



VELKOMMEN TIL CCS-WORKSHOP!

---

CO2-lagring samt lokale og nationale bekymringer

Møde i CCS-alliancen 28. november 2022

Finn Lauritzen

---

# DAGSORDEN

---

Adam Elbæk, Gas Storage Denmark

Simon Vestergaard Lex, Institut for Antropologi, KU

Christian Ege Jørgensen, Rådet for Grøn Omstilling

Karsten Capion, Concito

Ulrik Gregersen, GEUS

(Liselotte Hohwy, Tænketanken Hav)

Diskussion

Koordination vedr. høringssvar vedr. den strategiske miljøvurdering af CO<sub>2</sub>-lagring

Lidt vin!

—  
GAS  
STORAGE  
DENMARK  
—

UNDERGRUNDSLAGRING  
OG BORGERNÆRHED

ADAM ELBÆK, CEO



—  
**GAS  
STORAGE  
DENMARK**  
—



Her i dag søndag den 6. januar 2013 kl. ca. 10.00 har jeg modtaget meddelelse om, at der er masser af døde fisk i området på Lovens Bredning v/Lovens By.

Det er Prøvefisker [redacted] Lovens. Som har ringet og oplyst dette. Overfor mig.

Døde krabber, ål, Fladfisk og Havørreder – smolt. Som ligger i Strandkanten, De store Havmåger lever godt, indtil de muligvis dør af de forgiftede fisk og krabber som de æder på stedet. Krabber kravler på land.

Arsagen er uden tvivl udledningen fra kaverne TO-8 som pt. udskylles fra. Altså Energinet.dk gaslager i LI. Torup.

Fiskene står i store stimer ved ferskvands udløbet fra Lovens Sø.

Der har jo været højvande her på Lovens Bredning næsten i 8. dage. Med ca. 1.0 meter over daglige vande.

Derfor er slusehulleme på Virksund Dæmningen lukket.

Det var også galt i november 2012.

Ved det sidste møde på Naturgaslageret i LI. Torup påtalte vi også dette til [redacted] var fraværende ved mødet.

Energinet.dk

Har ingen respekt for vores Natura 2000 område.

Natura 2000 område som Lovens Bredning er end del af. Kære Ida hvad har du tænkt DIG at vil gøre isådan Sag. Vil du forlange udskyningen stoppet her og nu. ?? Det ønsker alle vores 1.702 medlemmer i Fjordvenner.dk Med tilbagesvar på fra DIG og ikke fra Naturstyrelsen.

Prøv og tænk dersom opdræt af Muslinger og fiskeriet bliver stoppet. Arbejdspladser omkring Limfjorden. Er der ikke for mange af.

Sagen nærmer sig sagen som hele Cheminova, Høfte 42. Kærgaard Plantage i Vestjylland og alle Foreninger /Colstrup.

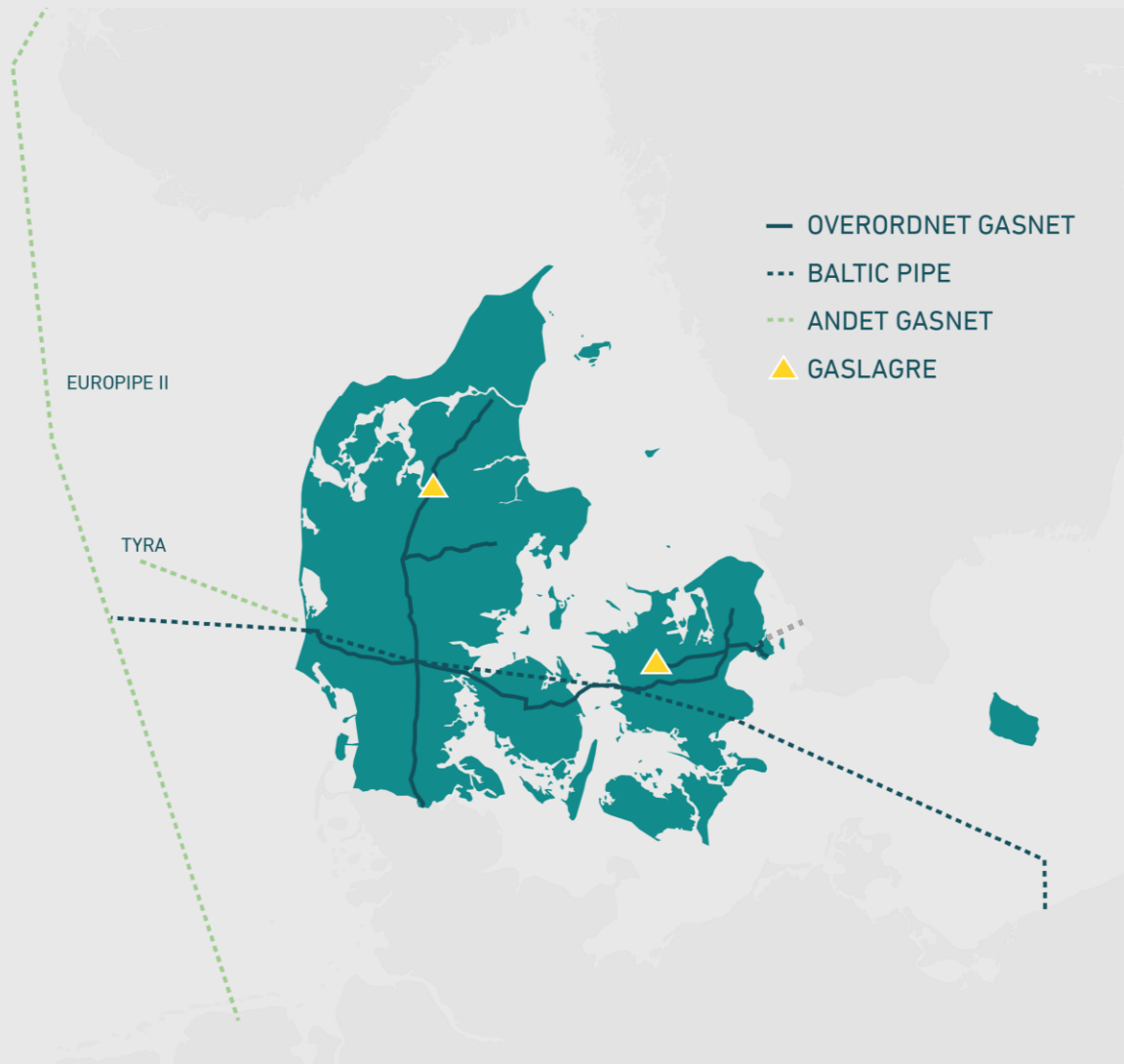
Og her fornyelig har du jo fået stoppet GIPS sagen på Overgaard. Tak for det.

Hvordan kan et delvis statsejet selskab opnå LOV TIL SELVKONTROL AF UDLEDNINGEN FRA KAVERNE TO – 8. På Naturgaslageret i LI. Torup. Energinet.dk.

Naturgaslageret har jo lige overtrådt deres miljøgodkendelse 2. gange sidst på året i 2012. Og der sker ikke en brik.

