

Opinnäytetyö AMK

Rakennus ja yhdyskuntatekniikan koulutus, rakennusmestari

2024

Antti Ylitalo

# Rakennustyömaan puujätteen vähentäminen ja kierrätysasteen nostaminen



Opinnäytetyö AMK | Tiivistelmä

Turun ammattikorkeakoulu

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikan koulutus, rakennusmestari

2024 | 39 sivua, 4 liitesivua

Antti Ylitalo

## Rakennustyömaan puujätteen vähentäminen ja kierrätysasteen nostaminen

Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää mahdollisuuksia puujätteen määrän vähentämiseen ja rakennusjätteen kierrätysasteen nostamiseen Aura Rakennus Oy:n työmailloilla. Yrityksen tavoitteena on vähentää puujätteen määrää ja saavuttaa rakennusjätteen 70 prosentin kierrätysaste nykyisen 50 prosentin sijaan.

Opinnäytetyössä selvitettiin laajasti aiheeseen liittyvää lainsäädäntöä, tutkimuksia ja kirjallisuutta. Lisäksi toteutettiin haastattelututkimus kolmelle Aura Rakennus Oy:n työnjohtajalle eri työmailloilta.

Opinnäytetyössä tunnistettiin kehityskohteita, joita kehittämällä yritys voisi vähentää syntyvän puujätteen määrää ja siten nostaa rakennusjätteen kierrätysastetta. Tutkimuksessa tarkasteltiin myös erilaisia puujätteen kierrätysmahdollisuuksia, mutta havaittiin niiden olevan vielä vaikeasti saavutettavissa, minkä vuoksi kierrätysastetta voi parantaa lähinnä puujätteen määrää vähentämällä.

Asiasanat:

puunkäyttö, puujäte, jätehuolto, jätehuoltosuunnitelma, jäteraportti, jätelaki  
kierrätys, uudelleenkäyttö, uusiokäyttö, kiertotalous

Bachelor's Thesis | Abstract

Turku University of Applied Sciences

Degree Programme in Construction Management

2024 | 39 pages, 4 appendices

Antti Ylitalo

## Reducing wood waste at the construction site and increasing the recycling rate

The purpose of the thesis was to research the possibilities of reducing the amount of wood waste and increasing the recycling rate of construction waste at Aura Rakennus Oy construction sites. The company's goal is to reduce the amount of wood waste and achieve a recycling rate of 70 % of construction waste instead of the current 50 %.

The thesis extensively examined related legislation, research and literature on the subject. In addition, an interview survey was conducted for three foremen of Aura Rakennus Oy from different construction sites.

Development targets were identified in the thesis, and by developing these targets the company could reduce the amount of wood waste and thus increase the recycling rate of construction waste. The study also looked at various opportunities for recycling wood waste, but showed that they were still difficult to reach, and therefore the recycling rate can be improved mainly by reducing the amount of wood waste.

Keywords:

wood use, wood waste, waste management, waste management plan, waste report, waste act, recycling, reuse, circular economy

# Sisältö

<b>1 Johdanto</b>	<b>6</b>
1.1 Tutkimuksen tausta	6
1.2 Opinnäytetyön tarkoitus ja tutkimuskysymykset	6
1.3 Tutkimuksen rakenne	7
1.4 Tutkimuksen menetelmät ja aineisto	7
<b>2 Jätteiden lainsäädännölliset ja taloudelliset ohjaukeinit</b>	<b>9</b>
2.1 Jätelainsäädäntö	9
2.2 Ympäristönsuojelulaki	10
2.3 EU:n taksonomia-asetus	11
<b>3 Rakennustyömaalla syntyvän puujätteen kierrätys ja uudelleenkäyttö</b>	<b>12</b>
3.1 Puujäte rakennustyömaalla	12
3.1.1 Rakentamisessa käytettävän puun ja syntyvän puujätteen määrä	12
3.1.2 Puujätteen luokittelu	13
3.1.3 Puujätteen määrän vähentäminen materiaalihukkaa minimoimalla	14
3.1.4 Jätehuoltosuunnitelma	16
3.2 Puujätteen kierrätys ja uudelleenkäyttö	17
3.2.1 Puun kierrätyksen nykytila ja haasteet	17
3.2.2 Materiaalin uudelleenkäyttö	18
3.2.3 Rakennustyömaan kierrätysasteen maksimointi	19
3.2.4 Puujätteen kierrätyksen uudet innovaatiot	21
<b>4 Haastattelututkimus</b>	<b>24</b>
4.1 Tutkimuksen rakennustyömaat	24
4.2 Sähköpostihaastattelut ja analyysimenetelmät	24
4.3 Tutkimustulokset	26
4.3.1 Työmaakohteiden puunkäyttö ja puujäte	26
4.3.2 Kohde ja rakennustapa	28
4.3.3 Puujäte ja jätehuolto	28
4.3.4 Puumateriaalihankinnat	29

4.3.5 Ylimääräisen puumateriaalin hyödyntäminen	30
4.3.6 Puunkäyttöön ja puujätteeseen perehdyttäminen	31
4.3.7 Työmaalogistiikka ja kohteen kierrätysaste	31
<b>5 Pohdinta</b>	<b>32</b>
<b>Lähteet</b>	<b>36</b>
 <b>Liitteet</b>	
Liite 1. Sähköpostihaastattelun kysymykset	
 <b>Kuvat</b>	
Kuva 1. Puun määrä uudisrakennuksissa vuonna 2021.	12
Kuva 2. Green Building Council Finlandin (2022) ohjeistus tilaajalle/rakennuttajalle rakennustyömaan kierrätysasteen maksimoimiseen.	20
Kuva 3. Green Building Council Finlandin (2022) ohjeistus rakentajalle rakennustyömaan kierrätysasteen maksimoimiseen.	21
 <b>Taulukot</b>	
Taulukko 1. Haastattelukysymyksien teemat ja teemojen sisällöt.	25
Taulukko 2. Tutkimuksen työmaakohteiden puunkäyttö ja puujäte sekä kohteiden kierrätysasteet.	26

# 1 Johdanto

## 1.1 Tutkimuksen tausta

Rakentaminen kuluttaa maapallon luonnonvaroista noin 50 % ja tuottaa maailmanlaajuisesti noin 30 % jätteistä. Luonnonvarojen kulutusta ja jätteiden määrän syntymistä voidaan merkittävästi vähentää rakennusmateriaaleja uudelleen käyttämällä ja kierrättämällä. (Ympäristöministeriö n.d.b.)

Sekä EU:ssa että kansallisessa lainsäädännössä on asetettu tavoite kierrättää jätteistä vähintään 70 prosenttia. Tähän tavoitteeseen ei kuitenkaan ole vielä kovinkaan moni rakennusyritys päässyt. Rakennusalalla kierrätysastetta vähentää erityisesti puujätteen suuri määrä, sillä puujäte ohjautuu kierrätyksen sijaan lähes kokonaan energiantuotantoon (Kokkonen ym. 2019).

Rakentamisen kiertotaloutta pyritään edistämään erilaisilla lainsäädännöllisillä ja taloudellisilla ohjaukeinoilla. Esimerkiksi vuonna 2021 voimaan astuneella jätelain uudistuksella asetettiin useita velvoitteita kierrätyksen vauhdittamiseksi ja jätteiden erilliskeräämiseksi. (Ympäristöministeriö 2021a). Näihin velvoitteisiin sisältyy esimerkiksi rakennus- ja purkujätteen vähentäminen ja puujätteen erilliskeräys. Vuonna 2025 voimaan astuvassa uudessa rakentamislaisissa asetetaan rakentajille esimerkiksi velvoite laatia rakennuksesta materiaaliselostus, jonka avulla voidaan seurata materiaalivirtoja (Ympäristöministeriö 2023).

## 1.2 Opinnäytetyön tarkoitus ja tutkimuskysymykset

Opinnäytetyö tehtiin Aura Rakennus Oy:n toimeksiannosta. Yhtiö on perustettu vuonna 2018 ja se toimii Turun, Helsingin, Oulun ja Tampereen alueilla. Yrityksen palveluihin kuuluvat asunto-, toimitila- ja korjausrakentaminen. Aura Rakennus Oy painottaa rakentamisessa kestäviä rakennusratkaisuja ja pyrkii edistämään kiertotaloutta, mikä vähentää jätemääriä ja säästää luonnonvaroja. Aura Rakennus Oy:n tavoitteena on saavuttaa kierrätysasteen osalta jätelainsäädännössä asetettu 70 %:n tavoite. (Aura Rakennus Oy 2024.)

Työn tarkoituksena oli selvittää puujätteen syntymistä, sen määrän vähentämistä sekä kierrätysasteen nostamista rakennustyömaalla. Tätä tutkittiin sekä teoreettisesti että Aura Rakennus Oy:n kolmella jo valmistuneella rakennustyömaalla. Pääasialliset tutkimuskysymykset olivat

- mistä puujätettä työmailla pääasiallisesti syntyy ja miten sen syntymiseen voidaan vaikuttaa rakentamisen eri vaiheissa?
- miten puujätettä voitaisiin vähentää Aura Rakennus Oy:n työmailla?
- minkälaisia keinoja puujätteen kierrättämiseksi ja uudelleen käyttämiseksi on, joita yritys voisi jatkossa mahdollisesti hyödyntää saavuttaakseen 70 % kierrätystavoitteen?

### 1.3 Tutkimuksen rakenne

Tutkimus jakautuu teoreettiseen ja empiiriseen osaan. Teoriaosuudessa eli luvuissa 2–3 käsitellään jätteiden lainsäädännöllisiä ohjauskeinoja, puujätteen syntymistä, luokittelua, kierrätystä ja uudelleenkäyttömahdollisuuksia.

Tutkimuksen empiirisessä osassa (luku 4) pyrittiin selvittämään haastattelujen avulla puujätteen syntyä ja sen keräyksen ja kierrätyksen toteutumista Aura Rakennus Oy:n kolmella rakennustyömaalla. Tarkoituksena oli pyrkiä tunnistamaan puujätteen vähentämisen ja kierrättämisen kehittämiskohteita, jotta yrityksen kierrätysastetta saataisiin nostettua.

Luvussa 5 esitellään tutkimuksen johtopäätökset. Tämän tutkimuksen tuloksia voidaan mahdollisesti käyttää tulevaisuuden rakennushankkeissa, joissa otetaan huomioon puujätteen järkevä ja tehokas vähentäminen, lajittelu, hyödyntäminen ja kierrättäminen.

### 1.4 Tutkimuksen menetelmät ja aineisto

Tutkimuksen empiirisen osan keskeisenä aineistona oli yrityksen kolmen rakennustyömaan työnjohtajille suunnatussa sähköpostihaastattelussa saadut

vastaukset. Lisäksi tutkimusaineistona hyödynnettiin tutkimukseen osallistuvien rakennustyömaiden jätehuoltosuunnitelmia, jäteraportteja ja rakennustapaselosteita, joista saatiin tarkempaa tietoa kohteessa syntyvästä puujätteestä ja kohteen jätehuollosta. Lisäksi käytiin vapaamuotoisia keskusteluja yrityksen kehitysinsinööri Anssi Virkin kanssa.

