

# **Kierrätysmateriaalien integrointi osaksi vih- reää infrastruktuuria**

**Case: PilotGreen – Hukkapuisto**

LAB-ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK), Ympäristötekniikan koulutus

2025

Karla Kalliola, Jenni Lehtonen

## Tiivistelmä

|   |                                     |                         |
|---|-------------------------------------|-------------------------|
| Tekijä(t)<br>Karla Kalliola, Jenni Lehtonen   | Julkaisun laji<br>Opinnäytetyö, AMK | Valmistumisaika<br>2025 |
|   | Sivumäärä<br>42                     |                         |
| Työn nimi<br><b>Kierrätysmateriaalien integrointi osaksi vihreää infrastruktuuria</b><br>Case: PilotGreen – Hukkapuisto   |                                     |                         |
| Tutkinto ja koulutusala<br>Insinööri (AMK), ympäristötekniikan koulutus   |                                     |                         |
| Toimeksiantajaorganisaatio (jos opinnäytetyöllä on toimeksiantaja)<br>PilotGreen-hanke, LAB-ammattikorkeakoulu  |                                     |                         |
| Tiivistelmä<br><p>Opinnäytetyössä tutkittiin kierrätysmateriaalien integrointia vihreään infrastruktuuriin PilotGreen-hankkeen Hukkapuisto-kokeilussa sekä kokeilun elinkaariajattelun periaatteiden toteutumista. Opinnäytetyö toteutettiin osana PilotGreen-hanketta, jonka tavoitteena oli kehittää uusia, ympäristövastuullisia ja kustannustehokkaita ratkaisuja kaupunkivihreyden lisäämiseksi. Hukkapuisto-kokeilun tarkoituksena oli edistää kiertotaloutta ja kestäviä käytäntöjä kaupunkirakentamisessa. Opinnäytetyön tarkoitus oli selvittää voiko vihreän infrastruktuurin kohteita tuottaa kannattavasti kierrätysmateriaaleilla ja minkälaiset materiaalit ovat siihen parhaiten soveltuvia.</p> <p>Opinnäytetyö toteutettiin laadullisena tutkimuksena, jossa aineistoa kerättiin kirjallisuuslähteistä ja sähköisistä lähteistä sekä haastattelujen avulla. Haastattelut analysoitiin tunnistamalla toistuvia teemoja ja keskeisiä näkökulmia erityisesti elinkaariajattelun pääpiirteisiin liittyen.</p> <p>Tuloksena todettiin, että kierrätysmateriaaleilla voidaan luoda visuaalisesti houkuttelevia ja edullisia kaupunkivihreitä alueita. Lahjoituksina saadut materiaalit mahdollistivat merkittäviä kustannussäästöjä, mutta materiaalien saatavuudessa ilmeni haasteita. Tulokset toivat esiin tarpeen kehittää kevyempiä menetelmiä ympäristövaikutusten arviointiin ja parantaa kierrätysmateriaalien saatavuutta digitaalisen alustan avulla. Tulokset tukevat kiertotalouden ja kestävä kehityksen edistämistä viherrakentamisessa.</p> |                                     |                         |
| Asiasanat<br>kierrätysmateriaalit, vihreä infrastruktuuri, elinkaari, kiertotalous, ympäristövastuullisuus  |                                     |                         |

## Abstract

|  |                     |           |
|--|---------------------|-----------|
| Author(s)  | Type of Publication | Published |
| Karla Kalliola, Jenni Lehtonen   | Thesis, UAS         | 2025      |
|  | Number of Pages     |           |
|  | 42                  |           |
| Title of Publication   |                     |           |
| <b>Integrating recycled materials into green infrastructure</b><br>Case: PilotGreen – Hukkapuisto  |                     |           |
| Degree, Field of Study   |                     |           |
| Bachelor of Engineering (Bachelor of Science), Degree in Environmental Technology  |                     |           |
| Organisation of the client   |                     |           |
| Pilot Green -project, LAB University of Applied Sciences   |                     |           |
| Abstract   |                     |           |
| <p>This thesis examined the integration of recycled materials into green infrastructure within the Hukkapuisto pilot of the PilotGreen project and the implementation of life cycle thinking principles. The thesis was conducted as part of the PilotGreen project, which aims to develop new environmentally responsible and cost-effective solutions for increasing urban greenery. The purpose of the Hukkapuisto pilot was to promote circular economy and sustainable practices in urban construction. The objective of the thesis was to determine whether green infrastructure projects can be produced cost-effectively using recycled materials and which types of materials are best suited for this purpose.</p> <p>The thesis was carried out as a qualitative study, in which data was collected from literature and online sources, as well as through interviews. The interviews were analyzed to identify recurring themes and gain key insights, particularly related to the main aspects of life cycle thinking.</p> <p>The results showed that recycled materials can be used to create visually appealing and affordable urban green spaces. Materials received as donations enabled significant cost savings, but challenges were identified in the availability of these materials, highlighting the importance of early planning. The results also revealed a need to develop simpler methods for assessing environmental impacts and to improve the availability of recycled materials through a digital platform. The findings support the promotion of circular economy and sustainable development in green infrastructure projects.</p> |                     |           |
| Keywords   |                     |           |
| recycled materials, green infrastructure, life cycle, circular economy, environmental responsibility   |                     |           |

## Sisällys

|     |  |    |
|-----|--|----|
| 1   | Johdanto.....  | 1  |
| 2   | Vihreä infrastruktuuri.....                                      | 3  |
| 3   | Kierrätysmateriaalien käyttö ja kestävyys.....                   | 5  |
| 3.1 | Uudelleen käytettävät materiaalit.....                           | 5  |
| 3.2 | Lainsäädäntö.....  | 5  |
| 3.3 | Kierrätysmateriaalien ominaisuudet ja käyttömahdollisuudet ..... | 8  |
| 3.4 | Kierrätysmateriaalit infrarakenteissa .....                      | 9  |
| 3.5 | Kierrätysmateriaalien käytön haasteet .....                      | 12 |
| 4   | Ympäristövaikutusten arviointi .....                             | 16 |
| 4.1 | Elinkaariajattelun pääperiaatteet .....                          | 16 |
| 4.2 | Elinkaariarviointi (LCA) .....                                   | 16 |
| 4.3 | Päästölaskenta ja hiilijalanjälki .....                          | 19 |
| 4.4 | Elinkaariarvioinnin hyödyntäminen .....                          | 20 |
| 5   | Tutkimuksen tavoitteet ja toteutus.....                          | 21 |
| 5.1 | Laadullinen tutkimus.....  | 21 |
| 5.2 | Haastattelut .....   | 22 |
| 5.3 | Yhteenveto haastatteluista .....                                 | 22 |
| 6   | PilotGreen-hankkeen tapaustutkimus (Hukkapuisto).....            | 25 |
| 6.1 | PilotGreen-hanke .....   | 25 |
| 6.2 | Materiaalien hankintakriteerit.....                              | 26 |
| 6.3 | Euroopan aluekehitysrahasto (EAKR) .....                         | 26 |
| 6.4 | Hukkapuisto .....  | 27 |
| 7   | Tulokset.....  | 31 |
| 7.1 | Tulosten tarkastelu .....  | 31 |
| 7.2 | Elinkaariajattelu Hukkapuistossa .....                           | 32 |
| 8   | Yhteenveto ja johtopäätökset.....                                | 34 |
| 9   | Jatkotutkimus- ja kehitysideat .....                             | 36 |
|     | Lähteet .....  | 38 |

## Liite 1. Haastattelukysymykset

## 1 Johdanto

Erityisesti kasvavilla ja tiivistyvillä kaupunkialueilla vihreän infrastruktuurin tarve korostuu ilmastonmuutoksen vaikutusten vuoksi. Kaupunkien tiivistyminen lisää lämpösaarekeilmiöitä, heikentää ilmanlaatua ja vähentää luonnon monimuotoisuutta, mikä asettaa paineita löytää kestäviä ratkaisuja kaupunkivihreyden lisäämiseksi. Vihreä infrastruktuuri, kuten viherkatot, puistot ja hulevesialtaat, tarjoavat keinoja näiden haasteiden hallintaan samalla edistämällä kaupunkien viihtyisyyttä ja asukkaiden hyvinvointia. Kaupunkialueilla vihreän infrastruktuurin merkitys korostuu erityisesti tiiviisti rakennetuilla alueilla, joissa väestönkasvu ja ilmastonmuutoksen vaikutukset tuovat esiin uusia haasteita. Yhtenä merkittävänä kehityssuuntana korostuu kierrätysmateriaalien rooli kestävässä kehityksessä edistämiseksi. Kierrätysmateriaalien käyttö vihreässä infrastruktuurissa voi tarjota sekä ekologisia että taloudellisia hyötyjä, kuten päästöjen väheneminen, luonnonvarojen säästäminen, jätteiden määrän pienentyminen, hiilijalanjäljen pienentyminen ja mahdolliset kustannussäästöt.

Kierrätysmateriaalien käyttö vihreässä infrastruktuurissa voi tarjota kustannustehokkaan ja ekologisen ratkaisun, mutta se vaatii huolellisuutta materiaalien valinnassa, suunnittelussa ja toteutuksessa. Materiaalien pitkäikäisyys, säänkestävyys ja ympäristöystävällisyys ovat keskeisiä tekijöitä onnistumisen ja materiaalivalintojen kannalta.

Tässä opinnäytetyössä keskitytään tarkastelemaan, miten kierrätysmateriaaleja voidaan hyödyntää osana vihreää infrastruktuuria. Opinnäytetyön case-tapauksena toimii PilotGreen-hankkeen Hukkapuisto-kokeilu Lahden Munkkulassa. PilotGreen on EU-rahoitteinen hanke, jota koordinoi Forum Virium Helsinki yhteistyössä useiden toimijoiden, kuten LAB- ja Metropolia-ammattikorkeakoulujen kanssa. Hankkeen tavoitteena on kehittää uusia ja ympäristövastuullisia ratkaisuja kaupunkivihreyden lisäämiseksi. Hukkapuisto-kokeilussa pyrittiin luomaan uusi, visuaalisesti näyttävä ja kustannustehokas kaupunkivihreyden malli hyödyntäen kierrätysmateriaaleja. Kokeilun tavoitteena oli yhdistää elinkaariajattelun periaatteita kaupunkivihreän toteutukseen ja arvioida, kuinka hyvin käytetyt materiaalit vastaavat kestävyysvaatimuksiin ja ekologisiin tavoitteisiin.

Opinnäytetyössä keskitytään erityisesti tarkastelemaan Hukkapuisto-kokeilun elinkaariajattelun periaatteiden noudattamista. Elinkaariajattelun avulla voidaan arvioida vihreän infrastruktuurin koko elinkaaren aikaisia ympäristövaikutuksia, mukaan lukien materiaalien hankinta, käyttö, ylläpito ja lopullinen kierrätys tai hävittäminen. Elinkaariajattelun soveltaminen vihreän infrastruktuurin rakentamisessa auttaa tunnistamaan ratkaisuja, joilla voidaan vähentää ympäristökuormitusta. Vaikka Hukkapuisto-kokeilussa ei ole suoritettu täydellisiä elinkaariarvioita (LCA) tai hiilijalanjälkilaskelmia, hankkeen pyrkimys materiaalien uudelleenkäyttöön ja kiertotalouteen heijastaa elinkaariajattelun periaatteita.

Tutkimus toteutetaan laadullisena tutkimuksena, hyödyntäen kirjallisuuslähteitä, sähköisiä aineistoja sekä henkilökohtaisia haastatteluja PilotGreen-hankkeen ja Hukkapuisto-kokeilun toteuttajien kanssa. Aineisto analysoidaan tunnistamalla haastatteluissa toistuvia teemoja ja keskeisiä näkökulmia. Opinnäytetyön tavoitteena on myös kartoittaa kierrätysmateriaalien potentiaalia osana vihreää infrastruktuuria Hukkapuisto-tapauksen valossa ja tuoda esiin näkökohtia liittyen materiaalien valintaan, kestävyyteen ja ympäristövaikutuksiin. Lisäksi opinnäytetyössä pyritään tarjoamaan tietoa siitä, miten elinkaariajattelua voidaan soveltaa kierrätysmateriaaleja käytettäessä vihreässä infrastruktuurissa ja millaisia mahdollisuuksia sekä haasteita tämä tuo mukanaan.

## 2 Vihreä infrastruktuuri

Vihreällä infrastruktuurilla viitataan huolellisesti suunniteltuun kokonaisuuteen, joka koostuu luonnontilaisista ja osittain luonnontilaisista alueista sekä ympäristön eri tekijöistä. Tavoitteena on tuottaa erilaisia ympäristöpalveluita, kuten ilman ja veden puhdistusta, pölytystä ja virkistysmahdollisuuksia. Nämä vihreän infrastruktuurin kokonaisuudet sisältävät viheralueita, sinisiä alueita sekä muita fyysisiä elementtejä maa-, rannikko- ja merialueilla. Vihreää infrastruktuuria löytyy maaseudulta sekä kaupungeista, ja sitä ylläpidetään monimuotoisuuden säilyttämiseksi. (Similä ym. 2017.)

Vihreä infrastruktuuri on yksi vihreän siirtymän keinoista. Vihreä siirtymä on osa Euroopan unionin kasvustrategiaa ja vihreän kehityksen ohjelmaa. Euroopan vihreän kehityksen ohjelman keskeisimpiä osa-alueita ovat ilmastoneutraalius, kiertotalous, puhdas teollisuus, terveellisempi ympäristö, kestävämpi maatalous ja ilmasto-oikeudenmukaisuus. Vihreän kehityksen ohjelma sai alkunsa vuonna 2019, kun strategisen ohjelman suunnitelma julkaistiin. Eurooppa-neuvosto yhdessä Euroopan parlamentin kanssa huolehtii lainsäätämisestä, jolla pyritään ohjaamaan toimia Euroopassa kohti vihreän siirtymän tavoitteita. (Euroopan unionin neuvosto 2025.)

Vihreä infrastruktuuri tarjoaa monia erilaisia hyötyjä, jotka voivat liittyä ympäristön, yhteiskunnan ja talouden tarpeisiin. Ympäristön näkökulmasta sen tehtäviä ovat esimerkiksi luonnon monimuotoisuuden säilyttäminen ja ilmastomuutokseen sopeutuminen. Yhteiskunnan toiminnan kannalta vihreä infrastruktuuri voi tukea viemäröintiä ja vihrealueiden rakentamista. Taloudellisesti voidaan edistää työpaikkojen syntymistä ja kiinteistöjen arvon nousua. Vihreän infrastruktuurin avulla pyritään tehostamaan harmaata infrastruktuuria luontoon perustuvilla ratkaisulla. Esimerkiksi tulvavesien hallinnassa vihreä infrastruktuuri hyödyntää kasvillisuuden ja maaperän luonnollisia vedenpidätys- ja imeytymisominaisuuksia, tämä vähentää veden virtaamista viemäriverkostoihin ja vesistöihin. Saavutettavia hyötyjä ovat hiilen sidonnan lisääntyminen, ilmanlaadun parantuminen sekä elinympäristöjen ja virkistysalueiden laajentuminen. Vihreillä alueilla voidaan lisäksi rikastuttaa kulttuuri- ja maisemaperintöä sekä parantaa kaupunkiympäristön visuaalista ilmettä. (European Environment Agency 2021.)

Erityisesti kasvavilla ja tiivistyvillä kaupunkialueilla vihreän infrastruktuurin tarve korostuu. Tiivisti rakennetuilla kaupunkialueilla, joissa väestönkasvu on kiihtynyt myös ilmastomuutoksen vaikutukset korostuvat. Vihreällä infrastruktuurilla pyritään vastaamaan ja löytämään ratkaisuja muuttuneisiin olosuhteisiin, sekä ratkaisemaan ja ehkäisemään niistä tulevaisuudessa aiheutuvia ongelmia. Vihreän infrastruktuurin ekosysteemipalvelut jaetaan kolmeen osaan. Tuotantopalveluilla tarkoitetaan maataloudesta ja metsistä saatavaa ruokaa, sekä

biomassaan perustuvia energianlähteitä ja puutavaraa. Sääntely- ja turvapalveluilla pyritään huolehtimaan tulvasuojelusta ja veden kierroista, hyönteispölytyksestä ja maaperän toimintakyvystä. Kulttuuriset ekosysteemipalvelut kattavat luonnon virkistys- ja koulutusympäristönä. (B. Green Handbook 2022.)