# GAS STORAGE DENMARK

- Nødlager og forsyningsikkerhed
- Systemydelse
- Gasforsyning og balancering



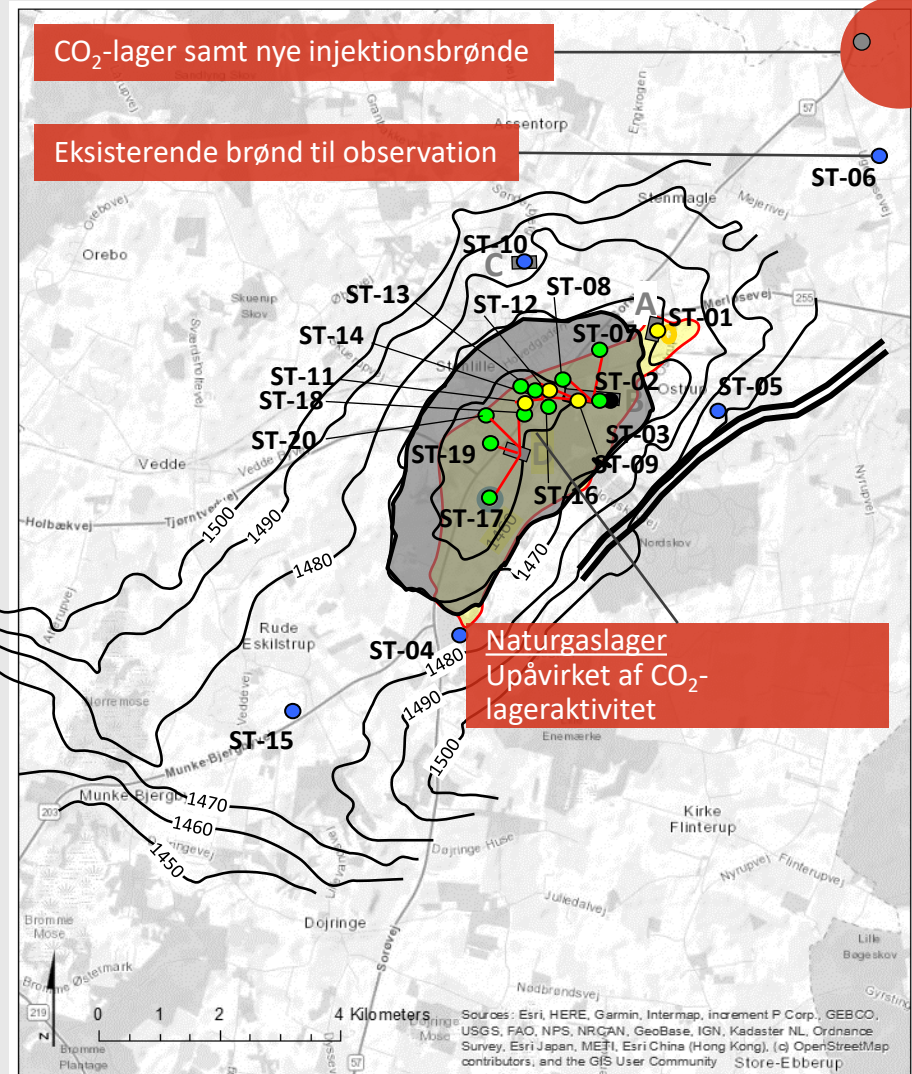
STENLILLE  
SUBSURFACE





## CO<sub>2</sub>-lager samt nye injektionsbrønde

### Eksisterende brønd til observation



## Anlægskomponenter

Pt. arbejdes med to designløsninger for CO<sub>2</sub>-lageret grundet samarbejde med fangstoperatører med forskellige behov – én løsning hvor CO<sub>2</sub> ankommer med lastbil i væskeform, og én hvor CO<sub>2</sub> ankommer med rør i gasform. Fælles for de to løsninger er:

- At der skal etableres to nye injektionsbrønde i den nordøstlige zone af reservoiret i Stenlille.
- At en nuværende brønd (ST-6) skal ombygges til observationsbrønd for CO<sub>2</sub>.
- At der skal etableres et overfladeanlæg til at modtage, monitorere og injicere CO<sub>2</sub>.

## Lagerkapacitet, forventet

	Mio. tons CO <sub>2</sub>
Volumenkapacitet	4
Årlig injektionskapacitet ved to brønde	0,4

## Estimat for omkostninger, nutidsværdi

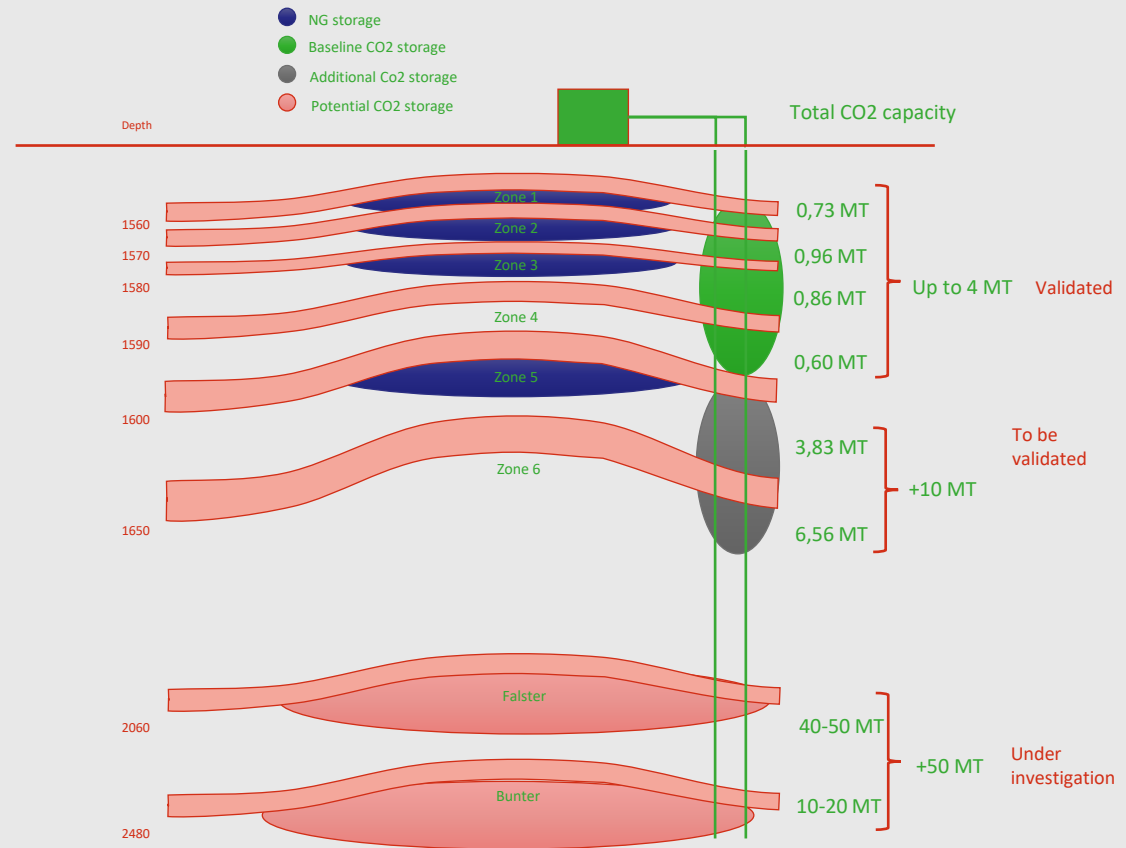
	CO <sub>2</sub> i væskeform	CO <sub>2</sub> i gasform
	Mio. DKK	Mio. DKK
CAPEX	472	519
OPEX (driftsperiode)	261	307

## Forretningsmodel

Omkostninger dækkes gennem salg af CO<sub>2</sub>-lagerkapacitet, der prissættes ud fra forventning om et markedskonformt afkast.

## STENLILLE CO2 CAPACITY, CURRENT STATUS FOR RESERVOIR AND PLUME MODEL SIMULATIONS

- Baseline capacity based on Zone 1-3 utilisation
- Significant potential evaluated in Zone 4-6
- Additional potential identified in Falster/Bunter



# NIMBY FRA LOKAL MODSTAND TIL DEMOKRATISK MEDBORGERSKAB

Simon Lex, Antropologsk Institut, Københavns Universitet  
Workshop CCS Alliancen, Axcelfuture  
28 November 2022.



---

# NIMBY - NOT IN MY BACKYARD

---

- 1970erne i USA - miljøgrupper kæmpede imod systemet for at beskytte rettigheder for folk, som boede på forurenede lande.
- Protektionistisk holdning imod en fremmed og uvelkommen udvikling i lokalsamfundet – vindmøller, fængsler, kraftværk, affaldsdepot mv.
- Modstanderne ser udviklingen som nødvendig, dog ikke i nærheden af eget hjem - deraf udtrykket "ikke i min baghave".
- LULU (Locally Unwanted Land Use), NIABY (Not In Anybody's Backyard), NOPE (Not On Planet Earth), BANANA (Build Absolutely Nothing Anywhere Near Anything – or Anyone).

---

## 3 DOMINERENDE PERSPEKTIVER

---

1. Fremstilles som en uvidende og irrationel tilgang - ødelæggende for et fælles "gode" og overkommes ved informationsdeling – "information deficit perspective" (Owens, 2001).
2. Identificeres som et egoistisk svar på en nødvendig udvikling – centraliserede magtredskaber skal overkomme barriererne – "public bads" (Aldrich, 2010).
3. NIMBY som lokal modstand baseret på en velbegrundet bekymring og en forståelig mistillid overfor en udefrakommende forandring (Hager & Haddad, 2015).

---

# MODSÆTNINGSFORHOLD SKABER GROBUND FOR KONFLIKT

---

- Lokal og individuel vs national og kollektiv
- Irrationel og emotionel vs rationel og kalkuleret
- Mine interesser vs et fælles gode
- Myter vs fakta
- Inaktive modstandere vs aktive forkæmpere
- In-sider vs out-sider
- Vild og naturlig vs industriel og 'man-made' (afpolitiseret)

---

# NEGATIV EFFEKT PÅ DEN GRØNNE OMSTILLING

---

- Forsinkelse eller afbrydelse af opførelse af vedvarende energianlæg.
  - Samfund: Bremses den grønne omstilling.
  - Private sektor: Økonomiske risici for private investorer og udviklere.
  - Offentlige sektor: Ustabilitet og mistillid til det politiske system.
  - Civilsamfund: Konflikter som splitter og ødelægger lokale samfund.

