



Kierrättäminen ja sen ennustaminen uudiskerrostalotyömaalla

Toteuman kertymä pitkin uudiskerrostalotyömaata

Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö
Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka, insinööri (AMK)

Kevät 2024

Heidi Harju

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka, insinööri

Tekijä Heidi Harju

Työn nimi Kierrättäminen ja sen ennustaminen uudiskerrostalotyömaalla

Ohjaaja Jarno Pölonen (HAMK), Leo Hintikka (Bonava Suomi Oy)

Tiivistelmä

Vuosi 2024

Tämä opinnäytetyö käsittelee uudiskerrostalotyömaalla syntyviä jätteitä, kierrättämistä ja kierrätysastetta. Rakennussektorin vaikutukset ilmastovaikutuksiin ovat suuret ja niiden pienentämiseen pyritään eri keinoin, kuten ilmastotavoitteilla, lainsäädännöllä sekä kierrättämisen ja kiertotalouden kehittämisellä. Suomessa syntyy vuosittain noin 1,6 miljoonaa tonnia rakennusjätettä, josta 16 % syntyy uudiskerrostalotyömailla.

Rakentamisessa syntyvälle jätteelle on asetettu lainvaatima 70 % kierrätysastetavoite, jota ei Suomessa yleisesti vielä ole saavutettu. Kierrätysastetavoite rakennusjätteelle koskee kaikkia rakennusalalla toimivia sektoreita.

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on selvittää merkittävimmät syntyvät jätelajit projektin aikana sekä löytää keinoja ennustaa kierrätysastetta uudiskerrostalotyömaalla, jotta voitaisiin saavuttaa lainvaatima rakentamisessa syntyvien jätteiden 70 % kierrätysastetavoite. Tässä opinnäytetyössä tarkasteltiin työn tilaajana toimivan Bonava Suomi Oy:n viiden pääkaupunkiseudulla vuoden 2023 aikana valmistuneen työmaan muodostunutta jätekertymää, -lajeja ja toteutunutta kierrätysastetta.

Tarkasteltavista työmaista kaksi viidestä saavutti lainvaatiman tavoitearvon 70 %. Viiden työmaan kierrätysasteen keskiarvo oli noin 64 %. Suurimman jätevirran jokaisella tarkastellulla työmaalla muodosti betoni- ja kivijäte sekä energiantuotantoon hyödynnettävä, ei kierrätysasteeseen luettava, jäte. Energiantuotantoon hyödynnettävästä jätteestä suurimman osuuden muodostivat rakennusjäte ja sekalainen puujäte.

Haastatteluiden perusteella kierrättämisen edistävinä tekijöinä koetaan hyvä ennakkosuunnittelu, jätehuollon valvonta ja asenne kierrätystä kohtaan. Asenteella koetaan olevan iso vaikutus kierrätyksen toteuttamisessa. Toimintatapojen ja ilmenneiden ongelmien nostaminen esille luo mahdollisuuksia parantaa toimintaa. Haasteiden, kuten tilan puutteen ja lajittelultaan haastavien jätelajien, tiedostaminen auttaa ennakoivien toimien toteuttamisessa. Kommunikaation sekä jäteraporttien avulla voidaan löytää uusia kierrätysastetta edistäviä toimintatapoja.

Tulevan työmaan jätekertymää ja kierrätysasteen saavuttamista voidaan olemassa olevan tiedon sekä toimintatapojen avulla ennustaa. Parempaa kierrätystoimintaa ja kierrätysastetta voidaan ennustaa lähtökohtaisesti varautumalla tunnistettuihin haasteisiin sekä asenteisiin toimintatapoja korostaen. Keinoja kierrätysasteen ennustamiseksi ovat merkittävimpien jätevirtojen tunnistaminen, työmaan jätehuollon toimivuuden suunnittelu helpoksi ja kierrätystä edistäväksi, materiaalihokkuus sekä yhteistyö jätehuoltokumppanin kanssa.

Avainsanat Kierrätys, kierrätysaste, uudisrakentaminen, kerrostalo, kiertotalous

Sivut 56 sivua ja liitteitä 2 sivua

Construction and Civil Engineering, Bachelor of Engineering Abstract
Author Heidi Harju Year 2024
Subject Recycling and its prediction along the construction site of a new apartment
 building
Supervisors Jarno Pölönen (HAMK), Leo Hintikka (Bonava Suomi Oy)

This thesis deals with the generated waste, recycling and recycling rate at a new apartment building site. The effects of the construction sector on the climate are significant, and ways to reduce them are constantly being developed, by different means, such as, climate change aims, legislation, the development of recycling and the circular economy. In Finland, approximately 1.6 tons of construction waste is annually generated, of which 16 % is generated on the new apartment building sites. The legally required recycling rate target for the waste generated in construction sites in Finland is 70 %, which is not yet generally reached in Finland.

The aim of the thesis is to find ways to predict the recycling rate at a new apartment building site and find out the most significant types of waste generated during the project, in order to be able to reach the legally required 70 % recycling rate target for construction waste. In this thesis the waste accumulation, waste types and recycling rate of five construction sites completed during 2023 in the capital region were examined. The construction sites were operated by Bonava Suomi Oy, a company that served as the commissioner of this thesis.

Two of the five examined construction sites achieved the legally required 70 % recycling rate. The average recycling rate of the five construction sites was approximately 64 %. The largest waste stream at each examined site was concrete and stone waste. Also, the waste used for energy production uses which is not counted in the recycling rate constituted a large amount of all waste. The largest amount of energy production waste types were construction waste and assorted wood waste.

Based on the interviews conducted for this thesis, the factors that promote recycling are proper planning, control of waste management and attitudes towards recycling. Bringing up arisen problems and possible methods creates opportunities to improve operations. Awareness of challenges, such as lack of space and waste types that are difficult to sort, helps in implementing proactive measures. Communication and waste reports are ways to predict and find new methods to promote the recycling rate.

The waste accumulation and the recycling rate of a forthcoming construction site can be predicted with the help of the existing information and the present methods. Better recycling and the recycling rate can be predicted emphasizing methods of operation and thus influencing known challenges and attitudes. Ways to predict the recycling rate are awareness of the most significant waste streams, easy-to-implement strategies for the waste management and recycling on the construction site, material efficiency and cooperation with a waste disposal partner.

Keywords Recycling, recycling rate, new construction, apartment building, circular
 economy
Pages 56 pages and appendices 2 pages

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Rakentamisen ilmastovaikutukset	2
2.1	Rakentamisen päästöt	2
2.2	Rakennusala koskevat ilmastotavoitteet	4
2.3	Rakentamisen ilmastovaikutuksia ohjaavat lait ja asetukset.....	5
2.4	Rakentamisen ilmastovaikutusten arviointi.....	6
3	Kiertotalous rakennusalaalla	7
3.1	Kiertotalouden määritelmä	7
3.2	Kiertotalouden ja kierrättämisen ero.....	8
3.3	Kiertotalouden tavoitteita.....	9
3.4	Kiertotalouden haasteet rakennusalaalla	10
4	Jätteet ja kierrättäminen uudiskerrostalotyömaalla	12
4.1	Jätteen määritelmä	12
4.2	Uudiskerrostalotyömaalla syntyvät jätteet ja niiden ennakointi	14
4.3	Rakentamista koskeva jäte- ja kierrätyslainsäädäntö	16
4.4	Kierrätysaste ja jätteiden hyödyntäminen rakennusalaalla	17
4.5	Kierrättämisen haasteet ja keinoja sen edistämiseksi työmaalla	20
4.6	Kierrätysmateriaalien hyödyntämismahdollisuuksia uudiskerrostalorakentamisessa.....	22
5	Kierrättämisen ennustaminen uudiskerrostalotyömaalla.....	23
5.1	Aiheen rajaaminen ja tutkimusaineisto	23
5.2	Merkittävimmät jätevirrat ja kierrätysasteet rakennusvaiheittain	24
5.2.1	Perustukset	24
5.2.2	Runkovaihe	27
5.2.3	Sisävalmistusvaihe	30
5.2.4	Viimeistely- ja luovutusvaihe.....	33
5.3	Jätekeräytymän ja kierrätysasteen yhteenveto	36
5.4	Haastattelut.....	40
5.4.1	Haastatteluiden toteutus	40
5.4.2	Haastatteluiden yhteenveto	41
5.5	Yhteenveto kierrättämisen ennustamisesta uudiskerrostalotyömaalla.....	45
6	Pohdinta.....	47
	Lähteet	49

Kuvat, taulukot ja kaavat

Kuva 1. Rakennussektorin päästöjen osuus Suomen kokonaispäästöistä	2
Kuva 2. Talonrakentamisen päästöjen muodostuminen	3
Kuva 3. Hiilijalan- ja hiilikädenjälkeen vaikuttavat tekijät	4
Kuva 4. Elinkaaren päästöjen arvioinnin osat.....	6
Kuva 5. Materiaalin kiertokulku kiertotalousmallissa	7
Kuva 6. Kierrätys- ja kiertotalousmalli	8
Kuva 7. Kiertotalouden yleisimmät haasteet rakennusalalla.....	10
Kuva 8. Jätteen määritelmä	13
Kuva 9. Ei-enää-jätettä-kriteerit.....	14
Kuva 10. Jätteiden kertymät sektoreittain ja jätelajeittain 2019, 1 000 tonnia vuodessa.	14
Kuva 11. Syntyneen rakennusjätteen määrä ja kierrätysaste 2015–2020	18
Kuva 12. Talonrakentamisen jätteiden materiaalityyppien kierrätysasteet.	19
Kuva 13. Jätehierarkia.	20
Kuva 14. Tarkasteltavien työmaiden asuntomäärät.....	23
Kuva 15. Työmaiden kokonaisjättemäärät perustuvaiheessa.	25
Kuva 16. Perustuvaiheessa syntyneet jätelajit.....	26
Kuva 17. Jätteiden kierrätyksen ja muun käsittelyn jakauma perustuvaiheessa.	27
Kuva 18. Työmaiden kokonaisjättemäärät runkovaiheessa.....	27

Kuva 19. Runkovaiheessa syntyneet jätelajit.	29
Kuva 20. Jätteiden kierrätyksen ja muun käsittelyn jakauma runkovaiheessa.	30
Kuva 21. Työmaiden kokonaisjättemäärät sisävalmistusvaiheessa.	31
Kuva 22. Sisävalmistusvaiheessa syntyneet jätelajit.	32
Kuva 23. Jätteiden kierrätyksen ja muun käsittelyn jakauma sisävalmistusvaiheessa.	33
Kuva 24. Työmaiden kokonaisjättemäärät viimeistely- ja luovutusvaiheessa.	34
Kuva 25. Viimeistely- ja luovutusvaiheessa syntyneet jätelajit.	35
Kuva 26. Jätteiden kierrätyksen ja muun käsittelyn jakauma viimeistely- ja luovutusvaiheessa.	36
Kuva 27. Jätteiden osuudet eri rakennusvaiheissa.	37
Kuva 28. Jätteiden jatkokäsittelyyn sijoittuminen rakennusvaiheittain.	39
Kuva 29. Yhteenveto työmaiden saavutetusta kierrätysasteesta.	39
Kuva 30. Vertailu mielipiteistä palkkiomenetelmää kohtaan kierrätysastetavoitteen saavuttamisessa.	43

Liitteet

Liite 1.	Haastattelukysymykset
----------	-----------------------

1 Johdanto

Kierrättämisellä sekä kiertotalouden edistämällä on suuri vaikutus rakennussektorin aiheuttamien kasvihuonekaasupäästöjen määrän vähentämiseen. Tällä hetkellä rakennussektorin kasvihuonekaasupäästöjen osuus on valtakunnallisesti ja kansainvälisesti merkittävä. Suomessa se tuottaa noin kolmasosan kaikista muodostuneista kasvihuonekaasupäästöistä. Päästöjen vähentämistä ja kiertotalouden edistämistä varten on asetettu tavoitteita, joiden tarkoitus on ilmastonmuutoksen hillitsemisen lisäksi edistää materiaalien hyödyntämistä sekä vähentää jätteen muodostumista.

Jätteistä on nykypäivänä muodostunut tärkeä resurssi myös rakennusalalla. Jätteiden lajittelu ja kierrätys auttavat pienentämään ympäristövaikutuksia, kun mahdollisimman suurin osa jätteistä voidaan kierrättää tai muulla tavoin hyödyntää. Kierrättämisellä ja jätteiden hyödyntämisellä on myös taloudellisuuden kannalta myönteisiä vaikutuksia. Kierrättämisen avulla edistetään myös kiertotalouden tavoitteita, jolloin tuotteiden ja materiaalien uudelleenkäytöllä ehkäistään elinkaaren päättymistä liian aikaisin sekä uusien valmistuksesta aiheutuvien päästöjen syntymistä.

Opinnäytetyön tavoitteena on selvittää, mitkä jätelajit vaikuttavat merkittävästi uudiskerrostalo työmaan kierrätysasteeseen projektin aikana sekä löytää keinoja kierrätysasteen lopputuloksen ennustamiseen. Jätekertymän ja kierrätystoiminnan tarkastelulla pyritään löytämään työkaluja ennakoida kierrätysastetta sekä tunnistaa kierrätysasteeseen vaikuttavat jätevirrat.

Tämän opinnäytetyön tilaaja on uudisasuntorakennuttaja Bonava Suomi Oy, jonka toiminta Suomessa sijoittuu pääkaupunkisudulle, Turkuun ja Tampereelle. Opinnäytetyössä selvitetään tilaajalta saadun aineiston avulla jo valmistuneiden uudiskerrostalo työmaiden merkittävimpien jätelajien kertyminen eri rakennusvaiheissa sekä niiden vaikutus kierrätysasteeseen. Bonava Suomi Oy:n tuotannon keskittyessä uudisasuntotuotantoon, josta suurin osa on kerrostaloja, tämän opinnäytetyön sisältö käsittelee pelkästään uudiskerrostalo työmaalla syntyviä jätteitä ja kierrätystoimintaa.

2 Rakentamisen ilmastovaikutukset

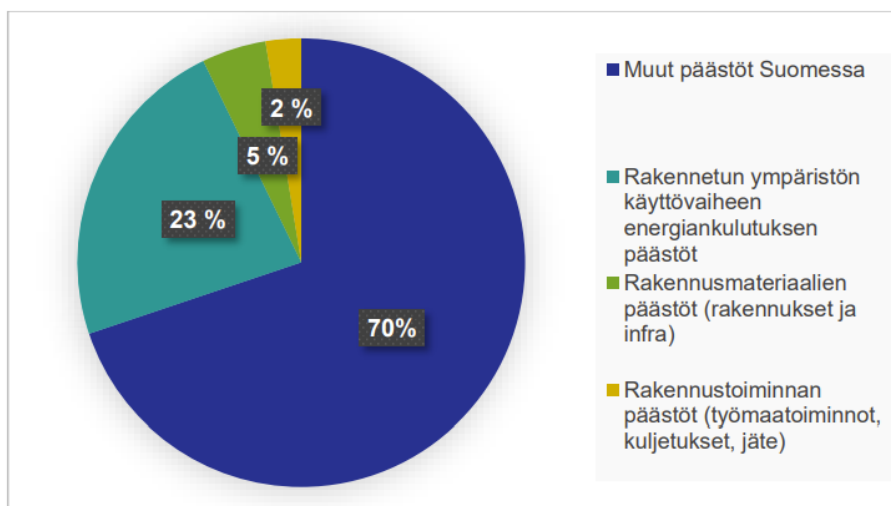
Rakentamisesta aiheutuvien päästöjen pienentämiseen kohdistuu odotuksia ja paineita, koska rakennusalan osuus ilmastovaikutuksista on suuri. Näin ollen sillä on myös ratkaiseva merkitys ilmastonmuutoksen hillinnässä. Keinoja rakentamisen kasvihuonekaasupäästöjen pienentämiseen kehitetään jatkuvasti, esimerkiksi kierrättämisen ja kiertotalouden edistämisen avulla. Myös vuonna 2025 tulee voimaan uusi rakentamisen lainsäädäntö, jossa ilmastovaikutusten hillitseminen on aiempaa enemmän huomioitu.

2.1 Rakentamisen päästöt

Rakennussektorilla on merkittävä vaikutus kasvihuonekaasupäästöjen osuuteen sekä valtakunnallisesti, että maailmanlaajuisesti (Sankelo & Alhola, 2020, s.1). Suomen kasvihuonekaasupäästöistä rakentaminen tuottaa noin kolmannesosan (Ympäristöministeriö, n.d.). Kuvassa 1 on esitetty, kuinka rakennussektorin päästöt muodostuvat.

Rakentamisvaiheen päästöt muodostuvat raaka-aineiden ja rakennusmateriaalien valmistuksesta, kuljetuksista, rakennusjätteistä, rakennustyömaan käyttöönottamisesta sekä maansiirroista (Ruuska ym., 2013, s. 7).

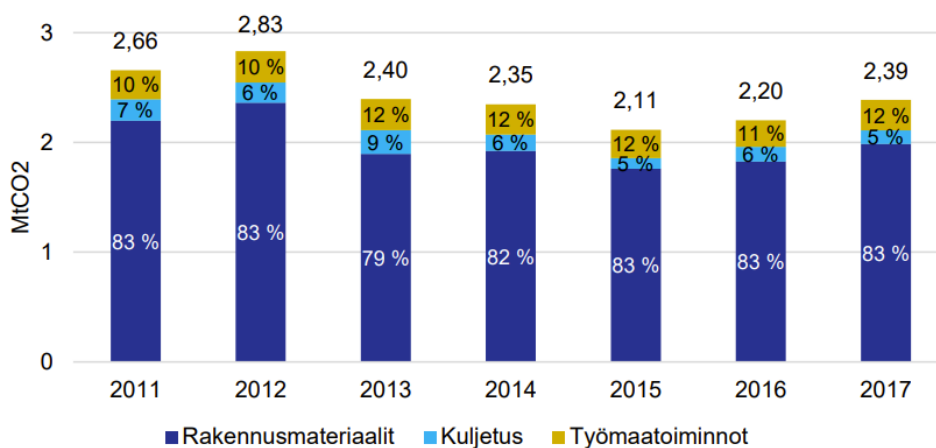
Kuva 1. Rakennussektorin päästöjen osuus Suomen kokonaispäästöistä (Raivio ym., 2020, s. 9).



Kasvihuonekaasupäästöjä aiheuttaa merkittävästi rakennusmateriaalien valmistuksesta. Päästöjä runsaasti tuottaa myös uudisrakentamisessa yleisesti käytettävä betoni, jossa raaka-aineena käytettävä sementti tuottaa paljon päästöjä. (Finnsementti Oy, 2020, s. 10). Merkittävä päästöjä aiheuttava rakennusmateriaali on myös teräs. Koko maailman kasvihuonekaasuista rauta- ja terästeollisuus tuottaa 7 %. (Basson, 2023)

Talonrakentamisessa päästöt muodostuvat rakennusmateriaaleista, työmaatoiminnoista ja kuljetuksista [kuva 2] (Laine ym., 2022). Uudisrakentamisessa syntyviin päästöihin pystytään parhaiten vaikuttamaan hankkeen suunnitteluvaiheessa. Uudisrakentaminen tulisi toteuttaa mahdollisimman vähähiilisesti, esimerkiksi valitsemalla vähäpäästöisiä rakennusmateriaaleja ja minimoimalla työmaan aiheuttamia päästöjä ja materiaalihävikkiä. (Sankelo & Alhola, 2020, s. 9)

Kuva 2. Talonrakentamisen päästöjen muodostuminen (Laine ym., 2022, s. 27).



Hiilijalanjälki tarkoittaa tuotteen, toiminnan tai rakennuksen elinkaaren aikana aiheutuvaa haitallista ilmastokuormaa eli sitä, kuinka paljon niiden elinkaaren aikana syntyy kasvihuonekaasuja eli päästöjä (RT 103170, 2020, s. 2). Kasvihuonekaasuja rakentamisessa syntyy tuotteiden valmistuksesta, työmaan toiminnasta, rakennusten käytöstä sekä elinkaaren lopusta [kuva 3]. Kun puhutaan vähähiilisestä rakennuksesta, tarkoitetaan sillä rakennuksen elinkaaren hiilijalanjäljen, eli päästöjen, olevan mahdollisimman pieni (Ympäristöministeriö, n.d.-a). Hiilikädenjälki kuvaa vastaavasti elinkaaren aikana muodostuvia positiivisia ilmastovaikutuksia (RT 103170, 2020, s. 2). Hiilikädenjäljen muodostamat positiiviset vaikutukset eivät syntyisi ilman rakennushanketta. Positiivisia ilmastovaikutuksia ovat mm. rakenteisiin sitoutunut hiili, istutetut kasvit ja puut sekä kierrätettyjen rakennustuotteiden avulla säästetyt päästöt [kuva 3].

Kuva 3. Hiilijalan- ja hiilikädenjälkeen vaikuttavat tekijät (Hoivatilat, 2020).



Ilmastonmuutoksen hillitsemisessä rakennusten hiilijalanjäljen pienentämisellä on suuri vaikutus. Keinoja pienentämiseen kehitetään jatkuvasti esimerkiksi kiertotalouden huomioimisella suunnitteluvaiheessa. Rakennuksen elinkaaren hiilijalanjälki muodostuu rakennusmateriaalien tuottamisesta, kuljetuksesta, työmaatoiminnoista, kunnossapidosta ja korjauksesta, energiankulutuksesta, rakennuksen purkamisesta sekä materiaalien loppukäsittelystä. (Bionova Oy, 2017, s. 2) Esimerkiksi uuden asuinkerrostalon rakentamisen osuus elinkaaren hiilijalanjäljestä on 40 % (RT 103170, 2020, s. 12).

