



Fra tærekraft til bærekraft  
Tom Heldal, NGU

# Parallelle utviklingstrekk

- Kraftig **industrialisering** i deler av verden: Kina og Brasil, India på vei, Afrika i startgropa. Dette gir sterk vekst i jern, legeringsmetaller og basemetaller.
- **Høyteknologisk revolusjon** – vekst i en rekke spesialmetaller og rene kvaliteter av industrimineraler
- **Grønn energi** – krever flere typer metaller og industrimineraler
- **Nanoteknologi** – usikkert utfall men mineraler blir nok viktig
- **Flere folk – mer utbygging.** Krever mer byggeråstoffer av tilpasset kvalitet

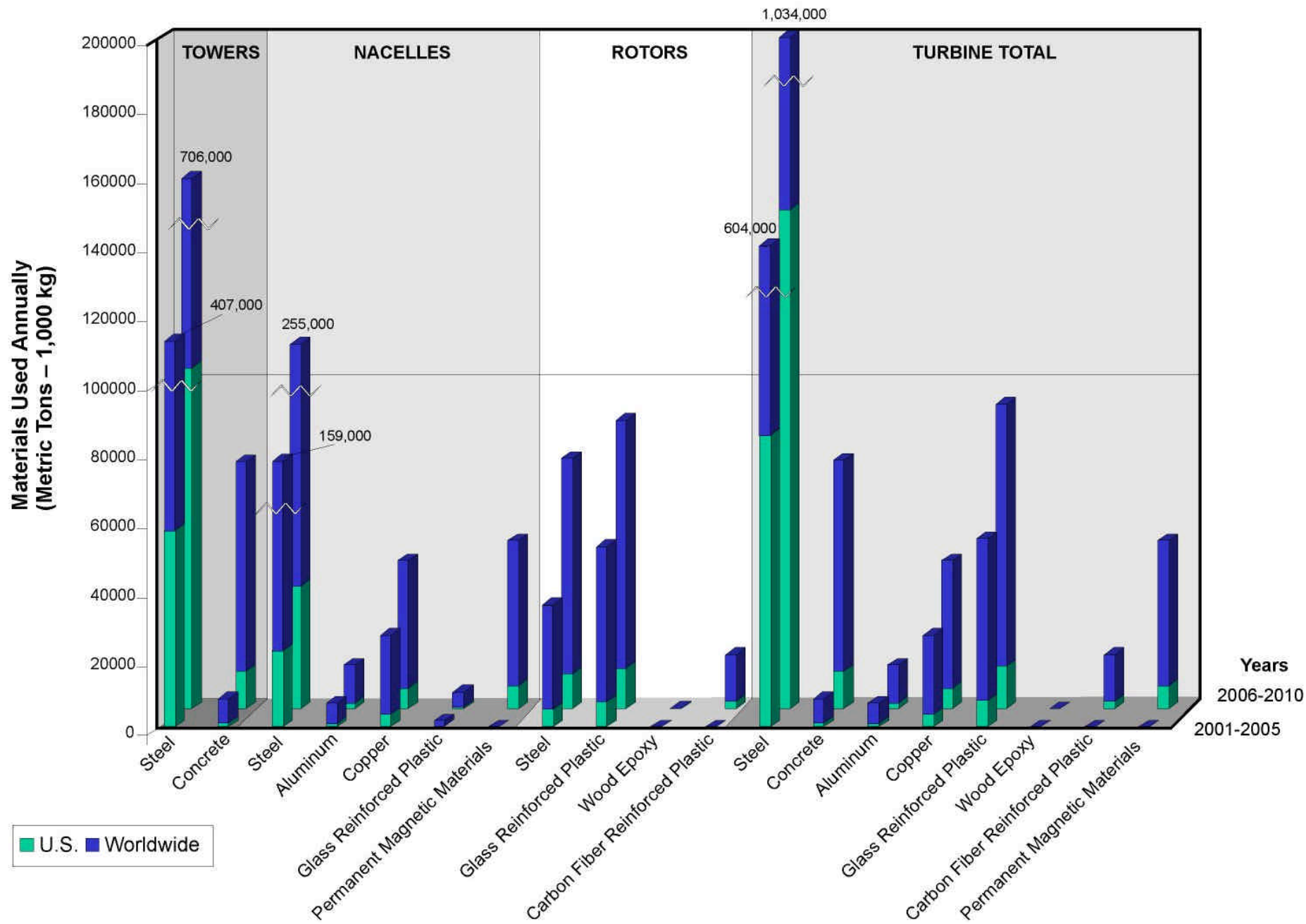




= 160 - 320 tonn med  
metaller,  
byggeråstoffer  
og industrimineraler.  
Levetid 30 år



