

BERGINDUSTRIEN OG SJØDEPONIER – HVA VI VET

Sverre Alhaug Høstmark
cand.agric, toksikolog NAVF

Fagsjef miljø, Norsk Industri

sverre@norskindustri.no

Påstand:

- Industrien vet svært mye – men er også lærenem – tar forsiktige skritt. Over 50 års god erfaring med sjødeponi
- Journalisters fagbakgrunn? -mediene dyrker motsetninger
- Politikere kommer og går- ofte - «et nei er aldri feil»
- I disse saker har store deler av miljøbevegelsen en prinsipiell tilnærming – kunnskap er irrelevant
- Norske myndigheter vet mye – er redde for å gjøre feil
- Almenheten vet ikke hva de skal tro – nærhet / distanse

Norwegian sites with sea deposits Norsk Industri



Numbers from NE to SW

- | | |
|----|--|
| 1 | Svaranger Gruve, Kirkenes
Magnetite (Fe ₃ O ₄) – mothballed since 2010 |
| 2 | Nussir, Rapparfjord, Kvalsund
Copper |
| 3 | Sibeko, Stjernøy
Nepheline-syenite |
| 4 | Sikland Graphite, Berg, Senja
Graphite |
| 5 | QuartzCorp, Drag
High purity quartz |
| 6 | Rana Gruber, Mo i Rana
Magnetite, Hematite |
| 7 | OMYA, Hustad, Einesvågan, Moide
Dolomite/Calciumcarbonate |
| 8 | Nordic Mining, Engøya, Førdefjord
Rutile (TiO ₂) and gemets |
| 9 | Norsk Stein, Jelsa
Aggregates |
| 10 | Titania, Hauge i Dalane
Ilmenite (FeTiO ₃) – today land deposit |

LEGEND:

- Closed rings: permitted, under development
- Open ring permit under consideration
- Red dots: In operation
- Black dots: Former operation/mothballed

Temaer

- Gitt gruvedrift: deponi-alternativene:
 - Mineralogien
 - Prosessen
 - Stedet: Biologien og brukerne
 - Stedet: Hydrografi og bathygrafi
 - Sjøvann
 - Utslippsarrangementet
 - Stabilitet
-

Overskuddsmineraler og gråberg Norsk Industri

- Gruvedrift gir alltid mye overskuddsmineraler
 - Gråberg/overdekning Overskuddsmineraler ("avgang, eng.: "tailings")
- Avgangsmengder per tonn konsentrat – tentativt: (ikke med raffinering)
 - Kalsiumkarbonat m. 90% CaCO_3 , 0,11 tonn
 - Jern: 25-40% Fe, 1,5-3 tonn
 - Kobber : 0,6% Cu, 100 tonn +
 - Gull: 0,001% Au, 500 000 tonn +
- Alternativ plassering:
 - Landdeponi – tørt, semipermeabelt eller under vannspeil
 - Sjødeponi: strandkant/utfylling eller på dypt vann

Deponiene

- Tørre: Ved stabilt underlag og grove masser – lite rasfare, men oksydasjons og utlekkingsfare. Aktuelt for inert overdekking/gråberg
- På land, semipermeabelt: fungerer som en kaffetrakter – ras- oksydasjons- og utlekkingsfare. Sjekk mineraler og gradering.
- På land under vannspeil: Kjemisk stabilt, men økt fare for dambrudd med store akutte konsekvenser.
- Strandkant/utfylling : Ras- oksydasjons- og utlekkingsfare. Aktuelt ved inerte masser
- Sjøbunn: Ikke rasfare – minimal fare for oksydasjons- og utlekkingsfare



Norsk Industri



Mineralogien (1) – med norsk relevans

- Fe og Fe/Ti: Hematitt, magnetitt, ilmenitt, rutil
- Ind. mineraler: Kwarts, nefelinsyenitt, almandine-granat ($\text{Fe}_3\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{12}$), olivinn, kalsiumkarbonat og grafitt
- «Stein»: kvartsittskifer, granitt, granodioritt, kalkstein, talk,
- Sulfid-malm (Cu, Ni, Mo)
- Av disse er alle «blå» mineraler tilnærmet inerte/stabile under aktuelle miljøforhold

