

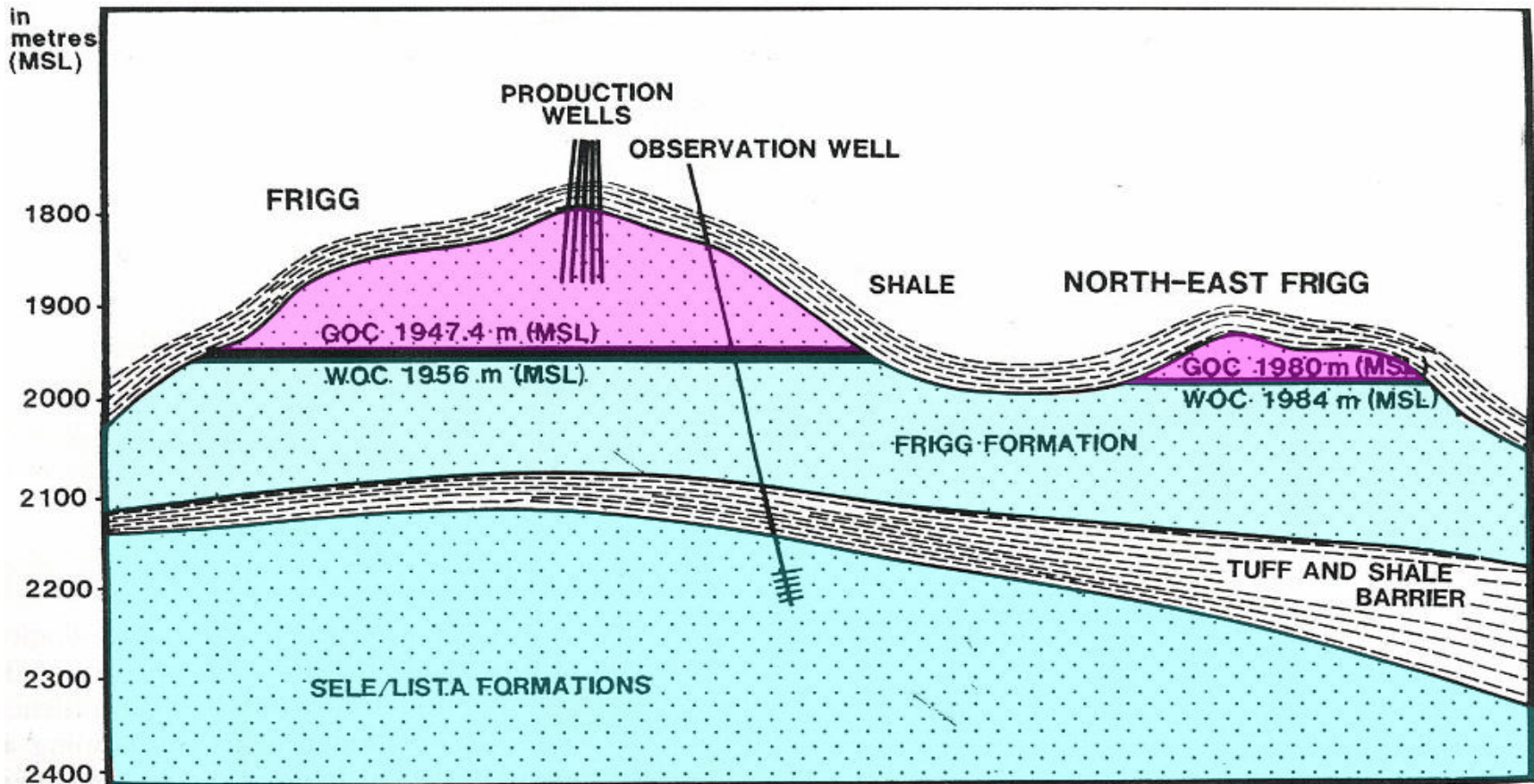
Når kommer egentlig CO₂-håndteringen? Sikkerheten ved CO₂-lagring

Erik Lindeberg

Sjefsforsker ved Avdeling for seismikk og reservoarteknologi
SINTEF Petroleumsforskning

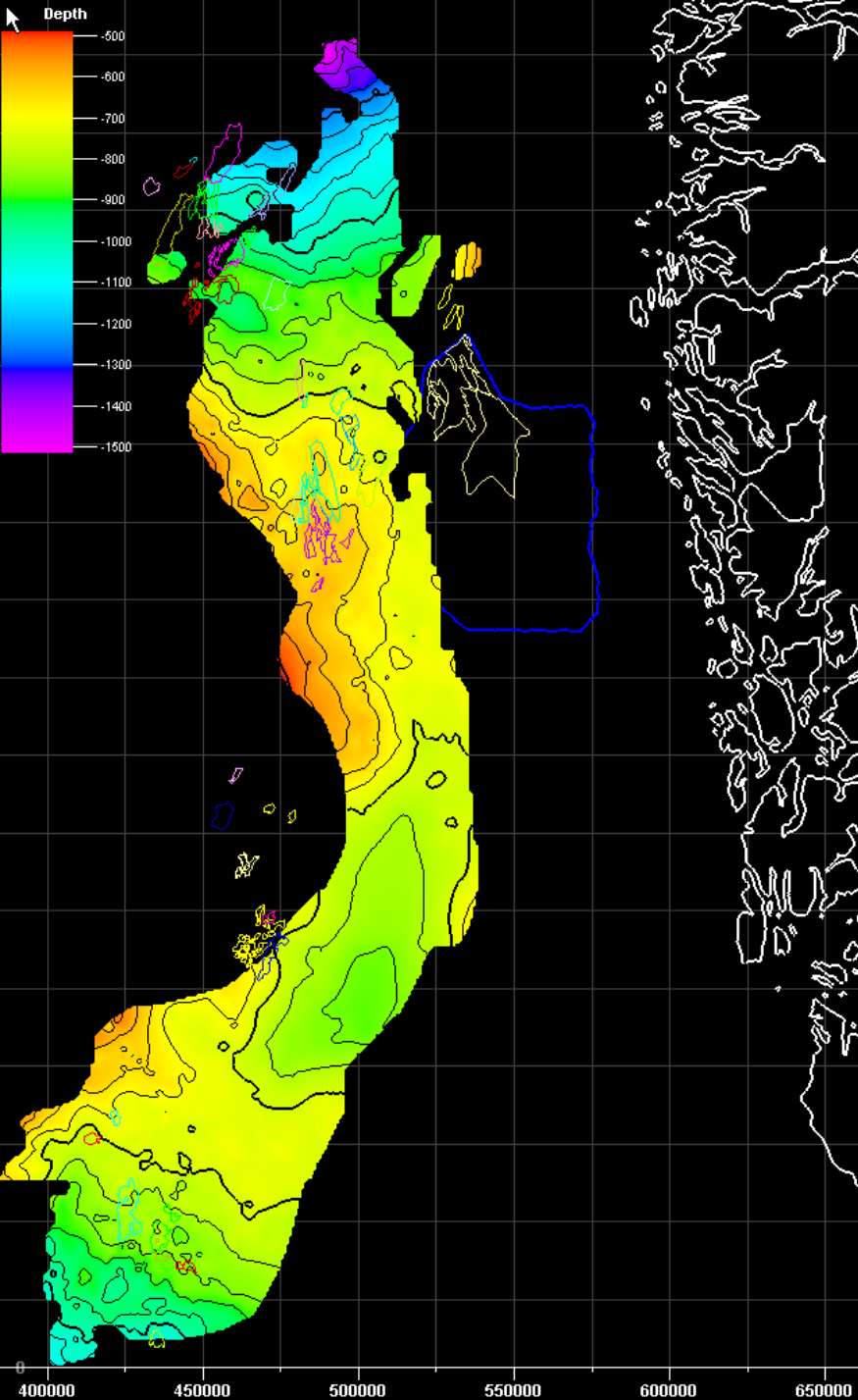
Oslo 27. april 2010

Undergrunnslagring av CO₂ baserer seg på å etterlikne de naturlige prosesser som har lagret olje og gass i millioner av år



Suksessen for ethvert CCS-prosjekt er avhengig av at CO₂-lagringen lykkes med hensyn til:

- at CO₂ forblir i undergrunnen i gjennomsnittlig 5000 år
- at den forseglende bergart ikke skades
- at konflikter med andre interesser minimaliseres
- at publikum godtar CO₂-lagring som en storskalaløsning på klimaproblemet
- **at det er mulig å overvåke CO₂en i undergrunnen**
 - for å verifisere at CO₂ oppfører seg i overensstemmelse med de kravene som stilles (i for eksempel EUs direktiv for CO₂-lagring)
 - slik at dersom en oppdager betydelige avvik kan de nødvendige korreksjonstiltak sette inn så fort at en unngår at CO₂ slipper ut i atmosfæren

