



Muovin kemiallinen kierrättäminen

Mika Härkönen
Teknologian tutkimuskeskus VTT
KieMaRa-webinaari, 22.3.2023

Esityksen sisältö

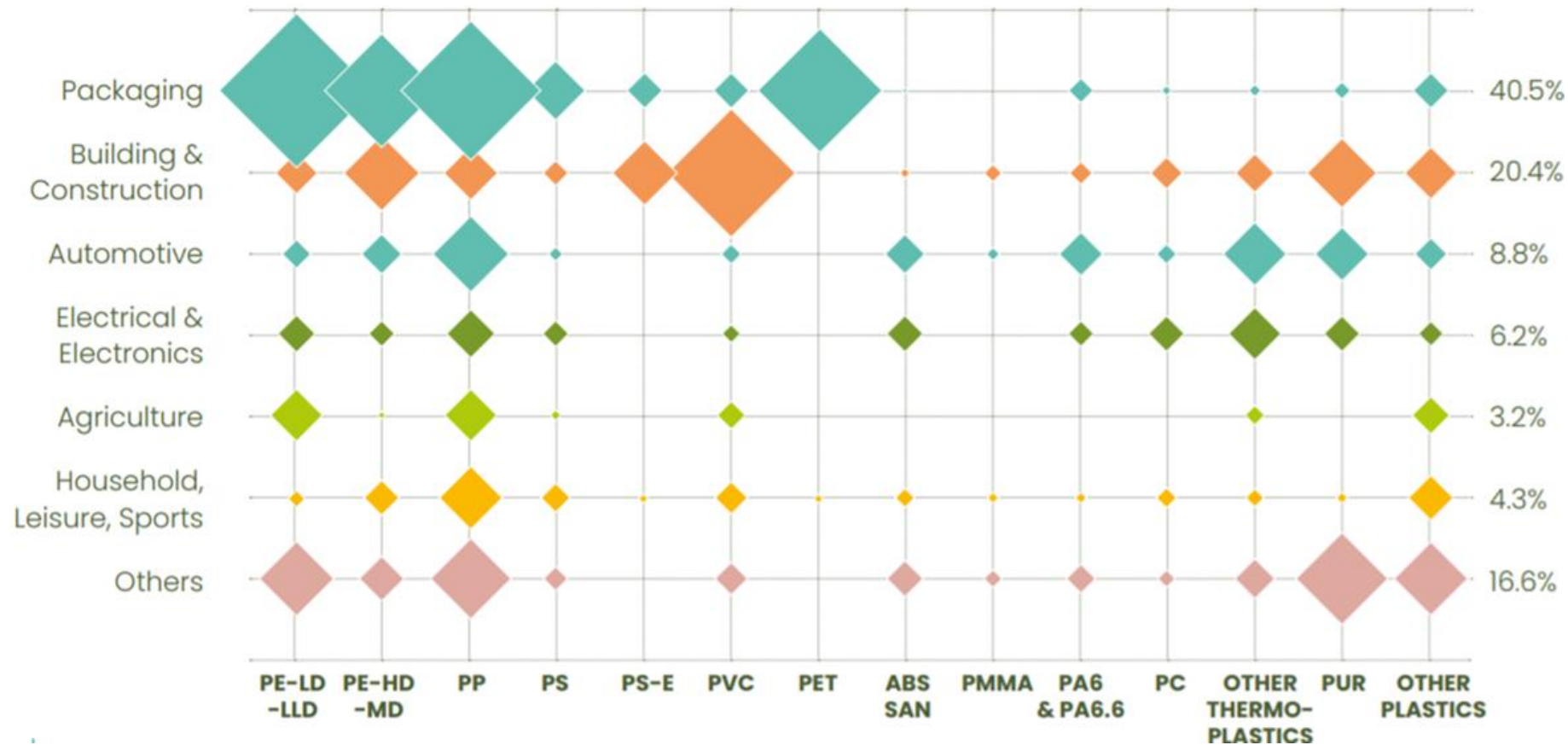
1. Muovin kierrätyksen tilanne - yleisesti ja maataloudessa
2. Muovijätteen kierrätysteknologioita - hyötyjä ja haasteita
3. Kemiallisen kierrätyksen tilanne maailmalla ja Suomessa – mahdollinen vaikutus maatalouden muovien kierrätykseen

Muovin kierrätyksellä Suomessa on paljon parannettavaa - kaikki keinot on otettava käyttöön

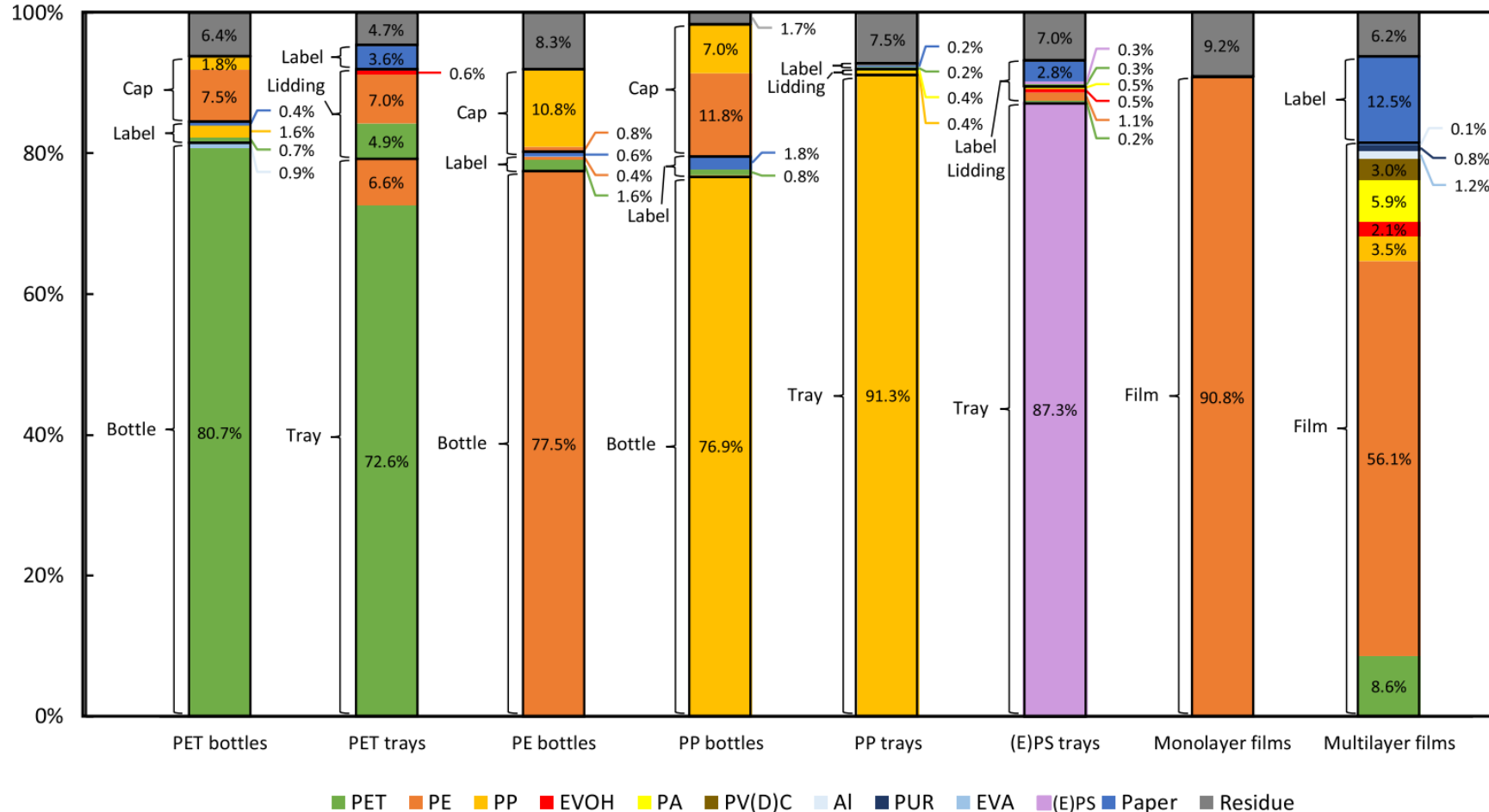
- Vuonna 2020 muovipakkausten keräysaste oli 45% ja kierrätysaste 26%, kun otetaan huomioon myös pantilliset PET pullot.
- Suomen lainsäädännössä (2021) kierrätysasteen tavoitteet ovat 50% v. 2025 ja 55% v. 2030.
- On lisättävä muovin kierrätyksen määrää ja ”saantoa” kaikissa vaiheissa: keräyksessä ja lajittelussa sekä monenlaisiin sovelluksiin kelpaavan uusiomuovin tuotannossa. Useita erilaisia kierrätysteknologioita rinnakkain.
- Tuleva EU-lainsäädäntö ja Suomen muovitiekartta 2.0 asettavat tiukkoja tavoitteita esim. kierrätysmuovin osuudelle muovituotteissa sekä muovituotteiden kierrätettävyydelle ja uudelleenkäytölle.



