



UiO : Institutt for geofag

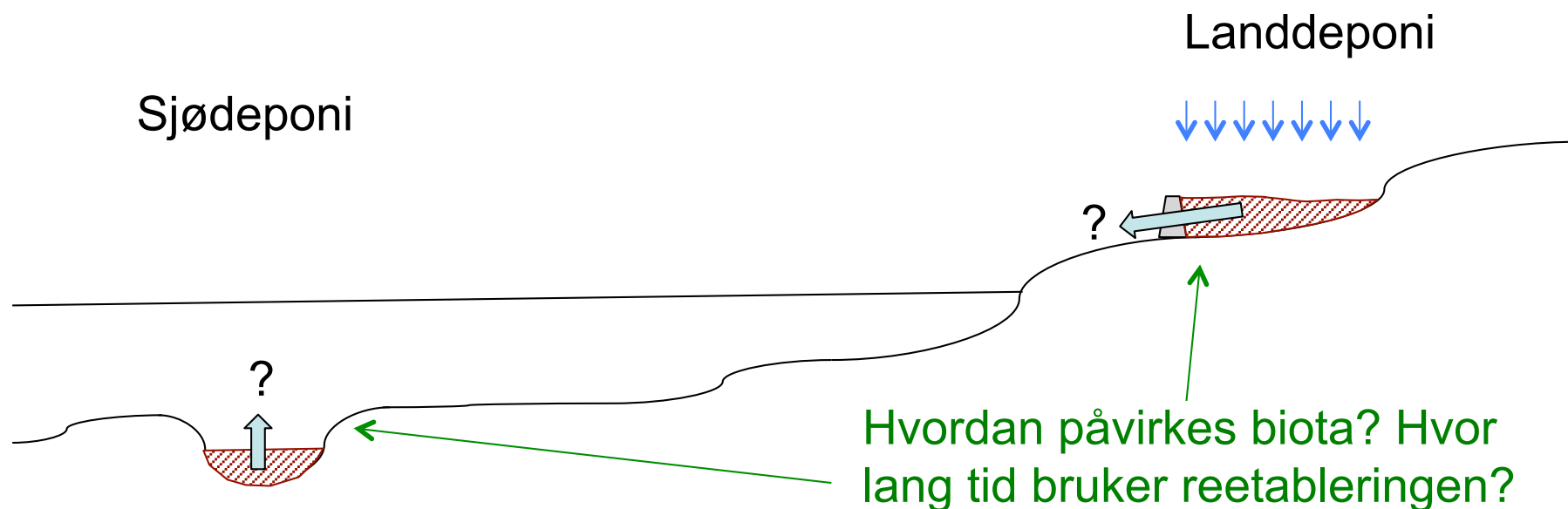
Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet

Gruveavfall – deponering på land eller i sjø?

Per Aagaard



Deponering av gruveavgangsmasser



Hva er fluksen av ulike forurensningene ut til omgivelsene/
resipienten?

Denne kan også reduseres betydelig ved tildekking av ferdig
deponi.

Hva slipper ut av deponiene?

Fluksen av ulike forurensningene er bestemt av den reaktive transportlikningen som inneholder både advektiv og dispersiv transport samt et kilde/tapsledd

$$(\partial C / \partial t)_x = -v(\partial C / \partial x)_t + D_L(\partial^2 C / \partial x^2)_t - S$$

adveksjon dispersjon kilde/sluk

Uten vanngjennomstrømning vil adveksjonen være null, og vi står igjen med kun diffusiv transport:

$$(\partial C / \partial t)_x = (D_f / \theta^2)(\partial^2 C / \partial x^2)_t - S$$

diffusjon kilde/sluk

For å vurdere ulike typer deponier trenger man derfor vite om

- 1) transporten skjer ved vanngjennomstrømning eller ved diffusjon, og
- 2) i tillegg må man vite hvordan forurensningene frigjøres og bindes

Geokjemisk stabilitet og mobilisering

Kilder (S-leddet)

