



Solution Architect for Global
Bioeconomy & Cleantech Opportunities



arvi
Material Value Chains

24.11.2016

Helena Dahlbo, SYKE

Olli Sahimaa, SYKE

Hanna Eskelinen, SYKE

Ville Mylläri, TTY

Timo Kärki, LUT

Valeria Poliakova, Arcada

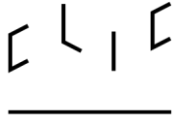
Tiina Malin, Kuusakoski

Muovijätteet raaka-aineena

Kemikaalit kiertotaloudessa

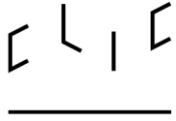
SYKE

24.11.2016



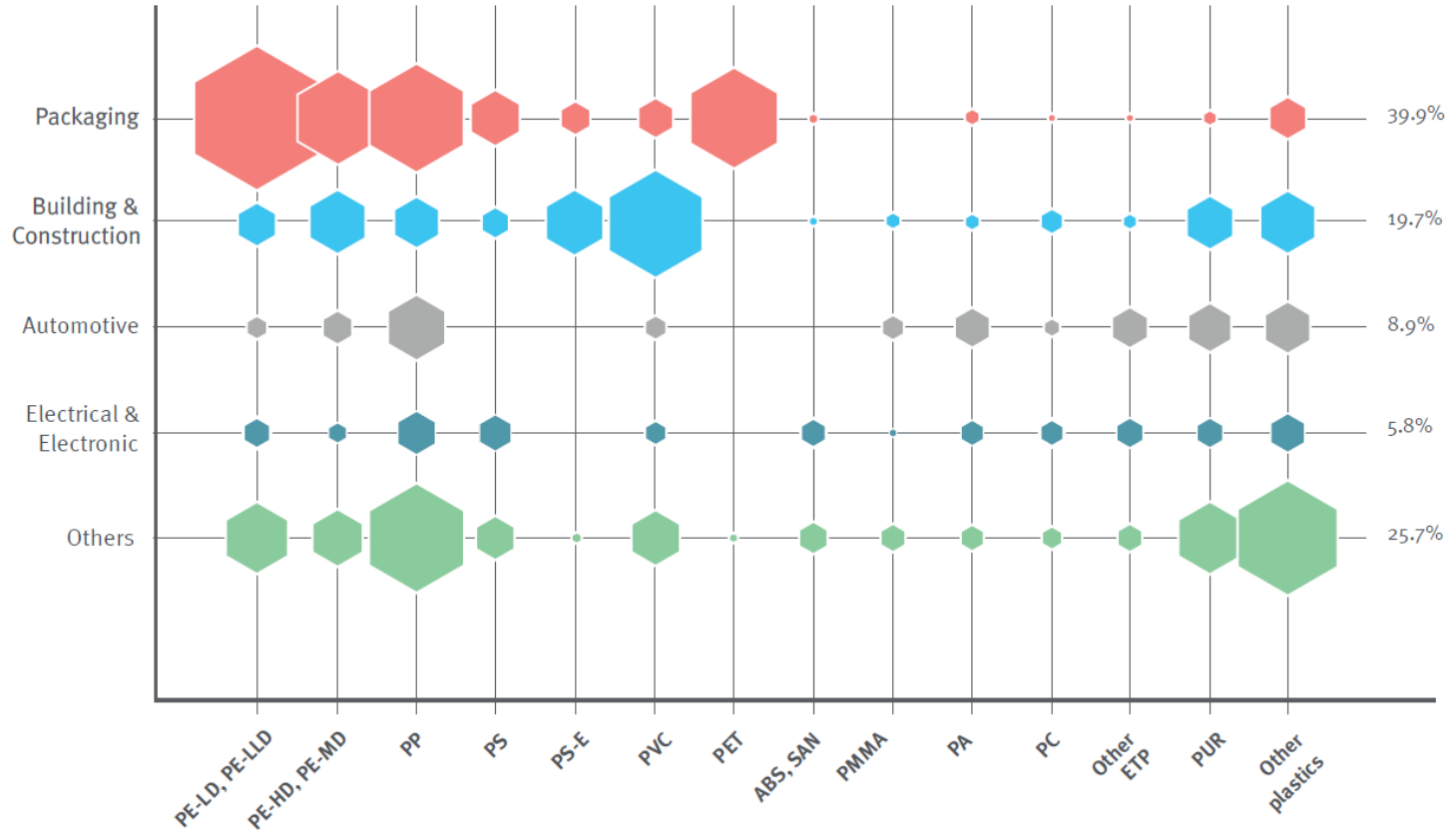
Sisältö

- Muovin käytön ja kierrätyksen tilanteesta
- Muovivirrat Suomessa v. 2013