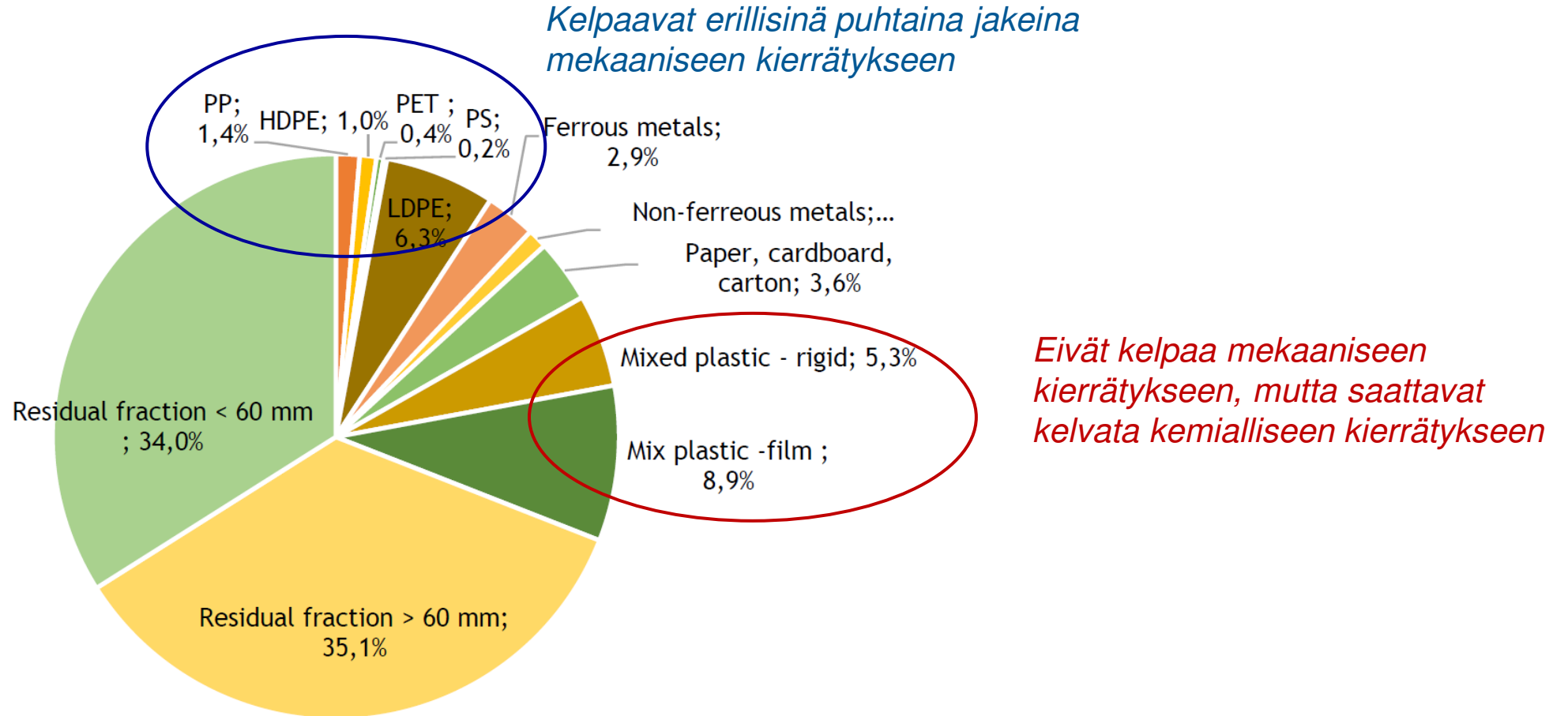
Muovien moninaisuus on suurin syy kierrätyksen vaikeuteen



Muovipakkaukset ovat usein yhdistelmämaterialleja

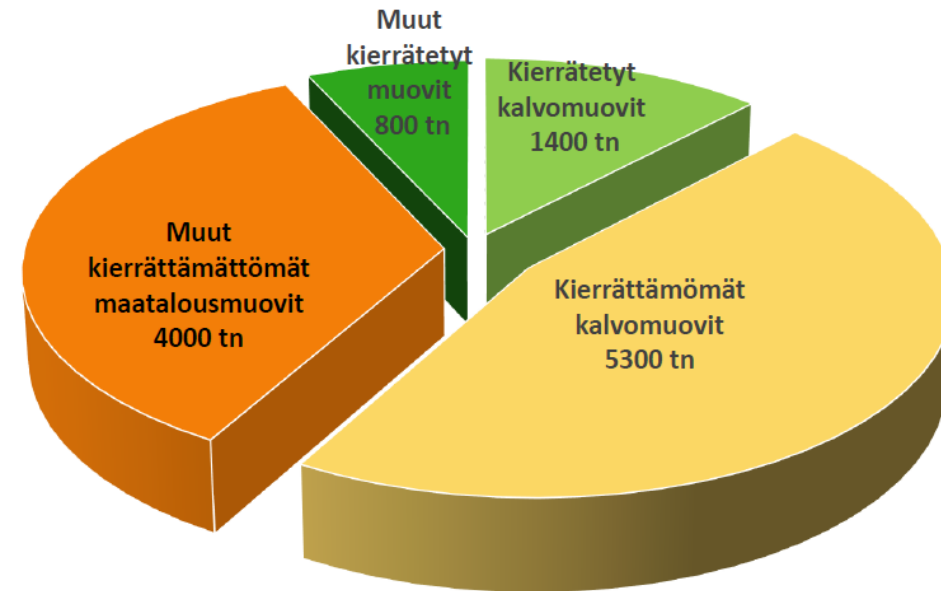


Kierrätyksen kannalta tieto jätteen muovilajeista on tärkeää – esimerkki sekajätteen muoveista



