

# Infrarakentamisen muovijätteen hyödyntämiselvitys



Kaupunkiympäristön aineistoja 2025:6

# **Infrarakentamisen muovijätteen hyödyntämiselvitys**

Kannen kuva | Helsingin kaupungin aineistopankki / Susa Junnola

Julkaisija | Helsingin kaupunki / Kaupunkiympäristön toimiala

ISBN | 978-952-386-562-4

ISSN | 2489-4257

# Sisällys

<b>Tiivistelmä</b> .....	<b>6</b>
<b>Johdanto</b> .....	<b>7</b>
<b>Selvityksen tausta ja tarkoitus</b> .....	<b>8</b>
PlastLIFE-hanke .....	8
Suomen muovitiekartta .....	8
Jätelainsäädäntö .....	9
Muovi .....	10
Polyvinyylikloridi PVC .....	11
Polyeteeni PE .....	12
Polypropeeni PP .....	12
Polystyreeni PS .....	13
Infrarakentamisen muovit .....	13
Muovi putkimateriaalina .....	13
Putkien standardointi ja laatuvaatimukset .....	13
Muovien kierrätys .....	14
Mekaaninen kierrätys .....	14
Kemiallinen kierrätys .....	14
Muovin energiahyödyntäminen .....	15
<b>Selvitystä varten tehdyt havainnot ja haastattelut</b> .....	<b>16</b>
Havainnot .....	16
Haastattelut .....	19
Infran muovista valmistetut rakennusmateriaalit ja niiden valinta .....	19
Rakennusmateriaalien valmistuksen kustannukset ja hiilidioksidipäästöt .....	20
Muovin kierto työmailla tällä hetkellä .....	21
Muovin lajittelu työmailla ja hyötykäyttö .....	21
Muovilaatujen tunnistaminen .....	23
Muovien kierrätyksen haasteet .....	25
Muovien kierrätyksen tulevaisuus .....	26
<b>Johtopäätökset</b> .....	<b>30</b>
<b>Lähdeluettelo</b> .....	<b>32</b>
<b>Liitteet</b>	



## LIFE21-IPE-FI-PlastLIFE

PlastLIFE-hanke saa EU:n LIFE-ohjelmasta rahoitusta, jolla hankkeen materiaalit on tuotettu. Materiaalien sisältö edustaa ainoastaan hankkeen omia näkemyksiä, joista CINEA/Euroopan komissio ei ole vastuussa.

## LYHENTEET JA ERITYISSANASTOT

<b>Asennushukka</b>	Rakennusmateriaalin asennuksen yhteydessä ylijäävä osa materiaalista, esimerkiksi putkesta leikattava ylimääräinen pala tai putken osa
<b>Biopohjainen muovi</b>	Muovi, jonka raaka-aineena on käytetty biomassaa uusiutuvasta materiaalista. Biopohjainen muovi ei ole biohajoava tai kompostoitava.
<b>Energiajäte</b>	Jäte, jota ei pystytä kierrättämään materiaalina esimerkiksi likaisuuden vuoksi tai jolle ei ole muuta kierrätysmahdollisuutta, mutta joka voidaan hyödyntää energiana, kuten muovi pois lukien PVC.
<b>green deal</b>	Vapaaehtoinen sopimus, jossa valtio ja elinkeinoelämä tai kunnat tekevät yhteistyötä ympäristönsuojelun ja kestävä kehityksen edistämiseksi, esimerkiksi muovien kierrätyksessä.
<b>Granulointi</b>	Puhdistetun muovijätejakeen murskaus, sulatus ja leikkaus pieniksi rakeiksi eli granulaatiksi.
<b>HDPE</b>	High-Density Polyethylene, eli korkean tiheyden polyeteeni, yleisesti käytetty muovilaatu esimerkiksi putkissa ja pakkauksissa.
<b>Infrarakentaminen</b>	Rakentamista, joka liittyy infrastruktuuriin, kuten teiden, vesihuollon, viemäroinnin, ja muiden kunnallisen rakennusprojektien toteuttamiseen.
<b>Infrapunalaitteisto</b>	Laitteisto, joka hyödyntää infrapunateknologiaa muovilaatujen tunnistamiseen ja erottamiseen jätevirroista.
<b>Jätehuoltoyritys</b>	Yritys, jonka päätoimialana on jätteiden kuljetus ja käsittely.
<b>Kemiallinen kierrätys</b>	Prosessi, jossa muovijäte käsitellään kaasutuksella, pyrolyysillä, solvolyyysillä tai depolymerisaatiolla.
<b>Kertamuovi</b>	Muovi, joka ei ole sulatettavissa ja uudelleen muovattavissa.
<b>Kestomuovi</b>	Uudelleen kierrätettävä ja käsiteltävä muovi.
<b>Krakkaus</b>	Krakkaus on prosessi, jossa suuria hiilivetymolekyylejä hajotetaan pienemmiksi osiksi. Tämä tapahtuu yleensä noin 500 °C lämpötilassa katalyyttien avulla.
<b>Kierrätysketju</b>	Prosessi, jossa materiaaleja (esim. muoveja) kerätään, lajitellaan, käsitellään ja käytetään uudelleen.
<b>LDPE</b>	Low-Density Polyethylene, eli matalan tiheyden polyeteeni, käytetään esimerkiksi muovikasseissa ja kalvoissa.
<b>Muovigranulaatti</b>	Pieniksi rakeiksi leikattu materiaali, jota käytetään raaka-aineena muovituotteiden valmistuksessa.

<b>Muoviputket</b>	Putket, jotka on valmistettu muovista (esim. PVC, PE, HDPE, PP) ja joita käytetään esimerkiksi vesihuollon ja kaapeliverkoston rakentamisessa.
<b>Muovilajit</b>	Muovit voidaan jakaa uudelleen muokattavuuden perusteella kesto- ja kertamuoveihin.
<b>Muovilaadut</b>	Muovit luokitellaan muovissa käytettyjen polymeerien mukaan eri materiaaleihin. Käytetyimpiä ja tunnetuimpia muovilaatuja ovat PVC, PE, PP ja PET.
<b>Muovimateriaalit</b>	Eri muovilaaduista valmistetut materiaalit.
<b>Muovituotteet</b>	Tuotteet, jotka on valmistettu yhdestä tai useammasta muovilaadusta.
<b>Mekaaninen kierrätys</b>	Muovin kierrätysmenetelmä, jossa materiaali puhdistetaan ja muokataan uudelleen ilman kemiallista prosessointia.
<b>PE</b>	Polyeteeni, yleisesti käytetty muovi esimerkiksi pakkauksissa ja putkistoissa.
<b>PP</b>	Polypropeeni, kestävä muovilaatu esimerkiksi elintarvikkepakkauksiin ja autojen osiin.
<b>PVC</b>	Polyvinyylikloridi, usein käytetty esimerkiksi rakennusmateriaalien valmistuksessa.
<b>PS</b>	Polystyreeni, käytetään mm. eriste- ja kevennysrakenteena infrarakentamisessa.
<b>Paalaaminen</b>	Jätteen pakkaamista koneellisesti tiiviiksi paaleiksi, jotta se vie vähemmän tilaa ja helpottaa kuljetusta ja käsittelyä.
<b>Pyrolyysi</b>	Korkean lämpötilan prosessi, jossa muovi hajotetaan pyrolyysiöljyksi.
<b>Routaeristeet</b>	Eristeet, joita käytetään estämään maan jäätyminen ja lämmön häviäminen rakenteesta, ja jotka voivat olla muovipohjaisia.
<b>Sekajäte</b>	Tässä työssä tarkoitetaan sekalaista rakennusjätettä, joka sisältää mm. PVC muovia
<b>Suodatinkangas</b>	Suodatinkangas erottelee, suodattaa ja kuivattaa maakerroksia sekä suojaa, tasapainottaa ja vahvistaa maarakenteita.
<b>Uusiokäyttö</b>	Uusiokäyttö tarkoittaa tuotteen, materiaalin tai esineen uudelleen käyttöä sen alkuperäisessä tai muussa hyödyllisessä tarkoituksessa ilman, että sitä prosessoidaan merkittävästi.
<b>Uusiomuovi</b>	Kierrätetystä muovimateriaalista valmistettu muovi, joka korvaa neitseellisistä raaka-aineista valmistettuja muoveja.
<b>Vesihuoltolaitokset</b>	Paikalliset organisaatiot, jotka vastaavat vesihuollosta, kuten vedenjakelusta ja viemäröinnistä kunnassa tai kaupungissa.

# Tiivistelmä

Projektissa selvitettiin, miten infratyömailta poistettavat vanhat muovirakenteet ja uusien rakennustuotteiden asennuksessa syntyneet muovimateriaalin ylijäämäpalat eli asennushukka voidaan hyödyntää uusiomuovina ja kartoitettiin muovijätteen vastaanottajia sekä hyödyntäjiä Etelä-Suomesta ja muualta Suomesta. Työn alkuvaiheessa kartoitettiin muovijätteen vastaanottajat, käsittelijät ja hyödyntäjät, ja selvitettiin keinoja Helsingin kaupungin oman rakentamispalveluliikelaitoksen Staran infratyömaiden muovijätteen kierrätysasteen parantamiseksi.

Selvitys toteutettiin projektityönä, jonka tekijöinä olivat opiskelijat Mariika Lehto (Kestävän kiertotalouden YAMK-ohjelma, Turun Ammattikorkeakoulu), Lilli Luoma-Reijonen ja Özge Basboga (ympäristötekniikan ohjelma, Kaakkois-Suomen Ammattikorkeakoulu). Selvityksen tilasi ja ohjasi Helsingin kaupungin PlastLIFE-osahanke. Suomen ympäristökeskuksen koordinoiman PlastLIFE-hankkeen tavoitteena on edistää Suomen muovitiekartan tavoitteiden toteutumista. Helsingin osahankkeessa perehdytään erityisesti infra- ja viherrakentamisen muovin kiertotalouteen.

Hankkeen aikana toteutettiin työmaakäynti, vierailu jätteiden lajittelupisteellä sekä haastatteluja infrarakentamisessa käytettävien muovituotteiden valmistajien, tilaajaorganisaatioiden muovijätteen käsittelijöiden sekä infrarakentamisen ja muovi- ja kiertotalousalan asiantuntijaorganisaatioiden kanssa. Tavoitteena oli kerätä tietoa nykyisessä rakentamisessa käytettävien muovien uusiokäytöstä, alan meneillään olevasta kehitystyöstä ja pilottikohteista sekä kehittää käytäntöjä muovien kiertotalouden tukemiseksi rakentamisen alalla. Opiskelijoita tukivat Helsingin kaupungin kaupunkiympäristön toimialalta projektipäällikkö Erik Nyroos, projektinjohtaja Virpi Nikulainen sekä ympäristöasiantuntijat Leona Silberstein ja Satu Talvio, jotka osallistuivat hankkeen edistämiseen. Lisäksi työmaapäällikkö Katja Jaranne esitteli Helsingin kaupungin rakentamispalveluliikelaitos Staran toimintaa ja muovijätteen lajittelua Staran omilla työmailla.

Selvitystä varten tehtyjen haastattelujen ja havaintojen perusteella voidaan todeta, että infrarakentamisessa käytettävien muovimateriaalien ylijäämäpalojen eli asennushukka olisi kierrätettävissä uusiomuoviksi. Asennushukan muovilaatu on helposti tunnistettavissa ja siten helposti lajiteltavissa muovilaaduittain. Asennushukka on myös puhdasta, mikä helpottaa sen kierrätettävyyttä. Tällaiselle muovijätteelle löytyy myös vastaanottajia ja käsittelijöitä Suomesta. Vanhojen muovirakenteiden kierrättäminen vaatii vielä lisäselvittelyä muovilaatujen tunnistamisen vaikeuden sekä muovin likaisuuden vuoksi.



# Johdanto

Muovien kiertotalous on keskeinen osa kestäväen kehityksen tavoitteita, sillä muovimateriaalien käyttö ja hävittäminen aiheuttavat tällä hetkellä merkittäviä ympäristöhaasteita. Rakentaminen on yksi suurimmista muovien kulutuksen sektoreista, ja sen muovijätteiden kierrätyksen parantaminen voi vähentää huomattavasti ympäristökuormitusta. PlastLIFE-hanke, joka kuuluu Euroopan unionin LIFE-ohjelmaan, pyrkii löytämään ratkaisuja Suomen kansallisen Muovitiekartan tavoitteiden saavuttamiseksi ja edistää muovien kiertotalouden kehittämistä.

Tämä selvitys on tehty Helsingin Kaupunkiympäristön toimialalle osana PlastLIFE-hanketta, jossa Helsinki on mukana yhtenä toimijana. Selvityksen tarkoituksena on löytää keinoja hyödyntää infrarakentamisessa syntyvää muovijätettä ja infratyömailta poistettavia vanhoja muovirakenteita entistä tehokkaammin ja ennemmin materiaalina kuin energiana.

Selvitystä varten on haastateltu jätehuoltoalan edustajia, uusiomuovin valmistajia, infrarakentamisen muovisten rakentamistuotteiden valmistajia sekä asiantuntijoita infra-alalta ja kuntasektorilta. Näiden haastatteluiden tavoitteena oli kerätä laajasti tietoa muovien uusiokäytöstä, kierrätyksestä ja niiden käytäntöjen kehittamisestä, jotka tukevat rakentamisen muovien kiertotaloutta.

Selvitystyön yhteydessä toteutettiin työmaakäynti ja vierailu Helsingin kaupungin rakentamispalveluliikelaitoksen jätteiden lajittelupisteillä. Työmaakäynnin ja jättepistevierailujen aikana tarkasteltiin käytettävien infrarakentamisessa käytettävien muovimateriaalien, kuten PVC-, PE-, PP-muoviputkien käyttöä, ominaisuuksia sekä kierrätys- ja uusiokäyttömahdollisuuksia. Lisäksi arvioitiin nykyisiä käytäntöjä jätemuovien lajittelussa ja säilytyksessä.

Tämä raportti kokoaa yhteen hankkeen aikana tehdyt havainnot käytettyjen muovien käytöstä ja kierrätyksestä. Raportissa tarkastellaan muovien käytön ja kierrätyksen nykyisiä vahvuuksia ja kehittämiskohteita sekä annetaan suosituksia kiertotalouden edistämiseksi. PlastLIFE-hankkeen rooli kestäväen kehityksen edistämässä ja rakentamisen muovien kierrätyksen parantamisessa on keskeinen, ja raportti tarkastelee sen tarjoamia mahdollisuuksia muovien kiertotalouden näkökulmasta.



# Selvityksen tausta ja tarkoitus

Selvityksen tarkoituksena on löytää keinoja infrarakentamisessa syntyvän muovijätteen kiertotalouden parantamiseksi. Työssä keskitytään infrarakentamisessa eniten käytettyihin muovisiin rakennusmateriaaleihin ja niissä käytettyihin muovilaatuihin. Selvityksestä on rajattu pois infrarakentamisen yhteydessä syntyvä kalvomuovijäte, koska kalvo- ja muita pakkausmuoveja koskee lainmukainen pakkausten tuottajavastuu sekä erityisesti kalvomuovien erilliskeräystä kehittävä Rakentamisen muovit green deal –sopimus.

