

Haaste 1.  
Biopohjaisten polymeerien  
osuuden lisääminen  
synteettisten muovien  
vaihtoehtoina  
ekopakkausmateriaalien  
valmistuksessa  
keskittyen biohajoavaan  
polystyreeniin.

---

Magdalena Zaborowska

Kinga Serafin

Wojciech Pawlikowski



# Metodologia

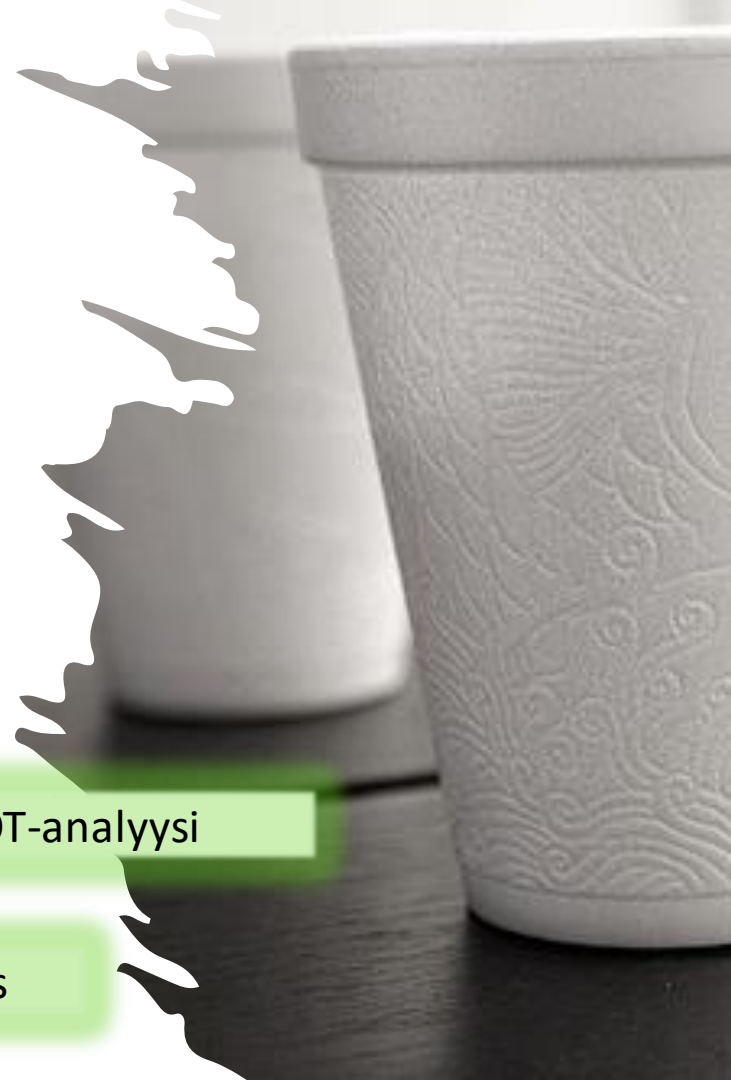
- Biopohjaisten tuotteiden kysynnän kasvuun vaikuttavat monet tekijät, kuten tietenkin "vihreä trendi". Kuluttajat ovat kuitenkin haluttomia luopumaan vanhoista tavoistaan.
- Kertakäyttömukit valittiin tutkimusaiheeksi, koska niitä käytetään valtavasti ympäri maailmaa. Mukit valmistetaan monenlaisista raaka-aineista, mm. polystyreenistä.
- Tällä hetkellä - markkinoilla ei ole biohajoavaa polystyreeniä
- => Keskityimme valitsemaan parhaan vaihtoehdon olemassa olevien biopolymeerien joukosta.