Maataloudessa käytetään pakkausmuoveja ja ns. maatalousmuoveja – kierrätyksessä on vielä parantamisen varaa

Muovilaatu	Muovijäte
PE-LLD	Pyöröpaalimuovi
PE-LD	Aumamuovi Suursäkkien sisäsäkit Piensäkit Kasvinviljelykalvot Lavahuput
PE-HD	Kanisterit Kiristekalvohylsyt
PP	Paalinaru Suursäkkien ulkosäkit Sidontaverkko Kiristekalvohylsyt Kateharsot Kanisterien korkit
PVC	Kiristekalvohylsyt



Maatalousmuovijätettä n. 12 kt/a
(=muut kuin pakkausmuovit)

Kierrätysaste n. 20%

Maatalouden muovit ovat hyvää raaka-ainetta uusiomuoville, kunhan keräys ja ja kierrätysjärjestelmät saadaan toimimaan

Muovilaatu	Muovijäte
PE-LLD	Pyöröpaalimuovi
PE-LD	Aumamuovi
	Suursäkkien sisäsäkit
	Piensäkit
	Kasvinviljelykalvot
	Lavahuput
PE-HD	Kanisterit
	Kiristekalvohylsyt
PP	Paalinaru
	Suursäkkien ulkosäkit
	Sidontaverkko
	Kiristekalvohylsyt
	Kateharsot
	Kanisterien korkit
PVC	Kiristekalvohylsyt

Alenius, Maatalousmuovien materiaalihyödyntämisen edistäminen, 2016

Pakkausten tuottajanvastuun piirissä

Kiinnostava raaka-aine uusiomuovin tuottajille

Ei vielä toimivaa kierrätysreittiä

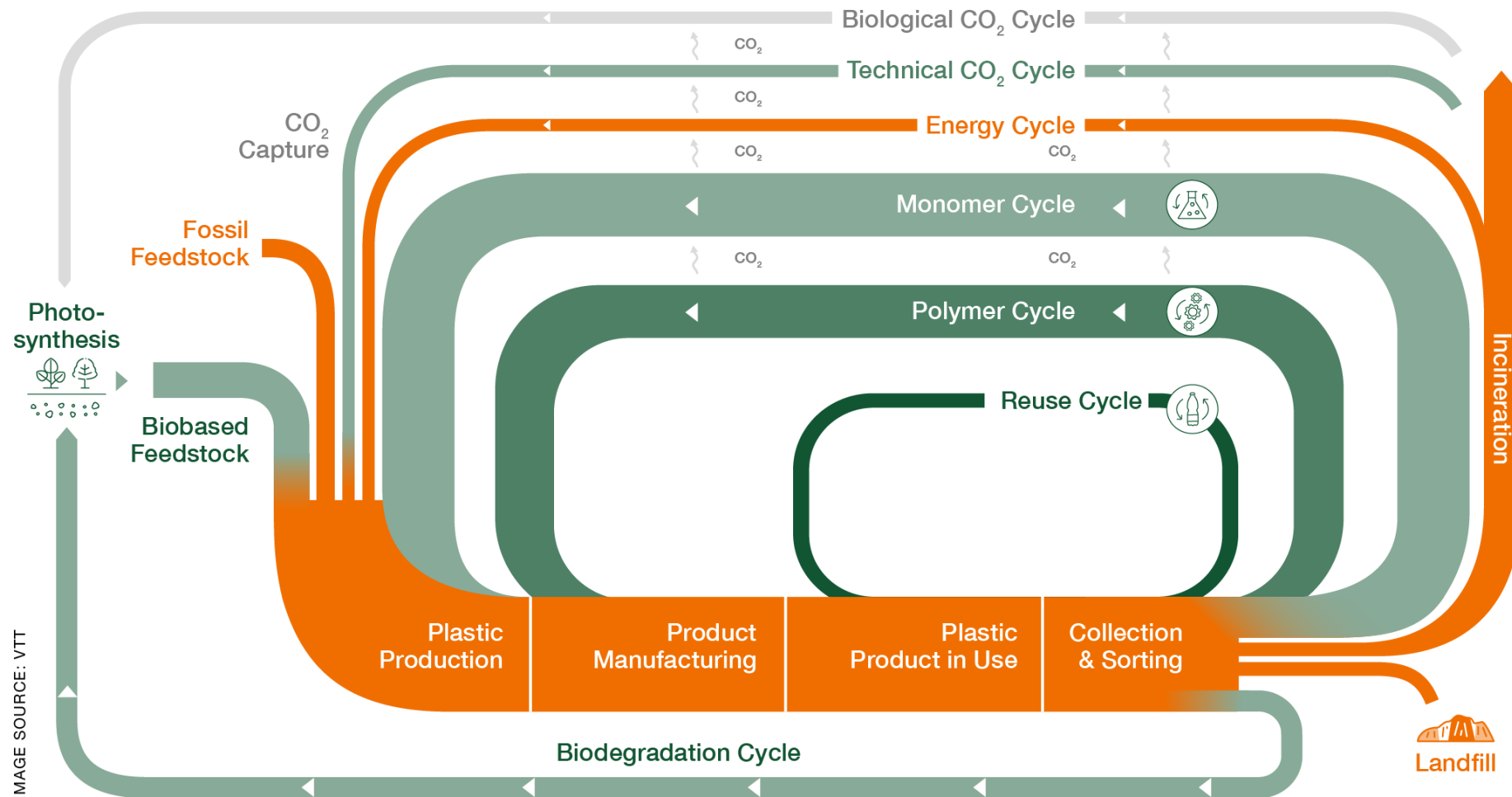


Maatalousmuoveille uusi tuottajayhteisö – Koko maatalousmuoviketju mukana ottamassa vapaaehtoisesti vastuuta muovijätteen keräyksestä ja kierrätyksestä