# Wind Turbine Materials Usage

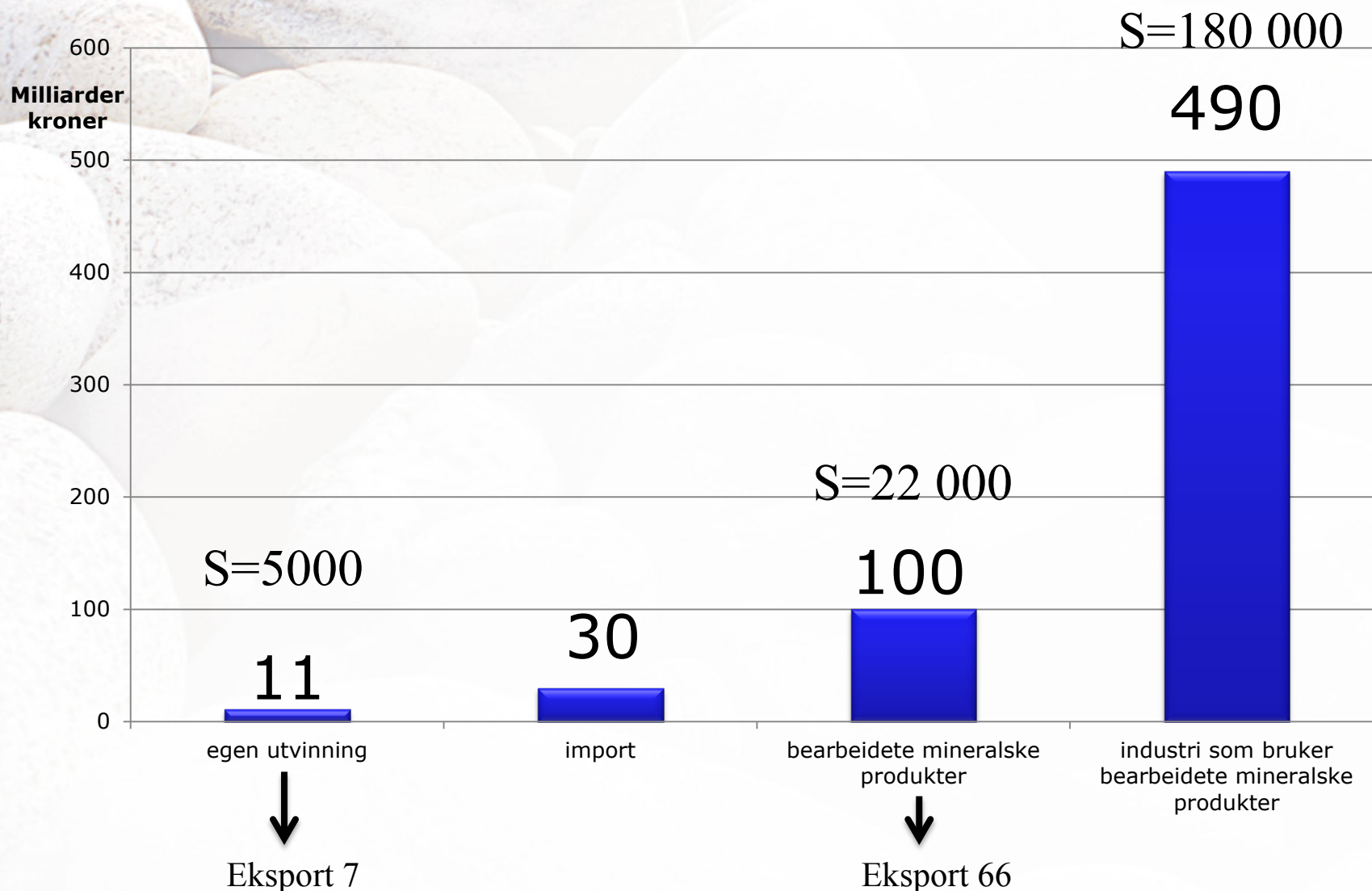




# Så Nussir Asa...