Vihreän infrastruktuurin avulla pyritään yhdistämään harmaa infrastruktuuri ja luontopohjaiset ratkaisut (B. Green Handbook 2022). Luontopohjaisilla ratkaisuilla tarkoitetaan luonnosta vaikutteita saaneita ja sen toimintaan perustuvia yhteiskunnallisten ongelmien ratkaisuja (Sitra 2025). Luontopohjaisilla ratkaisuilla on mahdollista suojella, hoitaa ja ennallistaa ekosysteemejä sekä auttaa yhteiskuntaa sopeutumaan ilmastonmuutoksen aiheuttamiin haasteisiin. Pyrkimyksenä on nostaa ihmisten hyvinvoinnin tasoa ja luonnon monimuotoisuutta. Suunniteltaessa vihreän infrastruktuurin ratkaisuja tulisi ottaa huomioon kohteen ominaisuudet ja tarpeet. Jokaisella ratkaisulla on omat erityisominaisuutensa, ja ne sopivat parhaiten tiettyihin käyttötarkoituksiin. Vihreän infrastruktuurin ratkaisuja ovat esimerkiksi viherseinät, läpäisevät pinnat, sade- ja hulevesirakenteet, puutarhapalstat, urbaanit niityt sekä piha- ja katupuut. (B. Green Handbook 2022.) Van Mechelenin & Luna Quintanillan (2023) mukaan luontopohjaisilla ratkaisuilla pystytään vastaamaan esimerkiksi Euroopan unionin vihreän kehityksen ohjelman (Green deal) ja EU:n biodiversiteettistrategian tavoitteisiin.

Rakennetun ympäristön ja teollisuuden asiantuntijayritys Sweco on arvioinut parhaita käytäntöjä Euroopassa vihreän infrastruktuurin edistämiseksi eri hankkeissa, näitä esitellään vuonna 2023 julkaistussa Harmaasta vihreäksi raportissa. Esimerkiksi Brysselissä on tavoitteena poistaa ylimääräiset päälysteet teistä ja viherryttää kaupunkialuetta. Alueita halutaan kehittää luonnonmukaisemmiksi, jolloin sinne syntyisi esimerkiksi varjo- ja virkistysalueita sekä kohennettaisiin ilmanlaatua. Prahassa Venceslauksen aukiolle haluttiin luoda lisää vehreyttä. Kokonaisvaltaisessa projektissa alueen pinnat uusittiin, ja kastelujärjestelmät optimoitiin niin, että jalkakäytäviltä vesi valuu suoraan pidätyslaatikoihin, joista puut pystyvät imemään sitä tarpeen mukaan. Autoliikenne on suljettu alueelta pois, julkisista kulkuvälineistä alueella liikennöi raitiovaunu. (Van Mechelen & Luna Quintanilla 2023.)

### 3 Kierrätysmateriaalien käyttö ja kestävyys

#### 3.1 Uudelleen käytettävät materiaalit

Kierrätysmateriaalit ovat materiaaleja, jotka on otettu talteen käytöstä poistuneista tuotteista ja prosessoitu uusiksi tuotteiksi tai materiaaleiksi sen sijaan, että ne päätyisivät kaatopaille tai poltettaviksi (Ellen MacArthur Foundation 2021). Uusiomateriaaleilla tarkoitetaan esimerkiksi kierrätysmateriaaleista, jätteistä tai sivutuotteista valmistettuja tai sellaisenaan käytettäviä materiaaleja, joita voidaan käyttää alkuperäisessä käyttötarkoituksessaan tai uusissa sovelluksissa (Teittinen ym. 2020).

Purkumateriaaleiksi luokitellaan kaikki purkamisessa syntyvät rakennusosat ja materiaalit. Näitä materiaaleja voidaan käyttää uudelleen tai toimittaa kierrätykseen. Purkumateriaaleja syntyy sekä korjaushankkeissa että purkuhankkeissa. (Zhu ym. 2022.) Kierrätys- ja uusiomateriaalien tavoitteena on korvata neitseellisiä raaka-aineita ja edistää kiertotaloutta, jossa luonnonvaroja hyödynnetään tehokkaammin ja vähennetään aiheutuvia ympäristövaikutuksia (Gammelsæter & Larsson 2022).

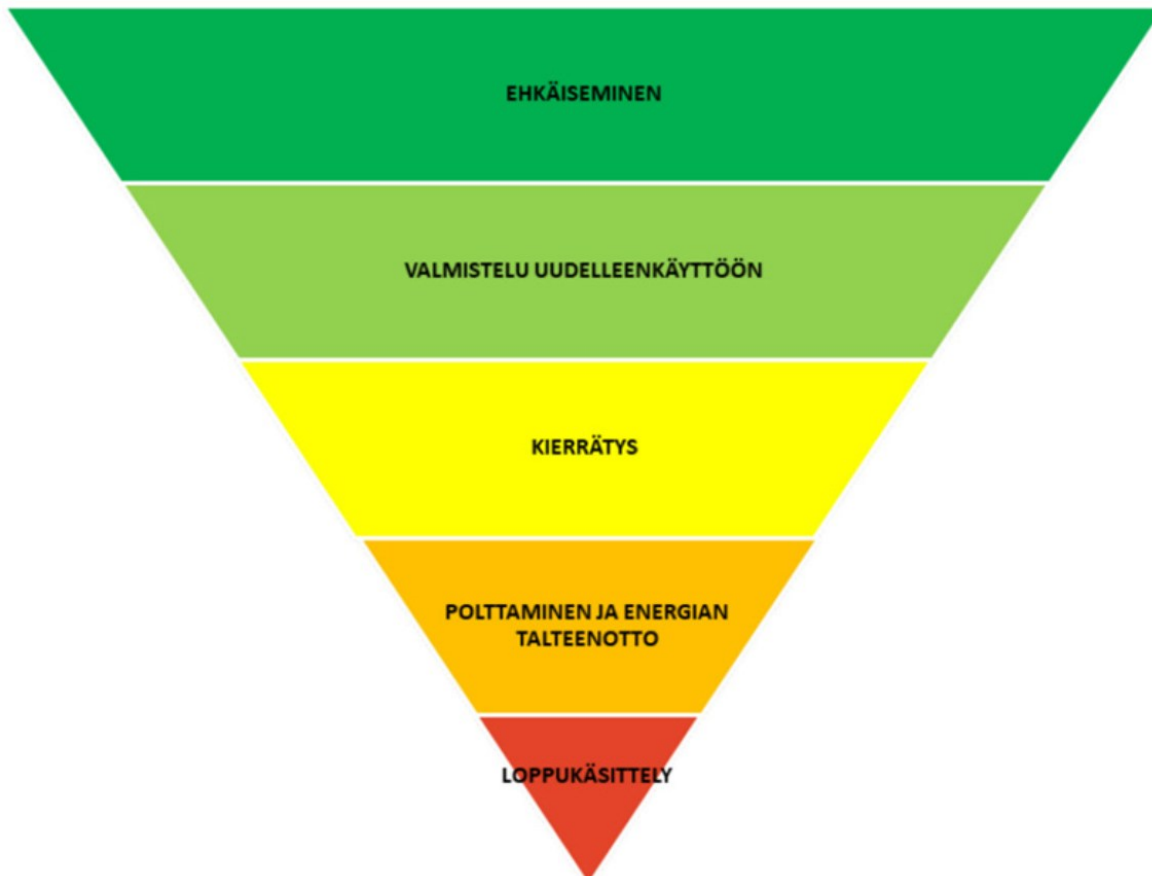
Yleisimmin tunnettuja kierrätysmateriaaleja ovat muovi, lasi, kartonki, metallit, biojäte, paperi ja tekstiilit. Myös monet rakennusmateriaalit, kuten puu, betoni, tiili, kivennäislaatat, keramiikkajätteet ja kipsipohjaiset jätteet on ohjattava uudelleenkäyttöön tai kierrätykseen. (Asumisen rahoitus- ja kehittämiskeskus ARA 2024.) Gammelsæterin ja Larssonin (2022) mukaan erilaisia maa- ja kiviaineksia voidaan kierrättää ja uusiokäyttää, mutta niissä tulee ottaa huomioon pilaantuneisuus, jolloin ne tulee hävittää asiallisesti.

#### 3.2 Lainsäädäntö

Ympäristönsuojelulaki (YSL 527/2014) kattaa kaiken toiminnan, joka voi aiheuttaa ympäristön pilaantumista. Lakia sovelletaan myös tilanteisiin, joissa syntyy jätettä tai sitä käsitellään ja hyödynnetään. Lain tarkoituksena on lisäksi edistää luonnonvarojen kestäväää käyttöä. Valtioneuvoston asetus eräiden jätteiden hyödyntämisestä maarakennuksessa (843/2017) (MARA-asetus) puolestaan koskee maarakentamiseen käytettäviä jätteitä, jotka täyttävät asetuksessa määritetyt laatuvaatimukset eivätkä vaadi ympäristönsuojelulain (527/2014) mukaista ympäristölupaa. Asetuksen 2 § mukaan sitä sovelletaan jätteiden ammattimaiseen tai laitosmaiseen hyödyntämiseen maanrakennuskohteissa.

Jätelain (646/2011) 11 § määritellyn etusijajärjestyksen mukaan ensisijaisesti on pyrittävä vähentämään jätteen syntyä ja haitallisuutta. Jätelain 11 § mukaan etusijasjärjestyksen noudattamista on pyrittävä edistämään käyttämällä kestäviä, korjattavia, uudelleenkäytettäviä tai kierrätettäviä materiaaleja, mikäli siihen on mahdollisuus. Lisäksi tulisi käyttää

kierrätetyistä materiaaleista valmistettuja tuotteita ja tarjottava palveluita, jotka tuottavat mahdollisimman vähän sekä mahdollisimman haitatonta jätettä. Nämä lain määritelmät koskevat viranomaisia, julkisoikeudellisia laitoksia ja yhteisöjä. Kuviossa 1 on havainnollistettu jätteiden etusijajärjestys.



Kuvio 1. Jätteiden etusijajärjestys (Euroopan tilintarkastustuomioistuin 2020)

Kuviossa 1 esitetty jätteiden etusijajärjestyksen malli toimii jätehuollon periaatteena. Ensisijaisesti on pyrittävä ehkäisemään jätteen syntymistä ja sen haitallisuutta. Mikäli jätettä syntyy, pyritään se käyttämään uudelleen tai valmistelemaan uudelleen käyttöä varten. Jos uudelleenkäyttö ei ole mahdollista, on jäte ensisijaisesti hyödynnettävä kierrättämällä. Toisijaisena keinona jäte voidaan hyödyntää energiana. Kaatopaikalle sijoittaminen on vaihtoehto ainoastaan tilanteessa, jossa jätteen hyödyntäminen on teknisesti tai taloudellisesti tarkasteltuna mahdotonta. (Ympäristöministeriö 2025b.)

Euroopan komission End of Waste -asetuksessa (EoW) määritellään kriteerit, joiden täytyessä tietyt materiaalit eivät ole enää jätettä. Täyttäessään nämä määritelmät materiaalit ovat käyttökelpoisia tuotteita tai raaka-aineita uusille tuotteille. Asetuksella pyritään edistämään kiertotaloutta, vähentämään jätteen määrää ja edistämään resurssien tehokasta ja kestävää käyttöä. (Euroopan komissio 2025.) Euroopan komission ja neuvoston

asetuksissa on määritelty End of Waste -kriteerit raudalle, alumiinille, kuparille, teräkselle ja lasimurskeelle (Ympäristöministeriö 2025a). Jätelaissa määritellään kriteerit jätteeksi luokittelun päättymiselle. *Jäte, joka on kierrätetty tai muuten hyödynnetty, ei ole enää jätettä, jos: 1) sitä on määrä käyttää erityisiin tarkoituksiin; 2) sillä on markkinat tai kysyntää; 3) se täyttää käyttötarkoituksensa mukaiset tekniset vaatimukset ja on vastaaviin tuotteisiin sovellettavien säännösten ja standardien mukainen; ja 4) sen käyttö ei kokonaisuutena arvioiden aiheuta vaaraa tai haittaa terveydelle tai ympäristölle.* (Jätelaki 646/2011, 5 b §.)

Suomessa on asetettu kaksi Ei enää jätettä -asetusta (EEJ), jotka koskevat betonimursketta ja kierrätettyä uusiomuoviraaka-ainetta. (Ympäristöministeriö 2025c.) Betoni-EEJ-asetuksen (466/2022) tarkoituksena on ollut luoda kansallisesti sovellettavat perusteet koskien betonijättemurskeiden jätteeksi luokittelun päättymistä. Näin ollen jätteeksi päättymisen sijaan betonimurskeita voitaisiin tuoda takaisin markkinoille kiviainestuosina ja lannoitevalmisteina. Betonimurskeet, jotka täyttävät niille asetuksessa määritellyt vaatimukset voidaan hyödyntää luonnonkiviainesten tapaan maa-, viher- ja talorakentamisessa. Tai uuden betonin ja betonituotteiden valmistuksessa. (Ympäristöministeriö 2022b.) Valtioneuvoston asetuksessa (270/2024) määritellään mekaanisesti kierrätetyn uusiomuoviraaka-aineen jätteeksi luokittelun päättymisen kriteerit. Nämä kriteerit on määritelty, jotta uusiomuoviraaka-aineet voidaan tuoda markkinoille tuotteena. Määritelmät täyttävää uusiomuoviraaka-ainetta voitaisiin käyttää neitseellisen muovin korvikkeena muovituotteissa tai muovia sisältävien tuotteiden valmistuksessa. (Ympäristöministeriö 2024.)

Rautiaisen ym. (2023) mukaan toistaiseksi lainsäädännössä ei ole erikseen määritelty tuleeko tuotteiden tai materiaalien valmistuksessa käyttää kierrätysmateriaaleja. On tarkasteltu, miten käyttöosuusvelvoite voisi soveltua käytäntöön. Käyttöosuusvelvoituksen tarkoituksena on määritellä kuinka suuren osan tuotannossa käytetystä materiaalista tulisi olla kierrätettyä. Käyttöosuusvelvoite voisi toteutuessaan olla ohjauskeino, jolla teollisuutta ohjataan edistämään kiertotaloutta. Velvoite ei välttämättä olisi juridinen velvoite, vaan se voisi perustua vapaaehtoisuuteen, suosituksiin tai se voitaisiin integroida osaksi hankintasopimuksia ja Green deal -sopimuksia.

Green deal -sopimukset ovat määräaikaisia sopimuksia, jotka toimivat ohjauskeinoina valtion ja elinkeinoelämän tai kuntien välillä. Sopimusten tavoitteena on edistää kestävästä kehitystä, ja niillä pyritään löytämään ratkaisuja esimerkiksi kiertotalouteen, luonnon monimuotoisuuteen tai ilmastohaasteisiin. Green deal -sopimuksissa määritellyt tavoitteet ovat tiukempia kuin lainsäädäntö ja ne on määritelty lainsäädännön tehostamiseksi tai täydentämiseksi. (Sitoumus2050 2025.) Ympäristöministeriö on sopinut Green deal -sopimukset muun muassa muovikassien vähentämisestä, kestävästä purkamisesta, rakentamisen

muoveista ja muovisista annospakkauksista. Sopimuksilla pyritään tuomaan yhteen ne tahot, jotka ovat keskeisessä roolissa kyseisen muutoksen aikaansaamisen kannalta. (Ympäristöministeriö 2025c.)

### 3.3 Kierrätysmateriaalien ominaisuudet ja käyttömahdollisuudet

Kierrätysmateriaalit ovat merkittävä osa kestävästä kehityksestä, sillä niiden avulla vähennetään luonnonvarojen kulutusta ja jätteen määrää. Teräs on maailman kierrätetyin materiaali, ja sopii uudelleenkäytettäväksi helposti. Teräs ei menetä ominaisuuksiaan kierrätettäessä tai muokattaessa. Kestävänä ja monikäyttöisenä materiaalina se on pitkäikäinen. Käyttämällä kierrätysterästä voidaan vähentää hiilidioksidipäästöjä ja säästää luonnonvaroja, kierrätysterästä ei ole kuitenkaan saatavilla riittävästi teollisuuden tarpeisiin. Kierrätysteräksen osuus tuotannossa on Euroopassa 55 % ja maailmanlaajuisesti 32 %. (Teräsrakenneyhdistys 2025.)

Suurin osa metalleista on kierrätettävissä ja uudelleenkäytettävissä. Kierrätettyä metallia käytetään raaka-aineena uusien metallituotteiden valmistukseen. Kierrätykseen toimitetut metallit puhdistetaan, murskataan ja erotellaan mahdollisista muista materiaaleista. Eri metallit erotellaan toisistaan muun muassa tiheyden, magneettisuuden ja sähkönjohtavuuden perusteella. (Helsingin seudun ympäristöpalvelut 2025.)

Tällä hetkellä noin 6 % maailman öljynkulutuksesta kohdistuu muovin valmistukseen ja on arvioitu, että vuonna 2050 tämä osuus olisi jopa 20 %. Valmistetusta muovista 90 % valmistetaan edelleen neitseellisistä raaka-aineista. Euroopassa 40 % muovijätteestä käsitellään energian talteenotolla eli polttamalla. Seuraavaksi yleisimmät tavat ovat sijoittaminen kaatopaikalle ja kierrättäminen. (Euroopan parlamentti 2025.) Muovijätteen kierrätyksen suurimpia ongelmakohtia on muovien heikko ja epätasainen laatu. Kierrätysmuovin hinta on korkea verrattuna neitseelliseen tuotteeseen. Kierrätykseen päätyvästä muovijätteestä noin 50 % toimitetaan EU:n ulkopuolelle, pääasiassa Turkkiin, Intiaan ja Yhdistyneeseen kuningaskuntaan. Kiina on asettanut muovijätteelle tuontirajoituksen, minkä vuoksi sinne toimitetun muovijätteen määrä on vähentynyt merkittävästi. (Euroopan parlamentti 2024b.)