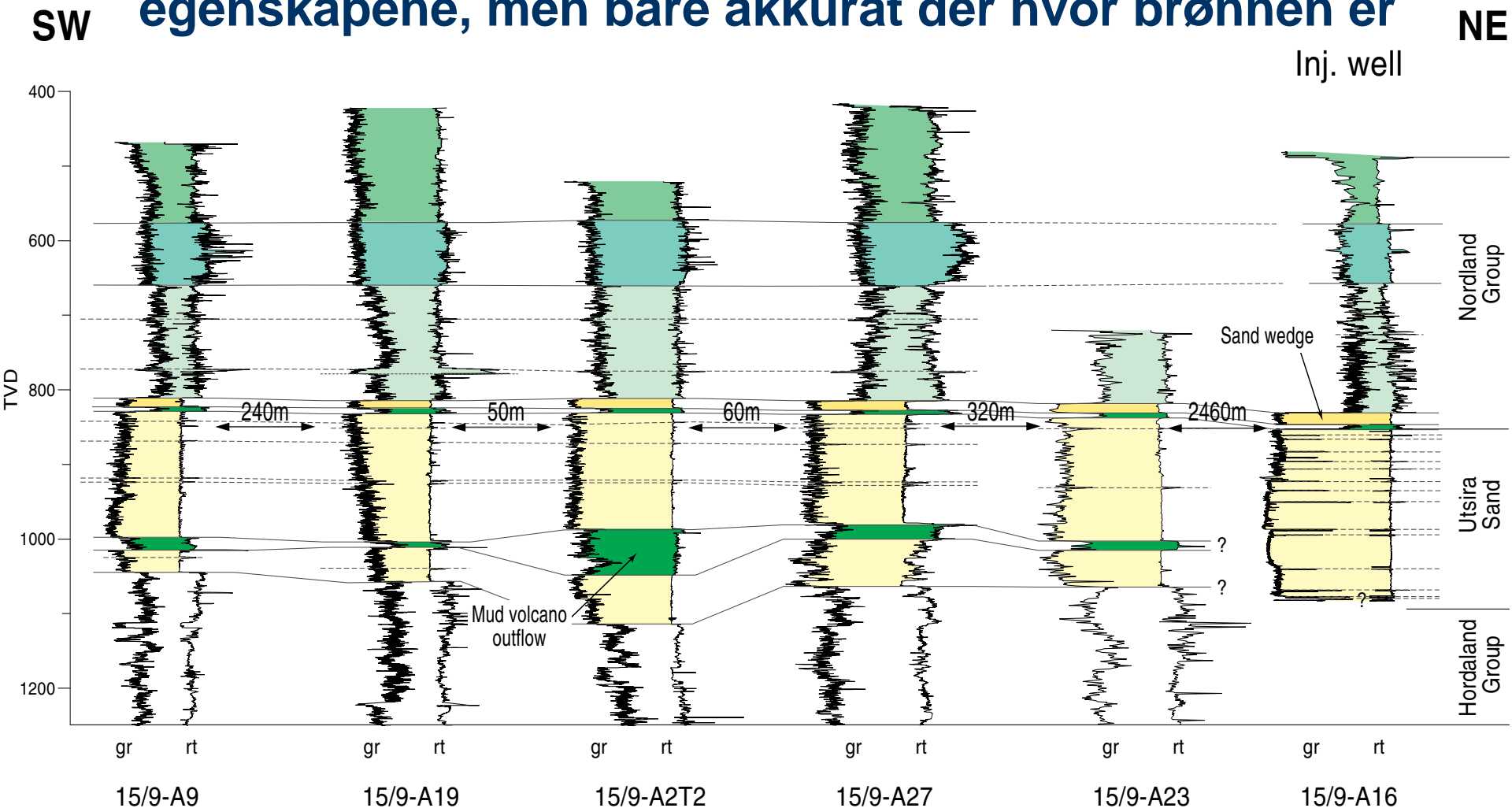


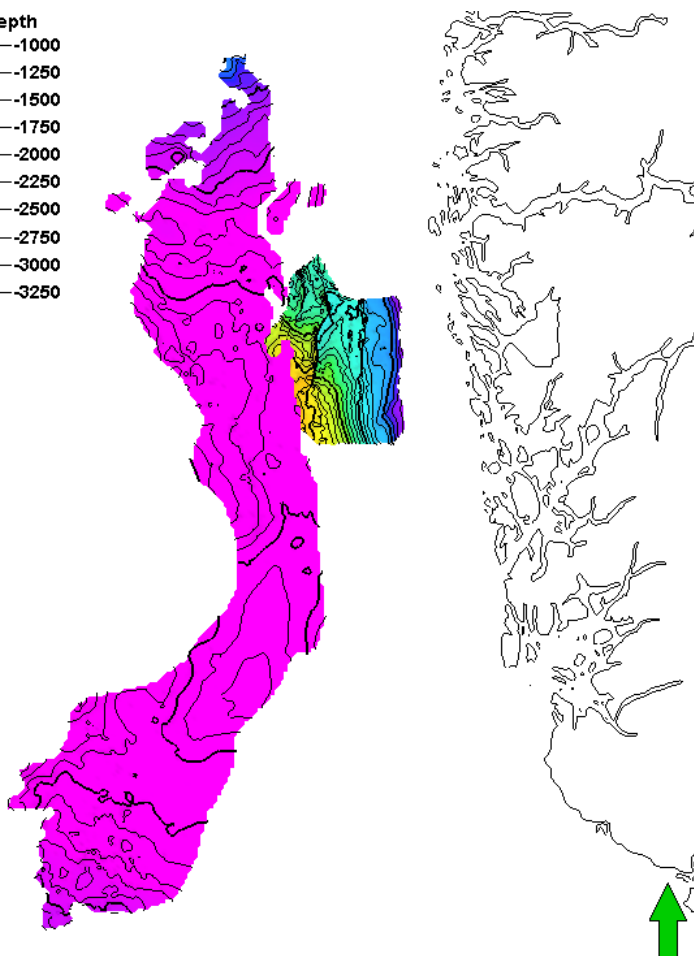
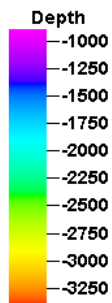
Eksempel: Utsira-akviferen

- Utsira-formasjonen dekker et areal på ca 25 000 km² og er dekket av et skiferlag på mellom 100 og 200 m som utgjør forseglingen. Denne formasjonen representerer et potensielt lager på mange milliarder tonn CO₂.
- Det er imidlertid vanskelig å nøyaktig forutsi hvor tett forseglingen i hele dette området basert på seismiske undersøkelsene og letebrønnene i området

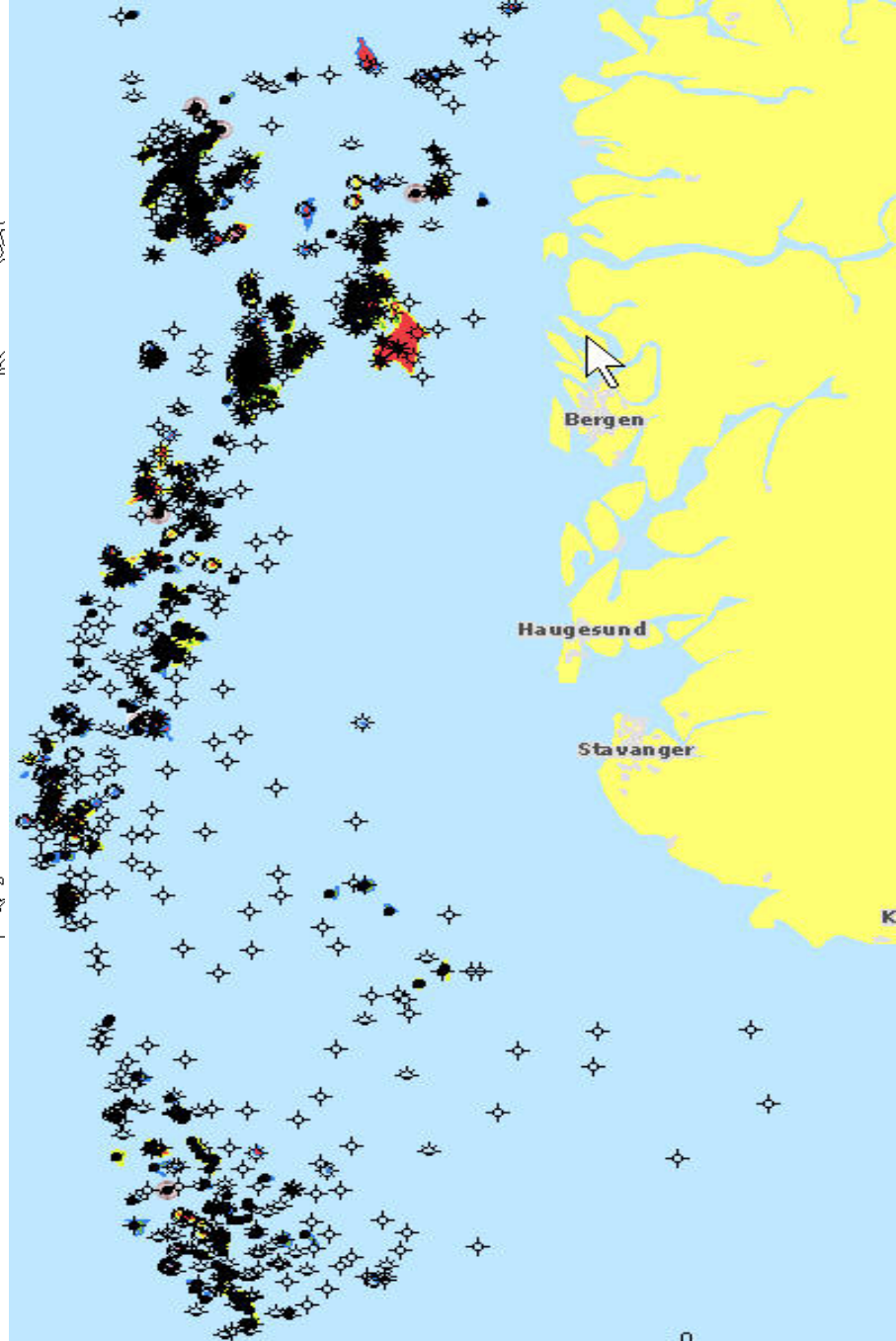
Brønner gjennom Utsira-formasjonen i Sleipnerområdet