## PlastLIFE-hanke

Muovien kiertotalouden edistämiseen tähtäävä PlastLIFE-hanke käynnistyi loppuvuodesta 2022 ja sen on tarkoitus jatkaa vuoden 2029 loppuun. Hankkeen rahoittaa pääosin Euroopan unionin LIFE-ohjelma ja hankkeen kokonaisbudjetti on noin 20 miljoonaa euroa. Hankkeen avulla pyritään löytämään keinoja Suomen kansallisen Muovietiekartan tavoitteiden toteuttamiseen. Hankkeessa Suomen ympäristökeskuksen koordinoima toimijajoukko kehittää muun muassa keinoja muovijätteen kierrätyksen tehostamiseksi. Hankkeessa on mukana Suomen ympäristökeskuksen ja Helsingin kaupungin lisäksi muun muassa ympäristöministeriö ja luonnonvarakeskus sekä useita yliopistoja ja ammattikorkeakouluja, muovialan toimijoita ja yhdistyksiä. [1]

Helsingin kaupunki on mukana hankkeessa yhtenä tavoitteenaan infra- ja viherrakentamisen muovien kiertotalouden parantaminen. Helsingissä on jo ennen PlastLIFE-hankkeen käynnistymistä selvitetty infrastruktuurirakentamisessa käytettävien muovilaatujen korvaamista kierrätettävyydeltään ja hiilijalanjäljeltään paremmilla valinnoilla sekä PlastLIFE-hankkeen puitteissa katu- ja puistohankkeiden muovivirtoja. Vuonna 2023 Bo Telénin Aalto-yliopistolle diplomityönä tehdyssä Helsingin katu- ja puistohankkeiden muovivirtaselvityksessä tarkasteltiin muun muassa infrarakentamisen käytetyimpiä muoveja. [2]

## Suomen muovietiekartta

Ensimmäinen muovin kiertotalouden toimenpideohjelma valmistui 2018. Ohjelman tarkoituksena oli käynnistää konkreettiset toimet muovien kiertotalouden osalta. Tämän ensimmäisen muovietiekartan toimeenpanon edettyä sen tavoitteita täsmennettiin loppuvuodesta 2021. Päivitetystä tiekartasta kiinnitetään erityisesti huomiota muovin kiertotalouden arvoketjun toimivuuden kehittämiseen. Muovietiekartan avulla pyritään myös varautumaan mahdollisiin uusiin Euroopan unionin aloitteisiin ja hankkeisiin. Päivitetyn muovietiekartan tavoitteena on muun muassa edistää muovin uudelleenkäyttöä sekä tehostaa muovin kierrätystä sekä muovituotteiden kierrätettävyyttä. [3]

Muovietiekartan pyrkimykseen kuuluu muovijätteiden talteenoton tehostaminen ja monipuolisten ja riittävien kierrätysratkaisuiden käyttöönotto kerätyille muoville. Tiekartan yhtenä tavoitteena on myös vauhdittaa muovien kiertotaloutta erityisesti rakentamisessa. Muovietiekartan mukaan muovin kierrätyksen vauhdittamiseksi tarvitaan sekä viestintää että elinkeinoelämän innostamista kierrättämiseen. Yhtenä tällaisena toimenpiteenä mainitaan eri muovijätteiden erilliskeräyksen toteuttamisvaihtoehdoista tehtävät selvitykset ja näiden pohjalta käynnistettävät kokeilut.

## Jätelainsäädäntö

Suomen jätelainsäädännöllä, johon kuuluvat muun muassa jätelaki 646/2011 ja jäteasetus 978/2021 sekä ympäristönsuojelulaki 527/2014 ja -asetus 713/2014, säädetään lähes kaikista jätteistä. Jätelainsäädännön tarkoitus on pyrkiä vähentämään jätteen määrää, varmistaa jätehuollon toimivuus ja ehkäistä jätteiden ja jätehuollon aiheuttamat haittavaikutukset ihmisille ja ympäristölle.

Jätelain mukaan jätteellä tarkoitetaan ainetta tai esinettä, jonka sen haltija aikoo poistaa tai on poistanut jo käytöstä. Rakennus- ja purkujätteellä jätelaissa tarkoitetaan kiinteän rakennelman lisäksi maa- ja vesirakentamisen rakentamisessa ja purkamisessa syntyvää jätettä. [4]

Jätteiden syntymisen ehkäisemiseksi ja niiden käsittelyssä tulisi noudattaa etusijajärjestystä. Etusijajärjestys pyrkii vähentämään syntyvää jätettä, mutta edellyttää myös, että pakosti syntynyt jäte ensisijaisesti kierrätetään. Jos jätteen kierrättäminen materiaalina ei ole mahdollista, tulee se hyödyntää energiana. Tänä päivänä loppukäsittely, eli jätteen sijoittaminen kaatopaikalle, on sallittua ainoastaan silloin, jos syntynyttä jätettä ei voida mitenkään hyödyntää. Jätteen sijoittamisesta kaatopaikalle säädetään kaatopaikka-asetuksessa, jonka mukaan orgaanista jätettä kuten muovina ei saa sijoittaa kaatopaikalle vaan vaikeasti materiaalina hyödynnettävät muovijätteet tulee hyödyntää energiaksi. [4,5]

Jätelaissa mainitun etusijajärjestyksen mukaan lajiltaan ja laadultaan erilaiset jätteet tulisi kerätä erilleen. Tästä erilliskeräysvelvoitteesta voidaan poiketa, jos erilaisten jätteiden yhteiskeräys ei heikennä jätteen etusijajärjestyksen mukaisia hyödyntämismahdollisuuksia tai jos erilliskeräystä ei ole teknisesti mahdollista toteuttaa tai erilliskeräyksellä ei päästä parhaaseen jätehuollon aiheuttamat ympäristövaikutukset huomioonottavaan kokonaistulokseen. Toisaalta kierrätystä varten jo erilliskerättyä jätettä ei jätelain mukaan saisi toimittaa energiahyötykäyttöön. [4]

Suomesta voidaan jätettä toimittaa käsiteltäväksi myös ulkomaille, jos meillä Suomessa ei ole mahdollisuutta tai teknisiä edellytyksiä kyseisen jätteen käsittelyyn tai jäte pystytään käsittelemään muualla paremmin kuin Suomessa. Jätettä voidaan toimittaa ulkomaille myös, jos käsittely siellä on selvästi edullisempaa ja käsittely tehdään myös Suomessa hyväksytyllä tavalla. [4]

Jäteasetuksen mukaan rakennus- ja purkujätteestä tulisi kerätä erikseen muiden eri materiaalien ohella myös muovi. Tämä erilliskerätty jäte tulisi toimittaa käsittelyyn, jossa jäte valmistellaan uudelleenkäyttöön tai muutoin kierrätetään tai hyödynnetään materiaalina. Tavoite on, että vähintään 70 % rakennus- ja purkujätteestä maa- ja kiviaineksia sekä vaarallista jätettä lukuun ottamatta hyödynnettäisiin muutoin kuin energiana. [6]

Rakennus- ja purkujätteen haltijan on jätelain mukaan laadittava siirtoasiakirja jätteen vastaanottajalle siirrettävästä ja luovutettavasta jätteestä. Tästä siirtoasiakirjasta tulisi ilmetä valvonnan ja seurannan kannalta tärkeitä tietoja jätteestä. Jätteen saan luovuttaa yleensä vain vastaanottajalle, jolla on ympäristölupa tai muu hyväksyntä tai rekisteröinti kyseisen jätteen vastaanottamiseen ja samalla vastuu jätehuollon järjestämisestä siirtyy vastaanottajalle. Jäte voidaan kuitenkin luovuttaa myös vastaanottajalle, jolla on riittävät valmiudet kyseisen jätteen jätehuollon järjestämiseen. Tällöin jätehuollon järjestämisvastuu on sekä uudella että edellisellä jätteen haltijalla. [4]

Tiettyjen jätelajien hävittäminen on tuottajavastuun alaista toimintaa. Tuottajavastuun piiriin kuuluvat esimerkiksi tuotteiden pakkaukset. Tuottajavastuun mukaisesti tuotteen valmistaja tai maahantuoja on vastuussa markkinoille tuomiensa tuotteiden jätehuollosta aiheutuvista kustannuksista. Pakkauksia ja pakkauksijätettä koskevassa asetuksessa määritellään millaiset pakkaukset kuuluvat tuottajavastuun piiriin. Tällaisia pakkauksia ovat kaikki tuotteen säilytykseen tarkoitetut pakkaukset kuten myyntiä ja kuljetusta varten tarkoitetut kukkaruukut sekä erilaiset ryhmä- ja kuljetuspakkaukset. Jäteasetuksen mukaan myös yritysten tulisi kerätä muovipakkaukset, jos niistä syntyvää jätettä kertyy yli viisi kilogrammaa viikossa [4,6,7].

Rakentamisen muovit green deal -sopimuksen tavoitteena on toistaiseksi lisätä rakentamisessa sekä rakentamisen toimitusketjuissa käytettyjen kalvomuovien erilliskeräystä sekä tehostaa niiden kierrätystä ja uudelleenkäyttöä. Kalvomuoveja käytetään rakentamisessa sekä suojamuoveina että pakkauksissa. Myös muille rakentamisessa käytettäville muoveille saatetaan asettaa sopimuksen puitteissa tavoitteita myöhemmin. [3, 8]

## Muovi

Muovi on polymeerimateriaali, jossa useat pienet molekyylit ovat kemiallisten reaktioiden avulla muodostuneet suuremmiksi ketjumaisiksi tai verkkomaisiksi rakenteiksi. Muovi voi muodostua yhdestä tai useammasta eri polymeerilajista ja polymeeri voi olla joko täysin synteettinen tai luonnonpolymeeri. Muovi onkin yleisnimitys ominaisuuksiltaan erilaisille polymeerimateriaaleille. [9]

Muovia on valmistettu pääasiassa polttoainetuotannosta ylijäävistä hiilivedyistä. Muovia voidaan kuitenkin valmistaa myös muista hiilivedyistä kuten tärkkelyksestä, selluloosasta tai kemiallisesti muokatuista luonnonpolymeereistä. Polymeerien sekaan voidaan lisätä täyteaineita kuten kalsiittia, talkkia tai kaoliinia sekä muovin ominaisuuksiin vaikuttavia erilaisia pehmittimiä, stabilisattoreita, palon- ja mikrobienestoaineita sekä sähköisyyttä vähentäviä aineita ja väriaineita. Yleisimpiä muovissa käytettyjä lisäaineita ovat stabilisaattorit ja väriaineet. Muovi on siis polymeeriketjujen ja siihen lisättyjen lisäaineiden seos, joka nimetään sen polymeerien mukaan. [9, 10]

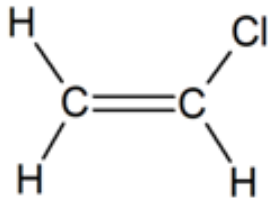
Muovit voidaan jakaa uudelleen muokattavuuden perusteella kesto- ja kertamuoveihin. Kertamuoveja ei ole mahdollista muokata, mutta kesto- ja kertamuovit voidaan sulattaa ja muotoilla uudelleen. Kestomuovit voidaan jakaa vielä amorfisiin ja osakiteisiin muoveihin, joista amorfiset voivat olla myös läpinäkyviä, kun taas osakiteiset eivät. PVC, PS, PET, PP, PE, LDPE ja HDPE –muovit ovat kaikki kesto- ja kertamuoveja. Näistä PVS ja PS ovat amorfisia muoveja ja loput taas osakiteisiä. Polyeteeni (PE), polypropeeni (PP), polystyreeni (PS) ja polyvinyylikloridi (PVC) ovat käytetyimpiä muoveja ja niitä kaikkia valmistetaan PVC:tä lukuun ottamatta Suomessa. Muovituotteessa käytetty muovi voidaan tunnistaa siihen merkitystä materiaalimerkistä. Kuvassa 1 on esitetty muovimateriaalin merkintä sekä kyseisen muovin ominaisuuksia ja käyttökohteita. [9]

	MATERIAALI-MERKINTÄ	YLEISET OMINAISUUDET	ESIMERKKEJÄ KÄYTTÖKOhteista JA HYÖTYKÄYTTÖÄ *
		Kirkas, kova, kemikaaleja kestävä	Virvoitusjuoma- ym. pullot, tekstiilit. Pullot voi palauttaa kauppojen automaatteihin.
		Samea tai värillinen, joustava, vahamainen pinta	Mehupullot, ämpärit, virvoitusjuomakorit.
		Erittäin monimuotoinen ja -piirteinen	Putket, letkut, rakennusmateriaalit. PVC-muovia ei saa polttaa eikä laittaa muovinkeräykseen.
		Pehmeä, joustava, vahamainen pinta	Muovikassit, pussit, kalvot.
		Jäykkä, sitkeä, hyvin monikäyttöinen	Narut, rasiat, tekniset osat, kalvot, pehmusteet.
		Lasin kirkas tai värjätty, hauras, vaahdotettu (EPS)	Rasiat, purkit, pehmusteet, eristeet.
		Kaikkien ylläolevien yhdistelmät ja muut materiaalit	Soveltuvat vain laitosmaiseen polttoon, joten tämän merkin sisältävien tuotteiden soveltuminen muualle kuin sekajätteeseen pitää tarkistaa paikalliselta jätehuollolta.

Kuva 1. Muovimateriaalien merkintä. PET polyeteenitereftalaatti, PE-HD suuritiheyspolyeteeni, PVC polyvinyylidikloridi, PE-LD pienitiheyspolyeteeni, PP polypropeeni, PS polystyreeni [11]

## Polyvinyylidikloridi PVC

Polyvinyylidikloridi valmistetaan vinyylidikloridista (kuva 2). PVC:n valmistus on monivaiheinen prosessi, jossa eteeni muutetaan ensin 1,2-dikloorietaaniksi, joka taas krakataan kloorieteeniksi eli vinyylidikloridiksi. Vinyylidikloridin polymerointiin polyvinyylidikloridiksi on taas olemassa useampia menetelmiä, joista käytetyin tapa on apuaineen avulla tapahtuva suspensiopolymerointi. [12, 13]



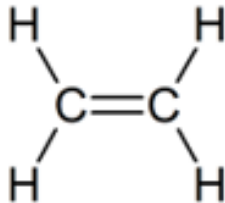
Kuva 2. Vinyylikloridi  $C_2H_3Cl$

PVC eli polyvinyylikloridi on syntetinen ja amorfinen muovi. Amorfisena muovina se voi olla myös läpinäkyvä ja se voi olla joko kovaa tai pehmeää. PVC:tä hyödynnetään monissa paikoissa, mutta suurin PVC:n käyttäjä on juuri rakennusteollisuus. PVC on sekä kevyttä että kestävä, eikä se päästä läpi kemikaaleja tai mikro-organismeja. PVC:stä valmistetut putket kestävät myös maan liikkeitä sekä korkeita paineita hyvin ja putkien on osoitettu maanalaisessa käytössä kestävän uuden veroisina 30 sekä jopa 60 vuoden ajan. [13]

PVC:ssä on aikaisemmin käytetty ihmiselle ja ympäristölle haitallisia aineita kuten kadmium- ja lyijystabilisaattoreita sekä lyhytketjuisia flataattipehmittimiä. Lyijypohjaiset stabilisaattorit on kuitenkin EU:ssa korvattu muilla ja kadmiumin ja lyhytketjuisten flataattien käyttö kiellettyä. [13]

### **Polyeteeni PE**

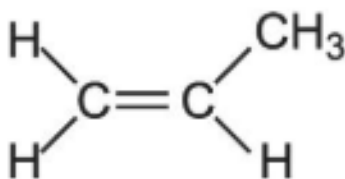
Polyeteeniä valmistetaan polymeroimalla eteeniä (kuva 3). Pienitiheksinen polyeteeni polymeroidaan erittäin korkeassa paineessa, kun taas suuritiheksistä alhaisemmassa paineessa. Polymeroinnissa käytetään myös eri katalyytteja. Polyeteeni on eri muoveista eniten käytetty ja myös suosituin putkimateriaali. Materiaalia suositaan sen hygieenisyyden, keveyden ja joustavuuden vuoksi, mutta se on myös suhteellisen edullista valmistaa. Polyeteeni kestää sekä mekaanista kuormitusta että kemikaaleja. Esimerkiksi infrarakentamisessa PE-HD on yleisin paineputkien materiaali. [12,14]



