

# Overføringsverdi fra forskningsprosjektet NYKOS til Omya Hustadmarmor

Miljøringen og Vannforeningen  
28. oktober 2019

Kari Moen, Environmental Affairs Manager



THINKING OF TOMORROW

[omya.com](http://omya.com)



1. Omya Hustadmarmor, Elnesvågen
2. NYKOS og overføringsverdi til bedriften



# Grunnlaget for etablering



Vannkraft



Marmor



Energi



Sjøtransport



# Flytende marmor

## Bruksområde:

papir-, plast- og malingsindustri

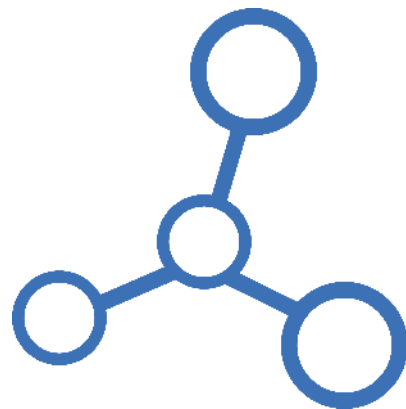
## Partikkelstørrelse:

60 – 99 %  
< 2  $\mu\text{m}$  (0,002 mm)



## Konsentrasjon:

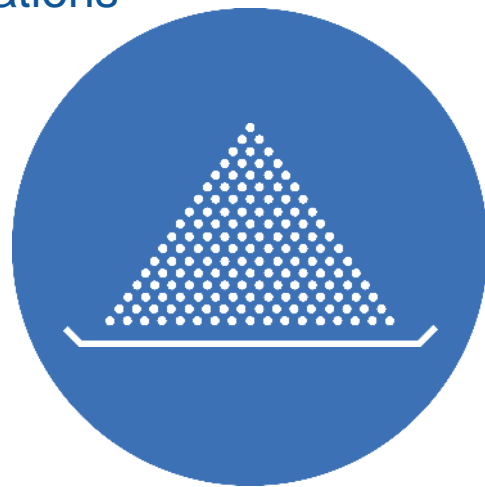
50 – 78 %



# Tørre produkter

## Bruksområde:

Construction  
Agro and Forestry  
Technical Polymer Applications



## Info:

High quality dried and/or  
surface treated products

## Produksjon:

Crumbles og Omyamatt

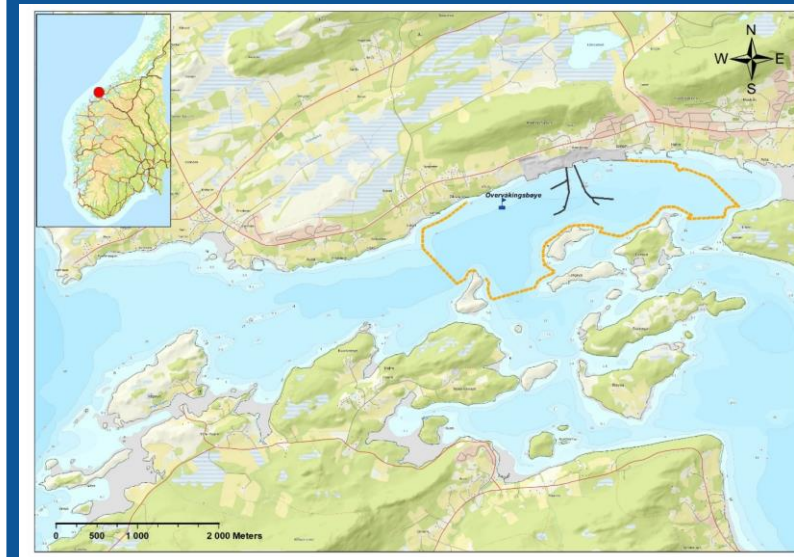


# Sjødeponering i Frænfjorden

- Partikkelstørrelse
  - D85 - 63µm
  - D99 - 400µm
- Kalk 50-60%
- Andre mineraler silikater, spor av jernsulfider og grafitt
- Spor av prosesskemikalier adsorbent på partiklene

