

Hva skjer når plast fra tunnelbransjen havner i havet?

Hans Peter Arp^{1,2}

Kontakt: hpa@ngi.no

1) Senior Specialist, NGI, Oslo

2) Prof II Miljøkjemi, NTNU, Trondheim

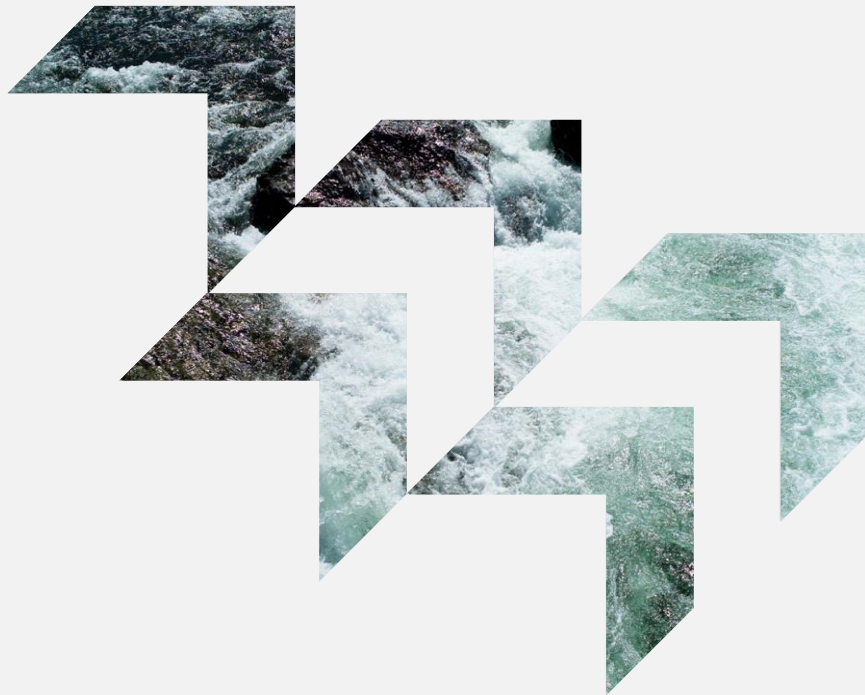
Tunneldagene 2018, Thon Hotel Arena, Lillestrøm

11.04.2018



Innhold

1. Introduksjon – plast i havet
2. Transportprosesser
3. Relevans for tunnelbransjen



Part 1.

Introduksjon – plast i havet

Plastforsøpling fra tunnelbransjen

RSS Nyheter på din side Tips oss Abonnement Annonser

Byggeindustrien
bygg.no

Les Byggeindustrien digitalt
KUN for abonnenter

Siste 30

Bygg Anlegg Eiendom Arkitekter Rådgivere Byggevarer Øvrige » A til Å Vei o



Store mengder plastfibrer kom på åvele da tunnelmasser fra Ryfasttunnelen ble tømt på sjøen. Foto: Naturvernforbundet | Rogaland.

Vegvesenet får 450.000 i bot for plastforsøpling

Statens vegvesen er ilagt et forelegg på 450.000 kroner fordi plast havnet i sjøen i forbindelse

annons

➤ Rogfatunnelen i Rogaland

RSS Nyheter på din side Tips oss Abonnement Annonser Kontak

Byggeindustrien
bygg.no

Les Byggeindustrien digitalt
KUN for abonnenter

Siste 30

Bygg Anlegg Eiendom Arkitekter Rådgivere Byggevarer Øvrige » A til Å Vei og An



Vegvesenet ønsker plastfrie skyteledninger til Rogfast

Utslipp i fjorden og nye krav fra fylkesmannen i Rogaland om plastfrie sprengningsmasser har ført til at Rogfast-prosjektet nå jakter skyteledninger uten plast.

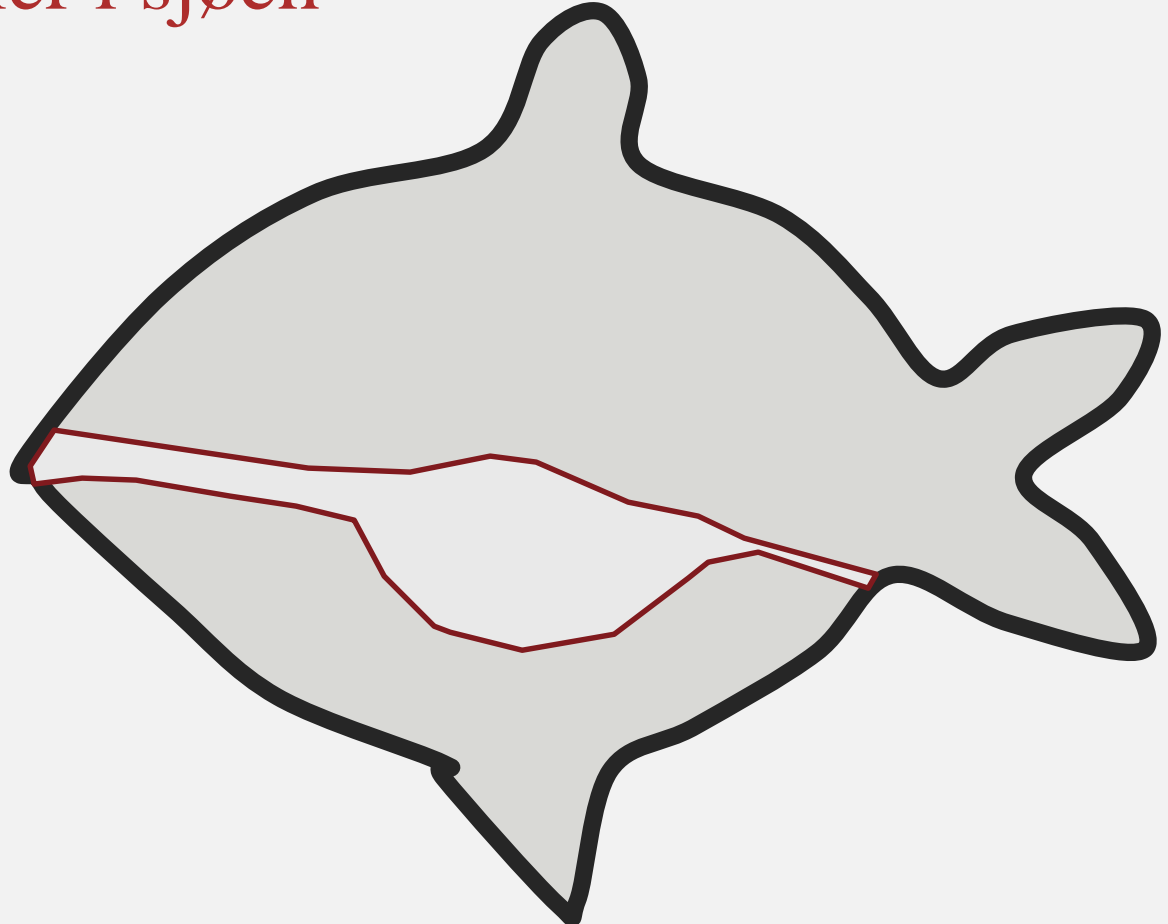
annons

Thermohall for logistikk og lager

Byggeindustrien

f t l i e

Mini-tunneler i sjøen

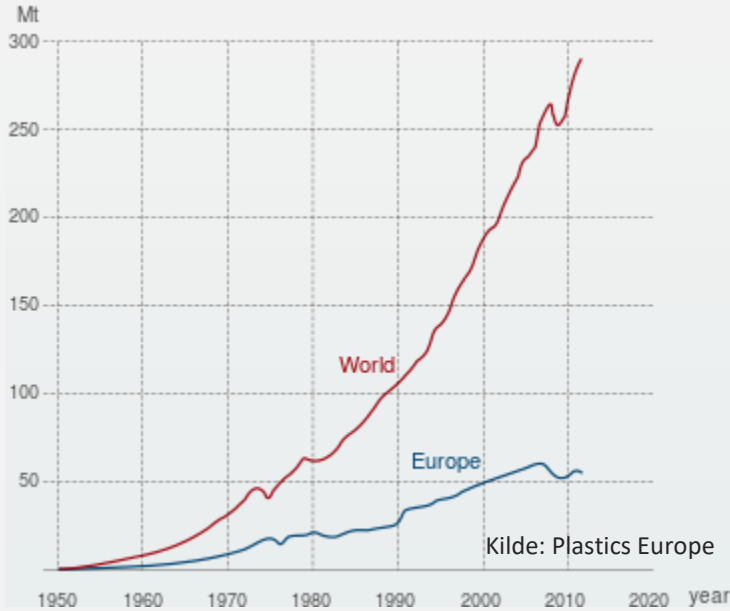


Syk hval hadde 30 plastposer i magen

Forskere fant 30 plastposer i magen på den syke hvalen som måtte avlives på Vindenes på Sotra i Hordaland.



Plastikk slippes ut raskere en den brytes ned



➤ Bruk av plast

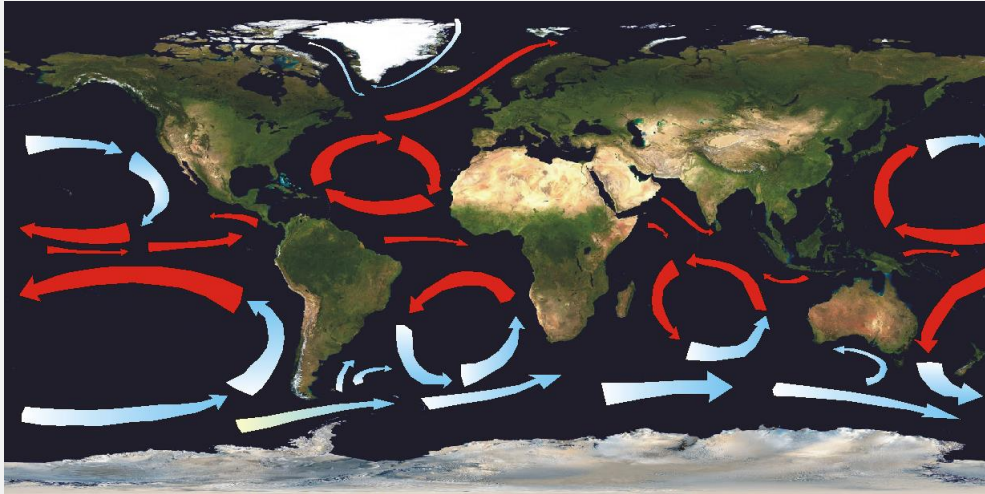


Part 2.