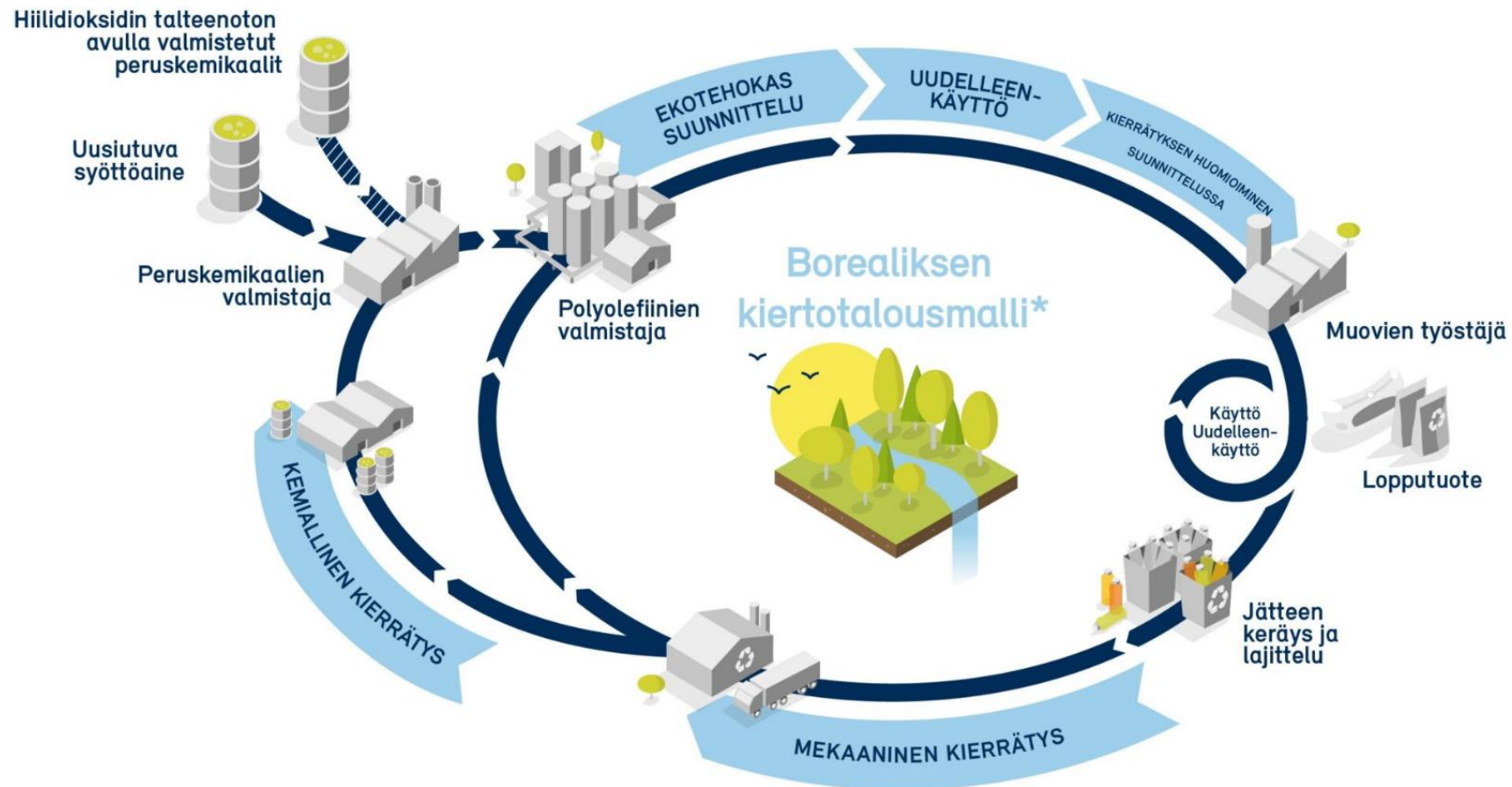


13.3.2023 • Artikkeilit • Avainsanat: 4H, arvoketju, jätemuovi, keräys, kierrätys, maatalousmuovi, muovijätteet, muovinkeräys, paalimuovi, paalit, Suomen Uusiomuovi, tuottajavastuu, yritys

VTT:n visiossa muovien kiertotaloudelle on useita reittejä - integraatio arvoketjuun on tärkeää



Muoviteollisuus etsii aktiivisesti ratkaisuja

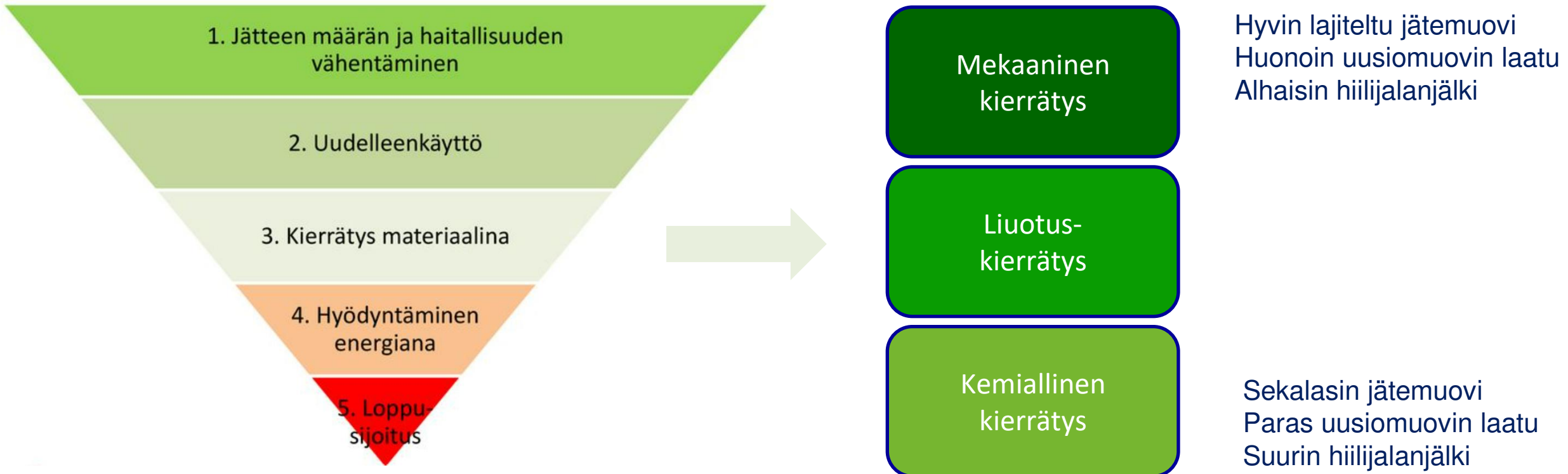


Kierrätyslähdeinen suunnittelu ja digitaaliset vesileimat helpottavat muovijätteen lajittelua ja kaikkea kierrätystä

