

NYKOS Avslutningskonferanse

## WP 4: Effekter av gruveavgang på marine, bentiske økosystem

Morten T. Schaanning, Carlos Escudero, Steven Brooks, Hilde C. Trannum, Eva Ramirez-Lodra



## Review

Submarine and deep-sea mine tailing placements: A review of current practices, environ Norway and inter

Eva Ramirez-Llodra<sup>a,\*</sup>,  
Tor Erik Finne<sup>d</sup>, Ana H

<sup>a</sup> Norwegian Institute for Water Research  
<sup>b</sup> Aqualia-solve, From Centre, High N  
<sup>c</sup> Center for Marine Biodiversity and C  
<sup>d</sup> Geological Survey of Norway, Andås  
<sup>e</sup> Departamento de Biología y CSEM,  
<sup>f</sup> Marine Biology Research Group, Oler

Science of the Total Environment 630 (2018) 189–200



Contents lists available at ScienceDirect  
Science of the Total Environment

journal homepage: www.elsevier.com/locate/scitotenv



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

Hilde C. Trannum<sup>a,\*</sup>, Hej

<sup>a</sup> Norwegian Institute for Water Research

Science of the Total Environment 644 (2018) 1056–1069



Contents lists available at ScienceDirect  
Science of the Total Environment

journal homepage: www.elsevier.com/locate/scitotenv



## ARTICLE INFO

Article history:  
Received 26 March 2015  
Revised 21 May 2015  
Accepted 24 May 2015  
Available online xxx

Keywords:  
Submarine  
Tailing  
Ecosystem  
Impact  
Mining  
Waste

## HIGHLIGHTS

- Dose and response of 3 types of tailings studied in a soft-bottom mesocosm
- Apparent effect threshold at 2 cm thickness
- All tailings affected the fauna at lower rates than hypoxia
- Most severe effects of fine-grained CaCO<sub>3</sub> with remnants of Fe chemicals
- Indications were found on biodegradation of bioturbation chem

An integrative biological effects assessment of a mine discharge into a Norwegian fjord us

S.J. Brooks<sup>a,\*</sup>, C. Escudé

<sup>a</sup> Norwegian Institute for Water Research  
<sup>b</sup> Trondheim Technology Department, Of and C

Marine Pollution Bulletin 141 (2019) 318–331



Contents lists available at ScienceDirect  
Marine Pollution Bulletin

journal homepage: www.elsevier.com/locate/marpolbul



## HIGHLIGHTS

- Transplanted mussels used to test biological effects of suspended tailings
- Biomarkers and chemical body burden measured in field transplanted mussels
- Deposition of MTA, a chemical marker of bioturbation chemical (BIO2015) in soft sediments
- Link between MTA, metals and nutrient responses with distance from discharge point
- BIC and PCA linked chemical composition from the tailings with bloom response

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

Morten Thorne Schaanning<sup>a</sup>, Hilde Cecilie Trannum,

<sup>a</sup> Norwegian Institute for Water Research NIVA, Oslo, Norway

## ARTICLE INFO

Keywords:  
Mine tailings  
Sea deposit  
Metal  
BIC  
Morphology  
Amphipod

## ABSTRACT

During 1960s–80s tailings of iron and a mine exposed contamination and macro nickel and copper still exist layer, and fines of nickel tailings. Fauna community structure and metal mobilization were investigated in of metal tailings. No ex surface layer.



Keywords: Mine tailings, Sea deposit, Metal, BIC, Morphology, Amphipod

**Hvor skadelig er gruveavfall for livet i havet?**

Spredning av gruveavfall er et kontroversielt tema. Nå har forskerne satt på tviss konklusjoner avtalt for for organismer i havet.