2.2 Rakennusala koskevat ilmastotavoitteet

Euroopan unionilla on tavoite saavuttaa hiilineutraalius vuoteen 2050 mennessä (FIGBC, n.d). Suomi on myös sitoutunut EU:n ilmastotavoitteisiin sekä Pariisin ilmastopimuksen asettamiin tavoitteisiin. Pariisin ilmastopimuksen tavoite on pyrkiä pitämään maapallon keskilämpötilan nousu alle kahden asteen ja pyrkiä rajaamaan ilmastonlämpeneminen 1,5 asteeseen (Ympäristöministeriö, n.d.-c). Suomen vastaava tavoite hiilineutraaliuuteen tähtää jo vuoteen 2035 (Sankelo & Alhola, 2020, s. 1). Tämänhetkisen päästökehityksen perusteella se ei vaikuta mahdolliselta saavuttaa (Siljander ym., 2023, s. 24).

Euroopan unionin hiilineutraaliustavoitetta varten on luotu Euroopan vihreän kehityksen ohjelma, jonka osana on taksonomia. Taksonomian tarkoitus on määritellä yhteisesti kestävät toiminnot, mukaan lukien uudisrakentamisen osalta asetettuja kriteereitä energiatehokkuudesta. (FIGBC, n.d) Suomessa Ympäristöministeriö on laatinut tiekartan, jonka avulla vähennettäisiin rakentamisen ja erityisesti rakennusmateriaalien hiilijalanjälkeä sekä edistettäisiin rakennusalaan koskevia ilmastotavoitteita. Tiekartan säädösohjaus kohdistuu ensisijaisesti uudisrakentamiseen. (Ympäristöministeriö, n.d.-d)

Ilmastotavoitteiden saavuttamiseksi rakentamisessa tarvitaan erilaisia ratkaisuja. Päästöjä aiheuttavien toimintojen, kuten rakennusmateriaalien valmistamisen, korvaaminen vähäpäästöisillä tai kierrätetyillä vaihtoehdoilla edistäisi päästöjen pienentämistä ja asetettujen tavoitteiden saavuttamista. (Landström ym., 2021, s. 6)

2.3 Rakentamisen ilmastovaikutuksia ohjaavat lait ja asetukset

Rakennusalaan ilmastovaikutuksia, kuten päästöjä ja niiden kehitystä, ohjaavat ohjeistuksien sekä tavoitteiden lisäksi lait ja asetukset. Ympäristöministeriön tavoite on mm. saada ohjattua rakennuksen elinkaaren aikaisia päästöjä ja hiilijalanjälkeä lainsäädännön avulla 2020-luvun puoliväliin mennessä. (Ympäristöministeriö, n.d.-d) Suomessa ilmastotavoitteiden suunnittelua ja toteutusta ohjaa Ilmastolaki. Lain tarkoitus on tehostaa ilmastonmuutoksen hillitsemiseen tähtääviä toimenpiteitä ja ohjata vähentämään ihmisen toiminnasta aiheutuvia kasvihuonekaasupäästöjä vuoteen 2035 mennessä. (Ilmastolaki 423/2022 § 1)

Rakennusalan ilmastovaikutuksia ja päästöjen vähentämistä ohjaa vuoteen 2025 asti Maankäyttö- ja rakennuslaki. Lain tueksi on Maankäyttö- ja rakennusasetus, jossa mm. ohjataan selvittämään suunnitteluvaiheessa hankkeen tulevat ympäristöarvot, joita esimerkiksi rakennusmateriaalit aiheuttavat (Maankäyttö- ja rakennusasetus 10.9.1999/895 § 55). Rakentamista koskeva lainsäädäntö uudistetaan vuonna 2025 ja tuleva laki huomioi tarkemmin esimerkiksi rakennuksen elinkaaren alussa syntyvät päästöt, rakennusmateriaalien valmistuksen aiheuttamat päästöt, rakennusjätteen synnyn ehkäisemisen sekä kiertotalouden kehittämisen (Ympäristöministeriö, n.d.-d).

2.4 Rakentamisen ilmastovaikutusten arviointi

Ilmastovaikutusten arvioimiseen on kehitetty erilaisia arviointimenetelmiä, ympäristöluokituksia ja tietokantoja. Arviointimenetelmien avulla arvioidaan ja ennustetaan rakentamisessa vapautuvien päästöjen määrää. Paras aika arvioinnille on rakennuksen suunnitteluvaiheen aikana, jolloin voidaan vielä vaikuttaa uuden rakennuksen päästöihin. Kyseisessä vaiheessa on myös jo tarpeeksi tietoa käyttöön tulevista materiaaleista. (Ympäristöministeriö, n.d.-a)

Rakentamisen ilmastovaikutusten arviointia varten tarvitaan tietoja päästöistä. Suomessa on luotu avoin ja maksuton päästötietokanta rakentamisessa käytettävien tuotteiden, prosessien ja palveluiden keskimääräisistä päästöistä, hiilijalanjäljestä sekä hiilikädenjäljestä (Suomen ympäristökeskus, 2023). Sen tavoitteena on yhdenmukaistaa rakennusten elinkaaren ilmastovaikutusten laskentaa. Päästötietokannan tiedot perustuvat julkisiin lähteisiin, joiden perusteella on tehty vertailua keskiarvojen saamiseksi. Tietokannasta löytyy myös tietoa kierrätyksestä sekä jätteiden käsittelyn aiheutuvista ja hyvitetyistä päästöistä. (Ympäristöministeriö, 2021)

Rakentamisen ilmastovaikutuksia arvioidaan mm. elinkaariarvioinnin menetelmällä, johon päästötietokannasta saatuja tietoja hyödynnetään ja arvioidaan kansainvälisten EN-standardien ohjaamana. Elinkaariarvioinnissa tarkastellaan ja arvioidaan jonkin rakentamisessa käytettävän tuotteen tai palvelun ympäristövaikutuksia. Elinkaariarviointi auttaa pyrkimään vähähiiliseen rakentamiseen sekä kiertotalouden hyödyntämiseen uuden rakennuksen rakentamisessa. Elinkaariarviointi kokonaisuudessaan kattaa arvioinnin tietyn päästön tai ympäristövaikutuksen osalta koko rakennuksen elinkaaren alusta loppuun tai vain tietyltä osalta tuotantoprosessista [kuva 4]. (Bionova Oy, 2017, ss. 22–23)

Kuva 4. Elinkaaren päästöjen arvioinnin osat (Ympäristöministeriö, 2019, s. 12).



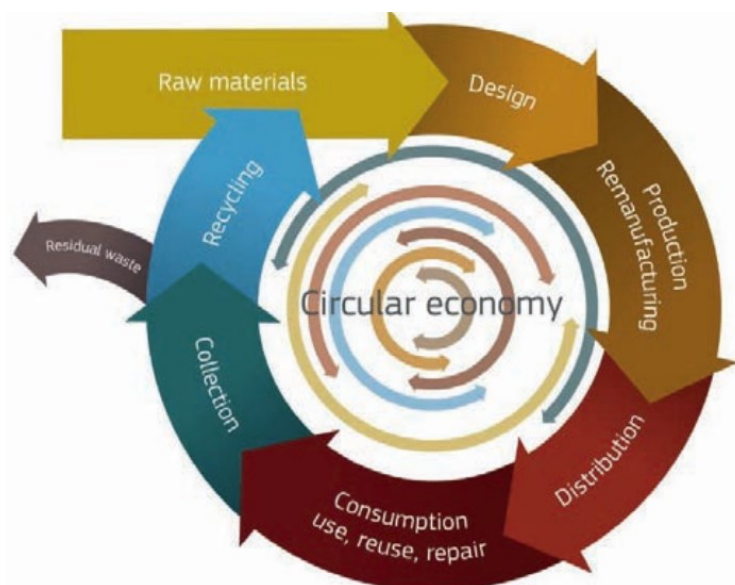
3 Kiertotalous rakennusalalla

Kiertotalouden tarjoamien mahdollisuuksien avulla myös rakennusalalle muodostuu keinoja osallistua ilmastonmuutoksen hillintään ja ehkäisemään luonnon monimuotoisuuden vähenemistä. Kiertotalouden ajattelumallilla pyritään pitämään materiaalit pitkään käytössä, ehkäistä jätteiden syntymistä ja näin ollen edistää luonnon monimuotoisuuden säilymistä. Rakentamisessa kiertotaloustoiminnan hyödyntämistä hidastavat mm. haasteet kierrättämisessä, tiedon puute sekä muut markkinoihin liittyvät kysymykset. Näitä haasteita pyritään kuitenkin ratkaisemaan ja edistämään tulevaisuudessa myös lain voimin.

3.1 Kiertotalouden määritelmä

Kiertotaloudella tarkoitetaan talousmallia, joka toimii apukeinona ilmastokriisin, luontokadon sekä luonnonvarojen ylikulutuksen hillitsemisessä. Kiertotalouden ajatuksena on pyrkiä pitämään tuotteet ja materiaalit käytössä mahdollisimman pitkään. Kiertotalous ei käsitä pelkästään tuotteita ja materiaaleja, vaan sillä tarkoitetaan myös palveluita, korjaamista ja jakamistaloutta. (Ympäristöministeriö, n.d.-e) Kiertotalous perustuu materiaalien kiertokulkuun, jossa jätteiden syntymistä ehkäistään ja materiaalien uudelleenkäyttöä edistetään (Sjöstedt, 2016). Kuvassa 5 on esitetty materiaalin toivottu kiertokulku kiertotalousajattelun pohjalta.

Kuva 5. Materiaalin kiertokulku kiertotalousmallissa (European commission, 2014).

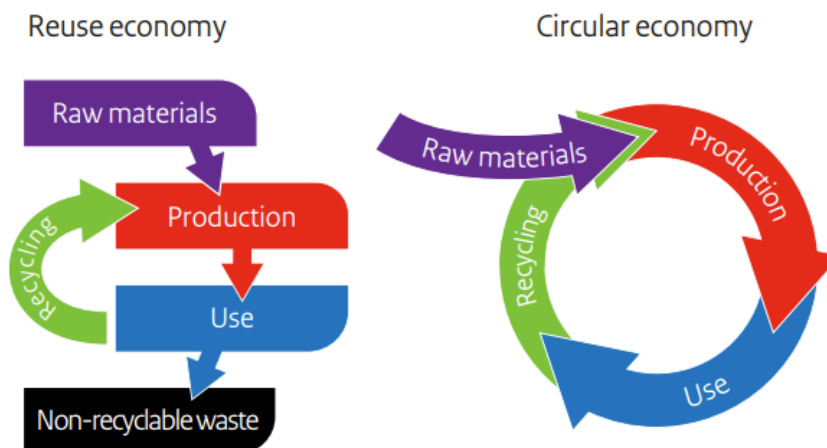


Kiertotalousajattelu vaikuttaa myös rakennusalalla ja sitä voidaan edistää koko rakennuksen elinkaaren aikana. Se luo mahdollisuuksia ilmastonmuutoksen hillitsemiseen ja luonnon monimuotoisuuden köyhtymisen ehkäisemiseen. Näitä mahdollisuuksia ovat esimerkiksi rakennusmateriaalien uusiokäyttö, kierrättäminen, uusien tuotteiden valmistuksesta aiheutuvien päästöjen sekä jätteiden synnyn ehkäiseminen. Kiertotalouden edistämistä auttaa uuden rakennuksen rakentamista koskevan suunnitteluvaiheen valinnat. Rakennusmateriaalivalinnoilla voidaan ennakoida myös materiaalien hyödyntämismahdollisuuksia tarpeen tullessa, esimerkiksi rakennuksen elinkaaren lopussa. (Ympäristöministeriö, n.d.-f)

3.2 Kiertotalouden ja kierrättämisen ero

Kiertotaloudella ja kierrättämisellä on yhteinen tavoite luonnonvarojen säästämässä (Ympäristöministeriö, n.d.-e). Jätettä ei nykyisin pelkästään nähdä taakkana, vaan tärkeänä resurssina, joka huomioidaan kiertotaloudessa ja kierrättämisessä (Turunen, 2018, s. 17). Kierrätys ja kiertotalous eivät kuitenkaan tarkoita samaa asiaa, vaan kierrättäminen on osa kiertotalouden toimintamalleja (Sjöstedt, 2016). Kiertotalous on kierrätystä laajempi käsite, jossa myös näkökulma eroaa [kuva 6]. Kierrätyksessä keskitytään ainoastaan tuotteen tai materiaalin elinkaaren loppuun eli jätteeseen. Siinä jäte pyritään palauttamaan käyttöön uuden materiaalin tai tuotteen raaka-aineena. (Kiertotalousosaamiskeskus, n.d.)

Kuva 6. Kierrätys- ja kiertotalousmalli (Netherlands Government, 2016, s.15).



Kiertotalousajattelulla on tapa nähdä ja ymmärtää jätteitä, varmistaa luonnonvarojen kestävyys ja minimoida hukka (Turunen, 2018, s. 17). Se pyrkii saavuttamaan eri keinoin ilmastokriisin hillintään asetettuja tavoitteita ja hiilineutraaliutta. Kiertotalous huomioidaan tuotteen tai materiaalin koko elinkaaren toiminnassa alusta loppuun. Verrattuna kierrätykseen, jossa jäte on pääosassa, kiertotalous vaikuttaa tuotteen tai materiaalin suunnitteluun, raaka-aineisiin, käyttöön ja kierrätykseen. Kun huomioidaan koko elinkaaren toiminta, on kiertotaloudella tällöin suurempi vaikutus ympäristöön. (Piha, 2018)

3.3 Kiertotalouden tavoitteita

Kiertotaloudella on useita ympäristönsuojeluun liittyviä tavoitteita. Kiertotalous tavoittelee luonnon monimuotoisuuden suojelua, vähähiilisyttä sekä kestävää yhteiskuntaa. Pää tavoite on säästää resursseja ja vähentää jätteiden syntymistä. (Turunen, 2018, s. 18) Resurssien säästämisen ajatuksena on pyrkiä irrottautumaan lineaarisesta talousmallista. Linearisella taloudella tarkoitetaan tuotteen tai materiaalin elinkaarta, joka valmistetaan neitseellisistä raaka-aineista, kulutetaan käytössä ja sen jälkeen hävitetään. Linearisessa talouden mallissa hyödytään edullisista ja helposti saatavista raaka-aineista, jotka eivät elinkaaren loppunsa jälkeen palaudu kiertoon. (Kiertotalousosaamiskeskus, n.d.) Kiertotaloudessa ei myöskään tavoitella pelkästään materiaalin tai tuotteen valmistamiseen liittyvien resurssien säästämistä, vaan tavoitteena on myös kulutuksen lisäksi tavoitella palveluiden, kuten jakamisen ja vuokraamisen, avulla kiertotaloutta. (Sitra, n.d.)

Suomella on tavoitteita kierrätöudessa sekä sen edistämässä ja Suomi tavoitteleeekin asemaa pyrkiä kärkimaaksi kierrätöuden saralla vuoteen 2035 mennessä. Siirtymä edistyy hitaasti, mutta kierrätöusohjelman avulla tavoitetta on mahdollista lähestyä.

Kierrätöusohjelma sisältää mm. lineaarisen talouden vähentämiseen liittyviä tavoitteita. Kierrätöuden kärkimaan tittelin saavuttamiseksi vuoteen 2035 mennessä tarvitsee mm. vähentää kotimaan primääriraaka-aineiden, eli neitseellisten raaka-aineiden, kokonaiskulutusta sekä kaksinkertaistaa resurssien tuottavuus ja materiaalien kierrätöusaste. (Kaariaho & Pirtonen, 2022)

Kierrätöus edistää ja tarjoaa ratkaisuja erityisesti päästöjä aiheuttavien rakennusmateriaalien osalta. Rakentamisessa kierrätöoutta voidaan edistää hyödyntämällä mahdollisimman paljon uudelleen käytettäviä tuotteita, jolloin säästettäisiin luonnonvaroja ja samalla vähennettäisiin uusien tuotteiden aiheuttamia päästöjä. Uuden rakennuksen suunnitteluvaiheessa voidaan pyrkiä ennakoimaan rakennuksen kierrätöuspotentiaalia. Suunnitteluvaiheessa pystytään vaikuttamaan rakennusosien ja -materiaalien valintoihin

parhaiten kierrätettävyyden tai uudelleen käytettävyyden kannalta sekä suunnitella rakennus monikäyttöiseksi, muunneltavaksi, helposti huollettavaksi ja korjattavaksi.

(Ympäristöministeriö, n.d.-f)

Kiertotalouden tavoitteiden saavuttamisella avautuu merkittäviä etuja, kuten edullisempia materiaaleja ja luonnonvarojen säästymistä. Jätehuollon sijoituspaikkojen ja muiden jätehuollon toimien tarve vähentyy, jolloin se näkyy myös kustannuksissa. Kiertotalouden hyödyt ovat siis ympäristölle suotuisia, mutta myös taloudellisesti eduksi. (Turunen, 2018, s. 19) Luonnonvarojen säästymisen lisäksi kierrätys edesauttaa energian säästämässä (Suomen ympäristökeskus, 2022).

3.4 Kiertotalouden haasteet rakennusalalla

Kiertotalousmallin hyödyntäminen rakennusalalla ei kuitenkaan kaikkien etujensa myötä ole täysin haasteetonta. Haasteita kiertotalouden edistämässä rakennusalalla tuottavat sääntely, asiantuntijuuden ja tiedon puute, taloudelliset näkökulmat sekä markkinat [kuva 7]. (HSY, n.d.) Myös asenteet ja uusien toimintatapojen käyttöönotto ovat kiertotalouden edistämisen haasteena.

Kuva 7. Kiertotalouden yleisimmät haasteet rakennusalalla (HSY, n.d.).



Sääntelyn haasteita ovat lainsäädännön puutteet, sillä nykyinen lainsäädäntö ei määrittele kriteereitä tai ohjaa kiertotalouden ratkaisujen käyttämistä. Myös materiaaleille on asetettu vaatimuksia, jolloin käytettyjen materiaalien kelpoisuus tulisi todentaa. Sääntely vaikuttaa myös kiertotalousratkaisujen käyttöön virkamiestasolla, jolloin rakennusvalvonta voi joutua vastuuseen, jos hyväksytty ja käytetty kiertotalouden ratkaisu osoittautuikin ongelmalliseksi. Tämän vuoksi säännöt rakennuslalla tulkitaan tiukasti ja yleensä varman päälle. (HSY, n.d.) Ilmastomuutoksen torjunta sekä kiertotalouden vauhdittaminen on kuitenkin otettu kattavammin osaksi rakentamista koskevaa lainsäädäntöä vuonna 2025 voimaan tulevassa uudistuneessa rakentamislaisissa (Ympäristöministeriö, 2023).

Kiertotalousmallia hyödyntävää rakentamista on toteutettu vähän ja siksi kiertotaloutta ei vielä osata käyttää rakentamisessa. Uuteen perehtymisen sijaan tämä edistää asennetta rakentaa helposti samalla tavalla kuin aina ennen. Osaamattomuus hyödyntää käytettyjä materiaaleja sekä epävarmuus kierrätettävien ja uudelleenkäytettävien rakennusosien laadusta vaikuttavat valintoihin lineaaritalouden ja kiertotalouden välillä. (HSY, n.d.) Rakennuslalla toimijoiden yhteistyö ja avoimuus ratkaisujen äärellä voisi edistää kestävämpien ratkaisujen löytämistä.

Taloudelliset sekä markkinoiden kysymykset ovat läheisiä toisilleen kiertotalouden toteutuksen haasteellisuudessa. Taloudellisia haasteita tuottavat kiertotalousratkaisujen hinta, taloudellinen kannattavuus ja kannustimien puute. Uusista raaka-aineista tuotetut rakentamisessa käytettävät materiaalit voivat osoittautua lähes saman hintaiseksi kuin kierrätetyt ja uudelleenkäyttöön osoitetut tuotteet. (HSY, n.d.) Kierrätysmateriaalien kilpailukyky ei siis vielä ole yhtä hyvä (Kiertotalousosaamiskeskus, n.d.). Markkinoilla materiaalien hinta on usein pääkriteerinä vaihtoehtojen valinnassa, jolloin kiertotalouden kriteerit jäävät vähempiarvoiseksi. Ongelmia ovat myös aikataulut sekä kysynnän ja tarjonnan kohtaamattomuus, jolloin mahdollisuudet kiertotalousratkaisujen hyödyntämiselle ovat rajalliset.

4 Jätteet ja kierrättäminen uudiskerrostalotyömaalla

Rakentamisessa syntyvien jätteiden lajittelu ja kierrätys ovat kustannustehokasta sekä auttavat pienentämään haitallisia ympäristövaikutuksia. Rakennushankkeen suunnitteluvaiheessa voidaan pyrkiä ennakoimaan ja vähentämään rakentamisen aikana syntyvän jätteen määrää sekä ennustaa, miten eri jätelajit muodostuvat. Tämän myötä voidaan myös ennakoida kierrättämistä. Jätteiden lajittelu ja kierrättäminen vähentävät tarvetta uuden materiaalin valmistamiseen ja tällöin sillä on vaikutus ympäristön terveyden edistämisessä.

4.1 Jätteen määritelmä

Jätelaissa jätteeksi määritellään aine tai esine, jonka haltija on poistanut, poistamassa tai veloitettu poistamaan käytöstä. (Jätelaki 646/2011 § 5) Tällöin käytöstä poistettavat materiaalit ja tuotteet muodostuvat jätteiksi, jos ne eivät enää ole soveltuvia käyttöön. Jätteitä syntyy materiaalin tai tuotteen tuotantoketjun jokaisessa vaiheessa. (Suomen ympäristökeskus, 2022) Jätelaissa on määritelty eri tuotantoaloilta muodostuvien jätteiden tunnistukseen määritelmät, kuten rakennusjätteelle. Rakennusjäte tarkoittaa kiinteän rakennelman rakennustoiminoissa syntyvää jätettä (Jätelaki 646/2011 § 6).

Tuotteet, jotka poikkeavat jätteistä, muodostuvat tuotannon sivuvirroista ja ovat jätteen sijasta käyttökelpoisia materiaaleja tai tuotteita (Pusenius, 2017, s. 7). Sivutuotteita ei luokitella jätteeksi, jos niitä voidaan hyödyntää käyttöön sellaisenaan tai muunneltuna. Jos sivutuotetta ei voida turvallisesti ja kriteerien pohjalta tuottaa käyttöön, tällöin se luokitellaan jätteeksi. Jätelaissa on eritelty tarkemmin sivutuotteiden luokittelukriteerit. (Jätelaki 646/2011 § 5) Kuvassa 8 on esitetty jätteen määrittelyn kriteerit.

