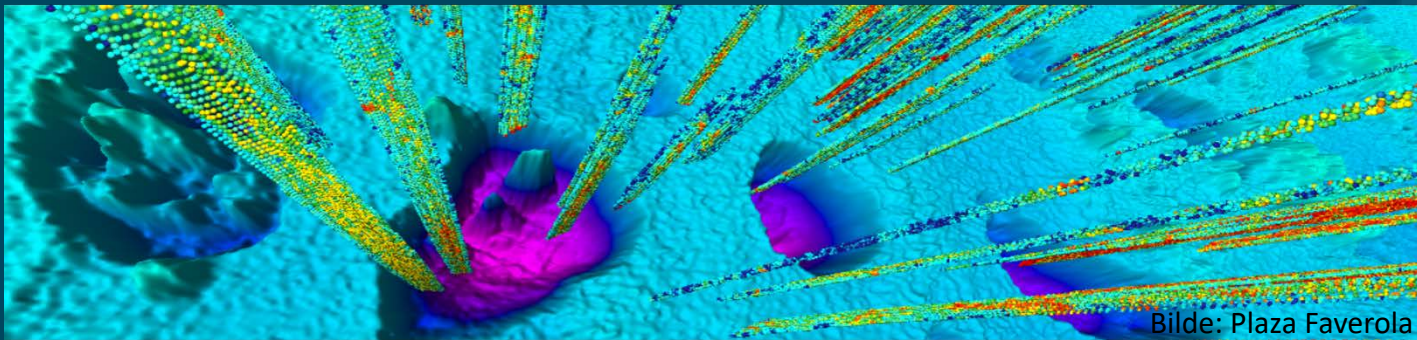




UiT Norges arktiske universitet

CAGE – Senter for Arktisk gasshydrat, miljø og klima



Bilde: Plaza Faverola

Karin Andreassen, CAGE Direktør
Presentasjon på Webinar Metanlekkasjer_17_02_2021
cage.uit.no



Centre for
Arctic Gas Hydrate
Environment and Climate



Tema

- CAGE bakgrunn
- Gasshydrater
- CAGE aktiviteter
- Gasslekkasjer i Barentshavet;
 - Hva gjør CAGE - hvor?
 - Årsaken til lekkasjene (geologisk – brønner)
 - Hva er det som pipler ut (metan, CO2, annet)?
 - Hvor stabile er lekkasjene?
 - Volum?
 - Konsekvenser (løses opp i vannet eller utslipp til luft, påvirkning av økosystem)



