

**PURKUMUOVIEIN**  
**MALLINTAMINEN**  
**JULKISISSA**  
**PALVELU-**  
**RAKENNUKSISSA**

12/2022

MUOVITIEKARTTA SUOMELLE

# Tiivistelmä

Suuri osa rakennuksissa olevista muoveista tai käyttökohteista on ollut käytössä jo 1970-luvulta lähtien. Muovien käyttö rakennusosissa ja tuotteissa yleistyi hyvin nopeasti ja muovi saavutti monissa tuotteissa nopeasti suuren markkinaosuuden. Muovien määrä ja muovisten tuotteiden käyttö on kasvanut ajan saatossa, ja muovien määrä suhteessa rakentamiseen määrään on kasvanut. Tämän selvityksen kohteena olivat julkiset palvelurakennukset 1970-, 1980- ja 1990-luvuilta, joita puretaan Suomessa eniten suhteessa rakennuskantaan. Muovien määrä vuosien 1970–1999 julkisessa rakennuskannassa on noin 120 000 tonnia.

Suurimmat muoviryhmät julkisessa palvelurakennuskannassa ovat muoviset lattiapäällysteet. Toiseksi suurin ryhmä ovat eristeet ja erityisesti EPS/XPS-routaeristeet. Muovisten routaeristeiden käyttö on ollut hyvin laajaa jo 1970-luvulta lähtien. Kolmanneksi suurin ryhmä on talotekniikan tuotteet ja erityisesti sähköjohtimet ja niissä oleva muovinen eristekerros. Nämä kolme ryhmää muodostavat 80 prosenttia muovien käytöstä rakennuksissa. Loppuosa julkisen rakennuskannan muoveista jakaantuu pieniin ryhmiin. Esimerkiksi höyrynsulku ja aluskatteet ovat kumpikin vain noin prosentin kaikesta rakennuksissa olevasta muovista.

Toistaiseksi vain osaa muovilajeista voidaan Suomessa kierrättää teollisen tuotannon mittakaavassa. Muovien kierrätyksen haasteena on niiden suhteellisen pieni massa suhteessa muihin purkumassoihin. Muovien purkuun, erilliskeräykseen ja kierrätykseen vaikuttaa huomattavasti muovien sijainti ja laatu. Suuri osa muoveista on likaisia niiden sijainnin, käyttötarkoituksen tai niiden yhteydessä olevien muiden rakennusmateriaalien takia. Monet muovituotteista on tällä hetkellä hyvin vaikeasti kierrätettävissä taloudellisuudesta huomioiden.

Työssä luotiin mallinnustyökalu purkumuovien määrän kartoittamiseen. Laskennallisen työkalun tavoitteena on pystyä arvioimaan yksittäisten purettavien palvelurakennusten muovimääriä sekä karkeasti muovilajeja. Työkalun tarkoitus on antaa julkisille kiinteistönomistajalle ja purkutoimijoille työkalu purettavan kohteen muovien määrän ensiarvion tekemiseen perustuen rakennuksen alkuperäiseen kuntotasoon ilman korjaustoimenpiteitä. Laskennallisen mallin avulla purkutoimija voi alustavasti arvioida myös päästörakenteen muutosta silloin, kun halutaan tähdätä purkukohteen muovien kierrätysasteen nostoon.

Mallinnusmenetelmässä ja työkalussa lasketaan rakennuksen laajuustiedoista ja muista tiedoista rakenteiden määriä, jolloin käytetyn muovien määrä voidaan suhteuttaa rakenteiden määrään ja sitä kautta koko rakennukseen. Eri rakennusosissa käytetään eri käyttötarkoituksiin muovisia rakennustuotteita joko pelkästään tai vaihtoehtona muille materiaaleille. Työkalu antaa hyvän arvion kohteen purkumuovien määrästä ja jakaumasta muovilajeittain.

Tämä selvitys on tehty syksyllä 2022 Forecon Oy:ssä. Forecon on rakennusalan markkinoiden tutkimusyrittäjä Tampereelta. Yritys on erikoistunut rakentamisen ennakointi- ja tutkimustoimintaan sekä muihin rakentamisen toimintaympäristöön ja rakennuskantaan liittyviin tutkimuksiin ja asiantuntijapalveluihin. Forecon on VTT-taustainen yritys, joka kuuluu kansainväliseen Byggfakta Group -konserniin.

# Sisällysluettelo

<b>1 SELVITYKSEN TAUSTA</b>	<b>1</b>
1.1. Hankkeen tavoitteet	1
1.2. Työn toteutus, menetelmät ja aineisto	1
1.3. Työn rajaukset	3
<b>2 MUOVIN MÄÄRÄ RAKENNUSKANNASSA</b>	<b>4</b>
2.1. Rakentamisen muovien yleistymisen	4
2.2. Muovin määrä julkisessa rakennuskannassa	5
2.3. Keskeiset tulokset	7
<b>3 MUOVIN KÄYTÖN JAOTTELU RAKENNUKSITTAIN</b>	<b>11</b>
3.1. Selvityksessä käytettävä talotyyppijaottelu	11
3.2. Rakennuksissa käytetyt muovijakeet	12
3.2.1 Lattiapäällysteet	14
3.2.2 Eristeet	15
3.2.3 Talotekniikka	16
3.2.4 Muut muovin käyttökohteet	17
<b>4 PURKUPROSESSI JA MUOVIN KIERRÄTYS</b>	<b>18</b>
4.1. Muovin kierrätyksen nykytila rakennuksen purkamisen yhteydessä	19
4.2. Muovin purku ja kierrätys rakennusten eri osista	21
4.2.1 Alueosat	22
4.2.2 Perustukset	23
4.2.3 Runkorakenteet	24
4.2.4 Pintamateriaalit	25
4.2.5 Sähköosat	26
4.2.6 LVI-osat	28

4.3.	Muovien kierrätyksen haasteet	29
4.3.1	Taloudellinen kannattavuus	29
4.3.2	Muovien tunnistaminen	30
4.3.3	Haitalliset yhdisteet	31
4.4.	Purkumuovin keräys ja erottelu	32
4.5.	Muovien kierrätyksen tuleva kehitys	34
4.5.1	Kemiallinen kierrätys	36
4.5.2	Automaatiolajittelu	37

## **5 RAKENNUKSEN PURKUMUOVIEEN MALLINNUSTYÖKALU** **39**

5.1.	Kuvaus työkalusta ja toteutustavasta	39
5.1.1	Työkalun toiminta	41
5.1.2	Laskelma muovin kierrätyksen avulla saatavista hyödyistä	43
5.2.	Tulosten arviointi	44
5.3.	Validoinnin tulokset	46

## **6 YHTEENVETO JA TULOKSET** **48**

## **LIITE 1 RAKENNUKSEN PURKUMUOVIEEN MALLINNUSTYÖKALU** **50**

## **LÄHTEET** **51**

# 1 Selvityksen tausta

Ympäristöministeriön strategiseen hankkeeseen, Muovitiekarttaan Suomelle 2.0 vuoteen 2030, sisältyy työpaketti 6, jossa tavoitteena on vauhdittaa rakentamisen muovien kiertotaloutta. Yhtenä toimenpiteenä tavoitteen saavuttamisessa on tunnistettu purkumuovien määrän ja laadun selvittäminen olemassa olevassa rakennuskannassa. Tässä työssä onkin selvitetty purkumuovien määrää ja laatua julkisissa palvelurakennuksissa, joita puretaan paljon. Näin voidaan ennakoida ja arvioida purkumuovien kierrätettävyyttä ja kierrätyspotentiaalia.

Tämä työ tukee myös Rakentamisen muovit green deal –sopimuksen 2020–2027 toimeenpanoa sekä rakennus- ja purkumateriaalien tietokannan kehitystyötä ja laajempaa olemassa olevan rakennuskannan materiaali-inventaarion kehitystyötä.

## **1.1. Hankkeen tavoitteet**

Tämän selvityksen tavoitteena oli määrittää ennen kaikkea rakentamisen purkumuovien määrää 1970-, 1980- ja 1990-lukujen julkisissa palvelurakennuksissa. Lisäksi arvioitiin purkumuovien muovilajeja sekä niiden laatua kierrätettävyyden näkökulmasta.

1970-, 1980- ja 1990-lukujen purettavista rakennuksista suuri osa on julkisia palvelurakennuksia. Tänä ajanjaksona muovien käyttö rakentamisessa materiaalina ja rakennustuotteina on lisääntynyt merkittävästi.

Toimeksiannossa on kehitetty laskennallinen työkalu, jolla kyetään arvioimaan tyypillisimpiä muovilajeja ja niiden määriä yksittäisessä tietyn ikäluokan palvelurakennuksessa. Työkalu auttaa kiinteistönomistajia ja purkutoimijoita arvioimaan muovien määriä omissa rakennuksissaan ja ennakoimaan muovien kierrätettävyyttä ja kierrätyspotentiaalia purettavissa rakennuksissa. Mallinnustyökalu huomioi rakennuksen alkuperäisen varuste- ja kuntotason. Tämän jälkeen rakennukseen on saatettu lisätä tai vähentää muovituotteiden määrää korjauksissa.

## **1.2. Työn toteutus, menetelmät ja aineisto**

Selvitys toteutettiin analysoimalla muovien käyttöä rakentamisessa tarkasteltavana ajanjaksona haastatteleamalla alan toimijoita muovituotteiden käytöstä, muovilajeista ja muovien yleistymisestä sekä hyödyntämällä rakentamisessa käytettyjen muovien ja rakennustuotteiden tilastoja ja purettujen kohteiden purkutilastoja tai -kartoituksia. Työssä hyödynnettiin myös aiempia tutkimuksia ja niiden tuloksia purkumuoveista.

## Ajankohdan rakentaminen

Selvitys aloitettiin tarkastelemalla julkista palvelurakennuskantaa sekä rakentamisessa käytettyjä muoveja. Muoveja tarkasteltiin rakennusosittain ja muovilajeittain. Tarkastelussa hyödynnettiin tutkimustuloksia ja pyrittiin saamaan esiin ajankohdan tyypillinen rakentaminen. Lähteenä käytettiin väestötietojärjestelmän rakennuskantaa ja Tilastokeskuksen rakennustuotantotilastoja (Väestörekisterikeskus 2018; Tilastokeskus 2022).

Tarkasteluun valittiin rakennusosat, joissa on purettavissa olevia muovijakeita.

## Muovin määrän arviointi ja muovituotteet

Muovin määrän arviointia tehtiin monesta eri lähteestä. Foreconilla on käytössä useiden tuotteiden menekkitietoja pitkältä ajalta. Muovien käyttötietoja on jaoteltu tai mallinnettu talotyypeittäin. Näin käyttömääriä on voitu kohdentaa 1970-, 1980- ja 1990-luvuilla rakennettuihin julkisiin palvelurakennuksiin.

Muovin määrätietoja tarkasteltiin kunnilta saaduista yksittäisten kohteiden purkukartoitus- tai purkutilastoista, joissa oli arvioitu tai laskettu kohteiden muovimääriä. Muovijakeiden osalta tietopohja purkukohteiden sisältämistä muoveista oli osittain rajallista.

Selvityksessä käytiin läpi myös joukko ajankohdan rakennusten rakennepiirustuksia, joiden avulla pyrittiin arvioimaan rakenteiden määriä sekä rakenteissa käytettyjä muoveja.

Alan toimijoiden haastatteluilla tarkennettiin eri muovilajeja ja muovituotteiden yleistymistä. Myös työmaakäynneillä pyrittiin löytämään kohteissa ja rakennusosissa olevia muovituotteita.

Muovin ominaispainotietoja hankittiin tuotetiedoista ja CO<sub>2</sub>-päästötietokannassa olevista tiedoista. Lisäksi määrien arvioinneissa käytiin lävitse aiempia tutkimustuloksia ja esimerkkilaskelmia.

## Mallinnustyökalu

Työssä kehitettiin työkalu edellä kuvattujen määrittelyjen ja määrätietojen pohjalta. Mallinnustyökalulla pyritään rakennuksen ominaisuuksien perusteella luomaan mahdollisimman oikeansuuntainen arvio rakennuksen purkumuovien määrästä. Mallinnustyökalu sisältää myös arvion purettavan muovin osuudesta sekä karkean jaon muovilajeista. Muovilajeja tulee tarkastella aina tapauskohtaisesti, koska 30 vuoden aikana muovituotteissa on tapahtunut kehitystä ja muovilajit vaihtelevat paljon kohteittain.

Mallinnustyökalu perustuu rakennuksen tietojen pohjalta laskettuun rakennusosamääräarvioon ja sen avulla muovin määrän laskentaan. Mallinnuksessa on hyödynnetty paljon rakennuksen geometrialaskentaa ja tyypillisten rakennusten rakennusosien määrätietoja.

Työkalussa arvioidaan myös kierrätettävien muovien osalta CO<sub>2</sub>-säästöpotentiaali sekä välittömät kustannuserot muovin päätymisessä energiakäyttöön verrattuna kierrätykseen.

Raportissa on kuvattu mallinnustyökalun keskeinen sisältö ja toimintaperiaate. Työn validointivaiheessa työkalua testattiin todellisissa purkukohteissa kunnissa, joita ei oltu vielä käytetty mallinnustyökalun määrittelyvaiheessa. Työkalun luotettavuutta arvioidaan raportissa.

## **Kierrätettävyys ja purettavuus**

Raportissa arvioidaan yleisesti muovin purettavuutta ja kierrätettävyyttä. Kierrätettävyyttä arvioidaan kirjallisuuden ja haastattelujen sekä päästötietojen perusteella.

### **1.3. Työn rajaukset**

Julkisiksi palvelurakennuksiksi luetaan Tilastokeskuksen rakennusluokituksen mukaiset julkiset rakennukset. Työssä ei oteta kantaa siihen, kuka rakennuksen omistaa. Julkinen sektori omistaa suuren määrän esimerkiksi toimistorakennuksia, mutta työssä ei ole otettu huomioon kaikkia julkisessa omistuksessa olevia rakennuksia.

Työssä materiaalit on rajattu muovipohjaisiin materiaaleihin ja materiaaleihin, jotka sisältävät kierrätettävää muovia. Muita materiaaleja ei tutkittu. Rakennuksen materiaalimäärät on laskettu rakennuksen alkuperäisen kunnan perusteella. Elinkaaren aikana tehtyjä korjaustoimenpiteitä tai perusparannuksia ei ole otettu huomioon.

Työssä on käsitelty kiinteistön sisältämiä yksittäisiä rakennuksia ja niiden välittömässä läheisyydessä olevia pihan alueosia.

Muovimäärän tarkastelun piiristä on rajattu pois käyttäjälaitteet, kuten kodinkoneet sekä LVIS-tekniset laitteet (IV-kone, lämmityskattilat, sähkökeskukset yms.), hissit, maalit, muoviset kattopinnoitteet ja muut levitettävät pinnoitteet, jotka sisältävät muovia sekä liimat ja silikonit. Muoveista on rajattu pois myös betonin sisällä olevat muoviosat, jotka eivät ole purettavissa, kuten lattialämmityspotket.

# **2 Muovin määrä** **rakennuskannassa**

Rakennuskannassa on paljon muovia. Plastics in buildings -raportin mukaan rakennussektori on pakkausten (42 %) jälkeen toiseksi suurin muovin kuluttaja, ja sen osuus kaikesta ei-kuitumuovin käytöstä on 19 prosenttia. Joidenkin muovilajien osalta rakentaminen käyttää suurimman osan kaikista muovilajeista. Esimerkiksi 69 prosenttia kaikesta PVC:stä käytetään rakentamisessa. Lisäksi PE, PP, PS-E (polystyreeni paisuttava) ja polyuretaani ovat tyypillisiä rakennuksissa käytettäviä muoveja. (Häkkinen ym. 2019.)

Muoveja käytetään rakennustuotteissa ja -materiaaleissa, kuten eristetuotteissa sekä lattia-, seinä- ja kattopäällysteissä. Rakennuksiin kuuluu myös useita muovia sisältäviä tai muovista valmistettuja talotekniikan tuotteita ja laitteita, kuten putkia ja sähköjohtoja. Lisäksi muovia voi olla tuoteosissa, kuten elementtisaumoissa.

Muovia on myös sekoitteena maaleissa, lakoissa, vahoissa ja liimoissa sekä pinnoitteena keittiö- ja muissa kalusteissa. Lisäksi muovia käytetään yleisesti erilaisissa taloteknisissä laitteissa ja käyttäjien laitteissa. Tästä tarkastelusta sekoitteet ja laitteiden muovit on rajattu pois, mutta nämä kaikki lisäävät jonkin verran rakennusalalla ja rakennuksissa käytettyjen muovien kokonaismäärää.

Muovien käyttö vaihtelee paljon rakennuskohteittain. Muovin määrään vaikuttaa olennaisesti suunnittelijan materiaali- ja rakennevalinnat sekä rakennustyyppi ja rakennuksen ikä.

## **2.1. Rakentamisen muovien yleistyminen**

Suuri osa tarkastelussa olevista muoveista tai käyttökohteista on ollut käytössä jo 1970-luvulta lähtien. Muovien käyttö rakennusosissa ja -tuotteissa yleistyi hyvin nopeasti ja muovi saavutti tietyissä tuotteissa nopeasti suuren markkinaosuuden. Muovin määrä on kasvanut monessa tuotteessa ja muovisten tuotteiden käyttö on kasvanut paljon, joten muovin määrä suhteessa rakentamisen määrään on kasvanut.

Esimerkkinä nopeasti yleistyneistä muovin käyttökohteista on rakennusten alueosissa käytetyt muoviputket. Muoviputket tulivat markkinoille 1960-luvun puolivälissä ja ottivat markkinaosuutta erittäin nopeasti. PVC-muovista valmistetut viemärit olivat helpompia ja nopeampia asentaa kuin aiemmin käytetyt betoniset tai tiiliset viemärijärjestelmät ja edullisempia sekä korroosiota kestävämpiä kuin teräksiset ja valurautaiset viemärijärjestelmät. (Mäenpää 2022.) Höyrynsulkumateriaalina muovikalvot ovat lähes syrjäyttäneet aiemmin käytetyt tervapaperit. Myös rakennuksen sähköosat eli johdinkaapelit, asennuskalusteet ja -



tarvikkeet, sisältävät lähes poikkeuksetta muovia niiden erinomaisen sähkön eristävyysansioista.

Muovien yleistymiseen vaikuttivat myös rakennettavan talon muodot ja geometria. Matalissa 1–2-kerroksisissa rakennuksissa muoviputkien käyttö yleistyi käyttövesi- ja viemäriputkissa nopeasti, mutta korkeammissa rakennuksissa valurauta ja kupari sinnittelivät käytetyimpänä materiaalina pitkään. Suuremmissa rakennuksissa taloteknisissä järjestelmissä muovin osuus onkin pienempi kuin matalammissa rakennuksissa. Asuinkerrostalorakentamisessa muovin käyttö on tavallisempaa kuin julkisessa toimitilarakentamisessa. (Mäenpää 2022.)

Muovi on myös tullut osaksi yhä useampia tuotteita. Bitumikermikatteet ovat olleet 1990-luvulta lähtien lähes poikkeuksetta SBS-muovin avulla modifioitua SBS-kumibitumikermiä, joka parantaa tuotteen notkeutta ja pakkasenkestävyyttä. SBS-muovia ei käytetty 1970-luvun bitumikermikatteissa, vaan se on tullut ajan myötä osaksi tuotetta. Aiemmin bitumikermissä käytettiin tukikerroksen materiaalina joko lasikuitua tai polyesteriä, joka sekin on muovi. (Kerabit 2022.)

Osassa rakennustuotteista muovin yleistymisen on ollut hitaampaa ja käyttökohteen mukaan vaihtelevaa. Lämmöneristeet, jotka ovat volyymiltään suurimpia rakennustuote-eriä, ovat Suomessa olleet perinteisesti mineraalivillaisia. Vaikka EPS- ja PUR-seinäeristeitä on ollut markkinoilla 1970-luvulta lähtien, on muovien yleistymisen ollut hidasta ja nykyään talonrakentamisen maanpinnan yläpuoleisten muovieristeiden markkinaosuus on julkisessa palvelurakentamisessa vain noin 10 prosenttia. Kuitenkin alapohjien ja rakennusten routaeristeinä muovisten lämmöneristeiden käyttöön sopivat ominaisuudet ovat nostaneet niiden markkinaosuuden noin 87 prosenttiin.