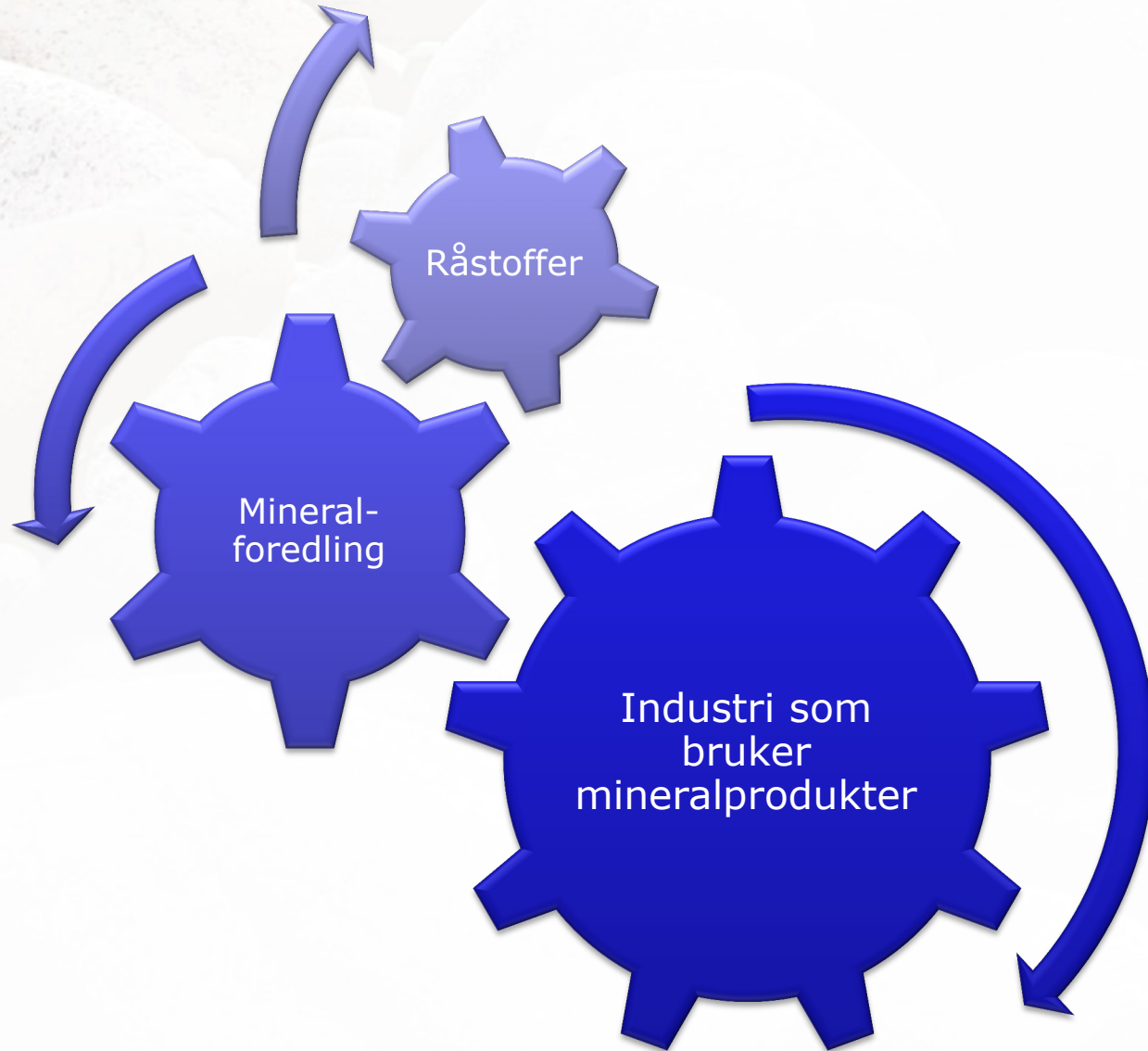
- ...kan klare å produsere nok kobber pr. år til noen måneders produksjon av vindturbiner.