Mineralogien (2) – med norsk relevans Norsk Industri

Sulfidmalm (Cu, Ni, Mo)

- Sulfider må testes for sitt Acid Rock Drainage-potensiale - protokoller.
- Nussirs Cu-malm har svært lavt ARD potensiale, og netto bufferpotensiale (NPR>3) (Kleiv, 2011).
- Tungmetallinnhold må sjekkes, Avhenger av mineralsk form/anion. Tungmetallinnholdet i Engebømalmen svært lav – som tildekkingsmasse.
- Kun Me-ioner oppviser toksisitet (unntak Hg). Metall bundet må løses ut. Tosisitet avhenger av løsningskinetikk ved rette betingelser.

De historiske miljøkatastrofene i Norge: Løkken, Salsbøl, Fiske, Kragerø, ... skyldes at sulfid-avgangen (fra Fe, Cu og Mo-malm) ble lagt i tørre tipper på land.

Aktuelle prosesser (1) : Fysiske



Først: Knusing og sikting og maling:

- Gravimetri: det lette flyter opp eller det tunge synker:
For eksempel kull og ilmenitt fra gråberg
- **Løselighetsforskjeller: Kaliumsalt, ikke aktuelt**
- Magneter: Benyttes for å fjerne jernholdige min. fra gråberg. (SVG, Stjernøy, Rana, Titania)

Flere gruver benytter ikke kjemikalier i oppredning

Aktuelle prosesser (2): Kjemiske



Kjemikalievurdering – inklusive kjemikalienes omdanning inngår i dokumentasjon for søknad.

- pH-justering (ordinære syrer, baser og kalk)
- Kjemisk flotasjon: Produkt eller urenheter floterer i ett eller flere trinn
- Syrebehandling: løse opp urenheter (ultraren kvarts)
- **Leaching og Cyanidprosesser: ikke aktuelt** i Norge
- Flokkulering – som ledd i vanngjenvinning/drift av skivefiltre

REACH og enda strengere norsk regelverk sikrer full utredning.

Konsekvensutredning /

Baseline studies

Biologien og brukerne

- Laksefjorder
- Truede arter: Ål, blålange, håkjerring, kysttorsk,... øvrig nekton
- Koraller, ålegress,... øvrig benton
- Yrkesfiske, fiskeoppdrett og skjellfarmer
- Fritidsfiske, båtliv, bading og andre fritidsinteresser
- Plager som støy, visuelle forhold, støv

Alt dette inngår i konsekvensutredninger, som i dag omfatter både sosiale miljømessige konsekvenser.

Hva som skal utredes, «planprogrammet», er gjenstand for høringer der enhver kan gi innspill.

Hydrografi, bathygrafi

«Baseline study»: bunntopografi, vannskiktning, strømhastighet, sedimentasjonshastighet, naturlige tilførsler.

- Ferskvannslag øverst (haloklin), kaldt bunnvann (termoklin) samt terskler kan gi stabil skiktning og hindre «upwelling»
- Ikke deponering i produksjonssonen (photic zone) 0-30 m.
- Finmaskede strømningsmålinger og bruk av modellering for å klarlegge hastighet og retning over tid.

Norge er verdens mest avanserte på undervannsapplikasjoner/ROV-teknikk.

Sjøvann

- Sjøvann er en god buffer for syrer og baser
 - Sjøvann er en flokulant for finpartikulært materiale – Stokes lov: $f \propto r^2$ – ikke enkeltpartikler
 - Sjøvann har redusert oksygen-nivå ifht ferskvann.
 - Sulfatinnhold gjør at metaller fort felles som sulfider centimetre under overflaten i sjøbunn
-

Effect of flocculation on settling

un-flocculated (fresh water)



t = 0



t = 10min

Flocculated (seawater)



t = 0



t = 10min

Utslippsarrangementet

Unngå «upwelling» og sikre at sedimentet forblir i deponiet (3D)

- Avgangsmassen tyngre enn vann og uten luftbobler
 - Avlufting, innblanding av kaldt sjøvann, fortykking
- Ett eller flere staget nedføringsrør – ikke «dumping»
- Overvåking – «real time» vannverdier utenfor vs. inne i deponi
- Overvåkingsundersøkelser av bunn og bentos i og utenfor deponi sammenholdes med data fra «baseline-study»
- Ved avvik: rette feil eller stanse: Risiko hos tiltakshaver.