Marine Pollution Bulletin

Research Institute for Water Research NIVA

# WP 4: Formidling

- 4 artikler + 1 innsendt i internasjonale fagfellevurderte tidsskrifter
- 3 presentasjoner på internasjonale vitenskapelige konferanser
- 2 populærvitenskapelige artikler – forskning.no
- 4 NIVA-rapporter
- flere artikler under arbeid (bl.a. fauna i Frænfjorden, rekoloniseringseksperiment, modellering av NiS)

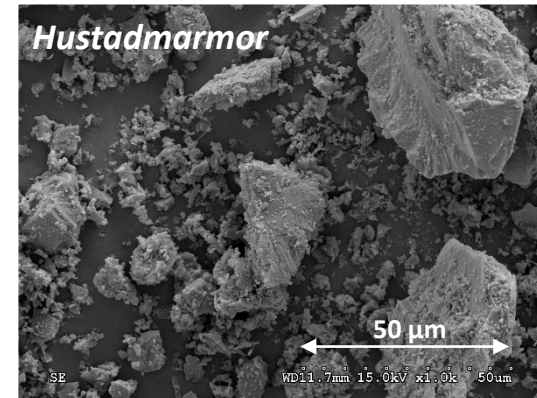
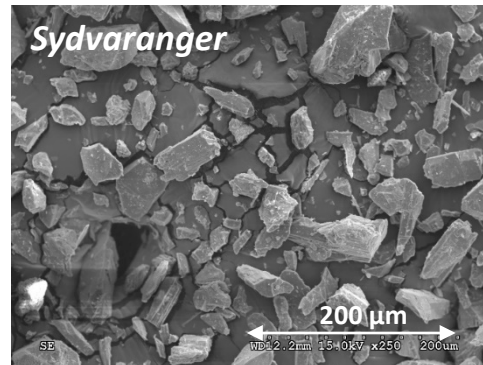
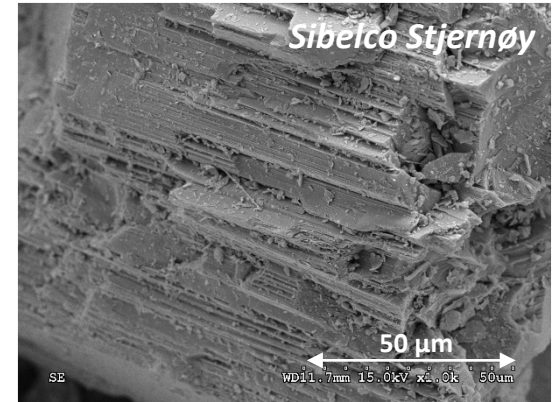
# Hvilke egenskaper har avgangen som kan påvirke livet i sjøbunnen?

Felles for all gruveavgang:

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

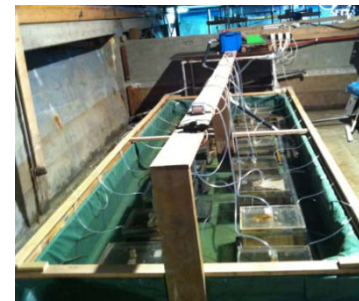
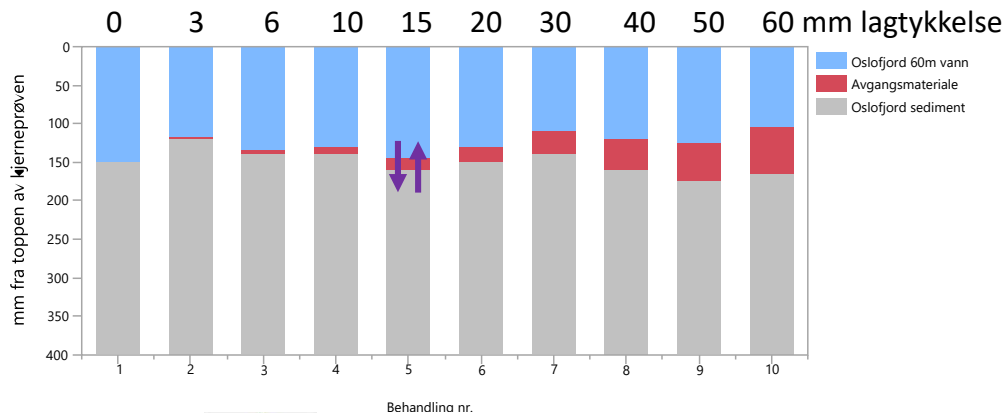
Avhengig av malm og foredlingsprosess:

- Form og størrelse
- Ustabile mineraler
- Rester av kjemikalier

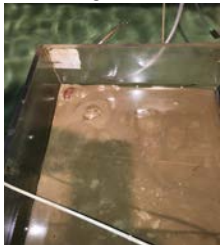


# Hypersedimentasjon - mesokosmos forsøk

- Avgang fra tre norske gruver ble tilsatt ved sedimentasjon gjennom sjøvann til lagtykkelser fra 0 til 6 cm.
  1. med flotasjonskjemikalier
  2. med fortykningsmidler
  3. uten kjemikalier
- Flukser av  $O_2$  og næringsalter og overlevelse av bunnfauna ble målt i løpet av en forsøksperiode på seks måneder.



