

# Mikromuovinäytteiden saantokokeet ja käsittelymenetelmien testaus

- Tavoitteena oli tutkia mikromuovien eristysmenetelmiä saantokokeiden avulla, selvittää sen toimivuutta ja pohtia miten menetelmiä voisi tehostaa
- Koska mikromuovien analysoinnille ei ole olemassa vielä vakiintunutta menetelmää, on tärkeä testata eri menetelmiä ja niiden toimivuutta.
- Esikäsittelymenetelminä käytettiin ns. Löderin entsyymaattista suodatusprosessia ja testiversiona hyödynnettiin pelkkää hapettavaa käsittelyä (vetyperoksidi ja Fenton-rautaliuos)
- Näytteet otettu kesällä 2022 Urpolanlammesta, Pitkäjärveltä ja Kaihunlahdelta



## Testatut muovilaadut saantokokeissa

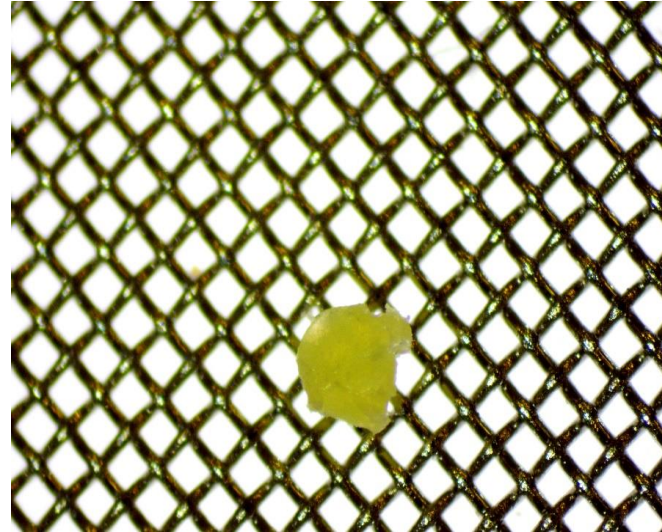
ABS (akrylinitriilibutadienistyreeni)

PE (polyeteeni)

PET (polyeteenitereftalaatti)

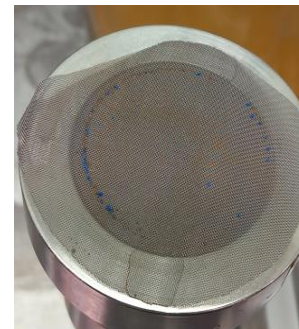
Muovit jauhettiin mikromuovikokoon fraktion  
ollessa 150-315  $\mu\text{m}$

Saantopartikkelien avulla tutkittiin  
suodatusprosessin toimivuutta



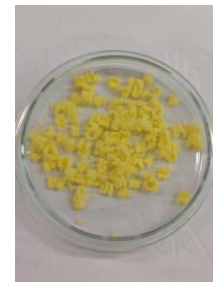
## ABS-muovi

- Murskattu Duplon lego-palikasta
- ABS-partikkelit pirstaloituivat helposti pienimmiksi partikkeleiksi.
- Helpoin muovilaatu havaita kirkkaan värinsä vuoksi.



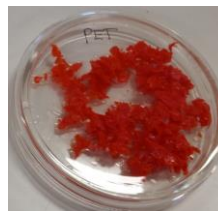
## PE-muovi

- Murskattu hamahelmistä
- Keltaisia muovipartikkeleita oli vaikea havaita suodatuksen eri vaiheissa, niiden vaaletessa ja ohetessa käsittelyjen edetessä.



## PET-muovi

- Murskattu ketsuppi-pullosta
- PET-muovit murenivat helposti ja toisaalta taas takertuivat toisiinsa (aggregoituminen)
- Pienimmät mikromuovipartikkelit olivat erittäin staattisia ja saattoivat lentää ilmastoinnin vaihtelusta kauaksikin



## Entsyymaattinen menetelmä

- Käytössä 5 eri entsyymiä ja 2 hapettavaa reagenssia
- Käsittelyvaiheita 8
- Kestoltaan lähes 3 viikkoa
- Orgaaninen aines puhdistetaan näytematriisista entsyymien avulla vaihe vaiheelta, sekä prosessin loppuvaiheessa Fenton-liuoksella
- Lopuksi tiheyserottelu
- Jäljelle jäänyttä materiaalia tarkastellaan valomikroskoopilla
- Mikromuovit pyritään tunnistamaan ja laskemaan

## Fenton-käsittely

- käytössä vain 2 reagenssia
- Kestoltaan noin viikon
- Orgaaninen aines puhdistetaan näytematriisista aloittaen käsittely Fenton-rautaliuoksella
- Jäljelle jäänyttä materiaalia tarkastellaan valomikroskoopilla
- Mikromuovit pyritään tunnistamaan ja laskemaan

## Saantoprosentit entsymaattinen käsittely

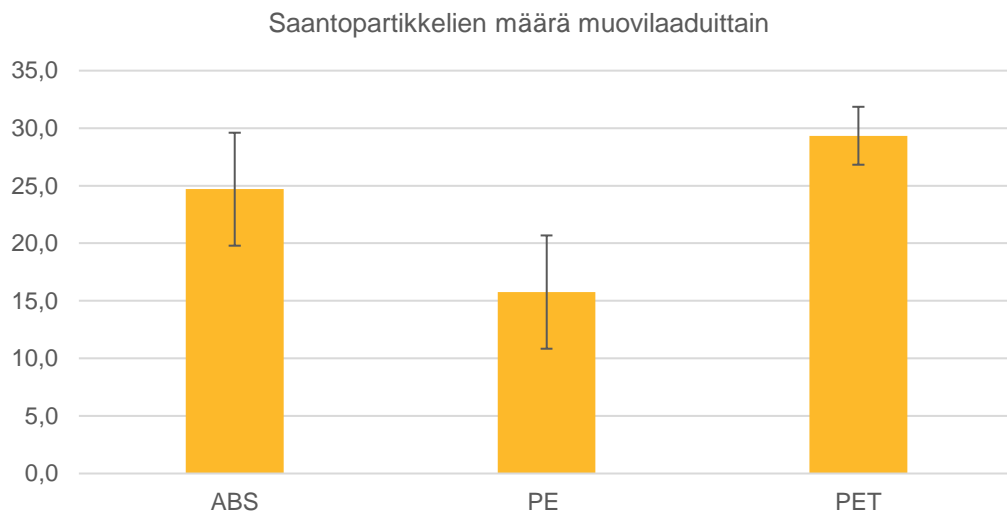
Muovilaatu	Saantoprosentti (%)
ABS-muovi	82,3 %
PE-muovi	52,5 %
PET-muovi	97,8 %

## Saantoprosentit hapettava käsittely

Lisätty muovilaatu	Saantoprosentti (%)
ABS-muovi	103 %

# Saantopartikkelit muovilaaduittain entsymaattisen käsittelyn jälkeen

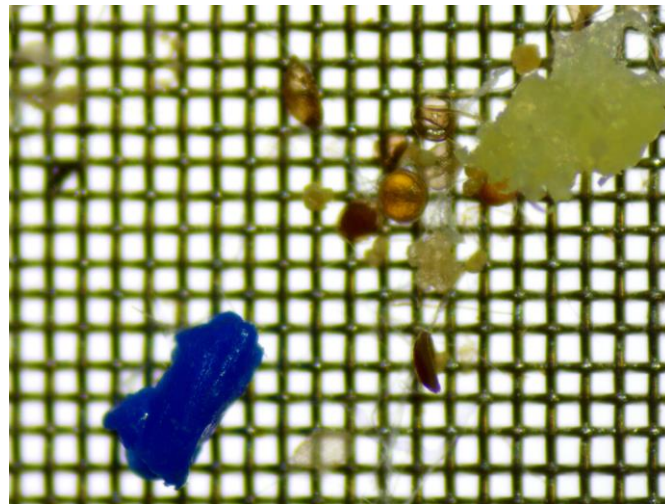
(mediaani, kvartaalit, keskiarvo x, minimi, maksimi)



	ABS	PE	PET
Summa	10	4	3
Keskiarvo	24,7	15,8	29,3
Keskihajonta	4,9	4,9	2,5
Min	17	10	27
Max	31	22	32

## Havaintoja suodatusprosessin eri vaiheista

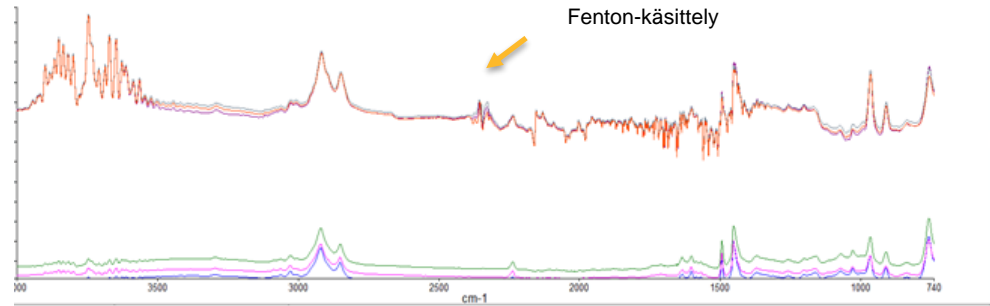
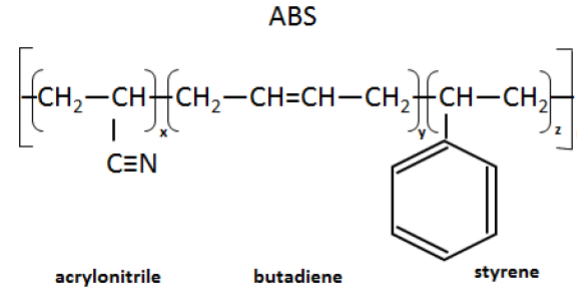
- Hävikin mahdollisuus suodatuksen joka vaiheessa → paljon epävarmuustekijöitä
- Kontaminaatiolähteitä ilmasta ja välineistä
- Näytteiden saantokoetulokset erosivat toisistaan paljon myös saman vesistönäytteiden kesken
- Muiden muovien kuin lisättyjen kontrollipartikkelien tunnistaminen haastavaa tavallisella valomikroskoopilla.



- Osa lisätystä saantomuovipartikkeleista pirstaloitui, vaaleni tai aggregoitui käsittelyn edetessä
- Pintavesinäytteitä pystyi mikroskopoimaan ilman lopussa tehtävää tiheyserottelua

# Näytteen esikäsittelyn vaikutus ABS-muoviin

- Syke tutki eri käsittelymenetelmien vaikutusta ABS-muovin rakenteeseen
- ABS-muovilla on muista yleisimmistä muovilaaduista poiketen bentseenirengas
- Mittaukset tehtiin fourier-muunnos infrapunaspektrofotometrillä (FTIR)
- Analysoitavina olivat käsittelemättömät sekä entsyymaattisen- että Fenton-käsittelyn läpikäyneet ABS-mikromuovipartikkelit
- Alustavien tutkimusten mukaan Fenton-käsittely saattaa vaurioittaa ABS-muovin rakennetta, mutta aihe vaatisi lisätutkimuksia.



Käsittelemätön



## Fenton-käsittely voisi nopeutta ja helpottaa pitkäkestoista suodatusprosessia

- Jos Fentonin-käsittely tehtäisiin heti esisuodatusten jälkeen, säästyttäisiin mitä todennäköisimmin tukkoon meneviltä suodatinverkoilta Fenton-liuoksen hajottaessa suurimman osan orgaanisesta materiaalista. Ns. Löderin menetelmässä tämä vaihe tulee vasta useiden entsyymikäsittelyjen ja suodatusten jälkeen
- Käsittelyaika lyhenee viikkoon ja käytettyjen reagenssien määrä vähenee, jonka seurauksena hävikki ja kontaminaatoriski pienenee, koska suodatusvaiheita on vähemmän
- Toisaalta Fenton-käsittely saattaa voimakkuudellaan vaurioittaa muovien rakennetta. Vaatisi vielä lisätutkimuksia ja FTIR-mikroskooppia mikromuovien tarkasteluun. Alustavasti voisi sopia pintavesinäytteille