- Muovijätteen koostumuksesta ja laadusta
 - Yhdyskuntien sekajäte
 - SER-jäte
 - Rakennus- ja purkujäte
- Kemikaalit ja muovit
- Tutkimus- ja kehittämistarpeita kierrätyksen edistämiseksi

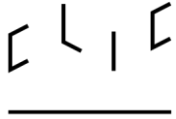


Pakkaaminen, rakentaminen ja autoteollisuus käyttävät noin 70 % muoveista

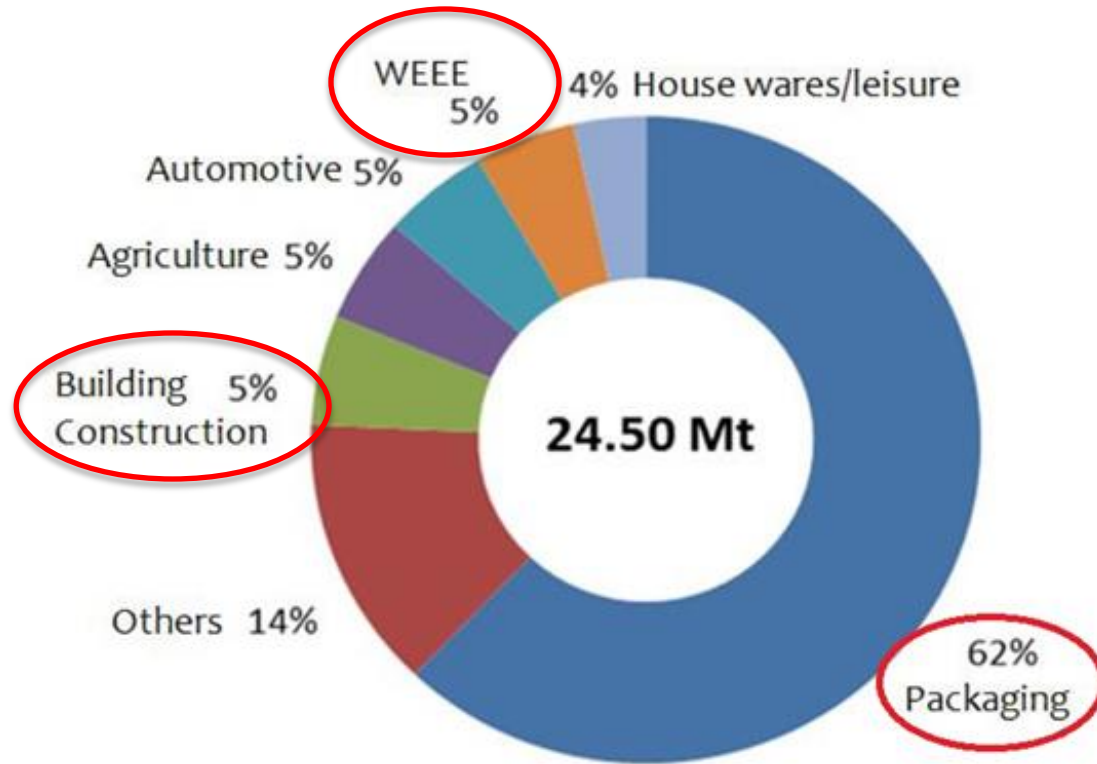
Euroopan muovin tuotanto 58 Mt ja kysyntä 49 Mt vuonna 2015



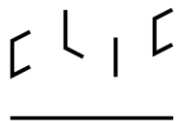
Lähde: Plastics Europe: Plastics the facts 2016



Muovijätteet eri sektoreilta (EU 27, 2014)