---

# ÅRSAGER TIL MODSTAND

---

- Sanselige oplevelser og fysisk nærhed - ”grimme og larmende møller”.
- Trussel imod stedsopbunden identitet – ”alien invasion”.
- Manglende lokal kompensation – ”community benefits”.
- En ineffektiv omstilling – satse på andre energiformer – fx atomkraft.
- Uretfærdig og ulige planlægning - ideologisk kamp imod industrielle kæmper eller politiske magtindehavere.
- Kampen om arealerne – fx natur vs klima - “green on green conflicts” (Warren et al., 2005).



---

# PARAMETRE SOM PÅVIRKER MODSTAND

---

## •Individ og fællesskab

- Alder, køn, social klasse, uddannelse
- Politisk overbevisning - tillid til stat og kommune
- Forhold til miljø og klima
- Lokale og digitale netværk

## •Tid og sted

- Tiden tæller – jo længere tid, jo mindre modstand?
- Forholdet til det ukendte – hvem definerer fremtiden?
- Industrielle områder - fx havnen - eller skov og natur?
- Stedforbundethed

---

## NIMBY: FRA MOD- TIL MEDSPILLER?

---



- This transition is about more than just technological and political change, or even resource availability. It also involves significant social and behavioural transformations that question established historical narratives and challenge accepted understandings of democracy and economics (Lennon et al., 2018: 2).

---

# VÆRDI PÅ TVÆRS AF SKALAER

---

- Individuel – kompensation og billig grøn energi
- Regional – økonomisk og symbolsk vækst og energiens hovedstad
- National – grønne energitransition og politiske klimamål
- Esbjerg



Foto: Jacob Schultz

---

# NIMBY IS BEAUTIFUL?

---

- Lokale modstandsgrupper skaber politisk, teknologiske og social innovation.
- Medejskab og lokal værditilførsel.
- Borgerengagement og nye former for samarbejde på tværs.
- Tillid, lighed og retfærdighed som grundpiller i den grønne energitransition.
- Fra passivt offer til aktiv borger - demokratisk medborgerskab.

# CCS og CCU som klimainstrumenter 28. november 2022



**Christian Ege,  
Oplæg i Axcelfuture**



# Hvordan trækker vi CO<sub>2</sub> ud af ligningen?

## Biologisk - husk fotosyntesen!

- Mere skov – produktionsskov og urørt skov
- Træ lagres efter fældning – i bygninger og som dødt ved i skove

Mere kulstof i landbrugsjord, mindre CO<sub>2</sub> udslip ved dyrkning

Udfas afbrænding af træ og halm

Udbyg biogas og pyrolyse – sværtomsætteligt kulstof lagres i jorden

## Carbon Capture & Usage / Storage – med CO<sub>2</sub> fra

- biogas opgraderingsanlæg
- skorstene fra biogasyrede værker + evt. affalds-, biomassefyrede, hvis lang teknisk restlevetid
- Evt. atmosfæren





# Principper for CCS og CCU

- 1. CCS må ikke føre til levetidsforlængelse af anlæg baseret på hverken fossile eller biomasse. Og nogle anlæg, f.eks. AMV4/Bio4, som har lang restlevetid, skal endda lukkes før de er udtjent – senest i 2040.**
- 2. Valg mellem CCS og CCU handler ikke kun om pris. Selv om CCU måske er dyrere end CCS, skal vi stadig prioritere CCU/PtX, for at substituere fossile brændsler – de fossile reserver skal blive i jorden.**
- 3. Fra 2040/50, hvor vi kan undvære de fossile brændsler, skal vi reducere CCU. Negative emissioner opnås med CCS på f.eks. biogasfyrede anlæg + CO<sub>2</sub>-fangst i atmosfæren.**
- 4. Fly: i mange år fremover brug for kulstofholdige PtX-brændstoffer – altså CCU. Kortdistance-flyvninger på el**
- 5. Skibe: flest muligt skal drives på ammoniak (uden kulstofkilde**



# Er CCU og CCS lige godt?

- Ved CCS udvindes flere fossile brændsler end ved CCU – ”erstattes” af CO<sub>2</sub>-lagre
- Der er energispild, luft- og vandforurening ifm. udvinding af fossile brændsler
- Også energitab ved CCU – men ikke forurening. Og i DK bruges overskudsvarme som fjernvarme
- IPCC: 80% af eksisterende reserver skal blive i jorden







# CO<sub>2</sub>-opsamling

- Frarensset CO<sub>2</sub> fra biogas-opgradering
- Udvinning fra skorstene: 1) biogasyrede k/v-anlæg, 2) biomassefyrede k/v-anlæg, industri og affaldsforbrændingsanlæg med lang restlevetid – skal ikke forlænge teknologiernes levetid
- udtræk fra atmosfæren?

## Metanisering af CO<sub>2</sub>

- Starter i storskala i 2023 – kan forøge biogas potentiale med ca. 40%
- Giver overskudsvarme → fjernvarme (decentralt)

Ulempe: skal bruge grøn brint – delvis CCS kan overvejes  
CO<sub>2</sub> ledningsnet? Biogasanlæg ikke ved havne





# Prioritering af kulstoflagring

## 1. Biologiske kulstoflagre

- Mere skov – mere træ i byggeri (også ”resttræ”)
- Landbrug: mere nedmuldning af kulstof, mindre CO<sub>2</sub>-afgivelse fra (lavbunds-)jord

## 2. CCU – især frem til fossilfrihed (2040?)

## 3. CCS – især efter fossilfrihed

Ikke som middel til at drive mere olie ud af felter

I dag underprioriteres biologiske C-lagre



# CCS SOM KLIMAINSTRUMENT

Karsten Capion, Concito

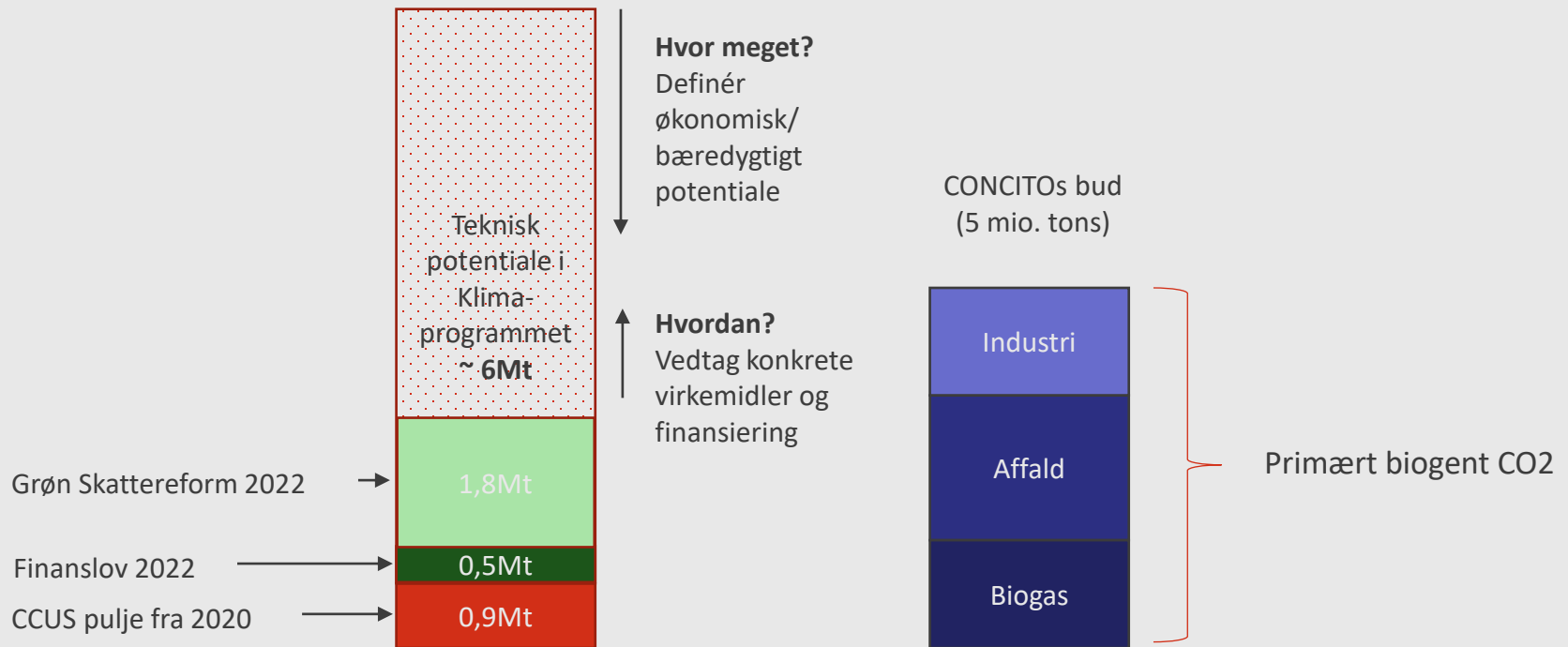
---

# HVAD ER CCS?

---

- Permanent lagring i undergrunden
- Fossil CCS
  - Fossile brændsler
  - Procesudledninger fra cement
  - Plastikaffald
- Biogen CCS
  - Fast biomasse (træ/halm)
  - Biogent affald
  - Biogas
  - CO<sub>2</sub> fra opgradering af biogas
- DACCS
  - Fangst af CO<sub>2</sub> fra luften
  - Fangst af CO<sub>2</sub> fra havet
- Lagring af kulstof der ikke er CCS
- Biokul
- Skovrejsning
- Opbygning af kulstofpuljer i træprodukter og plastik