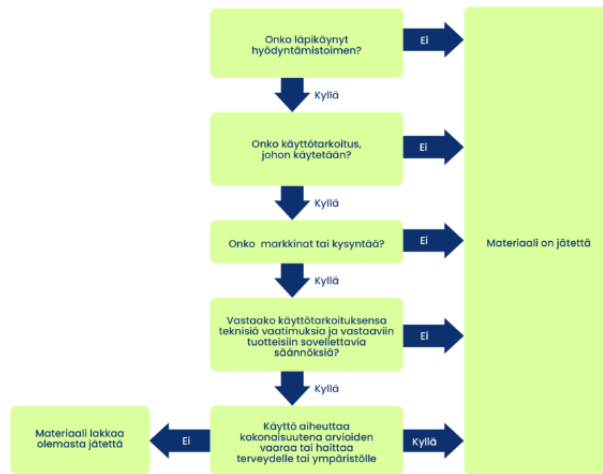
Kuva 8. Jätteen määritelmä (Kiertotalous Suomi, n.d.).



Jäte voidaan luokitella myös "ei-enää-jätettä" -kriteerien perusteella, jolloin sitä ei annettujen kriteerien perusteella luokitella jätteeksi [kuva 9]. Kierrätetty tai muuten hyödynnetty jäte ei ole enää jätettä, jos sitä voidaan hyödyntää uuteen käyttötarkoitukseen arviointiperusteiden ja laatuvaatimusten mukaisesti tai sillä on markkina-arvoa sekä sen käyttö ei aiheuta vaaraa tai haittaa. Näillä perusteilla jätteestä tuotetun materiaalin tai tuotteen saattajalla on vastuu varmistaa jätteen turvallisuus ja lainsäädännön mukaisuus. (Jätelaki 646/2011 § 5) EU sekä Suomen Valtioneuvosto on luonut "Ei-enää-jätettä" -kriteerit mm. teräs- ja lasiromulle sekä betonimurskeelle (Ympäristöministeriö, n.d.-g).

Kuva 9. Ei-enää-jätettä-kriteerit (Kiertotalous Suomi, n.d.).

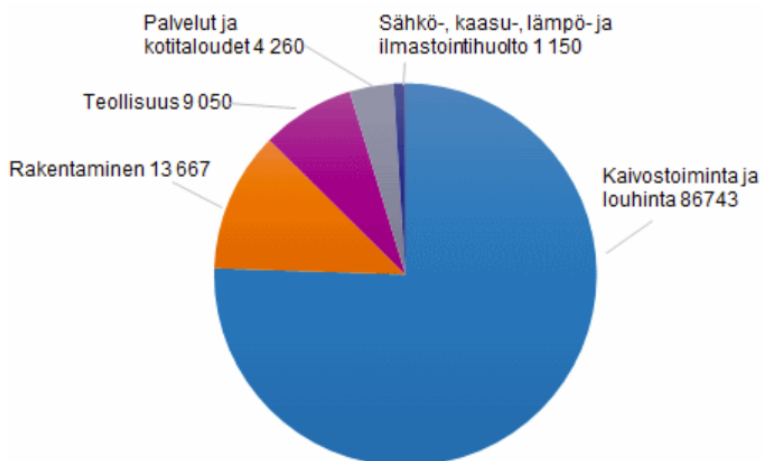
Jätteen luokittelun päätyminen Ei-enää-jätettä -kriteerin mukaisesti



4.2 Uudiskerrostalotyömaalla syntyvät jätteet ja niiden ennakointi

Suomessa syntyy vuosittain rakennusjätettä noin 1,6 miljoonaa tonnia (Circulation, 2023). Vuonna 2019 rakennusjätteen osuus kaikesta jätteestä on ollut noin 12 % [kuva 10] (Tilastokeskus, 2021). Ympäristöministeriön raportin mukaan rakennustyömailla syntyneestä jätteestä 16 % syntyy uudisrakennustyömailla (Salmenperä ym., 2015, s.13). Rakentamisen vuosittaiset jätemäärät kytkeytyvät talouden suhdannekehitykseen, joka tarkoittaa sitä, että nousukautena jätettä muodostuu enemmän ja laskukautena vähemmän (Suomen ympäristökeskus, 2022).

Kuva 10. Jätteiden kertymät sektoreittain ja jätelajeittain 2019, 1 000 tonnia vuodessa (Tilastokeskus, 2021).



Talonrakentamisen jätteet syntyvät pääosin rakennusmateriaaleista esimerkiksi mittahukkana tai materiaalien vaurioitumisen seurauksena. Myös muottimateriaalit sekä pakkaus-, suojaus- ja siivousmateriaalit tuottavat jätettä. (RT 69-11183, 2015, s. 4) Vielä noin 20 vuotta sitten tehdyn tutkimuksen mukaan uudiskerrostalotyömaalla jätettä muodostui eniten sisävalmistusvaiheessa käytettävistä materiaaleista sekä niiden pakkauksista (Perälä & Nippala, 1998, s.23). Nykyisimmin suurimmat jätekertymät rakennustyömailla muodostuvat betoni- ja kivipohjaisista jätteistä sekä puu-, metalli- ja sekajätteestä.

Jätteiden lajittelu auttaa materiaalien päätymistä eteenpäin hyödynnettäväksi (L&T, n.d.). Työmaalla erilliskeräys tulee järjestää suurimmalle osalle jätejakeista, jolloin mahdollisimman suuri osa jätteestä pystyttäisiin kerätä kierrätettäväksi tai muulla tavalla hyödynnettäväksi. Uudiskerrostalotyömaalla tulisi järjestää erilliskeräysastiat ainakin betoni-, kipsi-, puu-, metalli-, lasi-, muovi-, villa- sekä paperijätteelle. Perustusvaiheessa myös maa- ja kiviaines tulisi lajitella. Erilaiset vaaralliset sekä ongelmajätteet tulee kerätä omiin lajittelupisteisiin. (Valtioneuvoston asetus jätteistä 978/2021 § 26)

Jätteiden kertymistä ja määrän arviointia tulisi pohtia jo rakentamisen suunnitteluvaiheessa. Rakennushankkeeseen ryhtyvän tulee huolehtia, että rakennushankkeen aikana syntyisi mahdollisimman vähän rakennusjätettä (Valtioneuvoston asetus jätteistä 978/2021 § 25). Rakennusjätteestä esitetään jo lupahakemuksessa arvio rakentamisen aikana syntyvän jätteen määrästä, laadusta sekä lajiteltavuudesta, jos jätteen määrä ei ole vähäinen (Maankäyttö- ja rakennusasetus 10.9.1999/895 § 55). Uudisrakennustyömaalla jätemääriä voidaan ennakoida aiemmin kerättyjen tilastojen avulla. Tilastoista voidaan arvioida miten ja mistä jätelajit muodostuvat työmaalla, vaikkakin sen avulla tarkkaa jätemäärän suuruutta ei voi saada selville. Nykyisin myös EU-tasolla edellytetään täsmällisempää rakennusjätteen määrän seurantaa. (Peuranen & Hakaste, 2014, ss. 11–13)

Jätteiden kertymistä voidaan ennakoida hyvän suunnittelun, tilastoinnin ja materiaalitehokkuuden avulla. Ennakointia helpottaa jätehuoltosuunnitelman laatiminen. Jätehuoltosuunnitelmassa esitetään tieto eri rakennusvaiheissa syntyvistä jätteistä ja niiden lajittelemisesta. Tieto eri rakennusvaiheissa syntyvän jätteen laadusta ja määrästä on tärkeää keräysastioiden toimintaa varten, jolloin estetään täysien astioiden aiheuttama lajittelun laiminlyönti. Hyvä jätehuollon suunnittelu sekä ohjaus edistää jätteiden lajittelua ja sitä kautta myös kierrättämistä. (Heikura, 2020)

Rakennusjätteistä uudiskerrostalotyömaalla kerätään tietoa tilastoin sekä koostetaan raportteja. Rakennusjätetilastojen pohjalta ja tulevan rakennuksen laajuuden avulla voidaan tehdä laskelmia arvioimaan tulevan työmaan jätteiden syntymistä sekä ennustaa jätteiden kierrättämistä. Tilastoista saadut luvut toimivat vertailupohjana ja ennakoitikeinona tulevan rakennuksen rakentamisessa muodostuvan jätemäärän arvioinnissa. (Peuranen & Hakaste, 2014, s. 13) Jäteraportit ovat väli- tai koontiraportteja, jotka on koottu yksittäisten työvaiheiden tai päättyneen työmaan jättekertymän tiedoista. Ne sisältävät tietoja rakentamisen tai työvaiheen aikana syntyneen jätteen laadusta, määrästä ja hyödynnettävyydestä. (RT 69-11183, 2015, s. 11)

Suunnitteluvaiheessa voidaan ennakoida jätteiden syntyä pyrkimällä materiaalitehokkuuteen. Etenkin uudisrakentamisessa syntyvän rakennusjätteen määrän osuus on pienentynyt materiaalitehokkuuden avulla (Peuranen & Hakaste, 2014, s. 11). Rakennusjätettä talonrakentamisessa syntyy usein mittahukkana tai materiaalin vahingoittumisen seurauksena. Materiaalitehokkuus edellyttää huomion kiinnittämistä materiaalien ja rakennusosien valintaan sekä niiden huolelliseen käsittelyyn suunnittelun ja ohjauksen ohella. Jättemäärää voidaan pyrkiä myös ennakoivasti vähentämään hyödyntäen rakentamisessa valmiita elementtejä ja määrämittäisiä materiaalitoimituksia. (RT 69-11183, 2015, s. 4)

4.3 Rakentamista koskeva jäte- ja kierrätyslainsäädäntö

Jätehuoltoa ja kierrättämistä ohjataan lainsäädännöllä, asetuksin sekä ohjeistuksin kansallisella, että EU-tasolla. Euroopan unioni on asettanut vuonna 2008 jätteitä koskevan direktiivin, jonka tarkoitus on korostaa ympäristön ja ihmisten terveyttä jätehuollon, jätteiden hyödyntämisen sekä kierrätyksen keinoilla. Jätedirektiivi sisältää mm. jätehierarkian, ohjeistuksia jätteidenkäsittelyyn ja hyödyntämiseen sekä kierrätysastetavoitteet, kuten esimerkiksi rakennus- ja purkujätteelle. Direktiiviä on muutettu vuonna 2018 käsittelemään ja ohjeistamaan EU:n jäsenvaltioita toteuttamaan enemmän jätteen syntymisen ehkäisemistä, kiertotaloutta ja kierrättämisen tehostamista toteutettavia toimenpiteitä. (Euroopan unioni, 2022)

Jätedirektiivin lisäksi Suomessa rakennustyömailla jätteiden kierrätystä ohjaavat kansalliset lait, asetukset sekä muut ohjeistukset (Circulation, 2023). Jätelaissa on esitetty yleisesti jätehuoltoon ja jätteiden käsittelyyn liittyviä velvoitteita, kuten etusijajärjestyksen noudattaminen sekä erilliskeräysastioiden järjestäminen, jotka liittyvät myös rakennustyömaan jätehuoltoon (Jätelaki 646/2011). Valtioneuvoston jäteasetuksessa on

määritelty tarkemmin rakentamisen jätteiden vähentämisen, käsittelyn ja hyödyntämisen velvoitteet ja rajoitukset (Valtioneuvoston asetus jätteistä 978/2021).

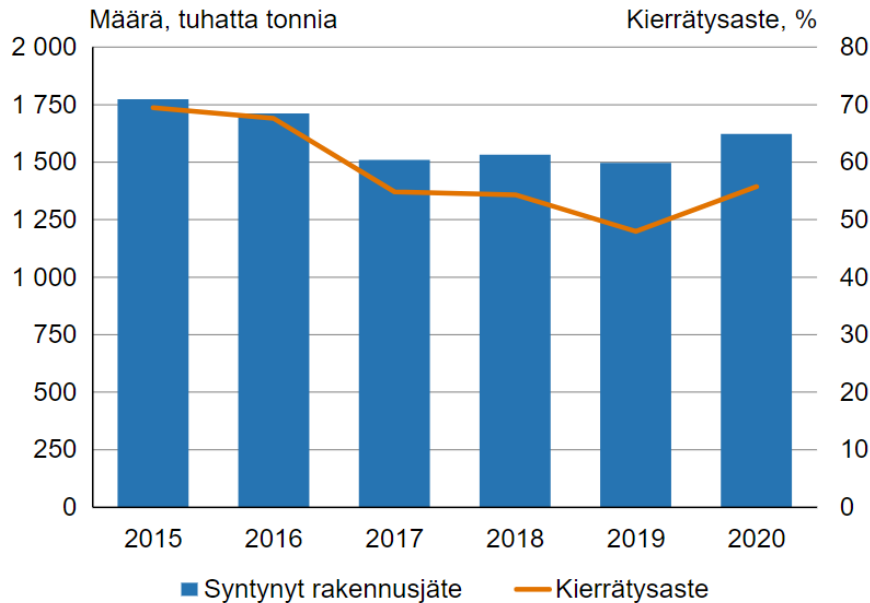
Lainsäädännön ja asetusten tueksi on laadittu Ympäristöministeriön tekemänä Valtakunnallinen jätehuoltosuunnitelma. Tämä suunnitelma sisältää tavoitteita sekä ohjaa jätehuollon toteuttamista ja kierrätystä saavuttamaan EU-tason kierrätysastetavoitteet. Suunnitelman avulla pyritään ennakoimaan ja ehkäisemään jätteiden syntyä sekä edistämään kiertotaloutta. Suunnitelma sisältää mm. tietoa rakennusjätteen hyödyntämisestä materiaalina sekä rakentamisesta aiempina vuosina syntyneiden jätetyyppien ja -lajien tilastoja. (Suomen ympäristökeskus, 2023)

Tulevaisuudessa mahdollisesti lain ja asetuksen rinnalle tulee pakollinen käyttöosuusvelvoite. Käyttöosuusvelvoite tarkoittaa sitä, että materiaalien tai tuotteiden valmistajien tulisi käyttää määrättyä osuutta kierrätettyä raaka-ainetta materiaalin tai tuotteen valmistuksessa. (Ympäristöministeriö, 2023a) Määrätty osuus voi olla kierrätyspohjainen raaka-aine, jolla korvataan tai jota käytetään yhdessä neitseellisten raaka-aineiden kanssa. Käyttöosuusvelvoitteen tarkoitus on ohjata ja edistää kierrätetyn materiaalin kysyntää sekä vähentää neitseellisten raaka-aineiden käyttöä. (Saario, 2023, s.6) Tällä hetkellä käyttöosuusvelvoitteen noudattaminen on vapaaehtoista.

4.4 Kierrätysaste ja jätteiden hyödyntäminen rakennusalalla

Rakentamisessa syntyvän jätteen kierrätysasteella tarkoitetaan jätemäärän osuutta, joka on kierrätetty materiaaliksi tai sen raaka-aineeksi (Kaariaho & Pirtonen, 2022). Mitä enemmän jätettä pystytään laittamaan kiertoon, sitä korkeampi on kierrätysasteen arvo. (L&T, 2020) EU:n jäsenmaana Suomi on sitoutunut tavoittelemaan rakennusjätteiden kierrätysasteen olevan vähintään 70 %. Tämä tavoite astui voimaan vuonna 2020. Tällä hetkellä Suomessa kierrätysaste ei yllä annettuun tavoitearvoon, vaan kierrätysaste on nykyisellään alle 60 %. (Ympäristöministeriö, n.d.-f) Jotta 70 % kierrätysasteen saavuttamiseen päästäisiin, tulisi rakentamisessa syntyvien jätteiden lajittelua parantaa jo jätteen syntypaikalla sekä erotella kierrätettävät jätteet muusta jätteestä (Circulation, 2023). Kuvassa 11 on esitetty rakennusjätteen määrä ja kierrätysaste vuosien 2015 ja 2020 välillä.

Kuva 11. Syntyneen rakennusjätteen määrä ja kierrätysaste 2015–2020 (Kaariaho & Pirtonen, 2022).

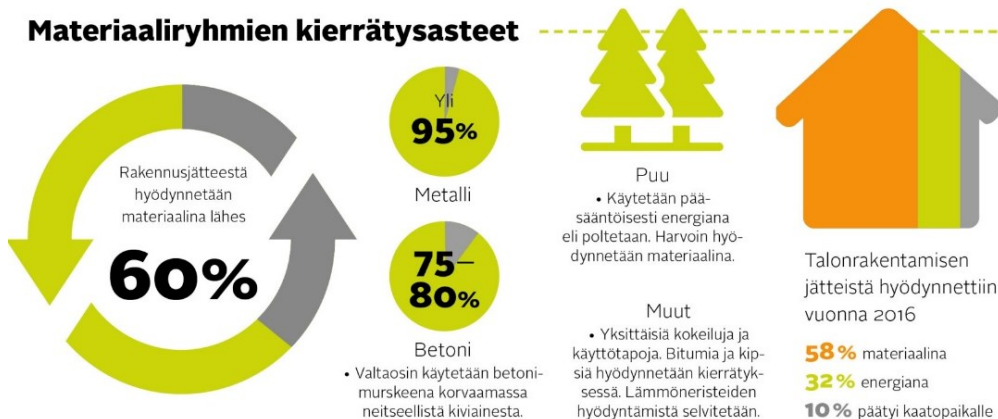


Kierrätysaste-termin ohella esiintyy usein myös muita kierrätyksen edistämiseen tai jätteen hyödyntämiseen liittyviä termejä, jotka eroavat toisistaan. Hyötykäyttöaste kuvaa hyötykäytön osuutta materiaalin ja raaka-aineen käytön lisäksi myös energiantuotannossa esimerkiksi poltettuna. Hyötykäyttönä jäte voidaan tuottaa siis poltettuna energiaksi, jolla lämmitetään esimerkiksi rakennuksia. (L&T, 2020) Yleisellä tasolla rakennusalalla jätteiden hyötykäyttöaste on suuri, jolloin suurin osa jätteistä hyödynnetään energiana tai materiaalina (Kiertokapula, 2022). Suuren hyötykäyttöasteen arvon selittää osaltansa sekajätteen polttamisen lisääntyminen (Senaatti, n.d.).

Jätteet voivat olla arvokkaita raaka-ainelähteitä, minkä vuoksi niiden lajittelu ja kierrätys on kannattavaa. Esimerkiksi kierrätetyt metallit ovat raaka-aineena arvokkaita. Lajittelemattomat jätteet ovat vaikeammin hyödynnettävissä materiaalina, jolloin lajittelun myötä jätteiden arvo nousee. Tämän vuoksi valmiiksi erotellut jätteet saadaan helpommin kiertoon ja sitä kautta markkinoille. (Suomen ympäristökeskus, 2022) Lajitteluaste kertoo osuuden, joka jättejakeista lajitellaan huolellisesti erikseen. Kierrätys- ja hyötykäyttöasteesta se eroaa sillä, että lajitteluaste ei ota kantaa jätteen kulkeutumisesta kierrätykseen tai hyötykäyttöön. (L&T, 2020) Lajittelu siis edesauttaa kierrätysasteen nostamista, jolloin erottelun avulla voidaan ohjata helpommin jätteitä uuden materiaalin tuottamiseen (Lahtonen, 2022, s.14).

Työmaan kierrätysasteen nostamisen kulmakivenä on siis toimiva ja oikea jätteiden lajittelu. Tärkeää on mahdollistaa helppo jätteiden lajittelu jo jätteen syntypaikalla. Erityistä huomiota tulisi kiinnittää kierrätysastetta nostavien jätteiden lajitteluun, kuten betonijätteeseen, metalleihin, pahviin ja kalvomuoviin. Myös kierrätettävä puu, jota voidaan uudelleen hyödyntää esimerkiksi vanerina tai lastulevynä, nostaa kierrätysastetta, mutta muun puujätteen lajittelu ei näy kierrätysasteen nousussa. Suurin osa työmaalla syntyvästä puujätteestä päätyy energian tuottoon polttamalla, jolloin se vaikuttaa hyötykäyttöasteeseen kierrätysasteen sijasta. (Lahtonen & Turunen, 2022) Kuva 12 osoittaa talonrakentamisesta syntyvän jätteen eri materiaaliyhmien kierrätysasteet.

Kuva 12. Talonrakentamisen jätteiden materiaaliyhmien kierrätysasteet (Lindell, n.d.).



Vuonna 2008 voimaan tulleen Euroopan unionin jätedirektiivin tavoitteena on vähentää jätteen syntyä sekä pyrkiä käyttämään jätteet uudelleen esimerkiksi materiaalina. Tämä edellyttää pyrkimystä edistää kierrätystoimintaa. Rakennusjätteiden hyödyntämismahdollisuudet ovat vaihtelevat. Esimerkiksi kierrättämiseksi ei katsota jätteen hyödyntämistä polttamisena, jolloin se ei vaikuta työmaan kierrätysasteeseen (Jätelaki, 646/2011 § 6). Siitä huolimatta uudisrakentamisessa on tärkeää, että pyritään lajittelemaan palavat jätteet sekä maarakentamisesta syntyvät ainesosat entistä huolellisemmin, jotta niiden uudelleenhyödyntämistä voidaan edistää. (Peuranen & Hakaste, 2014, ss. 12–13)

Kierrätyksen edistämisen tueksi on luotu jätehierarkia, eli etusijajärjestys, jonka tavoitteena on ensisijaisesti pyrkiä ehkäisemään syntyvän jätteen määrää [kuva 13]. Etusijajärjestys etenee portaittain jätteen määrän vähentämisestä välttämällä jätteen joutumista loppukäsittelyyn. Jos jätteen syntymistä ei voida välttää, pyritään valmistelemaan jäte uudelleenkäyttöön, kierrätykseen tai energiantuotantoon hyödynnettäväksi. (RT 69-11183, 2015, s. 2)

Kuva 13. Jätehierarkia (Remeo, n.d.).