Kuva 3. Eteeni  $C_2H_4$

### **Polypropeeni PP**

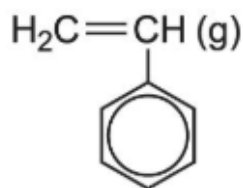
Polypropeeniä valmistetaan polymeroimalla propeeniiä (kuva 4). Propeenin polymeeri on läpinäkyvä. Polypropeeni on lämpömuovattavaa ja muovina hyvin kevyttä. Polypropeeniä käytetään muun muassa ruiskuvalettuihin esineisiin kuten viemäriputkiin. [12]



Kuva 4. Propeeni  $C_3H_6$

## Polystyreeni PS

Polystyreenin (kuva 5) valmistuksessa fenyylieteeni eli styreeni toimii monomeerina ja polymerisoituu radikaalien avulla. Styreeniä voidaan käyttää kopolymeerien kanssa ja valmistaa eristemateriaalina käytettävää paisutettua polystyreenimuovia. [12]



Kuva 5. Styreeni C<sub>8</sub>H<sub>8</sub>

## Infrarakentamisen muovit

Helsingin kaupungille vuonna 2023 tehdyn Helsingin katu- ja puistohankkeiden muovivirtaselvityksen mukaan eniten käytettyjä muovirakenteita infrarakentamisen hankkeissa ovat suojaputket sekä viemäriputket. Erilaisten putkien jälkeen käytetyimpiä muovituotteita ovat suodatinkankaat ja geolujitteet. Suojaputkia valmistetaan tänä päivänä polyeteenistä sekä PVC:stä ja vesihuollon rakenteita näiden lisäksi myös polypropeenista. Sekä suodatinkankaissa että geolujitteissa käytetään muun muassa polypropeenia ja polyesteria. Infrarakentamisen routaeristeissä käytetään sekä paisutettua polystyreeniä että suulakepuristettua polystyreeniä. [2]

## Muovi putkimateriaalina

Muovia on käytetty putkimateriaalina jo yli 70 vuoden ajan. Ensimmäiset polyeteenistä valmistetut putket ovat tulleet markkinoille jo 1950-luvulla. Ensimmäiset muoviputket olivat PE-LD eli matalatiheyksistä polyeteeniä, mutta jo 1960-luvun alussa sen rinnalle tuli uutena materiaalina PE-HD eli korkeatiheyksinen polyeteeni, joka mahdollisti isompien paineputkien valmistuksen. 1970-luvun alussa käyttöön tulivat toisen sukupolven polyeteenimateriaaleista PE-MD ja PE-HD (PE80) valmistetut polyeteeniputket ja 2000-luvun alussa kolmannen sukupolven PE-HD (PE100) materiaali. Myös PVC-muoviputket ovat tulleet markkinoille jo 1960-luvun puolivälin tienoilla. PVC:tä eli polyvinyylikloridia käytettiin aluksi lähinnä vesijohtoputkissa, mutta pian siitä alettiin valmistaa myös sisä- ja ulkoviemäreitä. 1990-luvulla polypropeenia alettiin käyttää PVC:n asemasta ainakin kiinteistöjen viemäriputkissa. [15]

## Putkien standardointi ja laatuvaatimukset

Muoviputkien järjestelmällinen standardointi aloitettiin Suomessa-1960-luvun lopulla. 1970-luvulla Pohjoismaihin laadittiin kansalliset muoviputkistandardit sekä aloitettiin valmistajista riippumaton muoviputkijärjestelmien laadunvarmistus. Eurooppalainen muoviputkien standardisointi aloitettiin 1980-luvun lopussa. Vuodesta 2004 lähtien on sekä kiinteistöjen että kunnallistekniikan EN-standardien vaatimuksien lisäksi pohjoisen olosuhteissa totutut lisävaatimukset täyttävissä muoviputkijärjestelmissä käytetty NMP eli Nordic Poly Mark -merkkiä. Suomen standardien SFS-käsikirja 102:een on koottu voimassa olevat kansalliset SFS-standardit sekä lisäksi siinä määritellään tärkeimmät eurooppalaiset tuotestandardit suomeksi. Käsikirja sisältää muun muassa veden johtamiseen tarkoitettuja paineputkia, maakaasuputkistoja, viemäriputkistoja ja -kaivoja, salaoja-, kaapelinsuoja- sekä lujitemuoviputkia koskevat SFS-EN ja SFS-standardit. [15, 16]

Suomessa Rakennustieto Oy julkaisee säännöllisesti päivitettävää Rakentamisen yleiset laatuvaatimukset (RYL) -sähköistä työkalua. RYL on rakentamisalalla yleisesti hyväksytyin

hyvän rakentamistavan kuvaus. InfraRYL toimii pohjana infrahankkeiden tilaajille, rakentajille sekä materiaalivalmistajille infran suunnitelmien laatimiseen, rakentamisen laadun määrittelyyn ja todentamiseen sekä rakentamismateriaalien teknisten ja toimivuusvaatimusten määrittämiseen tuotekehityksen pohjaksi. InfraRYL:n osassa *30000 Järjestelmät* on esitetty vaatimukset vesihuollon sekä sähkö- ja telejärjestelmien putki- ja kaivorakenteiden materiaaleille ja viittaukset voimassa oleviin SFS-EN-standardeihin.

## **Muovien kierrätys**

Kaikesta rakennus- ja purkujätteestä on muovia sisältävää sekalaista rakennusjätettä vain hyvin pieni osa. Etusijajärjestyksen mukaisesti jätemuovin tulisi kuitenkin päätyä takaisin uusien muovituotteiden raaka-aineeksi eikä energiana hyödynnettäväksi sekajätteeksi. Muovien kierrätystä pyritään edistämään monin keinoin. Yksi muovien kiertotaloutta edistävä tekijä on, että jätteenkäsittelylaitoksilla pystytään nykyään sekajätteestä erottamaan myös muovia ja ohjaamaan se kierrätykseen [4,18].

Muovien kierrätykseen kuuluu sekä jätemuovien keräys, kuljetus ja lajittelu että jätemuovin prosessointi ja lopulta uusien tuotteiden valmistus kierrätysmateriaalista. Siihen miten kierrätysprosessi hoidetaan, vaikuttaa muovijätteen laatu ja määrä sekä syntypaikka. Muovijätteen käsittelyssä voidaan käyttää sekä mekaanisia että kemiallisia prosesseja. Mekaaninen käsittely sopii parhaiten hyväkuntoiselle ja puhtaalle muovijätteelle, kun taas kemiallisesti voidaan käsitellä mekaaniseen kierrätykseen sopimatonta muovia. Toisaalta kaikki jätemuovi ei sovellu kierrätykseen lainkaan, vaan se on järkevää hyödyntää energiana. [3]

Suomen muoviteollisuutta edustavan tahon mukaan myös PVC soveltuu nykyään uusiokäyttöön, vaikka yleisen harhaluulon vuoksi luullaan, ettei sitä voida kierrättää. Vanhojen PVC-tuotteiden sisältämien haitallisten lisäaineiden ei myöskään pitäisi olla PVC:n kierrätyksen esteenä, sillä niiden liukeneminen on hyvin vähäistä. Euroopassa on kuitenkin toiminnassa yli sata kovan PVC:n käsittelyyn suuntautunutta kierrätyslaitosta. Puhdas PVC-muovijäte pystytään kierrättämään materiaalina, mutta likainen PVC on hankalampi kierrättää. Myös PVC:n mahdollisesti sisältämät lisäaineet kuten pehmentimet vaikeuttavat sen kierrätystä. Euroopasta löytyy kuitenkin muutama yritys, jolla on lupa tiettyjä ftalaatteja sisältävien PVC-muovisten kierrätystuotteiden valmistukseen. Suurin haaste PVC:n hyödyntämisessä liittyykin sen energiahöyrykäyttöön [13,5].

## **Mekaaninen kierrätys**

Mekaaninen kierrätys on tällä hetkellä yleisin jätemuovin käsittelytapa Euroopassa. Mekaaninen kierrätys tarkoittaa muovien uudelleenkäyttöä mekaanisin menetelmin, kuten rouhimalla, sulattamalla ja muokkaamalla. Parhaimmillaan mekaaninen kierrätys toimii puhtaan ja homogeenisen muovijätteen kanssa, kun taas sekamuovien ja epäpuhtaan jätteen kierrätys voi tuottaa heikompaan lopputuotetta ja kuluttaa enemmän energiaa. Kestomuovit sopivat hyvin kierrätykseen, mutta kertamuovit voidaan hyödyntää lähinnä täyteaineena tai energiantuotannossa. Sekamuoveja voidaan käyttää esimerkiksi puunkorvikkeena. Mekaaninen kierrätys säästää resursseja ja energiaa, kun se toteutetaan tehokkaasti, ja on tärkeä keino vähentää muovijätteen ympäristövaikutuksia. Mekaanisessa kierrätyksessä muovijäte käsitellään mekaanisesti ensin leikkeeksi, murskeeksi tai hiutaleiksi. Mursketta ja hiutaleita voidaan jo sellaisenaankin käyttää uusien muovituotteiden valmistuksessa. Yleensä mekaanisesti käsitelty muovi kuitenkin sulatetaan muovigranulaatiksi, joka on muovin perusraaka-ainetta. [3,18,19]

## **Kemiallinen kierrätys**

Kemiallisesta kierrätyksestä on tulossa keskeinen osa muovien kierrätystä, koska kemiallisen kierrätyksen avulla pystytään tuottamaan moneen tarkoitukseen soveltuvaa ja hyvälaatuista uusiomuovia. Myös Suomessa kemialliseen muovinkierrätykseen erikoistuneiden laitosten



kapasiteetti on lisääntymässä. Kemiallisen kierrätyksen lisääntymiseen vaikuttaa kuitenkin kierrätykseen soveltuvan jätemuovin saatavuus sekä tuotettavan kierrätysmuovin markkinatilanne. [3].

Kemiallinen muovin kierrätys on prosessi, jossa muovijäte hajotetaan kemiallisiksi aineiksi, kuten monomeereiksi, joita voidaan käyttää uusien muovien valmistuksessa. Tämä eroaa mekaanisesta kierrätyksestä, jossa muovi murskataan ja sulatetaan uudelleen käytettäväksi. Kemiallisessa kierrätyksessä käytetään erilaisia menetelmiä, kuten kaasutusta, pyrolyysiä, solvolyyysiä ja depolymerisaatiota. Kemiallinen kierrätys tarjoaa mahdollisuuden kierrättää monimutkaisia ja monimateriaalisia muoveja, joita on vaikea käsitellä mekaanisesti. Tämä teknologia mahdollistaa myös muovien kiertotalouden laajamittaisen toteuttamisen, mikä on tärkeää ympäristöongelmien ratkaisemiseksi. Kemiallinen kierrätys on kuitenkin vielä kehitysvaiheessa, ja sen laajamittainen käyttöönotto vaatii teknologista kehitystä sekä prosessien kustannus- ja energiatehokkuuden parantamista. [20]

### ***Muovin energiahyödyntäminen***

Suomessa toimii tällä hetkellä yksitoista energiaa ja kaukolämpöä tuottavaa jätteenpolttolaitosta. Varsinaisten jätteenpolttolaitosten lisäksi toiminnassa on yli 20 rinnakkaispolttolaitosta, jossa jätettä hyödynnetään muun polttoaineen seassa. Näissä laitoksissa poltetaan pääosin yhdyskuntajätettä, mutta osalla on lupa hyödyntää myös rakentamisjätettä. Energiahyödyntämisessä tulee ottaa huomioon lupamääräykset eli missä polttolaitoksissa kyseessä oleva jäte voidaan polttaa. Polttolaitoksen valinnassa tulee selvittää myös vastaako jätteen ominaisuudet muutoin polttolaitoksen vaatimuksia. [5] Rakentamisjätteen vientimäärät ulkomaille ovat viime vuosina lisääntyneet ja rakentamisjätettä viedään merkittäviä määriä Viroon poltettavaksi. Rakentamisjätteen vientiin vaikuttaa Suomea edullisemmat käsittelykustannukset. [17,21]

PVC-muovin energiahyödyntämistä rajoittaa PVC:n sisältämä kloori, joka aiheuttaa korroosiota polttolaitteistossa. PVC:tä voidaan kuitenkin polttaa, kunhan sitä syötetään vain pieniä määriä kerrallaan polttoprosessiin. Esimerkiksi Ruotsissa ja Norjassa PVC-jäte pääasiassa poltetaan muun muovijätteen seassa erottelematta sitä erikseen. [5] Pääkaupunkiseudun jätehuollosta vastaava Helsingin seudun ympäristöpalvelut eli HSY ei edellytä rakentamisjätteen lajitteluohjeessa lajittelemaan PVC-muovia erikseen, vaan esimerkiksi kaikki muoviputket voidaan lajitella palavaan sekajätteeseen. Yritysten lajiteltua rakentamisjätettä kuten energiajätettä ottaa vastaan lisäksi useat jätehuoltoalan toimijat pääkaupunkiseudulla. Eri jätehuoltoalan toimijoilla voi olla omat vaatimuksensa energiajätteelle. Useiden toimijoiden yrityksille suunnatuissa lajitteluohjeissa kielletään PVC-muovin lajittelu energiajätteeseen. [22]

# Selvitystä varten tehdyt havainnot ja haastattelut

Infrarakentamisen työmaaolosuhteista ja jätehuollon toteutuksesta konkreettisen kuvan saamiseksi selvitystyön puitteissa vierailtiin Helsingin kaupungin rakentamispalveluliikelaitos Staran kahdessa toimipisteessä sekä yhdellä työmaalla marraskuussa 2024. Selvitystä varten kartoitettiin muovijätteen vastaanottajia Etelä-Suomen alueella sekä muovijätteen käsittelijöitä ja hyödyntäjiä Suomessa. Haastateltaviksi saatiin parikymmentä kiertotalouden, jätehuolto-, muovi- sekä infra-alan asiantuntijaa ja toimijaa lokakuu 2024 - tammikuu 2025 välisenä aikana. Haastateltavat edustivat kunta- ja kuntaliikelaitosten eri organisaatioita, muovisten rakentamismateriaalien valmistajia, jätehuoltolaitoksia sekä asiantuntijoita infran muovituoteteollisuudesta, tutkimuslaitoksista, yhdistyksistä ja järjestöistä.

## Havainnot

Työmaakäynnin tavoitteena oli tarkastella ja dokumentoida työmaalla käytettävien muovien käyttöä ja muovilaatua sekä selvittää mahdollisuuksia näiden muovimateriaalien kierrätykseen ja uusiokäyttöön. Työmaalla käytetään runsaasti PVC-, PE- ja PP-muoviputkia, joita hyödynnetään erilaisten järjestelmien, kuten vedenjakelun ja viemäröinnin toteuttamisessa. Lisäksi maakaivantojen eriste- ja kevennysrakenteissa käytetään PS-muovia. Työmaakäynnin aikana käytiin läpi työmaalla käytettäviä muovisia rakennusmateriaaleja ja niiden käyttökohteita. Käynti toteutettiin aikataulullisesta syystä sellaiseen kohteeseen, jossa ei ollut nähtävillä vanhoja muoviputkia tai aiemmin käytettyjä materiaaleja. Tämä vaikutti osaltaan havaintoihin, sillä näkyvillä olivat ensisijaisesti uudet materiaalit ja niiden käyttöä koskevat käytännöt. Uusissa muoviputkissa havaittiin selkeät merkinnät, jotka auttavat tunnistamaan materiaalin tyyppin (PVC, PE, PP). Näiden merkintöjen avulla materiaalien lajittelu ja kierrätys olisi mahdollista, mutta käytännössä kierrätysmahdollisuudet riippuvat työmaiden jätelajittelun järjestelystä.

