

Forekomst og potensielle effekter av prosesskjemikalier og tungmetaller i sjødeponier for gruveavgang

Morten T. Schaanning, Carlos Escudero-Oñate, Steven Brooks, Hilde C. Trannum, NIVA
Laura Ferrando-Climent, IFE

Nykos wp 4: Effekter av gruveavgang på marine bentiske økosystemer



<https://www.sintef.no/projectweb/nykos>

Review

Submarine and deep-sea mine tailing placements: A review of current practices, environmental issues, natural analogs and knowledge gaps in Norway and internationally

Eva Ramirez-Llodra^a
Tor Erik Finne^{b, Ana}

^aNorwegian Institute for Water Res
^bKingston Univ, Fran Centre, Mgh
^cCenter for Marine Biodiversity an
^dGeological Survey of Norway, Res
^eDepartment of Biology NTNU
^fMarine Biology Research Group, C



ARTICLE INFO

Article history:
Received 26 March 2015
Received in final form 21 May 2015
Accepted 24 May 2015
Available online xxxx

Keywords:
Sediment
Tailing
Environment
Impact
Mining
Water

Effects of submarine mine tailings on macrobenthic community structure and ecosystem processes

Hilde C. Trannum^{a,b}, Hege Gundersen

Norwegian Institute for Water Research, Gaustadallen 21, N



HIGHLIGHTS

- Dose and response of 3 types of mine tailings studied in a soft-bottom mesocosm
- Apparent effect threshold at 2 cm layer thickness
- All tailings affected the fauna through more factors than hypoximentation.
- Most severe effects of fine grained CaCO₃ with remnants of flotation chemicals.
- Indications were found on in situ biodegradation of flotation chemicals.

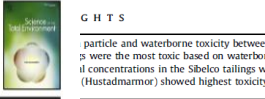
HIGHLIGHT

- Transplanted muss biological effects tailings
- Biomarkers and cf measured in field
- Detection of MTA i flotation chemical site
- Link between MI marker response discharge point
- IIR and PCA links from the tailing response

An ecotoxicological assessment of mine tailings from three Norwegian mines

Steven J. Brooks^a, Carlos Escudero-Oñate, Adam D. Lillicrap

Norwegian Institute for Water Research (NIVA), Gaustadallen 21, N



G H T S

particle and waterborne toxicity between were the most toxic based on waterborne i concentrations in the Sibelco tailings wd (Hustadmarmor) showed highest toxicity

E I N F O

A B S T

The study

An integrative biological effects assessment of a mine discharge into a Norwegian fjord using field transplanted mussels

S.J. Brooks^{a,b},

^a Norwegian Institute for Water Technology



Benthic community status and mobilization of Ni, Cu and Co at abandoned sea deposits for mine tailings in SW Norway

Morten Thorne Schaaning^a, Hilde Cecilie Trannum, Sigurd Øxnevad, Kuria Ndungu

Norwegian Institute for Water Research-NIVA, Oslo, Norway

ARTICLE INFO

Keywords:
Mine tailings
Sea deposit
Metals
DGT
Microbiota
Xenobiotics

ABSTRACT

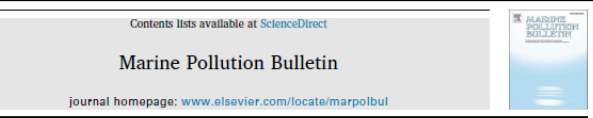
During 1960–94 tailings from an Ilmenite mine in southwest Norway were placed in sea deposits in a sheltered fjord and a more exposed coastal basin. In 2013 both deposit sites were sampled to assess the state of metal contamination and microbiological communities. 20–60 years after deposition was ended. The results showed that nickel and copper still exceeded environmental quality standards in sediment and pore water from the 0–3 cm layer, and fluxes of nickel, copper and cobalt to the overlying water was high compared to adjacent reference stations. Fauna communities were classified as good, but moderate disturbance was revealed along an environmental gradient defined by depth and tailing-induced parameters such as particle size and copper. The results were interpreted in terms of current discharges, biological sediment reworking and seawater leaching of metal sulphides. No evidence was found for recycling of metals from tailings located below the bioturbated surface layer.

Epifaunal and infaunal responses to submarine mine tailings in a Norwegian fjord

Hilde C. Trannum^{a,b},
Eva Ramirez-Llodra^a

^aNorwegian Institute for Water Res
^bCenter for Coastal Research, Trondheim
^cDMV GL, Verkstøvet 1, NO-1303

ARTICLE INFO



Hvor skadelig er gruveavfall for havet?