Tutkimuksen teoreettisessa osassa aineistona käytettiin aiheeseen liittyvää lainsäädäntöä, kirjallisuutta, tutkimuksia ja julkaisuja.

## 2 Jätteiden lainsäädännölliset ja taloudelliset ohjauskeinot

### 2.1 Jätelainsäädäntö

Jätelain tarkoituksena on edistää kiertotaloutta ja luonnonvarojen käytön kestävyyttä, vähentää jätteen määrää ja haitallisuutta, ehkäistä jätteistä ja jätehuollosta aiheutuvaa vaaraa ja haittaa terveydelle ja ympäristölle, varmistaa toimiva jätehuolto sekä ehkäistä roskaantumista (jätelaki 646/2011, 1:1). Jätteellä tarkoitetaan ainetta tai esinettä, jonka sen haltija on poistanut tai aikoo poistaa käytöstä taikka on velvollinen poistamaan käytöstä (jätelaki 646/2011, 1:5).

Jätelain 2:8.1:ssä asetetaan yleinen velvoite noudattaa kaikessa toiminnassa mahdollisuuksien mukaan etusijajärjestystä, jonka mukaan jätteiden vähentäminen on ensisijainen ja loppukäsittely vasta viimesijainen vaihtoehto uudelleenkäytön, kierrätyksen tai energiana käytön jälkeen. Ympäristöministeriö on tiivistänyt jätehuollon etusijajärjestyksen seuraavanlaisesti:

1. Ensisijaisesti on pyrittävä välttämään jätteen syntymistä.
2. Jos jätettä syntyy, se on valmistettava uudelleenkäyttöä varten tai uudelleenkäytettävä.
3. Ellei uudelleenkäyttö ole mahdollista, jäte on hyödynnettävä ensisijaisesti aineena (kierrätettävä) tai toissijaisesti energiana.
4. Kaatopaikoille jäte voidaan sijoittaa vain, jos sen hyödyntäminen ei ole teknisesti tai taloudellisesti mahdollista.

Jätelain 2:8.2:n mukaan etusijajärjestystä on noudatettava sitovana velvoitteena siten, että saavutetaan kokonaisuutena arvioiden lain tarkoituksen kannalta paras tulos. Etusijajärjestyksestä voidaan poiketa vain, jos jokin muu vaihtoehto on ympäristön kannalta järkevämpi. (Ympäristöministeriö n.d.a.)

Jäteasetuksen 4:25:ssa (978/2021) asetetaan rakennushankkeeseen ryhtyvälle velvollisuus vähentää rakennus- ja purkujätteen määrää ja haitallisuutta. Pykälässä säädetään, että hankkeen suunnittelusta ja toteuttamisesta on

huolehdittava siten, että edellä mainitun jätelain 8 §:n mukaisesti otetaan talteen ja käytetään uudelleen käyttökelpoiset rakennusosat ja -materiaalit ja että toiminnassa syntyy mahdollisimman vähän ja mahdollisimman haitatonta rakennus- ja purkujätettä.

Jäteasetuksen 4:26.1:n mukaan rakennus- ja purkujätteen haltijan on järjestettävä erilliskeräys muun muassa kyllästämättömälle puulle. Pykälän toisen momentin mukaan erilliskerätty jäte on toimitettava käsittelyyn, jossa mahdollisimman suuri osa jätteestä voidaan valmistella uudelleenkäyttöön tai hyödyntää materiaalina mahdollisimman korkealaatuisesti.

Edellä mainituilla rakennusjätteen määrän ja haitallisuuden vähentämistä sekä jätteiden erilliskeräystä koskevilla säännöksillä tavoitellaan jäteasetuksen 4:27:n mukaan sitä, että rakennus- ja purkujätteestä hyödynnettäisiin valtakunnallisesti kalenterivuosittain muutoin kuin energiana tai polttoaineeksi valmistamisessa vähintään 70 painoprosenttia.

Jätelain uudistuksen myötä toiminnanharjoittajille asetettiin uusia kirjanpito-, raportointi- ja ilmoitusvelvollisuuksia. Jätelain 13:118:n mukaan toiminnanharjoittajan on pidettävä kirjaa ja raportoitava syntyneistä jätteistä muun muassa silloin, jos jätettä syntyy vähintään 100 tonnia vuodessa. Velvoitteet auttavat jäljittämään jätevirtoja ja seuramaan kierrätys- ja hyödyntämistavoitteiden edistämistä. (Ympäristöministeriö 2021b.)

Lisäksi jätteen haltijan on laadittava siirtoasiakirja rakennus- ja purkujätteestä, joka siirretään ja luovutetaan jätelain hyväksymälle vastaanottajalle. Velvollisuus ei koske pilaantumaton maa-ainesta. Jätelain uudistuksen myötä siirtoasiakirja on laadittava pääsääntöisesti sähköisenä. (Jätelaki 13:121–121a.)

## 2.2 Ympäristönsuojelulaki

Ympäristönsuojelulaki on yleislaki, joka säätelee ympäristön pilaantumista ja siihen liittyviä velvoitteita ja määräyksiä. Lain tavoitteena on ennaltaehkäistä ympäristön pilaantuminen. Lain tarkoituksena on edistää luonnonvarojen kestäväää

käyttöä sekä vähentää jätteiden määrää ja haitallisuutta sekä ehkäistä jätteistä aiheutuvia haitallisia vaikutuksia. Laki sisältää säännökset maaperän, ilman ja vesien suojelusta. (Ympäristönsuojelulaki 527/2014, 1:1.)

### 2.3 EU:n taksonomia-asetus

EU:ssa astui voimaan vuonna 2020 taksonomia-asetus (EU) 2020/852, jonka tarkoituksena on helpottaa ympäristön kannalta kestävä sijoittamista. EU-taksonomia on osa Euroopan unionin vihreän kehityksen ohjelmaa (Green Deal), jonka tarkoituksena on edistää EU:n tavoitteita olla hiilineutraali vuoteen 2050 mennessä (Green Building Council Finland 2020). Taksonomia-asetuksessa vahvistetaan yhteiset kriteerit sen määrittämiseksi, mitä taloudellista toimintaa pidetään ympäristön kannalta kestävä (taksonomia-asetuksen artikla 1).

Taksonomian avulla kestävälle taloudelliselle toiminnalle määritetään yhteinen luokittelu ja kriteerit. Siirtyminen kiertotalouteen on taksonomia-asetuksen 9 artiklan mukaan yksi sen kuudesta ympäristötavoitteesta. Asetuksen artiklan 13 mukaan taloudellista toimintaa pidetään kiertotalouteen siirtymistä merkittävästi edistävänä muun muassa silloin, jos toiminta ehkäisee tai vähentää jätteen syntymistä tai minimoi jätteen polttamista ja välttää jätteen hävittämistä jätehierarkian periaatteiden mukaisesti.

Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että tulevaisuudessa rakennusyritysten on todennäköisesti raportoitava kestävät toimintonsa. Kestävyyttä arvioidaan erityisesti ilmasto- ja ympäristövaikutusten kautta. Raportoinnin perusteella rahoittajat ja sijoittajat voivat vertailla eri sijoituskohteiden kestävyttä siten, että ilmaston ja ympäristön kannalta kestävämmät hankkeet saavat todennäköisesti helpommin ja edullisemmin rahoitusta. (Elinkeinoelämän keskusliitto 2021.)

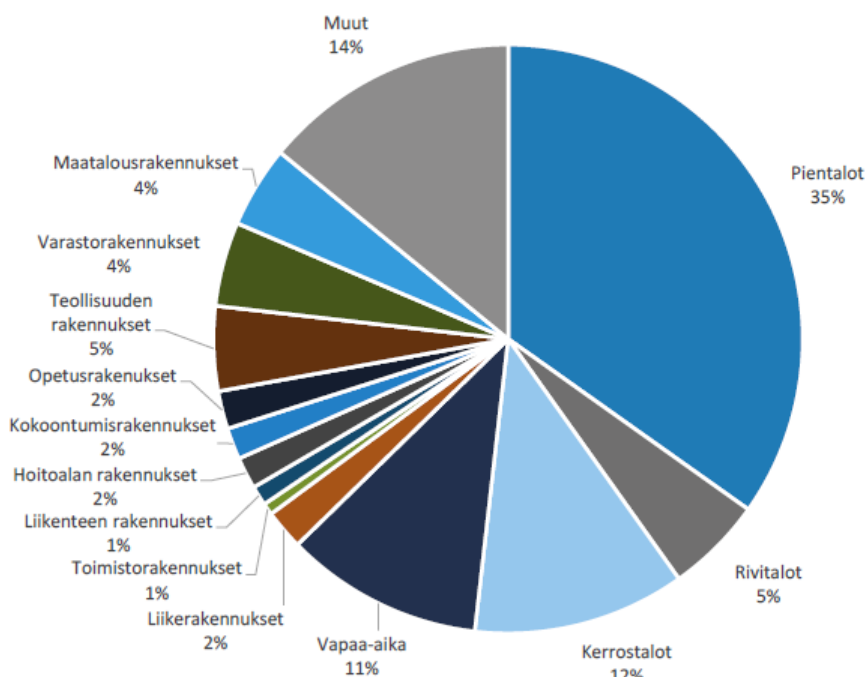
### 3 Rakennustyömaalla syntyvän puujätteen kierrätys ja uudelleenkäyttö

#### 3.1 Puujäte rakennustyömaalla

##### 3.1.1 Rakentamisessa käytettävän puun ja syntyvän puujätteen määrä

Suomessa rakentamiseen käytetään paljon puuta. Vuonna 2021 uudisrakentamisessa käytettiin yhteensä 784 000 puu-m<sup>3</sup>. Tästä määrästä suurin osuus käytettiin pientalojen rakentamiseen (kuva 1). Lähes puolet rakennuksissa käytetystä puumateriaalista käytettiin Foreconin raportin mukaan runkoon ja yläpohjaan. (Forecon 2022.)

Puun määrä uudisrakennuksissa vuonna 2021



Kuva 1. Puun määrä uudisrakennuksissa vuonna 2021 (Forecon 2022).

Jätteiden syntyä vuosina 2017–2021 koskevien Tilastokeskuksen taulukoiden mukaan rakentamisessa syntyi puujätettä vuonna 2021 295 000 tonnia

vuodessa. Puujätteen määrä väheni verrattuna vuoden 2018 puujätteen määrään, joka oli tuolloin 401 000 tonnia vuodessa ja vuoden 2019 puujättemäärä 381 000 tonnia. 2018 ja 2019 vuodet olivat rakentamisessa huippuvuosia. (Tilastokeskus.)