Euroopassa on reagoitu muovin kierrätysasteen alhaisuuteen ja ongelmakohtiin asettamalla uusia sääntöjä. Esimerkiksi tietyt kertakäyttöiset muovipakkaukset tullaan kieltämään 1.1.2030 alkaen. Tällaisia muovipakkauksia ovat esimerkiksi hedelmä- ja vihannespussit. Lisäksi lähes kaikkien pakkausten tulisi olla kierrätettäviä ja kaikkien muovipakkausten tulee olla tietyiltä osin kierrätetystä materiaalista valmistettuja. Säännöt sisältävät myös vaatimuksen kierrätysjärjestelmien uusimisesta. Vuoteen 2029 mennessä 90 % metallisista ja muovisista juomapakkauksista on järjestettävä erilliskeräys. (Euroopan parlamentti 2024c.)

Muovia käytetään paljon erilaisissa teknisissä sovelluksissa esimerkiksi rakentamisessa, energiateollisuudessa, koneiden valmistuksessa ja kemianteollisuudessa, koska se on helpposti muokattavissa oleva materiaali. Lisäksi muovi soveltuu käytettäväksi teollisuuden tuotteisiin keveyden ja kestävyuden ansiosta. Mekaanisella kierrätyksellä voidaan käsitellä tiettyjä muovilaatuja uusiksi kierrätysmuovituotteiksi. Mekaanisella kierrätyksellä valmistetut tuotteet eivät sovellu pakkausmateriaaleiksi, sillä kaikkia epäpuhtauksia ei onnistuta poistamaan. Kierrätysmuovin ominaisuudet heikkenevät ja kierrätettävien materiaalien sisältämät lisäaineet saattavat jättää jäänteitä kierrätysmuoviin. Mekaaniseen kierrätykseen soveltuvat polyeteeni (PE), polypropeeni (PP) ja polyetyleenitereftalaatti (PET). Mekaanisen kierrätyksen lisäksi muoveja voidaan kierrättää fysikaalisesti ja kemiallisesti. Fysikaalisessa kierrätyksessä muovijäte puhdistetaan liuottimen avulla. Fysikaalinen kierrätys sopii esimerkiksi polystyreenille (PS). Kemiallisia kierrätysmenetelmiä ovat pyrolyysi, kaasutus ja solvolyyysi. Kemiallisen kierrätyksen menetelmät soveltuvat suurimmalle osalle muoveista, joka mahdollistaa useampien muovilaatujen palauttamisen kiertoon. (Hulkko 2025.)

Kierrätysmateriaalien käyttö rakentamisessa on ollut Suomessa satunnaista, ja perustunut pääasiassa hallimaisten rakennusten runkojen uudelleenkäyttöön. Aalto-yliopiston Closing Loops -hanke suunnittelee Helsingin kaupungille varastorakennusta, joka on tarkoitus rakentaa perustuksia lukuun ottamatta kierrätysmateriaaleista. Rakennuksen on tarkoitus valmistua Mustikkamaalle Helsinkiin vuonna 2025. Kiertotalousrakentaminen on vielä maailmanlaajuisesti melko tuntematon alue, ja kokeiluja on tehty vähän. Väliaikaisia rakennuksia on toteutettu kierrätysmateriaaleista, mutta pysyvien ratkaisujen kohdalla tilanne on toinen. Aalto-yliopiston hankkeen tavoitteena on seurata suunnittelua ja toteutusta, mutta myös tutkia miten rakennuksen materiaalit sopeutuvat käytännössä esimerkiksi vuoden aikojen ja lämpötilojen vaihteluun. (Aalto-yliopisto 2024.)

Kierrätysmateriaalien käyttöä rakentamisessa on pyritty tehostamaan muun muassa Green deal -sopimusten avulla. Vuoden 2020 helmiskuussa ympäristöministeriö solmi vuoden 2025 loppuun asti voimassa olevan kestävän purkamisen green deal -sopimuksen Kiinteistönomistajat ja rakentajat Rakli ry:n kanssa. Sopimuksen tavoitteena on lisätä purkumateriaalien uudelleenkäyttöä ja kierrätystä. Tavoitteeseen pyritään kannustamalla purkukartoituksen tekemiseen, hyödyntämään verkkopohjaisia kierrätysmateriaalien vaihdanta-alustoja sekä lisäämään tietoisuutta ja ohjeistusta kierrätettävistä purkumateriaaleista. (Sitoumus2050 2020.)

### 3.4 Kierrätysmateriaalit infrarakenteissa

Noin 50 % luonnonvaroista ja noin 40 % jalostamattomasta energiasta käytetään rakentamiseen ja rakennuksissa. Rakennusala tuottaa maailmanlaajuisesti noin 35 %

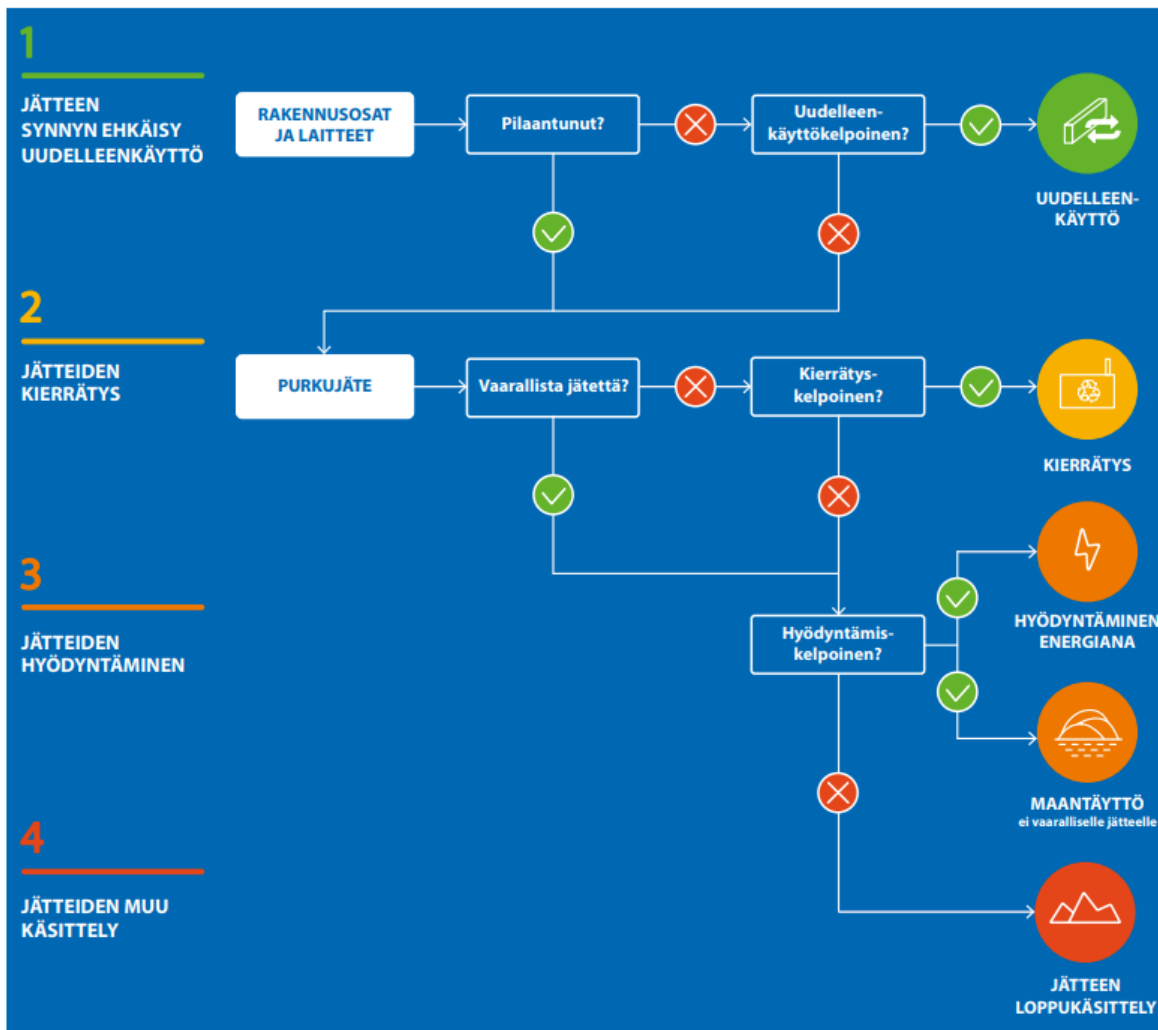
hiilidioksidipäästöistä ja noin 30 % jätteestä. Kiertotalouden toimintamalleilla voidaan tuoda kiinteistö- ja rakennusalalle merkittäviä muutoksia, joiden avulla voidaan muun muassa pyrkiä hillitsemään ilmastonmuutosta ja luontokatoa. (Ympäristöministeriö 2025d.) Zhun ym. (2022) mukaan kierrätyskelpoisten rakennus- ja purkujätteiden uudelleenkäyttö on mahdollista uusien rakennustuotteiden raaka-aineina tai muiden tuotteiden raaka-aineina. On otettava huomioon, että jätteen hyödyntämistä energiana, polttoaineena tai maantäytteenä ei pidetä kierrätyksenä.

Infrarakentamisessa tarvittavia massoja ja materiaaleja ovat muun muassa hiekka, sora, kivimurske, kierrätetyt ja valmistetut kiviainekset sekä kaivetut maa-ainekset. Nykyinen kiviainesten kierrätyksen taso on 7 %. Arvioiden mukaan nostamalla kierrätysaste 20 % voitaisiin vuositasolla säästää 546 miljoonaa tonnia Euroopassa tuotettavaa kiviainesta, tämä tarkoittaisi myös noin 6 miljardin euron säästöjä. Infrarakentamisessa tarvittavien massojen ja materiaalien käsittely ja hallinta kiertotalouden periaatteiden mukaisesti edellyttää monien tehtävien, roolien ja vastuiden yhteensovittamista. Tämä muodostaa infrahankkeissa monimutkaisen ja haasteellisen kokonaisuuden. Resurssitehokkuuden tavoittelu kaikissa hankkeen ja arvoketjun vaiheissa, sääntelystä ja ohjauksesta hankintoihin, vaatimusten määrittelyyn, yhteistyöhön, tiedonhallintaan ja digitaalisten työkalujen hyödyntämiseen, luo mahdollisuudet merkittäville parannuksille verrattuna nykyiseen kiviainesten kierrätyksen tasoon. (Gammelsæter & Larsson 2022.)

Rakennusmateriaalien kierrätysastetta on pyritty nostamaan muokkaamalla purkuvaihetta. Purkukohteita kartoitetaan tarkemmin jo ennen purkua, ja pyritään löytämään elementtejä, joita olisi mahdollista purkaa ehjänä ja kokonaisena. Näin pystytään välttämään murskaamista, ja materiaaleille voidaan etsiä uusiokäyttökohteita. Rakennuksista voidaan purkaa kokonaisena muun muassa ovia, ikkunoita, betonielementtejä, tiiliä, ontelolaattoja, mattoja, kattolevyjä ja lasielementtejä. (Sormunen 2024.) Purkuhankkeissa tulee ottaa huomioon jätelain 11 § määritelty jätteen etusijajärjestys. Kuvassa 2 on havainnollistettuna, miten etusijajärjestyksen noudattaminen purkukohteessa konkreettisesti toteutetaan. (Lehtonen 2019.)

Zhu ym. (2022) mukaan purkukartoituksessa purettavasta kohteesta määritellään sen sisältämät purettavat materiaalit ja mahdolliset haitalliset aineet, kuten asbesti. Purkukartoituksen teettäminen on vapaaehtoista. Kartoituksen tekemisen tavoitteena on selvittää ennen itse purkuvaihetta, miten purettavia materiaaleja voitaisiin hyödyntää tarkoituksenmukaisesti sekä selvittää keinot, joiden avulla purkuprosessi voidaan suorittaa laadukkaasti. Purkukartoitus sisältää kaksi vaihetta, jotka ovat haitta-ainekartoitus ja purkumateriaaliselvitys. Selvityksessä pyritään tunnistamaan ne materiaalit ja rakennusosat, jotka voidaan

kierrättää ja käyttää uudelleen. Kuviosta 2 voidaan havaita jätteiden etusijajärjestys, sekä sen merkitys ja vaikutus purkuhankkeessa.



Kuvio 2. Jätteiden etusijajärjestys purkuhankkeessa (Lehtonen 2019)

Purkuhankkeissa on otettava erityisesti huomioon materiaalien mahdollinen pilaantuneisuus tai haitta-ainepitoisuus. Tällä on huomattava vaikutus siihen, mitä uudelleenkäyttömahdollisuuksia materiaaleilla on. (Lehtonen 2019.)

Valtakunnallisessa jättesuunnitelmassa on asetettu vuonna 2022 tavoitteeksi, että vuoteen 2027 mennessä vähintään 70 % rakennus- ja purkujätteestä hyödynnetään jätteeksi päätyneen sijaan (Ympäristöministeriö 2022b). Betonielementtejä kuten ratapolkkyjä tai meluste-elementtejä on mahdollista käyttää uudelleen sellaisenaan. Paikalleen valetut betonirakenteet yleisesti murskataan ja hyödynnetään maarakentamisen materiaalina. Valtioneuvoston asetuksen eräiden jätteiden hyödyntämisestä maarakennuksessa (843/2017) (MARA-asetus) perusteella betonimurskeenkäyttö on luvallista väylä- ja kenttärakenteissa sekä erilaisten teollisuus- ja varistorakennusten pohjarakenteissa, tämä koskee niin

yksityisiä kuin julkisiakin rakennuskohteita. Betonimurskeen varastointia hyödyntämispäikällä on rajoitettu niin, että se on luvallista aikaisintaan 12 kuukautta ennen hyödyntämistä ja varastoinnista ei saa aiheutua ympäristöhaittaa. (Väylävirasto 2022.)

### 3.5 Kierrätysmateriaalien käytön haasteet

Kierrätysmateriaalien käytössä havaitut haasteet ovat saatavuuden epätasaisuus, laadun ja ominaisuuksien vaihtelu sekä kestävyteen liittyvät ongelmat. Lisäksi vaikeuksia aiheuttavat lainsäädännön ja standardoinnin puutteet sekä materiaalien korkea hinta. (Lukka 2024.) Välivarastointi aiheuttaa haasteita maanrakennuksessa ja rakennusalalla yleisesti. Kuljetusmatkat alkuperäisen ja uuden käyttökohteen välillä saattavat olla pitkiä, tästä aiheutuu hiilidioksidipäästöjä ja muita ympäristövaikutuksia. Lisäksi pitkät kuljetusmatkat ovat kalliita, joka vaikuttaa kierrätysmateriaalin hintaan. (Gammelsæter & Larsson 2022.)

Suomen ympäristökeskuksen koordinoiman Circwaste -hanke teetti raportin Kierrätysmateriaalien käytöstä suomalaisessa teollisuudessa (2024). Sen mukaan ongelmiksi kierrätysmateriaalien käytön suhteen koetaan saatavuus, ominaisuudet ja laatu, lainsäädäntö ja standardointi, hinta, termien moniselitteisyys ja määritelmien puute, asiakkaiden haluttomuus ja asenteet sekä elintarvikekontaktimateriaaleihin liittyvät rajoitteet (Lukka 2024). Zhun ym. (2022) mukaan, kun rakennusosia halutaan käyttää uudelleen, tarvitaan ennakoitua ja suunnitelmallisuutta. Uudelleenkäyttö tulee ottaa huomioon, jo ennen purkuvaihetta ja purkuvaihe tulee suunnitella uudelleenkäytön mukaan. Näin materiaalit voidaan purkaa niin, että ne ovat vielä käytettävissä uudelleen. Ehjänä purkaminen on hitaampaa ja kalliimpaa, kuin nykyään pääsääntöisesti käytetty purkutapa eli paikalleen murskaaminen.