New centres of Excellence 2013 **Sentre for Framragende Forskning (SFF)**

139 applications – 13 selected

Selection based on scientific quality

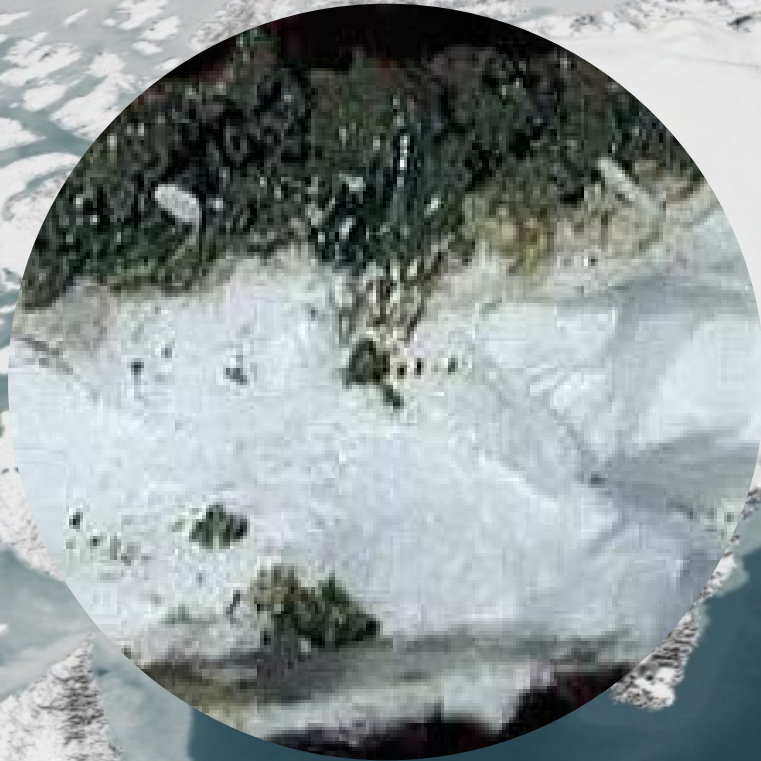
Long-term and generous funding

5 + 5 years - mid-term evaluation

**Norwegian Centres
of Excellence (SFF)**

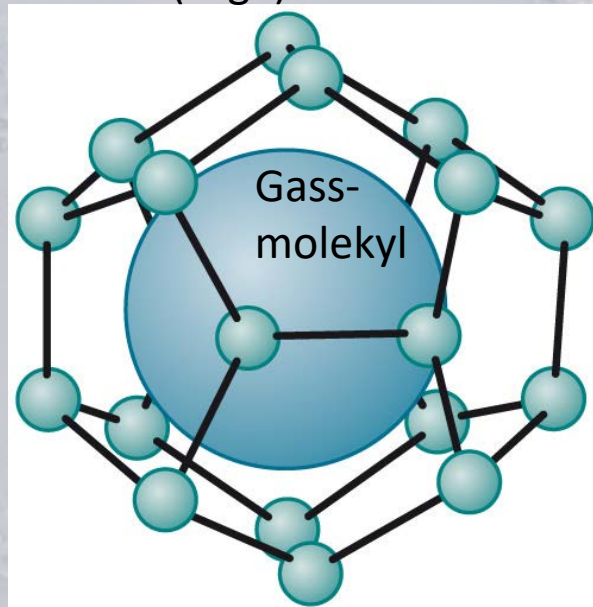
MOTIVASJON: Store mengder metangass fins i Arktis som isgass, gasshydrater

Hva vil skje med disse lagrene av klimagass når temperaturen øker og kryosfæren (jordas frosne del) tiner?



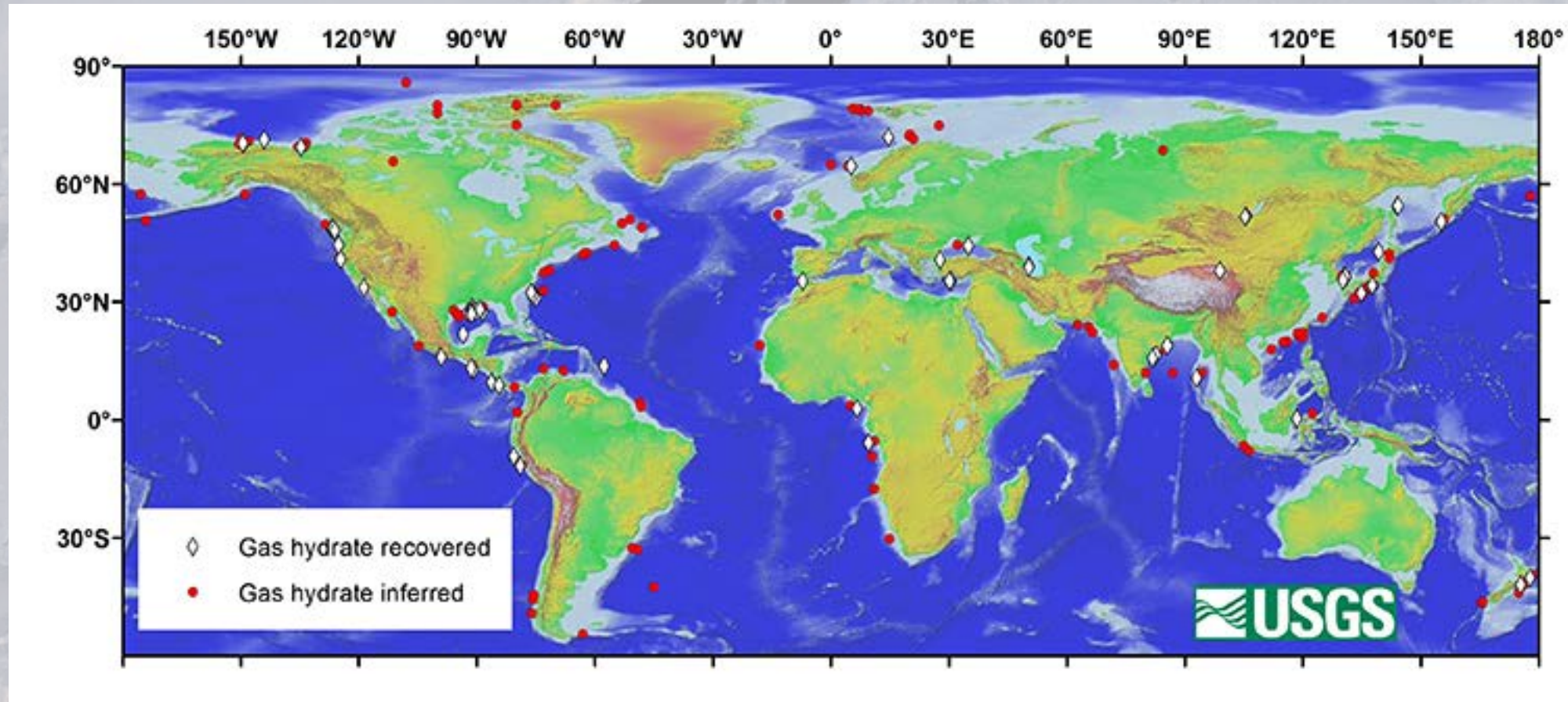
Gasshydrat: is-lignende fast blanding av vann og gass