Aivoriihi

SWOT-analyysi

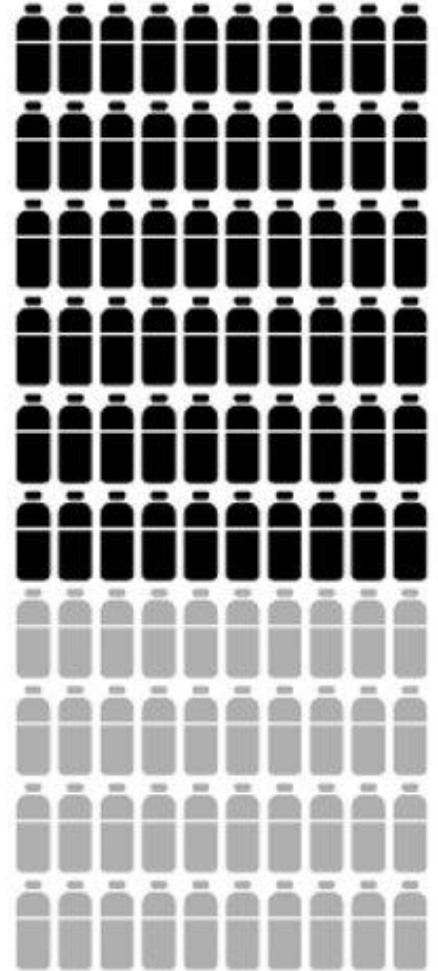
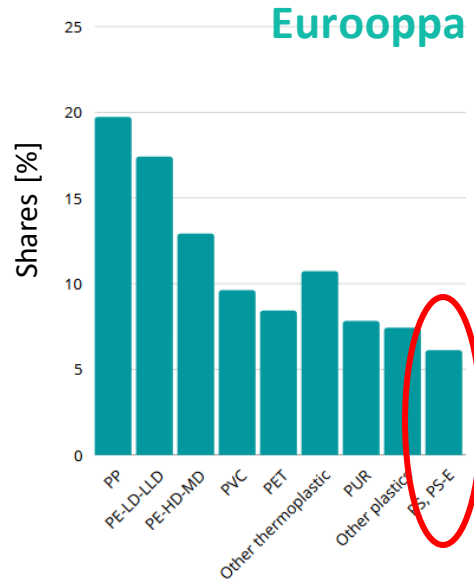
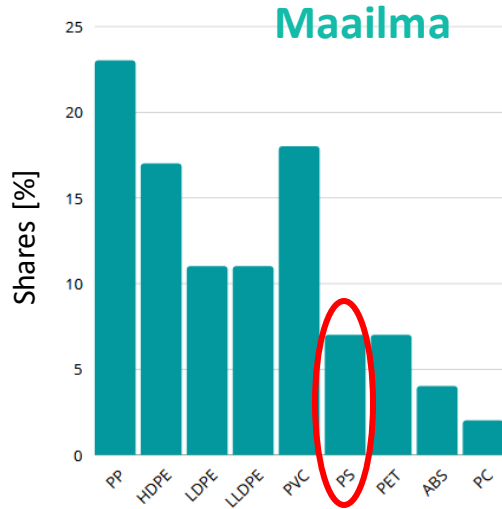
Kirjallisuuskatsaus