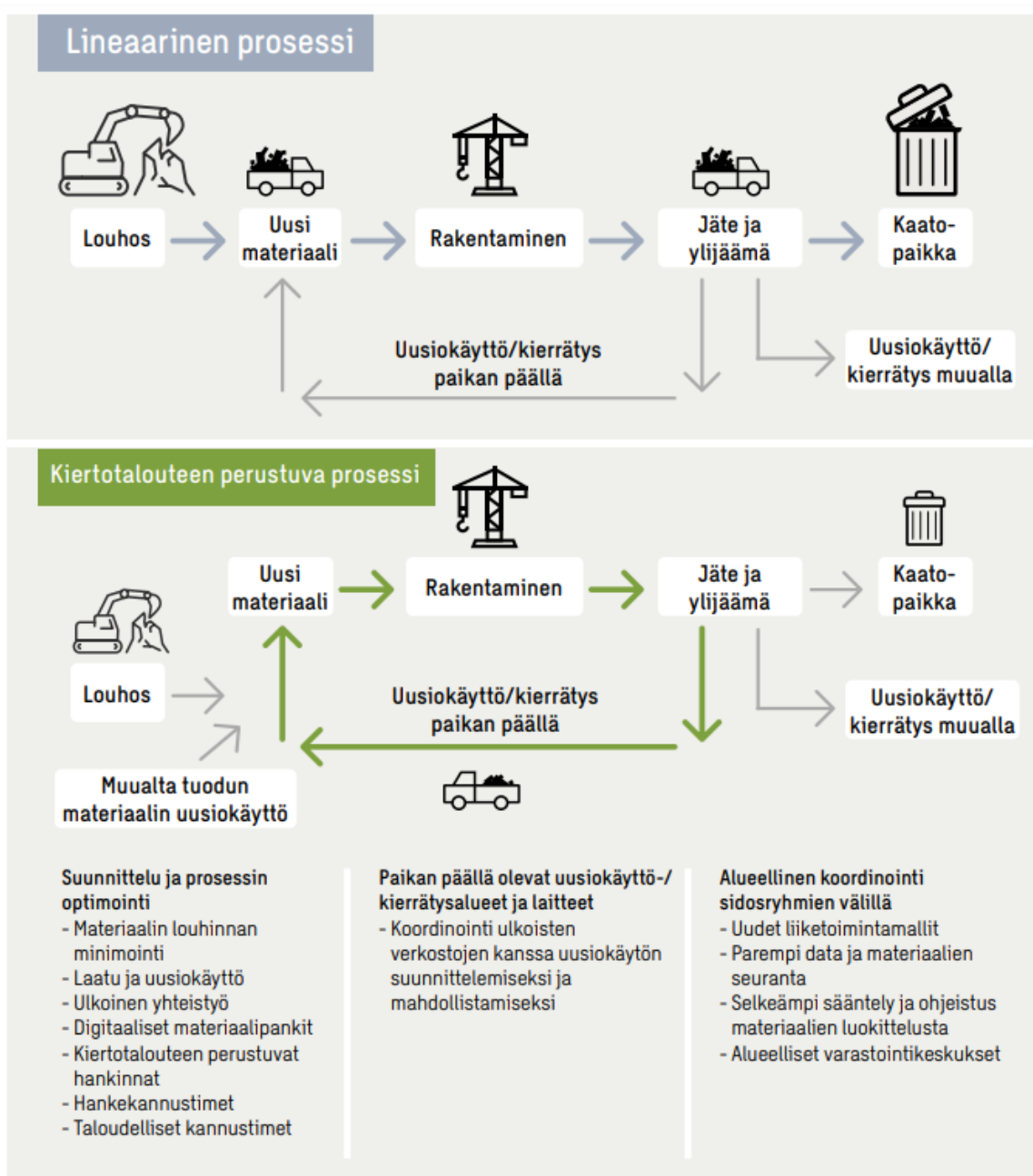
Kierrätysmateriaalien saatavuuden ennustaminen on haasteellista. Sopivaa materiaalia ei välttämättä ole tarjolla oikea-aikaisesti tai riittävästi tiettyyn rakennuskohteeseen. Muun muassa tämän vuoksi kierrätysmateriaaleilla ei pystytä täysin vastaamaan neitseellisen materiaalin tarpeeseen. Uudelleen käytettävien materiaalien markkinaa tulisi kehittää systemaattisesti, jolloin tarjonnalla pystyttäisiin vastaamaan kysyntään tehokkaammin. (Gammelsæter & Larsson 2022.)

Nykyinen EU:n rakennustuoteasetus (305/2011) ei sisällä säännöksiä, jotka koskisivat uudelleen käytettäviä rakennustuotteita (Ympäristöministeriö 2022a). Uudelleen käytettäville materiaaleille ei ole määritelty tuotehyväksyntämenetelmiä tai arviointiperusteita. Rinnastus uusiin rakennusosiin aiheuttaa haasteita muun muassa soveltuvuuden ja kelpoisuuden todentamisessa. (Zhu ym. 2022.) Mikäli uudelleenkäytettävää rakennustuotetta ei merkittävästi muuteta, sitä ei ole tarpeen CE-merkitä. Uudelleenkäytettävien tuotteiden soveltuvuutta uuteen käyttökohteeseen on kuitenkin testattava, jotta voidaan varmistua sen

soveltavuudesta uuteen käyttökohteeseen. Soveltavuuden osoittamiselle tulisi olla selkeät ja yksiselitteiset käytännöt. (Ympäristöministeriö 2022a.)

Lainsäädäntö ja standardit ovat lineaarisen talousmallin mukaisia, jolloin ne eivät tue kiertotalouden mukaista liiketoimintaa sen vaatimalla tavalla. Selkeät ja yksinkertaiset ohjeet, sekä lainsäädännön päivitykset helpottaisivat materiaalien määrittelyä esimerkiksi siitä, milloin se on jätettä ja milloin tuote, joka on sovellettavissa uudelleenkäyttöön. Myös laatustandardien selkeyttäminen ja yksilöiminen tukisivat kiertotaloutta. (Gammelsæter & Larsson 2022.)

Gammelsæter & Larsson (2022) esitelevät lineaarisen prosessin ja kiertotalouteen perustuvan prosessin keskeisimmät erot kuviolla 3. Kiertotalouteen perustuvassa prosessissa pyritään tilanteeseen, jossa materiaalit pysyisivät kierrossa mahdollisimman pitkään. Tällöin neitseellisen materiaalin tarve ja syntyvän jätteen määrä olisi mahdollisimman pieni. Kiertotalouteen perustuvalla infrarakentamisen prosessilla pyritään optimoimaan resurssien kestävää käyttöä.



Kuvio 3. Lineaarisen prosessin ja kiertotalouteen perustuvan prosessin erot (Gammelsæter & Larsson 2022)

Lineaarinen prosessi on yksisuuntainen. Louhokselta louhitaan uutta materiaalia, jota hyödynnetään rakentamisessa. Lopulta jätteenä ja ylijäämäksi päätyvän materiaalin viimeinen sijoituspaikka on kaatopaikka. Kiertotalouteen perustuvassa prosessissa pyritään tilanteeseen, jossa materiaali pysyisi kierrossa mahdollisimman pitkään. Jätteenä tai ylijäämäksi luokitellun materiaalin tulisi päätyä käyttöön uuden materiaalin tilalle. Kuvassa 3 on havainnollistettu visuaalisesti keskeisimmät erot lineaarisessa ja kiertotalouteen perustuvassa prosessissa. Suunnittelun merkitys korostuu, kun pyritään käyttämään infrarakentamisen materiaaleja uudelleen. Kiertotalouteen perustuvassa prosessissa tulee muun muassa selvittää materiaalille uusiokäyttökohde ja sopiva kuljetus- tai varastointimenetelmä.

Infrarakentamisessa käytettävät ja siitä syntyvät massat ovat haasteellisia, koska ne eivät sovellu uusiokäyttöön missä tahansa kohteissa niiden laadun tai ominaisuuksien vuoksi (Gammelsæter & Larsson 2022).

## 4 Ympäristövaikutusten arviointi

### 4.1 Elinkaariajattelun pääperiaatteet

Elinkaariajattelu on lähestymistapana kokonaisvaltainen, joka huomioi tuotteen tai palvelun ympäristövaikutukset koko sen elinkaaren aikana. Vaiheisiin sisältyy raaka-aineiden hankinta, valmistus, jakelu, käyttö ja lopulta kierrätys tai hävittäminen. Pääperiaatteina on kokonaisvaltaisuus, jolloin vältetään ongelmien siirtyminen vaiheiden välillä, ympäristövaikutusten arviointi, jatkuva parantaminen ja läpinäkyvyys. Elinkaariajattelun avulla voidaan tunnistaa tuotteesta tai palvelusta aiheutuneita suurimpia ympäristövaikutuksia ja kehittää ratkaisuja niiden vähentämiseksi. Myös resurssien kuluttamista ja jätteen määrää vähentämällä voidaan saavuttaa merkittäviä säästöjä kustannuksiin. Elinkaariajattelu koetaan nykymarkkinoilla myös kilpailuetuna, sillä ympäristöystävällisten tuotteiden ja palveluiden kysyntä on kasvussa. Palvelua tai tuotetta myyvän yrityksen imago myös kohenee sen panostaessa kestävään kehitykseen ja ympäristöystävällisempiin ratkaisuihin. (Sitra 2017.)

Sitra (2017) kertoo elinkaariajattelua sovellettavan monilla eri aloilla, kuten tuotesuunnittelussa, hankinnoissa, rakentamisessa, energiantuotannossa ja erilaisten palveluiden kehittämisessä. Lähestymistapana se on erittäin hyödyllinen niin yrityksille, julkiselle sektorille kuin kuluttajillekin. Sen avulla yritys voi tunnistaa toimintansa vahvuuksia ja heikkouksia, joka voi johtaa kilpailukyvyyn kasvuun esimerkiksi kustannussäästöjen, joita saavutetaan energiatehokkuutta parantamalla ja materiaalihukkaa vähentämällä (Vattenfall 2020). Elinkaariajattelu mahdollistaa myös julkisella sektorilla valtion omaisuuden, kuten kiinteistöjen ja infrastruktuurin tehokasta käyttöä ja ylläpidon suunnittelua, jolla voidaan saavuttaa kustannussäästöjä ja vähentää ympäristövaikutuksia (Valtion talouden tarkastusvirasto 2019). Julkinen sektori voi myös pyrkiä elinkaariajattelun periaatteita noudattaen tekemään vähähiilisiä hankintoja suosien ympäristömerkittyjä tuotteita tai palveluita (Ilmasto-opas.fi 2018).

### 4.2 Elinkaariarviointi (LCA)

Elinkaariarviointi on elinkaariajattelua tieteellisempi menetelmä, jota käytetään työkaluna elinkaariajattelun toteuttamiseen ja ympäristövaikutusten kvantitatiiviseen arviointiin. Life Cycle Assessment käännetään englannista suomeksi elinkaariarvioinniksi tai elinkaarianalyysiksi. Termejä käytetään toisinaan ristiin, eikä niiden välillä ole aina selkeää eroa. Elinkaarianalyysi voi olla myös laajempi kokonaisuus, johon on esimerkiksi sisällytetty sosiaalisia ja taloudellisia vaikutuksia. Elinkaariarviointi on kuitenkin vakiintunut termi kuvaamaan systemaattista menetelmää. Elinkaariarviointi (Life Cycle Assessment, LCA) on järjestelmällinen vakiintunut ISO-standardoitu analysointimenetelmä, jolla arvioidaan tuotteen tai palvelun ympäristövaikutuksia koko sen elinkaaren ajalta. (SYKE 2010,11.) Elinkaareen

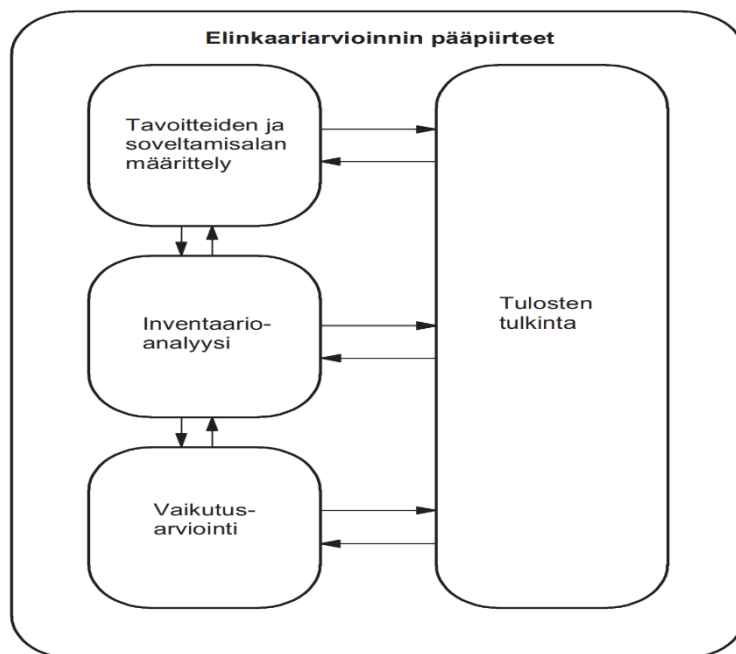
kuuluu raaka-aineen louhinta, valmistus ja jalostus, kuljetus, käyttö ja vähittäismyynti sekä tuotteiden loppukäyttö joko kierrättäen tai jätteet hävittäen. Arvioinnin kohteena ovat valmistuksessa käytettävät raaka-aineet ja käytetty energia sekä lopputuotokset, esim. päästöt ja jätteet, jotka syntyvät tuotannon, jakelun, käytön ja loppuvaiheen aikana. (SYKE 2010, 16.) Tämän kokonaisvaltaisen elinkaarinäkökulman avulla voidaan tunnistaa mahdollisten ympäristökuormien muodostumista elinkaaren eri vaiheissa tai yksittäisten prosessien välillä. Läpinäkyvyys eli tiedon avoin, perusteellinen ja ymmärtävä esittäminen on tärkeä elinkaariarvioinnin periaate. Läpinäkyvyys varmistetaan kansainvälisellä standardilla, joissa on useita vaatimuksia ja suosituksia. (SFS-EN ISO 14040 2006, 15.)

Elinkaariarviointi on ympäristöasioiden hallintatekniikka, eikä se sovellu välttämättä parhaiten kaikenlaisiin tapauksiin. Luotettavan LCA:n toteuttaminen edellyttää kattavasti tarkkaa tietoa materiaaleista, prosesseista ja niiden ympäristövaikutuksista. Jos tietojen saatavuudessa on puutteita, arvioinnin tarkkuus voi heikentyä. Elinkaariarviointi ei myöskään sovellu tilanteisiin, joissa ei ole ajankäytöllisesti riittäviä resursseja sen toteuttamiseen. LCA voi olla myös monimutkainen menetelmä, jolloin sen tekemistä saattaa rajoittaa organisaatioissa asiantuntemuksen puute. Tällaisissa tapauksissa on tärkeää harkita tarkoin LCA:n soveltuvuutta, käyttää tarvittaessa täydentäviä menetelmiä tai mukauttaa arviointia. Muita ympäristöhallinnan tekniikoita ovat mm. riskien hallinta, ympäristösuorituskyvyn arviointi, ympäristöauditointi ja ympäristövaikutusten arviointi. Elinkaariarvioinnissa voidaan käyttää hyväksi näillä muilla tekniikoilla kerättyä tietoa. Taloudelliset tai yhteiskunnalliset näkökohdat eivät yleensä kuulu elinkaariarvioinnin toteuttamiseen. Elinkaariarvioinnissa käsitellään mahdollisia ympäristövaikutuksia, eikä se ole ennuste todellisista tai tarkoista ympäristövaikutuksista, sillä mahdolliset ympäristövaikutukset ilmaistaan suhteessa vertailuyksikköön, ympäristötietoja yhdistellään eri paikoista ja eri ajankohdista ja epävarmuus on luontaista mallinnettaessa ympäristövaikutuksia. (SFS-EN ISO 14040 2006, 15.)

SFS-EN ISO 14040 (2006, 8) mukaan kansainvälinen standardisointijärjestelmä ISO on laatinut ISO 14040-sarjan standardit, jotka antavat yleiset ohjeet siitä, mitä vaiheita tulee sisällyttää elinkaariarviointiin. Elinkaariarvioinnin toteuttamiseksi ei ole kuitenkaan määritetty yhtä tiettyä menetelmää, vaan se voidaan toteuttaa kansainvälisen standardi 14040:n määrittelemällä tavalla tai vapaasti itse esimerkiksi organisaation soveltamistapojen ja vaatimusten mukaisesti. Ilman standardia tehty elinkaariarviointi ei välttämättä ole kuitenkaan kovin luotettava.

Elinkaariarvioinnissa käytetään ympäristövaikutusluokkia, jotka vaihtelevat tarkasteltavan kohteen mukaisesti ja usein tarkasteltavaksi valitaan vain arvioinnissa tavoitteiden kannalta tärkeimmät vaikutusluokat. Vaikutusluokkiin lukeutuu esimerkiksi ilmastonmuutos,

rehevöityminen, happamoituminen ja luonnonvarojen ehtyminen. (Teittinen ym. 2020, 8.) Elinkaariarviointia käytetään tukena päätöksenteossa, kun pyritään tunnistamaan ihmisten toiminnan aiheuttamia kriittisiä ympäristövaikutuksia. Käyttökohteita ovat myös tuotteiden kehittäminen ja parantaminen, strateginen suunnittelu, markkinointi sekä monet muut toiminnot. (Syke 2022.)



Kuvio 4. Elinkaariarvioinnin vaiheet.