- Mineraler i avgangen
- Prosesskjemikalie-rester

Geokjemisk miljø

- Red/oks forhold, mikrobiologisk aktivitet
- pH
- Salinitet
- Komplekserende bestanddeler

Termodynamisk stabilitet

Reaktivitet (kinetikk)

Mobilisering

- Oppløsning/utfelling
- Desorpsjon/sorpsjon

Geokjemisk stabilitet og mobilisering

Kilder (S-leddet)

- Mineraler i avgangen
- Prosesskjemikalie-rester

Hvor er tungmetallene?
Sulfider/oksider/silikater?

Toksisitet?
Bio-nedbrytbar?

Geokjemisk miljø

- Red/oks forhold, mikrobiologisk aktivitet
- pH
- Salinitet
- Komplekserende bestanddeler

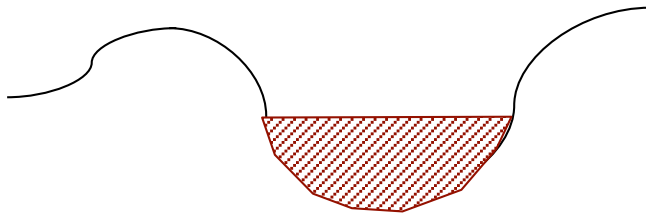
Termodynamisk stabilitet

Reaktivitet (kinetikk)

Mobilisering

- Oppløsning/utfelling
- Desorpsjon/sorpsjon

Sjødeponi i fjorddepresjoner



- Ofte reduserende forhold i overliggende vannmasser
- Alltid reduserende forhold litt ned i sedimentene
- Sulfider er stabile
- Svært sjeldent grunnvannsgjennomstrømning
- Kompaksjonsdrevet vannflux svært liten
- Liten fluks opp til vannmassene

Framvaren (Millero, 1991)