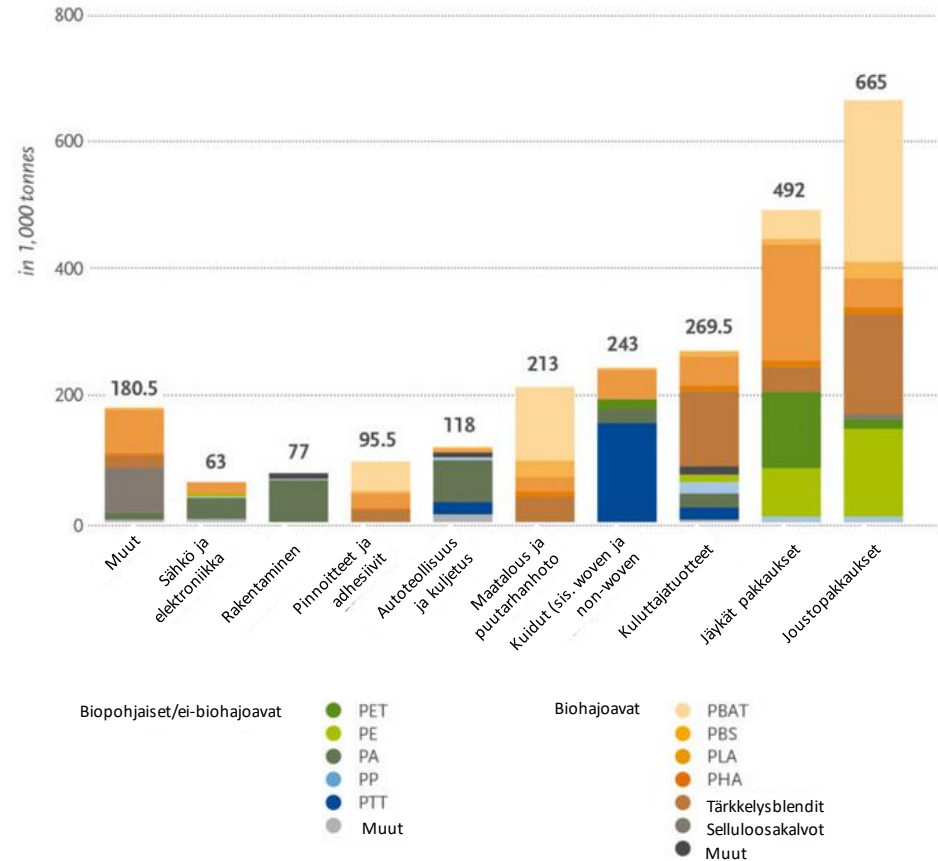
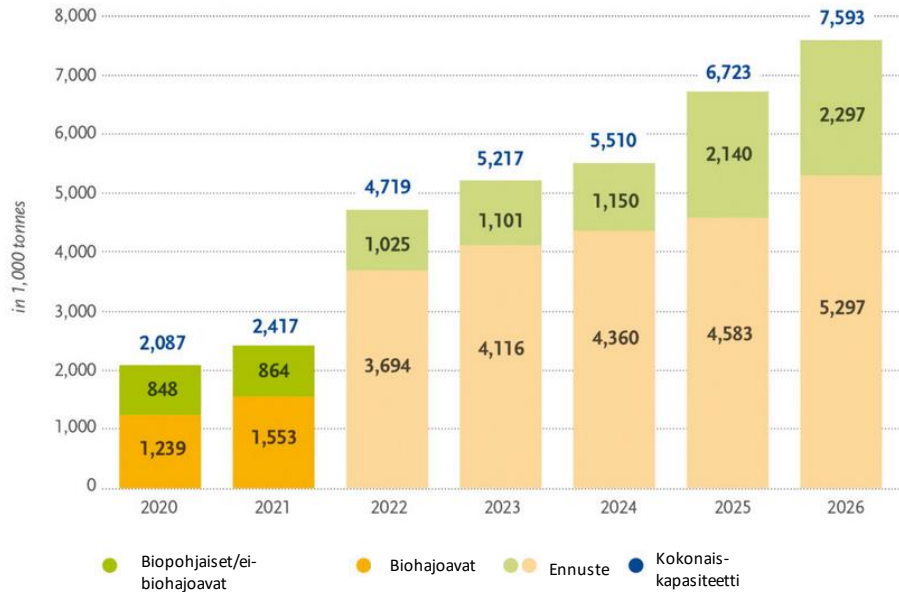
Tuotteiden kartoitus



Euroopassa muovipakkausten osuus kaikesta syntyvästä muovijätteestä on 60%

Tärkeimmät polymeerit, joita käytetään yleisimmin muovipakkauksissa:





• Kuva: Biomuovin maailmanlaajuinen tuotanto (based on <https://www.european-bioplastics.org/market/>)



# Synthos. Muovituotannon vihreä strategia.

---

VIHREÄT RAAKA-AINEET

VIHREÄ TUOTANTO

Kierrätetyt raaka-aineet

Kestävä suunnittelu

- Tässä tutkimuksessa PS-pohjaisena tuotteena käytettiin kuppia kylmille / kuumille juomille. Etsimme tälle tuotteelle biohajoavia biopolymeerivaihtoehtoja.
- Analysoidut ominaisuudet olivat polystyreenin ja biopolymeerin prosessointiparametrit.