# Nedstrømsmodellen, mineralske råstoffer





# Tankekurs

- Hvis verden skal utvikle seg i den retningen de fleste ønsker (mer velstand for flere mennesker, mer grønn energi, mer høyteknologi) kreves øket utvinning av mineraler
- I tillegg kreves øket gjenvinning av mineraler, men det er en illusjon at dette kan dekke vesentlige deler av forbruket på lang tid
- Spørsmålet er altså ikke OM vi trenger mineralindustri men HVORDAN håndtere en økning





- Monopoler
- Mineralnasjonalisme
- Kinas behov

= risiko for knapphet eller manglende tilgang



# EUs råvareinitiativ

- Sikre tilgang til råstoffer på det internasjonale markedet under samme betingelser som konkurrentene
- Etablere de rette rammebetingelser i EU for å fremme bærekraftig råvaretilgang fra europeiske kilder
- Forebedre effektiv utnyttelse av ressurser og stimulere gjenvinning for å redusere Europas forbruk av primære mineralske råstoffer og avhengighet av import

Merk: stor utlysning i juli



# Så hva er bærekraft?

- Sørge for at det til enhver tid er tilstrekkelig ressurs-reservoarer til fremtidige generasjoner: at vi ikke bruker mer enn det som påvises av nye og gjenvinnbare ressurser
- Tilstrebe minst mulig negativ påvirkning på miljøet
- Utnytte ressursene bedre



# LKAB

- Mål om 30% nedgang i avfall innen 2030
- utnytter apatitt fra tidligere avgang til produksjon av fosfat og REE
- Tilstreber smart mining ("handsfree")
- Strategisk langsiktighet, industri- og samfunnsbygging



# “Urban mining” og substitusjon

- Boliden utvinner 6 tonn gull av elektronisk avfall, ++
- Utfordringer å få ut spesialmetaller





# Dilemma

- Fattigere forekomster enn før (mer  
overskuddsmasser)
- Energiforbruk



# Mer kunnskap om

- Utnyttelse av forekomster
- Få ned energiforbruk
- Nye råstoffer og "lukket" prosesser – multimineralske ressurser
- Naturens egnethet for deponi
- Konsekvenser ved deponering



# Bedre utnyttelse - Tradisjonelt

- Byggeråstoffer
- Industrimineraler
- Sekundære metaller
- Miljømineraler (kalk, steinmel)
- Utbygging

...men det er som regel grenser for behov...



# Smart mineralforedling – og multimineralske forekomster?

- NGU Rapport 2011.038 (Korneliussen): Muligheter for verdiskaping ved CO<sub>2</sub>-basert prosessering av mineralske råvarer: Egnede forekomster i Nordland.