Akseptkriterier i et dynamisk overvåkingssystem

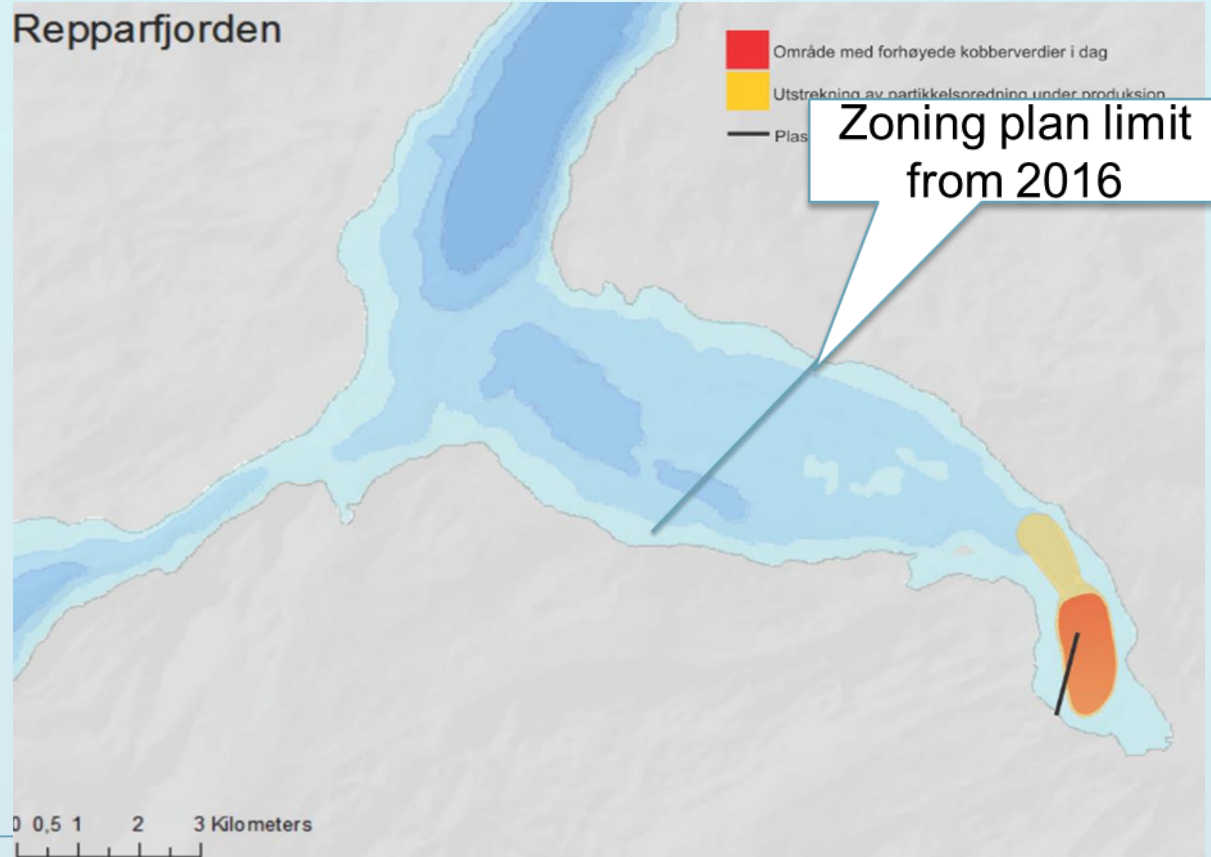
«Feedback monitoring» systemet ble etablert av Prof. John F Gray (†) UiO som ledet miljøovervåkingen ved byggingen av Øresundbroen mellom Sverige og Danmark.