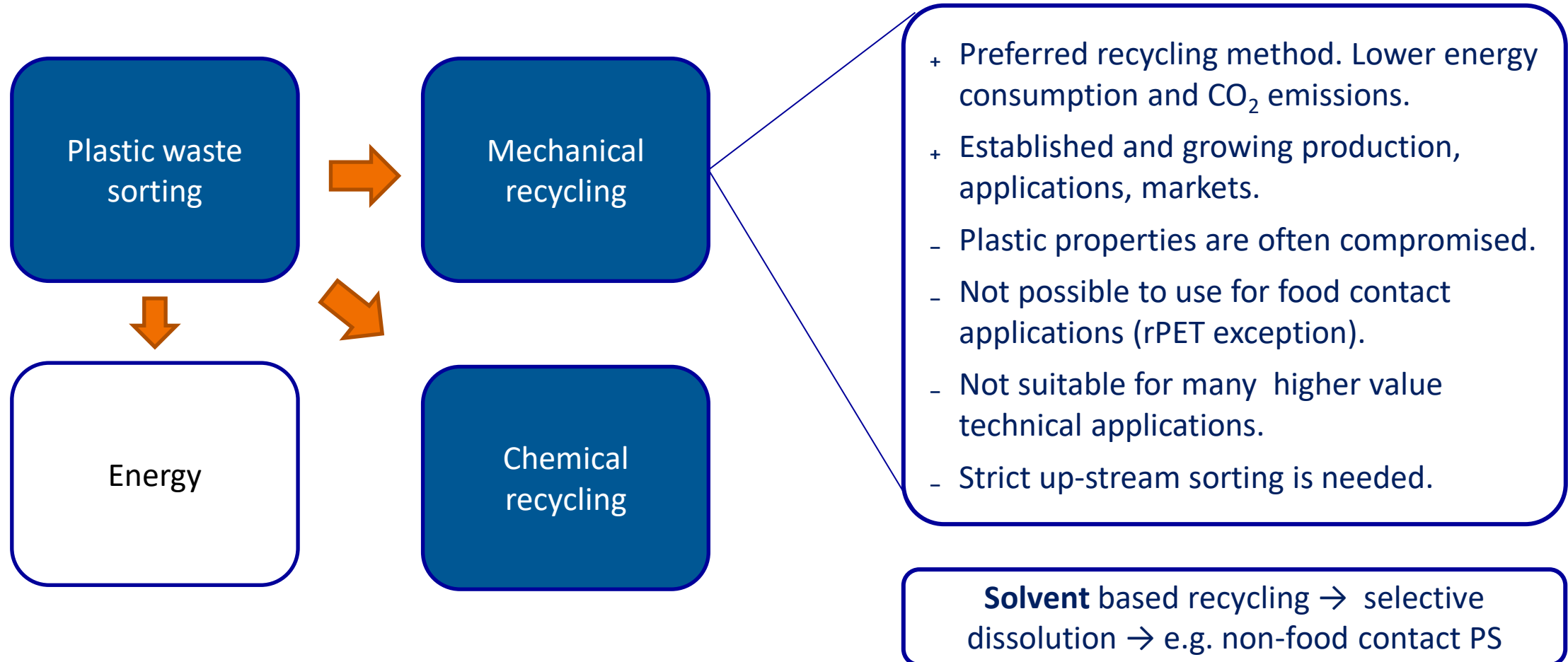


<https://uusiomuovi.fi/yritykselle/kierratyskelpoinen-muovipakkaus/>
<https://www.ecr-community.org/global-recyclable-packaging-guide/>
<https://www.digitalwatermarks.eu>

Jätehierarkia sekä muovin kierrätysmenetelmien CO₂-jalanjälki, jätemuovin puhtaus ja kierrätysmuovin laatu ohjaavat valintoja