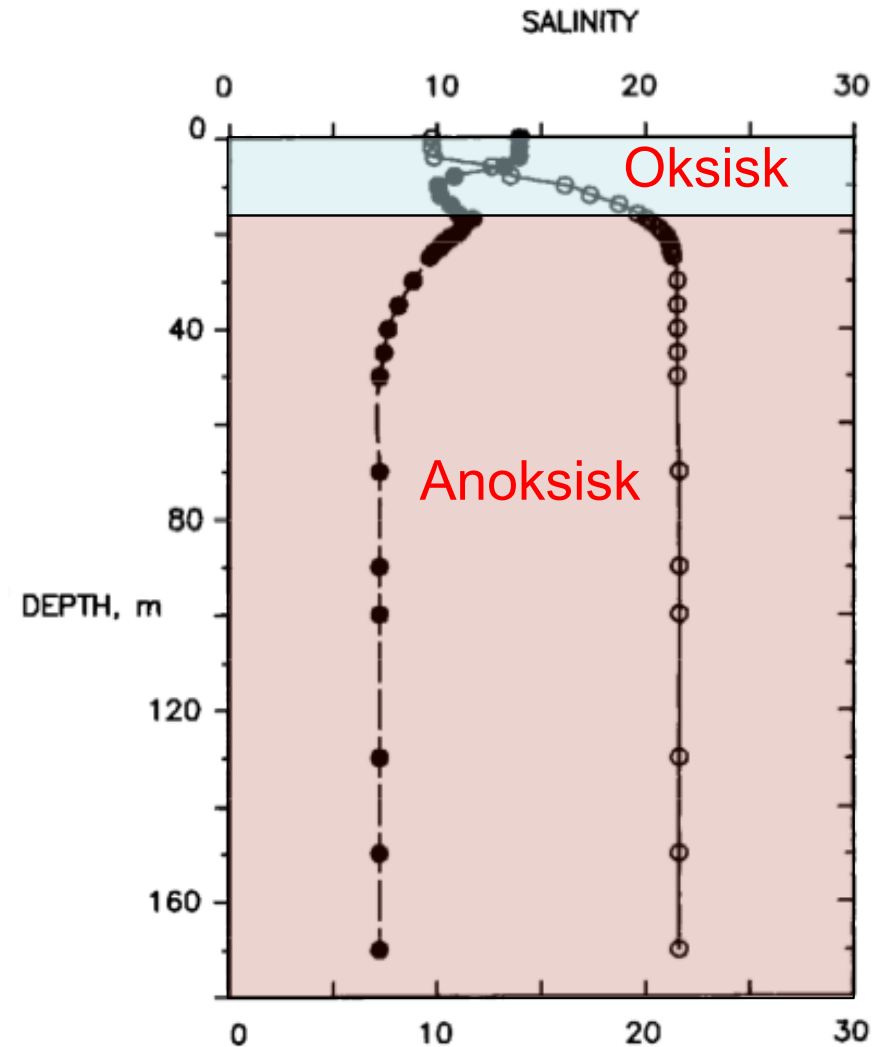
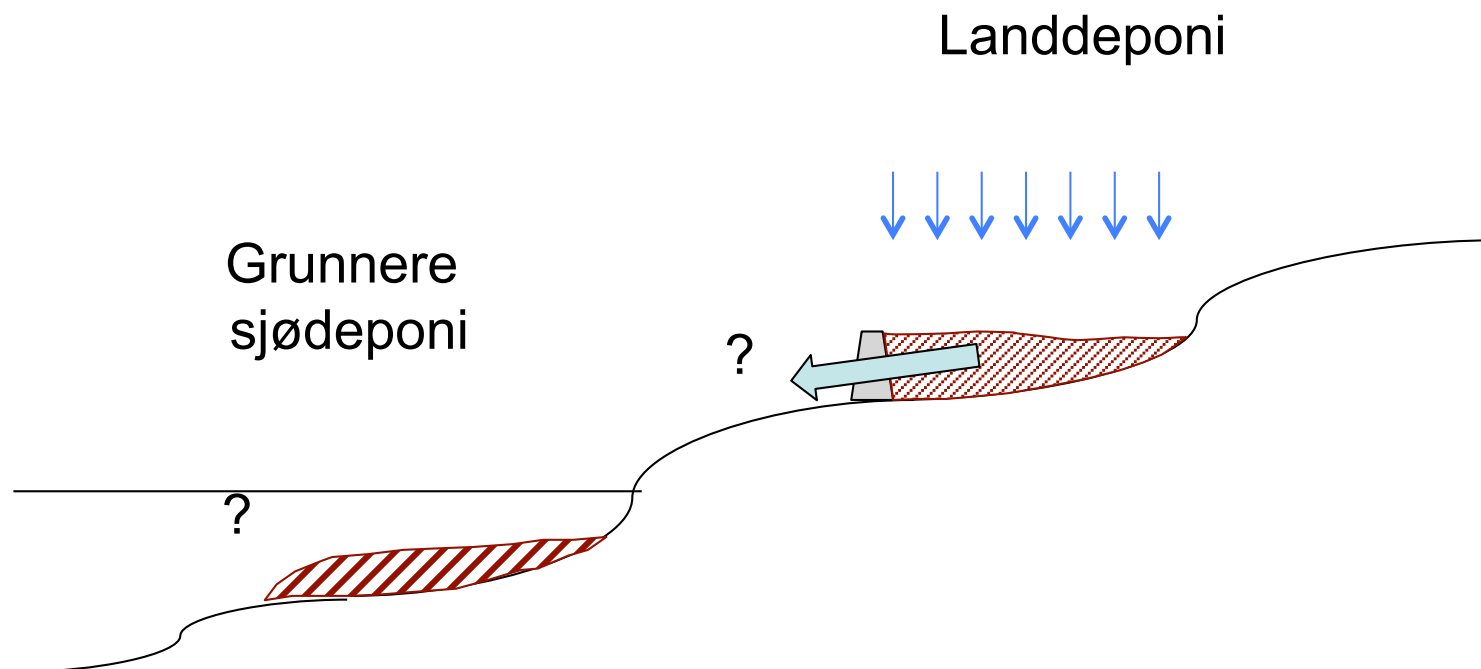


Fig. 1. Temperature (●) and salinity (○) profiles for Framvaren Fjord waters.