Old deposit from 1970ies:

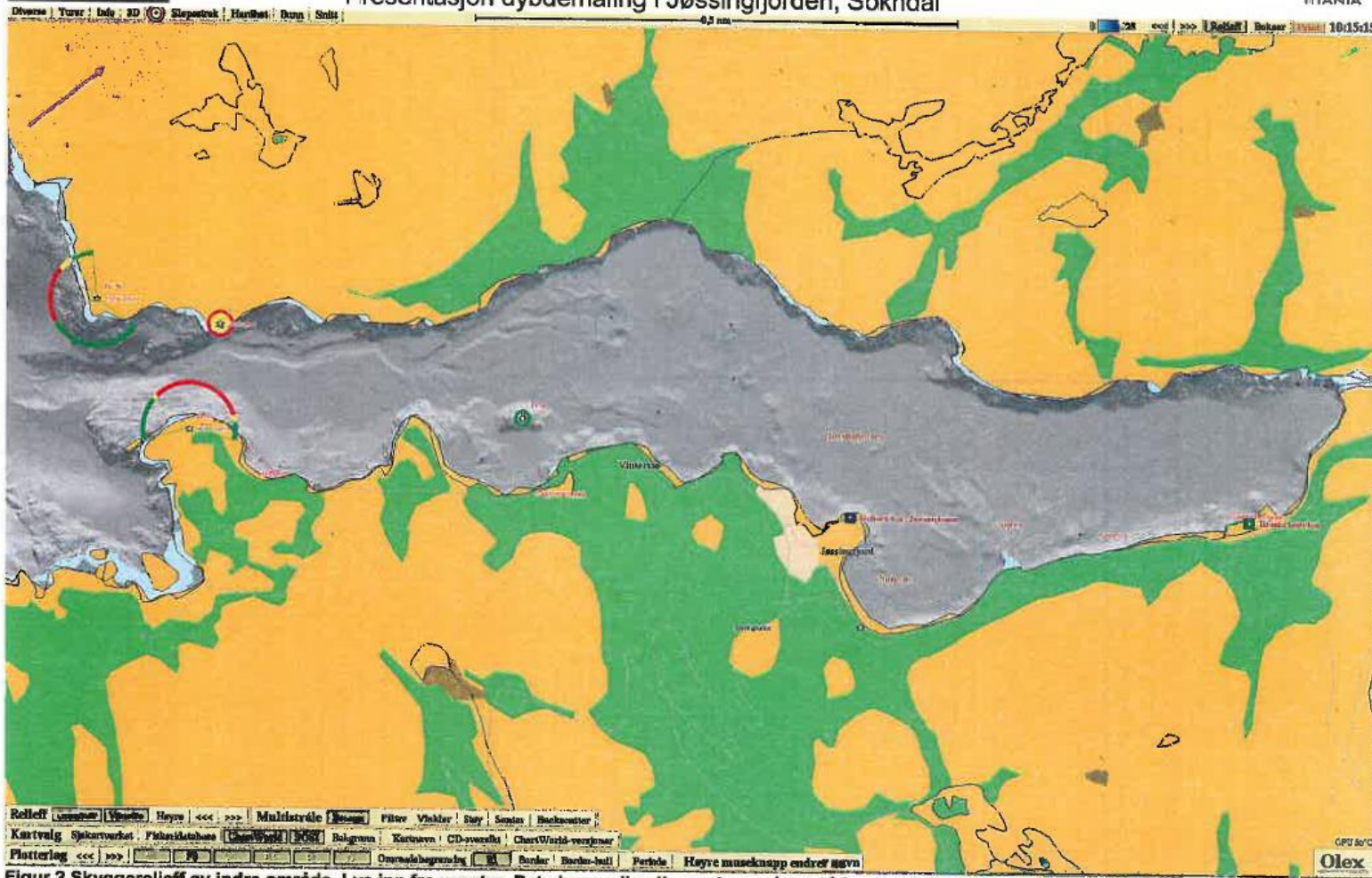
Yellow: Maximum spread of mining particles, (Cu in lower layers)

Red: Surface layers with increased Cu, 60 mg/kg (acceptable for capping)