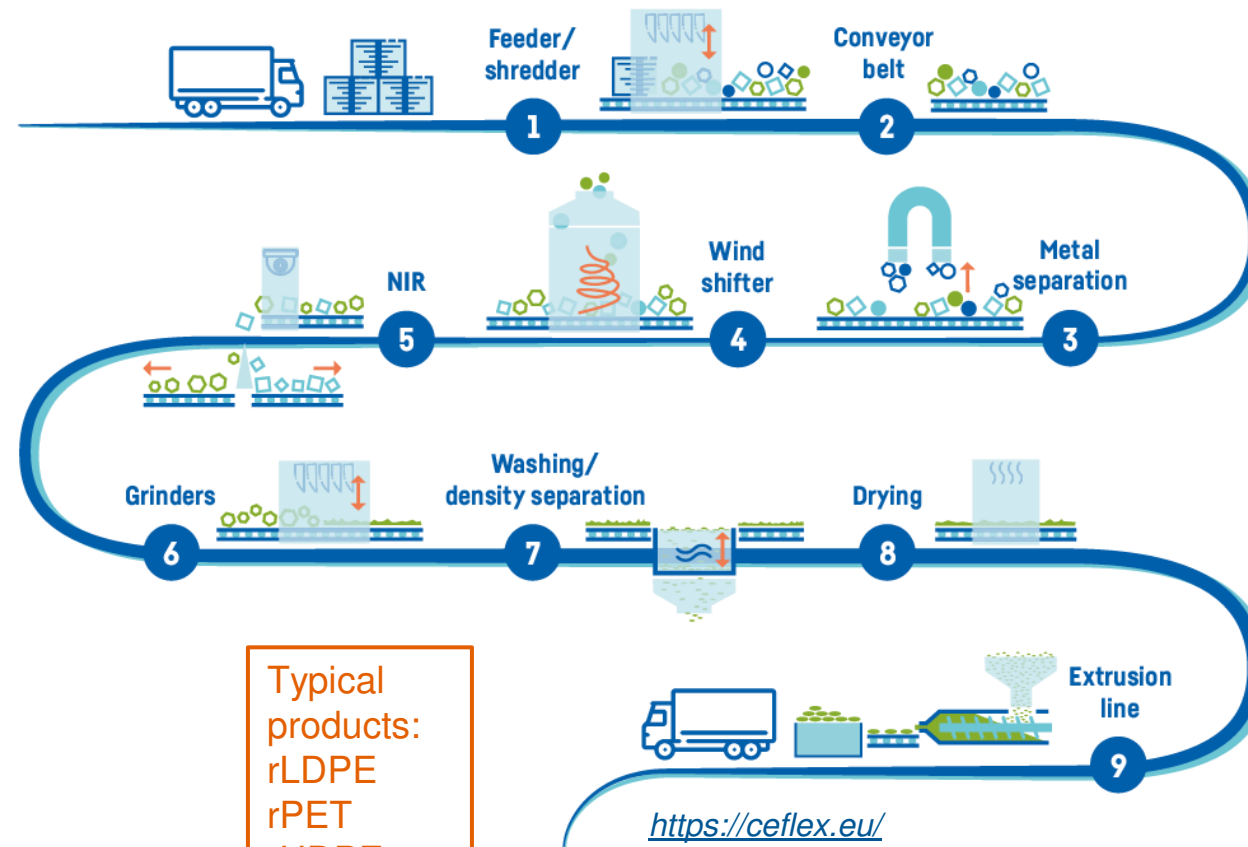


Muovin mekaaninen kierrätys – ensisijainen reitti tietyin rajoituksin



Tyypillinen prosessi sekalaisen muovijätteen mekaaniseen kierrätykseen

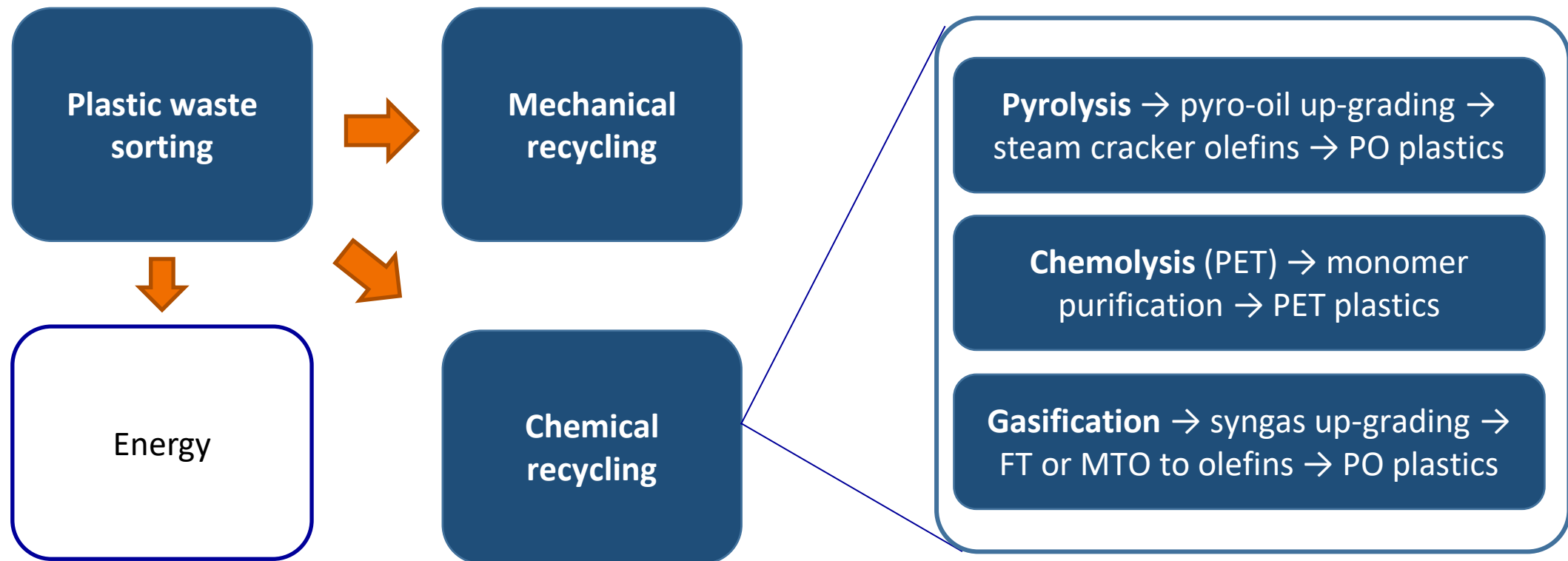
PPW in Europe:
 32% LDPE
 20% HDPE
 20% PP
 18% PET
 7% PS
 3% PVC



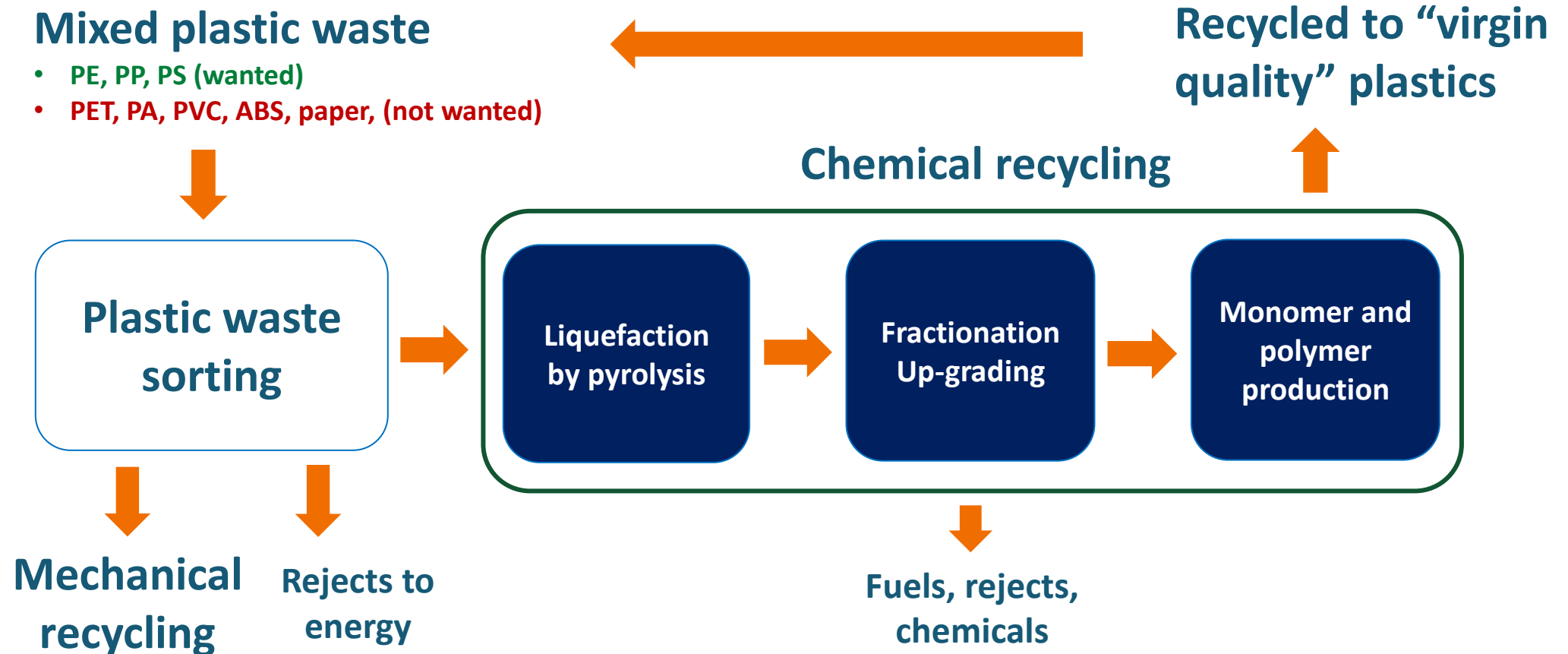
Reject:
 ~50% of fed plastics.
 Energy use
 or feed for
 chemical
 recycling?

Typical products:
 rLDPE
 rPET
 rHDPE
 rPP
 mixed

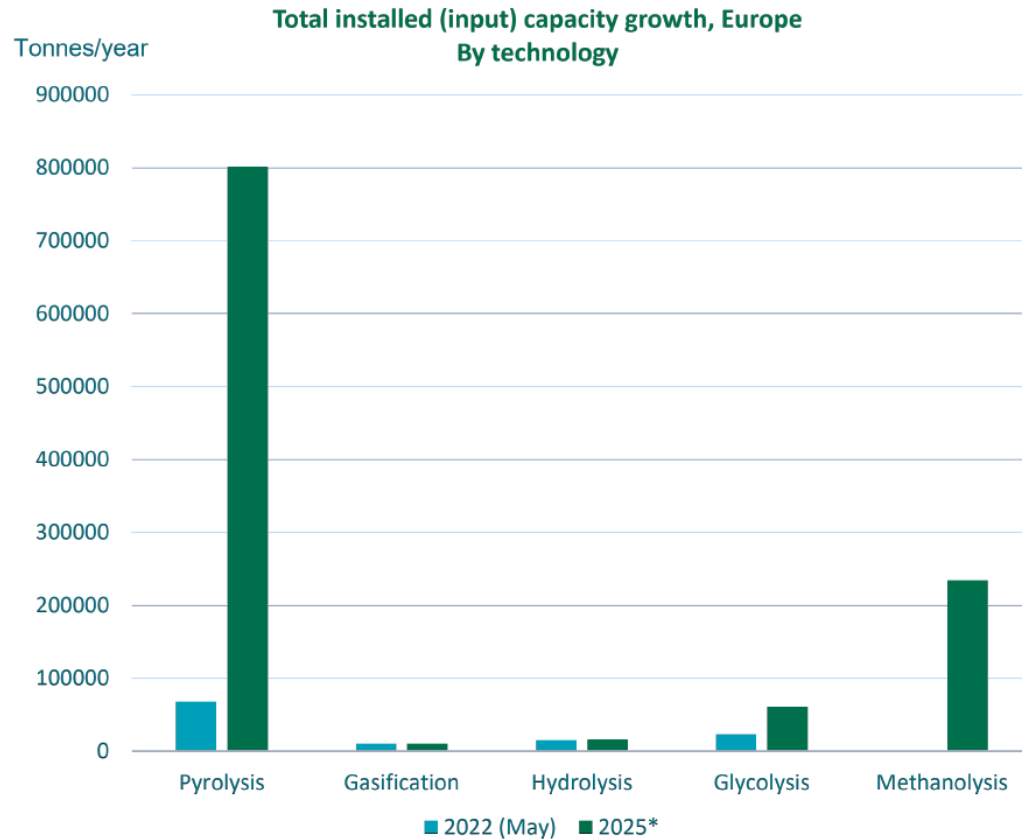
Kemiallisen kierrätyksen pääreitit – pyrolyysi on tämän päivän voittaja