Sjøteppier fra gruvevirksomhet er et kontroversielt tema. Nå har forskere sett på hvilke konsekvenser det har for organismer i havet.

Harald Brønnerudsen, Bjørn-Erik LARSEN, Hilde C. Trannum

NIVA Rapport L.NR. 722-2017



2 master
1 bachelor
4 NIVA-rapporter
6 presentasjoner

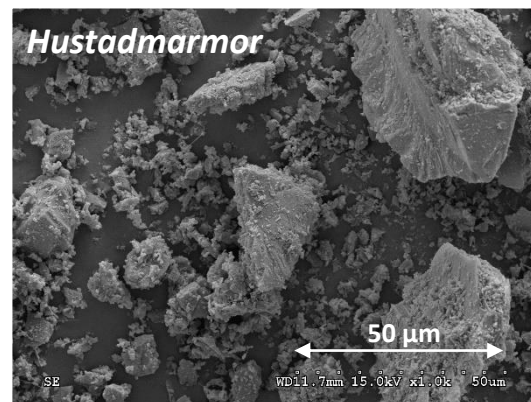
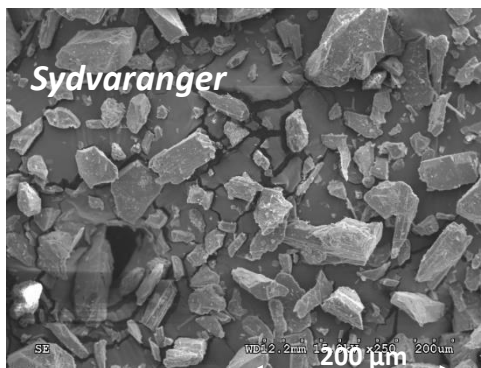
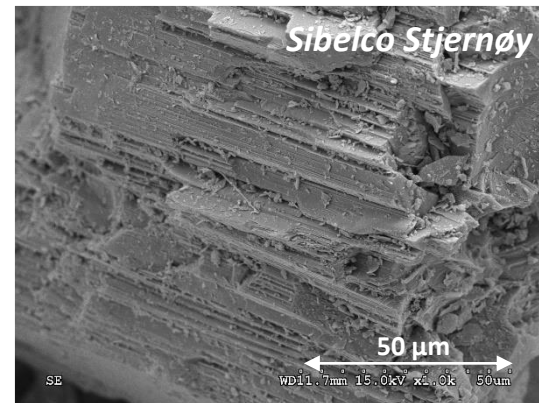
Hva er gruveavgang for livet på en fjordbunn?

Felles for all gruveavgang:

- Knusing og maling gir økt overflateareal
- Økt overflate gir mer reaksjon og større utveksling av stoffer mellom vann og partikler
- Partiklene er i utgangspunktet fremmedstoffer i det marine miljøet
- Kraftig økt sedimentasjon i utslippsområdet

Avhengig av malm og foredlingsprosess:

- Form og størrelse
- Ustabile mineraler
- Rester av kjemikalier

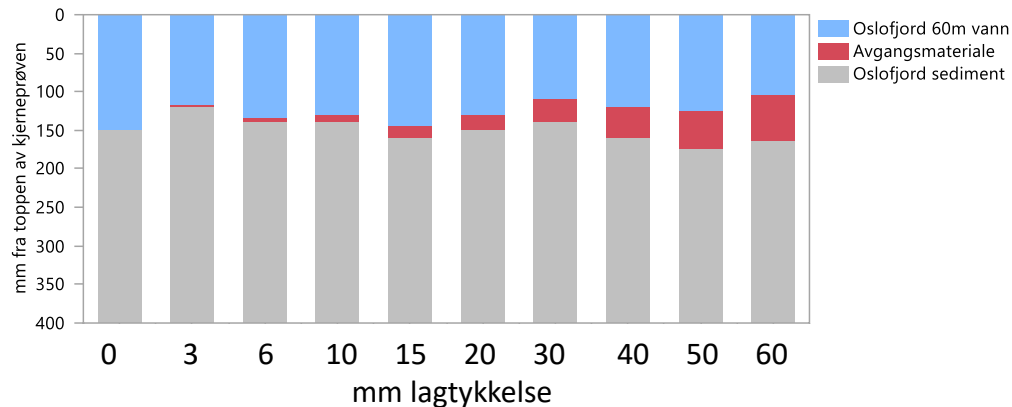


Innhold

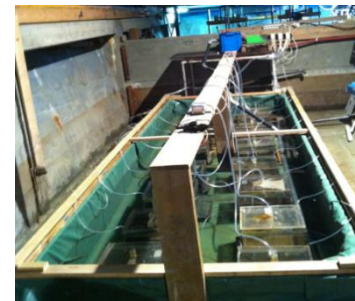
1. Hypersedimentasjon – hvor mye tåler bunnfaunaen?
2. Gamle sjødeponier i Jøssingfjorden
 - Metallsulfider og betydning av bioturbasjon
3. Flotasjonskemikalier