Reduserende bunnvannmasser

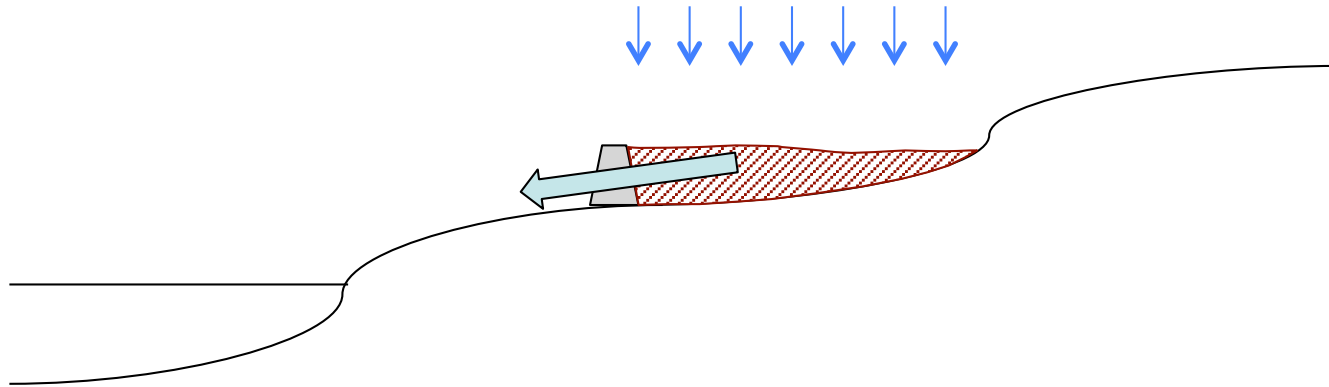
Grunnere sjødeponi



Ulemper:

- Erosjon & Geoteknisk stabilitet
- Spredning ved partikkelstransport
- Uheldigere geokjemiske forhold
- Mulighet for grunnvannstrømning