Työmaan jätteiden kierrättämisellä ei pelkästään vaikuteta ilmastovaikutuksiin, vaan myös vähennetään ja tehostetaan työmaan kustannuksia. Työmaalla huolellinen jätteiden lajittelu säästää kustannuksissa, sillä valmiiksi lajitellun jätteen jatkokäsittely on helpompaa ja edullisempää. Erilliskeräyslava tulee siis edullisemmaksi kuin sekalava, jonka kustannukset ovat suuremmat vaativamman jatkokäsittelyn vuoksi. (L&T, n.d.)

4.5 Kierrättämisen haasteet ja keinoja sen edistämiseksi työmaalla

Työmaalla jätteiden kierrätys edellyttää tietoa, osaamista sekä suunnittelua ja valvontaa. Näillä osa-alueilla esiintyy kuitenkin haasteita työmaalla. Haasteita eniten tuottavat jätteiden lajittelu, sen järjestäminen sekä niihin liittyvä tiedon puute ja asenne (Peuranen & Hakaste, 2014, s. 4). Tiedonpuute ja osaaminen liittyvät jakeiden oikeaoppiseen lajitteluun. Hankaluuksia tuottavat myös pitkät välimatkat jäteastioille. (Viitanen, 2022, s. 23) Kierrätettäväksi soveltuvat jätteet olisivat hyvä jo jätteen syntypaikalla kerätä mahdollisimman tarkasti erilleen (Kierrätys.info, n.d.). Näin pystyttäisiin varmistamaan jätteiden soveltuvuus kierrätykseen.

Suurin osa uudiskerrostalotyömaalla syntyvästä ja kierrätykseen päätyvästä jätteestä on puupohjaista tai paperi-, pahvi- ja muovijätettä (RT 69-11183, 2015, s. 6). Työmaiden puujätteen osuus on suuri ja yleisimmin se hyödynnetään polttoenergiana. Tämä on yksi asia, joka tuottaa haasteita saavuttaa vaadittava kierrätysaste (Peuranen & Hakaste, 2014,

s. 17). Erityisen tärkeää olisi, että puujätteelle keksittäisiin polttamisen sijaan muita tapoja hyödyntää puu uudelleen.

Jätteiden lajitteluun työmaalla vaikuttavat myös aikataululliset paineet ja käynnissä oleva työvaihe. Kiireessä huolellinen lajittelu ei toteudu, jolloin mahdolliset kierrätettävät materiaalit päätyvät sekalavalle. Erilaisista työvaiheista johtuvat jätemäärien vaihtelut tuottavat haasteita määrällisesti jätteiden lajiteltavuuteen. Työvaiheissa, joissa jätemäärä on vähäinen, on jätteet helpommin lajiteltavissa. Työvaiheissa, joissa taas jätevolyyymi on suurempi, haasteita tuottaa jätteiden sijoittelu ja lajittelun ajallinen vaativuus. (Viitanen, 2022, s. 26–27)

Tilan puute työmailla aiheuttaa myös haasteita kierrättämisen järjestämiseksi. Ahtaalle työmaille ei välttämättä mahdu riittävästi erilliskeräysastioita, joka vaikeuttaa jätteiden lajittelemista. Tällöin myös työmailla, joissa ei ole riittävästi jäteastioita, jätteet kasaantuvat tai niitä sijoitellaan minne mahtuu. (Wickström, 2019, s. 64) Ahtailla työmailla tulisi tehostaa jäteastioiden tyhjennystä ja tärkeiden kierrätettävien jätteiden lajittelua.

Yleisesti kierrättämistä edistäviä sekä tehostavia keinoja ovat jätehuoltomääräyksien kiristäminen ja tavoitteiden asettaminen, taloudelliset vaikutukset, lajitteluneuvonta ja tietoisuuden lisääminen sekä syntyvän jätteen lajittelu jo heti syntypaikalla (Salmenperä ym., 2018, s. 10). Nämä pätevät kaiken jätteen kierrätyksen edistämiseksi yhdyskuntajätteestä rakennusjätteeseen. Lainsäädännön ja ohjeistuksien lisäksi kierrätyksen edistäminen on kaikkien vastuulla (Suomen ympäristökeskus, 2022). Myös työmaalla voidaan hyödyntää erilaisia keinoja kierrätyksen tehostamiseksi.

Kun puitteet kierrättämiselle ovat työmaalla kunnossa, kierrätysasteen saavuttaminen on todennäköisempää. Työmaalla jätteiden lajittelua ja sitä myöten kierrättämistä edistää mahdollisimman järkevästi suunniteltu jätehuolto. Etenkin ahtaalla työmaalla jäteastioiden sijoittelu on ongelma, jolloin ennakoivat toimenpiteet helpottavat käytännössä toimimista. Toimiva jäteastioiden sijoitus ja määrä sekä ennakoivat astioiden tyhjäystoimenpiteet edistävät jätteiden päätymistä kiertoon. (Suomalainen, 2023, ss. 40–41, 45–46)

Tiedonpuute lajittelusta ja kierrätyksen tavoitteista ovat usein syy puutteelliseen kierrätystoimintaan työmaalla. Tiedon lisääminen sekä työnjohdolle että työntekijöille edesauttaisi lajittelutaitojen opettelemista ja noudattamista. Jätehuoltosuunnitelma tulisi myös ohjata urakoitsijoiden käyttöön, jolloin omia työntekijöitä voidaan sen avulla ohjata jätehuollon toteuttamisessa. Esimerkiksi työmaan perehdytyksessä voitaisiin kiinnittää huomiota jätehuoltoon, jolloin sen avulla voitaisiin edistää lajittelua ja sitä kautta jätteiden

päätymistä kiertoon. Tässä tulisi huomioida myös kielelliset seikat, kuten esimerkiksi lajitteluohjeiden tuottaminen kuvallisin ohjein, joka voisi edistää lajitteluun liittyvää tietoisuutta myös vieraskielisille. (Suomalainen, 2023, ss. 43–44)

4.6 Kierrätysmateriaalien hyödyntämismahdollisuuksia uudiskerrostalorakentamisessa

Kierrätysmateriaalien käyttö uudiskerrostalorakentamisessa on vielä vähäistä. Uusio- ja kierrätysmateriaalien käyttöä hyödynnetään tällä hetkellä pääasiassa maarakentamisessa betonimurskeen sekä maamassojen täyttönä. Potentiaalisia kierrätettäviä materiaaleja on tarkasteltu mahdollisesti käyttöönotettaviksi tulevaisuudessa, joissa kuitenkin vielä tällä hetkellä esiintyy haasteita tai esteitä toteutettavaksi. Näitä ovat esimerkiksi betonielementit, ikkunat ja ovet, tiili sekä villat. (Virolainen, 2021)

Betonijätteestä, ylijäämäbetonista ja betonielementeistä suurin osa kierrätetään. Betonia voidaan hyödyntää maa-aineksena tai betonin valmistusprosessissa uudelleen murskattuna. Betonielementeillä on mahdollisuus siististi purettuna uudelleen käyttöön sellaisenaan tai elementit voidaan myös murskata. (Betoniteollisuus ry, n.d.) Myös vanhoista rakennuksista saatavat tiilet voidaan hyödyntää uuden rakentamisessa puhdistettuina uudessa muurauksessa. Tiiltä voidaan myös murskata ja hyödyntää uuden tiilen valmistuksessa tai maa-aineksena. (Tiili-info, n.d.)

Ikkunoita voidaan hyödyntää uusiokäyttöön joko kokonaisina tai kierrättäen ikkunan materiaalit muulla tavoin uudelleen tuotantoon. Esimerkiksi vanhat ikkunat voidaan hyvässä kunnossa asentaa uuden rakennuksen ikkunoiksi. (Pihla, n.d.) Puhtaita lasi-, puukuitu- ja kivipuhallusvilloja voidaan käyttää uudelleen imuroimalla sekä puhaltamalla takaisin uuteen rakennukseen eristeeksi (Ecoup, 2021).

5 Kierrättämisen ennustaminen uudiskerrostalotyömaalla

Kierrättämisen ennustamiseen tarvittavien keinojen löytymistä varten tarkastellaan tilaajalta saadun aineiston avulla uudiskerrostalotyömaiden toteutunutta jätekertymää ja saavutettua kierrätysastetta. Aineistosta saatujen havaintojen perusteella muodostetaan haastattelukysymyksiä, joiden avulla havainnoidaan työmaiden kierrätystä ja jätehuoltoa sekä tarkastellaan mahdollisuuksia ennustaa uudiskerrostalotyömaiden kierrättämistä ja kierrätysastetavoitteen saavuttamista.

5.1 Aiheen rajaaminen ja tutkimusaineisto

Tämän opinnäytetyön aihe ja aineisto kohdistuu uudiskerrostalotyömaaprojekteihin sekä uudiskerrostalotyömaalla syntyneiden jätteiden kierrätystoimintaan. Aihetta käsitellään tarkastelemalla syntyvien jätelajien osuutta koko työmaan jätekertymästä eri rakennusvaiheissa. Rakennusvaiheet on jaoteltu perustus-, runko-, sisävalmistus- sekä viimeistely- ja luovutusvaiheeseen. Huomioitavia asioita aineistossa ovat eri jätelajien osuudet ja määrät sekä millä jätelajeilla on suurin vaikutus työmaan kierrätysasteeseen. Tässä opinnäytetyössä ei käsitellä työmaalla syntyneiden jätteiden hyödyntämistä tai lajitteluastetta.

Tarkasteltavat työmaat muodostuvat Bonava Suomi Oy:n jo päättyneistä uudiskerrostaloprojekteista. Tarkasteltaviksi työmaiksi on rajattu 28:sta valmistuneesta projektista viisi vuoden 2023 aikana valmistunutta uudiskerrostalotyömaaprojektia. Tarkasteltavien projektien rakentamisaika on sijoittunut vuosien 2021–2023 välille. Vaadittu 70 % kierrätysastetavoite astui voimaan vuonna 2020. Tarkasteltavat työmaat on nimetty numeroin tunnistettavuuden välttämiseksi. Projekteissa rakennettujen talojen asuntomäärät vaihtelevat 61–123 asunnon välillä [kuva 14]. Kaikki tarkasteltaviksi valitut työmaat sijoittuvat pääkaupunkiseudulle.

Kuva 14. Tarkasteltavien työmaiden asuntomäärät.

Työmaa 1	93 asuntoa
Työmaa 2	123 asuntoa
Työmaa 3	61 asuntoa
Työmaa 4	66 asuntoa
Työmaa 5	81 asuntoa

Käytössä ollut tutkimusaineisto muodostui Bonava Suomi Oy:n projektien ympäristö- ja jätehuoltosuunnitelmista, jätekirjanpidosta ja -raporteista, betonointipöytäkirjoista sekä betonitoimittajien laskuista. Käytössä on ollut myös jätehuoltokumppanilta saadut jäteraportit. Aineistosta on muodostettu rakennusvaiheittain jätteiden määrää, jätelajeja sekä kierrätysastetta kuvaavia havaintoja. Saatujen havaintojen perusteella on muodostettu haastatteluja varten kysymyksiä, joiden avulla etsitään keinoja kierrättämisen ennustamiseen.

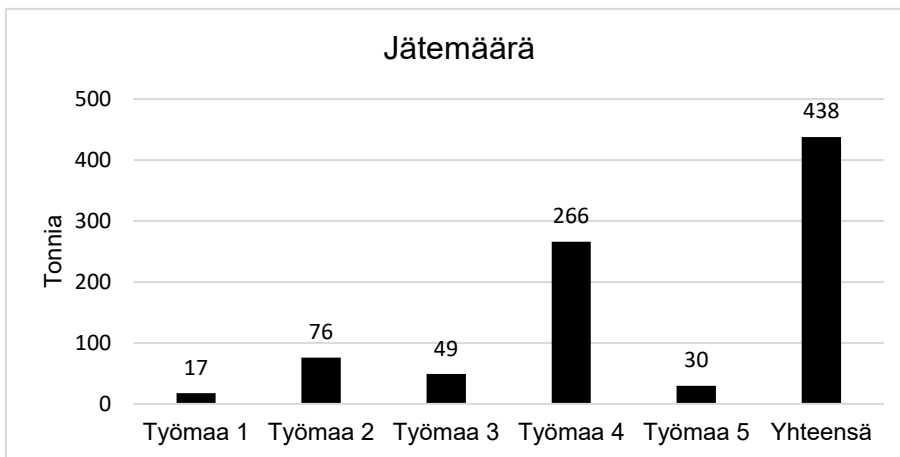
5.2 Merkittävimmät jätevirrat ja kierrätysasteet rakennusvaiheittain

Jäteraporteissa esitetyt jätelajit on yhdistetty otsikoittain huomioimatta samankaltaisten jätteiden erillistä lajittelua. Näin on esimerkiksi energiana hyödynnettävien puujätteiden, kuten sekapuu ja puhdas puu, osalta yhdistetty yhden otsikon alle. Betoni- ja kivijäte pitää sisällään kaiken kierrätettävän kiviperäisen jätteen, kuten betonin, tiilen ja muurauslaastin. Muovit sisältävät kierrätettävät muovivalmisteet, kuten kalvo- ja pakkausmuovin sekä muovieristeet. Jätelaji ”muu kierrätettävä jäte” pitää sisällään työmailla syntyneitä vain hyvin pieniä määriä kierrätykseen soveltuvia jätteitä, kuten kattuhuopa, liete, keräyspaperi ja tietosuojamateriaali. Muita aineistosta muodostuneita jätelajeja ovat rakennus-, metalli-, seka-, pahvi-, energia- ja kipsijäte. Hyödyntämättömät jätteet, kuten vaaralliset jätteet, on myös huomioitu jätemääriin.

5.2.1 Perustukset

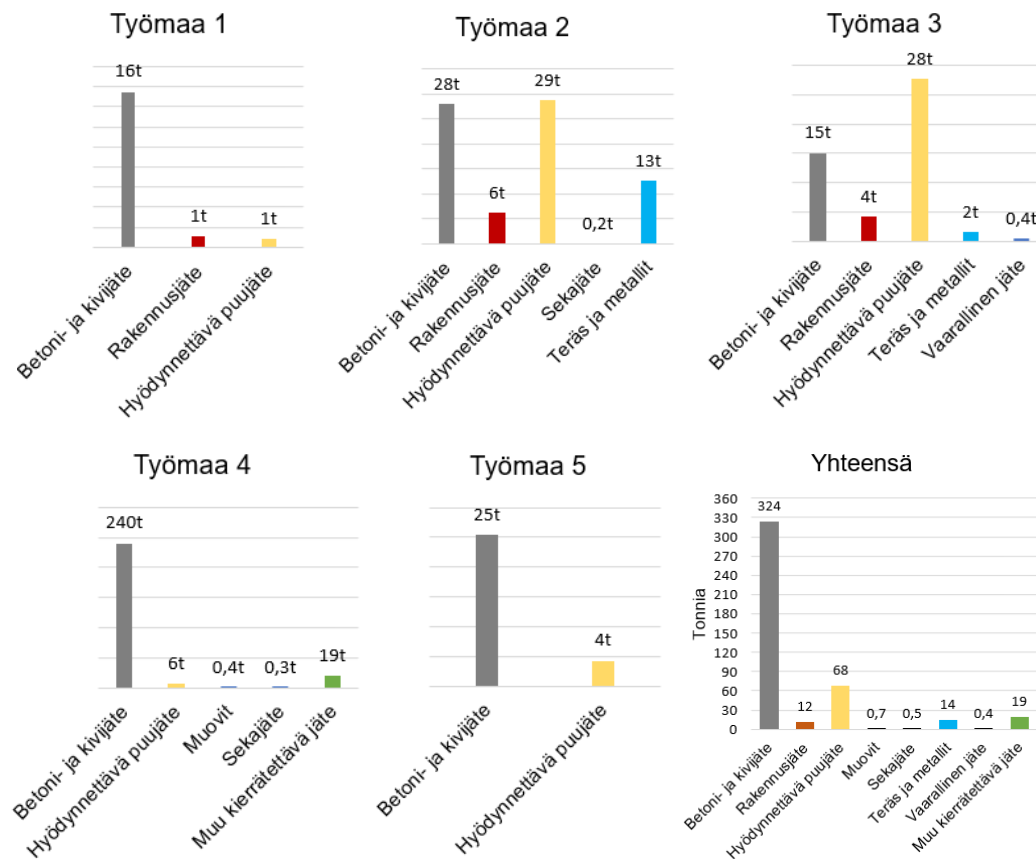
Perustusvaiheessa syntyneet jätemäärät [kuva 15] työmaiden kesken olivat neljällä työmaalla pienemmät verrattuna yhteen työmaahan. Suurin määrä jätettä syntyi työmaalla 4, jossa jätettä muodostui 266 tonnia. Tämän työmaan perustusvaiheen jätteet muodostuivat betoni- ja kivijätteestä, tarkemmin ylijäämäbetonista, joka kävi ilmi jäteraporttien ja betonitoimittajien laskujen perusteella. Ylijäämäbetonin määrä työmaalla 4 oli noin 240 tonnia, joka selittää muita työmaita runsaamman jätemäärän tässä rakennusvaiheessa.

Kuva 15. Työmaiden kokonaisjättemäärät perustusvaiheessa.



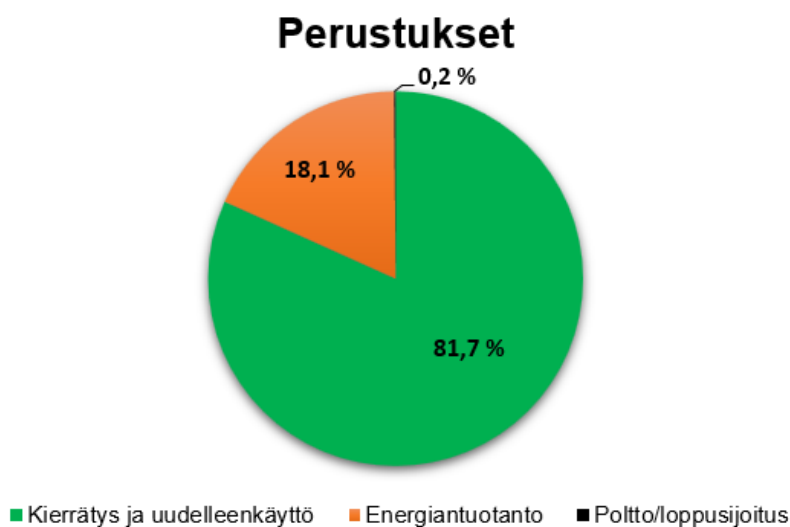
Jätelajeista betoni- ja kivijäte muodostivat suurimman osuuden tarkasteltavien työmaiden perustusvaiheen jätekertymästä. Raportoitu betoni- ja kivijätteen määrä oli 15–240 tonnin välillä ja kuten edellä mainittiin, tässä rakennusvaiheessa suurimman määrän betoni- ja kivijätteen sisällöstä muodosti ylijäämäbetoni muun muassa paalutuksen jäljiltä. Toiseksi eniten jätettä syntyi energiaksi hyödynnettävästä puujätteestä, jonka määrässä oli työmaiden välillä vaihtelua. Osassa hyödynnettävää puujätettä syntyi hyvin vähän tai ei ollenkaan, mutta osassa määrä oli noin 30 tonnia. Työmaalla 5 syntyi ainoastaan kahta jätelajia, jotka olivat perustusvaiheen eniten jätettä muodostaneet lajit, betoni- ja kivijäte sekä hyödynnettävä puujäte. Metallijätettä syntyi eniten työmaalla 2, jossa sen määrä oli 13 tonnia. Muilla työmailla metallijätettä syntyi joko vähän tai ei ollenkaan. Perustusvaiheessa muoveja, sekajätettä ja vaarallista jätettä syntyi hyvin vähän tai ei ollenkaan [kuva 16].

Kuva 16. Perustusvaiheessa syntyneet jätelajit.



Perustusvaiheen jätteistä suurin osa oli kierrätettävää jätettä etenkin suuren betoni- ja kiviäjätteen osuuden myötä [kuva 17]. Vajaa viidesosa syntyneestä jätteestä oli energiantuotantoon hyödynnettävissä olevaa jätettä, kuten hyödynnettävä puujäte ja rakennusjäte. Pelkästään polttoon soveltuvan jätteen ja loppusijoitettavan jätteen, kuten vaarallisen jätteen, prosentuaalinen osuus perustusvaiheen jätteistä oli yhteensä 0,2 %. Perustusvaiheessa työmaiden kierrätysasteen keskiarvoksi muodostui 72 %. Suurin kierrätysaste saavutettiin työmaalla 4, jossa kierrätysaste oli 98 %, eli melkein kaikki rakennusvaiheessa syntynyt jäte päätyi kierrätykseen. Pienin kierrätysaste saavutettiin työmaalla 3, jossa sen arvo oli vain 34 %. Työmaalla 3 perustusvaiheen jätteet muodostuivat enimmäkseen energiantuotantoon soveltuvasta jätteestä.

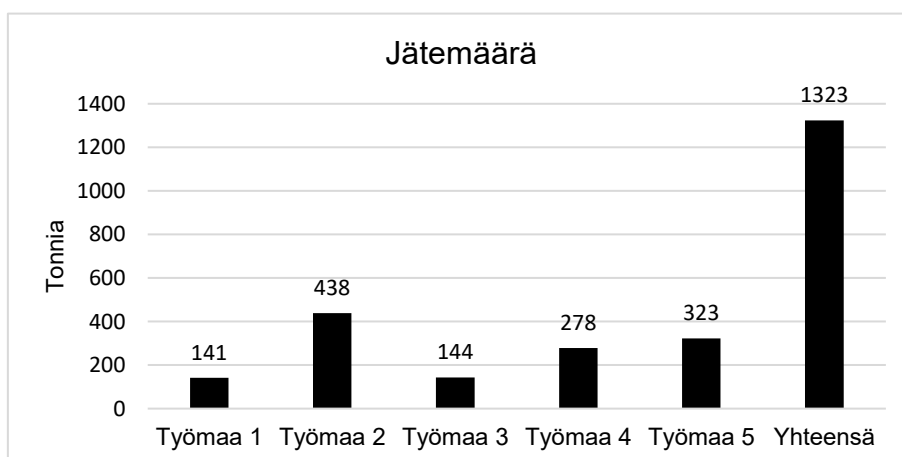
Kuva 17. Jätteiden kierrätyksen ja muun käsittelyn jakauma perustusvaiheessa.



