



Solution Architect for Global
Bioeconomy & Cleantech Opportunities



arvi
Material Value Chains

5.10.2016

Helena Dahlbo/SYKE

Jachym Judl/SYKE

Kaisa Manninen/SYKE

Olli Sahimaa/SYKE

Timo Kärki/LUT

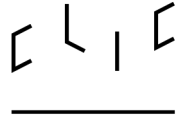
Ville Mylläri/TUT

Valeria Poliakova/Arcada

Muovin kierrätyksen haasteita ja ratkaisuja - ARVI-tutkimusohjelman tuloksia

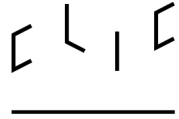
Valtakunnalliset jätehuoltopäivät

5.10.2016



Esityksen sisältö

- ARVI-tutkimusohjelman muovi-teemasta
 - Muovin kierrätyksen haasteita
 - Tutkimusaiheita
- Suomen muovivirrat ja varastot
- Yhdyskuntien sekajätteen muovijakeen koostumus
- ABS-muovijätteen mekaaniset ominaisuudet
- Värin poisto kierrätysmuovista
- Sovelluskohteena komposiitit
 - Ympäristöhyödyt kierrätysmuovin käytöstä puumuovikomposiitissa
 - Rakennus- ja purkujätteen muovin ja puun soveltuvuus komposiittiin
- Tarpeita jatkotutkimukselle ja kehitystyölle



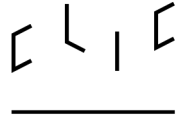
Muovijätteen kierrätyksen edistäminen terveys- ja ympäristöriskit minimoiden

Muovi-teeman tutkimusorganisaatiot (6):

- Arcada University of Applied Sciences
- Finnish Environment Institute SYKE
- Lappeenranta University of Technology
- Tampere University of Technology
- University of Eastern Finland
- VTT Technical Research Centre of Finland Ltd

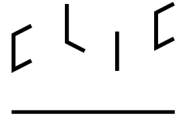
Muovi-teeman yrityspartnerit (7):

- Borealis Polymers
- Ekokem
- Kuusakoski
- Stora Enso Wood Products
- Destaclean
- Kymenlaakson Jäte
- UPM



Muovin kierrätyksen haasteita

- Yhdyskuntajätteen kierrätysasteen tavoite 50 % v. 2020 mennessä
- Rakennus- ja purkujätteen kierrätysasteen tavoite 70 % v. 2020 mennessä
- Muovi tärkeä ja kasvava jätelaji
- Tiedon puute muovijätteen määrästä ja laadusta
- Muovijätteen heterogeenisuus
 - Useita muovityyppejä
 - Muovit yhdistetty muihin materiaaleihin
 - Pakkaukset likaisia
- Muovien ominaisuuksien muuttuminen kulutuksen aikana
- Sovelluskohteet, joihin kierrätysmuoveja voitaisiin käyttää
- Kemikaalit muovijätteissä
 - Tahallisesti muovien tuotannossa lisätyt – halutaan tietynlaisia ominaisuuksia
 - Tahattomasti käytön aikana muoviin tulleet, esim. hajoamistuotteet
- Heikot markkinat kierrätysmuoville



Tutkimusaiheita

Muovijätteen lähteet, määrä ja laatu - *Arcada, SYKE, Borealis, Destaclean, Ekokem, Kuusakoski, Kymenlaakson Jäte*

- Suomen muovitase
- MSW muovit; C&DW muovit; WEEE ja ELV muovit ja kumi

Muovi- ja kumijätteen ominaisuudet - *TUT, Arcada, LUT, Borealis, Destaclean, Ekokem*

- rABS, rHDPE & rPP
- Monikerroskalvot
- C&D jätteen ominaisuudet

Sovelluskohteita kierrätysmuoville – *Arcada, LUT, TUT, UEF, Ekokem, Stora Enso, UPM*

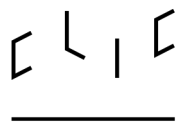
- Komposiitit (puu-muovi, kuitu-muovi, muovi-kumi)
- 3D-tulostus
- Jätevesien suodatinrakenteet