0 mm



# Hypersedimentasjon – utvalgte resultater

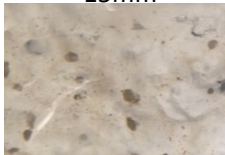
3mm



10mm



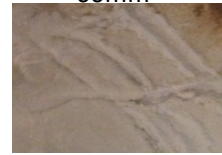
15mm



40mm



60mm

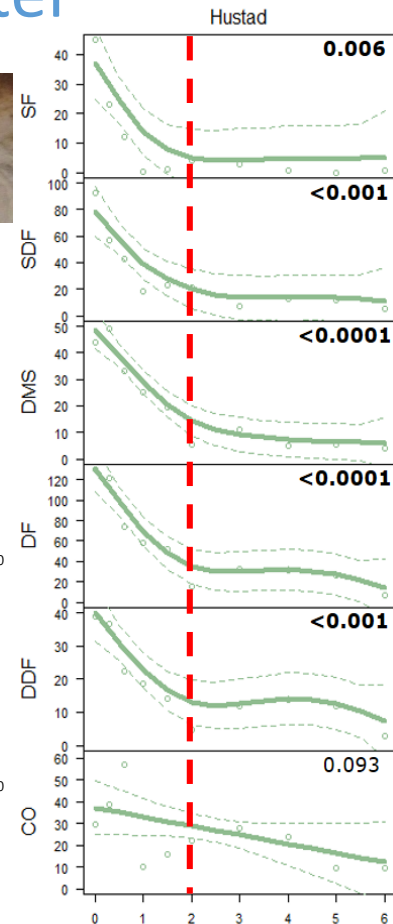
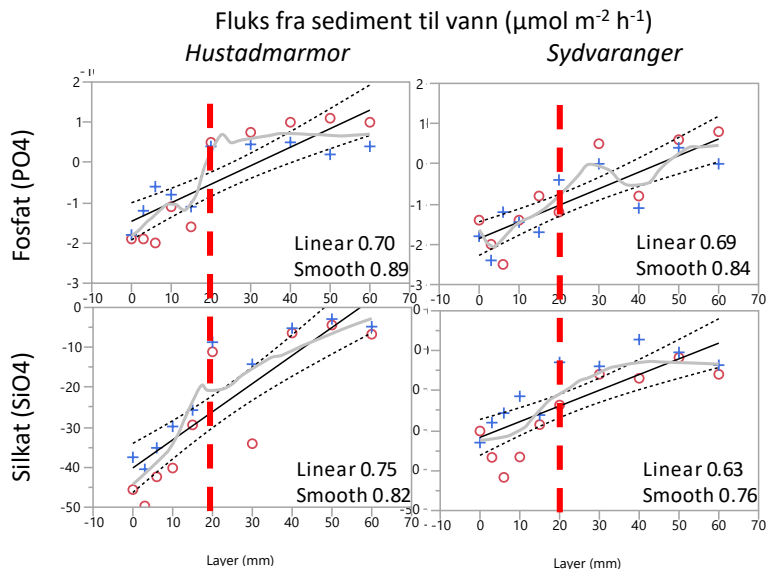