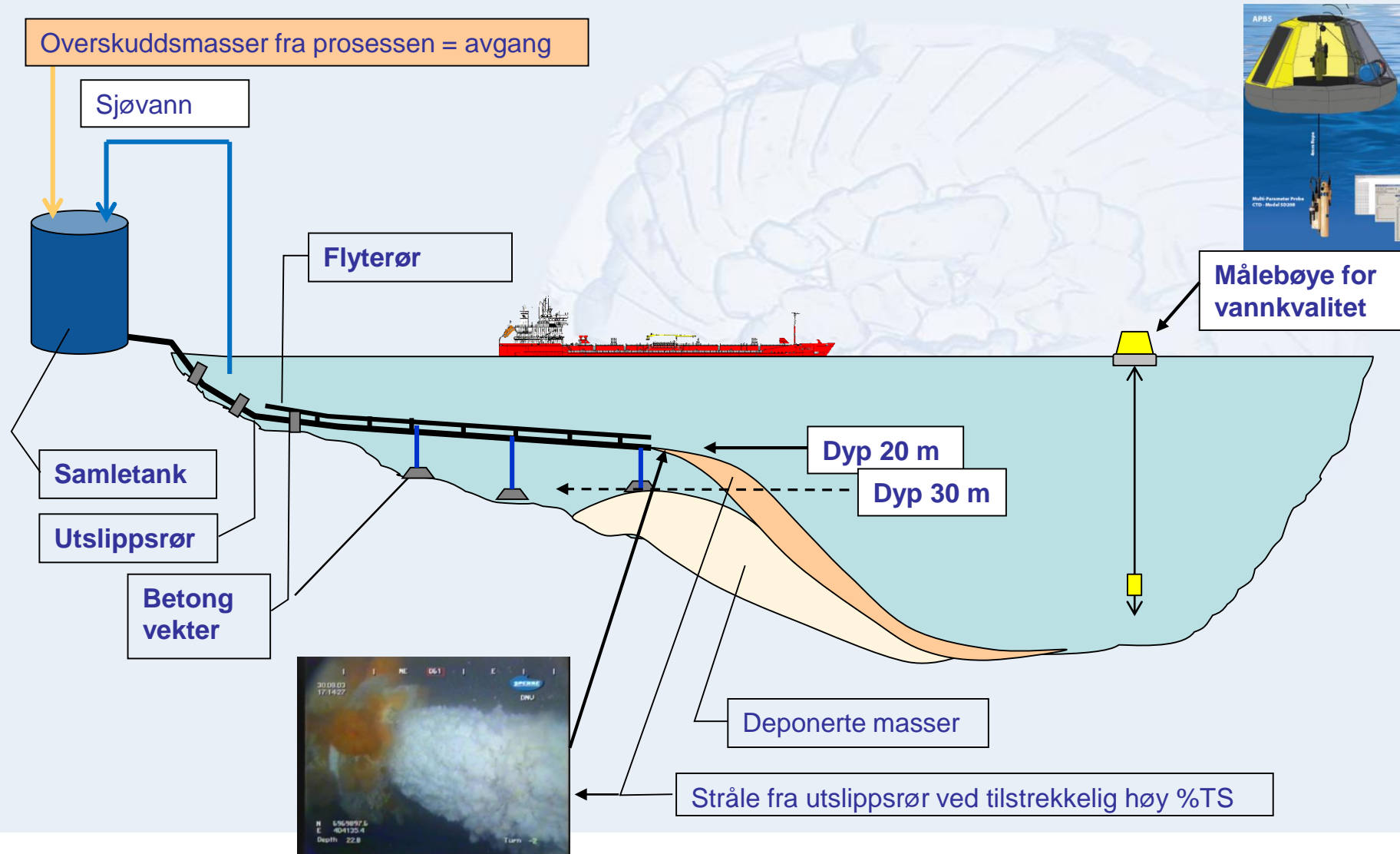


“

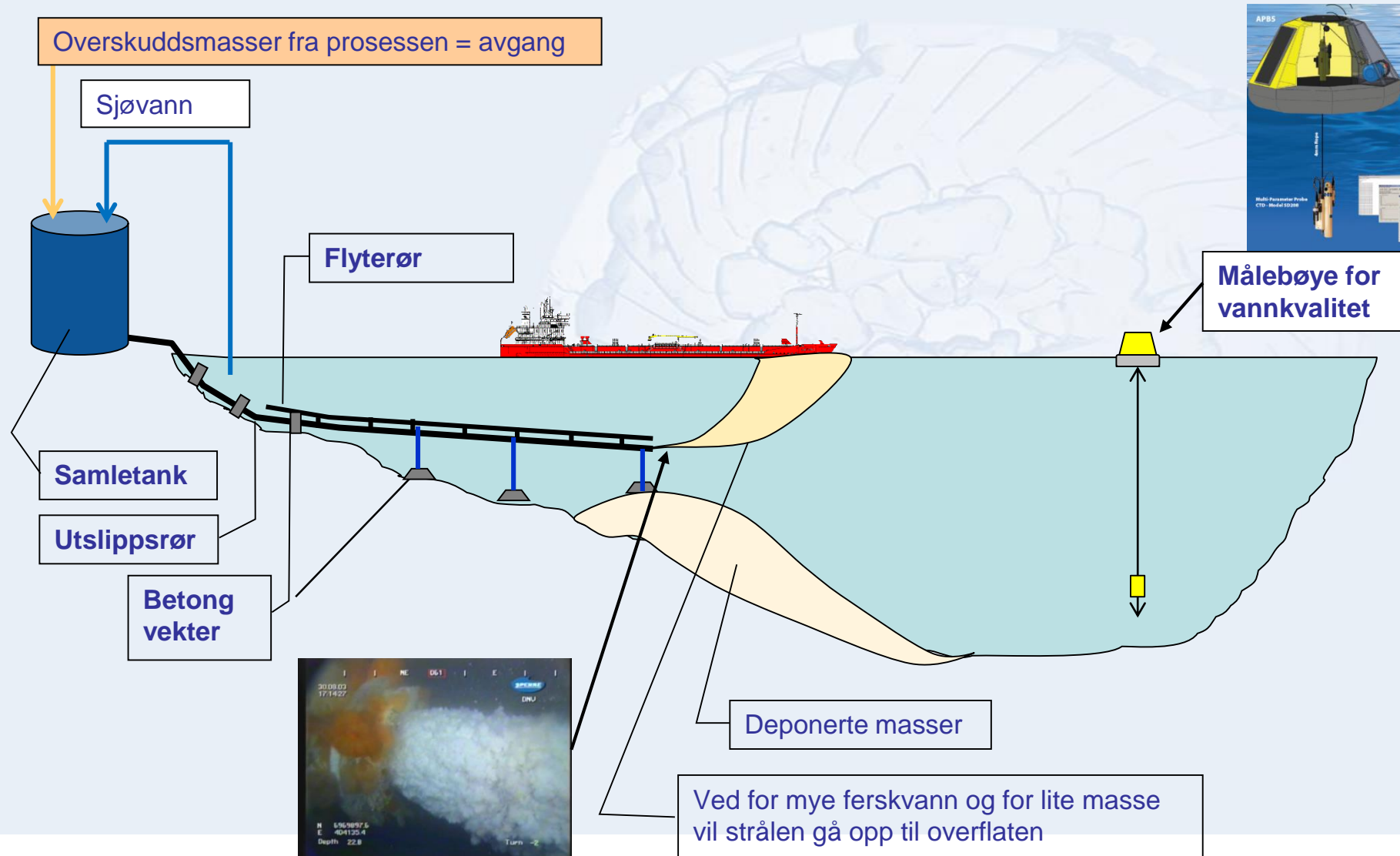


Frænfjorden (70m dyp)