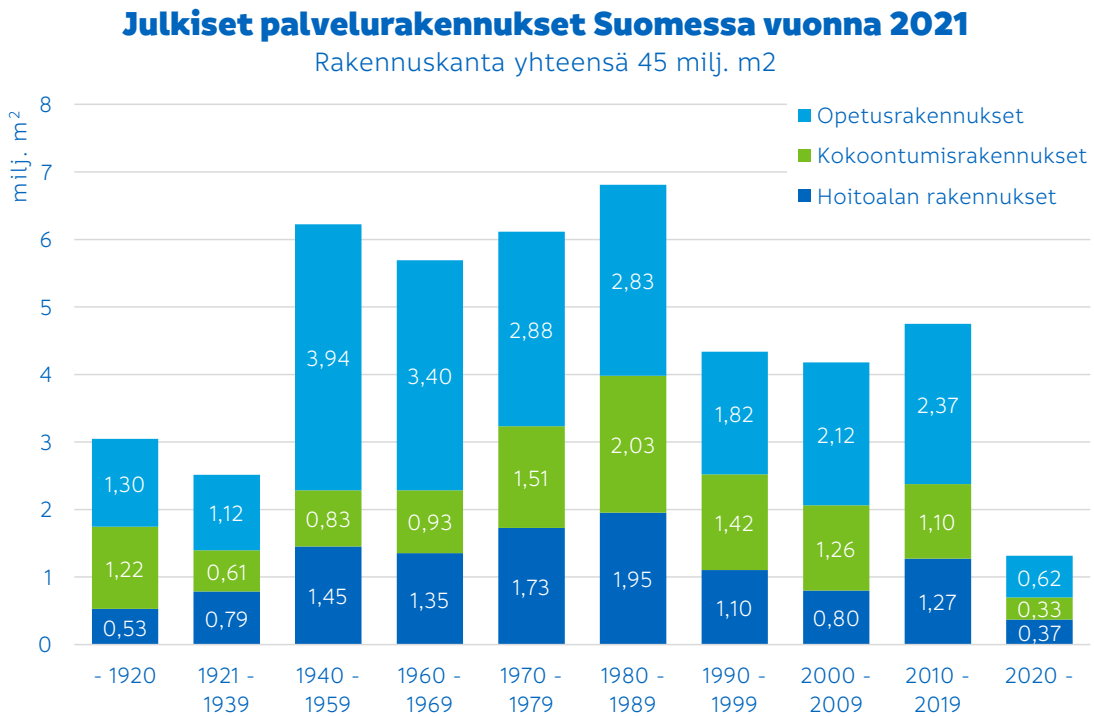
Yksi suurimmista muovin lähteistä rakennuksissa on erilaiset muoviset lattiapinnoitteet. Näistä tavallisimpia ovat homogeeniset muovimatot. Muovimatot tulivat Ruotsiin ja Tanskaan hieman aiemmin kuin Suomeen. Myös muovimattojen kiertotalous on näissä maissa Suomea pidemmällä. Muovimatot yleistyivät nopeasti 1960- ja 1970-luvulla niiden nopean asennuksen sekä kestävyysvuoksi. Erilaiset muovia sisältävät lattiapinnoitteet ovat tavallisimpia lattiapäällysteitä Suomen rakennuskannassa. (Lauronen 2022.) Muovisten lattiapinnoitteiden käyttömäärä oli huipussaan 1970- ja 1980-luvulla, kun 1990-luvulla alkanut rakentamisen matalasuhdanne vähensi käyttömääriä ja muut lattiamateriaalit, kuten laatat, tulivat muotiin.

## **2.2. Muovin määrä julkisessa rakennuskannassa**

Rakennuskannan geometrisessä analyysissä on hyödynnetty avoimen datan tietoja. Avoimen datan geometrisella aineistolla saadaan suurten kaupunkien rakennusten muotojen perusteella pelkästään numeerista dataa selvästi tarkempia arvioita materiaalmääristä. Tätä käsittelytapaa voidaan soveltaa myös muovien laskentaan.

Selvityksen kohteena ovat julkiset palvelurakennukset 1970-, 1980- ja 1990-luvuilta. Julkinen rakennuskanta on iäkkäämpää kuin Suomen rakennuskanta keskimäärin. Julkisia rakennuksia rakennettiin paljon sodan jälkeen aina 1980-luvulle saakka, kun koulu- ja sairaalajärjestelmiä kasvatettiin ja kehitettiin. Eniten julkisia palvelurakennuksia on 1980-luvulta (kuva 1). Viime

vuosikymmeninä julkisia rakennuksia on rakennettu aiempiin vuosikymmeniin nähden selvästi vähemmän. Tässä työssä puhuttaessa rakennuskannasta, tarkoitetaan tarkastelun kohteena olevaa vuosien 1970–1999 julkista palvelurakennuskantaa, ellei toisin ole mainittu.



Kuva 1. Julkinen palvelurakennuskanta Suomessa (Lähde: Tilastokeskus 2021.).

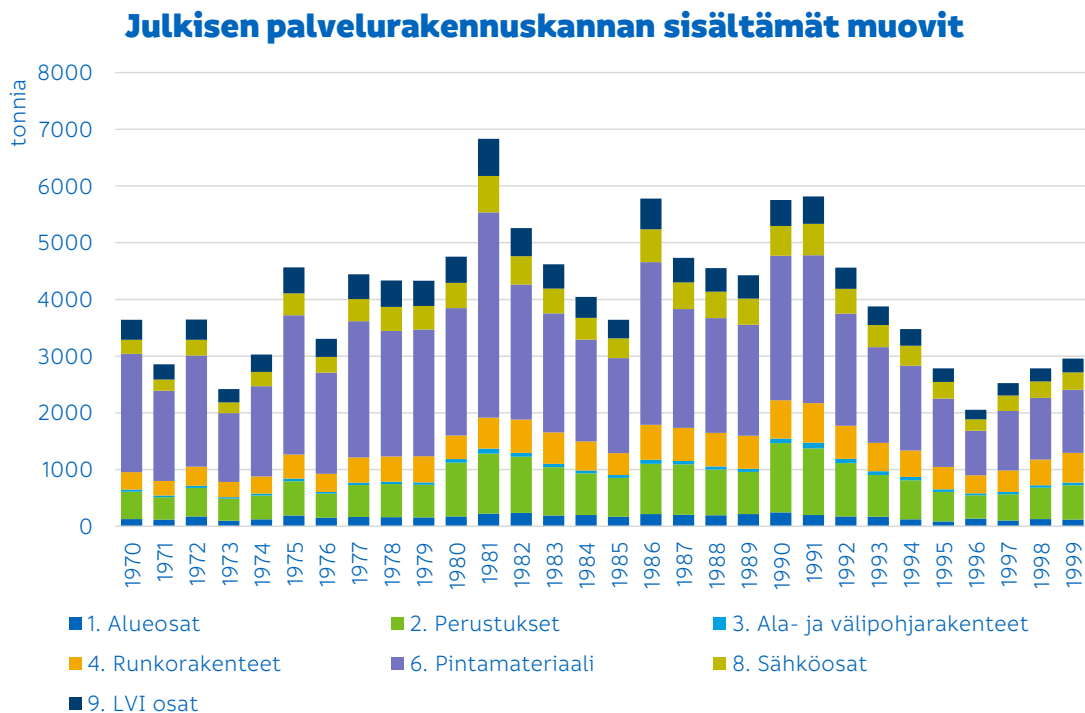
Monet julkiset palvelurakennukset ovat ikänsä puolesta tulleet nyt peruskorjausikään, jolloin niihin täytyy tehdä suuria korjauksia talotekniikkaan ja rakenteisiin. Myös osa julkisista rakennuksista on jäänyt vanhanaikaisiksi, jolloin niiden toiminnalliset tavoitteet on hankala täyttää peruskorjaamalla. Esimerkiksi sairaalarakennusten teknistyminen ja suuremman kerrokorkeuden vaatimus ajaa rakennuksia purkuun tai purkavaan uudisrakentamiseen. Myös koulujen osalta niiden toiminnalliset tarpeet sekä kuntien opetuksenjärjestäminen ovat hyvin erilaisia kuin 1980- ja 1990-luvuilla, ja koulurakennuksia jää tyhjilleen opetuksen keskittyessä suurempiin opetusyksiköihin. Julkisia palvelurakennuksia puretaan eniten Suomessa suhteessa rakennuskantaan.

Kiistatta julkisissa palvelurakennuksissa on ollut paljon home- ja sisäilmaongelmia. Esimerkiksi kouluja on korjattu paljon, mutta aina ongelmista ei ole päästy eroon. Yhä useammin vaihtoehdoksi on tullut vanhan koulun purkaminen ja uuden rakentaminen, eli niin sanottu purkava uudisrakentaminen.

## 2.3. Keskeiset tulokset

Materiaalimäärien laskenta perustuu olemassa olevaan rakennuskantaan ja tässä työssä määritettyihin muovin materiaalitietoihin.

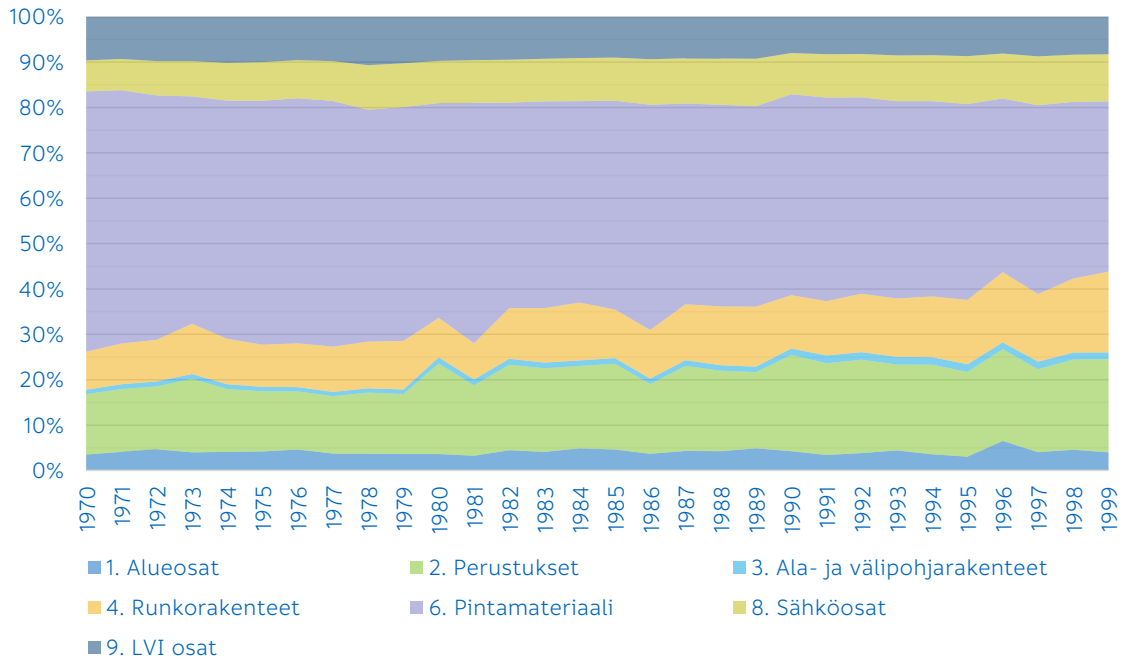
Muovin määrä vuosien 1970–1999 julkisessa rakennuskannassa on noin 122 000 tonnia. Muovien määrä painottuu 1980-luvulle, jolloin julkisia palvelurakennuksia rakennettiin paljon, erityisesti sairaaloita. Sairaaloissa muovin määrä on rakennustyypeistä korkein. Noin 40 prosenttia 1970–1999-rakennuskannan muoveista on 1980-luvun rakennuksissa. 1970-luvun ja 1990-luvun rakennuksissa on noin 30 prosenttia tämän ajanjakson rakennuskannan muoveista.



Kuva 2. Julkisen palvelurakennuskannan sisältämä muovin määrä.

Muovien rakenne on muuttunut 1970-luvulta vuosituhaten vaihteeseen tultaessa. Erityisen suurta muutos on ollut runkorakenteissa sekä pintamateriaaleissa. Runkorakenteissa PUR-eristeen käyttö on yleistynyt, mikä näkyy kasvaneena muovin osuutena runkorakenteissa. Pintamateriaaleissa puolestaan 1990-luvulle tultaessa muovisten lattiapinnoitteiden käyttö väheni muiden lattiamateriaalien yleistyessä, mikä on laskenut pintamateriaalien muovin osuutta.

### Julkisen palvelurakennuskannan sisältämät muovit



Kuva 3. Julkisen palvelurakennuskannan sisältämä muovin määrä.

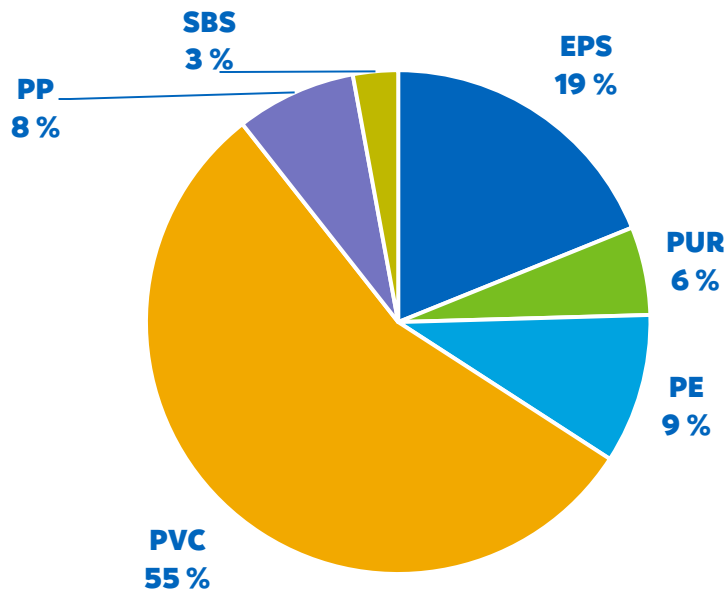
Alla olevassa taulukossa on kuvattu muovin määrä [kg/k-m<sup>2</sup>] julkisessa rakennuskannassa keskeisten tuotteiden mukaan. Muovin määrä rakennuksissa on kasvanut neliötä kohti, mutta kasvu ei ole ollut kovin merkittävä. Muovien määrä on noin 7,3 kg/r-m<sup>2</sup>. Määrä vaihtelee 5,3–10,8 kg/m<sup>2</sup> välillä talotyypistä ja vuosikymmenestä riippuen. Muovin ominais määrä rakennusosittain eri rakennustyypeissä on esitetty taulukossa 1.

Taulukko 1. Muovin ominais määrä eri vuosikymmeninä

	Hoitoalan rakennukset			Kokoontumisrakennukset			Opetusrakennukset		
	70-luku	80-luku	90-luku	70-luku	80-luku	90-luku	70-luku	80-luku	90-luku
1. Alueosat	0,2	0,3	0,4	0,4	0,4	0,5	0,2	0,2	0,3
2. Perustukset	0,7	1,2	2,0	0,9	1,4	2,1	0,8	1,3	1,7
3. Ala- ja välipohjarakenteet	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1
4. Runkorakenteet	0,5	0,8	1,3	0,7	1,0	1,5	0,6	0,7	1,2
6. Pintamateriaali	4,3	4,7	5,4	2,4	2,5	3,2	2,6	2,8	3,4
8. Sähköosat	0,5	0,7	0,9	0,5	0,7	0,9	0,5	0,7	0,9
9. LVI osat	0,6	0,7	0,8	0,6	0,7	0,8	0,6	0,7	0,8
<b>Yhteensä [kg/brm<sup>2</sup>]</b>	<b>7,0</b>	<b>8,4</b>	<b>10,8</b>	<b>5,6</b>	<b>6,9</b>	<b>9,1</b>	<b>5,3</b>	<b>6,6</b>	<b>8,4</b>

Muovista valmistetut rakennustuotteet jaoteltiin työssä eri muovilajeihin ja -jakeisiin. Suurimmat muoviryhmät julkisessa rakennuskannassa ovat muoviset lattiapäällysteet ja varsinkin muoviset lattia- ja märkätilapinnoitteet, jotka ovat tavallisesti PVC-muovia. Märkätiloissa ja pukuhuoneissa muovipinnoitetta käytettiin aiemmin paljon myös seinissä. Toiseksi suurin ryhmä on eristeet ja erityisesti EPS/XPS-routaeristeet. Muovisten routaeristeiden käyttö on ollut hyvin laajaa jo 1970-luvulta lähtien. Kolmanneksi suurin ryhmä on talotekniikan tuotteet ja erityisesti sähköjohtimet ja niissä oleva muovinen kuori. Nämä kolme ryhmää muodostavat 80 prosenttia muovin käytöstä rakennuksissa. Loppuosa julkisen rakennuskannan muoveista jakaantuu pieniin ryhmiin. Esimerkiksi höyrynsulku ja aluskatteet ovat kumpikin vain noin prosentin kaikesta rakennuksessa olevasta muovista, vaikka ovat monessa mielessä puhututtavia muoviosia.

## Muovin jakautuminen muovijakeittain julkisessa palvelurakennuskannassa



Kuva 4. Muovijakeet 1970–1999 rakennetussa julkisessa palvelurakennuskannassa.

Tarkasteluun valittiin rakentamisen muoveista keskeisimmät volyymin ja purettavuuden näkökulmasta. Taulukossa 2 on esitetty muovin jakautuminen Suomen julkisessa palvelurakennuskannassa.

Taulukko 2. Muovin määrä muovijakeittain ja rakennusosittain Suomen julkisessa palvelurakennuskannassa

<b>Rakennusosa</b>	<b>EPS</b>	<b>PUR</b>	<b>PE (PE-HD, LE-LD, PEX yms.)</b>	<b>PVC</b>	<b>PP</b>	<b>SBS</b>	<b>Yhteensä [ton]</b>
<b>1. Alueosat</b>							
1.1 Viemärit ja käyttövesi			200	1 100	100		1 400
1.2 Muut (kaivot ym)			1 300	400	400		2 100
1.3 Salaojat, sadevesiviemäri			300	300	300		900
1.4 Kaukolämpö				400			400
1.5 Johtimet (maakaapelit)			100		100		100
<b>2. Perustukset</b>							
2.1 Routaeristeet	20 300						20 300
2.2 Sokkelilevyt, vedeneristys			190		190	320	700
2.3 Harkot	200						200
<b>3. Ala- ja välipohjarakenteet</b>							
3.1 Ala- ja välipohjaeristeet	1 200						1 200
<b>4. Runkorakenteet</b>							
4.1 Ulkoseinän- ja yläpohjan eristeet	400	6 700					7 000
4.2 Höyrynsulku			1 300		600		1 900
4.3 Aluskate			1 100		500	500	2 100
4.4 Bitumikermikate						2 700	2 700
4.5 Saumaussmassat		200					200
<b>6. Pintamateriaali</b>							
6.1 Lattiapinnoitteet				33 100			33 100
6.2 Märkätilapinnoitteet				24 800			24 800
<b>8. Sähköosat</b>							
8.1 Johtimet			3 000	3 000	3 000		8 900
8.2 Asennustarvikkeet + Johtotiet			400	400	400		1 200
8.3 Asennuskalusteet			400	400	400		1 200
<b>9. LVI osat</b>							
9.1 LV muu	900		2 600	2 600	2 600		8 800
9.2 Käyttövesiputket, suojaputket			100	100	100		400
9.3 Viemärit			700	700	700		2 000
<b>Yhteensä</b>	<b>23 000</b>	<b>6 900</b>	<b>11 690</b>	<b>67 300</b>	<b>9 390</b>	<b>3 520</b>	<b>121 600</b>

# **3 Muovin käytön jaottelu rakennuksittain**

Rakentaminen on muovien toiseksi suurin käyttökohde pakkausteollisuuden jälkeen. Muovien talteenottoa rakennustyömailla ja purkamisessa on kehitetty, mutta talteenotto ja kierrättäminen on kuitenkin vielä melko vähäistä. Tässä työssä keskityttiin rakennuksissa oleviin muoveihin ja niistä purkamisen yhteydessä vapautuvaan muoviin.

## **3.1. Selvityksessä käytettävä talotyyppi- jaottelu**

Työssä tarkasteltiin julkisia palvelurakennuksia ja niiden sisältämiä muoveja. Julkisiin palvelurakennuksiin kuuluvat Rakennusluokituksen luokkiin 06 Hoitoalan rakennukset, 07 Kokoontumisrakennukset, 08 Opetusrakennukset ja 13 Pelastustoimen rakennukset. Nämä rakennusluokat ovat kuitenkin hyvin laajoja ja kukin pitää sisällään keskenään varsin heterogeenisiä rakennuksia. Esimerkiksi kokoontumisrakennukset pitävät sisällään niin kirjastot kuin myös urheiluhallit, jotka ovat keskenään varsin erilaisia rakennuksia niin rakennustapansa kuin käytettyjen rakennusmateriaalien ja ennen kaikkea rakennusmateriaalien ominais määrän ( $m^2/k-m^2$ ,  $kg/k-m^2$  tai  $m^3/m^2$ ) osalta.

Purkamisen kannalta olennaisimmat rakennustyyppitunnistettiin tutkimalla VTJ:n rakennuskannan purkutilastoja. Työn lähtötietojen ja myös mallinnustyökalun painopiste haluttiin suunnata niihin talotyyppisiin, joita on paljon ja joita puretaan paljon.

Purkumuovin määrän analysointi- ja määrittelyvaiheessa käytettiin julkisten palvelurakennusten kolmea talotyyppiä. Osa lähtötiedoista oli saatavilla näillä talotyypeillä, jolloin näiden talotyyppien käyttö jaotteluna oli luontevaa.

Kuvassa 5 on esitetty työssä tarkasteltavat talotyyppit. Työn tavoitteena oli alun perin määrittellä purkumuovin ominaiskäyttömäärät vähintään kolmelle talotyyppiäryhmälle. Työkalun talotyyppiäryhmiksi valittiin kuitenkin tarkemman jaottelun mukaiset talotyyppit. Rakennusten erilaisuuden, rakennusten geometrian ja myös siitä seuranneen muovin ominaiskäytön erilaisuuden takia päädyttiin tarkempaan talotyyppiäjakoon, jotta tulosten ja erityisesti muovin määrän tarkkuutta saatiin paremmaksi. Työkalun käyttäjä pystyy siten valitsemaan suoraan tarkemman tason mukaisen talotyyppin.

Hoitoalan rakennukset	211 Keskussairaalat 213 Muut sairaalat 214 Terveyskeskukset 215 Terveydenhuollon erityislaitokset 219 Muut terveydenhuoltorakennukset 221 Vanhainkodit 223 Kehitysvammaisten hoitolaitokset 229 Muut huoltolaitosrakennukset 239 Muualla luokittelemattomat sosiaalitoimen rakennukset
Kokoontumis- rakennukset	322 Kirjastot ja arkistot 331 Seura- ja kerhorakennukset yms. 342 Seurakuntatalot 349 Muut uskonnollisten yhteisöjen rakennukset 351 Jäähallit 352 Uimahallit 353 Tennis-, squash- ja sulkapallohallit 354 Monitoimihallit ja muut urheiluhallit 359 Muut urheilu- ja kuntoilurakennukset 369 Muut kokoontumisrakennukset
Opetus- rakennukset	222 Lasten- ja koulukodit 231 Lasten päiväkodit 222 Lasten- ja koulukodit 511 Yleissivistävien oppilaitosten rakennukset 521 Ammatillisten oppilaitosten rakennukset 531 Korkeakoulurakennukset 532 Tutkimuslaitosrakennukset 541 Järjestöjen, liittojen, työnantajien yms. opetusrakennukset 549 Muualla luokittelemattomat opetusrakennukset

Kuva 5. Hankkeessa käsitellyt talotyyppit.