Työmaakäynnin yhteydessä vierailtiin kahdessa Staran tukikohdassa, kuten näitä toimipisteitä Staralla kutsutaan. Näillä toimipisteillä työmailta kerätty rakentamis- ja purkujäte lajitellaan laadun mukaan omille lavoille. Toimipisteillä tarkasteltiin muovimateriaalien lajittelu- ja kierrätyskäytäntöjä. Tattarisuon toimipisteellä oli erillinen lava muovijätteelle (kuva 6), johon oli kerätty muun muassa työmailta kerättyjä käytöstä poistettuja muoviputkia (kuva 7). Osa putkista oli reilusti jäämiä muun muassa maa-aineksista, mutta osa putkista oli melko puhtaita.



*Kuva 6. Muovijätelava Staran Tattarisuon toimipisteellä marraskuussa 2024*



*Kuva 7. Muovijätelavan sisältöä Staran Tattarisuon toimipisteellä marraskuussa 2024*

Kierrätyskäytännöt näiden kahden tukikohdan välillä erosivat toisistaan. Vuosaaren toimipisteessä ei ollut erillistä lavaa muovijätteelle, vaan muovijäte pois lukien PVC lajitellaan energiajätteeksi (kuva 8). Lavaan oli selkeästi merkitty, millaista jätettä siihen kerätään ja mitä jätejakeita ei energiajätteeseen saa laittaa. Kuvassa 9 näkyy energiajätelavan sisältöä. Lavalla oli muun muassa muovisia kukkaruukkuja, jotka olisi mahdollista kierrättää tuottajavastuun piiriin kuuluvina muovipakkauksina.



Kuva 8. Energiajätelava Staran Vuosaaren toimipisteellä marraskuussa 2024



Kuva 9 Energiajätelavan sisältöä Staran Vuosaaren toimipisteessä marraskuussa 2024

PVC:n ja muiden kovamuovien kierrätys on haastavaa. Havainnot osoittavat, että työmailla käytettävien muovimateriaalien sekä työmaalla syntyvän jätemuovin tunnistus ja kierrätettävyyden on hyvä ottaa huomioon jo rakentamishankkeen suunnitteluvaiheessa. Materiaalien selkeä merkintä tai muu muovilaatujen tunnistaminen on edellytys tehokkaalle kierrätykselle, mutta kierrätyksen toteutuminen vaatii parempaa infrastruktuuria, nopeita muovilaatujen tunnistusmenetelmiä sekä yhteistyötä jätehuollon toimijoiden kanssa.

Staran tukikohdissa varastoidaan myös työmailta ylijääneitä muoviputkia ns. asennushukkaa, jotka ovat yli metrin mittaisia ja kokonsa puolesta edelleen käyttökelpoisia. Keskustelussa kävi ilmi, että nämä muoviputket eivät ole suoraan jätteenä luokiteltuja, vaan niitä säilytetään mahdollista myöhempää tarvetta varten.

## Haastattelut

Tämän selvitystyön liitteisiin on koottu yhteen haastatteluiden pohjalta saatuja tietoja eri toimijoiden näkemyksistä muovien kierrätyksestä, vastaanottamisesta ja käsittelystä. Taulukot esittävät tiivistetysti haastatteluissa esille nousseita keskeisiä havaintoja kemiallisen ja mekaanisen kierrätyksen sekä rakennusmateriaalien uusiokäytön osalta. Liitteessä 1 on esitetty jätehuoltoalan edustajien, liitteessä 2 uusiomuovien valmistajien ja liitteessä 3 putkivalmistajien haastattelut.

On kuitenkin tärkeää huomata, että liitteessä esitetty ei sisällä kaikkea haastatteluissa käsiteltyä sisältöä. Haastattelujen aikana keskusteltiin myös laajemmin muovijätteen kierrätyksen haasteista, mahdollisuuksista sekä tulevaisuuden innovaatioista. Näihin kuuluivat muun muassa teknologiakehityksen tarpeet, sääntelyn vaikutus sekä eri materiaalien ominaisuuksien vaikutus kierrätysprosesseihin. Näitä havaintoja on hyödynnetty raportin tässä osiossa. Liitteenä olevat taulukot tarjoavat kuitenkin tiiviin katsauksen muovien kierrätykseen liittyvistä keskeisistä kysymyksistä ja toimijoiden näkemyksistä hankkeen aikana.

Jätehuoltoalan edustajien, uusiomuovien valmistajien ja putkivalmistajien lisäksi selvitystä varten haastateltiin useita muovi- ja infra-alan edustajia ja asiantuntijoita järjestöistä sekä kuntapuolelta. Muovi- ja infra-alan asiantuntijoiden haastatteluissa kävi ilmi, että muovin kierrätystä on pohdittu jo vuosikymmenien ajan. Lakimuutokset sekä vapaaehtoiset green deal -sopimukset ovat osaltaan lisänneet keskustelua muovin uusiokäytöstä. Alan toimijat ovat osallistuneet erilaisiin pilottikokeiluihin, jotka ovat lisänneet tietoisuutta muovin uusiokäytön prosessin kehityskohteista, mutta myös lisänneet halukkuutta alan kehitystyöhön. Tällä hetkellä juuri infrarakentamisessa syntyvän muovijätteen kierrätyksestä on meneillään hankkeita Helsingin ohella myös muissa kaupungeissa sekä jätehuoltoyrityksissä ja materiaalivalmistajilla. Infratyömaiden muovijätteelle ei ole toistaiseksi olemassa taloudellisesti kannattavaa konseptia, mutta pilottihankkeita on eri toimijoilla suunnitteilla myös lähitulevaisuuteen.

Infrarakentamisen alalla käytöstä poistettavien vanhojen ja likaisten muovituotteiden uudelleenkäytön järjestämistä on käytännössä pohdittu toistaiseksi melko vähän. Erään infra-alaa edustavan tahon mukaan käytöstä poistettava muovijäte ei ole noussut keskusteluihin, vaikka kiertotalous onkin aiheena ajankohtainen myös infrarakentamisessa, muiden helpommin uusiokäytettävien materiaalienkin kanssa on vielä haasteita ratkottavana. Myös halu muovien uusiokäyttöön tulisi löytyä vahvemmin tilaajaorganisaatioilta, eikä kierrätyksestä aiheutuvien kustannusten tulisi jäädä pelkästään urakoitsijalle. Haastatteluissa esille nousi myös rakentamisen green deal -sopimuksen mukaiset kalvomuovit sekä tuottajavastuun alainen pakkausmuovi, joiden kierrätyksessä työmailla on vielä kehitettävää ja joita ei tulisi sekoittaa muuhun muovijätteeseen.

Haastatteluiden aikana keskusteluja käytiin myös eräiden kaupunkien edustajien kanssa, jotka toivat esille paikallisia näkökulmia ja haasteita liittyen muovijätteen kierrätykseen ja uusiomuovien hyödyntämiseen. Vanhojen käytöstä poistettavien rakennustuotteiden muovilaatujen tunnistaminen sekä motivaatio lajitteluun työmailla koettiin haasteeksi.

### ***Infran muovista valmistetut rakennusmateriaalit ja niiden valinta***

Tyypillisimpiä infratyömaiden muovista valmistettuja rakennusmateriaaleja ovat vesihuollon putki- ja kaivorakenteet, kaapeleiden suoja-putket, salaoja-putket sekä geotekstiilit eli suodatinkankaat ja lisäksi eristerakenteet. Muovijätettä syntyy työmailla uusien rakennusmateriaalien pakkausmateriaaleista, rakennusmateriaalien asennuksen hukkapaloista sekä käytöstä poistettavista rakennusmateriaaleista.

Kuntien vesihuoltolaitoksien sekä sähkölaitoksien ja teleoperaattoreiden rakennusmateriaalien materiaalivalintoja ohjaavat alan suunnitteluohjeistukset sekä standardit. Lisäksi useammalla toimijoista on omia sisäisiä tarkempia ohjeistuksia muovisten rakennusmateriaalien materiaalivalintoihin. Alan suunnitteluohjeet, InfraRYL sekä tuotevalmistajien ohjeet antavat reunaehdot materiaalivalintojen tekoon, joiden pohjalta toimijakohtaiset tarkemmat ohjeet on laadittu. Haastatteluiden perusteella selvisi, että suunnitteluohjeita päivitetään tarvittaessa ja



materiaalivalintoihin vaikuttavat edellä mainitun lisäksi vahvasti myös käyttökokemukset eri muovilajeista sekä ehkä päättävien henkilöiden henkilökohtaiset mielipiteetkin. Hyväksi ja toimivaksi havaitun materiaalin valintaa puoltaa toisaalta myös materiaalista odotettu hyvinkin pitkä käyttöikä. Pienemmät kunnat seuraavat kehityksessä usein suurempia kuntia, joilla on enemmän osaamista ja resursseja alan kehitystyöhön. Työmaalla käytettävät putkimateriaalit määritetään kuitenkin aina rakentamispaikan ja maaperän vaatimusten mukaan rakentamishankkeen suunnitelma-asiakirjoissa tilaajatahon suunnitteluohjeiden rajoissa.

Haastatteluiden perusteella selvisi, että PVC-muovilla on perinteisesti ollut vuosikymmeniä vahva asema eri putkien materiaalivalintana. Nyt erään suuren toimijan suunnitteluohjeistuksissa on kuitenkin väljennetty vaatimuksia PVC-muovin käytölle ja annettu mahdollisuuksia lisätä PP-muovin käyttöä tulevaisuudessa. Myös eräs rakennusmateriaalivalmistajan edustaja totesi, että heidän tuotannossaan olisi jo tällä hetkellä mahdollista korvata PVC-muovisia tuotteita muilla muovimateriaaleilla.

Haastatteluista selvisi myös, että joillain infrarakentamisen toimijoilla olisi halua käyttää rakennusmateriaaleja, jotka sisältävät uusiomuovia ja näin vähentää rakentamishankkeen kokonaishiilijalanjälkeä. Materiaalivalmistajien ja jätehuoltoyritysten edustajat toivoivat, että rakentamishankkeiden tilaajaorganisaatiot edistäisivät uusiomuovista valmistettujen rakentamistuotteiden hankintaa omissa hankinta-asiakirjoissaan. Heidän mukaansa tämä lisäisi myös uskallusta uusiomuovista valmistettujen rakentamistuotteiden kehitystyöhön ja tuotantoon. Näin uusiomuoviraaka-aineille voitaisiin luoda markkinoita kysyntää kotimaan markkinoilla.

### ***Rakennusmateriaalien valmistuksen kustannukset ja hiilidioksidipäästöt***

Eräs materiaalivalmistaja arvioi, että valmistusteknisesti putkien valmistamisen kustannukset ovat lähellä samaa luokkaa kaikilla muovi-laaduilla (PVC, PE ja PP). Valmistuksen kokonaishintaan vaikuttaa eniten raaka-aineen markkinahinta. PVC:n raaka-ainehinta vaihtelee ja on välillä kalliimpaa ja välillä halvempaa kuin PE- ja PP-muoviraaka-aineilla. Tällä hetkellä PVC-putken hinta on noin kaksinkertainen samankokoiseen PE- tai PP- putkeen verrattuna.

Suomen Ympäristökeskus SYKE on kehittänyt ja ylläpitää kaikille avointa ja maksutonta infrarakentamisen päästötietokantaa. Päästötietokannassa on mahdollista tutkia materiaalien, tuotteiden, kuljetusten ja työmaatoimintojen keskimääräisiä päästötietoja [23]. Alla olevaan taulukkoon 1. on koottu taustatiedoksi eri infran putkimateriaalien keskimääräisiä CO<sub>2</sub> -päästöjä. PP- ja PVC- muoviputket ovat viemäriputkia, joiden rengasjäykkyys on SN8 ja pituus 6 metriä. PE-muoviputkeksi valittiin vesijohto, jonka paineluokka on PN10 sekä kaksikerroksinen kaapelin suoja-putki. Betoniputket ovat raudoittamattomia pyöreitä putkia, laatuluokka B. Kaapelin suoja-putkia valmistetaan myös PP-muovista, mutta tietokannasta ei ollut saatavilla CO<sub>2</sub> -päästötietoja tästä putkilajista.

Taulukko 1. Muoviputkien keskimääräiset hiilidioksidipäästöt (CO<sub>2</sub>e/m) muovilajeittain.

Putken halkaisija (mm)	Materiaali	CO <sub>2</sub> -päästöt (CO <sub>2</sub> e/m)
110	PE	1,9/1,5 (kaapelin suojaputki)
200	PP	7,5
	PVC	12,5
	PE	15,9
(225)	Betoni	15,4
400	PP	31,6
	PVC	49,3
	PE	61,8
	Betoni	35,2

Tietokannan laskelmien perusteella pienin hiilijalanjälki valituilla putkimateriaaleilla ja putkikoolla oli PP-muovisilla putkilla.

### **Muovin kierto työmailla tällä hetkellä**

Infrarakentamisen työmailta poistuva muovi muodostuu uusien asennettavien muoviputkien ja -kaivojen ja geotekstiilien hukkapaloista sekä pakkausmateriaaleista ja kaivannoista poistettavista käytetyistä muovirakenteista. Kuntien infratyömailla on tällä hetkellä erilaisia käytäntöjä muovirakenteiden poiston suhteen riippuen työn tilaajan ohjeistuksista. Usein putki- ja kaivorakenteet, jotka sijaitsevat työmaan kaivannon ulkopuolella jätetään maahan, vaikka ne poistuisivat käytöstä. Vanhat kaapelisuojaputket saatetaan myös jättää maahan mahdollista jatkokäyttöä varten, vaikka kaapelit niistä poistettaisiinkin. Toisaalta joillakin työmailla kaikki vanhat muovirakenteet pyritään kaivamaan ylös, jos se vain on mahdollista ja toisilla jos vanhoja muoveja tulee kaivutyön yhteydessä näkyviin. Toisaalta infra-alan edustajien mukaan käytöstä poistettavien putkistojen poistamista ei ole ainakaan tähän saakka pidetty taloudellisesti järkevänä ja tyypillisesti putket jätetään maahan. Varsinkin maan ollessa jäässä kaivantojen sulattaminen ja maa-aineksen irrottaminen piikkaamalla tuo lisäkustannuksia rakentamiseen. Jos käytöstä poistettavia rakennusmateriaaleja halutaan poistaa myös rakentamisalueen ulkopuolelta, olisi se kustannustehokkainta tehdä talvikauden ulkopuolella maaperän ollessa sulana.

Työmaan sisällä tai eri työmaiden välillä voidaan kierrättää putkien asennustyön yhteydessä pois leikattuja putkien osia eli niin sanottua asennushukkaa. Vähintään yhden metrin mittaisia putken osia säästetään ja hyödynnetään erilaisissa putkien ja kaivojen liitoksissa ja jatkopaloina. Asennushukkaa ja käytöstä poistettavia putkia voidaan hyödyntää myös väliaikaisina putkirakenteina, suojaamaan rakenteita työmaan aikana sekä valumuotteina. Tämä vähentää niitä varten erikseen ostettavan materiaalin tarvetta.