# Vaihtoehtoiset biomuovit

Ominaisuus	Polystyreeni	MaterBi	PLA	PCL	PHB
Läpinäkyvyys	<i>Läpinäkyvä/ valkoinen</i>	<i>Läpinäkyvä</i>	<i>Läpinäkyvä</i>	<i>Läpikuultava</i>	<i>Läpinäkymätön</i>
Vetolujuus [MPa]	40	16 – 22	48 – 60	40.4 – 42.4	35 – 40
Kimmokerroin [GPa]	3	0.24 – 1.5	3.35 – 3.83	0.388 – 0.441	3.5 – 4
Myötölujuus [MPa]	40	16 – 22	48 – 60	21.1 – 38.5	35 – 40
Vickers-kovuus [HV]	20	4.8 – 6.6	14 – 18*	6.32 – 11.5	11 – 13
Lovi-iskulujuus 23 °C [kJ/m <sup>2</sup> ]	10	5.9 – 13.9	1.29 – 2.59	48.6 – 55.2	0.73 – 1.87
Maksimikäyttölämpötila [°C]	85	60 – 80	48 – 50*	40 – 50	60 – 80
Minimikäyttölämpötila [°C]	-20	-60 – -50	-12	-60 – -50	-70 – -60
Lämmönjohtavuus	0.16-0.18	0.13 – 0.23	0.12 – 0.13	0.17 – 0.18	0.13 – 0.23
Vicat-pehmenemispiste [°C]	88	~71.5	56 – 58	~40	~73
Biopohjainen	x	✓	✓	x	✓
Biohajoava	x	✓	✓	✓	✓

# Vaihtoehtoiset biomuovit

Ominaisuus	Polystyreeni	MaterBi	PLA	PCL	PHB
Läpinäkyvyys	Läpinäkyvä/ valkoinen	Läpinäkyvä	Läpinäkyvä	Läpikuultava	Läpinäkymätön
Vetolujuus [MPa]	40	16 – 22	48–60	40.4 – 42.4	35 – 40
Kimmokerroin [GPa]	3	0.24 – 1.5	3.35 – 3.83	0.388 – 0.441	3.5 – 4
Myötölujuus [MPa]	40	16 – 22	48 – 60	21.1 – 38.5	35 – 40
Vickers-kovuus [HV]	20	4.8 – 6.6	14 – 18*	6.32 – 11.5	11 – 13
Lovi-iskulujius 23 °C [kJ/m <sup>2</sup> ]	10	5.9 – 13.9	1.29 – 2.59	48.6 – 55.2	0.73 – 1.87
Maksimikäyttölämpötila [°C]	85	60 – 80	48 – 50*	40 – 50	60 – 80
Minimikäyttölämpötila [°C]	-20	-60 – -50	-12	-60 – -50	-70 – -60
Lämmönjohtavuus	0.16-0.18	0.13 – 0.23	0.12 – 0.13	0.17 – 0.18	0.13 – 0.23
Vicat-pehmenemispiste [°C]	88	~71.5	56 – 58	~40	~73
Biopohjainen	x	✓	✓	x	✓
Biohajoava	x	✓	✓	✓	✓



# Kuuma juoma

## Harkitut ominaisuudet:

- Läpinäkyvyys
- Vetolujuus
- Suurin käyttölämpötila
- Lämmönjohtavuus
- Biohajoavuus
- Kierrätettävyys



## Harkitut polymeerit paremmuusjärjestyksessä (paras korvaava materiaali ylimpänä)

- PHB
- MaterBi (tarvitaan mekaanisten ominaisuuksien parantamista)

## Polymeerit, jotka eivät täytä vaadittuja ominaisuuksia

- PLA
- PCL



# Kylmä juoma

## Harkitut ominaisuudet:

- Läpinäkyvyys
- Vetolujuus
- Biohajoavuus
- Kierrätettävyys



## Harkitut polymeerit paremmuusjärjestyksessä (paras korvaava materiaali ylimpänä)

- PLA
- MaterBi (tarvitaan mekaanisten ominaisuuksien parantamista)

## Polymeerit, jotka eivät täytä vaadittuja ominaisuuksia

- PHB
- PCL



**47% puolalaisista on ilmoittanut voivansa muuttaa elämäntapaansa ekologisemmaksi, vaikka se edellyttäisi uhrauksia ja vähemmän mukavia olosuhteita.**

- Yli 50 % ilmoitti haluavansa ottaa käyttöön ekologisia tapoja jätteiden lajittelussa,
- 45 % aikoo alkaa säästää vettä
- **35,2 % kertoi haluavansa vähentää muovin ja kertakäyttöpakkausten kulutusta**

Kuluttajat ovat valmiita maksamaan 10% markkinahintaa enemmän elintarvikkeista, jos ne pakataan biopohjaisiin pakkauksiin.





- Teknologiat (konepuisto)
- Jo olemassa olevien biomuovien lukuisat sovellukset pakkausaloilla
- markkinakapasiteetti, elintarvikepakkausten suuri kysyntä
- sääntely EU:n ympäristöystävällisten pakkausten markkinoilla
- lukuisia biomuoveja koskevia tutkimuksia
- Tutkimusinfrastruktuuri olemassa

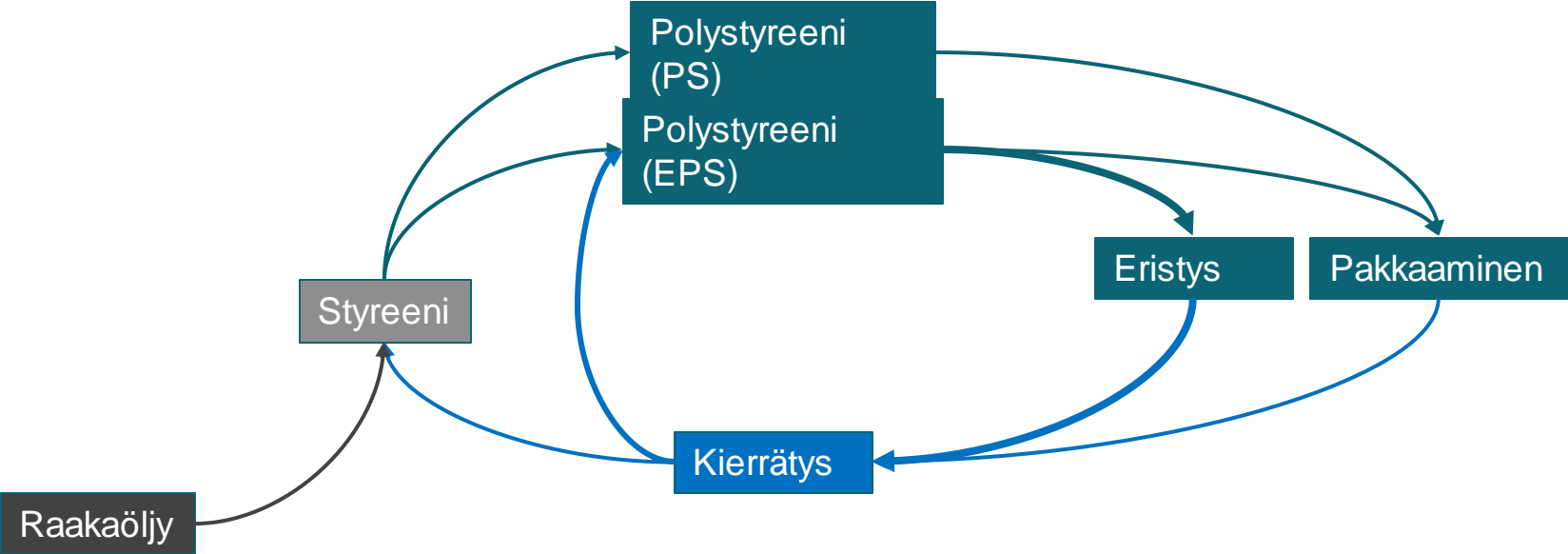
- Tuet
- Kiertotalous/suljettu silmukka
- Koulutus
- sosiaaliset / kulttuuriset suuntaukset, ihmisten asenteiden muuttaminen, kuluttajien tietoisuuden lisääminen
- tukea ja myynninedistämistä eri organisaatioilta
- Teollisuuden luovuus
- perinteisten muovien jatkuvasti kasvava epäsuosio

SW  
OT

- kustannukset (energian ja raaka-aineiden hintojen nousu)
- työntekijöiden puute, jatkuvasti kasvavat työvoimakustannukset
- perinteiset lähestymistavat rajoittavat kehitystä
- tiedon puute, vaikeudet arvioida biohajoavien ja kompostoituvien muovipakkausten vaikutuksia
- hallituspolitiikka, lainsäädäntö ja määräykset
- kierrätettyjen ja uusiutuvien luonnonvarojen saatavuuden väheneminen
- markkinoiden vaihtelut, valuuttakurssit, valuutanhallinta, sääolosuhteet
- raaka-aineiden hintojen jatkuva vaihtelu
- vaikeuksia hajoamisajan määrittämisessä, -> riippuu liian monista muuttujista



# Kiertotalousratkaisut Synthokselle

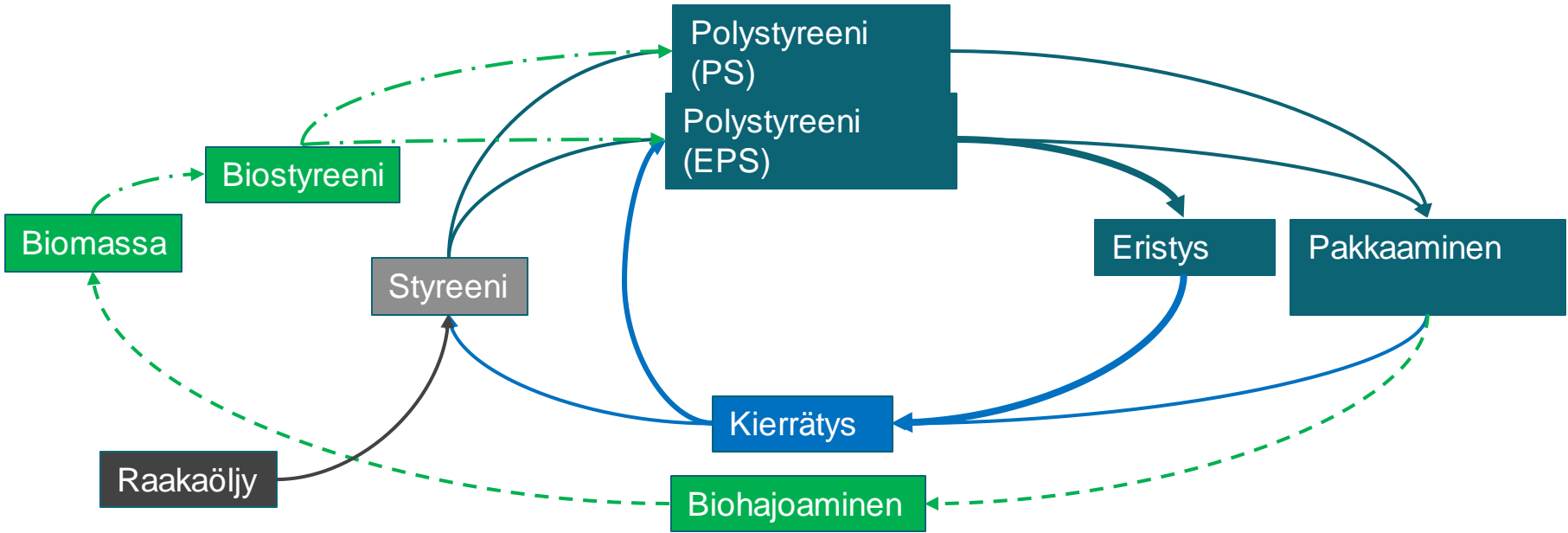


→ Synthoksen parhaillaan toteuttama ratkaisu

→ Keskipitkän aikavälin ratkaisu Synthokselle, mahdollista toteuttaa lähitulevaisuudessa