Disse gir oss nøyaktig informasjon om de geologiske egenskapene, men bare akkurat der hvor brønnen er

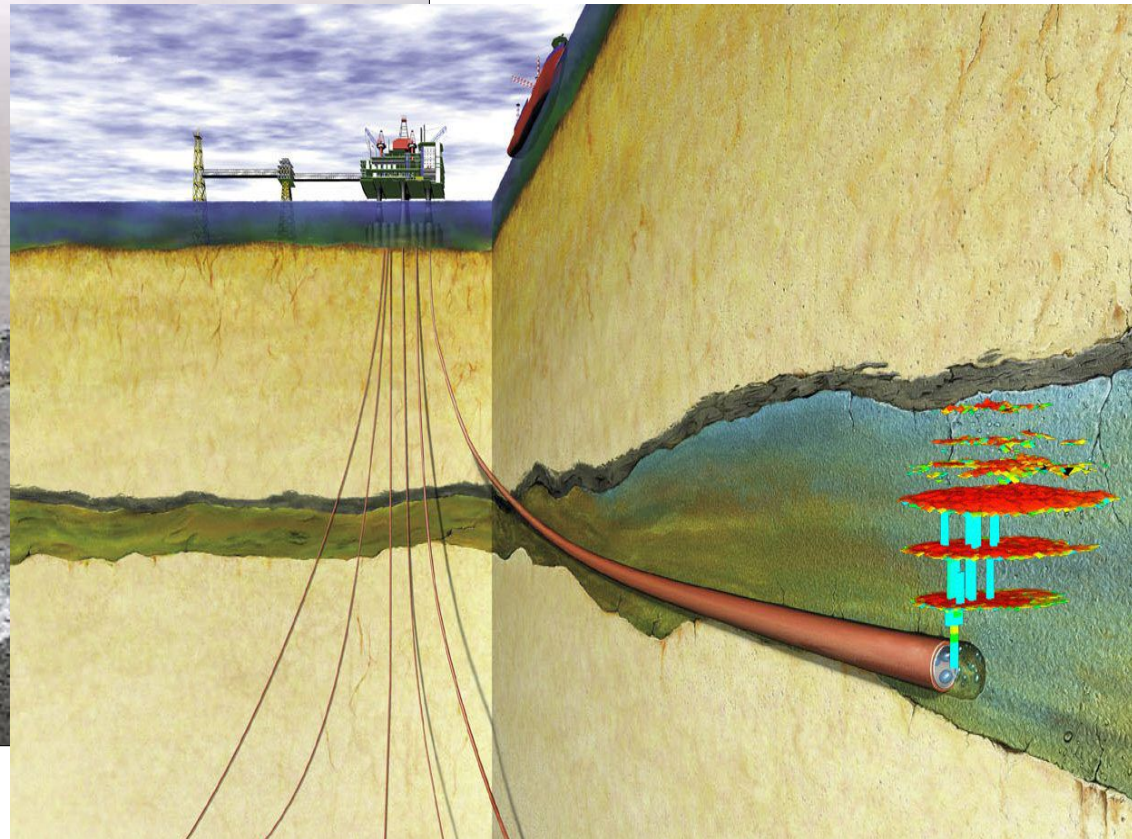




Mange brønner går igjennom formasjonen, men dette gir oss bare nålestikksinformasjon i den store flaten