### 3.1.2 Puujätteen luokittelu

Teknologian tutkimuskeskus VTT (2014) on luokitellut käytöstä poistetun puun neljään luokkaan: A, B, C ja D niiden kemiallisten ja mekaanisten epäpuhtauksien mukaan. Luokittelun avulla voidaan erottaa puhtaat puujätteet todennäköisesti haitallisissa määrin epäpuhtauksia sisältävästä puujätteestä.

Laatuluokka A on käytöstä poistettu puhdas, kemiallisesti käsittelemätön puutuote tai metsä- ja puunjalostusteollisuuden sivutuote. Tällaisia ovat esimerkiksi osa saha-, levy- ja huonekaluteollisuuden jätteistä sekä myös kaupan ja teollisuuden puupakkaukset, maalaamaton talon- tai sillanrakennuspuu ja maisemanhoidon puujätteet.

Laatuluokka B on kemiallisesti käsiteltyä, käytöstä poistettua puuta, joka on pinnoitettu, lakattu tai maalattu orgaanisia halogeeniyhdisteitä sisältämättömillä aineilla. Tähän luokkaan kuuluvat esimerkiksi rakennustyömaiden puujäte, kuormalavat, sekä osa vaneri- ja huonekalutehtaiden jätteestä (sisältävät liimaa). Yleensä AB-luokan puut menevät lajitteluvaiheessa yhteen eikä niitä erotella. A- ja B-luokkiin kuuluvaa puuta voidaan käyttää biopolttoaineena, eikä sen polttamisessa tarvitse noudattaa jätteenpolttoasetuksen (151/2013) säännöksiä.

C-luokan puu on esimerkiksi lakkaamisella tai maalaamisella käsiteltyä puuta, ja sen polttamisessa noudatetaan jätteenpolttoasetusta. Puun pinnoitteessa tai puunsuoja-aineessa on orgaanisia halogeeniyhdisteitä kuten PVC:tä, mutta se ei kuitenkaan sisällä puunkyllästysaineita. Myös purkupuu sekä puu, jonka alkuperän toteaminen on hankalaa, kuuluu C-luokkaan. Tällainen purkupuu voi olla esimerkiksi talon runkorakenteita ja hirsyä.

D-luokan puu on kyllästettyä puutta ja se luokitellaan vaaralliseksi jätteeksi. Kestopuu tai sähkö- ja puhelinpylväiden puu kuuluvat D-luokkaan.

Maa-aines, kivet, muovi, metallit, betoni ja lasi voidaan yleensä erottaa raaka-aineesta lajittelulla. Metallit voidaan erottaa magneetilla ja kivet seulomalla. Kemiallisten epäpuhtauksien erottaminen ja poistaminen puumateriaalista on sen sijaan usein vaikeaa, sillä ne ovat yleensä kiinteä osa puumateriaalia. Käytöstä poistetun puun kemiallisia epäpuhtauksia ovat esimerkiksi maalit, pinnoitteet, puunsuoja-aineet ja liimat. (Teknologian tutkimuskeskus VTT 2014.)

### 3.1.3 Puujätteen määrän vähentäminen materiaalihukkaa minimoimalla

Materiaalitehokkuus tarkoittaa sitä, että samalla raaka-ainemäärällä tuotetaan enemmän tuotteita ympäristöä säästäen (Rantanen, 2021). Kojo & Lilja (2011) toteavat, että materiaalitehokkuus liittyy sekä jätteen synnyn ehkäisyyn että syntyneen jätteen kierrätykseen. Materiaalitehokkaalla rakentamisella voidaan Rantasen (2021) mukaan vähentää sekä tarvittavan raaka-aineen että syntyvän jätteen määrää, mistä syntyy kustannussäästöjä.

Häkkinen & Kuittinen (2020,177) ja Huttunen (2021, 161–162) korostavat tehokasta ja hyvää suunnittelua materiaalitehokkaassa ja vähähiilisessä rakentamisessa. Materiaalitekniinen osaaminen korostuu, kun tarjolle tulee uusia rakennustuotteita ja samalla rakentamisen olennaisiin vaatimuksiin tulevat mukaan vähähiilisyys, kestävyys, purettavuus ja kierrätettävyyys. Hyvällä suunnittelulla ja ennakoivalla valmisteluilla voidaan vähentää materiaalihukkaa ja mahdollisesti lisätä kierrätettyjen rakennusosien ja -materiaalien käyttöä rakentamisessa.

Rakentamisessa materiaalihukkaa tulee rakentamisen ajoituksesta, puutteellisesta ja virheellisistä suunnitelmista, niiden poikkeamista, suunnitellun materiaalikäytön ja materiaalistandardien yhteensopimattomuudesta, virheellisestä työnsuorituksesta, huonosta ja puutteellisesta työnsuunnittelusta ja huolimattomasta työmaajärjestyksestä. Myös poikkeuksellisten sääolosuhteiden takia materiaalit voivat pilaantua käyttökelvottomiksi. (Ratu S-1191, 2000.)

Materiaali voi turmeltua työmaalla väärän tilausajankohdan ja puutteellisen varastoinnin vuoksi. Materiaalin turmeltuminen johtuu usein kostumisesta tai kastumisesta ja sen seurauksena tapahtuvasta värjäytymisestä, homehtumisesta tai ruostumisesta. Huonon logistiikkasuunnittelun seurauksena materiaaleja voi turmeltua niiden siirrossa tai varastoimisessa eli materiaali voi kolhiintua, katkeilla ja vääntyä. Jos materiaalia käytetään useampaan kertaan, lähinnä puutavaraa ja levyjä, niin silloin materiaali voi turmeltua esimerkiksi muottien ja telineiden purkamisessa. Ongelmana voi olla myös materiaalin katoaminen. Materiaalihukkaa syntyy myös silloin, kun materiaalia käytetään työmaalla muihin kohteisiin eikä varsinaisesti tilattuihin työmaakohteisiin. Materiaalia saatetaan esimerkiksi käyttää valmiiden rakenteiden suojaamiseen, väliaikaisten vesijoh-  
tojen lämmöneristämiseen ja telineisiin. (Ratu S-1191, 2000.)

Myös työmaan puumateriaalin vaurioituminen voi tuottaa ongelmia. Ongelmina voi olla puumateriaalien pitkä varastointiaika työmaalla, helposti rikkoutuvat ja puutteelliset materiaalipakkaukset sekä ahdas työmaa puutavaran säilyttämiseen. Näihin ongelmiin voidaan varautua tilaamalla puutavara kohteeseen oikea-aikaisesti jakamalla se suoraan osakohteisiin. Puutavara tulee varastoida kosteudelta suojattuna tuuletetussa tilassa, ja työmaalle tulee hankkia suojaus- ja varastointimateriaalia. (Ratu S-1201, 2002.)

Yksi keskeinen tapa vähentää materiaalihukkaa on tilaelementtirakentaminen eli moduulirakentaminen. Siinä rakennuksen eri osat valmistetaan tehtaassa erillisinä moduuleina, jotka sitten liitetään yhteen paikan päällä valmiiksi rakennukseksi. Moduulirakentaminen mahdollistaa muun muassa rakentamisen nopeammin ja kustannustehokkaammin. Sen eduiksi mainitaan pienemmät ympäristövaikutukset. Kun materiaalia käytetään, suunnitellaan ja hyödynnetään tehokkaasti, niin sekä jätteiden että energiakulutuksen määrät vähentävät rakentamisen hiilijalanjälkeä. (Elementit-E Oy 2024.)

### 3.1.4 Jätehuoltosuunnitelma

Jätehuollon suunnittelun avuksi rakennusyriety voi laatia jätehuoltosuunnitelman yhdessä jätehuollon ammattilaisen kanssa. Jätehuoltosuunnitelma tehdään työmaakohtaisesti ja siihen nimetään jätehuollon vastuuhenkilöt urakoitsijoittain. Jokaisella urakoitsijalla tulee olla oma jätehuollon vastuuhenkilö, ellei toisin ole sovittu. Jätehuollon vastuuhenkilö huolehtii jätehuoltosuunnitelman päivityksestä, jätehuollon järjestämisestä työmaalla siihen liittyvine kuljetuksineen, työmaa-alueen jätehuollon aluesuunnitelmasta ja jätteiden lajittelusta kokonaisuudessaan. Työmaan jätehuoltosuunnitelmaan kirjataan myös arvioitu jätteen määrä jätelajeittain. (Remeo Oy n.d.)

Jätehuoltosuunnitelma tehdään rakennustyömaalle koko sen rakennusajalle. Jätehuoltosuunnitelman tarkoituksena on ohjata työmaata hoitamaan syntyvät jätteet taloudellisesti ja turvallisesti oikeaan kohteeseen. Työmaan jätehuoltosuunnitelmassa arvioidaan rakennusvaiheessa syntyvien jätteiden kokonaismäärä, jätelaji ja jätteiden syntymisen ajankohta. Eri jätelajien jätelavoille varataan työmaan aluesuunnitelman mukaiset paikat. (Ratu S-1191, 2000.)

Jätehuoltoa suunniteltaessa selvitetään jätehuollon kokonaistilanne ja kehityskohteet, ja näiden pohjalta jätehuoltoyritys antaa konkreettisia parannusehdotuksia, joilla jätehuoltoa voidaan kehittää kustannuksia ja ympäristöä säästäväällä tavalla. Jätehuoltosuunnitelman tulisi sisältää muun muassa seuraavia ohjeita: jätteiden lajitteluohjeet, jäteastioiden määrä, jätteiden tyhjennysvälit, jäteastioiden sijainti, kuljetukset, opastukset ja jätealan koulutukset. Tarvittaessa jätehuoltosuunnitelmaa voidaan päivittää lainsäädännön, laatu- tai ympäristösertifikaattien, jätehuollon tavoitteiden tai yrityksen toimintaympäristön muuttuessa. Lisäksi työmaalle toimitetaan jäteraportti sovituin väliajoin kulujen ja jätemäärien seuranta varten. Hyvin suunniteltu ja toteutettu jätehuoltosuunnitelma toimipisteen ja jätehuoltoyrityksen välillä lisää toimivuutta jätteiden lajittelussa ja keräämisessä. (Remeo Oy n.d.)

## 3.2 Puujätteen kierrätys ja uudelleenkäyttö

### 3.2.1 Puun kierrätyksen nykytila ja haasteet

Kiertotalous on ”talousmalli, jossa ei tuoteta jatkuvasti lisää tavaroita, vaan kulu- tus perustuu omistamisen sijaan palveluiden käyttämiseen, jakamiseen, vuok- raamiseen ja kierrättämiseen” (Sitra 2024). Kierrätyksellä tarkoitetaan toimintaa, jossa jäte käytetään materiaalina joko alkuperäiseen tai uuteen tarkoitukseen, mutta kierrätyksenä ei pidetä esimerkiksi jätteen hyödyntämistä energiana (RT 69–11183, 2015). Rakennusteollisuudessa kiertotalouden avulla voidaan opti- moida materiaalien käyttöä, välttää hävikkiä ja vähentää uusien materiaalien tarvetta. (Gaia Consulting 2023.)