# Deponering av overskuddsmasser i sjødeponiet

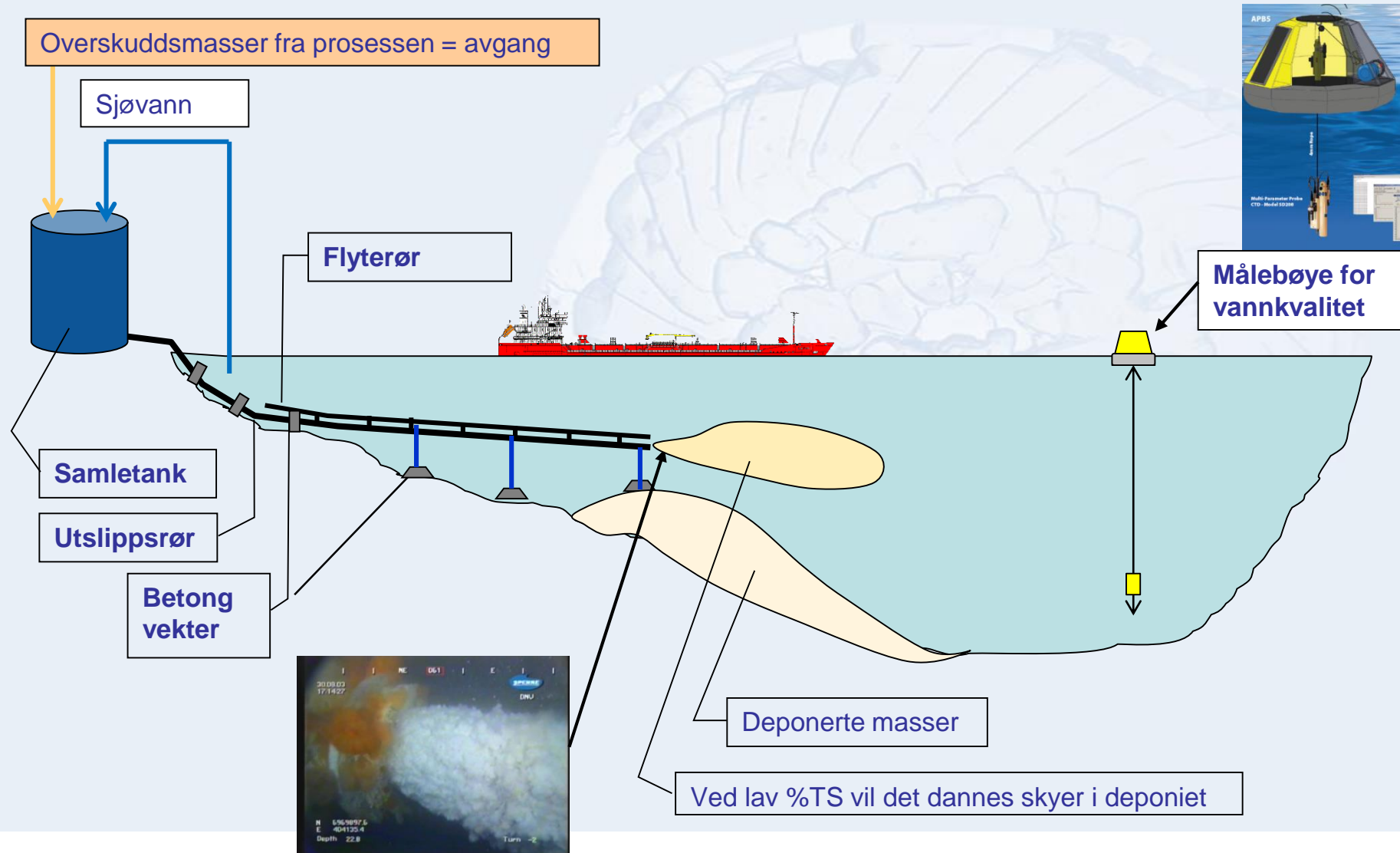


# Deponering av overskuddsmasser i sjødeponiet

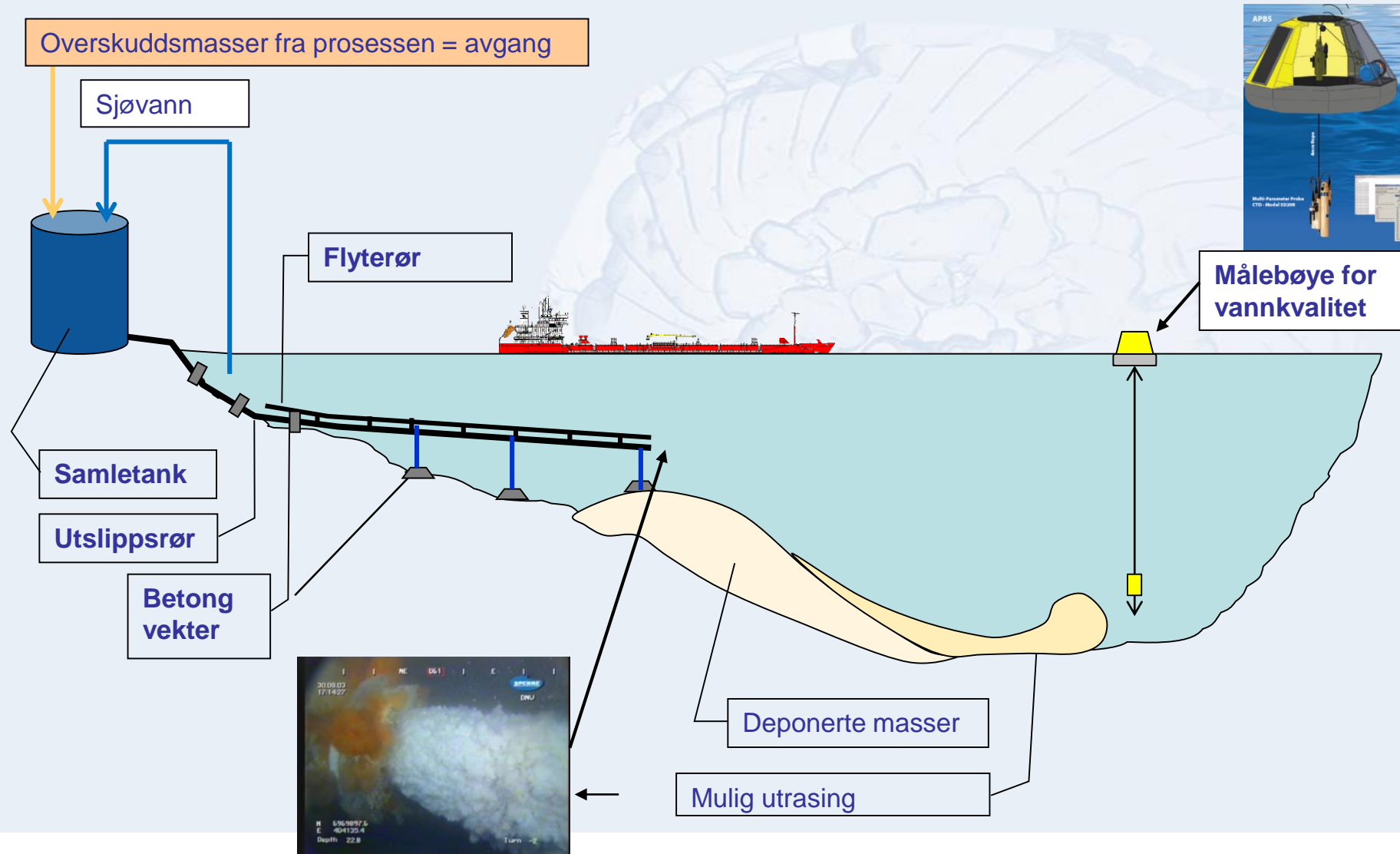




# Deponering av overskuddsmasser i sjødeponiet

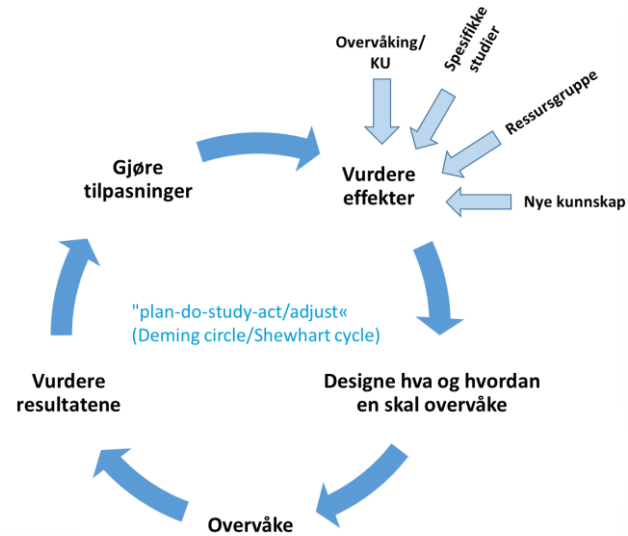


# Deponering av overskuddsmasser i sjødeponiet



# 30 år med overvåkning - DNV-GL

- Kontinuerlig
- Hyppig
- Årlig
- Fokusstudier
- Forskning



Integrated Environmental Assessment and Management — Volume 9999, Number 9999—pp. 1–9  
 Received: 4 September 2018 | Returned for Revision: 3 December 2018 | Accepted: 12 February 2019