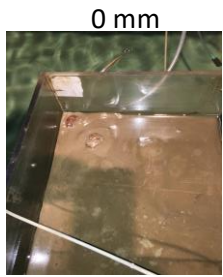
Hypersedimentasjon - mesokosmos forsøk

- Gruveavgang tilsatt ved sedimentasjon
- Randsonesimulering:
 - 3 - 60 mm lagtykkelse i løpet av 4 uker
- Forsøksperiode på seks måneder
- Målt flukser av O₂ og næringssalter
- Målt overlevelse av bunnfauna

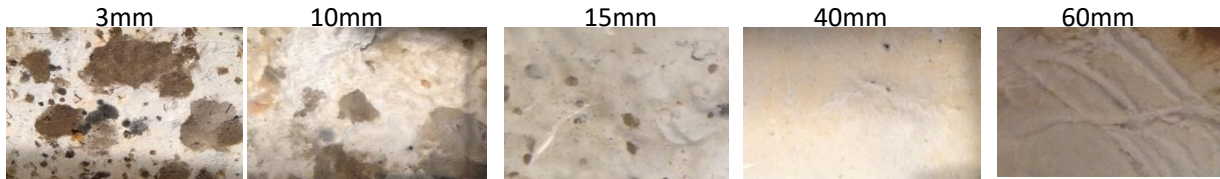


Solbergstrand Marine Research Station





Hypersedimentasjon – utvalgte resultater

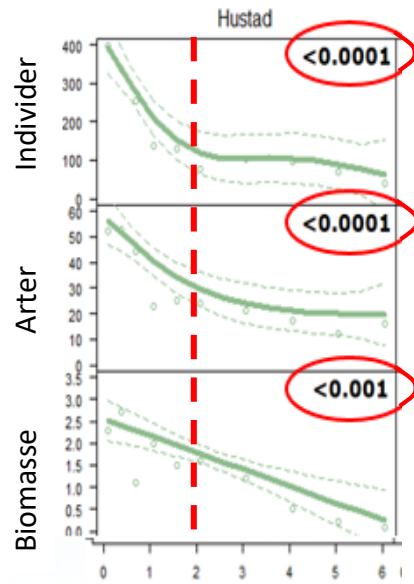
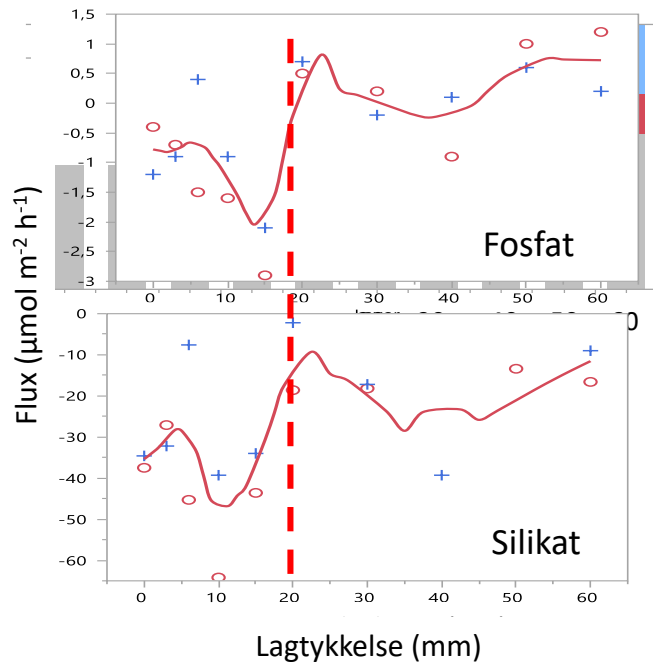


Økende lagtykkelse ga

- redusert stoffutveksling mellom gammel sjøbunn og vannet over
- redusert antall arter, individer og biomasse
- størst endring ved økning av lagtykkelsen fra 0 til 20 mm.