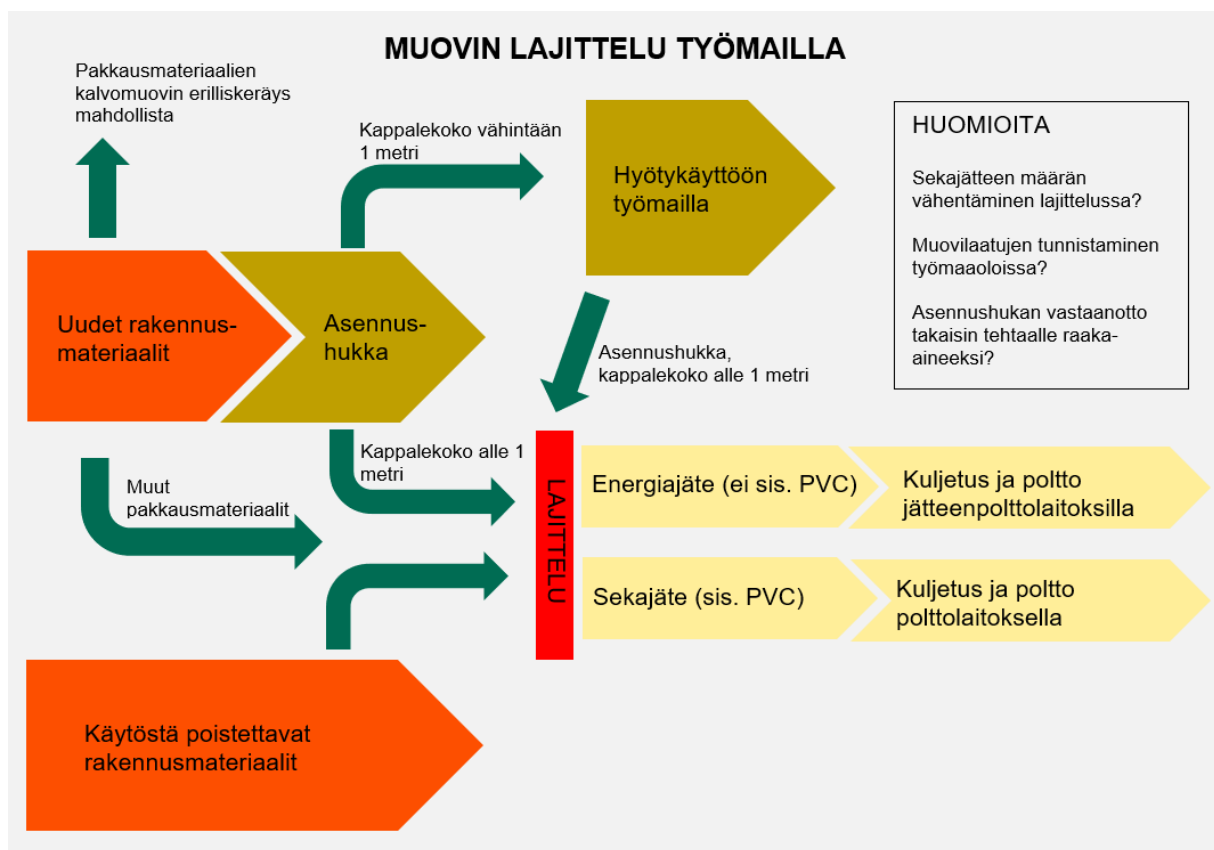
### **Muovin lajittelu työmailla ja hyötykäyttö**

Haastatteluiden perusteella muovin keräys työmailla järjestetään yleensä ulkopuolisen toimijan toimesta. Jätehuoltoalan yritys tuo ulkopuolisen urakoitsijan rakentamissa kohteissa työmaille keräysastiat, joissa muovit lajitellaan työmaan henkilökunnan toimesta sekajätteeseen sekä energiajätteeseen. Osalla kunnista on myös omaa rakentamistoimintaa. Oman rakentamisen työmailla organisaatiolla on yksi tai useampi lajittelupiste omilta työmailta syntyville muovijätteille. Näissäkin tapauksissa keräyslavat on tilattu ulkopuoliselta toimijalta, joka toimittaa keräyslavat lajittelupisteille ja kuljettaa pääsääntöisesti polttolaitoksille.



Eri toimijoilla on muovien lajittelun suhteen useita toimintatapoja kuten myös työmaa- ja toimipistekäynnillä havaittiin. Silloin kun muovijätettä syntyy paljon ja sen kerääminen koetaan järkeväksi ja mahdolliseksi, se myös kerätään erilleen muusta rakennusjätteestä. Eri muovilaatuja ei kuitenkaan lajitella erikseen.

Kuvassa 10 on kuvattu uuden ja käytöstä poistettavan rakennusmateriaalien sekä pakkausmateriaalien kiertoa työmaaloissa Suomen sisällä.



Kuva 10. Muovisten rakennusmateriaalien ja pakkausmuovien mekaaninen lajittelu työmaa-alueelta.

Käytöstä poistettavat muovijätteet kuljetetaan tällä hetkellä pääsääntöisesti polttolaitoksille energiajätteenä. Vaikka muovijäte kerättäisiinkin erilleen, jätettä vastaanottavat toimijat käsittelevät sen tällä hetkellä sekajätteenä tai energiajätteenä. Sekalaisesta rakennusjätteestä saatetaan taas sen vastaanottavan jätehuoltoalan yrityksen toimesta erotella selkeästi tunnistettavat muovijakeet kierrätettäväksi.

PE- ja PP-muovit on mahdollista polttaa polttolaitoksissa energiajätteenä. PVC:tä sisältävä jäte lajitellaan sekalaiseksi rakentamisjätteeksi. Suuria määriä PVC-muovia sisältävää muovijätettä poltetaan tällä hetkellä ilmeisesti Suomessa ainoastaan yhdellä polttolaitoksella. Jotta työmaiden sekajätteen osuutta saataisiin vähennettyä, tulisi työmaaolosuhteisiin löytää helppo tunnistustapa eri muovilaaduille. Erään suomalaisen tutkimuslaitoksen edustajan mukaan PVC-jäte tulisi lajitella mahdollisimman tehokkaasti muista muovilaaduista erilleen, sillä sekä energiajätteenä että mekaanisen ja kemiallisen kierrätyksen prosesseissa PVC:stä syntyvä suolahappo (HCl) aiheuttaa korroosiota näiden prosessien laitteistoissa. PVC:tä erikseen kierrätävissä laitoksissa koneistot on rakennettu korroosion kestävästä materiaaleista.

Muovialan edustajan mukaan kaikki muoviputkissa käytettävissä olevat muovilaadut olisivat kierrätettävissä, jos kierrätys pystyttäisiin taloudellisesti ja kannattavasti järjestämään, mutta edes PE- ja PP-putkien kierrätys olisi toivottava edistysaskel muovien kierrätyksessä. PVC:tä ei haastattelujen perusteella käsitellä juurikaan Suomessa vaan se toimitetaan ulkomaille

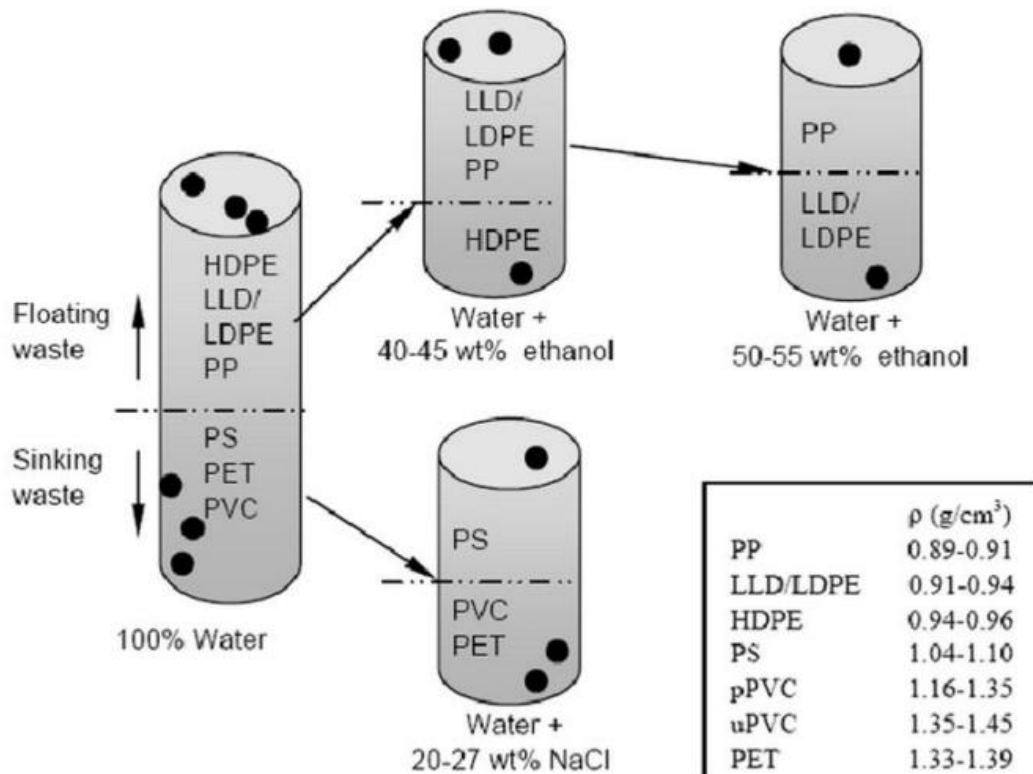
käsiteltäväksi. Haastatelluista jätealan toimijoista ainoastaan yksi kertoi käsittelevänsä PVC-muovia itse rouhimalla. Toisaalta haastatteluissa tuotiin myös ilmi, ettei Suomessa ole myöskään kovin paljon kysyntää PVC:lle raaka-aineena.

## ***Muovilaatujen tunnistaminen***

Selvitystyön yhteydessä on pyritty selvittämään, kuinka muovilaatujen tunnistamista työmaaoiloissa voitaisiin kehittää. Haastatteluiden perusteella PVC-muovin tunnistaminen ja lajittelu erilleen muista muovilajeista on koettu erittäin tärkeäksi. Syynä on PVC:n korroosiota aiheuttava vaikutus polttoprosessissa sekä mekaanisessa ja kemiallisessa kierrätysprosesseissa käytettäville laitteille ja koneistoille. Työmaalla muovijäte tunnistetaan tällä hetkellä silmämääräisesti ja lajitellaan käsin oikeaan lajitteluastiaan. Tunnistamaton muovilaatu tai PVC-muoviksi arvioitu muovilaatu lajitellaan sekalaiseen rakennusjätteeseen. Muut tunnistetut muovilaadut lajitellaan energijäteastiaan. Silmämääräisessä tunnistamisessa saattaa tulla inhimillisiä virheitä ja lisäksi käsin lajittelua ei ole aina koettu rakentamistöiden yhteydessä motivoivaksi, mikä on lisännyt. PVC-muovin tunnistamisen haasteet lisää haastateltavien mukaan työmailla sekalaisen rakennusjätteen määrää. Erään jätehuoltoyrityksen muovilaatujen erottelumenetelmänä on mekaaninen erottelu kaivinkoneella sekä käsin sekä optinen muovilaatujen tunnistus ja paineilmaan perustuva muovilaatujen erottelu.

Kirjallisuudessa on esitetty useita erilaisia menetelmiä muovilaatujen tunnistamiseen aineen kemiallisten ja fysikaalisten ominaisuuksien mukaan. Eri tutkimuksista ja haastatteluista toivottiin löytyvän työmaaoiloihin sopivaa nopeaa ja helppoa muovilaatujen tunnistusmenetelmää. Tunnistus- ja lajittelumenetelmiin voi tutustua tarkemmin esimerkiksi Hanna Eskelinen ym. CLIC Innovation Raportti nro D4.1–3 *Muovin kierrätyksen tilanne ja haasteet* (2016) raportissa [24].

Suoraa erotusmenetelmää infratyömaiden ulko-olosuhteissa ei ole esitetty tämän selvitystyön lähteinä käytetyssä kirjallisuudessa, joten se vaatisi sopivan tunnistusmenetelmän pilotointia työmaaoiloissa. Ulko-olosuhteissa olisi mahdollista testata märkäerottelua (float-sink-erottelu), jossa voitaisiin selvittää, onnistuuko PVC-muovin erottaminen PE- ja PP-muovista muovipartikkelien kelluvuuden eroilla nestepatsaassa. Jos partikkelin tiheys on pienempi kuin väliaineen, se kelluu. Jos tiheys on suurempi kuin väliaineen niin partikkeli uppoaa. PVC:n tiheys on suurempi kuin PE- ja PP-muoveilla ja PVC onkin mahdollista tällä menetelmällä erottaa (tunnistaa) käyttämällä väliaineen vettä. Haasteena menetelmässä on tutkimusten mukaan kuitenkin menetelmän hitaus sekä muovin lisä- ja täyteaineiden vaikutus materiaalin tiheyteen. [25] Talviaikaan työskenneltäessä toki ulkoilman lämpötila määrittelee, koska märkäerottelua olisi mahdollista käyttää ulkotiloissa. Haastattelun perusteella selvisi, että märkäerottelua muovilaatujen erotteluun käytetään Suomessa ainakin yhdessä jätehuoltoyhtiössä. Kuvassa 11 on esitetty muovien märkäerottelu muovilaatujen tiheyden perusteella.



Kuva 11. Muovien märkäerottelu eri tiheyksillä [26]

Riittäisikö tulevaisuudessa, että likainen ja tumma PVC-muovi voitaisiin tunnistaa työmaaoiloissa PE- ja PP-muovilaatujen joukosta tiheyseron tunnistamiseen perustuvalla menetelmällä? PVC:n tunnistaminen muista muovilaaduista auttaisi mekaanista ja käsin tehtävää suurien muovikappaleiden lajittelua merkittävästi ja oletettavasti vaikuttaisi positiivisesti uusiomuoviraaka-aineiden puhtauteen.

Eräissä haastattelussa todettiin myös, että hyviä muovilaatujen tunnistusmenetelmiä on infrapunaan perustuvat IR- tai NIR-menetelmät. Tällaisia spektroskopiaan perustuvia laitteistoja on saatavilla jo tällä hetkellä myös käsikäyttöisinä, joilla voi tunnistaa muovilaadun osoittamalla tutkittavaa kappaletta laitteella. Käsikäyttöisen laitteen tekniikka toimii samalla tavalla kuin kierrätyslaitoksilla käytettävissä lajittelijoissa. Vaatisi kuitenkin vielä testausta kuinka käsikäyttöinen NIR-laitteiston tekniikka toimisi työmailla eri sääoloissa ja lämpötiloissa sekä likaisten muovikappaleiden tunnistamisessa kustannustehokkaasti.

## ***Muovin kierrätyksen haasteet***

Infra-alan edustajien haastatteluissa ilmeni suurimmiksi haasteiksi muovien uusiokäytölle:

- eri muovilaatujen tunnistaminen ja erilliskeräys
- lajittelun onnistuminen
- erilliskeräyksen vaatima tilantarve
- likaisten muovien vastaanottajan löytyminen muovin uusiokäyttöön
- likaisten muovien pesuprosessi
- uusiomuovin raaka-aineen puhtaus
- kuljetuksista ja käsittelystä syntyvät lisäkustannukset
- vuodenaikojen vaikutus infratyömailla kerättävän muovijätteen määriin
- polttolaitosten suuri määrä ja toimiva kuljetusketju

Työmailla eri muovilaatujen erilliskeräys tulisi kokea mielekkääksi. Taloudellisesti järkeväksi erilliskeräyksen tekisi esimerkiksi muovijätteen käsittelyn halvemmat kustannukset sekalaiseen rakennusjätteeseen verrattuna.

Jätehuoltoalan edustajien haastatteluissa taas haasteeksi nousi käytettyjen inframuovien mahdollinen **likaisuus**. Vaikka muovitiekartan mukaan mekaaniseen käsittelyyn sopimattoman muovijätteen pitäisi soveltua kemialliseen käsittelyyn, selvitystä varten haastateltu kemiallista käsittelyä muovijätteelle tarjoava toimija edellyttää jätemuovin olevan puhdasta. Myös muovilajeittain erilliskerättyä muovia mekaaniseen käsittelyyn toimittavat jätehuoltoalan toimijat edellyttävät muovin olevan puhdasta. Muovi voidaan pesettää erillisellä tähän erikoistuneella toimijalla ennen jatkokäsittelyä, mutta se luonnollisesti lisää kierrätyksen kustannuksia. Jätemuovista muovigranulaattia Suomessa valmistava yritys pesee jätemuovin itse ennen käsittelyä. Jätehuoltoalan edustajat toivoivat muovijätteelle myös jatkuvaa virtaa sekä eri jakeiden paalaamista, joka vähentäisi jätteen kuljetusmääriä.

Kaivannoista poistettavien rakennusmateriaalien muovi on haastatteluissa saatujen kokemusten perusteella arvioitu haastavammaksi kierrättää uusiomuoviksi kuin uusien rakennusmateriaalien **asennushukka**. Vanhat muovirakenteet sisältävät usein vaikeammin poistettavia epäpuhtauksia, kuten erilaisia maa-aineksia, kasvien juuria, betonia tai polyuretaania. Näiden epäpuhtauksien poistaminen pesussa ei joko onnistu tällä hetkellä tai vaatii voimakkaampia pesuprosesseja kuin muiden muovijättejakeiden pesu. Lähtökohdaksi eräältä toimijalta kerrottiin että, jos epäpuhtaus ei lisää muovirakenteen painoa, se ei haittaa muovin kierrätettävyyttä. Tästä esimerkkinä voisivat olla maalit ja hiekka. Muovin aikaisemmasta käytöstä imeytyneet hajupartikkelit eivät välttämättä poistu nykyisessä pesu- ja uusiomuovin valmistusprosessissa. Tämä havaittiin eräässä pilottikohteessa, jossa hyödynnettiin elintarviketeollisuudesta kerättyä uusiomuovia. Toisaalta toisessa infrarakentamisen muovien kierrätykseen keskittyneessä ja jo hieman pidemmälle edenneessä hankkeessa ei muovien likaisuus ollut noussut esille edes jätehuoltoalaa edustavien yhteistyötahojen osalta.

Haastatteluiden perusteella todettiin, että **haastavimmat muovijättejakeet** syntyvät kaivannoista poistettavista suodatinkankaista, eristerakenteista sekä PVC-muoviputkista. Routraeristeet rikkoontuvat usein kaivettaessa ja sekoittuvat maa-ainekseen pieninä kappaleina. Lisäksi ne voivat olla maaperän sisältämästä vedestä vettyneitä. Suodatinkankaat rikkoontuvat kaivinkoneen kauhalla poistettaessa ja niitä on vaikea saada poistettua kaivannoista yhtenäisinä kappaleina, jolloin maaperään jää niistä eri kokoisia muovipartikkeleita. Suodatinkankaat saattavat sisältää myös savisia maa-aineksia. Haastatteluiden perusteella saven puhdistus jätteenkäsittelylaitoksella on nykytekniikoilla haastavaa. Eräs jätteenkäsittelylaitoksen edustaja ei kokenut suodatinkankaita kierrätykseen soveltuvaksi muovimateriaaliksi juuri niiden sisältämän saven takia. Haastatteluista selvisi myös, että infra-

alalla arvioidaan uusiomaa-ainesten lisääntyvän käytön lisäävän myös tarvetta suodatinkankaan käytölle. Vanhoissa putkirakenteissa saattaa olla puutteellisia materiaalimerkintöjä ja siksi niiden muovilaadun tunnistaminen on työmaaoloissa haastavaa. PVC:stä valmistettujen rakennusmateriaalien lajittelu tarkemmin muista muovilaaduista auttaisi nykyisellään vähentämään työmaiden sekalaisen rakennusjätteen määrää sekä lisäksi PE- ja PP-muovien raaka-aineen granaatin puhtautta ja mahdollistaisi näiden uusiokäyttöä paremmin.

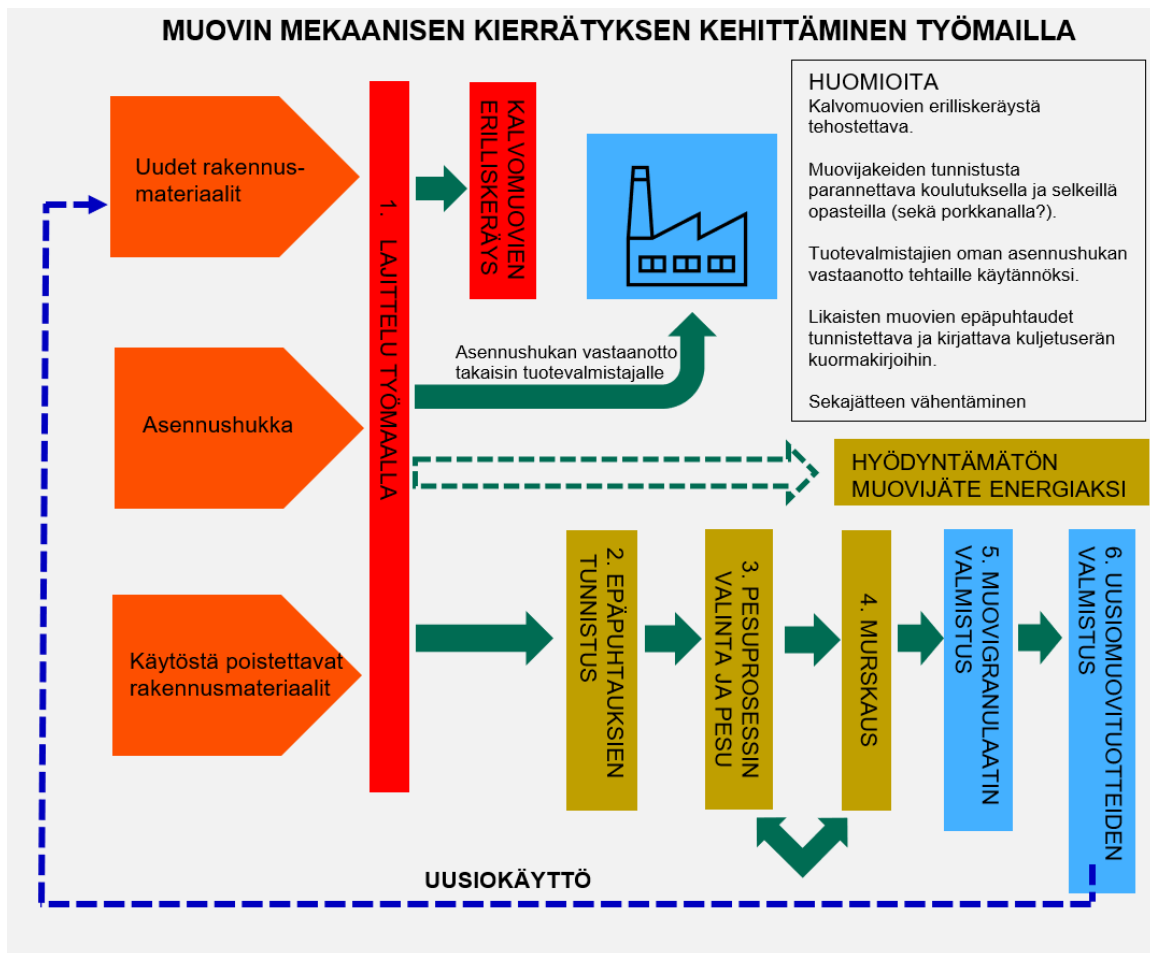
Muovien kierrätyksen haasteena on myös syntyvän **muovijätteen määrä**. Haastateltujen jätehuoltoalan edustajien mukaan erilliskerättyä ja muovilajeittain lajiteltua muovia tulee kerätä hyvin suuria määriä, jotta sen kuljetus käsiteltäväksi joko Suomen sisällä tai ulkomaille on taloudellisesti järkevää. Muovijätettä tulisi syntyä myös tasaisesti ympäri vuoden. Infran rakentaminen pyritään kuitenkin Suomessa keskittämään roudattomaan aikaan, jolloin muovijätettä syntyy talvikuukausina vähemmän. Toisaalta Suomessa on kuitenkin melko tiheästi polttolaitoksia, jotka hyödyntävät sekalaista rakennus- ja purkujätettä energiana.

### ***Muovien kierrätyksen tulevaisuus***

Haastatteluissa ilmeni, että muovien kierrätys koetaan ajankohtaisena mutta haastavana aiheena. Lähes kaikki haastatellut toivat esiin eri toimijoiden välisen **toimivan kierrätysketjun** olevan edellytys muovin uusiokäytön kehitystyölle ja kannattavalle liiketoiminnalle. Tällä hetkellä kierrätysketjuissa on Suomen sisällä paikallisia eroja. Kierrätysketjun eri toimijoiden toivotaan jakautuvan lähelle uusiokäytettävän muovin tuottajia, jotta kuljetusmatkoja ja siitä johtuvia päästöjä saataisiin vähennettyä. Pääkaupunkiseudun läheisyyteen toivottiin granulointilaitosta, joka valmistaisi erilliskerätystä ja puhdistetusta infran muovijätteestä granaattia uusiomuovien valmistukseen. Uusiomuoviraaka-aineen hyödyntäjiä koettiin tarvittavan alalle enemmän, jotta raaka-aineen tuottaminen saataisiin kannattavaksi ja muovin uusiokäytön ketju toimivaksi.

Infranhankkeiden tilaajien näkökulmasta toivottiin, että materiaalivalmistajat vastaanottaisivat rakennusosien **asennushukan takaisin tehtaalle** ja hyödyntäisivät sitä uusiomuovien valmistuksessa kuten tehtaiden sisäinen hukka usein jo hyödynnetään. Työmaiden asennushukka koettiin myös erään tuotevalmistajan pilotissa riittävän puhtaaksi tai vähän epäpuhtauksia sisältäväksi materiaaliksi ja se haluttaisiin jatkossa kerätä tehtaalle hyötykäyttöön. Jos tulevaisuudessa valmistajat vastaanottaisivat tuottamiensa rakennusmateriaalien asennushukan, tulisi asennushukan keräämiselle suunnitella keräysjärjestelmä, joka saataisiin toimivaksi sekä asennushukan vastaanottajan että työmaan näkökulmasta.

Kuvassa 12 on kuvattu esimerkki rakennusmateriaalien mekaanisen kierrätyksen kehittämisestä infratyömailla tulevaisuuden Suomessa.



Kuva 12. Muovisten rakennusmateriaalien ja pakkausmuovien mekaanisen kierrätyksen kehittäminen työmaa-alueelta.

Muovijätteen lajittelu työmaalla ja jätehuoltoyrityksellä:

1. muovilaatujen tunnistaminen ja lajittelu

- eri muovilaatujen tunnistaminen
  - Työmaan eri jättejakeiden tunnistus jo hankkeen suunnitteluvaiheessa. Työmaan eri toimijat tulee opastaa tilaajan muovin lajitteluvaatimuksiin rakentamishankkeen alussa ja perehdytettävä lajittelupisteen toimintaan.
  - Työntekijöille koulutusta tyyppisten muovijakeiden tunnistamiseen: materiaalien merkinnät ja värit tutuiksi, kuvalliset ohjeet lajittelupisteelle ja mahdollisesti porkkana lajittelun onnistumisesta.
  - PVC-muovin tunnistamisen ja lajittelun kehittäminen erilleen PP- ja PE-muovijakeista, jolloin muovijakeiden uusiorka-aineen laatuun on mahdollista vaikuttaa ja sekajätteen osuutta työmailla saadaan vähennettyä.
  - Löydetäänkö pilottien ja tutkimustyön avulla menetelmiä infran likaisten muovilaatujen tunnistamiseen työmaaoloissa?
  - Tunnistetaan asennushukkamateriaalit, sovitaan materiaalivalmistajien kanssa asennushukan vastaanotosta takaisin tehtaalle uusiokäyttöön sekä jakeiden keräämisestä ja kuljetuksesta.

- Kalvomuovit lajitellaan erikseen vapaaehtoisen rakentamisen green deal -sopimuksen mukaisesti ja hyödynnetään uuden kalvomuovin valmistuksessa.
- Lajittelu muovilaaduittain eri astioihin
  - Riittävä määrä lajitteluastioita lajittelupisteelle.
  - Lajittelupiste lähelle työskentelypistettä, sekalaisen rakennusjätteen astia kauemmaksi eri sijaintiin.
  - Päätettävä sijoitetaanko jokaiselle työmaalle oma lajittelupiste vai lajitellaanko useamman työmaan muovijätteet yhdessä lajittelupisteessä.
  - Myös jätehuoltoyritykset lajittelevat muovijätettä laitosalueella, jos sitä ei tehdä työmailla.
  - Likaiset muovit lajitellaan erikseen omiin astioihin.
  - Paalaaminen säästää työmaalla tai erillisellä lajittelupisteellä tilaa sekä kuljetuskustannuksia ja -päästöjä jatkokäsittelyyn. Paalaamalla saadaan kerättyä myös tiettyä muovijätettä runsaammin ennen kuljetusta käsittelylaitokselle.

## 2. Muovijätteen epäpuhtaudet tulee tunnistaa

- Muovijätteiden epäpuhtaudet tulee selvittää ennen pesuprosessia, jotta voidaan tunnistaa, kuinka pesusta syntyneitä jäännösmateriaaleja tulee käsitellä. Jos muovijäte sisältää esimerkiksi pilaantuneiksi luokiteltavia maa-aineksia, tulee niistä välittää tieto jätteenkäsittelijälle.
- Muovijätteen materiaalien valmistuksesta tai käytöstä aiheutuvien lisäaineiden tai muovin imeytyneiden epäpuhtauksien tunnistaminen mahdollisesti jo hankkeen suunnitteluvaiheessa.
- Muovijätteen kuljetus jätehuoltoyritykseen jatkokäsittelyyn

## 3. Pesuprosessin valinta ja pesu

- Karkea mekaaninen lajittelu ja murskaus kaivinkoneella tai käsin tarvittaessa.
- Suuret muovipartikkelit murskataan ennen pesuprosessia esimerkiksi työkoneen kauhalla alle 1 metrin mittaiseksi.
- Nykyiset muovijätteen pesuprosessit eivät puhdistakaan kaikkea epäpuhtauksia muovilaadusta. Pesuprosesseja tulee kehittää poistamaan kiinteitä epäpuhtauksia kuten juuria, betonia, savea ja polyuretaania.
- Osa muovijätteestä saattaa sisältää hajupartikkeleita, jotka eivät poistu kokonaan nykyisissä pesuprosesseissa ja saattavat aiheuttaa uusiomateriaaleissa epätoivottua hajua.



#### 4. Murskaus

- Suuret muovinkappaleet murskataan ennen linjastolle ajoa.
- Linjastolla muovipartikkeleiden muovilaadun tunnistus ja lajittelu esim. infrapunalaiteiston ja paineilmaerottimen avulla.
- Eri jätteenkäsittelylaitoksissa muovijätteen pesun ja murskauksen järjestys voi vaihdella niin että murskaus tapahtuu ennen pesua. Kiviainesta sisältävä muovijäte saattaa vaurioittaa murskaimen teriä.

#### 5. Muovigranulaatin valmistus

- Puhdistettu ja murskattu muovijätejäte sulatetaan ja leikataan pieniksi rakeiksi eli granulaatiksi.
- Muovigranulaatin valmistusta toivotaan lähelle pääkaupunkiseutua, jotta kuljetusmatkat ja -kustannukset olisivat kohtuullisia Etelä-Suomen materiaalivalmistajilla.

#### 6. Uusiomuovituotteiden valmistus

- Muovigranulaatille toivotaan uusia uusiokäyttäjiä Suomen markkinoille.
- Muovigranulaatin laatu on sen jatkokäytön kannalta hyvin tärkeä elementti. Laatuun voidaan vaikuttaa kehittämällä lajittelu- ja pesuprosessia, jotta uusiomuovin raaka-aine sisältää mahdollisimman vähän muita muovilaatuja ja epäpuhtauksia.

Tilaaorganisaatioiden haastatteluiden perusteella selvisi, että kaikissa kunnissa ei olla tietoisia kunnan infratyömailla syntyvien jätteiden kokonaismäärästä, työmaakohtaisista kokonaisjättemäärästä tai jätelajikohtaisista määristä. Näiltä osin kirjanpitoa niissä kunnissa tulee kehittää, jotta saavutetaan riittävä tietous kehitystyön tueksi.

Kemiallisen kierrätyksen tuotantokäyttö ei vielä tällä hetkellä ole realistinen vaihtoehto Suomessa. Kemialliseen kierrätyksen kapasiteettia, prosessia ja kierrätysketjua kehitetään vielä, kapasiteettia tullaan saamaan vuosien 2025 ja 2026 aikana lisää. Suomeen on rakentumassa useampi uusi laitos, sekä nykyiseen laitokseen rakennetaan lisäkapasiteettia. Haastatteluiden perusteella rakentamisen liikaisten muovien kierrätykseen menetelmänä sopisi tulevaisuudessa paremmin kemiallinen kuin mekaaninen kierrätys, kunhan PVC saadaan kerättyä tehokkaasti muovijätteen joukosta pois. PVC:stä vapautuva suolahappo (HCl) aiheuttaa laitteistoissa korroosiota. Tällä hetkellä kemialliseen kierrätykseen raaka-aineksi toimijat haluavat kuitenkin puhtaampaa muovijätettä.

# Johtopäätökset

Helsingin kaupungin tavoitteena on parantaa muovin kiertotaloutta infra- ja viherrakentamisessa luopumalla tarpeettomasta muovin käytöstä ja selvittämällä mahdollisuuksia korvata neitseellistä muovia kierrätysmuovilla tai muilla materiaaleilla. Tämä selvitys on laadittu Helsingin kaupungille osana PlastLIFE-hanketta ja sen tarkoituksena oli löytää keinoja hyödyntää infrarakentamisessa syntyvää muovijätettä ja poistettavia muovirakenteita tehokkaammin materiaalina ja vähentää näin muovin osuutta energia- ja sekajätteessä.

Tämän selvitystyön aikana tehdyt havainnot ja asiantuntijahaastattelut toivat esiin keskeisiä huomioita infrarakentamisen muovien kierrätyksestä ja uusiokäytöstä. Työmaakäyntien ja asiantuntijahaastatteluiden perusteella saatiin laaja-alainen kuva nykytilanteesta sekä kehitystarpeista. Vaikka kaikessa rakentamisessa syntyvästä jätteestä, muovin osuus on hyvin pieni, infrarakentamisessa muovit ovat tärkeässä asemassa. Tämän vuoksi niiden kierrätykseen tulisi infrarakentamisessa panostaa tulevaisuudessa enemmän. Muovien kierrätys infrarakentamisen työmailla on kuitenkin haastavaa monista syistä.

Haastavimmat muovijätejakeet syntyvät vanhojen rakenteiden purkamisesta. Vanhojen materiaalien puutteelliset merkinnät hankaloittavat muovilaadun tunnistamista työmaolosuhteissa ja muovissa olevat epäpuhtaudet voivat hankaloittaa niiden kierrätystä. Vähäiset maa-ainekset pystytään pesemään vanhoista muovirakenteista, mutta muovijätteet saattavat sisältää myös hankalasti poistettavia epäpuhtauksia. Epäpuhtauksien poistamisesta muovijätteestä tarvitaan lisää käytännön kokemusta, jotta tiedetään ovatko nykyiset pesuprosessit riittäviä ja miten niitä tulisi kehittää inframuovien tyyppiset epäpuhtaudet huomioiden. Lisäksi on huomioitu, että muovin aikaisemmasta käytöstä peräisin olevat hajut voivat vaikeuttaa kierrätysmateriaalien hyödyntämistä. Osa vanhoista muovirakenteista kuten PVC-putket, routaeristeet ja suodatinkankaat rikkoutuvat helposti ja sekoittuvat maa-ainekseen maasta poistettaessa, eikä niiden hyödyntäminen liene sen vuoksi mahdollista.

Uusien rakennusmateriaalien hukkapalat ovat suhteellisen puhtaita ja muovilaadultaan helposti tunnistettavia ja siksi potentiaalisempia uusiokäyttöön. Näitä muoveja syntyy työmailla kuitenkin vanhoihin käytettyihin muoveihin verrattuna vähän. Asennushukan lajittelu ja erilliskeräys muovilaaduittain varten olisi kuitenkin ensimmäinen askel kohti kierrätyksen tehostamista. Tällaiselle erilliskeräytylle muovijätteelle löytyy haastattelujen perusteella helposti vastaanottajia ja jätteen kierrättäminen on myös kannattavaa, kunhan muovijätettä on riittävästi. Toinen vaihtoehto olisi asennushukan palauttaminen materiaalivalmistajille uusiokäyttöä varten. Tämä edellyttää toimivaa keräysjärjestelmää sekä valmistajien sitoutumista vastaanottamaan palautettavaa materiaalia ja hyödyntämään sitä uusiomateriaalina.

Kun työmailla on totuttu asennushukan erilliskeräykseen, on muovien kierrätystä helpompi laajentaa käytöstä poistettaviin muovirakenteisiin. Infra-alalla olisikin hyvä pohtia kuinka työmaiden muovijätteen erilliskeräystä tehostetaan ja olisiko mahdollista kerätä esimerkiksi useamman työmaan muovijätteet tai jopa useamman toimijan muovijätteet samalle keräyspisteelle paalattavaksi muovilaaduittain omina jakeinaan.

Työmaan jätehuollon järjestäminen on tärkeä osa muovien kierrätyksestä. Muovien lajitteluun tarvitaan selkeät ohjeet, riittävästi lajitteluastioita ja työmaan henkilökunnan koulutusta. Materiaalien merkinnät ja värit tulisi tehdä tutuiksi, ja lajittelua voisi tehostaa esimerkiksi kuvallisilla ohjeilla. Lisäksi lajittelupisteiden sijoittelulla on merkitystä; sekalaisen rakennusjätteen astiat tulisi sijoittaa kauemmas, jotta lajittelu energiajätteeseen ja eri muovilajeihin olisi vaivattomampaa. Lajittelupisteellä tulisi myös selvittää koneellista muovimateriaalien tunnistamista esimerkiksi muovilaadun tiheyden tai infrapunavälin avulla.

Muovien kierrätyksessä toimivan kierrätysketjun rakentumisella on suuri merkitys. Alalle tarvitaan kierrätyksen eri vaiheista vastaavia toimijoita lähelle jätteen syntypaikkaa. Kuljetusmatkojen lyhentäminen vähentäisi kuljetuksesta syntyvää päästöjä sekä kustannuksia ja tekisi muovien kierrättämisestä taloudellisesti järkevää. Jotta uusiomuoviraaka-aineelle olisi kysyntää, myös uusiomuovituotteiden valmistajia tarvittaisiin markkinoille lisää.

Paikalliset erot kierrätysketjujen toimivuudessa ovat huomattavia, ja logististen ratkaisujen kehittäminen, kuten granulointilaitoksen perustaminen pääkaupunkiseudun läheisyyteen, lyhentäisi kuljetusmatkoja ja voisi vähentää kuljetuksesta syntyviä kustannuksia sekä päästöjä. Myös uusien uusiomuovituotteiden valmistajien saaminen markkinoille nähdään tärkeänä, jotta uusiomuoviraaka-aineen valmistaminen olisi taloudellisesti kannattavaa.

Lopuksi hankkeessa tunnistettiin tarve kehittää teknologioita, kuten muovilaadun tunnistukseen perustuvia laitteita ja tehokkaampia pesuprosesseja. Laadukas uusiomuoviraaka-aine on avainasemassa kierrätyksen kannattavuuden ja käytännön toteutuksen kannalta. Tämä vaatii yhteistyötä jätehuollon, materiaalivalmistajien ja infrarakentamisen toimijoiden välillä. Työmaiden kierrätystä kehittämällä voidaan vähentää sekajätteen määrää ja lisätä muovin uusiokäyttöä kestävämpien toimintamallien mukaisesti.

Ehdotukset jatkokehitystyölle:

- Tehostetaan muovimateriaalin talteenottoa infratyömailta:
  - Edistetään rakennusjätteiden syntypaikkalajittelua sijoittamalla jätelajikohtaiset astiat lähemmäksi ja sekalainen rakentamisjäte kauimmaiseksi työmaan jätelajittelupisteessä.
  - Koulutetaan ja opastetaan työmaalla jätelajien (mm. muovilaatujen) tunnistamisessa.
  - Pilotoidaan vanhojen muovisten rakennusmateriaalien tunnistamista tiheyden ja liikuteltavan NIR-laitteiston avulla työmaaoiloissa. Onko PVC -muovi tunnistettavissa muista muovilaaduista? Kannattaako likainen muovijäte kerätä yhteen keräysastiaan ja lajitella vasta jätteenkäsittelylaitoksella?
  - Selvitetään jätteenkäsittelijöiden ja uusiomuovin hyödyntäjien kanssa saadaanko työmaiden muovijätteistä tuotettua riittävän puhdasta uusiomuovin raaka-ainetta.
  - Seurataan kiertotalouden kehitystä ja markkinoita materiaalien talteenoton ja hyödyntämisen osalta. Onko saatavilla analysointilaitteita eri muovilaatujen tunnistamiseen työmaaoiloissa?
  - Selvitetään työmaiden tilantarpeet laajemman jätelajittelun mahdollistamiseksi sekä jättejakeiden määrät Helsingin rakentamisen työmailloilla. Tilantarveselvityksen osana jätteenkäsittelytilavuuksien, tyhjennyssyklien ja kustannuksien arviointi.
- Selvitetään uusiomuovin hyödynnettävyyttä infrarakentamisessa.
  - Pilotoidaan uusiomuovia sisältävien rakennusmateriaalien käyttöä.
  - Mahdollistetaan uusiomuovia sisältävien rakennusmateriaalien käyttö infrahankkeiden suunnittelu- ja hankinta-asiakirjoissa.

# Lähdeluettelo

1. Suomen ympäristökeskus (2023) PlastLIFE edistää muovien kestäväää kiertotaloutta. <https://www.materiaalitkiertoon.fi//fi-FI/PlastLIFE>
2. Telén, B. (2023) Helsingin katu- ja puistohankkeiden muovivirtaselvitys. Diplomityö. Aalto-yliopisto. <https://aalto.doc.aalto.fi/server/api/core/bitstreams/fcc387bd-99f5-429c-a95c-98c074422729/content>
3. Ympäristöministeriö (2022) Vähennä ja vältä, kierrätä ja korvaa. Muovitekartta 2.0.
4. Jätelaki 646/2011
5. Ympäristöministeriö (2018) Orgaanisen jätteen kaatopaikkakiellon soveltaminen.
6. Valtioneuvoston asetus jätteistä 978/2021
7. Valtioneuvoston asetus pakkauksista ja pakkausjätteestä 1029/2021
8. Motiva. Rakentamisen muovit green deal -sopimus. Sitoumus2050. <https://sitoumus2050.fi/rakentamisen-muovit#/>
9. Muoviteollisuus ry. Muovitietao. <https://www.plastics.fi/fin/muovitietao/muovit/>
10. Muoviteollisuus ry (2019). Muovi-ilmiö 2.0. [https://www.plastics.fi/fin/muovitietao/julkaisukirjasto/muoviteollisuus\\_ryn\\_julkaisut/](https://www.plastics.fi/fin/muovitietao/julkaisukirjasto/muoviteollisuus_ryn_julkaisut/)
11. Muoviteollisuus ry. Muovien kierrätys. [https://www.plastics.fi/fin/muovitietao/muovit\\_ja\\_ymparisto/muovien\\_kierratys/](https://www.plastics.fi/fin/muovitietao/muovit_ja_ymparisto/muovien_kierratys/)
12. The Essential Chemical Industry - online. Polymers. <https://www.essentialchemicalindustry.org/polymers.html>
13. Muoviteollisuus ry. Trendikäs PVC. PDF-tiedosto. [https://www.plastics.fi/document.php/1/329/tredikas\\_pvc/a7efe98b8e3f6f6d1dd5d41faea0bdfb](https://www.plastics.fi/document.php/1/329/tredikas_pvc/a7efe98b8e3f6f6d1dd5d41faea0bdfb)
14. Muoviteollisuus ry. PE-paineputkimateriaalit ja -tuotteet. [https://www.plastics.fi/fin/organisaatio/putkijaosto/pe-paineputkimateriaalit\\_ja\\_tuotteet/](https://www.plastics.fi/fin/organisaatio/putkijaosto/pe-paineputkimateriaalit_ja_tuotteet/)
16. Muoviteollisuus ry (2023) Infografiikka v. 2023: Muoviputkilla on rakennettu Suomea vuosikymmenet. [https://www.plastics.fi/putkijaosto/putkijaoston\\_julkaisut/](https://www.plastics.fi/putkijaosto/putkijaoston_julkaisut/)
17. Suomen Standardit. SFS käsikirja 102. Muoviputket. [SFS-käsikirja 102](https://www.sfs.fi/kasikirjat/sfs-102)
18. Laaksonen, J., Merilehto, K., Pietarinen, A. & Salmenperä (2017). Valtakunnallinen jättesuunnitelma vuoteen 2023 - Taustaraportti. Ympäristöministeriö.
19. Asikainen, T. Muovien kierrätys. Mekaaninen kierrätys. <https://muovienkierratys.wordpress.com/mekaaninen-kierratys/>
20. Suomen ympäristökeskus (2022) Muovien kierrätys. [https://www.materiaalitkiertoon.fi//fi-fi/plastlife/Muovien\\_kierratys\\_ja\\_kiertotalous/Muovien\\_elinkaari/Muovien\\_kierratys](https://www.materiaalitkiertoon.fi//fi-fi/plastlife/Muovien_kierratys_ja_kiertotalous/Muovien_elinkaari/Muovien_kierratys)
21. Kemiallinen kierrätys ratkaisuna muovien ympäristöongelmiin. [Kemiallinen kierrätys ratkaisuna | VTT](https://www.vtt.fi/julkaisut/kemiallinen_kierratys_ratkaisuna). Julkaistu 23.12.2020. [Viitattu 26.12.2024].
22. Energiateollisuus. Jätteen hyödyntäminen energiaksi. <https://energia.fi/energiatietao/energiantuotanto/yhteistuotanto/jatteen-hyodyntaminen-energiaksi/>
23. Helsingin seudun ympäristöpalvelut. Rakennusjäte. <https://www.hsy.fi/jatteet-ja-kierratys/jateopas-ja-lajitteluohteet/lajittelu/rakennusjate/>
24. Suomen ympäristökeskus. Infrarakentamisen päästötietokanta. <https://co2data.fi/infra/>
24. Männistö, S. (2022) Analysointitekniikat muovin kierrätyslinjastoilla. Diplomityö. Tampereen yliopisto <https://trepo.tuni.fi/bitstream/handle/10024/140975/M%c3%a4nnist%c3%b6Suvi.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
25. Villanueva A. & Eder P. (2014). End-of-waste criteria for waste plastic for conversion. URI <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC91637>, JRC Technical reports, European Commission.
26. Manrich, S. & Santos, A. (2009). Plastic Recycling. New York, NY, USA: Nova Science Publishers, Inc.

Uusiomuovien valmistajat				
	C	G	H	F
<b>Vastaanottaminen ja kierrätyksen laatuvaatimukset</b>	Kemiallinen kierrätys ottaa vastaan muoveja, jotka eivät sovi mekaaniseen kierrätykseen, mutta haitta-aineet ja PVC eivät käy.	Yritys ottaa vastaan vain nesteytettyä muovijätettä, kuten pyrolyysiöljyä, ei suoraa muovijätettä.	Kierrätettävä muovi tulee lajitella tarkasti, jotta se voidaan hyödyntää kierrätysprosesseissa. Keskitytään myös fossiilisten raaka-aineiden korvaamiseen uusiutuvilla ja kierrätysmuoveilla.	Ottaa vastaan mekaaniseen kierrätykseen valmiiksi syntypaikkalajiteltuja PE, PP, PS, ABS ja PC muoveja. Muovin tulee olla kerätty laadittain, eikä mukana saa olla ristiinsilloitettua PE muovia kuten PEX muovia.
<b>Muovin käsittely ja haasteet</b>	Suurimmat haasteet ovat materiaalin puhtaus, laadunhallinta ja rajallinen kapasiteetti. Pakkausmuoveja käsitellään pyrolyysissä, mutta rakennusjätteiden haitta-aineet rajoittavat hyödyntämistä.	Yritys keskittyy kemialliseen kierrätykseen epäpuhtaille muoveille. PVC ei sovellu prosessiin kloridipitoisuuden vuoksi. PE, PP ja HDPE soveltuvat hyvin.	Yrityksellä on viisi kierrätyslaitosta Euroopassa. Haasteena on muovin puhtaus, erityisesti PVC:n klooripitoisuuden hallinta, joka voi vahingoittaa laitteistoa.	Muovi pestään pesulinjastolla.
<b>Muovijätteen hyödyntäminen</b>	Pakkausmuoveja käsitellään pyrolyysissä, mutta rakennusjätteiden haitta-aineet rajoittavat hyödyntämistä.	Muovijäte nesteytetään jätteenvastaanottajalla ja jalostetaan tässä yrityksessä. Valmistettu öljy toimitetaan seuraavalle, joka tuottaa uutta muovia.	Yritys käyttää lajiteltua muovijätettä, kuten polyeteeniä ja polypropeenia, raaka-aineena. Rakentamisen muovit ovat kierrätettävissä mekaanisesti tehokkaasti.	Muovijätteestä tehdään muoviraaka-ainetta, muovigranulaattia.
<b>Toimijat ja verkostot</b>	Tämä yritys on Suomen kemiallisen kierrätyksen toimija, ja yhteistyötä tehdään sopimus pohjaisesti.	Yrityksen verkostoon kuuluvat kerääjät, nesteyttäjät ja jatkojalostajat. Yhteistyöprojekteja on käynnissä.	Yritys osallistuu ohjelmaan, joka kehittää Suomen muoviteollisuutta kestävämmäksi. Verkostoon kuuluu yrityksiä sekä kierrätykselle keskittyviä toimijoita.	Muoviraaka-aine toimitetaan eteenpäin muovituotteiden valmistajille.
		*Kemiallinen kierrätys sopii muoveille, joita ei voida mekaanisesti kierrättää. EU:n regulaatio ohjaa erityisesti pakkausmuovien kierrätystä, mutta infra-alan muoveissa sääntelyä odotetaan tulevaisuudessa.		

Jätehuoltoalan edustajat				
	C	B	E	F
<b>Muovijätteen vastaanotto ja käsittely</b>	Kemiallinen kierrätys ottaa vastaan vain käsiteltyä muovia, jossa ei ole haitta-aineita, ja käsittely tehdään esikäsitellylle materiaalille.	Yritys kuljettaa ja ottaa vastaan jätteitä työmailta, kierrätettäväksi myös laaduittain erilliskerättyä muovia.	Yritys kuljettaa ja ottaa vastaan työmailta sekalaista rakennusjätettä, josta erotellaan helposti tunnistettavat muovilaadut. Lisäksi se vastaanottaa kokonaisiä muovijätelavoja.	Yritys kuljettaa ja ottaa vastaan sekä sekalaista rakennusjätettä että laaduittain erilliskerättyä muovia. Jätteen tuottaja vastaa jätteiden lajittelusta sitä koskevien vaatimusten mukaisesti.
<b>Muovijätteen tunnistaminen ja lajittelu</b>	Tunnistamiseen kaivataan tarkempaa teknologiaa.	Kierrätettävä muovi tulee olla erilliskerätty laaduittain jo syntypaikassa. Erilliskeräystä varten laaditaan kuvalliset lajitteluohjeet. Ohjeet voidaan toteuttaa erilliskerättävistä kappaleista otettuja kuvia hyödyntäen.	Jos yhtä muovilajia syntyy työmaalla enemmän, se kannattaa kerätä omaan astiaan jo lähtöpaikassa. Jos työmaalla syntyy useampaa muovijaetta pienempiä määriä, lajittelu kannattaa ehkä tehdä mekaanisesti ja optisesti käsittelylaitoksissa. Työmailla isot kappaleet omalle lavalle, joka helpottaa niiden jatkokäsittelyä työmaan sisällä tai käsittelylaitoksella.	Yritys tekee työmaille aina selkeät lajitteluohjeet. Muovituotteista pitäisi löytyä merkintä, mitä muovilaatua tuote on.
<b>Muovijätteiden kuljetus ja käsittely</b>	Muovit toimitetaan valmiiksi käsiteltynä suoraan pyrolyysilaitokselle, jossa märkä tai likainen muovi ei kelpaa prosessiin.	Muovi kuljetaan tarvittaessa ensin toimipisteeseen, jossa se esikäsitellään kuljetusta varten. Kierrätettävä muovi kuljetetaan Eurooppaan jatkokäsittelyä varten. Isot muovikappaleet murskataan ja paalataan ennen kuljetusta ulkomaille.	Yritys hoitaa itse kuljetuksen. Muovi kuljetaan omille tai yhteistyökumppaneiden käsittelylaitoksille.	Muovi kuljetetaan joko omalle käsittelylaitokselle tai jatkohyödynnettäväksi ulkomaille riippuen muovin laadusta ja työmaan sijainnista. Asiakas tai jopa työmaakohtaisesti voidaan selvittää, mihin muovi on järkevintä viedä.
<b>Esikäsitely ja laatuvaatimukset</b>	Jätemuovin tulee olla puhdasta, ja esikäsitely sekä lajittelu tehdään materiaalintoimittajan toimesta.	Muovin tulee olla puhdasta. Likainen muovi on mahdollista pestä erillisen toimijan toimesta, mutta se ei yleensä ole taloudellisesti järkevää.	Uusiokäytettävän muovin laatu on jatkokäytön näkökannalta hyvin tärkeä elementti, joten eri muovilaatujen erottelu on tärkeää. Suurien muoviputkien murskaus on haastavaa ja vaatii esipilkkomista kaivinkoneella.	Ohjeistus on, että muovin tulisi olla mahdollisimman puhdasta, mutta hieman likainenkin muovi kelpaa, se on kuitenkin pestävä ennen käsittelyä.

	C	B	E	F
<b>Jatkokäsittely ja hyödyntäminen</b>	Pyrolyysissä tuotettu öljy menee uuden muovin valmistukseen, mutta laajentaminen rakennusjätteiden hyödyntämiseen on tulevaisuuden haaste.	Erilliskerätty muovijäte toimitetaan muualle Eurooppaan jatkokäsittelyyn. Muovista tehdään muovigranulaattia, jota muovituotteiden valmistajat voivat hyödyntää.	Lajitellut ja kierrätettävät muovijätejakeet toimitetaan yhteistyökumppaneille jatkojalostettavaksi. Yhteistyökumppanit hoitavat muovijakeen murskauksen, pesun ja granuloinnin. Lajitellut muovijätejakeet toimitetaan yhteistyökumppaneille jatkojalostettavaksi. Jatkokäsittely tehdään eri toimijoiden toimesta Suomessa sekä ulkomailla. Sekajäte ja energijäte toimitetaan polttolaitoksille.	Muovi granuloidaan omalla käsittelylaitoksella. Kova PVC voidaan rouhia kierrätysraaka-aineeksi. Valtaosa muovista menee kuitenkin tällä hetkellä energiahyötykäyttöön polttolaitoksille.
<b>Tutkimus ja innovaatiot</b>	Mikromuovipäästöt eivät ole ongelma pyrolyysissä, mutta tulevaisuudessa voisi harkita teknologioita, kuten muovin pesulaitteita.	Jätteiden tunnistamista optisesti on kehitetty ja testattu.	Nykyisten tuotevalmistajien omat laatuvaatimukset saattavat olla niin tiukkoja, että eivät pysty vastaanottamaan uusiomuovin raaka-ainetta edes omista tuotteistaan, vaikka heillä halua siihen olisikin. Yrityksen keskusteluissa tuotevalmistajilla saattaa olla samat puhtaus- ja laatuvaatimukset uusiomateriaaleille kuin neitseellisille raaka-aineille. Tämä vaatii kehitystyötä myös tuotevalmistajien suunnalta, jotta myös likaiset kierrätysmateriaalit saadaan hyötykäyttöön. Uusiomuoviraaka-aineelle tulee olemaan kysyntää, kun on sekoitevelvoite ja rakennustuotteiden kierrätysmateriaalipitoisuuksia tulee saada nostettua. Uusiomuovin raaka-aineen laatu tulee olla tunnistettavissa. Muovijäte tulee olla puhdistettavissa. Maa-ainekset eivät ole toivottavia pesuprosessiin, sillä ne likaavat pesuveden.	Kierrätysliiketoimintaa kehitetään koko ajan.
<b>Toimijat ja verkostot</b>	Verkostoa laajennetaan materiaalintoimittajien kanssa.		Jatkokanaverkosto täytyy olla olemassa eli uusiokäyttävälle muoville tulee löytää vastaanottaja. Infrarakentajilta tullut kyselyitä, haluaisivat laskea rakentamisen hiilijalanjälkeä käyttämällä tuotteita, jotka sisältävät uusiomuovia.	Muoville etsitään jatkuvasti käsittelypaikkoja sekä Suomen sisältä että ulkomailta. Suomessa on yllättävän vähän kierrätysteollisuutta.

Putkivalmistajat		
	A	D
<b>Vastaanottaminen ja kierrätyksen laatuvaatimukset</b>	Yritys ottaa vastaan vain suuria ja puhtaita eriä. Rikkinäiset ja likaiset tuotteet ohjataan ulkopuolisiin kierrätyslaitoksiin.	Yritys ottaa vastaan vain omien tuotteiden valmistusprosessien sivuvirtoja. Pilottina on ostettuja eriä elintarviketeollisuuden käytettyjä pakkausmuoveja.
<b>Muovin käsittely ja haasteet</b>	Suurimmat haasteet ovat materiaalin puhtaus ja laatu. Maahan haudattujen putkien kierrätys on vaikeaa monimuotoisuuden takia.	Uusiomuoviraaka-aineen puhtaus. EPDn eli elinkaarenaikaisten ympäristövaikutusten laskeminen tuotteille niin että ne on verifioitu kolmannen osapuolen toimesta. Näin saadaan rakennustuotteiden ympäristöselosteet vertailukelpoisiksi. Tilaajien hankintakriteereihin vaatimuksia ja etuja uusiomateriaalien käytöstä, jotta tuotevalmistajat uskaltavat lähteä kehittämään uusiomuovista valmistettuja tuotteita. Toivotaan selkeämpiä ohjeita jätelain tulkintaan tuotteen muuttumisesta jätteeksi ja koska kuljetuksiin sekä käsittelyyn tarvitaan ympäristölupaa.
<b>Muovijätteen vastaanottaminen</b>	Yritys hyödyntää kierrätyslaitoksia ja käyttää oman tuotantonsa ylijäämät uudelleen.	Yritys hyödyntää omien tuotantoprosessien ylijäämää sekä on pilotoinut omien tuotteiden hukkan vastaanottoa työmailta takaisin tuotantoprosessiin. Suomessa muovituotannon läheisyyteen tarvitaan käsittelylaitos, joka tuottaa uusiomuovin raaka-ainetta. Toivotaan säännöllistä virtaa muovijätteelle, jotta uusiomuovisten rakennusmateriaalien valmistuksessa päästään jatkuvaan toimintaan. Yritys jatkaa pilottikokeiluja muovin uusiokäytöstä ja on kiinnostunut osallistumaan myös likaisten muovien hyödyntämisen pilottihankkeeseen, jos sellainen käynnistetään.
<b>Toimijat ja verkostot</b>	Yritys tekee yhteistyötä kierrätysalan toimijoiden kanssa ja on avoin osallistumaan pilottihankkeisiin, kuten Helsingin kaupungin työmaille.	Yritys tekee yhteistyötä muovin uusiokäytön toimijoiden kanssa ja on avoin osallistumaan pilottihankkeisiin, kuten Helsingin kaupungin työmaille.



# Kuvailulehti

Tekijät	Mariika Lehto, Lilli Luoma-Reijonen ja Özge Basboga
Nimike	Infrarakentamisen muovijätteen hyödyntämiselvitys
Sarjan nimike	Kaupunkiympäristön aineistoja
Sarjanumero	2025:6
Julkaisuaika	3/2025
Sivuja	32
Liitteitä	3
ISBN	978-952-386-562-4
ISSN	2489-4257 (verkkojulkaisu)
Kieli, koko teos	suomi
Kieli, yhteenveto	suomi, englanti

## Tiivistelmä:

Rakentaminen on yksi suurimmista muovien kulutuksen sektoreista, ja sen muovijätteen kierrätyksen parantaminen voi vähentää huomattavasti ympäristökuormitusta. Tämä selvitys kokoaa yhteen opiskelijaprojektin aikana tehdyt havainnot infrarakentamisessa käytettyjen muovien käytöstä ja kierrätyksestä. Selvityksessä tarkastellaan muovien käytön ja kierrätyksen nykyisiä vahvuuksia ja kehittämiskohteita sekä annetaan suosituksia kiertotalouden edistämiseksi. Selvitys on tehty Helsingin Kaupunkiympäristön toimialalle osana PlastLIFE-hanketta, jossa Helsinki on mukana yhtenä toimijana.

Selvitystä varten tehtyjen haastattelujen ja havaintojen perusteella voidaan todeta, että infrarakentamisessa käytettävien muovimateriaalien ylijäämäpalojen eli asennushukka olisi kierrätettävissä uusiomuoviksi. Asennushukan muovilaatu on helposti tunnistettavissa ja siten helposti lajiteltavissa muovilaaduittain. Asennushukka on puhdasta, mikä helpottaa sen kierrätettävyyttä. Tällaiselle muovijätteelle löytyy myös vastaanottajia ja käsittelijöitä Suomesta. Vanhojen muovirakenteiden kierrättäminen vaatii vielä lisäselvittelyä muovilaatujen tunnistamisen vaikeuden sekä muovin likaisuuden vuoksi.

## Avainsanat:

muovi, muovijäte, infrarakentaminen, kierrätys, kiertotalous, muoviputket, uusiomuovi

# Description

Authors	Mariika Lehto, Lilli Luoma-Reijonen and Özge Basboga
Title	The utilization study of plastic waste from infrastructure construction
Series name	Urban Environment Material
Series number	2025:6
Time of publication	3/2025
Pages	32
Appendices	3
ISBN	978-952-386-562-4
ISSN	2489-4257 (verkkojulkaisu)
Language, entire work	Suomi
Language, summary	Finnish, English

## Summary:

Construction is one of the largest sectors of plastic consumption, and improving the recycling of its plastic waste can significantly reduce the environmental burden. This study brings together observations made during a student project on the use and recycling of plastics used in infrastructure construction. The study examines the current strengths and areas for development in the use and recycling of plastics and provides recommendations for promoting the circular economy. The study was conducted for the City of Helsinki Urban Environment Division as part of the PlastLIFE project, in which Helsinki is one of the partners.

Based on the interviews and observations conducted for the study, it can be stated that the surplus pieces of plastic materials used in infrastructure construction, i.e. installation waste, could be recycled into recycled plastic. The plastic type of installation waste is easily identifiable and thus easily sorted by type. Installation waste is clean, which makes it easier to recycle. There are also recipients and processors for this kind of plastic waste in Finland. Recycling old plastic structures requires further investigation due to the difficulty of identifying plastic types and the dirtiness of the plastic.

## Keywords:

plastic, plastic waste, infrastructure construction, recycling, circular economy, plastic pipes, recycled plastic



# Helsinki

Kaupunkiympäristön toimiala huolehtii Helsingin kaupunkiympäristön suunnittelusta, rakentamisesta ja ylläpidosta, rakennusvalvonnasta sekä ympäristöön liittyvistä palveluista.