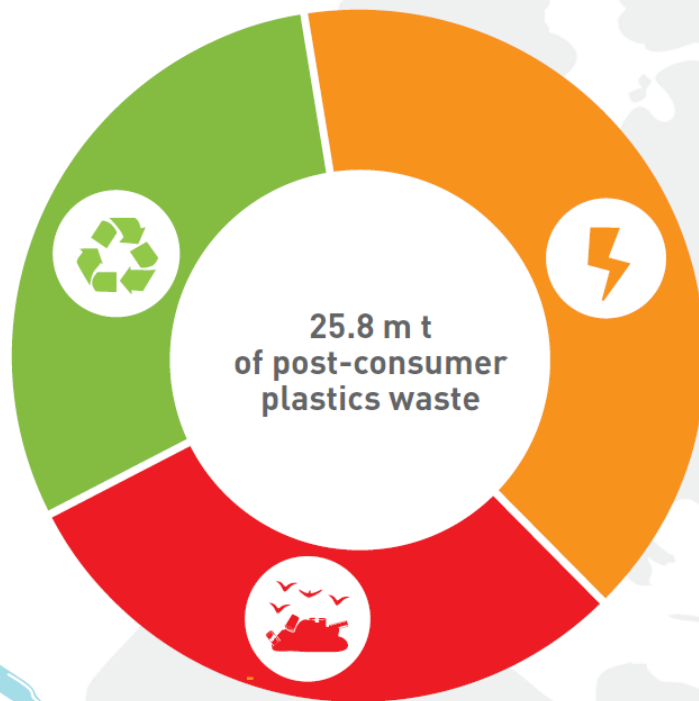
Lähde: Littner A. & Frerejean A. 2015. The technological challenge for mixed plastics recycling. REMIX Conference 27.3.2015 in Bruxelles



Muovijätteen hyödyntäminen EU:ssa vuonna 2014

Materiaali- ja energiahyödyntäminen yhteensä 69,2 % EU:ssa 2014

Recycling
29.7%



Energy recovery
39.5%

Landfill
30.8%



Treatment for post-consumer plastics waste in the EU28 + Norway and Switzerland
Source: Consultic

Esimerkkejä kierrätysmuovien mahdollisista sovelluskohteista



Geosynteetit (Kuvat: ViaPipe, Ukkonen Oy, Kaitos Oy)

Väliaikaisrakenteet
(Kuva: Marmax Products Ltd)

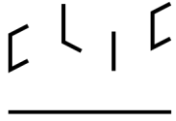


Jäteveden puhdistus, säiliöt ja suodattimet kiinteille, nestemäisille ja kaasumaisille jätteille (Kuva: Timo Laaksonen)

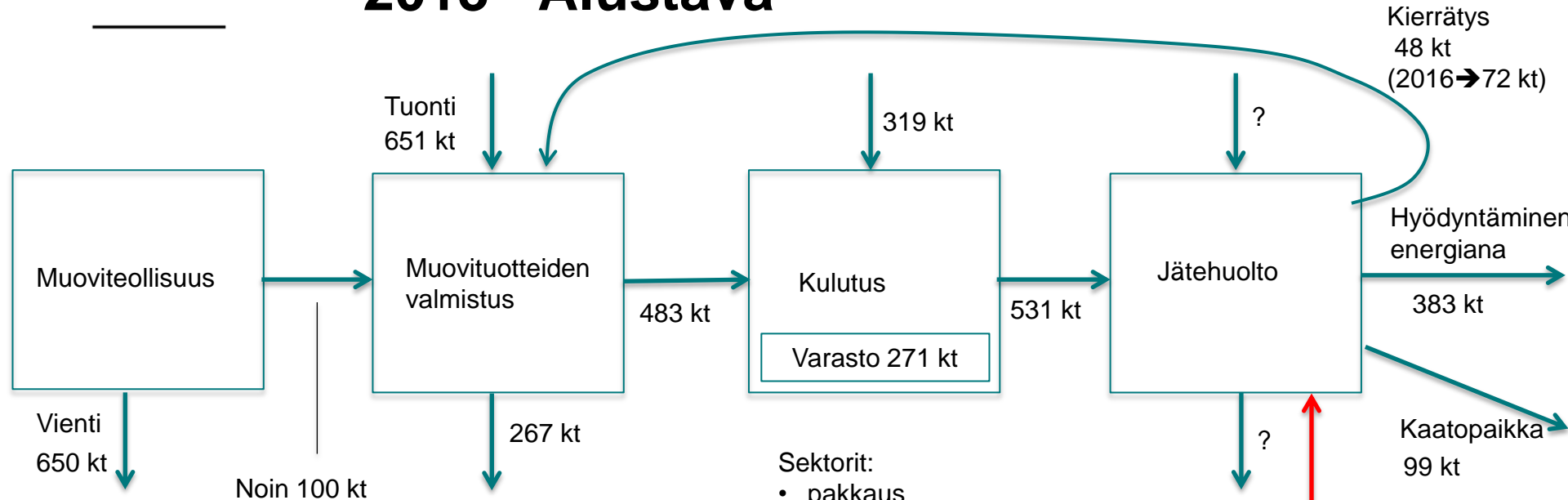
Esimerkkisovelluksien ominaisuuksia:

- Väri tai haju ei ole kriittinen tekijä
- Suuret volyymit

Lähde: Eskelinen ym. 2016. Muovien kierrätyksen tilanne ja haasteet (www.syke.fi/hankkeet/arvi)



Suomen muovivirrat ja varastot 2013 - Alustava

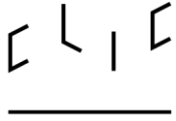


Alustavia tuloksia MFA-menetelmällä
tehdystä muovitasetarkastelusta

Sektorit:

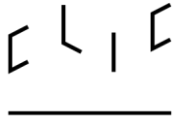
- pakkaus
- rakentaminen
- kotitaloudet
- teollisuus
- maatalous
- terveydenhuolto
- sähkölaitteet
- liikenne
- muut

**Huom! Jätehuollossa
tilanne muuttunut
2016 aikana**



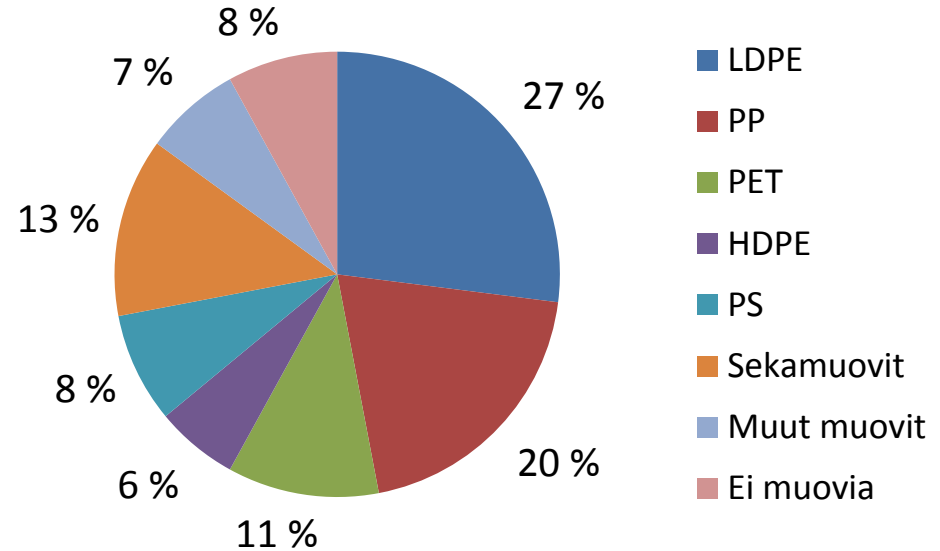
Yhdyskuntien sekajätteen muovit



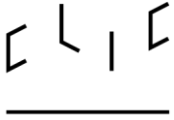


Yhdyskuntien sekajätteen muovijakeen koostumus

- Sekajätteen lajittelututkimukset Riihimäellä ja Turussa
- Sekajätteen muovi (300 kg) lajiteltiin ensin kahteen jakeeseen: 3D (kovat) ja 2D (pehmeät) ja myöhemmin 27 jakeeseen
- Yli 70 % muovijakeesta oli yhdestä muovilaadusta koostuvia tuotteita
- Monomateriaalien mekaaniset ominaisuudet lähellä neitseellisten muovien vastaavia
- Väri saattaa rajoittaa kierrätystä
- Monikerrosmateriaalienkin mekaanisista ominaisuuksista saatu hyviä tuloksia

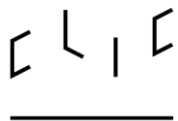


Sekajätteen muovijakeen jakauma.
Lähde: Poliakova 2015. Muovia sekajätteestä 1 ja 2.



