaa nopeasti (Bogner ym., 2009). Purkumateriaaleja käsittelevien yritysten haastattelu mahdollisti ajankohtaisen tiedon saamisen siitä, millaisia vaihtoehtoja Polttimon tehdasrakennusten purkumateriaaleille löytyy materiaalien ja jätteiden käsittelijöiden näkökulmasta, ja minne purkumateriaaleja kannattaa mahdollisesti kuljettaa Niemestä. Asiantuntijahaastattelut tarjosivat tässä tapauksessa hyvän mahdollisuuden tapauskohtaisen tiedon tuottamiseen. Menetelmää pidetään erityisen tehokkaana silloin, kun asiantuntijat voivat tarjota käytännönläheistä sisäpiiritietoa, kuten tässä tapauksessa yritysten välisistä kierrätysketjuista ja materiaalien kierrätykseen ja uudelleenkäyttöön liittyvistä käytännön haasteista (Bogner ym., 2009). Yritysten internetsivuilta ei löydy välttämättä vastausta kaikkeen, eikä kaikki verkkosivuilla esitetty tieto pidä aina paikkaansa.

Haastatteluihin valittiin tutkimusprosessissa yhdeksän yritystä, mutta yksi jouduttiin lopulta perumaan yrityksen edustajan aikatauluhaasteiden vuoksi. Osa valituista yrityksistä toimii purkualalla, osa jätehuoltoalalla ja osa kierrätysalalla. Kaikki yritykset voidaan mieltää merkittäviksi toimijoiksi omalla toimialallaan. Haastateltavia yrityksiä olivat Purkupiha Oy, Gles-yhtiöt, Umacon Oy, Salpamaa Oy, Tarpaper Recycling Finland Oy, Kuusakoski Oy, EcoUp Oyj ja Remeo. Kyseiset yritykset valittiin haastatteluun, koska ne ovat pääosin isomman mittakaavan toimijoita, joilla vaikutti olevan laajat verkostot ja vakiintuneita tai innovatiivisia kierrätysmenetelmiä. Yrityksillä on toimipaikkoja ja käsittelylaitoksia eri puolilla Suomea, joista osa sijaitsee Lahden kaupungissa tai sen läheisyydessä. Lahden seudulla toimiva kunnallinen jätehuolto-yhtiö Salpakierto Oy jätettiin haastatteleematta, koska se ei yleisesti ottaen vastaanota yritysten purkujätteitä. Asia selvitettiin soittamalla.

Kustakin yrityksestä pyrittiin valitsemaan haastateltavaksi henkilö, joka osaisi vastata mahdollisimman kattavasti purkumateriaalien käsittelyyn liittyviin kysymyksiin oman yrityksensä näkökulmasta. Erään yrityksen tapauksessa haastatteluun osallistui samanaikaisesti kaksi edustajaa. Haastateltavina oli muun muassa liiketoimintapäälliköitä sekä toimitus- ja projektijohtajia. Haastatteluun kutsutut henkilöt olivat yleisesti hyvin kiinnostuneita tutkimuksesta ja pitivät sitä tärkeänä. Kaikki yhteydenotot hoidettiin puhelimitse ja sähköpostitse.

Asiantuntijahaastattelut ovat usein muodoltaan puolistrukturoituja haastatteluja, kuten myös tässä tutkimuksessa (Alastalo ym., 2017). Puolistrukturoitua haastattelua on käytetty menetelmänä useissa rakennus- ja purkujätteiden hyötykäyttöä käsittelevissä tutkimuksissa, joissa on haastateltu jätteitä käsitteleviä yrityksiä (esim. Huang ym., 2018; Nußholz ym., 2019). Puolistrukturoitu haastattelu tarjoaa vapautta haastattelutilanteeseen ja sen ansiosta haastattelussa saattaa nousta esiin jotakin sellaista, mitä tutkija ei ole tullut aiemmin ajatelleeksi (Puusa & Juuti, 2020). Kaikille haastateltaville käytettiin samaa haastattelurunkoa, mutta koska haastateltavana oli eri toimialojen yrityksiä, kaikki kysymykset eivät olleet jokaisen kohdalla aiheellisia. Osa kysymyksistä ohitettiin tai niitä muokattiin kohteena olevan yrityksen mukaan.

Haastattelukysymykset liittyivät purkumateriaalin vastaanottoon, laatuvaatimuksiin, käsittelyyn, kuten kierrätykseen ja uudelleenkäytön valmisteluun, käyttökohteisiin, kuljetukseen ja varastointiin sekä purkumateriaalin kierrätyksen ja uudelleenkäytön mahdollisiin haasteisiin. Haastattelurunko löytyy tutkielman lopusta (*Liite 3*). Kysymykset valittiin osittain sen perusteella, mitä tietoja materiaalien käsittelystä puuttui verkkohaun jälkeen. Ennen haastatteluja oli kerätty tietoa esimerkiksi siitä, mitä materiaalijakeita kukin yritys kierrättää. Haastattelussa haluttiin varmistaa tietojen ajantasaisuus ja saada selville tarkentavia yksityiskohtia. Käsittelyvaihtoehtoja selvitettiin seuraaville jakeille: betoni, tiili, keramiikka, puu, lasi, muovi ja kumi, asfaltti, kattuhuopa, metallit, eristeet, kipsi, sekalainen rakennusjäte, sähkö- ja elektroniikkalaiteromu sekä vaarallinen ja loppukäsiteltävä jäte.

Haastateltaville lähetettiin etukäteen haastattelukysymykset ja taustatietoa purkukohteesta, jotta haastatteluihin oli halutessaan mahdollisuus valmistautua. Haastattelukysymysten paljastaminen etukäteen voi joissain tapauksissa vaikuttaa aineistoon epäsuotuisasti, koska se saattaa suunnata tai rajata haastateltavien ajatuksia ennakkoon (Puusa & Juuti, 2020). Tässä tapauksessa valinta tehtiin tietoisesti aihepiirin laajuuden vuoksi, eli kysymysten etukäteen lähettämällä pyrittiin minimoimaan tiedonpuutteesta johtuva vastausten ohittaminen. Tutkittavia materiaalijakeita oli niin monta, ettei yksittäinen työntekijä välttämättä tiedä niiden kaikkien käsittelystä tarkemmin. Kysymysten paljastaminen antoi haastateltaville mahdollisuuden kysyä tarkentavia tietoja etukäteen esimerkiksi kollegoilta. Haastattelun aiheiden ja kysymysten antaminen etukäteen voi olla perusteltua, kun haastattelussa pyritään keräämään mahdollisimman paljon tietoa tietystä asiasta (Puusa & Juuti, 2020).

Haastattelut pidettiin etänä Zoom ja Microsoft Teams -palveluiden kautta marras-joulukuussa 2023. Haastattelut kestivät 0,5–1,5 tuntia ja ne nauhoitettiin edellä mainittujen sovellusten avulla. Haastatteluiden tallentamiseen ja litteroimiseen pyydettiin lupa etukäteen kirjallisesti ja juuri ennen haastattelun aloittamista suullisesti. Haastattelut toteutettiin Euroopan parlamentin ja neuvoston asetusta (EU) 2016/679 (yleinen tietosuojasetus) noudattaen. Tallenteet ja litteroidut aineistot säilytettiin vain haastattelijan henkilökohtaisessa salasanalla suojatussa pilvipalvelussa, eikä kukaan

muu käsitellyt haastattelumateriaalia. Haastateltaville tiedotettiin, että kaikki haastattelumateriaalit poistetaan, kun tutkielma on valmis, ja tutkimusprosessissa varmistettiin, että haastateltavien identiteetit säilyvät anonyymeina. Haastateltaville annettiin ennen haastatteluja perusteellinen kuvaus siitä, miten haastattelumateriaalia tullaan käyttämään ja mitä tutkielmassa pyritään selvittämään. Haastateltavat saivat pyytäessään mahdollisuuden lukea etukäteen ne tekstit, joissa heidän yrityksensä mainitaan nimeltä.

4.3 Aineiston analyysi

Aineiston analyysi on tärkeä vaihe, jonka voi toteuttaa tilanteen mukaan monin eri tavoin. Laadullisen aineiston analyysillä aineistosta pyritään luomaan sellainen kokonaisuus, jonka pohjalta tutkittavasta ilmiöstä voidaan tehdä hyvin perusteltuja tulkintoja ja johtopäätöksiä (Puusa & Juuti, 2020). Tässä tapaustutkimuksessa aineistoa kerättiin useissa vaiheissa, rinnakkaisesti ja useita eri menetelmiä käyttäen. Aineistoa analysoitiin siis koko tutkimusprosessin ajan.

Tutkielman aineistoon suhtauduttiin faktanäkökulmasta, eli olettaen, että eri menetelmien avulla voidaan saada totuudenmukaista tietoa tutkittavasta ilmiöstä ja sen esiintymisestä arkitodellisuudessa (Puusa & Juuti, 2020). Analyysimenetelmänä käytettiin sisällönanalyysia, joka voidaan mieltää väljäksi metodiseksi viitekehyykseksi yksittäisen menetelmän sijaan, mikä mahdollistaa aineiston monipuolisen tarkastelun. Silloin analyysiin voi sisältyä sekä teorialähtöisiä että aineistolähtöisiä piirteitä (Puusa & Juuti, 2020). Tässä tapauksessa taustateoria tuki sisällönanalyysia koko prosessin ajan, mutta haastatteluaineiston analyysissa oli myös aineistolähtöisempää tulkintaa.

Laadullisen aineiston analyysin haasteena on usein sen runsaus ja hajanaisuus (Puusa & Juuti, 2020). Sen vuoksi sisällönanalyysin keskeisenä tavoitteena on aluksi tiivistää ja järjestää aineisto ymmärrettävään muotoon ilman, että menetetään tärkeää informaatiota (Puusa & Juuti, 2020). Tutkielman aineistot pelkistettiin analyysiprosessin alussa helpommin käsiteltävään muotoon taulukoinnin ja teemoittelun avulla. Myöhemmin aineistoa käsitteellistettiin tyypittelyn kautta. Tutkimuksen eri

analyysivaiheiden yksityiskohtainen selostaminen on haastavaa, koska eri analyysitapoja ei pysty selkeästi erottamaan toisistaan ja analyysissa sovelletaan yleensä useampaa analyysimenetelmää samanaikaisesti (Eskola & Suoranta, 1998). Tutkielmassa käytettiin useampaa aineistotyyppiä, joten niitä analysoitiin hieman eri tavoin.

Kenttäpäivien pohjalta tehdyistä materiaalihavaintotaulukoista ja saaduista materiaalilaskelmataulukoista koottiin tutkimuksen kannalta oleellisin tieto, joka tiivistettiin yhteen Excel-tilukoon (*taulukko 1*). Taulukoon koottiin tulokset Polttimon rakennusten purkumateriaalijakeista ja niiden arvioiduista määristä (tn/m³/kpl). Jakeille laskettiin lisäksi prosenttiosuuksia painon (tn) mukaan, jotta määrien hahmottaminen olisi helpompaa. Taulukoon yhdistettiin kaikista purettavista rakennuksista kerätty tieto, jotta syntyvistä jakeista saisi selkeän kokonaiskuvan. Tutkittavien rakennusten materiaalijakaumat olivat yleisesti ottaen hyvin samankaltaisia, joten yksi taulukko koettiin riittävän kuvaavaksi tutkielman tavoitteiden ja rajallisen laajuuden puitteissa. Taulukoon lisättiin havainnollistamisen vuoksi esimerkkejä siitä, millaisissa rakenteissa ja rakennusosissa materiaalit esiintyvät tapauksen purkukohteessa. Apuna käytettiin materiaalilaskelmien taulukoita ja kenttätutkimuksen havaintomuistiinpanoja. Taulukossa yhdistettiin siten määrällistä ja laadullista aineistoa.

Haastatteluaineisto litteroitiin yleislitterointina ja vastaukset koottiin ensin tiivistetysti yhteen Excel-tilukoon, jossa eri yritysten edustajien vastauksia pystyi silmäilemään rinnakkain kunkin haastattelukysymyksen kohdalla. Taulukoinnin avulla aineistosta sai kokonaiskuvan, mikä helpotti analyysin aloittamista. Haastatteluvastauksia analysoitaessa oli tiedossa, mikä yritys oli milloinkin kyseessä, koska tulosten näkökulmasta oli hedelmällistä katsoa, löytyisikö eri toimialojen väliltä yhtäläisiä tai eroavia näkemyksiä. Purkumateriaalijakeiden käsittelyä koskevat vastaukset pelkistettiin siten, että jäljelle jäi tutkimuskysymysten kannalta oleellisin tieto. Litteroidusta aineistosta poimittiin tiivistetyt vastaukset seuraaviin kysymyksiin: 1. Osallistuuko yritys kyseisen materiaalijakeen kierrätykseen tai muuhun käsittelyyn? 2. Minne vastaanottoipaikkaan purkumateriaali kannattaisi viedä purkualueelta Niemen

tapauksessa, jotta mahdollisimman suuri osa materiaalista saataisiin kierrätettyä? 3. Millaiset ovat vastaanottoaikan laatuvaatimukset vastaanotettavalle purkumateriaalille? 4. Miten purkumateriaalia käsitellään vastaanottoaikassa, minne se päätyy lopulta, ja mihin käyttötarkoitukseen? Jos vastauksissa mainittiin materiaalijakeen uudelleenkäytön tai kierrätyksen haasteita, kehitysaskelaita, tai muuta tutkimuskysymysten kannalta kiinnostavaa tietoa, myös ne lisättiin taulukkoon. Avointen kysymysten vastaukset pelkistettiin kopioimalla litteroidut suorat lainaukset taulukkoon sellaisenaan, mutta kysymykseen liittymättömät kommentit jätettiin tarkastelun ulkopuolelle. Alkuperäisiin litterointidokumentteihin palattiin tarpeen vaatiessa.

Taulukoinnin jälkeen haastatteluaineistoa kategorisoitiin erilliseen tekstidokumenttiin teemoittain. Teemoittelulla tarkoitetaan aineiston jäsentämistä siten, että aineistosta poimitaan keskeiset teemat, jotka auttavat valaisemaan tutkimusongelmaa (Eskola & Suoranta, 1998). Eskolan ja Suorannan (1998) mukaan ”teemoittelun avulla tekstiaineistosta saadaan esille kokoelma erilaisia vastauksia tai tuloksia esitettyihin kysymyksiin”. Teemat muodostettiin tutkimuskysymysten ja teoreettisen viitekehyksen pohjalta. Pääteemoja olivat ’purkumateriaalien käsittelymenetelmät’ ja ’uudelleenkäytön ja kierrätyksen haasteet yritysten näkökulmasta’ ja niiden alle luokiteltiin alakategorioita eli teemoja. Esimerkiksi purkumateriaalien käsittelymenetelmät jaettiin aluksi tutkittaviin materiaalijakeisiin, joista jokaisen alle muodostui alakategorioiksi ’nykyiset vaihtoehdot’ ja ’uudet mahdollisuudet’. Niiden alle luokiteltiin edelleen ’uudelleenkäyttö’ ja ’kierrätys’. Jokaisen teeman kohdalle koottiin kaikkien haastateltavien vastaukset kuhunkin teemaan liittyen.

Haasteiden kategorisointi tapahtui enemmän aineistolähtöisesti, eli aineistosta koottiin ensin samaa tarkoittavia ja samankaltaisia ilmaisuja alakategorioiksi, joita yhdisteltiin analyysin edetessä yläkategorioiksi, ja niin edelleen (Puusa & Juuti, 2020). Kategorioiden nimeämisessä käytettiin apuna teoriataustaa. Aineistosta tunnistettiin alakategorioiksi muun muassa ’kysynnän ja tarjonnan kohtaaminen’ ja ’logistiikan kustannukset’, joista muodostui lopulta yläkategoria ’taloudelliset haasteet’. Uudelleenkäyttöön ja

kierrätykseen liittyvät lauseet ja fraasit luokiteltiin erikseen jokaisen alakategorian alle, jotta niitä voitiin vertailla.

Tekstiaineiston analyysia syvennettiin teemoittelun jälkeen tyypittelyllä, jolloin haastateltavien vastauksista etsittiin yhtäläisyyksiä ja eroavaisuuksia. Tyypittelyllä tarkoitetaan aineiston ryhmittelemistä ja yhdistelemistä tyypeiksi, jotka kuvaavat aineiston samankaltaisuuksia (Eskola & Suoranta, 1998). Tyypittely tiivistää aineistoa ja tuo ilmi jotakin sellaista, mitä ei löydy yksittäisestä vastauksesta (Eskola & Suoranta, 1998). Analyysissa kiinnitettiin huomiota kokonaisuutta kuvaaviin seikkoihin ja myös usein toistuviin asioihin. Teemoittain luokitelluista vastauksista irrotettiin tuloksiin suoria lainauksia, jotka eivät itsessään toimi syvällisenä analyysina tai johtopäätöksinä, mutta jotka kuvaavat aineistoa, elävöittävät tekstiä ja auttavat perustelemaan aineiston tulkintaa (Eskola & Suoranta, 1998). Fraasien ja kokonaisten lauseiden lainaamisella haluttiin havainnollistaa haastateltavien näkemyksiä erityisesti haasteista.

Tutkimuksen kohteena olevien tehdasrakennusten purkumateriaalien mahdollisista käsittelytavoista koottiin lopuksi yhteenvetotaulukko, johon tiivistettiin jokaisen materiaalijakeen kohdalle haastattelujen ja yritysten verkkohaun avulla kerätyt tiedot materiaalien mahdollisista käsittelijöistä ja vastaanottajista. Taulukko havainnollistaa olemassa olevia kierrätysmenetelmiä ja -ketjuja, sekä yritysten välistä yhteistyötä. Taulukko löytyy tutkielman lopusta (*Liite 4*).

5 Tulokset

5.1 Rakennusten purkumateriaalit

Kenttähavaintojen ja materiaalilaskelmien perusteella saadut tulokset rakennusten purkumateriaaleista ja arviot niiden määrästä painon ja tilavuuden suhteen on esitetty *taulukossa 1*. Joillekin rakennusosille tai -tuotteille on merkitty taulukkoon kappalemääriä. Laskelmien perusteella Polttimon rakennuksista syntyy yhteensä noin 101 499 tonnia purkumateriaalia. Painon mukaan mitattuna merkittävimmät materiaalijakeet ovat betoni, tiili ja metalli. Betoni on ylivoimaisesti eniten

rakennuksissa esiintyvä materiaali; se kattaa yli 90 % kaikista rakennusmateriaaleista. Betonin suuri volyyymi oli oletettavissa, sillä suurin osa rakenteista koostuu betonielementeistä ja betoniteräksistä. Toiseksi suurin materiaalijae on tiili (6,7 %), jota on käytetty runsaasti julkisivu- ja seinärakenteissa. Osa sisätilojen tiiliseinistä on maalattu, mutta julkisivujen tiiliseinät ovat maalaamattomia. Kolmanneksi suurin jae on metalli (0,7 %). Rakennuksissa on valtavasti erilaisia metallisia rakennusosia, kuten putkistoja ja teräksisiä ritilätasoja sekä -porrasrakenteita. Tuloksissa on kuitenkin huomioitava, että metallien määrä on todennäköisesti suuresti aliarvioitu, koska prosessilaitteista ja niiden tukirakenteista ei ollut saatavilla tarpeellisia tietoja materiaalilaskelmia varten. Laskelmissa ei myöskään huomioitu betoniteräsrakenteita, joista tulee huomattava määrä metallia, jos ne erotellaan.

Muita tunnistettuja materiaalijakeita ovat mineraalivilla, puu, kattuhuopa, lasi, muovi ja kumi, kipsi, keramiikka ja asfaltti. Rakennuksissa on lisäksi valtavasti erilaisia tuotantokoneita ja sähkölaitteita, joista osa kuuluu SER-jätteeseen. Erilaisia sähkökaappeja ja -keskuksia havaittiin erityisen paljon (ks. kuva 3). Varsinaista museotavaraa rakennuksista ei tunnistettu, mutta muun muassa vanhan siiloston vanhanaikaiset viljanlajittelukoneet ja vanhan hiivatehtaan perinteiset ikkunat ja ovet saatetaan nähdä kulttuurihistoriallisesti arvokkaina. Haitta-aineita koskeva tieto on erittäin puutteellista, mutta kartoituksessa ilmeni, että rakennuksista löytyy ainakin asbestia, öljyä, ammoniakkia ja koksikuonaa. Kyllästetyn puun määrästä ei saatu tietoa. Alustavat laskelmat ovat joka tapauksessa vain arvio, ja todelliset määrät selkeytyvät purkutöiden myötä.

Taulukko 1. Rakennusten purkumateriaalit ja niiden arvioidut määrät painon (tn) ja tilavuuden (m³) mukaan.

Purkumateriaali	Käyttö rakennuksissa (mm. rakennusosat)	Määrä (tn)	Määrä (m ³)
Betoni	Suurin osa rakenteista; anturat, perustukset, perusmuurit, alapohjat, väliseinät, välipohjat, yläpohjat, ulkoseinät, katokset Ontelolaatat, palkit, pilarit Siilot, likoaltaat, portaikot	93 433 (92,1 %)	37 411
Tiili	Ulkoseinät, väliseinät, julkisivut	6 806 (6,7 %)	4 003
Metalli	Teräs, rauta, ruostumaton teräs: Kuljettimet, elevaattorit, hissit (n. 7 kpl), lämpöpatterit Ritilätasot, katokset, palkit, säiliöt, siilot Putkistot (mm. vesiputket, ilmanvaihtoputket, öljyputket, viemäriputket) Portaat, tikkaat, ovet (mm. väliovet, palo-ovet, rullaovet), luukut, teräksiset pesualtaat Pelti: peltikatteet, pellit, sisäkatot, sisä- ja ulkoseinät Jalometallit: kupari (sähkökaapelit, vesijohtoputket, katon reunapellitykset, kuparialtaat) Alumiini: sähkökaapelihyllyt, kaapelituet, lattialuukut	718 (0,7 %)	89
Mineraalivilla	Ulkoseinät, väliseinät, yläpohjat, välipohjat	256 (0,3 %)	1 285
Puu	Ovet (n. 50 kpl erilaisia; osa tuplaovia, osassa lasia), ikkunoiden karmit Yläpohjat, alakatot, katokset Vaneri- ja lastulevyt	122 (0,1 %)	229
Kattohuopa (bitumikate)	Katteet, yläpohjat	115 (0,1 %)	144
Lasi	Ulkoikkunat (n. 455 kpl), sisäikkunat (n. 96 kpl) Lasitiiliseinät, lasilämmönvaihtimet, valaisimien lasikuvut	17 (0,0 %)	7,5
Muovi ja kumi	Elevaattoreiden kumihihnat ja muovikupit Muovimatot, muovilaatat, valaisimien muovikuvut, pleksiikkunat, muoviset viemäriputket, muovipäälysteiset putket, PE-muovi	15 (0,0 %)	29
Kipsi	Kipsilevyt seinissä ja katoissa	2 (0,0 %)	3
Keramiikka	Eri väriset keraamiset laatat ja kaakelit sisäseinissä Posliiniset WC-istuimet (n. 14 kpl) ja lavuaarit (n. 19 kpl)	Ei tiedossa	Ei tiedossa
Asfaltti	Piha-alueet	Ei tiedossa	Ei tiedossa
Laitteet ja SER	Tuotantolaitteet, mm. viljanlajittelukoneet, elevaattorit, kuljettimet, pumput Ilmanvaihto- ja pölynsuodatinlaitteistot, paineilmakompressorit, kylmäkoneet Sähkökeskukset, sähkötaulut, muuntajat, sähkömoottorit, sähkökaapelit LED-valaisinputket, loisteputket, energiansäästölamput	Ei tiedossa	Ei tiedossa
Haitta-aineita sisältävät materiaalit	Öljysäiliöt, muuntajat (öljyjäähdytys) Asbestiputket Kylmälaitokset (sis. NH ₄) Alapohjan koksikuona	Ei tiedossa	Ei tiedossa
Sekalaiset	Materiaalilaskelmissa laskettu mukaan mm. mineraalivillaa ja kipsilevyä	15 (0,0 %)	25
Materiaalia yhteensä		101 499 tn	43 225,5 m³



Kuva 3. (A,B) Tukirakenteita, (C) mallastamo, (D) koneita, (E) sähkökeskus, (F) siiloja.

5.2 Uudelleenkäyttömahdollisuudet

5.2.1 Koneet ja laitteet

Purkuryitykset ovat avainasemassa purkumateriaalien uudelleenkäyttöä pohdittaessa. Asiantuntijoiden mukaan purkajat hoitavat lähtökohtaisesti uudelleenkäyttöön ohjaamisen, jos rakennuksessa on jotakin sellaista uudelleenkäyttökelpoista, mitä ei ole viety jo pois. Käyttökelpoiset koneet ja laitteet kartoitetaan, irrotetaan ehjänä ja kerätään mahdollisuuksien mukaan ennen varsinaisten purkutöiden alkamista. Laitteella on oltava arvoa, että sitä aletaan purkaa ehjänä. Muussa tapauksessa se

puretaan romupurkuna ja toimitetaan kierrätykseen. Haastateltavien mukaan peruselektroniikan lisäksi uudelleenkäyttöön ohjataan tällä hetkellä erilaisia teollisuuden tuotantokoneita, LVI- ja sähkölaitteistoja, vesipumppuja ja kylmälaitteita. Osa haastatelluista yrityksistä käyttää myymiseen omia kontakteja tai omia myyntialustoja ja osa käyttää julkisia alustoja, kuten Huutomyllyä ja Tori.fi-sivustoa.

Kartoituksen perusteella Polttimon rakennuksista ei tule todennäköisesti juurikaan uudelleenkäyttöön kelpavia koneita ja laitteita. Haastateltavien mukaan Polttimon tyyppisissä vanhemmissa purkukohteissa on harvoin käyttökelpoisia elektroniikkalaitteita ja koneita, koska niiden energiatehokkuus ei vastaa nykypäivän standardeja. Jos rakennuksissa on uudempaa elektroniikkaa, kuten tietokoneita ja näyttöjä, ne voi todennäköisesti ohjata uudelleenkäyttöön, mutta vanhemmille laitteille löytyy tuskin käyttökohdetta. Osa asiantuntijoista arvioi, että Viking Maltin vanhat tuotantokoneet menevät todennäköisesti metallinkierrätysprosessiin, mutta joillekin isoille teollisuuskoneille saattaisi löytyä jatkokäyttöä sellaisenaan. Kartoituksen perusteella suurin uudelleenkäyttöpotentiaali Polttimon koneiden ja laitteiden tapauksessa on ilmanvaihto- ja pölysuodatinlaitteistoilla, isommilla tuotantokoneilla, kuljettimilla, pumpuilla ja kylmälaitteilla.