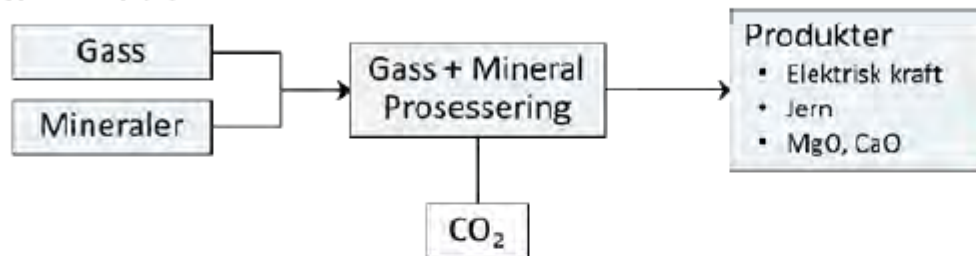
Ved karbonsyrebasert dekomponering av anortositt skjer følgende forenklete kjemiske reaksjon:

- **$\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$  (anortitt) +  $\text{CO}_2$  =  $\text{Al}_2\text{O}_3$  +  $\text{SiO}_2$  +  $\text{CaCO}_3$**

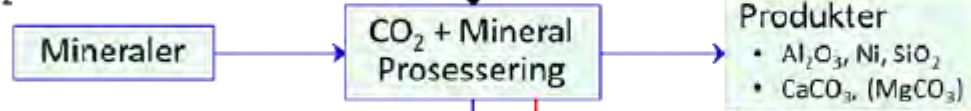


## FLYTSKJEMA FOR INTEGRERT GASS- OG CO<sub>2</sub>-BASERT PROSESSERING AV MINERALSKE RÅVARER

### A. Gass + Mineraler

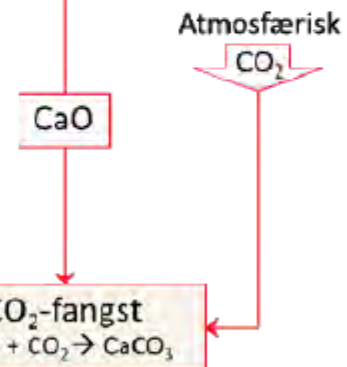


### B. CO<sub>2</sub> + Mineraler



### C. CO<sub>2</sub>-balanse

Oppnå CO<sub>2</sub>-balanse ved  
CaO-basert CO<sub>2</sub>-fangst



### D. Deponering

DEPONERING av CO<sub>2</sub>-holdig mineralogisk materiale (karbonat)  
og alt annet mineralogisk materiale som ikke kan selges

Fig. 6: Kombinert gass-mineral og CO<sub>2</sub>-mineral flytskjema.



- *project SiMM-CCities* (Sustainable and Innovative Material **Management** for Construction in Cities)





...men avfall blir det lell...



# Vi trenger vite mer om

- Hvor det er best å deponere
- Direkte og indirekte konsekvenser av deponering

**= sjø: kunnskap om geologiske bunnforhold i og omkring deponeringsområder**



## **Kartleggingsmetoder**

**Ekkolodd**

**Multistråleekkolodd**

**Sonar**

**Seismikk**

**Prøvetaking**

**Fotografering/filming**

**Sedimentanalyser**

**Kjerne logging**



# Eksempler

## **Vanddyp (Batymetri)**

**Bunnreflektivitet (backscatter)** om bunnen er fast eller myk, finkornet eller grovkornet, porøs eller tett: viser sammen med endringer i vanddyp hvor avgangen faktisk sedimenteres

**Bunnsedimenter (kornstørrelse)** Forteller blant annet hvor det er avsetning, erosjon og bunnstrømmer, og vil gi en god indikasjon på hvordan deponert avgang vil oppføre seg

**Bunnsedimenter (dannelse/kvartærgeologi)** benyttes til å tolke hvilken type sedimenter som finnes under havbunnen, og hvordan de er avsatt - vurdering av stabilitet og rasfare