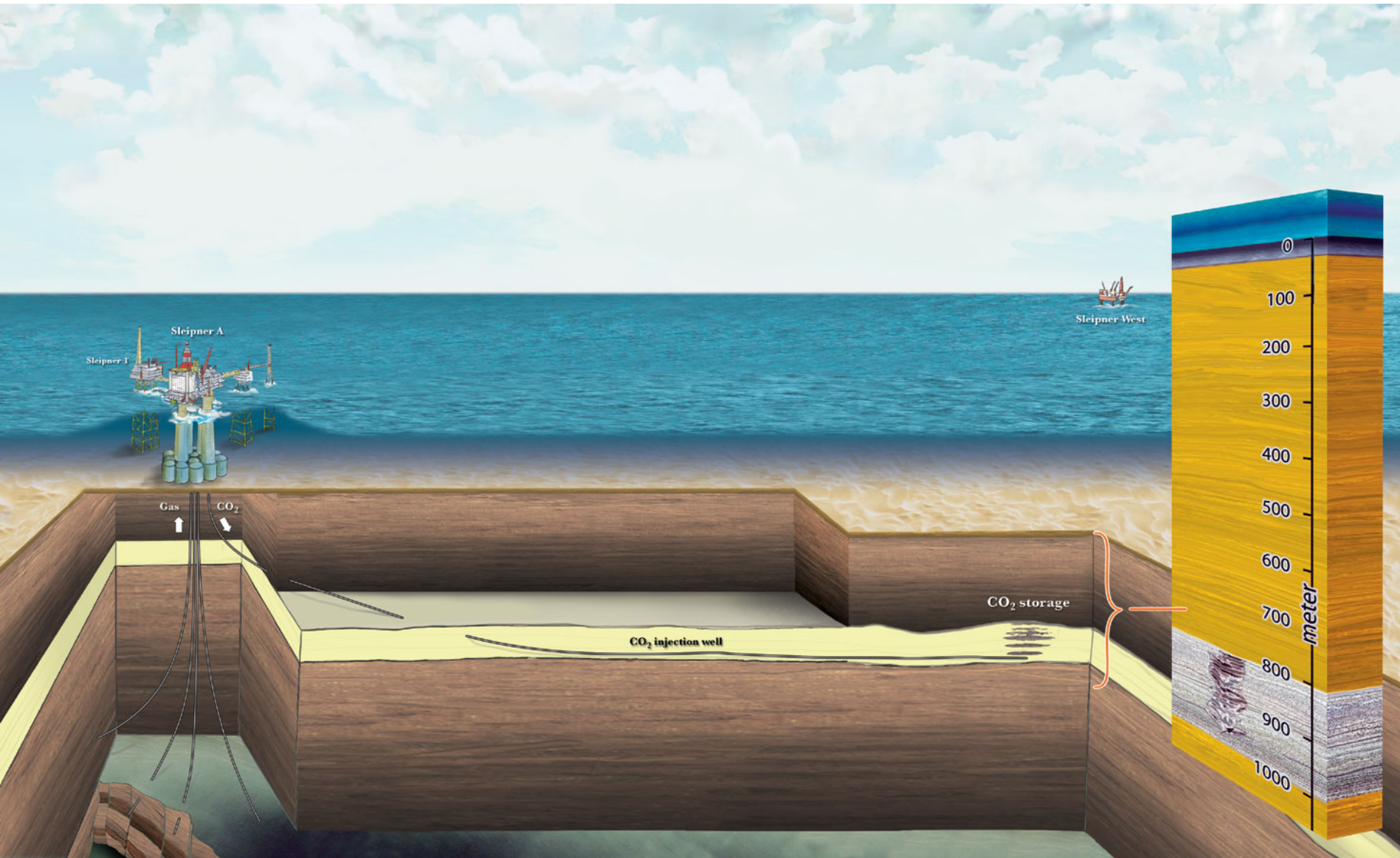


Sleipner begynte CO₂-injeksjon i 1996 12 millioner tonn CO₂ injisert



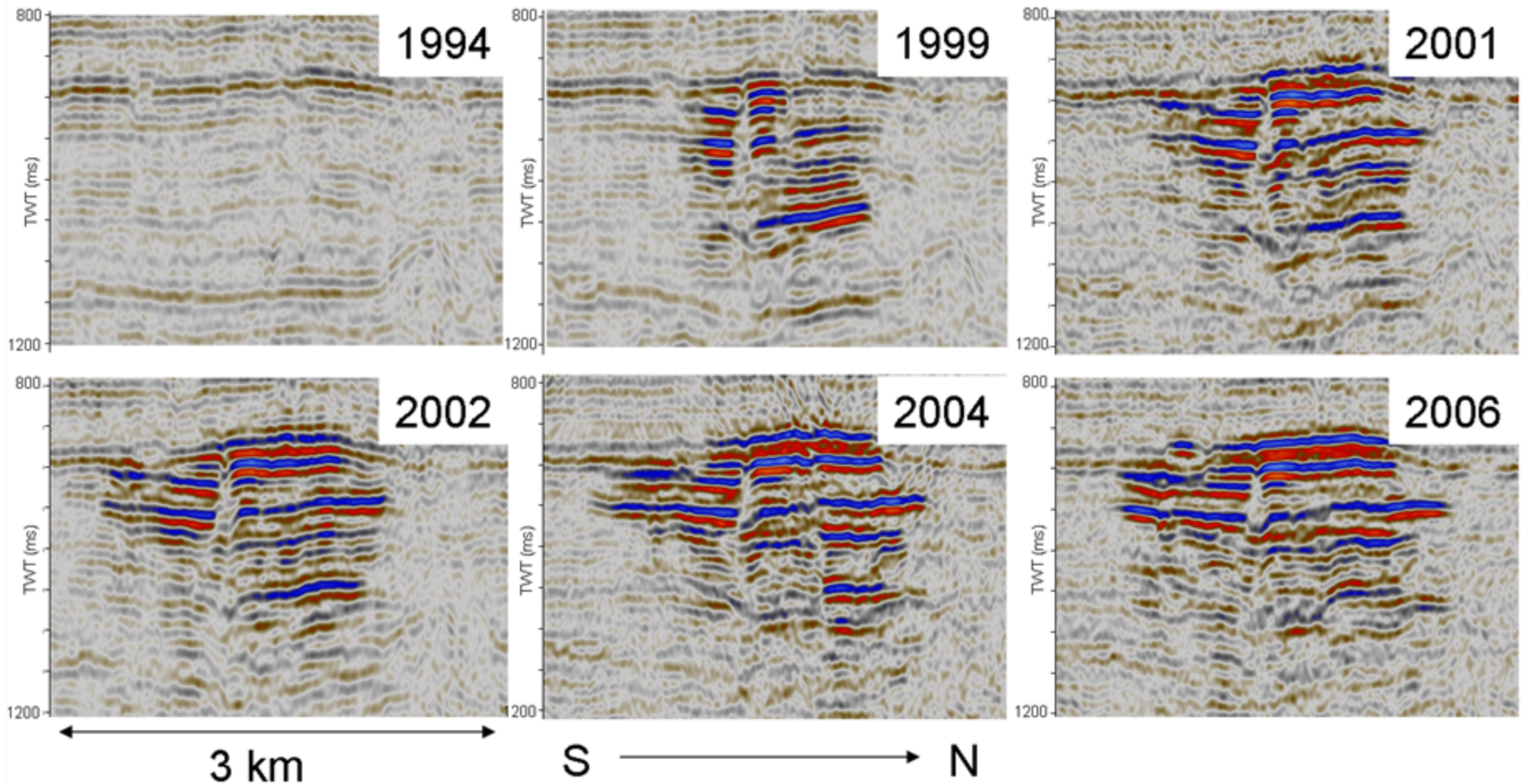
1 mill. tonn CO₂ per år separeres og injiseres
i en saltvannsakvifer på 800 -1000 m dyp

CO₂-injeksjonen på Sleipner

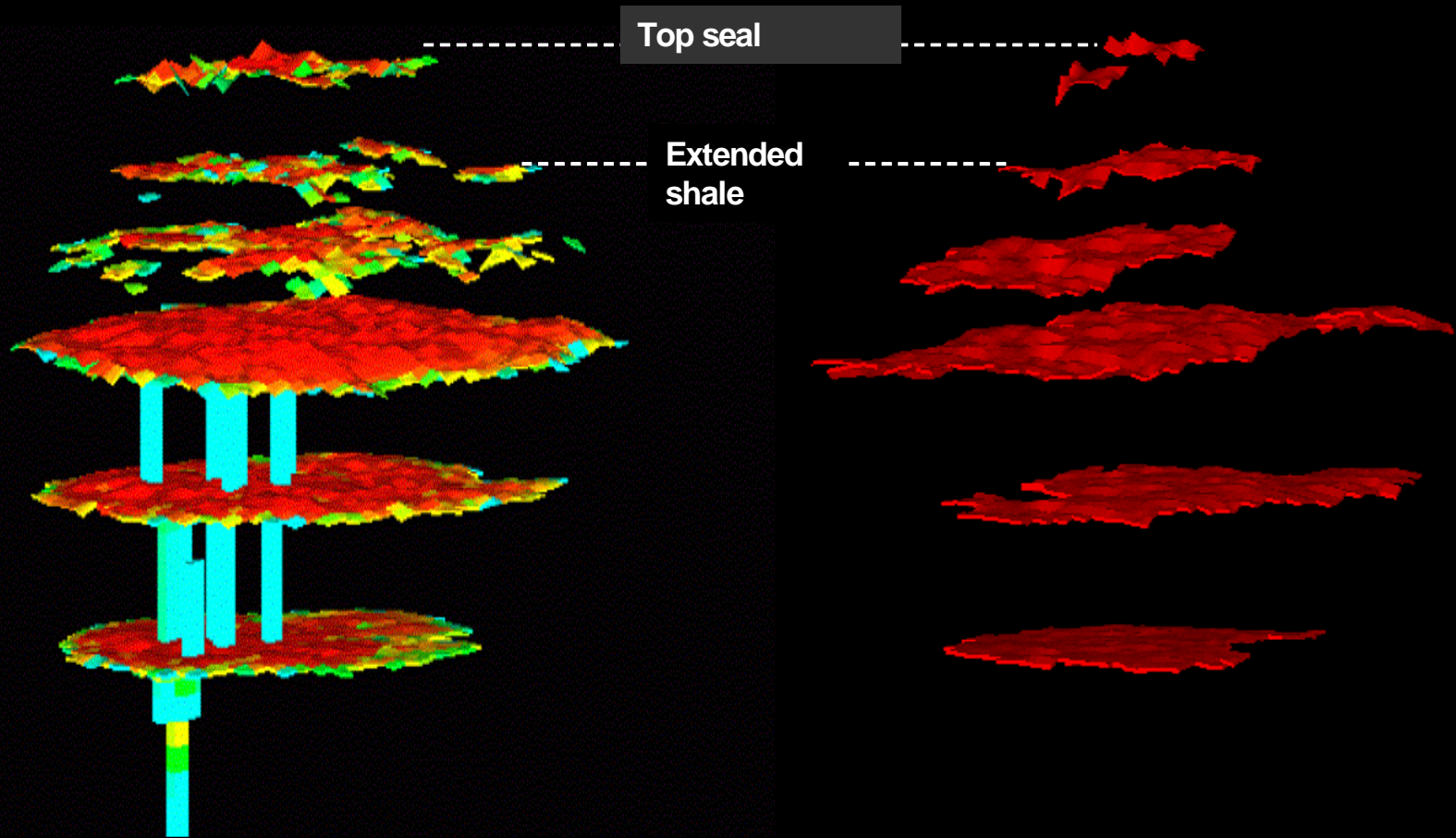


CO₂-injeksjonen på Sleipner overvåkes regelmessig ved hjelp av geofysiske metoder

her: seimiske profiler viser utbredelsen av den injiserte CO₂



September 1999, 3 år med injeksjon



Simulert utbredelse av CO₂

Seismisk bilde

Hvor nøyaktig er overvåkingen i undergrunnen?

- Det er avgjørende
 - å kunne oppdage små avvik som kan gi lekkasje så tidlig som mulig
 - slik at dersom avvikene er kritiske, kan de nødvendige korreksjonstiltak settes inn så tidlig at en unngår at CO₂ slipper ut i atmosfæren
- **Dette er grunnsteinen for sikkerheten i lagring**
- Spørsmålet om hvor nøyaktige og følsomme metodene er kjernen i de feltstudiene som foregår på lekkasjelaboratoriet på Hurum

En gangbarhetsstudie har blitt gjennomført for å finne et egnet felt helt på land i Norge

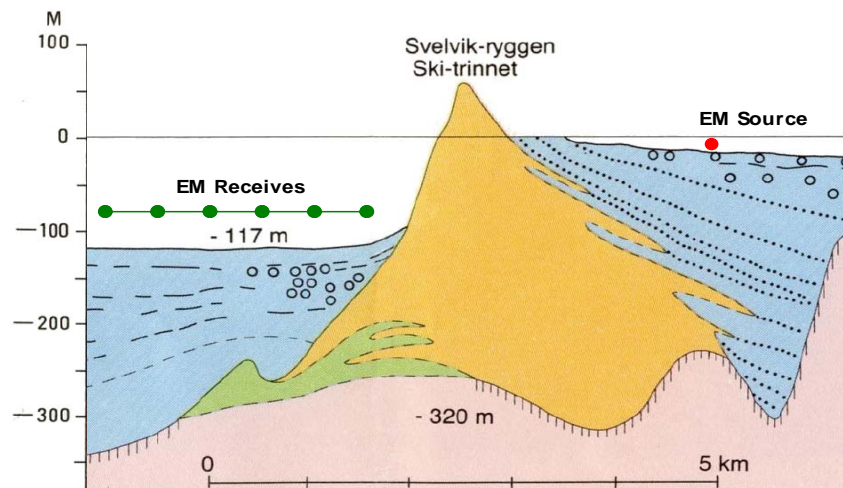
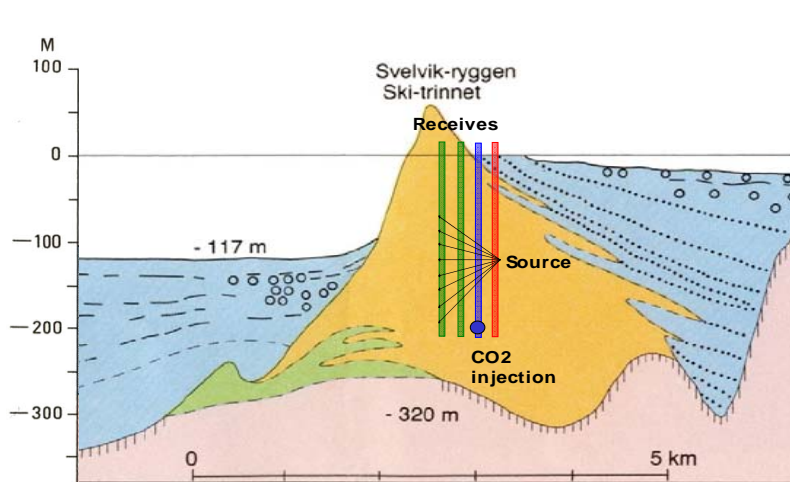