## Økt lagtykkelse ga

- 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

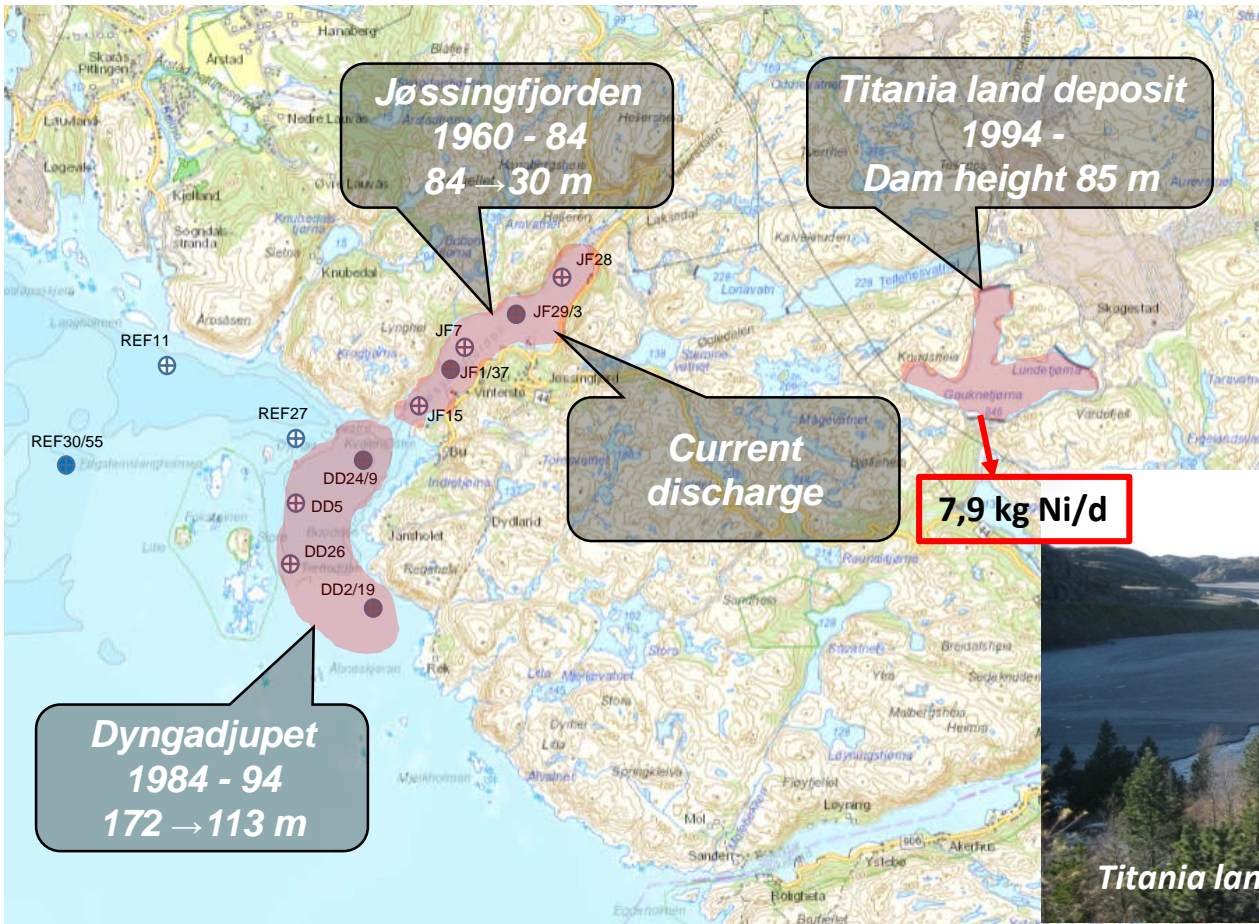


Tranum H.C., Gundersen H., Escudero C., Johansen J.T., Schaanning M.T., 2018.  
Effects of submarine mine tailings on macrobenthic community structure and ecosystem processes. *Sci. Total Environ.* 360: 189-202.