### 3.2. Rakennuksissa käytetyt muovijakeet

Työssä selvitettiin, mitkä 1970-, 1980- ja 1990-luvulla rakentamisessa käytetyt keskeiset tuotteet on tehty muovista. Osa tuotteista on valmistettu pääsääntöisesti muovista (esim. muoviputket) ja osa sisältää muoveja (esim. pinnoitteet). Tässä työssä keskityttiin pääsääntöisesti muovista valmistettuihin tuotteisiin, jotka ovat kierrätettävissä.

Työssä selvitettiin, missä rakennusosissa on käytetty minkäkinlaisia muoveja. Muovin käyttöä tarkasteltiin 22 eri rakennusosassa, jotka jaettiin seuraaviin rakennusosaryhmiin:

- Talon alueosat
- Perustukset
- Ala- ja välipohjarakenteet
- Runkorakenteet
- Pintamateriaalit
- Sähköosat
- LVI-osat



Muovien jakaminen rakennusosiin toteutettiin kirjallisuus- ja laadullisena tutkimuksena. Eri aikoina käytettyjä rakenne- ja rakennustuoteratkaisuja selvitettiin perustuen rakennustapaselostuksiin ja tutkimusraportteihin rakentamisen purkujätteen laaduista sekä purkuselvityksiä. Selvitystä täydennettiin asiantuntijahaastatteluin.

Rakentamisessa käytettävät eri muovilajit ovat vuosikymmenten aikana myös vaihtuneet. Työssä ei keskitytty jakamaan muovin määrää tarkasti eri muovilajeihin, vaan eri rakennusosien muovijakeiden määrä jaettiin olettamuksen mukaan eri muovilajeihin. Muovilajien tarkastelu vaatii aina rakennuskohtaisen tarkastelun purkamisen yhteydessä purkukartoituksen yhteydessä.

Tyypillisimpiä rakentamisessa käytettyjä muovilajeja ovat polyvinyylidikloridi (PVC), polyeteeni (PE-HD, PE-LD ja PEX), polypropeeni (PP), polyuretaani (PUR), polystyreeni (EPS ja XPS), sekä muut muovilajit.

Eniten käytetty muovilaji Suomessa on PE-LD, joka on kalvomuovi. PE-LD on uudisrakennustyömailla tavallisin muovijäte, jota syntyy rakennustuotteiden pakkausmateriaaleista. Rakennusmateriaaleissa PE-LD:tä käytetään erityisesti höyrynsulkumuoveissa ja aluskatteissa. (Kinnunen & Kupiainen 2019; viitattu lähteeseen Järvinen 2016.)

Toiseksi käytetyin muovi on PP eli polypropeeni. PP-homopolymeerin käyttökohteita ovat rapisevat pakkauspussit ja -kääreet. Lisäksi siitä valmistetaan monipuolisesti muun muassa teollisuussuursäkkejä, köysiä, mattoja, urheiluvaatteita ja juomapullon korkkeja. Rakentamisessa sitä käytetään tavallisesti taloteknisissä tuotteissa, kuten muoviviemäreissä, ilmanvaihdon muoviputkissa sekä sähkökalusteissa (Kiviranta 2021; Kinnunen & Kupiainen 2019; viitattu lähteeseen Järvinen 2016.)

PE-HD:n suurimpia käyttökohteita ovat putket, kalvot, ruiskuvaletut tuotteet sekä puhallusmuovatut tuotteet. PE-HD:sta valmistetaan kiinteistöjen talotekniikkaa, kastelukannuja, muovikanistereita ja pesuainepulloja. PE-HD:llä on PP-homopolypropeeniin verrattuna huonompi lämmönkesto ja liukkaampi pinta. Rakentamisessa sen käyttökohteita ovat erityisesti sähkö-, vesi- ja salaojaputket. (Kinnunen & Kupiainen 2019; viitattu lähteeseen Järvinen 2016.)

PVC on yleinen muovilaji, jossa kuitenkin on mukana merkittäviä määriä lisäaineita. PVC:ssä on muovilajeista eniten lisäaineita, jopa 50–60 prosenttia tuotteen kokonaismassasta. PVC:tä käytetään laajasti esimerkiksi putkissa, letkuissa, ikkunoissa, lattioissa, tapeteissa, sähköjohtojen päällysteissä ja erilaisissa kalvoissa ja levyissä. Pehmeää PVC:tä, jossa on usein mukana erilaisia ftalaatteja, käytetään eniten kaapeleissa, kalvoissa ja lattiapinnoitteissa. Rakennusten purkumuovien näkökulmasta PVC:tä on erityisesti lattiamatoissa sekä talotekniikan tuotteissa. (Kauppi ym. 2019; viitattu lähteeseen Järvinen, 2016.)

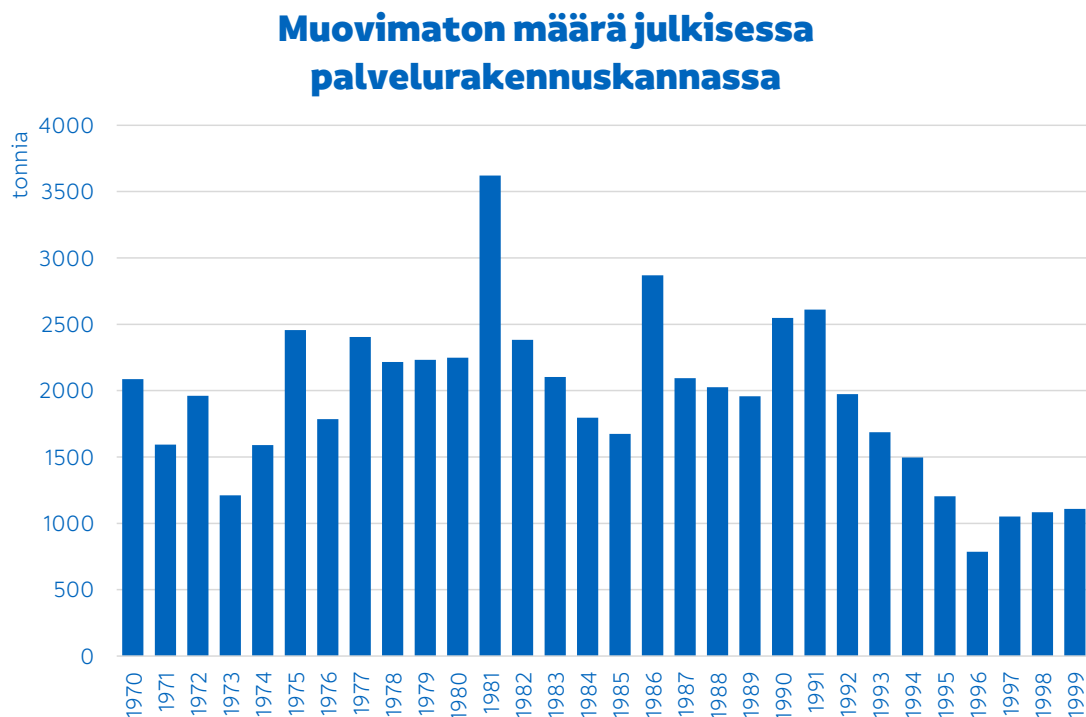
Rakentamisen kannalta hyvin keskeisiä ovat polystyreenistä paisuttamalla valmistetut EPS-lämmöneristeet. Eristeen umpisoluihin rakenteisiin saadaan aikaan pentaanin avulla, joka korvautuu valmistuksessa ilmalla. EPS:n raaka-aine on öljy, jota on lopullisessa tuotteessa kaksi prosenttia tilavuudesta (loput ilmaa). XPS-eristeet saavat levymäisen muotonsa

suulakepuristetusta polystyreenistä, jonka solurakenne on yhtenäinen ja suljettu. EPS- ja XPS-eristeitä käytetään lämmöneristyksen lisäksi äänenvaimennuksessa, lisälämmöneristämässä ja korjaus- ja uudisrakentamisen teknisinä eristeinä. Eristeiden käyttökohteita ovat niin lattiat, katot, seinät kuin routaeristeetkin. (Zhu ym. 2022.)

Myös polyuretaania (PU/PUR) käytetään talonrakentamisessa eristeissä. PU-eristeet ovat solumuovieristeitä, joiden pääraaka-aineet ovat isosyanaatti- ja polyolihdisteet sekä punneaine. PUR-eristeiden valmistus pohjautuu polyuretaaniin, jonka lisäksi valmistuksessa käytetään apuaineita, kuten polysiloksaaniyhdisteitä. Rakentamisessa käytetään erilaisia pinnoitettuja tai pinnoittamattomia PIR- ja PUR-eristelevyjä sekä ruiskutettavia PU-tuotteita. PU-eristeiden paloneston parantaminen ei ole perustunut palonestoaineisiin, vaan materiaalin pinnoittamiseen. Pinnoitteena on yleensä paperi, muovi tai alumiinilaminaatti. Nykyään palonestoaineena käytetään ainakin organofosfaattipalonestoaineita, kuten tris(1-kloori-2-propyyli) fosfaattia. PU-eristeitä käytetään esimerkiksi katto-, seinä- ja sokkelirakenteina ja teollisuusrakennusten lämmöneristeinä. (Zhu ym. 2022.)

### 3.2.1 Lattiapäällysteet

Lattiapäällysteet ovat yksi keskeisistä tarkasteluajan rakennusten muovia sisältävistä rakennusmateriaaleista. Muovimattojen käyttö oli hyvin suurta 1970-, 1980- ja 1990-luvuilla. Varsinkin julkisessa rakentamisessa, joissa latioilta tarvitaan paljon kulutuskestävyyttä ja huollettavuutta tai siivottavuutta, on muovimattoja käytetty paljon. (Lahdensivu 2022.) Muovimattojen määrän on arvioitu olevan noin 33 000 tonnia vuosien 1970–99 julkisessa palvelurakennuskannassa, mikä on noin 2,0 kg/m<sup>2</sup>.



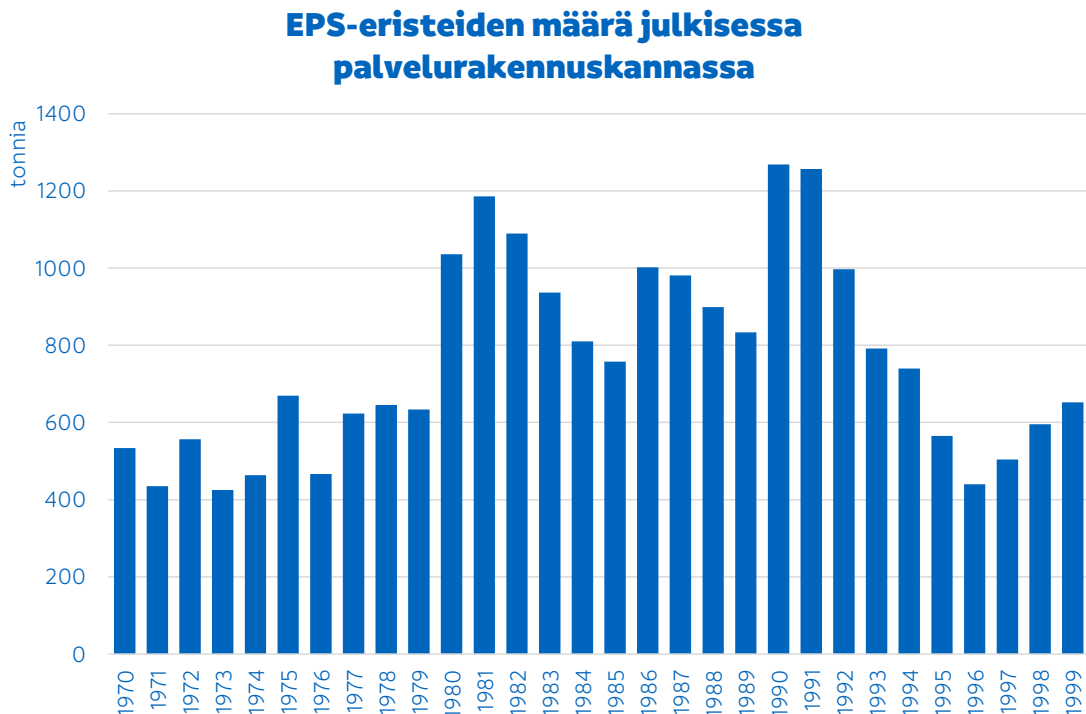
Kuva 6. Muovimaton määrä 1970–1999 rakennetussa julkisessa palvelurakennuskannassa.

Muovipäällysteitä on käytetty paljon myös märkätilojen ja pukuhuoneiden seinissä. Hoitoalan rakennuksissa on paljon märkätiloja ja pukuhuoneita ja siksi varsinkin hoitoalan rakennuksissa on paljon muovipäällysteitä. Muovimattojen määrän märkätiloissa on arvioitu olevan noin 25 000 tonnia vuosien 1970–99 julkisessa palvelurakennuskannassa, mikä on noin 1,5 kg/m<sup>2</sup>. Muovimaton käyttö korostuu muutenkin hoitoalan rakennuksissa niiden hyvän hygienian ja puhtaanapidon takia. Muovimattojen yhteinen määrä 1970–1999 rakennetussa julkisessa palvelurakennuskannassa on esitetty kuvassa 6.

Muovimattojen keskimääräinen tekninen elinikä on noin 30 vuotta. Useissa kohteissa, erityisesti tarkasteluajan alkupään kohteissa, muovimatot on jo korvattu uusilla. Hyvin usein lattianpäällysteissä muovimatto vaihdetaan uuteen muovimattoon, joten alkuperäinen määrä on rakennuksissa pysynyt varsin samansuuruisena. Muovimaton vaihdon yhteydessä vanha matto poistetaan, joten muovimattoa on vain yhden asennuskerran verran. (Lahdensivu 2022; Lauronen 2022.)

### 3.2.2 Eristeet

Muoviset lämmöneristeet ovat volyymiltään yksi keskeisimpiä muovin määriä rakennuksissa. EPS- ja XPS-eristeitä on käytetty kattavasti jo 1970-luvulta saakka routaeristeinä. Routaeristeiden käyttö on lisääntynyt, mutta määrä oli suurta jo 1970-luvulla. EPS-eristeiden määrä 1970–1999 rakennetussa julkisessa palvelurakennuskannassa on esitetty kuvassa 7.



Kuva 7. EPS-eristeiden määrä 1970–1999 rakennetussa julkisessa palvelurakennuskannassa.

EPS-eristeitä käytetään perustusten routaeristeinä, maanvaraisen laatan eristeinä sekä pihan ja katettujen ulkoalueiden routasuojaukseen. Pääosin EPS-eristeiden määrä tulee rakennuksen routaeristeistä. EPS-eristeiden käyttö rakennusten maanpinnan yläpuolisella osalla on vähäisempää ja tavallinen käyttökohde ovat talotekniset eristeet. Ulkoseinän ja yläpohjan eristeinä EPS on Suomessa suhteellisen vähän käytetty ratkaisu, vaikka se on muualla Euroopassa hyvinkin tavallinen materiaali. EPS- ja XPS-eristeitä käytetään erityisesti routaeristeinä kaikissa rakennuksissa varsin laajasti. (Lahdensivu 2022)

EPS- ja XPS-eristeiden määrän on arvioitu olevan noin 23 000 tonnia vuosien 1970–99 julkisessa palvelurakennuskannassa, mikä on keskimäärin noin 1,4 kg/m<sup>2</sup>. Määrä on kasvanut merkittävästi tarkastelujakson aikana. 1990-luvulla EPS- ja XPS-eristeiden määrä on yli kaksinkertainen neliötä kohti verrattuna 1970-lukuun. Muovien määrän kasvu johtuu käytön yleistymisestä ja eristeiden määrän lisäämisestä.

PUR-eristeiden käyttö on alkanut yleistyä 1970-luvun alkupuolelta lähtien. PUR:in käyttö on kuitenkin ollut vielä 1970-luvulla hyvin pientä. 1980-luvulla PUR:in käyttö kasvoi ja pysyi suunnilleen samansuuruisena aina 1990-luvun loppuun saakka. PUR-eristeiden määrän on arvioitu olevan noin 6 900 tonnia vuosien 1970–99 julkisessa palvelurakennuskannassa, mikä on keskimäärin noin 0,4 kg/m<sup>2</sup>. PUR:in käytön määrittelyn ongelma yksittäisessä rakennuksessa on, että joko PUR:in määrä on erittäin suurta tai sitä ei ole käytännössä ollenkaan.

EPS- ja PUR-eristeitä on myös eristeharkoissa. Eristeharkkoja käytetään kellarityyillisissä pienemmissä rakennuksissa. Määrältään eristeharkkojen määrä on kuitenkin hyvin pieni.

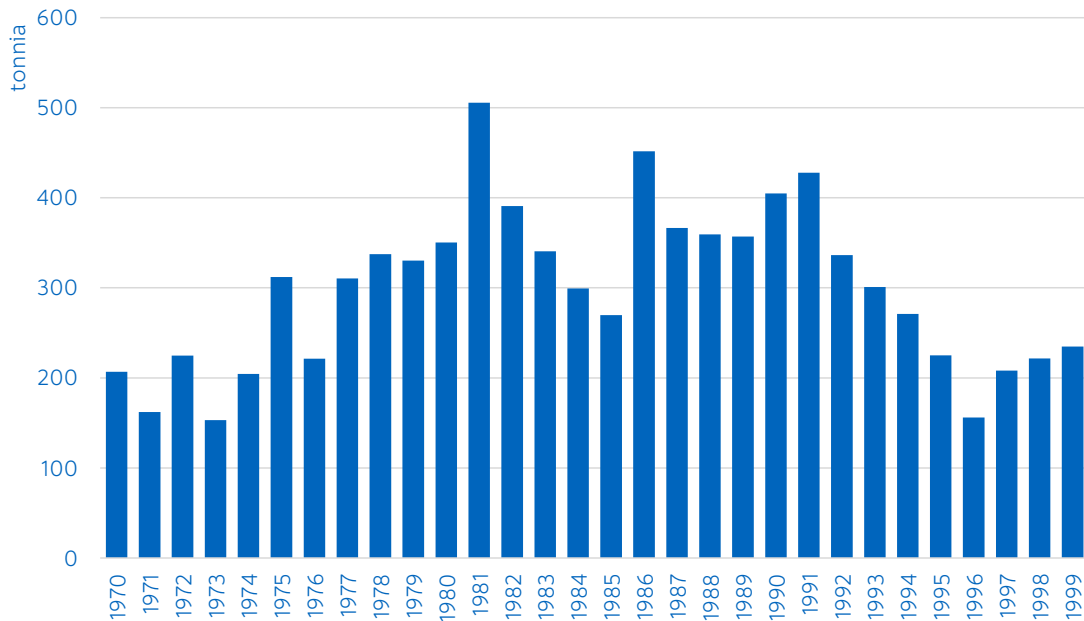
### **3.2.3 Talotekniikka**

Talotekniikassa muovien käyttö on hyvin moninaista ja niiden määriä onkin vaikea arvioida tarkasti. Talotekniikassa on myös tuotteita, joita tulee rakenteiden sisään tai niitä valetaan betoniin, jolloin niiden purettavuus on käytännössä mahdotonta.

Keskeinen osa talotekniikan muoveista on sähköjohtimien suojakuorissa. Ne muodostavat talotekniikan muoveista kolmanneksen ja ovat vuosien 1970–1999 julkisessa rakennuskannassa yhteensä noin 8 900 tonnia. Johtimet ovat tyypillisesti helppoja kierrättää, koska johdot sijaitsevat erillisesti ja ne kerätään johtimien kuparin takia erikseen talteen. Johtimien lisäksi asennustarvikkeissa ja -kalusteissa on paljon muovia. Sähköjohtimien sisältämä muovin määrä 1970–1999 rakennetussa julkisessa palvelurakennuskannassa on esitetty kuvassa 8.

Talotekniikan laitteet, kuten sähkökaapit tai lämmitysjärjestelmälaitteet, puretaan erillisesti, jolloin niiden muovit menevät kierrätykseen laitteiden mukana. Laitteiden mukana tai sisällä meneviä muoveja ei ole tässä työssä laskettu mukaan purkumuoveihin, koska järjestelmät kierrätetään erikseen.

### Muovin määrä sähköjohtimissa julkisessa palvelurakennuskannassa



Kuva 8. Muovin määrä sähköjohtimien suojakuorissa 1970–1999 rakennetussa julkisessa palvelurakennuskannassa.

Talotekniikassa on paljon erilaisia putkia, kuten viemäreitä ja käyttövesiputkia. Varsinkin viemäreissä (niin ulkona kuin rakennuksessa) muovin määrä on merkittävä. Tässä työssä ei otettu huomioon lattialämmitysputkia, koska niiden purkaminen betonista tai valusta on käytännössä mahdotonta.

#### 3.2.4 Muut muovin käyttökohteet

Loppuosa julkisen rakennuskannan muoveista jakaantuu pieniin ryhmiin, esimerkiksi höyrynsulku ja aluskatteet ovat kumpikin vain noin prosentin kaikesta rakennuksessa olevasta muovista, vaikka ovat monessa mielessä puhuttu muoviosa.