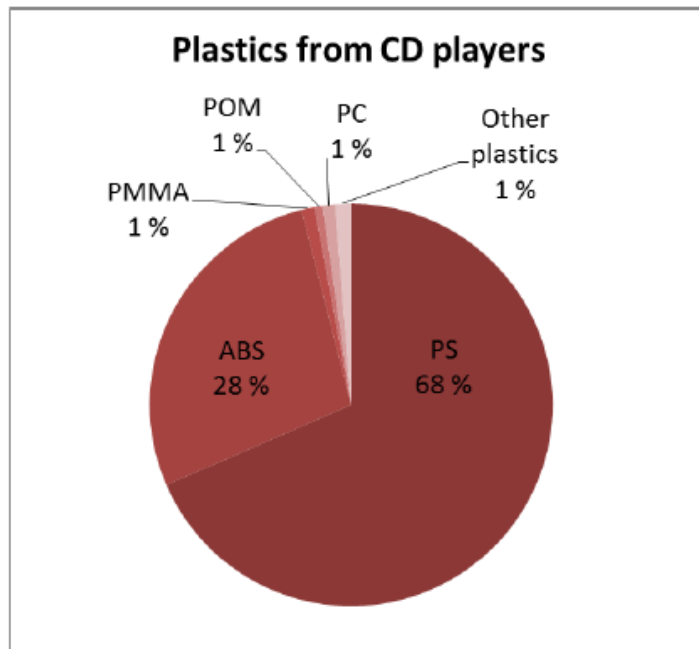
SER-jätteen muovit

- Laitteiden koostumus vaihtelee tuoteryhmittäin ja tuotemerkeittäin
- Muovin osuus tuotteissa 5 – 75 %
- Yleisimmät muovityypit SER-jätteessä:
 - Styreenipohjaiset (ABS, PS, PS-HI, PC/ABS), PP ja PC
- Haasteita SER-muovien kierrätyksessä:
 - Runsaasti erilaisia muoveja ja muita materiaaleja niihin kiinnittyneenä
 - Erottelu- ja lajittelumenetelmien soveltuvuus ja toimivuus (esim. mustille muoveille)
 - Haitalliset aineet (palonsuoja-aineet, pehmentimet); kierrätysrajoitukset



Example: Plastics from CD players

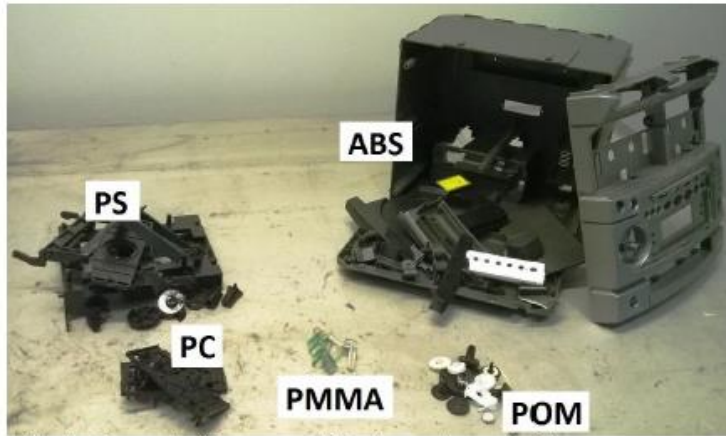
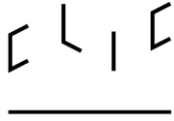
R&D, Tiina Malin, Plastics from WEEE dismantling 2014 - 2015



	Average \bar{x}	Range $[x_{min}, x_{max}]$
Percentage of plastics in the whole product (%)	47	[35, 59]
Amount of plastics in one product (g)	1590	[610, 3560]
Number of different plastics in one product	5	[3, 8]
Year of manufacture		[1994, 2008]
Flame retardants (Y/N)	No	

Note:

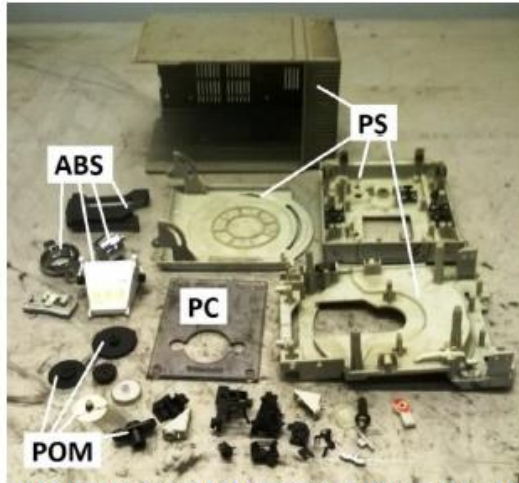
- Quite small sample: 10 different CD players, total amount of studied plastics: 15,9 kg
- Number of different plastics in the whole sample: 10 (PS, ABS, PMMA, POM, PC, PBT, PVC, PP, blends)



All plastic parts from one CD player (sample 9).



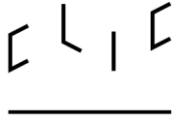
All plastic parts from one CD player (sample 1).



All plastic parts from one CD player (sample 6).



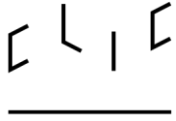
All plastic parts from one CD player (sample 2).



Contaminations in WEEE Plastics



Restoring Value



SER-peräisen ABS-muovijätteen (rABS) mekaaniset ominaisuudet



Pesu (95°C)



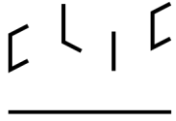
Rouhinta



Kompaundointi



Vetokoesauvat

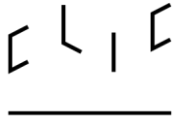


rABS - johtopäätökset

- Riittävät mekaaniset ominaisuudet
- Hyvä työstettävyys
- Hieman heikentynyt lämmönkestävyys
 - Stabilointiaineita suositellaan käytettäväksi
- Tumma väri voi olla ongelma joissakin sovelluksissa

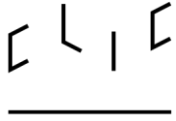
Rakennus- ja purkujätteen muovit





Puu-muovikomposiittien koostumukset ja mekaaniset ominaisuudet

Sample	PE, wt%	Flexural properties		Tensile properties		Impact strength, kJ/m ²	Hardness, N/mm ²	E _b , %
		Strength, MPa	Modulus, GPa	Strength, MPa	Modulus, GPa			
Reference LDPE/WF	100	19.0(0.87)	1.6(0.1)	15.5(0.58)	2.08(0.08)	8.53(0.9)	4.06(0.28)	1.7(0.2)
PB_C1	54(3)	14.5(0.9)	2.64(0.23)	11.34(0.62)	3.18(0.28)	3.79(0.45)	5.05(0.48)	0.5(0.08)
PB_C2	69(3)	15.02(0.49)	2.55(0.08)	11.18(0.66)	3.02(0.1)	4.32(0.38)	4.47(0.44)	0.6(0.06)
PB_C3	72(3)	15.98(1.04)	2.94(0.16)	12.51(0.48)	3.41(0.1)	3.63(0.3)	4(0.97)	0.5(0.04)
PB_C4	69(4)	14.81(0.98)	3.0(0.25)	11.58(0.77)	3.44(0.16)	3.39(0.24)	3.73(0.52)	0.44(0.06)
PB_C5	64(6)	14.97(0.49)	2.23(0.14)	11.02(0.56)	2.57(0.15)	4.56(0.46)	4.7(0.74)	0.74(0.1)
PB_C6	62(2)	15.27(0.44)	2.7(0.19)	11.85(0.69)	2.9(0.13)	4.82(0.35)	4.4(0.44)	0.72(0.1)
PB_C7	32(2)	14.09(0.73)	3.55(0.19)	10.75(0.78)	3.9(0.19)	3.09(0.25)	4.98(1.1)	0.28(0.04)
PB_C8	52(2)	13.83(1.14)	2.75(0.29)	10.64(0.81)	3.34(0.24)	3.49(0.15)	4.64(0.58)	0.4(0.04)
PB_C9	83(8)	12.61(0.45)	1.95(0.1)	9.89(0.23)	2.42(0.12)	6.18(0.69)	3.05(0.49)	0.96(0.18)