Svelvikåsen på Klokkestua på Hurum ble valgt



Studie av hvor gode overvåkingsmetodene er til å oppdage lekkasje

- I første fase vil det gjøres grundige geologiske undersøkelser for å få bekreftet av sanden faktisk egner seg for forsøkene
- I andre fase vil det injiseres ca 200 tonn CO₂ som vil studeres mens den beveger seg i undergrunnen
- Dyp overvåking
 - Seismikk, elektriske/elektromagnetiske metoder, gravitet, ned-i-brønnstudier av væsker og gasser, temperatur, trykk.
- Overvåking på overflaten
 - Økosystemene, atmosfæren, sjøvann, geokjemi, grunnvass

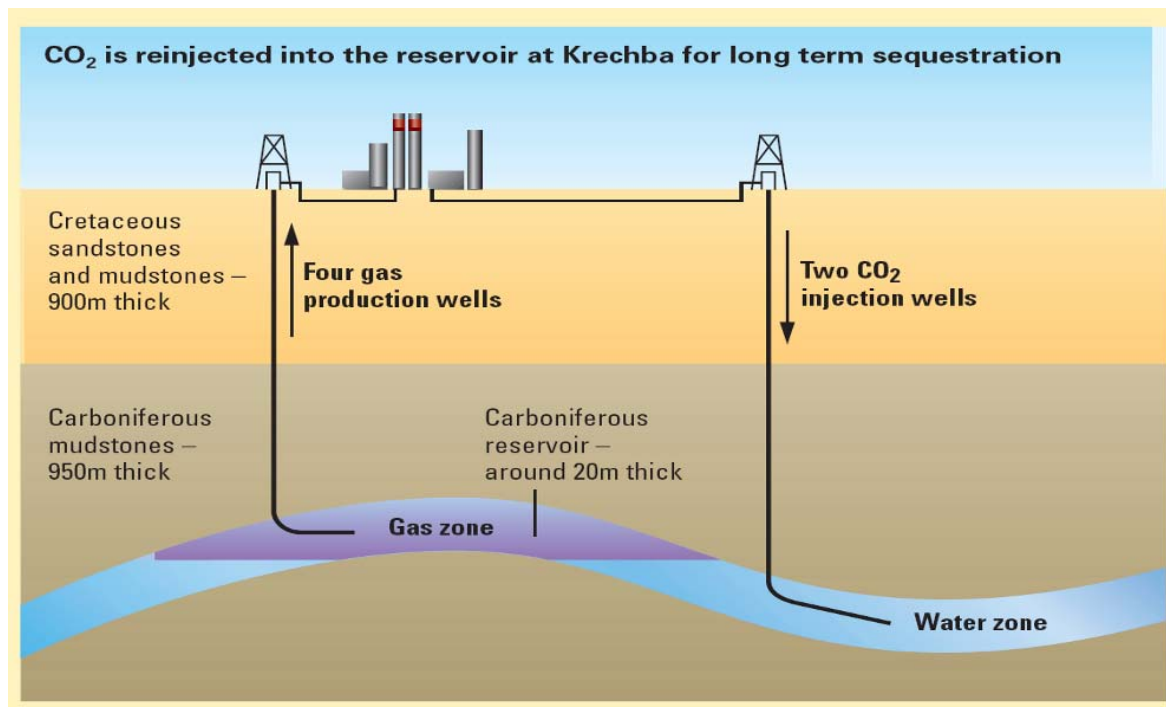


Når kommer egentlig CO₂-lagringen?

Det foregår allerede CO₂-lagring i industriell skala hvor norsk industri deltar: totalt ca 3 Mtonn/år

- Sleipnerfeltet i Nordsjøen hvor Statoil er operatør
 - 1 million tonn CO₂ injiseres per år
- Snøhvitfeltet i Norskehavet hvor Statoil er operatør
 - 0.8 million tonn CO₂ injiseres per år
- In Salah (Krechba) gassfelt Algerie hvor Statoil er partner
 - 1.2 million tonn CO₂ injiseres per år

In Salah gassfelt, Algerie

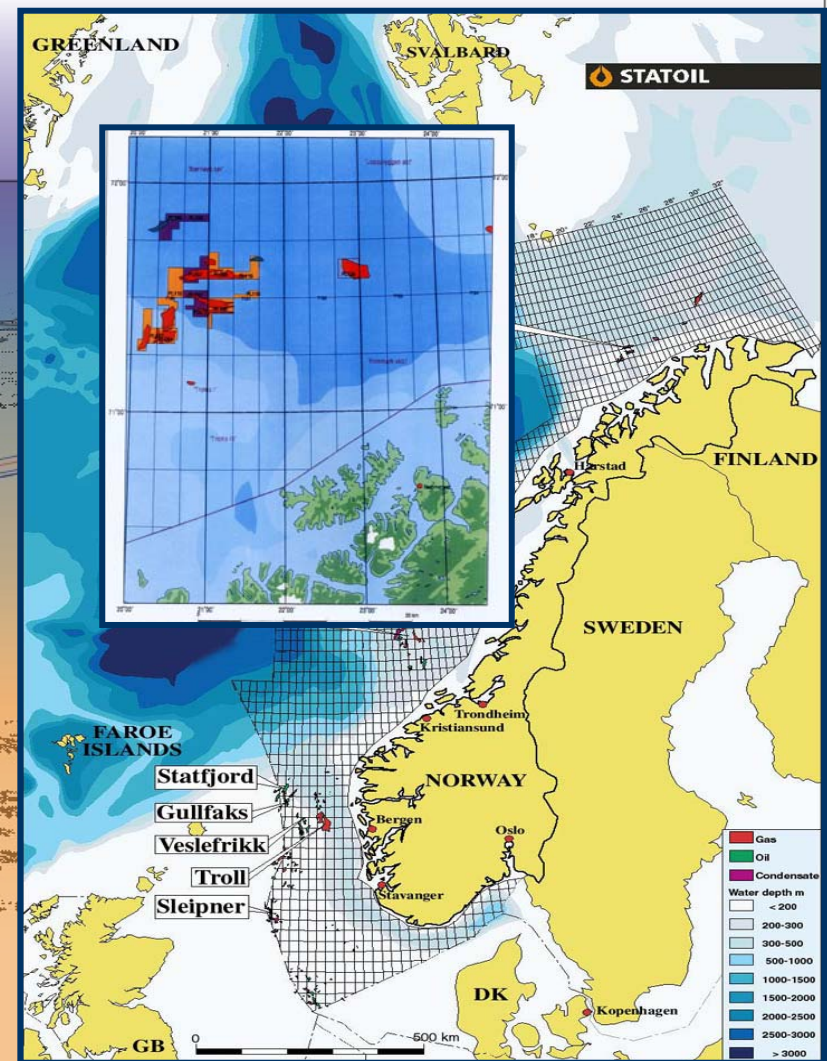
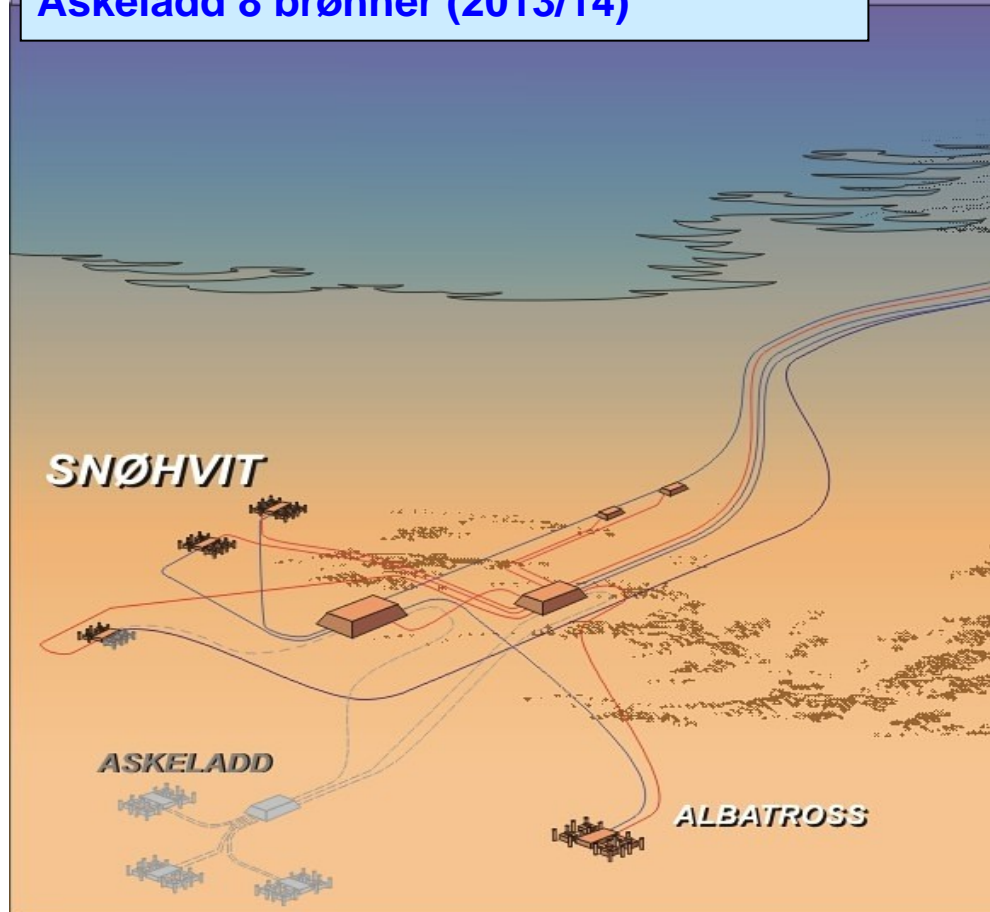