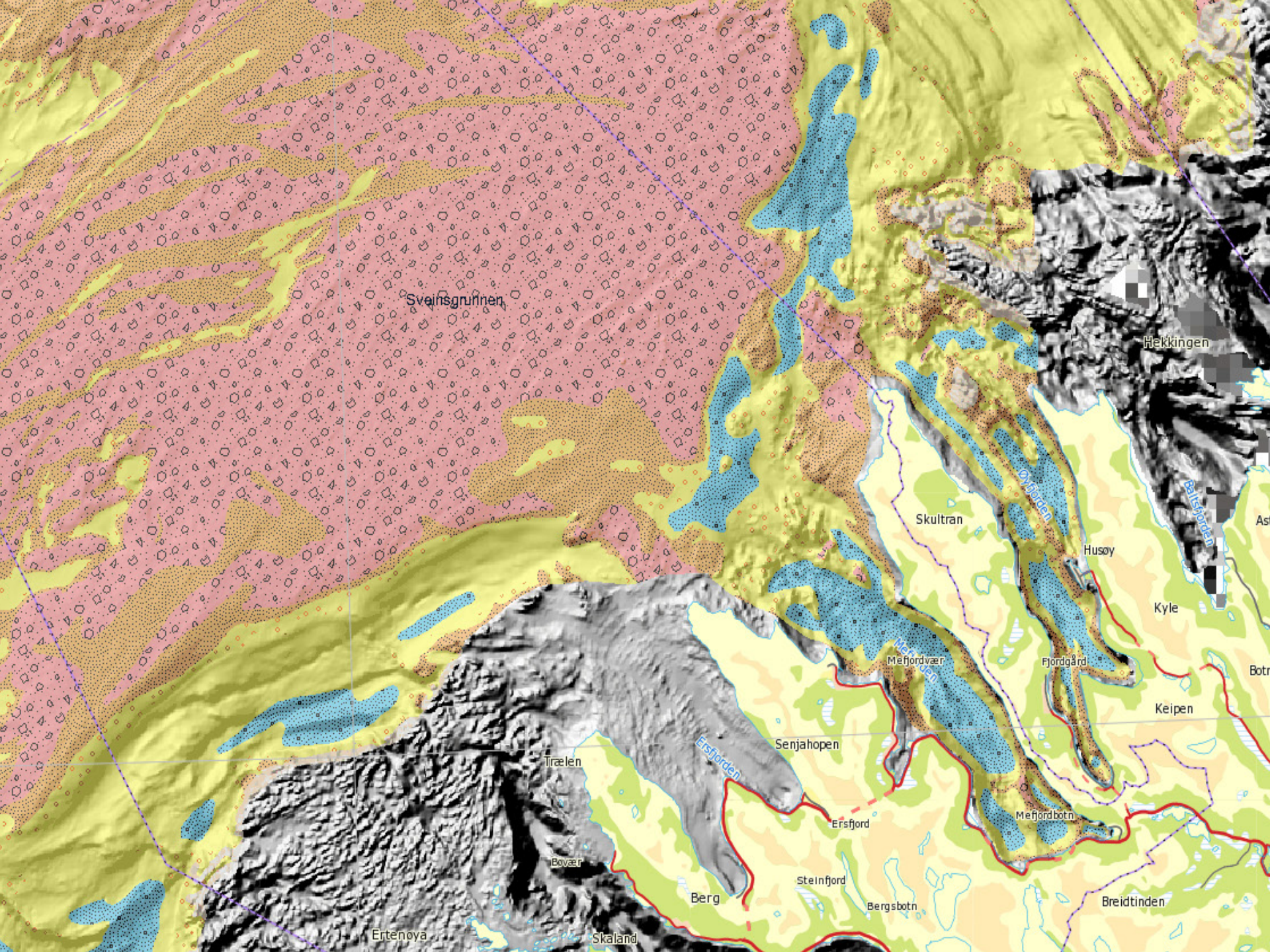
**Gass i sedimentene og pockmark** Forekomst av grunn gass og pockmark tyder på oppstrømmende væske/grunn gass fra lag under havbunnen: kan føre til gjennomstrømming i deponiet, utvasking fra avgangen og ustabile grunnforhold.