Puujätteen kierrätys on ollut hyvin vähäistä. Esimerkiksi vuonna 2017 puujät- teestä 98,2 % käytettiin energiana, ja vain 1,5 % kierrätettiin materiaalina. (Kok- konen, Ruusunen & Kupari 2019.) Koska Suomessa puun osuus rakennusma- teriaaleista on suuri ja puujätettä syntyy sen vuoksi verrattain paljon, on raken- nusjätteitä koskevan 70 prosentin kierrätysasteen saavuttaminen haastavaa. Puujätteen käyttäminen energiana ei nosta kierrätysastetta, mutta vaikuttaa jät- teen hyödyntämisasteeseen.

Puutuotteet ovat periaatteessa helposti kierrätettäviä, mutta ongelmia aiheutta- vat kierrätyspuutuotteiden heikot markkinat ja puutuotteille asetetut tiukat tekni- set vaatimukset, kuten puutuotteilta vaadittava CE-merkintä. (Puuteollisuus 2022.)

CE-merkintä on menettely, jolla varmistetaan, että tuote täyttää sitä koskevien EU:n direktiivien ja asetusten keskeiset vaatimukset. Rakennustuotteiden vaati- mukset perustuvat rakennustuoteasetukseen (Tukes 2024). CE-merkinnän avulla voidaan varmistaa, että rakennustuote täyttää sitä koskevat keskeiset tur- vallisuus- ja terveysominaisuudet, kuten rakenteen kantavuutta ja pitkäaikais- kestävyyttä koskevat vaatimukset (Kiwa Inspecta n.d.).

Arkkitehtiuutisten mukaan rakentamisen kiertotaloutta on osaltaan hidastanut vaatimus käytettyjen rakennusmateriaalien CE-merkinnästä. Uutisessa haastattelun yliarkkitehti Hakasteen mukaan EU:n rakennustuoteasetusta on tulkittu niin, että CE-merkintä tulee olla lähes kaikilla rakentamisessa käytetyillä materiaaleilla. (Ylitalo 2022). Ympäristöministeriö tiedotti 21.6.2022, ettei käytetyiltä rakennusmateriaaleilta enää vaadita CE-merkintää. Vaikka CE-merkintää ei käytetyiltä rakennustuotteilta enää vaadita, niiden käyttökelpoisuus uudessa kohteessa on kuitenkin pystyttävä osoittamaan. Tällä hetkellä siihen voidaan käyttää niin sanottua rakennuspaikkakohtaista varmentamista. (Ympäristöministeriö 2022.)

### 3.2.2 Materiaalin uudelleenkäyttö

Materiaalin uudelleen käytöllä tarkoitetaan sen käyttämistä uudelleen samaan tarkoitukseen, johon se on alun perin suunniteltu (RT 69-11183, 2015). Jätehierarkian mukaan uudelleenkäyttö on ensisijaista kierrätykseen verrattuna, sillä siten voidaan vähentää uuden tuotteen tuotantoprosessissa aiheutuva ympäristökuorma. Käytetty rakennusosa tai -tuote voidaan hyödyntää itse, myydä tai toimittaa esimerkiksi rakennusosia vastaanottavaan kierrätyskeskukseen. Uudelleenkäyttö on kustannustehokasta, sillä siinä säästetään jätemaksuissa ja uuden materiaalin hankintakuluissa (Asumisen rahoitus- ja kehittämiskeskus, 2023).

Ratu S-1191 ohjeistuksen mukaan materiaalien uudelleen käyttöä varten hukkapalat tulee erotella jätteisiin tai viedä hyödynnettäviin materiaaleihin. Uudelleenkäytettävät materiaalit tulee lajitella erilleen kierrätettävistä, kaatopaikka- ja ongelmajätteistä. Nämä materiaalit voidaan palauttaa joko työmaan käyttöön tai siirtää toiselle työmaalle. Ylimääräistä kokonaista materiaalia sekä hyödynnetäkelpoisia hukkapaloja voidaan palauttaa käytettäväksi uudelleen. Työnsuunnittelussa on ohjeistuksen mukaan hyvä arvioida myös esimerkiksi muottipuutavaran käyttäminen uudelleen. Työnsuunnittelussa tulisikin huolehtia

työntekijöiden koulutuksesta ja ohjauksesta materiaalien uudelleenkäyttöön. (Ratu S-1191, 2000.)

### 3.2.3 Rakennustyömaan kierrätysasteen maksimointi

Green Building Council Finlandin (2022) ohjeistuksen mukaan korkean kierrätysasteen saavuttamisessa olisi tärkeää hyvin johdettu työmaa sekä positiivinen asennoituminen kierrätyksestä ja sen kehittämistä kohtaan. Kun käytännössä tapahtuva asianmukainen, ohjattu, kannustettu ja tavoitteellisesti suunniteltu jätehuolto toimii hyvin, niin myös kierrätyksen tulisi onnistua työmaa-alueella koosta riippumatta.

Myös kiertotalousvastaavan tai kierrätysvastaavan henkilön nimeäminen työmaalle tehostaisi kierrätyksen sujumista, seurantaa ja kehittymistä. Hänen antamissa kuukausittaisissa raporteissa näkyisi työmaan jätemäärät ja niiden mahdollinen vähentyminen sekä työmaan kierrätysaste. Raporteissa olisi myös nähtävissä jätehuollon kustannukset (€/tn). Jätteen määrän vähentäminen ja kierrättäminen pienentävät myös työmaan kustannuksia. Raportit tulisi asettaa nähtäviksi kaikille työmaalla työskenteleville henkilöille, jolloin niistä pystyttäisiin seuraamaan työmaan kierrätysasteen kehittymistä. (Green Building Finland, 2022.)

Kuvissa 2 ja 3 on esitetty ohjeistukset tilaaja/rakennuttajalle sekä rakentajalle rakennustyömaan kierrätysasteen maksimoimiseksi.

# Tilaaja/Rakennuttaja

## Vaatimukset urakoitsijalle

- Liitä jätehuoltosuunnitelma osaksi urakkasopimusta.
  - Hyvä jätehuoltosuunnitelma sisältää tiedot työmaan eri vaiheissa syntyvistä jätteistä ja suunnitelman niiden lajitteluksi.
- Aseta yhteisesti sovitut kierrätystavoitteet eri jätelajeille.
  - Huomioi urakoitsijoiden ideat tavoitteiden asettamisessa.
  - Tavoittele koko työmaan jätteiden materiaalien hyödyntämistä vähintään 70 %.
- Ota työmaalla käyttöön käytäntöjä jätteen määrän vähentämiseksi.
  - Esimerkiksi sisäinen kierrätys työmaalla.
- Nimeä työmaalle kiertotalousvastaava.

## Lajitteluvaatimukset

- Toimita ylimäärämateriaalit uudelleenkäyttöön soveltuvilta osin.
  - Esimerkiksi avaamattomat pakkaukset.
- Huomioi paikalliset jätehuoltomääräykset ja kierrätysmahdollisuudet tavoitteiden asetannassa.
- Oleellisia jätelajeita kierrätykseen ovat muun muassa biojäte, eristevilla, kipsilevy, kiviaines, lasi, metalli, muovi, bitumi / kattokuva, asfaltti, betoni, ylimäärämaat, pahvi / kartonki, poltettava jäte / energijäte, puu (käsittely), puu (puhdas), PVC-muovi, vaarallinen jäte.
- Aseta vaatimukseksi, että työmaalla ei saa syntyä sekalaista rakennusjätettä.

## Seuranta

- Käsittele seurantaraportointi kuukausittain.
  - Seurattavat mittarit: jätemäärä, kierrätysaste, kaatopaikkajätteen osuus, jätehuollon kustannukset (€/tn).
- Käy lajittelun toimivuus läpi työmaakäyntien yhteydessä.
- Aseta taloudellinen kannustin urakoitsijalle kierrätystavoitteiden saavuttamiseksi.
  - Esimerkiksi vähennys ylimääräiseen tulospalkkioon, jos kierrätysaste ei toteudu.

Kuva 2. Green Building Council Finlandin (2022) ohjeistus tilaajalle/rakennuttajalle rakennustyömaan kierrätysasteen maksimoimiseen.



Kuva 3. Green Building Council Finlandin (2022) ohjeistus rakentajalle rakennustyömaan kierrätysasteen maksimoimiseen.

### 3.2.4 Puujätteen kierrätyksen uudet innovaatiot

Koko ajan kiristyvät viranomaismääräykset, kierrättäminen ja jätteen uusiokäyttö sekä kiertotalous kokonaisuudessaan edellyttävät sitä, että puujätelle olisi löydettävä tehokkaampia materiaalihyödyntämisen keinoja energiana hyödyntämisen sijaan. Kiertotalouden toteutumista edistävät ja mahdollistavat yritysten ja ihmisten asenteiden muuttuminen kiertotalousmyönteisemmiksi ja toisaalta erilaiset uudet innovaatiot, digitalisaatio, internetin materiaalikauppa- paikat sekä robotiikka. (Sitra, 2019). Puujätteen uusiokäytöstä on nyt jo

olemassa lukemattomia innovaatioita. Tässä mainitaan niistä muutamia esimerkkejä.

CircHubsin (2018) mukaan puujätteestä voidaan tehdä esimerkiksi lastulevyä, puukomposiitteja, puukuitulankaa ja vaahtoarkkeja. Lyhyestä sahatavarasta voi valmistaa esimerkiksi CLT-levyjä (Huuhka ym. 2018). Lisäksi esimerkiksi Destaclean valmistaa Puukivi-nimistä uusiomateriaalia, jossa osa betonituotteiden ki-viaineksesta korvataan kierrätyspuukuidulla (Destaclean n.d.).

Puuta voidaan muokata poistamalla vaurioituneet alueet ja lyhentämällä liian pitkiä osia. Näin ollen puujätteet soveltuvat hyvin uusio- ja uudelleenkäyttöön. Esimerkiksi Pohjois-Amerikassa, Iso-Britanniassa ja Alankomaissa puujätettä käytetään muun muassa puupanelointien, lattialautojen, verhouslevyjen ja kuor-malavojen tuotantoon sekä perusaineena esimerkiksi eläinsuojille, leikkikentille, kävelyteille ja katoille. (CircHubs 2018.)

Uusi puu -hankkeen mukaan kiinnostus puupohjaisia innovaatioita kohtaan on ollut viime aikoina erittäin suurta. Uusi puu -hankkeen kesän 2023 näyttelyssä oli esillä innovaatioista muun muassa viherrakentamiseen soveltuva hiilinegatiivinen biohiili, joka ehkäisee kuivuutta, sitoo ravinteita ja estää valumia. Biohiiltä voidaan valmistaa esimerkiksi purkupuusta. (Uusi puu 2023.)

Hiil Oy valmistaa mm. rakennusteollisuuden hukkamateriaaleista Kiertopuu-tuotteita. Tuotteisiin käytetään sellaista puuta, joka ei esimerkiksi väri- tai muiden virheiden tai lujuusluokittelunsa vuoksi sovellu alkuperäiseen käyttötarkoitukseensa. Kiertopuu- tuotteiden pinta puhdistetaan hiillyttämällä, jolloin tuotteita voidaan käyttää verhoiluun. (Hiil Oy n.d.)