Elinkaariarviointi (LCA) sisältää neljä eri vaihetta: tavoitteiden ja soveltamisalan määrittäminen, inventaarioanalyysi (LCI), vaikutusarviointi (LCIA) ja tulosten tulkitseminen. (Syke 2022.) Elinkaariarvioinnin vaiheet ja pääpiirteet on kuvattu kuviossa 4.

Tarkastellessa koko elinkaarta ja huomioiden useita ympäristövaikutuksia samaan aikaan, voidaan välttää ongelmien siirtyminen eri vaikutusten välillä sekä arvoketjun sisäisesti. Kuviossa 4 esitetty inventaarioanalyysi tarkoittaa lähtötietojen keräämistä ja se on olennainen osa elinkaariarviointia, sillä siinä tarkastellaan järjestelmän panoksia ja tuotoksia. Raaka-aineet, energia ja vesi ovat panoksia ja sivutuotteet, jätteet ja päästöt ovat tuotoksia (Syke 2022.) Vaikutusarviointivaiheessa tavoitteena on tarjota lisätietoa tuotejärjestelmän inventaarioanalyysin tulosten arvioinnin tueksi, jotta niiden ympäristövaikutusten laajuutta ja merkittävyyttä voidaan ymmärtää paremmin koko elinkaaren ajalta. Tulosten tulkinta vaiheessa inventaarioanalyysin ja vaikutusarvioinnin tuloksia yhdistetään ja niitä käsitellään, jotta niitä voidaan käyttää pohjana johtopäätöksissä, suosituksissa ja päätöksenteossa soveltamisalalla määritellyllä tavalla. (SFS-EN ISO 14040 2006, 7.) Tieteellistä perustaa

elinkaariarvioinnin tulosten muuttamiseksi yhdeksi numeroksi tai tulokseksi ei löydy, koska painotus on arvovalinnoissa (SFS-EN ISO 14040 2006, 17).

Elinkaariarvioinnissa voidaan tarkastella myös elinkaaren ulkopuolisia vaikutuksia, jotka voivat olla hyötyjä tai haittoja. Elinkaariarviossa voidaan esimerkiksi ilmoittaa hyötyjä, joita saadaan aikaan, kun elinkaaren loppuvaiheessa kierrätetään tai uudelleen käytetään materiaaleja, jotka voivat pienentää mahdollisia ympäristövaikutuksia seuraavassa käyttökohteessa. (Teittinen ym. 2020, 8). Elinkaariarvioinnin soveltamisala, mukaan lukien järjestelmän rajaukset ja yksityiskohtaisuuden taso, määräytyy aiheen sekä selvityksen käyttötarkoituksen perusteella. Selvityksen tavoitteet vaikuttavat merkittävästi elinkaariarvioinnin tarkkuuteen ja laajuuteen, jotka voivat vaihdella huomattavasti eri selvitysten välillä. (SFS-EN ISO 14040 2006, 7.) SFS-EN ISO 14040 (2006, 8) mukaan joissakin tapauksissa elinkaariarvioinnin tavoitteet saavutetaan suorittamalla pelkästään inventaarioanalyysi ja tulkinta, jolloin menetelmää kutsutaan elinkaari-inventaarioselvitykseksi (LCI-selvitys). Elinkaari-inventaarioselvitykset ovat luonteeltaan samanlaisia kuin elinkaariarviointiselvitykset, mutta niistä puuttuu vaikutusten arviointivaihe.

Elinkaariarviointi saattaa olla työlästä ja vaatia paljon lähtötietoja, erityisesti jos se sisältää useita vaikutusluokkia. Elinkaariarviointia voidaan kuitenkin yksinkertaistaa rajaten tutkittavia ympäristövaikutuksia tai tarkastelemalla vain osaa kohteen elinkaaresta, silloin elinkaariarviointi on helpommin ja nopeammin toteutettavissa. (Teittinen ym. 2020, 8.) Elinkaariarvioinnin toteuttamiseksi ei ole määritelty yhtä tiettyä menetelmää, vaan se voidaan toteuttaa kansainvälisen standardi 14040:n määrittelemällä tavalla tai vapaasti itse esimerkiksi organisaation soveltamistapojen ja vaatimusten mukaisesti. Standardi 14040 luo viitekehykset elinkaariarvioinnin toteuttamiseen määrittelemättä yksityiskohtaisesti eri vaiheiden menetelmäteknikoita ja auttaa tunnistamaan ympäristövaikutusten parantamismahdollisuuksia tuotteen elinkaaren eri vaiheissa. (SFS-EN ISO 14040 2006, 16.)

### 4.3 Päästölaskenta ja hiilijalanjälki

Päästölaskenta on termi, jota käytetään erityisesti kasvihuonekaasupäästöjen arvioimisessa. Elinkaariarviointi ja hiilijalanjälki ovat myös päästölaskentaa, mutta käsitteenä päästölaskenta on laajempi. Päästölaskennassa tarkastellaan tapauskohtaisesti päästöjä eri laajuuksin, joskus vain tiettyä osaa elinkaaresta tai esimerkiksi vain tietyn materiaalien päästöjä. (Teittinen ym. 2020, 11). Hiilijalanjälki on yksinkertaisempi versio elinkaariarvioinnissa, jossa otetaan huomioon ainoastaan ilmastonmuutos-vaikutusluokka ja tarkastellaan vaan kasvihuonekaasupäästöjä. Hiilijalanjälki toimii indikaattorina, jolla voidaan ilmoittaa tuotteen tai palvelun elinkaaren aikana aiheutuneet kasvihuonepäästöt. Yksikkönä hiilijalanjälki laskelmissa käytetään hiilidioksidiekvivalenttia (CO<sub>2</sub> ekv.), joka ilmaisee eri

kasvihuonekaasujen ilmaston lämmittävän vaikutuksen muutettuna hiilidioksidin vastavaksi vaikutukseksi ilmakehässä. Päästölaskentaa ja elinkaariarviointia voidaan toteuttaa tavallisella taulukkolaskentaohjelmalla sekä niihin suunnitelluilla ohjelmistotyökaluilla. (Teittinen ym. 2020, 13).

Teittisen ym. (2020, 13) mukaan päästölaskennassa käytetään tietoa tuotteiden ja materiaalien sekä kuljetusten ja työn aiheuttamista päästöistä. Näitä kutsutaan päästökertoimiksi ja niitä on sekä yleisluontoisia, että esimerkiksi tietyn tuoteryhmän keskiarvoa kuvaavia kertoimia tai valmistajan ilmoittamia tiettyä tuotetta kuvaavia kertoimia. Tietoa saadaan myös kansainvälisistä tietokannoista, joihin on koottu tietoa tuotteiden, materiaalien ja prosessien ympäristövaikutuksista. Ecoinvent<sup>3</sup> on kansainvälinen tietokanta, jossa on tietoa tuhansista eri tuotteista ja prosesseista ja sitä käytetään usein elinkaariarviointia tehdessä. Sen käyttö vaatii kuitenkin lisenssin, joten se ei ole yleisesti saatavilla kaikilla.

#### 4.4 Elinkaariarvioinnin hyödyntäminen

Elinkaariarviointia käytetään ympäristöraportoinnissa, jossa yritykset tai julkinen sektori tuo tietoa toimintansa ympäristövaikutuksista ja -suorituskyvystä. Elinkaariarviointia käyttäen voidaan myös laatia ympäristötuoteselosteita (Environmental Product Declaration, EDP), jotka ovat standardoituja ja kolmannen osapuolen varmentamia dokumentteja tuotteen ympäristövaikutuksista. Selosteilla voidaan lisätä tuotteen läpinäkyvyyttä ja luotettavuutta sekä parantaa näin tuotteen kilpailukykyä. (Etteplan 2025.) Elinkaariarviointia käytetään myös keskeisenä työkaluna ympäristömerkkien, kuten EU-ympäristömerkin hakuprosessissa (EU Ecolabel 2025). Tuotekehityksessä ja prosessien optimoinnissa elinkaariarvioinnin avulla voidaan pyrkiä tunnistamaan vaiheita, joilla on merkittävät ympäristövaikutukset. Viestinnässä ja markkinoinnissa voidaan esittää elinkaariarvioinnin tuloksia osoittamaan tuotteen ympäristöystävällisyyttä. Tällä voidaan pyrkiä vahvistamaan yrityksen brändiä ja vastata ympäristötietoisten kuluttajien kysyntään. Tulosten esittäminen myös lisää ymmärrystä tuotteiden ympäristövaikutuksista. (Etteplan 2025.)

Elinkaariarviointia on tutkimuksen pohjalta kuvattu tehokkaaksi työkaluksi ympäristövaikutusten tunnistamiseen ja vähentämiseen. Sen toteuttamisen on kuitenkin todettu vaativan paljon resursseja, kuten aikaa, rahaa ja erityisosaamista. Tutkimuksissa korostui lähtötietojen keruun tärkeys ja havainnot siitä, että kattavat ja luotettavat elinkaariarvioinnin tulokset edellyttävät laadukkaita ja yhdenmukaisia lähtötietoja, joita ei aina ole helposti saatavilla. (Kaukonen 2023, 20.)

## 5 Tutkimuksen tavoitteet ja toteutus

### 5.1 Laadullinen tutkimus

Opinnäytetyössä käytettiin laadullista tutkimusta, jonka tavoitteena oli kartoittaa voiko vihreän infrastruktuurin kohteita tuottaa kannattavasti kierrätysmateriaaleilla sekä minkälaiset materiaalit tähän sopisi parhaiten käytettäviksi. Erityisesti opinnäytetyössä perehdyttiin PilotGreen-hankkeen Hukkapuisto-kokeiluun ja sen analysointiin elinkaariajattelun periaatteita tarkastellen.

Laadullisella tutkimuksella tarkoitetaan tutkimusta, joka perustuu eri aineistoihin sekä niiden analyysiin. Laadullisessa tutkimuksessa on osana teoria, joka esitellään jäsennetysti kerroen mitä tieteellisessä kirjallisuudessa on aiemmin tutkimuksissa esitetty tutkittavasta aiheesta. Tavoitteena on ymmärtää ilmiötä, kokemuksia ja merkityksiä sekä vastaamaan kysymyksiin ”miksi” ja ”miten”. Laadullinen tutkimus on tulkitsevaa laadultaan ja pyrkii ymmärtämään tutkittavaa ilmiötä. Tutkimuskysymykset ovat usein avoimia, liittyen ihmisten kokemuksiin tai näkemyksiin. Aineiston kerääminen on joustavaa ja tutkimusaineistona käytetään monimuotoisesti haastatteluja, havaintoja, tekstejä, kuvia sekä videoita. Aineiston analysointi on usein tulkitsevaa, jolloin tutkija pyrkii löytämään aineistosta esimerkiksi merkitystä tai teemoja. Tulokset ovat tutkijan näkökulmasta muodostuvia tulkintoja. (Juhila 2021.)

Opinnäytetyöhön valittiin tarkastelumenetelmäksi elinkaariajattelun periaatteiden tarkastelu PilotGreen-hankkeen Hukkapuisto-kokeilusta. Opinnäytetyössä haluttiin keskittyä ympäristövaikutusten arviointiin, erityisesti kierrätysmateriaalien käytön tarkasteluun sekä elinkaariajattelun periaatteiden toteutumiseen. Tässä opinnäytetyössä elinkaariajattelun periaatteiden tarkastelu tarjosi selkeimmän ja systemaattisimman lähestymistavan, sillä elinkaariarviointi kattaa monia muita näkökulmia, mikä tekee sen toteuttamisesta huomattavasti monimutkaisempaa. Lisäksi elinkaariarvioinnin toteuttaminen vaatii paljon lähtötietoja ja sisältää paljon laskentaa, mikä osoittautui opinnäytetyön aikataulun ja resurssien puitteissa työlääksi ja aikaa vieväksi. Elinkaariajattelun periaatteiden tarkasteluun tarvittava aineisto oli puolestaan helpommin saatavilla ja kerättävissä, mikä tuki päätöstä menetelmän valinnassa.

Tutkimuskysymyksiä opinnäytetyössä olivat:

1. Voiko vihreän infrastruktuurin kohteita tuottaa kannattavasti kierrätysmateriaaleilla?
2. Minkälaiset materiaalit sopivat parhaiten vihreään infrastruktuuriin?

Tutkimusmenetelminä opinnäytetyössä käytettiin eri aineistoja, kirjallisuuslähteitä sekä sähköisiä lähteitä ja henkilökohtaisia haastatteluja.

## 5.2 Haastattelut

Haastateltavana oli PilotGreen-hanketta koordinoivaa tahoa edustava henkilö ja Hukkapuisto-kokeilua toteuttanutta yritystä edustava henkilö. Haastateltavat henkilöt valikoituivat, koska haastateltavilla koettiin olevan eniten tietoa PilotGreen-hankkeen Hukkapuisto-kokeilusta. Haastattelut keskitettiin koskien jo toteutettua PilotGreen-hankkeen kokeilua. Avoimet kysymykset haastatteluun oli laadittu ennalta teemoista, joihin haluttiin keskittyä. Haastatteluissa käytiin läpi hankkeen prosessia, tavoitteita, käytettyjä materiaaleja sekä mahdollisia haasteita. Haastatteluissa käsiteltiin myös kokeilujen seurantaa, niistä oppimista ja tulevaisuuden suunnitelmia. Keskeisiä teemoja haastatteluissa olivat Hukkapuisto-kokeilun toteuttaminen, siitä oppiminen, materiaalihankinnat, kiertotalous, innovaatioiden hyödyntäminen ja kestävä viherrakentaminen kaupunkialueilla. Henkilökohtaiset haastattelut järjestettiin sähköisesti Teams-ohjelman kautta sovittuna ajankohtana joulukuussa 2024.

Haastattelut nauhoitettiin ja litteroitiin sanasta sanaan, jonka jälkeen aineisto käytiin läpi useaan kertaan. Sisältö analysoitiin käyttäen tunnistuen teemoja, näkökulmia ja merkityksiä, jotka liittyivät Hukkapuiston elinkaariajattelun tarkasteluun ja kierrätysmateriaalien käyttöön. Analysointi tehtiin molempien opinnäytetyön tekijöiden kesken useaan kertaan luotettavuuden kasvattamiseksi. Tavoitteena oli hahmottaa, mitkä asiat korostuivat haastateltavien kokemuksissa. Haastattelun kokemuksista ja näkökulmista tehtiin yhteenveto.

## 5.3 Yhteenveto haastatteluista

PilotGreen-hankkeessa pyritään edistämään viherrakentamista innovatiivisten ja ympäristövastuullisten kokeilujen avulla. Haastattelussa keskiössä oli Hukkapuisto-kokeilu, jossa tavoitteena oli luoda uusi, visuaalisesti näyttävä ja kustannustehokas kaupunkivihreyden malli hyödyntämällä kierrätysmateriaaleja. Hanke toteutettiin Mukkulan ostoskeskuksen alueella Lahdessa, jossa aiemmin oli ollut tulipalo.

Hankkeeseen valittavien kokeiluratkaisujen tuli täyttää useita kriteerejä. Tärkeimpiä olivat innovatiivisuus, toteuttamiskelpoisuus, vaikuttavuus, ympäristövastuullisuus, kierrätysmateriaalien suosiminen ja soveltuvuus. Ratkaisujen piti olla uusia ja kekseliäitä, tuoden uusia näkökulmia viherrakentamiseen. Tavoitteena oli löytää perinteisistä menetelmistä poikkeavia lähestymistapoja. Kokeilujen tuli olla käytännössä toteutettavissa, ja niitä tarjoavilla yrityksillä piti olla resurssit ja osaaminen niiden toteuttamiseen. Kokeiluilla piti olla selkeät tavoitellut hyödyt, joiden saavuttamista seurattiin. Käytännössä kokeilun tuli tuottaa konkreettista hyötyä, kuten vihreämpää kaupunkiympäristöä tai parantunutta luonnon

monimuotoisuutta. Luonnon monimuotoisuuden edistäminen ja kiertotalousmateriaalien käyttö olivat keskeisiä tavoitteita hankkeessa. Pienemmille yrityksille myönnettiin joustoa tässä kriteerissä, mutta niiden piti pystyä perustelemaan ympäristövastuullisuuden huomiointi. Hankkeessa suositettiin kokeiluja, joissa hyödynnettiin kierrätysmateriaaleja tai ylijäämämateriaaleja. Kokeilujen tuli olla sovellettavissa erilaisiin paikkoihin ja tilanteisiin. Hankkeessa etsittiin kestäviä ja joustavia ratkaisuja, jotka edistävät pitkän aikavälin hyötyjä ympäristölle.

