

Annika Holmbom  
Ville Annunen  
Turun Amattikorkeakoulu

# Kestäviä ratkaisuja biopohjaisiin muoveihin maalla ja merellä



BIO-  
PLASTICS  
EUROPE

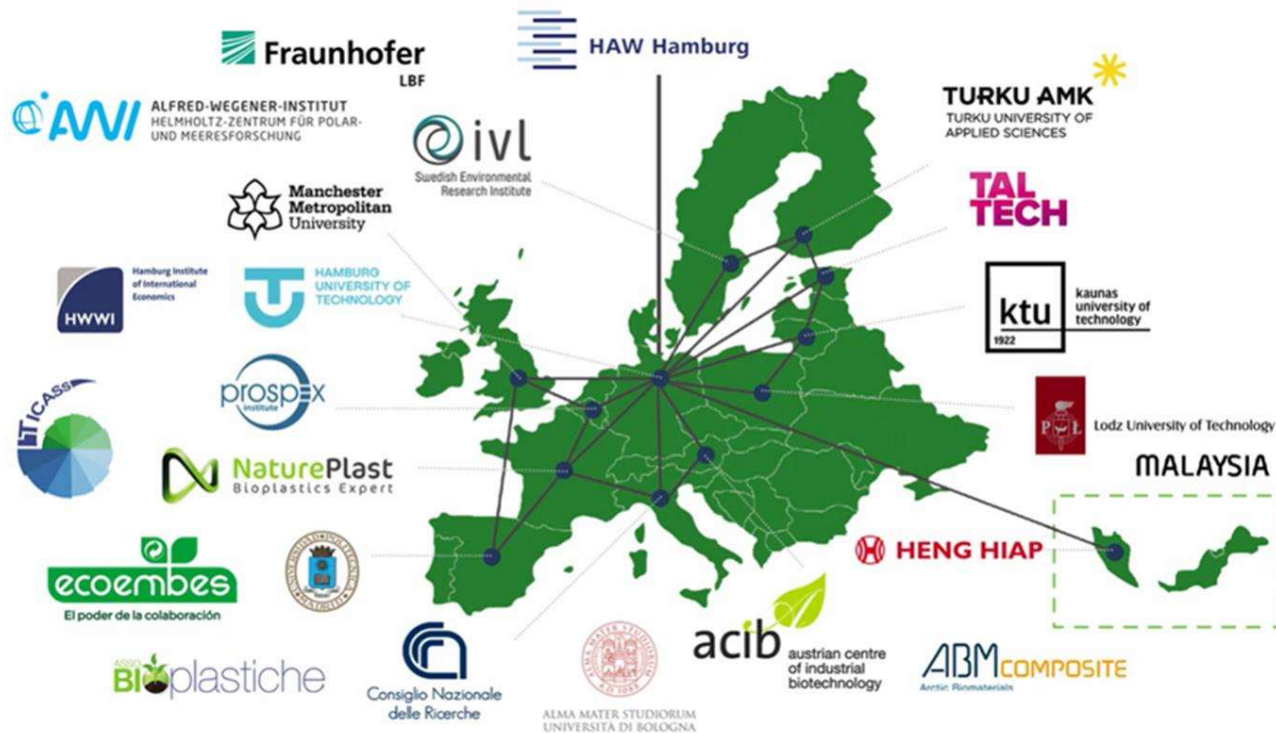


**TURKU AMK**  
TURKU UNIVERSITY OF  
APPLIED SCIENCES

This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 860407.  
BIO-PLASTICS EUROPE project website: [www.bioplasticseurope.eu](http://www.bioplasticseurope.eu)



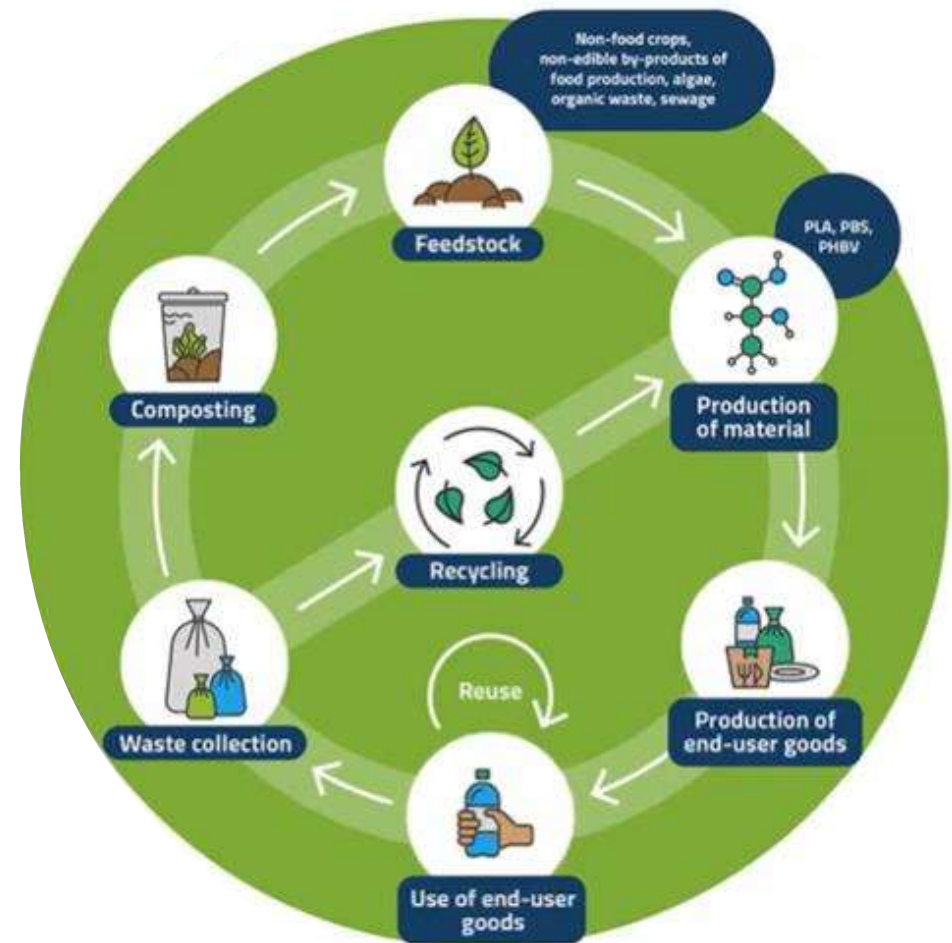
# Bioplastics Europe



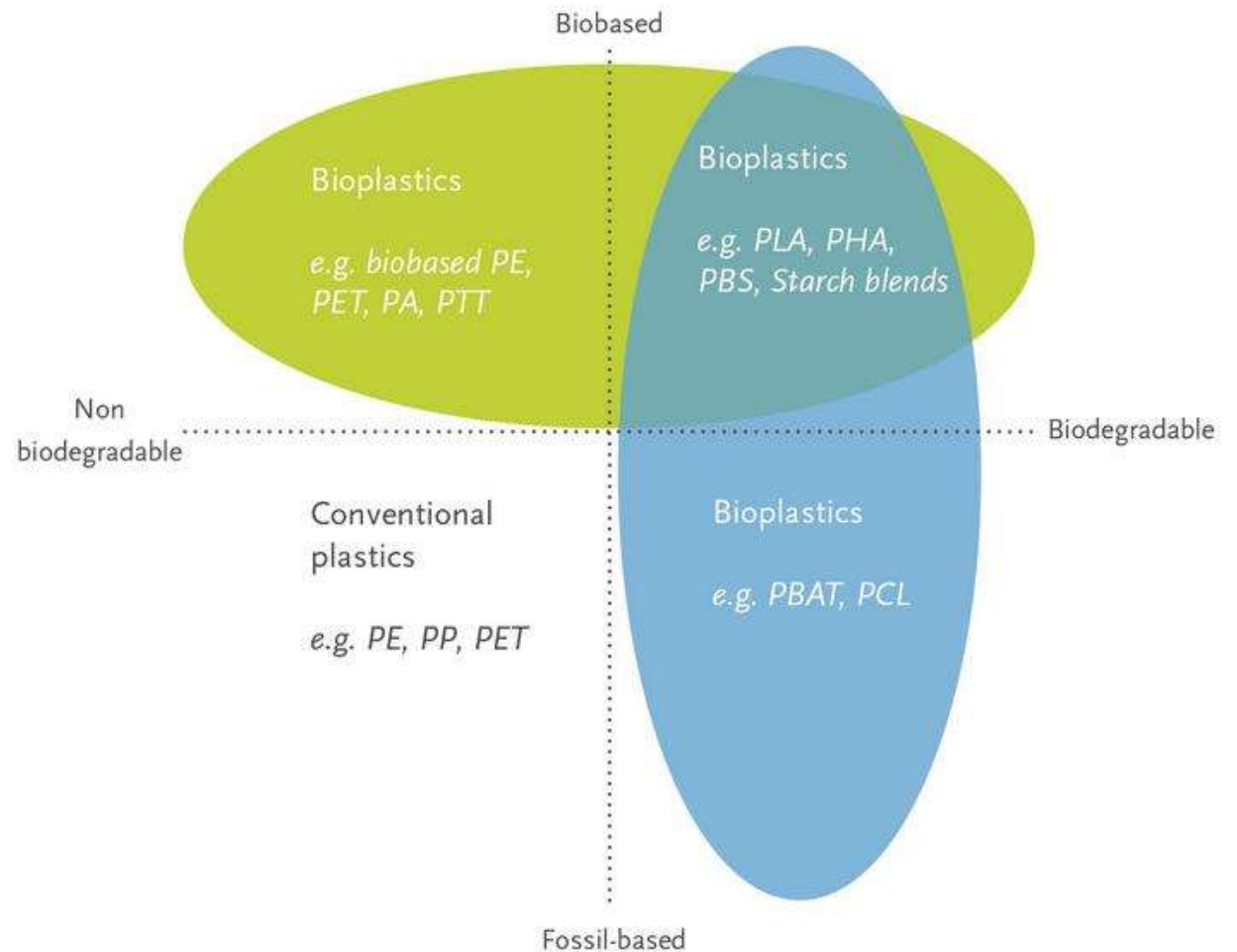
- Koordinaattori HAW Hamburg
- Kesto Lokakuu 2019 – Syyskuu 2023
- Budjetti 8.5 M€
- Rahoitus EU HORIZON 2020
- Kumppaneita 22

# Hankkeessa tutkitaan

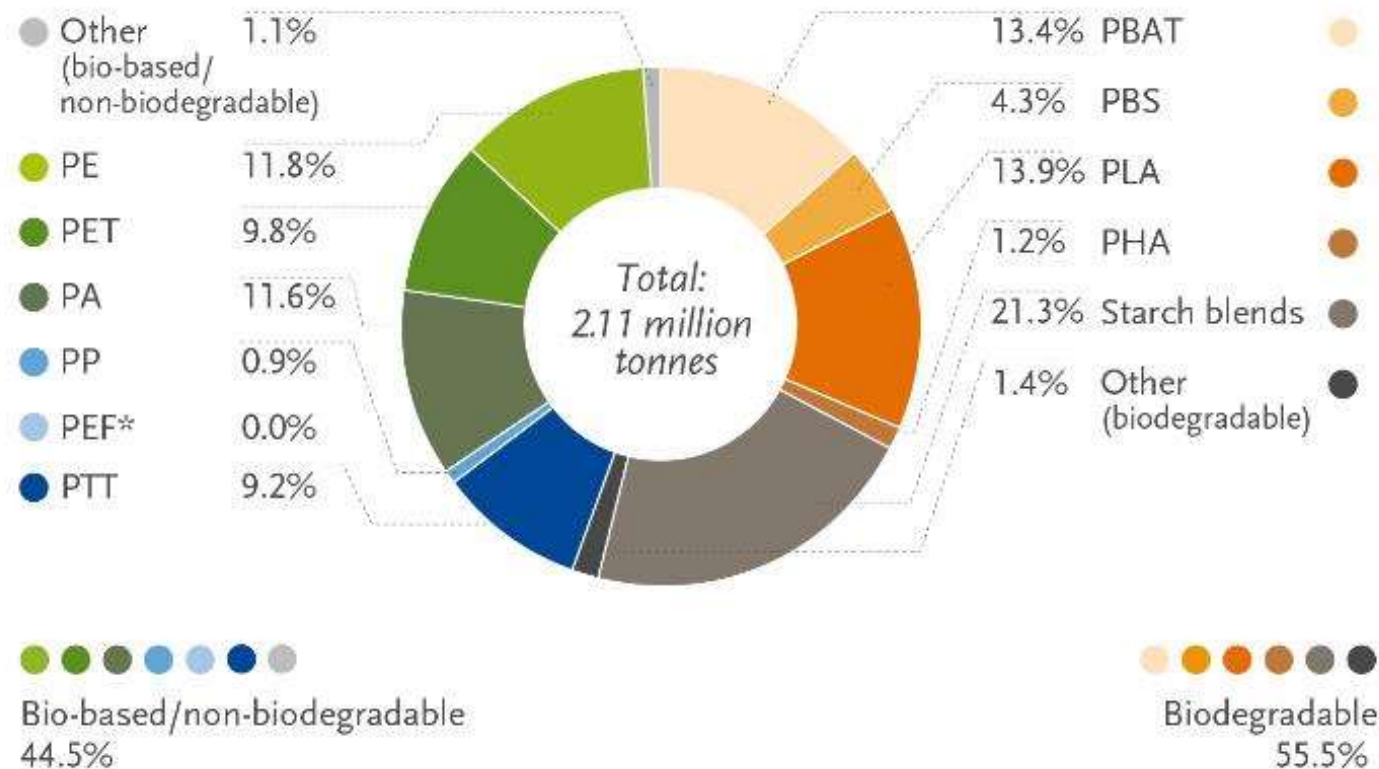
- Innovatiivisia biopohjaisia muoveja
- niiden tuotesuunnittelua
- tuotteiden elinkaaren ja
- liiketoimintamallien ympäristö- ja taloudellisia arviointeja,
- tehokkaita uudelleenkäyttö- ja kierrätysratkaisuja, sekä
- materiaalien turvallisuutta ympäristölle ja yhteiskunnalle.



# Mikä on biopohjainen muovi?



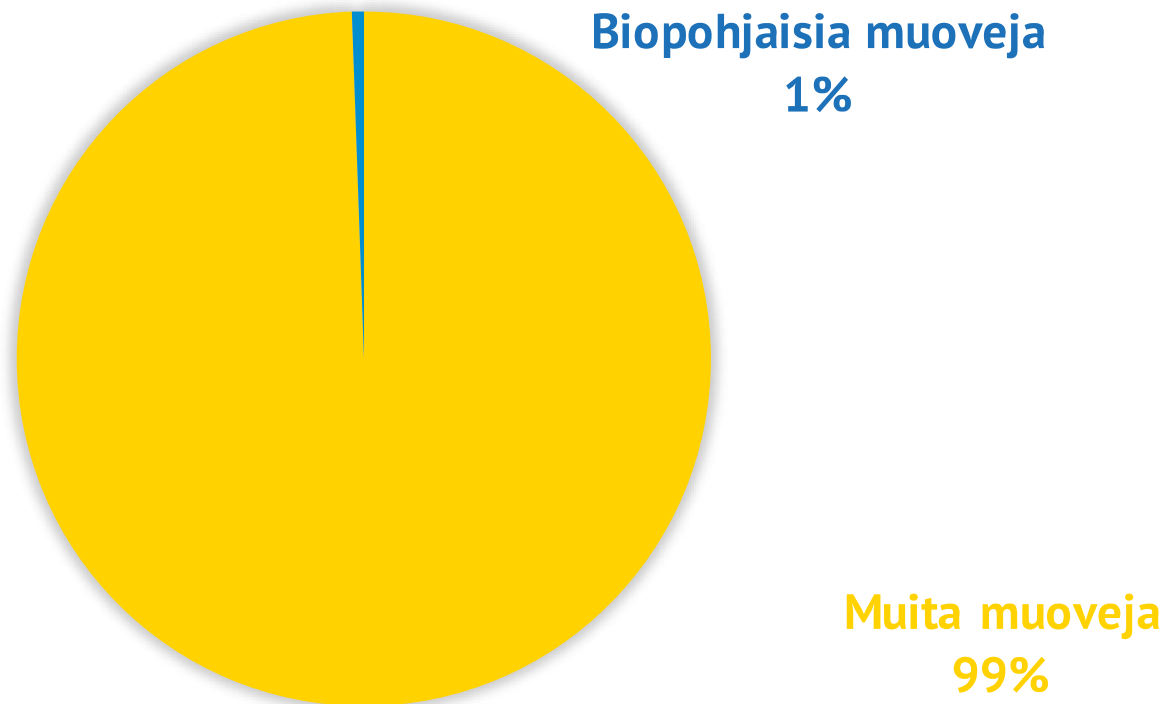
# Globaali biopohjaisten muovien tuotantokapasiteetti vuonna 2019 materiaali tyypeittäin





# Globaali muovin tuotanto vuonna 2018

## YHTEENSÄ 359 MILJOONA TONNIA



# Biopohjaiset uusiutuvat raaka-aineet

## Raaka-aineet:

- Vilja, maissi, puu, maito, öljyt ja rasvat, sokeriruoko, hyönteisten kuoret, levä, ...

## Muokatut luonnolliset polymeerit:

- Tärkkelys, selluloosa, ligniini, maitohappo, kaseiini, kitosaani, ...



# Biohajoavat muovit – Määritelmät ja standardit

## Biohajoava

**ISO 17088:** materiaali täysin biohajonnut < 6 kk

EN 17033: Biohajoavat harsot, kankaat ja peitteet joita käytetään maataloudessa ja puutarhataloudessa



compostable

## Kompostoitava pakkausmateriaali

**EN 13432:** < 12 viikkoa teollisessa kompostissa

EN 14995:2006 Muovit, muu kuin pakkausmateriaali

- ASTM D6400, muovit
- ASTM D6868, paperi+muovi

Kotimaiset standardit kotikompostointiin



## Oxohajoavat-muovit

Oxo-hajoavat muovit pilkkoutuvat lisäaineiden avulla eikä niiden todellista biohajoamista ole todistettu.





## AGENDA

MODIFICATION OF COMPOUNDS ●<sup>4</sup>

BIODEGRADATION <sup>(11)</sup>

- Soil ▲<sup>2</sup>
- Sea ▲<sup>2</sup>
- River ▲<sup>1</sup>
- Composting ▲<sup>3</sup>
- Laboratory Tests ▲<sup>3</sup>

ECOTOXICITY <sup>(4)</sup>

- Biota ◆<sup>4</sup>

CONTROLLED CONDITIONS <sup>(7)</sup>

- Structure ■<sup>3</sup>
- Stability ■<sup>2</sup>
- Recyclability ■<sup>2</sup>



**Biomuovit anaerobisessa biokaasureaktorissa**

**Ville Annunen, Turun Amattikorkeakoulu**

# BIO-PLASTICS EUROPE



**BIO-  
PLASTICS  
EUROPE**

**TURKU AMK**

TURKU UNIVERSITY OF  
APPLIED SCIENCES



This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 860407.  
BIO-PLASTICS EUROPE project website: [www.bioplasticseurope.eu](http://www.bioplasticseurope.eu)

# Biokaasu

- Biokaasu koostuu pääasiassa  $\text{CH}_4$ :stä ja  $\text{CO}_2$ :sta
- Metanobakteerien tuottama, anaerobisissa olosuhteissa
- Orgaanisista materiaaleista

# Olosuhteet

- Metaanin tuotannon potentiaalitesti
- Panosreaktorit
- Anaerobiset olosuhteet
- Vesihaude, 38°C (mesofiilinen)
- Ympäri toimivasta biokaasulaitoksesta
- Materiaalit leikattu 20 mm \* 20 mm kappaleiksi
- Testatut materiaalit: PLA-pohjainen biomuovi 1, PBS-pohjainen biomuovi 2 ja PLA-pohjainen biomuovi 3

# Laitteisto



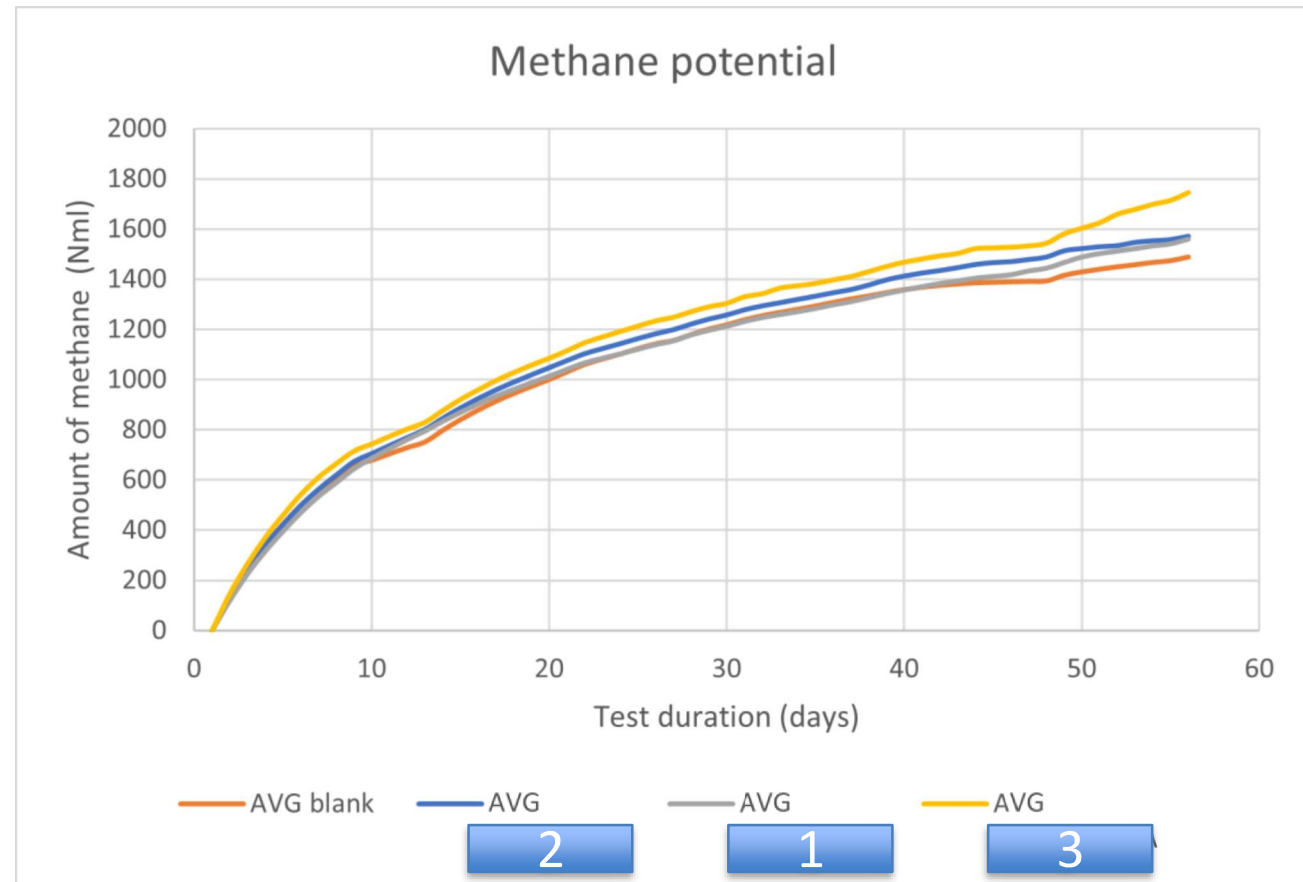
AMPTS II, manufacturer Bioprocess Control

# Tavoitteet

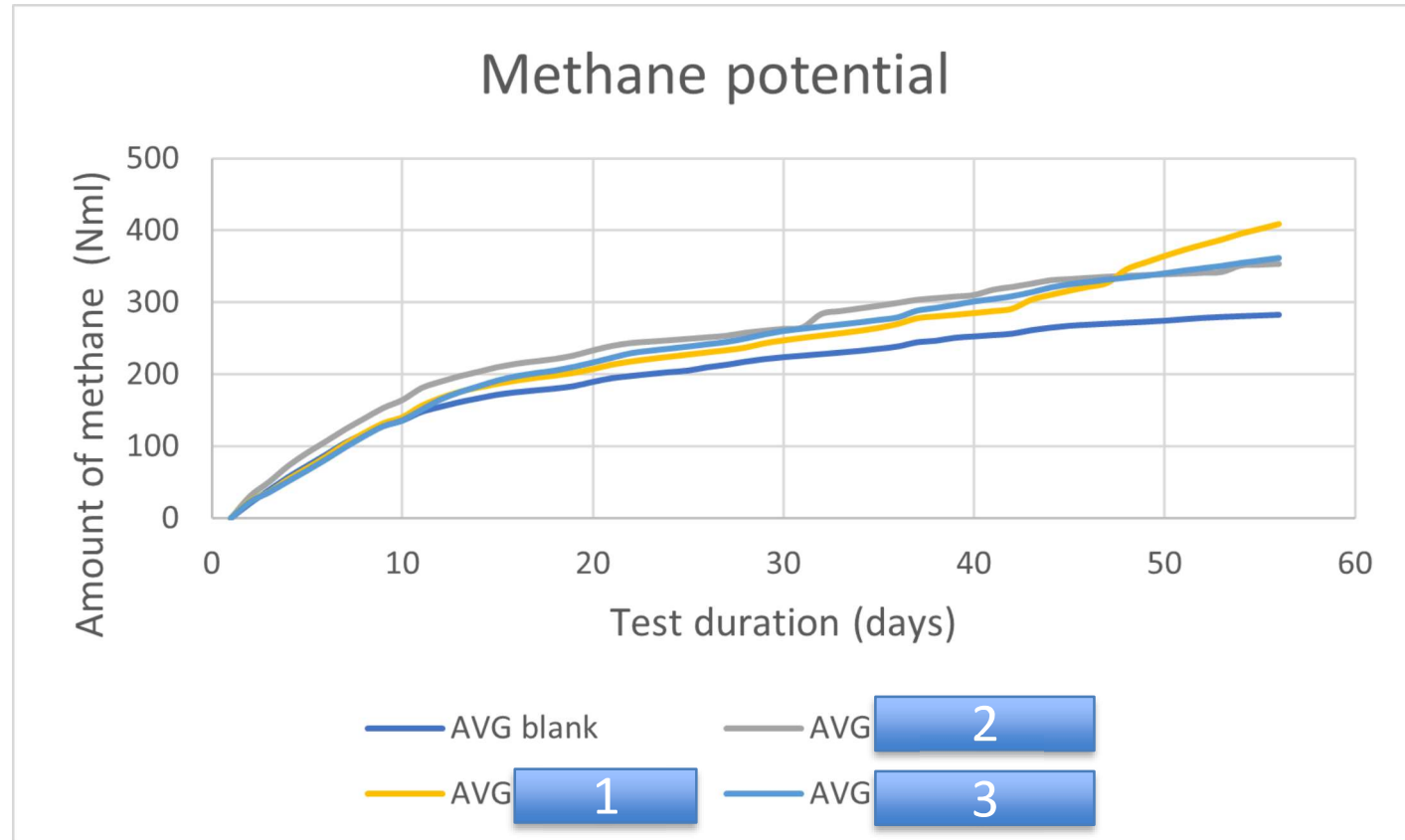
- Selvittää, kuinka biopohjainen muovi käyttäytyy anaerobisissa olosuhteissa
- Mitataan tuotetun metaanin määrä hajoamista indikoimaan
- Muovien ulkonäön visuaalinen havainnointi prosessin aikana



# Tulokset testi 1



# Tulokset testi 2



# Tulokset

- Kaasuntuotantomäärissä on suuria eroja rinnakkaisten reaktoreiden välillä
- Kaasuntuotannon tulokset kahden koeajon välillä eroavat toisistaan
- Haihtuvien kiinteiden aineiden (orgaanisen aineen) määrä oli vähentynyt biomuovin 1 ja biomuovin 3 osalta testin aikana

# Orgaanisen aineen määrä näytteissä

	Volatilesolids (ka.)(%)
Prosessoimattomat	
Biomuovi 2	90,2
Biomuovi 1	69,3
Biomuovi 3	97,9
Ajo 1	
Biomuovi 2	89,7
Biomuovi 1	62,2
Biomuovi 3	96,4
Ajo 2	
Biomuovi 2	89,8
Biomuovi 1	59,9
Biomuovi 3	94,0

# Visuaalinen havainnointi

- Merkittävin havainto testeissä oli, että testien aikana biomuovi 1:n ja biomuovi 3:n ulkonäkö muuttui

# Biomuovi 3





# Biomuovi 1



# Biomuovi 2



# Päätelmät

- Metaanin tuotanto kasvoi hieman kaikilla testatuilla aineilla
  - Osa muovien ulkonäöstä muuttui testien aikana
  - Muovi oli hajonnut pieniksi partikkeleiksi
  - Orgaanisen aineen määrä oli vähentynyt testien aikana
  - Jonkin verran hajoamista on tapahtunut
- 
- Seuraava vaihe: jatkuva kaasuntuotanto
    - Voi osoittaa, onko aineissa joitakin inhiboivia tekijöitä, jotka häiritsevät bakteerien toimintaa



**Kiitos!**



TURKU AMK 

**EXTRAA**



# Brief history of bioplastics

- **1500's casein**, a recipe for milk-based material
- **Shellac** from the shell of *Kerria lacca* - insect
- **1862: Cellulose-** based Parkesin was presented at London World Exhibition, later called celluloid
- **1905**, production of **rayon (viscose)** was started in France. It was the first cellulose-based regenerated fibre
- **1921 Sarvis**, the 1st Finnish plastics company at Tampere. It produced milk-based galalith (casein) and used even 30 000-40 000 litres milk daily
- 1930's Scotch-cellulose tape
- **1932: PLA** (polylaktidi, polylactid acid), development was stopped at 1950's at industrial scale because of cheap oil
- **1936, cellofan** production started 1936 at the Karelian Isthmus by Kuitu Oy
- **1943-44** Säteri Oy started **viscose** production at Valkeakoski
- **1956** Säteri Oy started also **cellulose film** production



# Brief history of bioplastics

- **1950 Synthetic plastics production** started its continuous growth, small collapses only at 1970's (oil crises) and at 2000's (financial crises)
- **1960's: PHA** (polyhydroxyalkanoate, polyhydroksialkanoaatti), PHB (polyhydroxybutyrate, polyhydroksibutyraatti) the 1st plastics produced by microbes and bacteria
- **1973 Oil Crises:** New era for biobased plastics, which ended 1980
- **1980 War** between Iran and Iraq: over production of cheap oil
- **1990 Novamont:** biodegradable blend of bio- and oilbased plastics.
- **1990's** efforts to enhance the processability and performance of biodegradable plastics by oil-based raw material
- **2001 Cargill and Dow Chemicals** in USA started PLA-production. Fear of GMO in Europe hinders interest
- **2000's** implants and reinforcements
- **2010's** Climate change + plastics pollution have increased the interest towards bioplastics, typically aggressive marketing of start-ups.

## Environmental pros and cons of bioplastics

### PROS

- They reduce the use of fossil-fuels and reliance on non-renewable resources.
- Manufacturing process can use up to 65 per cent less energy and generates fewer greenhouse gases than conventional plastic.
- Some are biodegradable and/or compostable.
- Some can be recycled alongside conventional plastics.
- Some are non-toxic and safe for medical and internal use.

### CONS

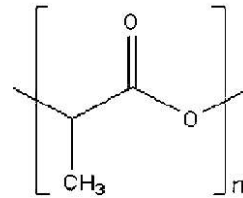
- They have a higher manufacturing cost—though this is changing as more companies begin to make bioplastics.
- Composting may be possible only in industrial composting processes.
- Not all are recyclable.
- Some can interfere with or damage standard plastic recycling processes.
- Not all are biodegradable.
- If sent to landfill, some can release methane—a potent greenhouse gas—into the atmosphere.
- They're not suitable for use in a number of products.
- Use of plant sugar and starch sources could have a negative impact on food prices.
- Bioplastics do nothing to change consumer behaviour regarding their use of plastic products.

# Biobased plastics

Biomateriaaleista  
 tehtyä

- \*Tärkkelys
- \*Selluloosa
- \*Ligniini
- \*Proteiinipohjaiset

- Starch-based
  - PLA
- Cellulose-based
  - Cellofan
  - Viscose
- Lignin
- Protein-based
  - Citosan
  - Casein
- ...

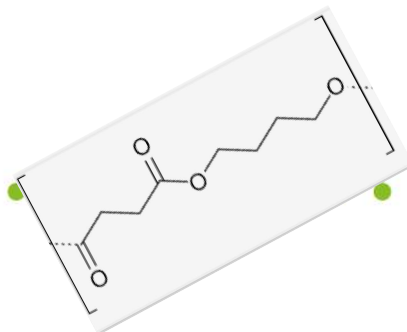
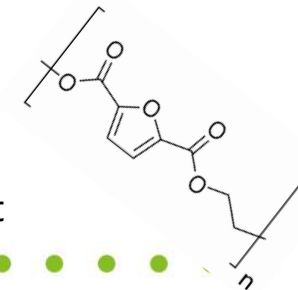


- Produced by bacteria
  - BHA polyhydroxyalkanoate,
  - BHB polyhydroxybutyrate,
  - BHBV Poly(3-hydroxybutyrate-co-3-hydroxyvalerate)
  - PLA
  - ...

Bakteerin  
 tuottamat

- Polyesters
  - PLA, Polylactic acid
  - PBS, Polybutylene succinate
  - PEF, Polyethylene Furanoate
- Bio-Polyolefins
  - PP, HDPE
- Other
  - PA, PET, PC

Polyesterit



# Global production capacities of bioplastics

To be expected by 2024:  
15 % capacity increase!



Source: European Bioplastics, nova-Institute (2019)  
More information: [www.european-bioplastics.org/market](http://www.european-bioplastics.org/market) and [www.bio-based.eu/markets](http://www.bio-based.eu/markets)