Prosessien kehitys – *VTT, Borealis, Ekokem, Kuusakoski*

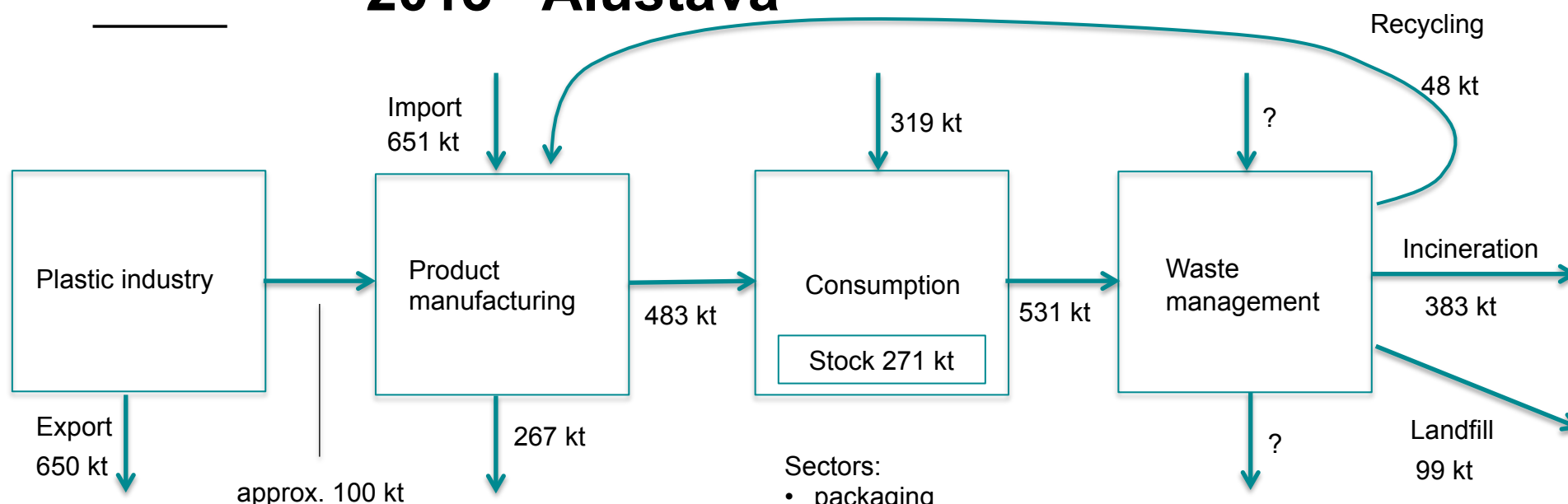
- Värin ja pigmentin poisto kierrätysmuovista
- Termokemiallinen konversio

Riskien arviointi, hallinta ja minimointi (posterit) – *UEF, SYKE, Borealis, Ekokem, Stora Enso, kaikki partnerit*

Muovin kierrätyksen kestävyys arviointi – *SYKE, Ekokem, Stora Enso*



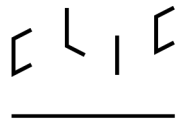
Suomen muovivirrat ja varastot 2013 - Alustava



Alustavia tuloksia MFA-menetelmällä
tehdystä muovitasetarkastelusta
(Olli Sahimaa / SYKE)