## Environmental Management

### Environmental Adaptive Management: Application on Submarine Mine Tailings Disposal

Tor Jensen\* and Ketil Hylland†

Environmental Risk Management, Hovik, Norway  
 Aquatic Biology and Toxicology, Department of Biosciences, University of Oslo, Oslo, Norway

#### ABSTRACT

Marine tailings disposal from mineral production is expected to have an environmental impact. In this case study we use a discharge of limestone processing tailings to a Norwegian fjord to describe an adaptive management process. The aim of the paper is to describe the development of an environmental adaptive management system (EAMS), contrasted with management simply based on the quantity of the discharge. The main driver for developing a new management system for the submarine tailings deposits was a desire to establish a system based on what was perceived as important to all stakeholders, that is, environmental impact. Involvement of stakeholders is essential, and a resource group with members from fisheries, local interest organizations, scientists, independent experts, and managers from the mining company jointly defined common sets of acceptance criteria to evaluate impact. Introduction of an EAMS has resulted in a change in the company's view of the impact their activity has on the environment and in an increased willingness to initiate monitoring and research to reduce knowledge gaps and uncertainty and impact on the marine environment. Environmental adaptive management has facilitated the development of a more ecologically relevant, integrated, and focused submarine tailings deposits management. *Integr Environ Assess Manag* 2019;19:000–000. © 2019 SETAC

**Keywords:** Submarine tailing Mining Adaptive management Acceptance criteria Ecological impact

#### INTRODUCTION

Disposal of tailings (waste) from mineral production is expected to have an impact on the environment, whether it is disposed on land or discharged into fresh water or the sea (Ellis and Ellis 1994; Ellis 2008; Koussios and Iversen 2013; Vogt 2013). Ramirez-Llodra et al. (2015) list the major categories of impact from submarine tailings deposits (STDs) as hypersedimentation, metal toxicity, toxicity of process chemicals, change in organic content, changed grain size and angularity, sediment plumes and turbidity, resuspension of materials, upwelling, and slope failure. Morello et al. (2016) review the ecological impacts that have been associated with STDs and conclude that the consequences of mine waste disposal on the seafloor is poorly understood, given the extent of its implementation. Trannum et al. (2018) studied specifically the effects tailings have on macrobenthic community structure with case studies from Norway. Other reviews have focused on the ecological impacts of submarine tailings placement (STP) (e.g., Dold 2014; Hughes et al. 2015; Liemann et al. 2018). The examples given in these reviews are based mainly on historical and inactive STDs. The current

paper presents lessons learned from the management of an active STD at Frønfjorden, northwestern Norway. The plant, Omya Hustadmarmor, produces fine particle calcium carbonate (CaCO<sub>3</sub>), predominantly used in the paper industry. The processing plant has been licensed to deposit tailings into Frønfjorden by the Norwegian Environment Agency since 1980.

Frønfjorden is a narrow and shallow fjord in northwestern Norway (Figure 1). The main part of the fjord extends east-west about 7 km and is about 1 km wide. Depths are mostly less than approximately 70 m (75% of the fjord has a depth shallower than 50 m). Tailings from limestone (liquid marble) processing have been discharged into a designated impact area (deposit area) in Frønfjord (Figure 1). The solid phase of the discharge consists of inert milled natural minerals with traces of flotation chemicals, which are thought to be strongly associated with particles. Approximately 50% of the discharge is limestone (CaCO<sub>3</sub>), predominantly particles smaller than 20 µm in diameter. The remaining 50% is composed of particles up to 400 µm in diameter, mainly quartz, feldspar, mica, and iron sulfides, as well as traces of graphite. In total, 80% to 85% of the solid phase of the discharge consists of particles <63 µm (40 DNV 2001a, 2001b; Brooks et al. 2015). The total quantity of tailings discharged as a waterborne slurry increased from 3.5 × 10<sup>5</sup> to 5 × 10<sup>5</sup> t/y (dry weight) between 1993 and 2011. Following process

This article includes online-only Supplemental Data.

\* Address correspondence to: tor.jensen@dnv.com

Published 20 February 2019 on [www.internationaljournal.com/summa/summa](http://www.internationaljournal.com/summa/summa).

*Integr Environ Assess Manag* 2019;1–9

DOI: 10.1002/ieam.4134

© 2019 SETAC



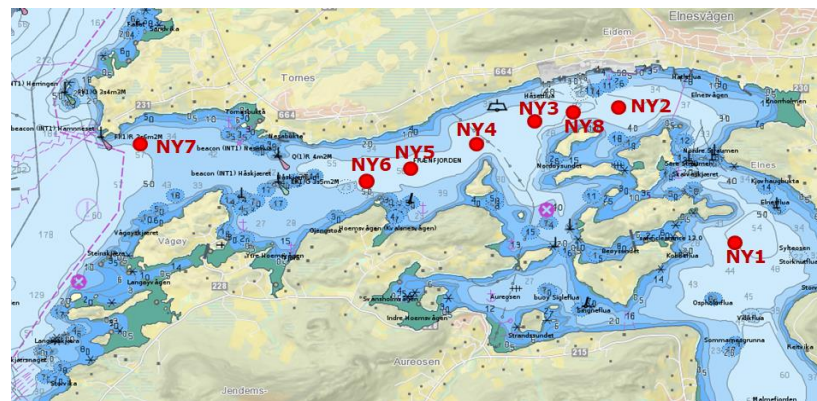
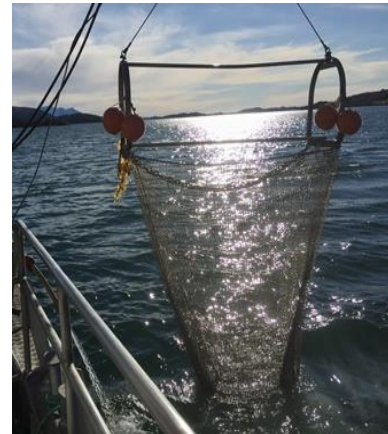
# Forskningsprosjektet NYKOS – Ny kunnskap om sjødeponering