5.2.2 Runkovaihe

Runkovaiheessa syntyneiden jätemäärien [kuva 18] erot työmaiden välillä olivat vaihtelevat, mutta erityisesti yhden työmaan jätemäärä ilmeni huomattavasti suurempana muihin verrattuna. Eniten runkovaiheen jätettä syntyi työmaalla 2, jossa jätteen määrä oli yhteensä 438 tonnia. Tästä suurin osuus muodostui betoni- ja kiviätteestä, jonka määrä oli noin 248 tonnia. Toiseksi eniten jätettä syntyi työmaalla 5, jossa betoni- ja kiviätteestä syntyi myös eniten koko muodostuneesta jätemäärästä. Betoni- ja kiviätteestä syntyi kyseisellä työmaalla noin 182 tonnia.

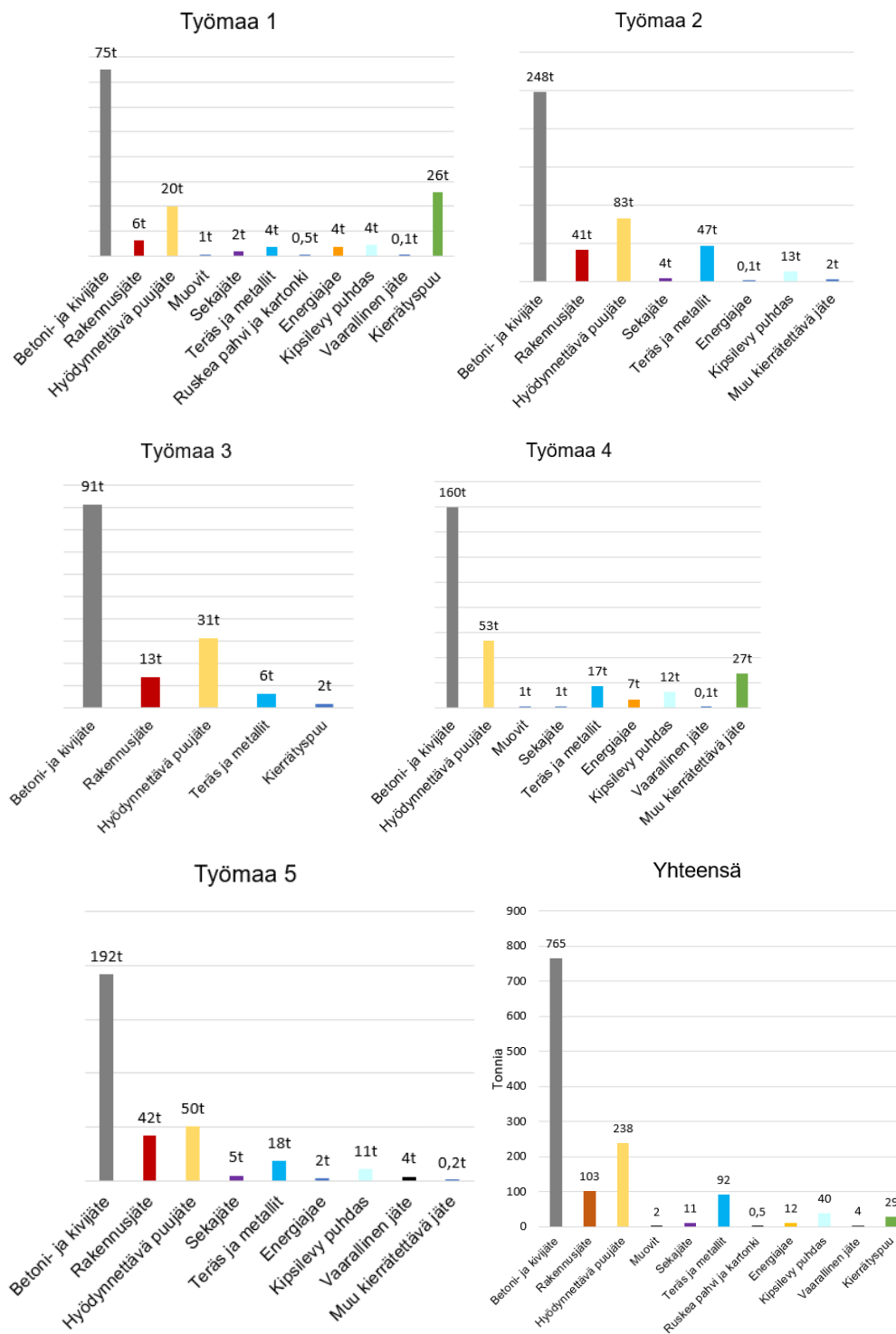
Kuva 18. Työmaiden kokonaisjätemäärät runkovaiheessa.



Runkovaiheessa yksi jätelaji muodosti suurimman osuuden jättekertymästä [kuva 19]. Betoni- ja kivijätteen osuus oli yli puolet jokaisen työmaan runkovaiheessa syntyneestä jätteestä. Työmaiden betoni- ja kivijätteen määrä vaihteli runkovaiheessa 75–248 tonnin välillä. Muita runkovaiheen aikana merkittäviä jätevirtoja muodostivat energiana hyödynnettävä puujäte, teräs- ja metallijäte sekä rakennusjäte. Hyödynnettävän puujätteen osuus jättekertymästä oli runkovaiheessa toiseksi suurin. Hyödynnettävän puujätteen määrä oli 20–83 tonnin välillä.

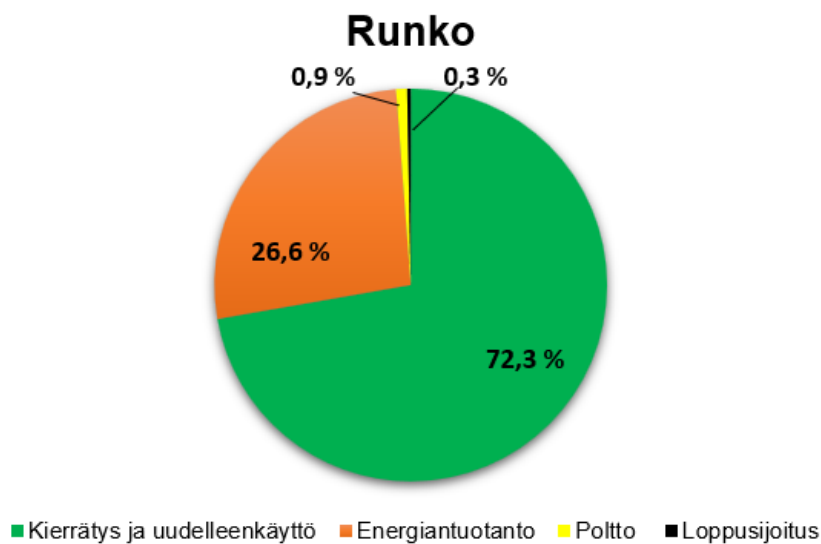
Teräs- ja metallijätettä syntyi merkittävin määrä työmaalla 2, jossa sen määrä oli 47 tonnia. Muiden työmaiden teräs- ja metallijätteen määrä oli alle 20 tonnia. Muita jätelajeja syntyi runkovaiheessa kokonaisuudessaan vähemmän [kuva 19]. Rakennusjätteen määrä työmaiden välillä oli hyvin vaihteleva. Sen määrä asettui 0–42 tonnin välille. Runkovaiheessa rakennusjätettä muodostui 103 tonnia ja siitä yhden työmaan osuus oli 40 %. Useita jätteitä, kuten energiajätettä, muoveja ja sekajätettä sekä vaarallista jätettä, syntyi työmailla vähän. Ainoastaan työmaalla 3 useita jätelajeja ei syntynyt ollenkaan, kuten energia- ja sekajätettä, verrattaessa muilla työmailla syntyneisiin jätelajeihin.

Kuva 19. Runkovaiheessa syntyneet jätelajit.



Runkovaiheessa jätteet päätyivät suurimmaksi osaksi kierrätykseen [kuva 20]. Esimerkiksi suuri betoni- ja kivijättemäärä muodosti 80 % osuuden kierrätettävästä jätteestä ja noin 57 % koko runkovaiheessa syntyneestä jätteestä. Runkovaiheessa energiantuotantoon hyödynnettävän jätteen osuus muodosti noin neljäsosan koko jätekertymästä. Poltettavan jätteen ja vaaralliseksi luokitellun jätteen osuudet olivat myös runkovaiheessa hyvin pienet. Kierrätettävien jätteiden, kuten betoni- ja kivijätteen, suuri osuus näkyi runkovaiheen kierrätysasteessa. Runkovaiheen kierrätysaste työmaiden välillä oli hyvin tasainen ja sijoittui 68–78 % välille. Työmailla 1 ja 4 saavutettiin kierrätysasteeksi 78 %. Tarkasteltavien työmaiden kierrätysasteen keskiarvo oli runkovaiheessa 73 %.

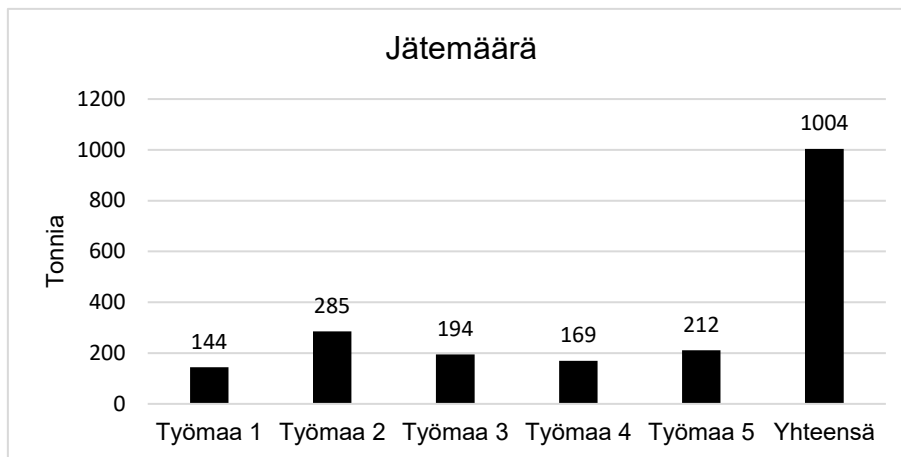
Kuva 20. Jätteiden kierrätyksen ja muun käsittelyn jakauma runkovaiheessa.



5.2.3 Sisävalmistusvaihe

Sisävalmistusvaiheessa syntyneen jätteen määrä oli neljän työmaan välillä melko tasainen, mutta yhden työmaan osalta jätemäärä oli huomattavasti suurempi. Työmaalla 2 jätettä syntyi sisävalmistusvaiheessa noin 285 tonnia. Huomattavimmat jätemäärät syntyivät energiana hyödynnettävästä puujätteestä, betoni- ja kivijätteestä sekä rakennusjätteestä [kuva 21]. Muilla työmailla jätemäärä oli joko alle tai hieman yli 200 tonnia. Työmaan 2 huomattavasti suurempi jätemäärä voisi selittyä 123:n asunnon määrällä verrattuna muihin projekteihin, joissa asuntomäärät olivat 61–93 asuntoa. Työmailla 1, 3 ja 5 suurimman jätevirran muodosti betoni- ja kivijäte. Työmaalla 4 eniten jätettä kertyi energiana hyödynnettävästä puujätteestä.

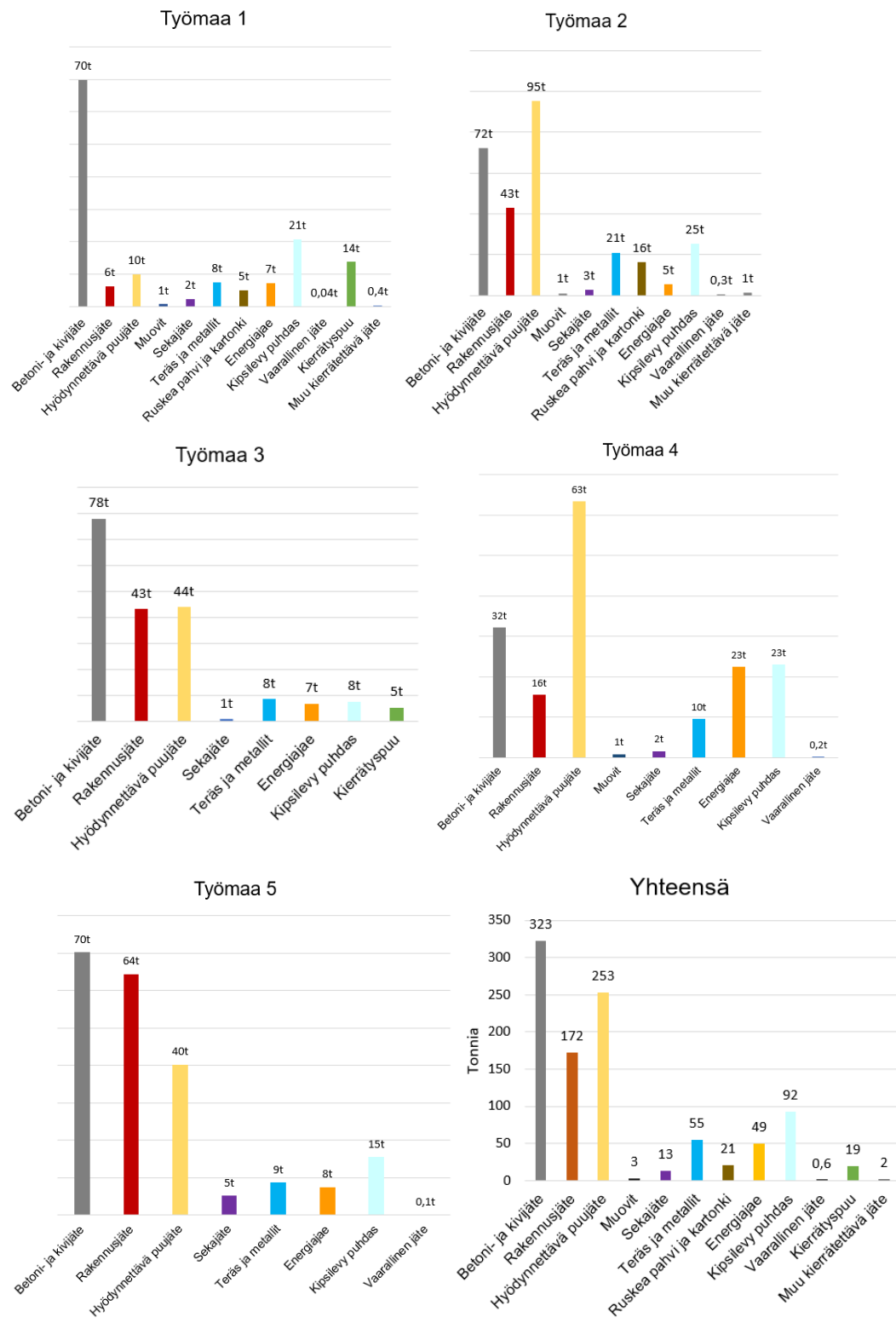
Kuva 21. Työmaiden kokonaisjättemäärät sisävalmistusvaiheessa.



Koska suurimmalla osalla työmaista betoni- ja kivijäte muodosti suurimman osuuden sisävalmistusvaiheessa syntyneestä jätteestä, oli sen osuus kaikista jätelajeista suurin [kuva 22]. Betoni- ja kivijätteen määrä jakaantui tasaisesti työmaiden välillä, ja sen määrä oli hieman alle tai yli 70 tonnia. Ainoastaan työmaalla 4 sen osuus oli noin 30 tonnia. Myös energiantuotantoon hyödynnettävän puujätteen määrä oli sisävalmistusvaiheessa muodostuneiden jätteiden osuudesta suuri ja sitä syntyi runsaasti melkein jokaisella työmaalla. Ainoastaan työmaalla 1 sen määrä oli noin 10 tonnia, kun muiden työmaiden puujätteen määrä oli 40–96 tonnin välillä.

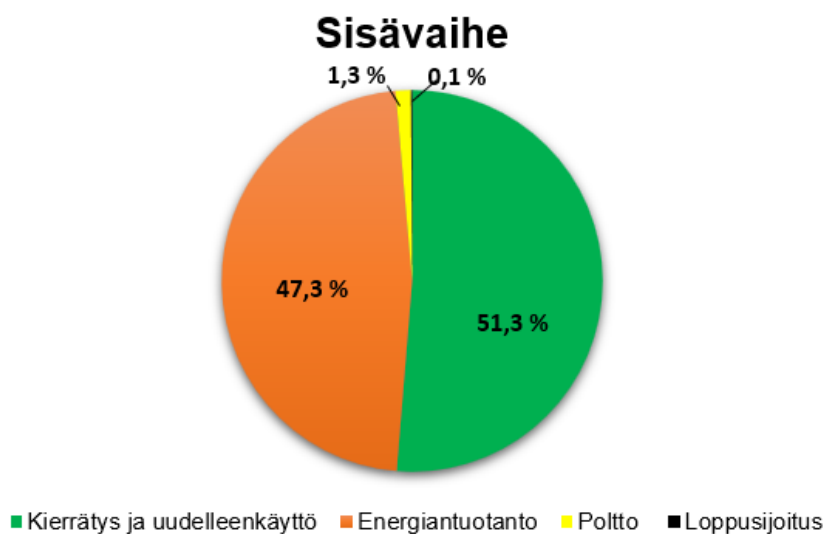
Sisävalmistusvaiheessa rakennusjätteen määrä oli kolmanneksi suurin kaikista jätelajeista [kuva 22]. Rakennusjätteen osuus kaikesta jätteestä oli noin 17 %. Rakennusjätteen määrä jakaantui työmailla 16–64 tonnin välille, paitsi työmaalla 1 sitä muodostui vain kuusi tonnia. Teräs- ja metallijätettä syntyi eniten työmaalla 2, mutta muilla työmailla sen määrä oli tasaisempi toisiinsa verrattuna. Ainoastaan kahdella työmaalla muodostui kierrätyspuuta. Sisävalmistusvaiheessa yleistä jätelajia, kipsijätettä, syntyi jokaisella työmaalla ja sen määrä oli 8–25 tonnin välillä. Jokaisella työmaalla syntyi sekä energia- että sekajätettä, mutta energiajätteen määrä oli jokaisessa suurempi. Ruskeaa kartonki- ja pahvijätettä syntyi kahdella työmaalla. Vaarallista jätettä syntyi sisävalmistusvaiheessa vähäinen määrä jokaisella työmaalla. Muita jätteitä työmailla syntyi vähän tai ei ollenkaan.

Kuva 22. Sisävalmistusvaiheessa syntyneet jätelajit.



Sisävalmistusvaiheessa jätteiden päätyminen eroa kuvaava jakauma kierrätykseen ja energiantuotantoon päätyvien jätteiden osalta oli tasaisen [kuva 23]. Vain hieman yli puolet sisävalmistusvaiheessa syntyneistä jätteistä päätyi kierrätykseen ja uudelleenkäyttöön. Toiseksi suurin osa, joka oli jätemäärästä melkein puolet, muodostui energiantuotannossa hyödynnettävästä jätteestä, kuten hyödynnettävästä puujätteestä ja rakennusjätteestä. Sisävalmistusvaiheen kierrätysasteessa näkyi suuri energiantuotannossa hyödynnettävän jätteen osuus. Esimerkiksi rakennusjätteen suuri määrä vaikuttaa laskevasti kierrätysasteeseen.

Kuva 23. Jätteiden kierrätyksen ja muun käsittelyn jakauma sisävalmistusvaiheessa.



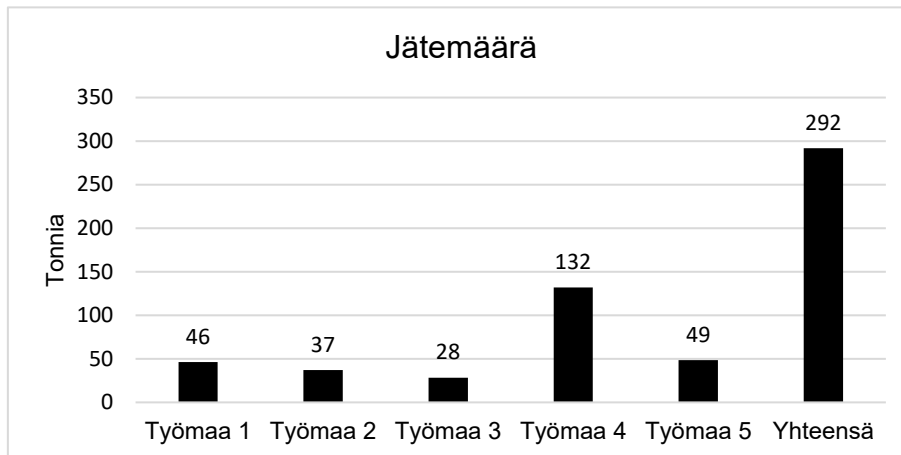
Ainoastaan yhdellä työmaalla saavutettiin sisävalmistusvaiheessa korkea kierrätysasteen arvo. Työmaalla 1 sisävalmistusvaiheen kierrätysaste oli 82 %. Tällä työmaalla energiantuotantoon hyödynnettävän jätteen osuus oli huomattavasti muiden työmaiden osuutta pienempi. Tästä syystä muilla työmailla kierrätysasteen arvo jäi 39–51 %:n välille. Keskiarvo kierrätysasteelle oli sisävalmistusvaiheessa 53 %. Myös sisävalmistusvaiheessa poltettavan ja loppusijoitettavan jätteen osuus koko jätemäärästä oli alhainen.