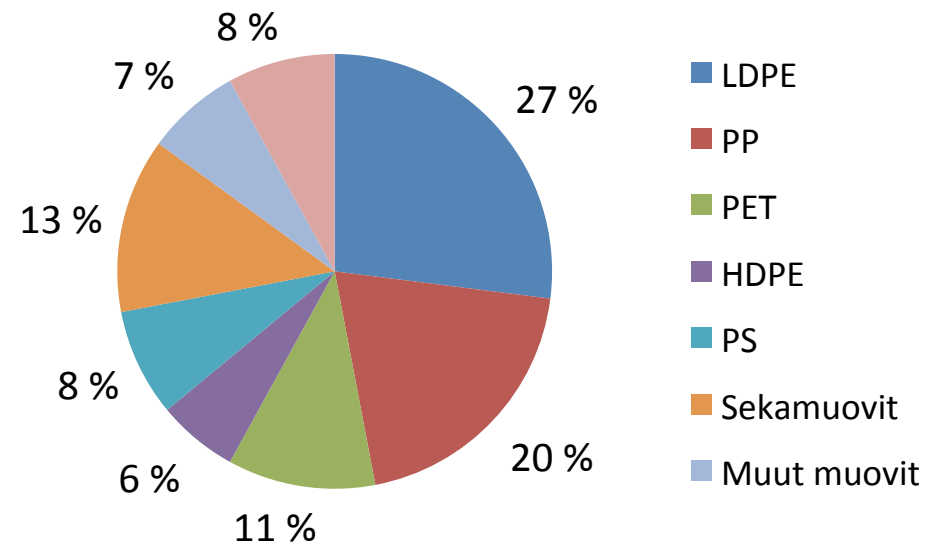
Sectors:

- packaging
- construction
- household
- industry
- agriculture
- healthcare
- electronic devices
- transport
- other



Yhdyskuntien sekajätteen muovijakeen koostumus

- Sekajätteen lajittelu Riihimäellä ja Turussa
- Manuaalisesti lajitellen sekajäte 38 jakeeseen
- 300 kg muovia lajiteltiin ensin kahteen jakeeseen: 3D (kovat) ja 2D (pehmeät) ja myöhemmin 27 jakeeseen
- Alle 30 % muovijakeesta oli yhdistelmämaterialiaaleja tai muuta kuin muovia
- Suurin osa yhdestä muovilaadusta koostuvia tuotteita
- Monomateriaalien ominaisuudet lähellä neitseellisten muovien vastaavia
 - Kierrätystä rajoittavana tekijänä voi ensisijaisesti olla väri



Sekajätteen muovijakeen jakauma.

Lähde: Poliakova 2015. Muovia sekajätteestä 1 ja 2.

ABS-muovijätteen (rABS) mekaaniset ominaisuudet



Ville Mylläri

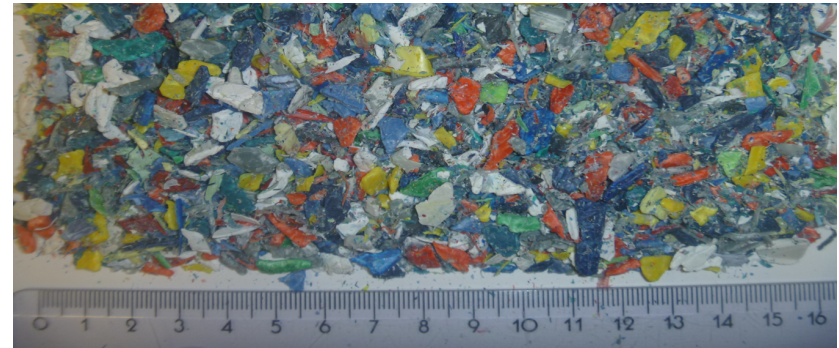
TAMPERE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

TUT & Kuusakoski

rABS – käsittely testausta varten



Pesu (95°C)