- Mål
  - Å øke kunnskapsbasen rundt effekten av sjødeponier
  - Å fasilitere utviklingen av nye miljøkriterier og overvåkingsteknologier
- Arbeidspakker:
  - WP2: Behandling av avgang, kjemikalier, analyser (NTNU)
  - WP3: Maringeologisk kartlegging (NGU/UiT)
  - WP4: Miljøpåvirkning av mineralavgang ved sjødeponering (NIVA)
  - WP5: Modeller for partikkelspredning, inkl. flokkulering (Sintef)
  - WP6: Syntese av resultater og BAT (Best Avail. Techn.) (NIVA)

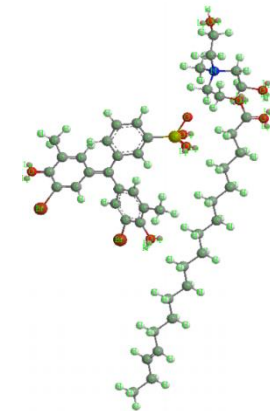
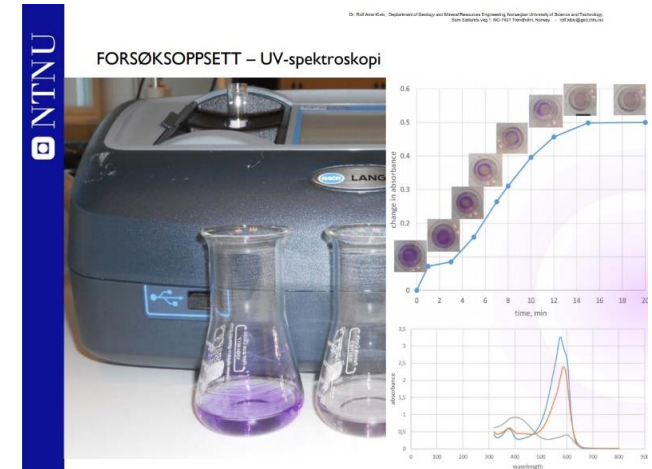
# Overføringsverdi til vår overvåkning og deponiforvaltning

- Mye forskning i «vår» fjord
- Har pågående deponering
- Har 30 år med overvåkingsdata
  - Langtidsserier
  - Mulighet til å verifisere modellering




# WP2 - Behandling av avgang, kjemikalier, analyser (NTNU)

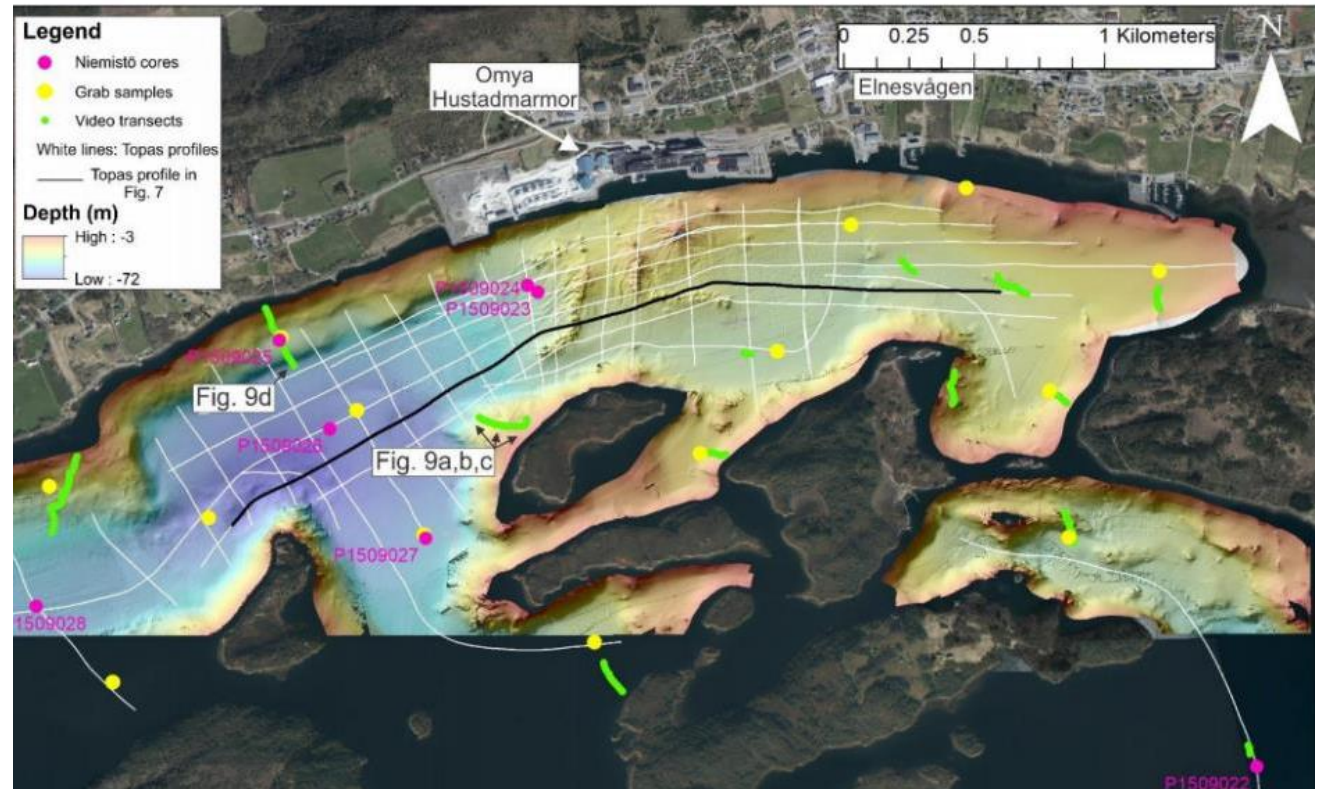
- Utviklet metode for rask, enkel og billig kvantifisering av kationiske og anioniske flotasjonssamlere i vandig løsning – vårt system ble studert (kationisk)
  - UV-spektrofotometri ved hjelp av Bromocresol Purple m/u ekstraksjon med kloroform
  - Ingen signifikant interferens med flokkulant eller andre prosesskjemikalier
- Studier av adsorpsjon, desorpsjon og nedbrytning av kjemikalier på mineraloverflater og i vann – vårt system ble studert
  - Adsorpsjonskapasitet og type adsorpsjon (mono-multilag)
    - Samler vil kunne adsorberes i flere lag på avgangen, industriell dose gir kun monolag
  - Desorpsjonskinetikk i sjøvann
    - Det innerste laget (monolaget) viser sterk adsorpsjon, og vil i liten grad (<4%) desorberes ved kontakt med sjøvann (industriell dose)
    - Betydelig (15-30%) desorpsjon ved overdosering. Her gir også sjøvann økt desorpsjon sammenliknet med ferskvann/prosessvann
  - Nedbrytning
    - Nedbrytning av samler ved hydrolyse akselereres i sjøvann (betydelig etter 2 timer)