Snøhvit – en havbunnsløsning

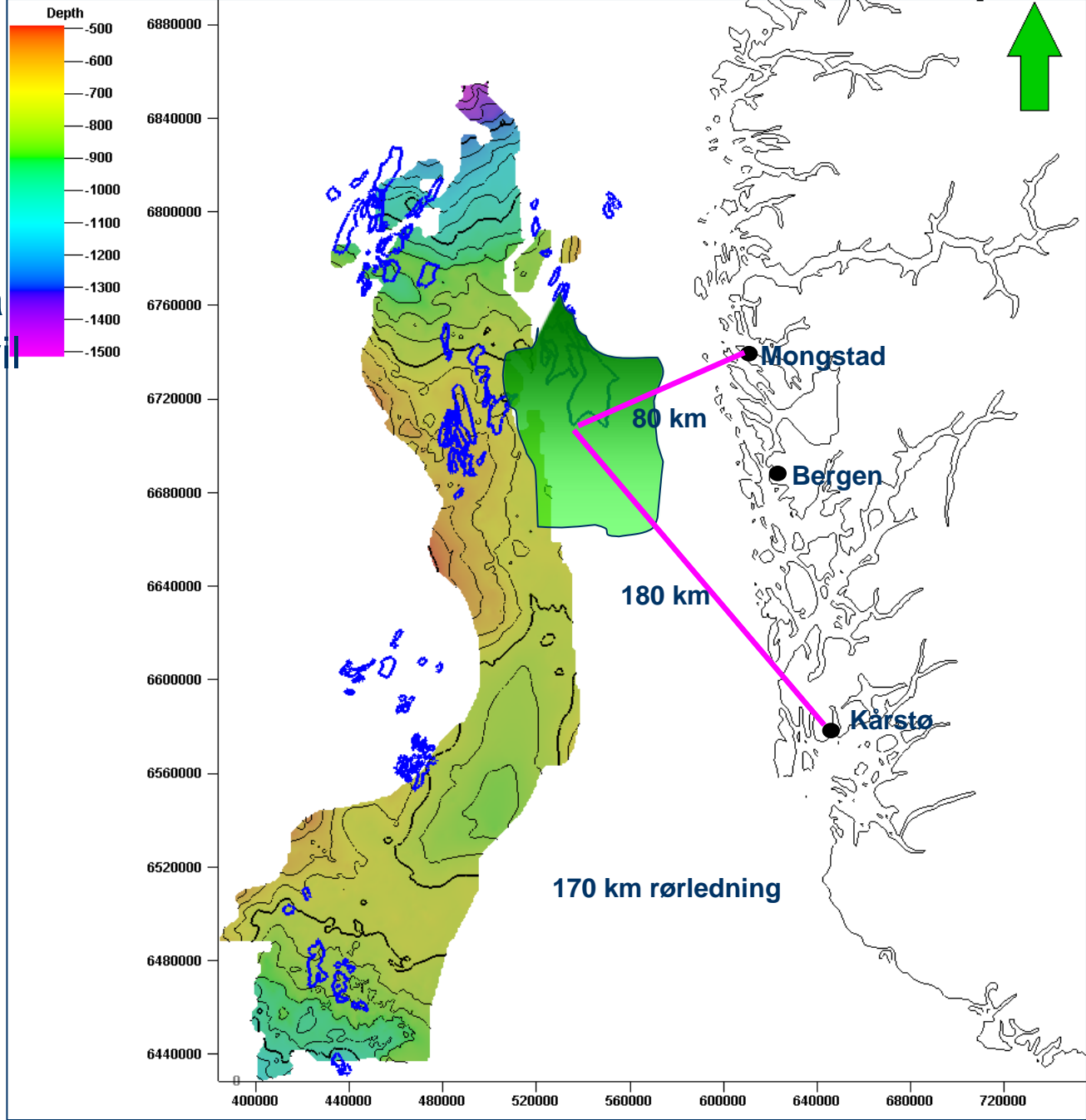
Snøhvit 8 gassbrønner + 1 CO₂-injektor

Albatross 4 brønner

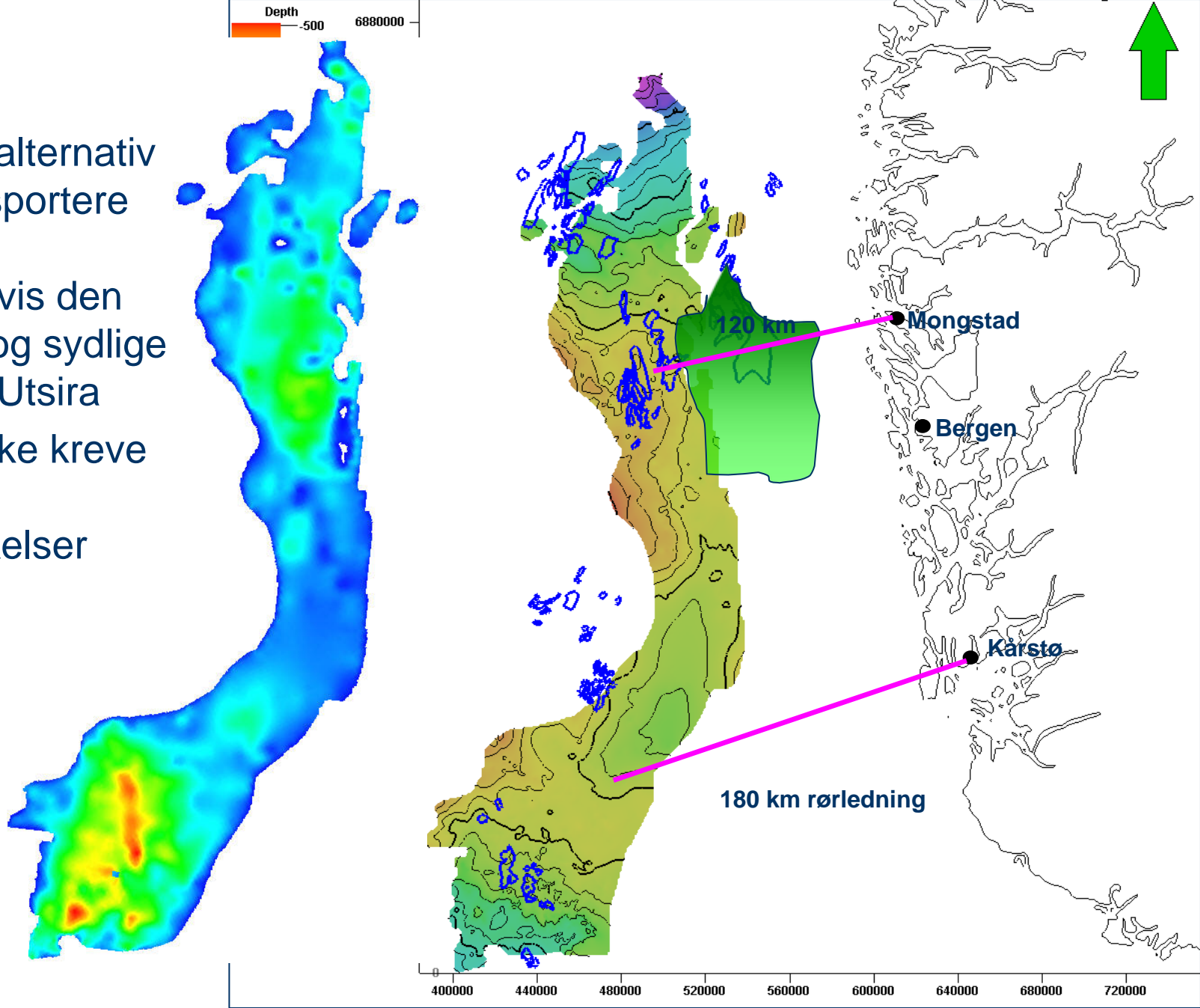
Askeladd 8 brønner (2013/14)