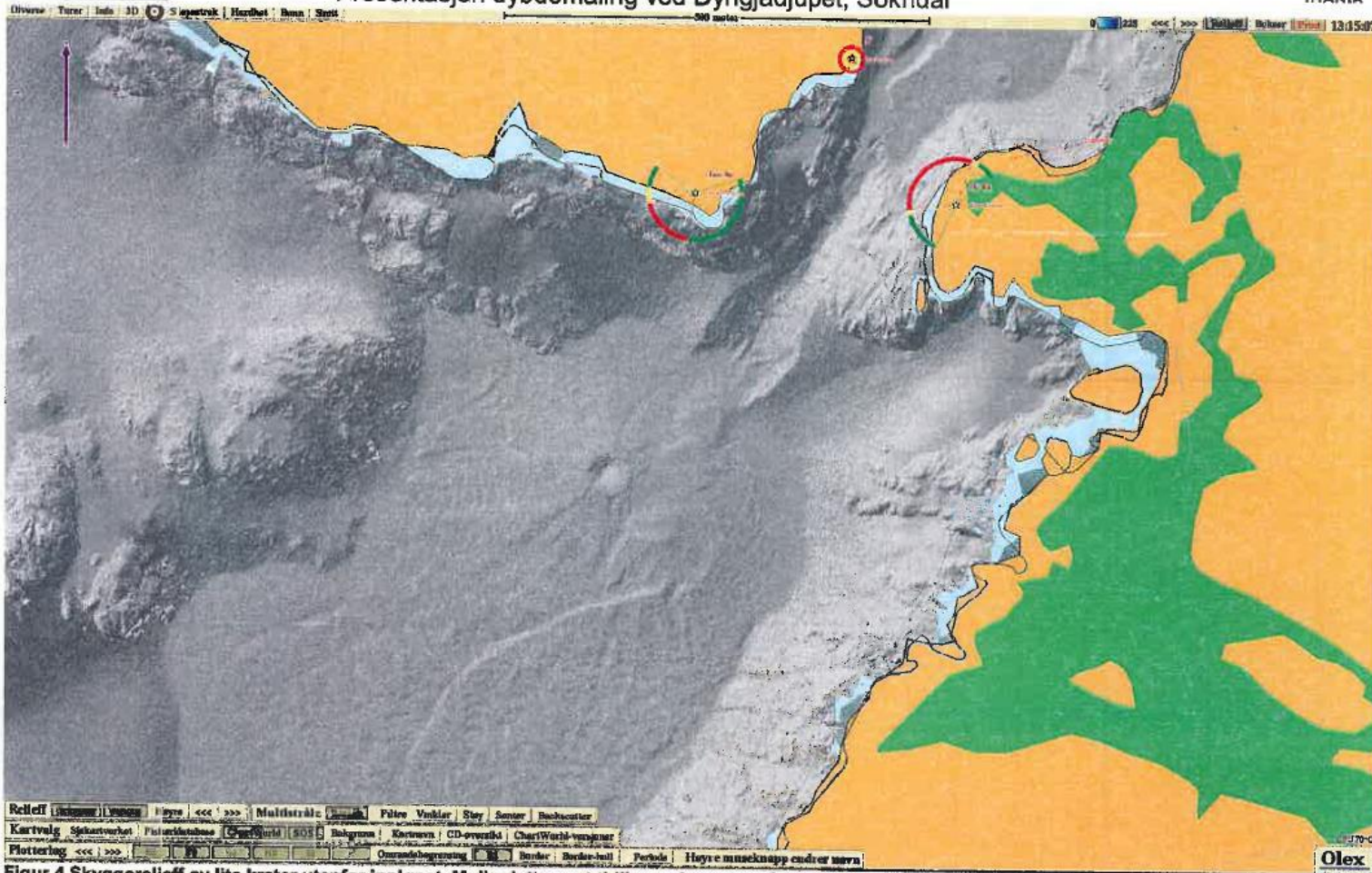


De etablerte deponiene ligger i ro

**Pågående forskning og
publisering er omfattende-
NYKOS**



Figur 2 Skyggerelieff av indre område. Lys inn fra venstre. Det vises vulkanlignende områder på bunnen midt i Jøssingfjorden. Bildet er rotet.



Figur 4 Skyggerelieff av lite krater utenfor innløpet. Mulig dette er et tidligere dumperområde da det ser ut som masse ligger på en topp og er fordelt utover.



Ballangen – 3000 mg/kg Cu
in the sediment !

Takk for meg – spørsmål?

Sverre Alhaug Høstmark
Norsk Industri
sverre@norskindustri.no
+47 41 20 30 52