# WP3 - Maringeologisk kartlegging (NGU og UiT)

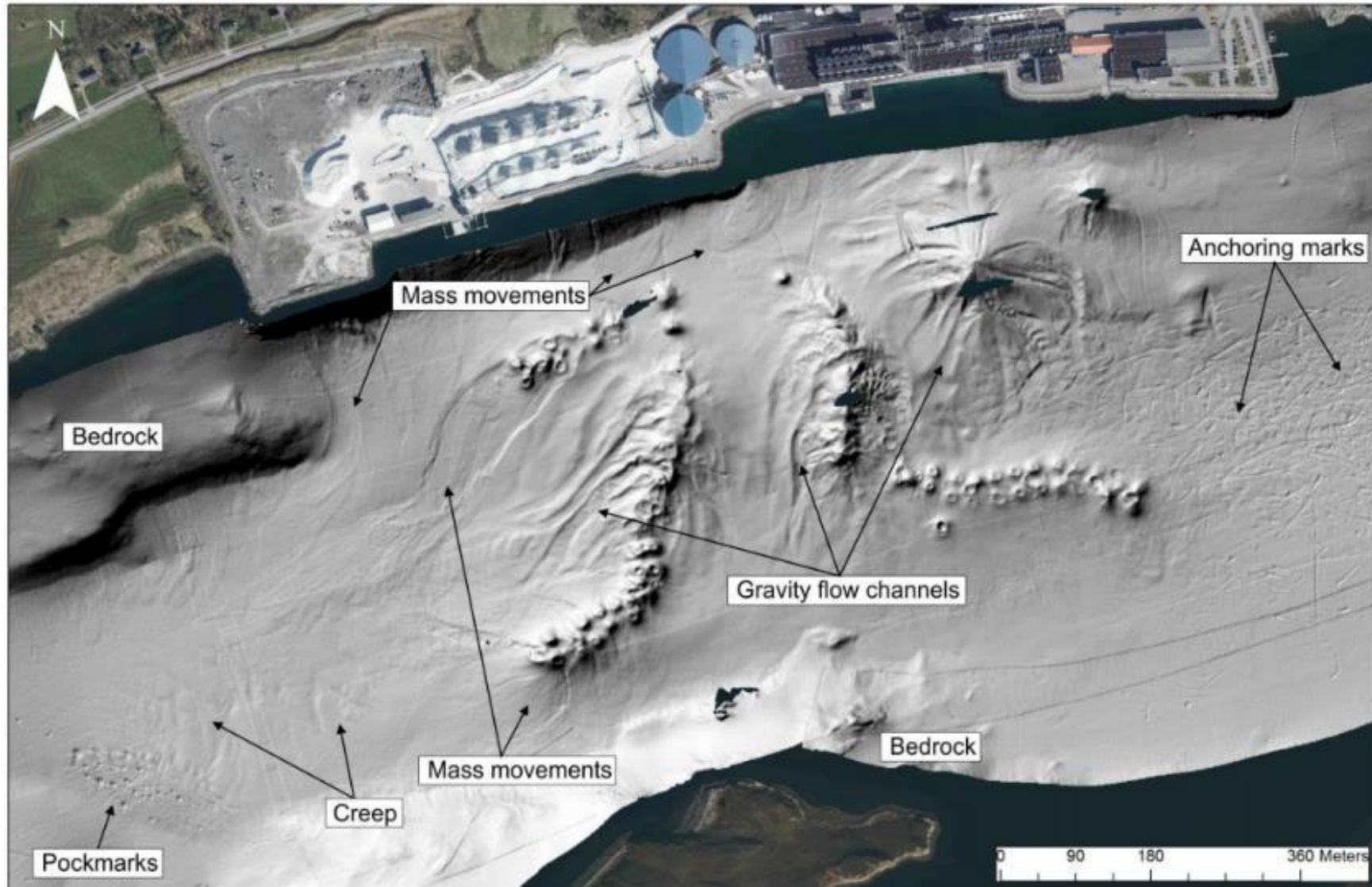
- Multistråle ekkolodd, høyoppløselig seismikk, sedimentprøver (NGU)
  - Marine grunnkart
  - Batymetri og batymetriendringer
  - Belastning/stabilitet
- De maringeologiske kartene er viktige for
  - å kunne velge beste deponeringsområde
  - overvåkning av stabilitet til deponert masse