Transportprozessor

What happens to plastic at sea?

➤ Accumulation in Gyres



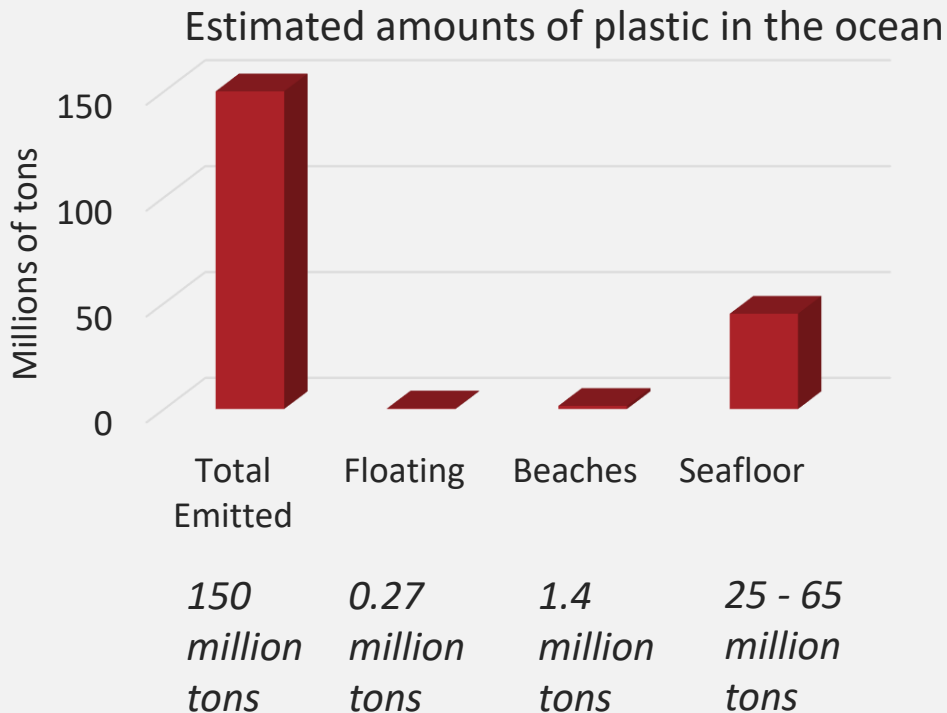
commons.wikimedia.org

➤ Accumulation on Coastal Areas



JON INGEMUNDSEN, STAVANGER AFTENBLAD
Rogfast-byggingen

Where do you find the most plastic in the ocean?



Where is the missing plastic????

What causes plastic and microplastic to sink?



1. Sinking due to high density



LDPE film, density 0.9 g/ml

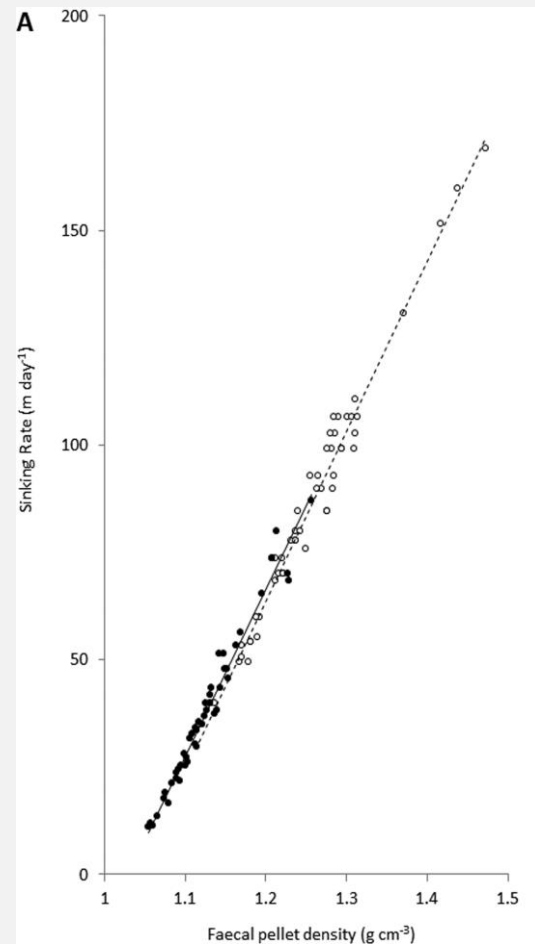
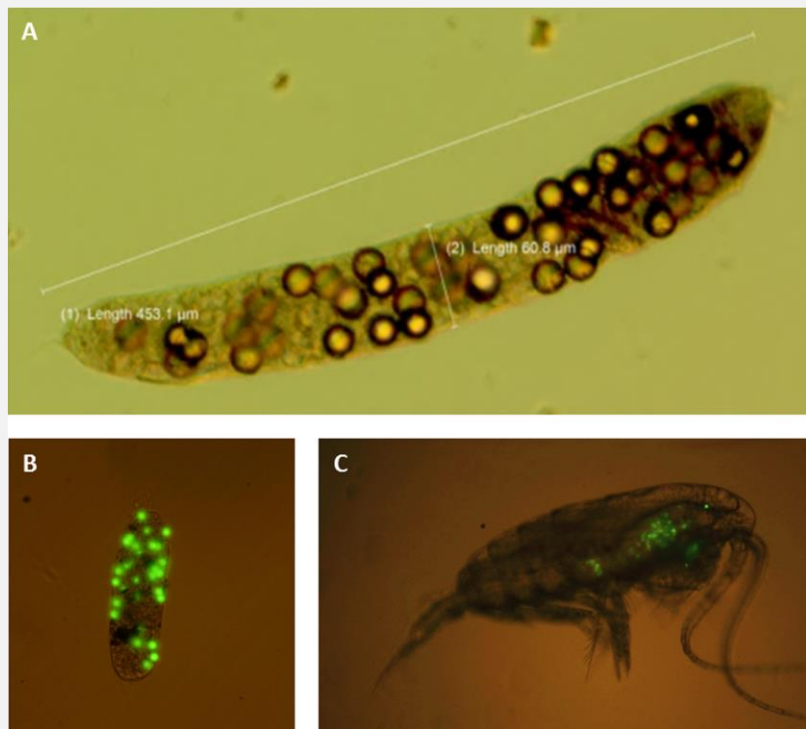
Floaters: LDPE, HDPE, PP, EVA,
etc.



PET bottle, density 1.4 g/ml

Sinkers: PET, PVC, Nylon, Polyacrylate,
Polycarbonate, Polyacetate, etc.

2. Sinking by organism uptake / fecal pellet



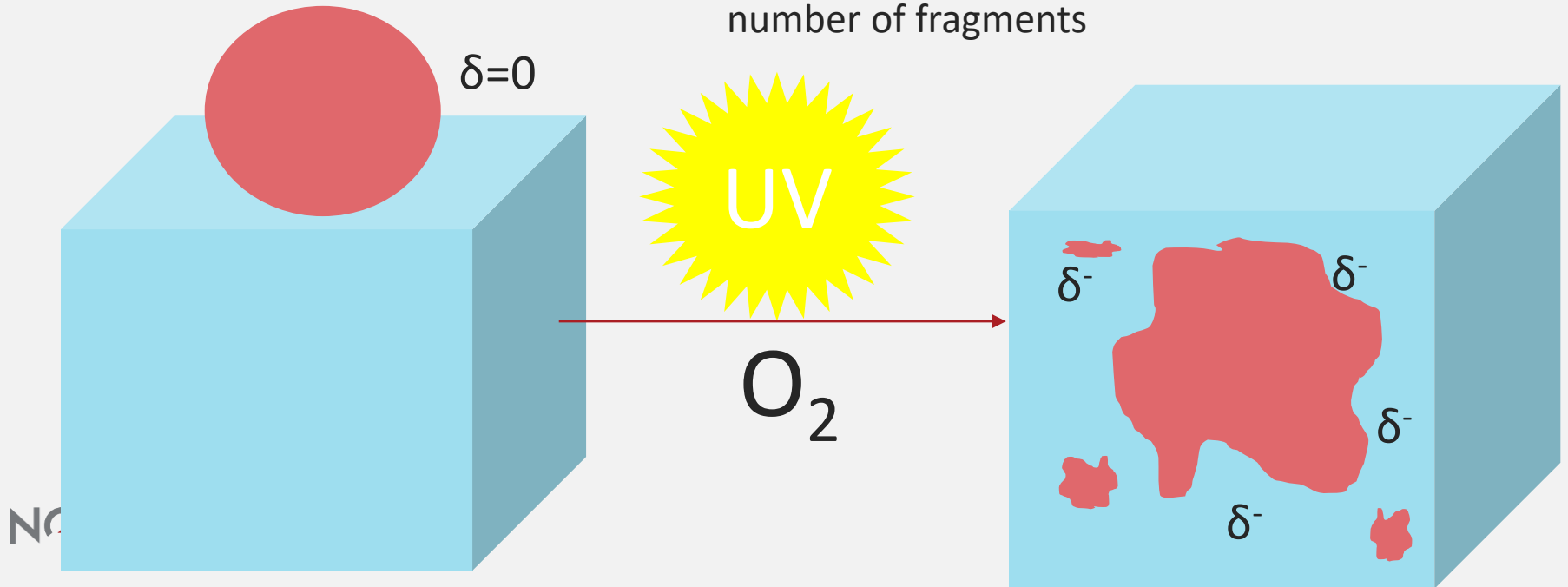
3. Photo-oxidation and mechanical stress

Changes:

surface area,

negative charges on the surface

number of fragments



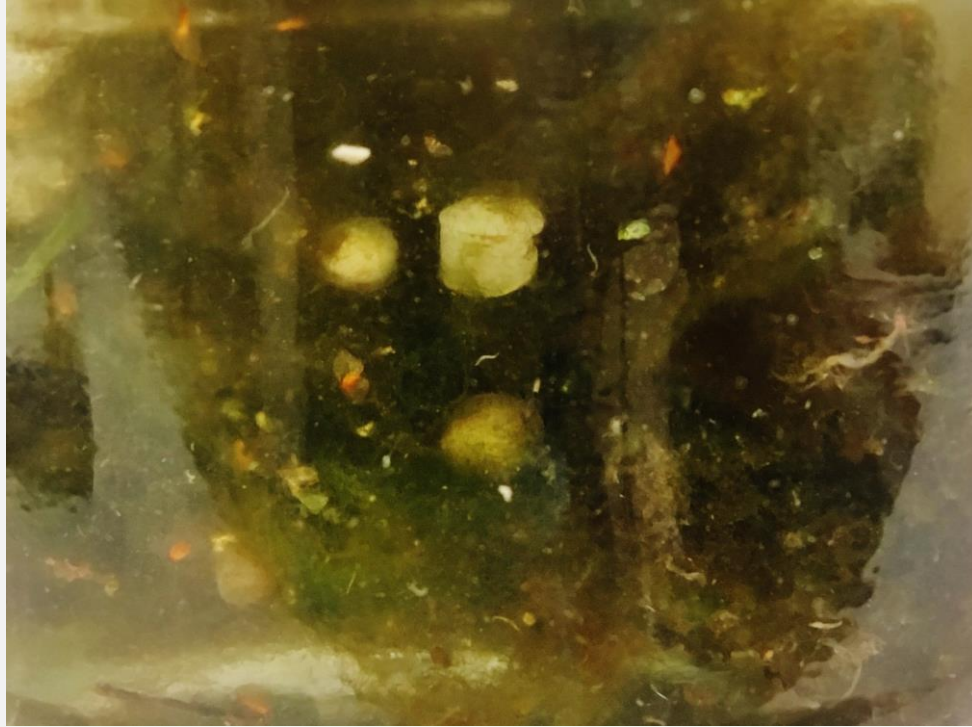
4. Sinking by biofilm growth



4mm LDPE
granule
with little biofilm

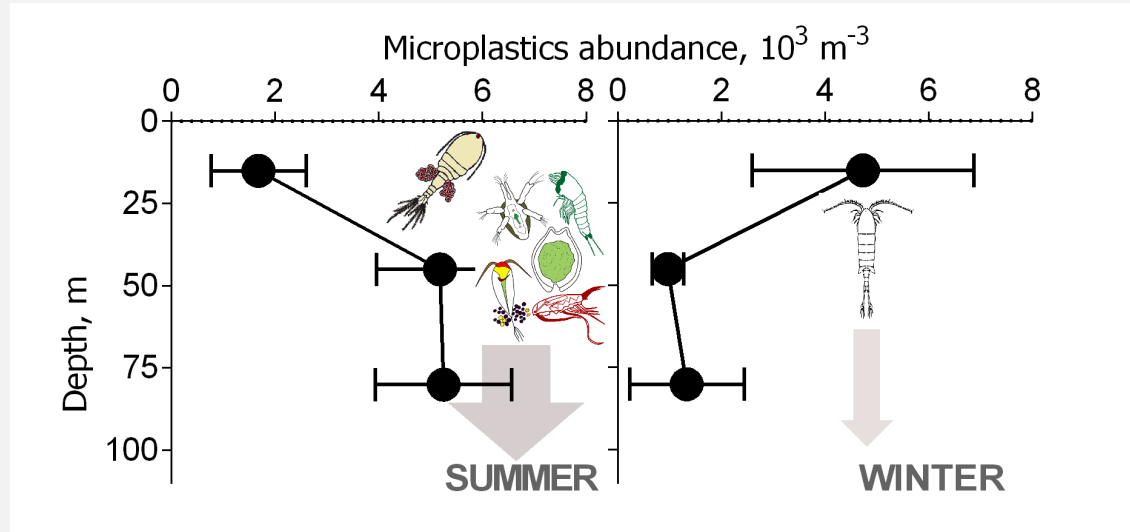
4mm LDPE
granule with
biofilm

5. Sinking by aggregation – marine snow



4mm LDPE and other granules aggregated with biofilm

Effects – Seasonal variation in depth profiles

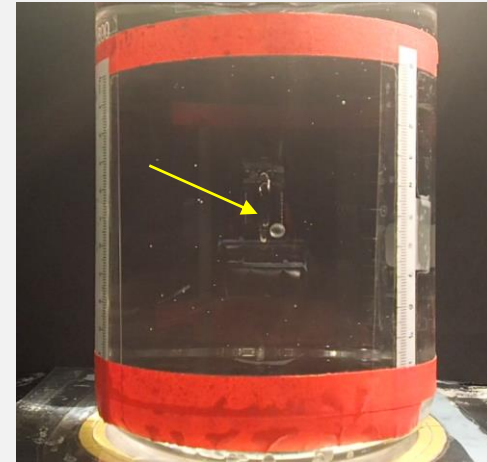


- Diverse effects on trophic transfer in benthic and pelagic systems

Column experiments

Measurement of sinking rate in still water for

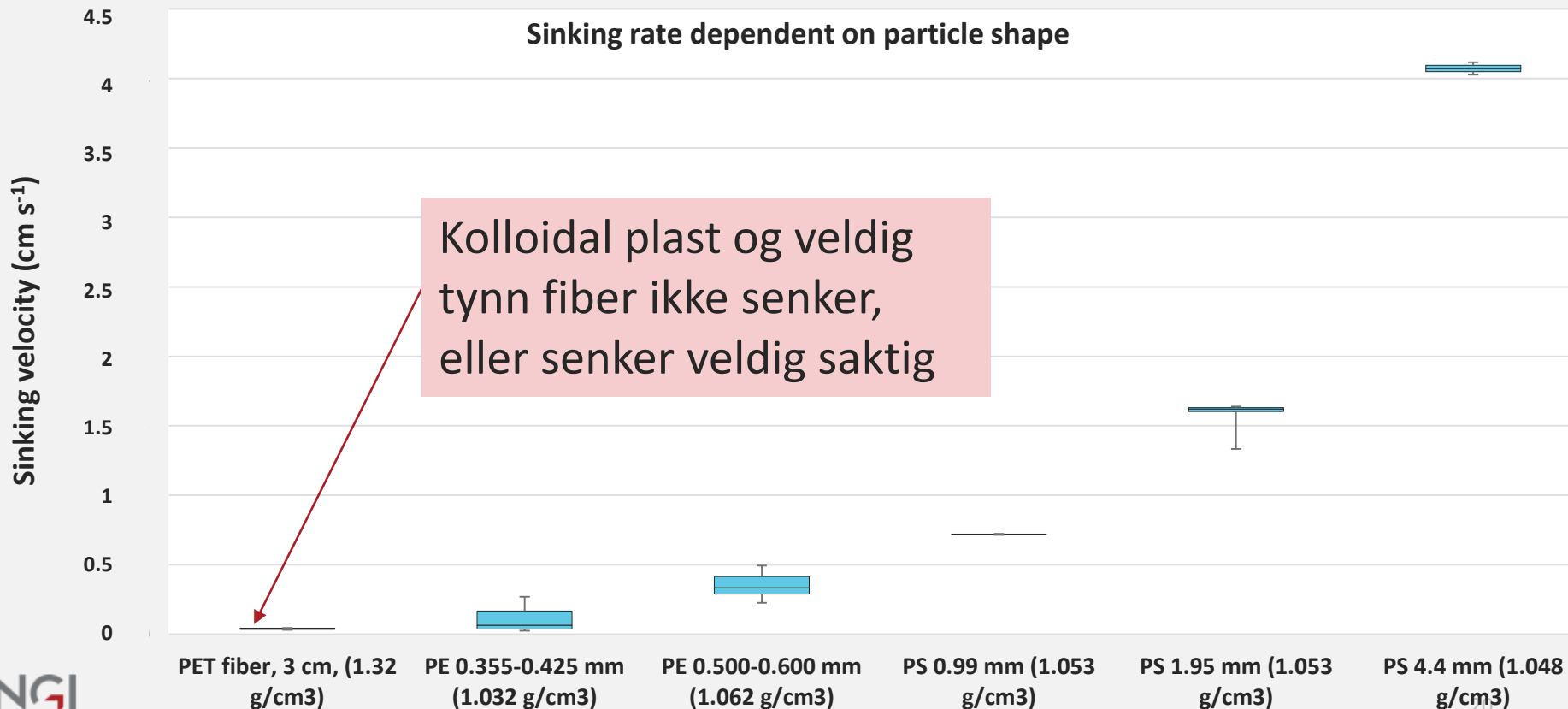
- Microplastics
 - Granules 300 μm – 4 mm
 - Fibers
 - Different density
- Water
 - Density and Temp.
 - Filtered
- Weathering
 - Pristine
 - Weathered microplastics



Particle shape

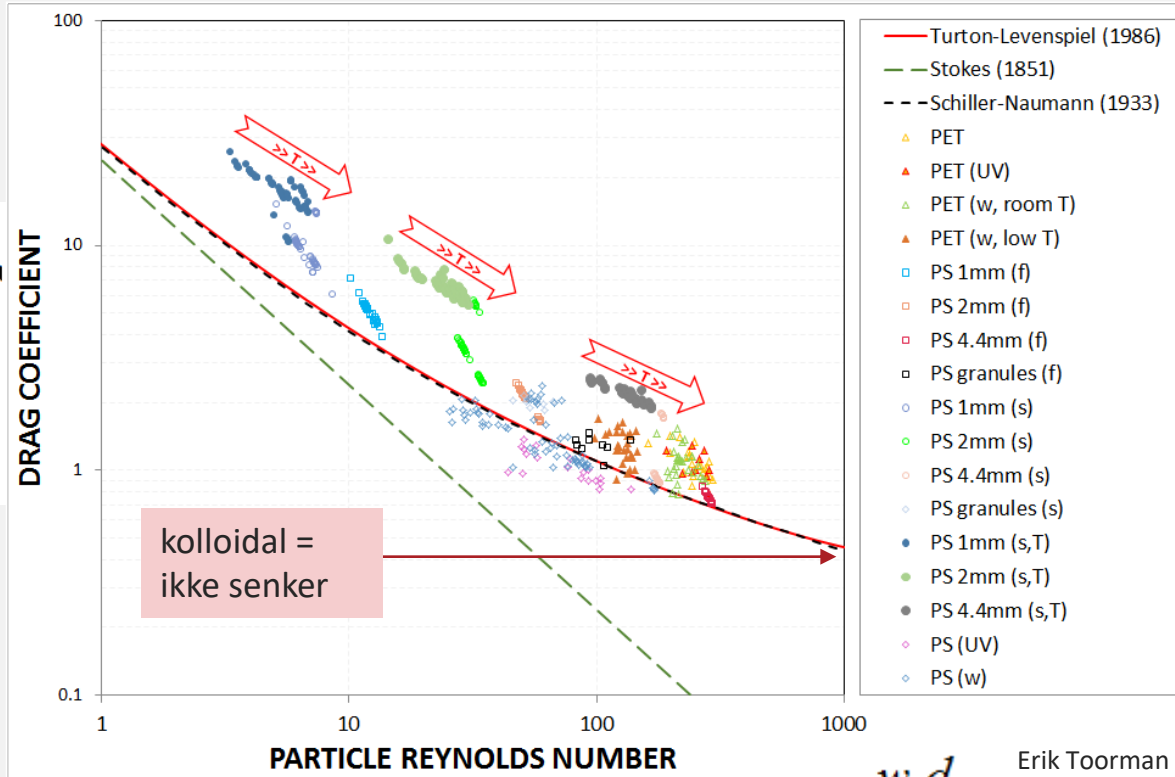
Filtered seawater, room T

Sinking rate dependent on particle shape



Drag coefficient vs particle Reynolds number

$$C_D = \frac{g(\rho_p - \rho_w)V_p}{\rho_w A_p \frac{w_s^2}{2}}$$



kolloidal = ikke senker

1. Reasonably estimated by drag law for spheres as function of the Reynolds number
2. Reynolds number increases with microplastic size and sinking rate, and decreases with increasing viscosity.
3. Weathered particles follow model better than pristine particles (perhaps due to surface hydrophobicity)
4. Can be extended to fibers and films.

$$Re_p = \frac{w_s d_p}{\nu}$$

Erik Toorman

Tynn microfibers er suspendert i vann



Microplastic fibers sink with turbulence - a lab demonstration

698 views

👍 13 🗨️ 0 ➦ SHARE ☰ ...



WEATHER-MIC

Published on 20 Feb 2017

SUBSCRIBE 21

- Youtube «WEATHER-MIC»
- https://www.youtube.com/watch?v=TSFEbn_nBf4

Part 3.

Plast i tunnelbransjen

Plastfiberne i sprøytebetong (shotcrete)



- ↗ Ekstremt effektiv for å øke styrke og holdbarhet av sprøytebetong (også under brann)
- ↗ Billigere en stålfibere
- ↗ Hvilken fiber (plast / stål) avhengig fra prosjekt

↗ www.tunneltalk.com/Polypropylene-fibres-Nov10-Resistance-to-concrete-spalling-under-fire.php

Typ av plastfiberne

↗ Micro-synthetic fibers



<https://www.contecfiber.com/en/products/fibrofor-multi/>

- ↗ Polyethylene/polypropylene ($d=0.9 \text{ kg/m}^3$)
- ↗ Eller Nylon ($d=1.1 \text{ kg/m}^3$)
- ↗ Tykkelse (18 – 64 μm)
- ↗ Lengde (6 – 64 mm)

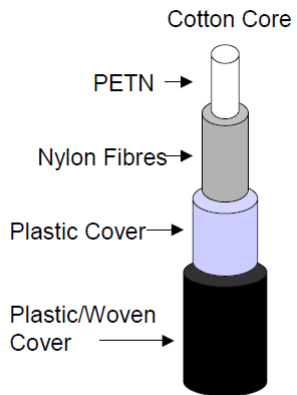
↗ Macro-synthetic fibers



<http://www.concrete.org.uk/fingertips-nuggets.asp?cmd=display&id=842#>

- ↗ Polyethylene/polypropylene ($d=0.9 \text{ kg/m}^3$)
- ↗ Tykkelse ($\geq 300 \mu\text{m}$)
- ↗ Lengde ($\geq 38 \text{ mm}$)

Plast i sprengningsledninger og masser



Detonating cord make

- ↗ Skyteledninger (f. eks. Nonel)
- ↗ Bomull (d 1.5 kg/m³)
- ↗ PETN (d 1.8 kg/m³)
- ↗ Nylon fiber
 - ↗ (d 1.1 kg/m³)
- ↗ Plast
 - ↗ Typisk Polyethylene (0.9 kg/m³)
 - ↗ Men annen plast mulig, for eksempel PVC (1.4 kg/m³)

Kathryn Podoliak, «The Evolution of the Detonator», 2004

MATERIAL SAFETY DATA SHEET

NONEL® DynoLine®

Manufactured by	Dyno Nobel Sweden AB Gyttorp S-713 82 NORA SWEDEN Phone +46 587 850 00	Issued on	2000-02-24
		Version	4
		Compiled by	Thomas Brandel

1 IDENTIFICATION

Trade name:	Nonel® DynoLine®
Chemical/technical classification:	Non-electric signal conductor (shock tube) of low-energy type

2 COMPOSITION

Substances which may render the product hazardous to health	CAS No	Content %	TLW	Remarks
<i>Nonel tube:</i>				
Octogen (HMX)	2914-29-6	16 mg/m		
Aluminium powder	7429-90-5	2 mg/m		
Other substances				
<i>Nonel tube:</i>				
Inner layer: Acrylonitrile	25608-26-6	~2 g/m		
Middle & outer layer: Polyethylene	25087-34-7	~2 + 2 g/m		
<i>Connecting sleeve:</i>				
Polyvinyl chloride	9002-86-2			

3 HEALTH HAZARDS

Inhalation:	
Eyes:	Risk of splinters from uncontrolled detonations
Skin:	Risk of splinters from uncontrolled detonations
Ingestion:	

Tunnelplast kan flyte



JON INGEMUNDSEN, STAVANGER AFTENBLAD
Ryfast-byggingen

- Flytende skyteledninger og macrosyntetisk-fibre!
- Laget av polyethylene eller lignende

Oversikt av sedimentering prosesser for tunnelplast

FLOATERS

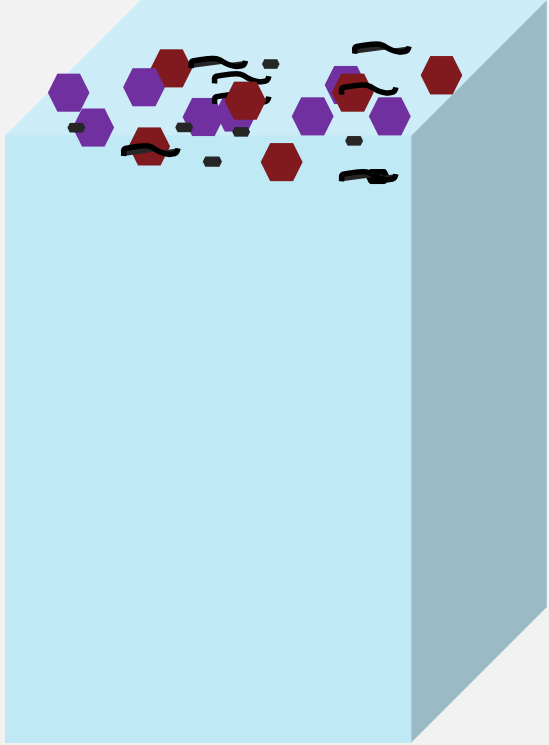


Macro-synthetic fiber med lav tetthet skyteledning

SUSPENDED FRACTION



Micro-synthetic fiberne



SINKERS



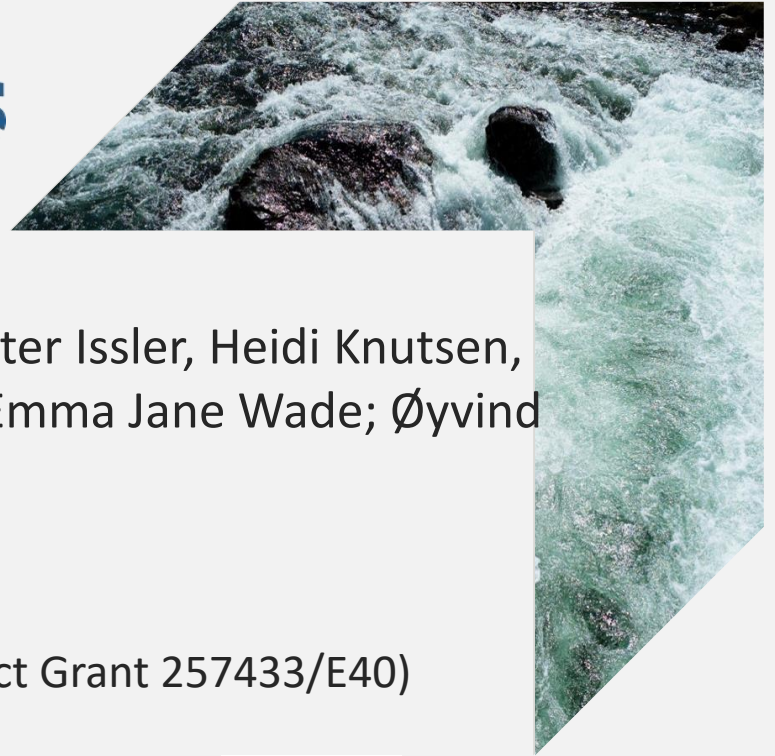
PVC og flytende plast med nok biofilm/algae

Tiltak og anbefalinger

- Unngå at plastfibere til sprøytebetong havner i havet (ha tiltaksplan på plass, eventuelt bruk av stålfiberne når risiko er stor)
- Bruk av tung plast i skøyteledninger (for eksempel PVC) vil ikke spre seg så raskt som flytende skyteledninger (f. eks. enklere å begrave med kapping)
- Mulig å separere større flytende plast fra sprengmassene ved et skyllesystem (for eksempel i en sedimentasjonsbassen med vann, isolert område i sjøen), men deponert sprengningsmasse trenger stabilisering etterpå ved tildekning.
- Unngå micro-syntetisk fiber for tunneler nær kysten (umulig å skylle dem)



Thank-you!



Acknowledgements Plastic Reserchers:

NGI: Naiara Berrojalbiz, Dorothea Gilbert, Dieter Issler, Heidi Knutsen, Linn Merethe Brekke Olsen, Arne Pettersen, Emma Jane Wade; Øyvind Lilleeng, Sabnam Mahat

KUL: Erik Toorman; UFZ: Annika Jahnke

<http://www.jpi-oceans.eu/weather-mic>

Research Council of Norway (RCN, Project Grant 257433/E40)



KU LEUVEN