5.2.2 Rakennusosat

Purkualan yritykset kartoittavat käytetyille rakennusosille uudelleenkäyttöä samaan tapaan kuin koneille ja laitteille. Haastatteluvastausten perusteella eniten uudelleenkäyttöpotentiaalia on tällä hetkellä yleisesti teräksisillä kierreportailla, liimapuutuotteilla, palo- ja nosto-ovilla, kuormalava- ja tavarahyllyillä sekä erilaisilla teräsrakenteilla, kuten hallien runkorakenteilla ja teollisuuden hoitotasoilla. Varsinkin kierreportaat ovat haastateltavien mukaan haluttua tavaraa, jonka *"perään jopa soitellaan ja jonotetaan."* Edellä mainittujen lisäksi uudelleenkäyttöön ohjataan asiantuntijoiden mukaan vaihtelevissa määrin ikkunoita, metalli- ja puuovia, betonipalkkeja ja -halleja, terästikapuita ja -kaiteita, tiliä sekä erilaisia lasielementtejä, kuten lämpölasia. Asiantuntijat kommentoivat, että uudelleenkäyttöön ohjaaminen on hyvin tapauskohtaista, eikä kaikkea saada eteenpäin. Vanhojen rakennusosien kelpuuttaminen uuteen käyttökohteeseen nähdään yleisesti ottaen haastavana, koska

ne eivät välttämättä täytä nykyisen lainsäädännön vaatimuksia. Purettavissa rakennuksissa on lisäksi se ongelma, ettei niitä ole yleensä käytetty vuosiin, jolloin rakennusosissa voi olla hometta, mikä estää uudelleenkäytön.

Jos rakennusosat saadaan irrotettua ehjänä ja niiden kelpoisuus uudessa käyttökohteessa pystytään todistamaan, tapauksen purettavista rakennuksista on todennäköisesti mahdollista käyttää uudelleen ainakin teräksisiä portaita ja tikapuita, erilaisia säiliöitä, viljasiiloja, nosto- ja palo-ovia, liimapuita, tiiliä sekä teräsrakenteisia katoksia ja hoitotasoja, joita löytyy rakennusten sisä- ja ulkopuolella. Rakennuksissa on useita eri pituisia kierreportaita, joille löytyy todennäköisesti käyttökohteita. Portaita, siiloja ja säiliöitä on myyty tarvitsijoille esimerkiksi Purkupihan Purkutori.fi-sivustolla. Erään asiantuntijan arvion mukaan liimapuita ja muita isompia puurakenteita voisi hyödyntää uudisrakentamisessa esimerkiksi muurirakenteissa. Kohteessa on paljon ikkunoita, mutta ne tuskin täyttävät nykypäivän standardeja eristävyyden suhteen, eikä niitä ole välttämättä kannattavaa alkaa kunnostaa. Hyväkuntoisia ovia ja ikkunoita voidaan todennäköisesti käyttää uudisrakentamisessa esimerkiksi sisätiloissa ja varastorakennuksissa. Vanhasta hiivatehtaasta löytyi vanhanmallisia ikkunoita ja ovia, jotka voi mahdollisesti ohjata karmeineen vanhojen perinnerakennusten kunnostamiseen. Ehjänä irrotetut lasitiiliseinät soveltuvat uuteen käyttöön sisätiloissa. Uudisrakentamiseen kelpaamattomia puisia väliovia on mahdollista toimittaa paremman käyttökohteen puutteessa poliisivoimille harjoituskäyttöön, kuten eräs purkualan yritys on tehnyt.

Useamman purkualan ammattilaisen mukaan ehjät tiilet on mahdollista kerätä erikseen purkamisen yhteydessä ja käyttää ne uudelleen rakentamisessa, mutta se vaatii paljon lisätyötä, koska vanhat laastit pitää hioa pois. Polttimon rakennusten tiiliseinät ovat vanhoja ja pääsääntöisesti likaiseksi pinttyneitä, mutta tiilet voisivat soveltua muureihin ja muuhun piharakentamiseen, tai vanhojen perinnerakennusten kunnostamiseen. Myös osa betonielementeistä voi soveltua uudelleenkäytettäväksi esimerkiksi pysäköintitiloissa ja piharakenteissa, mutta työturvallisuusseikat ja lujuusvaatimukset tekevät uudelleenkäytöstä hankalaa. Erään asiantuntijan mukaan betonielementit ovat kenties haastavimpia rakennusosia uudelleenkäytön näkökulmasta, sillä niitä on vaikea

irrottaa ja siirtää ehjänä tartuntakohtien puuttuessa. Rakennusosien, kuten tiilien ja betonielementtien, uudelleenkäyttöä on tutkittu ja testattu Suomessa Tampereen yliopiston ReCreate-hankkeessa, jossa haastatelluista yrityksistä ainakin Umacon Oy on ollut mukana.

5.3 Kierrätysmahdollisuudet

Tässä osiossa käydään läpi, miten Polttimon rakennusten eri materiaalijakeita voidaan mahdollisesti kierrättää tutkielman kartoituksen perusteella. Jokaisen jakeen kohdalla esitellään olemassa olevia kierrätysvaihtoehtoja ja materiaalin mahdollisia kierrättäjiä. Lisäksi mainitaan uusia kiinnostavia kierrätyskonsepteja, jos sellaisia nousi esille haastatteluissa tai yrityksiä kartoittaessa. Kierrätyksen edellytyksenä on poikkeuksetta, ettei purkumateriaali sisällä vaarallisia aineita, vaikkei sitä mainittaisi erikseen jokaisen jakeen kohdalla. Tutkielman lopusta löytyy kooste tutkituista purkumateriaalien vastaanottajista ja käsittelijöistä (*Liite 4*). Siitä voi katsoa tarkemmin materiaalijakeiden mahdollisia käsittely- ja kierrätysketjuja.

5.3.1 Betoni

Betoni on Niemen tapauksessa volyymiltaan ylivoimaisesti suurin yksittäinen materiaalijae, joten sen kierrätysvaihtoehtojen kartoittaminen on ensiarvoisen tärkeää ympäristön ja taloudellisuuden kannalta. Niemen betonijäte kierrätetään tulosten perusteella murskaamalla se joko CE-merkityksi tai EEJ-sertifioituksi betonimurskeeksi, jolloin sitä voidaan käyttää MARA-asetuksen mukaisesti tai luonnonkiviaineksen tapaan. Kierrätyksen edellytyksenä on, ettei betoni sisällä haitta-aineita.

Asiantuntijoiden arvion mukaan betoni on järkevintä murskata Niemen tapauksessa suoraan purkupaikalla, koska sen volyymi on niin valtava, ettei painavan materiaalin kuljettaminen muualle käsittelyyn ole kannattavaa. Tällöin on mahdollista tuottaa korkeintaan CE-merkittyä betonimursketta, sillä valtioneuvoston asetuksen (858/2018) nojalla purkutyömaalla ei voi valmistaa EEJ-sertifioitua mursketta, vaikka se olisi kiertotalouden näkökulmasta paras vaihtoehto. Paikan päällä murskaaminen edellyttää murskausluvan saamista alueelle, mikä saattaa osoittautua haastavaksi Niemessä, koska

alueen ympärillä on asutusta ja tehdasalue on ahdas. Jos murskaus ei onnistu purkupaikalla, Lahdesta löytyy useampi mahdollinen purkubetonin vastaanottaja, jotka on esitetty *taulukossa 2*. Vastaanottajista ainakin Salpamaa Oy ja Purkupiha Oy valmistavat käsittelylaitoksillaan EEJ-betonimursketta.

Purkualan ammattilaisen mukaan purkutyömaalla murskattu betoni hyödynnetään ideaalitulanteessa alueen uudelleenrakentamisessa, mutta se on mahdollista vain siinä tapauksessa, jos tiedetään hyvissä ajoin etukäteen, mitä alueelle aiotaan rakentaa. MARA-asetus estää betonimurskeen käytön esimerkiksi kerrostalojen alla, mutta erään haastateltavan mukaan sitä voisi käyttää ainakin parkkipaikkojen pohjien tai nurmikon alla. Alueelle suunniteltu rantaraitti olisi muussa tapauksessa oiva käyttökohde, mutta se sijaitsee vesistön lähellä, joten riskinä on, että vanhasta betonista liukenee vesistölle haitallisia aineita. Näin ollen haitta-aineiden esiintyminen betonissa tulisi määrittää. Haitta-aineiden mahdollinen liukeneminen on aina huomioitava kierrätysmateriaalien käytössä (Gálvez-Martos ym., 2018). Purkubetonia voidaan hyödyntää vaihtoehtoisesti muualla kuin Niemen alueella; Salpamaa Oy:n edustaja arvioi, että Polttimon rakennuksista tulevaa betonia voisi käyttää ainakin Salpamaan Rälssin maavastaanottoalueen kenttärakenteisiin, jonne on kaavailtu laajennuksia.

Polttimon tehdasrakennusten purkubetonille ei ole tällä hetkellä vartenotettavaa korkean jalostusarvon kierrätysvaihtoehtoa. Myös EEJ-betonituotteet käytetään Lahdessa toistaiseksi ainoastaan maarakentamisessa, mutta haastateltavien mukaan betonijätteissä mennään pikkuhiljaa *"kohti todellista kierrätystä"*. Erään asiantuntijan mukaan betonimurskeessa olisi suuresti potentiaalia, jos siitä saataisiin erotettua purkutyömaalla hienoaines, jota voisi käyttää uusien betonituotteiden valmistukseen. Joillain yrityksillä on jo kiertotaloutta tukevaa kehitystä. Esimerkiksi Salpamaa Oy ottaa toiminnassaan kehitysaskelleita kohti betonijätteen kierrättämistä takaisin betoniteollisuuteen tai kasvualustapuolelle, jossa betonia voidaan hyödyntää multatuotteissa kalkin korvaajana.

EcoUp Oyj on esimerkki innovatiivisesta yrityksestä, joka käyttää valikoituja purkumateriaaleja uusien tuotteiden valmistamiseen. Yritys hyödyntää purkubetonia mineraalivillapohjaisen sementin valmistukseen, josta voidaan tuottaa infra- ja ulkorakentamisessa käytettäviä Cubeco-rakennuspaloja. Cubeco-palat muistuttavat betonituotteita, eli niistä voi tehdä lähes mitä tahansa; esimerkiksi puistokäytäviä ja puiston penkkien anturavaluja. Cubeco-paloissa pystytään hyödyntämään useita purkumateriaaleja ja niitä on käytetty onnistuneesti eri kaupunkien kokeiluissa. Idea sopisi hyvin myös *Niemi Living Lab* -hankkeeseen, jossa Cubecoista voisi valmistaa tulevan rantaraitin infraa. EcoUp Oyj:n tuotantotehdas sijaitsee Tarvasjoella lähemmäs 200 kilometrin päässä Niemen alueesta, joten yrityksen edustajan mukaan Lahteen kannattaisi perustaa paikallinen tuotantolinjasto, jotta materiaalien hyötykäyttö olisi mahdollisimman resurssiviisasta.

Taulukko 2. Betonijätteen kierrättäjiä.

Vastaanottaja	Materiaalin laatuvaatimukset	Käsittely ja käyttökohte	Sijainti
Purkupiha Oy	Vastaanotetaan puhdasta ja epäpuhdasta betonijätettä. Betonijätteen tulee olla täysin kulvunutta betonia Puhdas betonijäte saa sisältää betoniteräksiä, jotka ovat korkeintaan betonijakeen mittaisia. Saa sisältää tiiltä tai harkkoja max. 10 % kuorman painosta Epäpuhdas betoni voi sisältää pieniä määriä: kaakelit, laatat, WC-istulimet, lavuaarit, kipsilevyt, eristevillat, bitumi, minerilitti- ja lujalevyt, luonnonkivet	Valmistetaan Demorock®-betonimursketta maarakentamiseen (tie-, katu-, kenttä- ja pohjarakenteisiin). EEJ-sertifioitu tuote, jos valmistetaan kierrätysasemalla	Lahten kierrätysasema: Meisselinkatu 9, 15700 Lahti Murskaus ensisijaisesti purkualueella
Salpamaa Oy	Betonijäte; joukossa ei saa olla kiviä eikä louhetta. Soraa tai hiekkaa saa olla korkeintaan 10% kuorman painosta. Betonijätteet eivät saa sisältää epäpuhtauksia kuten villaa, styroxia, kipsilevyjä, tms. Betonijätteet saavat sisältää betoniteräksiä Vastaanotetaan myös betonia, joka sisältää tiiltä max. 10% kokonaispainosta	Valmistetaan betonimursketta maarakennuskäyttöön. Betonijätteen jalostustuotteet EEJ-sertifioituja Salpamaa voisi hyödyntää esim. Rällsin maavastaaottoalueen kenttärakenteissa	Kujalan käsittelykeskus: Sapelinkatu 7, 15160 Lahti Lähitulevaisuudessa mahdollisesti Rällsin maavastaaottoalue: Heisingintie 488, 15700 Lahti
Circulation Oy	Betonijäte; saa sisältää betoniteräksiä. Tiiltä ja harkkoja seassa max. 20% kokonaispainosta	Valmistetaan betonimursketta maarakennuskäyttöön	Lahten kierrätyslaitos: Kolavankatu 9, 15150 Lahti
EcoUp Oyj	Vastaanotetaan valikoidusti purkubetonia; vain lopputuotteiden tuottamiseen tarvittu määrä	Kierrätetään raaka-aineeksi mineraalivillapohjaisen sementin valmistukseen. Lopputuotteena erilaisia Cubeco-paloja infra-rakentamiseen	Tarvasjoen käsittelylaitos: Kyröntie 504, 21840 Tarvasjoki

5.3.2 Tiili

Kartoituksen perusteella purkutiilen käsittely ja kierrätys tapahtuu lähtökohtaisesti samalla tavalla kuin betonin kierrätys. Tiiltä kierrättävät yritykset on esitetty *taulukossa* 3. Purkualan haastateltavien mukaan tiiliä ei yleensä kerätä erikseen purkaessa, vaan ne päätyvät betonin seassa maarakentamisessa käytettäväksi murskeeksi. Tiilen sallitusta määrästä betonijätteen seassa on kuitenkin eriäviä ohjeistuksia. Osa yrityksistä sallii, että tiiltä on kuorman kokonaispainosta enintään 10 tai 20 %, osa jopa 30 %. Tiilen kierrätyksen haasteena mainittiin materiaalin heikot lujuusominaisuudet, minkä takia sitä halutaan mahdollisimman vähän betonijätteen joukkoon.

Polttimon rakennusten tapauksessa betonin volyyymi on niin suuri, että kaikki tiilet voidaan tarvittaessa kierrättää betonin seassa maarakennuskäyttöön. Erilliskerättyä tiilijätettä on mahdollista hyödyntää Niemen lähialueella myös esimerkiksi kaatopaikan peittorakenteissa. Uudelleenkäyttöön kelpaamattomille erilliskerätyille tiilille ei löytynyt sellaista arvoa lisäävää kierrätysvaihtoehtoa, joka olisi mahdollinen Niemen tapauksessa tällä hetkellä. Haastateltavien mukaan purkutiilelle yritetään miettiä uusia hyötykäyttökohteita, mutta Suomessa ei ole kuulemma keksitty vielä mitään tarpeeksi hyvää vaihtoehtoa. Lupaavia kokeiluja on silti meneillään, sillä esimerkiksi EcoUp Oyj hyödyntää purkutiiltä uusiotuotteissaan muun muassa väri- ja sideaineena. Tuotteet voivat sisältää käytettyjä tiiliä vaihtelevissa määrissä; tiiltä voi olla jossakin tuotteessa esimerkiksi 20 %. Tiilijätettä voidaan käyttää Cubeco-rakennuspaloihin tai sisätuotteissa esimerkiksi kierrätyskynttilöiden valmistukseen. EcoUp Oyj:n edustajan mukaan tiilen kunnolla ei ole jalostuksen kannalta merkitystä, mutta haitta-aineita ei saa olla. Uudelleenkäytön kannalta ongelmallisena koettu tiilissä kiinni oleva laasti ei haittaa kierrätysprosessia, sillä se mielletään oikeastaan positiiviseksi asiaksi.

Taulukko 3. Tiilijätteen kierrättäjiä.

Vastaanottaja	Materiaalin laatuvaatimukset	Käsittely ja käyttökohde	Sijainti
Purkupiha Oy	Puhdas tiilijäte	Valmistetaan Demorock®-betonimursketta maarakentamiseen	Lahten kierrätysasema: Meisselinkatu 9, 15700 Lahti
Salpamaa Oy	Tiilijäte; savitiili, kalkkihiekkatiili, kevytbetonitiili, siporex-harkot, laasti, pienet määrät laattoja ja kaakeleita (korkeintaan 1 % kuorman painosta), sora ja hiekka (korkeintaan 10 % kuorman	Tiilijäte hyödynnetään Kujalan käsittelykeskuksen maarakentamisessa; tarkemmin kaatopaikan peittorakenteissa	Kujalan käsittelykeskus: Sapelikatu 7, 15160 Lahti
Circulation Oy	Tiilijäte; poltetut tiilet ja kalkkihiekkatiilet	Valmistetaan betonimursketta maarakennuskäyttöön	Lahten kierrätyslaitos: Kolavankatu 9, 15150 Lahti
EcoUp Oyj	Vastaanottaa valikoidusti tiilijätettä; vain lopputuotteiden tuottamiseen tarvittu määrä. Tiilien kunnoilla ei väliä, laasti saa olla	Kierrätetään uusien tuotteiden väri- ja sideaineeksi. Lopputuotteena mm. infrarakentamisessa käytetyt Cubeco-palat ja erilaiset sisätuotteet, kuten kierrätyskynttilälajalat	Tarvasjoen käsittelylaitos: Kyröntie 504, 21840 Tarvasjoki

5.3.3 Keramiikka

Keraamisille laatoille ja kaakeleille ei ole kartoituksen perusteella vielä omaa kierrätysvaihtoehtoa ja niiden irrottaminen ehjänä on vaikeaa. Haastateltavien mukaan erityisesti laatat ja kaakelit, mutta myös saniteettiposliini, päätyvät usein betoni- ja tiilijätteen seassa murskaukseen ja maarakentamiseen, jos niiden määrä on vähäinen suhteessa muuhun purkumateriaaliin. Laattoja ja kaakeleita viedään Lahden alueella myös kaatopaikkarakenteissa hyödynnettäväksi. Polttimon rakennuksissa on paljon eri värisiä laattapintoja, jotka voidaan parhaassa tapauksessa kierrättää uudisrakentamiseen betonijätteen joukossa, jos niiden määrä ei ylitä sallittuja rajoja.

Posliinia on mahdollista kierrättää uusien tuotteiden raaka-aineeksi, mutta se ei ole haastattelujen perusteella vielä kovin yleistä. Saniteettiposliinia, kuten vessanpönttöjä ja -lavuaareja, erilliskerätään purun yhteydessä tapauskohtaisesti. Osa haastatelluista yrityksistä toimittaa erilliskerättyä posliinia yhteistyökumppaneille, joiden kautta materiaali päätyy tiilitehtaille uusien tiilien raaka-aineeksi. Purkuposliinia toimitetaan Lahden seudulta esimerkiksi Tiilerille, joka valmistaa takkoja ja julkisivuratkaisuja. Polttimon rakennusten posliiniset vessanpöntöt ja lavuaarit, joita on yhteensä noin 33 kappaletta, on todennäköisesti mahdollista kierrättää uusioraaka-aineeksi, jos ne kerätään erikseen ja määrä todetaan sellaiseksi, että sitä kannattaa lähteä kuljettamaan kauemmas. Saniteettiposliinin vastaanottajia on koottu *taulukkoon 4*.

Useampi haastatelluista yrityksistä on yrittänyt edistää saniteettiposliinin kierrätystä erilaisten kokeilujen ja hankkeiden kautta, mutta kehitys on nähtävästi vielä alkutekijöissä. Purkupiha Oy on tehnyt posliinille koemurskauksia, Remeo on ollut mukana erilaisissa testeissä ja EcoUp Oyj on kokeillut löytää keramiikalle hyötykäyttöä. Saniteettiposliinin kierrätyksen haasteina nähdään materiaalin laatuongelmat ja vähäinen määrä purkukohteissa. Aiemman tutkimuskirjallisuuden tapaan saniteettiposliini nähdään arvokkaana materiaalina, jolla on potentiaalia korkeampi-arvoiselle jalostukselle (Gálvez-Martos ym., 2018). Yksi mahdollinen haastattelussa ilmennyt käyttökohde olisi takkojen ja tulikohteiden laasti.

Taulukko 4. Keramiikkajätteen kierrättäjiä.

Vastaanottaja	Materiaalin laatuvaatimukset	Käsittely ja käyttökohde	Sijainti
Salpamaa Oy	Saniteettiposliini; WC-istuimet ja lavuaarit. Metallosat saavat olla paikoillaan Ei kelpaa: muoviset istuinrenkaat, laatat, kaakelit ja klinkkerit	Murskataan ja jalostetaan uusioraaka-aineeksi, joka toimitetaan yhteistyökumppanille tiilitehtaalle (esim. Tiileri). Käytetään lopulta uusien tiilien valmistuksessa	Kujalan käsittelykeskus: Sapelikatu 7, 15160 Lahti
Purkupiha Oy	Saniteettiposliini; WC-istuimet, lavuaarit, yms.	Käynnissä koemurskausta kierrätykseen liittyen	Lahten kierrätysasema: Meisselinkatu 9, 15700 Lahti
Umacon Oy	Saniteettiposliini	Erilliskerätty posliini voidaan toimittaa Valkealan Terra Infralle, joka jalostaa siitä raaka-ainetta Korian tiilitehtaalle	Kouvolan kierrätyskeskus Hyötyvirta-alueella tai toimitus purkualueelta

5.3.4 Puu

Purkutyömaiden puujätteet hyödynnetään tulosten mukaan lähes täysin polttamalla ne energiaksi tai valmistamalla niistä bio- tai kierrätyspolttoainetta, eli puujätettä ei kierrätetä (ks. Liite 4). Suomessa usein sekä käsittelemätön että käsitelty purkupuuhaketetaan ja poltetaan, vaikka sille olisi potentiaalisesti arvokkaampaa jatkokäyttöä (Husgafvel ym., 2018). Haastatteluvastausten perusteella energiahyödyntäminen on jätteen haltijan ja -käsittelijän näkökulmasta materiaalina hyödyntämistä yksinkertaisempaa ja halvempaa. Osa haastateltavista kommentoi, että haastava maailmantilanne ja energiapula vievät huomiota pois kierrätyksestä. Asiantuntijoiden mukaan osa purkupuusta on kuitenkin mahdollista kierrättää.

Lahdessa ei ole kartoituksen perusteella puujätteen kierrätystoimintaa, mutta esimerkiksi Remeon uusi Vantaan käsittelylaitos mahdollistaa sekä puujätteen energiahyödyntämisen että jalostamisen raaka-aineeksi (*Taulukko 5*). Remeon edustajan mukaan on tilaajan päätettävissä, haluaako materiaalille korkean energiahyödyntämisasteen vai korkean kierrätysasteen, mutta jälkimmäinen vaihtoehto maksaa enemmän. Puujätteestä valmistetaan kierrätysprosessissa raaka-ainetta puu-, metsä- ja rakennusteollisuudelle. Jalostettua puuta käytetään välikomponenttina erilaisissa prosesseissa, kuten kompostoinnin tukiaineena. Haastattelussa jäi epäselväksi, käykö kierrätykseen vain käsittelemätön puujäte, mutta eri puulaadut lajitellaan laitoksella, jolloin kierrätykseen kelpaamaton jae voidaan hyödyntää energiana.

Tapauksen rakennuksista ei tule merkittävästi purkupuuta kokonaismassaan verrattuna, mutta puu kuuluu silti volyymiltaan suurimpiin purkumateriaalijakeisiin. Suurin osa puusta on todennäköisesti käsiteltyä tai kyllästettyä puuta, mikä rajaa kierrätysmahdollisuuksia huomattavasti. Jos rakenteiden sisäosissa on käsittelemätöntä ja maalaamatonta puuta, sen voi mahdollisesti kierrättää. Destaclean Oy on kehittänyt innovatiivisen Puukivi -uusiomateriaalin, jonka valmistamiseen käytetään puhdasta käsittelemätöntä puujätettä. Puukivestä valmistetaan piha- ja aluerakentamiseen soveltuvia betonituotteita, kuten reuna- ja muurikiviä, penkkejä ja pihakiviä. Perinteisistä betonituotteista poiketen osa kiviaineksesta on korvattu puhtaalla kierrätyspuukuidulla, mikä tekee tuotteista kevyempiä ja helpommin työstettäviä (Destaclean, 2023). Myös EcoUp Oyj:llä on käynnissä testejä puujätteen innovatiiviseen kierrätykseen liittyen. Kehitystyö on vielä kesken, mutta yrityksen edustajan mukaan puuhakkeesta, purusta ja muusta puujätteestä voisi tehdä esimerkiksi Cubeco-rakennuspalojen kansia. Kumpikin edellä mainituista esimerkeistä mahdollistaisi puujätteen jatkokäytön rakennustuotteina Niemen alueen uudisrakentamisessa.

Taulukko 5. Puujätteen kierrättäjiä.

Vastaanottaja	Materiaalin laatuvaatimukset	Käsittely ja käyttökohte	Sijainti
Destadean Oy	Kierrätyskelpoinen puujäte; syntypaikkalajiteltu käsittelemätön ja maalamaton puujäte. Saa olla pieniä määriä nauvoja, hakasia ja ruuveja, sekä sahanpurua, kutterinpurua ja risuja	Valmistetaan EEJ-puukuitua, josta tehdään Destadean® Puukivi -uusiomateriaalia. Kierrätyspuukuidulla korvataan perinteisten betonituotteiden kiviainesta	Kelatie kierrätysasema: Pyöräkuja 6, 01450 Tuusula
Remeo	Puujäte	<u>Energiähyötykäyttö</u> : murskataan puuhakkeeksi ja toimitetaan polttoon Lahti Energialle. AB-puusta voidaan valmistaa biopolttainetta, C-puusta kierrätyspolttainetta <u>Materiaalihyötykäyttö</u> : toimitetaan uusiomateriaaliksi (esim. kompostin ilmastusaineeksi) tai metsä-, puu- tai rakennusteollisuuden raaka-aineeksi	Lahden käsittelylaitos: Ala-Okerointentie 213, 15820 Lahti Vantaan kierrätyslaitos: Pitkäsuontie 16, 01200 Vantaa

5.3.5 Lasi

Haastatteluissa selvisi, että purkulasin kierrätys mielletään jokseenkin hankalaksi, mutta ainakin osa tapauksen lasijätteestä on mahdollista saada kiertoon arvoa lisäävällä tavalla. Lasin kierrätyksen haasteina koetaan purkulasin likaisuus, kierrätykseen kelpaavan lasin vähäinen määrä yksittäisessä purkukohteessa sekä lasijätteen kierrätysväylien ja hyödyntäjien puute. Osa lasijätteestä päättyy Lahden alueella joko murskattuna tai seula-alitteena kaatopaikkarakenteisiin. Moni haastatelluista yrityksistä toimittaa kierrätykseen soveltuvan erilliskerätyn lasijätteen Forssaan Uusioaines Oy:lle, joka valmistaa siitä vaahtolasia ja raaka-ainetta uusien lasituotteiden valmistukseen (Taulukko 6).

Lasijätettä tulee Polttimon rakennuksissa lähinnä ikkunoista ja lasisista väliseinistä, mutta pieniä määriä myös vanhoista valaisimista, joiden suojakupu on lasia. Erilaisia ja eri ikäisiä ulkoikkunoita sekä sisäikkunoita ja -väliseiniä on erittäin paljon; niitä on laskelmien perusteella yhteensä yli 500 kappaletta. Uusioaines Oy vastaanottaa laadultaan vaihtelevaa tasolasia, joten ikkunoiden likaisuuden ei pitäisi olla este kierrätykselle. Rakennusten tasolasit voidaan toimittaa arvoa lisäävään kierrätykseen, jos ne eivät sisällä haitta-aineita, ne saadaan syntypaikkalajiteltua omaksi jakeekseen ja ikkunoista poistetaan karmit.

Uusi innovatiivinen kierrätysvaihtoehto purkulasille on valmistaa siitä sisäkäyttöön soveltuvia tuotteita, kuten sisustuspaneeleita ja tehosteseiniä. EcoUp Oy valmistaa puhtaista tasolaseista ja ikkunalaseista sementin kaltaista materiaalia, jota käytetään tuotteiden raaka-aineena. Tällä hetkellä lasista valmistetut tuotteet käyvät vain kuiviin sisätiloihin, eli ne soveltuisivat esimerkiksi liiketiloihin. EcoUp Oy vastaanottaa lasijätettäkin toistaiseksi vain tuotantotarpeiden mukaan, eli kyseinen kierrätysvaihtoehto ei ole välttämättä mahdollinen tutkimustapauksen kannalta.

Taulukko 6. Lasijätteen kierrättäjiä.

Vastaanottaja	Materiaalin laatuvaatimukset	Käsittely ja käyttökohde	Sijainti
Uusioaines Oy	Puhdas tasolasi, laatu luokka I: ikkunalasi sekä karastut, sävytetyt ja maalatut lasit Tasolasi, laatu luokat II ja III: laminoidut lasit, eristyslaselementit, tuulilasit, mainosteipatut lasit ja lämpölasit Tasolasi, laatu luokka V: purkuikkunat, joissa puu- tai alumiinipokat. Vanhat puiset ikkunalliset terassiovet. Ei karmeja Ei käly: keraaminen, tulenkestävä lasi, lankalasi, palonsuojalasi, opaailasi, lamput. 1960-70-lukujen eristyslaselementit, jotka voivat sisältää PCB-yhdisteitä	Valmistetaan lasisirua teollisuudelle uusien lasituotteiden (mm. lasivilla, pakkauslasit, uudet tasolasit) tuotantoon. Lisäksi valmistetaan Foamit -vaahtolasia infra- ja talonrakentamiseen	Forssan tuotantolaitos: Kurikkamäentie 23, 30420 Forssa
EcoUp Oy	ikkunalasit ja muut tasolasit. Vastaanotetaan tapauskohtaisesti	Valmistetaan sementin kaltaista uusiomateriaalia, josta tehdään kuiviin tiloihin soveltuvia tuotteita, kuten sisustuspaneeleita ja tehosteseiniä	Tarvasjoen käsittelylaitos: Kyröntie 504, 21840 Tarvasjoki

5.3.6 Muovi ja kumi

Rakennusten purkamisessa syntyvälle kumijätteelle ei ole haastateltavien käsityksen mukaan vielä mitään kierrätysvaihtoehtoa. Jatkojalostuksen haasteena mainittiin kumin valmistusprosessissa tehty vulkanointi. Kumijätettä syntyy tutkimustapauksessa todennäköisesti niin pieni määrä, ettei sillä ole merkittävää vaikutusta resurssitehokkuuteen. Haastatteluvastausten perusteella muovi- ja kumijätteet päätyvät purkukohteesta usein kierrätyspolttoaineeksi tai massapolttoon, eli ne hyödynnetään energiana. Jätteen hyödyntäjiä ovat voimalaitokset, kuten Lahti Energia, Vantaan Energia ja Fortum. Muovijätteet kerätään purkutyömaalta monesti energiajätteenä, koska niiden lajittelu laaduittain mielletään vaikeaksi.

Syntypaikkalajiteltuja muoveja toimitetaan jonkin verran kierrätykseen, mutta se vaatii asiantuntijoiden mukaan tapauskohtaista harkintaa. Muovien kierrätystä vaikeuttaa haastateltavien näkökulmasta muovilaatujen paljous, likaisuus ja suhteellisen pieni määrä yksittäisessä kohteessa. Vanhojen rakennusten etuna mainittiin se, että aiemmin rakentamisessa käytetyt muovit ovat helpommin kierrätettäviä kuin nykymuovit, koska niissä ei ole yleensä eri muovien yhdistelmiä. Eräs purkualan asiantuntija arvioi, että Polttimon tapauksessa suurimmat valtamuovien volyymit tulevat todennäköisesti PE-kalvomuoveista ja PVC-putkista, joiden lajittelu on suhteellisen helppoa. Jos muovijätettä tulee paljon ja se saadaan lajiteltua laaduttain purkualueella, se on mahdollista toimittaa esimerkiksi Kuusakoski Oy:n Hyvinkään muoviterminaaliin, jossa muovijätteestä jalostetaan kierrätysmuovia. Jos syntypaikkalajittelu ei ole mahdollista, muovit voidaan lajitella esimerkiksi Remeon Vantaan laitoksella, jossa optiset erottelijat kykenevät ottamaan eri muovilaadut erikseen sekalaisen rakennusjätteen joukosta. Laitoksen uusi teknologia mahdollistaa tarkemman lajittelutuloksen kuin käsin tehty lajittelu, minkä ansiosta suurempi osa muoveista saadaan toimitettua edelleen jatkojalostukseen, jossa muovit granuloidaan uusioraaka-aineeksi. Lahdessa toimii Uusiomateriaalit Recycling Osakeyhtiö Ltd -niminen yritys, joka kierrättää muovia ja valmistaa siitä uusiotuotteita, mutta yrityksen nettisivuilla annetun tiedon suppeuden vuoksi jäi epäselväksi, vastaanottaako yritys purkutoiminnasta syntyvää muovijätettä. Löydetty muovin vastaanottajat esitellään *taulukossa 7*.

Taulukko 7. Muovijätteen kierrättäjiä.

Vastaanottaja	Materiaalin laatuvaatimukset	Käsittely ja käyttökohde	Sijainti
Uusiomateriaalit Recycling Osakeyhtiö Ltd	Muovi; myös (vaikeasti) hakettava. Tarkemmat tiedot puuttuvat	Jalostetaan uusiomuovista valmistetuiksi rakennusalan tuotteiksi (mm. putket, sokkelilevyt, suojamuovit)	Vipusenkatu 26, 15230 Lahti
Kuusakoski Oy	Muovijäte; mm. kalvomuovit (PE), putket (PP). Vastaanottoaika riippuu määrästä ja laadusta	Syntypaikkalajitellut muovit toimitetaan Kuusakosken Hyvinkään muoviterminaaliin kierrätysmuovin valmistukseen. Muussa tapauksessa valmistetaan kierrätyspolttoainetta	Kujalan toimipiste: Sapelinkatu 8, 15160 Lahti
Remeo	Muovi- ja kumijäte	Kumi poltetaan energiatuotannossa Sekalainen muovijäte voidaan siirtokuormata Vantaan laitokselle, jossa eri muovilaadut erotellaan laitteiston avulla. Erotellut muovit paalataan ja toimitetaan jatkojalostukseen uuden muovin raaka-aineeksi	Ekopark: Norokatu 5, 15170 Lahti Lahden käsittelylaitos: Ala-Okerointentie 213, 15820 Lahti Vantaan kierrätyslaitos: Pitkäsuontie 16, 01200 Vantaa

5.3.7 Asfaltti

Asiantuntijahaastatteluiden perusteella asfalttijätteen kierrätys on suoraviivaista ja vakiintunutta toimintaa. Asfalttijäte kierrätetään ensisijaisesti uuden asfaltin raaka-aineeksi, mutta sitä hyödynnetään myös maarakentamisessa MARA-asetuksen mukaisesti (*Taulukko 8*). Purkuyritykset ja jätteenvastaanottoyritykset tekevät usein yhteistyötä isojen asfalttiasemien kanssa. Lahden alueella asfalttijäte toimitetaan useimmiten Peab Oy:lle tai Asfalttikallio Oy:lle, jotka murskaavat sen uusioasfaltin valmistukseen. Tutkimustapauksen piha-alueiden asfalttipäällyste on kierrätyskelpoista, mikäli se ei sisällä haitallisia aineita ja se saadaan kuorittua alueelta omana jakeenaan. Vastausten perusteella asfalttijätteessä on harvemmin kierrätyksen estäviä haitta-aineita. Asiantuntijoiden mukaan asfalttijäte pyritään toimittamaan ensisijaisesti aina lähimmälle vastaanotto paikalle, mutta toimituspaikka vaihtelee vastaanottajien tarpeiden mukaan.

Taulukko 8. Asfalttijätteen kierrättäjiä.

Vastaanottaja	Materiaalin laatuvaatimukset	Käsittely ja käyttökohte	Sijainti
Salpamaa Oy	Puhdas asfalttijäte. Asfaltissa kiinni oleva pieni määrä soraa ei haittaa	Hyödynnetään maarakentamisessa tai toimitetaan murskattuna tai murskaamattomana asfalttitehtaille (Peab Oy tai Asfalttikallio Oy)	Kujalan käsittelykeskus: Sapelikatu 7, 15160 Lahti
Peab Oy	Asfalttijäte	Murskataan ja käytetään raaka-aineena uusioasfaltin valmistuksessa	Lahden asfalttiasema: Vartiokallionkatu 2, 15160 Lahti
Asfalttikallio Oy	Asfalttijäte	Murskataan ja käytetään raaka-aineena uusioasfaltin valmistuksessa	Lahden toimipiste: Metallikatu 2, 15160 Lahti

5.3.8 Kattohuopa eli bitumikate

Kartoituksen perusteella erilliskerätyn kattohuopajätteen ainoa tämänhetkinen kierrätysvaihtoehto on valmistaa siitä uusioraaka-ainetta asfalttiteollisuudelle. Se on Polttimon rakennusten tapauksessa vaihtoehto, jos bitumikate saadaan kerättyä erilleen purun yhteydessä siten, että se täyttää uusioraaka-aineen valmistajan laatuvaatimukset. Purkualan ammattilaisen mukaan bitumikatetta päätyy välillä sekalaiseen rakennusjätteeseen, jos sitä ei saada kerättyä purkukohteesta puhtaana jakeena. Suomessa bitumikatejätettä kierrättävät tällä hetkellä Tarpaper Recycling Finland Oy ja Rebitumen Oy (*Taulukko 9*). Haastatelluista yrityksistä suurin osa

toimittaisi kierrätykseen soveltuvan bitumikatejätteen Niemen alueelta Tarpaperille, jonka vastaanottoaikat sijaitsevat lähempänä purkualuetta. Vastaanottoaikkujen ajoittaisten kapasiteettiongelmiin vuoksi materiaalia kuljetetaan myös esimerkiksi Rebitumen Oy:lle Forssaan.

Tarpaper Recycling Finland Oy jalostaa bitumikatejätteen murskaamalla sen hienoksi rakeeksi. Kierrätyksen lopputuotteena syntyy BitumenMix -uusioraaka-ainetta, jolla korvataan asfaltin valmistuksessa käytettävää neitseellistä, öljystä valmistettua bitumia. Uusioraaka-ainetta käytetään tällä hetkellä maanteiden AB- (asfalttibetoni), ABK- (kantavan kerroksen asfalttibetoni) ja ABS-päällystekerroksissa (sidekerroksen asfalttibetoni), jotka eivät jää kulutuskerroksiksi, sekä jalankulku- ja pyöriteiden AB-päällysteissä. Kierrätykseen toimitettava bitumikatejäte ei saa sisältää asbestia ja se pitää saada erilliskerättyä mahdollisimman puhtaana, ettei seassa ole juuri muuta rakennusjätettä. Polttimon rakennukset ovat sen ikäisiä, että niiden bitumikate saattaa sisältää asbestia, minkä vuoksi purkukartoituksen haitta-ainekartoitus tulee ulottaa myös kattuhuopaan. Asbestipitoiselle kattuhuovalle ei ole hyötykäyttöä, eli se loppusijoitetaan kaatopaikalle.

Suomessa bitumikatejätteen kierrätys ei ole vielä suuren mittaluokan toimintaa, mutta kierrätystoimintaa yritetään asiantuntijoiden mukaan kehittää ja laajentaa. Tarpaperilla on käynnissä tutkimus- ja koekäyttöä bitumikatejätteen jalostusarvoa nostaviin käyttökohteisiin. Tavoitteena on, että jätemateriaalia voisi hyödyntää muun muassa uuden kattuhuovan valmistamiseen. Asiantuntijoiden kommentoissa bitumikatejätteen kierrätystoiminnan laajentamisen haasteena korostui bitumikatejätteen murskaamisen tekninen vaikeus. Kattuhuopaa ei pystytä murskaamaan missä tahansa käsittelylaitoksessa, koska se vaatii tietynlaisen murskaimen. Tarpaper on ottanut tuotannossaan käyttöön mobiilimurskaimen, jota voidaan liikuttaa vastaanottoaikkujen välillä, jotta jätemateriaalin kuljetuksen tarve vähenee. Purkupaikalla murskaaminen ei ole kuitenkaan mahdollista, koska se on ympäristöluvitettua toimintaa.

Taulukko 9. Bitumikatejätteen kierrättäjiä.

Vastaanottaja	Materiaalin laatuvaatimukset	Käsittely ja käyttökohde	Sijainti
Tarpaper Recycling Finland Oy	Erilliskerätty, puhdas bitumikatejäte. Saa sisältää epäpuhtauksia max 2% (paino- tai tilavuusprosenttia). Purkubitumi saa sisältää nauvoja sekä vähäisiä määriä bitumissa kiinni olevia singelisora- ja eristemateriaaleja. Palakoolia ei ole rajoituksia. Ei saa sisältää asbestia. PAH-yhdisteiden raja-arvo on 200 mg/kg	Murskataan hienoksi 0-16mm rakeeksi (BitumenMix-bitumikaterouhe), jota hyödynnetään asfaltin raaka-aineena asfalttiteollisuudessa. Tuotteella on EEI-status	Mäntsälän vastaanottoaika: Suonilintie 11, 04600 Mäntsälä (jos auki) Syntypaikkalajittelulle bitumikatteelle on mahdollista sopia noutopalvelu
Rebitumen Oy	Bitumikatejäte. Ei saa sisältää asbestia	Valmistetaan uusioraaka-ainetta asfalttiteollisuudelle	Klimassuontie 133, 30100 Forssa

5.3.9 Metallit

Haastatteluvastaukset vahvistavat yleistä käsitystä siitä, että metallien kierrätys on kaikista purkumateriaalijakeista mielekkäintä ja teknologisesti kehittyneintä. Kaikenlaisille metalleille löytyy useita kierrätysvaihtoehtoja ja hyötykäyttäjiä. Yritykset panostavat metallien lajitteluun erityisen paljon, koska niistä saa silloin parhaan hinnan. Jo purkutyömaalla kerätään mahdollisuuksien mukaan erikseen ainakin jalometallit, pelti ja leikattava rauta, kuten betonin harjateräkset sekä metalli- ja teräselementit. Pelkkä lajittelu voi riittää siihen, että metalliromusta saadaan uusi tuote myytäväksi.

Asiantuntijoiden vastausten perusteella Polttimon rakennusten metalleille on mahdollista saada yli 90 % kierrätysaste. Lähtökohtaisesti kaikki metallipitoiset jakeet voidaan jalostaa uusioraaka-aineiksi tai tuotteiksi, joita hyödynnetään useilla teollisuuden aloilla sekä kotimaassa että ulkomailla. Metallia jalostavia yrityksiä löytyy Lahdesta useampi, ja metallijakeita ollaan valmiita kuljettamaan vastaanottoaikaan pitkiäkin matkoja (Taulukko 10). Eri metallityypeille on olemassa omia logistisia kierrätysketjuja. Vastaanottoaikaan vaikuttavat haastateltavien mukaan metallien laatu, määrä, kysyntä ja niistä maksettava hinta. Haastatellut yritykset tekevät paljon yhteistyötä kotimaisten romuliikkeiden, metallinjalostajien ja terästehtaiden kanssa. Osa yrityksistä ohjaa lajitellut metallijakeet suoraan vientiin ulkomaille, missä niille on paljon kysyntää. Metalleja kuljetetaan Lahdesta usein Etelä-Suomeen lähemmäs merta, josta ne lähtevät vientiin.

Kierrätysmetalleja, kuten kierrätysalumiinia, rautaromua ja värimetalliromua, valmistavat Lahden alueella tai läheisyydessä esimerkiksi Umacon Oy, Kuusakoski Oy ja Tramel Oy. Joidenkin metallien kohdalla kierrätystoimet on viety pidemmälle; esimerkiksi Kuusakoski Oy jalostaa alumiinijätteestä alumiiniharkkoja elektroniikka- ja autoteollisuudelle. Tapauksen metalliset teollisuuskoneet voidaan purkaa romupurkuna ja kierrättää samalla tavalla kuin muut metallijakeet. Erään asiantuntijan mukaan vanhat teollisuuslaitteet ”kiertävät sataprosenttisesti”.

Taulukko 10. Metallijätteen kierrättäjiä.

Vastaanottaja	Materiaalin laatuvaatimukset	Käsittely ja käyttökohde	Sijainti
Kuusakoski Oy	Kaikki metallipitoiset jakeet. Vastaanottopaikka riippuu määrästä ja metallityypistä	Kierrätetään uusioraaka-aineiksi ja -tuotteiksi; mm. alumiiniharkot, rautaromu, värimetalliromu Raskaat rautarakenteet voidaan toimittaa Imatran toimipisteeseen, jonka vieressä sijaitseva Ovakon terästehdas tekee niistä uusia terästuotteita	Kujalan toimipiste: Sapelikatu 8, 15160 Lahti Heinolan käsittelykeskus: Kuusakoskentie 2-5, 18600 Myllyoja Imatran toimipiste: Pilarikuusenkatu 5, 55610 Imatra
Umacon Oy	Sekalainen metalliromu; mm. alumiinit, kaapelit, kuparit, messingit ja pronssit, muut metallit, rautatuotteet (harjateräs, peltiromu, kuljettimet, säiliöt), ruostumattomat teräkset	Metallit leikataan, käsitellään ja toimitetaan kotimaan terästehtaille raaka-aineeksi	Lahden kierrätystoimipiste: Vinkakatu 12, 15700 Lahti Kouvolan kierrätyskeskus: Huovilantie 51, 46900 Inkeroinen
Purkupiha Oy	Kaikenlaiset metallit; mm. leikattavat metallit, hapokkaat, harjateräkset, paksummat raudat	Metallit toimitetaan lajittelun jälkeen vientiin ulkomaille	Lahden kierrätysasema: Meisselkatu 9, 15700 Lahti
Remeo	Kaikenlaiset metallit	Isojen erien kanssa tehdään yhteistyötä isojen metallin jalostajien kanssa (esim. Kuusakoski, Stena Recycling ja Eurajoen Romu). Pienemmät erät kierrätetään omalla laitoksella	Lahden käsittelylaitos: Ala-Okerointentie 213, 15820 Lahti
Tramel Oy	Metalliromu; mm. kupari (A ja B), alumiini, ruostumaton teräs, messinki. Rauta- ja peltiromun vähimmäismäärä	Kierrätetään uusioraaka-aineiksi	Lahden vastaanottopiste: Kolavankatu 11, 15150 Lahti
Stena Recycling Oy	Kaikenlainen metalliromu; mm. kaapelit, teräkset, rauta, alumiini, romuakut, kupari, messinki	Jalostetaan teollisuuden raaka-aineeksi	Lahden vastaanottopiste: Sapelikatu 6, 15160 Lahti
Gles-yhtiöt	Kaikenlaiset metallit; mm. jalometallit, pelti, leikattava rauta	Lajitellaan ja toimitetaan vientiin yhteistyössä Etelä-Suomen romuliikkeiden kanssa (esim. Romu Keinänen, Tikkurilan Romu ja Helsingin Metallipurkaus)	Toimitus tai nouto purkualueelta

5.3.10 Eristeet

Käytettyjen mineraalivillaeristeiden kierrätys on asiantuntijoiden mukaan haastavaa ja kehitys on yhä alkumetreillä. Näin ollen erilliskerätty tai sekalaisen rakennusjätteen joukossa oleva purkuvilla päättyy useimmiten loppusijoitukseen kaatopaikalle. Haastateltavien mukaan purkuvillan kierrätyksen haasteena on yleensä sen laatu; purkutyömaan eristevilla voi olla kosteaa ja se voi sisältää hometta tai jyrssiöiden jätöksiä, jolloin materiaali ei kelpaa kierrätykseen. Purkutöissä erilliskeräystä vaikeuttaa villojen sekoittuminen muihin purkumateriaaleihin, kuten seinärakenteiden kipsilevyihin.

Mineraalivillajätettä kierrättää haastatteluihin osallistunut EcoUp Oyj, jonka kehittämä innovatiivinen kierrätysmenetelmä on ainut laatuaan Suomessa. Yritys jauhaa mineraalivillajätteestä hienojakoista uusioraaka-ainetta, jota voidaan hyödyntää sideaineena geopolymeeri-betonin valmistuksessa. Raaka-aine korvaa muun muassa sementin käyttöä ja lopputuotteena saadaan jo aikaisempien materiaaliyhteiden kohdalla mainittuja monikäyttöisiä Cubeco-paloja. Uusioraaka-ainetta voidaan hyödyntää esimerkiksi tiilten, pihakivien ja julkisivuelementtien valmistuksessa. Toinen yritys, joka vastaanottaa purkutyömaan mineraalivillajätettä kierrätykseen on Rockwool Finland Oy, joka kuuluu tanskalaiseen ROCKWOOL-konserniin. Yritys vastaanottaa vain erilliskerättyä kivivillajätettä, joka toimitetaan ulkomaille uusien kivivillatuotteiden raaka-aineeksi (Rockwool Finland Oy, 2022). Yritysten tiedot löytyvät *taulukosta 11*.

Polttimon rakennuksista syntyvä alustavien laskelmien perusteella merkittävä määrä mineraalivillajätettä, mikä korostaa sen jatkokäytön kehittämisen tärkeyttä. Purkuvillan hyödyntäminen uusien rakennustuotteiden raaka-aineena voi olla vaihtoehto, jos eristevillat saadaan erilliskerättyä kuivana ja toimitettua esimerkiksi EcoUp Oyj:lle. Lasi- ja kivivilla tulisi kerätä erikseen, mutta se on asiantuntijoiden mukaan vaikeaa, sillä villalaatuja ei välttämättä erota toisistaan paljain silmin. EcoUp on vastaanottanut sekalaista villaa tapauskohtaisesti, mutta se nostaa vastaanottohintaa. Yritys pyrkii tulevaisuudessa siihen, ettei villalaatuja tarvitsisi erotella, jotta kierrätys helpottuisi. Kierrätettävän purkuvillan tärkein laatuvaatimus on, että se on kuivaa tai korkeintaan

hieman kosteaa. Purkuvillan saattaminen kierrätykseen on selvityksen perusteella työlästä, mutta jos se onnistuu, villasta valmistettuja rakennustuotteita voisi käyttää Niemen uudisrakentamisessa.

Asiantuntijahaastatteluissa ilmeni, että Suomessa on menossa kokeiluja, joissa purkuvillaa hyödynnetään uudelleen eristeenä puhaltamalla sitä seinäelementtien välikerroksiin ja asuinrakennusten välipohjiin, mutta siinäkin ongelmaksi muodostuvat villan sisältämät epäpuhtaudet. Erään haastateltavan mukaan betoniteollisuudessa on koitettu sekoittaa purkuvillaa betonin joukkoon, mutta tuotannossa on ollut teknisiä haasteita, koska villan tulisi olla ilmavaa, mutta yleensä purkutyömaan villajätteet puristetaan jätelavoille hyvin tiiviisti.

Tapauksen purkumateriaaliselvityksen mukaan rakennuksissa on käytetty melko vähän muovieristeitä, kuten polyuretaania. Haastateltavien mukaan muovieristeille on olemassa jonkinlaista kierrätystä, mutta purkutyömailta ne päätyvät tyyppillisesti energiahyödyntämiseen. Finnfoam Oy jalostaa muovieristeiden ylijäämäpaloista ja leikkuujätteistä uusioraaka-ainetta, jota käytetään täyteaineena FF-SILENT-massan valmistuksessa. Massaa käytetään rakentamisessa äänieristeenä ja palosuojauksena. Kierrätykseen kelpaavat esimerkiksi erilaiset polystyreeni- ja polyuretaanieristeet (Finnfoam, 2023). Yritys ei toistaiseksi vastaanota purkukohteiden eristeitä, mutta kierrätysjärjestelmä saattaa ulottua tulevaisuudessa niihinkin.

Taulukko 11. Mineraalivillajätteen kierrättäjiä.

Vastaanottaja	Materiaalin laatuvaatimukset	Käsittely ja käyttökohde	Sijainti
EcoUp Oy	Erilliskerätty mineraalivillajäte; lasi- ja kivivilla erillisin säkkeihin lajiteltuna. Myös sekalaista villaa on vastaanotettu, mutta sillä on korkeampi vastaanottohinta	Jalostetaan uusioraaka-aineeksi, jota hyödynnetään sidosaineena mm. geopolymeeri-betonin, tiilien ja asfaltin valmistuksessa	Tarvasjoen käsittelylaitos: Kyröntie 504, 21840 Tarvasjoki
	Villan on oltava kuivaa ja mielellään puhdasta, ei saa sisältää muita jätteitä. Verkkovillat ja alumiinipinnoitteet saavat olla mukana. Pieni kosteus ei haittaa	Uusioraaka-ainetta hyödynnetään betonuotteita muistuttavissa Cubeco-paloissa, joita voidaan käyttää mm. infra- ja ulkorakentamiseen	
Rockwool Finland Oy	Erilliskerätty kivivillajäte (myös purkukohteista)	Kivivillajäte silputaan ja toimitetaan pohjoismaisille tehtaille, joissa siitä valmistetaan uusia kivivillatuotteita. Kierrätetystä kivivillasta valmistetut tuotteet voidaan toimittaa takaisin asiakkaalle	Suomen vastaanottopiste: Kivistönkorventie 3, 01730 Vantaa

5.3.11 Kipsi

Polttimon purkukohteen kipsijäte on mahdollista kierrättää uuden kipsin raaka-aineeksi, jos se saadaan erilliskerättyä purkuvaiheessa tarpeeksi puhtaana. Haastattelujen perusteella kierrätykseen kelpaavat kipsijätteet toimitettaisiin Kirkkonummelle Saint-Gobain Finland Oy:lle, joka hyödyntää käytetyt kipsilevyt uusiokipsilevyjen valmistuksessa. Jos kipsi päätyy sekalaiseen rakennusjätteeseen tai se ei kelpaa laadultaan kierrätykseen, se päätyy todennäköisesti seula-alitteena kaatopaikkarakenteisiin. Kipsin kierrätyksen esteinä koetaan syntypaikkalajittelun haasteet, materiaalin likaisuus ja mahdollinen kastuminen sekä kipsilevyissä kiinni olevat tapetit. Haastatteluista jäi kuitenkin mielikuva, että kipsi on nykyään melko hyvin materiaalina kierrätettävä jätejäte. Kipsijätteelle on kehitetty Suomessa myös uudenlaista kierrätystä, sillä esimerkiksi EcoUp Oyj pystyy valmistamaan purkukipsistä uusioraaka-ainetta, joka toimii rakennustuotteissa sementin korvaajana. Kipsijätettä hyödynnetään siten yhtenä osana Cubeco-palojen tuotantoreseptiä. Kierrätysmenetelmään soveltuu monenlainen kipsi, kunhan siinä ei ole tapetteja. Yritysten tiedot löytyvät *taulukosta 12*.

Taulukko 12. Kipsijätteen kierrättäjiä.

Vastaanottaja	Materiaalin laatuvaatimukset	Käsittely ja käyttökohde	Sijainti
Saint-Gobain Finland Oy	Erilliskerätty kipsijäte; laadultaan puhdasta kierrätykseen soveltuvaa kipsilevyä (levyssä oleva kartonki sallittu). Kierrätyskipsin on oltava kuivaa; ei saa kastua esim. varastoinnin aikana Palautettavan kipsijakeen mukana ei saa toimittaa muita jätteiksi luokiteltavia rakennusmateriaaleja tai epäpuhtauksia. Ei saa sisältää haitta-aineita	Kierrätetään uusien kipsilevyjen valmistuksen raaka-aineena	Kirkkonummen käsittelytehdas: Ojangontie 23, 02480 Kirkkonummi
EcoUp Oyj	Kipsijäte; saa olla paperit kiinni, mutta ei tapetteja. Vastaanotetaan vain tarpeen mukaan	Hyödynnetään uusioraaka-aineena Cubeco-rakennustuotteissa, joissa korvaa sementin käyttöä	Tarvasjoen käsittelylaitos: Kyröntie 504, 21840 Tarvasjoki

5.3.12 Sekalainen rakennusjäte

Jos tapauksen kohteessa syntyy purkuvaiheessa sekalaista rakennusjätettä, iso osa sen sisältämistä materiaaleista on nykyään mahdollista saada takaisin kiertoon. Purkualan ammattilaisten mukaan purkujätteen lajittelu hoidetaan aina lähtökohtaisesti syntypaikalla, sillä se antaa parhaan hyötysuhteen kaikille osapuolille. Joissain tapauksissa sekalaista rakennusjätettä kuitenkin syntyy, jolloin se kuljetetaan jätteenkäsittelylaitokselle, jossa siitä lajitellaan erikseen kierrätyskelpoinen-, hyödyntämiskelpoinen- ja hyödyntämiskelvoton jäte. Osa jätteistä ohjataan uusiokäyttöön, osa energiahyötykäyttöön, osa maarakennukseen tai maantäyttöön, ja osa loppusijoitukseen. Kierrätysaste riippuu pitkälti käsittelylaitoksen lajitteluprosessin tarkkuudesta. Sekalaista rakennusjätettä voivat vastaanottaa Niemen alueelta esimerkiksi Purkupiha Oy, Kuusakoski Oy ja Remeo. Tarkemmat tiedot on esitetty *taulukossa 13*.

Perinteisesti on ajateltu, ettei jätteenkäsittelylaitoksella tapahtuva lajittelu voi missään tapauksessa korvata syntypaikkalajittelua, mutta teknologian kehityksen myötä koneiden avulla tapahtuva lajittelu on kehittynyt niin paljon, että siinä voidaan päästä jopa syntypaikkalajittelua tarkempaan lopputulokseen. Esimerkiksi Remeon modernilla Vantaan kierrätyslaitoksella sekalaisesta rakennusjätteestä saadaan yrityksen edustajan mukaan vähintään 70 % materiaalihyötykäyttöön. Robotiikan ja koneälyn avulla jätteestä lajitellaan erikseen muun muassa metallit, puut, kiviainekset, muovit, kaapelit, pahvi ja paperi. Vastaanotetusta jätteestä valmistetaan kierrätysmateriaaleja teollisuudelle, kuten kierrätysmuoveja ja -metalleja. Lajiteltu mineraalipitoinen aines – myös yleisesti ongelmallisena koettu hienojakoinen seula-alite – käy sellaisenaan MARA-kohteisiin. Materiaali, jota ei kyetä hyödyntämään materiaalina, valmistetaan kierrätyspolttoaineeksi suomalaiselle metsäteollisuudelle tai sähköenergian tuotannolle.

Taulukko 13. Sekalaisen rakennusjätteen kierrättäjiä.

Vastaanottaja	Materiaalin laatuvaatimukset	Käsittely ja käyttökohde	Sijainti
Purkupiha Oy	Ei saa sisältää asbestia, vaarallisia jätteitä, sähkö- ja elektroniikkalaitteita eikä kyllästettyä puuta Voi koostua hyödyntämis- ja kierrätyskelvottomasta sekä kierrätämiskelvottomasta rakennusjätteestä (mm. kipsi, eristevillat, PVC-muovit ja -putket saniteettikalusteet)	Eri jätelajit erotellaan kuormasta, kunnes jäljelle jää hienojakoinen alite. Muovia ja puuta sisältävä alite menee energijätteenä massapolttoon, mineraalipitoinen alite päätyy betonin kanssa maantäyttöön	Lahden kierrätysasema: Meisselinkatu 9, 15700 Lahti
Kuusakoski Oy	(Esilajiteltu) sekalainen rakennusjäte	Pienkuormat voidaan esilajitella koneellisesti Kujalassa ja toimittaa sen jälkeen Ekoparkiin. Isolla työmaalla sekalainen jätteiden jae esilajitellaan ohjeiden mukaan, jotta sen voi viedä suoraan Ekoparkiin käsiteltäväksi Ekoparkissa rakennusjätteet käsitellään materiaalihyötykäyttöön tai SRF-kierrätyspoltoaineeksi	Kujalan toimipiste: Sapelinkatu 8, 15160 Lahti Ekopark: Norokatu 5, 15170 Lahti
Remeo	Sekalainen rakennusjäte	Isolla työmaalla sekalainen jätteiden jae viedään suoraan Vantaan laitokselle, jossa robotit lajittelevat materiaaleista vähintään 70% materiaalihyötykäyttöön teollisuudelle. Jäljelle jäävä alite käytetään joko maantäytössä tai kierrätyspoltoaineena	Vantaan kierrätyslaitos: Pitkäsuontie 16, 01200 Vantaa

5.3.13 Sähkö- ja elektroniikkalaiteromu

Jos purkukohteen sähkö- ja elektroniikkalaitteille ei löydy uudelleenkäyttöä, ne viedään eteenpäin SER-jätteenä. Kaikki muut SER-jätteet kerätään työmaalta nykyään sekaisin yhteen konttiin, paitsi herkästi hajoavat lamput ja loisteputket. Polttimon tapauksessa rakennuksista löytyy erilaisia kodinkoneita, valaisimia, teletekniikkaa ja ammattielektroniikkaa, kuten tietokoneita ja näyttöjä. Haastatteluiden perusteella SER-jätteen sisältämät materiaalit saadaan lähtökohtaisesti kierrätettyä tai hyödynnettyä energiana, lukuun ottamatta laitteiden sisältämiä haitallisia aineita. Erään purkualan ammattilaisen mukaan SER-jätteen kierrätyksen haasteena on välillä se, ettei kaikkialta löydy sellaista vastaanottajaa, joka kykenee vastaanottamaan suuret määrät jätettä. SER-jätteen vastaanottoa riippuu siitä, minkä luvan alla laitteet toimivat. Suuri osa materiaaleista päätyy asiantuntijoiden mukaan isoille metallin jalostajille ja suomalaisen metalliteollisuuden raaka-aineeksi. Lahden alueen SER-jätteen kierrättäjiä on koottu taulukkoon 14.

Kuusakoski Oy on yksi Lahden alueella toimivista tuottajayhteisöoperaattoreista, joka vastaanottaa ja käsittelee SER-jätettä. Yrityksellä on Heinolassa iso sähkö- ja elektroniikkalaiteromun käsittelytehdas, jossa enimmäkseen metallista koostuvat kodinkoneet menevät saman käsittelyn läpi kuin murskattava sekalainen metalli ja kaikki muu menee varsinaisen sähköelektroniikkaprosessin läpi. Ammattielektroniikasta esimerkiksi ohjauskaapit puretaan huolellisesti käsin, koska ne sisältävät arvokkaita jalometalleja. Teletekniikka, kuten Polttimon rakennusten sähkökeskukset, menisivät saman polun läpi kuin murskattava metalli. Kierrätyksen lopputuotteina saadaan kierrätysmetalleja ja -muoveja.

Taulukko 14. Sähkö- ja elektroniikkalaiteromun kierrättäjiä.

Vastaanottaja	Materiaalin laatuvaatimukset	Käsittely ja käyttökohde	Sijainti
Kuusakoski Oy	Sähkö- ja elektroniikkalaitteet, SER	Jos WEEE-direktiivin mukainen sähkölaitteiden uudelleenkäyttö ei ole mahdollista, laitteiden materiaalit lajitellaan ja kierrätetään uusioraaka-aineeksi tai hyödynnetään energiatuotannossa. Sähkölaitteista erotelluista muoveista (mm. ABS, PP, PS) valmistetaan WEEE-muovia Lamput kuljetetaan Cool Finland Oy:lle Forssaan	Kujalan toimipiste: Sapelikatu 8, 15160 Lahti
Stena Recycling Oy	Vanhat ja käytöstä poistetut koneet ja sähkölaitteet, loisteputket, valaisimet	Kierrätetään ja jalostetaan teollisuuden raaka-aineeksi	Lahden vastaanottopiste: Sapelikatu 6, 15160 Lahti
Tramel Oy	Sähkö- ja elektroniikkaromu ja kodinkoneet (mm. kaapelit, sähkömoottorit, katalysaattorit, akut ja paristot, loiste- ja energiansäästölamput)	Laitteet ja niiden osat ohjataan uudelleenkäyttöön tai materiaalit jalostetaan raaka-aineeksi	Lahden vastaanottopiste: Kolavankatu 11, 15150 Lahti

5.4 Purkumateriaalien kierrätyksen ja uudelleenkäytön haasteet

Purkumateriaalien kierrätyksen ja uudelleenkäytön haasteita selvitettiin asiantuntijahaastatteluiden avulla. Haastateltavien vastaukset peilaavat vahvasti tieteellisessä kirjallisuudessa tunnistettuja esteitä ja haasteita (esim. Silva ym., 2017; Gálvez-Martos ym., 2018; Mahpour, 2018). Tutkielman tapauksessa haasteet voidaan jakaa teknisiin ja logistisiin, taloudellisiin, lainsäädännöllisiin sekä tiedonpuutteesta ja asenteista johtuviin. Useat haasteista linkittyvät kiinteästi toisiinsa, eli niitä ei voida täysin erottaa toisistaan.

5.4.1 Tekniset ja logistiset haasteet

5.4.1.1 Erilliskeräys ja lajittelu

Kiertotalouden näkökulmasta yksi merkittävimmistä uudelleenkäytön ja kierrätyksen haasteista on rakennuksen vääränlainen tai huolimaton purkaminen, mikä näkyy myös tutkielman haastatteluvastauksissa (Mahpour, 2018). Purkumateriaalien tehokas hyötykäyttö on haastatteluiden perusteella mahdollista silloin, kun ne saadaan purettua ja lajiteltua huolellisesti purkukohteessa. Ongelmana on, että ”*purkaminen pitäisi tehdä oikein*”. Moni purkualan ammattilainen kokee suurimmaksi haasteeksi purkamisen tiukan aikataulun. Purkaminen täytyy aloittaa käytännössä heti purkumateriaaliselvityksen tekemisen jälkeen, vaikka purettava rakennus olisi ollut jo vuosia käyttämättömänä. Uudelleenkäytettävien rakennusosien ja -materiaalien kartoittaminen, irrottaminen ja myynnin mahdollistaminen vaativat aikaa ja työvoimaa, joten uudelleenkäyttöön ohjaaminen voi estyä kokonaan, jos purkuhankkeen alussa ei ole jo hyvissä ajoin ilmoitettu tarvittavia tietoja, kuten purkamiselle käytettävissä olevaa aikaa. Valikoiva purkaminen ja syntypaikkalajittelu johtavat helposti työmaiden venähtämiseen, mikä koetaan ongelmallisena. Erityisesti isoissa purkuhankkeissa rakennukset monesti ”*lyödään kasaan ja lavalle*”, jolloin menetetään merkittävä osuus uudelleenkäyttö- ja kierrätyskelpoisista materiaaleista. Purkualan toimijat ovat käyneet vuoropuhelua tilaajien, kuten kaupunkien ja kuntien, kanssa siitä, miten uudelleenkäytön ja kierrätyksen toteutus onnistuisi järkevämmiin. Toiveena on, että koko arvoketjua tilaajasta alkaen mietittäisiin uudelleen.

Purkuvaiheeseen liittyvät lisäksi materiaalien ja rakennusosien erilliskeräyksen tekniset haasteet, joista löytyy esimerkkejä tutkimustapauksen purkumateriaalien käsittelyä koskevista tuloksista. Purkualan asiantuntijoiden mukaan uudelleenkäytettävien osien irrottaminen ehjänä voi olla teknisesti vaikeaa, tai rakennusosat voivat sijaita purkamisen kannalta hankalissa paikoissa, jolloin on huomioitava ajankäytön lisäksi myös työturvallisuusseikat. Kierrätettävien materiaalien syntypaikkalajittelu nähdään välillä haastavana ja aikaa vievänä tehtävänä, sillä materiaalit sekoittuvat purkaessa helposti toisiinsa. Esimerkiksi kipsi ja mineraalivilla menevät usein sekaisin rakenteiden koneellisen purkamisen yhteydessä. Kuten aiemmin mainittu lasi- ja kivivillan kohdalla,

joitain materiaaleja on mahdotonta erottaa toisistaan silmämääräisesti, mikä estää tarkemman lajittelun.

5.4.1.2 Varastointi- ja käsittelykapasiteetti

Kaupunkien keskellä sijaitsevilla purkukohteilla ei ole yleensä tilaa varastoida purkumateriaaleja, mikä vaikeuttaa kiertotalouden mukaista hyötykäyttöä (Gálvez-Martos ym., 2018). Se pitää paikkansa myös Polttimon tehdastontilla. Varastotilan puutetta pidetään asiantuntijoiden keskuudessa erityisesti uudelleenikäytön haasteena. Ideaalitulanteessa purkumateriaalit toimitetaan uudelleenikäyttäjälle suoraan purkualueelta, sillä se vähentää ylimääräisen kuljetuksen ja varastoinnin tarvetta. Useiden haastateltavien mukaan käytettävissä oleva tila ratkaisee, kuinka paljon yritys voi varastoida uudelleenikäyttöön ohjattavia osia tai tuotteita. Tilan loppuessa osa rakennusosista toimitetaan kierrätykseen, vaikka ne olisivat uudelleenikäyttökelpoisia. Yrityksen varastointimahdollisuus vaikuttaa toisin sanoen purkumateriaalien uudelleenikäyttömahdollisuuksiin. Suomessa varastoimista vaikeuttaa entisestään se, että varastotilojen on oltava lämmitettyjä tai kastumiselta suojattuja, että välttään homeongelmilta.

Purkukohteen koko ja purkamisen aikataulu saattavat luoda asiantuntijoiden mukaan eri toimijoille varastointi- ja kapasiteettiongelmiä erityisesti kierrätettävien materiaalien tapauksessa. Jos purkaminen tapahtuu lyhyessä ajanjaksossa ja purkumateriaaleja toimitetaan eteenpäin isoissa erissä, vastaanottopaikat eivät välttämättä kykene ottamaan kaikkea vastaan. Kapasiteettiongelmiä voi syntyä myös ilman kiireellistä aikataulua, jos vastaanottopaikalla ei ole välivarastointimahdollisuutta, laitoksen käsittelykapasiteetti on suhteellisen pieni, tai sinne toimitetaan materiaaleja samanaikaisesti useista kohteista. Materiaalin varastoiminen vie arvokasta tilaa, mikä voi hidastaa käsittelylaitoksen muita toimia (Silva ym., 2017). Haastatelluista yrityksistä esimerkiksi Salpamaa Oy välivarastoi materiaalia vain tuotantoon tarvittavan määrän ja tekee murskauksia kerran vuodessa. Toiminta jaksotetaan, jos tiedetään etukäteen, että esimerkiksi betonijätettä on tulossa paljon. Tarvittavan varastotilan järjestäminen onnistuu vain, jos tilanteeseen osataan varautua. Asiantuntijoiden ja aiempien

tutkimusten näkökulmasta vastaanottojen suunnittelu etukäteen on tärkeää etenkin Polttimon kaltaisissa isoissa purkukohteissa, joiden tapauksessa materiaalien vastaanotto pitää todennäköisesti hajauttaa useaan paikkaan (Silva ym., 2017).

5.4.1.3 Purkumateriaalien laatu ja ominaisuudet

Purkumateriaalien laatu ja ominaisuudet nousivat keskeiseksi teemaksi kaikkien yritysten kohdalla, kun haastatteluissa käytiin läpi eri materiaalijakeiden käsittelyä ja uudelleenkäytön ja kierrätyksen haasteita. Purkumateriaaleja eteenpäin toimittavien yritysten haasteena on tietää materiaalin ominaisuudet ja se, vastaavatko ne potentiaalisen hyötykäyttäjän vaatimuksia. Uudelleenkäytön tapauksessa haasteena on ylipäänsä löytää ja tunnistaa uudelleenkäyttöön kelpaavia purkumateriaaleja, koska niiden on täytettävä nykypäivän standardit. Purkumateriaalien kelpoisuuden osoittaminen uudessa käyttökohteessa ja uudelleenkäytettävien tuotteiden saatavuusongelmat ovat yleisesti tunnistettuja uudelleenkäytön esteitä (Gálvez-Martos ym., 2018; Zhu ym., 2022). Kierrätyksen suurimpina laatuhaasteina nähdään materiaalien puhtausvaatimukset, jalostettavuus ja vaihteleva laatu.

Kierrätettäville materiaaleille on usein tiukat laatuvaatimukset puhtauden suhteen, mikä rajoittaa etenkin purkukohteiden materiaalihyötykäyttöä. Asiantuntijoiden mukaan purkumateriaalit ovat usein likaisia, kosteita, tai niiden seassa on liikaa muita jakeita, mikä estää kierrätyksen. Mineraalivilla koettiin haastatteluissa ylivoimaisesti vaikeimmin kierrätettävänä purkumateriaalina, koska se täyttää harvoin kierrätyksen edellyttämät puhtausvaatimukset. Materiaalien sisältämät haitta-aineet, jotka ovat varsinkin vanhojen rakennusten ongelma, mainittiin useaan kertaan ongelmana, sillä ne estävät lähtökohtaisesti kaiken hyötykäytön. Laatuvaatimukset ja käytössä oleva teknologia vaikuttavat osaltaan purkumateriaalien jalostettavuuteen. Alan asiantuntijat kommentoivat, ettei kaikille materiaaleille ole käytettävissä tai ylipäänsä olemassa sellaista jalostusprosessia, jonka avulla materiaalin saisi sellaiseen muotoon, että se kelpaisi kierrätykseen. Mineraalivillalle ei ole esimerkiksi toimivaa puhdistusprosessia, ja saniteettiposliinin ja kattohuovan murskaus vaativat hyvin tietynlaista teknologiaa,

johon harva pääsee käsiksi. Vastaukset kuvastavat purkumateriaalien rajallista kierrätettävyyttä, mikä nähdään toimivan kiertotalouden esteenä (Mahpour, 2018).

Purkumateriaalien epätasainen laatu on ongelma etenkin uusioraaka-aineiden ja -tuotteiden valmistajien näkökulmasta. Vastaanotettavat materiaalit ovat usein eri vuosikymmeniltä ja erilaisista kohteista, mutta valmistettava tuote pitäisi siitä huolimatta pitää tasalaatuisena. Kierrätysmateriaalien laadun ja ominaisuuksien vaihtelevuus onkin yksi suurimmista syistä niiden alhaiselle käyttöasteelle (Silva ym., 2017). Sen vuoksi esimerkiksi EcoUp Oyj pyrkii kehittämään uusiotuotteiden valmistusprosessin sellaiseksi, ettei materiaalijakeiden pieni vaihtelu vaikuttaisi lopputuotteeseen. Asiantuntijoiden kommentteista nähdään, että laadunvarmistusjärjestelmät ovat keskeisessä asemassa kierrätysmateriaalien ja käytettyjen rakennusosien markkinoinnissa (Gálvez-Martos ym., 2018). Näin ollen voidaan sanoa, että kierrätystä ja uudelleenkäyttöä ohjaavat laatuvaatimukset ja standardit vaikeuttavat purkumateriaalien kiertoa.

5.4.2 Taloudelliset haasteet

5.4.2.1 Kysynnän ja tarjonnan kohtaaminen

Kiertotalouden mukaisten toimintamallien taloudellinen kannattavuus korostui haastatteluvastauksissa purkumateriaalien uudelleenkäyttöä ja kierrätystä hidastavana ja estävänä tekijänä. Yritysten näkökulmasta taloudelliseen kannattavuuteen vaikuttaa eniten kysynnän ja tarjonnan kohtaaminen. Kaikkeen liiketoimintaan on löydettävä maksaja; *"aina tullaan siihen euroon"*. Purkumateriaalien talteenotosta saatavat ympäristöhyödyt eivät yleensä riitä rakennus- ja purkujätteen haltijoille ja tuottajille, vaan käsittelyn on tuotava taloudellista hyötyä (Spišáková ym., 2021). Uudelleenkäytön ja kierrätyksen kustannukset vaikuttavat siten koko arvoketjuun.

Purkutoiminnan kustannukset vaikuttavat merkittävästi siihen, kuinka suuri osa purkumateriaaleista saadaan kiertoon. Kiertotaloutta edistävä valikoiva purkaminen vaatii paljon käsin purkamista, aikaa ja pienkonekaluston käyttöä, joista kaikki nostavat purkutöiden kustannuksia (Gálvez-Martos ym., 2018). Betonielementtien ja sandwich-

elementtien irrottamisen kustannukset ovat purkualan ammattilaisten mukaan niin korkeita, ettei niiden *”uudelleenkäytössä ole taloudellista järkeä”*, ellei toiminnalle löydy maksajaa. Eräs purkualan haastateltava kommentoi, että purkutöiden budjetti ylittyy syntypaikkalajittelun myötä helposti, koska se vaatii niin paljon työvoimaa. Tilaajapuolen ongelmana nähdään se, että vaikka tilaajalla olisi suuri halu saada kaikki purkukohteen materiaalit lajiteltua, siitä ei olla välttämättä valmiita maksamaan.

Uudelleenkäytettäville rakennusosille ja kierrätysmateriaaleille on oltava markkinat ja riittävästi kysyntää, jotta yritykset ovat valmiita ottamaan käyttöön kiertotalouden mukaisia liiketoimintamalleja. Kaiken liiketoiminnan on oltava kannattavaa toimiakseen. *”Kaikkihan voitaisiin purkaa ehjänä”* ja *”kaikki voitaisiin kerätä hienosti ja siististi erikseen”*, jos se olisi kannattavaa. Varsinkin uudelleenkäyttövaihtoehtoja läpi käytessä haastatteluissa toistuivat fraasit kuten: *”jos löytyy ostaja”*, *”jos löytyy käyttöä”* ja *”onko kiinnostusta”*. Asiantuntijoiden mukaan ehjänä purettujen rakennusosien *”kysyntä on kohtuullisen rajoittunutta”* ja monien uusiomateriaalien ja -tuotteiden ongelmana on markkinoiden puuttuminen kokonaan. Tutkijoiden mukaan uudelleenkäytön merkittävin este Euroopassa on nimenomaan vakaiden markkinoiden puuttuminen (Gálvez-Martos ym., 2018). Haastateltavien mukaan käytettyjen rakennusosien kysyntää vähentää niiden suhteellisen alhainen arvo. Erään haastateltavan kommentti kiteytti asian hyvin: *”Pyritään uudelleenkäyttämään kaikki, mille on markkinat. Mikä on taloudellisesti järkevää.”*

Sama ongelma koskee kierrätystoiminnan lisäämistä, sillä alhaisen kysynnän vuoksi kierrätyslaitosten ei ole välttämättä kannattavaa tuottaa suuria määriä kierrätysmateriaalia, vaikka laitoksen kapasiteetti riittäisi siihen (Silva ym., 2017). Alhaiseen kysyntään ja tarjontaan vaikuttaa esimerkiksi kierrätettävän materiaalin vähäinen määrä. Hyödyntäjän näkökulmasta materiaalia on saatava tarpeeksi, että sitä *”kannattaa lähteä jalostamaan ja tuotteistamaan”*. Tarpaper Recycling Oy:n edustajan mukaan kattuhuovan kierrätyksen haasteena oli alkuun yleinen ajatus siitä, että kattuhuopajätettä tulee vain pieniä määriä. Asfalttiteollisuus alkoi investoimaan kierrätysprosessiin vasta silloin, kun pystyttiin todistamaan, että materiaalia syntyy riittävästi. Erään haastateltavan mukaan purkumateriaaleissa on paljon sellaisia jakeita,

joita voisi lähtökohtaisesti kierrättää, mutta joiden osalta markkinat eivät ole vielä kypsyneet. Mineraalivillajätteelle haluttaisiin kehittää kierrätysprosessia, ”*mutta kun ne kaikki [prosessit] maksaa niin mahdottomasti*” ja saniteettiposliinille on tehty koemurskauksia, mutta uusioraaka-aineen saaminen markkinoille on pitkä tie.

Haastatteluiden perusteella nykyinen maailmantila vaikuttaa negatiivisesti ihmisten kierrätyshalukkuuteen. Useampi haastateltava mainitsi Suomen kierrätysasteen nostamisen tämänhetkiseksi haasteeksi massapolttokapasiteetin räjähdysten ja sen aiheuttaman hintasodan. Suomen polttokapasiteetti on kasvanut samaan aikaan maailman ongelmien, kuten pandemian, sodan ja energiapulan, kanssa. Tilanteen takia energiahyötykäyttöön päätyy tällä hetkellä paljon kierrätyskelpoista materiaalia. Osa asiantuntijoista näkee energiahyötykäytön tämän ajan trendinä, sillä kaikki pistetään mahdollisuuksien mukaan rahaksi. Ongelma mielletään myös lainsäädännölliseksi, koska ”*lainsäädäntö mahdollistaa tällaisen toiminnan*”. Asiantuntijoiden näkemyksen mukaan kierrätykseen aletaan panostaa taas enemmän sitä mukaa, kun maailmantilanne paranee.

5.4.2.2 Logistiikan kustannukset

Purkumateriaalien kuljetuksesta ja vastaanotosta aiheutuvat kustannukset vaikuttavat yritysten näkökulmasta olennaisesti siihen, kuinka suuri osa purkukohteen materiaalista kierrätetään, ja missä kierrätys tapahtuu. Logistiikan kustannukset voivat johtaa tilanteeseen, jossa kierrättämien ei ole taloudellisesti kannattavaa, jolloin kierrätyskelpoista materiaalia päätyy energiahyödyntämiseen tai kaatopaikalle. Materiaalien kierrättämisen hinta ja ekologinen jalanjälki saattavat kasvaa huomattavasti varsinkin silloin, kun etäisyys purkutyömaalta kierrätyslaitokselle on suuri (Silva ym., 2017). Siihen, kuinka kauas materiaaleja on kannattavaa kuljettaa, vaikuttaa eniten se, mistä näkökulmasta asiaa katsotaan. Osa asiantuntijoista arvioi, että ympäristövaikutuksia ajatellen kannattava kuljetusetäisyys voi olla päästömielessä jopa satoja kilometrejä, jos erilliskerätyt materiaalit saadaan tehokkaasti pois purkualueelta ja uusiokäyttöön. EcoUp Oyj:n uuden ympäristötuoteselosteprosessin (EPD) alustavien laskelmien mukaan yrityksen uusiotuotteen koko elinkaaren (cradle to cradle) hiilijalanjälki jää hyvin pieneksi, jos purkumateriaali kuljetetaan tuotantolaitokselle 130

km päästä, ja valmis tuote kuljetetaan käyttäjälle saman matkan päähän. Haastatteluvastausten perusteella taloudellinen kannattavuus vaihtelee sen mukaan, mikä materiaali on kyseessä, kuinka paljon sille on vastaanottoaikoja, mikä on vastaanottoaikan hintataso ja paljonko itse kuljetus maksaa.

Purkukohteen jätejakeiden vastaanottoaikan valintaan vaikuttaa eniten vastaanottajan hintataso: *"Mielellään ne [purkumateriaalit] aina lähelle veisi, kun ajattelee ympäristöä, mutta liiketoiminnan kannalta se on välillä sitä, että niitä kuljetetaan pitkällekin."* Purkumateriaalit pyritään toimittamaan lähtökohtaisesti mahdollisimman lähelle, mutta niitä viedään kauemmas, *"jos lähellä on selkeästi kalliimpaa."* Erään haastateltavan mukaan Suomessa kaatopaikka voi sijaita 200–300 km päässä purkukohteesta ja kuljetus voi olla silti taloudellisesti kannattavaa, jos kyseessä on esimerkiksi uusi täytettävä kaatopaikka, joka ottaa kuorman halvalla vastaan. Tällaisessa tilanteessa kaatopaikka voi olla houkuttelevampi vaihtoehto kuin lähempänä sijaitseva kierrätyslaitos. Vastaanottokustannukset voivat siten johtaa kiertotalousnäkökulman kadottamiseen.

Purkumateriaalin tyyppi, määrä ja paino vaikuttavat myös kierrätyksen taloudellisuuteen. Metalleja kuljetetaan helposti kauas, koska niistä maksetaan hyvin. Raskaita ja mahdollisimman isoja kuormia kuljetetaan herkemmin kauemmas kuin kevyitä kuormia, koska *"kuljetus maksaa aina saman verran"*. Betoni pyritään kuitenkin saamaan lähtökohtaisesti mahdollisimman lähelle, mielellään noin 30 km säteelle purkukohteesta. Jos materiaalia on määrällisesti vähän, se on erityisen tärkeää saada lähimmälle vastaanotolle. Asiantuntijoilla oli yhteneviä näkemyksiä siitä, että sekalaisen rakennusjätteen taloudellisesti kannattava kuljetussäde lajitteluun on noin 100–150 km, mutta siinä vaiheessa materiaalista on jo pitänyt lajitella selkeästi kierrätettävät ja hyödynnettävät jakeet, ettei niitä kuljeteta turhaan.

Haastateltavien mukaan Suomessa on *"hirveän suuria alueellisia eroja"* vastaanottoaikoissa, mikä vaikeuttaa tehokasta kierrätystä. Suomelle ominainen haaste on tiettyjen purkumateriaalijakeita kierrättävien yritysten vähäinen määrä, jolloin kuljetusetäisyydet kasvavat helposti: *"Se on vaikeaa, kun Suomessa on yksi*

käyttäjä, joka voi käyttää [jotakin tiettyä materiaalijaetta]". Esimerkiksi lasijätettä kierrättää lähinnä Saint-Gobain Oy, jonka vastaanottopisteelle on Niemen alueelta noin 140 km. Jos lasia ei toimitettaisi sinne, toinen vaihtoehto olisi kaatopaikka, eli kierrätys vaatii monissa tapauksissa kuljetuskustannuksiin investointia.

5.4.3 Lainsäädännölliset haasteet

Lainsäädäntö miellettiin haastatteluissa toisaalta esteeksi, mutta myös mahdollistajaksi. Byrokratia ja lainsäädännöllisten prosessien hitaus näyttäytyvät yritysten liiketoiminnan kannalta negatiivisessa valossa. Uudelleenkäytön haasteeksi todettiin jo aiemmin mainittu tiukka CE-luokitus, sillä se estää laajamittaisen uudelleenkäytön alkuperäisessä käyttötarkoituksessa. Vaikka kokonainen asuinrakennus olisi mahdollista siirtää sellaisenaan uuteen kohteeseen urakoitsijan näkökulmasta, se on heikennettävä esimerkiksi varastorakennukseksi. Vastausten perusteella asia on synnyttänyt ajoittain kitkaa yritysten ja ministeriöiden välillä. Tutkimuksissa onkin osoitettu, että lainsäädännöllisiä velvoitteita ja puutteellisia menettelytapoja pidetään yhtenä suurimpana esteenä purkumateriaalien kierrolle (Spišáková ym., 2021).

Asiantuntijoiden mukaan kierrätystuotteiden saaminen markkinoille on byrokratian vuoksi todella haastavaa. Purkumateriaalin jalostaminen raaka-aineeksi tai tuotteeksi on lainsäädännöllisesti monivaiheinen ja hidas prosessi, minkä vuoksi *"laadunvalvontaa ja systeemeitä tulisi suoraviivaistaa"*. EEJ-statusen saaminen materiaalille on *"valtakunnallisesti ja ympäristöluvallisesti aika alkutekijöissä"* ja se on vasta tuotteistamis- ja kaupallistamisprosessin alkuvaihe. Sen jälkeen siirrytään tuotelainsäädännön piiriin, ja eteen tulevat kyseessä olevan toimialan ohjeet ja normit. Esimerkkinä mainittiin betoni- ja asfalttiteollisuuden normit, jonne on todella vaikea hyväksyttää jäteperäisiä materiaaleja. *"Se kuulostaa kivalta, että erilliskerätään jotakin tiettyä jätejaetta ja aletaan käyttää sitä jonkun uuden tuotteen raaka-aineena, mutta on monta näkökulmaa ja asiaa, mitkä pitää ratkaista ennen kuin se on mahdollista."* Haastatteluiden perusteella kierrätysliiketoiminnan puolella oltaisiin nykyistä valmiimpia jalostamaan jätteistä uusia tuotteita, mutta lainsäädännöllinen puoli hidastaa kehitystä. Erään haastateltavan kokemuksella *"moni asia kaatuu siihen, että sitä ei saa jostain syystä tehdä"*.

Lainsäädännöllisten prosessien hidas eteneminen toimii purkumateriaalien hyötykäytön hidasteena ja esteenä, eli se johtaa osaltaan materiaalien tehottomaan hyödyntämiseen (Mahpour, 2018). Yritysten näkökulmasta *”monesti kestää tarpeettoman kauan, että joku laki tai asetus saadaan ulos”*. Haasteena ovat myös jo yleisesti käytetyt lupaprosessit. MARA-lupaprosessin hitaus mainittiin betonin kierrätyksen haasteena usean asiantuntijan toimesta. Lupaprosessista toivotaan sujuvampaa, sillä ajoittain betonijätteen kierrätys hidastuu tai kaatuu kokonaan lupaprosessin hitaaseen etenemiseen. Betonimurskeelle voi olla jo selvillä hyötykäyttökohde ja paperit ovat kunnossa, mutta silti joudutaan odottamaan, että viranomainen käy asian läpi. Purkualan ammattilaisten mukaan lupaa odotetaan välillä melkein *”tunti tunnilta”*. Nykyisellään lupaprosessi johtaa ajoittain viivästyksiin työmaalla, eikä alueelle kasaantuvaa betonia saada eteenpäin.

5.4.4 Tiedonpuute ja asenteet

Tiedonpuute ja negatiiviset asenteet hidastavat kiertotalousstrategioiden käyttöönottoa rakennussektorilla. Uudelleenkäytön esteenä korostui se, miten ihmisten negatiivinen suhtautuminen käytettyihin rakennustuotteisiin laskee niiden kysyntää. Asiantuntijoiden kommenttien perusteella monet eivät ole valmiita maksamaan uudelleenkäytettävistä tuotteista ja harva haluaa, että oma asunto on rakennettu esimerkiksi vanhoja elementtejä käyttäen. Aiemmissa tutkimuksissa on selvitetty, että moni näkee uudelleenkäytetyt ja kierrätetyt tuotteet ympäristöystävällisinä, mutta huonompilaatuisina vaihtoehtoina (esim. Ghisellini ym., 2018). Erään haastattelukommentin mukaan purkumateriaalien uudelleenkäytön edistäminen vaatii *”tietynlaista asennemuokkausta”*. Joidenkin asiantuntijoiden mielestä eri purkumateriaalijakeiden uudelleenkäytöstä ei ole vielä toistaiseksi saatavilla tarpeeksi käytännönläheistä tietoa, jolloin on vaikeampi tietää, mitä kannattaa mahdollisesti käyttää uudelleen ja mitä ei. Sen vuoksi purkumateriaalien uudelleenkäytöstä *”tarvitaan enemmän tietoa, ymmärrystä, kokeiluja ja uskallusta; sitä kautta kun opitaan”*.

Kierrätyspuolen haasteeksi mielletään yleinen kiinnostuksen ja uskalluksen puute kehitystä kohtaan. Se näkyy etenkin innovatiivisten kierrätysyritysten kohdalla, jotka toimivat alan pioneereina. Asiantuntijoiden mukaan kestää kauan, että kehityksestä kiinnostutaan, ja että valtio ja kaupungit tarjoavat *”aidosti tukimahdollisuuksia ja näyttämisen mahdollisuutta myös pienemmille kehittäjille”*. Se, että kehitys otetaan tosissaan, on hidas prosessi. Uusiomateriaaleihin suhtaudutaan yhä varauksella, vaikka niiden käytettävyydestä olisi olemassa tutkimustietoa. Rakennussektorilla suhtaudutaan innovaatioihin yleisesti ottaen hyvin varovasti ja kaikessa kehityksessä turvaudutaan voimassa oleviin standardeihin, mikä johtaa kehityksen hidastumiseen (Gálvez-Martos ym., 2018). Kommenttien mukaan julkisella puolella *”ei uskalleta tehdä mitään, kun ei tiedetä”*. Siitä huolimatta jonkun pitää olla aina pioneeri, että kehitys on mahdollista. Toiveena on, että myös julkinen taho osallistuisi voimakkaammin kierrätysmaailman toimintaan.

6 Tulosten tarkastelu

6.1 Keskeiset havainnot ja tulevaisuus

Tulosten perusteella tutkimuksen kohteena olevat Polttimon tehdasrakennukset eivät ole kaikkein potentiaalisin kohde kiertotalouden näkökulmasta. Teollisuuspurkukohteet ovat usein poikkeuksellisia verrattuna muihin rakennusten purkutöihin, mikä vaikuttaa osaltaan asiaan (Lehtonen, 2019). Tapauksen rakennukset ovat kookkaita ja purkumateriaaleja syntyy valtavat määrät, joten vaikka rakennukset purettaisiin yksi kerrallaan, alueen ahtaus asettaa haasteita materiaalien tehokkaalle syntypaikkalajittelulle. Rakennukset ovat lisäksi melko vanhoja ja osa on seissyt jo pitkään käyttämättömänä, mikä voi heikentää rakennusosien uudelleenkäyttöpotentiaalia, mutta myös kierrätettävyyttä. Lisähaasteena on rakennusten ja niiden eri osien eri-ikäisyys, sillä käytetyt rakennusmateriaalit saattavat olla laadultaan hyvin vaihtelevia. Haitta-aineiden mahdollisuus vaikuttaa olevan suurin kysymysmerkki tapauksen purkumateriaalien todelliselle uudelleenkäyttö- ja kierrätyspotentiaalille.

Selvityksen mukaan purkumateriaalien uudelleenkäyttö on erittäin tapauskohtaista ja vain murto-osa rakennusosista ja laitteista päätyy todellisuudessa uudelleenkäytettäväksi. Eniten uudelleenkäyttöpotentiaalia on yleisesti ottaen peruselektronikalla, LVI- ja sähkölaitteilla, isommilla tuotantokoneilla, kuljettimilla ja kylmälaitteilla, teräksisillä rakennusosilla ja -rakenteilla, liimapuutuotteilla sekä tiilillä. Haastatteluiden perusteella sähkö- ja elektroniikkalaitteiden ohjaaminen uuteen käyttökohteeseen on yleisempää ja yksinkertaisempaa kuin rakennusosien uudelleenkäyttö. Yksi selittävä tekijä on se, että rakennustuotteiden uudelleenkäytöstä on rajoitetusti käytännönläheistä tietoa ja kokemusta (Ghaffar ym., 2020). Tulokset vahvistavat, että purkumateriaalien käsittelyssä painotetaan kierrätystä selkeästi enemmän kuin uudelleenkäyttöä. Kierrätys on ensisijainen käsittelymenetelmä todennäköisesti siksi, että se on yritysten näkökulmasta tällä hetkellä käytännöllisin tapa toteuttaa kiertotaloutta ja sen katsotaan tuovan eniten hyötyjä (Ranta ym., 2018; Ginga ym., 2020; Bonoli ym., 2021). Alan toimijat vaikuttavat kuitenkin suhtautuvan uudelleenkäyttöön pääosin positiivisesti ja toiminnassa on nähtävissä kehitystä, sillä useille käytetyille rakennustuotteille löytyy jo käyttökohteita ja asiakaskuntaa.

Tutkimuksen tuloksista voidaan päätellä, että lähtökohtaisesti kaikille tapauksen purkumateriaalijakeille voidaan osoittaa jokin kierrätysväylä, jos ne saadaan lajiteltua tehokkaasti ja ne soveltuvat laadultaan kierrätykseen. Materiaalijakeiden sisältä voidaan kuitenkin tunnistaa tiettyjä materiaalityyppejä, joiden kierrätys on toistaiseksi mahdotonta. Näin ollen tutkimushypoteesi, jonka mukaan ”kaikki materiaalit on mahdollista kierrättää” ei pidä paikkaansa. Materiaaleja, jolle ei löytynyt minkäänlaista kierrätysvaihtoehtoa ovat kumi, osa lasi-, puu- ja muovilaaduista sekä yleisesti liian huonolaatuiset tai haitta-aineita sisältävät materiaalit. Keraamisille laatoille ja kaakeleille ei ole kartoituksen perusteella materiaalikohtaista kierrätysmenetelmää, mutta niitä on mahdollista kierrättää betoni- ja tiilijätteen seassa. Erilliskerätylle tiilijätteelle on kehitetty kierrätystä, mutta vakiintunutta kierrätysväylää ei vielä ole, ellei kaatopaikan peittorakenteissa hyödyntämistä lasketa kierrätykseksi.

Vaikka suurin osa tutkituista materiaali-jakeista pystytään ainakin teoriassa kierrättämään ja niille löytyy potentiaalisia vastaanottajia, on monien jakeiden kierrätys yhä joko haastavaa, kierrätys tapahtuu alhaisen arvon menetelmillä, tai jakeet hyödynnetään kierrätyksen sijaan jätteenä. Tulokset vastaavat siten aiempien tutkimusten tuloksia (esim. Gálvez-Martos ym., 2018). Kumijäte ja suurin osa puusta ja muovista poltetaan energiatuotannossa, mikä ei ole kierrätystä kiertotalouden, eikä jätelain (646/2011) näkökulmasta. Puujätteen energiahyödyntäminen hidastaa Suomen rakennus- ja purkujätteiden kierrätysasteen nostamista merkittävästi, mikä tuotiin esille myös haastatteluissa (Salmenperä ym., 2016). Monia purkumateriaaleja hyödynnetään kaatopaikkarakenteissa ja maarakennuskohteissa, mutta se, onko kyse kierrätyksestä vai maantäytöstä, jäi kartoituksessa monelta osin epäselväksi. Joka tapauksessa monet maarakennuskohteet, kuten teiden pohjarakenteet ja maisemointi, määritellään yleisesti alhaisen arvon käyttökohteiksi (Gálvez-Martos ym., 2018). Selvityksen perusteella arvoa lisäävää kierrätystä tulisi kehittää erityisesti puun, lasin, keramiikan, mineraalivillan, tiilen ja muovin kohdalla. Myös betonin kierrätyksessä riittää kehitettävää, sillä vaikka uudet EEJ-kriteerit mahdollistavat aiempaa arvokkaammat hyötykäyttökohteet, eivät ne nähtävästi ulotu vielä purkubetonin käsittelyyn. Erityisen tärkeää olisi myös kehittää kierrätystä sellaisille materiaaleille, joille ei ole toistaiseksi keksitty toimivaa kierrätysvaihtoehtoa.

Vaikeimmin kierrätettäviä purkumateriaali-jakeita ovat asiantuntijoiden näkökulmasta mineraalivilla, lasi, keramiikka, muovi ja kumi sekä kipsi. Syinä ovat materiaalien laatuominaisuudet, lajittelun vaikeus tai tarvittavan kierrätysteknologian puute. Mineraalivilla mielletään yleisesti haastavimmaksi materiaaliksi kierrätyksen näkökulmasta. Lasijätettä liikkuu purkupuolella reilusti ja sitä päätyy yhä kaatopaikoille, koska tasolaseille ei ole keksitty vielä tarpeeksi toimivaa kierrätysväylää. Haastatteluiden perusteella kaatopaikoille päätyykin loppusijoitukseen nykyään lähinnä mineraalivillaa, lasia ja asbestipitoisia materiaaleja.

Yritysten verkkosivuja ja toimintaa tarkasteltaessa voidaan nähdä, miten kiristyvät kiertotaloustavoitteet ohjaavat yrityksiä kehittämään liiketoimintamallejaan enemmän kiertotalouden suuntaan (Nußholz ym., 2019). Kehitys näkyy muun muassa siinä, että

useille kierrätettäville materiaaleille on kehitteillä uusia, korkeamman jalostusarvon kierrätysvaihtoehtoja, ja olemassa olevia menetelmiä pyritään ottamaan laajemmin käyttöön. Eräs asiantuntijoista tiivistä asian seuraavasti: "*Melkein kaikkea kierrätetään jollain tavalla. On ehkä enemmän niin päin, että tunnetuille kierrätettäville materiaaleille etsitään uusia mahdollisuuksia, että neitseellisten [luonnonvarojen] käyttö vähenisi.*" Kuten Gálvez-Martos ym. (2018) ovat aiemmin todenneet, nykyisillä markkinoilla on paljon potentiaalia ja käytettävissä olevaa teknologiaa korkealaatuksille jätteenkäsittelysystemeille, jos kaupungit, yritykset ja muut toimijat ovat valmiita kehittämään toimintaansa. Haastatteluvastauksista on pääteltävissä, että monet alalla toimivat yritykset olisivat valmiita ottamaan käyttöön arvoa lisääviä kiertotalousstrategioita huomattavasti nykyistä enemmän, mutta prosessi on haastava ja aikaa vievä, joten siihen kaivataan julkisen sektorin tukea. Yritysten näkökulmasta liiketoiminnan kehittämisen edellytyksenä on, että se on taloudellisesti kannattavaa.

Haastattelutulosten mukaan rakennusosien ja -tuotteiden uudelleenkäyttöä hankaloittavat erityisesti ehjänä purkamisen kustannukset, kelpoisuusvaatimukset ja standardit sekä alhainen kysyntä. Purkumateriaalien kierrätystä vaikeuttavat erityisesti syntypaikkalajittelun kustannukset ja aikatauluhaasteet, materiaalien laatuvaatimukset, kierrätysväylien puuttuminen tai kierrättäjien vähäinen määrä sekä markkinoiden puuttuminen. Tiivistetysti voidaan todeta, että sekä uudelleenkäytön että kierrätyksen haasteena on purkuhankkeen toteutustavan lisäksi sellaisen toimivan markkinasysteemin luominen, jossa kaikille syntypaikkalajitelluille materiaalijakeille ja rakennusosille voidaan osoittaa omat käsittelyketjut. Tulokset ovat siten samansuuntaisia kuin aiemmissa tutkimuksissa (esim. Joensuu ym., 2020). Tulokset osoittavat, että uudelleenkäyttö ja kierrätys ovat markkinalähtöistä toimintaa, joten hyötykäytön kasvattaminen vaatii ensisijaisesti taloudellista investointia ja markkinoiden kehittämistä. Markkinoiden kehittäminen sen sijaan vaatii liiketoimintamalleja, jotka kykenevät kapitalisoimaan kiertotalousstrategioiden käytön (Nußholz ym., 2019).

Purkutoimintaan kohdistuvia haasteita tarkasteltaessa nähdään, miten suuri merkitys purkuhankkeen suunnitteluvaiheella on lopputuloksen kannalta. Purkumateriaalien lopulliseen uudelleenkäytön laajuuteen ja kierrätysasteeseen vaikuttaa erityisesti se, miten hankkeen tilaaja painottaa kiertotalousnäkökulmaa purkuprosessin ja purkumateriaalien vastaanottajien suhteen. Kiertotalouden edistämisen näkökulmasta on olennaista, että joku valvoo ja ohjaa purkuhankkeen toteutumista, arvioi syntyvien materiaalien parhaat hyötykäyttökohteet ja kannustaa valikoivaan purkamiseen (Silva ym., 2017). Aikataulutetun purkujärjestyksen laatimisella voitaisiin vähentää purkamiseen kohdistuvaa aikataulupainetta ja lisätä hyötykäyttöön päätyvien materiaalien määrää ja laatua. Kun uudelleenkäytettävät ja kierrätettävät jakeet ovat hyvissä ajoin tiedossa ja purkamiselle on varattu tarpeeksi aikaa, on helpompi soveltaa valikoivan purkamisen menetelmiä ja irrottaa esimerkiksi uudelleenkäyttöön ohjattavat teräsrakenteet ennen muiden purkutöiden aloittamista. Tällöin materiaalit eivät myöskään sekoitu toisiinsa yhtä herkästi. Huolellisella suunnittelulla on mahdollista lisätä purkumateriaalien arvoa ja niiden hyötykäytöstä saatavaa taloudellista ja ekologista hyötyä (Silva ym., 2017; Ghisellini ym., 2018).

Lainsäädännöllä luodaan toimintaedellytykset materiaalien hyötykäytölle, mutta toisaalta lainsäädännöllinen byrokratia myös hidastaa tai rajoittaa yritysten liiketoiminnan laajentamista ja innovointia. Sen lisäksi nykyinen lainsäädäntö mahdollistaa yhä joitakin kiertotalouden vastaisia jätteenkäsittelymenetelmiä. Näin ollen kiertotalousstrategioiden nykyistä tehokkaampi käyttöönotto vaatii alan toimintaa ohjaavan lainsäädännön ja lainsäädännöllisten prosessien kehittämistä (Nußholz ym., 2019). Yritysten näkökulmasta uudelleenkäytön ja kierrätyksen markkinoita voitaisiin kasvattaa taloudellisilla ohjauskeinoilla, kuten korottamalla materiaalien polttamisen verotusta tai asettamalla vaatimuksia sille, kuinka paljon tietyn tuotteen tulee sisältää kierrätysmateriaalia. Markkinakeskeiset ohjauskeinot, kuten verotus ja ympäristöluokitukset ja -sertifikaatit, kuuluvat tunnetusti hyviin käytäntöihin, jotka edesauttavat kiertotalouden toimintakentän kehitystä (Gálvez-Martos ym., 2018). Kierrätyskelpoisten materiaalien päätymistä kaatopaikalle voitaisiin pyrkiä estämään esimerkiksi lakisääteisellä kierrätyksen velvoittamisella ja kaatopaikkakielloilla. Uudelleenkäytön valmistelua voitaisiin helpottaa kehittämällä uudelleenkäytettäville

rakennusosille oma tuotehyväksyntämenettely, jolloin niitä ei verrattaisi uusiin vastaaviin tuotteisiin.

Tutkimusta tehtäessä kiinnitettiin erityistä huomiota siihen, että kiertotalouden alueellinen ja kansallinen kehittäminen hyötyisi läpinäkyvyyden lisäämisestä. Tiedon kerääminen tutkittujen yritysten verkkosivuilta koettiin ajoittain haastavaksi tehtäväksi, koska eri purkumateriaalijakeiden käsittelyä koskevaa tietoa oli välillä vaikea löytää tai tulkita. Joillakin sivustoilla tieto oli laadultaan hyvin hajanaista, suppeaa, tai ristiriitaista. On esimerkiksi yleistä, että yrityksen internetsivuilla kerrotaan, että jokin jätejake kierrätetään tai sille kartoitetaan hyötykäyttöä, mutta asiaa ei avata sen enempää. Vastaanotettavien materiaalien laatuvaatimuksista löytyi yleisesti ottaen heikosti julkista tietoa ja monissa tapauksissa oli mahdotonta tietää, missä yrityksen vastaanottopisteessä vastaanotetaan mitään purkumateriaalia. Lisätietojen kerääminen haastattelemalla vahvisti, ettei verkkosivuilla annettu tieto pidä aina paikkaansa. Erilaisia kierrätysvaihtoehtoja saattaa esimerkiksi olla todellisuudessa enemmän kuin yrityksen sivuilla mainitaan, tai yritys vastaanottaa kierrätykseen myös sellaisia jakeita, joista ei ole mainintaa verkossa. Purkukohteen uudelleenkäytön ja kierrätyksen suunnittelua helpottaisi huomattavasti, jos yritykset antaisivat sivuillaan tarkempaa tietoa purkumateriaalien mahdollisista käsittelymenetelmistä.

Purkumateriaalien hyötykäyttöä ja teollisten symbioosien syntymistä voitaisiin todennäköisesti lisätä kehittämällä yksi koko Suomen kattava avoin digitaalinen tietokanta tai palvelualusta, jonne koottaisiin yleistä tietoa kiertotaloudesta, rakennus- ja purkumateriaaleista, materiaalien sisältämistä haitta-aineista, rakennus- ja purkuhankkeiden hyvistä käytännöistä, alaa ohjaavasta lainsäädännöstä ja alan keskeisistä toimijoista, kuten purkuyrityksistä sekä uudelleenkäyttö-, uusiokäyttö- ja kierrätyspalveluita tuottavista yrityksistä. Alustalta voisi lisäksi hakea esimerkiksi lähiympäristön tulevia ja käynnissä olevia rakennus- ja purkuhankkeita, tai pilottihankkeita. Tietopankki edesauttaisi läpinäkyvyyden lisäämistä, rakennus- ja purkuhankkeiden resurssitehokkuuden suunnittelua sekä toimivien markkinoiden, liiketoimintamallien ja yhteistyöverkostojen luomista. Alustalta voisi esimerkiksi tarkistaa, millaisia haitta-aineita tietyn ikäisissä ja -tyyppisissä rakennusosissa yleensä

on, millaisia kierrätysvaihtoehtoja eri materiaaleille löytyy ja millaisille käytetyille rakennusosille on kysyntää.

Tutkimushavaintojen ja asiantuntijoiden vastausten perusteella tärkeintä digitaalisen alustan kehittämisessä olisi, että yleisessä käytössä olisi nimenomaan yksi kaiken kattava tieto- ja palvelualusta. Tällä hetkellä rakennussektorin kiertotaloutta käsittelevä informaatio on hyvin hajautunutta ja erilaisten palvelualustojen ja datankeruujärjestelmien kehityksessä on paljon kilpailua. Materiaalitori.fi -sivusto on uusi maksuton kiertotalouden markkinapaikka, jonka pyrkimyksenä on kerätä kaikki Suomen materiaalivirrat yhteen paikkaan ja edistää jätteiden ja sivuvirtojen hyötykäyttöä toimimalla alan yritysten kohtaamispaikkana (Materiaalitori, 2024). Sivuston idea on samansuuntainen kuin tutkielman ehdotus, mutta Materiaalitorin tämänhetkinen toteutus on huomattavasti suppeampi. Sivuston idea on lupaava, mutta vaatii todennäköisesti vielä kehitystä. Tutkielman tulosten perusteella yritykset suosivat purkumateriaalien hyödyntäjien kartoittamisessa omia sisäisiä kontakteja ja myyntialustoja, jolloin Huutomyllyn ja Torin kaltaisia julkisia palvelualustoja käytetään vähemmän. Kukaan haastateltavista ei maininnut, että heidän yrityksessään käytettäisiin Materiaalitoria.

Eri järjestelmien jätteisiin liittyvissä tilastointimenetelmissä esiintyy joidenkin haastateltavien mukaan liikaa variaatiota ja ohjelmistoista on yleisesti liikaa tarjontaa, mikä vaikeuttaa parhaiten omiin tarpeisiin sopivan palvelun löytämistä. Tulevaisuudessa olisikin kannattavaa tutkia tarkemmin, miten Materiaalitorin tai vastaavanlaisen palvelualustan käyttöä saataisiin yleistettyä Suomessa, ettei olisi tarvetta useille samankaltaisille alustoille ja tilastojärjestelmille. Digitaalisen alustan kehityksessä on tärkeää painottaa sitä, millaisia ominaisuuksia alan keskeiset toimijat toivovat alustalta, jotta lopputulos vastaa tarpeisiin ja sen käyttö mielletään käytännönläheiseksi ja mielekkääksi. Huomiota ei kannata kuitenkaan kohdistaa ainoastaan palvelualustoihin ja järjestelmiin. Useampien asiantuntijoiden vastauksista sai vaikutelman, että alalla on keskitytty liikaa samankaltaisten digitaalisten ratkaisujen kehittämiseen sen sijaan, että keskityttäisiin fyysisten materiaalien kanssa toimimiseen. Alalla toivotaan, että

resursseja suunnattaisiin enemmän innovatiivisten teknologisten ratkaisujen tukemiseen.

Erilaiset pilottihankkeet ja -projektit, kuten *Niemi Living Lab*, toimivat parhaassa tapauksessa asenteiden muuttamisen ja ymmärryksen lisäämisen mahdollistajana, sillä niiden avulla voidaan havainnollistaa kiertotalouden toimintamalleja konkreettisten esimerkkien kautta (Kircherr ym., 2017). Käytännönläheisyys auttaa murtamaan perinteisen mielikuvan jätteestä: ”*Kun näkee jätteestä tehdyn valmiin, kauniin tuotteen, ymmärtää konkreettisesti, ettei jäte ole enää jätettä.*” Monet innovatiivisia kierrätysmenetelmiä kehittäneet yritykset, kuten EcoUp Oyj, ovat pyrkineet edesauttamaan markkinoiden kehitystä nimenomaan konkreettisten tuotesovellusten kautta, koska ne herättävät ihmisten kiinnostuksen. *Niemi Living Lab* -hanke antaa mahdollisuuden kasvattaa erilaisten kiertotalouden sovellusten ja innovatiivisten ratkaisujen näkyvyyttä, jos alueen uudelleenrakentamisessa käytetään esimerkiksi alueen purkumateriaaleista valmistettuja uusiotuotteita. Samalla voitaisiin tukea alan pioneeriyritysten toimintaa.

Viimeisenä huomiona halutaan tuoda esille alan termistöön liittyvä kehitystarve, johon muun muassa Green Building Council Finland (2023) on puuttunut rakentamisen kiertotalouden sanakirjallaan. Kiertotaloustermien määrittelemisessä, käytössä ja tulkinnassa esiintyy selkeitä haasteita, oli kyse tieteellisestä kirjallisuudesta, virallisista dokumenteista, yritysten verkkosivuista, tai purkumateriaalien kanssa toimivien asiantuntijoiden haastatteluvastauksista. Esimerkiksi termit ’uudelleenkäyttö’ ja ’kierrätys’ voidaan ymmärtää ja määritellä hyvin eri tavoin kontekstin mukaan. Yrityksen verkkosivuilla saatetaan käyttää termiä ’kierrätys’, vaikka kyse olisi puujätteen energiahyödyntämisestä, ja välillä kierrätyksestä käytetään termiä ’uudelleenkäyttö’. Suomen kielessä varsinkin termit ’uudelleenkäyttö’ ja ’uusiokäyttö’ menevät ymmärrettävästi helposti sekaisin, sillä ne kuulostavat melkein samalta. Jatkossa voisi pohtia, kannattaisiko uusiokäytöstä käyttää tietyissä tilanteissa enemmän samaa tarkoittavaa termiä ’kierrätyskäyttö’. Termien tulkintaa hankaloittaa entisestään se, etteivät lainsäädännön määritelmät välttämättä vastaa täysin kiertotalouden määritelmiä. Erityisiä haasteita on esimerkiksi purkumateriaalien uudelleenkäytön

tulkinnassa. Lisäksi yleisenä haasteena on ymmärtää, mikä kaikki lasketaan todellisuudessa kierrätykseksi. Moni on yhä siinä uskossa, että energiahyödyntäminen on kierrätystä. Termien sekoittuminen voi johtaa helposti väärinkäsityksiin ja olla harhaanjohtavaa, joten kiertotalouden toimintakentän termistöä tulisi vakiinnuttaa ja yhdenmukaistaa.

6.2 Tutkielman rajoitteet

Tämän tapaustutkimuksen tekemiseen liittyi joitakin puutteita ja haasteita, jotka voivat vaikuttaa saatuihin tuloksiin ja niiden luotettavuuteen. Työn aikajana osoittautui ensimmäiseksi haasteeksi, sillä kenttätyö toteutettiin hyvin pian alustavan tutkimusaiheen saamisen jälkeen. Rakennussektorin kiertotalous oli tutkimuksen tekijälle ennestään tuntematon aihealue, ja tutkimuskysymykset tarkentuivat vasta prosessin edetessä, joten kenttäpäiviin ei osattu juurikaan varautua. Myös tutkimukseen sisältyvät rakennukset tarkentuivat vasta jälkikäteen ja selvisi, että tutkimuksen tueksi saadaan asiantuntijan tekemiä materiaalilaskelmia. Ideaalitapauksessa kenttätyön materiaalihavainnot olisi tehty vasta aiheeseen perehtymisen ja tutkimussuunnitelman tekemisen jälkeen, mutta se ei ollut mahdollista purkumateriaalien kartoituksen aikataulun vuoksi. Jos tutkimusaiheeseen olisi ehditty perehtyä etukäteen, materiaalihavainnot olisi kirjattu todennäköisesti järjestelmällisemmin ja huomiota olisi kiinnitetty kenties eri asioihin. On myös hyvä ottaa huomioon, että aineiston analyysi perustuu enimmäkseen tutkijan omaan tulkintaan, mikä voi vaikuttaa tulosten luotettavuuteen. Kaikki edellä mainitut asiat huomioiden, tutkimuksen tekijän mielestä tulokset antavat riittävän selkeän ja luotettavan kuvan tapauksen kokonaistilanteesta.

Kaikkiin tutkimuskysymyksiin saatiin vastattua, mutta koska aihe on varsin laaja, selvitys tarjoaa melko pintapuolisen katsauksen tutkittuihin teemoihin. Tutkielman laajuutta selittää se, että työllä pyrittiin vastaamaan *Niemi Living Lab* -hankkeen kannalta olennaisiin kysymyksiin, joita oli paljon. Alkuperäistä aihetta rajattiin ja muokattiin tutkimuksen edetessä, mutta aihetta olisi voinut rajata entisestään. Purkumateriaalien uudelleenkäyttö ja kierrätys ovat tutkimustyön kannalta hyvin erilaisia teemoja, minkä

vuoksi on yleensä helpompaa keskittyä vain toiseen niistä. Tässä tapaustutkimuksessa haluttiin kuitenkin sivuta kierrätyksen lisäksi myös uudelleenkäyttöä, koska se on optimaalinen lähestymistapa kiertotalousnäkökulmasta. Tapaustutkimuksella haluttiin osoittaa, että molempien vaihtoehtojen huomioiminen on tärkeä osa rakennussektorin resurssiviisauden kehittämistä. Myös kiertotalousstrategioiden haasteet ovat jo yksinään iso aihealue, josta löytyy paljon aiempaa tutkimusta, mutta koska haasteetkin voivat olla tapaus- ja aluekohtaisia, on niitä aiheellista selvittää.

7 Johtopäätökset

Tämä tapaustutkimus toteutettiin Lahden kaupungin *Niemi Living Lab* -pilottihankkeen tukemiseksi. Tutkimuksen tavoitteena oli tehdä yleistason kartoitus Niemen alueelta purettavien Polttimo Oy:n tontin tehdasrakennusten purkumateriaaleista ja niiden uudelleenkäyttö- ja kierrätysmahdollisuuksista sekä selvittää, millaisia haasteita alan keskeiset toimijat näkevät purkumateriaalien uudelleenkäytölle ja kierrätykselle. Tutkimuksessa kiinnitettiin erityistä huomiota siihen, onko kaikki purkukohteen materiaalit mahdollista kierrättää. Valmiin kartoituksen tarkoituksena on havainnollistaa olemassa olevia käsittelymenetelmiä ja helpottaa siten kiertotalouden mukaisen materiaalikierron suunnittelua.

Kartoituksessa selvisi, että tapauksen tehdasrakennuksista syntyy yhteensä noin 101 499 tonnia purkumateriaalia. Kartoitettuihin materiaali-jakeisiin kuuluivat betoni, tiili, metalli, mineraalivilla, puu, kattuhuopa eli bitumikate, lasi, muovi ja kumi, kipsi, keramiikka, asfaltti ja SER. Tehdasrakennuksista tunnistettiin joitakin laitteita ja rakennusosia, joita voidaan todennäköisesti ohjata uudelleenkäyttöön. Kaikille tutkituille materiaali-jakeille löydettiin vähintään yksi kierrätysväylä, mutta jakeisiin sisältyy joitakin materiaalityyppejä tai -laatuja, joita ei kyetä kierrättämään. Purkumateriaalien uudelleenkäytön ja kierrätyksen haasteet jaettiin tässä työssä teknisiin ja logistisiin, taloudellisiin, lainsäädännöllisiin sekä tiedonpuutteesta ja asenteista johtuviin. Haasteissa korostuivat erityisesti taloudelliset näkökulmat sekä lainsäädännön vaikutus liiketoimintaan ja markkinoiden kehitykseen.

Kartoituksen perusteella purkumateriaalien kierrätysketjut ovat Suomessa hyvin kehittyneitä ja monille materiaaleille on saatavilla korkean jalostusarvon kierrätysmenetelmiä. Purkumateriaaleja kierrätetään tällä hetkellä usein neitseellisiä luonnonvaroja korvaaviksi uusioraaka-aineiksi, mutta myös pidemmälle jalostetuiksi uusiotuotteiksi, ja uusia arvoa lisääviä kierrätysvaihtoehtoja on kehitteillä. Silti merkittävä osa potentiaalisesti kierrätettävistä materiaaleista hyödynnetään yhä jätteenä energiatuotannossa tai arvoa vähentävillä tavoilla, kuten maisemoinnissa. Loppusijoitukseen päätyvän materiaalin määrä on kuitenkin vähentynyt huomattavasti uusien ja tehokkaampien kierrätysmenetelmien myötä. Purkumateriaalien uudelleenkäyttömenettelyn kehitys on kierrätykseen nähden vasta alkumetreillä ja toiminta on pienimuotoista, mutta strategiaan liittyy paljon mahdollisuuksia.

Tutkimuksen tulokset korostavat purkuhankkeiden ja hyötykäytön huolellisen suunnittelun merkitystä. Elinkaarensa lopussa olevat rakennukset ovat täynnä rakennusosia ja materiaaleja, joilla on suuri potentiaali jatkohyödyntämiselle, ja siten rakennussektorin jätemäärän vähentämiselle. Tämän selvityksen kaltaiset tutkimukset vahvistavat, ettei rakennus- ja purkujätettä tulisi nähdä enää jätteenä, vaan ensisijaisesti arvokkaana materiaalina. Uudelleenkäyttö ja kierrätys, sekä muut kiertotalouden strategiat mahdollistavat rakennussektorin ja kaupunkien resurssitehokkuuden kasvattamisen, mutta strategioiden yleistyminen vaatii eri toimijoiden välisen yhteistyön vahvistamista ja hyvien käytäntöjen esille tuomista. Selvityksen perusteella tärkeintä on pohjimmiltaan se, miten kiertotaloustavoitteita painotetaan heti purku- tai rakennushankkeen suunnitteluvaiheesta lähtien, sillä se määrittää pitkälti, kuinka tehokkaasti materiaalit on mahdollista saada kiertoon. Jos toiminnalle löytyy maksaja, löytyy yleensä myös vaadittavaa osaamista, teknologiaa ja kiinnostusta. Toimialan suurimmat kehityskohteet liittyvätkin kiertotalousstrategioita tukevien markkinoiden ja ohjauskeinojen edistämiseen.

Tutkimuksella tuotettiin uutta tapauskohtaista tietoa purkumateriaalien hyötykäytön nykytilanteesta. Monet tutkituista purkumateriaalijakeista soveltuvat teoriassa Niemen alueen uudelleenrakentamisessa hyödynnettäväksi, jolloin tehdasrakennukset toimisivat alueellisina materiaalipankkeina. Mahdollisia paikallisia käyttökohteita on useita, ja niiden myötä vanhan teollisuusympäristön historia voidaan tuoda osaksi alueen uutta ilmettä. Tulosten mukaan Niemen purkukohteen lähistöllä ei ole mahdollista kierrättää kaikkia materiaalijakeita, mutta selvitys osoitti, että yritysten väliset monimuotoiset yhteistyöverkostot mahdollistavat monissa tapauksissa korkeamman kierrätysasteen saavuttamisen. Alan yrityksiltä löytyy keskeistä osaamista ja näkemystä kiertotalouden edistämiseen, mikä on hyvä huomioida erilaisissa kehityshankkeissa. Selvityksen tulokset voivat kaiken kaikkiaan helpottaa Niemen alueen muutostöiden suunnittelua ja edesauttaa Lahden seudun hiilineutraaliuden ja resurssitehokkuuden kehitystä myös laajemmassa mittakaavassa.

Rakennussektorilla tarvitaan yleisesti ottaen lisää kiinnostusta ja uskallusta konkreettisten kokeilujen tekemiseen, jotta yhä suurempi osa materiaaleista saataisiin kiertoon. Purkumateriaalien uudelleenkäytön valtavirtaistamiseen on todennäköisesti vielä pitkä tie, joten suurin huomio kannattaisi toistaiseksi siirtää arvoa lisäävän kierrätyksen mittakaavan ja laadun kasvattamiseen. Suomessa voitaisiin keskittyä uusien teknologiaratkaisujen ja tuotesovellusten kehittämiseen, ja toisaalta toimivan markkina-alustan luomiseen.

Kiitokset

Haluan kiittää ohjaajaani Merja Kontroa tutkimusaiheen esille tuomisesta, kenttätöissä auttamisesta, apurahahakemusten ja tutkielman kommentoimisesta, sekä kaikesta tuesta, jota annoitte minulle oman kiireenne keskellä. Opin tutkimusprosessin edetessä valtavasti uutta, ja olen iloinen, että pääsin tekemään maisterintutkielmaa tärkeäksi kokemastani aiheesta.

Kiitokset asiantuntevalle Paavo Merolle, joka kiersi purettavia rakennuksia kanssamme kahden kokonaisen työpäivän ajan, sekä Arto Pennaselle, joka teki tutkielmassa hyödynnetyt materiaalilaskelmat. Yleinen kiitos myös Niemi Living Lab -hankkeen työryhmälle ja yhteistyökumppaneille, jotka pyrkivät edistämään toiminnallaan kiertotaloutta.

Lämpimät kiitokset haastatteluihin osallistuneille asiantuntijoille ajastanne, erittäin asiantuntevista vastauksistanne, inspiroivista ajatuksistanne ja mielenkiinnostanne tutkimusta kohtaan.

Lopuksi haluan kiittää Lahden Teollisuusseuran säätiötä, Helsingin yliopiston Lahden rahastoa ja Lahden yliopistokampusta tutkielmani rahoittamisesta. Rahoituksen saaminen mahdollisti tämän tutkimuksen tekemisen.

Lähteet

- Alastalo, M., Vaittinen, T. & Åkerman, M. (2017) Asiantuntijahaastattelu. Tutkimushaastattelun käsikirja. Tampere: Vastapaino.
- Bogner, A., Littig, B. & Menz, W. (2009). Introduction: Expert interviews – An introduction to a new methodological debate. *Interviewing Experts*, 1-13.
- Bonoli, A., Zanni, S., & Serrano-Bernardo, F. (2021). Sustainability in building and construction within the framework of circular cities and European new Green Deal. The contribution of concrete recycling. *Sustainability*, 13(4), 2139.
- Chen, J., Su, Y., Si, H., & Chen, J. (2018). Managerial areas of construction and demolition waste: A scientometric review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(11), 2350-.
- Deng, R., Chang, N. L., Ouyang, Z., & Chong, C. M. (2019). A techno-economic review of silicon photovoltaic module recycling. *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, 109, 532–550.
- Densley Tingley, D., Cooper, S., Cullen, J. (2017). Understanding and overcoming the barriers to structural steel reuse, a UK perspective. *Journal of Cleaner Production*, 148, 642-652.
- Destaclean. (2023). Puukivi. Viitattu 13.9.2023. Saatavilla: <https://www.destaclean.fi/puukivi/>
- Eksi, M. & Rowe, D.B. (2016). Green roof substrates: Effect of recycled crushed porcelain and foamed glass on plant growth and water retention. *Urban Forestry & Urban Greening*, 20, 81–88.
- EMF, Ellen MacArthur Foundation. (2013). Towards the Circular Economy, Vol. 1: An Economic and Business Rationale for an Accelerated Transition. Viitattu 24.8.2023. Saatavilla: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/towards-the-circular-economy-vol-1-an-economic-and-business-rationale-for-an>
- Eriksson, P. & Koistinen, K. (2014). Monenlainen tapaustutkimus. Kuluttajatutkimuskeskuksen tutkimuksia ja selvityksiä; 11 (s. 2–37). Kuluttajatutkimuskeskus.
- Esa, M. R., Halog, A., & Rigamonti, L. (2017). Developing strategies for managing construction and demolition wastes in Malaysia based on the concept of circular economy. *Journal of Material Cycles and Waste Management*, 19(3), 1144–1154.

- Eskola, J. & Suoranta J. (1998). Johdatus laadulliseen tutkimukseen (luku 4). (ePub-versio). Tampere: Vastapaino.
- Euroopan komissio. (2016). EU:n Rakennus- ja purkujätteiden käsittely- ja kierrätysmalli. Viitattu 24.8.2023. Saatavilla: <http://ec.europa.eu/DocsRoom/documents/20509/attachments/1/translations/?locale=fi>
- Euroopan komissio. (2020). Uusi kiertotalouden toimintasuunnitelma – Puhtaamman ja kilpailukykyisemmän Euroopan puolesta. COM/2020/98 final. Viitattu 8.3.2024. Saatavilla: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/?uri=CELEX%3A52020DC0098>
- Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EU) 2016/679, annettu 27 päivänä huhtikuuta 2016, luonnollisten henkilöiden suojelusta henkilötietojen käsittelyssä sekä näiden tietojen vapaasta liikkuvuudesta ja direktiivin 95/46/EY kumoamisesta (yleinen tietosuoja-asetus). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/?uri=celex%3A32016R0679>
- Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi (EU) 2008/98/EY, annettu 19 päivänä marraskuuta 2008, jätteistä ja tiettyjen direktiivien kumoamisesta. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/?uri=celex%3A32008L0098>
- Faraca, G., Tonini, D. & Astrup, T.F. (2019). Dynamic accounting of greenhouse gas emissions from cascading utilization of wood waste. *Science of the Total Environment*, 651(2), 2689-2700.
- FIGBC, Green Building Council Finland. (2023). Rakentamisen kiertotalouden sanasto. Viitattu 29.8.2023. Saatavilla: <https://figbc.fi/julkaisut/rakentamisen-kiertotalouden-sanakirja>, ISBN: 978–952–69926–8–6.
- Finfoam. (2023). FF-kierrätysräketti. Viitattu 5.9.2023. Saatavilla: <https://finfoam.fi/tuotteet/ff-kierratyssakki/>
- Gálvez-Martos, J.L., Styles, D., Schoenberger, H. & Zeschmar-Lahl, B. (2018). Construction and demolition waste best management practice in Europe. *Resources, Conservation, and Recycling*, 136, 166-178.
- Ghaffar, S. H., Burman, M. & Braimah, N. (2020). Pathways to circular construction: An integrated management of construction and demolition waste for resource recovery. *Journal of Cleaner Production*, 244, 118710.
- Ghisellini, P., Cialani, C. & Ulgiati, S. (2016). A review on circular economy: The expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems. *Journal of Cleaner Production*, 114, 11-32.

- Ghisellini, P., Ripa, M. & Ulgiati, S. (2018). Exploring environmental and economic costs and benefits of a circular economy approach to the construction and demolition sector. A literature review. *Journal of Cleaner Production*, 178, 618-643.
- Ginga, C. P., Ongpeng, J. M. C., & Daly, Ma. K. M. (2020). Circular economy on construction and demolition waste: A literature review on material recovery and production. *Materials*, 13(13), 2970-.
- Hagelüken, C., Lee-Shin, J., Carpentier, A., & Heron, C. (2016). The EU circular economy and its relevance to metal recycling. *Recycling*, 1(2), 242–253.
- Huang, B., Wang, X., Kua, H., Geng, Y., Bleischwitz, R. & Ren, J. (2018). Construction and demolition waste management in China through the 3R principle. *Resources, Conservation and Recycling*, 129, 36-44.
- Husgafvel, R., Linkosalmi, L., Hughes, M., Kanerva, J. & Dahl, O. (2018). Forest sector circular economy in Finland: A regional study on sustainability driven competitive advantage and an assessment of the potential for cascading recovered solid wood. *Journal of Cleaner Production*, 181, 483-497.
- Ilankoon, I.M.S.K., Ghorbani, Y., Chong, M.N., Herath, G., Moyo, T., & Petersen, J. (2018). E-waste in the international context – A review of trade flows, regulations, hazards, waste management strategies and technologies for value recovery. *Waste Management*, 82, 258–275
- Jiménez Rivero, A., Sathre, R., & García Navarro, J. (2016). Life cycle energy and material flow implications of gypsum plasterboard recycling in the European Union. *Resources, Conservation and Recycling*, 108(C), 171–181.
- Joensuu, T., Edelman, H. & Saari, A. (2020). Circular economy practices in the built environment. *Journal of Cleaner Production*, 276, 124215-.
- Jäteläki 646/2011. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2011/20110646>
- Jäteverolaki 1126/2010. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2010/20101126>
- Kinnunen, P., Yliniemi, J., Talling, B., Illikainen, M. (2017). Rockwool waste in fly ash geopolymer composites. *Journal of Material Cycles and Waste Management*, 19(3), 1220–1227.
- Kirchherr, J., Reike, D. & Hekkert, M. (2017). Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. *Resources, Conservation and Recycling*, 127, 221-232.

- Komission asetus (EU) N:o 715/2013 arviointiperusteista sen määrittämiseksi, milloin kupariromu lakkaa olemasta jätettä Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivin 2008/98/EY nojalla. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/?uri=CELEX%3A32013R0715>
- Koskinen, I., Alasuutari, P. & Peltonen, T. (2005). Laadulliset menetelmät kauppatieteissä. Tampere: Vastapaino.
- Kuittinen, M. (2019). Kiertotalous julkisissa purkuhankkeissa: Hankintaopas. Ympäristöministeriön julkaisuja 2019:31 (s. 19). Ympäristöministeriö. Viitattu 22.3.2023. Saatavilla: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-361-038-5>
- Lahden kaupunki. (2021). Niemen ranta-alueen ideakilpailu 15.9.2021 – 15.12.2021. Tulostusversio. Päivitetty 22.10.2021. Viitattu: 30.5.2023. Saatavilla: <https://www.lahti.fi/tiedostot/niemen-ideakilpailu-tulostusversio-paivitetty-22-10-2021/>
- Lahden kaupunki. (2022). Kestävän purkamisen Green Deal -sopimus. Kaupunginhallitus. Pöytäkirja 11.04.2022, pykälä 141. Viitattu 25.9.2023. Saatavilla: <https://www.lahti.fi/uutiset/lahden-kaupunki-mukaan-kestavan-purkamisen-green-deal-sopimukseen/>
- Lahden kaupunki. (2023). Niemi. Viitattu 14.9.2023. Saatavilla: <https://www.lahti.fi/asuminen-ja-ymparisto/kaupunkiympariston-suunnittelu/uudistuva-lahti/niemi/>
- Lahdensivu, J., Huuhka, S., Annala, P., Pikkuvirta, J., Köliö, A. & Pakkala, T. (2015). Betonielementtien uudelleenkäyttömahdollisuudet. Tampereen teknillinen yliopisto. Rakennustekniikan laitos. Rakennetekniikka. Tutkimusraportti 162. Tampere. Viitattu 2.10.2023. Saatavilla: <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-15-3461-4>
- Lahtela, V., Hyvärinen, M., & Kärki, T. (2019). Composition of plastic fractions in waste streams: Toward more efficient recycling and utilization. *Polymers*, 11(1), 69.
- Lehtonen, K. (2019). Purkutyöt – opas tekijöille ja teettäjiille. Ympäristöministeriön julkaisuja 2019:29 (s. 12–74). Ympäristöministeriö. Viitattu 28.3.2023. Saatavilla: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-361-036-1>
- López Ruiz, L. A., Roca Ramón, X. & Gassó Dominigo, S. (2020). The circular economy in the construction and demolition waste sector – A review and an integrative model approach. *Journal of Cleaner Production*, 248, 119238-.
- Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990132>

- Mahpour, A. (2018). Prioritizing barriers to adopt circular economy in construction and demolition waste management. *Resources, Conservation and Recycling*, 134, 216-227.
- Materiaalitori. (2024). Tietoa palvelusta. Ympäristöministeriö ja Motiva Oy. Viitattu 5.4.2024. Saatavilla: <https://www.materiaalitori.fi/tietoa-palvelusta>
- Mohajerani, A., Vajna, J., Cheung, T.H.H., Kurmus, H., Arulrajah, A., & Horpibulsuk, S. (2017). Practical recycling applications of crushed waste glass in construction materials: A review. *Construction & Building Materials*, 156, 443–467.
- Neuvoston asetus (EU) N:o 333/2011 arviointiperusteista sen määrittämiseksi, milloin tietyn tyyppiset romumetallit lakkaavat olemasta jätettä Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivin 2008/98/EY nojalla. Saatavilla: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/ALL/?uri=CELEX%3A32011R0333>
- Nußhol J.K.L., Nygaard Rasmussen, F. & Milios, L. (2019) Circular building materials: Carbon saving potential and the role of business model innovation and public policy. *Resources Conservation and Recycling*, 141, 308-316.
- Oluleye, B., Chan, D., Saka, A. & Olawumi, T. (2022). Circular economy research on building construction and demolition waste: A review of current trends and future research directions. *Journal of Cleaner Production*, 357, 131927-.
- Puusa, A. & Juuti, P. (2020). Laadullisen tutkimuksen näkökulmat ja menetelmät (luvut 6–13). (ePub-versio). Helsinki: Gaudeamus.
- Ray, S., Haque, M., Sakib, Md. N., Mita, A.F., Rahman, M.D.M., & Tanmoy, B.B. (2021). Use of ceramic wastes as aggregates in concrete production: A review. *Journal of Building Engineering*, 43, 102567-.
- Rockwool Finland Oy. (2022). Kierrätys ROCKWOOLilla – Kivivillan kierrätys. Viitattu 15.3.2024. Saatavilla: <https://www.rockwool.com/fi/tietopankki/kierratys/>
- Salemdeeb, R., Al-Tabbaa, A. & Reynolds, C. (2016). The UK waste input-output table: Linking waste generation to the UK economy. *Waste Management & Research*, 34(10), 1089-1094.
- Salmenperä, H., Sahimaa, O., Kautto, P., Vahvelainen, S., Wahlström, M., Bachér, J., Dahlbo, H., Espo, J., Haavisto, T. & Laine-Ylijoki, J. (2016). Kohdennetut keinot kierrätyksen kasvuun. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 53/2016. Valtioneuvoston kanslia. Viitattu 3.4.2024. Saatavilla: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-287-311-8>
- Santos, G., Esmizadeh, E., & Riahinezhad, M. (2023). Recycling construction, renovation, and demolition plastic waste: Review of the status quo, challenges and opportunities. *Journal of Polymers and the Environment*, 32(2), 479-509.

- Silva, R.V., de Brito, J. & Dhir, R.K. (2017). Availability and processing of recycled aggregates within the construction and demolition supply chain: A review. *Journal of Cleaner Production*, 143, 598–614.
- Sormunen, P., & Kärki, T. (2019). Recycled construction and demolition waste as a possible source of materials for composite manufacturing. *Journal of Building Engineering*, 24, 100742-.
- Spišáková, M., Monicako, T., Mésároš, P. & Špak, M. (2022). Waste management in a sustainable circular economy as a part of design of construction. *Applied Sciences*, 12, 4553-.
- Stahel, W. R. (2016). The circular economy. *Nature*, 531(7595), 435.
- Tam, V.W.Y, Soomro, M. & Evangelista, A.C.J. (2018). A review of recycled aggregate in concrete applications (2000–2017). *Construction & Building Materials*, 172, 272–292.
- Suomen Tasolasiyhdistys ry. (2024). Kierrätys. Viitattu 15.2.2024. Saatavilla: <https://www.tasolasiyhdistys.fi/lasitietoa/kierratys/>
- Tesfaye, F., Lindberg, D., Hamuyuni, J., Taskinen, P. & Hupa, L. (2017). Improving urban mining practices for optimal recovery of resources from e-waste. *Minerals Engineering*, 111, 209-221.
- Tihomirovs, P., Kara De Maeijer, P. & Korjakins, A. (2023). Demolition waste glass usage in the construction industry. *Infrastructures*, 8(12), 182.
- Valtioneuvosto. (2021). Uusi suunta – Ehdotus kiertotalouden strategiseksi ohjelmaksi. Valtioneuvoston julkaisuja 2021: 1. Viitattu 8.3.2024. Saatavilla: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-383-658-7>
- Valtioneuvoston asetus asbestityön turvallisuudesta 798/2015. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2015/20150798>
- Valtioneuvoston asetus betonimurskeen jätteeksi luokittelun päättymisen arviointiperusteista 466/2022. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2022/20220466>
- Valtioneuvoston asetus eräiden jätteiden hyödyntämisestä maarakentamisessa 843/2017 (MARA-asetus). <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20170843>
- Valtioneuvoston asetus jätteistä 978/2021. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2021/20210978>

- Valtioneuvoston asetus kiinteän betoniaseman ja betonituotetehtaan ympäristönsuojeluvaatimuksista 858/2018.
<https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2018/20180858>
- Valtioneuvoston asetus sähkö- ja elektroniikkalaiteromusta 519/2014.
<https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2014/20140519#Pidm46651396587008>
- Wahlström, M., Hradil, P., Teittinen, T. & Lehtonen, K. (2019). Purkukartoitus – opas laatijalle. Ympäristöministeriön julkaisuja 2019:30 (s. 13–19).
 Ympäristöministeriö. Viitattu 29.3.2023. Saatavilla: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-361-037-8>
- Wong, C.L., Mo, K.H., Yap, S.P., Alengaram, U.J., & Ling, T.-C. (2018). Potential use of brick waste as alternate concrete-making materials: A review. *Journal of Cleaner Production*, 195, 226–239.
- Yap, Z.S., Khalid, N.H.A., Haron, Z., Mohamed, A., Tahir, M.M., Hasyim, S. & Saggaff, A. (2021). Waste mineral wool and its opportunities—A review. *Materials*, 14(19), 5777-.
- Ympäristöministeriö. (2023a). Rakentamisen kiertotalous. Verkkoaineisto. Viitattu 21.9.2023. Saatavilla: <https://ym.fi/rakentamisen-kiertotalous>
- Ympäristöministeriö. (2023b). Eduskunta hyväksyi rakentamisen päästöjä pienentävät ja digitalisaatiota edistävät lait. Viitattu 8.3.2024. Saatavilla: <https://ym.fi/-/eduskunta-hyvakysi-rakentamisen-paastoja-pienentavat-ja-digitalisaatiota-edistavat-lait>
- Ympäristönsuojelulaki 527/2014.
<https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2014/20140527>
- Zhang, C., Hu, M., Di Maio, F., Sprecher, B., Yang, X. & Tukker, A. (2022). An overview of the waste hierarchy framework for analyzing the circularity in construction and demolition waste management in Europe. *Science of the Total Environment*, 803, 149892-.
- Zhu, Y., Lonka, H., Tähtinen, K., Anttonen, M., Isokääntä, P., Knuutila, A., Lahdensivu, J., Mahiout, S., Mäntylä, A.M., Raimovaara, M., Rantio, T., Santonen, T. & Teittinen, T. (2022). Purkumateriaalien kelpoisuus eri käyttökohteisiin turvallisuuden ja terveellisyyden näkökulmasta. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 2022:15 (s. 10–114). Valtioneuvoston kanslia. Viitattu: 23.8.2023. Saatavilla: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-383-253-4>

Liitteet

Liite 1: Tapauksen purettavat rakennukset

Rakennus	Rakennusvuosi	Rakennustilavuus (m ³)	Kerrosala (m ²)
Siilo 1	1957	2470	460
Siilo 2	1954	5 500	305
Siilo 3	1960	11 000	863
Siilo 3A	1975	11 730	708
Siilo 3B	1969	6 735	925
Siilo 4	1964	13 135	770
Siilo 5	1968	13 600	780
Siilo 6	1970	28 100	1 560
Siilo 7	1980	29 700	1 670
Jätekatos	2000	10	-
Vanha hiivatehdas	1920 →	8 200	2 047
Vanha mallastamo	1969–1970	47 090	10 771
Uusi mallastamo	1978 (L 64)	22 350	3 750
	1991 (L 90)	14 850	2 200

Liite 2: Kartoitukseen sisältyneet yritykset

Yritys	Päätoimiala	Toimipaikka	Etäisyys Niemestä
Purkupiha Oy	Purkutyöt	Lahden kierrätysasema: Meisselikatu 9, 15700 Lahti	11 km
Gles-yhtiöt	Purkutyöt	Ei omaa käsittelylaitosta	-
Umacon Oy	Purkutyöt	Kouvolan kierrätyskeskus Hyötyvirta-alueella	n. 85 km
		Lahden kierrätystoimipiste (Romuta Oy): Vinkakatu 12, 15700 Lahti	11 km
Salpamaa Oy	Hiekka, sora, kiviaines ja muu maa-aines	Kujalan käsittelykeskus: Sapelikatu 7, 15160 Lahti	11 km
Salpakierto Oy	Jätehuolto	Kujalan käsittelykeskus: Sapelikatu 7, 15160 Lahti	11 km
Tarpaper Recycling Finland Oy	Kierrätys	Mäntsälän vastaanottoaika: Suoniityntie 11, 04600 Mäntsälä	43 km

Kuusakoski Oy	Kierrätys	Kujalan toimipiste (palvelumyynti ja metallinhankinta): Sapelikatu 8, 15160 Lahti	10 km
		Ekopark (rakennuskierrätysmateriaalin käsittelylaitos): Norokatu 5, 15170 Lahti	6 km
EcoUp Oyj	Eristysliike	Tarvasjoen käsittelylaitos: Kyröntie 504, 21840 Tarvasjoki	n. 188 km
		Villan vastaanotto (Eko-Expert Oy): Hankallionkuja 1, 01760 Vantaa	97 km
Remeo	Jätehuolto	Lahden käsittelylaitos: Ala-Okerointentie 213, 15820 Lahti	8,2 km
		Vantaan kierrätyslaitos: Pitkäsuontie 16, 01200 Vantaa	55 km
Circulation Oy	Kierrätys	Lahden kierrätyslaitos: Kolavankatu 9, 15150 Lahti	10 km
Saint-Gobain Finland Oy	Rakennusmateriaalit	ISOVER varasto: Kerkkolankatu 37–39, 05800 Hyvinkää	72 km
		Kirkkonummen käsittelytehdas (Gyproc, kipsin vastaanotto): Ojangontie 23, 02480 Kirkkonummi	144 km
Uusioaines Oy	Uusioaineiden hyödyntäminen ja käsittely	Forssan tuotantolaitos (lasin vastaanotto, vaahtolasin nouto ja lastaus): Kurikkamäentie 23, 30420 Forssa	137 km
Uusiomateriaalit Recycling Osakeyhtiö Ltd	Kierrätys	Vipusenkatu 26, 15230 Lahti	4,8 km
Stena Recycling Oy	Kierrätys	Sähkölaiteromun vastaanottopiste: Sapelikatu 6, 15160 Lahti	10 km
		Hennalankatu 268, 15700 Lahti (Encore ympäristöpalvelut)	7,7 km
		Tahkoluodon tuotantolaitos: Tahkoluodontie 1, 28900 Pori	273 km
Tramel Oy	Kierrätys	Lahden vastaanottopiste: Kolavankatu 11, 15150 Lahti	10 km
Destaclean Oy	Puutavara	Kelatien materiaalien kierrätysasema (puujätteen vastaanotto): Pyöräkuja 6, 01450 Tuusula	87 km
Finfoam Oy	Eristysaineet ja eristeet	Satamakatu 5, 24100 Salo	200 km
Lassila ja Tikanoja Oyj	Elinkeinopalvelut	Keravan vastaanottopiste: Myllykorventie 16, 04260 Kerava	87 km

Liite 3: Haastattelurunko

Taustatiedot

- Haastattelun päivämäärä ja toteutustapa:
- Haastateltava (nimi, työtehtävä):
- Yrityksen päätoimiala:
- Onko yrityksellä oma kierrätys-/käsittelylaitos? Kyllä/ei
- Toimittaako yritys irtolavoja tai säiliöitä kierrätettäville materiaaleille? Kyllä/ei
- Onko yritys mukana Living Lab -hankkeessa? Jos kyllä; mikä on yrityksen rooli hankkeessa?
- Mitä nimeä yrityksestä kannattaa käyttää gradussa?

Yrityksen verkkosivuilta kerätty tieto purkumateriaalin käsittelystä

Jokaisen tutkittavan materiaaliijakeen kohdalla pyritään vastaamaan seuraaviin kohtiin:

- **Osallistuuko yritys materiaalin kierrätykseen tai muuhun käsittelyyn?** Kyllä/ei
- **Materiaalin vastaanottaja (yritys) ja vastaanottoaika** = Minne purkumateriaali kannattaisi viedä purkupaikalta Niemen tapauksessa, jotta mahdollisimman suuri osa materiaalista saadaan kierrätettyä?
 - Jos useampi kuin yksi hyvä vaihtoehto, nekin voi mainita
- **Materiaali ja sen laatuvaatimukset** = Millaista purkumateriaalia vastaanottoaikassa otetaan vastaan?
- **Käsittely ja käyttökohde** = Mitä purkumateriaalille tehdään vastaanottoaikassa, minne se päätyy lopulta, mihin käyttötarkoitukseen?
 - Käsittely kattaa esim. lajittelun, kierrätyksen, uudelleenkäyttöön valmistelun
 - Jos materiaali kuljetetaan esim. jatkojalostukseen toiselle yrityksille, mikä yritys on kyseessä? Mitä materiaalille tehdään siellä (esim. valmistetaan uusio-raaka-aineita)?

Avoimet kysymykset

- **Täytyykö purkumateriaalin tuottajan viedä materiaalit itse vastaanottoaikalle vai onko yrityksellänne nouto- tai kuljetuspalvelu?**
 - Maksaako materiaalien vieminen? Kyllä/ei
 - Kuinka suuria määriä materiaaleja vastaanotatte/noudatte/kuljetatte?

- **Kuljetusetäisyys: Kuinka kauas teidän mielestänne on kannattavaa kuljettaa purkumateriaaleja/kuinka kaukaa on kannattavaa noutaa niitä?** Näkökulmana esim. taloudellisuus, ympäristövaikutukset
 - Vaihteleeiko kannattavuus materiaalikohtaisesti (esim. materiaalin paino/tilavuus) tai tapauskohtaisesti? Jos kyllä; miten?
- **Onko yrityksellänne välivarastointimahdollisuutta materiaaleille?** Jos kyllä; kuinka suuria materiaalmääriä voitte säilyttää?
- **Ohjaatteko joitakin purkumateriaaleja tai rakennusosia uudelleenkäytettäväksi?** Jos kyllä; mitä/miten?
- **Mitä materiaaleja on mielestänne vaikein kierrättää?** Miksi?
 - Onko materiaaleja, joille ei ole kierrätysmahdollisuutta? Mitä ne ovat?
- **Päätyykö yrityksellänne osa materiaaleista kaatopaikalle?** Jos kyllä; mitkä materiaalit?
- **Tuleeko teille mieleen uusia tai innovatiivisia kierrätysmahdollisuuksia materiaaleille, joita ei vielä kierrätetä?** Entä uudelleenkäyttömahdollisuuksia?
- **Millaisia esteitä tai haasteita purkumateriaalien kierrättämiselle on teidän näkökulmastanne?** Entä uudelleenkäytölle?
 - Uusiotuotteiden ja -materiaalien valmistajat: millaisia haasteita purkumateriaalien hyödyntämiseen liittyy?

Liite 4: Purkumateriaalien kartoitetut käsittelyketjut

PURKUMATERIAALIEN KÄSITTELIJÖITÄ JA VASTAANOTTAJIA			
Betoni			
Käsittelijä	Materiaalin laatuvaatimukset	Käsittely ja käyttökohde	Sijainti
Purkupiha Oy	<p>Vastaanotetaan puhdasta ja epäpuhdasta betonijätettä. Betonijätteen tulee olla täysin kuivunutta betonia</p> <p>Puhdas betonijäte saa sisältää betoniteräksiä, jotka ovat korkeintaan betonijakeen mittaisia. Saa sisältää tiiltä tai harkkoja max. 10 % kuorman painosta</p> <p>Epäpuhdas betoni voi sisältää pieniä määriä: kaakelit, laatat, WC-istuimet, lavuaarit, kipsilevyt, eristevillat, bitumi, mineriitti- ja lujalevyt, luonnonkivet</p>	<p>Valmistetaan Demorock®-betonimursketta maarakentamiseen (tie-, katu-, kenttä- ja pohjarakenteisiin). EEJ-sertifioitu tuote, jos valmistetaan kierrätysasemalla</p>	<p>Lahden kierrätysasema: Meisselinkatu 9, 15700 Lahti</p> <p>Murskaus ensisijaisesti purkualueella</p>
Salpamaa Oy	<p>Betonijäte; joukossa ei saa olla kiviä eikä louhetta. Soraa tai hiekkaa saa olla korkeintaan 10 % kuorman painosta. Betonijätteet eivät saa sisältää epäpuhtauksia kuten villaa, styroxia, kipsilevyjä, tms. Betonijätteet saavat sisältää betoniteräksiä</p> <p>Vastaanotetaan myös betonia, joka sisältää tiiltä max. 10 % kokonaispainosta</p>	<p>Valmistetaan betonimursketta maarakennuskäyttöön. Betonijätteen jalostustuotteet EEJ-sertifioituja</p> <p>Salpamaa voisi hyödyntää esim. Rälssin maavastaanottoalueen kenttärakenteissa</p>	<p>Kujalan käsittelykeskus: Sapelikatu 7, 15160 Lahti</p> <p>Lähitulevaisuudessa mahdollisesti Rälssin maanvastaanottoalue: Helsingintie 488, 15700 Lahti</p>
Circulation Oy	<p>Betonijäte; saa sisältää betoniteräksiä. Tiiltä ja harkkoja seassa max. 20 % kokonaispainosta</p>	<p>Valmistetaan betonimursketta maarakennuskäyttöön</p>	<p>Lahden kierrätyslaitos: Kolavankatu 9, 15150 Lahti</p>
EcoUp Oyj	<p>Vastaanotetaan valikoidusti purkubetonia; vain lopputuotteiden tuottamiseen tarvittu määrä</p>	<p>Kierrätetään raaka-aineeksi mineraalivillapohjaisen sementin valmistukseen. Lopputuotteena erilaisia Cubeco-paloja infra-rakentamiseen</p>	<p>Tarvasjoen käsittelylaitos: Kyröntie 504, 21840 Tarvasjoki</p>
Umacon Oy	<p>Betonijäte</p>	<p>Valmistetaan betonimursketta maarakennuskäyttöön</p>	<p>Kouvolan kierrätyskeskus Hyötyvirta-alueella, murskaus ensisijaisesti purkualueella</p>
Gles-yhtiöt	<p>Betonijäte</p>	<p>Valmistetaan GLES Rock -betonimursketta maarakennuskäyttöön. CE-merkitty tuote</p> <p>Jos ei murskata purkualueella, voidaan toimittaa Circulation Oy:lle</p>	<p>Ei omaa käsittelylaitosta, murskaus ensisijaisesti purkualueella</p>

Tiili			
Käsittelijä	Materiaalin laatuvaatimukset	Käsittely ja käyttökohde	Sijainti
Purkupiha Oy	Puhdas tiilijäte	Valmistetaan Demorock®-betonimursketta maarakentamiseen	Lahten kierrätysasema: Meisselikatu 9, 15700 Lahti
Salpamaa Oy	Tiilijäte; savitiili, kalkkiahiekkatiili, kevytbetonitiili, siporex-harkot, laasti, pienet määrät laattoja ja kaakeleita (korkeintaan 1 % kuorman painosta), sora ja hiekka (korkeintaan 10 % kuorman painosta)	Tiilijäte hyödynnetään Kujalan käsittelykeskuksen maarakentamisessa; tarkemmin kaatopaikan peittorakenteissa	Kujalan käsittelykeskus: Sapelinkatu 7, 15160 Lahti
Circulation Oy	Tiilijäte; poltetut tiilet ja kalkkiahiekkatiilet	Valmistetaan betonimursketta maarakennuskäyttöön	Lahten kierrätyslaitos: Kolavankatu 9, 15150 Lahti
EcoUp Oyj	Vastaanottaa valikoidusti tiilijätettä; vain lopputuotteiden tuottamiseen tarvittu määrä. Tiilten kunnolla ei väliä, laasti saa olla	Kierrätetään uusien tuotteiden väri- ja sideaineeksi. Lopputuotteena mm. infrarakentamisessa käytetyt Cubeco-palat ja erilaiset sisätuotteet, kuten kierrätyskynttilälajalat	Tarvasjoen käsittelylaitos: Kyröntie 504, 21840 Tarvasjoki
Gles-yhtiöt	Tiilijäte; saa olla betonin seassa max 30 %	Valmistetaan GLES Rock -betonimursketta maarakennuskäyttöön. Mahdollisuus ohjata ehjänä purettuja tiiliä uudelleenkäyttöön rakentamisessa	Murskaus ensisijaisesti purkualueella
Umacon Oy	Tiilijäte	Lähtökohtaisesti sama käsittely kuin betonissa; murskataan maarakennuskäyttöön. Ehjien tiilten ohjaaminen uudelleenkäyttöön on vaihtoehto, jos niille löytyy käyttökohde	Kouvolan kierrätyskeskus Hyötyvirta-alueella
Keramiikka (saniteettiposliini, keraamiset laatat ja kaakelit)			
Käsittelijä	Materiaalin laatuvaatimukset	Käsittely ja käyttökohde	Sijainti
Salpamaa Oy	Saniteettiposliini; WC-istuimet ja lavuaarit. Metalliosat saavat olla paikoillaan Ei kelpaa: muoviset istuinrenkaat, laatat, kaakelit ja klinkkerit	Murskataan ja jalostetaan uusioraaka-aineeksi, joka toimitetaan yhteistyökumppanille tiilitehtaalle (esim. Tiileri). Käytetään lopulta uusien tiilten valmistuksessa	Kujalan käsittelykeskus: Sapelinkatu 7, 15160 Lahti
Purkupiha Oy	Saniteettiposliini; WC-istuimet, lavuaarit, yms.	Käynnissä koemurskausta kierrätykseen liittyen	Lahten kierrätysasema: Meisselikatu 9, 15700 Lahti
Umacon Oy	Saniteettiposliini	Erilliskerätty posliini voidaan toimittaa Valkealan Terra Infralle, joka jalostaa siitä raaka-ainetta Korian tiilitehtaalle	Kouvolan kierrätyskeskus Hyötyvirta-alueella tai toimitus purkualueelta

Puu			
Käsittelijä	Materiaalin laatuvaatimukset	Käsittely ja käyttökohde	Sijainti
Destaclean Oy	Kierrätyskelpoinen puujäte; syntypaikkalajiteltu käsittelemätön ja maalamaton puujäte. Saa olla pieniä määriä nauloja, hakasia ja ruuveja, sekä sahanpurua, kutterinpurua ja risuja	Valmistetaan EoW-puukuitua, josta tehdään Destaclean® Puukivi -uusiomateriaalia. Kierrätyspuukuidulla korvataan perinteisten betonituotteiden kiviainesta	Kelatie kierrätysasema: Pyöräkuja 6, 01450 Tuusula
Remeo	Puujäte	<u>Energiahöyrykäyttö:</u> murskataan puuhakkeeksi ja toimitetaan polttoon Lahti Energialle. AB-puusta voidaan valmistaa biopolttoainetta, C-puusta kierrätyspolttoainetta <u>Materiaalihöyrykäyttö:</u> toimitetaan uusiomateriaaliksi (esim. kompostin ilmastusaineeksi) tai metsä-, puu- tai rakennusteollisuuden raaka-aineeksi	Lahden käsittelylaitos: Ala-Okeroistentie 213, 15820 Lahti Vantaan kierrätyslaitos: Pitkäsuontie 16, 01200 Vantaa
Purkupiha Oy	Puhdas puujäte (kyllästämätön), sekalainen puujäte (mm. maalatut puutuotteet, vaneri, lastulevyt) ja purkupuujäte. Saa sisältää pieniä määriä nauloja, hakasia ja ruuveja yms. metalleja	Jalostetaan kierrätyspolttoaineeksi voimalaitoksille	Lahden kierrätysasema: Meisselinkatu 9, 15700 Lahti
Kuuskoski Oy	Puujäte; purkupuu	AB-puusta valmistetaan polttoainetta voimalaitoksille (esim. Lahti Energia)	Kujalan toimipiste: Sapelikatu 8, 15160 Lahti
Umacon Oy	Puujäte	Viedään Umaconin laitokselle tai Remeo Oy:lle Lahteen. Päätyy energiahöyrykäyttöön	Kouvolan kierrätyskeskus Hyötyvirta-alueella
Gles-yhtiöt	Kaikenlainen purkupuu (paitsi kyllästetty)	Toimitetaan Remeo Oy:n kautta energiahöyrykäyttöön, eli polttoon voimalaitoksille	Toimitus purkualueelta
Lasi			
Käsittelijä	Materiaalin laatuvaatimukset	Käsittely ja käyttökohde	Sijainti
Uusioaines Oy	<u>Puhdas tasolasi, laatuluokka I:</u> ikkunalasit sekä karaistut, sävytetyt ja maalatut lasit <u>Tasolasi, laatuluokat II ja III:</u> laminoidut lasit, eristyslaselementit, tuulilasit, mainosteipatut lasit ja lämpölasit <u>Tasolasi, laatuluokka V:</u> purkuikkunat, joissa puu- tai alumiinipokat. Vanhat puiset ikkunalliset terassiovet. Ei karmeja Ei käy: keraaminen, tulenkestävä lasi, lankalasi, palonsuojalasi, opaalilasi, lamput. 1960–70-lukujen eristyslaselementit, jotka voivat sisältää PCB-yhdisteitä	Valmistetaan lasisirua teollisuudelle uusien lasituotteiden (mm. lasivilla, pakkauslasit, uudet tasolasit) tuotantoon. Lisäksi valmistetaan Foamit -vaahtolasia infra- ja talonrakentamiseen	Forssan tuotantolaitos: Kurikkamäentie 23, 30420 Forssa

EcoUp Oyj	Ikkunalasit ja muut tasolasit. Vastaanotetaan tapauskohtaisesti	Valmistetaan sementin kaltaista uusiomateriaalia, josta tehdään kuiviin tiloihin soveltuvia tuotteita, kuten sisustuspaneeleita ja tehosteseiniä	Tarvasjoen käsittelylaitos: Kyröntie 504, 21840 Tarvasjoki
Purkupiha Oy	Likaiset ja puhtaat tasolasit erikseen. Jos lasseissa on alumiinipokat, ne otetaan myös erikseen	Puhdas lasi toimitetaan Uusioaines Oy:lle	Lahden kierrätysasema: Meisselinkatu 9, 15700
Kuusakoski Oy	Ikkunat ja purkulasi	Puhdas lasiruutu toimitetaan Salpakierto Oy:lle, jolloin se päättyy kaatopaikan rakenteeseen Kokonaisista ikkunoista erotellaan Kuusakoskella kehykset ja lasi päättyy seula-alitteeksi kaatopaikkarakentamiseen	Kujalan toimipiste: Sapelinkatu 8, 15160 Lahti Ekopark: Norokatu 5, 15170 Lahti
Umacon Oy	Lasijäte; ikkunat ja muut tasolasit	Toimitetaan Uusioaines Oy:lle	Kouvolan kierrätyskeskus Hyötyvirta-alueella tai toimitus purkualueelta
Remeo	Ikkunat ja muut tasolasit	Toimitetaan Uusioaines Oy:lle	Lahden käsittelylaitos: Ala-Okerointentie 213, 15820 Lahti
Gles-yhtiöt	Ikkunat (karmeineen tai ilman) ja muut tasolasit	Toimitetaan Uusioaines Oy:lle. Uudelleenkäyttöön kelpaaville ikkunoille ja muille laselle kartoitetaan ostajaa	Toimitus purkualueelta

Muovi ja kumi

Käsittelijä	Materiaalin laatuvaatimukset	Käsittely ja käyttökohde	Sijainti
Uusiomateriaalit Recycling Osakeyhtiö Ltd	Muovi; myös (vaikeasti) haketettava. Tarkemmat tiedot puuttuvat	Jalostetaan uusiomuovista valmistetuiksi rakennusalan tuotteiksi (mm. putket, sokkelilevyt, suojamuovit)	Vipusenkatu 26, 15230 Lahti
Kuusakoski Oy	Muovijäte; mm. kalvomuovit (PE), putket (PP). Vastaanottoaika riippuu määrästä ja laadusta	Syntypaikkalajitellut muovit toimitetaan Kuusakosken Hyvinkään muoviterminaaliin kierrätysmuovin valmistukseen. Muussa tapauksessa valmistetaan kierrätyspolttainetta energiatuotantoon	Kujalan toimipiste: Sapelinkatu 8, 15160 Lahti Ekopark: Norokatu 5, 15170 Lahti
Remeo	Muovi- ja kumijäte	Kumi poltetaan energiatuotannossa Sekalainen muovijäte voidaan siirtokuormata Vantaan laitokselle, jossa eri muovilaadut erotellaan laitteiston avulla. Erotellut muovit paalataan ja toimitetaan jatkojalostukseen uuden muovin raaka-aineeksi	Lahden käsittelylaitos: Ala-Okerointentie 213, 15820 Lahti Vantaan kierrätyslaitos: Pitkäsuontie 16, 01200 Vantaa

Purkupiha Oy	Muovi- ja kumijäte	Valmistetaan laadun mukaan joko SRF-kierrätyspolttoainetta tai toimitetaan massapolttoon	Lahden kierrätysasema: Meisselikatku 9, 15700 Lahti
Umacon Oy	Muovi- ja kumijäte	Toimitetaan esim. Salpakierto Oy:lle tai Remeolle	Toimitus purkualueelta
Gles-yhtiöt	Muovi- ja kumijäte	Osa päätyy energiajätteen mukana polttoon, erilliskerätyt jakeet toimitetaan Remeolle	Toimitus purkualueelta

Asfaltti

Käsittelijä	Materiaalin laatuvaatimukset	Käsittely ja käyttökohde	Sijainti
Salpamaa Oy	Puhdas asfalttijäte. Asfaltissa kiinni oleva pieni määrä soraa ei haittaa	Hyödynnetään maarakentamisessa tai toimitetaan murskattuna tai murskaamattomana asfalttitehtaille (Peab Oy tai Asfalttikallio Oy)	Kujalan käsittelykeskus: Sapelikatku 7, 15160 Lahti
Peab Oy	Asfalttijäte	Murskataan ja käytetään raaka-aineena uusioasfaltin valmistuksessa	Lahden asfalttiasema: Vartiokallionkatku 2, 15160 Lahti
Asfalttikallio Oy	Asfalttijäte	Murskataan ja käytetään raaka-aineena uusioasfaltin valmistuksessa	Lahden toimipiste: Metallikatku 2, 15160 Lahti
Remeo	Asfalttijäte	Toimitetaan asfalttiteollisuuden isoille toimijoille (esim. Peab Oy)	Lahden käsittelylaitos: Ala-Okeroistentie 213, 15820 Lahti
Gles-yhtiöt	Asfalttijäte	Kuoritaan purkualueelta ja toimitetaan Peab Oy:lle tai Asfalttikallio Oy:lle	Toimitus purkualueelta
Purkupiha Oy	Asfalttijäte	Toimitetaan Peab Oy:n Lahden asfalttiasemalle tai Hämeenlinnan asfalttiasemalle	Toimitus purkualueelta
Umacon Oy	Asfalttijäte	Toimitetaan Peab Oy:lle tai Asfalttikallio Oy:lle	Toimitus purkualueelta

Kattohuopa (bitumikate)

Käsittelijä	Materiaalin laatuvaatimukset	Käsittely ja käyttökohde	Sijainti
Tarpaper Recycling Finland Oy	Erilliskerätty, puhdas bitumikatejäte. Saa sisältää epäpuhtauksia max 2 % (paino- tai tilavuusprosenttia). Purkubitumi saa sisältää nauloja sekä vähäisiä määriä bitumissa kiinni olevia singelisora- ja eristemateriaaleja. Palakoolla ei ole rajoituksia Ei saa sisältää asbestia. PAH-yhdisteiden raja-arvo on 200 mg/kg	Murskataan hienoksi 0-16mm rakeeksi (BitumenMix-bitumikaterouhe), jota hyödynnetään asfaltin raaka-aineena asfalttiteollisuudessa. Tuotteella on EEJ-status	Mäntsälän vastaanottopaikka: Suoniityntie 11, 04600 Mäntsälä (jos auki) Syntypaikkalajittelulle bitumikatteelle on mahdollista sopia noutopalvelu
Rebitumen Oy	Bitumikatejäte. Ei saa sisältää asbestia	Valmistetaan uusioraaka-ainetta asfalttiteollisuudelle	Kiimassuontie 133, 30100 Forssa

Purkupiha Oy	Kierrätykseen kelpaava erilliskerätty bitumi- tai kattohuopakate; erilliskerätty bitumikatejäte saa sisältää kattohuopanauloja sekä vähäisiä määriä bitumissa kiinni olevia eristemateriaaleja Bitumikatejäte ei saa sisältää puukuuituja tai muuta puumateriaalia	Toimitetaan Tarpaperille tai Revisol Oy:lle jatkojalostukseen	Lahten kierrätysasema: Meisselikatu 9, 15700 Lahti
Kuusakoski Oy	Kattohuopajäte/bitumikatejäte	Pyritään ohjaamaan suoraan Tarpaperille, mutta vastaanotetaan tarvittaessa ensin omalla laitoksella	Kujalan toimipiste: Sapelinkatu 8, 15160 Lahti
Remeo	Kattohuopajäte/bitumikatejäte	Jos määrät isoja, toimitetaan suoraan Tarpaperille. Muussa tapauksessa vastaanotetaan ensin omalla laitoksella	Lahten käsittelylaitos: Ala-Okeroistentie 213, 15820 Lahti
Gles-yhtiöt	Kattohuopajäte/bitumikatejäte	Toimitetaan Tarpaperille tai Rebitumen Oy:lle Forssaan	Toimitus purkualueelta
Umacon Oy	Kattohuopajäte/bitumikatejäte	Lajitellaan purkualueella ja toimitetaan Tarpaperille	Toimitus purkualueelta
Metallit			
Käsittelijä	Materiaalin laatuvaatimukset	Käsittely ja käyttökohde	Sijainti
Kuusakoski Oy	Kaikki metallipitoiset jakeet. Vastaanottoaika riippuu määrästä ja metallityypistä	Kierrätetään uusi- raaka- aineiksi ja - tuotteiksi; mm. alumiiniharkot, rautaromu, värimetalliromu Raskaat rautarakenteet voidaan toimittaa Imatran toimipisteeseen, jonka vieressä sijaitseva Ovakon terästehdas tekee niistä uusia terästuotteita	Kujalan toimipiste: Sapelinkatu 8, 15160 Lahti Heinolan käsittelykeskus: Kuusakoskentie 2–5, 18600 Myllyoja Imatran toimipiste: Pilarikuusenkatu 5, 55610 Imatra
Umacon Oy	Sekalainen metalliromu; mm. alumiinit, kaapelit, kuparit, messingit ja pronssit, muut metallit, rautatuotteet (harjateräs, peltiromu, kuljettimet, säiliöt), ruostumattomat teräkset	Metallit leikataan, käsitellään ja toimitetaan kotimaan terästehtaille raaka-aineeksi	Lahten kierrätystoimipiste: Vinkakatu 12, 15700 Lahti Kouvolan kierrätyskeskus: Huovilantie 51, 46900 Inkeroinen
Purkupiha Oy	Kaikenlaiset metallit; mm. leikattavat metallit, hapokkaat, harjateräkset, paksummat raudat	Metallit toimitetaan lajittelun jälkeen vientiin ulkomaille	Lahten kierrätysasema: Meisselikatu 9, 15700 Lahti
Remeo	Kaikenlaiset metallit	Isojen erien kanssa tehdään yhteistyötä isojen metallin jalostajien kanssa (esim. Kuusakoski, Stena Recycling ja Eurajoen Romu). Pienemmät erät kierrätetään omalla laitoksella	Lahten käsittelylaitos: Ala-Okeroistentie 213, 15820 Lahti

Tramel Oy	Metalliromu; mm. kupari (A ja B), alumiini, ruostumaton teräs, messinki. Rauta- ja peltiromun vähimmäismäärä 500 kg	Kierrätetään uusioraaka-aineiksi	Lahden vastaanottopiste: Kolavankatu 11, 15150 Lahti
Stena Recycling Oy	Kaikenlainen metalliromu; mm. kaapelit, teräkset, rauta, alumiini, romuakut, kupari, messinki	Jalostetaan teollisuuden raaka-aineeksi	Lahden vastaanottopiste: Sapelikatu 6, 15160 Lahti
Gles-yhtiöt	Kaikenlaiset metallit; mm. jalometallit, pelti, leikattava rauta	Lajitellaan ja toimitetaan vientiin yhteistyössä Etelä-Suomen romuliikkeiden kanssa (esim. Romu Keinänen, Tikkurilan Romu ja Helsingin Metallipurkaus)	Toimitus tai nouto purkualueelta

Eristeet (mineraalivilla)

Käsittelijä	Materiaalin laatuvaatimukset	Käsittely ja käyttökohde	Sijainti
EcoUp Oyj	Erilliskerätty mineraalivillajäte; lasi- ja kivivilla erillisiin säkkeihin lajiteltuna. Myös sekalaista villaa on vastaanotettu, mutta sillä on korkeampi vastaanottohintaa Villan on oltava kuivaa ja mielellään puhdasta, ei saa sisältää muita jätteitä. Verkkovillat ja alumiinipinnoitteet saavat olla mukana. Pieni kosteus ei haittaa	Jalostetaan uusioraaka-aineeksi, jota hyödynnetään sidosaineena mm. geopolymeeri-betonin, tiilien ja asfaltin valmistuksessa Uusioraaka-ainetta hyödynnetään betonituotteita muistuttavissa Cubeco-paloissa, joita voidaan käyttää mm. infra- ja ulkorakentamiseen	Tarvasjoen käsittelylaitos: Kyröntie 504, 21840 Tarvasjoki
Rockwool Finland Oy	Erilliskerätty kivivillajäte (myös purkukohteista)	Kivivillajäte silputaan ja toimitetaan pohjoismaisille tehtaille, joissa siitä valmistetaan uusia kivivillatuotteita. Kierrätetystä kivivillasta valmistetut tuotteet voidaan toimittaa takaisin asiakkaalle	Suomen vastaanottopiste: Kivistönkorventie 3, 01730 Vantaa
Remeo	Mineraalivillajäte	Toimitetaan mahdollisuuksien mukaan kierrätykseen EcoUp Oyj:lle. Huonolaatuinen eristevilla lopussijoitetaan kaatopaikalle	Lahden käsittelylaitos: Ala-Okeroistentie 213, 15820 Lahti
Purkupiha Oy	Mineraalivillajäte; erilliskerätty lasi- ja kivivilla. Saa sisältää erittäin pieniä määriä puuta tai bitumikatetta	Lopussijoitetaan kaatopaikalle	Lahden kierrätysasema: Meisselikatu 9, 15700 Lahti
Umacon Oy	Eristevillajäte; lasi- ja kivivilla	Lopussijoitetaan kaatopaikalle	Toimitus purkualueelta
Kuusakoski Oy	Mineraalivillajäte; lasi- ja kivivilla	Lopussijoitetaan kaatopaikalle	Kujalan toimipiste: Sapelikatu 8, 15160 Lahti
Gles-yhtiöt	Eristevillajäte; lasi- ja kivivilla	Toimitetaan jäteasemalle. Vastaanottajia mm. Salpakierto, Remeo ja Purkupiha	Toimitus purkualueelta

Kipsi			
Käsittelijä	Materiaalin laatuvaatimukset	Käsittely ja käyttökohde	Sijainti
Saint-Gobain Finland Oy, Gyproc	Erilliskerätty kipsijäte; laadultaan puhdasta kierrätykseen soveltuva kipsilevyä (levyssä oleva kartonki sallittu). Kierrätyskipsin on oltava kuivaa; ei saa kastua esim. varastoinnin aikana Palautettavan kipsijakeen mukana ei saa toimittaa muita jätteiksi luokiteltavia rakennusmateriaaleja tai epäpuhtauksia. Ei saa sisältää haitta-aineita	Kierrätetään uusien kipsilevyjen valmistuksen raaka-aineena	Kirkkonummen käsittelytehdas: Ojangontie 23, 02480 Kirkkonummi
EcoUp Oyj	Kipsijäte; saa olla paperit kiinni, mutta ei tapetteja. Vastaanotetaan vain tarpeen mukaan	Hyödynnetään uusioraaka-aineena Cubeco-rakennustuotteissa, joissa korvaa sementin käyttöä	Tarvasjoen käsittelylaitos: Kyröntie 504, 21840 Tarvasjoki
Purkupiha Oy	Erilliskerätty kipsijäte: voi sisältää kipsilevyä ja kipsiharkkoja. Saa sisältää erittäin pieniä määriä muovia, puuta sekä muita eristysmateriaaleja	Toimitetaan uusiokipsin valmistukseen Saint-Gobainille	Lahten kierrätysasema: Meisselikatku 9, 15700 Lahti
Umacon Oy	Puhdas kipsijäte	Toimitetaan uusiokipsin valmistukseen Saint-Gobainille	Kouvolan kierrätyskeskus Hyötyvirta-alueella tai toimitus purkualueelta
Kuusakoski Oy	Puhtaana syntypaikkalajiteltu kipsi	Toimitetaan uusiokipsin valmistukseen Saint-Gobainille	Kujalan toimipiste: Sapelikatku 8, 15160 Lahti
Remeo	Erilliskerätty kipsilevyjäte	Toimitetaan uusiokipsin valmistukseen Saint-Gobainille	Lahten käsittelylaitos: Ala-Okerointentie 213, 15820 Lahti
Sekalainen rakennusjäte			
Käsittelijä	Materiaalin laatuvaatimukset	Käsittely ja käyttökohde	Sijainti
Purkupiha Oy	Ei saa sisältää asbestia, vaarallisia jätteitä, sähkö- ja elektroniikkalaitteita eikä kyllästettyä puuta Voi koostua hyödyntämis- ja kierrätyskelvottomasta rakennusjätteestä (mm. kipsi, eristevillat, PVC-muovit ja -putket saniteettikalusteet)	Eri jättejakeet erotellaan kuormasta, kunnes jäljelle jää hienojakoinen alite. Muovia ja puuta sisältävä alite menee energijätteenä massapolttoon, mineraalipitoinen alite päättyy betonin kanssa maantäyttöön	Lahten kierrätysasema: Meisselikatku 9, 15700 Lahti
Kuusakoski Oy	(Esilajiteltu) sekalainen rakennusjäte	Pienkuormat voidaan esilajitella koneellisesti Kujalassa ja toimittaa sen jälkeen Ekoparkiin. Isolla työmaalla sekalainen jae esilajitellaan ohjeiden mukaan, jotta sen voi viedä suoraan Ekoparkiin käsiteltäväksi	Kujalan toimipiste: Sapelikatku 8, 15160 Lahti Ekopark: Norokatu 5, 15170 Lahti

		Ekoparkissa rakennusjätteet käsitellään materiaalihyötykäyttöön tai SRF-kierrätyspolttoaineeksi	
Remeo	Sekalainen rakennusjäte	Isolla työmaalla sekalainen jae viedään suoraan Vantaan laitokselle, jossa robotit lajittelevat materiaaleista vähintään 70 % materiaalihyötykäyttöön teollisuudelle. Jäljelle jäävä alite käytetään joko maantäytössä tai kierrätyspolttoaineena	Vantaan kierrätyslaitos: Pitkäsuontie 16, 01200 Vantaa
Umacon Oy	Sekalainen rakennusjäte	Toimitetaan Remeolle Lahteen ja sitä kautta Vantaan laitokselle	Toimitus purkualueelta
Gles-yhtiöt	Sekalainen rakennusjäte	Toimitetaan esim. Remeolle käsittelyyn	Toimitus purkualueelta

Sähkö- ja elektroniikkalaiteromu (SER)

Käsittelijä	Materiaalin laatuvaatimukset	Käsittely ja käyttökohde	Sijainti
Kuusakoski Oy	Sähkö- ja elektroniikkalaitteet, SER	Jos WEEE-direktiivin mukainen sähkölaitteiden uudelleenkäyttö ei ole mahdollista, laitteiden materiaalit lajitellaan ja kierrätetään uusioraaka-aineeksi tai hyödynnetään energiatuotannossa. Sähkölaitteista erotelluista muoveista (mm. ABS, PP, PS) valmistetaan WEEE-muovia Lamput kuljetetaan Cool Finland Oy:lle Forssaan	Kujalan toimipiste: Sapelinkatu 8, 15160 Lahti
Stena Recycling Oy	Vanhat ja käytöstä poistetut koneet ja sähkölaitteet, loisteputket, valaisimet	Kierrätetään ja jalostetaan teollisuuden raaka-aineeksi	Lahden vastaanottopiste: Sapelinkatu 6, 15160 Lahti
Tramel Oy	Sähkö- ja elektroniikkaromu ja kodinkoneet (mm. kaapelit, sähkömoottorit, katalysaattorit, akut ja paristot, loiste- ja energiansäästölamput)	Laitteet ja niiden osat ohjataan uudelleenkäyttöön tai materiaalit jalostetaan raaka-aineiksi	Lahden vastaanottopiste: Kolavankatu 11, 15150 Lahti
Umacon Oy	Koneet ja laitteet, SER	Käyttökelpoisia koneita ja laitteita varastoidaan ja myydään uuteen käyttöön. Romupurkuna purettujen koneiden materiaalit lajitellaan, pilkotaan ja toimitetaan kierrätettäväksi SER-jäte toimitetaan luvanvaraiseen keräykseen	Lahden kierrätystoimipiste: Vinkakatu 12, 15700 Lahti

Purkupiha Oy	Uudelleenkäyttökelpoiset koneet ja laitteet, SER. Vastaanotetaan sekä pienkuormia että suuria eriä	Käyttökelpoisia koneita ja laitteita myydään uudelleenkäytettäväksi purkutori.fi -palvelun kautta, jos löytyy ostaja SER kuljetetaan jatkokäsittelyyn, esim. Retekolle	Lahden kierrätysasema: Meisselikatku 9, 15700 Lahti
Remeo	SER, lyijyakut	Vastaanotetaan erilliseen konttiin, josta toimitetaan asianmukaiseen jatkokäsittelyyn. Vastaanottajia esim. Stena Recycling, Kuusakoski ja Eurajoen Romu	Lahden käsittelylaitos: Ala-Okeroistentie 213, 15820 Lahti
Gles-yhtiöt	Koneet ja laitteet, SER	Kartoitetaan, onko laitteille uudelleenkäyttöä. Jos ei, vietään SER-jätteenä, jolloin vastaanottajana esim. Tramel	Toimitus purkualueelta

Vaarallinen ja loppukäsiteltävä jäte

Käsittelijä	Materiaalin laatuvaatimukset	Käsittely ja käyttökohte	Sijainti
Salpakierto Oy	Asbesti (jättekoodit: 17 06 01, 17 06 03, 17 06 04, 17 06 05) Asbestijätteet tulee pakata suursäkkeihin, vahvistettuihin säkkeihin tai kannellisiin tynnyreihin ja merkitä esim. asbestiteipillä. Levytavara, kuten mineriitti- ja lujalevyt voivat olla pakkaamattomia Kestopuu: painekyllästetyt puut, kreosoottikyllästetty puu. Puussa ei saa olla suuria metallikappaleita tai muita materiaaleja. Naulat, ruuvit ja pienet heloitukset eivät haittaa	Asbestijäte loppusijoitetaan Salpakierron omalle loppusijoitusalueelle Kestopuu toimitetaan Demolite Oy:lle energiahyödyntämiseen	Kujalan käsittelykeskus: Sapelikatku 7, 15160 Lahti
Demolite Oy	Painekyllästetty puujäte: CCA- ja kuparikyllästeillä sekä kreosoottiöljyllä käsitelty sahatavara, pylvääät ja ratapölkyt	Poltetaan energiatuotannossa	Kestopuun kierrätysterminaali: Karhunkorventie 4, 14820 Hämeenlinna
Fortum Oyj	Vaaralliset jätteet, loisteputket	Loppusijoitetaan/poltetaan	Riihimäen toimipiste: Kuulojankatu 1, 11120 Riihimäki
Suomen Erityisjäte Oy	Vaaralliset jätteet ja pilaantuneet materiaalit, esim. asbesti, kreosootti	Loppusijoitetaan/poltetaan	Forssan jätekeskus: Kiimassuontie 127, 30420 Forssa