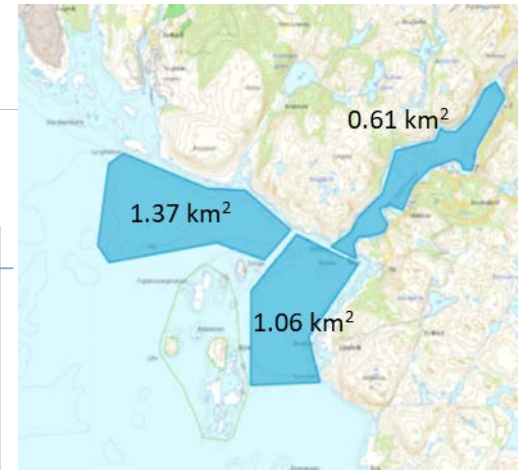
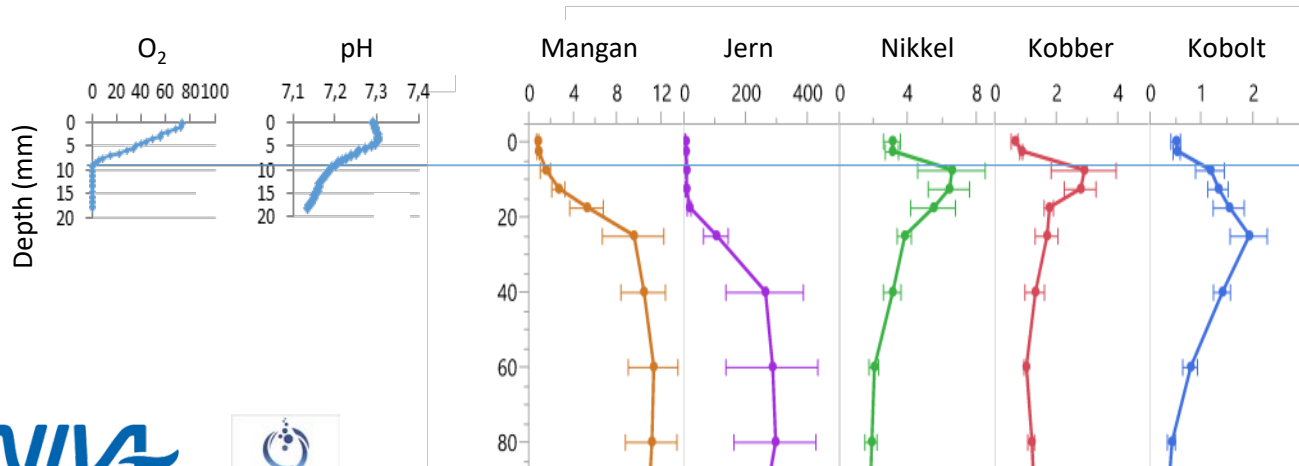
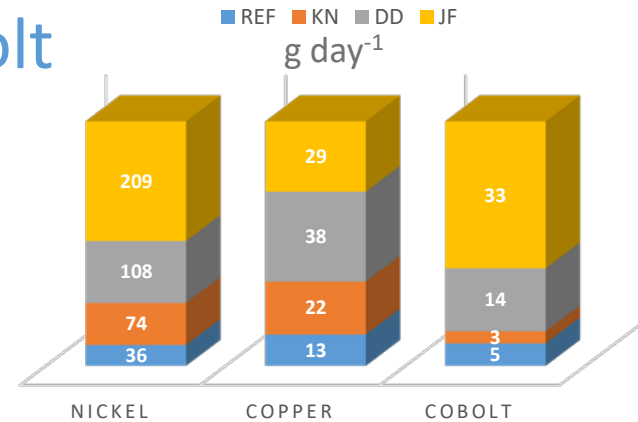
# Ustabile mineraler: Ni-Cu-Co-sulfider

- Verdens største ilmenittforekomst
- 7% av verdensproduksjon ( $\text{FeTiO}_3$ )
- 2-3 millioner tonn avgang/år
- 2% sulfid-mineraler
  - 800 tonn Ni
  - 400 tonn Cu
  - 160 tonn Co