Rouhinta



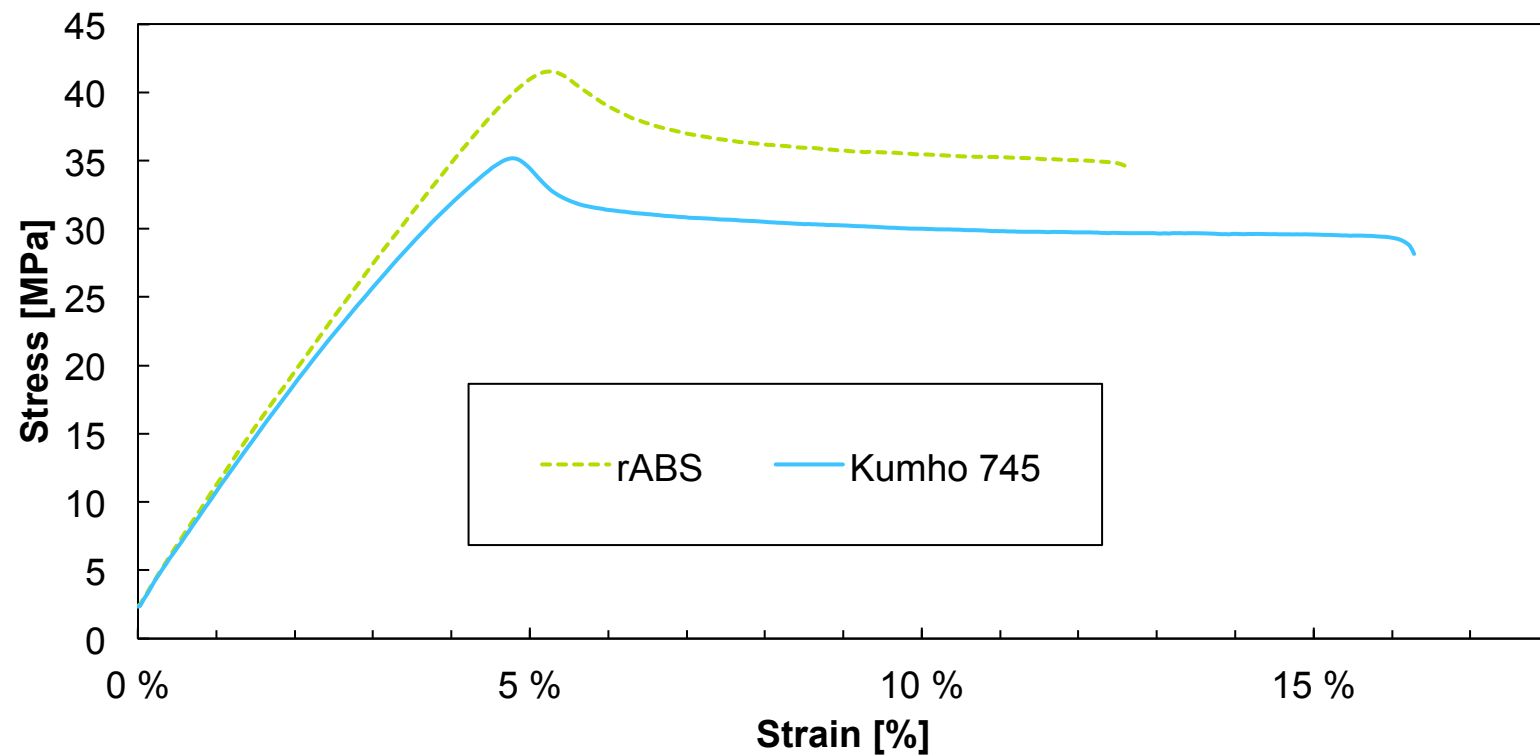
Vetokoesauvat



Kompaundointi



rABS – mekaaniset ominaisuudet



rABS - johtopäätökset

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



Väriin poisto kierrätysmuovista

Värien sekoittuminen johtaa ei-toivottuun harmaaseen tai ruskeaan muoviin
 → **tarve väriaineiden poistolle kierrätysmuovista**

Väriaineilla on yleensä

- Voimakas peittokyky
- Lämmönkestävyys
- Kemiallinen kestävyys
- Kulkeutumisvastus