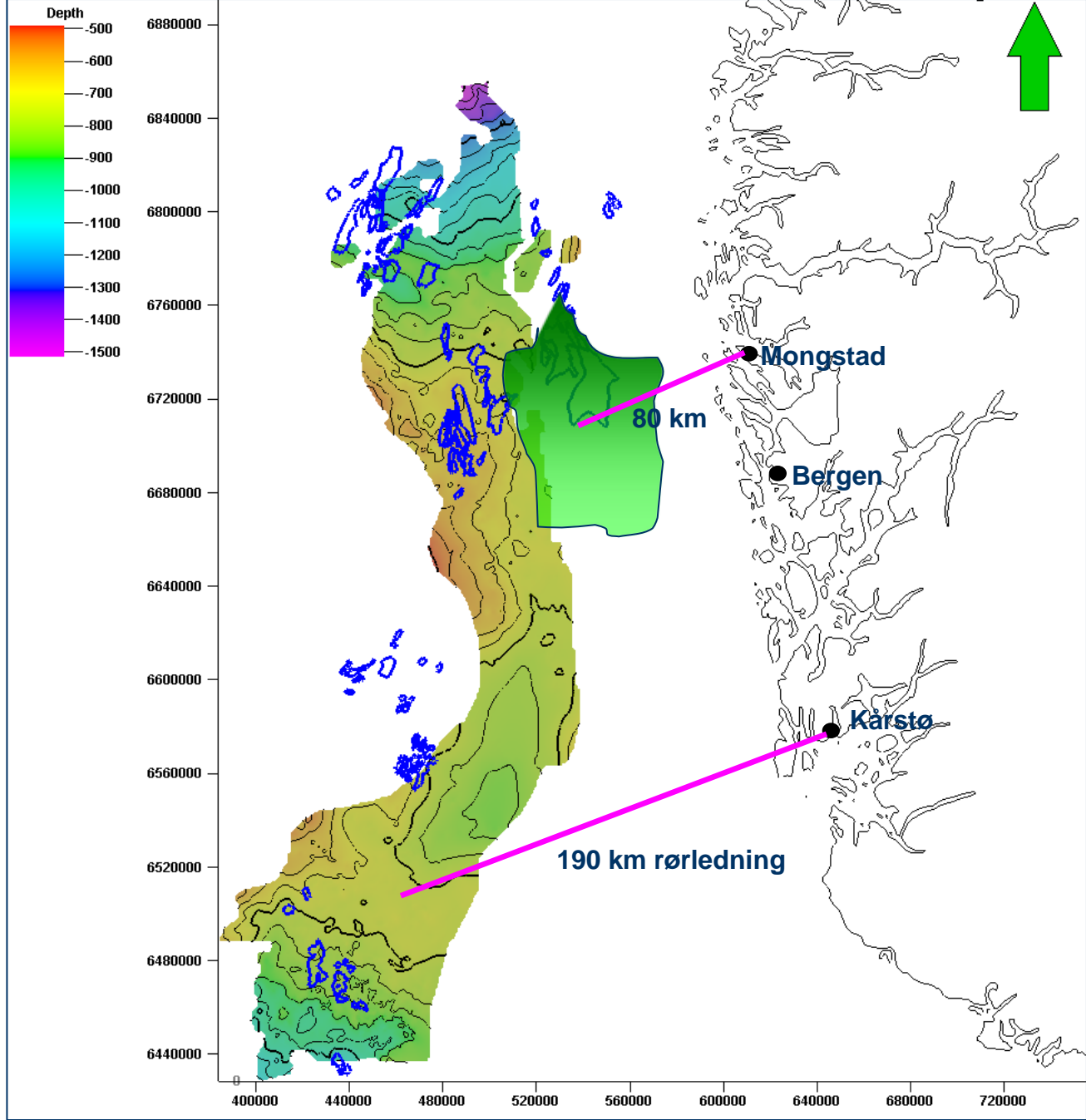
- Et alternativ for de norske prosjektene på Mongstad og Kårstø vil er å benytte Johansenformasjon utenfor Bergen
- Ytterligere undersøkelser må imidlertid foretas



- Et annet alternativ er å transportere CO₂en til henholdsvis den nordlige og sydlige delen av Utsira
- Dett vil ikke kreve kostbare undersøkelser



...eller en kombinasjon

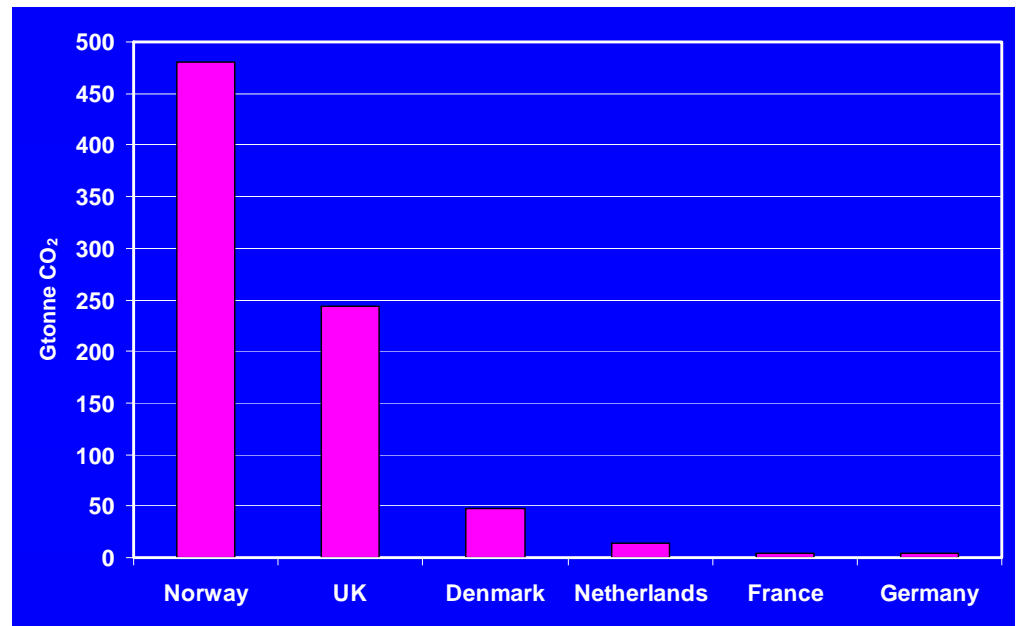


EUs mål for utslippsreduksjoner

- At en skal iverksette tiltak slik at en kan unngå en oppvarming på mer enn 2 °C
- Det skal EU gjøre gjennom å redusere utslippene med 30% innen 2020, og med 60-80% innen 2050
- Konsekvens¹⁾:
at ca 2 Gtonn CO₂ per år vil måtte lagres i perioden 2020 til 2050 -> 60 Gtonn

1. M. Odenberger, J. Kjærstad, F. Johnsson., 2008. "Ramp-up of CO₂ capture and storage within Europe." I. J. Greenhouse Gas Control 2 (2008), 417 – 438

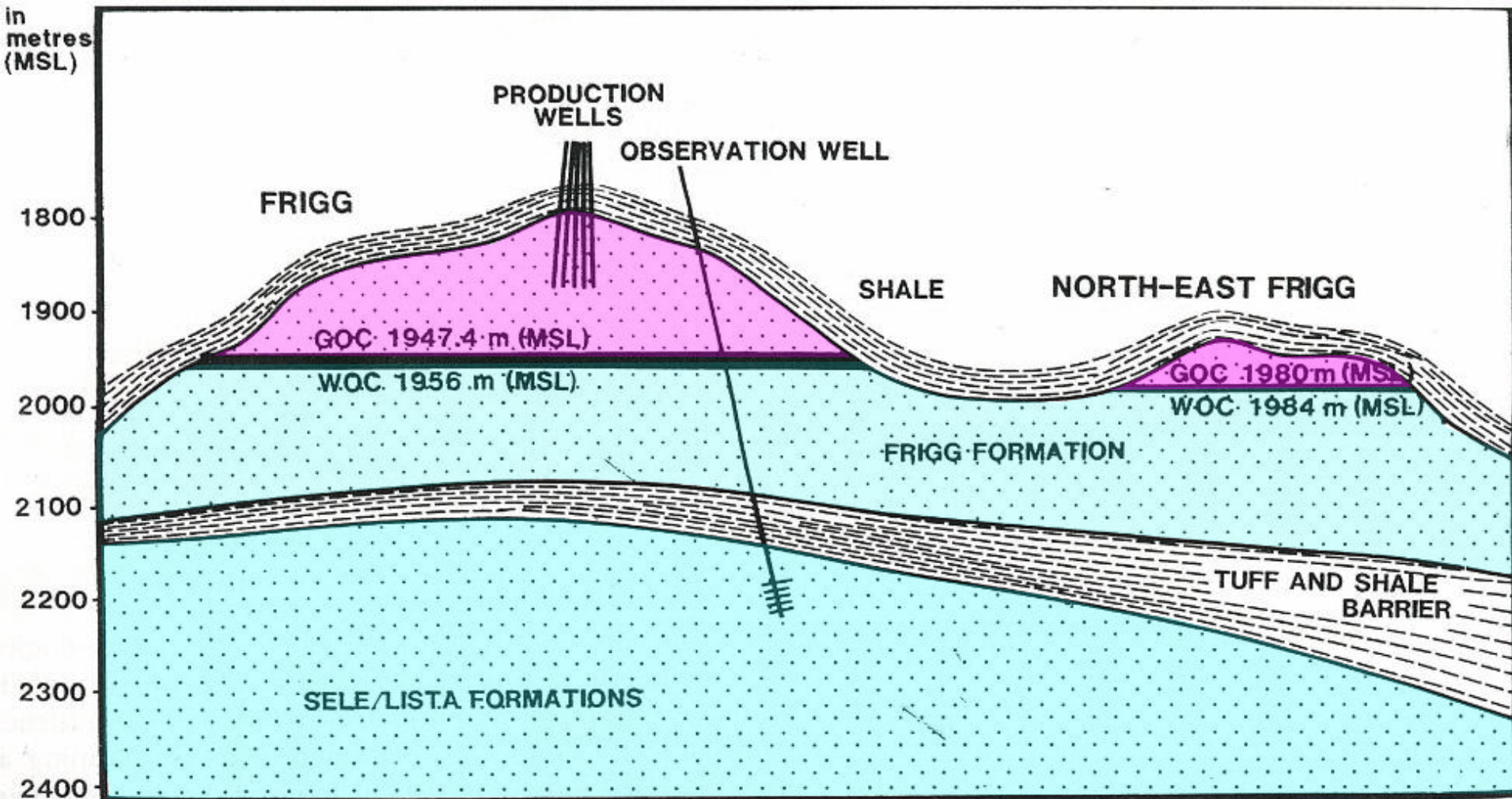
Nordsjøen har naturlige forutsetninger for å kunne bli det viktigste området for CO₂ lagring i Europa