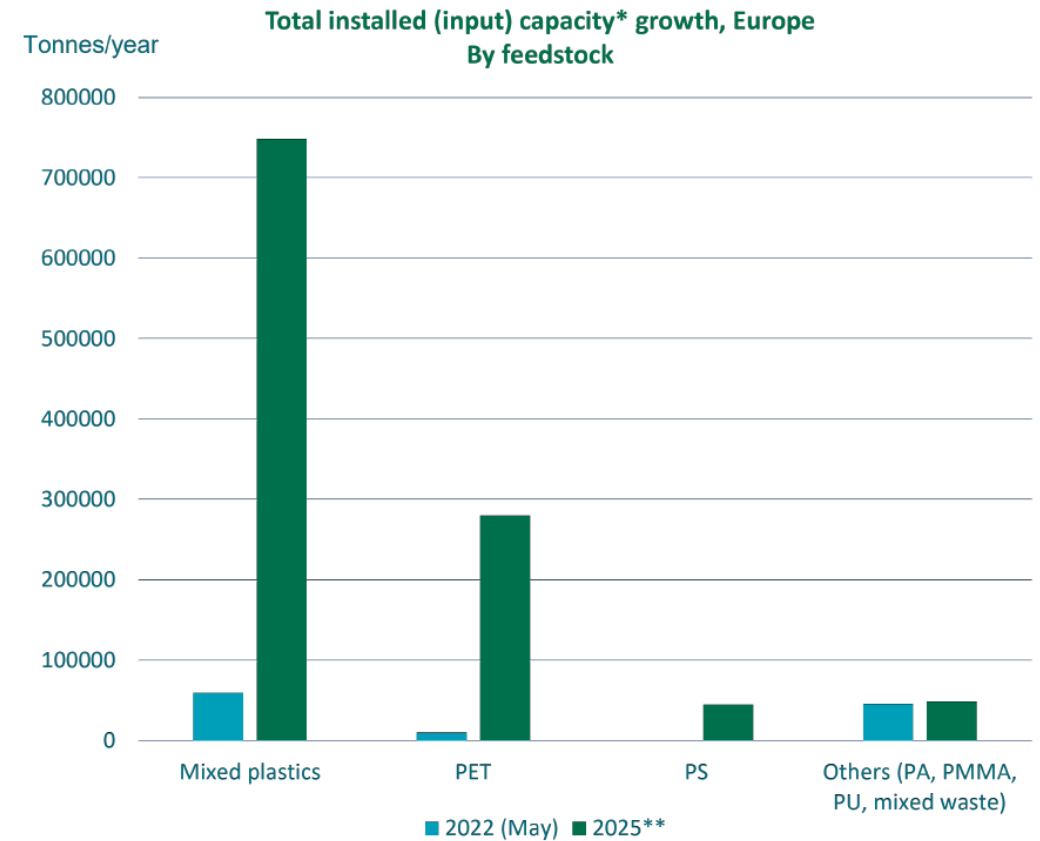
Kemiallisessa kierrätyksessä on monta vaihetta ja kaikki muovit eivät sovi raaka-aineeksi



Euroopan kemiallisen kierrätys on vielä pientä - mutta kapasiteetti kasvaa nopeasti lähivuosina



* Based on announced projects, not including projects considered as pre-FID stage as of May 2022
Source: ICIS Recycling Supply Tracker – Chemical, 2022



* Includes pyrolysis, gasification, glycolysis, hydrolysis and methanolysis projects
** Based on announced projects, not including projects considered as pre-FID stage as of May 2022
Source: ICIS Recycling Supply Tracker – Chemical, 2022



Kemiallisen kierrätyksen kasvun päätekijät

1) Uutta vastaava uusiomuovi

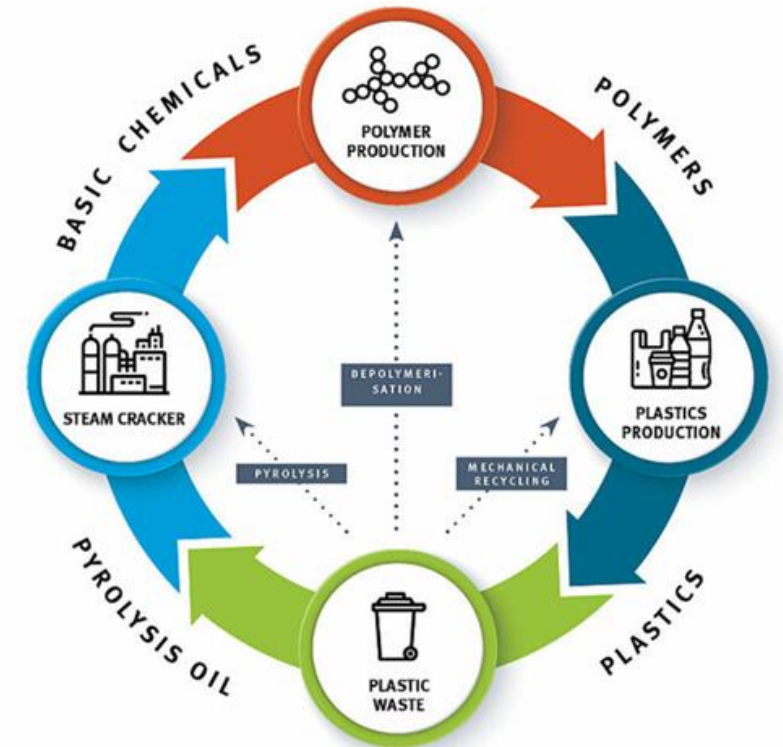
- Pelkkä mekaaninen kierrätys tuskin täyttää lainsäädännössä asetettuja tavoitteita kierrätysasteelle ja kierrätetyn muovin osuudelle tuotteissa.
- Suurin rajoitus on muovien laadun heikkeneminen mekaanisessa kierrätyksessä ja kierrätysmuovien käyttöä rajoittavat säädökset.