5.2.4 Viimeistely- ja luovutusvaihe

Viimeistely- ja luovutusvaiheessa neljällä työmaalla jätemäärät olivat alle 50 tonnia, mutta yksi työmaa erottui joukosta 132 tonnin jätemäärällä [kuva 24]. Työmaalla 4 jätettä muodostui viimeistely- ja luovutusvaiheessa melkein puolet kaikkien tarkasteltavien projektien kokonaisjätemäärästä kyseisessä rakennusvaiheessa. Aineiston perusteella työmaalla 4 eniten jätettä syntyi energiantuotantoon hyödynnettävästä puujätteestä sekä

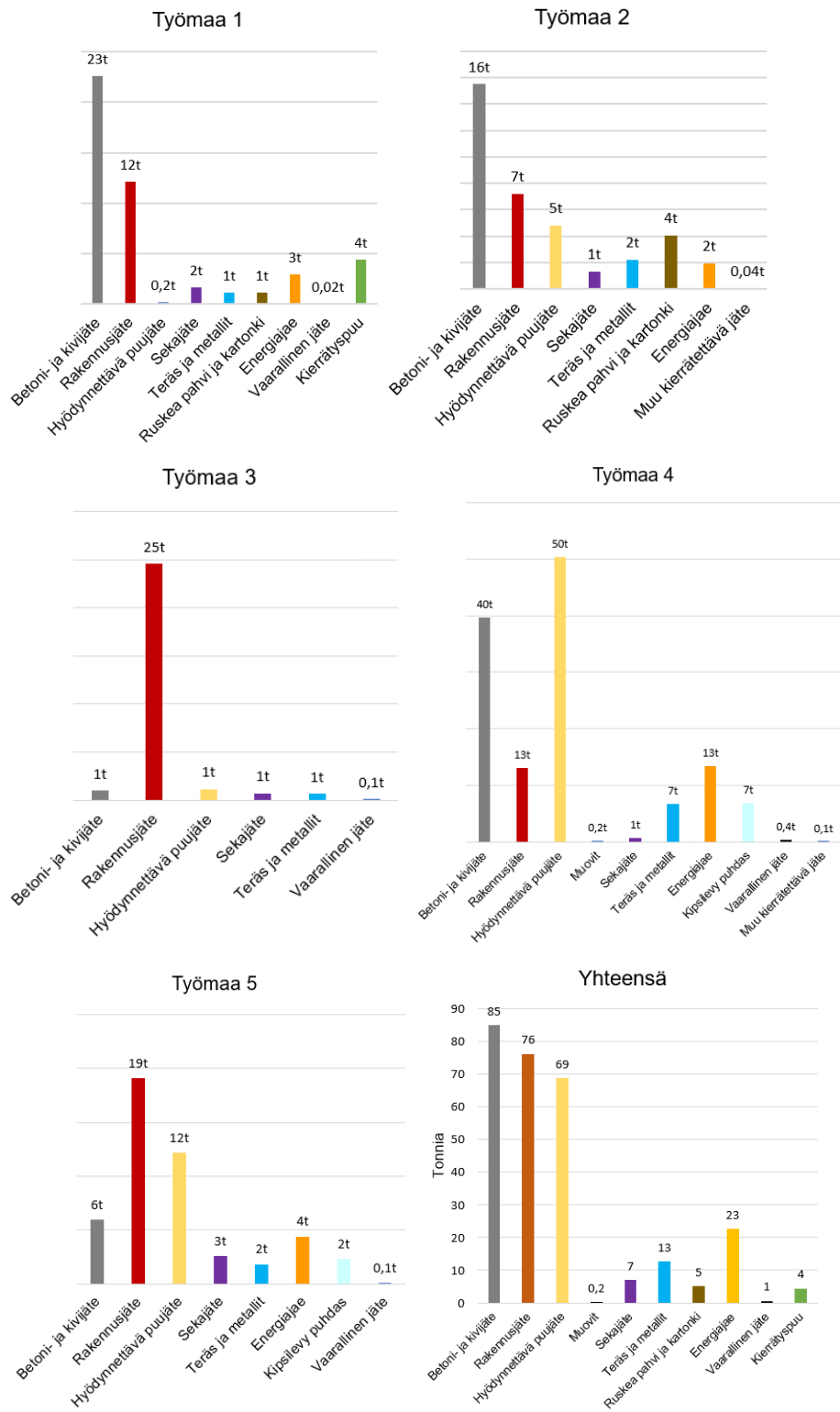
betoni- ja kivijätteestä. Hyödynnettävän puujätteen määrä kyseisellä työmaalla oli noin 50 tonnia. Betoni- ja kivijätteen määrä työmaalla 4 oli noin 40 tonnia, joka oli huomattavasti enemmän kuin muilla, joissa vastaavan jätteen määrä oli keskimäärin 12 tonnia. Työmaalla 4 betoni- ja kivijäte muodostui aineiston perusteella ylijäämäbetonista.

Kuva 24. Työmaiden kokonaisjättemäärät viimeistely- ja luovutusvaiheessa.



Viimeistely- ja luovutusvaiheessa suurin määrä jätettä muodostui betoni- ja kivijätteestä, hyödynnettävästä puujätteestä sekä rakennus- ja energiajätteestä [kuva 25]. Syntyneen rakennusjätteen määrä työmailla oli 7–25 tonnin välillä. Suurin määrä rakennusjätettä muodostui työmaalla 3 ja vähiten työmaalla 2. Hyödynnettävän puujätteen määrä oli vaihteleva työmaiden välillä. Muiden työmaiden hyödynnettävän puujätteen määrä oli 0–10 tonnin välillä, mutta työmaalla 4 sen määrä oli noin 50 tonnia. Muovia ja kierrätyspuuta syntyi ainoastaan yhdellä työmaalla. Muiden jätelajien jakautuminen vaihteli vähäisestä määrästä tai ei ollenkaan syntyneeseen jätteeseen, kuten esimerkiksi ruskean pahvin, kartongin ja vaarallisen jätteen osalta.

Kuva 25. Viimeistely- ja luovutusvaiheessa syntyneet jätelajit.



Viimeistely- ja luovutusvaiheen jätteistä suurin osa oli energiantuotantoon hyödynnettävää jätettä [kuva 26]. Energiantuotantoon päätyvän jätteen osuus oli yli puolet. Kierrätettävän jätteen osuus kaikesta jätteestä oli 40 %. Poltettavan jätteen osuus oli 2,4 % ja loppusijoitettavan jätteen osuus oli vain 0,2 %. Suuri määrä rakennus-, energia- sekä hyödynnettävää puujätettä vaikutti laskevasti työmaiden kierrätysasteeseen.

Kuva 26. Jätteiden kierrätyksen ja muun käsittelyn jakauma viimeistely- ja luovutusvaiheessa.



Keskiarvo kierrätysasteelle viimeistely- ja luovutusvaiheessa oli vain 38 %. Alhaisin kierrätysaste saavutettiin työmaalla 3, jossa kierrätysaste oli vain 6 %. Muiden työmaiden viimeistely- ja luovutusvaiheen kierrätysaste oli 21–63 % välillä. Työmaalla 3 kierrätettävää jätettä syntyi 28 tonnista vain 1,6 tonnia. Myös työmaalla 4 ja 5 kierrätettävää jätettä syntyi reilusti vähemmän kokonaisjättemäärään verrattuna, joka selittää alhaisen kierrätysasteen.

5.3 Jättekertymän ja kierrätysasteen yhteenveto

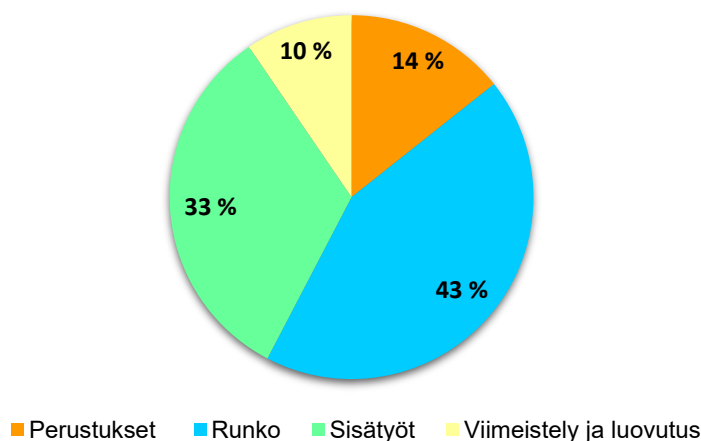
Jätteiden muodostuminen eri rakennusvaiheissa oli jokaisella työmaalla samansuuntainen jätelajien perusteella. Perustusvaiheen osuus kaikkien jätteiden muodostumisesta oli 14 % [kuva 28] ja jätemäärät vaihtelivat rakennusvaiheessa työmaiden välillä reilusti. Tätä eroa jätemäärässä selittää ainakin suuri määrä betonijätettä sen ollessa perustusvaiheessa eniten muodostunut jätelaji kolmella työmaalla viidestä. Betoni- ja kivijätteen osuus myös runko- ja sisävalmistusvaiheessa oli hyödynnettävän puun ohella merkittävä, joka selittää suuren osuuden myös kyseisten rakennusvaiheiden jättekertymästä.

Jokaisella työmaalla runko- ja sisävalmistusvaiheessa jätettä muodostui eniten. Runkovaiheessa syntyneet jätteet muodostivat kokonaisuudessaan 43 % osuuden [kuva 28] kaikesta syntyneestä jätteestä. Viidestä työmaasta kahdessa sisävalmistusvaiheen jätekertymä oli suurempi kuin runkovaiheen jätekertymä. Sisävalmistusvaiheen osuus jätteiden muodostumisessa oli kokonaisuudessaan 33 %. Jätevirrat runko- ja sisävalmistusvaiheessa muodostuivat samoista jätelajeista jokaisella työmaalla. Erityisen suuren osuuden jätevirrasta runko- ja sisävalmistusvaiheessa muodostivat betoni- ja kivijäte, rakennusjäte sekä energiantuotantoon hyödynnettävä puujäte.

Viimeistely- ja luovutusvaiheen osuus kaikista syntyneistä jätteistä oli 10 % [kuva 28], joka muodosti pienimmän osuuden rakennusvaiheiden kokonaisjätekertymästä. Pienin osuus selittyy todennäköisesti projektin vähenevillä työvaiheilla ja suurilla jätevirtoja aiheuttavien työvaiheiden vähenemisellä. Viimeistely- ja luovutusvaiheen jätemäärän muodostuminen oli kuitenkin työmaiden välillä tasaisempaa, mutta yhdellä työmaista jätettä syntyi muihin työmaihin verrattuna paljon enemmän. Betoni- ja kivijätettä muodostui tässäkin rakennusvaiheessa edelleen muita jätelajeja enemmän. Myös kierrätykseen soveltumattomat jätelajit, kuten rakennus-, puu- ja energijäte, muodostivat melkein jokaisen työmaan jätekertymästä suurimman osuuden.

Kuva 27. Jätteiden osuudet eri rakennusvaiheissa.

Jätteiden muodostuminen rakennusvaiheissa

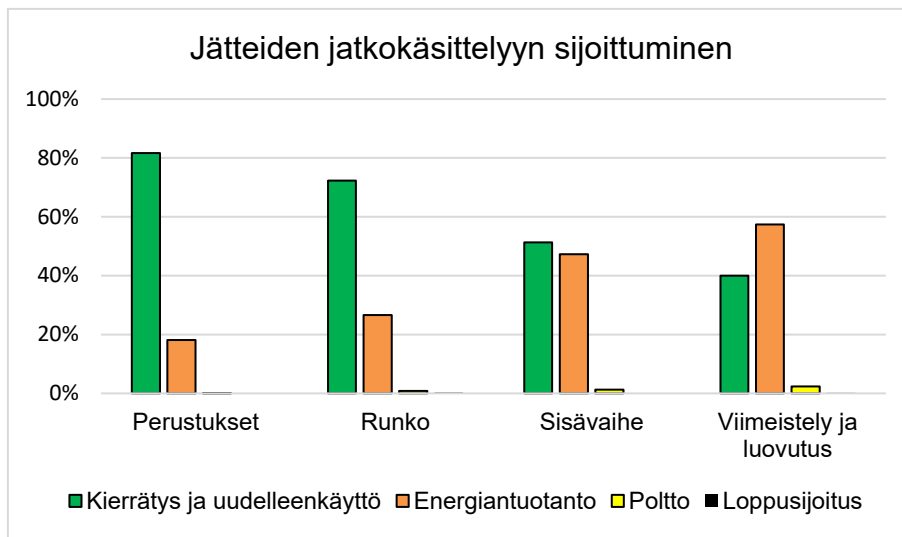


Jokaisen työmaan suurimmat jätevirrat kaikissa rakennusvaiheissa muodostuivat pääasiassa samoista jätelajeista, kuten betoni- ja kivijätteestä, hyödynnettävästä puujätteestä sekä rakennusjätteestä. Muiden jätelajien muodostuminen vaihteli enemmän työmaasta sekä rakennusvaiheesta riippuen. Esimerkiksi energijätettä syntyi jokaisella työmaalla eniten sisävalmistusvaiheessa ja sekajätettä syntyi pääosin runko-, sisävalmistus- ja luovutusvaiheessa. Myös metallijätettä syntyi melkein jokaisella työmaalla kaikissa rakennusvaiheissa.

Muiden jätelajien muodostuminen oli epätasaisempaa. Ruskeaa pahvi- ja kartonkijätettä syntyi ainoastaan kahdella työmaalla eniten sisävalmistusvaiheessa. Muovijätettä muodostui kolmella työmaalla, joista ainoastaan työmaalla 4 muovijätettä syntyi jokaisessa työvaiheessa. Muilla työmailla muovijätettä syntyi runko- ja sisävalmistusvaiheessa. Kipsijätettä muodostui jokaisella työmaalla runko- ja/tai sisävalmistusvaiheessa. Vaarallista jätettä syntyi jokaisella työmaalla pääasiassa runko-, sisävalmistus- sekä viimeistely- ja luovutusvaiheessa, mutta työmaalla 3 sitä oli raportoitu myös perustusvaiheessa. Kierrätyspuuta syntyi ainoastaan kahdella työmaalla sekä muuta kierrätettävää jätettä syntyi joko satunnaisesti eri rakennusvaiheissa tai ei ollenkaan. Joidenkin jätelajien muodostumisen vaihtelevuuden syynä työmaiden välillä voi osaltaan olla puutteellinen lajittelu.

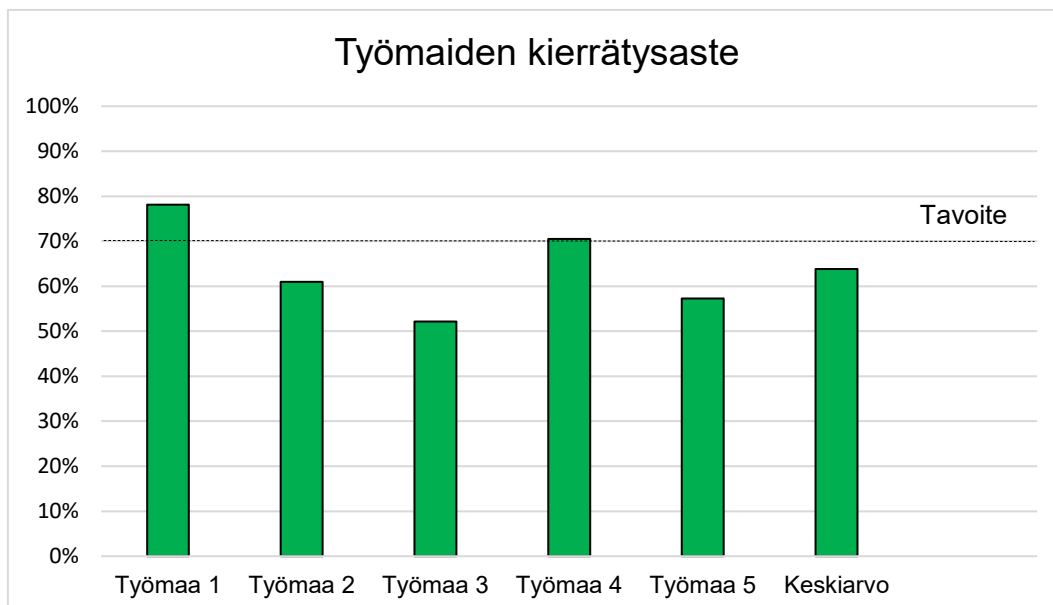
Perustus-, runko- ja sisävalmistusvaiheessa kierrätettävää jätettä muodostui kaikista eniten [kuva 28]. Suurin rakennusvaihekohtainen kierrätysaste saavutettiin perustusvaiheessa. Sisävalmistusvaiheessa energiantuotantoon hyödynnettävän jätteen osuus oli melkein yhtä suuri kierrätettävän jätteen kanssa. Viimeistely- ja luovutusvaiheen suurin jätevirta muodostui energiantuotantoon hyödynnettävästä jätteestä, jolloin kierrätettävän jätteen osuus jäi pienemmäksi. Viimeistely- ja luovutusvaiheessa energiantuotantoon hyödynnettävää jätettä syntyi kaikkiin muihin rakennusvaiheisiin verrattuna eniten. Kuvassa 28 nähdään poltettavan sekajätteen ja loppusijoitettavan vaarallisen jätteen osuus, joka jäi jokaisella työmaalla verrattain pieneksi.

Kuva 28. Jätteiden jatkokäsittelyyn sijoittuminen rakennusvaiheittain.



Tarkasteltavista työmaista kaksi viidestä saavutti lainvaatiman 70 % kierrätysastetavoitteen [kuva 29]. Työmaalla 1 arvo oli melkein 80 %. Työmaalla 2 kierrätysaste oli noin 61 % sekä työmailla 3 ja 5 arvo jäi alle 60 %. Yleisesti Suomessa työmailla ei vielä saavuteta 70 % kierrätysastetta, vaan arvo on viime vuosien aikana jäänyt alle 60 %. Tarkasteltavien työmaiden kierrätysasteen keskiarvo oli noin 64 %. Työmaiden kierrätysasteet olivat ns. Suomen tasolla, mutta kaikkien tarkasteltavien työmaiden kohdalla vaadittavasta tavoitteesta ei olla kovinkaan kaukana.

Kuva 29. Yhteenveto työmaiden saavutetusta kierrätysasteesta.



Kierrätysasteen jääminen alle tavoitearvon selittyy aineistosta saadun tiedon perusteella runsaalla määrällä kierrätysasteeseen laskemattoman jätteen muodostumisella, kuten energiantuotantoon hyödynnettävän jätteen runsaalla määrällä etenkin sisävalmistus- sekä viimeistely- ja luovutusvaiheessa. Melkein jokaisessa tarkastelussa olleella työmaalla viimeistely- ja luovutusvaiheessa saavutettiin kaikista rakennusvaiheista alhaisin kierrätysasteen arvo. Hallitsevia jätelajeja sisävalmistus- sekä viimeistely- ja luovutusvaiheessa olivat rakennusjäte ja hyödynnettävä puujäte, joita ei kierrätysasteeseen huomioida.

5.4 Haastattelut

Tässä opinnäytetyössä tilaajana toimivan yrityksen henkilöstön haastatteluiden avulla pyrittiin kartoittamaan kierrättämisen ennustamisen mahdollisuuksia teorian ja käytössä olleen yrityksen aineiston tukena. Tarkoituksena oli haastattelukysymysten avulla kartoittaa työmaiden nykyistä kierrätystoimintaa ja olemassa olevia keinoja jätteiden hallinnan sekä kierrättämisen edistämiseksi. Haastattelukysymyksissä pyrittiin selvittämään kierrätysasteen saavuttamisessa ilmeneviä ongelmakohtia, joiden avulla voitaisiin ennakoida työmaiden kierrätys- ja jätehuoltotoimintaa kierrätysastetavoitteen saavuttamiseksi.

5.4.1 Haastatteluiden toteutus

Haastattelut toteutettiin sähköpostihaastatteluna, johon sisältyi 10 avointa haastattelukysymystä. Kysymykset muodostettiin teoriassa käsiteltyjen aiheiden ja tilaajan aineistosta saatujen havaintojen perusteella. Teoriaosuudessa esitettiin yleisiä mahdollisia keinoja kierrättämisen ennustamiseksi työmaalla, joiden käyttöä ja käytön mahdollisuuksia kartoitettiin haastatteluissa. Kysymyksiä muodostettiin myös aineistosta löytyneiden työmaiden kierrätysasteeseen vaikuttaneiden havaintojen perusteella. Haastatteluissa esitettiin muun muassa kysymyksiä kierrätystoiminnan ja kierrätysastetavoitteen huomioimisesta tuotannon suunnittelussa, materiaalitehokkuudesta sekä aineiston työmailla esiintyneiden merkittävimpien jätevirtojen syntyminen syistä ja vähentämisen mahdollisuuksia. Haastattelukysymykset löytyvät liitteestä 1.

Haastateltaviksi rajautui Bonava Suomi Oy:n toimenkuvaltaan työpäälliköt ja työmaapäälliköt. Kyseisissä tehtävissä toimivat rajattiin haastateltaviksi, koska he tuovat näkemystä sekä tuotannon suunnittelun puolelta, että myös työmaatoiminnan osalta. Haastattelukutsuja lähetettiin yhteensä kahdeksalle henkilölle, joista kuusi lähetti vastauksensa määräaikaan

mennessä. Haastatteluun osallistuneista henkilöistä kaksi toimii työpäällikkönä ja neljä henkilöä työmaapäällikön tehtävissä. Haastateltavien henkilöiden työkokemus työpäällikön tai työmaapäällikön tehtävistä sijoittui 2–23 vuoden välille. Bonava Suomi Oy:n toiminnassa haastateltavat ovat olleet mukana 2–7 vuotta.

5.4.2 Haastatteluiden yhteenveto

Tuotannon suunnittelussa työmaan kierrätystoimintaa ja jätehuoltoa varten tehdään jätehuoltosuunnitelma kierrätyksestä vastaavan yhteistyökumppanin kanssa. Jätehuoltosuunnitelma on aina työmaakohtainen erilaisista työmaista johtuen ja siihen kirjataan muun muassa mitä jakeita työmaalla tullaan kierrättämään sekä arvioidaan syntyviä jätemääriä, joiden pohjalta määritellään jäteastioiden tarve. Kuitenkin työvaiheiden edistymisen mukaan jätehuoltoa pyritään suunnittelemaan ja päivittämään esimerkiksi jätelavojen määrien sekä koon tarpeen perusteella.