Puujätteen hyödyntäminen uusiokäyttöön edellyttää kuitenkin sitä, että lajittelukäytännöt olisivat tehokkaita ja yhdenmukaisia rakennustyömailla. Puujätteen tulee olla puhdasta ja hyvälaatuista. Tässä auttaa puun oikeaoppinen lajittelu sekä puujätteen asianmukainen sääsuojaus. (CircHubs 2018.)

Motiva Oy:n ylläpitämä Materiaalitori edistää jätteiden, sivuvirtojen ja ylijäämä-materiaalien sekä uudelleen käytettävien osien hyötykäyttöä. Materiaalitori on

paikka materiaalien tarjoajille ja niitä tarvitseville. Sieltä saa myös materiaaleihin liittyviä palveluja, kuten jätehuolto- ja asiantuntijapalveluita sekä kiertotalouden asiantuntijapalveluita ja osaamista. Materiaalitori on tarkoitettu yritysten ja organisaatioiden jätteen ja sivuvirtojen ammattimaiseen vaihdantaan ja näihin liittyviin palveluihin. (Materiaalitori 2024.)

## 4 Haastattelututkimus

### 4.1 Tutkimuksen rakennustyömaat

Tutkimuksessa tarkasteltiin puujätteen syntymistä ja puun käyttöä Aura Rakennus Oy:n kolmella jo valmistuneella rakennustyömaalla. Tutkimusaineisto kerättiin syksyn 2023 aikana. Rakennustyömaat sijaitsevat Turun alueella. Tutkittavat kohteet olivat rakennustyömaa A (kaksi puurivitaloa samalla työmaalla), rakennustyömaa B (kerrostalo) ja rakennustyömaa C (kerrostalo).

Nämä kolme rakennustyömaata A, B, ja C ovat erilaisia rakennustyyppin, työmaan koon ja puujättemäärän suhteen. Työmaiden alkamisaikataulut sijoittuivat vuodelle 2021 ja lopetus vuosille 2022 ja 2023. Tutkimuksen eettinen näkökulma otettiin huomioon siinä, että työmaat nimettiin kirjainten mukaan. Tutkimusaineiston analyysissä ei erotella eri rakennustyömaiden tuloksia, vaan tulokset tulkitaan pääosin yhtenä kokonaisuutena.

### 4.2 Sähköpostihaastattelut ja analyysimenetelmät

Haastattelututkimus kuuluu laadullisen tutkimuksen piiriin. Kvalitatiivisen eli laadullisen tutkimuksen piirteisiin kuuluu, että aineisto edustaa tutkimuskohteen ominaisia piirteitä, tutkimuksen eri vaiheet kietoutuvat toisiinsa ja aineistot tulevat kentältä, kiinnittyen todellisiin konteksteihin. (Tuomi & Sarajärvi 2009.)

Sähköpostihaastattelut suoritettiin syksyn 2023 aikana, litterointi ja haastattelujen analyysi tehtiin keväällä 2024. Haastatteluilla saatiin lisätietoa puujätteestä, puujätteen mahdollisesta hyödyntämisestä, jätehuollosta ja puujätteen lajittelusta sekä näiden pohjalta pohdintaa siitä, mitä mahdollisia toimenpiteitä ja työtapamenettelyjä kyseessä oleva rakennusyriety tarvitsee, jotta puujätteen energiaksi hyödyntämistä saataisiin vähennettyä ja kierrätysastetta nostettua vähintään jätelain vaatimaan 70 %:iin.

Haastatteluaineiston analyysin ensimmäisessä vaiheessa aineisto luettiin läpi ja tutustuttiin tarkemmin haastateltavien vastauksiin. Näin saatiin hyvä yleiskuva aineistosta. Tämän jälkeen sähköpostikysymyksien teemojen sisältöä tiivistettiin, jolloin etsittiin vastauksista yhtäläisyyksiä ja eroja. Aineiston tiivistämistä ohjasivat tutkimuskysymykset. Lopuksi tuloksia tulkittiin ja raportoitiin tutkimuksen teoreettisen viitekehyksen pohjalta.

Sähköpostihaastattelun kysymysrunko (liitteessä 1) jaettiin kuuteen eri teemaan tutkimuskysymysten perusteella.

Taulukko 1. Haastattelukysymyksien teemat ja teemojen sisällöt.

<b>Teema</b>	<b>Teeman sisältö</b>
Kohde ja rakennustapa	Perustusten rakennustapa, runkorakenteet (puumateriaalin käyttö runkorakenteissa)
Puujäte ja jätehuolto	Puujätteen laatu, puujätteen jätehuolto ja lajittelu
Puumateriaalihankinnat	Puutavaran määrä, puutavaran laatu, puutavaran määrämittaisuus, puumateriaalin varastointi
Ylimääräisen puumateriaalin hyödyntäminen	Ylijääneen puutavaran kerääminen ja sen mahdollinen hyödyntäminen ja sen varastoiminen
Puunkäyttöön ja puujätteeseen perehdyttäminen	Työntekijöiden perehdyttäminen puujätteen lajitteluun, puumateriaalin käytön, käsittelyn ja suojaamisen virheet, jätehuoltoyrityksen järjestämä koulutus jätehuoltoon liittyen kohteen toimihenkilöille
Työmaalogistiikka ja kohteen kierrätysaste	Työmaajärjestys ja puujätteen synty, kyllästetyn puun kierrätys, kohteen kierrätysaste: kokonaiskierrätysaste ja puujätteen kierrätysaste

### 4.3 Tutkimustulokset

#### 4.3.1 Työmaakohteiden puunkäyttö ja puujäte

Taulukkoon 2 on koottu tietoa rakennustyömaiden A, B ja C puunkäytöstä ja puujätteen määrästä. Tiedot koostuvat työmaan koosta ( $m^2$  ja  $m^3$ ), puun käyttökohteesta, puujättemäärästä/tn, puujätteen ominaisjättemäärästä  $kg/r\cdot m^3$ , koko jättemäärän ominaisjättemäärästä  $kg/r\cdot m^3$  ja työmaakohteiden kierrätysasteesta. Tiedot puun käytöstä, puujätteesta ja työmaakohteiden kierrätysasteista on saatu Aura Rakennus Oy:n jätehuoltosuunnitelmista, jäteraporteista, rakennustapaselosteista ja haastatteluista.

Taulukko 2. Tutkimuksen työmaakohteiden puunkäyttö ja puujäte sekä kohteiden kierrätysasteet.

Työmaakohte rakennustyyppi kerrosala	Rakennusosat, joihin puuta käytetty	Kerättävä/syntyvä puujäte (EWC 170201) ja sen määrä/tn	Ominaisjättemäärä puujätteen osalta $kg/r\cdot m^3$	Ominaisjättemäärä koko jättemäärän osalta $kg/r\cdot m^3$	Kohteen kierrätysaste
<b>Kohde A</b> <b>kaksi puurivitaloa</b>  paikalla rakennettu uudisrakennus  <b>Kerrosala:</b> 1345 $m^2$ 4650 $m^3$	-kantavat seinät -väliseinät levyrakenteisia -julkisivut rappausta ja puuta -terassit -puuristikot puuta (yläpohjan kantava materiaali)	puujäte 20,74 tn kyllästettyä puuta 1,2 tn	4,3 $kg/r\cdot m^3$	14,8 $kg/r\cdot m^3$	50 %
<b>Kohde B</b> <b>asuinkerrostalo</b>  paikalla rakennettu uudisrakennus ulkoseinä elementtinen  <b>Kerrosala:</b> 5005 $m^2$ 16020 $m^3$	-vesikatto -panelointi -listoitus -perustus: sokkelit -puutavaramuotit -VSS puumuotit	puujäte 57,9 tn	3,6 $kg/r\cdot m^3$	9,1 $kg/r\cdot m^3$	46 %

<b>Kohde C asuinkerrostalo</b>  paikalla rakennettu uudisrakennus elementtitalo (holvi valettu)  <b>Kerrosala:</b> 2513 m <sup>2</sup> 7000 m <sup>3</sup>	-runko: VSS puumuotit -autohallin luiskat: puu- muotit -holvimuottilevy -trukkilavat -puiset kattoristikot	puujäte 38,8 tn	5,5 kg/r-m <sup>3</sup>	10,7 kg/r-m <sup>3</sup>	31 %
---	---	--------------------	-------------------------	--------------------------	------

Rakennustyömaiden jäteraporteista on luettavissa ja laskettavissa se, että puujättemäärä oli rakennustyömaa A:lla (kaksi puurivitaloa: kerrosala 1 345 m<sup>2</sup>) 20,74 tn; rakennustyömaa B:llä (kerrostalo: kerrosala 5 005 m<sup>2</sup>) 57,9 tn; rakennustyömaa C:llä (kerrostalo: kerrosala 2 513m<sup>2</sup>) 38,8 tn. Ominaisjättemäärät puujätteen osalta ovat 4,3 kg/r-m<sup>3</sup> (A-talo), 3,6 kg/r-m<sup>3</sup> (B-talo) ja 5,5 kg/r-m<sup>3</sup> (C-talo)

Uudisrakentamisen tyypilliset ominaisjättemäärät ovat rakennustyyppin mukaan erillisissä pientaloissa 11...15 kg/r-m<sup>3</sup> ja asuinkerrostaloissa 6...11 kg/r-m<sup>3</sup>. (RT-69-11183, 2015.)

Kehitysinsinööri Anssi Virkin mukaan koko Aura Rakennus Oy:n kierrätysaste on tällä hetkellä noin 50 % ja yrityksen ensisijaisena tavoitteena on saavuttaa jätelainsäädännön vaatima 70 %. Tästä eteen päin tavoitteena on parantaa kierrätysastetta vuosittain. Aura Rakennus Oy:n jätteiden hyödyntämisaste on tällä hetkellä 99,95 %.

Sähköpostikysymyksiä teemojen vastauksista etsittiin yhtäläisyyksiä ja eroja työmaiden jätehuollosta, puumateriaalin tavoitteellisesta ja suunnitellusta käytöstä, puujätteestä ja sen lajittelusta, varastoinnista sekä puun ja puujätteen hyödyntämisestä. Lisäksi kysyttiin työntekijöiden koulutuksesta ja perehdyttämisestä jätelajitteluun ja jätehuoltoon. Aineiston käsittelyä ohjasivat tutkimuskysymykset.

#### 4.3.2 Kohde ja rakennustapa

Kohde ja rakennustapa -teemassa kysyttiin perustusten rakennustapaa ja puumateriaalin käyttöä runkorakenteissa. Kahden rakennustyömaan talojen (kaksi puurivitaloa ja yksi kerrostalo) perustuksissa oli käytetty Formex-muotteja. Toisen kerrostalon kohdalla sokkelit oli tehty paikallavaluna puutavarasta käytetyillä muoteilla.