Hukkapuisto-kokeilussa toteuttava yritys vastasi materiaalien hankinnasta, kuljetuksesta, asennuksesta ja purkamisesta. Kokeilussa pyrittiin hyödyntämään mahdollisimman paljon kierrätysmateriaaleja ja ylijäämää. Suurin osa materiaaleista saatiin lahjoituksena tai ylijäämänä. Verhoilumateriaalina käytettiin lahjoituksena saatuja vanhoja messumattoja. Suursäkit olivat ainoa uutena hankittu materiaali. Kasvualustana käytettiin multaa, joka oli lahjoitettu, koska se oli liian kostea myytäväksi. Kasvit saatiin ylijäämätuotteina taimistoilta ja kesäpihoilta. Kasvit valittiin kokeilualueen, paikallisen luonnon ja kasvuympäristön huomioiden. Kokeilussa käytettiin yhteisöllistä kastelumallia. Paikalliset asukkaat osallistuivat innokkaasti istutustalkoisiin.

Kierrätysmateriaalien hankkiminen osoittautui ajoittain haastavaksi, mikä edellytti etukäteen suunniteltujen ratkaisujen soveltamista. Hankkeessa pyrittiin minimoimaan kuljetusten ympäristövaikutuksia, vaikka tarkkoja laskelmia ei tehty. Suurimmat päästöt syntyivät multakuorman kuljetuksesta. Päästöjä pyrittiin kompensoimaan käyttämällä myrkyttömiä materiaaleja ja pitämällä materiaalit mahdollisimman pitkään kierrossa.

Vaikka elinkaariarviointeja tai hiilijalanjälkilaskelmia ei tehty, Hukkapuiston suunniteltiin jäävän jatkokäyttöön. Säkkien käyttöäksi arvioitiin 3–5 vuotta, minkä jälkeen multa voidaan palauttaa käyttöön. Multaa elävöitetään kausien välillä ja käytetään uudelleen, ja kankaita voidaan mahdollisesti pestä. Projektin aikana havaittuja ongelmia pyritään ratkomaan jatkossa, jotta palvelua voidaan kehittää edelleen kaupalliseen käyttöön.

Haastateltavien mukaan vihreään infrastruktuuriin sopivat parhaiten kestävät ja lahoamatomat materiaalit, kuten muovi, kumi, käsitelty puu, rauta ja teräs. Näiden materiaalien käytössä on kuitenkin huomioitava mahdolliset ympäristövaikutukset. Rakentamisen aiheuttama luontokatoa voidaan vähentää hyödyntämällä viherrakenteiden materiaaleja suoraan rakennusalueella.

PilotGreen-hanke ja Hukkapuisto-kokeilu osoittivat, että kierrätysmateriaalien avulla voidaan luoda näyttäviä ja toimivia kaupunkivihreitä alueita. Hankkeessa korostettiin yhteistyötä ja tiedon jakamista, jotta hyviä käytäntöjä voidaan hyödyntää tulevissa projekteissa. Vaikka haasteita kierrätysmateriaalien saatavuudessa ja logistiikassa ilmeni, hankkeen tulokset kannustavat jatkamaan innovatiivista ja ympäristövastuullista viherrakentamista.

## 6 PilotGreen-hankkeen tapaustutkimus (Hukkapuisto)

### 6.1 PilotGreen-hanke

PilotGreen-hanke on EU-rahoitteinen ja sen tavoitteena on tuoda uudenlaisia ratkaisuja kaupunkiympäristö vehreyden ja kasvillisuuden lisäämiseksi. Hankkeessa Forum Virium Helsinki toimii koordinoivana tahona ja mukana on useita yhteistyökumppaneita, kuten LAB ja Metropolia ammattikorkeakoulut ja hankkeen kesto on 1.1.2023-31.12.2025. Hankkeen keskiössä on kokeilutoiminta, jossa testataan käytännön toteutuksia kaupunkitilassa, kuten modulaarisia ja kiinteistöihin integroitavia viherratkaisuja. Hankkeessa kehitetään ratkaisuja, joilla tiiviiseen kaupunkirakenteeseen voidaan lisätä vehreyttä ja viihtyisyyttä. Kokeilut ovat väliaikaisia, joka mahdollistaa erilaisten ratkaisujen kokeilemistä ja niiden arviointia. Hankkeen tavoitteena on edistää ymmärrystä ratkaisuista, kestävydestä, kiertotaloudesta ja luonnon monimuotoisuudesta perinteisessä viherrakentamisen maailmassa. Kokeilujen tavoitteena on uusien avausten ja teknologioiden tuominen viheralalle, esimerkiksi soveltaen satelliittidataa tai tekoälyä eri käyttötarkoituksiin, osaamisen lisääminen uusista ratkaisuista, kestävydestä, kiertotaloudesta ja luonnon monimuotoisuudesta viherrakentamisen alalla sekä uudenlaisten hankintakäytäntöjen edistäminen. (LAB-ammattikorkeakoulu 2024.)

Kriteereitä kokeiluille hankkeessa ovat uutuusarvo, innovatiivisuus, toteuttamiskelpoisuus, vaikuttavuus ja sen seuranta, ympäristövastuullisuus ja kestävä kehitys. Kokeiluita toteutetaan Helsingissä, Lahdessa ja Metropolia ammattikorkeakoulun tiloissa. Yhden kokeilun hinta on korkeintaan 10 000 €, sisältäen koko palvelun toteutuksen. Hankkeen kokonaisbudjetti on 1 250 000 €. (Forum Virium 2025.)

Hankkeessa haetaan yrityksiltä ratkaisuja avoimella tarjouspyynnöllä, joka toimii eräänlaisena innovaatiokilpailuna. Asiantuntijat valitsevat lupaavimmat ehdotukset, jotka rahoitetaan EU:n aluekehitysrahaston tuella. Kokeiluihin kuuluu aktiivinen seuranta, arviointi ja mahdolliset korjaustoimenpiteet. Kokeiluista kerätään myös käytännön oppia onnistumisista ja epäonnistumisista, jota voidaan hyödyntää tulevaisuudessa seuraavissa kokeiluissa. Seurantamenetelminä kokeiluissa käytetään puolivälikyselyjä yrityksille ja erilaiset mittaamenetelmät. Vaikutusten mittaaminen, kuten luonnon monimuotoisuuden lisääntymisen arviointi kokeilujen aikana on hyvin haastavaa. Opiskelijatyöt ovat mukana tuke-massa kokeiluja, sillä yritykset voivat antaa kokeiluun liittyviä pulmia ratkaistavaksi yhteistyökoulujen asiantuntijoiden ohjaamille opiskelijaryhmille. (LAB-ammattikorkeakoulu 2024.)

## 6.2 Materiaalien hankintakriteerit

PilotGreen-hankkeessa on useita kriteereitä materiaalien hankinnalle, jotka varmistivat, että valitut ratkaisut olivat ympäristövastuullisia ja edistävät kestävästä kehitystä. Keskeiset kriteerit ja periaatteet ovat ympäristövastuullisuus, kierrätysmateriaalien suosiminen, kestävyys ja toimivuus ja paikallisuus. Luonnon monimuotoisuuden edistäminen ja kiertotalousmateriaalien käyttö olivat keskeisiä ja yritysten tuli pystyä perustelemaan ympäristövastuullisuuden huomiointi. Hankkeessa suosittiin kokeiluja, joissa hyödynnettiin kierrätysmateriaaleja tai ylijäämää. Vihreään infrastruktuuriin sopivien materiaalien tuli olla kestäviä. Materiaaleja valittaessa painotettiin säänkestävyyttä ja pyrittiin käyttämään kierrätysmateriaaleja mahdollisuuksien mukaan. Kokeiluissa kasvit valittiin kokeilualan, paikallisen luonnon ja kasvuympäristön huomioiden. Tavoitteena oli pitää materiaalit mahdollisimman pitkään kierrossa kiertotalouden avulla. Vaikka kierrätysmateriaalien käyttö ei ollut pakollista, siihen kannustettiin. Kierrätysmateriaalien saatavuus oli välillä haastavaa, mikä vaati ennalta mietittyjen ratkaisujen soveltamista. (Råberg 2024.)

## 6.3 Euroopan aluekehitysrahasto (EAKR)

Euroopan aluekehitysrahasto on vuonna 1975 perustettu Euroopan unionin koheesiopolitiikan väline. Sen tarkoituksena on vähentää alueiden välisiä kehityseroja Euroopan alueella, sekä mahdollistaa elintason kasvu heikoimmilla alueilla. Rahaston erityisen huomion kohteina ovat alueet, joilla kärsitään vakavista ja pysyvistä luontorakenteeseen vaikuttavista haitoista. Tällaisia alueita ovat saaristo-, rajaseutu- ja vuoristoalueet, sekä alhaisen väestötiheyden omaavat pohjoiset alueet. Euroopan aluekehitysrahaston oikeusperusta pohjautuu Euroopan unionin toiminnasta tehtyyn sopimukseen (SEUT) ja sen artikloihin 174–178. (Euroopan parlamentti 2024a.)

Eri maiden ja alueiden välisten kehityserojen tasoittamisen lisäksi rahaston tarkoituksena on nostaa elinvoimaa, lisätä työllisyyttä ja kilpailukykyä sekä tukea kestävästä kasvusta ja kaupunkikehittämisestä. Näitä tavoitteita tuetaan ja rahoitetaan erilaisen kehittämishankkeiden kautta. Euroopan aluekehitysrahastosta tuetaan toimia Suomessa Uudistuva ja osaava Suomi 2021–2027-ohjelman kautta. Ohjelma sisältää kolme toimintalinjaa, jotka ovat innovatiivinen Suomi (1), hiilineutraali Suomi (2) ja saavutettavampi Suomi (3). Ensimmäisen toimintalinjan keskeisimpiä tavoitteita ovat tutkimus- ja innovaatio valmiuksien kehittäminen, kehittyneempien teknologioiden käyttöön ottaminen, digitalisaation hyödyntäminen ja pk-yritysten kasvun ja kilpailukykyyn kehittäminen. Toisessa toimintalinjassa keskitytään energiatehokkuuden lisäämiseen ja kasvihuonekaasujen vähentämiseen, ilmastonmuutokseen sopeutumiseen ja kiertotalouden edistämiseen. Kolmannen toimintalinjan keskiössä

on saavutettavuuden kehittäminen parantamalla maantieliikenteen ja logistiikan yhteyksiä, sekä helpottamalla eri kuljetusmuotojen liitántää. Kolmannen toimintalinjan toimet sijoittuvat harvaan asutuille alueille Pohjois- ja Itä-Suomessa. Suomi saa rahoitusta Euroopan aluekehitysrahastolta noin 837 miljoonaa euroa. Kun otetaan huomioon myös kansallisesti tuleva julkinen ja yksityinen rahoitus on kokonaissumma noin 1,5 miljardia euroa. (Rakennerahastot.fi 2022.)

PilotGreen -hanke on Euroopan aluekehitysrahaston osarahoittama hanke, valvovana viranomaisena hankkeessa toimii Uudenmaan liitto (Forum Virium 2025). Euroopan Unionin ja valtion tarjoama rahoitus hankkeelle on noin 875 000 € (Helsingin kaupunki 2022). PilotGreen -hanke koostuu viidestä erilaisesta työpaketista (LAB-ammattikorkeakoulu 2024).

#### 6.4 Hukkapuisto

Mukkulan kaupunginosassa Lahdessa sijaisi tyhjä 2400 neliön kokoinen alue palaneen ostoskeskuksen paikalla. Alueen viihtyisyyttä ja biodiversiteettiä haluttiin lisätä vihreän infrastruktuurin ratkaisun avulla. Tavoitteena oli löytää edullinen väliaikaisen vehreyttämisen ratkaisu, jolla olisi ekologisesti kestävä pohja. Tamperelainen Blokarden Oy osallistui järjestettyyn ideakilpailuun ja pääsi toteuttamaan ideansa Hukkapuistosta Mukkulan alueelle PilotGreen -hankkeen kautta. Kokeilu toteutettiin Lahden lisäksi Helsingin Suvilahdessa pienemmässä mittakaavassa. (Råberg 2024.)

Blokardenin idea oli muodostaa Hukkapuisto niminen kokonaisuus suursäkeistä ja muista materiaaleista. Suursäkeistä ja käytetystä messumatosta valmistetut säkit täytettiin mullalla ja kasveilla tai taimilla. Alueelle luotaisiin yksinkertainen kastelujärjestelmä, jotta kasvit säilyisivät läpi kesän, ja voitaisiin säästää kastelukustannuksissa. Yhteisöllisyyttä pyrittiin lisäämään tekemällä alueen pystyttämistä ja kasvien istutuksesta kaikille avoin tapahtuma. (Ilander 2024.) Kuviossa 5 on virtuaalisesti tehty suunnitelmakuva Hukkapuiston suunnitellusta ulkonäöstä. Kuvasta voidaan havaita hukkapuistosäkit, jotka olivat kokeilun keskeisimmässä roolissa ja haluttiin alueelle toteuttaa.



Kuvio 5. Suunnitelmakuva Hukkapuistosta (Agas, Azeem, Chogadze & Wanphen 2024)

Kaikki tarvittavat materiaalit pyrittiin PilotGreen-hankkeen tavoitteiden mukaisesti löytämään käytettynä ja mahdollisimman edullisesti. Suursäkit päädyttiin lopulta hankkimaan uutena, koska käyttötarkoitukseen sopivia ei löytynyt käytettynä. Suursäkit päällystettiin lahjoituksena saadulla käytetyllä messumatolla. Multa saatiin lahjoituksena, sillä se oli pakattu märkänä, eikä sen vuoksi ollut myyntikelpoista. Säkkeihin istutetut kasvit olivat laadultaan sellaisia, etteivät ne olisi menneet enää kaupaksi esimerkiksi kesäpihoilla. Kasveissa oli esimerkiksi katkenneita latvoja tai ne olivat muuten huonokuntoisia, ja olisivat päätyneet hävikiksi. Kasvit ostettiin edullisesti erikseen sovitulla hinnalla niitä myyviltä yrityksiltä. Kastelujärjestelmä toteutettiin tyhjillä kylmäainekanismereilla, jotka saatiin lahjoituksena. Hukkapuistosäkkien lopullinen ulkonäkö nähdään kuvassa 1. Messumattoa oli useassa eri värissä, joten kaikki säkeistä tehtiin keskenään erivärisiä. Näin säkeillä saatiin luotua alueelle myös pirteämpää ja eloisampaa ilmettä. (Ilander 2024.)



Kuva 1. Hukkapuistosäkki (Blok garden Oy 2024)

Alueen pystytys ja kasvien istutus suoritettiin kesäkuussa 2024. Vapaaehtoisilla paikallisilla oli mahdollisuus osallistua alueen luomiseen kahden päivän ajan. Huonon sään vuoksi vapaaehtoisia saapui paikalle kuitenkin odotettua vähemmän. Kastelujärjestelmän avulla kasvit saivat tarpeeksi vettä kesän helteilläkin ja järjestelmää käytiin täyttämässä kerran kesän aikana vain kerran. (Ilander 2024.)

Hankkeessa haluttiin selvittää miten säkit ja kasvit kestävät talvella ulkona, koska niiden siirtäminen sisätiloihin olisi ollut kallista. Hukkapuistosäkit jätettiin alueelle talveksi, ja niiden talvehtimista ulkona seurataan. Maaliskuussa 2025 ei ole vielä tarkkaa tietoa siitä, miten säkit ovat kestäneet ulkona talven. Osa säkeistä suojattiin jäniksiltä, mutta muuten säkkejä ei suojattu talvea ajatellen. Oletuksen on, että säkkeihin istutetut monivuotiset puut ja pensaat olisivat elinvoimaisia vielä talven jälkeen. Tavoitteena on, että säkit voisivat olla samalla alueella myös kesän 2025 ja sen jälkeen ne voitaisiin mahdollisesti siirtää johonkin toiseen kohteeseen. Hukkapuistosäkkien käyttöäksi on alustavasti arvioitu 3–5 vuotta. (Ilander 2024.) Kuvassa 2 on toteutunut Hukkapuisto Lahden Mukkulassa kesällä 2024.



Kuva 2. Toteutunut Hukkapuisto (Malinen-Lallukka 2024)

Messumatoilla verhoillut ja hukkataimilla täytetyt Hukkapuistosäkit sijoitettiin palaneen ostoskeskuksen alueelle kesällä 2024. Säkeille ei tehty erillistä alustaa, vaan ne asetettiin suoraan maahan. Yhteisöllisen istutustapahtuman jälkeen alue jäi piristämään sen asukkaita. Kasvit pärjäsivät kesäolosuhteissa hyvin ja elinvoimaisesti, vaikka niissä oli laadullisesti pieniä poikkeamia, kuten huonokuntoisia latvoja. Kastelujärjestelmän avulla kasveilla ja taimilla oli tarpeeksi vettä saatavilla läpi kesän. (Ilander 2024.)