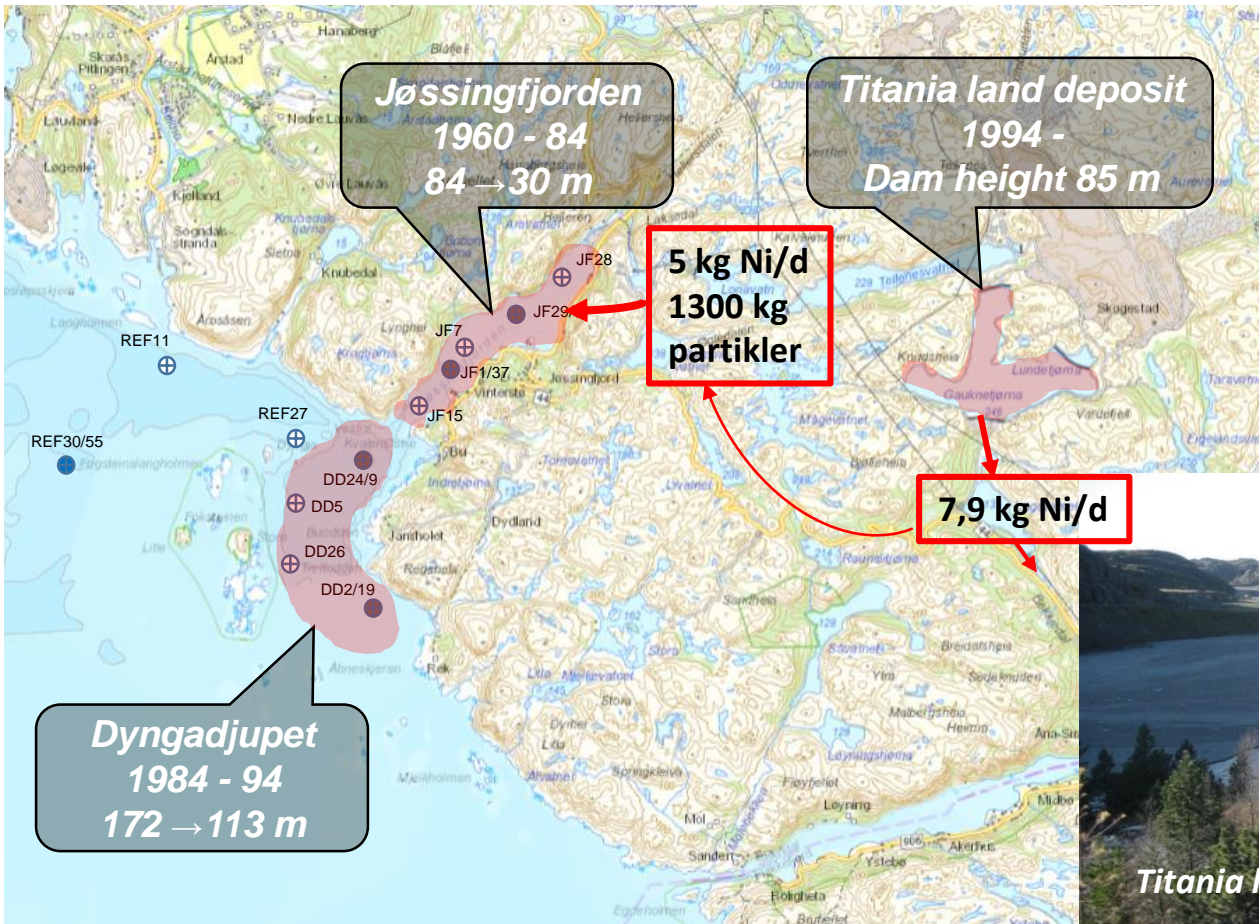
Viktige faktorer

- partikkelstørrelse
- flotasjonskemikalier



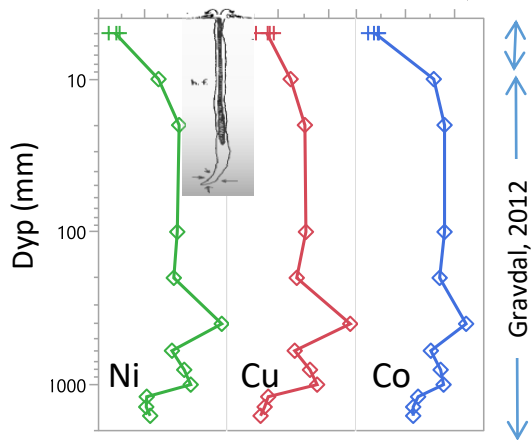
Ustabile mineraler: Ni-Cu-Co-sulfider

- Verdens største ilmenittforekomst
- 7% av verdensproduksjon (FeTiO_3)
- 2-3 millioner tonn avgang/år
- 2% sulfid-mineraler
 - 800 tonn Ni
 - 400 tonn Cu



Metaller i sedimentoverflaten 20 år etter endt deponering?