Puumateriaalia oli käytetty runkorakenteissa seuraavasti. Väestönsuojat olivat paikallavalurakenteisia ja ne oli toteutettu puumuoteilla. Välipohjat oli tehty paikallavaluna, ja niihin oli käytetty puuta. Holvit olivat paikallavalettuja, ja niihin oli käytetty vanerilevyä ja lankkua. Autotallin luiskan seinät olivat paikallavalettuja ja tehty muottipuutavarasta. Luiskan holvi oli tehty paikallavaluna, siihen oli käytetty lankkua ja lautta. Puurivitalot olivat perustuksia lukuun ottamatta kaikki puurakenteisia kantavien rakenteiden osalta.

#### 4.3.3 Puujäte ja jätehuolto

Haastateltavilta kysyttiin, minkälaista puujätettä rakennustyömailla pääasiassa syntyi. Vastausten perusteella puujätettä syntyi pääasiassa muottitöistä, joista esimerkkeinä olivat holvimuottilevyt ja VSS-paikallavalumuotit. Lisäksi puujätettä syntyi vesikattotöistä, paneloinneista, listoituksesta ja kertakäyttöisistä trukkilavoista. Puurivitalotyömailla puujätteeseen päätyi harkkojen muottikorostusten laudoitukset, runkojen ja puuverhosten hukkatavarat sekä runkoihin liittyvät väliaikaiset tukirakenteet.

Kolmen eri rakennustyömaan jätehuoltosuunnitelmista ja jäteraporteista on tarkemmin nähtävissä tiedot työmaan eri vaiheissa (runkovaihe ja sisätyövaihe) syntyneistä jätteistä ja niiden lajittelusta. Jätehuoltosuunnitelmassa työmaan puujätteen kohdalla mainittiin puujäteastiatyyppi, puujätteiden siirto työmaalla, puujätteen loppusijoitus tai uusiokäyttö sekä jätehuoltoyritys. Rakennustyömaiden runko- ja sisätyövaiheessa oli kummassakin vaiheessa yksi lava puujätteelle. Lavat ja puristimet oli sijoitettu niille varatuille paikoille ja jäteastiat

parakkien läheisyyteen. Jätteet oli merkitty siirrettäväksi työmailla käsin ja kurot-tajalla. Kerrostalojen kohdalla jätteitä kerättiin myös Sulo-astioiden, maajassi-koiden ja suolikärryjen avulla. Rakennustyömaiden puujätteen lopullinen sijoi-tus- tai uusiokäyttöpaikka on käsittelylaitos ”REMEO lakari”, jossa rakennustyö-maiden puujäte on haketettu ja poltettu energiaksi.

Lisäksi tässä teemassa kysyttiin puujätteen keräysastioiden riittävydestä ja si-joittelusta työmaalla. Vastausten perusteella kaikilla kolmella työmaalla puujät-teen keräysastioita oli riittävä määrä. Pitkien etäisyyksien vuoksi kahdella puuri-vitalolla kummallakin oli omat puujätteen keräysastiat. Nämä oli sijoitettu lähelle asuinrakennuksen keskilinjaa, jolloin etäisyys oli mahdollisimman lyhyt. Kerros-talotyömailla oli käytössä jätelavojen lisäksi kerroksissa Sulo-astiat ja suolikär-ryt. Maajassikoita oli sijoitettu sirkkelin viereen puujätteen keräystä varten. Toi-sella kerrostalotyömaalla puujätteen sijoittelupaikan ongelmana oli se, että työ-maa-alueen ja meneillään olevien töiden vuoksi jätelavaa ei voitu sijoittaa työ-kohteen viereen. Se kuitenkin pyrittiin pitämään mahdollisimman lähellä jätteen syntyäpaikkaa. Jokaisessa kerroksessa oli erillinen Sulo-astia, jota oli helppo kul-jettaa lähellä olevaan jätelavaan tyhjennettäväksi.

Erikoisjätehuollon osalta puurivitalossa terasseja tehdessä otettiin lava paine-kyllästetylle puulle. Kahdessa kerrostalossa kyllästettyä puuta käytettiin niin vä-hän, että nähtiin kustannustehokkaammaksi laittaa se sekajätelavalle.

Syntyvän puujätteen määrälle ei ollut näissä kolmessa rakennustyömaassa asetettu etukäteen tavoitteita. Puujätteen määrää pyrittiin etukäteen kuitenkin minimoimaan siten, että tehtyjä puumuottimateriaaleja pyrittiin käyttämään mah-dollisimman monta kertaa. Esimerkiksi pohjaviemäriholvien muottilevyt kierrätet-tiin kohteen jokaiseen holvivaluun. Pohjaviemäriholvien ja -sokkeleiden muotit lähetettiin käytön jälkeen toiselle työmaalle uudelleen käyttöön.

#### 4.3.4 Puumateriaalihankinnat

Puurivitalotyömaiden kohdalla oli etukäteen laskettu ja optimoitu esimerkiksi runkopuun pituudet, ja näiden pohjalta tehtiin sovitut tilaukset. Jos 198x48

tilattua puutavaraa tuli kolmea eri pituutta, niin ne käytettiin eri tarkoituksiin. Lisäksi OSB-levyille tehtiin etukäteen asennuskaavioita, joiden mukaan levyjä tilattiin.

Haastateltavilta kysyttiin puutavaran tilausmäärien tarkkuudesta eli hukkaprosentista. Kerrostalojen kohdalla puumateriaalin hukkaprosentin kerrottiin olevan 5 %. Rivitalojen kohdalla hukkaprosentti oli noin 10–15 %. Muottivanerin hukkaprosentin arvioitiin olevan noin 10 %. Vastausten perusteella hukkaa pyrittiin minimoimaan materiaalien oikeilla pituuksilla.

Lisäksi kysyttiin, oliko tilatun puutavaran mitat suhteutettu rakenteiden mittoihin, jotta hukkamateriaalia syntyisi mahdollisimman vähän. Vastausten mukaan puutavaraa oli pyritty tilaamaan määrämittaisena aina kuin mahdollista. Kysyttäessä tilatun puumateriaalin varastoinnista vastattiin, että tilattu puumateriaali varastoitiin rakennustyömaalla suojien alle, trukkilavojen tai aluspuiden päälle niipussa pressuilla suojattuina. Lisäksi mainittiin se, että tilaukset yritettiin ajoittaa aina niin, että puutavara saatiin heti käyttöön.

Haastateltavilta kysyttiin myös, sisälsikö tilattu puutavara huonolaatuista materiaalia, jota ei voitu hyödyntää. Rivitalotyömaalle tilatut terassilaudat ja -runkopuut sisälsivät hieman huonolaatuista puutavaraa, jota ei voitu hyödyntää rakentamisessa. Reklamoinnin jälkeen saatiin uudet puumateriaalit tilalle. Kerrostalokohteissa käytettiin puuta vain väliaikaisesti, eli puutavaraa ei siellä käytetty pysyviin rakenteisiin. Näissä kohteissa vastattiinkin, että kaikki puutavara pystyttiin käyttämään mitä tilattiinkin.

#### 4.3.5 Ylimääräisen puumateriaalin hyödyntäminen

Ylimääräisen puumateriaalin hyödyntämisen osalta kysyttiin, kerättiinkö ylijäänyttä puutavaraa, kuten sahauksesta jääneitä hukkapaloja, talteen vai laitettiin ne heti puujätelavalle. Jokaiselta työmaalta vastattiin, että ylijäänyt puumateriaali kerättiin talteen. Puurivitalojen kohdalla pienemmät hukkapalat käytettiin muihin töihin työmaalla, mutta alle metrin heikkolaatuiset pätkät menivät puujätelavalle. Vastauksista ilmenee, että ylijäänyttä puutavaraa hyödynnettiin

rakennustyömailla niin paljon kuin mahdollista. Esimerkiksi muottivaneria sekä autotallin holvitukien alla käytettyjä lankkuja lähetettiin toiselle työmaalle uudelleen käytettäväksi.

#### 4.3.6 Puunkäyttöön ja puujätteeseen perehdyttäminen

Haastateltavilta kysyttiin myös siitä, miten työntekijät oli perehdytetty puujätteen lajitteluun. Vastausten mukaan työmaan perehdytyksessä työntekijöille kerrottiin puujätteen lajittelusta. Tuolloin kerrottiin, mitkä ovat ne jätelajit, joita työmaalla kerätään ja mitä jätelavoja työmaalla oli. Työmaan aikana valvottiin puujätteen lajittelua. Lisäksi rivitalotyömaalta vastattiin, että sekajätelavoissa oli kannet, joita pidettiin kiinni. Näin toimittiin siksi, että puujätelava oli helpommin lähestyttävissä. Puumateriaalin käyttöön liittyvät työohjeet annettiin työmailla työvaiheiden aikana ja työmaan perehdytyksessä. Vastausten mukaan puumateriaalin käytössä, käsittelyssä tai suojaamisessa ei kyseisillä työmailla tapahtunut virheitä suuressa määrin. Vastaajien mielestä puujätteen lajittelu oli tapahtunut pääosin hyvin, mutta todettiin myös se, että sekajätteen päätyi pieni määrä puuta. Jätehuoltoyritys ei ollut järjestänyt työmaakohteiden toimihenkilöille jätehuoltoon liittyvää koulutusta.

#### 4.3.7 Työmaalogistiikka ja kohteen kierrätysaste

Työmaajärjestyksestä ei vastausten mukaan aiheutunut ylimääräistä puujätteen syntymistä. Esimerkiksi ylimääräisistä siirtelyistä ei aiheutunut vaurioita puumateriaalille.

Kun kysyttiin tutkimukseen osallistuvien kohteiden kierrätysastetta, niin kokonaiskierrätysasteen sanottiin vaihtelevan näillä kolmella työmaalla 31 %...50 % välillä. Puujätteen kierrätysaste oli kaikilla työmailla 0 %, koska puu oli mennyt kokonaan polttoon.

## 5 Pohdinta

Tässä opinnäytetyössä selvitettiin kolmen Aura Rakennus Oy:n rakennustyömaan puujätettä, sen jätelajittelua ja puujätteen uudelleenkäyttömahdollisuuksia näiden rakennustyömaiden työnjohtajien käsitysten ja työmailta saatujen jätehuoltosuunnitelmien, jäteraporttien ja rakennustapaselosteiden avulla. Puujätteen syntymistä, puujätteen määrän vähentämistä ja kierrätys- ja uudelleenkäyttömahdollisuuksia tarkasteltiin myös teorian tasolla. Tässä luvussa työmailta saatuja tuloksia verrataan teoriaosuudessa esitettyihin tietoihin.