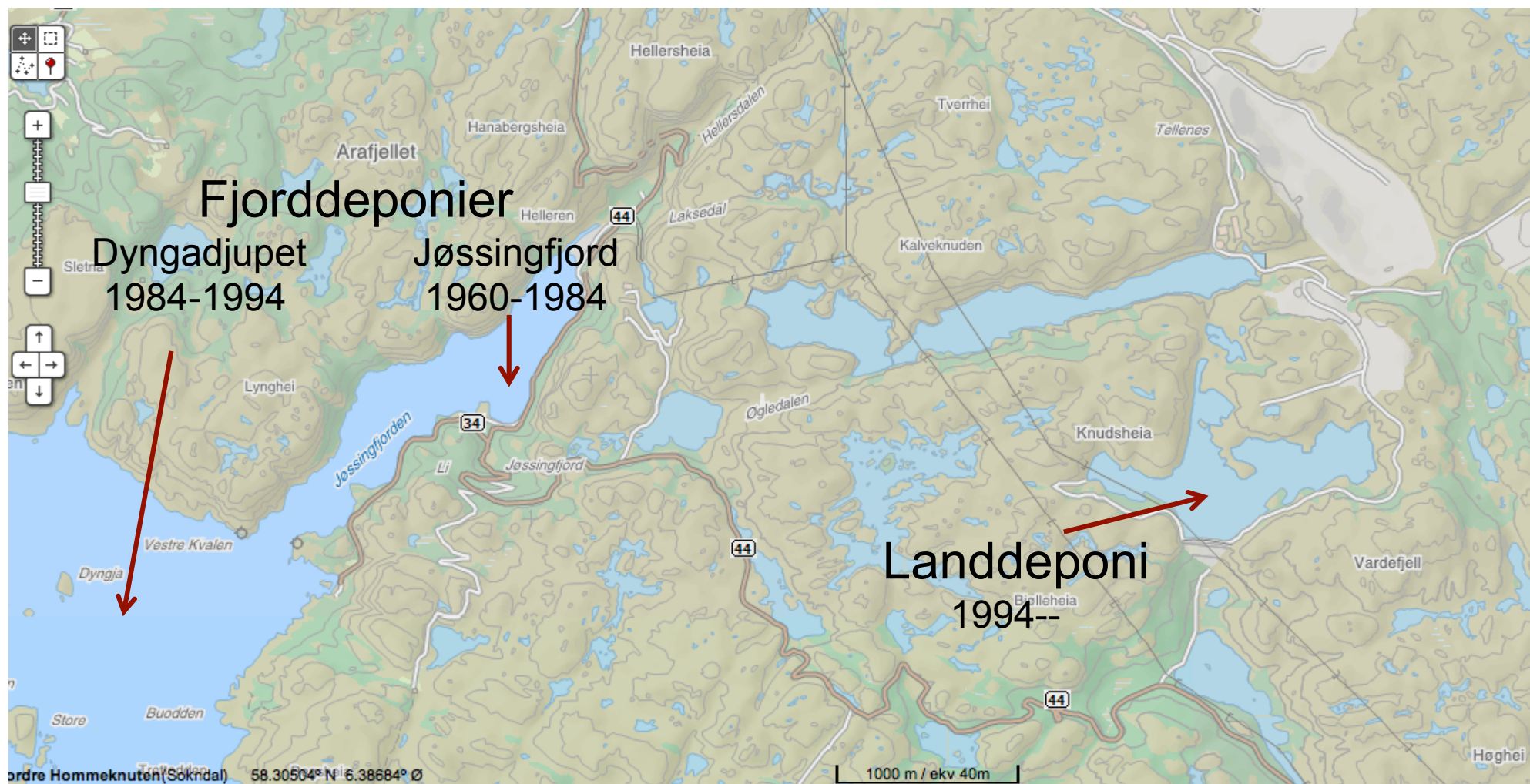
Landdeponi



- Oksiderende og sure forhold
- Store oksidasjonshastigheter av sulfider
- Frigivning av tungmetaller
- Permeabel demning =>umettede forhold (mere effektiv oksidasjon) og fri utstrømning
- Tett demning => Vannmettede masser med redusert oksidasjon og mindre grunnvannsutstrømning

Sjødeponi		Land-deponi	
		Nedbørs-infiltrasjon	Under vannspeil
Minimal gjennomstrømning		Stor gjennomstrømning	Mulig gjennomstrømning
Relativt kjemisk stabil		Stor reaktivitet	Relativt kjemisk stabil
Minimal fluks		Stor fluks	Mindre fluks