## 7 Tulokset

### 7.1 Tulosten tarkastelu

Hukkapuisto-kokeilu osoitti, että kaupunkivihreyttä voidaan lisätä näyttävästi ja kustannustehokkaasti hyödyntämällä kierrätysmateriaaleja. Projektin tavoitteena oli kehittää konsepti, joka olisi sekä edullinen toteuttaa että helppo ylläpitää. Kokeilu toi kuitenkin esiin kierrätysmateriaalien hankinnan haasteellisuuden, mikä vaatii etukäteissuunnittelua ja joustoa. Tavoitteena oli hyödyntää hukkamateriaaleja, mutta suursäkit jouduttiin kuitenkin hankkimaan uutena. Kierrätysmateriaalien saatavuuksissa oli selvästi epätasaisuutta. Kustannussäästöjä voitiin saavuttaa hyödyntämällä ylijäämämateriaaleja ja lahjoituksia. Suurin osa Hukkapuiston materiaaleista saatiinkin lahjoituksina, mikä osaltaan edesauttoi myös kustannustehokkuutta. Tämän korostaa potentiaalia hyödyntää olemassa olevia materiaalivirtoja kaupunkiympäristössä vihreän infrastruktuurin rakentamisessa. Lisäksi yhteisöllinen osallistuminen, kuten talkoot, voi vähentää kustannuksia ja lisätä paikallisten asukkaiden osallistumista.

Haastattelujen perusteella vihreään infrastruktuuriin soveltuvat parhaiten kestävä ja lahoamattomat materiaalit, kuten muovi, kumi, käsitelty puu, rauta ja teräs. On kuitenkin huomioitava, että näiden materiaalien käytöllä voi olla ympäristövaikutuksia, kuten renkaista irtaavat päästöt, joiden vaikutuksia ei ole vielä laajasti tutkittu. Kierrätysmateriaalien käyttöä kannattaa harkita tapauskohtaisesti niiden saatavuuden ja soveltuvuuden perusteella. Materiaalien valinnassa tärkeää on erityisesti säänkestävyys, ja myös kestäviä luonnonmateriaaleja voidaan hyödyntää, mikäli ne soveltuvat käyttötarkoitukseen.

Haastattelut tarjosivat laadullista tietoa materiaalien valinnasta, käytöstä ja kierrätyksestä. Niissä korostettiin kierrätysmateriaalien hyödyntämisen merkitystä sekä siihen liittyviä haasteita, kuten saatavuusongelmia. Lisäksi haastatteluista ilmeni, että hankkeessa ei tehty elinkaariarviointeja tai hiilijalanjälkilaskelmia, koska ne koettiin yrityksille liian kuormittaviksi. Tämä osoittaa, että pienemmissä hankkeissa resurssien rajallisuus voi estää perusteellisten elinkaarianalyysien tekemisen. Haastatteluissa mainittiin myös materiaalien elinkaaritavoitteet, kuten säkkien käyttöikä (3–5 vuotta), sekä suunnitelmat materiaalien uudelleenkäytöstä tai kierrätyksestä. Nämä tiedot auttavat hahmottamaan materiaalien todellista elinkaarta ja niiden ympäristövaikutuksia.

Merkittävä huomio haastatteluissa oli kuljetusten vaikutus päästöihin, erityisesti multakuorman kuljetuksessa. Tämä korostaa logistiikan optimoinnin tärkeyttä elinkaarianalyysissä. Lisäksi elinkaariajattelussa voidaan huomioida sosiaaliset vaikutukset, kuten paikallisten osallistumisen edistäminen ja yhteisöllisyyden vahvistaminen. Haastattelut myös osoittivat

tarpeen ratkaista havaittuja ongelmia, jotta konseptia voidaan kehittää kaupalliseen käyttöön. Tämä korostaa jatkuvan kehitystyön ja elinkaarinäkökulman merkitystä.

Rakentamisen aiheuttamaa luontokatoa voidaan vähentää hyödyntämällä viherrakenteiden materiaaleja suoraan rakennusalueella. Vaikka Hukkapuisto-kokeilussa ei tehty täydellisiä elinkaariarviointeja, hankkeessa pyrittiin kestäviin ratkaisuihin ja kiertotalouden periaatteisiin. Haastattelut tarjoavat arvokasta tietoa materiaalien valinnasta, käytöstä ja kierrätyksestä, ja tätä tietoa voidaan hyödyntää tulevissa elinkaaren tarkasteluissa.

## 7.2 Elinkaariajattelu Hukkapuistossa

Varsinaisia elinkaariarviointeja tai hiilijalanjälkilaskelmia ei tehty, mutta kokeilun toteutusta ja materiaalivalintoja ohjasi vahvasti elinkaariajattelu. Hukkapuisto-kokeilu edisti elinkaariajattelua käytännön toimien ja materiaalivalintojen kautta. Sen painopiste oli materiaalien uudelleenkäytössä, kiertotaloudessa ja kestävyudessa, jotta kokeilu olisi mahdollisimman ympäristöystävällinen ja pitkäkestoinen. Kokeilussa suosittiin kierrätysmateriaaleja ja ylijäämää, ja tavoitteena oli käyttää pelkästään hukkamateriaaleja. Suurin osa materiaaleista saatiin lahjoituksina, ja hankinnassa korostettiin paikallisuutta.

Hankinta toteutettiin "avaimet käteen" -periaatteella, jossa yritys vastasi materiaalien hankinnasta, kuljetuksesta ja asennuksesta. Tämä kannusti yrityksiä pohtimaan materiaalien elinkaarta, sillä ne omistivat materiaalit ja vastasivat myös niiden kierrätyksestä tai uudelleenkäytöstä.

Kokeilussa ei kuitenkaan tehty varsinaisia elinkaariarviointeja tai hiilijalanjälkilaskelmia, mikä on merkittävä puute kokonaisvaltaisen elinkaariajattelun näkökulmasta. Ilman kvantitatiivista elinkaariarviointia on vaikea määrittää tarkasti kokeilun todellisia ympäristövaikutuksia verrattuna perinteisiin viherrakentamismenetelmiin. Myös tarkkaa seuranta kaikkien materiaalien lopullisesta sijoituspaikasta ei tehty, mikä heikentää elinkaariajattelun toteutumista.

Elinkaariajattelun vahvuutena kokeilussa olivat käytännön toimet ja materiaalien harkittu valinta, jotka suosivat kierrätystä ja uudelleenkäyttöä. Heikkoutena oli perusteellisen elinkaarianalyysin puuttuminen. Kokonaisuudessaan kokeilua ja materiaalien valintoja ohjasi vahvasti elinkaariajattelu, mutta tulevaisuudessa tarvitaan tarkempia arviointeja ympäristövaikutusten ja materiaalien todellisen elinkaaren ymmärtämiseksi.

Kokonaisuudessaan Hukkapuisto-kokeilu osoitti, että elinkaariajattelun periaatteita voidaan soveltaa käytännössä viherrakentamisessa kierrätysmateriaaleja hyödyntäen, vaikka resurssit perusteellisiin elinkaariarviointeihin tai muihin menetelmiin olisivatkin rajalliset.

## 8 Yhteenveto ja johtopäätökset

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli tarkastella kierrätysmateriaalien integrointia osaksi vihreää infrastruktuuria PilotGreen-hankkeen Hukkapuisto-kokeilussa. Kokeilu osoitti, että vihreän infrastruktuurin kohteita voidaan tuottaa kustannustehokkaasti hyödyntämällä kierrätysmateriaaleja ja ylijäämää, erityisesti kun materiaaleja on saatavilla lahjoituksina ja yhteisöllisellä toiminnalla voidaan vähentää työvoimakustannuksia. Kierrätysmateriaalien hankinta voi kuitenkin olla ajoittain haasteellista. Kierrätysmateriaalien saatavuuden haasteellisuus johtuu sekä haastattelujen että muiden lähdemateriaalien perusteella ongelmasta, jossa materiaaleja ei ole saatavilla oikea-aikaisesti oikeassa paikassa.

Haastattelujen perusteella vihreään infrastruktuuriin katsottiin soveltuvan parhaiten sään kestävät ja lahoamattomat materiaalit, kuten tietyt muovit, kumi, käsitelty puu, rauta ja teräs. On kuitenkin tärkeää huomioida, että myös näiden materiaalien ympäristövaikutuksia on arvioitava perusteellisesti. Kokeilussa käytetyt messumatot verhoilumateriaalina ja ylijäämämulta kasvualustana osoittivat, että monenlaisia kierrätys- tai ylijäämämateriaaleja voidaan hyödyntää luovilla tavoilla.

Vaikka Hukkapuisto-hankkeessa ei tehty perusteellista elinkaariarviointia, elinkaariajattelun periaatteet ohjasivat vahvasti projektin toteutusta painottaen resurssitehokkuutta ja kiertotaloutta. Tämä osoittaa, että elinkaariajattelu on relevantti viitekehys myös pienimuotoisissa viherrakentamishankkeissa, joissa hyödynnetään kierrätysmateriaaleja.

Opinnäytetyössä tarkasteltiin kahta toisiinsa liittyvää, mutta kuitenkin erillistä näkökulmaa, jotka olivat kierrätysmateriaalien integrointi osaksi vihreää infrastruktuuria sekä elinkaariajattelun periaatteiden toteutuminen Hukkapuisto-kokeilussa. Vaikka molemmat teemat ovat ajankohtaisia ja relevantteja kestävän kehityksen näkökulmasta, niiden rinnakkainen käsittely toi työhön tiettyä hajanaisuutta. Yhteen keskeiseen aiheeseen keskittyminen olisi voinut vahvistaa työn luotettavuutta ja syventää analyysia. Toisaalta näkökulmien yhdistäminen tarjosi mahdollisuuden tarkastella ilmiötä monipuolisesti, vaikka se asettikin rajoitteita aiheiden käsittelyn syvällisyydelle.

Opinnäytetyö onnistui kuitenkin täyttämään tavoitteensa tarjoamalla tarkastelun kierrätysmateriaalien soveltuvuudesta vihreän infrastruktuurin toteutuksessa. PilotGreen-hankkeen Hukkapuisto-kokeilu tarjosi arvokasta käytännön tietoa kierrätysmateriaalien hyödyntämisestä ja siihen liittyvistä haasteista. Työssä käytetyt tutkimusmenetelmät olivat pääosin tarkoituksenmukaisia, sillä laadullinen tutkimus soveltuu hyvin uuden ilmiön syvälliseen ymmärtämiseen ja kontekstin huomioon ottamiseen.

Opinnäytetyön luotettavuutta heikentää kuitenkin se, että haastateltavia oli vain kaksi. Pienen otannan vuoksi tulokset eivät välttämättä ole täysin yleistettävissä muihin vastaaviin hankkeisiin. Haastateltavien määrä rajoitti myös näkökulmien monipuolisuutta, mutta saadut vastaukset olivat kuitenkin johdonmukaisia ja tukivat kirjallisuudesta saatua tietoa. On myös huomioitava luotettavuuden kannalta, että haastateltavina olivat PilotGreen-hankkeen Hukkapuisto-kokeilun koordinoiva taho ja toteuttava taho, eli juuri ne henkilöt, joilla oli perusteellinen ja kattava näkemys juuri kyseisen kokeilun toteutuksesta ja tavoitteista. Aineiston analysoinnissa pyrittiin huolellisuuteen ja systemaattisuuteen, mikä parantaa tulosten uskottavuutta.

Johtopäätöksenä voidaan todeta, että kierrätysmateriaaleilla on potentiaalia olla merkittävässä roolissa kestävässä vihreässä infrastruktuurissa. Hukkapuisto-kokeilu tarjosi konkreettisen esimerkin siitä, miten kierrätysmateriaaleja voidaan hyödyntää kaupunkivihreyden lisäämisessä kustannustehokkaasti ja ekologisesti kestävästi.

## 9 Jatkotutkimus- ja kehitysideat

Hukkapuisto-kokeilun pohjalta on tunnistettavissa useita jatkotutkimus- ja kehitysmahdollisuuksia, jotka voivat edistää kiertotalouden ja viherrakentamisen kehitystä. Yksi keskeinen kehityskohde on elinkaariarviointien ja hiilijalanjälkilaskelmien integrointi osaksi viherrakennushankkeita. Pienemmissä projekteissa resurssit eivät aina riitä kattaviin elinkaariarviointeihin, joten olisi tarpeen kehittää kevyempiä menetelmiä, joilla voidaan arvioida kierrätysmateriaalien ympäristövaikutuksia ja päästöjä ilman suurta hallinnollista taakkaa.

Toinen tärkeä tutkimus- ja kehityssuunta liittyy kierrätysmateriaalien saatavuuden ja käytettävyyden parantamiseen. Kaupunkiviherrakentamisessa voidaan hyödyntää monenlaisia kierrätysmateriaaleja, mutta niiden saatavuus ja soveltuvuus voivat vaihdella. Digitaalisen alustan kehittäminen, joka yhdistäisi materiaalien tarjoajat ja viherrakentajat, voisi helpottaa materiaalivirtojen hallintaa ja parantaa kierrätysmateriaalien hyödyntämistä. Samalla olisi tarpeen tutkia tarkemmin eri materiaalien pitkäikäisyyttä ja ympäristövaikutuksia, erityisesti kumirouheen ja käsitellyn puun kaltaisten materiaalien osalta.

Viherrakentamisessa on tärkeää löytää uusia tapoja säilyttää luontoarvoja ja edistää kestävä kehitystä. Yksi keskeinen kehityskohde on paikallisen kasvillisuuden ja siementen talteenotto rakennustyömaiden ajaksi. Tämä mahdollistaisi alkuperäisen kasvillisuuden palauttamisen rakennustöiden jälkeen, mikä tukisi biodiversiteettiä ja säilyttäisi alueen ekologisen tasapainon.

Lisäksi kierrätysmateriaalien, kuten luonnonkivien ja pintamaiden, hyödyntämistä tulisi tehostaa. Tällä hetkellä monet käyttökelpoiset materiaalit päätyvät hukkaan logistiikan ja hallinnan puutteiden vuoksi. Olisi tarpeen kehittää paikallinen koordinoititaho, joka vastaisi näiden materiaalien keräämisestä, säilyttämisestä ja kuljettamisesta viherrakennuskohteisiin. Tämä helpottaisi viherrakentamisen resurssitehokkuutta ja tukisi kiertotalouden periaatteita.

Logistiikan ja kuljetusten optimointi on myös merkittävä kehityskohde. Kierrätysmateriaalien kuljetus aiheuttaa usein huomattavia päästöjä, ja tehokkaampi logistiikka voisi vähentää näitä ympäristövaikutuksia. Optimaalisten kuljetusreittien suunnittelu ja viherrakennusmateriaalien yhdistäminen muihin toimitusketjuihin voisivat tuoda merkittäviä säästöjä sekä kustannusten että päästöjen osalta.

Lisäksi yhteisöllisyyden ja asukkaiden osallistumisen rooli viherrakentamisessa on huomionarvoinen. Paikallisten osallistuminen voi parantaa hankkeiden pitkäikäisyyttä ja kunnossapitoa, mutta sen vaikutuksia ei ole vielä laajasti tutkittu. Yhteisölähtöisen mallin kehittäminen, jossa asukkaat voisivat osallistua viherrakentamisen suunnitteluun ja ylläpitoon

talkootyyppisesti, voisi edistää kaupunkivihreyden kestävyyttä ja sosiaalisia hyötyjä. Kasvien kastelussa voitaisiin hyödyntää entistä enemmän yhteisöllisyyttä ja sadeveden talteenottoa. Yhteisölähtöiset kasteluratkaisut, kuten asukkaiden osallistuminen viheralueiden hoitoon, voisivat vähentää kunnossapitokustannuksia ja lisätä paikallisten asukkaiden sitoutumista kaupunkivihreyteen. Samalla sadeveden kerääminen ja hyödyntäminen kasteluun voisi vähentää vedenkulutusta ja parantaa kaupunkivihreän omavaraisuutta. Luontokatoa voitaisiin pyrkiä vähentämään tutkimalla menetelmiä rakennusalueiden paikallisen kasvillisuuden ja siementen talteen ottamiseksi ja palauttamiseksi rakennustöiden jälkeen, jolloin niitä voisi hyödyntää esimerkiksi vihreän infrastruktuurin kohteissa.

Lopuksi Hukkapuisto-konseptin skaalautuvuuden ja kaupallistamisen mahdollisuuksia tulisi tutkia tarkemmin. Hukkapuisto-mallia voitaisiin kehittää laajemmin sovellettavaksi eri kaupungeissa ja ympäristöissä. Yrityksille suunnatun liiketoimintamallin luominen voisi kannustaa viherrakentamisen palveluiden tarjoamiseen kiertotalouden periaatteilla ja tukea ekologisesti kestävien ratkaisujen yleistymistä.

Näiden tutkimus- ja kehityskohteiden edistäminen auttaisi vahvistamaan kiertotalouden asemaa viherrakentamisessa ja tukisi kestävämpien kaupunkiympäristöjen luomista.

## Lähteet

Aalto-yliopisto. 2024. Closing Loops: pieni suuri rakennus. Viitattu 6.2.2025. Saatavissa <https://www.aalto.fi/fi/uutiset/closing-loops-pieni-suuri-rakennus>

Agas, J., Azeem, S., Chogadze, M. & Wanphen, T. 2024. Suunnitelmakuva Hukkapuistosta. Viitattu 19.3.2025.