2) Kierrätetty petrokemian syöttöaine

- Raakaöljyn korvaaminen petrokemian teollisuudessa vaatii sekä kierrätettyjä ja biopohjaisia raaka-aineita => Muovijäte teollisuuden kestäväksi raaka-aineeksi.

3) Sekalaisen jätemuovien polton vähentäminen ja kierrätyksen lisääminen

- Jättemuovien polttaminen tai muunto polttoaineeksi aiheuttaa CO₂ päästöjä.
- Mekaaninen kierrätys hyvälaatuiseen uusiomuoviin vaatii hyvin lajiteltua puhdasta muovijätefraktiota. Loput poltetaan tällä hetkellä.
- Kemiallisen kierrätyksen syöttöaine voi olla sekalaisempaa kuin mekaanisen.



Pyrolyysiin perustuvan kemiallisen kierrätyksen haasteita ja kehitystavoitteita

- Suhteellisen alhainen saanto muovista – muoviin (~50%).
- Muovien depolymeroinnin vaatima energia ja CO₂-päästöt.
- Kaikkia muoveja ei kannata syöttää pyrolyysiin: vain polyolefiinit (PE, PP) ja PS ovat kiinnostavia muovijätteen jakeita.
- Pyrolyysiöljyn puhdistaminen ja jalostaminen vastaamaan krakkerin spesifikaatioita.
- Pyrolyysin prosessiteknologiat eivät ole aina helppoja skaalata teolliseen mittakaavaan.
- Lainsäädännön epävarmuus ja muutosten hitaus.
- Liiketoiminnan kannattavuuden ja raaka-aineen saatavuuden epävarmuudet.



Teollisuus toteuttaa pyrolyysipohjaista kierrätystä kumppanuuksien kautta – tilannekuva 2022

Petrochemical company	Technology partner	Pyrolysis process technology	Status / new investments
BASF	Quantafuel	PO for cracker feed, rotary kiln reactor, integrated up-grading	20 kt/a 2022 (DK) 80 kt/a 2024? (Dubai)
Borealis	OMV ReOil BlueAlp/Renasci	PO for cracker feed, special reactor (OMV) Renasci uses BlueAlp pyrolysis	16 kt/a 2023, 200 kt/a 2026 (AT) 25 kt/a in 2022 (BE)
ExxonMobil	Proprietary Plastics Energy	PO for cracker feed, special CSTR reactors (Plastic Energy)	30 kt/a 2022 (US) 25 kt/a 2023 (FR)
INEOS	Plastics Energy Recycling Technologies	PO to cracker feed, special CSTR-reactors PS to monomer, fluidized bed reactor	100kt/a 2026 (DE) 30 kt/a 2023 (FR, BE)
Neste	Alterra Energy	PO upgraded to cracker feed (Neste), Liquefaction screw reactor (Alterra)	55 kt/a ?? (NL) upgrade 400 kt/a 2024 -> (FI)
Sabir	Plastics Energy	PO to cracker feed, special CSTR-reactors	20 kt/a 2022 (NL)
Shell	BlueAlp	PO to cracker feed, special multi-step slow pyrolysis-reactor	30 kt/a 2023 (NL)
TotalEnergies	Plastics Energy	PO to cracker feed, special CSTR-reactors	15 kt/a 2023 (FR) 33 kt/a 2024 and 2025

“A recent report from ecoprog has identified more than 90 chemical recycling projects focused on plastics worldwide, with around 20 plants currently operational – mostly for research and development purposes.”

<https://packagingeurope.com/news/> 17. Feb 2022

Muovin kemiallinen kierrätys etenee Suomessa



Muovin kierrätys mukana useassa Business Finlandin veturi-ohjelmassa: Borealis SPIRIT, Neste Veturi, Valmet Beyond Circularity.



Olefyy VTT spinn-off: Jättemuovista suoraan olefiineja.
UrbanMill BF-projekti: Pyrolyysiin perustuva kierrätys entistä sekalaisemmalle jättemuoville.



Resiclo, Kaipola Recycling ja PlastEco aikovat aloittaa pyrolyysi-öljyn tuotannon muovijätteestä v. 2023. Wastewise'n pyrolyysi toiminnassa. L&T alkaa viemään muovijätettä Tanskaan pyrolyysiin.

Suomen teollisuus ottaa käyttöön uusia menetelmiä

Neste launches a strategic study on transitioning its Porvoo refinery to a renewable and circular site and ending crude oil refining in the mid-2030s



MON, SEP 19, 2022 08:00 CET

Report this content



Neste Corporation, Press Release, 19 September 2022 at 9 a.m. (EET)



Neste on käyttänyt >2kt muovin pyrolyysiöljyä jalostamoprosesseissa Porvoossa päätuotteena kierrätys-nafta krakkereille.

Investointiohjelma suunnitteilla hajautetusti valmistetun pyrolyysiöljyn käsittelylle v. 2024 alkaen: puhdistus ja vetykäsittelyt, 400 kt/a.

Borealiksen tavoitteena on korvata Porvoossa vuoteen 2030 mennessä 33 % fossiilisista raaka-aineista uusiutuvilla tai kierrätettävillä raaka-aineilla.

Porvoon krakkeri käyttää jo nyt pienehköjä määriä pyrolyysiöljyä syöttöaineena ja valmistaa kemiallisesti kierrätettyjä muoveja.

Inosence Polyol muuntaa monikerros-PET jätettä raaka-aineeksi PU-vaahtoihin, 10 kt/a.

INEOS Composites käyttää kierrätettyä PET:a polyesterihartseissa.

FinnFoam rakentaa polystyreenin selektiiviseen liuotukseen perustuvaa kierrätyslaitosta. Aloittaa 2023, 4-8 kt/a. 22

Kemiallinen kierrätys voi laajentuessaan parantaa maatalouden muovien kierrätystä

Muovilaatu	Muovijäte
PE-LLD	Pyöröpaalimuovi
PE-LD	Aumamuovi Suursäkkien sisäsäkit Piensäkit Kasvinviljelykalvot Lavahuput
PE-HD	Kanisterit Kirstekalvohylsyt
PP	Paalinaru Suursäkkien ulkosäkit Sidontaverkko Kirstekalvohylsyt Kateharsot Kanisterien korkit
PVC	Kirstekalvohylsyt

Alenius, Maatalousmuovien materiaalihyödyntämisen edistäminen, 2016

Maatalouden muovit, niin pakkaukset kuin muutkin, ovat pääosin valmistettu yhdestä muovilaadusta.

⇒ **hyvää raaka-ainetta muovin kierrätykseen**

Eroteltuina puhtaina jakeina sopivat hyvin mekaaniseen kierrätykseen.

Sopivat vähemmän lajiteltuna hyvin myös kemialliseen kierrätykseen:

- *PE-LLD, PE-LD, PE-HD ja PP muoveja ei tarvitse erotella toisistaan.*
- *Erivärisiä muoveja ei lajitella.*

bey⁰nd

the obvious

Mika Härkönen
mika.harkonen@vtt.fi
+358 400839577

@VTTFinland
@MikaHarkonen

www.vtt.fi