Avgangsdeponier fra Titania

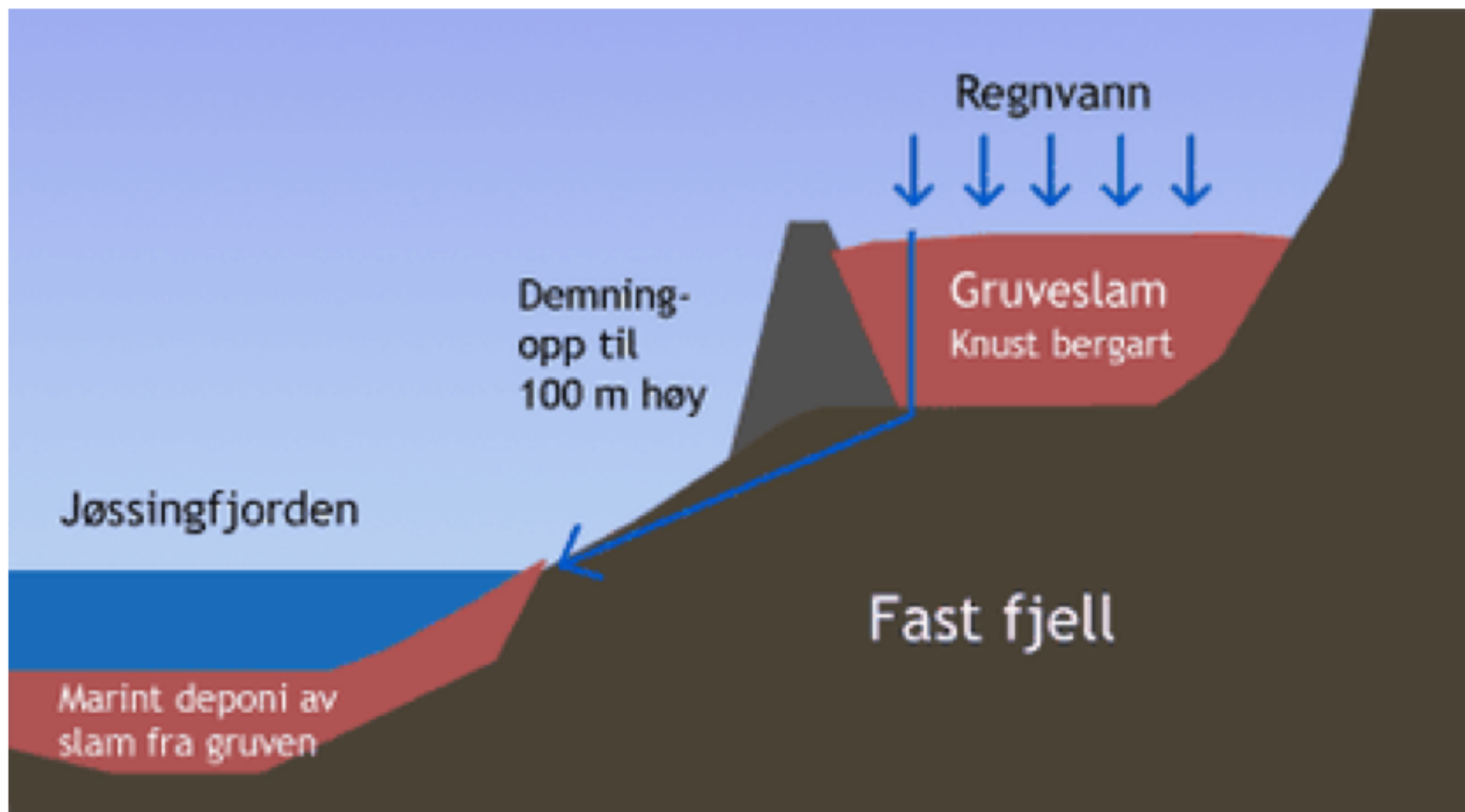






Titania mente selv at deponering i havet var det beste. Land-deponiet ble likevel påtvunget bedriften. Vel ti år etter at det ble tatt i bruk kan det slås fast at miljøgevinsten har uteblitt. Nå jobbes det med fremtidens løsninger.







Naturvernere lager naturkatastrofe

Slam fra Titania-gruvene i Jøssingfjorden ble lagret på land etter press fra Bellona og Natur og ungdom. Deponiet på land har skapt store miljøproblemer som vil vokse i årene framover, skriver forskerne Knut Bjørlykke og Per Aagaard i denne kronikken.

Per Aagaard
Professor
Knut Bjørlykke
Professor

Torsdag 14. juni 2007
kl. 05:00

Kvakksalvere for syk natur
Fagkompetanse underkjennes
Ideologi framfor ekspertise

Kvakksalvere for syk natur

Menneskelig aktivitet på jorden er så omfattende at det ikke er til å unngå at vi påvirker viktige prosesser i naturen. Påvirkningen omfatter mange typer av forurensninger og inngrep i naturen. Det er klart at vi også påvirker miljøet og påfører den forskjellige former for skade.