Haastatteluissa nousi esille viranomaisen vaatimus rakennusluvan hakemisen yhteydessä esitettävästä ennakoarviosta tulevan työmaan jätemäärästä. Osa haastateltavista kertoi, että syntyviä määriä arvioidaan kokemuksen perusteella, mutta myös edellisissä kohteissa syntyneiden jätemäärien pohjalta. Osan mielestä jatkossa aikaisempien työmaiden jäteraportteja voitaisiin hyödyntää enemmän tulevan työmaan jätemäärien arvioinnissa ja osan mielestä siitä ei koeta olevan hyötyä. Tärkeämmäksi koetaan se, mitä jätteitä työmaalla tulee syntymään sekä kuinka ne kerätään ja sijoitetaan.

Jätteiden etusijajärjestys ja syntypaikkalajittelu nostettiin tärkeiksi kierrätyksen tehostamista edistäviksi tekijöiksi. Bonava Suomi Oy:n työmailla näitä tekijöitä pyritään tehostamaan oikeiden keräysastioiden valinnoilla, jotta työmaalta löytyisi lajittelupisteet mahdollisimman monille jätelajeille. Tärkeää on myös jäteastioiden merkitseminen selkeästi huomioiden monikielisyys, jotta voidaan osoittaa mitä jätteitä astioihin tulee laittaa. Myös jäteastioiden sijoittaminen eri kerroksiin edistää syntypaikkalajittelun toteutumista.

Jätehuollon ja kierrätyksen toteuttamisen kerrottiin vaativan jatkuvaa valvontaa, jota toteuttavat pääosin työnjohtajat muun työn ohessa. Erityistä valvontaa kierrätyksen toteuttamiseksi ei varsinaisesti ole, mutta osalla työmaista siivoojat saatetaan perehdyttää tarkastamaan tyhjennettävien jäteastioiden sisältö. Työmailla on usein yksi logistiikkahenkilö, joka tyhjentää jäteastioita kerroksista, jolloin kyseisellä henkilöllä on avainrooli jätteiden sijoittamisessa oikeille jätelavoille. Jätelavojen tyhjentämisen tilaamisesta vastaa työnjohto. Haastateltavat mainitsivat oikea-aikaisen tyhjennyksen toimivan hyvin silloin, kun ennalta

sovitut henkilöt hoitavat asian. Jätelavojen tyhjentämisessä ilmenee joskus poikkeamia esimerkiksi jätehuoltokumppanin lavojen tyhjentäminen milloin tahansa sekä mahdolliset sekaannukset tyhjentämisen tilauksissa.

Kierrättämisen ja jätehuollon toteuttamisen haasteiksi osoittautuvat usein myös tilanpuute, asenne, kulttuurierot, kielimuuri ja kiire. Työmaan aluesuunnitelmassa pyritään suunnittelemaan jätelavojen paikat mahdollisimman ihanteellisiksi, mutta tilanpuutteen vuoksi astioiden sijoittelu ei aina onnistu parhaalla mahdollisella tavalla. Tällöin lajittelu ei toteudu ja jätteet laitetaan sekaisin. Haasteena tilanpuutetta enemmän koettiin asenne lajitteluun. Haastateltavat kertoivat, että suurin osa urakoitsijoiden työntekijöistä ymmärtää lajittelun ja kierrätyksen olevan osa urakan suorittamista, mutta osalla työntekijöistä asenne saattaa olla vastustavampi, koska ”ei enenkään ole tarvinnut”. Myös kulttuurierot ja kielimuuri tuottavat haasteita sekä sekaannuksia jätteiden lajittelussa. Haasteeksi mainittiin myös jätehuoltosuunnitelman päivittäminen ajantasaiseksi, joka ei aina kiireen vuoksi toteudu.

Kierrättämistä käydään urakoitsijoiden kanssa läpi urakkaa koskevilla asiakirjoilla ja palavereilla osana urakkakokonaisuutta. Tarjousvaiheessa tehdään joko itse tai pyydetään urakoitsijalta tehtäväsuunnitelmassa, millainen toimintatapa jätteiden lajitteluun on suunniteltu. Urakkasopimuksen ehtoihin sisällytetään kierrätys- ja lajitteluvelvoitteet. Aloituspalaverissa kerrataan sovitut velvollisuudet ja urakoitsijapalaverissa muistutetaan säännöllisesti kierrätyksestä. Joskus urakoitsijan sopimuksen mukainen kierrätystoiminta ei kuitenkaan toteudu, jolloin voidaan joutua laskuttamaan puutteellisesta toiminnasta.

Työmaaperehdytyksessä kierrätys ja jätteiden lajittelu käydään läpi yhtenä kokonaisuutena. Perehdytykseen sisältyy jätehuoltosuunnitelma sekä käydään läpi työntekijän työtehtävissä syntyvät jätevirrat ja niiden lajittelu. Perehdytyksen ohella työnjohto huolehtii sopimuksessa sovitujen asioiden mukaisesti, että työntekijälle on käytössä riittävästi tarvittavia jäteastioita oikeassa paikassa tai sovitusti osoittaa kierrätyspisteiden sijainnit ja vastuun jäteastioiden tyhjentämisestä.

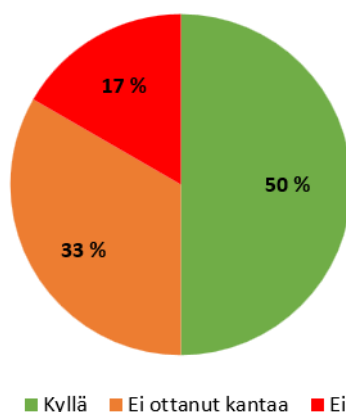
Kierrätysastetavoite käydään läpi urakoitsijoiden kanssa urakkaa koskevilla asiakirjoilla. Myös jätehuoltokumppanin kanssa kierrätysastetavoite on tullut muutaman vuoden sisällä asialistalle jätehuollon suunnittelussa. Lainvaatiman 70 % kierrätysastetavoitteen saavuttamisessa erityiseksi haasteeksi mainittiin vähäinen betonijätteen muodostuminen ja vastaavasti runsas energiantuotantoon päätyvän puujätteen määrä. Osa kertoi, että haastetta tuottaa myös jätehuoltokumppaneiden toimintatapojen vaihtelevuus esimerkiksi rakennusjätteen käsittelyssä. Toimijoiden välillä on paljon vaihtelua myös siinä, miten

kyseinen toimija lukee jätelajit mukaan kierrätysasteeseen. Osa taas kertoi tiettyjen toimijoiden kanssa kierrätysasteeseen pääsyn helppona, joissa jätteiden käsittelyn toimintatapa on selkeämpää.

Kierrätysastetavoitteen saavuttamisen mahdollisuuksien parantamista projekteissa kartoitettiin kysymällä palkkiomenetelmästä apuna kierrättämisen edistämiseksi. Toistaiseksi työmailla ei ole palkkiomenetelmää käytössä kierrätysastetavoitteen saavuttamisessa. Kannat palkkiomenetelmän hyödyllisyyteen kierrätysastetavoitteen saavuttamisen apuna on esitetty kuvassa 30. Puolet olivat sitä mieltä, että palkkiomenetelmästä voisi olla apua kierrätysastetavoitteen saavuttamisessa. Haastateltavien mukaan rahallinen kannustin yleensä ohjaa ja parantaa ihmisten asennetta. Kolmasosa ei kertonut kantaansa ja vain yksi oli sitä mieltä, että palkkiomenetelmällä ei olisi vaikutusta tavoitteen saavuttamiseksi.

Kuva 30. Vertailu mielipiteistä palkkiomenetelmää kohtaan kierrätysastetavoitteen saavuttamisessa.

Palkkiomenetelmästä hyötyä kierrätysastetavoitteen saavuttamisessa



Materiaalihukan osuus on usein uudisrakennustyömailla hyvin suuri. Materiaalihukan vaikutukset eivät liity pelkästään kierrätykseen, vaan sillä on merkitys myös kustannuksiin. Materiaalihukan vähentämisen edistämiseksi esitettiin hukkaan menevien materiaalien kierrättämistä oikean toimijan puolesta, entistä tarkempaa määrälaskentaa, urakoitsijoiden omien ylimääräisten materiaalien poisvientä heidän toimestansa, muottimateriaalien uusiokäyttöä sekä kokonaisuuden tarkempaa ennakkosuunnittelua. Esille nostettiin myös kommunikaatio työmaalla olevien sekä eri työmaiden kesken, jolloin voitaisiin hyödyntää ylimääräisiksi ilmeneviä rakennusmateriaaleja toisaalla tai edistää samoissa työvaiheissa käytettävien materiaalien uusiokäyttöä.

Työmaiden kierrätykseen soveltumattoman jätteen osuus sisävalmistus-, viimeistely- ja luovutusvaiheissa oli suuri etenkin rakennus- ja puujätteen osalta. Haastatteluissa kartoitettiin syitä suureen määrään ja keinoja näiden jätelajien osuuden pienentämiseen. Syiksi esitettiin työmaan lopussa työmaa-alueen tilan väheneminen, jolloin erilaisia jätelavoja ei mahdu tarpeeksi työmaalle. Puujätettä syntyy usein muotti- ja turvakaidemateriaalina sekä pakkausten mukana tulevista puulavoista, joita voitaisiin kierrättää uudelleen käytettäviksi. Usein ne saattavat kuitenkin unohtua odottamaan uusiokäyttöä ja sitten tilanpuutteen tai kiireen vuoksi päätyvät lopulta sekalavoille. Puumateriaali koettiin yleisesti hankalana materiaalina lajitella sekä etenkin kierrättää puhdistuskustannusten ja asetettujen vaatimusten vuoksi.

Rakennusjättemäärän vaihteluihin vaikuttavat erityisesti työmaiden koko ja sisältykö työmaahan parkkihalli. Eroja määrissä voi lisätä myös työmaan epäsiisteys tai kiire, jolloin nopeasti siivottuja jätteitä ei lajitella. Muutamassa vastauksessa nostettiin esille myös kylpyhuoneen toteutusratkaisut, kuten kylpyhuone-elementtien toteutuksesta syntyvä vähempi jättemäärä kuin paikalla toteutettavassa. Rakennusjättemäärän pienentämisen keinoiksi esitettiin tarkempaa jätteiden lajittelua ja laajempien lajittelumahdollisuuksien järjestämistä koko työmaan ajan. Jäteastioita ei välttämättä tarkemman lajittelun kannalta ole mahdollisuutta sijoittaa riittävän monipuolisesti työpisteille, jolloin rakennusjätettä muodostuu enemmän. Ennakoivia ratkaisuja näille ongelmille tulisi miettiä jo työmaan suunnittelussa.

Kierrätyksen ja kierrätysasteen saavuttamisessa tärkeimmäksi koettiin tämänhetkisen jätehuoltokumppanin kanssa toimiva yhteistyö. Myös betonin käyttö, etenkin perustusvaiheessa, nostaa mahdollisuuksia kierrätysastetavoitteen saavuttamiselle tehokkaammin. Tavoitteen saavuttamiseen vaikuttaa myös olennaisesti parempi asenne ja valvonta lajitteluun. Toimintaa tulisi korostaa, ohjeistaa ja edistää mahdollisimman helpoksi urakoitsijoille. Myös mahdolliset sanktiomenetelmät toiminnan laiminlyönnistä voisi toimia muistutuksena sovitusta asioista ja asenteen parantamisessa. Esille nostettiin edelleen hyvä ennakkosuunnittelu sekä edellisillä työmailla havaittujen ongelmien nostaminen esiin ja sitä kautta toimiminen toisin.

5.5 Yhteenveto kierrättämisen ennustamisesta uudiskerrostalotyömaalla

Olemassa olevan tiedon ja nykyisten toimintatapojen avulla voidaan ennustaa tulevan työmaan jätekertymää ja kierrätysastetta. Teoriapohjan, tarkastellun aineiston sekä haastatteluista saadun aineiston perusteella hyvällä suunnittelulla ja yleisten ongelmakohtien tiedostamisella voidaan ennakoivalla toiminnalla varautua asiassa kuin asiassa. Olemassa olevan tiedon avulla pystytään ennustamaan yleisiä työmailla muodostuvia jätevirtoja ja pyrkiä tekemään parempia valintoja materiaaleihin liittyen. Ennustaminen ei kuitenkaan koskaan ole varmaa, mutta varautumisella ja asioiden tiedostamisella on enemmän hyötyjä kuin haittoja.

Teoriasta ja tilaajana toimivan Bonava Suomi Oy:n aineistosta ilmeni, että merkittävimmät jätevirrat uudiskerrostalotyömailla muodostuvat betoni- ja kivijätteestä, puu-, metalli- ja rakennusjätteestä. Kyseisten jätelajien muodostumisessa eri rakennusvaiheissa oli samankaltaisuuksia työmaiden välillä. Esimerkiksi runsas betonin käyttö perustusvaiheessa ennakoi korkeampaa kierrätysastetta. Kierrätettävän jätteen osuus kaikista jätelajeista oli energiantuotantoon hyödynnettävään jätteeseen verrattuna pienempää. Tämä tieto, mitä jätettä muodostuu eniten, kuinka ne kerätään ja sijoitetaan, auttaa jätekertymien ja kierrätysasteen ennustamisessa. Jäteraportoinnin tietoja voitaisiin hyödyntää tulevan työmaan jätehuollon ja kierrätystoiminnan suunnittelussa, kuten edistää tiettyjen jätevirtojen syntymistä vähentäviä toimia. Raportointi auttaa tunnistamaan rakennusvaiheissa eniten kierrätysasteeseen laskevasti vaikuttavien jätelajien syntymistä ja sitä kautta voidaan tehdä ennakoivia materiaalivalintoja kierrätettävyyden perusteella.

Tieto työmaalla muodostuvista jätevirroista, auttaa ennakoimaan työmaan jätehuollon suunnittelua. Työmaalla jätehuollon toimivien toimintatapojen edistämällä luodaan työmaalle otollisemmat olosuhteet tarkemmalle lajittelulle ja sen myötä kierrätyksen toteuttamiselle. Tärkeää on nostaa esille työmailla ilmenneitä ongelmakohtia sekä jakaa tietoa muille, jotta kehittäviä keinoja voidaan edistää tulevissa projekteissa. Työmaan suunnittelussa tulisi myös ennakoida jätehuolto- ja aluesuunnitelman ajantasaisuutta sekä työmaan loppuvaihetta, jotta tilaa pystytään optimoimaan sen aikaiselle jätehuollon ja kierrätyksen tarpeille. Loppuvaiheen jätevirtojen tunnistaminen auttaa ennustamaan tarvittavat jätelavat, jotta jätteet saadaan parhaiten lajiteltua. Syntypaikkalajittelu on tehokkain tapa edistää kierrättämistä ja sen järjestämiseen sekä toteuttamiseen tulisi panostaa.

Lajittelun toteutumista ei voida tarkasti ennustaa etukäteen, koska lajittelun toteutuminen on viime kädessä urakoitsijoiden toiminnasta ja asenteesta kiinni. Ennakoivalla toiminnalla voidaan pyrkiä tekemään lajittelusta ja jätehuollosta mahdollisimman helposti toteutettavaa, joka ennustaa parempaa lajittelua. Riittäväkin jätehuollon suunnittelu ei kuitenkaan aina riitä, koska toisten ihmisten toimintaa ei voida hallita. Ihmisten toimintaa voidaan kuitenkin pyrkiä ohjaamaan esimerkiksi asettamalla ehtoja ja erilaisia motivaatiokeinoja. Motivaatiokeinot ennustavat usein parempaa toimintaa, kun kyseessä on esimerkiksi rahalliset palkkiot tai sanktiot. Raha toimii usein motivoivana tekijänä ihmisten toiminnalle sekä positiivisessa että negatiivisessa merkityksessä.

Suunnitteluvaiheessa materiaalien valintojen, hukan, kierrätettävyyden ja uusiokäytön kannalta voidaan ennustaa tulevaa jätekertymää sekä niiden kierrättämistä. Ennustavia toimia ovat muun muassa materiaalivaihtoehtojen vertailu, ei kierrätettävien jätteiden osuuden korvausmahdollisuudet ja erilaiset uusiokäytön mahdollisuudet. Uusiokäytön mahdollisuuksia olisi hyvä kartoittaa etenkin puujätteen kohdalla, jota muodostuu työmailla runsaasti. Esimerkiksi muottimateriaalina ja turvakaiteina käytettävän puun uusiokäytön ennakoivalla suunnittelulla voitaisiin pidentää materiaalin elinkaarta. Myös materiaalihukan minimointia olisi hyvä ennustaa tarkemmalla määrälaskennalla ja kommunikoimalla työmaiden välillä ylimääräisistä materiaaleista. Materiaalitoimittajilta voisi mahdollisesti ennakoon tiedustella materiaalien palautusmahdollisuuksia, jos materiaalia jää ylimääräiseksi. Haasteita tässä tuottaa varmasti toimittajien toimintatavat sekä lisätyö ja ylimääräinen aika, joita palauttamiseen liittyvä selvittäminen todennäköisesti aiheuttaa.

Yhdeksi isoimmaksi tekijäksi kierrätysastetavoitteen saavuttamisessa ennustaa jätehuoltokumppani. Siihen vaikuttaa hyvin paljon millaiset resurssit jätehuoltokumppanilla on jätteiden kierrättämiselle ja jatkosijoittamiselle. Joidenkin kanssa toiminta ei ole kierrätysastetta parantavaa, koska toimijan kierrätettäväksi luettavien jätelajien välillä on eroja ja jätteiden käsittelyyn jätelaitoksilla eri resursseja. Toimivan jätehuoltokumppanin kanssa kierrätykselle asetetut tavoitteet on helpompi saavuttaa yhteisillä suunnitelmilla sekä jätteiden monipuolisempien kierrätysmahdollisuuksien vuoksi. Yhteistyö oikean jätehuoltokumppanin kanssa ennustaa korkeampaa kierrätysastetta, edistää työmaiden kierrätystä ja kierrätysastetavoitteen saavuttamista.

6 Pohdinta

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää uudiskerrostalotyömaan merkittävimmät kierrätysasteeseen vaikuttavat jätevirrat projektin eri rakennusvaiheiden aikana ja löytää keinoja ennustaa kierrätysastetavoitteen saavuttamista. Kierrätykseen liittyvien tekijöiden sekä kierrätysasteen ennustamisen mahdollisuuksien ja keinojen tarkastelun apuna hyödynnettiin lähteisiin perustuva teoriaa, tilaajana toimivan uudisasuntorakennuttaja Bonava Suomi Oy:n valmistuneiden työmaiden ja jätehuoltokumppanin jäteraportteja sekä yrityksen työpäälliköille ja työmaapäälliköille teetettyjä haastatteluita.

Pyrkimys ennakoida ja tunnistaa rakentamisen aikana syntyviä päästöjä auttaa kehittämään rakennusalan toimintaa vähäpäästöisemmäksi. Rakennussektori on kuitenkin merkittävässä osassa päästöjen ja jätteen muodostumisessa myös tulevaisuudessa. Etenkin kiertotalouden toimintoja, jonka tavoite on pitää materiaalit ja tuotteet käytössä mahdollisimman pitkään, olisi tarpeellista kehittää enemmän rakennusallalla. Kiertotalouden avulla jätteiden muodostuminen vähentyisi ja tarve neitseellisten raaka-aineiden käytölle vähenisi.

Tulevaisuudessa päästöihin ja kierrättämiseen liittyvien määräysten kiristyminen sekä tiukentuvat vaatimukset vähäpäästöisyydelle pakottavat rakennusalan toimijat kehittämään toimintatapojaan. Todennäköisesti myös asiakkaat voivat odottaa entistä kestävämpää ja ilmastovastuullisempaa toimintaa myös työmailla. Kestäviä toimintoja edellyttävät jo nyt EU:n taksonomia, rakennuslaki sekä muut ilmastonlämpenemistä hillitsevät tavoitteet, kuten Suomen tavoite hiilineutraaliuuteen vuoteen 2035 mennessä. Voi olla mahdollista, että tulevaisuudessa rakennusallalle kehitetään parempia kannustimia tai vaihtoehtoisesti tiukempia sanktiomenetelmiä, jotta kierrätysastetavoite saavutettaisiin ja kiertotalouden malleja hyödynnettäisiin.

Kierrättämisen edistämisen kannalta on tärkeää tunnistaa rakennusvaiheissa muodostuvien jätteiden laatu ja määrä, jotta ennakoivaa toimintaa jätteiden kierrätystoiminnalle voidaan toteuttaa. Sen avulla voidaan tehdä myös valintoja, jotka ehkäisevät rakennusjätteen syntymistä. Mielestäni materiaalitehokkuuden merkitys korostuu erityisesti taloudellisesta näkökulmasta, mutta myös materiaalien kiertokulusta. Tärkeintä olisi löytää vaihtoehtoisia keinoja tai ratkaisuja kierrätysastetta laskevien jätteiden tilalle, kuin ajatella kierrätyskelpoisten ja kierrätysastetta nostavien jätteiden määrän nostamista suurempaan arvoon.

Tässä opinnäytetyössä tehdyt havainnot ja esitetyt keinot toimisivat varmasti apuna tulevan työmaan jätekertymän sekä kierrätysasteen ennustamisessa. Työmaiden jätekertymissä oli yhteneväisyyksiä rakennusvaiheissa muodostuneissa jätevirroissa ja muodostuneiden jätteiden kierrätettävyydessä. Opinnäytetyössä esitettyjen asioiden merkitys työmaiden kierrätystoiminnassa korostuu myös siinä, että haastateltavat tunnistavat samoja yleisiä ongelmia ja tarpeellisia kehityskohteita. Haastateltavien havainnot kulkevat rinnakkain myös teoriasta löydettyjen havaintojen kanssa esimerkiksi ongelmakohtien osalta. Se ei kuitenkaan riitä, että ongelmia vain tunnistetaan, vaan tulisi myös olla halua löytää ja edistää toimivampia ratkaisuja.