Conveyor belt bioturbator
(Rice, 1986)

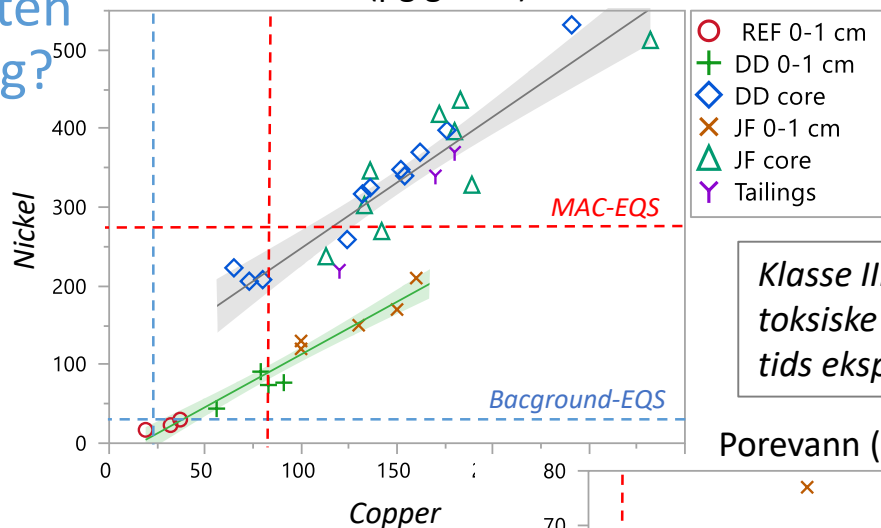


Dominerende art i
Dyngdjupeet 2017

St. 9	130/m ²
St. 19	140/m ²
St 55	1380/m ²

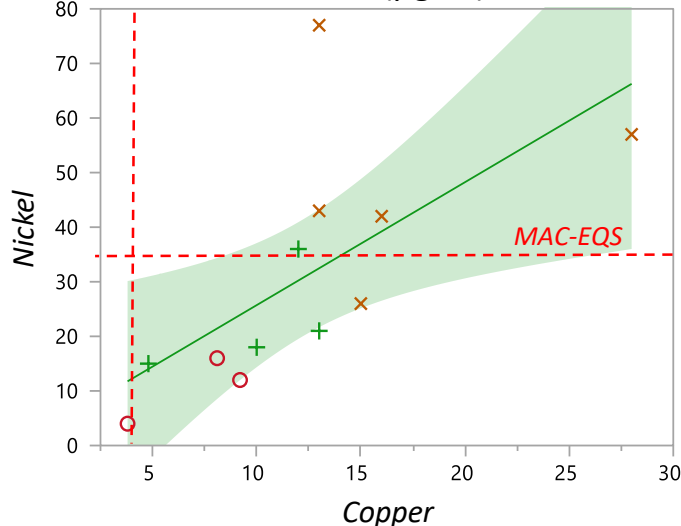


Sediment ($\mu\text{g g}^{-1}$ dw)



Klasse III: risiko for «akutt toksiske effekter ved kort-tids eksponering»