Miljøorganisasjonene fremstiller ofte naturen som syk på grunn av menneskelig aktivitet og det er i mange tilfeller riktig. Mens hvis naturen er syk, hvem skal stille den nøyaktige diagnosen og hvem skal forskrive en behandling?

På de fleste områder er det slik at mulighetene for helbredelse er størst når de fremste ekspertene har stilt diagnosen og forskrevet en behandling. Selv eksperter kan ta feil, men i det lange løp er prognosene da bedre enn om man går til kvakksalvere.

Fagkompetanse underkjennes

Når det gjelder inngrep i naturen er store deler av opinionen og politikere ikke så villige til å akseptere at naturvitenskapelig og teknologisk kompetanse bør danne grunnlaget for beslutninger om inngrep og reguleringer.

Dette danner det beste grunnlaget for å redusere skadene ved inngrep i naturen. Vi har imidlertid en svakt utviklet naturvitenskapelig kultur i Norge, og det er også en uvilje mot å gi ekspertene for mye makt.

Når politikere skal fatte vedtak om anlegg og utbygninger som berører miljøet, skal det skje på grunnlag av faglige rapporter fra konsulenter, tekniske etater og i en del tilfelle også fra forskere.

I tillegg kommer miljøorganisasjonene og ofte også mer lokale pressgrupper.

Det bør være klare skiller mellom det faglige grunnlaget som ligger til grunn og de politiske vurderingene.

Det er problematisk at politikere ofte har sin private oppfatning eller overbevisning når det gjelder de faglige realitetene på områder hvor de ikke har noen kompetanse

Professorutvalg

Etter at NIVA hadde lagt fram sine resultater som avvek noe fra de til A/S Miljøplan, ble det på initiativ fra Titania opprettet et professorutvalg (fra Kungliga Tekniska högskolan og Universitetet i Oslo) med mandat å foreta en samlet vurdering av alt tilgjengelig materiale.

De konkluderte med at deponering i Dyngadjupet var forsvarlig og at rehabilitering av bunndyrelivet i deponiområdet ville skje innen 5-10 år.

Embetsmanngruppen

Presset fra miljøvernorganisasjonene - Natur og Ungdom og nystartede Bellona - var nå så sterkt at embetsmanngruppen innstilte på at deponeringen i sjøen skulle slutte så snart som mulig.

Okkuperte miljøvernministerens kontor

I 1987 okkuperte aktivister fra det nystartede Bellona Sissel Rønbecks kontor og nektet å fjerne seg før hun gikk inn for å deponere avfallet på land.

En rekke fagfolk uttalte seg til fordel for fortsatt deponering i sjøen og pekte på de uheldige konsekvensene av å lagre slammet på land.

Det virket som faglige argumenter veide lite i forhold presset fra miljøorganisasjonene.



Tegning av Steffen Kverneland (2006)



Ideologi framfor ekspertise

Titania-saken er et godt eksempel på at ikke bare miljøorganisasjonene, men også embetsmenn og politikere fatter beslutninger på et ideologisk grunnlag.

Kanskje er tiden nå kommet til beslutninger kan taes mere på faglig grunnlag?

TA 2715 (2010) burde her være et godt startgrunnlag

Status, miljøutfordringer og kunnskapsbehov

Bergverk og avgangsdeponering

TA
2715
2010



Avsluttende kommentarer

Bergverk og gruvedrift medfører store inngrep i naturen og på virker på mange måter miljøet, uavhengig om dette er på land eller i sjø.

Gruvedrift idag hvor det bare taes ut en liten mengde mineralkonsentrat, medfører enorme mengder avgang

Deponering i sjø og på land må vurderes opp mot hverandre

Man har eksisterende fagkunnskap ved universiteter og forskningsinstitutteter => Lytt til den.

Erfaring fra tildeknings (Capping) prosjekter viktige.

Forskningsgap?