# Utløsning av nikkell, kobber og kobolt

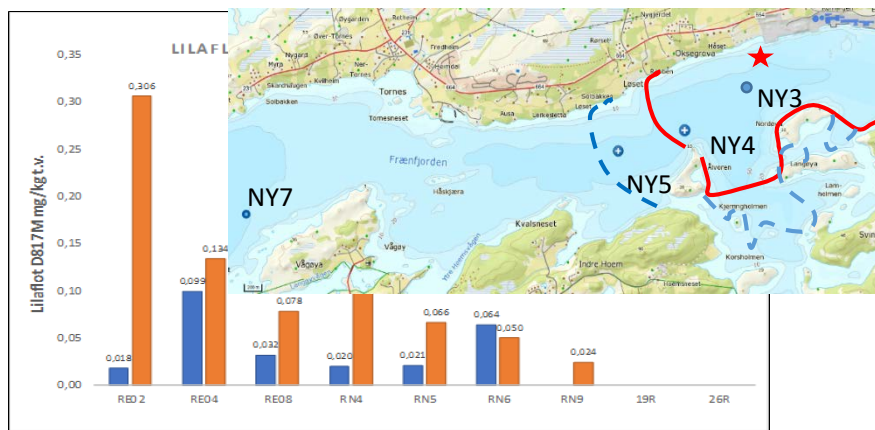
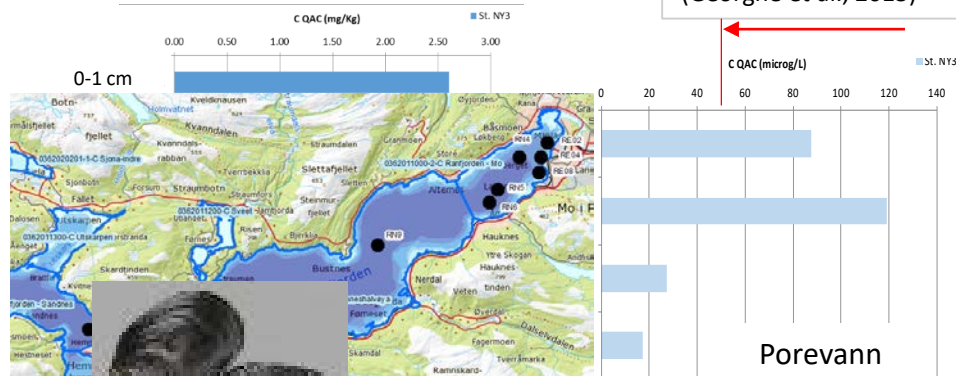
- Ni, Cu og Co løses ut fra partikler i topplaget av deponiene
- $\text{MeS} + 2\text{O}_2 \rightarrow \text{Me}^{2+} + \text{SO}_4^{2-}$
- Ingen oppadrettet diffusjonstransport fra dype lag i deponiet, men bioturbasjon blander partikler opp i topplaget hvor de reagerer med  $\text{O}_2$  fra sjøvannet
- Utlekking
  - 391 g Ni/dag fra sjødeponiene
  - Smlgn. 7 500 g Ni/dag fra land-deponiet



# Prosesskjemikalier: kjemiske analyser

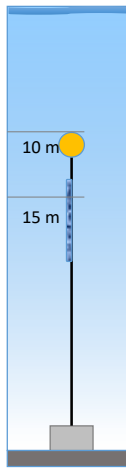
- Kjemisk analyse av miljøprøver er en forutsetning for å forstå hva som skjer med kjemikaliene etter utslipp
- Lilafлот (eter) ble i 2014 erstattet med mer miljøvennlig FLOT2015 (ester)
- Analysemetode ble utviklet og anvendt i sedimenter, porevann og organismer

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



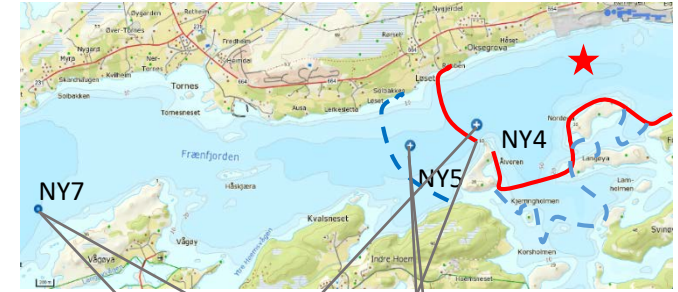


# Økotoksikologisk felteksperiment i Frænfjorden



Oppsett:

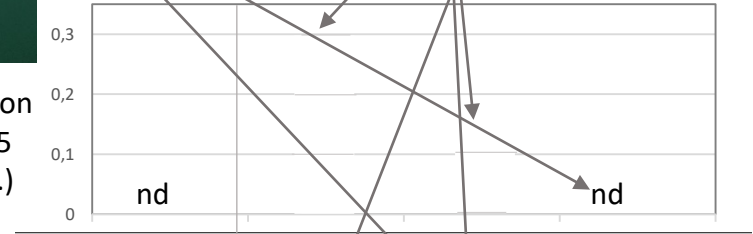
- blåskjell i bur
- 8 uker
- 18-20m dyp
- 1500, 2000 og 6000m fra utslippspunkt