## Frænfjorden STP - data

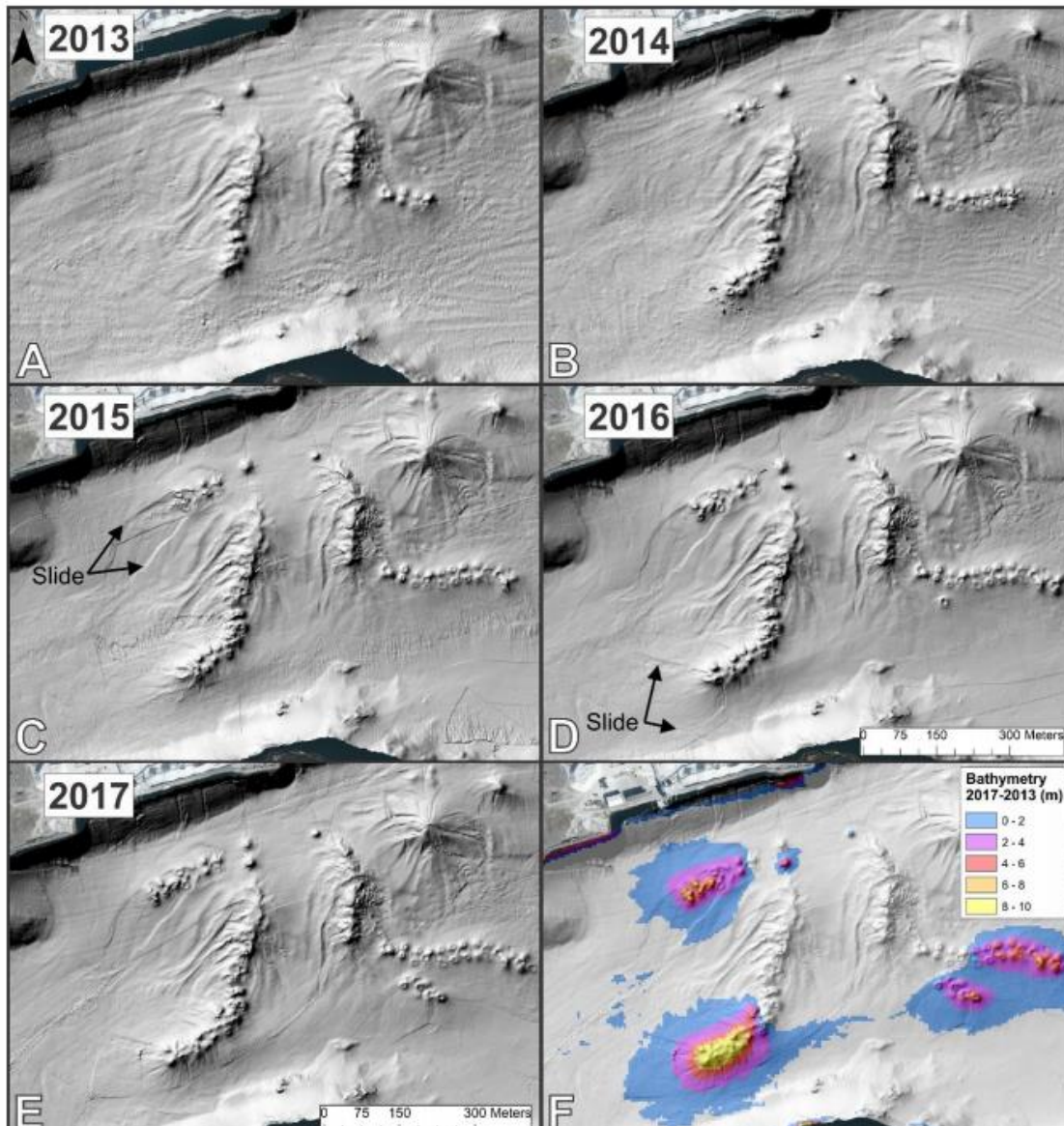


3 publikasjoner av Beaten et. Al. NGU 2018-2019  
3 Masteroppgaver UiT 2018

# Frænfjorden STD

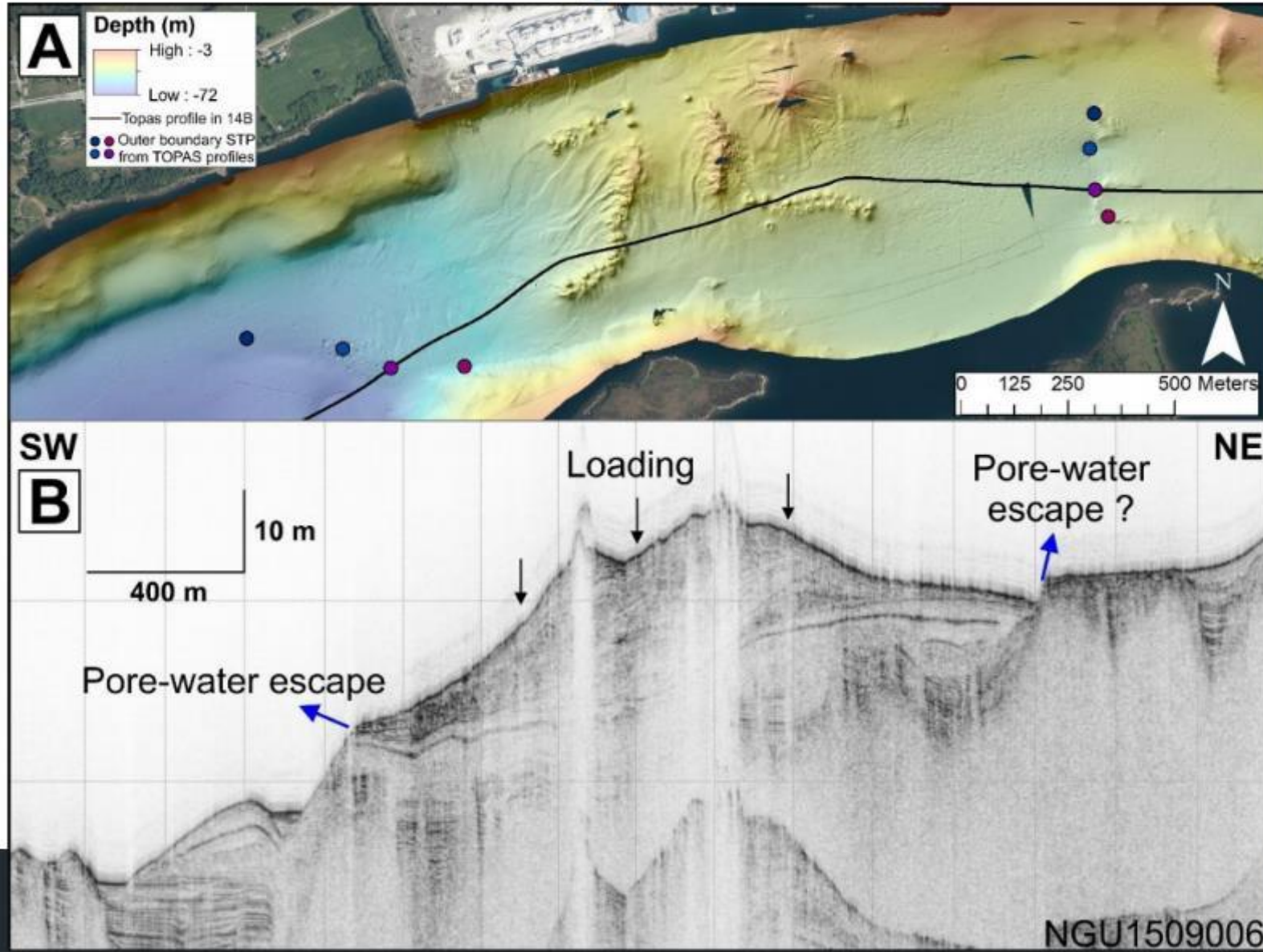






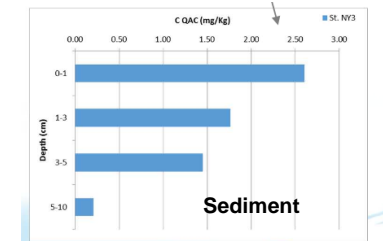
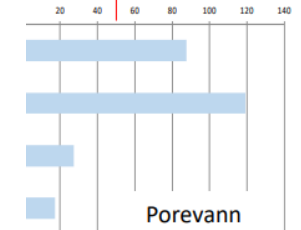
## Frænfjorden: bathymetry changes