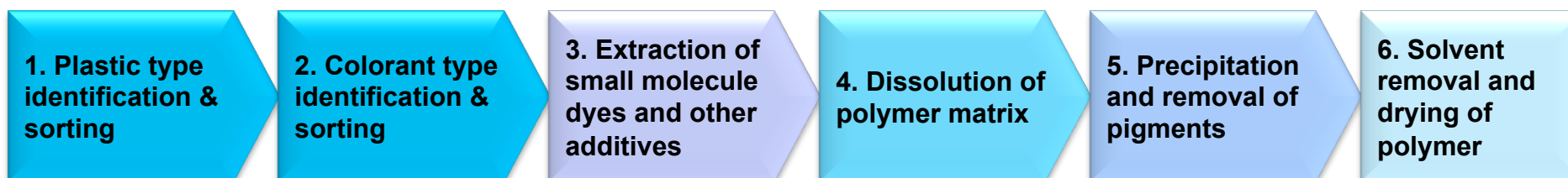


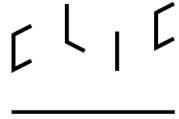
Picture: <http://www.pittsplas.com/>

Näin ollen on **haasteellista**

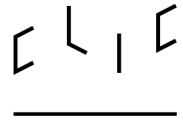
- Peittää väriä toisella
- Hajottaa väriä lämmöllä
- Käyttää kemiallista valkaisua
- Käyttää uuttavia prosesseja

VTT's concept in ARVI for a combinative solution process for colorant removal:



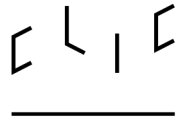


Sovelluskohteena komposiitit

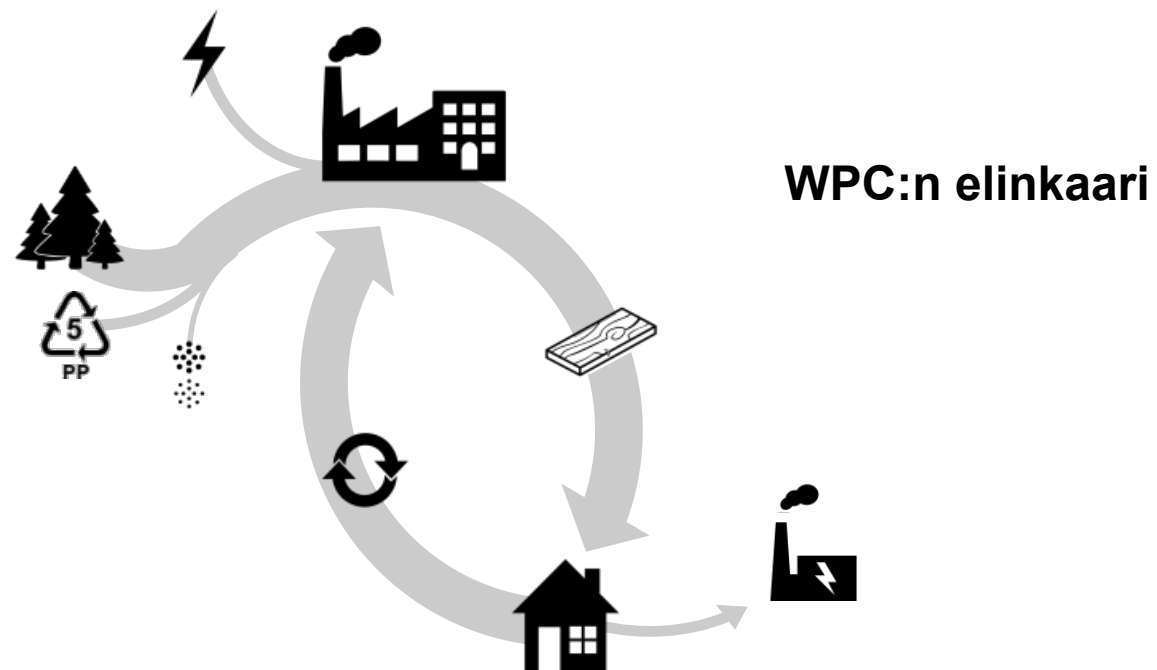


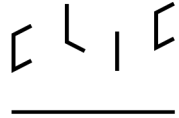
LCA tarkastelu puumuovikomposiitille (WPC)