→ Pitkäaikainen ratkaisu Synthokselle, uutta Synthokselle

# Kiertotalousratkaisut Synthokselle

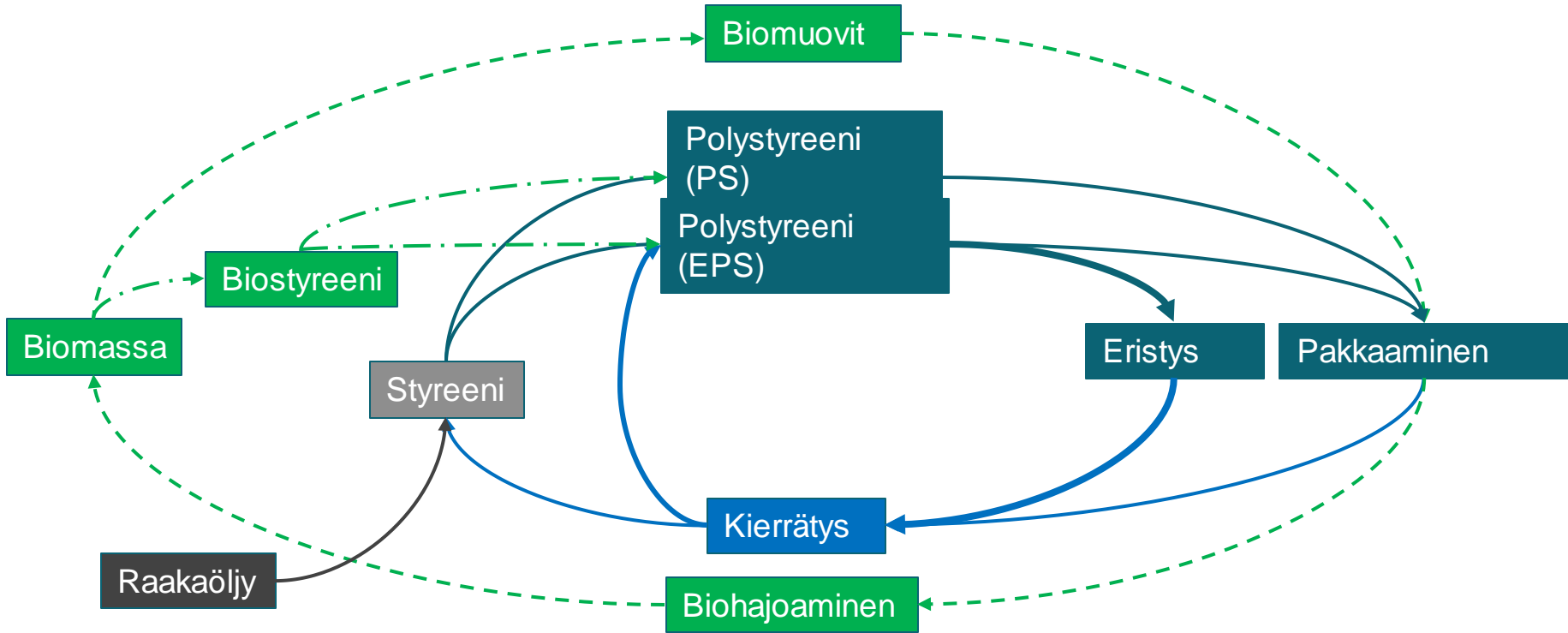


→ Synthoksen parhaillaan toteuttama ratkaisu

-.-.-> Keskipitkän aikavälin ratkaisu Synthokselle, mahdollista toteuttaa lähitulevaisuudessa

- - -> Pitkäaikainen ratkaisu Synthokselle, uutta Synthokselle

# Kiertotalousratkaisut Synthokselle



→ Synthoksen parhaillaan toteuttama ratkaisu

→ Keskipitkän aikavälin ratkaisu Synthokselle, mahdollista toteuttaa lähitulevaisuudessa

→ Pitkäaikainen ratkaisu Synthokselle, uutta Synthokselle



**Magdalena Zaborowska**



**Wojciech Pawlikowski**



**Kinga Serafin**

**Meidän tiimimme**