Jätteentuottajaa ohjaa jätelaki etusijajärjestyksineen ja jäteraportointivelvollisuuksineen. Lisäksi kierrätystavoitteiden saavuttamisessa auttaa yhteistyössä jätehuoltoyrityksen kanssa laadittu jätehuoltosuunnitelma. Tämän tutkimuksen käytössä olleiden rakennustyömaiden jätehuoltosuunnitelmista ei ollut löydettävissä kirjausta arvioidusta jätteen määrästä jätelajeittain. Myöskään ympäristöasioista vastaavaa henkilöä puhelinnumeroineen ei rakennustyömaiden jätehuoltosuunnitelmissa mainittu. Tutkimukseen osallistuvien työmaiden jätehuoltosuunnitelmiin oli merkitty yhteyshenkilö (vastaava työnjohtaja), joka osallistui tämän tutkimuksen sähköpostihaastatteluun ja joka huolehti myös työmaan jätehuoltosuunnitelmasta ja jätehuollon toimivuudesta työmaalla kokonaisuudessaan.

Green Building Council Finland (2022) ohjeistaa ympäristöasioista vastaavan henkilön tai kiertotalousvastaavan nimeämistä työmaalle, jonka tehtäviin kuuluisi kierrätyksen ja lajittelutoiminnan seuranta ja kehittäminen. Hänen tehtäviinsä kuuluisi seurantaraportointi kuukausittain, jolloin tarkistetaan jätemäärät, kierrätysaste, kaatopaikkajätteen osuus ja jätehuollon kustannukset. Tämän toiminnan tavoitteena on tuoda kierrätys tehokkaaksi ja arkiseksi toiminnaksi työmaalle. Jätteiden lajittelun tehostaminen työmaalla auttaa mahdollisesti työmaan kierrätystavoitteen saavuttamista, ja näin voitaisiin myös saada esimerkiksi puujätteelle nykyistä parempi hyödyntäminen energiakäytön sijaan.

Green Building Council Finland (2022) korostaa sitä, että työntekijät tulee opastaa lajittelun periaatteisiin ja käytäntöihin. Opastuksen ja jätteiden lajittelun

seuranta tulee tapahtua koko työmaan ajan, ei ainoastaan työmaan perehdyttämisvaiheessa. Onnistuneista suorituksista on hyvä antaa positiivista palautetta ja lajitteluvirheistä rakentavaa kritiikkiä. Näiden ohjeiden mukaisesti toimiessa voidaan mahdollisesti parantaa jätehuoltoa ja saada kierrätysaste nousemaan. Tutkimustuloksista käy ilmi, että työntekijöille kerrottiin puujätteen lajittelusta (jätelajit, jätelavat) työmaan perehdytyksessä. Puujätteen lajittelua valvottiin työmaan aikana. Puujätteen keräysastioita sanottiin olevan riittävä määrä.

Ahtailla työmaa-alueilla voi olla vaikeaa sijoittaa keräysastioita lähelle jätteen syntypaikkaa. Tämä ongelma kohdattiin toisen kerrostalon kohdalla. Kun jätteiden keräysastiat sijoitetaan lähelle niiden syntypaikkaa, niin silloin minimoidaan ympäristövaikutuksia ja logistiikkakustannuksia (Remeo Oy n.d.).

Puumateriaalin käyttöön ja suojaamiseen annettiin ohjeistusta työvaiheiden aikana ja perehdytyksessä. Puurivitalojen pihalla sekajätelavoissa oli kannet, joilla ehkäistiin puujätteen kulkeutumista sekajätelavoille. Kaiken kaikkiaan puumateriaalin käytössä ei vastaajien mukaan tapahtunut suurempia virheitä. Myös työmaiden logistiikkasuunnittelun sanottiin toimineen hyvin, koska puumateriaalin turmeltumista niiden siirroissa tai varastoimisessa ei syntynyt.

Jätehuoltoyritykset järjestävät erilaisia koulutuksia jätteiden käsittelystä ja jätehuollosta. Tämän tutkimuksen vastauksista ilmeni, että tutkittavissa kohteissa ei ollut järjestetty kohteen toimihenkilöille jätehuoltoon liittyvää koulutusta.

Materiaalihukkaa voidaan vähentää hyvällä suunnittelulla ja ennakkovalmisteluilla. Tämän tutkimuksen kerrostalotyömaat ilmoittivat puumateriaalien hukkaprosentiksi 5 % ja puurivitalojen kohdalla prosentti oli 10 %...15 %. Kerrostaloissa puuta käytettiin vain väliaikaisesti, eli sitä ei käytetty pysyviin rakenteisiin. Muottivaneriin arvioitiin tilattaessa noin 10 %:n hukka. Hukkaprosentin minimointiin pyrittiin materiaalin oikeilla pituuksilla ja tilaamalla puutavara määrämittäisenä. Lisäksi puutavaratilaukset ajoitettiin niin, että ne saatiin heti käyttöön. Myös asennuskaavioiden avulla tilattiin tarvittavia levyjä työmaalle. Pidemmät hukkapalat otettiin edelleen käyttöön, mutta alle metrin pituiset heikkolaatuiset puut menivät puujätelavalle. Puujätteen määrälle ei ollut asetettu etukäteen

tavoitteita, mutta sitä pyrittiin minimoimaan esimerkiksi kierrättämällä yhtiön rakennustyömailla uudelleen käytettäväksi puisia muottilevyjä, muottivaneria ja holvitukilankkuja. Näitä käytettiin esimerkiksi sokkeleiden tekemisessä ja autotallin luiskan seinien paikallavaluissa. Ratu S-1191:ssä (2000) korostetaan, että työnsuunnittelussa tulisikin huolehtia työntekijöiden koulutuksesta ja ohjauksesta materiaalien uudelleenkäyttöön.

Puujätteen hyödyntäminen uudelleen- tai uusiokäyttöön edellyttää sitä, että työmaan jätehuolto ja lajittelukäytännöt toimivat tehokkaasti ja ovat yhdenmukaisia ja että puujätteen varastoinnissa kiinnitetään huomiota sääsuojaukseen. Lisäksi puujätteen tulee olla puhdasta ja hyvälaatuista.

Yrityksen kierrätysastetta voidaan mahdollisesti tulevaisuudessa nostaa käyttämällä puujäte uudelleen materiaalina. Puhtaasta puujätteestä voidaan jalostaa esimerkiksi puukuitua tai haketta. Näitä voidaan edelleen hyödyntää esimerkiksi puulevytuotannossa ja komposiittimateriaaleissa.

Kiertotalous edellyttää sitä, että puujätteelle tulisi löytää tehokkaampia hyödyntämisen muotoja kuin käyttäminen suurelta osin energiana. Energiatuotantoon tulisi ohjata vain kierrätyskelvottomat puujätejakeet. Tässä tutkimuksessa puujätteen kierrätysasteen ilmoitettiin kaikilla työmailla olevan 0 %, koska puujäte oli mennyt kokonaan energiapolttoon. Puujätteen hyödyntäminen energiana eli polttamalla nostaa rakennustyömaan hyötyastetta, mutta ei vaikuta kierrätysasteeseen. Polttoon toimitettava puujäte luokitellaan jäteraporteissa hyötykäytön alle, huolimatta siitä miten huolellisesti sen lajittelu on tehty. Tämän tutkimuksen kerrostalojen kohdalla puutavaraa oli käytetty muottirakenteisiin ja muihin väliaikaisiin rakenteisiin. Suurin osa puumateriaalista on ollut kierrätyskelvotonta, mutta mahdollisesti joitakin puujätelavalle päätyneitä materiaaleja olisi ehkä voitu kierrättää.

Yrityksen sisällä tulisi kiinnittää huomiota puujätteen määrän vähentämisen ja kierrätyksen maksimointiin jo suunnitteluvaiheesta lähtien. Muun muassa asianmukainen jätteenlajittelusuunnitelma ja työntekijöiden ja toimihenkilöiden koulutus tehokkaaseen jätteiden lajitteluun ja kierrätykseen ovat osaltaan niitä

asioita, joilla autetaan vähentämään puujätteen määrää ja edistämään osaltaan kierrätysasteen nostamista ja kestäväää kehitystä.

Jotta kierrätysaste saataisiin nostettua tavoiteltuun 70 prosenttiin ja vähennettyä tuotettua puujättemäärää, niin tarvittaisiin edellä mainittujen näkökohtien lisäksi myös uusia ja rohkeita innovaatioita. Esimerkiksi voitaisiin hyödyntää älyteknologiaa, robotiikkaa, digitalisaation käyttöä tai erilaisia materiaalin kauppapaikkoja. Erilaisia uusia innovaatioita on jo kehitteillä, mutta tällä hetkellä puujätteen kierrätys on vielä haastavaa.

## Lähteet

Ylitalo, S. 2022. Uusi ohjeistus tuo helpotusta rakennusmateriaalien uudelleen- käyttöön – ”Kohdistaisin katseen arkkitehteihin ja muihin luoviin suunnittelijoi- hin”. 12.9.2022. Viitattu 3.12.2023. <https://www.safa.fi/arkkitehtiutiset/uusi-oh- jeistus-tuo-helipotusta-rakennusmateriaalien-uudelleenkayttöön-kohdistaisin-kat- seen-arkkitehteihin-ja-muihin-luoviin-suunnittelijoihin/>

Asumisen rahoitus- ja kehittämiskeskus 2023. Rakennusmateriaalien uudel- leenkäyttö, kierrätys ja jätehuolto. Julkaistu 6.6.2022 ja päivitetty 1.9.2023. Vii- tattu 10.11.2023. <https://www.ymparisto.fi/fi/rakennettu-ymparisto/rakentami- nen/kiinteistojen-yllapito-ja-korjaaminen/rakennusmateriaalien-uudelleenkayttö- kierratys-ja-jatehuolto>

Aura Rakennus Oy 2024. Tulevaisuuden kestävää rakentamista. Viitattu 13.2.2024. <https://aurarakennus.fi/>

CircHubs 2018. Puinen rakennusjäte. 5.3.2018. Viitattu 28.10.2023. <https://cir- chubs.fi/tietopankki/puinen-rakennusjate/#Materiaaliku- vaus%20Ja%20M%C3%A4%C3%A4r%C3%A4arviot>

Destaclean n.d. Viitattu 19.11.2023. <https://www.destaclean.fi/puukivi/>

Elementit-E Oy 2024. Mitä on moduulirakentaminen? Viitattu 22.9.2024. <https://elementit.fi/mita-on-moduulirakentaminen/>

Elinkeinoelämän keskusliitto 2021. Mikä ihmeen EU-taksonomia – Brysselin-toi- mistomme vastaa. Viitattu 2.4.2024. <https://ek.fi/ajankohtaista/uutiset/mika-ih- meen-eu-taksonomia-brysselin-toimistomme-vastaa/>

Forecon 2022. Puun käyttö rakentamisessa Suomessa. Viitattu 3.3.2024. [https://api.hankeikkuna.fi/asiakirjat/c6a6a9dc-0592-494e-82cd- 00ec8d20065e/65832289-76ba-426e-a84a-7d3145c33ee6/RA- PORTTI\\_20230308132013.pdf](https://api.hankeikkuna.fi/asiakirjat/c6a6a9dc-0592-494e-82cd- 00ec8d20065e/65832289-76ba-426e-a84a-7d3145c33ee6/RA- PORTTI_20230308132013.pdf)