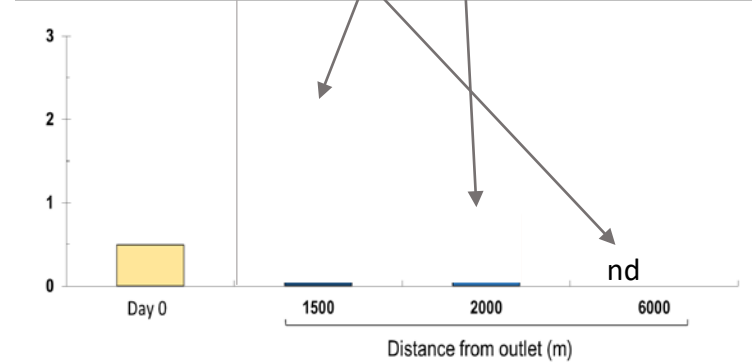
Analyser (subletale):

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)



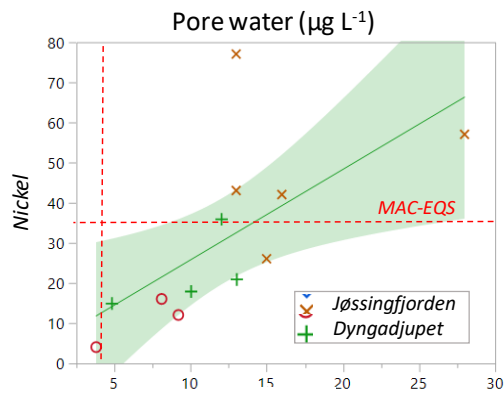
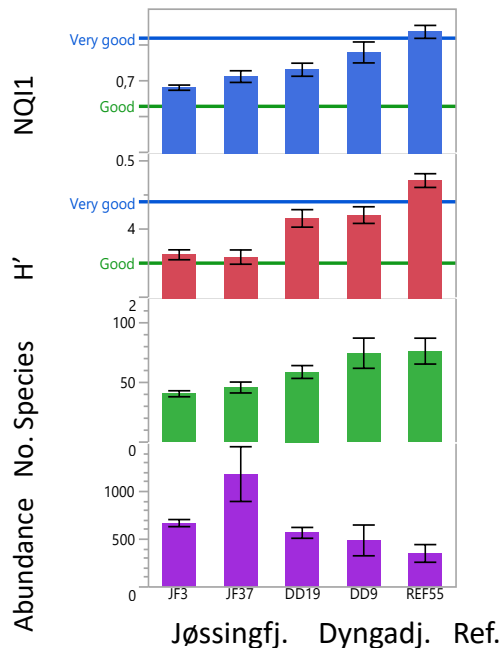
Brooks S., Escudero-Onate C., Gomes T., Ferrando-Climent L., 2018. An integrative biological effects assessment of a mine discharge into a Norwegian fjord using field transplanted mussels. *Sci. Tot. Environ.* 644:1056-1069

# WP 4: Utvalgte konklusjoner og anbefalinger

- Hypersedimentasjon påvirker utveksling av næringsalter og bunnfaunaens sammensetning
  - størst endring i området 0-2 cm
  - partikkelstørrelse og flotasjonskjemikalier var viktige faktorer
    - Størst mulig avgrensning av deponiområdet
- Ustabile mineraler
  - metaller lekker fra 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 med stabile, mineralske masser etter avsluttet deponering
- Restkjemikalier
  - 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

# Klassifisering i hht til Vannforskriften

- Bunnsfauna ga klasse I-II «god–meget god biologisk tilstand» på alle stasjoner både i Jøssingfjorden og Frænfjorden



- Kobber og nikkel ga klasse III «moderat kjemisk tilstand» i Jøssingfjorden
  - Samlet vurdering = klasse III «moderat økologisk tilstand»
- EQS/klassegrenser er ikke definert for flotasjonskjemikalier
  - Økologisk tilstand i Frænfjorden = ?