**Skred, setninger og forkastninger** Det vil være viktig å utføre en risikoanalyse hvordan skred kan påvirke et deponi og evt. Utløses av deponering

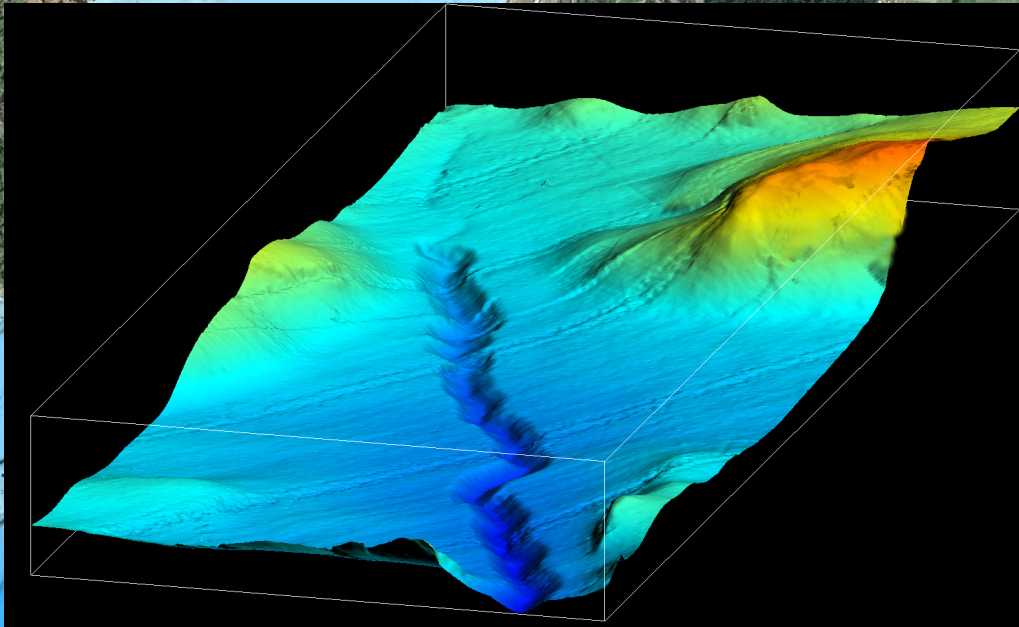
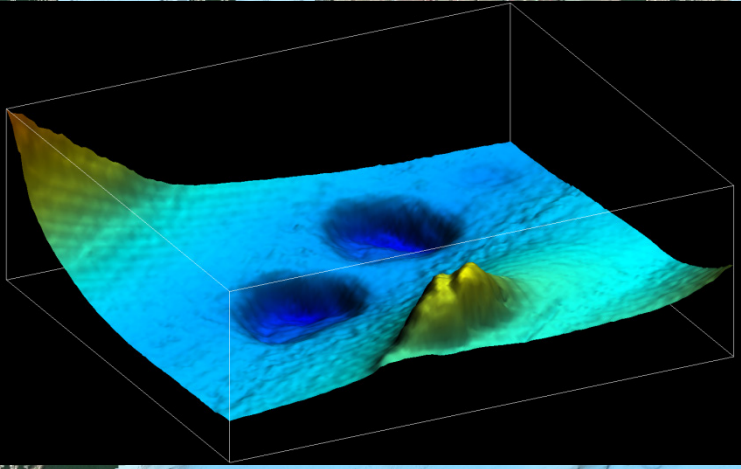
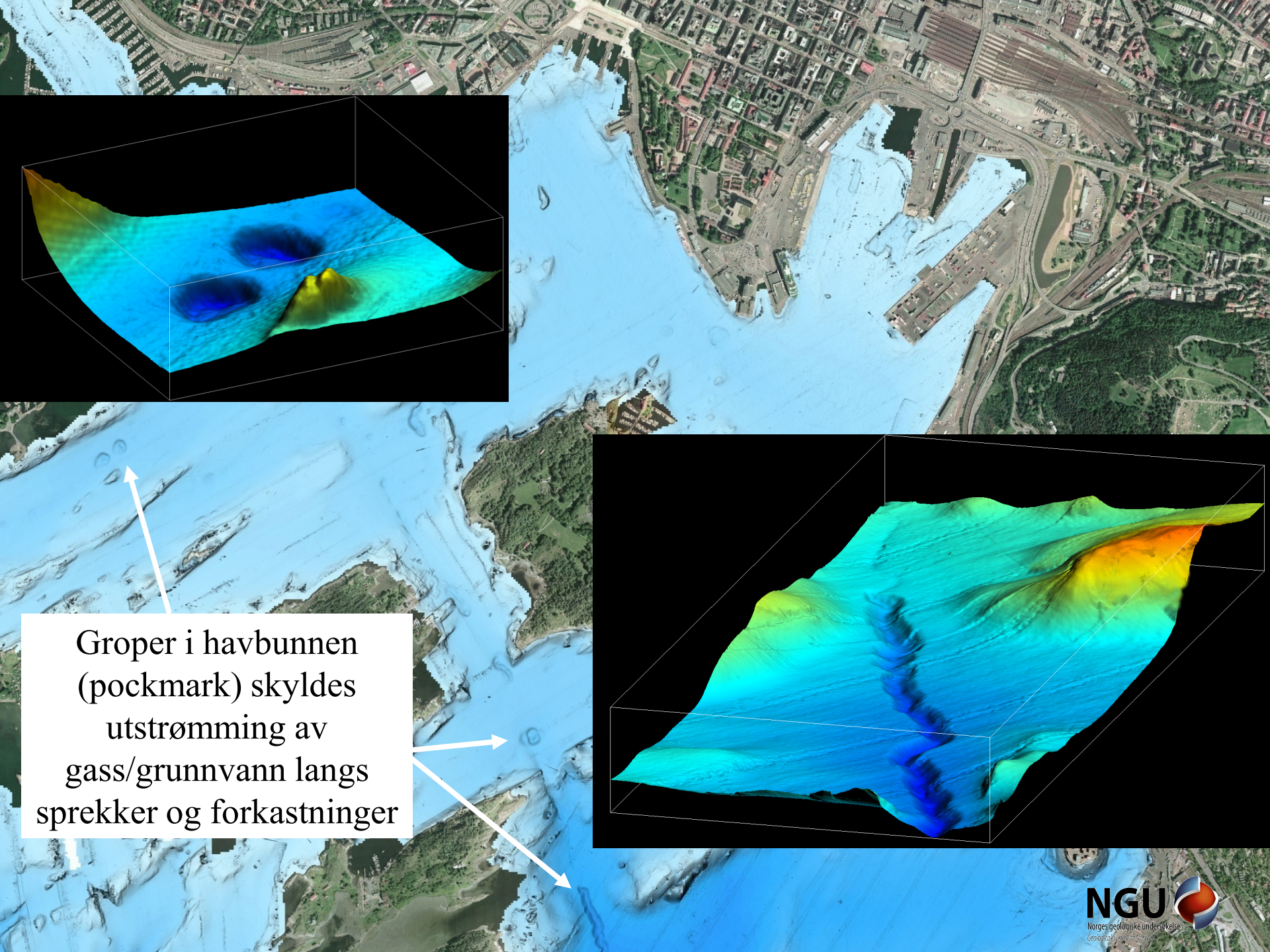
**Fysiske og geotekniske parametre** kalkulere innsynking av havbunnen og utstrømming av porevann fra havbunnen som følge av deponering











Groper i havbunnen  
(pockmark) skyldes  
utstrømming av  
gass/grunnvann langs  
sprekker og forkastninger



**Løsmassedannelse**

- Marin suspensjonsavsetning
- Marin bunnstrømvsetning/ bunnerosjon
- Fjell
- Skredområde
- Pockmark
- Antropogent materiale



0 100 200 400 600 800  
m



**Israndavsetninger  
kartlagt som naturtype  
i prosjektet Marint  
biologisk mangfold.**