Gaia Consulting Oy 2023. Pohjoismainen kiertotalouskehitys pohjaa rakennus- alan muutokseen. Viitattu 27.10.2023 <https://gaia.fi/fi/kohti-kiertotalouteen-poh- jaavaa-rakennusala-pohjoismaissa/>

Green Building Council Finland 2020. EU-taksonomia. Viitattu 11.2.2024.  
<https://figbc.fi/opi-lisaa/eu-taksonomia>

Green Building Council Finland. 2022. Näin maksimoidaan rakennustyömaan kierrätysaste. Viitattu 18.12.2023. [https://figbc.fi/media/ideakortti\\_rakennustyomaan\\_kierratysaste\\_figbc.pdf](https://figbc.fi/media/ideakortti_rakennustyomaan_kierratysaste_figbc.pdf)

Hiil Oy n.d. Kiertopuu – Hiilettyä hukkapuuta. Viitattu 3.12.2023.  
<https://hiil.fi/kiertopuu/>

Huttunen, E. (toim.) 2021. Kiertotalous rakennetussa ympäristössä. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Huuhka, S.; Köliö A.; Annala, P. & Poti, A. 2018. Puurakenteiden uudelleenkäytömahdollisuudet. Tutkimusraportti 165. Tampereen teknillinen yliopisto.  
<https://trepo.tuni.fi/handle/10024/116548>

Häkkinen, T. & Kuittinen, M. 2020. Kohti vähähiilistä rakentamista. Opas arviointiin ja suunnitteluun. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Jäteasetus. Valtioneuvoston asetus jätteistä 18.11.2021/978. Viitattu 20.10.2023. <https://finlex.fi/fi/laki/alkup/2021/20210978>

Jätelaki 17.6.2011/646. Viitattu 20.10.2023. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2011/20110646#L1P5>

Kiwa Inspecta n.d. CE-merkintä rakennustuotteille. Mitä CE-merkintä tarkoittaa? Viitattu 16.2.2024. <https://www.kiwa.com/fi/fi/palvelumme2/sertifiointi-arviointi-ja-todentaminen/ce-merkinta-rakennustuotteille/>

Kojo, R. & Lilja, R. 2011. Talonrakentamisen materiaalitehokkuuden edistäminen. Ympäristöministeriön raportteja 21/2011. Viitattu 3.3.2024. <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10138/41495>

Kokkonen, N.; Ruusunen, A. & Kupari, S. 2019. Mitä tapahtuu puujätteelle? 30.8.2019. Viitattu 12.1.2023. <https://unlimited.hamk.fi/biotalous-ja-luonnonvara-ala/mita-tapahtuu-puujatteelle>

Materiaalitori 2024. Kiertotalouden markkinapaikka yrityksille. Materiaalitori vauhdittaa kiertotaloutta. Viitattu 6.4.2024. <https://www.materiaalitori.fi/>

Puuteollisuus 2022. Puun kiertotalous. Viitattu 3.3.2024. <https://puutuoteteollisuus.fi/juuri-nyt/kiertotalous>

Rantanen, M. 2021. Materiaalitehokkuus – opas toiminnanharjoittajille. Pirkanmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus. Opas 1/2021.

Ratu S-1191. 2000. Rakennustyön materiaalisät ja -hukat. Jätehuollon suunnittelu. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Ratu 1201-S. 2002. Runkorakenteet, paikalla rakennettavat. Tehtäväsuunnittelu – aliurakka, työkauppa. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Remeo Oy n.d. Jätehuoltosuunnitelma tehostaa toimintaa. Viitattu 3.12.2023. <https://remeo.fi/palvelut/jatehuoltosuunnitelma/>

RT 69-11183. 2015. Rakentamisen jätehuolto. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Sitra 2019. Yrityksen pelistrategiassa ovat uudet kiertotalouden liiketoimintamallit. Viitattu 3.3.2024. <https://www.sitra.fi/artikkelit/yrityksen-pelistrategiassa-uudet-kiertotalouden-liiketoimintamallit/>

Sitra 2024. Tulevaisuussanasto. Kiertotalous. Viitattu 30.9.2024. <https://www.sitra.fi/tulevaisuussanasto/kiertotalous/>

Taksonomia-asetus eli Euroopan parlamentin ja neuvoston asetukset (EU) 2020/852, annettu 18 päivänä kesäkuuta 2020, kestävästä sijoittamisesta helpottavasta kehyksestä ja asetuksen (EU) 2019/2088 muuttamisesta. Viitattu 1.3.2024.

Teknologian tutkimuskeskus VTT 2014. Käytöstä poistetun puun luokittelun soveltaminen käytäntöön. Tutkimusraportti VTT-M-01931–14. Viitattu 29.10.2023. <https://publications.vtt.fi/julkaisut/muut/2014/VTT-M-01931-14.pdf>

Tilastokeskus. Jätteiden synty toimialoittain, 2017–2021. Viitattu 3.1.2024. [https://pxdata.stat.fi/PxWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin\\_\\_jate/stat-fin\\_jate\\_pxt\\_12qw.px/](https://pxdata.stat.fi/PxWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin__jate/stat-fin_jate_pxt_12qw.px/)

Tukes 2024. CE-merkintä. Viitattu 30.9.2024. <https://tukes.fi/tuotteet-ja-palvelut/ce-merkinta>

Tuomi, J. & Sarajärvi, A. 2002. Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi. Helsinki: Tammi.

Uusi puu 2023. Uusi puu -hankkeessa tapahtuu. Viitattu 26.11.2023.

<https://www.uusipuu.fi/>

Ympäristöministeriö 2021a. Jätelain laaja uudistusvoimaan 19. heinäkuuta. Tiedote 15.7.2021. Viitattu 20.10.2023. <https://ym.fi/-/jatelain-laaja-uudistus-voimaan-19.-heinakuuta>

Ympäristöministeriö 2021b. <https://ym.fi/-/uusi-jateasetus-velvoittaa-nykyista-tehokkaampaan-erilliskeraykseen-ja-kierratykseen>

Ympäristöministeriö 2022. Rakennustuotteiden uudelleenkäyttö on Suomessa mahdollista rakennuspaikkakohtaista varmentamista käyttäen. Tiedote 21.6.2022. Viitattu 30.4.2024 <https://ym.fi/-/rakennustuotteiden-uudelleenkaytton-suomessa-mahdollista-rakennuspaikkakohtaista-varmentamista-kayttaen>

Ympäristöministeriö 2023. Eduskunta hyväksyi rakentamisen päästöjä pienentävät ja digitalisaatiota edistävät lait. Tiedote 1.3.2023. Viitattu 16.2.2024. <https://ym.fi/-/eduskunta-hyvaksyi-rakentamisen-paastoja-pienentavat-ja-digitaaliisaatiota-edistavat-lait>

Ympäristöministeriö n.d.a. Jätteet. Viitattu 21.10.2023. <https://ym.fi/jatteet>

Ympäristöministeriö n.d.b. Rakentamisen kiertotalous. Viitattu 12.02.2024. <https://ym.fi/rakentamisen-kiertotalous>

Ympäristönsuojelulaki 27.6.2014/527. Viitattu 19.11.2023. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2014/20140527>

## **Liitteet**

Liite 1. Sähköpostihaastattelun kysymykset

### **I KOHDE JA RAKENNUSTAPA**

1. Kohteen nimi:

2. Perustusten rakennustapa (käytettiinkö perustuksissa esim. Formex -tyyppisiä muottijärjestelmiä)

Vastaus:

3. Runkorakenteet (puumateriaalin käyttö runkorakenteissa)

Vastaus:

### **II PUUJÄTE JA JÄTEHUOLTO**

1. Puujätteen laatu

1.1. Minkälaista puujätettä rakennustyömaalla pääasiassa syntyi?

Vastaus:

2. Puujätteen jätehuolto ja lajittelu

2.1. Oliko puujätteen keräysastioita riittävästi?

Vastaus:

2.2. Oliko keräysastiat sijoitettu lähelle puujätteen syntymispaikkaa?

Vastaus:

2.3 Oliko syntyvän puujätteen määrälle asetettu etukäteen tavoitteet? Miten puujätteen määrää

pyrittiin etukäteen minimoimaan?

Vastaus:

### III PUUMATERIAALIHANKINNAT

1. Puutavaran määrä: Kuinka tarkkoja puumateriaalien tilausmäärät olivat (hukkaprosentti)?

Vastaus:

2. Puutavaran laatu: Sisälsikö tilattu puutavara huonolaatuista materiaalia (esim. käyrät runkotolpat), jota ei voitu hyödyntää?

Vastaus:

3. Oliko tilatun puutavaran mitat suhteutettu rakenteiden mittoihin (hukkamateriaalin minimoimiseksi)?

Vastaus:

4. Miten tilattu puumateriaali varastoitiin rakennustyömaalla?

Vastaus:

### IV YLIMÄÄRÄISEN PUUMATERIAALIN HYÖDYNTÄMINEN

1. Kerättiinkö ylijäänyttä puutavaraa (esim. sahauksesta jääneet hukkapalat) talteen (ei siis laitettu heti puujätelavalle)?

Vastaus:

2. Hyödynnettiinkö ylijäänyttä puutavaraa rakennustyömaalla?

Vastaus:

3. Myytiinkö tai annettiinkö ylijäänyttä puutavaraa ulkopuolisille (esim. Materiaalitori)?

Vastaus:

4. Miten ylijäänyt puumateriaali (ei jäte) varastoitiin?

Vastaus:

## **V PUUNKÄYTTÖÖN JA PUUJÄTTEESEEN PEREHDYTTÄMINEN**

1. Työntekijöiden perehdytys ja suoritukset

1.1. Miten työntekijät perehdytettiin puujätteen lajitteluun?

Vastaus:

1.2. Tapahtuiko puujätteen lajittelussa virheitä?

Vastaus:

1.3. Annettiinko työntekijöille perehdytystä puumateriaalin käyttöön, käsittelyyn ja suojaamiseen?

Vastaus:

1.4. Tapahtuiko puumateriaalin käytössä, käsittelyssä tai suojaamisessa virheitä (jotka johtivat ylimääräisen jätteen syntymiseen)?

Vastaus:

1.5. Oliko jätehuoltoyritys järjestänyt kohteen toimihenkilöille koulutuksen jätehuoltoon liittyen?

Vastaus:

## **VI TYÖMAALOGISTIIKKA & KOHTEEN KIERRÄTYSASTE**

1. Aiheutuiko työmaajärjestyksestä ylimääräistä puujätteen syntymistä (esim. ylimääräisistä siirtelyistä aiheutuneet vauriot puumateriaalille)?

Vastaus:

2. Järjestettiinkö kohteessa erikoisjätehuoltoa jollekin erityiselle materiaalille mitä syntyi paljon? (esim. kyllästetyn puun erikoiskierrätys)

Vastaus:

3. Mikä oli kohteen kierrätysaste: kokonaiskierrätysaste ja puujätteen kierrätysaste?

Vastaus: