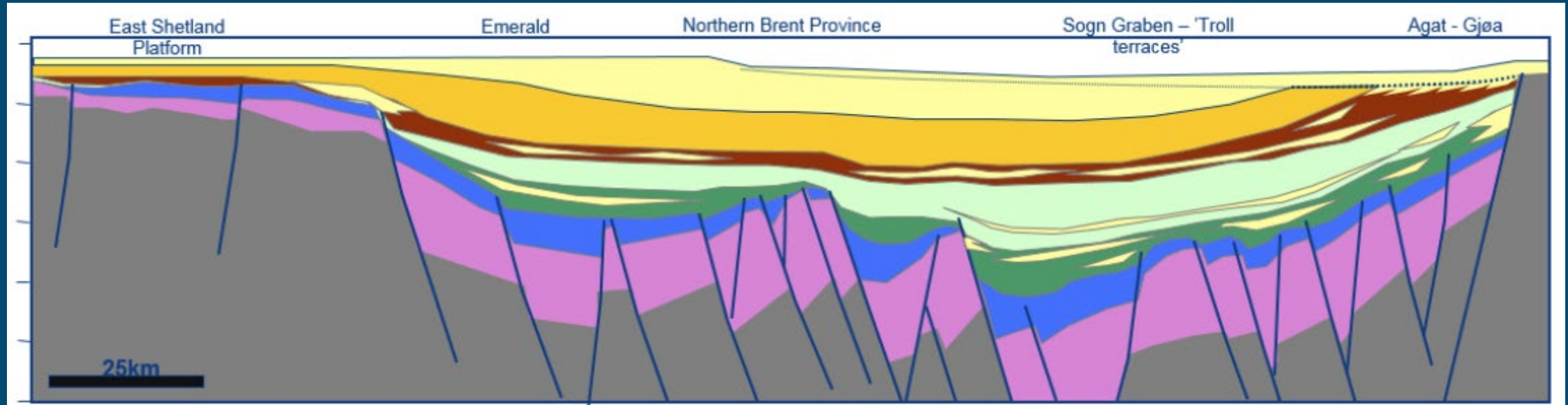


# Permanent lagring av CO<sub>2</sub>: hvordan fungerer det og hvorfor er Norge unik?

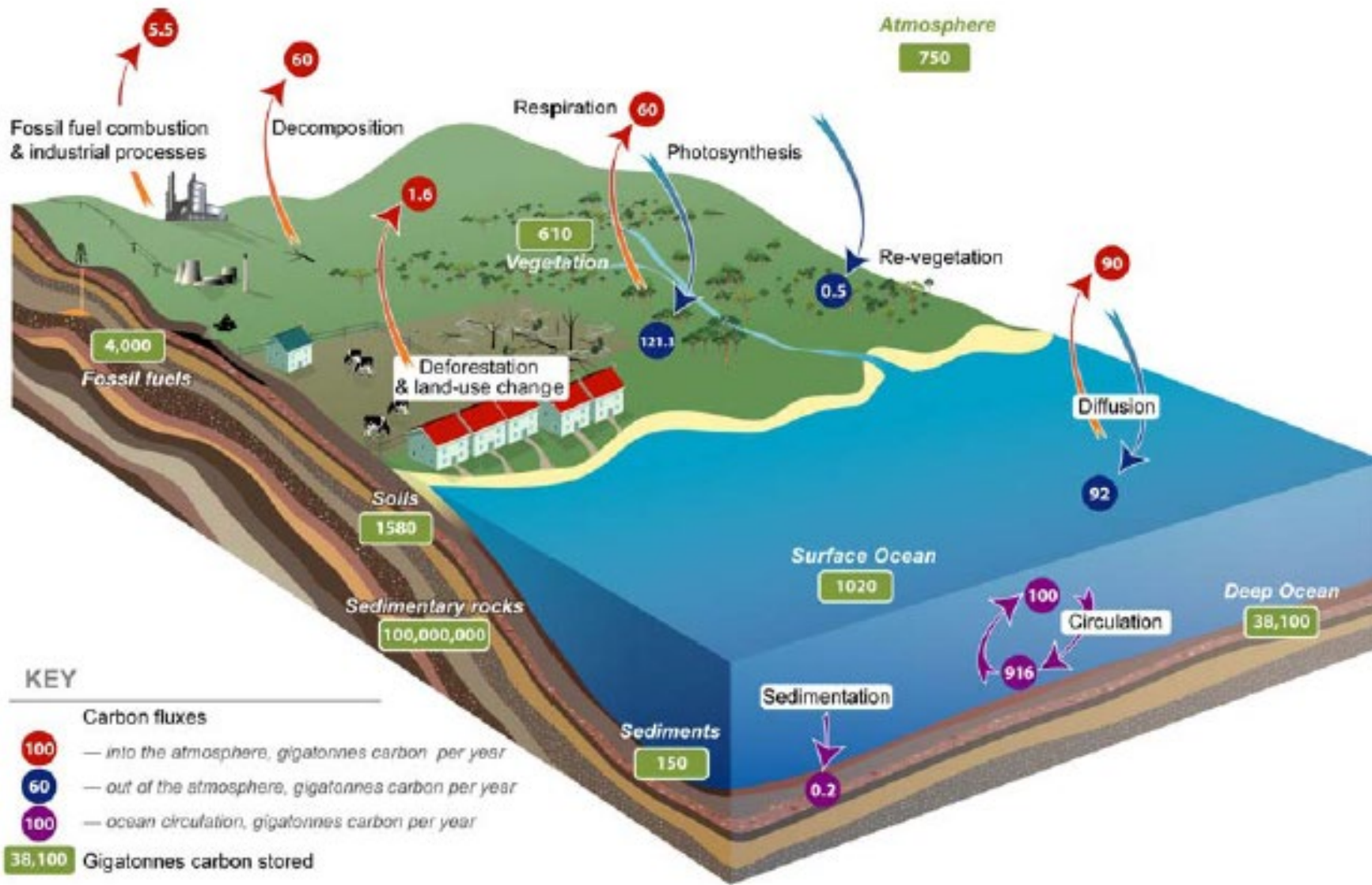


Kveldsseminar CCS Haugalandet  
26.okt 2023

# Geologisk lagring av CO<sub>2</sub>

- CO<sub>2</sub> i kretsløpet
- Hva trengs for geologisk lagring CO<sub>2</sub>?
- Hva skjer med CO<sub>2</sub> nede i bakken
  - Lekkasje?
- Hvorfor er Norge unik ifm lagring av CO<sub>2</sub>?
  - Kapasitet?

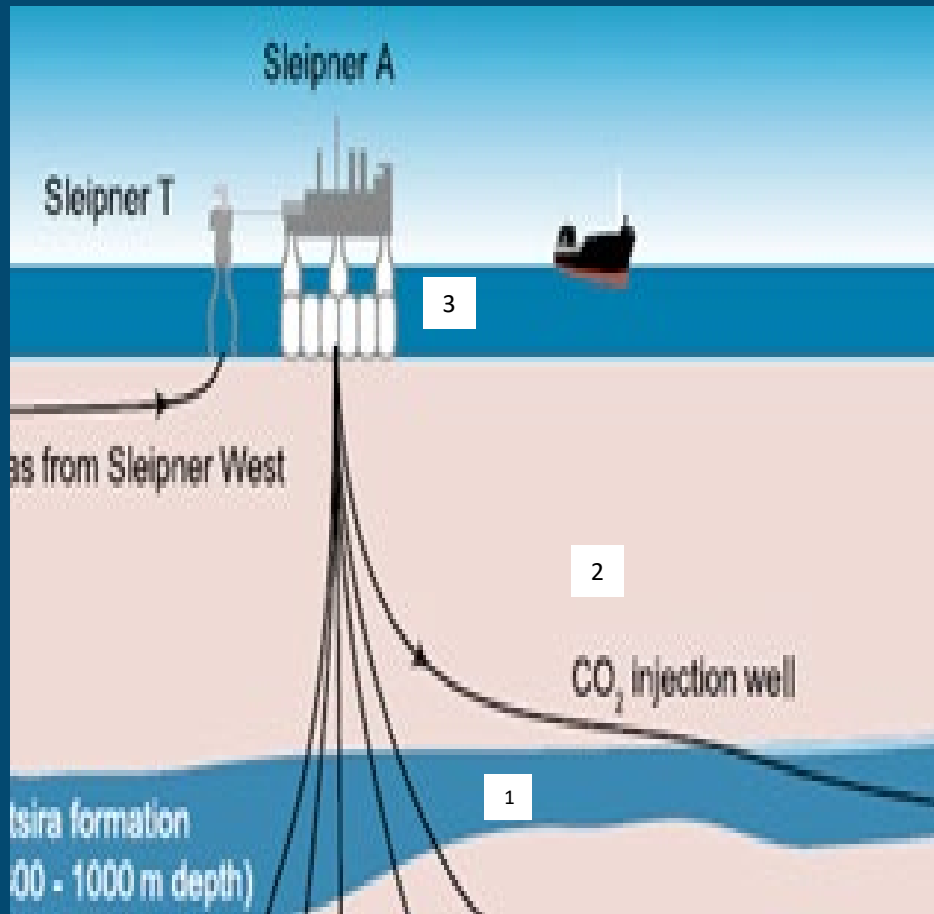
# Karbonets kretsløb



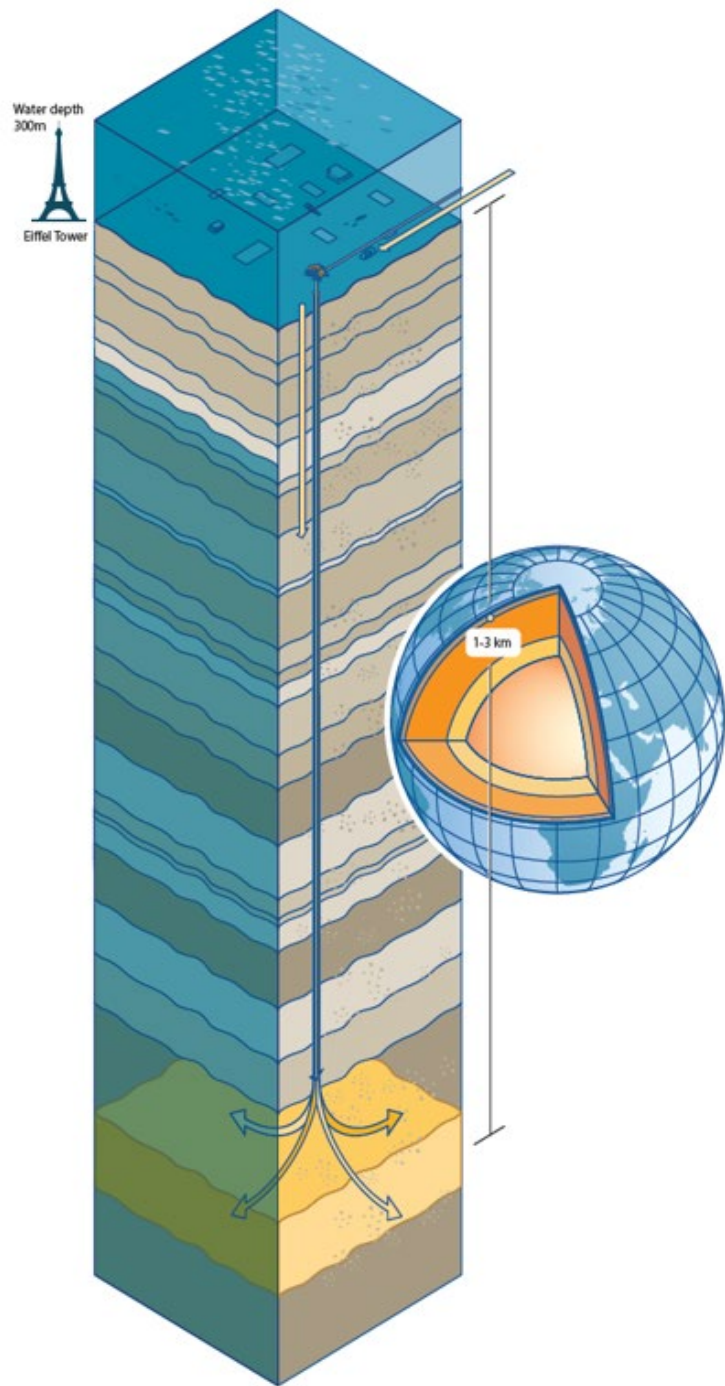
Mengden CO<sub>2</sub> i atmosfæren øker

Hva kan vi gjøre?

# Geologisk lagring – hva trengs?

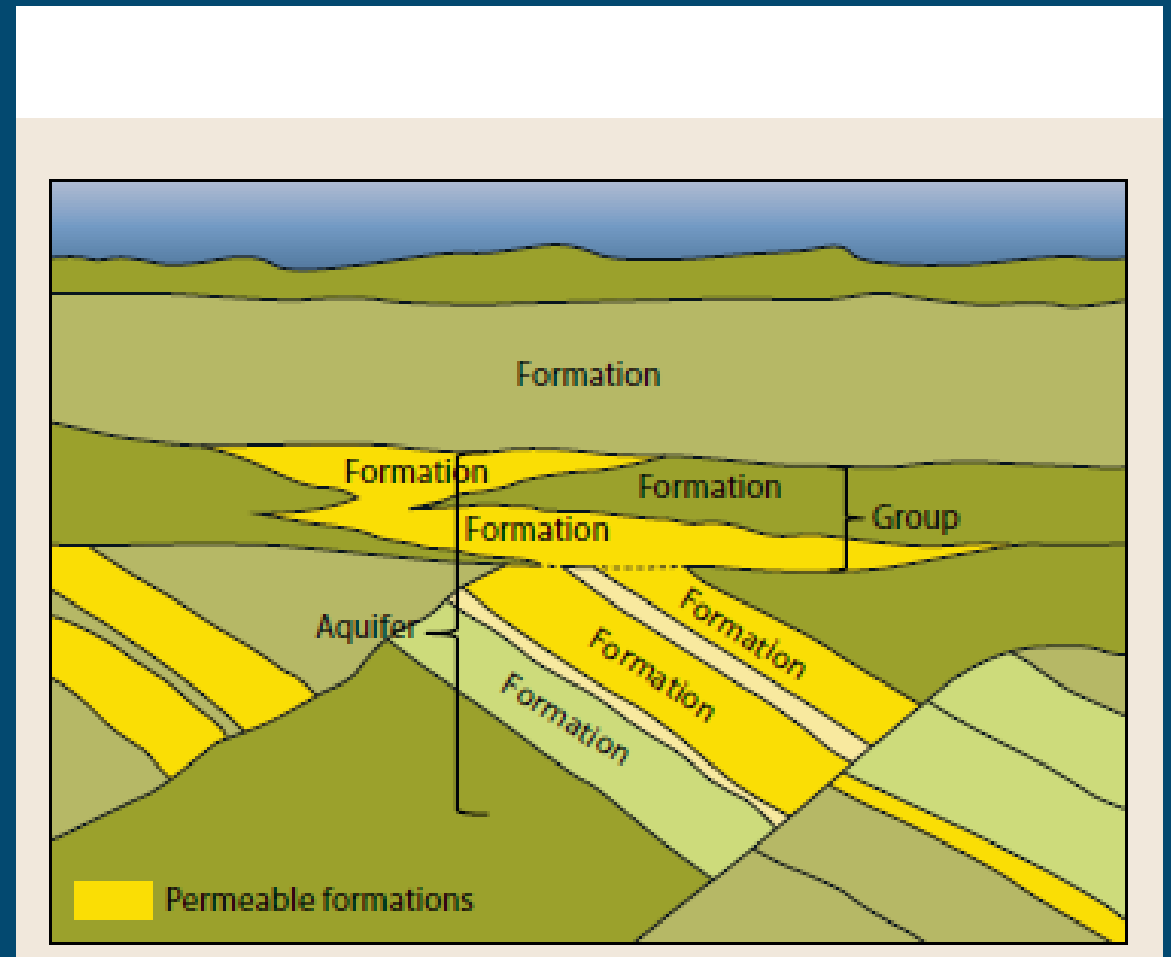


1. Reservoar
  1. Egenskaper, volum, injeksjonstrykk, utbredelse
  2. Akvifer (og andre typer reservoarer)
2. Forsegling/trap + seal
  1. Bergart, tykkelse, lekkasjeveier?
3. Utbyggingsløsning
  1. Brønner (tilpasset CO<sub>2</sub>)
  2. Bunnramme/plattform
  3. styringssystem
4. Risikovurdering/risikoevaluering
  1. Kapasitet
  2. Lekkasje
5. Monitorering



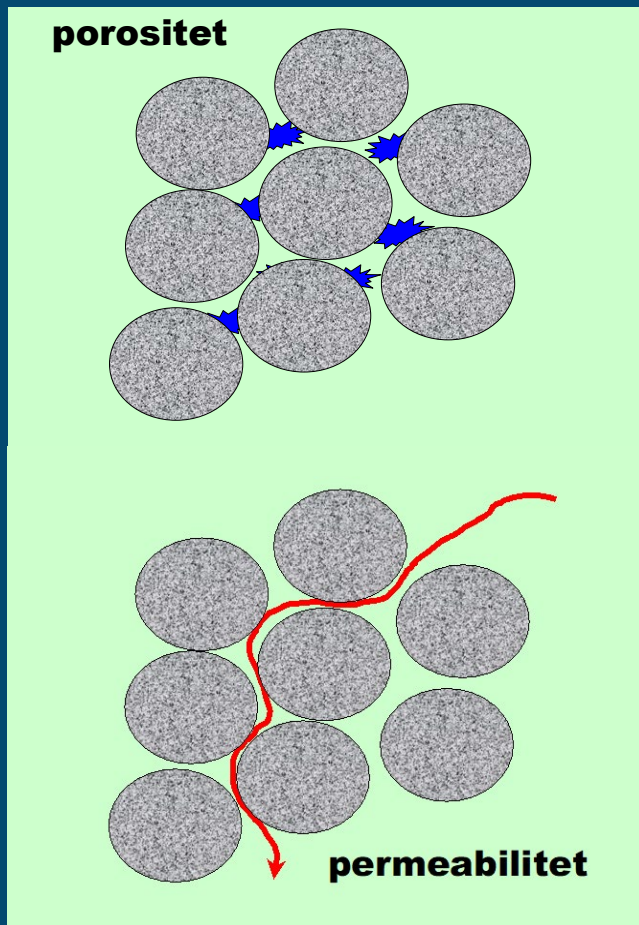
# Hva er et reservoar?

Akvifer; vannmettet formasjon med stor utbredelse





## Sandstein



- Høy porøsitet (10-30%) og høy permeabilitet (<1 darcy)

## Leirstein



- Høy porøsitet, men oftest lav(ingen) permeabilitet (<1 microdarcy)



1779

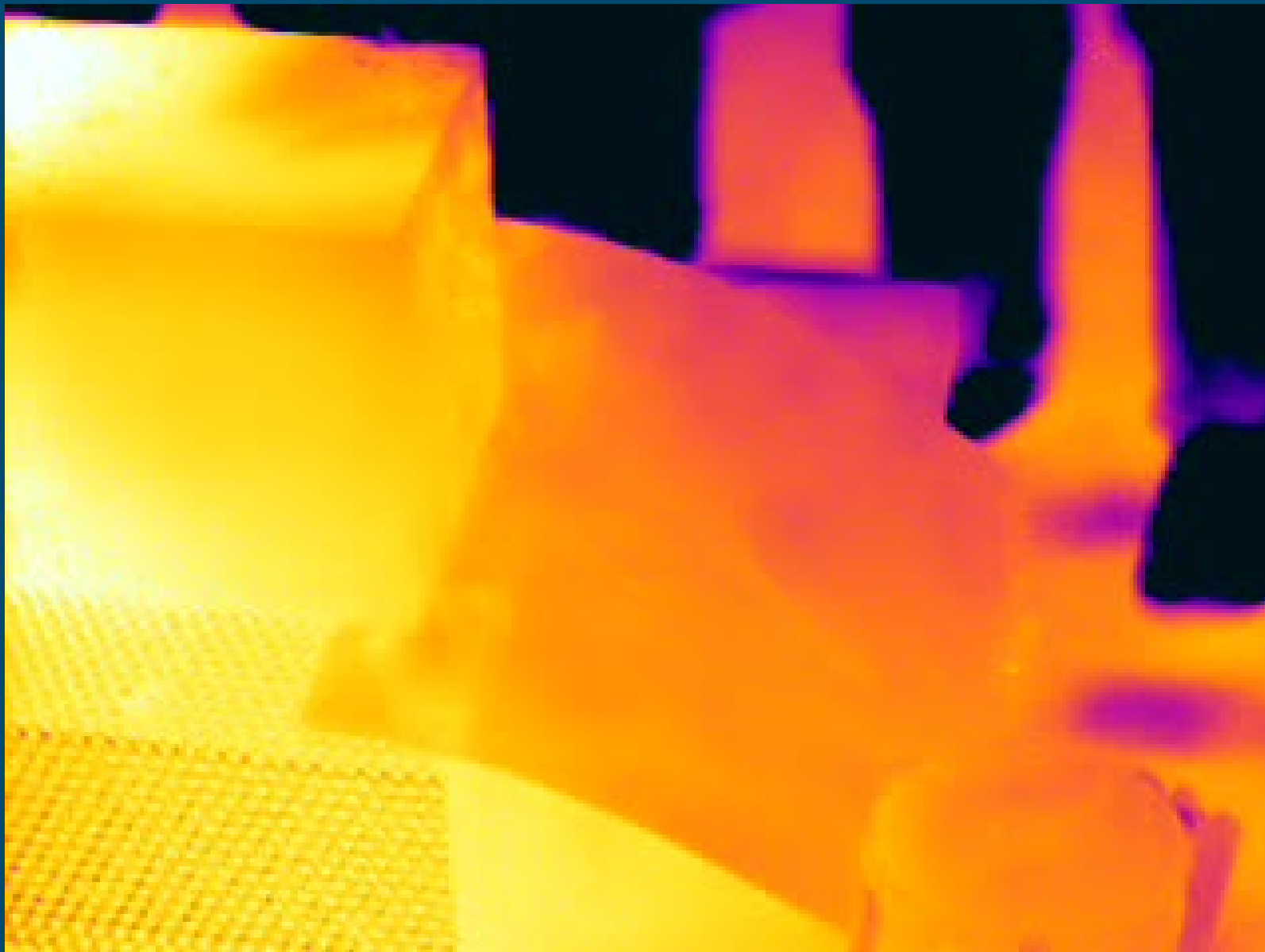
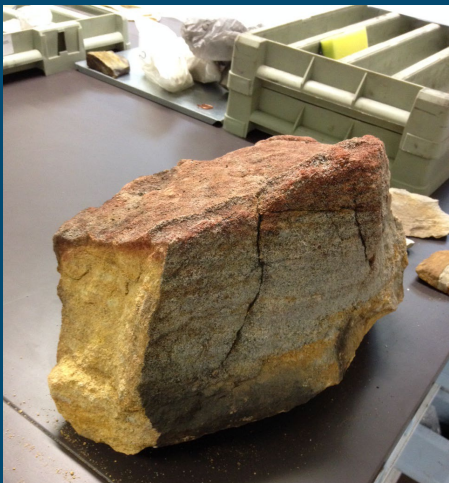
Prøver av bergarter blir tatt opp når man gjennomfører boring av nye brønner – gir mye kunnskap

1778

1777







Dr Andrew Feliz | CO2CRC and International CCS | Australia

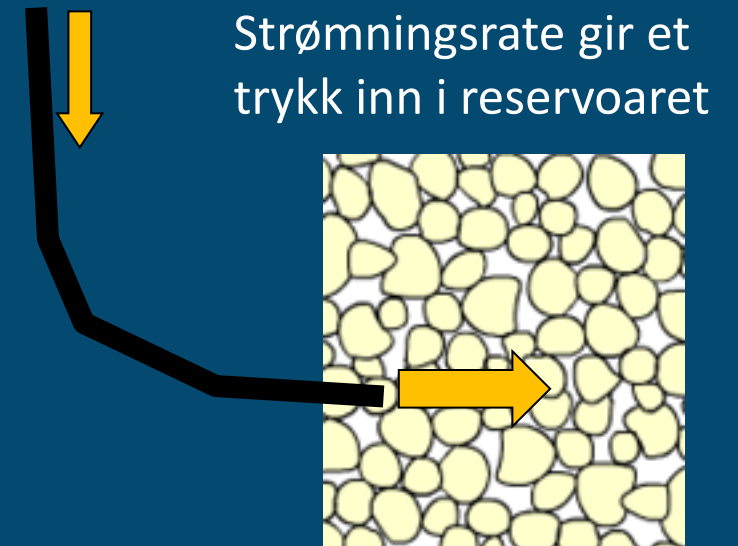


# Forsegling

- CO<sub>2</sub> er lettere enn vann
- Flyter opp ved oppdrift
- Stopper når den møte en tett takbergart
- Og ansamles der den møte en felle

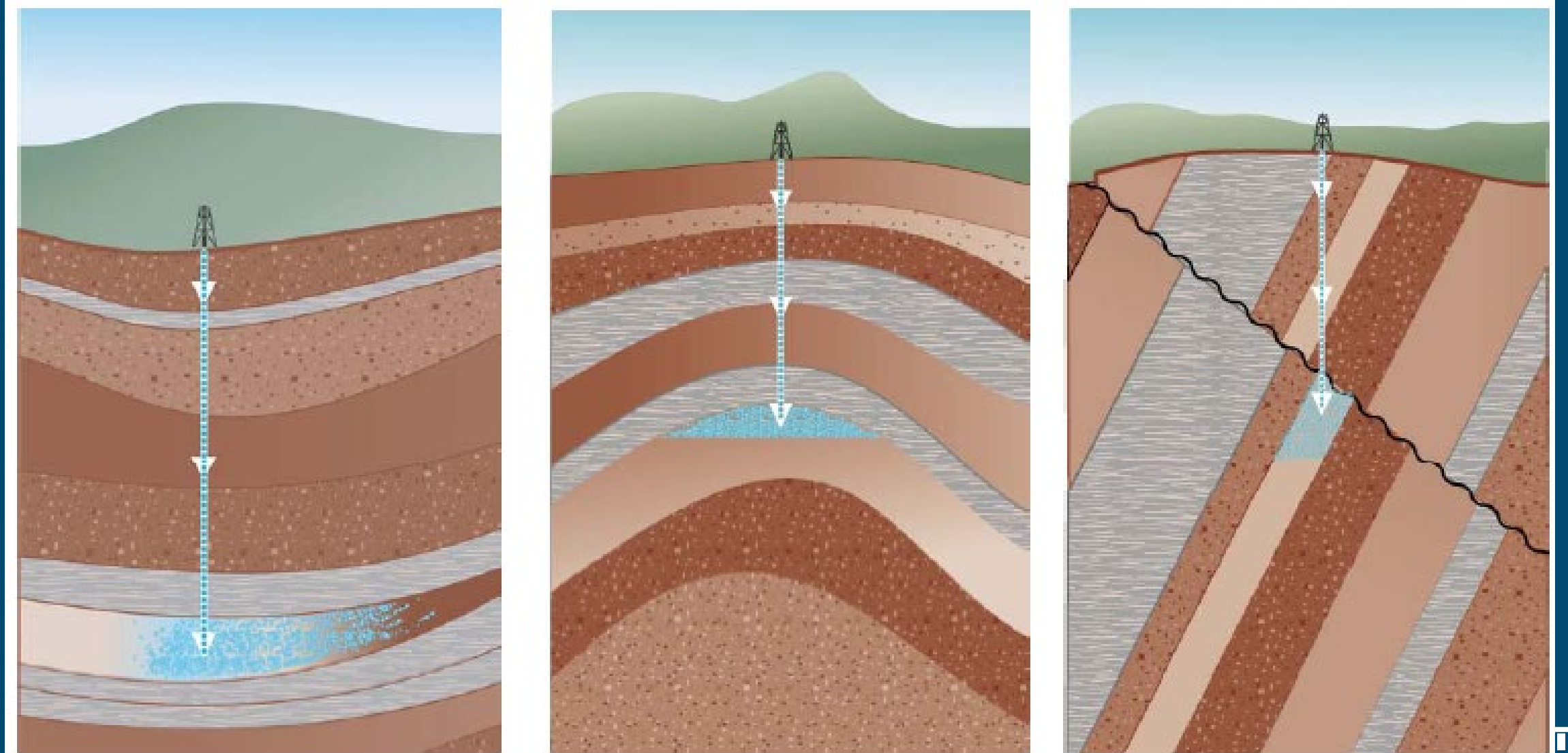


# Injektivitet



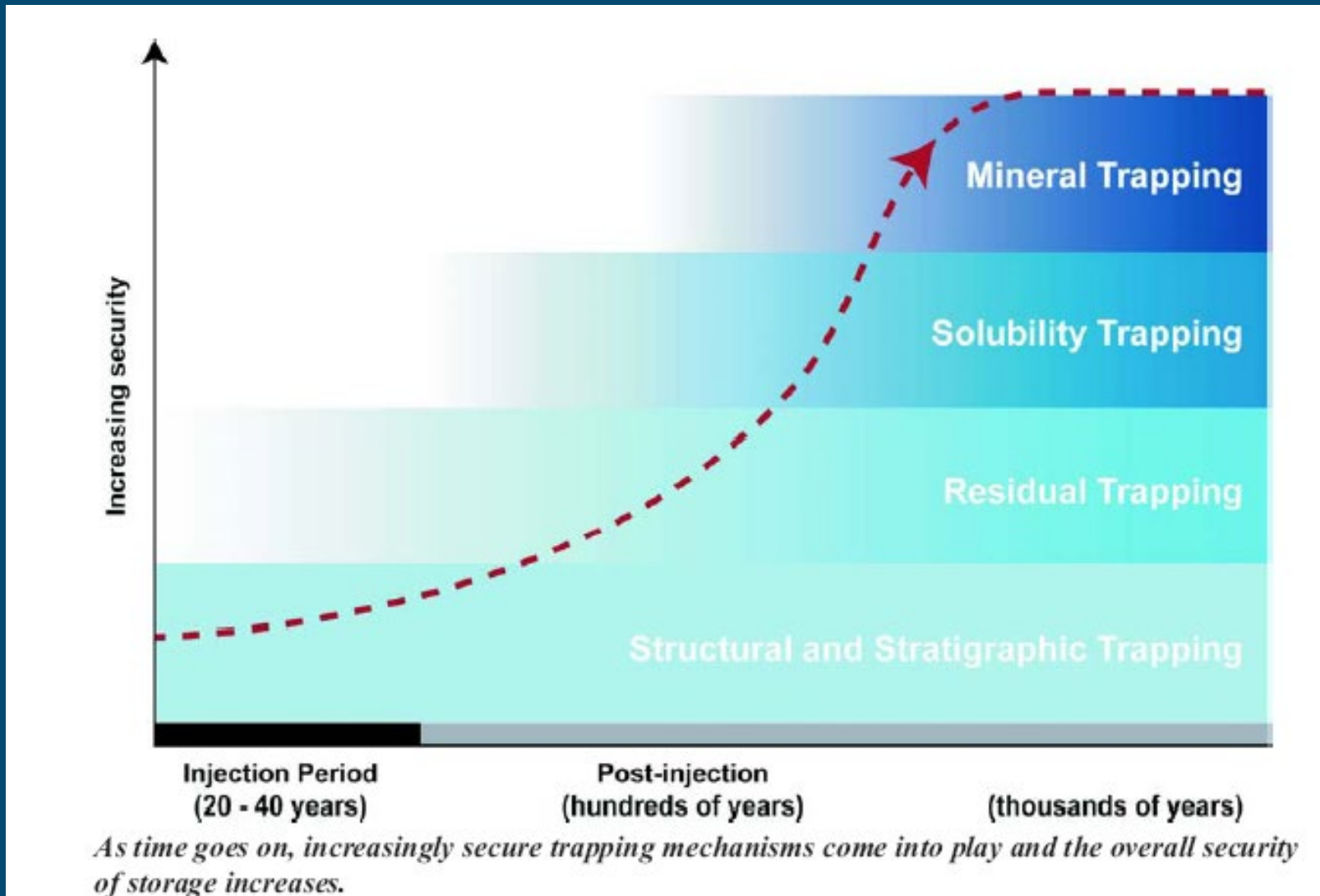
Strømningsmotstanden i reservoaret gir opphav til et mottrykk.  
Porositet og permeabilitet

# Feller





# Hva skjer med CO<sub>2</sub> nede i bakken?



- CO<sub>2</sub> bør være i superkritisk fase
  - Tetthet under 0.7 -> moderat oppdrift i vann
- Stoppes av felle/takbergart
- Fanges som dråper i formasjonsvannet
  - [video](#)
- Løses i formasjonsvannet
  - CO<sub>2</sub>-mettet vann tyngre enn saltvann
- Vil også reagere mineralogisk og danne kalkspat

# Lekkasjeveier

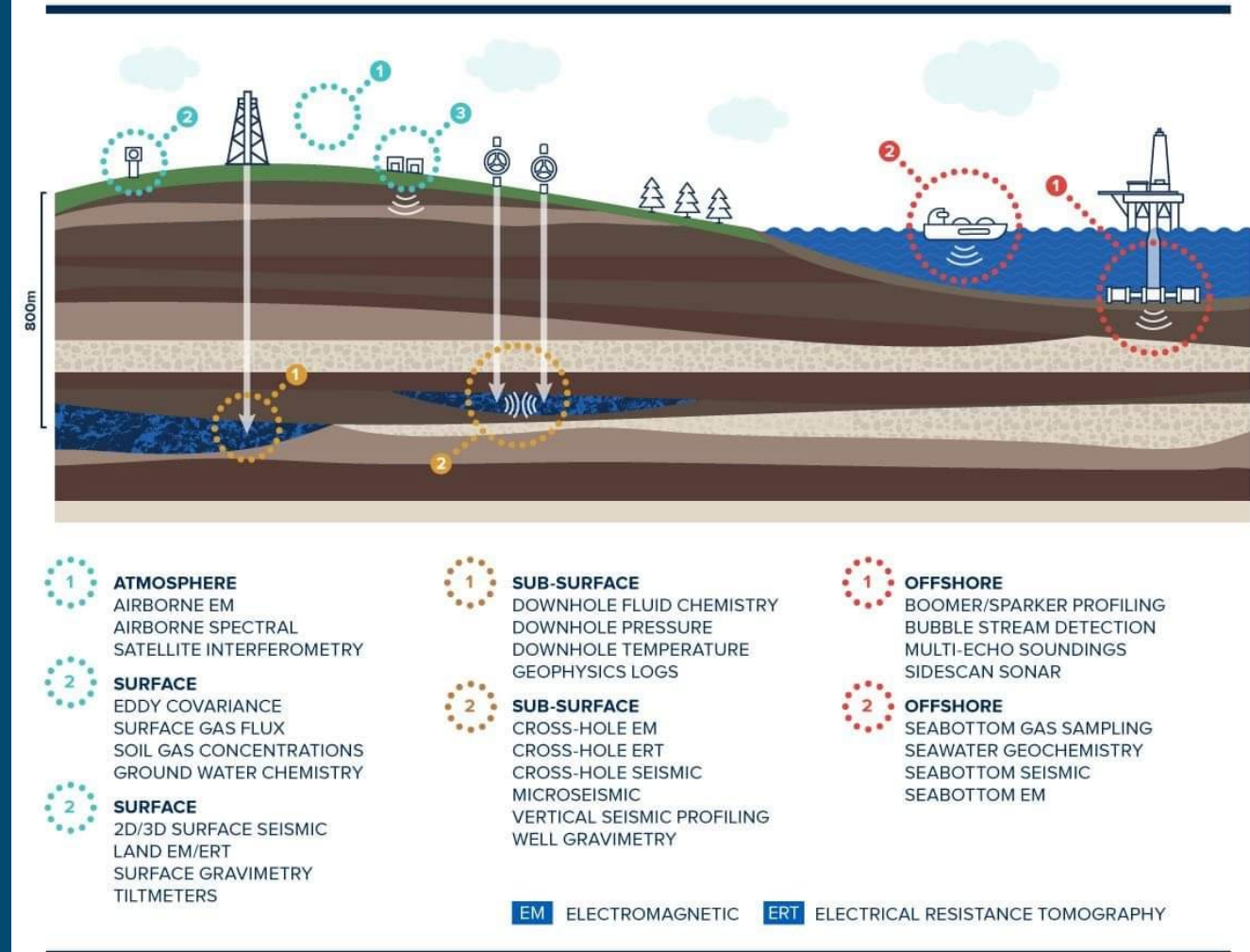
- Gjennom takbergart: sprekker – porer
- Langs aktive forkastninger
- Gjennom forlatte brønner
  
- Kan utløstes av
  - Trykkøkning → oppsprekking
  - Jordskjelv
    - 2004: Nagaoka test site Japan – injection 1100 m - 6.8 på richter → ingen lekkasje



# Monitorering

- Er et krav
- Verifiserer modeller og simuleringer
- Oppdager avvik
  - Lekkasje eller endringer i fysiske parametere (trykk)
  - Sakte prosess og med konstant overvåking kan endringer ofte identifiseres år før en kritisk lekkasje oppstår, og avbøtende metoder kan settes på plass eller injeksjonsmønsteret korrigeres
- Ofte brukes en kombinasjon av seismiske undersøkelser og trykkovervåking
  - Men det finnes utallige andre metoder som stadig videreutvikles.

Global CCS Institute 2018

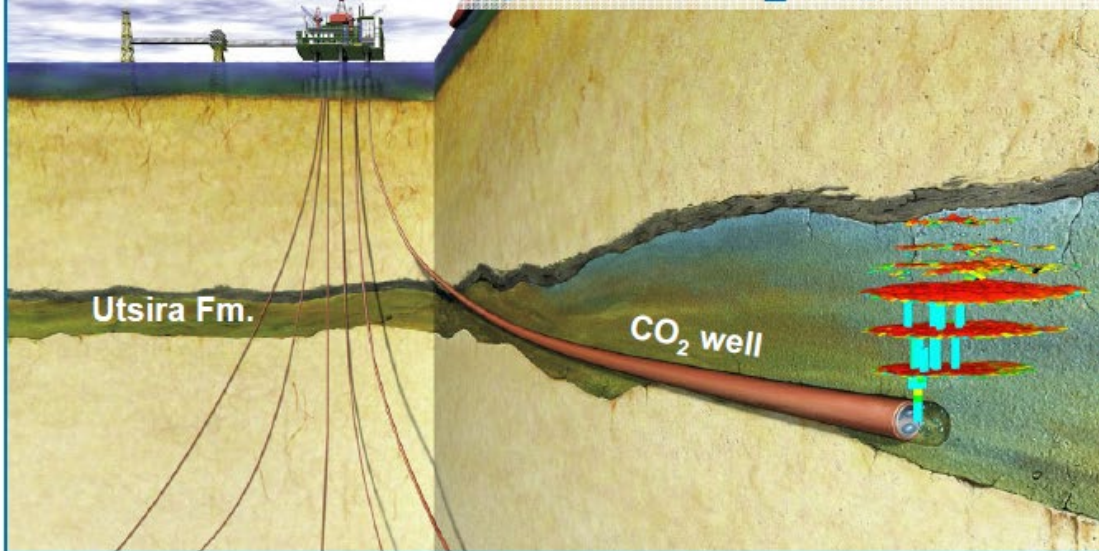


# Hvorfor er Norge unik ifm lagring av CO<sub>2</sub>?

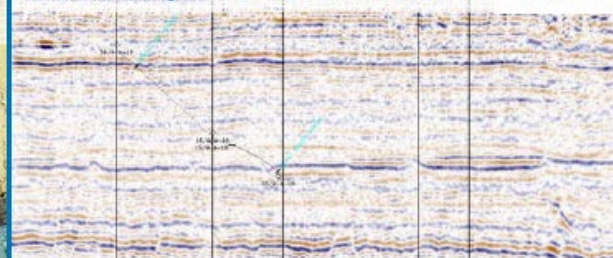
- Lang erfaring med CO<sub>2</sub>-lagring
  - Sleipner og Snøhvit
- Vilje fra stat og offentlig til samarbeid rundt Langskip-prosjektet
  - Unikt
- Mye verdifull erfaring offshore og tjenestetilbydere
- Virkemiddelapparat som støtter prosjekter inn mot CCS
- Lagringsatlas fra NPD
  