Mielestäni mahdollisuus kierrätysastetavoitteen saavuttamisessa Bonava Suomi Oy:n työmailla on hyvä, koska 70 % tavoitteesta ei tässä opinnäytetyössä käsiteltyjen työmaidenkaan osalta olla kovin kaukana. Myös haastatteluista ilmeni asiaan liittyvä tiedostavuus ja kiinnostus edistää toimintaa kierrätyksen sekä kierrätysasteen kannalta paremmaksi. Työmaiden yksilöllisyyden ja erojen myötä haasteita sekä ongelmakohtia tulee eteen varmasti. Erityisen tärkeää on kuitenkin nostaa esille työmailla havaitut ongelmat, mutta myös ne hyvät ja toimiviksi koetut toimintatavat. Tulevaisuuteen ei voida täysin vaikuttaa, sillä vaikka kuinka hyvin ennustettaisiin ja suunniteltaisiin, yllätyksiä voi tulla. Mutta yllätyksiinkin voidaan varautua, esimerkiksi ennustamalla.

Lähteet

Basson, E. (2023). *World Steel in Figures 2023*. World Steel Association.

<https://worldsteel.org/steel-topics/statistics/world-steel-in-figures-2023/>

Betoniteollisuus ry. (n.d.). *Kiertotalous*. Betoni. Haettu 26.1.2024 osoitteesta

<https://betoni.com/betoni-ja-ymparisto/kiertotalous/>

Bionova Oy. (29.6.2017). *Tiekartta rakennuksen elinkaaren hiilijalanjäljen huomioimiseksi rakentamisen ohjauksessa*. Ympäristöministeriö.

Circulation. (16.3.2023). *Rakennusjätteen kierrätys Circulationilla*. Haettu 28.12.2023

osoitteesta <https://circulation.fi/rakennusjätteen-kierratys-circulationilla/>

EcoUp. (18.2.2021). *Rakennus- ja purkujäte ovat valtava mahdollisuus*. Haettu 26.1.2024

osoitteesta <https://ecoup.fi/rakennus-ja-purkujate-ovat-iso-ongelma-ja-valtava-mahdollisuus/>

European Commission. (25.9.2014). *Communication from the commission to the European Parliament, Council, the Europeans Economic and Social Committee and the Committee of the Regions* [kuva]. COM(2014) 398 final/2.

Euroopan unioni. (16.6.2022). *EU:n jätehuoltolaki*. Haettu 18.1.2024 osoitteesta [https://eur-](https://eur-lex.europa.eu/FI/legal-content/summary/eu-waste-management-law.html)

[lex.europa.eu/FI/legal-content/summary/eu-waste-management-law.html](https://eur-lex.europa.eu/FI/legal-content/summary/eu-waste-management-law.html)

FIGBC. (n.d.). *Eu-taksonomia*. Green Building Council Finland ry. Haettu 25.11.2023

osoitteesta <https://figbc.fi/opi-lisaa/eu-taksonomia>

Finnsementti Oy. (2020). *Ympäristöraportti 2020*. [https://finnsementti.fi/wp-](https://finnsementti.fi/wp-content/uploads/Finnsementti_ymparistoraportti_2020.pdf)

[content/uploads/Finnsementti_ymparistoraportti_2020.pdf](https://finnsementti.fi/wp-content/uploads/Finnsementti_ymparistoraportti_2020.pdf)

Heikura, A. (16.11.2020). *Rakennustyömaan jätteiden lajittelun vaatimukset osaksi*

kilpailutusta. Kestävyysloikka. Suomen ympäristökeskus. Haettu 5.1.2024 osoitteesta <https://kestavyysloikka.ymparisto.fi/rakennustyomaan-jatteiden-lajittelun-vaatimukset-osaksi-kilpailutusta/>

Hoivatilat. (18.6.2020). *Hiilijalanjälki, hiilikädenjälki?* [kuva]. Haettu 15.1.2024 osoitteesta <https://hoivatilat.fi/hiilijalanjalki-hiilikadenjalki/>

HSY. (n.d.). *Rakentamisen kiertotalouden haasteita*. Haettu 25.1.2024 osoitteesta <https://www.hsy.fi/ilmanlaatu-ja-ilmasto/rakentamisen-kiertotalouden-haasteet/>

Ilmastolaki 423/2022.

<https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2022/20220423#Pidm46434450429376>

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

Kaariaho, T. & Pirtonen, H. (20.12.2022). *Kiertotalous edistyy Suomessa hitaasti – merkittävimmät askeleen kohti asetettuja tavoitteita ovat vielä ottamatta*. Tieto & Trendit. Tilastokeskus. <https://www.stat.fi/tietotrendit/artikkelit/2022/kiertotalous-edistyy-suomessa-hitaasti-merkittavimmat-askeleet-kohti-asetettuja-tavoitteita-ovat-viela-ottamatta/>

Kierrätys.info. (n.d.). *Rakennus- ja purkujäte*. Haettu 5.1.2024 osoitteesta <https://www.kierratys.info/rakennus-ja-purkujaete/>

Kiertokapula. (2022). *Jätteen tie*. Kiertokapula Oy vuosikatsaus 2022. Haettu 15.1.2024 osoitteesta <https://vuosikatsaus.kiertokapula.fi/2022-2/jatteen-tie/>

Kiertotalousosaamiskeskus. (n.d.). *Yleistä kiertotaloudesta*. Haettu 25.1.2024 osoitteesta <https://www.kiertotalousosaamiskeskus.fi/mita-kiertotalous-on/>

Kiertotalous-Suomi. (n.d.). *Jätehuolto ja kierrätys* [kuva]. Haettu 26.1.2024 osoitteesta <https://kiertotaloussuomi.fi/tieto/ohjauskeinot/jatteiden-kasittely-ja-jatehuolto/>

Kuittinen, M. (2019). *Rakennuksen vähähiilisyyden arviointimenetelmä* [kuva]. Ympäristöministeriö

Laine, A., Mäntylä, I., Viertiö, V., Pursiainen, R. & Raivio, T. (12.10.2022). *Vähähiilinen rakennettu ympäristö – katsaus toimialan nykytilanteesta*. Gaia Consulting Oy.

Lahtonen, T. (2022). *Runkotyövaiheen kierrätysasteen nostaminen* [opinnäytetyö, Turun ammattikorkeakoulu]. <https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2022102521595>

- Lahtonen, T. & Turunen, V. (26.10.2022). *Kierrätysasteen nosto rakennustyömaan runkovaiheessa*. Talk by students.
<https://talkbystudents.turkuamk.fi/rakennustekniikka/kierratysasteen-nosto-rakennustyomaan-runkovaiheessa/>
- Landström, M., Kohl, A., Puroila, S., Sihvonen, R. & Tamminen, S. (2021). *Korjausliike – Suomi kohti 1,5 asteen tavoitteen mukaisia ilmastotoimia*. Sitran selvityksiä 193. Sitra.
- Lindell, S. (n.d.). *Jätteet kiertoon rakennustyömailta* [kuva]. Rakennustieto. Haettu 25.1.2025 osoitteesta <https://rakennustaito.fi/eilisen-jatteesta-huomisen-raaka-aineeksi/>
- L&T. (27.10.2020). *Tiedätkö, mikä on hyötykäyttöaste? 9 kiertotaloustermiä selitettynä*. Lassikko. Haettu 5.1.2024 osoitteesta <https://lassikko.lt.fi/kiertotalouden-termit-tutuksi>
- L&T. (n.d.). *Rakennustyömaan kierrätys ja jätehuolto*. Haettu 5.1.2024 osoitteesta <https://www.lt.fi/fi/yritysasiakkaat/palvelut/kierratyspalvelut-ja-jatehuolto/kierratys-ja-jatehuolto/rakennustyomaan-kierratys-ja-jatehuolto>
- Maankäyttö- ja rakennuslaki 5.2.1999/132.
<https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990132#L17-2P1171>
- Maankäyttö- ja rakennusasetus 10.9.1999/895.
<https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990895#L10P55>
- Netherlands Government. (2016). *A Circular Economy in the Netherlands by 2025* [kuva]. The Ministry of Infrastructure and the Environment and the Ministry of Economic Affairs, also on behalf of the Ministry of Foreign Affairs and the Ministry of the Interior and Kingdom Relations. Haettu 25.1.2024 osoitteesta https://circulareconomy.europa.eu/platform/sites/default/files/17037circulairconomie_en.pdf
- Perälä, A-L. & Nippala, E. (1998). *Rakentamisen jätteet ja niiden hyötykäyttö*. VTT Rakennustekniikka.
<https://www.vttresearch.com/sites/default/files/pdf/tiedotteet/1998/T1936.pdf>

- Peuranen, E. & Hakaste, H. (2014). *Rakentamisen materiaalitehokkuuden edistämisohjelma*. Ramate-työryhmän loppuraportti. Ympäristöministeriön raportteja 17/2014. Ympäristöministeriö
- Piha, A. (18.4.2018). *Kolme kovaa ammattilaiselle – mitä ovat kestävä kehitys, kiertotalous ja kierrätys?* Ammattilaisen kädenjälki. <https://kadenjalki.fi/kolme-kovaa-ammattilaiselle-mita-ovat-kestava-kehitys-kiertotalous-ja-kierratys/>
- Pihla. (n.d.). *Ikkunoiden kierrätys*. Haettu 26.1.2024 osoitteesta <https://www.pihla.fi/ikkunoiden-kierratys/>
- Pusenius, M. (2017). *”Milloin jäte lakkaa olemasta jäte ja mitä sitten?”*, Näkökulmia materiaalien hyötykäyttöön. Linnunmaa Oy. <https://www.syke.fi/download/noname/%7B500D3485-0138-4B7A-A682-D7C2F2C03F1A%7D/131486>
- Raivio, T., Laine, A., Klimscheffskij, M., Heino, A. & Lehtomäki, J. (18.6.2020). *Vähähiilinen rakennusteollisuus 2035, osa 4: Rakennusteollisuuden ja rakennetun ympäristön vähähiilisyyden tiekartta 2020–2035–2050* [kuva]. Rakennusteollisuus.
- Remeo. (n.d.). *Miksi lajittelu on tärkeää?* [kuva]. Haettu 19.1.2024 osoitteesta <https://remeo.fi/kiertotalous/miksi-lajittelu-on-tarkeaa/>
- Ruuska, A., Häkkinen, T., Vares, S., Korhonen M. & Myllymaa, T. (2013). *Rakennusmateriaalien ympäristövaikutukset – Selvitys rakennusmateriaalien vaikutuksesta rakentamisen kasvihuonekaasupäästöihin, tiivistelmäraportti*. Ympäristöministeriön raportteja 8/2013. Ympäristöministeriö.
- RT 103170. (2020). *Ilmastonmuutos – Hillintä ja sopeutuminen rakennetussa ympäristössä*. Rakennustieto Oy. <https://kortistot-rakennustieto-fi.ezproxy.hamk.fi/resource/juha/content/24769#page=1>
- RT 69-11183. (2015). *Rakentamisen jätehuolto*. Rakennustieto Oy. <https://kortistot-rakennustieto-fi.ezproxy.hamk.fi/resource/juha/content/21789#page=1>

- Saario, M. (28.3.2023). *Kierrätysmateriaalien käyttöosuusvelvoite kiertotalouden edistäjänä*. Kiertotalous-Suomi. Gaia Consulting & Sweco Finland Oy. Haettu 26.1.2024 osoitteesta <https://kiertotaloussuomi.fi/wp-content/uploads/2023/04/20230328-KiSu-webinaari-Gaia-Consulting-esitys.pdf>
- Salmenperä, H., Moliis, K. & Nevala, N-M. (2015). *Jättemäärien ennakointi vuoteen 2030*. Ympäristöministeriön raportteja 17/2015. Ympäristöministeriö.
- Salmenperä, H., Sahimaa, O. & Koutonen, H. (2018). *Kierrätyksen keinot, taloudelliset vaikutukset sekä toteutettavuus*. Ympäristöministeriön raportteja 17/2018. Ympäristöministeriö.
- Sankelo, P. & Alhola, K.(10.6.2020). *Kohti vähäpäästöistä rakennuskantaa*. Keino.
- Senaatti. (n.d.). *Jätteet*. Yhteiskuntavastuuraportti 2017. Senaattikiinteistöt. Haettu 15.1.2024 osoitteesta <https://www.senaatti.fi/yhteiskuntavastuuraportti2017/vastuullisuus-senaatissa/ymparisto/jatteet/>
- Siljander, R., Cederlöf, M., Skoglund, K. & Herronen, V. (14.7.2023) *Ilmastovuosikertomus 2023*. Ympäristöministeriön julkaisu 2023:27.
- Sitra. (n.d.). *Kiertotalous*. Haettu 25.1.2024 osoitteesta <https://www.sitra.fi/aiheet/kiertotalous/>
- Sjöstedt, T. (29.6.2016). *Mitä nämä käsitteet tarkoittavat?* Sitra. Haettu 25.1.2024 osoitteesta <https://www.sitra.fi/artikkelit/mita-nama-kasitteet-tarkoittavat/>
- Suomalainen, A. (2023). *Kiertotalouden ja kierrätysasteen edistäminen työmaalla jätehuollon näkökulmasta - Tavoitteet, haasteet ja mahdollisuudet* [opinnäytetyö, Tampereen ammattikorkeakoulu]. <https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-202304286839>
- Suomen ympäristökeskus. (21.4.2022). *Jätteet ja kierrätys*. Haettu 18.1.2024 osoitteesta <https://www.ymparisto.fi/fi/kestava-kierto-ja-biotalous/kierratys-ja-jatteet>
- Suomen ympäristökeskus. (17.2.2023). *Valtakunnallisen jätehuoltosuunnitelman seuranta*. Haettu 18.1.2024 osoitteesta <https://www.ymparisto.fi/fi/kestava-kierto-ja-biotalous/kierratys-ja-jatteet/valtakunnallisen-jatesuunnitelman-seuranta#rakentamisen-j%C3%A4tteet>

Suomen ympäristökeskus. (29.6.2023). *Rakentamisen päästötietokanta*.

Ympäristöministeriö. Haettu 1.12.2023 osoitteesta <https://co2data.fi/rakentaminen/>

Tiili-info. (n.d.). *Vastuullisuus ja ympäristö*. Haettu 26.1.2024 osoitteesta https://tiili-info.fi/tiili-materiaalina/vastuullisuus-ja-ymparisto/#kierratys_ ja_uusiokaytto

Tilastokeskus. (16.6.2021). *Jätetilasto 2019*. Haettu 28.12.2023 osoitteesta https://www.stat.fi/til/jate/2019/jate_2019_2021-06-16_tie_001_fi.html

Turunen, T. (2018). *The concepts of waste and non-waste in the circular economy* [väitöskirja, University of Eastern Finland]. eRepo. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-61-2920-4>

Valtioneuvoston asetus jätteistä 978/2021.

<https://finlex.fi/fi/laki/alkup/2021/20210978#Pidm46434449767632>

Viitanen, J. (2022). *Työmaan kierrätysasteen parantaminen ja ongelmakohtien kartoitus* [opinnäytetyö, Metropolia ammattikorkeakoulu]. <https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2022102721647>

Virolainen, E. (25.3.2021). *Uusio- ja kierrätysmateriaalit rakentamisessa* [video]. Youtube. <https://www.youtube.com/watch?v=s3YB-gvNH4>

Wickström, S. (2022). *Rakennustyömaan jätehuollon haasteet ja kierrätysasteen kehittäminen – Lujatalo Oy:n rakentamisen vastuullisuus* [opinnäytetyö, Turun ammattikorkeakoulu]. <https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2022052311195>

Ympäristöministeriö. (1.3.2021). *Rakentamisen päästöjä voidaan nyt vertailla – uusi päästötietokanta luo perustan vähähiilisen rakentamisen säädösohjaukselle*. Haettu 1.12.2023 osoitteesta <https://ym.fi/-/rakentamisen-paastoja-voidaan-nyt-vertailla-uusi-paastotietokanta-luo-perustan-vahahiilisen-rakentamisen-saadsohjaukselle>

Ympäristöministeriö. (1.3.2023). *Eduskunta hyväksyi rakentamisen päästöjä pienentävät ja digitalisaatiota edistävät lait*. Haettu 25.1.2024 osoitteesta <https://ym.fi/-/eduskunta-hyvaksyi-rakentamisen-paastoja-pienentavat-ja-digitalisaatiota-edistavat-lait>

Ympäristöministeriö. (28.3.2023a). *Vapaaehtoisuuteen perustuvat käyttösuusveloitteet yksi keino edistää kiertotaloutta*. Haettu 26.1.2024 osoitteesta <https://ym.fi/-/vapaaehtoisuuteen-perustuvat-kayttoosuusveloitteet-yksi-keino-edistaa-kiertotaloutta->

Ympäristöministeriö. (n.d.). *Vähähiilinen rakentaminen*. Haettu 23.11.2023 osoitteesta <https://ym.fi/vahahiilinen-rakentaminen>

Ympäristöministeriö. (n.d.-a). *Kysymyksiä ja vastauksia vähähiilisestä rakentamisesta*. Haettu 29.11.2023 osoitteesta <https://ym.fi/kysymyksiä-ja-vastauksia-vahahiilisesta-rakentamisesta>

Ympäristöministeriö. (n.d.-b). *Euroopan unionin ilmastopoliittika*. Haettu 25.11.2023 osoitteesta <https://ym.fi/euroopan-unionin-ilmastopoliittika>

Ympäristöministeriö. (n.d.-c). *Pariisin ilmastopimus*. Haettu 25.11.2023 osoitteesta <https://ym.fi/pariisin-ilmastopimus>

Ympäristöministeriö. (n.d.-d). *Vähähiilisen rakentamisen tiekartta*. Haettu 25.11.2023 osoitteesta <https://ym.fi/vahahiilisen-rakentamisen-tiekartta>

Ympäristöministeriö. (n.d.-e). *Kiertotalouden strateginen ohjelma*. Haettu 23.1.2024 osoitteesta <https://ym.fi/kiertotalousohjelma>

Ympäristöministeriö. (n.d.-f). *Rakentamisen kiertotalous*. Haettu 23.1.2024 osoitteesta <https://ym.fi/rakentamisen-kiertotalous>

Ympäristöministeriö. (n.d.-g). *Jätelainsäädäntö*. Haettu 18.1.2024 osoitteesta <https://ym.fi/jatelainsaadanto>

Liite 1. Haastattelukysymykset

1. Mikä on toimenkuvasi Bonavalla ja kuinka pitkään olet siinä toiminut?
2. Millä tavoin kierrätystoiminta ja kierrätysastetavoite huomioidaan tuotannon suunnittelussa? Hyödynnetäänkö esimerkiksi aikaisempien työmaiden jäteraportteja tulevan projektin suunnittelussa syntyvien jätteiden osalta sekä kierrätyksen suunnittelussa?
3. Millä keinoin Bonavan työmailla pyritään tehostamaan kierrätystä? Esimerkiksi: etusijajärjestys ja syntypaikkalajittelu, toteutetaanko kierrätyksen ja jätehuollon valvontaa, toteutuuko jäteastioiden oikea-aikainen tyhjäys ja onko työmaan jätehuoltosuunnitelma työmaakohtainen sekä ajantasaisin.
4. Painotetaanko kierrättämistä tai kierrätysastetavoitetta urakkaneuvotteluissa, urakkasopimuksien ehdoissa, aloituspalavereissa tai urakoitsijapalavereissa? Jos kyllä, miten?
5. Millä tavalla kierrätys ja jätteiden lajittelun opastus huomioidaan työmaaperehdytyksessä? Onko Bonavalla esimerkiksi kierrätykseen ja jätehuoltoon liittyvää toimintatapaa/-mallia urakoitsijoille?
6. Mikä tai mitkä asiat tuottavat haasteita kierrätysastetavoitteen (70 %) saavuttamisessa?
7. Onko kierrätysastetavoitteen saavuttamiselle projekteissa palkkiomenetelmää?

Jos on, niin millainen ja onko se edistänyt kierrättämistä tai vaikuttanut kierrätysasteeseen? Jos ei, voisiko sillä edistää kierrätysastetavoitteen saavuttamista? Lyhyet perustelut.

8. Tarkasteltavilla työmailla betoni- ja kivijätettä muodostui eniten sekä suurimman osan siitä muodosti ylijäämäbetoni. Millä keinoin materiaalihukan osuutta voitaisiin vähentää työmailla?
9. Tarkasteltavilla työmailla kertyi huomattava määrä energiantuotantoon päätyvää jätettä (jota ei huomioida kierrätysasteeseen), kuten sekalaista puujätettä ja rakennusjätettä, erityisesti sisävalmistus- sekä viimeistely- ja luovutusvaiheessa. Millä keinoin kyseisten jätelajien osuutta voitaisiin mahdollisesti pienentää työmailla, jotta kierrätysastetta voitaisiin nostaa?

Lisäkysymys: Mikä voisi selittää rakennusjätteen muodostumisen erot työmaiden välillä? Kuten sen, että jollain työmaalla rakennusjätteen määrä oli huomattavasti runsaampi?

	Rakennusjäte	Puujäte
Työmaa 1	25 t	31 t
Työmaa 2	98 t	162 t
Työmaa 3	85 t	104 t
Työmaa 4	29 t	173 t
Työmaa 5	125 t	107 t

Jatkokysymys: Mikä selittää myös runsaan energiantuotantoon hyödynnettävän puujättemäärän käytön koko työmaan aikana, mutta etenkin viimeistelyvaiheessa? Olisiko sitä mahdollista korvata kierrätettävällä puulla? Jos ei, niin miksi?

10. Millä keinoin sinun mielestäsi kierrätystä voitaisiin tehostaa entisestään Bonavan työmailla, jotta 70 % kierrätysaste saavutettaisiin kaikilla työmailla? Millä tavalla esimerkiksi Bonavan jätehuollon ja kierrätyksen ohjeistuksia voitaisiin kehittää kierrätysastetavoitetta ajatellen?