- I tidlige studier har lagringskapasiteten i Europa blitt anslått til flere hundre milliarder tonn CO₂ (Joule II, GESTCO)
- Mesteparten av denne kapasiteten ligger i Nordsjøen (se figur)
- Dersom denne kapasiteten kan realiseres vil den industrien som gjør dette representere en verdi på flere av samme størrelsesorden som dagens oljeindustri og en slik industri kan vare i flere hundre år
- 400 milliarder tonn CO₂, 400 NOK/tonn -> 160 000 GNOK
 - Dersom 10% av kostnaden er knyttet til lagring og transport -> 16 000 milliarder NOK
 - En slik industri vil vare like lenge som den fossile æra, 300 til 500 år

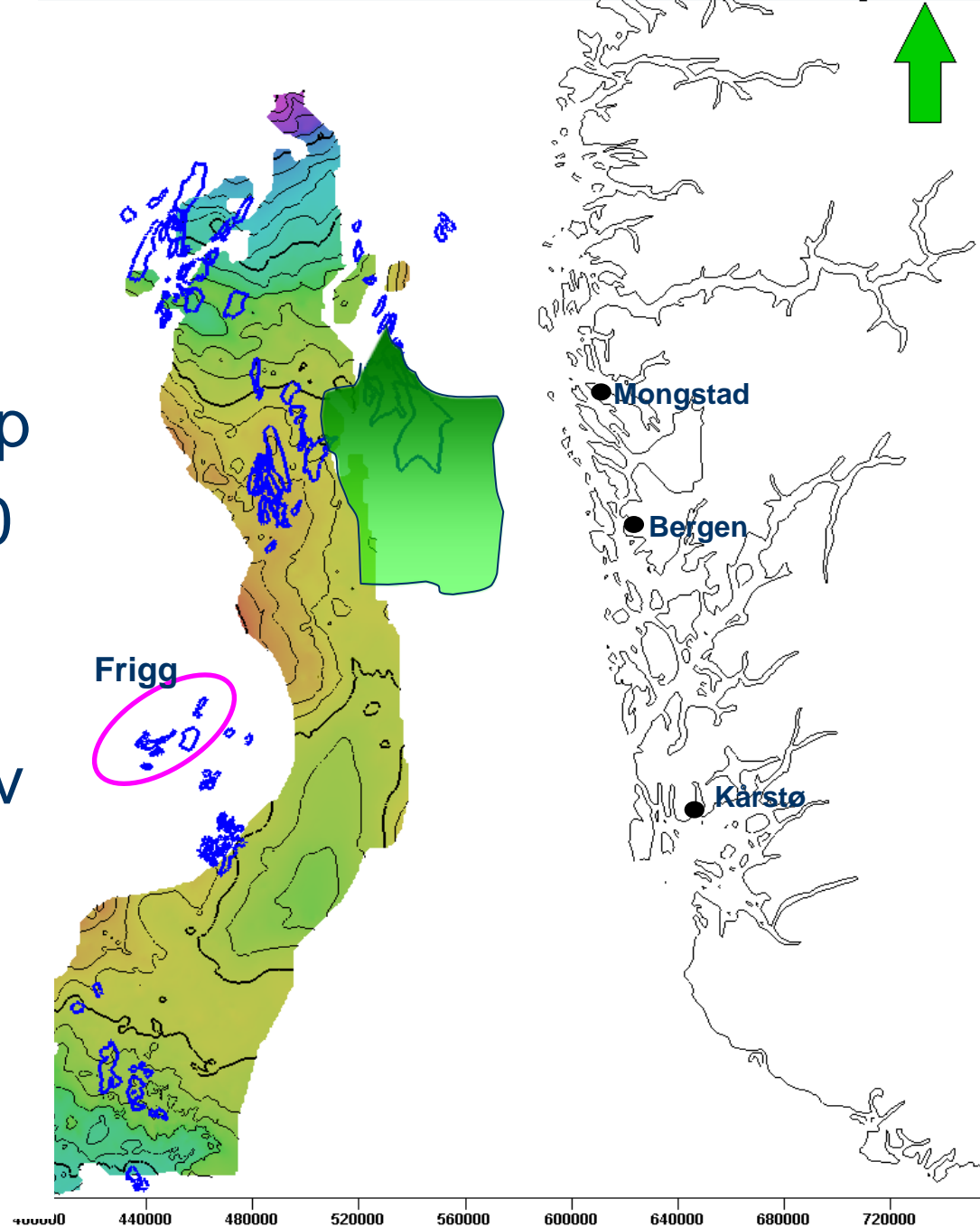
Er vi klare til å ta imot store mengder CO₂?

Friggfeltet: Norges eldste store gassfelt



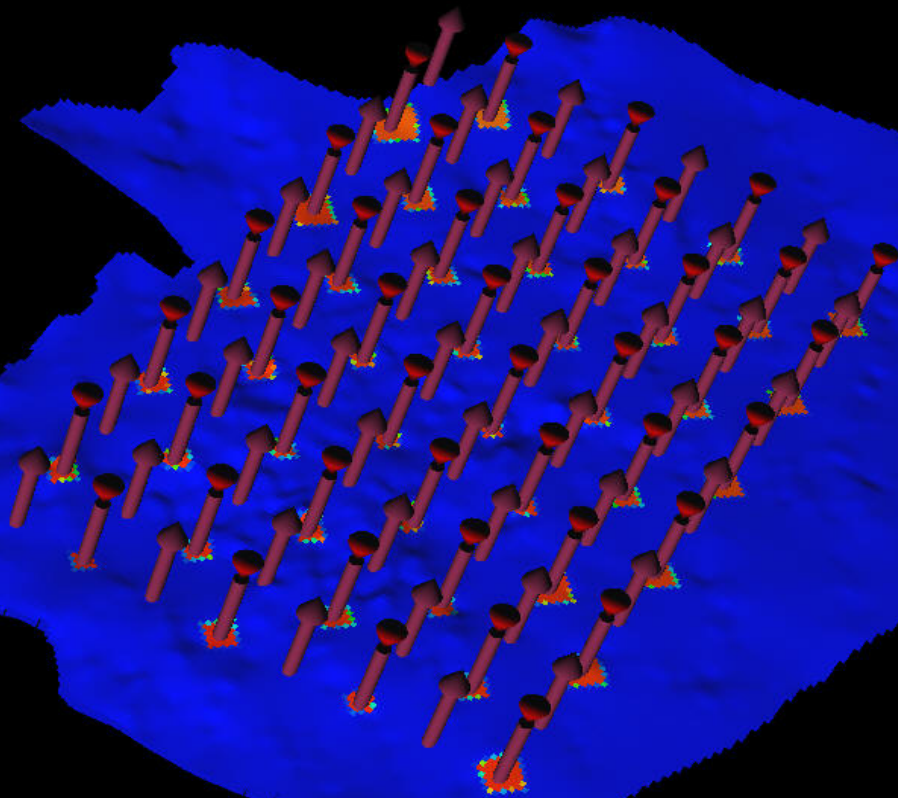
Friggfeltet

- Friggfeltet er et tømt gassfelt på 1900 m dyp
- Lagringskapasitet: 660 millioner tonn CO₂
- Feltet har lagret naturgass i millioner av år
- Injeksjonssenario: 33 millioner tonn i 20 år



De tykkeste delene av Utsira vil kunne ta imot ca 90 Mtonn per år CO₂ i en periode på 300 år

- En enkelt 42" rørledning vil være tilstrekkelig for å transportere denne mengden fra kontinentet, ca 700 km
- Dette er samme type rørledning som i dag brukes for å eksportere gass. CO₂en trenger bare å pumpes der hvor røret forlater kontinentet



Hvordan vil CO₂-lagringsindustrien se ut?

- Leting
- Konstruksjon og drift av rørledninger
- Boring og drift av brønner for CO₂ injeksjon, overvåking og vannproduksjon
- Ressursforvaltning
- Trykk-kontroll
- Korrosjonskontroll
- Overvåking med geofysiske metoder
- Løse problemer som kan forårsake risiko for lekkasje

- ...altså: I stor grad de samme oppgaver som utføres av dagen oljeindustri