- Geologisk attraktivt



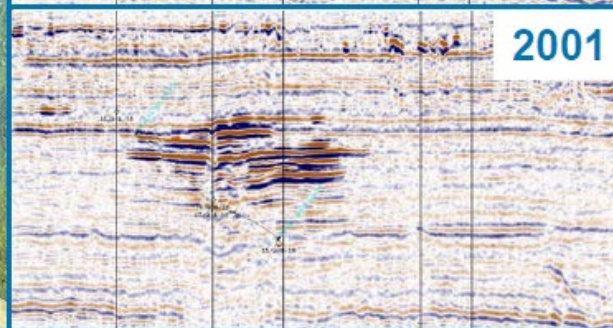
# Sleipner CO<sub>2</sub> injection



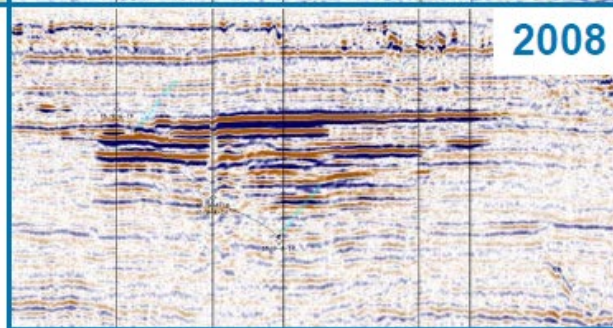
Time-lapse seismic data 1994



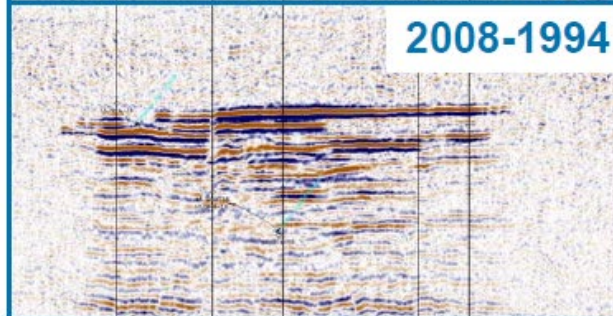
2001



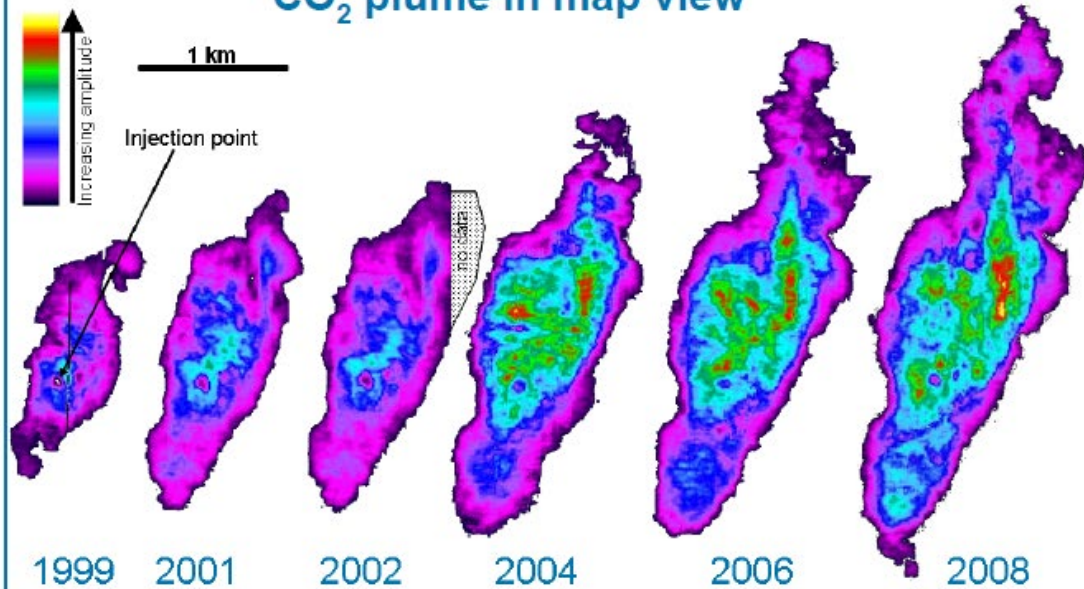
2008



2008-1994



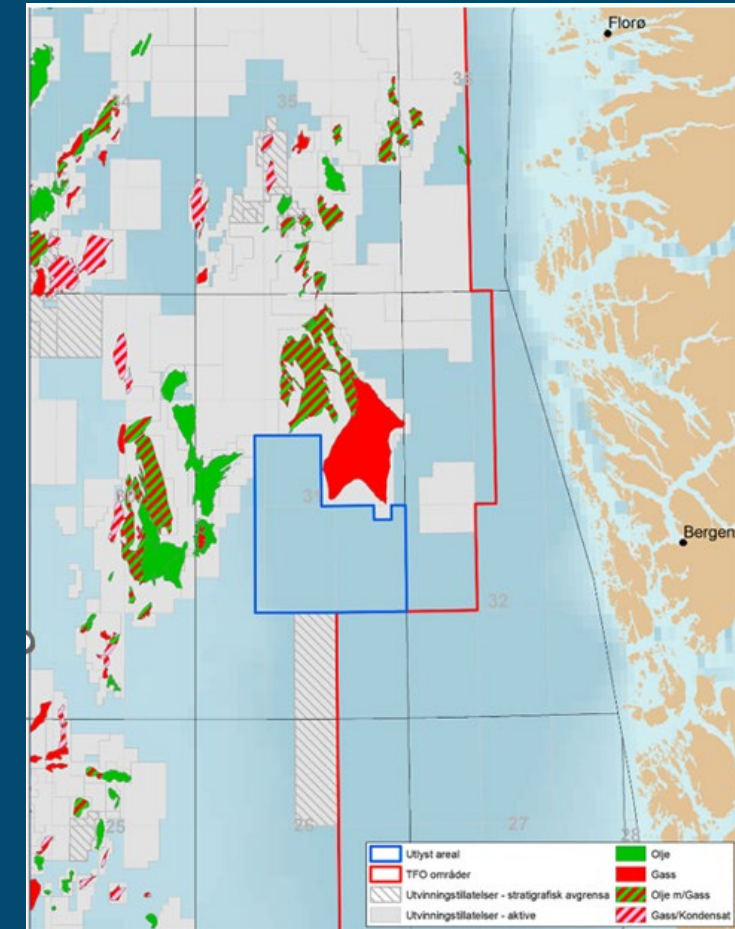
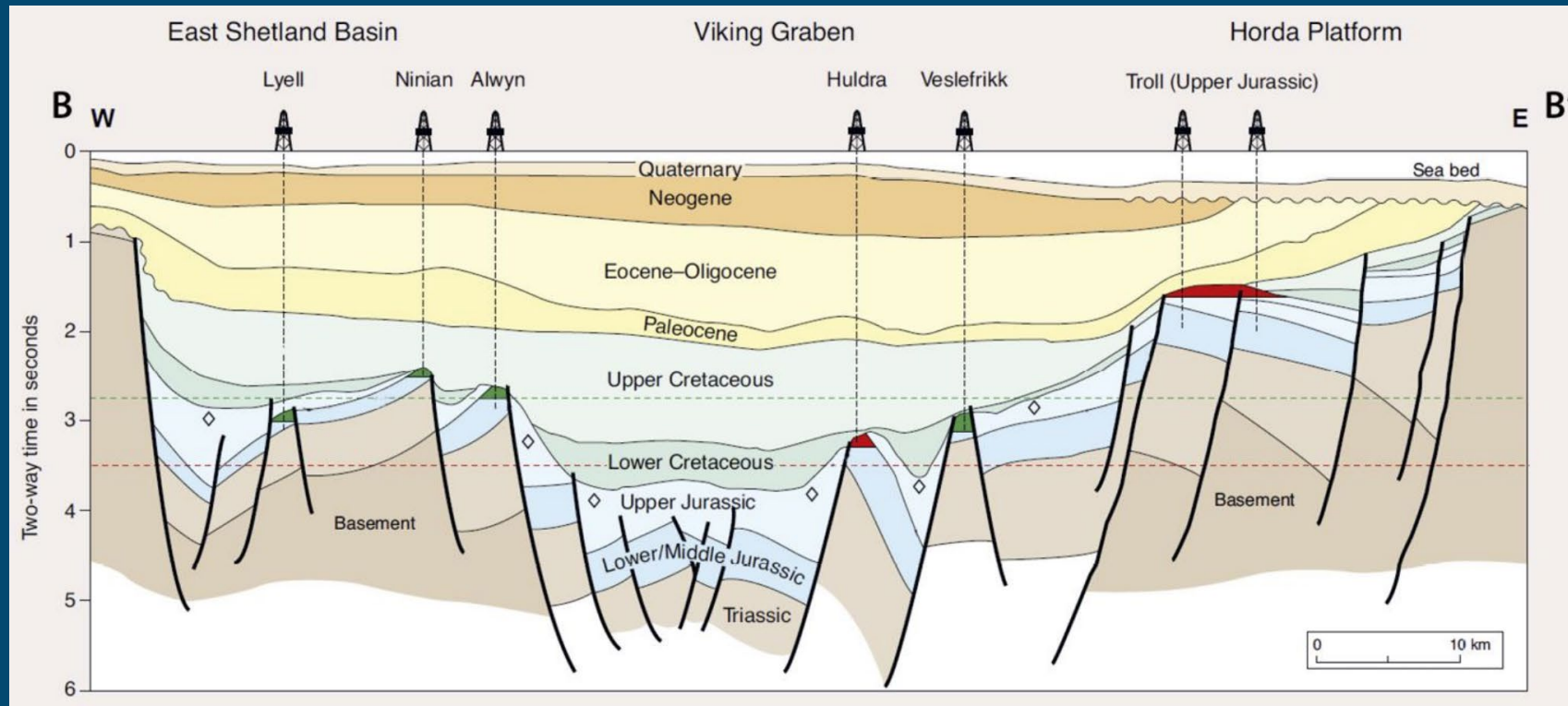
## CO<sub>2</sub> plume in map view