## 4 Purkuprosessi ja muovin kierrätys

Valtakunnallisessa jätesuunnitelmassa 2027 on tavoitteena vähentää rakentamisesta syntyvää jätemäärää, lisätä rakennus- ja purkujätteen hyödyntämistä materiaalina vähintään 70 painoprosenttia sekä hyödyntää rakentamisen jätteitä riskit halliten. Rakentamisen jätteet on yksi jätesuunnitelman painopistealueista, koska siinä on haasteita erityisesti haitallisuuden vähentämisen ja kierrätyksen edistämisen suhteen. Myös aiemmassa jätesuunnitelmassa rakentamisen jätteet olivat yksi painopistealueista. (Ympäristöministeriö 2022.)

Kuntien purku-urakoissa painotetaan usein hintaa muiden vaatimusten yli. Näin purku-urakan voittaa halvimman hinnan tarjonnut purku-urakoitsija. Halvalla purkaminen johtaa siihen, että purkaminen toteutetaan raskaspurkuna, jolloin jätejakeiden erilleen lajittelu ja erilliskeräys jää vähäiseksi. Mikäli tarjouspyynnössä edellytettäisiin erilliskeräystä ja kierrätysasteen nostoa, rakentamisen kiertotalous vauhdittuisi nykyisestä. (Vestu 2022.) Kuntien välillä on kuitenkin eroja hankintamenetelmissä ja esimerkiksi Helsingin kaupunki sisällyttää purkutarjouspyyntöihin vähimmäisvaatimuksia muun muassa rakennusjätteen kierrättämiselle.

Jätesuunnitelman mukaan rakentamisen jätteiden osalta on tarvetta uudelleenkäyttökeskuksille ja lajittelulaitoksille. Myös syntypaikkalajittelua on lisättävä sekä parannettava haitallisia aineita sisältävien jakeiden tunnistamista ja käsittelyä. Orgaanista ainetta sisältävien jakeiden käsittelyyn vaaditaan uusia innovaatioita, koska niitä ei voida sijoittaa kaatopaikalle orgaanisen jätteen kaatopaikkasijoituksen rajoittamisen vuoksi. Suomen ympäristökeskus (SYKE) onkin laatinut ohjeistuksen pysyvien orgaanisten yhdisteiden (POP-yhdisteiden) tunnistamisesta. Opas ilmestyy alkuvuodesta 2023. POP-yhdisteitä on myös rakentamisessa paljon. (Ympäristöministeriö 2022.)

Jätedirektiivin mukainen tavoite on hyödyntää 70 prosenttia purkujätteestä. Jätedirektiivissä viitataan vaarattomaan rakennus- ja purkujätteeseen, eli tavoitteeseen pääsemiseksi täytyy myös tunnistaa haitalliset ja vaaralliset jätteet kokonaismassasta. Suomessa ei olla päästy tähän tavoitteeseen, sillä rakennus- ja purkujätteen kierrätysasteen on arvioitu olevan noin 58 prosenttia. Rakennustuotteiden ja -osien uudelleenkäyttöä ja kierrätystä onkin vielä tehostettava. Tunnistamalla jätelajit paremmin ja tehostamalla kierrätystä säästetään myös neitseellisiä luonnonvaroja. (Kauppi ym. 2019; Ympäristöministeriö 2022.) Suomessa yhtenä keskeisenä haasteena kierrätysasteen nostolle on korkea puun osuus rakennuskannan materiaaleista. Suomessa puu päätyy hyvin usein lämmitysenergiaksi, mikä ei ole kierrätystä.

Suomessa rakennusosien uudelleenkäyttö on ollut yksittäistä ja satunnaista. Esimerkiksi hallirakennuksista on saatettu uudelleenkäyttää pelkkä runko. Jonkin verran on uudelleenkäytetty myös julkisivua, yläpohjaa sekä ikkunoita ja ovia. Esimerkiksi hallirakennusta

purettaessa voitaisiin kuitenkin uudelleenkäyttää kaikki muut rakennusosat paitsi perustukset, alapohja ja yläpohjan vesikate (bitumikermi). (Zhu ym. 2022.)

Materiaalien uudelleenkäytön kannalta purettavilla tuotteilla tulisi olla jo tiedossa lopullinen käyttökohde sillä hetkellä, kun tuotteet puretaan. Purkuhanke on tavallisesti eri hanke kuin uudishanke. Purkavassa uudisrakentamisessa tämä näyttäytyy siten, että tontilta purettavan rakennuksen urakoitsijalla ei ole ilman erillistä ohjeistusta syytä purkaa rakennustuotteita ehjänä pois uudelleenkäyttöä varten. (Lehtonen 2022.) Rakennusosien uudelleenkäytössä sellaisenaan on vielä paljon selvitettävää ja kehitettävää; on mm. määritettävä yhteisesti sovitut toimintatavat rakennusosien kelpoisuuden osoittamiselle. Tällä hetkellä rakennustuotteiden puhdas uudelleenkäyttö onkin erittäin vähäistä ja on rajoittunut lähinnä pilottihankkeisiin.

Viralliset jätetilastot ovat tällä hetkellä hyvin puutteellisia, minkä vuoksi jätteiden määräärvioita on tällä hetkellä vaikea tehdä. Suuri osa rakentamisen purkumuoveista päättyy tällä hetkellä polttoon rakentamisen sekajätteen joukossa, eikä muoveista kerättävä tieto näin ollen ole täsmällistä. Mahdollinen tuleva purkumateriaalin selvitysvelvollisuus parantaa tietoa kertyvän jätteen määrästä ja laadusta. (Lehtonen 2022.)

## **4.1. Muovin kierrätyksen nykytila rakennuksen purkamisen yhteydessä**

Rakennuksen purkumuoveilla on jäteasetuksen 16§ mukaisesti erilliskeräysvelvoite. Toistaiseksi vain osaa muovilajeista voidaan Suomessa kierrättää teollisen tuotannon mittakaavassa. Muovien haasteena on myös tavallisesti niiden verrattain pieni volyymi kokonaispurkujätteestä. Purkumateriaaleista maksetaan tonniperusteista hintaa ja muovit ovat tiheydeltään pieniä ja kevyitä. Pienestä volyymistä huolimatta muovien kierrätyksellä voi olla resurssitehokkuuden kannalta merkitystä. (Lehtonen 2019; Lehtonen 2022.)

Rakentamisen kiertotalouden edistämiseksi ja purkumateriaalien kierrätysasteen nostamiseksi on tärkeää tuntea rakennuskanta ja purkuun tulevat kohteet ennalta. Suurivolyymisten jätevirtojen tunnistaminen luo edellytyksiä kiertotalouden prosessien kehittämiseksi.

Rakennustyömailla syntyvän muovijätteen seuranta on tällä hetkellä vähäistä ja muovien jäljitettävyydessä on parannettavaa. Vaikka rakentaminen on yksi muovien käytön suurimpia kohteita, on muovin talteenotto ja kierrättäminen melko vähäistä. Muovien keräys painottuu puhtaisiin muovijakeisiin (Kärhä 2022).

Useilla työmailla muovijäte menee energiäjätteeksi, koska työmailla ei ole tilaa erilliselle muovien keräysastialle, sen erilliskeräyksestä aiheutuu kustannuksia ja kierrätysmuovin arvoketju ei ole kehittynyt. Kun otetaan huomioon pelkät purkutyömaat, muovijätteen kokonaismäärä on yleensä melko vähäinen ja se sisältää useita eri muovijakeita, minkä vuoksi muovijätettä ei yleensä kerätä erilleen. Toinen syy muovien kierrättämättömyydelle on muovien likaisuus. Helpoimmin kierrätettäviä olisivat erilaiset pakkaus-, kalvo- ja

kertakäyttömuovit (PE-LD-muovit). (Zhu ym. 2022.; Lehtonen 2022; Vestu 2022.) Kalvomuoveja ei purkutyömailla kuitenkaan juuri synny.

Tarkett Group on kehittänyt maailmalla ja myös Suomessa muovisten lattiapinnoitteiden kiertotaloutta ja yrityksellä on käynnissä suuret investoinnit nimenomaan vanhojen lattiapäällysteiden keräykseen ja kierrätykseen. Vuonna 2021 Pohjoismaissa kerättiin yhteensä 900 000 kg muovimattojen asennushukkaa Tarkettin toimesta ja suunnilleen saman verran käytöstä poistettuja lattioita. Suomessa tästä määrästä kerättiin noin 55 000 kg. Tällä hetkellä Tarkettin muovimatoissa on keskiarvoisesti 18 prosenttia kierrätettyä materiaalia, homogeenisissa muovimatoissa jopa 22,5 prosenttia. Yrityksen tavoitteena on nostaa kierrätysmateriaalin osuus kaikissa lattiapäällystystuotteissa 30 prosenttiin vuoteen 2030 mennessä. (Lauronen 2022.)

Haitallisten ftalaattien poistuminen rakennuskannasta ja kierrosta nostaa kierrätettävissä olevien muovimattojen määrää rakennuskannassa. Tällä hetkellä Suomessa puretaan noin 800 000 neliometriä muovimattoja vuodessa, josta hieman yli puolet ovat kierrätettävissä olevia ftalaattittomia lattiapäällysteitä tai DINP-ftalaatilla pehmitettyjä, joita voidaan myös kierrättää. Loppuosa on DEHP-ftalaateilla pehmitettyjä lattiapäällysteitä, jotka tulee poistaa materiaalikierrasta. DEHP:n käyttö loppui vuonna 2000 ja vuoteen 2030 mennessä DEHP on lähes poistunut rakennuskannastamme. Kierrätettävissä olevan muovimaton määrä kasvaa jatkuvasti. (Lauronen 2022.)

**Muovimattovalmistaja Tarkett on panostanut vanhojen materiaalien hyötykäyttöön. Purkuprosessia mukautetaan työmailla niin, että muovi saadaan kerättyä.**

Suomessa ei ole toistaiseksi styreenipolymeerien tai PVC-muovin kierrätystoimintaa. Vielä ei hallita näiden muovilajien haitta-aineriskejä. Toistaiseksi vain sellaisia muovilajeja, joiden volyyymi on riittävän suuri, on pidetty kiinnostavina mekaanisen kierrätyksen kannalta. Kemiallisen kierrätyksen toteutuminen taas edellyttää vielä teknologista kehitystyötä. (Kauppi ym. 2019.) Finnfoam rakentaa parhaillaan uutta kemiallisen kierrätyksen laitosta Saloon. Sen avulla polystreenin kierrätys tulee mahdolliseksi. Kierrätyslaitos otetaan käyttöön keväällä 2023. Laitoksen valmistumisen myötä myös likaisia ja haitallisia yhdisteitä sisältäviä polystreenejä pystytään kierrättämään, mikä onkin tällä hetkellä kenties suurin polystreenin kierrätyksen haaste. Laitos keskittyy aluksi hyödyntämään leikkuujätettä kiertomuovin raaka-aineena ja myöhemmin myös purkumuoveja.

**Purkutyömailla syntyvän muovijätteen kokonaismäärä on vähäinen ja se sisältää useita eri muovilajeja. Muovit myös sekoittuvat purkuprosessissa, mikä tekee kierrättämisestä hankalaa.**



Purkutyömailla syntyvät yleisimmät muovijätteet ovat eristeet, putki- ja johtorakenteet, höyrynsulkumuovit ja muovimatot. Myös pinnoitteissa, listoissa ja kalusteissa on muovia. Osa nykyisin käytetyistä muoveista on mahdollista erottaa purkutyön yhteydessä. Näitä muoveja on yleensä käytetty tuotteina tai tuotteiden osina. Yleisesti käytetyistä muoveista tällaisia ovat muun muassa PE ja PP. Muovin erottaminen muista materiaaleista voi silti olla vaikeaa, jos tuotetta ei ole suunniteltu kierrätettäväksi. Suuri osa rakennusten muoveista on myös hartseissa ja sideaineissa ja niitä on vaikea erottaa ja kierrättää. Tällaisia muoveja on esimerkiksi maaleissa, liimoissa, levyjen, katteiden ja eristeiden sideaineissa ja vahvisteissa. Näiden muovien suuri osuus rakennuksissa vaikeuttaa kierrättämistä ja tähän tarvitaan lisäksi lisäkapasiteettiä sekä uusia innovaatioita. (Häkkinen ym. 2019; Lehtonen 2019.)

Suurin osa muoveista purkutyömailta päättyy tällä hetkellä energianhyödyntämiseen. Purkumuoveilla onkin tärkeä osa energianlähteenä, minkä vaikutus korostuu energian korkean hinnan aikana. Rakennus- ja purkutyömailla muovit kerätään pääsääntöisesti sekalaisena rakennusjätteenä tai sekalaisena energiajätteenä. Sekalainen rakennusjäte toimitetaan rakennusjätteen kierrätyslaitoksille, joissa kierrätyskelpoiset jakeet erotellaan erilleen. (Häkkinen ym. 2019; Lehtonen 2019; Lehtonen 2022.)

**Purkumuovin energiahyötykäyttö on tällä hetkellä merkittävää. Kiinnostus hankalaan ja kalliiseen kierrätykseen on matala ja kysyntä polttokelpoiselle muovijätteelle puolestaan korkea.**

Lassila & Tikanojan Merikarvian kierrätyslaitoksella yhden muovierän minimimäärä on 5 tonnia. Yksittäisten rakennusten purussa syntyy harvoin 5 tonnin kertaeriä homogeenista muovimateriaalia. Kierrätysmateriaalia ei voi myöskään hirveästi varastoida, mutta kierrätykselle on oma terminaaliverkostonsa olemassa. Näin yksittäisten rakennusten purkujätteet voidaan kerätä kuljetuksen kannalta hieman suurempiin kertaeriin. (Kempainen 2022.)

## 4.2. Muovin purku ja kierrätys rakennusten eri osista

Muovin purkuun, erilliskeräykseen ja kierrätykseen vaikuttaa huomattavasti muovin sijainti ja laatu. Suuri osa muoveista on likaisia niiden sijainnin tai niiden yhteydessä olevien muiden rakennusosien takia (esimerkiksi maan alla olevat muovit ja betoniin liimatut tai asennetut muovit), ne ovat kontaminoituneet (viemäriputket) tai niitä on kerralla vain pieniä määriä. Moni tuotteista on tällä hetkellä hyvin vaikeasti kierrätettävissä taloudelliset rajat huomioon ottaen. (Kempainen 2022; Kärhä 2022.)

Työssä on tarkasteltu muovin kierrätyspotentiaalia nykytilan mukaisesti. Muovien kierrätysteknologiat kehittyvät ja ne mahdollistavat tulevaisuudessa kierrätysasteen nostamisen.

## 4.2.1 Alueosat

Rakennuksen alueosissa käytetyt muovit koostuvat pitkälti taloteknisistä järjestelmistä, eli rakennuksen viemäroinnistä, hulevesien hallinnasta sekä kaukolämmityksestä. Lisäksi alueosiin kuuluvat salaojat ja maakaapelit. Rakennusta purettaessa kaikki tontilla olleet rakennusmateriaalit puretaan, myös alueosat. Rakennuksen kokonaispurku tehdään raskaspurkuna koneellisesti.

Alueosien purkamisessa haasteeksi nouseekin muovin riittävä puhtaus. Monesti alueosilta kerätty muovi tulee pestä, jotta se olisi kierrätettävissä. Viemäriputkien kierrätystä hankaloittaa niiden hygienia. Viemäriputket ovat tavallisesti kontaminoituneet ja näin ollen kierrätys vaatii syväpuhdistusta ja desinfiointia. Alueosissa on käytetty paljon PVC-muoveja.

Alueosat	
Viemärit, käyttövesi, kaivot, salaojat, sadevesiviemärit, kaukolämpöjohdot, maakaapelit	
Purettavuus	Kierrätettävyys
Tontti putsataan kattavasti, myös maanalaiset osat puretaan	Monet alueosien muovituotteista saadaan kierrätettävässä muodossa
Purettaessa muovia rikkoontuu	Rikkoutunut ja sekoittunut muovi ei ole (helposti) kierrätettävissä
Maakaapelit, kaukolämpöjohdot ja kaivot saadaan eroteltua	Maakaapeleiden, kaukolämpöjohtojen ja kaivojen kierrättäminen on mahdollista
Muovi täytyy saada eroteltua riittävän puhtaana	Osa tuotteista on likaisia, varsinkin muoviputket
	Kontaminoituneet muovit (lähinnä viemärit) pitäisi desinfioida, jotta niistä saadaan uusiokäyttöön sopivaa raaka-ainetta

## 4.2.2 Perustukset

Rakennuksen perustusten muovit koostuvat pitkälti routaeristeistä ja alapohjan laatan eristeistä. Perustuksiin kuuluu lisäksi sokkelin vedeneristys ja harkot. Alapohjat ja perustukset puretaan koneellisesti raskaspurkuna. Raskaspurussa alapohjien eristeet rikkoontuvat usein ja sekoittuvat maa-ainekseen. Eristeisiin myös tarttuu tai jää muuta materiaalia kuten betonia.

Varsinkin eristeiden osalta haasteeksi nousee muovin riittävä puhtaus ja rikkoontuminen. Lisäksi vanhoissa eristeissä on yhdisteitä, jotka eivät ole kierrätettävissä.

Perustuksissa (eristeissä) muovia on paljon, joten eristeiden kierrätyksellä olisi suuri potentiaali.

Perustukset	
Routaeristeet, sokkelilevyt, vedeneristys, harkot	
Purettavuus	Kierrätettävyys
Alapohjan laatta ja perustukset puretaan yleensä viimeisenä, jolloin ne ovat vahingoittuneet muun purun aikana. Routaeristeet rikkoutuvat helposti purun yhteydessä.	Osa eristeistä saadaan purettua riittävän puhtaana ja ehjänä
Routaeristeet ovat helposti likaisia ja niihin on tarttuneena muuta materiaalia, erityisesti betonia	Tällä hetkellä Suomessa ei ole likaista purku-EPS:iä vastaanottavia kierrätyslaitoksia
Eristeharkkojen erottelu hankaloituu, koska ne ovat osittain betonissa kiinni (esim. eristeharkot)	Vanhat N- ja R-laatuiset EPS-levyt menevät pyrolyysiin. Eristeet voivat sisältää haitallisia yhdisteitä kuten POP-yhdisteitä, HFC-kaasuja, ponneaineita tai bromia
Alapohjissa on usein käytetty muovia betonilaatan alla, jolloin muovin erottelu ei ole mahdollista	Erityisesti vanha EPS on arka UV-valolle, mikä tulee huomioida välivarastoinnissa
	Finnfoamin kemiallisen kierrätyksen laitos valmistuu 2022. Lähitulevaisuudessa likaisten EPS-eristeiden kierrätys helpottunee. Suuren volyymin vuoksi EPS-eristeiden kierrätyksellä on erittäin suuri potentiaali.

### 4.2.3 Runkorakenteet

Rakennuksen rungon muovit koostuvat ulkoseinän ja yläpohjan eristeistä sekä höyrynsulusta ja aluskatteesta. Lisäksi rakenteisiin kuuluu muun muassa saumaussmassat, jotka on purettava erikseen. Myös runkorakenteita purettaessa purkumuovien riittävä puhtaus tai sekoittuminen muihin materiaaleihin hankaloittaa niiden kierrätystä. Kaikki muovit eivät ole eroteltavissa koneellisesti vaan purettaessa joudutaan tekemään käsityötä. Höyrynsulku- tai aluskatemuovien määrät ovat pienet, joten purun kustannus muovikiloa kohden on suuri.



Kuva 9. Höyrynsulkumuovia sekoittuneena eristeisiin Tasanteen päiväkodilla. (Tuomas Laitinen 2022.)

Höyrynsulkumuovit ja aluskatteet olisivat kalvomuoveina otollisia kierrätettävyyden kannalta. Ne ovat kuitenkin usein kiinni rakenteissa ja piilossa toisten materiaalien takana. Näiden purkaminen vaatisi kallista käsipurkua. Höyrynsulkumuovien pieni määrä purettavassa rakennuksessa tekee talteenotosta ja kierrätyksestä taloudellisesti kannattamatonta. (Kärhä 2022.)

<b>Runkorakenteet (ulkoseinä, julkisivu ja katto)</b>	
<b>Ulkoseinän ja yläpohjan eristeet, höyrynsulku, aluskate, saumaussmassat</b>	
<b>Purettavuus</b>	<b>Kierrätettävyys</b>
Ulkoseinän ja yläpohjan eristeet ovat purettavissa (puurunkoiset puretaan työmaalla ja elementtirakenteiset purkuasemalla)	Eristeet ovat kierrätettävissä, mutta sekoittuvat muuhun eristeeseen ja elementeissä betoniin
	Likaantuvat ja kastuvat helposti
Eristeitä on paljon ja muovieristeet voivat osittain sekoittua mineraalivillaan	Muovin erottaminen on hidasta ja taloudellisesti kannattamatonta
Höyrynsulku ja aluskate ovat irrotettavissa, mutta näiden irrotus on usein haastavaa ja taloudellisesti kannattamatonta	Muovipinnoitettua peltiä on paljon ja se kerätään talteen metallin takia (muovia ei voi irrottaa)
Saumaussmassat tulee kaapia pois 1994 ja sitä vanhemmista rakennuksista	Vanhat saumaussmassat sisältävät lyijyä ja PCB-yhdisteitä ja niitä ei voi kierrättää

#### 4.2.4 Pintamateriaalit

Rakennuksen pintamateriaalien muovit koostuvat pitkälti lattiapinnoitteista sekä märkä- ja pukuhuonetiloissa käytettävistä lattia- ja seinäpinnoitteista.

Pintamateriaaleissa on usein yhdisteitä tai haitta-aineita, jotka eivät ole kierrätettävissä. Lisäksi haitta-aineita voi olla pinnoitteiden liimassa, vaikka itse tuote olisi kierrätettävissä. Uusimmat muovimatot ovat paremmin kierrätettävissä kuin vanhat.