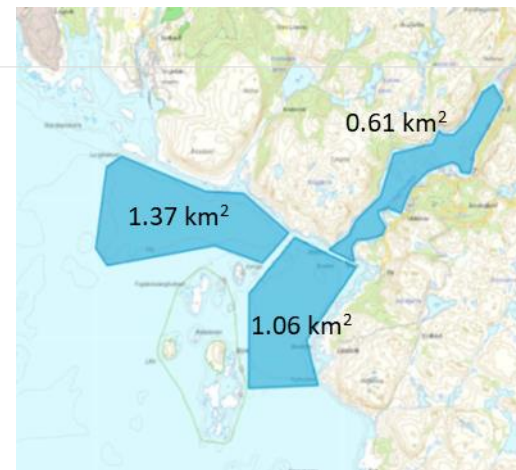
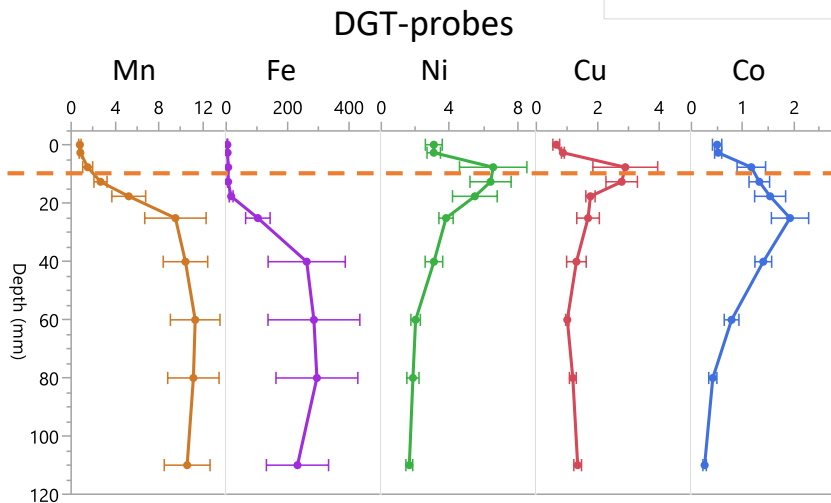
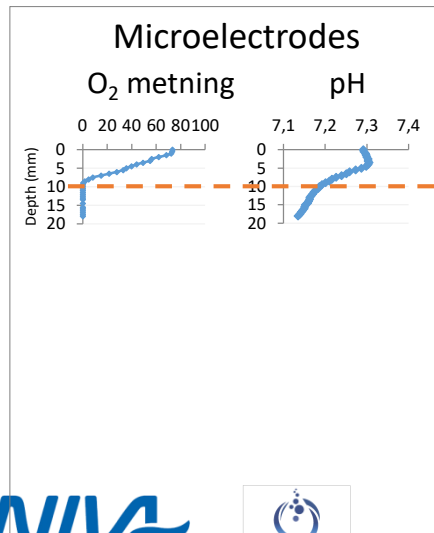
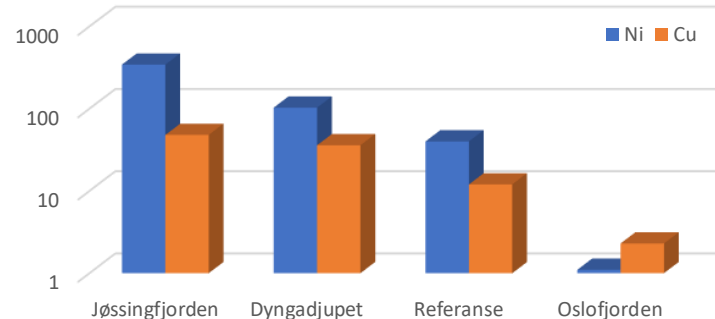
Porevann ($\mu\text{g L}^{-1}$)



Mobilisering av tungmetaller (Ni, Cu, Co)

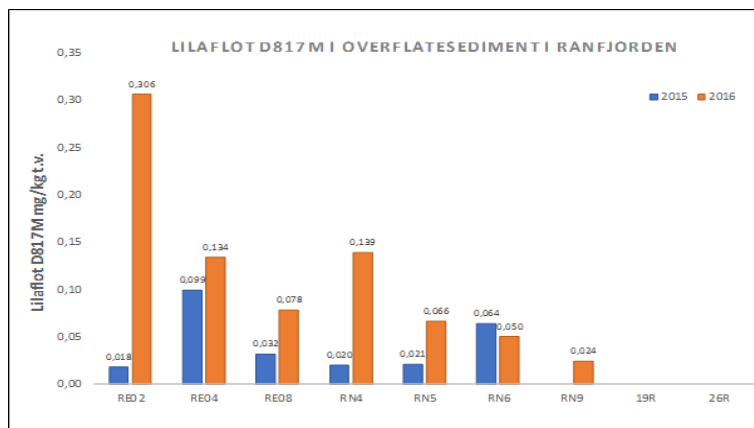
- Ingen diffusjon av Ni, Cu, Co fra dype lag av deponiet
- Bioturbasjon forsyner topplaget med MeS
- $\text{MeS} + 2\text{O}_2 \rightarrow \text{Me}^{2+} + \text{SO}_4^{2-}$ (Me = Cu, Ni, Co)
 - Målt utlekking fra 12 stasjoner
 - 391 g løst Ni/dag fra hele sjødeponi-området
 - 7,5 kg løst Ni/dag fra land-deponiet
 - 5 kg Ni/d i partikkelutslippet til Jøssingfjorden