# Geologisk profil over Nordsjøen

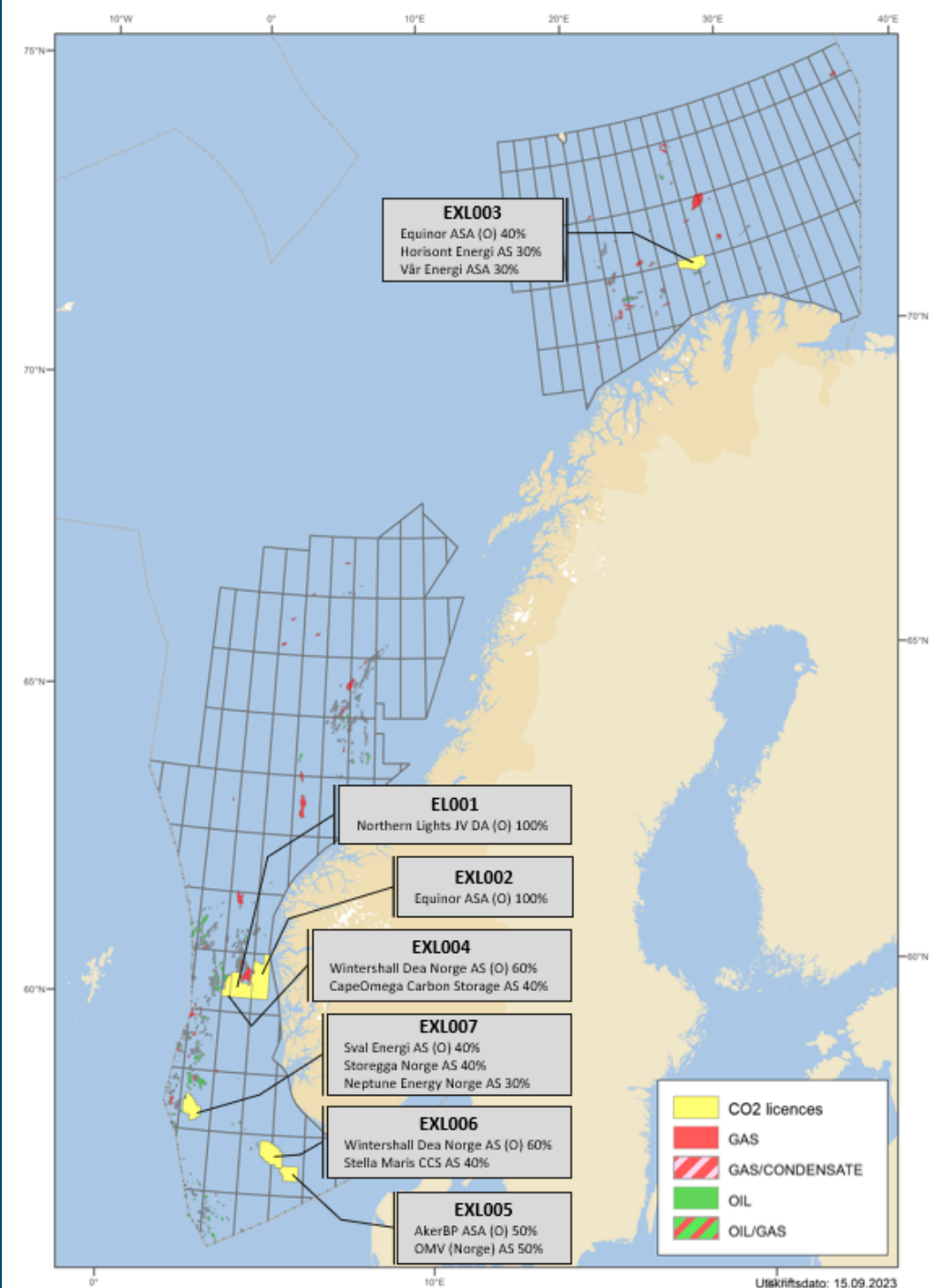
Aurora





# Lisenser på norsk sokkel

- Det er nå 7 tildelte/signerte, en utnyttelses- og 6 letetillatelser. Tillatelser til CO2-lagring - Oljedirektoratet (npd.no)
- Totalt utgjør disse ~ 8 550 km<sup>2</sup>.
- 25-30 Mt/år et anslag.
  - Dette er ikke nødvendigvis det samme som faktisk kapasitet i de tildelte tillatelsene.
- De fleste prosjektene har varslet oppstart i 2029/30



Takk for meg