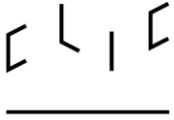


Kierrätyspolymeeriseosten ainekoostumuksia (paino%) SEM-EDS

Sample/ element	C	Mg	Si	Ca	Ti	Al	Cl	O	Fe	Ba	K	Br	Na	S
PP	99.8					0.28								
HDPE	92.0		0.16			0.19					0.01		0.1	0.01
PB1	97.9	0.13	0.13	0.8	0.48	0.52								
PB2	97.9	0.02	0.15	0.37	1.15	0.3	0.01		0.01					
PB3	97.9			0.9	0.68	0.5								
PB4	98.5		0.12	0.44	0.51	0.45								
PB5	99.3		0.1	0.18	0.12	0.53								
PB6	98.1		0.11	0.61	0.39	0.2	0.52							
PB7	96.9	0.21	0.35	0.67	0.01	0.99	0.79		0.02					
PB8	97.5	0.26	0.55	0.32		1.29								
PB9	98.5	0.07	0.34	0.27	0.66	0.12						0.06		



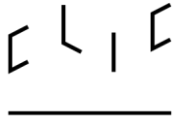
Pigmenteistä



Kemikaalit ja muovit

Muovien valmistuksessa käytetään erilaisia kemikaaleja, kuten:

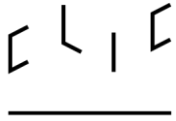
- Antimikrobiset aineet (esim. orgaaniset tinayhdisteet),
- raskasmetallipohjaiset väriaineet, stabilisaattorit ja katalysaattorit (esim. kadmium, lyijy ja niiden yhdisteet),
- palonestoaineet (esim. bromatut palonestoaineet),
- kovettimet, modifikaattorit ja katalysaattorit (esim. formaldehydi),
- orgaaniset väriaineet (esim. atso väriaineet),
- UV stabilisaattorit, antioksidantit ja muut stabilisaattorit,
- pehmentimet (esim. lyhytketjuiset klooriparaffiinit ja monet ftalaatit),
- liuottimet
- muut (esim. nonyylifenoli)



Tietoa muovituotteiden ja -jätteiden sisältämistä kemikaaleista on niukasti



- Vuoden 2016 aikana valmistumassa pohjoismainen selvitys muovijätteiden haitallisista aineista ja niiden vaikutuksesta kierrätykseen → koottu olemassa olevaa julkaistua tietoa



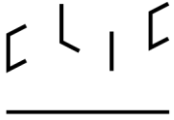
Tarpeita tutkimukselle ja kehitystyölle kierrätyksen edistämiseksi (1/2)

Tuotteiden kierrätettävyyden edistäminen tuotesuunnittelulla

- Yksinkertaistaminen
 - Monikerroksisista yksikerroksisiin
 - Monimateriaaleista monomateriaaleihin
 - Lisäaineiden, värien, ym. käytön vähentäminen

Tehokkaamman lajittelun mahdollistaminen ja edistäminen

- Syntypaikkalajittelun helpottaminen tuotteiden rakennetta kehittämällä
- Lajittelumotivaation lisääminen: esim. panttijärjestelmät, pay as you throw (PAYT) -järjestelmät
- Automaattisen lajittelun helpottaminen merkeillä, koodeilla, yms.



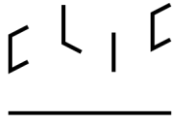
Tarpeita tutkimukselle ja kehitystyölle kierrätyksen edistämiseksi (2/2)

Muovijätteen ja sovelluskohteiden yhteensovittaminen

- Erilaisten muovijätevirtojen mekaaniset ja kemialliset ominaisuudet vs. mitä sovelluskohteissa vaaditaan
- Sovelluskohteet, missä käyttö on turvallista ja missä ei
- Sovelluskohteita, missä muovijäte korvaa neitseellisen materiaalin käyttöä

Yhteistyön ja yhteydenpidon parantaminen koko kierrätysketjun läpi:

- Jätteen tuottaja – jätteen käsittelijä – kierrätysraaka-aineen valmistaja – kierrätysraaka-aineen käyttäjä – kierrätystuotteen käyttäjä
- Tieto ja yhteistyö lisää luottamusta ja mahdollistaa kierrätyksen edistämisen



ARVI-tutkimusohjelman loppuseminaari 16.1.2017
Messukeskuksessa, Helsingissä
<http://clicinovation.fi/activity/arvi/>

Kiitos mielenkiinnostanne!

Helena Dahlbo

Suomen ympäristökeskus SYKE

helena.dahlbo@ymparisto.fi

Tel. 0295 251 095