Fluks fra sediment til vann ($\mu\text{g m}^{-2}\text{d}^{-1}$)



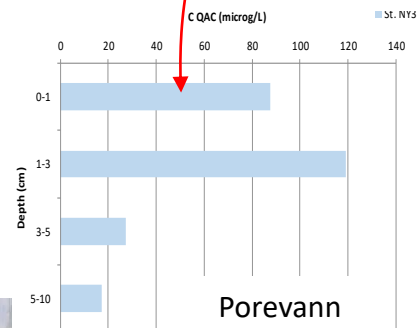
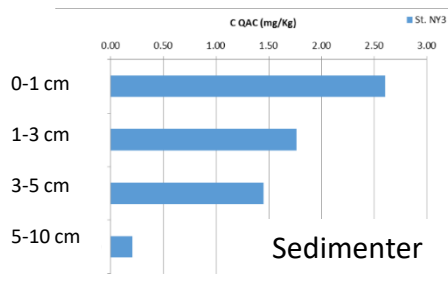
Prosesskjemikalier: kjemiske analyser

- Kjemisk analyse av miljøprøver er en forutsetning for å forstå hva som skjer med kjemikaliene etter utslipp



Prosesskjemikalier: kjemiske analyser

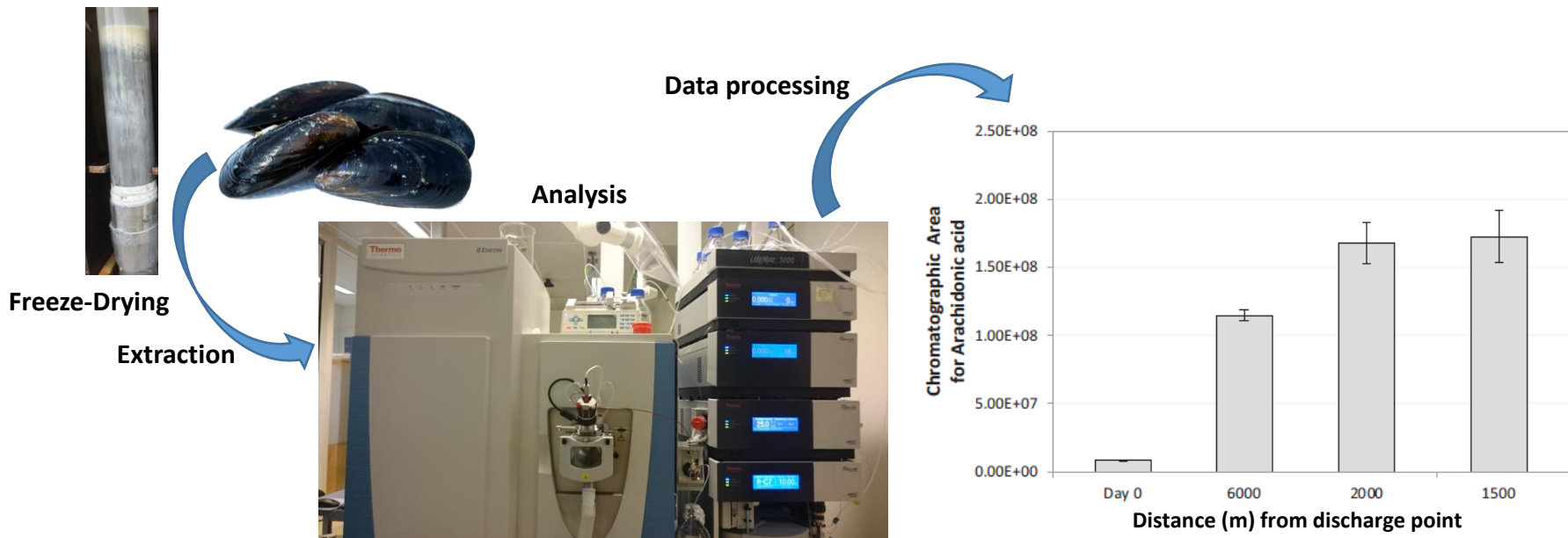
- Kjemisk analyse av miljøprøver er en forutsetning for å forstå hva som skjer med kjemikaliene etter utslipp
- Lilafлот (eter) ble i 2014 erstattet med mer miljøvennlig FLOT2015 (ester)
- Analysemetode ble utviklet og anvendt i sedimenter, porevann og organismer



Organismer i ferskvann:
LC50 = 50-18000 $\mu\text{g L}^{-1}$
(Georghe et al., 2013)



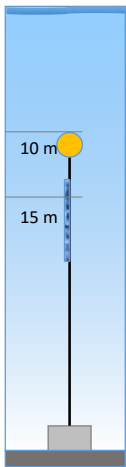
Kjemisk analyse av prosesskjemikalier ...og potensiell biomarkør?



Væskekromatografi (LC) koplet med massespektrometri (HRMS) (Orbitrap detector technology)

- Arakidonsyre er en anti-inflammatorisk metabolitt som reflekterer stress, vanlig hos fisk og skalldyr
- Analysert i blåskjell etter eksponeringsforsøk i Frænfjorden
- Konsentrasjonsgradient fra utslippspunktet og utover i fjorden

Økotoksikologisk felteksperiment i Frænfjorden



Oppsett:

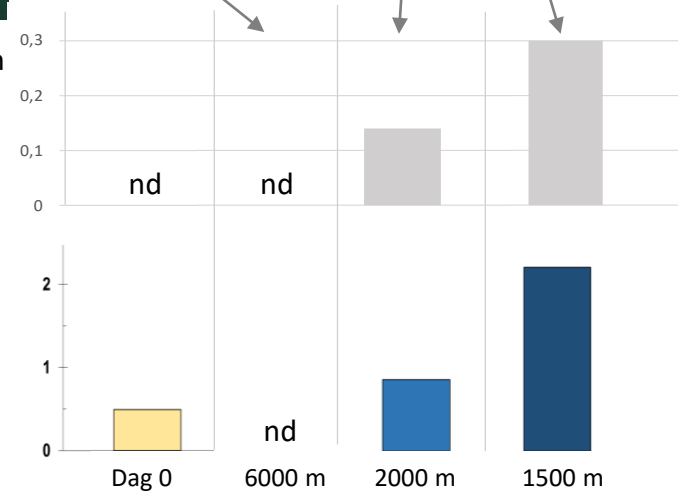
- blåskjell i bur
- 8 uker
- 18-20m dyp
- 1500, 2000 og 6000m fra utslippspunkt



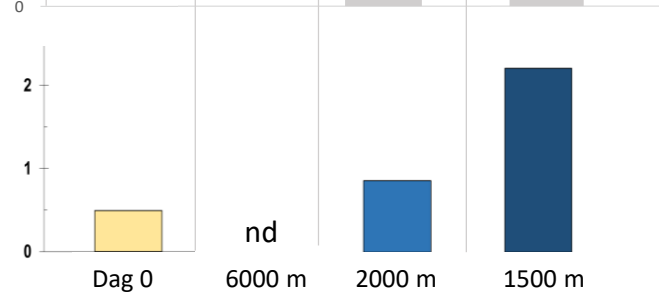
Analysér (subletale):

Whole organism response	Tissue response	Subcellular response
Condition index	Histochemistry	Micronuclei
Stress on stress		Acetylcholine esterase
		Lipid peroxidation

Konsentrasjon av FLOT2015 (mg/kg w.w.)



Integrert biologisk respons (IBR/n)



WP 4: Noen konklusjoner og anbefalinger

- Hypersedimentasjon påvirker utveksling av næringssalter og bunnfaunaens sammensetning
 - størst endring i området 0-2 cm
 - partikkelstørrelse og flotasjonskjemikalier var viktige faktorer
 - Fysisk avgrensning av deponiområdet
- Ustabile mineraler
 - metaller mobiliseres i topplaget i deponier for sulfidholdig avgang
 - bioturbasjon opprettholder utlekking lenge etter avsluttet deponering
 - utlekkingen er liten (5%) sammenlignet med utlekking fra land-deponi, men stor sammenlignet med vanlig sjøbunn
 - utlekking fra sjødeponi vil avta med tiden
 - Tildekking etter avsluttet deponering
- Restkjemikalier-flotasjon
 - Tegn til bedring etter substitusjon av eter- med ester-basert flotasjonskjemikalie, men
 - avgang fra omvendt flotasjon påvirket helsetilstand hos blåskjell 2 km fra utslippspunktet
 - Utvikle og ta i bruk mindre miljøskadelige kjemikalier