Pintamateriaaleissa, varsinkin tarkastellun ikäluokan ja talotyypin rakennuksissa, muovia on paljon, joten pinnoitteiden kierrätyksellä on suuri potentiaali ja siksi sen purettavuuteen ja kierrätettävyyteen voi panostaa.

Tarkett Oy:n tuotteilleen tekemän vastuullisuusarvion mukaan muovimaton kierrätyksessä syntyy kierrätettyyn massaan nähden noin kaksinkertainen hiilidioksidiekvivalentin (CO<sub>2</sub>e) suuruinen säästö. Yksi neliometri homogeenistä vinyylilattiaa vastaa siis noin 9,8 kg CO<sub>2</sub>e-päästösäästöä. Nykyään Tarkett voi kierrättää vanhoja linoleumilattioita sekä vuoden 2011 jälkeen asennettuja homogeenisia vinyylilattioita. Tarkett lopetti ftalaattien käytön muovimatoissaan 2011. Myös tätä vanhempia 2000-luvulla valmistettuja lattiapäällysteitä kerätään tapauskohtaisesti testikäyttöön investointeihin liittyen. (Lauronen 2022.)

Pintamateriaalit	
Lattiapinnoitteet, märkätilapinnoitteet	
Purettavuus	Kierrätettävyys
Irrotettavissa	Osaa muovimatoista ei voi kierrättää muoviyhdisteiden tai liiman takia
Puretaan usein rakenteen mukana, jolloin jää kiinni muuhun materiaaliin	Myöhemmin asennetuista muovimatoista löytyy vähemmän haitta-aineita
Purkamistapaa on mahdollisuus muuttaa	Olisi kierrätettävissä laajemmin!
Selkeitä ja tunnistettavia materiaaleja	Potentiaalisen muovilähde kierrätettävyysnäkökulmasta
Pintamateriaaleissa on isoimmat volyymit muovijätteestä, mikä helpottaa taloudellista kannattavuutta ja purkuun pystyy panostamaan	Suurin yksittäinen muovilähde, kierrätykseen voisi panostaa

## 4.2.5 Sähköosat

Rakennuksen sähköosien muovit ovat moninaiset. Sähköosat ja niiden muovit ovat miltei parhaiten purettavissa ja kierrätettävissä. Johtimet kierrätetään jo varsin hyvin ja kattavasti kuparin takia, joten muovin kierrättäminen on mahdollista. Muovikuori on myös kierrättämisen näkökulmasta otollista PP-muovia.

Sähkötarvikkeet, jotka ovat rakenteissa kiinni ja sisällä, on hankala purkaa. Varsinkin betonissa olevat osat murskautuvat ja sekoittuvat betonin mukaan ja niiden erottelu on hankalaa ja osin mahdotonta.

Sähkölaitteissa (keskukset, kojeet, käyttäjälaitteet, valaisimet) olevia muoveja ei ole tässä työssä laskettu mukaan tarkasteluun. Suuri osa näistä laitteista kerätään, käsitellään ja kierrätetään erikseen. Näissä olevien muovin määrä on vain pieni osa kokonaisuudesta.

Sähköosat	
Johtimet, asennustarvikkeet, asennuskalusteet	
Purettavuus	Kierrätettävyys
Suuri osa johtimista ja asennustarvikkeista on alakatoissa ja kanavissa, jolloin ne on helppo purkaa	Helposti kierrätettävissä ja iso osa saadaan kierrätykseen
Myös eristeissä kulkevat on helppo purkaa	
Johtimet pystytään vetämään pois upotetuista suojaputkista	Kaapelin kuori on tavallisesti uusiokäytön kannalta otollista PP-muovia
Osa asennuskalusteista puretaan johtimien mukana	Purkumuovi harvoin tasalaatuista
Määrältään suuri, puretaan erityisesti metallin takia erikseen	Kerätään ja erotellaan metallin kierrätyksen takia ja yhteydessä
Asennuskalusteet jäävät yleensä kiinni muihin materiaaleihin, esim. betoniin valettuja ei voida purkaa	Jos sähköjen asennustarvikkeet ovat betoniseinissä, niitä ei kerätä tai erotella



Kuva 10. Sähköjohtimia ja asennustarvikkeita purettavan rakennuksen alaslasketussa katossa Tasanteen päiväkodillä. (Tuomas Laitinen 2022.)

Sähkökaapeliin kierrätystä tehdään eri metallien kierrätyslaitoksilla Suomessa. Käytännössä kaikki sähkökaapelit kierrätetään niiden sisältämän metallin takia. Tavallinen tapa sähkökaapelin käsittelylle on, että ne hakataan pieneksi silpuksi ja tärypöydällä erotellaan muovi metallista. Kaapelikuoret kuitenkin vaihtelevat laadultaan hyvin paljon keskenään ja ne ovat sisällöltään erilaisia. Syntyvä rouhe on hyvin vähän tasalaatuista, mikä on muovien kierrätyksessä erittäin tärkeää. (Vestu 2022)



## 4.2.6 LVI-osat

Rakennuksen LVI-osien muovit ovat moninaiset. LVI-putkien purettavuus riippuu olennaisesti rakennusosasta, johon ne on asennettu. Tavallisesti LVI:n vaakalinjoja ei pääsääntöisesti pystytä purkamaan, sillä ne ovat usein valettuna välipohjaan. Yläpohjassa kulkevia vaakalinjoja voi olla mahdollista purkaa ja kerätä ilman suurempia haasteita. Pystylinjat voi olla mahdollista purkaa, sillä niitä ei usein ole valettu seinän sisälle. (Mäenpää 2022.)

Matalammissa rakennuksissa tavallisesti käytetyt letkumaiset PEX ja PB-muoveista valmistetut käyttövesiputket ovat tavallisesti hyvinkin purettavissa, mutta niiden käyttö julkisissa rakennuksissa on ollut varsin vähäistä. (Mäenpää 2022.)

Isona haasteena viemäriputkien kierrätettävyydessä on niiden hygienia. Viemäriputket ovat kontaminoituneet ja kierrätys voi näin ollen vaatia syväpuhdistusta ja desinfiointia.

LVI-osien kierrätysastetta on vaikea nostaa, koska ne on asennettu usein betonin sisään. Näiden osien purkaminen ja kerääminen ei tavallisesti ole mahdollista.

<u>LVI</u> Käyttövesiputket, suojaputket, viemärit, muu LV	
Purettavuus	Kierrätettävyys
Purettavuus riippuu käyttökohteesta (esim. geometriasta, rakenneratkaisuista, rakennuksen iästä)	Kierrätettävyysaste vaihtelee paljon
Betoniin valettuja LV-tarvikkeita ei voi purkaa	LV-putket, jotka saadaan irti, ovat yllättävän puhtaita
Lattialämmitysputkia ei voi purkaa	Kontaminoituneet muoviosat pitäisi desinfioida, mutta sekään ei varmistaisi kierrätettävyyttä
Keveissä rakenteissa olevat putket ovat purettavissa (mutta erottelu työlästä ja taloudellisesti kannattamatonta)	Kierrätettävyysastetta on vaikea nostaa



### 4.3. Muovien kierrätyksen haasteet

Uudisrakentamisen muovien käsittelyn ketju on huomattavasti lyhyempi kuin purkumuoveilla. Purkukohteissa kierrätyksen kustannusta nostavat erilliskeräys, kuljetus, muovien pesu sekä granulointi. Pesu on kallein vaihe, sillä se kuluttaa huomattavat määrät vettä. Purkumuovit ovat käytännössä kaikki jollain tavalla likaisia ja pesua vaativia. (Vestu 2022)

Tällä hetkellä muovien kierrätys vaatii muovien parempaa tunnistamista sekä purkukäytäntöjen, keräyksen, kierrätysjärjestelmien ja muovijätteen materiaalina hyödyntämisen tehostamista. Muovin, kuten muidenkin rakennusmateriaalien, kierrätys vaatii ennakoitua ja suunnitelmallisuutta. Tällä hetkellä rakennukset puretaan tyypillisesti paikalle murskaten. Tämä vaikeuttaa tai tekee mahdottomaksi rakennusosien ehjänä irrottamisen, mikä on yleensä vaatimus kierrätykselle. Ehjänä purettavien osien käsittely vaatii myös huolellisuutta ja varovaisuutta. Purkuosien kierrätys vaatii siis erilaisia purkutekniikoita, tilapäisten tukien suunnittelua ja asentamista sekä soveltuvien nostotekniikoiden ja välineiden kehittämistä. Lisäksi lisätyötä aiheutuu purkuosien varastoinnista sekä purkutyön todennäköisesti hitaammasta etenemisestä. Muovilajien erottamiseen rakennustyömaalla ei ole myöskään tilaresursseja eikä se yleensä ole taloudellisesti kannattavaa. (Kiviranta, 2021; Kiviranta & Hakala 2021.)

Lehtosen mukaan kysyntä on erityinen ongelma rakentamisen muovien kiertotaloudessa. Mikäli arvoketjun loppupäättä, eli kierrätysraaka-aineen käyttäjiä olisi enemmän ja kierrätysraaka-aineelle olisi enemmän käyttökohteita, voitaisiin purkuprosessit muokata paremmin muoveja erotteleviksi. Kysyntä siis määrittää pitkälti purkuprosessia ja muovin keräystä. Hyvänä esimerkkinä Lehtonen nostaa kalvomuovien keräyksen uudisrakennustyömailta, mikä lähti kierrättäjistä itsestään liikkeelle. Kalvomuovit ovat erittäin hyvää uusioraaka-ainetta. Päinvastaisesti kuin uudisrakentamisen kalvomuovilla, purkujätteellä on huomattavasti erilaisia haasteita. (Lehtonen 2022; Kemppainen 2022.)

#### 4.3.1 Taloudellinen kannattavuus

Rakentamisen materiaalien ja tuotteiden kiertotalouden yksi keskeisimpiä haasteita on taloudellinen kannattavuus. Harva urakoitsija lähtee suunnittelemaan esimerkiksi betonielementtien uudelleenkäyttöä ilman taloudellista hyötyä. Kiertotalouden tuotteiden hinta ei saa olla suurempi kuin vastaavan uuden tuotteen. Tällä hetkellä kierrätyskelpoisen muovijätteen määrä ei anna vielä mahdollisuutta taloudelliseen kierrätykseen. (Lehtonen 2022.)

Muovien erilliskeräyksen järjestäminen edellyttäisi erillisiä järjestelyitä, joista syntyy kustannuksia ja päästöjä. Työmailta on haaste tunnistaa, mikä muovi on riittävän puhdasta tai kierrätykseen soveltuvaa. Motivaatio kerätä muovia on matala, kun oletuksena on, että se päättyy joka tapauksessa polttoon. (Lehtonen 2022.)

Kiertotalous vaatii arvoketjussa usean toimijan panostusta ja houkuttimia. Tarkett Oy kerää asiakkailtaan asennushukkamateriaalia, jota syntyy muovimattojen asennuksissa noin 10 prosenttia asennettavasta pinta-alasta. Asiakkaan saama hyöty tulee taloudellisesta säästöstä, jonka he säästävät jätteenpolttomaksuissa. Purkumuovien suhteen säästö ei kuitenkaan ole yhtä huomattava, sillä purkamisen yhteydessä syntyy myös muita kustannuksia, kuten sisäpurusta ja erilliskeräyksestä syntyvät kustannukset. (Lauronen 2022.)

Kierrätettävän materiaalin taloudelliseen kannattavuuteen vaikuttaa hyvin moni asia. Käyttötarkoituksen puolesta vaihtoehtoisten substituuttituotteiden rakenne ja kierrätettävyys voivat olla hyvin erilaisia keskenään. Muun muassa homogeeniset vinyylilattiat ovat kierrätyspotentiaailtaan parempia kuin heterogeeniset lattiapäällysteet. (Lauronen 2022.)

Jätteen arvo purkajalle saattaa olla mitätön, sillä purkumuovista ei välttämättä makseta noudon yhteydessä minkäänlaista hyvitystä ja keräysmaksu joudutaan maksamamaan normaalisti. Rakennusjätteen kierrätysmaksu on noin 150 €/tonni. Muovi on huomattavan kevyttä ja keveytensä vuoksi käytännössä minkä tahansa purkumuovituotteen hinta jätteenä on pieni. Kierrätyskelpoisen muovin hinta voisi olla jätteen toimittajalle maksutonta tai siitä voitaisiin jopa maksaa. (Vestu 2022)

### 4.3.2 Muovien tunnistaminen

Kierrätettävyyden kannalta muovien yhdeksi haasteeksi nousee muovilajien laaja kirjo. Pääsääntöisesti muovijakeiden tulisi olla homogeenisia ja puhtaita, jotta niiden kierrätys olisi mahdollista eikä jakeisiin saisi sekoittua eri muovilajeja. Suuri määrä erilaisia muovijakeita pienentää yksittäisten muovijakeiden volyyymiä, mikä on kierrätyksen taloudellisuudelle keskeinen tekijä. (Kärhä 2022.)

Muovien purkuprosesseissa materiaaleja sekoitetaan todella paljon keskenään. Työmailla muovijakeiden tunnistaminen voi olla hyvinkin haasteellista. Nykyään teknologia kuitenkin mahdollistaa uusia keinoja tunnistaa muovilajeja ja työmailla kannettavat muovin analysointiin tarkoitetut kannettavat pistoolit ovatkin jo tavallisia. (Kärhä 2022.)

Kierrätysteollisuus näkee, että eri muovilajit tulisi kerätä työmailla yhteen ja toimittaa lajiteltavaksi kierrätyslaitokselle, jossa muovien laitosmainen käsittely ja lajittelu on helppoa. Tämä nostaisi keräystehokkuutta ja helpottaisi purkajan ohjeistusta. (Vestu 2022)

**Purkutyömailla haaste on muovilajien tunnistaminen.  
Kannettavat pistoolimalliset muovitunnistimet  
kuitenkin yleistyvät koko ajan.**

PP-, PE-muovit sekä kova PVC ovat mahdollisia kierrätettäviä muoveja, mutta niidenkin kierrätykseen liittyy haasteita. Esimerkiksi muoviviemärit ja ilmanvaihdon putket voivat olla

edellä mainittuja muoveja. Kierrätyskelpoisuuden arviointi näissä tapauksissa voi olla vaikeaa, koska täytyy pohtia putkien mahdollista likaisuutta.

**Muovi on yleensä kevyttä ja halpaa. Muovin kierrätyksen taloudellinen kannattavuus on haasteellista. Purkuprosessin kannalta on tärkeää nostaa kierrättämisen kannattavuutta.**

### 4.3.3 Haitalliset yhdisteet

Eristemateriaalit ja muovimatot (EPS, XPS, PVC) ovat vaikeita kierrätettäviä niiden sisältämien haitallisten aineiden, jotka saattavat olla ns. Tukholman sopimuksen mukaisia kiellettyjä haitallisia aineita (esim. bromi, raskasmetallit maaleissa, liimat) takia. (Kiviranta, 2021; Kiviranta & Hakala 2021.)

Haitta-aineiden esiintymiseen vaikuttavat muun muassa rakennusajankohta, materiaalivalinnat sekä rakennuksen käyttö. Haitta-aineita voi esiintyä muun muassa rakennusmateriaalien pinnoitteissa, laasteissa, liimoissa, vedeneristeissä, palonsuoja-aineissa ja puun kyllästeaineissa. EPS, XPS ja PU ovat hankalia kierrätettäviä, koska niiden materiaalien valmistuksessa käytetyistä, terveydelle haitallisista raaka-aineista ei välttämättä ole tarkkaa tietoa. PVC-jätettä voidaan polttaa vähäisiä määriä sekajätteen seassa, mutta suurissa erissä ongelmaksi nousee jätteen sisältämä kloori, joka muodostaa HCl-kaasua palaessaan ja aiheuttaa polttokattilan korroosiota. (Lehtonen 2019; Zhu ym. 2022.)

**Jos tuotteessa ei ole CE-merkintää, sille täytyy tehdä haitta-aineselvitys.**

Rakentamisessa käytettäviä lämmöneristeitä ovat PU (polyuretaani), EPS (paisutettu polystyreenimuovi), XPS (suulakepuristettu polystyreeni), mineraalivillaeristeet ja puukuitueristeet. Eristeet voivat materiaalista ja valmistusajankohdasta riippuen sisältää palonestoaineita, joina on aikaisemmin käytetty haitallisia POP-yhdisteitä (pysyviä orgaanisia ympäristömyrkkyjä) ja muun muassa bromia sisältäviä kemikaaleja. Nykyään EPS-eristeissä ei käytetä terveydelle tai ympäristölle vaarallista palonestoainetta, mutta niissä on käytetty POP-yhdisteisiin kuuluvaa HBCD:tä (heksabromisyklododekaania) 1960-luvulta vuoteen 2015 asti. POP-yhdisteitä sisältäviä materiaaleja ei saa kierrättää, mikäli pitoisuus jätteessä ylittää POP-asetuksen määritellyn raja-arvon. (Lehtonen 2019.; Zhu ym. 2022.)

PU-eristeissä käytetään nykyään tris-1-kloori-2-propyylifosfaattia, jota ei ole tällä hetkellä luokiteltu vaaralliseksi EU:ssa. Tris-2-kloorietyylifosfaatti, jota on aiemmin saatettu käyttää PU-eristeissä, on sen sijaan luokiteltu syöpävaaralliseksi. Ensimmäiseksi mainittu on kuitenkin

rakenteellisesti samankaltainen kuin jälkimmäinen, minkä vuoksi se on myös tarkastelun alaisena. Eristeiden uudelleenkäyttöä varten tulisi varmistaa myös niiden lämmöneristävyysominaisuudet ja osa tutkimuksista vaatii materiaalin rikkomista. Suomessa purkutyömailla syntyvää eristejätettä ei näistä syistä ole toistaiseksi juurikaan hyödynnetty materiaalina eikä sitä toistaiseksi Suomessa oteta vastaan kierrätykseen. (Lehtonen 2019; Zhu ym. 2022.)

Muovisilla lattiapäällysteillä on yksi suurimmista muovin kierrätyspotentiaaleista, mutta samalla myös nykyisistä kierrätysasteista. Tarkett Oy:n Janne Lauronen kertoo, että nykyaikainen PVC on materiaalina mainettaan parempaa. 1970- ja 1980-luvun muoviset lattiapinnoitteet olivat tavallisesti homogeenisiä muovimattoja, jotka ovat läpikotaisin samaa materiaalia. 1970- ja 1980-lukujen muovimatoissa käytettiin kuitenkin paljon nykyään haitallisiksi todettuja aineita, jotka vaikeuttavat näiden materiaalien kierrätystä. Aiemmin käytettyjä lisäaineita, joita on käytetty muovimatoissa, olivat muun muassa asbesti, kadmium, lyijy, tina sekä ftalaatit (DEHP ja muut ftalaatit). Tarkett on lopettanut raskasmetallien käytön jo 1980-luvulla ja ftalaattien vuonna 2011. (Lauronen 2022.)

Ruotsissa ftalaatteja sisältävien muovimattojen osuus on vähentynyt ajan saatossa ja nykyään rakennuskannassa on huomattavasti vähemmän DEHP ja DINP-ftalaatteja kuin 1990-luvulla (Rydström, Jacobson, Belleza & Rydberg 2020).

Muovieristeitä valmistava Finnfoam on lanseerannut muovieristeiden kierrätysjärjestelmän, joka kerää ylijäämäpaloja ja leikkuujätettä. Näitä voidaan käyttää uusien eristeiden valmistamiseen. Toistaiseksi Finnfoam ei ota vastaan purkukohteiden eristejätettä niiden mahdollisesti sisältämien haitallisten aineiden takia. Eko-Expert Oy on tällä hetkellä ainoa yritys Suomessa, joka ottaa vastaan villaeristejätettä. Villaeristeen ongelma on, että sen täytyy pysyä kuivana. (Zhu ym. 2022.)

**Osa muoveista ei voida kierrättää niiden sisältämien haitta-aineiden takia.**

#### **4.4. Purkumuovien keräys ja erottelu**

Lainsäädännön pohjalta, erityisesti EU:n POP-asetuksen, ei voida käyttää sellaisia rakennusmateriaaleja, jotka ovat nykyään kiellettyjä, rajoitettuja tai luvanvaraisia kemiallisia yhdisteitä. Siksi myös lainsäädäntö voi toimia esteenä käyttää uudelleen tiettyjä rakennusmateriaaleja. Rakennusmuovien sekä rakentamiseen liittyvien pakkausmuovien kemikaalitiedot ovat toistaiseksi hyvin vajavaiset ja erityisesti purkutyömailla tarvitaan perusteellisia haitta-ainekartoituksia, mikäli epäillään haitallisten aineiden esiintymistä. (Kauppi ym. 2019; Zhu ym. 2022.)

Voimassa olevan EU:n jätedirektiivin mukaan jäsenvaltion tulee varmistaa rakennus- ja purkujätteen lajittelujärjestelmien perustaminen ainakin puulle, mineraalifraktioille (betoni, tiilet, laatat, keramiikka, kivet), metallille, lasille, muoville ja kipsille. EU linjaa, että kaikkien muovipakkausten tulisi soveltua kierrätettäväksi tai uudelleenkäytettäväksi vuoteen 2030 mennessä. EU:n pakkausjätedirektiivin mukaan pakkausmuovien kierrätysprosentti tulisi olla 55 prosenttia vuoteen 2030 mennessä. (Kauppi ym. 2019.)

Rakentamislain uudistamisessa valmistellaan siirtymistä vähähiilisempään rakentamiseen. Vähähiilisyys tulee tulevaisuudessa ottaa huomioon kaikessa rakentamisen kentällä, niin uudis- ja korjausrakentamisessa kuin purkamisessakin. Tutkimusten mukaan rakennusten peruskorjaaminen tulee olemaan purkamista tehokkaampi keino vähentää päästöjen syntymistä. Aina se ei kuitenkaan ole mahdollista. Kysymys purkamisen ja korjaamisen välillä on monitahoinen ja riippuu muun muassa kohteena olevan rakennuksen ominaisuuksista ja sijainnista. Valtaosa purkamisesta tapahtuu suurissa kaupungeissa ja erityisesti toimitila-, tuotanto- ja palvelurakennuksia puretaan muun muassa kaupunkisuunnitteluun ja taloudellisiin syihin vedoten. (Ympäristöministeriö 2021.)

**Muovin uudelleenkäytössä olennaista on tarve uusioraaka-aineelle. Ilman tietoa loppukäyttökohteesta muovi kerätään energijätteeksi. Myös suhdanteet vaikuttavat kierrättämisen mielekkyyteen ja nyt käsillä olevassa energiakriisissä muovit käytetään mieluummin energian hyödyntämiseen kuin uusioraaka-ainekäyttöön.**

Jotta kaikenlainen muovi saataisiin hyödynnettyä ensisijaisesti muussa kuin energiantuotannossa, on muovijätteen keräys- ja kierrätysjärjestelmiä kehitettävä. Muovijätteen jätteeksi luokittelun päättymiselle ei ole annettu asetustasoisia säädöksiä EU-tasolla tai Suomessa, mutta tällaisen sääntelyn mahdollisuuksia mekaanisen ja kemiallisen muovin kierrätyksen osalta on valmisteltu Suomessa. Muovien moninaisuuden vuoksi niiden kierrättämiseen liittyviä kysymyksiä ja haitallisten aineiden merkitystä tässä kokonaisuudessa pidetään usein hankalasti hahmotettavana ja säänneltävänä asiana. (Kauppi ym. 2019.)

Jätedirektiiviin sisältyy viisiportainen jätehierarchy, jonka pitäisi päteä myös rakentamisessa syntyvälle muovijätteelle. Jäsenvaltioiden tulee myös varmistaa, että erilliskerättyä jätettä ei polteta tai sijoiteta kaatopaikalle. Jätelain kahdeksannen pykälän mukaan jäte voidaan sijoittaa kaatopaikalle vain, mikäli sen hyödyntäminen muutoin ei ole teknisesti tai taloudellisesti mahdollista. Valtioneuvoston asetus kaatopaikoista (331/2013) kieltää yli kymmenen prosenttia orgaanista ainetta sisältävien jätteen sijoittamisen kaatopaikalle. Vaikka muovin kierrätysastetta pyritään nostamaan koko ajan, toistaiseksi Suomessa on vain osalle

muovilajeista tuotantomittakaavan jätteiden hyödyntämistoimintaa. Esimerkiksi PVC ja lujitemuovit ovat haasteellisia hyödyntämisen kannalta. (Kauppi ym. 2019.)

Joillekin rakentamisen muovijätteille on järjestetty keräystoimintaa. Esimerkiksi muoviputkia (PE, PP, PVC ja PEX) kannustetaan kierrättämään erillisten keräyspisteiden kautta, jolloin putkijätettä hyödynnetään uusien putkien valmistuksessa. Vaikka muoviputkien uudelleenhyötykäyttö on teknisesti mahdollista, liittyy siihenkin haasteita. Kierrätetyistä muoviputkista valmistetut uusioputket soveltuvat käytettäväksi lähinnä paineettomissa sovelluksissa, kuten kerrosrakenteisissa viemäriputkissa ja maakaapeliin suojausissa. Haasteista huolimatta tavoitteena on lisätä muoviputkistojen keräystä materiaalihyötykäyttöön. Kaikki materiaalihyötykäytön ulkopuolelle jäävä muoviputkistöjäte soveltuu energiahyötykäyttöön. (Kauppi ym. 2019; Zhu ym. 2022.)

**Kierrätetyn muovin ominaisuudet eivät aina vastaa normaalin muovin ominaisuuksia, mikä vähentää kierrätysmahdollisuuksia.**

Purkumuovien keräystä tulee kehittää teollisuuden tarpeet huomioiden. Muovien kierrätysastetta pystytään nostamaan parhaiten, kun teollisuuden toimija pystyy hyödyntämään kierrätysmuovia tuotteidensa valmistuksessa. Muovien purkaminen tapahtuu tavallisesti raskaspurkuna, mutta kierrätykseen menevät purkumuovit, kuten muovimatot, erilliskerätään. (Metsälä 2022.)

## 4.5. Muovien kierrätyksen tuleva kehitys

Haasteistaan huolimatta muovien kierrätyksessä nähdään myös paljon mahdollisuuksia. Kiertotalous on myös purkuprosessin johtajan näkökulmasta mahdollisuus kierrättämiseen. Helsingin kaupungin projektipäällikkö Jarmo Metsälä näkee, että isojen muovijakeiden, joille on tarvetta kierrätysmuoviraaka-aineena, olisi hyvä erilliskerätä ja toimittaa teollisuuden raaka-aineeksi, vaikkakin sen kustannusvaikutus saattaa olla negatiivinen. Helsingin kaupunki erilliskeräääkin mm. muovimattoa purkukohteissaan. (Metsälä 2022.)

Muovi tulee pitämään paikkansa rakentamisen materiaalina, koska sillä on monia ominaisuuksia, joita ei voi muilla materiaaleilla korvata; se on kehittynyt, käytännöllinen ja kevyt materiaali. Siksi muovien käytön välttämisen rinnalla tulee panostaa merkittävästi enemmän muovin kierrättämiseen ja uudelleenkäyttöön sekä pidentämään muovin elinkaarta. Kaikkein tärkeintä on kuitenkin miettiä, kuinka kalvomuovien (PE-LD) kierrätystä voidaan tehostaa. (Zhu ym. 2022.)

Rakennuslalle tehdyn green deal -sopimuksen (2020–2027) tavoite on vähentää kalvomuovista valmistettujen pakkausten käyttöä, mutta lisätä niiden uudelleenkäyttöä ja kierrätystä. Lisäksi tavoite on vähentää kestävästi kalvomuovien käyttöä ja lisätä

kierrätysmateriaaleista valmistettujen muovien käyttöä rakentamisen ketjussa ja rakentamisessa. Tavoite on, että vuoden 2027 loppuun mennessä 40 prosenttia tuotannossa käytetyistä raaka-aineista on kierrätettyjä kalvomuoveja. Sopimus on vapaaehtoinen ja sen ovat allekirjoittaneet ympäristöministeriö, Rakennusteollisuus RT ry, Suomen Kuntaliitto ry, Kemiateollisuus ry, Muoviteollisuus ry, Ympäristöteollisuus ja -palvelut YTP ry, Teknisen Kaupan liitto ry (TKL), Sähköteknisen Kaupan liitto ry (STK) ja rakennus- ja sisustustarvikekaupan liitto RASI ry. (Zhu ym. 2022.)

Kestävän purkamisen green deal -sopimus liittyy erityisesti purkumateriaalien hyödyntämiseen. Se kannustaa tekemään purkukartoituksen eli purettavan rakennuksen materiaalien ja haitallisten aineiden kartoituksen. Purkukartoitus on tällä hetkellä vapaaehtoinen. Se luo hyvät edellytykset purkumateriaalien uudelleen hyödyntämiselle, ympäristö- ja terveysriskien välttämiseksi sekä laadukkaalle purkuprosessille. Sen tavoite on edistää purkumateriaalien markkinoiden toimivuutta ja lisätä niiden uudelleenkäyttöä ja kierrätystä.

Purkamisen green deal-sopimuksen tavoitteena on, että vuoden 2022 loppuun mennessä purkukartoitus tehdään puolessa sopimuksen määritelmien mukaisista purkukarttoituksista ennen purkuluvan hakemista. Vuoden 2025 tavoitteena on, että kartoitus tehdään vastaavalla tavalla 75 prosentissa purkukarttoituksista. Sopimus myös edellyttää sopimukseen liittyneiltä yhteisöiltä määritelmien mukaisissa korjaus- ja purkukarttoituksissa purkukartoituksen toteuttamista ja toiminnan kehittämistä edistämään kokonaisvaltaisesti purkumateriaalien uudelleenkäyttöä ja kierrätystä sopimuksen mukaisissa korjaus- ja purkukarttoituksissa. Sopimuksessa ei kuitenkaan ole määrällisiä tavoitteita uudelleenkäytölle tai kierrätykselle. (Zhu ym. 2022.)

Suomen kansalliseen muovitiekarttaan on koottu toimia, joiden tarkoitus on vähentää muovista aiheutuvia ympäristöhaittoja, välttää muovin turhaa kuluttamista, tehostaa muovin kierrätystä ja löytää sille korvaavia ratkaisuja. Yksi muovitiekartan toimenpiteistä keskittyy erityisesti rakennustyömaihin: muovien tunnistamista rakentamisessa sekä muovijätteen lajittelua rakennustyömailla on parannettava. Rakentamisen muovitiekartan tavoite on lisäksi vähentää kalvomuovien kulutusta sekä lisätä kalvomuovien erilliskeräystä ja suunnata ne tehokkaammin uudelleenkäyttöön ja kierrätykseen. Lisäksi tavoitteena on lisätä kierrätysmateriaaleista valmistettujen muovien käyttöä rakentamisen toimitusketjussa ja rakentamisessa. (Ympäristöministeriö 2020; Zhu ym. 2022.)

Yksi tärkeimmistä muovin kierrätystä edistävästä tekijöistä on muovin lajittelumahdollisuuksien parantaminen purkutyömailla sekä muovin lajitteluohjeiden edistäminen lajittelun helpottumiseksi. Purkumateriaalien kierrätyksen osalta keskeinen kysymys on se, miten rakennuksen purkaminen on mahdollista ja taloudellisesti toimivaa. Tähän vaikuttaa osaltaan lainsäädäntö ja muu julkinen ohjaus sekä se, miten kiertotalouden tavoitteet on integroitu eri ohjauskeinoihin. Kiertotalouden tavoitteiden integroiminen ohjauskeinoihin on edellytys vakaalle ja pitkäjänteiselle markkinoiden kehittymiselle. (Kauppi ym. 2019; Zhu ym. 2022.)

Purkut tuotteiden laajempi kierrätys tulevaisuudessa edellyttää uusia, innovatiivisia tuotteita, uudenlaista suunnitteluosaamista, sen hyödyntämistä uudisrakentamisessa ja purkusuunnittelun ja purkamisen osaamista. Myös purku- ja kierrätystuotteiden hyväksymisen

tulee olla arkipäivää ja päätöksentekoprosessien sujuvia. Tällä hetkellä purkumateriaalien hyödyntämiselle Suomessa on liian pienet markkinat ja voimia olisikin yhdistettävä Euroopan tasolla, jotta uudelleenkäytön markkinat olisivat kannattavaa liiketoimintaa. (Kauppi ym. 2019; Zhu ym. 2022.)

Kierrätysmuovin markkina toimii Euroopassa Suomea paremmin. Tämän taustalla on pienempi tarve jätteen energiapolttolle sekä suurempi muovin volyyymi ja pienemmät etäisyydet kierrätyslaitoksille sekä kehittyneemmät kiertotalouden arvoketjut. (Vestu 2022)

## 4.5.1 Kemiallinen kierrätys

Kemiallisella kierrätyksellä tarkoitetaan muovin rakenteen hajottamista, jolloin muovijäte saadaan takaisin monomeereiksi. Muovijätteen kemiallinen rakenne pilkotaan polymeereistä molekyyliksi, jotka ovat valmiita käytettäväksi uusissa kemiallisissa reaktioissa. Kemiallisessa kierrättämisessä on se etu, että kierrätetty monomeeri ei eroa mitenkään neitseellisestä muovimateriaalista. Kierrätystä pidetään siis erityisen syvällisenä menetelmänä, koska se kääntää muovien koostumuksen takaisin monomeerimolekyyliksi, jotka voidaan edelleen yhdistää samanlaatuisiksi ja -tyyppisiksi muoveiksi kuin alkuperäinen muovijätteen koostumus oli. (Teittinen ym. 2019; Työ- ja elinkeinoministeriö 2019.)

Toinen kemiallisen kierrättämisen vaihtoehto on muuttaa muovi nesteeksi tai kaasuksi. Nesteeksi muuttaessa prosessin lopputuote vastaa raakaöljyä tai petrokemiallista raaka-ainetta. Vaikka teoriassa prosessiin voi syöttää kaikenlaista muovijätettä, käytännössä jos lopputuotteen on täytettävä samat laatustandardit kuin neitseellisellä raaka-aineella on, lähtöaineen puhdistaminen voi olla tarpeen. (Teittinen ym. 2019; Työ- ja elinkeinoministeriö 2019.)

Kemiallisia kierrätysprosesseja ovat muun muassa solvolyyysi, depolymerisaatio, pyrolyysi ja kaasutus. Pääasialliset termokemialliset kierrätysprosessit ovat kaasutus ja pyrolyysi, jotka muuttavat muovit peruskemikaaleiksi. Kaasutuksessa ja pyrolyysissä hiilidioksidipäästöjen vähenemä on noin puolet mekaaniseen kierrätykseen verrattuna. Kaasutus pystyy käsittelemään myös puhdistamatonta muovijätettä ja tekemään siitä synteesikaasua, jota voidaan käyttää rakentamaan uusia polymeerejä. Puhdistetusta kaasusta voidaan valmistaa peruskemikaaleja kuten metanolia. Kaasutus vaatii kuitenkin suuria volyyymeja ollakseen kannattavaa. Solvolyyysillä ja depolymeroinnilla eli kemiallisia rakenteita säilyttävillä prosessointivaihtoehdoilla on samaa luokkaa olevat päästövähennykset kuin mekaanisella kierrätyksellä. (Työ- ja elinkeinoministeriö 2019.)

Muovien pyrolyysi eli termolyysi tarkoittaa materiaalin termistä tai katalyyttistä hajottamista hapettomassa ympäristössä tai höyryssä nestemäiseksi tuotteeksi, josta edelleen voidaan tehdä kemikaaleja tai polttoöljyä. Prosessin lopputuotteena saadaan 70–80 % pyrolyysiöljyä, 10–15 % kaasua ja 10–15 % hiiltä. Öljy voidaan hyödyntää eteenpäin erilaisissa prosesseissa, kaasu taas käytetään itse prosessin lämpöenergiana. Koska prosessi tapahtuu täysin hapettomassa tai vähähappisessa tilassa, siitä emittoituu vain vähän hiilidioksidia eli



kasvihuonepäästöjä, eli kemiallista kierrätystä pidetään jätteenpolttoa parempana vaihtoehtona energian käytön kannalta. (Työ- ja elinkeinoministeriö 2019.)

Kemiallista kierrätystä pidetään ratkaisuna sellaisiin tilanteisiin, joissa muovijäte ei sovellu mekaaniseen kierrätykseen. Muovituotteita usein sekoitetaan toistensa kanssa (esim. pinnoitteet) ja ne saavat erilaisia kontaminaatioita (esim. pesuainejäämät), mitkä vaikeuttavat muovien erottelua. Tällöin pilkkominen yksinkertaisemmiksi molekyyleiksi voisi olla paras ratkaisu. Suomessa kemiallinen kierrätys on toistaiseksi vasta koetoimintavaiheessa. Se voisi soveltua erittäin hyvin varsinkin vaikeille jakeille, jotka nykyään päätyvät kaatopaikalle tai jätteenpolttoon. Näin ollen ne jäisivät energianhyödyntämisen sijaan osaksi raaka-ainekiertoa. (Teittinen ym. 2019; Työ- ja elinkeinoministeriö 2019.)

Kemiallisen kierrätyksen lopputuotteet ja käyttökohteet ovat huomattavasti monipuolisempia kuin mekaanisen kierrätyksen. Muovituotteiden lisäksi kemiallisen kierrätyksen lopputuotteita voidaan hyödyntää muun muassa polttoaineissa, maaleissa, liimoissa, liuottimissa ja muissa kemikaaleissa. Markkinan luomiseksi tarvitaan järjestelmä, joka markkinoi kierrätettyä muovia lopputuotteiden raaka-aineina. (Teittinen ym. 2019; Työ- ja elinkeinoministeriö 2019.)

## 4.5.2 Automaatiolajittelu

Muovin kierrätystoiminta keskittyy Etelä-Suomen alueelle, mutta pienempiä toimijoita löytyy myös muualta Suomesta, kuten Vaasasta ja Jyväskylästä. Pääkaupunkiseudulla muovin keräyspisteisiin lajiteltu jäte menee Fortumin muovinjalostamoon Riihimäelle, josta siitä tulee uusiomuovin raaka-ainetta. Fortumin mukaan kilo kierrätysmuovia säästää 1,5 kiloa hiilidioksidia verrattuna neitseellisen muovin käyttöön. Kunnallista toimintaa on varsinkin Pohjois- ja Itä-Suomessa, koska etäisyydet olisivat liian pitkiä muovin kuljettamiseksi Etelä-Suomen suuriin laitoksiin. Tuotannon eräkoot ovat vähintään 5 000 kg. Tämän takia muovin keräykseen tarvittaisiin terminaaliverkosto, jotta samaa muovilajia tulisi isommissa erissä.

Vuoden 2014 jälkeen on perustettu tai laajennettu viisi uutta muovinkierrätyslaitosta: Fortumin jalostamo Riihimäellä, Lassila & Tikanojan jalostamot Merikarvialla ja Porissa, Clean Plastic Finland Oy:n jalostamo Merikarvialla ja Remeo Oy:n lajittelulaitos Vantaalla. Fortum suunnittelee uuden sukupolven laitosta Riihimäelle, jossa mekaanisen kierrätyksen lisäksi käytettäisiin kemiallista kierrätystä tai jätteenpolton yhdistämistä hiilidioksidin talteenottoon ja hyötykäyttöön. Uusi laitos korvaisi Riihimäen nykyisen laitoksen, mutta se on tällä hetkellä vasta suunnitteluasteella. (Fortum 2021; Ympäristöministeriö 2020; Lehtonen 2022.)

Ämmässuon jätteenkäsittelykeskuksessa Espoossa muovijätettä varastoidaan paalattuna, koska muoville ei ole löytynyt vastaanottopaikkaa. Muovia on paalattu paaleihin jatkokäyttöä varten. Muovipaaleja toimitettiin hyödynnettäväksi Ämmässuolta 129 tonnia. Vuoden 2021 lopussa oli Ämmässuon varastossa muovipaaleja noin 600 tonnia ja paalaamatonta muovia noin 10 tonnia. Muoviputket Ämmässuolla erotellaan lajittelukatokseen tulleista jätteistä. Muoviputkia Ämmässuolta toimitettiin 6,5 tonnia jatkokäsittelyyn vuonna 2021.

Tampereen Ruskon jätteenkäsittelylaitos myytiin Deleteltä Remeolle kesällä 2022. Remeo on käynnistänyt syksyllä 2022 selvitystyön rakennusjätteen käsittelyn modernisoimiseksi Ruskon laitoksella. Rakennus- ja purkujätteen lisäksi selvitetään muovien käsittelymahdollisuuksien lisäämistä. Tampereen investointi kehittäisi koko rakennusalan kierrätystä ja vähentäisi ilmastopäästöjä. Jätteen käsittelyllä paikallisesti saadaan merkittäviä ilmastohyötyjä myös logistiikan myötä. Koska muovin kierrätyslaitoksia on vain vähän Suomessa, kuljetuskustannukset nousevat suuriksi.

**Muovin kierrätyslaitoksia on Suomessa vain vähän, mikä nostaa kuljetuskustannukset suuriksi.**

Tällä hetkellä Vantaalla toimii ainoana Suomessa ZenRoboticsin älytekniikkaa hyödyntävä materiaalien lajittelu. Remeo avasi Vantaalle vuonna 2021 Euroopan edistyksellimmän materiaalinkierrätyslaitoksen, jossa käsittely perustuu älyteknologiaan ja robottikäsiin. Laitoksella käsitellään rakennus- ja purkujätettä sekä teollisuuden ja kaupan jätteitä.

Vantaan kierrätyslaitoksella materiaalia lajittelevat tekoälyä käyttävät robottikädet ja optiset erottelijat, joiden avulla on päästy 72 prosentin kierrätysasteeseen rakennusjätteen lajittelussa. Lain mukaan minimitavoite on, että 70 prosenttia rakennus- ja purkujätteestä kierrätetään energiana polttamisen sijaan. Vantaan laitoksen käsittelykapasiteetti on paljon ennakoitua tehokkaampi, jonka takia Remeo käynnisti keväällä ympäristöluvan mukaisen kapasiteetin kaksinkertaistamisen. Käsittelykapasiteetti vuodessa on 250 000 tonnia rakennusteollisuuden ja 120 000 tonnia kaupan ja teollisuuden jätteitä. Laitos pystyy näin käsittelemään yli 70 prosenttia pääkaupunkiseudulle syntyvistä jätteistä.

Muovijalostamoissa on yleisesti käytössä NIR-teknologiaa (Near InfraRed) hyödyntävä automaattinen lajittelukone, joka tunnistaa ja lajittelee muovit eri jakeisiin. Linjastossa on useita perättäisiä lajittelukoneita laadun varmistamiseksi. Lähi-infrapuna NIR kohdistaa muovin pintaan infrapunasäteilyä, jolla mitataan säteilyn absorboituminen materiaaliin. Tuloksen kertoma spektri kertoo materiaalin molekyyliarakenteen, jonka perusteella muovilaji tunnistetaan ja lajitellaan. Lajitellut muovit puhdistetaan esipesulla, kitkapesulla, kellutuksella ja kuivaamalla, jolloin lopputuloksena on puhdas muovi ilman etikettejä, teippejä tai orgaanisia jäämiä. Pesun hylkyaine hyödynnetään energiana. Puhtaat muovilajit granuloidaan eli pelletoidaan kierrätysmuovigranulaatiksi ja ohjataan kierrätysmuovituotteiden valmistukseen. Kierrätykseen kelpaamaton muovi hyödynnetään energiana eli sillä tuotetaan kaukolämpöä ja sähköä. Nykyään NIR-laitteet toimivat automaattisesti ja laitteet voivat mitata suuria määriä materiaalia. Automaatiolaitteiston ansiosta muoveja lajitellaan paljon tehokkaammin kuin jos lajittelu tehtäisiin käsin. (Ympäristöministeriö 2020; Vestu 2022)

# **5 Rakennuksen purkumuovien mallinnustyökalu**

Työssä luotiin mallinnustyökalu purkumuovien määrän kartoittamiseen. Laskennallisen työkalun tavoitteena on pystyä arvioimaan yksittäisten purettavien palvelurakennusten muovimääriä sekä karkeasti muovilajeja.

Mallinnustyökalun tarkoitus on antaa julkisille kiinteistönomistajille ja purkutoimijoille työkalu purettavan kohteen muovien määrän ensiarvion tekemiseen. Laskennallisen mallin avulla purkutoimija voi alustavasti arvioida kustannus- ja päästörakenteen muutosta silloin kun purkutoimija haluaa tähdätä purkukohteen muovien kierrätysasteen nostoon.

## **5.1. Kuvaus työkalusta ja toteutustavasta**

Mallinnusmenetelmä ja työkalu perustuvat siihen, että kohteen ominaisuustietojen perusteella lasketaan rakennusten eri rakennusosien määrä. Eri rakennusosissa käytetään eri käyttötarkoituksiin muovisia rakennustuotteita joko pelkästään tai vaihtoehtona muille materiaaleille. Muovien käyttö on sidoksissa hyvin usein tiettyyn rakennusosaan, jossa muovien käyttö on myös selvästi vakiintuneempaa koko rakenteen osalta. Työkalussa lasketaankin laajuustietoja ja muita tietoja hyväksikäyttäen rakenteiden määriä, jolloin käytetyn muovien määrä voidaan suhteuttaa rakenteiden määrään ja sitä kautta koko rakennukseen. Rakennuksen geometrian lisäksi muovien käyttö on riippuvainen kohteen muista ominaisuuksista, joista tärkeimmät ovat rakennuksen käyttötarkoitus sekä ikä. Rakennuksen purkumuovien määrä on suhteutettu rakennuksen talotyyppiin sekä ikään.

Mallinnuksen lähtökohtana on suuri aineisto, jolloin yksittäisten kohteiden poikkeamat eivät vaikuta ja tulokset ovat kokonaisuuden kannalta tarkkoja. Tämä koskee niin rakennuksia kuin muovien käyttöä. Supistaessa mallinnusta pienempään osajoukkoon tai kohti yksittäistä kohdetta eroavaisuudet alkavat korostua, ja mentäessä kohti yksilökohtaista tarkastelua yksilökohtaiset erot voivat olla hyvin merkittäviä. Mallinnustyökalu perustuu laajasti koko julkisen palvelurakennuskantaan ja koostuu ominaisluvuista tyypillisen rakentamisen mukaan. Rakennuksen yksilölliset ominaisuudet poikkeavat aina keskimääräisestä ja ovat riippuvaisia arkkitehdin materiaalinvalinnoista. Mallinnuksella saadaan aikaan karkea arvio rakennuksen sisältämistä muovimääristä perustuen tavallisesti käytettyihin rakenne- ja materiaalinvalintoihin. Tarkempi muovimäärien arvio on tehtävä purkukartoituksen yhteydessä.

Työkalun avulla käyttäjä (purkutoimija) voi arvioida rakennuksen sisältämiä muovimääriä eri rakennusosissa ja näiden muovijaejakautamaa. Työkalu määrittelee rakennuksen ominaisuustietojen perusteella mahdollisimman oikeasuuntaisen arvion rakennuksen rakennusosien määrästä. Lisäksi käyttäjä saa arvion kierrätykseen sopivasta muovin määrästä sekä kierrätyksellä saavutettavissa olevasta taloudellista ja ympäristöllisestä säästöpotentiaalista, joka muovin kierrätyksellä olisi saavutettavissa verrattuna nykytilaan (energiakäyttö). Tämä säästöpotentiaali olisi käytettävissä erilliskeräyksen aiheuttamiin lisäkustannuksiin (esim. käsipurku ja sisäpurku verrattuna raskaspurkuun sekä erilliskuljetus).

Työkaluun on tuotu rakennuksen ominaisuustietojen lisätasoja, jotka tarkentavat rakennusosien määrää, johon muovi on kiinnittynyt. Tuomalla työkaluun muutamia ominaisuustietoja lisää, pystytään tarkkuutta lisäämään huomattavasti ja ottamaan huomioon kohteen ominaispiirteet. Esimerkiksi kysymällä runkomateriaalia voidaan poissulkea tiettyjen muovien käyttö ja vastaavasti tuoda esimerkiksi höyrynsulun käyttö puurunkoisiin.

Työkalu jaottelee muovit muovilajeittain, muovityypeittäin sekä rakennusosittain. Muovilajeja on syytä tarkastella tapauskohtaisesti, sillä 30 vuoden aikana muovituotteissa on tapahtunut paljon kehitystä ja tästä syystä muovilajit vaihtelevat paljon kohteittain. Esimerkiksi muovialoja lattia- tai seinäpinnoista laskettaessa otetaan huomioon rakennusvuosi. Se vaikuttaa muovikertoimeen, jolla muovin määrää rakennuksessa lasketaan.

Mallinnus ja työkalu on toteutettu sillä oletuksella, että rakennus sisältää sen lähtötilanteen materiaalit, jotta laskennallisen työkalun käyttäjän olisi mahdollista tehdä yksinkertaisesti arvio rakennuksen sisältämiä muovimääristä. Todellisuudessa useisiin nyt purkuun tuleviin vuosina 1970–1999 rakennettuihin rakennuksiin on tehty erilaisia peruskorjaustoimenpiteitä. Tehdyt korjaustoimenpiteet ovat kuitenkin yksilöllisiä ja poikkeavat toisistaan. Tarkempi, myös korjaustoimenpiteet huomioon ottava, muovimäärien arvio tehdään erikseen purkukartoituksen yhteydessä.

Työkaluun on lisätty myös muutamia erikoistapauksia, joilla on hyvin merkittävä vaikutus muovin käyttöön. PUR-eristeiden käyttö on suhteellisen vähäistä, mutta mikäli PUR-eristeitä on käytetty, on muovin määrä kohteessa huomattava ja nousee muovimattojen ja EPS:n kanssa samalle tasolle. Mikäli taas PUR-eristeitä ei ole käytetty, on sen määrä rakennuksessa lähellä nolaa. PUR on ollut markkinaosuudeltaan vielä pieni tämän ikäluokan rakennuksissa, mutta jo keskimääräinen arvo antaa suhteellisen paljon muovia rakennukselle, mikä heikentää tulosten luotettavuutta. Vastaavia, mutta toki paljon muovin määrään vaikutukseltaan pienempiä ovat muun muassa kaukolämpö ja katemateriaalin kysyminen. Nämä vaikuttavat myös tiettyjen muovijakeiden esiintymiseen kohteessa.

Mallinnustyökalussa mukana olevat rakennusosat ja muovit on valikoitu niiden sisältämän muovin kerättävyyden ja kierrätettävyyden perusteella. Työkalun ilmoittama muovimäärä ei kuvaa kaikkien muovia sisältävien tuotteiden määriä eikä kaiken muovin määrää, sillä esimerkiksi erilaiset muovia sisältävät maalit ja pinnoitteet (esim. peltikaton muovipinnoitteet) on rajattu pois. Samoin myös esimerkiksi lattialämmitysputket, jotka eivät ole kerättävissä betonivalun sisältä. Mallinnustyökalun rajauksina on käytetty tämän raportin luvussa 1.3. Työn rajaukset esitettyjä rajauksia.

## 5.1.1 Työkalun toiminta

Työkalun käyttäminen on suhteellisen helppoa ja yksinkertaista. Käyttäjän tulee kuitenkin hankkia kohteesta perustietoja kuten talotyyppi, rakennusvuosi, rakennuksen päärunkomateriaali, kerroslukumäärä ja kattotyyppi. Rakenteiden tunteminen auttaa ja tarkentaa työkalun tulosten luotettavuutta.

Työkalu on tehty oletuksilla rakennuksen alkuperäisen rakennusajankohdan materiaalmäärillä. Mallinnustyökalu ei siis huomioi rakennuksen elinkaaren aikana tehtyjä korjaustoimenpiteitä tai perusparannuksia.

### Pakolliset parametrit

Käyttäjä syöttää työkaluun rakennuksen ominaisuustietoja, joiden perusteella työkalun taustalla oleva mallinnus arvioi ja laskee kyseisen rakennuksen sisältämän muovin määrän. Syötettävät pakolliset parametrit ovat:

- Rakennuksen talotyyppi

*Rakennuksen talotyypistä pystytään johtamaan geometriaa sekä kerroskorkeutta. Kerroskorkeudesta johdetaan julkisivuuala. Julkisivuualasta saadaan johdettua runkorakenteiden muovimääriä.*

- Rakennusvuosi (valmistumisvuosi)

- Rakennuksen runkomateriaali

- Rakennuksen kattotyyppi

*Kattotyypistä johdetaan kattoala. Myös geometriasta tulee kattoala.*

- Rakennuksen maanpäällisten kerrosten lukumäärä

*Kerroslukumäärästä johdettu muuttuja kaavassa on geometria. Kerroslukumäärän vaihtoehtona on 1,5 kerrosta. Se tarkoittaa rakennusta, jossa osa rakennuksesta on yksikerroksista ja osa kaksikerroksista.*

- Kellarikerrosten lukumäärä

- Onko rakennuksessa seinäeristemateriaalina PUR (kyllä/ei/en tiedä)

- Onko rakennuksessa kaukolämpö (kyllä/ei)

- Onko rakennuksessa bitumikermikate (kyllä/ei)

- Rakennuksen bruttopinta-ala

- Rakennuksen piha-alueen pinta-ala

Lisäksi kysytään tarkentavia tietoja muovilattioista:

- Muovilattian osuus lattiapinnoitteista

Lattiatyyppi kertoo pintamateriaalien muovien määriä.

- Muovipinnoitteen osuus märkätilojen lattiapinnoista

Muovilattioiden osuus rakennuksen muovin määrästä on niin huomattava, että työkalussa pyydetään arviota tai tietoa muovilattioiden osuudesta koko rakennuksessa. Tämä tarkoittaa hyvin paljon muovin määrän arviointia, koska keskimääräinen muovin määrä tämän ikäkauden rakennuksissa on suuri, mutta vaihteluväli kohteittain voi olla merkittävä.

## Täsmentävät parametrit

Työkalussa on myös täsmentäviä kysymyksiä, joita vastaaja voi syöttää, mikäli nämä ovat tiedossa. Täsmentävät kysymykset liittyvät rakennuksen tarkkoihin rakennusosamääriin. Mikäli nämä parametrit eivät ole tiedossa, mallinnustyökalu laskee niiden määrät perustuen talotyyppin rakennusosien ominaismääriin ja geometriaan rakennuskannassa. Näiden parametrien avulla pystytään täsmentämään arviota muovimäärästä.

Täsmentävät parametrit ovat rakennuksen laajuustietoja ja pinta-aloja:

- Rakennuksen pohjan pinta-ala
- Rakennuksen tilavuus
- Rakennuksen kellarin pinta-ala
- Rakennuksen välipohja-ala
- Rakennuksen julkisivuala
- Rakennuksen kattoala
- Rakennuksen väliseinäala
- Rakennuksen märkätila-ala

Kerrosalasta tai tilavuudesta pystytään johtamaan geometriaa ja muovien määriä. Geometriasta johdetaan myös pohja-ala, josta johdetaan välipohja-ala. Välipohja-alasta saadaan pintamateriaalien sekä ala- ja välipohjarakenteiden muovimääriä. Lisäksi geometriasta johdetaan pohjapiiri ja väliseinäala. Pohjapiiristä saadaan sähköosien muovien määriä ja väliseinäalasta saadaan sekundaarirakenteiden muovimääriä.

Kellarialasta johdetaan kellaripiiri, josta saadaan perustusten muovimääriä.

## Mallinnustyökalun tulokset

Vastaajan täytettyä tiedot, saa hän tulokseksi muovin määrän rakennusosittain sekä kierrätettävissä olevan muovin määrän. Rakennusosat on jaettu seitsemään eri kategoriaan: alueosat, perustukset, ala- ja välipohjarakenteet, runkorakenteet (ulkoseinä, julkisivu ja katto), pintamateriaalit, sähköosat ja LVI-osat. Rakennusosista kerrotaan niiden sisältämät muovilajit sekä muovin määrä kilogrammoina sekä kilogrammoina per neliometri. Tulokseksi tulee myös

kierrätettävissä olevan muovin määrä sekä säästöpotentiaali euroissa ja hiilidioksidipäästöissä mitattuna.

Alueosissa tulokseksi näytetään erikseen muovin määrät viemäreiden ja käyttöveden, muiden (esim. kaivojen), salaojien ja sadevesiviemäreiden sekä kaukolämmön ja johtimien (maakaapeleiden) osalta.

Rakentamisen purkumuovien laskentatyökalu on tehty oletuksella, että rakennusten alueosat ovat olleet kohdeajanjaksolla pääsääntöisesti muovisia. On kuitenkin tilanteita, joissa on käytetty myös muita ratkaisuja. Vuonna 1980 valmistuneessa Maatullin ala-asteen nyt jo puretussa rakennuksessa Helsingissä oli käytetty savisia salaojaputkia. Tämä oli kuitenkin ajanjaksolleen erittäin harvinainen materiaalivalinta. (Metsälä 2022.) Mallinnustyökalun käyttäjän on kuitenkin hyvä huomioida, että myös vaihtoehtoisia ratkaisuja on saattanut olla.

Perustusten osalta muovin määrä on jaoteltu routaeristeisiin, sokkelilevyihin ja vedeneristykseen sekä harkkoihin. Ala- ja välipohjarakenteet näytetään yhtenä ryhmänä. Runkorakenteet on jaettu ulkoseinän ja yläpohjan eristeisiin, höyrynsulkuun, aluskatteeseen, bitumikermikatteeseen ja saumaussmassaan.

Pintamateriaaleista näytetään erikseen lattiapinnoitteiden ja märkätilapinnoitteiden muovin osuudet. Sähköosat on jaettu johtimiin, asennustarvikkeisiin ja johtoteihin sekä asennuskalusteisiin. LVI-osia ovat käyttövesiputket ja suojaputket, viemärit sekä muu LV.

Vastaaja saa myös yhteenvedon, jossa on koottu eri osien muovimäärien osuudet rakennuksen koko muovin määrästä. Lisäksi vastaaja näkee kierrätettävissä olevan muovin määrän rakennusosittain kaaviosta. Kaavioon on merkitty kierrätettävissä olevat ja ei-kierrätettävät muovimäärät erikseen.

Kierrätettävissä olevan muovin osuus on arvioitu rakennusosittain ja muoveittain. Kierrätettävyyden osuus noudattelee nykyisiä kierrätysmahdollisuuksia. Kierrätettävä muovi on kuitenkin tarkistettava aina kohteittain.

Kierrätettävyys voi myös laajentua tulevaisuudessa, kun kierrätysteknologia kehittyy, joten kierrätettävyyteen voi tulla jo lähitulevaisuudessakin muutoksia.

## **5.1.2 Laskelma muovin kierrätyksen avulla saatavista hyödyistä**

Mallin avulla käyttäjä voi myös alustavasti arvioida purkukohteen muovijakeiden eri kierrätysvaihtoehtojen (mekaaninen kierrätys, pyrolyysi) CO<sub>2</sub>-päästöjä suhteessa nykytilaan, jossa valtaosa rakentamisen muoveista päätyy rakentamisen sekajätteenä energiakäyttöön.

Työkalun avulla purkutoimija saa myös alustavan arvion kierrätyksen CO<sub>2</sub>-säästöpotentiaalista. Työkalussa muodostetaan kierrätettävissä olevasta muovin määrästä laskennallinen CO<sub>2</sub>-säästöpotentiaali. Säästöpotentiaalissa otetaan huomioon muovin kierrätyksen CO<sub>2</sub>-päästöt. Hyötypuolella on kierrätyksen avulla säästyvä neitseellisen muovin CO<sub>2</sub>-päästöt. Uuden

muovin päästöt saatiin CO<sub>2</sub>-tietokannasta sekä kansainvälisistä lähteistä. Lisäksi hyötynä on mukana muovin polttamisesta aiheutuvat päästöt. Päästöt laskettiin jokaisen muovilajin lämpömäärän perusteella. Hyötynä on myös jätteen kuljetuksen poisjääminen polttolaitokselle. Polttolaitokselle arvioitiin olevan matkaa 50 kilometriä.

Kierrätyksestä aiheutuvia päästöjä ovat muovin poltolla menetetty energiantuotanto. Menetetty energiantuotanto tulee korvata muulla lämmönlähteellä ja siinä päästöinä käytettiin keskimääräistä kaukolämmön ja sähköntuotannon päästöä siten, että 80 prosenttia tulee lämmöntuotannosta ja 20 prosenttia sähköntuotannosta. Lisäksi päästöihin laskettiin kuljetus kierrätyslaitokselle, jolle arvioitiin olevan matkaa 100 kilometriä. Eli kierrätyksen ja erilliskeräyksen kuljetusmatka olisi pidempi kuin matka polttolaitokselle.

Erotuksena saadaan kierrätyksen CO<sub>2</sub>-säästöpotentiaali. Mikäli kierrätyksen osuutta pystytään nostamaan, myös CO<sub>2</sub>-säästöpotentiaali nousee.

Lisäksi laskelmassa tehtiin arvio purkutoimijalle tulevista välittömistä kustannussäästöistä. Kustannuksina käytettiin muovin polttamisen vastaanottomaksuja polttolaitoksille sekä kuljetuskustannuksia polttolaitoksille. Vastaanottomaksuna käytettiin VTT-raportissa (Kiviranta 2021) 200 euroa /tonni. Erilliskeräyksen kustannuksina oli vastaanottomaksut kierrätyslaitoksiin sekä kuljetuskustannukset. Vastaanottomaksuina käytettiin VTT-raportin mukaista 100 euroa per tonni. Kuljetuskustannus per kilometri oli sama kuin poltossa, mutta kuljetusmatkana käytettiin 100 kilometriä ja kuljetuserän suuruus olisi puolet polttoon verrattuna, jolloin kuljetuskertoja tulisi kaksinkertainen määrä.

Kustannusten erotuksena saadaan erilliskeräyksen välittömät kustannussäästöt tai lisäkustannukset.

Tarkoituksena oli tuoda esiin säästöjä, joita voisi käyttää purkamisen ja kierrättämisen tehostamiseen. Erilliskeräyksen vaatimia purkamisen aiheuttaneita lisäkustannuksia tässä ei huomioitu. Kustannussäästöt yleisesti ottaen ovat hyvin pienet ja kuljetusmatkan kasvaessa tai kuljetushinnan noustessa erilliskeräyksen säästöt ovat helposti negatiiviset.

## 5.2. Tulosten arviointi

Työkalun tuloksia validoitiin todellisiin kohteisiin ja sitä kautta pyrittiin luomaan arviota työkalun luotettavuudesta ja tarkkuudesta. Työkalu pyrittiin rakentamaan siten, että tarkkuus olisi mahdollisimman hyvä. Työkalussa rakennus pilkotaan riittävän pieniin rakennusosiin ja muovin määrä pyritään suhteuttamaan juuri siihen rakennusosaan, jossa muovia käytetään. Rakennusluokitus pidettiin myös sen takia laajana, että voitiin hyödyntää mahdollisimman samankaltaisten rakennusten geometriaa.

Ongelma validoinnissa on, että todellisten kohteiden tietoja ja siellä olevia rakennusosien tai muovin määriä ei ole tarkalleen tiedossa. Myös purettujen kohteiden validoinnissa vertailuarvon eli oikean tarkan tiedon puuttuminen hankaloittaa tietojen vertailua, kun



työkalun arvio validoidaan toiseen arvioon. Purkutilastoissa ja purkukartoituksissa ei ole täsmälleen samoja muovijakeita ja eri muoveja on yhdistelty. Myös painoissa voi olla heittoa, koska osa on saatettu punnita märkänä tai muoviin on sekoittunut painavaa ainesta tai rakenteen muita osia.

Validoinnissa käytiin kolmen kunnan kohteita läpi. Kohteet oli valittu hankkeen alussa, mutta niitä myös täsmennettiin sen mukaan mistä kunnalla oli hyvin tietoa, esimerkiksi kun kohde oli menossa purkuun tai sille oli tehty purkukartoitus. Hankkeen toimijat tunsivat kohteet hyvin ja heillä oli käytössä kohteen ominaisuus- ja laajuustiedot.

Kohteiden rakenteiden määrästä ei ollut tarkkaa tietoa, mutta validoinnin yhteydessä keskusteltiin määrästä sekä myös laskettiin määriä ja todettiin laskennan antavan riittävän tarkkoja rakennusosamääriä. Työkalun kehittämisessä tuli esille, että mikäli tiedossa on keskeisten rakennusosien määrät, voisivat ne olla annettavissa työkaluun, jolloin laskenta voisi käyttää todellista määrää eikä laskennallista rakennusosan määrää. Tämä lisäisi työkalun tulosten luotettavuutta ja kun kohteen tiedot ovat täsmälleen oikeat, niitä voidaan hyödyntää paremmin. Tämä mahdollisuus rakennusosamäärien tarkkojen arvojen syöttämiseen malliin lisättiin ohjelmaversioon 1.05.

Validoinnissa testattiin työkalun toimivuutta ja arvioitiin tulosten virhemarginaalia. Osa kaupunkien kohteista oli purettu, tai niille oli tehty purkukartoitus tai ne olivat purku-uhan alla lähitulevaisuudessa.

Validointia varten tarkasteltavat kohteet olivat:

- Koulut ja oppilaitokset
  - Kimnaasipolku 5, Helsinki, v 1980, peruskoulu
  - Rounionkatu 94, Nokia, v 1982, päiväkot
  - Leppävirrantie 14, Leppävirta, v 1972, ammattikoulu
  - Kankaantaankatu 4, Nokia, v. 1980, ammattikoulu
  - Kankaantaankatu 4, Nokia, v. 1980, Ammattikoulu/palloiluhalli
  - Hirsimäenkatu 30, Nokia, v. 1974, peruskoulu
  - Ruskeepäänkatu 30, Nokia, v. 1970, peruskoulu
- Urheilu- ja liikuntarakennukset
  - Sammalistontie 36, Nokia, v 1977, seura/kerhorakennus
  - Linnavuorentie 17, Nokia, v 1987, urheilu/liikuntarakennus
  - Välikatu 24, Nokia, v. 1976, uimahalli
  - Korkeemäenkatu 8, Nokia, v. 1979, seurakuntakeskus

- Terveyskeskukset ja sosiaalipalvelurakennukset
  - Lääkärintie 8, Helsinki, v 1981, terveysasema (validointi perustuen purkudokumentointiin)
  - Savonkatu 15, Leppävirta, v 1986, vanhainkoti
  - Maununkatu 12, Nokia, v. 1978, terveyskeskus

### 5.3. Validoinnin tulokset

Validoinnissa keskityttiin rakennusosamäärien ja rakennusten alojen tarkasteluun, koska kohteiden todellisista muovimääristä oli huonosti tietoa saatavilla. Työkalun keskeinen ajatus on laskea rakennusosia mahdollisimman tarkasti ja koska muovien käyttö on kytköksissä vahvasti tiettyihin rakennusosiin, saadaan myös muovien käyttö mahdollisimman tarkaksi kohteissa.

Validoinnin perusteella työkaluun tehtiin pieniä parannuksia, muun muassa lisättiin 1,5-kerroksinen rakennus vastausvaihtoehdoksi. Julkisissa palvelurakennuksissa on paljon kohteita, jotka ovat osittain kaksikerroksisia ja osittain yksikerroksisia. Valitsemalla 1,5 kerrosta saadaan tarkennettua pohjan alaa ja monien muiden rakennusosien alaa, jotka ovat merkityksellisiä muovin määrän kannalta. Kerroslukua tarkistettiin koko kannan osalta ja päädyttiin vain tarkentamaan lukuun 1,5 kerrosta. Tarkempien kerrossuhteiden määrittelyä ei ollut tarpeen tarkentaa eikä laskelman tuloksia ollut tarvetta muuttaa.

Lisäksi työkaluun lisättiin mahdollisuus purkutoimijan itse lisätä laajuustietoja, koska monet laajuustiedot kuten kattoala, julkisivuala tai pohjan ala olivat toimijoilla usein tiedossa tai alat olivat helposti laskettavissa. Täsmällisesti annetulla laajuustiedolla saadaan juuri kohteen mukaiset laajuustiedot, mikä tarkentaa muovin määrän laskentaa.

Rakennuksen tilavuus on hyvin usein purkutoimijalla tiedossakin, mutta myös työkalun laskennallisella arvolla päästiin lähestulkoon aina 5–10 prosentin tarkkuuteen, joka on erittäin hyvä tulos. Muovimäärille merkityksellisiä parametrejä ovat pohjan piiri ja kattoalat. Molemmissa aloissa tai mitoissa työkalun heitto oli noin 30 prosenttia. Eroavaisuus tulee erilaisten rakennusten lisäkkeiden takia. Lisäksi julkisessa palvelurakennuskannassa on paljon osittain yksi- ja kaksikerroksisia rakennuksia, jolloin laajuustietoihin voi tulla heittoja. Pinta-aloista kellarin alalla on isoja heittoja, koska kellarin koko vaihtelee kohteittain paljon. Julkisissa palvelurakennuksissa on kuitenkin erittäin vähän kellareita.

Muovin määrä oli tiedossa vain pienestä osasta validoitavia kohteita. Pinta-alojen heitot vievät eri muovien määrää sekä alas että ylös, mutta kokonaismuovin määrä osui varsin hyvin. Muovilaji tai käyttökohdekohtaisia eroja oli enemmän. Työkalulla on mahdollisuuksia päästä muutaman prosentin tarkkuuteen kokonaismuovin määrässä, mikä on erittäin hyvä tulos. Pitää muistaa, että myös purkuraporttien muovien määrä on arvio ja purkumuovivilastointi voi heittää hyvinkin paljon, jos muoviin on sekoittunut muuta painavaa materiaalia joukkoon. Eli täysin oikeaa muovimäärää, johon työkalun tulosta voisi verrata, ei ole olemassa.

Keskeisten muovien, kuten lattianpäällysteiden muovimäärässä päästiin hyvään arvioon, kun työkalussa kysytään muovisten lattiamateriaalien osuutta. Osuus on myös aika helposti arvioitavissa oikeaan suuruusluokkaan purkutoimijan toimesta. PUR-eristeiden käyttö kysytään myös erikseen, mutta validoitavissa kohteissa ei ollut tiedossa yhtään PUR-eristeillä toteutettua kohdetta.

Validoinnin perusteella työkalun uskotaan antavan varsin hyvän arvion muovin kokonaismäärästä yksittäisessä kohteessa. Määrätietojen tarkentaminen parantaa tulosten luotettavuutta.

## **6Yhteenveto ja tulokset**

Työn tavoitteena oli määrittää ennen kaikkea rakentamisen purkumuovien määrää 1970-, 1980- ja 1990-lukujen julkisissa palvelurakennuksissa. Työssä kehitettiin laskennallinen mallinnustyökalu, jolla kyetään tekemään ensiarvio yksittäisen kohteen rakennusajankohdan mukaisista muovilajien määrien jakaumista.

Työssä tarkasteltiin julkista palvelurakennuskantaa sekä näiden rakentamisessa käytettyjä muoveja. Muoveja tarkasteltiin rakennusosittain ja muovilajeittain. Muovien määrän ja muovilajien tarkastelussa hyödynnettiin muita tutkimustuloksia ja pyrittiin saamaan esiin ajankohdan tyypillinen rakentaminen. Foreconilla on käytössä useiden tuotteiden menekkitietoja pitkältä ajalta. Eli kuinka paljon eri tuotteita on käytetty vuosittain rakentamisessa. Käyttötietoja on myös jaoteltu tai mallinnettu talotyypeittäin, jolloin muovituotteiden oikeaa ja toteutunutta käyttöä voitiin kohdistaa 1970-, 1980- ja 1990-lukujen julkisille palvelurakennuksille.

Mallinnuksessa rakennus pilkotaan riittävän pieniin rakennusosiin ja muovin määrä pyritään suhteuttamaan juuri siihen rakennusosaan, jossa muovia käytetään. Yksittäisen muovituotteen ja -lajin käyttö kohdistuu hyvin usein juuri tiettyyn rakennusosaan ja muovituotteiden markkinaosuus kyseisessä käytössä on myös tyypillisesti suuri. Tuotteittaisia ja rakennusosakohtaisia eroja toki on.

Koska rakentamisen tuotetietoja oli hyvin tiedossa, voidaan koko kannan materiaalmäärien arvioida olevan hyvällä tarkkuustasolla.

Rakennusten muoveista tärkein yksittäinen lähde ovat muoviset lattiapinnoitteet. Nämä ovat purkamisen kannalta olennainen muovilaji, koska ne ovat näkyvillä eivätkä piilossa rakennuksen rungon sisällä tai maanvaraisissa osissa. Muovisten lattiapinnoitteiden kierrätykselle onkin kehittynyt tästä syystä kiertotalouden arvoketju.

Toiseksi tärkein yksittäinen muovijae ovat polystreenit, joita käytetään pääasiassa rakennuksen alueosissa sekä perustuksissa. Purettavien polystreenien kierrätystä ei tällä tehdä Suomessa tehdä, koska materiaali on usein likaista ja saattaa sisältää kierrätyksen estäviä palonestoaineita tai muita haitallisia aineita. Polystreenit ovat muovien kierrätyksen kannalta kenties potentiaalisin muovilaji, sillä niitä ei tällä hetkellä kierrätetä, mutta niillä on huomattava volyyymi ja niitä löytyy käytännössä jokaisesta rakennuksesta.

Talotekniset tuotteet ovat rakentamisen muovien kannalta kolmanneksi merkittävin muovin lähde. Sähköjohtimet ovat muovin keräyksen, erottelun ja kierrätyksen kannalta olennainen materiaali, sillä muovit erotellaan erikseen johtimen sisältämän metallin takia.

Rakentamisen purkumuovit päätyvät tällä hetkellä pääasiassa energiakäyttöön. Osa muoveista erilliskerätään jo nykyisellään, mutta muovien kierrätyksen haasteet, joita on useita, tekevät muovien tehokkaan kierrätyksen usein taloudellisesti kannattamattomaksi. Kierrätyksen haasteita ovat muun muassa muovien tunnistamisen vaikeus, muovien likaisuus sekä niiden sisältämät haitalliset yhdisteet.

Muovilajien tunnistaminen ja lajittelu työmailla on vaikeaa. Teknologia muovien tunnistamisessa kuitenkin kehittyy ja se helpottuu niin työmailla tai kierrätyslaitoksissa, joissa muovilajien erottelu on edistynyt. Monet rakentamisen muovit asennetaan toisiin rakennusmateriaaleihin kiinni, kuten betoniin. Tämä hankaloittaa muovien keräämistä ja likaa muovituotteet. Muovin puhtaus on keskeistä kierrätettävyyden kannalta. Osa muoveista likaantuu myös kosketuksesta maahan (rouaeristeet) tai kontaminoituu käytössä (viemäriputket).

Muovien valmistuksessa tai asentamisen yhteydessä on käytetty aiemmin useita eri haitta-aineita, kuten asbestia, raskasmetalleja, pehmitinaineita tai palonestoaineita. 1970–1990-lukujen rakennuskannassa on paljon haitta-aineita sisältäviä muoveja. Haitta-aineita sisältävien muovien tunnistaminen työmaalla on käytännössä mahdotonta.

Vaikka kaikkia rakentamisen purkumuoveja ei pystytä tällä hetkellä kierrättämään, kehittyy kierrätysteknologia nopeasti. On odotettavissa, että lähitulevaisuudessa useampia purkumuovijakeita pystytään kierrättämään muun muassa kemiallisen kierrätyksen kehityksen ansiosta. Purkuprosessit kehittyvät myös muoveja paremmin erotteleviksi ja niiden kierrätyksen kannalta suotuisammaksi kiertomuovien arvoketjujen kehittyessä tai vaatimusten kiristyessä.

Työssä toteutettiin työkalu, jonka avulla kiinteistön omistaja ja purkutoimija voi arvioida kohteen muovin määrää. Mallinnuksessa on haasteena saada koko kantaa käsittävä mallinnus toimimaan yksittäisessä kohteessa, kun rakennukset ovat geometrialtaan ja muodoiltaan hyvin erilaisia. Myös työkalussa rakennus pilkotaan riittävän pieniin rakennusosiin ja muovin määrä pyritään suhteuttamaan juuri siihen rakennusosaan, jossa muovia käytetään. Koko kannan mallinnuksessa rakennus muutetaan ominaisuustietojen perusteella rakennusosiksi ja siitä eteenpäin muovin määräksi. Työkalussa ominaisluvut on määritelty kaikille talotyypeille erikseen ja lisäksi eri vuosikymmenten rakennuksissa on erilaista muovien käyttöä. Lisäksi työkaluun tuotiin joitakin tarkentavia kysymyksiä, joilla muovin määrää voi tarkentaa.

Työkalu auttaa kiinteistönomistajia arvioimaan muovien määriä omissa rakennuksissaan ja miettimään muovien kierrätystä purettavissa rakennuksissa. Työkalussa on myös ominaisuus, jolla voidaan arvioida kierrätettävyyden taloudellista kannattavuutta ja CO<sub>2</sub>-säästöpotentiaalia.

# Liite 1 Rakennuksen purkumuovien mallinnustyökalu

Kohteen nimi		Ohjelmaversio 1.05	
Rakennus XXX		Sivu 1/3	
Päiväys 13.12.2022 13:03		Työkulun kuvaus Rakennuksen purkumuovien mallinnustyökalu	
<b>Rakennuksen ominaisuudet</b>			
Rakennuksen talotyyppi	Keskussairaalat		Info
Rakennusvuosi	1970		
Rakennuksen runkomateriaali	Betonielementti		
Rakennuksen kattotyyppi	Harjakatto		
Maanpäällisten kerrosten lukumäärä	1,5		
Kellarikerrosten lukumäärä	0		
Onko rakennuksen seinäeristemateriaalina PUR	Kyllä		
Onko rakennuksessa kaukolämpöä	Ei		
Onko rakennuksessa bitumikermikate	Ei		
<b>Rakennuksen tiedot</b>			
Syötä rakennuksen tietoja:			
Rakennuksen bruttoala*	Todelinen	Laskennallinen	yksikkö
	3 000		k-m <sup>2</sup>
Rakennuksen pohja-ala		2 488	m <sup>2</sup>
Rakennuksen tilavuus		13 591	rm <sup>3</sup>
Rakennuksen kellari-ala		132	m <sup>2</sup>
Rakennuksen välipohja-ala		210	m <sup>2</sup>
Rakennuksen julkisivu-ala		1 032	m <sup>2</sup>
Rakennuksen katto-ala		2 647	m <sup>2</sup>
Rakennuksen väliseinä-ala		3 058	m <sup>2</sup>
Rakennuksen märkätila-ala		1 903	m <sup>2</sup>
Rakennuksen piha-alueen pinta-ala*	6000		m <sup>2</sup>
Rakennuksen pohjan piiri		290	m
Rakennuksen kellarin piiri		0	m
Rakennuksen pohjan nurkkien lukumäärä		431	kpl
Arvioi muovimaton osuus lattiapinnoitteista*	60 %		%
Arvioi muovipinnoitteen osuus märkätilojen lattiapinnoista*	100 %		%
*Pakollinen tieto			
<b>Rakennuksessa noin 25500 kg muovia</b>		<b>Kierrätettävissä noin 5500 kg muovia</b>	

## Lähteet

Fortum. 2021. Fortum suunnittelee uuden sukupolven mekaanista muovinkierrätyslaitosta ja tutkii uusia, edistyneitä tekniikoita [verkkosivu].

<https://www.fortum.fi/media/2021/11/fortum-suunnittelee-uuden-sukupolven-mekaanista-muovinkierrätyslaitosta-ja-tutkii-uusia-edistyneita-teknologioita> [Viitattu 23.9.2022]

Häkkinen, T., Kuittinen, M. & Vares, S. 2019. Plastics in buildings – A study of Finnish apartment buildings and day-care centre. Ministry of the Environment.

Kauppi, S. ym. 2019. Kestävä ja turvallinen kiertotalous: Selvitys POP-yhdisteiden ja SVHC-aineiden hallinnasta kiertotaloudessa. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 2019:58.

Kemppainen, L. 2022. Seniori ympäristömanageri, tiimipäällikkö. Lassila & Tikanoja. Haastattelu 3.10.2022.

Kerabit. 2022. Bitumikattoremontit [verkkajulkaisu].

<https://kerabitpro.fi/kattoremontti/bitumikattoremontit/> [Viitattu 14.11.2022]

Kinnunen, R. & Kupiainen, R. 2019. Rakennustyömaan muovijätevirrat ja lajittelun ympäristövaikutukset. Opinnäytetyö, energia- ja ympäristötekniikka. Karelia AMK.

Kiviranta, K. 2021. Laskennallinen tarkastelu rakennusten purkumuovien hyödyntämismahdollisuuksista. VTT.

Kiviranta, K. & Hakala, J. 2021. Laskennallinen tarkastelu rakennusten purkumuovien hyödyntämismahdollisuuksista – loppuraportti. VTT.

Kärhä, V. 2022. Toimitusjohtaja. Muoviteollisuus ry. Haastattelu 12.9.2022.

Lahdensivu, J. 2022. Tohtori, johtava asiantuntija. Ramboll Oyj. Teams-haastattelu 27.9.2022.

Lauronen, J. Myyntijohtaja. Tarkett Oy. Haastattelu 12.9.2022.

Lehtonen, K. 2019. Purkutyöt – opas tekijöille ja teettäjille [verkkajulkaisu].

<http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-361-036-1> Ympäristöministeriön julkaisuja 2019:29. [Viitattu 11.11.2022]

Lehtonen, K. 2022. Yrittäjä. Ytekki Oy. Haastattelu 12.9.2022.

Metsälä, J. Projektipäällikkö. Helsingin kaupunki. Haastattelu 2.12.2022.

Mäenpää, J. 2022. Diplomi-insinööri. Uponor Oyj. Haastattelu 27.9.2022.

Rydström, A-M., Jacobson A., Belleza E. & Rydberg T. 2020. Kartläggning av mängden PVC som finns inbyggd i samhället Kartläggning av mängden PVC som finns inbyggd i samhället. IVL Svenska Miljöinstitutet AB. ISBN 978-91-7883-211-8.

Tilastokeskus 2021. Suomen virallinen tilasto (SVT): Rakennukset ja kesämökit [verkkojulkaisu]. Viiteajankohta: 2021. ISSN=1798-677X. Helsinki: Tilastokeskus <https://stat.fi/tilasto/rakke> [Viitattu: 8.12.2022].

Tilastokeskus 2022. Suomen virallinen tilasto (SVT): Rakennus- ja asuntotuotanto [verkkojulkaisu]. Viiteajankohta: 2022, syyskuu. ISSN=1796-3257. Helsinki: Tilastokeskus <https://stat.fi/tilasto/ras> [Viitattu: 8.12.2022]

Teittinen, T. ym. 2020. CHEMPLAST: Kansallisten EoW-asetusten mahdollisuudet muovijätteen kemiallisen kierrätyksen edistämiseksi. VTT Technical Research Centre of Finland. VTT Asiakasraportti No. VTT-CR-01281-19.

Työ- ja elinkeinoministeriö. 2019. Muovijätteen kemialliset hyödyntämiskäytännöt ja -markkinat kiertotaloudessa. Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja 2019:64.

Vestu, V. 2022. Tuotantojohtaja. Veikko Lehti Oy. Haastattelu 19.10.2022.

Väestörekisterikeskus 2018. Suomen rakennuskanta.

Ympäristöministeriö. 2020. Rakentamisen muovit. Muovitekartta Suomelle. 2020:9.

Ympäristöministeriö. 2021. Purkaa vai korjata? Hiilijalanjälkivaikutukset, elinkaarikustannukset ja ohjaukset. Ympäristöministeriön julkaisuja 2021:9.

Ympäristöministeriö. 2022. Kierrätyksestä kiertotalouteen. Valtakunnallinen jätesuunnitelma vuoteen 2027. Ympäristöministeriön julkaisuja 2022:13.

Zhu, Y. ym. 2022. Purkumateriaalien kelpoisuus eri käyttökohteisiin turvallisuuden ja terveellisuuden näkökulmasta. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 2022:15.



# Kirjoittajista

## **Forecon Oy**

Forecon Oy on rakennusalan markkinoiden tutkimusyritys Tampereelta. Yritys on erikoistunut rakentamisen ennakointi- ja tutkimustoimintaan sekä muihin rakentamisen toimintaympäristöön, rakennuskantaan, markkinoita ja strategioita koskeviin tutkimuksiin ja asiantuntijapalveluihin. Forecon on VTT-taustainen yritys ja lähes koko henkilöstöllä on VTT-tausta. Forecon kuuluu kansainväliseen Byggfakta Group -konserniin.

## **Tuomas Laitinen**

DI

Tuomas Laitinen työskentelee Foreconissa asiantuntijana sekä myynnin ja liiketoiminnan kehityspäällikkönä. Laitinen on tehnyt monipuolisia tutkimushankkeita, selvityksiä ja kyselyitä Foreconissa ja aiemmin VTT:llä. Laitinen vastaa osasta Foreconin materiaalimallinnuksista- ja ennusteista ja on tehnyt laajalti tutkimusta eri rakennusmateriaalien käytöstä. Laitisella on erinomainen tuntemus muun muassa lämmöneristeiden käytöstä rakentamisessa, joka on yksi eniten muoveja sisältävä rakennustuote. Lisäksi hän on selvittänyt mm. LVIS-rakentamista ja tuotemerkkinä.

## **Markku Riihimäki**

DI

Markku Riihimäki toimii Foreconissa johtavana asiantuntijana ja toimitusjohtajana. Riihimäki on yksi Suomen johtavista rakentamisen markkinoiden tuntijoista. Hänellä on aikaisempi pitkä kokemus rakennus- ja kiinteistöalan tutkimustyöstä VTT:llä. Riihimäki on tehnyt paljon tutkimusta uudis- ja korjausrakentamisesta – tuotteiden ja järjestelmien käytöstä. Hän on laatinut useita rakentamisen mallinnuksia ja on ollut ohjaamassa näiden perusteita.

## **Janne Puustelli**

DI

Janne Puustelli työskentelee Foreconissa data-analyttikkona. Puustelli on ollut kehittämässä tilastollisia malleja ja teknistä alustaa rakennuskannan materiaalimäärien laskentaan, jonka pohjalta muovien määrää rakennuskannassa on mallinnettu ja laskettu. Hän on tehnyt muun muassa rakennuskannan geometristä analyysiä, minkä avulla saadaan suurten kaupunkien rakennusten muotojen perusteella selvästi pelkästään numeerista dataa tarkempia arvioita rakennusten materiaalimääristä.

## **Sannamari Mäkelä**

FM

Sannamari Mäkelä työskentelee Foreconissa tutkimusapulaisena. Mäkelä on etsinyt ja analysoinut tietoa muovin kierrätyksestä sekä ollut mukana hankkeen loppuraportoinnissa.