# Loading of STP



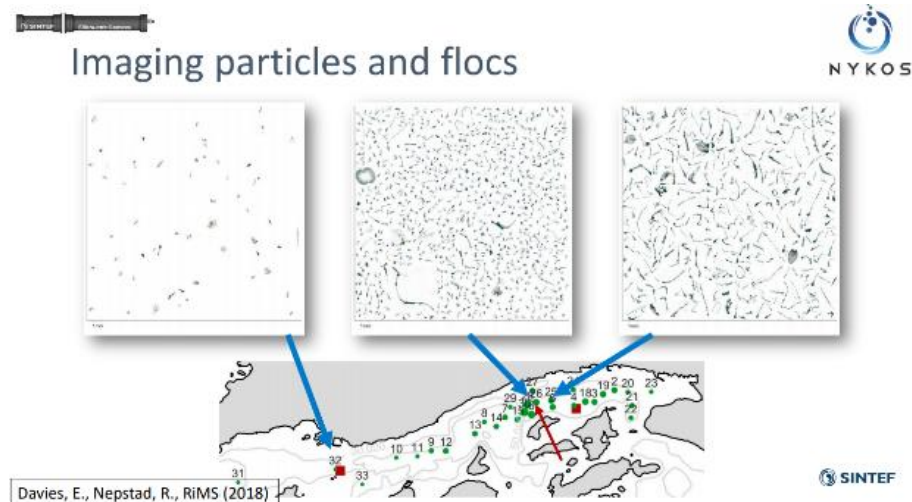
# WP4 - Miljøpåvirkning av mineralavgang ved sjødeponering (NIVA)

- Hypersedimentering
- Prosesskjemikalier
  - Analysemetoder utviklet for vår avgang – kationiske tensider m/ nedbrytningsprodukter i biota, porevann og sediment!
    - Kromatografisk separasjon og Q-TOF-MS
    - Svært lav deteksjonsgrense
    - Bedring etter substitusjon av eter med ester
    - Detekterer rester av kjemikalie 3 km fra utslippspunktet, men er det en effekt? – følger opp med flere undersøkelser
- Klassifisering i hht Vannforskriften –
  - Bunnfauna gir klasse God eller Meget god på alle stasjoner
  - Ikke EQS/klassegrenser for flotasjonskjemikalier – Økologisk tilstand i Frønfjorden=?



# WP5 - Modeller for partikkelspredning, inkl. flokkulering (Sintef)

- Utvikle og verifisere modell ved hjelp av
  - Ulike modelleringsverktøy (WRF-model, SINMOD, DREAM)
  - 30 år med overvåkingsdata og studier – strøm og turbiditets-serier
  - In-situ partikkelmålinger ( $\mu\text{m}$ -cm) med SINTEF siluettkamera for å dokumentere flokkulering
- Viktig verktøy for kartlegging av partikkelspredning fra sjødeponi
  - Avgangsfordeling og transport, oppførsel i fjorden
  - Forståelse av nåsituasjon inkludert metrologiske forhold
  - Optimalisere drift, operasjonell prediksjon (integre modell og overvåkning)
  - Modellere fremtidsscenario for deponiplanlegging
    - Teste ulike muligheter (rørposisjon, avgangskaraktistikk, barrierer, etc)



# WP6 - Syntese av resultater og BAT (Best Avail. Techn.) (NIVA)

- NYKOS Review-artikkel (Ramirez-Llodra *et.al.*, *in prep.*)
- BAT-rapport (Ramirez-Llodra *et.al.* 2019)
- Oppsummerer og anbefaler hvordan en skal bruke resultatene og hvordan en bør gå videre både faglig og strategisk/politisk.

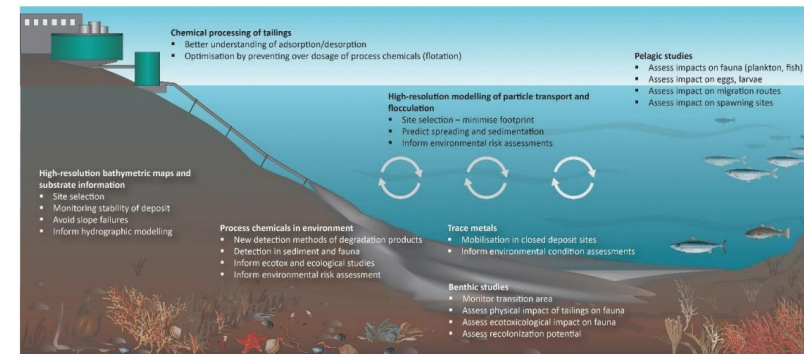
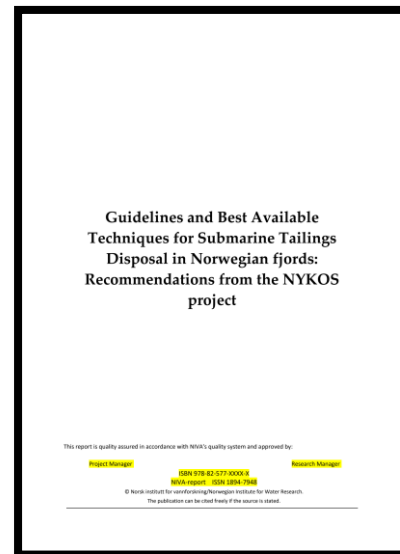


Figure 1. Schematic diagram showing a submarine tailing disposal in a fjord and the main processes studies during the NYKOS project (excluding pelagic studies).

# Overføringsverdi

- Kunnskap (dokumentere og predikere påvirkning på marint miljø)
  - Flokkulering
  - Partikkelspredning, metrologi
  - Avgangsfordeling og transport, oppførsel i fjorden
  - Kjemikalienedbrytning og spredning
    - Bruke blåskjell som sensor
    - Analysemetode brukes for å dokumentere spredning og nedbrytning
  - Effekt på bunnfauna
- Deponiforvaltning (kontinuerlig kontroll av deponeringsprosess)
  - Optimalisere utslipp og drift
  - Overvåkning
    - Plassering av overvåkingsstasjoner (fra batymetri og modellering)
    - Sensorer og analysemetoder
  - Modellere fremtidsscenario for deponiplanlegging



# Erfaring fra prosjektet

- Viktig for bransjen å få publiserte resultater, må fortsette å bidra til publisert kunnskap og deltakelse i nye prosjekt
- Har skapt arenaer for å komme i kontakt med det politiske Norge
- Miljødirektoratet har vært på banen og deltatt i konferanser og workshops
- Relevans for bedriften
  - Aktiv deltaker (leder i styringskomiteen),
  - Attraktiv som case
- Har også gjort oss attraktive som case i andre prosjekt
  - Er med i ny søknad SFI senter for et rent og produktivt hav
  - Bidrar inn i andre pågående prosjekt



# Vår bærekraft – vår utfordring – samfunnets utfordring?

- Utnytte ressursen
- Minimere avfall i gruve og prosess
- Prøve å gjøre mest mulig av mineralavfallet om til produkter og biprodukter
- Minimere negative effekter på natur og samfunn
- Utfordring :
  - 200.000 tonn per år med avgang som i dag deponeres
  - har mange gode egenskaper for samfunnet
  - vanskelig å matche behov-økonomi - ?







Takk for oppmerksomheten