Asumisen rahoitus- ja kehittämiskeskus ARA. 2024. Rakennusmateriaalien uudelleenkäyttö, kierrätys ja jätehuolto. Ympäristö.fi. Viitattu 6.2.2025. Saatavissa <https://www.ymparisto.fi/fi/rakennettu-ymparisto/rakentaminen/kiinteistojen-yllapito-ja-korjaaminen/rakennusmateriaalien-uudelleenkayttö-kierratys-ja-jatehuolto>

B. Green Handbook – Vihreä infrastruktuuri. 2022. Forum Virium Helsinki. Viitattu 26.1.2025. Saatavissa <https://bgreen-handbook.eu/vihrea-infrastruktuuri/>

Blokgarden Oy. 2024. Hukkapuistosäkki. Viitattu 19.3.2025.

Ellen MacArthur Foundation. 2021. Circular Economy Glossary. Viitattu 24.1.2025. Saatavissa <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/topics/circular-economy-introduction/glossary>

Etteplan 2025. Elinkaariarviointi. Viitattu 14.3.2025. Saatavissa <https://www.etteplan.com/fi/referenssit/kategoria/palvelumme/vihrea-siirtyma/elinkaariarviointipalvelut-1/elinkaariarviointi/>

EU Ecolabel 2025. Hakeminen ja maksut. Viitattu 14.3.2025. Saatavissa <https://eu-ymparistomerkki.fi/yrityksille-ja-hankkijoille/hakeminen-ja-maksut/>

Euroopan parlamentti. 2024a. Euroopan aluekehitysrahasto (EAKR). Viitattu 8.3.2025. Saatavissa <https://www.europarl.europa.eu/factsheets/fi/sheet/95/euroopan-aluekehitysrahasto-eakr->

Euroopan parlamentti. 2024b. Muovijäte ja kierrätys EU:ssa. Viitattu 19.3.2025. Saatavissa [https://www.europarl.europa.eu/pdfs/news/expert/2018/12/story/20181212STO21610/20181212STO21610\\_fi.pdf](https://www.europarl.europa.eu/pdfs/news/expert/2018/12/story/20181212STO21610/20181212STO21610_fi.pdf)

Euroopan parlamentti. 2024c. How to reduce plastic waste: EU measures explained. Viitattu 6.3.2025. Saatavissa <https://www.europarl.europa.eu/topics/en/article/20180830STO11347/how-to-reduce-plastic-waste-eu-measures-explained>

Euroopan parlamentti. 2025. Strategy on plastics in the circular economy. Viitattu 6.3.2025. Saatavissa <https://www.europarl.europa.eu/legislative-train/carriage/strategy-on-plastics-in-the-circular-economy/report?sid=8901>

Euroopan tilintarkastustuomioistuin. 2020. EU:n toimet muovijäteongelman ratkaisemiseksi. Viitattu 25.3.2025. Saatavissa [https://www.eca.europa.eu/Lists/ECADocuments/RW20\\_04/RW\\_Plastic\\_waste\\_FI.pdf](https://www.eca.europa.eu/Lists/ECADocuments/RW20_04/RW_Plastic_waste_FI.pdf)

Euroopan unionin neuvosto. 2025. Euroopan vihreän kehityksen ohjelma. Viitattu 18.3.2025. Saatavissa <https://www.consilium.europa.eu/fi/policies/european-green-deal/#why>

European Commission. 2025. Waste Framework Directive. Viitattu 18.3.2025. Saatavissa [https://environment.ec.europa.eu/topics/waste-and-recycling/waste-framework-directive\\_en](https://environment.ec.europa.eu/topics/waste-and-recycling/waste-framework-directive_en)

European Environment Agency. 2021. Vihreä infrastruktuuri: parempi elämänlaatu luontokatoon perustuvilla ratkaisulla. Viitattu 26.1.2025. Saatavissa <https://www.eea.europa.eu/fi/articles/vihrea-infrastruktuuri-parempi-elamanlaatu-luontoon>

Forum Virium Helsinki. 2025. Pilot Green tuo uusia keinoja kasvillisuuden lisäämiseen kaupungeissa. Viitattu 6.3.2025. Saatavissa <https://forumvirium.fi/projektit/pilotgreen/>

Gammelsæter, E. & Larsson, K. 2022. Kierrätettävät materiaalit infrarakentamisessa. Sweco. Viitattu 25.1.2025. Saatavissa <https://www.sweco.fi/wp-content/uploads/sites/7/2023/02/Urban-Insight-raportti-3-2022-Kierratettavat-materiaalit-infrarakentamisessa.pdf>

Helsingin kaupunki. 2022. Hankerahoitus, kaupunginkanslia, Pilot Green -hanke, EU-rahoitus. Viitattu 6.3.2025. Saatavissa <https://paatokset.hel.fi/fi/asia/hel-2022-012083>

Helsingin seudun ympäristöpalvelut. 2025. Metallit. Viitattu 25.1.2025. Saatavissa <https://www.hsy.fi/jatteet-ja-kierratys/jateopas-ja-lajitteluohjeet/lajittelu/metalli/>

Hulkko, J. 2025. Muovien kierrätysprosessit ja niiden merkitys. Sweco. Viitattu 6.2.2025. Saatavissa <https://www.sweco.fi/blog/muovien-kierratysprosessit-ja-niiden-merkitys-ymparistolle/>

Ilander, T. 2024. Blokgarden Oy. Haastattelu 17.12.2024.

Ilmasto-opas.fi 2018. Julkisen sektorin hiilijalanjälkeä voi pienentää vähähiilisillä julkisilla hankinnoilla. Viitattu 14.3.2025. Saatavissa <https://www.ilmasto-opas.fi/artikkelit/julkisen-sektorin-hiilijalanjalkea-voi-pienentaa-vahahiilisilla-julkisilla-hankinnoilla>

Juhila, K. 2021. Laadullinen tutkimus ja teoria. Tampereen yliopisto. Viitattu 9.10.2024. Saatavissa <https://www.fsd.tuni.fi/fi/palvelut/menetelmaopetus/kvali/mita-on-laadullinen-tutkimus/laadullinen-tutkimus-ja-teoria/>

Jätelaki 646/2011. Viitattu 19.3.2025.

Kaukonen, S. 2023. Elinkaariarvioinnin hyödyntäminen suomalaisissa vaateyrityksissä. LUT-yliopisto. Kandidaatintutkielma. Viitattu 20.3.2025. Saatavissa <https://urn.fi/URN:NBN:fi-fe2023060953058>

LAB University of Applied Sciences 2024. Vihreä ja viihtyisä kampuspiha Lahteen – Osallistu kilpailuun! Viitattu 16.12.2024. Saatavissa <https://lab.fi/fi/tapahtumat/vehrea-ja-viihtyisa-kampuspiha-lahteen-osallistu-kilpailuun>

Lehtonen, K. 2019. Purkutyöt – Opas tekijöille ja teettäjille. Ympäristöministeriö. Viitattu 19.3.2025. Saatavissa <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-361-036-1>

Lukka, S. 2024. Kierrätysmateriaalien käyttö suomalaisessa teollisuudessa. SYKE. Viitattu 25.1.2025. Saatavissa <http://hdl.handle.net/10138/576685>

Luna Quintanilla, D. & Van Mechelen, C. 2023. Harmaasta vihreäksi. Sweco. Viitattu 6.2.2025. Saatavissa [https://www.sweco.fi/wp-content/uploads/sites/7/2023/09/Urban-Insight-white-paper-2-2023-Harmaasta\\_vihreaksi\\_web.pdf](https://www.sweco.fi/wp-content/uploads/sites/7/2023/09/Urban-Insight-white-paper-2-2023-Harmaasta_vihreaksi_web.pdf)

Malinen-Lallukka, E. 2024. Toteutunut Hukkapuisto. Viitattu 19.3.2025

Rakennerahastot.fi. 2022. Euroopan aluekehitysrahasto (EAKR). Viitattu 8.3.2025. Saatavissa <https://rakennerahastot.fi/euroopan-aluekehitysrahasto-eakr>

Rautiainen, V., Roschier, S., Rouhento, V., Saari, P. & Saario, M. 2023. Kierrätysmateriaalien käyttösuusvelvoite kiertotalouden edistäjänä. Valtioneuvosto. Viitattu 25.1.2025. Saatavissa <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-287-904-2>

Råberg, M. 2024. Projektipäällikkö. Forum Virium Helsinki. Haastattelu 16.12.2024.

SFS-EN 14040. 2006. Ympäristöasioiden hallinta. Elinkaariarviointi. Periaatteet ja pääpiirteet. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS ry.

Similä, J., Borgström, S., Kopperoinen, L., Itkonen, P., Auvinen, A-P. & Koivulehto M. 2017. Ekosysteemipalveluiden ja luonnon monimuotoisuuden riippuvuus vihreästä infrastruktuurista ja ohjausjärjestelmän muutostarpeet. Ympäristöministeriö. Viitattu 26.1.2025. Saatavissa <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-11-4714-2>

Sitoumus2050. 2020. Kestävän purkamisen green deal -sopimus. Viitattu 27.3.2025. Saatavissa

[https://sitoumus2050.fi/documents/20143/428684/Purkaminen\\_green\\_deal.pdf/1c7db033-8e37-3ef3-cfdc-10ecff4232ec](https://sitoumus2050.fi/documents/20143/428684/Purkaminen_green_deal.pdf/1c7db033-8e37-3ef3-cfdc-10ecff4232ec)

Sitoumus2050. 2025. Vapaaehtoiset green deal -sopimukset edistämässä ympäristötavoitteita. Viitattu 19.3.2025. Saatavissa <https://sitoumus2050.fi/tietoa-green-dealista#/>

Sitra. 2017. Elinkaariajattelu. Viitattu 1.2.2025. Saatavissa: <https://www.sitra.fi/artikkelit/elinkaariajattelu/>

Sitra. 2025. Luontopohjaiset ratkaisut. Viitattu 20.4.2025. Saatavissa <https://www.sitra.fi/tulevaisuussanasto/luontopohjaiset-ratkaisut/>

Sormunen, T. 2024. Alustataloudesta uusi vaihterakennusmateriaalien kierrätykseen. Rakennusteollisuus. Viitattu 25.1.2025. Saatavissa <https://rt.fi/artikkelit/2024/12/alustataloudesta-uusi-vaihte-rakennusmateriaalien-kierratykseen/>

SYKE. 2022. Elinkaariarviointi tukee kestävyysmurrosta. Viitattu 16.12.2024. Saatavissa <https://www.syke.fi/elinkaariarviointi>

SYKE. 2010. Elinkaarimetodiikkojen nykytila, hyvät käytännöt ja kehitystarpeet. Antikainen, Riina (toim.). Suomen ympäristökeskuksen raportteja 7. Suomen ympäristökeskus. Viitattu 16.12.2024. Saatavissa <http://hdl.handle.net/10138/39822>

Teittinen, T. Dettenborn, T & Pahkakangas, S. 2020. Uusiomaarakentamisen päästölaskenta. Viitattu 16.12.2024. Saatavissa <https://uusiomaarakentaminen.fi/wp-content/uploads/sites/5/2023/09/Uusiomaarakentamisen-paastolaskenta.pdf>

Teräsrakenneyhdistys. 2025. Teräksen kierrättäminen. Viitattu 25.1.2025. Saatavissa <https://www.terasrakenneyhdistys.fi/fin/teras/co2-ja-kiertotalous/teraksen-kierratys/>

Valtioneuvoston asetus eräiden jätteiden hyödyntämisestä maarakentamisessa 843/2017.

Valtion talouden tarkastusvirasto. 2019. Elinkaariajattelu tulee huomioida valtion omaisuuden hallinnassa. Saatavissa <https://www.vtv.fi/muut-artikkelit/elinkaariajattelu-tulee-huomioida-valtion-omaisuuden-hallinnassa/>

Vattenfall. 2020. Elinkaariajattelu lisää yrityksen kilpailukykyä. Viitattu 14.3.2025. Saatavissa <https://energyplaza.vattenfall.fi/blogi/elinkaariajattelu-lisaa-yrityksen-kilpailukyky>

Väylävirasto. 2022. Betonijätteen käsittely ja käyttö väylähankkeissa. Viitattu 19.3.2025. Saatavissa [https://ava.vaylapilvi.fi/ava/Julkaisut/Vaylavirasto/vo\\_2022-43\\_Betonijate\\_web.pdf](https://ava.vaylapilvi.fi/ava/Julkaisut/Vaylavirasto/vo_2022-43_Betonijate_web.pdf)

Ympäristöministeriö. 2022a. Kierrätyksestä kiertotalouteen, valtakunnallinen jätesuunnitelma vuoteen 2027. Viitattu 18.3.2025. Saatavissa <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-361-266-2>

Ympäristöministeriö. 2022b. Valtioneuvoston asetus betonimurskeen jätteeksi luokittelun päättymisen arviointiperusteista. Viitattu 18.3.2025. Saatavissa <https://ym.fi/documents/1410903/38678498/Betonimurske-EEJ-asetuksen%20soveltamisohje%2031082022.pdf/291e0c2f-22ac-4f3d-eae3-efb6b473a32f/Betonimurske-EEJ-asetuksen%20soveltamisohje%2031082022.pdf>

Ympäristöministeriö. 2024. Valtioneuvoston asetus mekaanisestikierrätetyn uusiomuoviraaka-aineenjätteeksi luokittelun päättymisen arviointiperusteista. Viitattu 18.3.2025. Saatavissa [https://ym.fi/documents/1410903/42733297/Muovi\\_EEJ\\_soveltamisohje\\_pdf.pdf/1072ff30-97c7-4aa2-a47a-0eb9a1696b0a/Muovi\\_EEJ\\_soveltamisohje\\_pdf.pdf?t=1722600608860](https://ym.fi/documents/1410903/42733297/Muovi_EEJ_soveltamisohje_pdf.pdf/1072ff30-97c7-4aa2-a47a-0eb9a1696b0a/Muovi_EEJ_soveltamisohje_pdf.pdf?t=1722600608860)

Ympäristöministeriö. 2025a. Green deal -sopimukset. Viitattu 18.3.2025. Saatavissa <https://ym.fi/green-deal-sopimukset>

Ympäristöministeriö. 2025b. Jätteet. Viitattu 27.3.2025. Saatavissa <https://ym.fi/jatteet>

Ympäristöministeriö. 2025c. Jätelainsäädäntö. Viitattu 6.3.2025. Saatavissa <https://ym.fi/jatelainsaadanto>

Ympäristöministeriö. 2025d. Rakentamisen kiertotalous. Viitattu 27.3.2025. Saatavissa <https://ym.fi/rakentamisen-kiertotalous>

Ympäristönsuojelulaki 527/2014. Viitattu 6.3.2025.

Zhu, Y., Lonka, H., Tähtinen, K., Anttonen, M., Isokääntä, P., Knuutila, A., Lahdensivu, J., Mahiout, S., Mäntylä, A-M., Raimovaara, M., Rantio, T., Santonen, T. & Teittinen T. 2022. Purkumateriaalien kelpoisuus eri käyttökohteisiin turvallisuuden ja terveellisyysnäkökulmasta. Valtioneuvosto. Viitattu 19.3.2025. Saatavissa <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-383-253-4>

## Liite 1. Haastattelukysymykset

- Kerro PilotGreen-hankkeen kokeilusta ja omasta osuudestasi siinä
- Miten päädyttiin kyseiseen hankkeeseen?
- Mitkä ovat/olivat kokeilun keskeisimmät tavoitteet?
- Mitkä asiat ratkaisivat kilpailutuksessa?
- Kerro tarjouspyynnön laatimisesta?
- Kerro osaltanne tarjouksen tekemisestä?
- Mitä opit projektista? Mitä tekisit toisin; mitä voisit eteenpäin seuraavaan projektiin ja mitä et?
- Millä perusteilla materiaalit valittiin?
- Tehtiinkö vertailuja: miten valittiin sään kestävät materiaalit?
- Tehtiinkö tutkimustyötä materiaaleista? Elinkaariarviointi/hiilijalanjälki? Mitkä kriteerit materiaaleille?
- Muutettiin materiaalivalintoja alkuperäiseen suunnitelmaan verrattuna kokeilun aikana? Oliko materiaalien hankkiminen haastavaa?
- Onko kokonaiskäsitystä materiaalien elinkaaresta? Oliko vaikutusta?
- Kauanko kierrätysmateriaalit ovat olleet aiemmin käytössä, tietoa alkuperästä?
- Miten suuri osa oikeasti kierrätysmateriaaleja?
- Mikä kierrätysmateriaalien käyttöäksi oli ajateltu?
- Mihin materiaalit päätyvät, millä perustein?
- Miten koettiin kierrätysmateriaalien integrointi osaksi vihreää infraa?
- Otettiin kokeilun aikana eri vaiheissa huomioon ilmastoasiat (esim. kuljetukset)?
- Mistä kasvit tulivat? Miten kastelu on/oli järjestetty (esim. kesällä)?
- Muodostuiko kokeilun aikana kuva siitä, minkälaiset materiaalit soveltuvat parhaiten vihreän infrastruktuurin ratkaisuihin?