## Brug for klarhed over hvor meget og hvordan CCS skal bidrage til 2030 mål



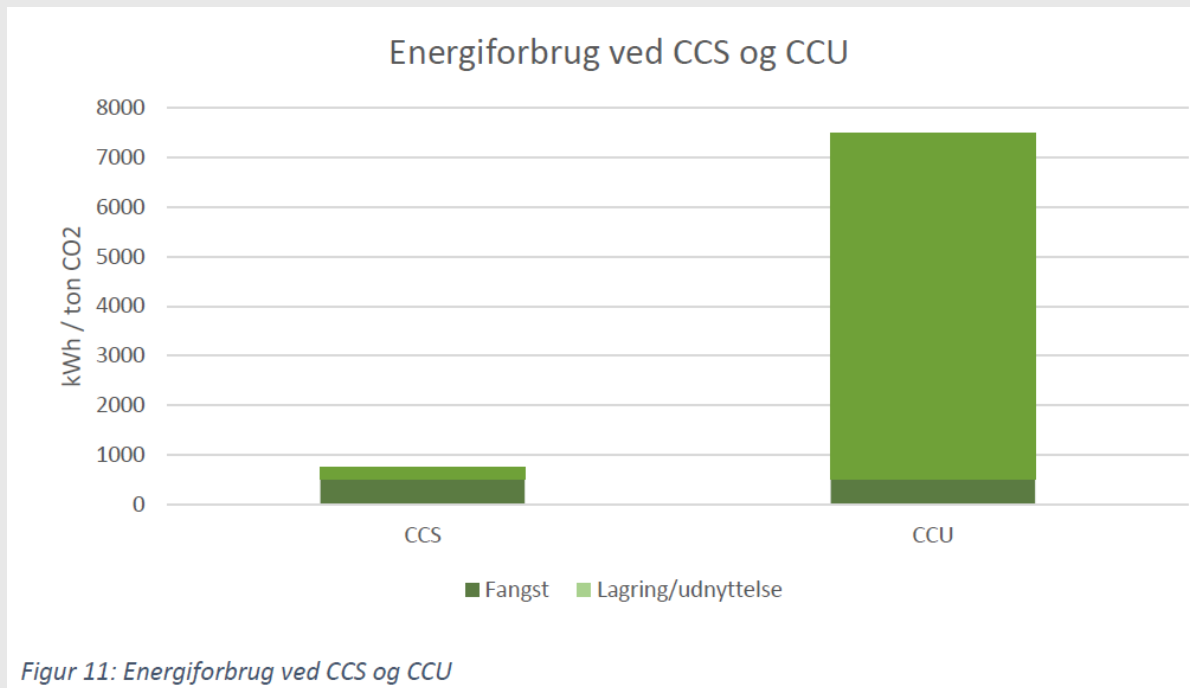
---

# KULSTOFFEFFEKTIVITET BLIVER CENTRALT I GRØN OMSTILLING

---

- Kulstofholdige brændsler bør anvendes hvor alternativ energiforsyning er vanskelig/umulig og hvor CO<sub>2</sub> kan fanges
- ⊖ (Bio) Kraftvarme - Kan erstattes af vindkraft og varmepumper
- ⊖ Transport – da CO<sub>2</sub> ikke kan fanges
- ☑ Højtemperaturvarme i industri med CCS, fx cementproduktion

# LAGRING KLART MEST ENERGIEFFEKTIVT



---

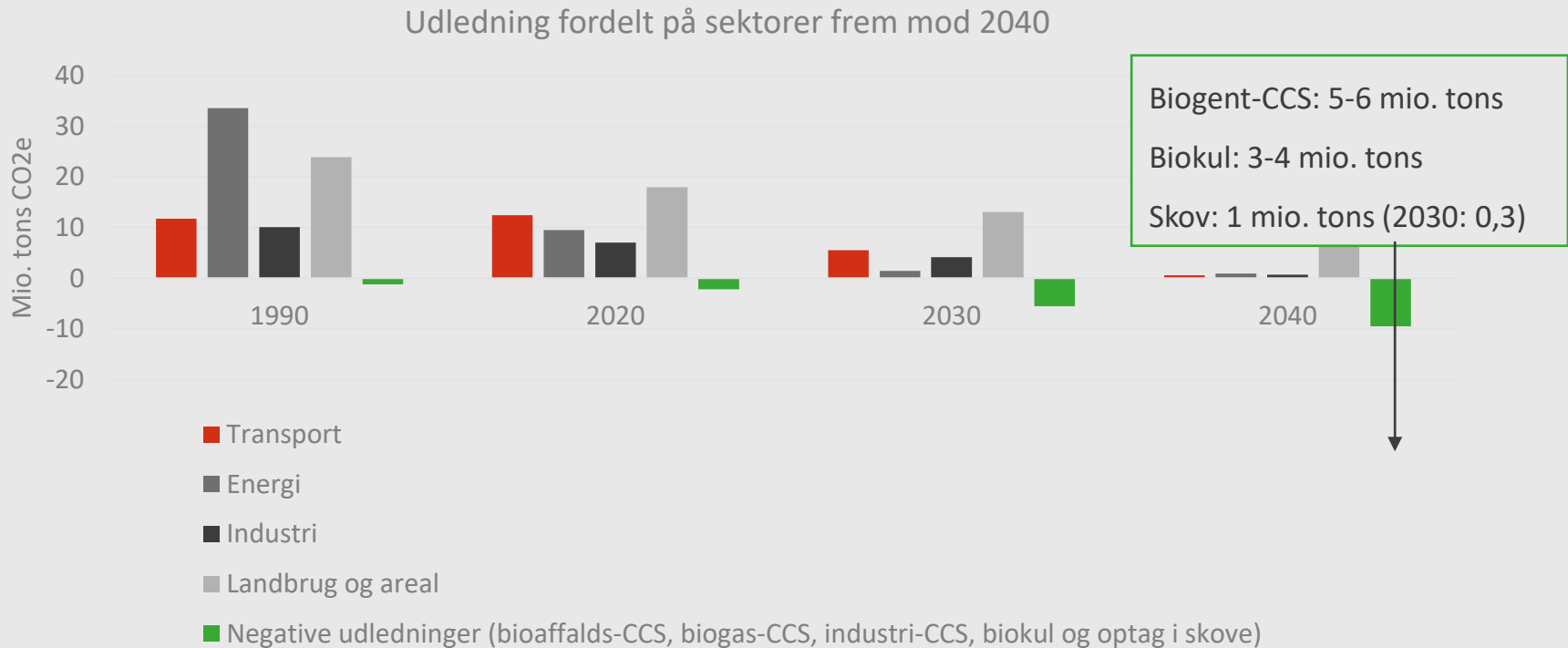
# TRE KRITERIER FOR HVOR CCS ER RELEVANT

---

1. Er der mange driftstimer og har anlægget lang restelevetid?
  - Få driftstimer øger omkostninger til anlægget
  - Lang levetid kan fordele omkostninger på mange år
2. Er der bedre og billigere alternativer?
  - Fx varmepumper / vindkraft / brint til fx stål
3. Er der stor reel klimaeffekt ved CCS?
  - EOR?
  - Type af biomasse?
  - Opstrøms emissioner fra fossile kilder?



# SCENARIO FOR KLIMANEUTRALITET I 2040



CONCITO analyse af dansk klimaneutralitet i 2040 (udgives ultimo 2022, data foreløbige)

---

# Gennemgang af de danske lagringsmuligheder for CO<sub>2</sub> - onshore, nearshore og offshore

**Ulrik Gregersen**  
Seniorforsker, Ph.D., GEUS

# Geologisk udvælgelse og CO<sub>2</sub>-lagringspotentialet i Danmark

Danmarks land- og kystnære undergrund kan formentlig indeholde op til 12 mia. ton (GT) CO<sub>2</sub>

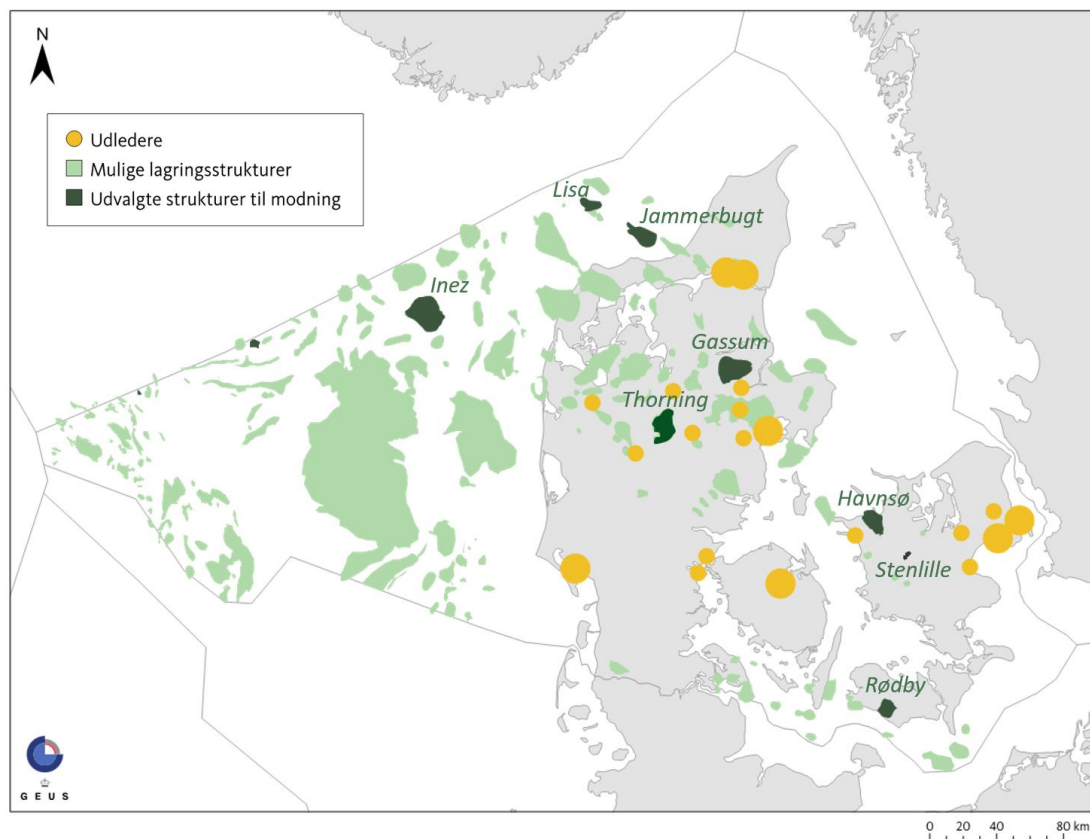
Myndighederne har udvalgt en række store strukturer (se kortet) til nærmere modning 2022-2024 med forundersøgelser og seismisk indsamling:

## På land:

- Stenlille
- Havnsø
- Rødby
- Gassum
- Thorning

## Nearshore/offshore:

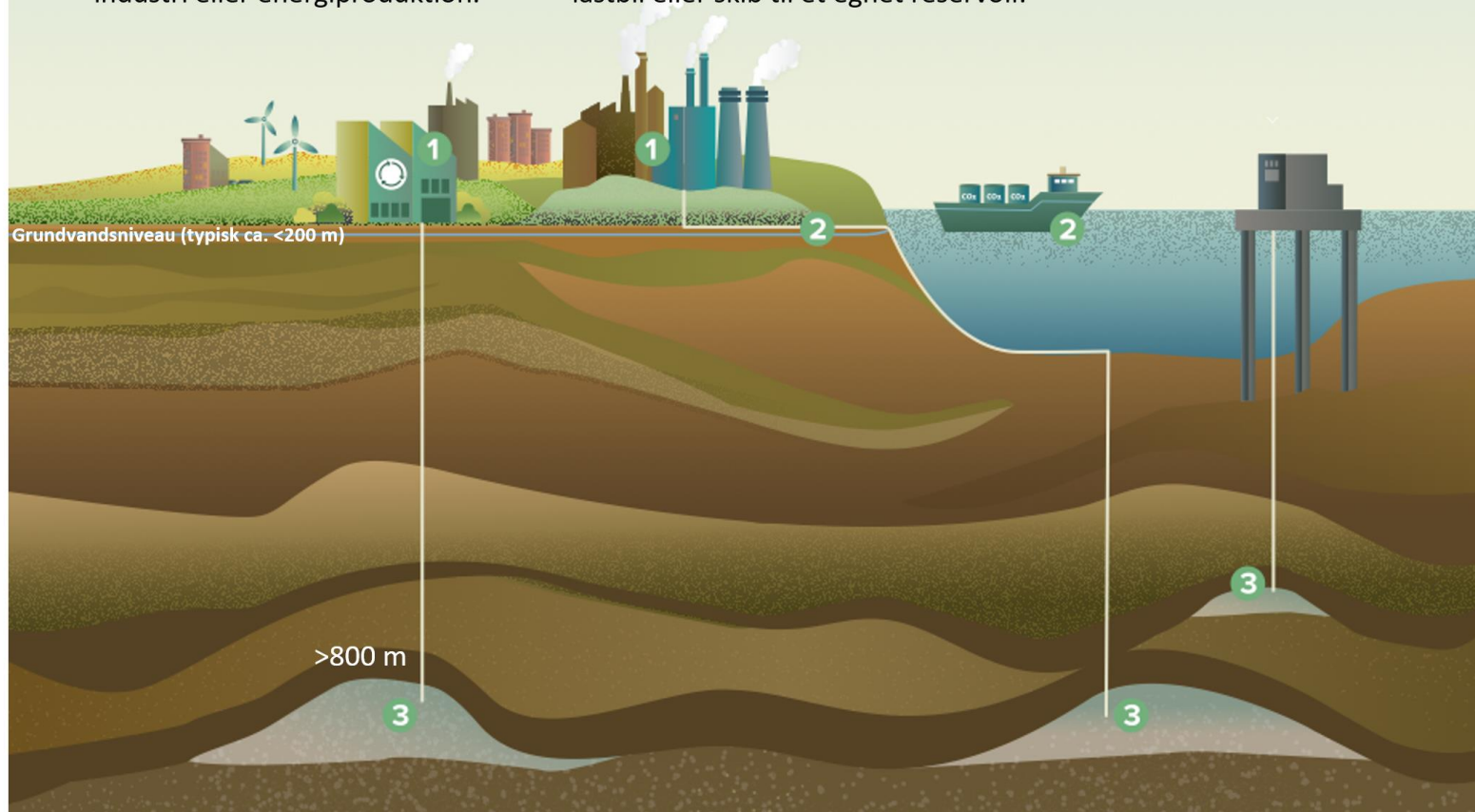
- Jammerbugt
- Lisa (ikke ny seismik, rimelig dækning)
- Inez (ikke ny seismik, rimelig dækning)



**1** CO<sub>2</sub> indfanges ved at filtrere røggassen fra CO<sub>2</sub>-kilder som industri eller energiproduktion.

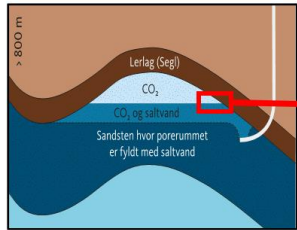
**2** Gassen komprimeres og transporteres via en rørledning, lastbil eller skib til et egnet reservoir.

**3** CO<sub>2</sub> pumpes ned i reservoiret, indtil det er fyldt op.

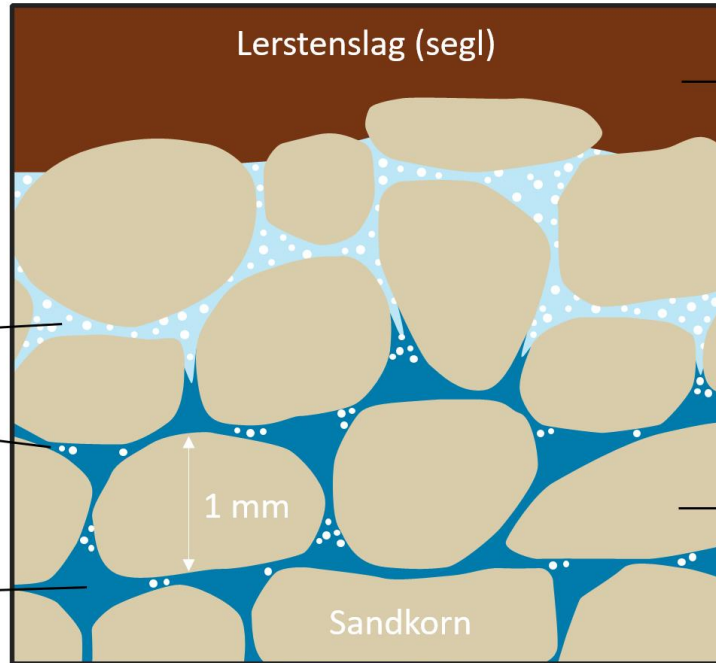


# Porerum

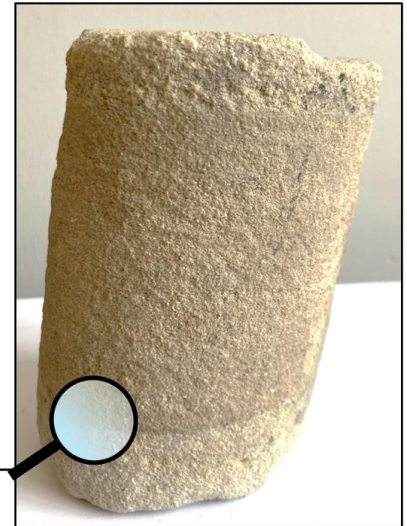
CO<sub>2</sub> fordeler sig imellem de mange sammenhængende porer mellem sandkornene i reservoirets sandsten under et tæt segl af lersten.



CO<sub>2</sub> opløst i vand  
CO<sub>2</sub> fanget i porerum  
Vand



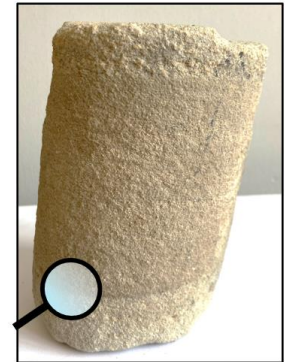
Lersten - tæt segl



Sandstensreservoir (porerum)

# Hvad sker der med CO<sub>2</sub> i undergrunden?

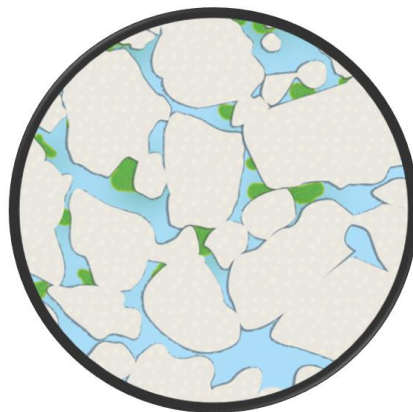
Når CO<sub>2</sub> pumpes ned i undergrunden, vil den være mobil og opløses i den naturlige porevæske og fanges i små porerum under seglet. Med tiden vil den også delvist blive mineraliseret.



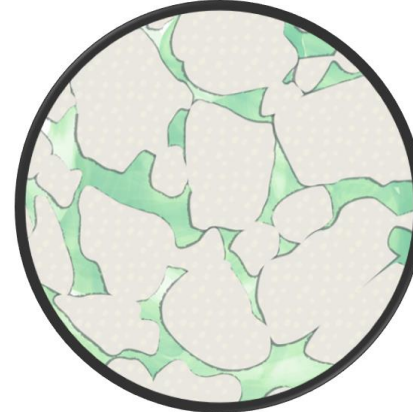
MOBIL FORM



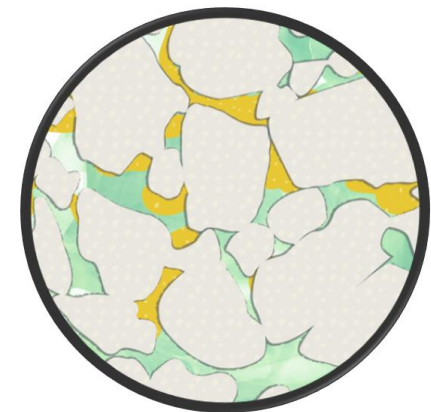
FANGET I SMÅ PORER



OPLØST



MINERALISERET



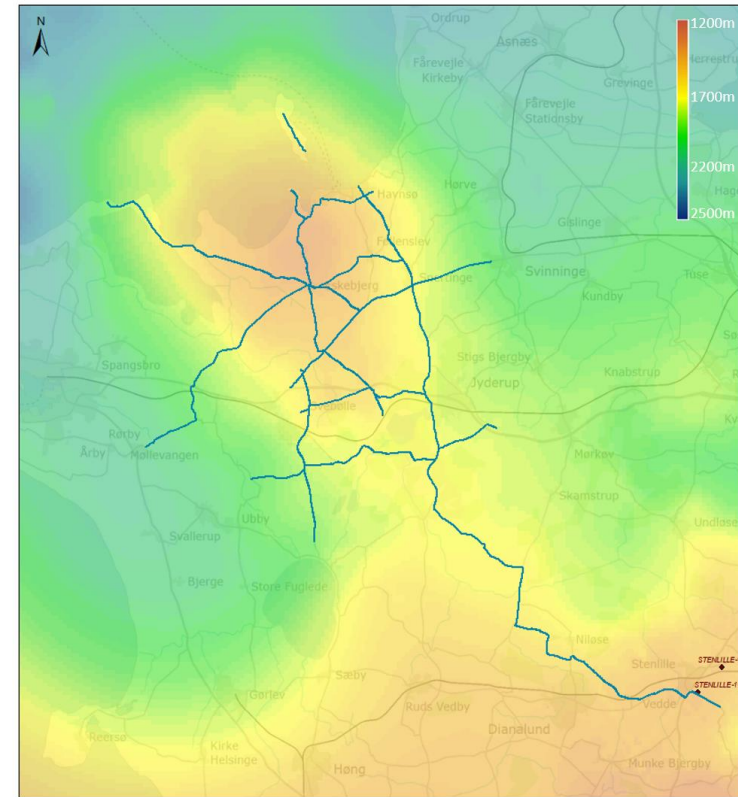
● Sandsten ● Vand ● CO<sub>2</sub> ● Rester af CO<sub>2</sub> ● CO<sub>2</sub> opløst i vand ● Mineralisering

# Stenlille & Havnsø strukturerne

Den seismiske forundersøgelse fra Stenlille til Havnsø, foregik fra aug.-okt. 2022 på vejene markeret med blå linjer på kortet (~135 km).

Undersøgelseslinjerne i denne indsamling blev lagt for at få nyere data forbundet til Stenlille borerne og en bedre dækning af strukturen til brug for vurderinger af størrelse, lagringskapacitet og risici, især strukturens grundlæggende:

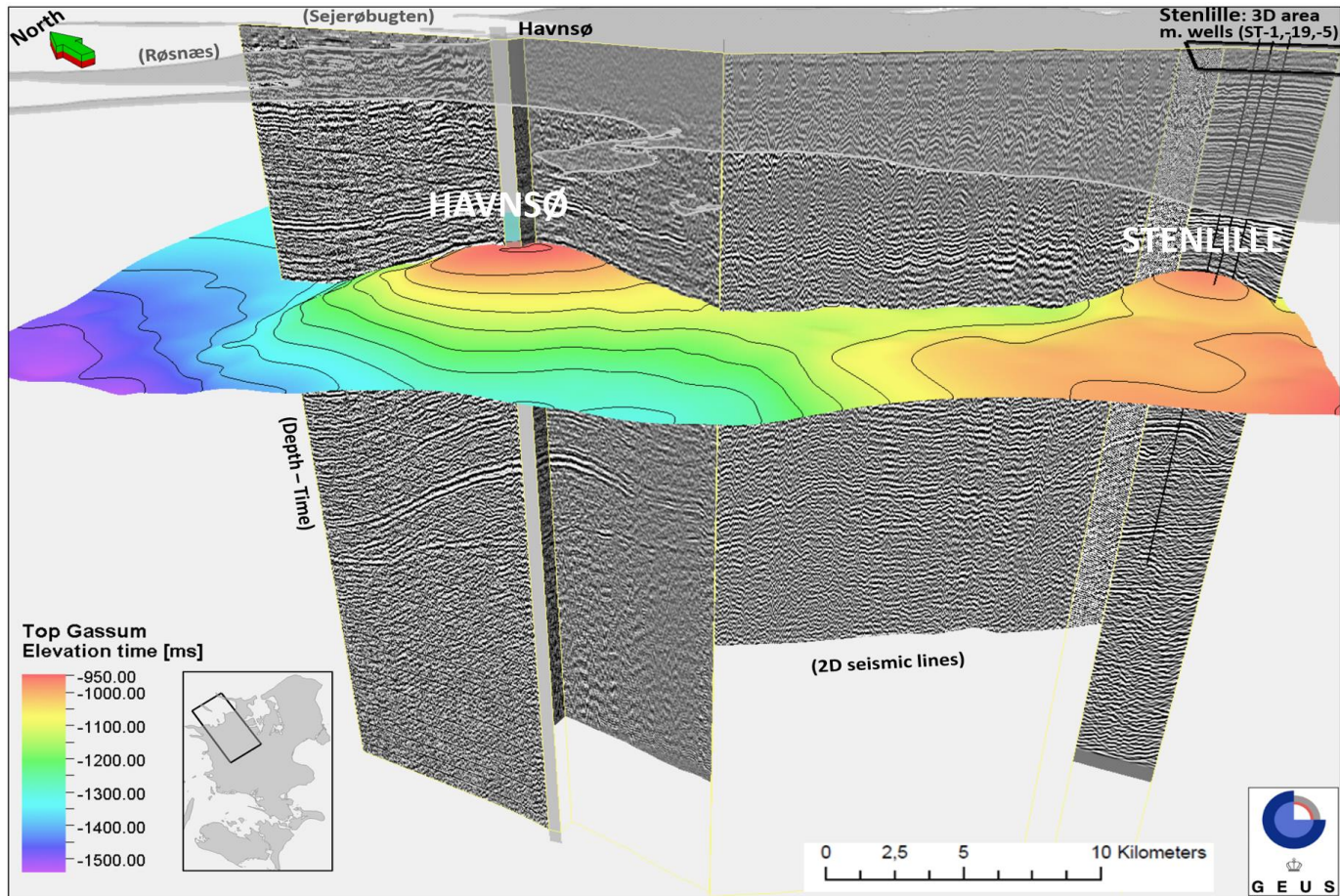
- geometri (størrelse, afgrænsning)
- opbygning (reservoir og segl) og
- forsætninger/forkastninger



Indsamlingslinjerne over Havnsø-strukturen

Den seismiske indsamling er udført i samarbejde mellem:

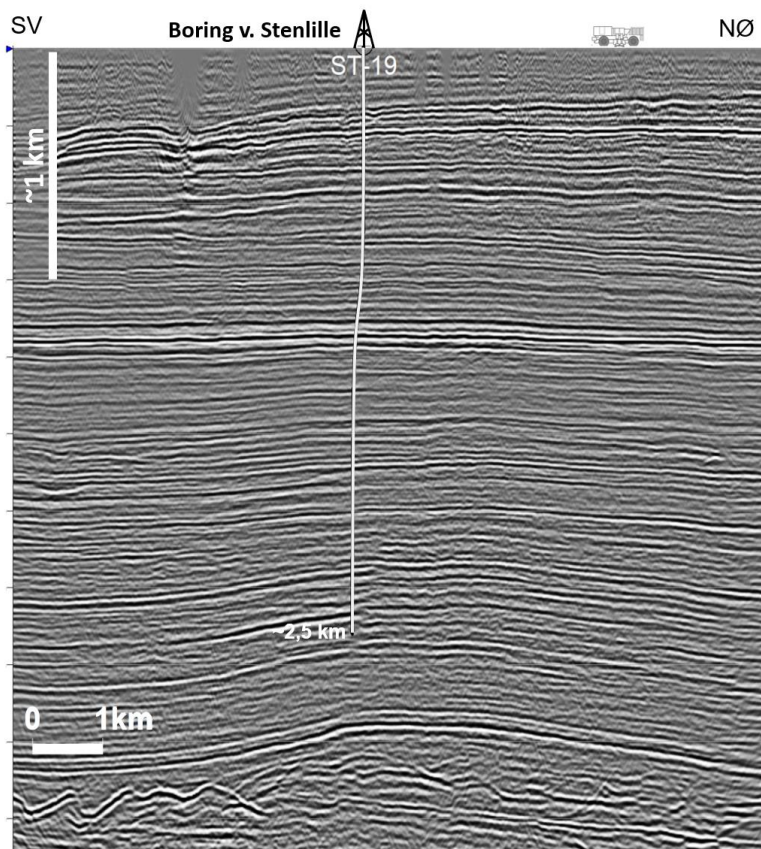




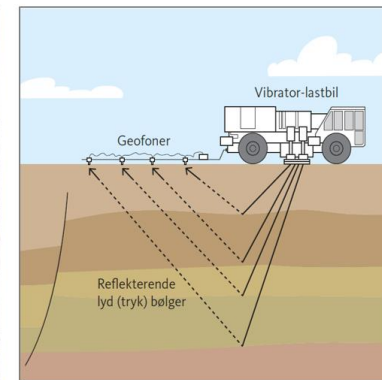


# Forundersøgelser

- Dataindsamling- eksempel fra Stenlille strukturen



(Existing data)



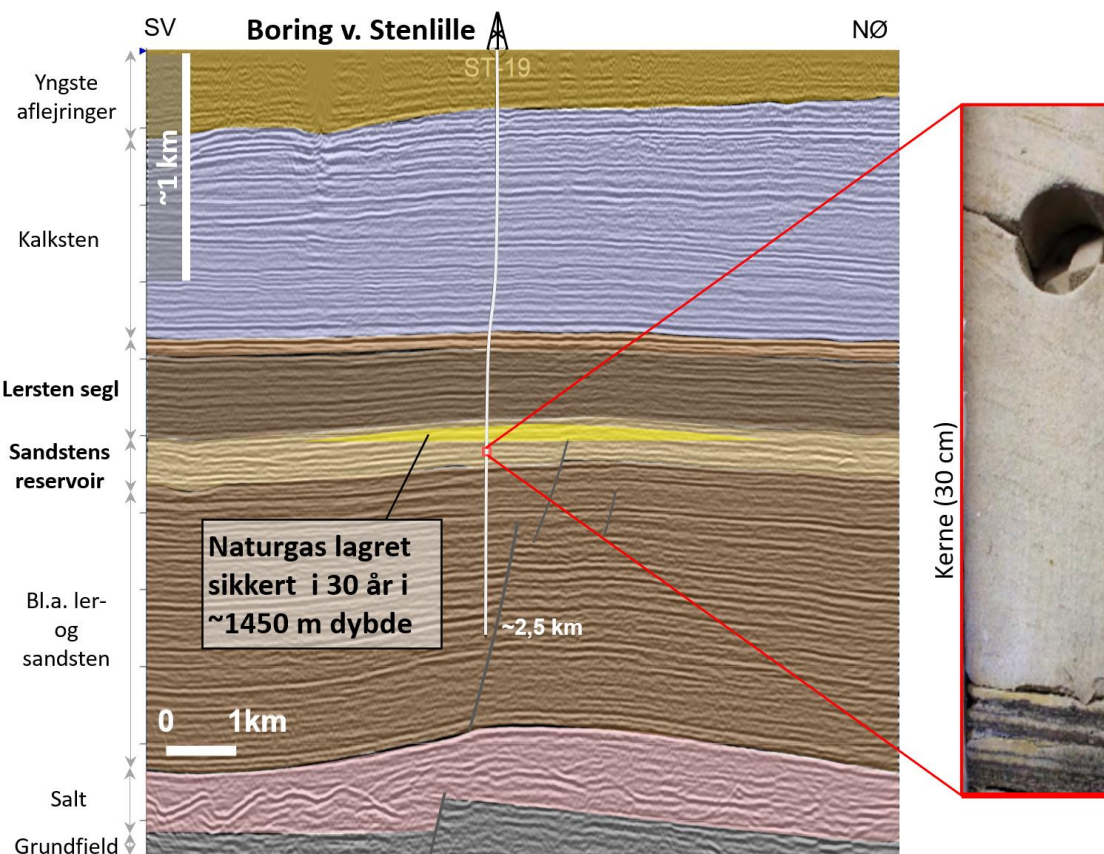
Indsamlingen foregår ved, at to mini-lastbiler vibrerer periodevis med stempel i kort tid (16-18 sec) - De genererer lydbølger, som tilbagekastes af lagene i undergrunden og opfanges på/ved vejen af geofoner – en form for mikrofoner.

## Refleksioner fra undergrunden

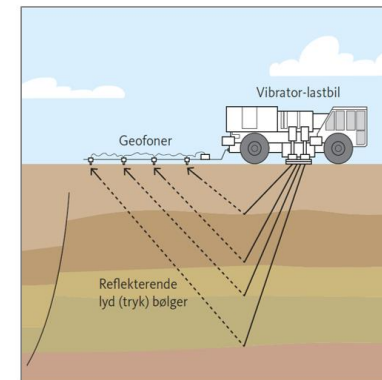
- Laggrænser mellem bjergarter kan identificeres
- Lagenes geometri kan kortlægges

# Forundersøgelser

- Indsamling & Tolkning af data -> geologisk model



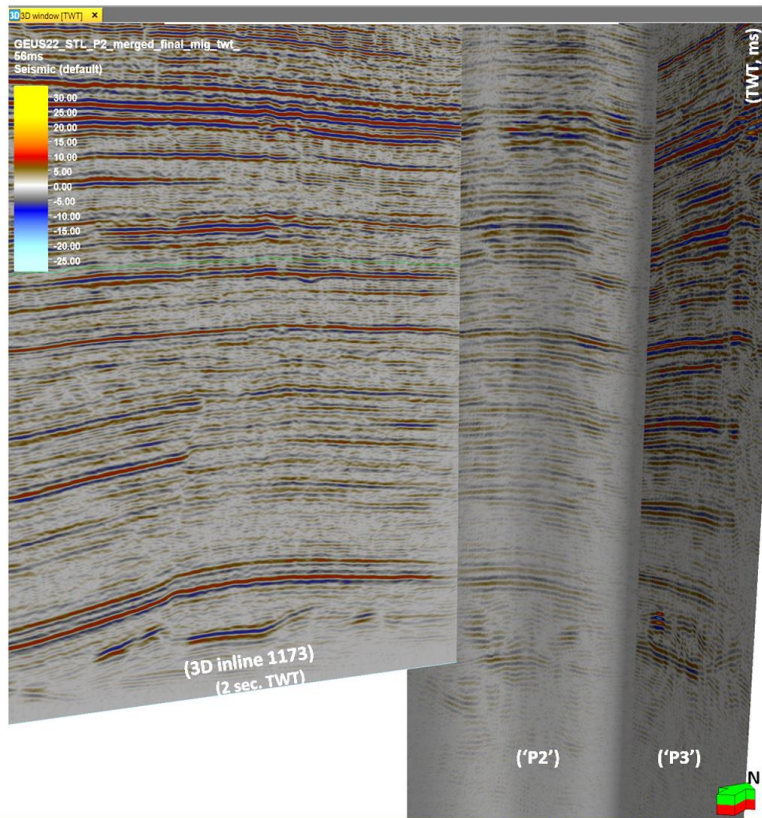
(Existing data)



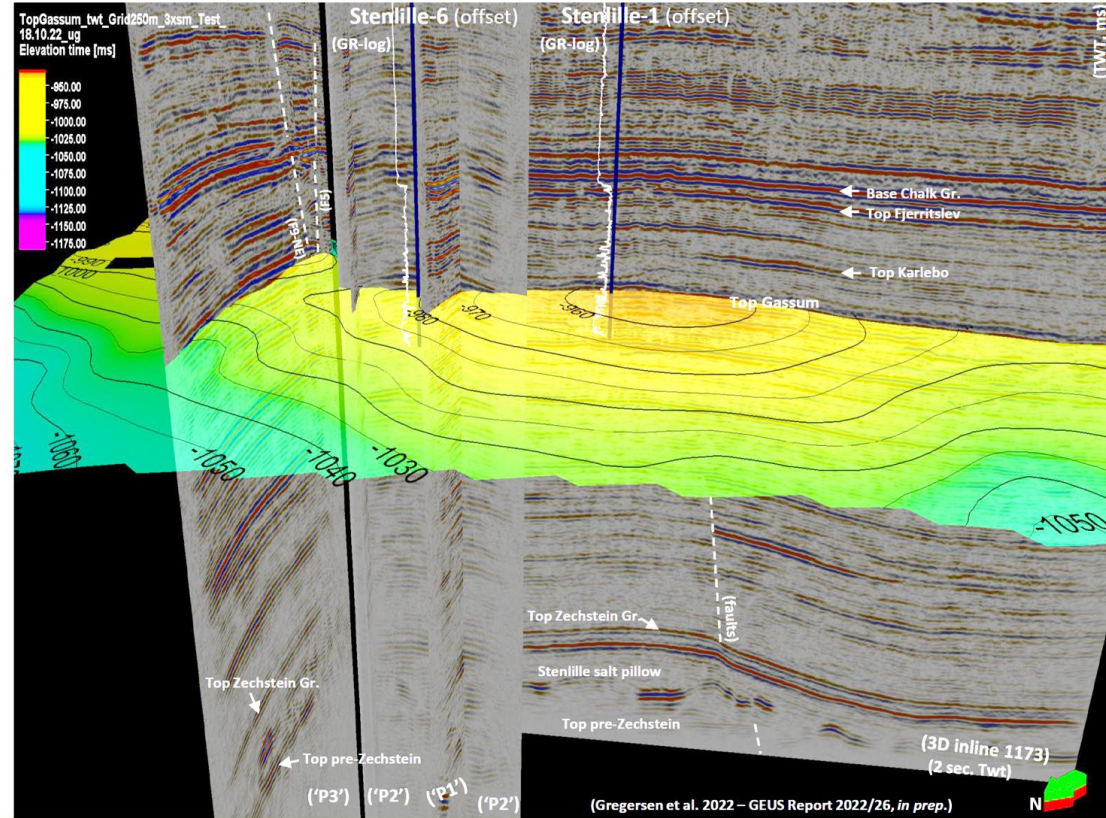
## Refleksioner fra undergrunden

- Laggrænser mellem bjergarter kan identificeres
- Lagenes geometri kan kortlægges
- Med boringer kan vi forstå lagenes geologi
- Kortlægge reservoirsand og seglbjergarter

De nye seismiske liner v. Stenlille har bl.a. bidraget til at bekræfte lukningen og identificere forkastninger mod øst



(Nye liner: P1-P4)



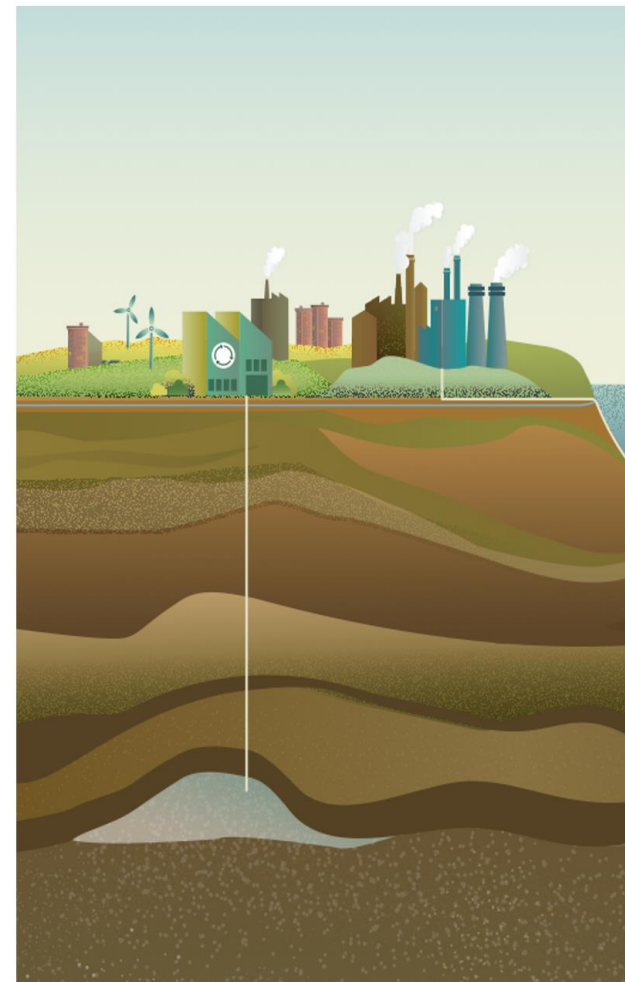
(Nye liner: P1-P4)

(Gregersen et al. 2022 – GEUS Report 2022/26, in prep.)

## Efter forundersøgelsen af hver struktur

Forundersøgelserne vil bidrage til en mere detaljeret forståelse af undergrunden og forbedre grundlaget for at kunne vurdere, om områderne kan være egnet til et CO<sub>2</sub>-lager.

Denne viden fra undersøgelser fra de udvalgte områder i Danmark vil indgå i det videre arbejde med at beslutte, hvor der skal udbygges og etableres CO<sub>2</sub>-lagre



TÆNKE  
TANKEN **Hav**

Støttet af VELUX FONDEN

# Mulige miljøkonsekvenser ved CCS-lagring under havbunden

November 2022

Liselotte Hohwy Stokholm  
Adm. direktør  
Tænketanken Hav

# Bestyrelsen i Tænk tanken Hav

- **Maria Reumert Gjerding (forperson)**  
(Præsident Danmarks Naturfredningsforening)
- **Thomas Thune Andersen (næstforperson)**  
(Forperson Ørsted, VKR Holding mv.)
- **Katherine Richardson**  
(Professor in biologisk oceanografi)
- **Martin Præstegaard**  
(Direktør ATP, tidl. departementschef)
- **Dorthe Jørgensen**  
(Professor i filosofi, idehistorie og teologi).
- **Dea Forchhammer**  
(Direktør Ungdomsøen)
- **Anne Christine Brusendorff**  
(Tidl. generalsekretær ICES)

november 2022



Direktør for Tænk tanken Hav  
**Liselotte Hohwy Stokholm**

TÆNKE  
TANKEN **Hav**

---

TIL SIDST:

---

Diskussion

Høringssvar vedr. den strategiske miljøvurdering af CO2-lagring

Lidt vin

Tak for i dag!

**AXCEL**FUTURE  
ERHVERVSLIVETS TÆNKETANK