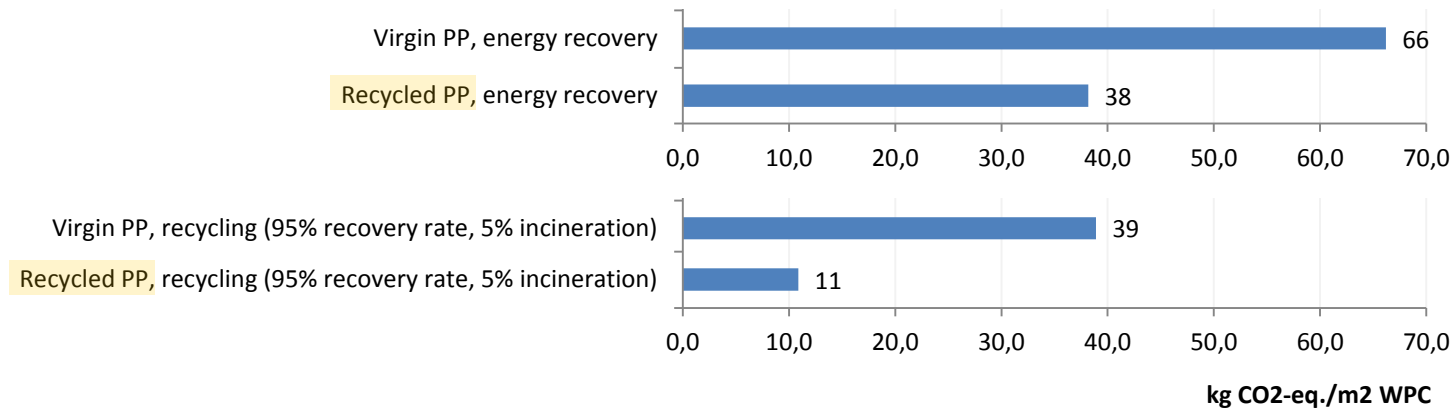


Ympäristöhyödyt kierrätysmuovin käytöstä neitseellisen materiaalin korvaajana

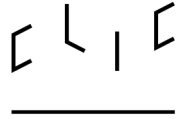




Ilmastovaikutukset 1 m² WPC:tä



- Selkeitä hyötyjä neitseellisen polymeerin korvaamisesta kierrätetyillä.
- WPC voidaan kierrättää useita kertoja. Sen mahdollistamiseksi tarvitaan varta vasten suunniteltu keräys- ja kierrätysjärjestelmä.
- Käytön jälkeen WPC voidaan hyödyntää energiana, mikäli sen laatu ei ole riittävän hyvä kierrätykseen.
- Kierrätyskuidun käytöllä (e.g. rakennus- ja purkujätteen puu) voitaisiin edelleen pienentää WPC:n ilmastovaikutuksia.



Rakennus- ja purkujätteen muovin ja puun soveltuvuus komposiittiin

Timo Kärki / LUT



Puu-muovikomposiittien koostumukset ja mekaaniset ominaisuudet



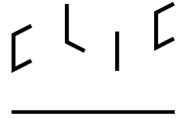
Sample	PE, wt%	Flexural properties		Tensile properties		Impact strength, kJ/m ²	Hardness, N/mm ²	E _b , %
		Strength, MPa	Modulus, GPa	Strength, MPa	Modulus, GPa			
Reference LDPE/WF	100	19.0(0.87)	1.6(0.1)	15.5(0.58)	2.08(0.08)	8.53(0.9)	4.06(0.28)	1.7(0.2)
PB_C1	54(3)	14.5(0.9)	2.64(0.23)	11.34(0.62)	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



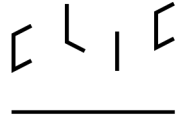
Tarpeita jatkotutkimukselle ja kehitystyölle (1/2)

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.



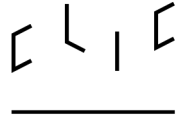
Tarpeita jatkotutkimukselle ja kehitystyölle (2/2)

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://clcinnovation.fi/activity/arvi/>

Kiitos mielenkiinnostanne!

Helena Dahlbo
Suomen ympäristökeskus SYKE
helena.dahlbo@ymparisto.fi
Tel. 0295 251 095