Vannmolekyl danner
ei hule (cage)



Metan er den mest vanlige gassen i gasshydrater

Gasshydrat dannes under høye trykk og lave temperaturer



- Polarområder der det er kaldt
- Kontinentalmarginer der det er høye trykk (store havdyp)
- Subglasialt, under isdekker

Tema

- CAGE bakgrunn
- Gasshydrater
- **CAGE aktiviteter**
- **Gasslekkasjer i Barentshavet**
 - **Hva gjør CAGE - hvor?**
 - Årsaken til lekkasjene (geologisk – brønner)
 - Hva er det som pipler ut (metan, CO₂, annet)?
 - Hvor stabile er lekkasjene?
 - Volum?
 - Konsekvenser (løses opp i vannet eller utslipp til luft, påvirkning av økosystem)



CAGE bruker tverrfaglige metoder og teknologi i utforskning av komplekse metan-systemer i Arktis

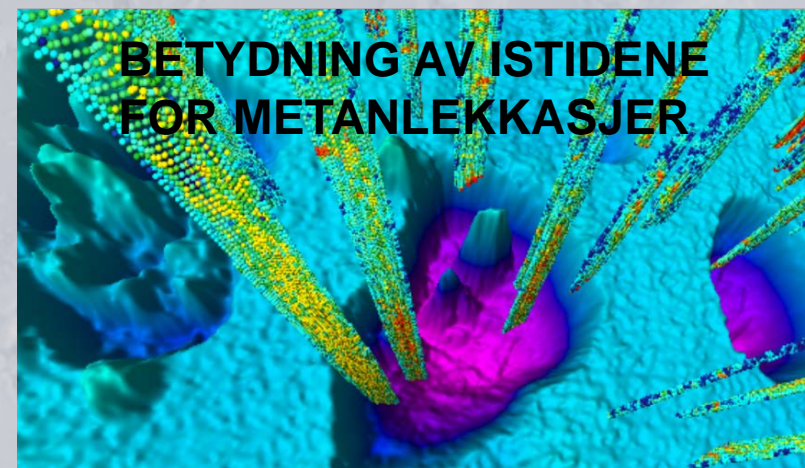
GASS I LUFT



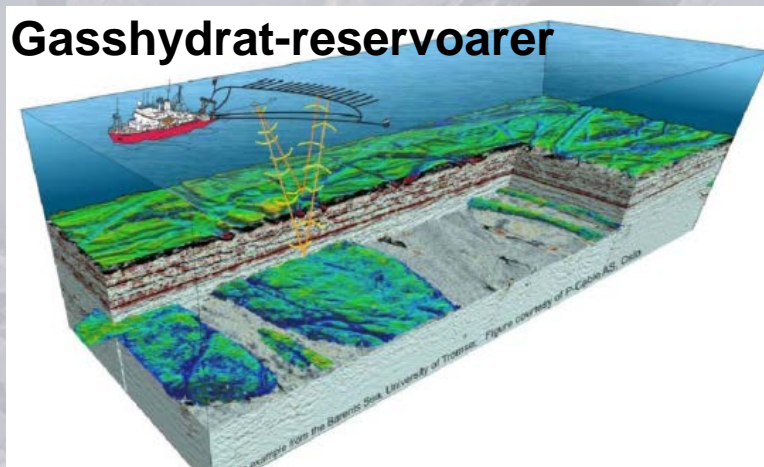
METAN-LEKKASJE-HISTORIE



BETYDNING AV ISTIDENE FOR METANLEKKASJER



Gasshydrat-reservoarer



ØKOSYSTEMET



GASS I VANNET



**Vi har fokusert vår forskning
i Arktis inkl Barentshavet**

RV Kronprins Haakon



RV Helmer Hanssen



board

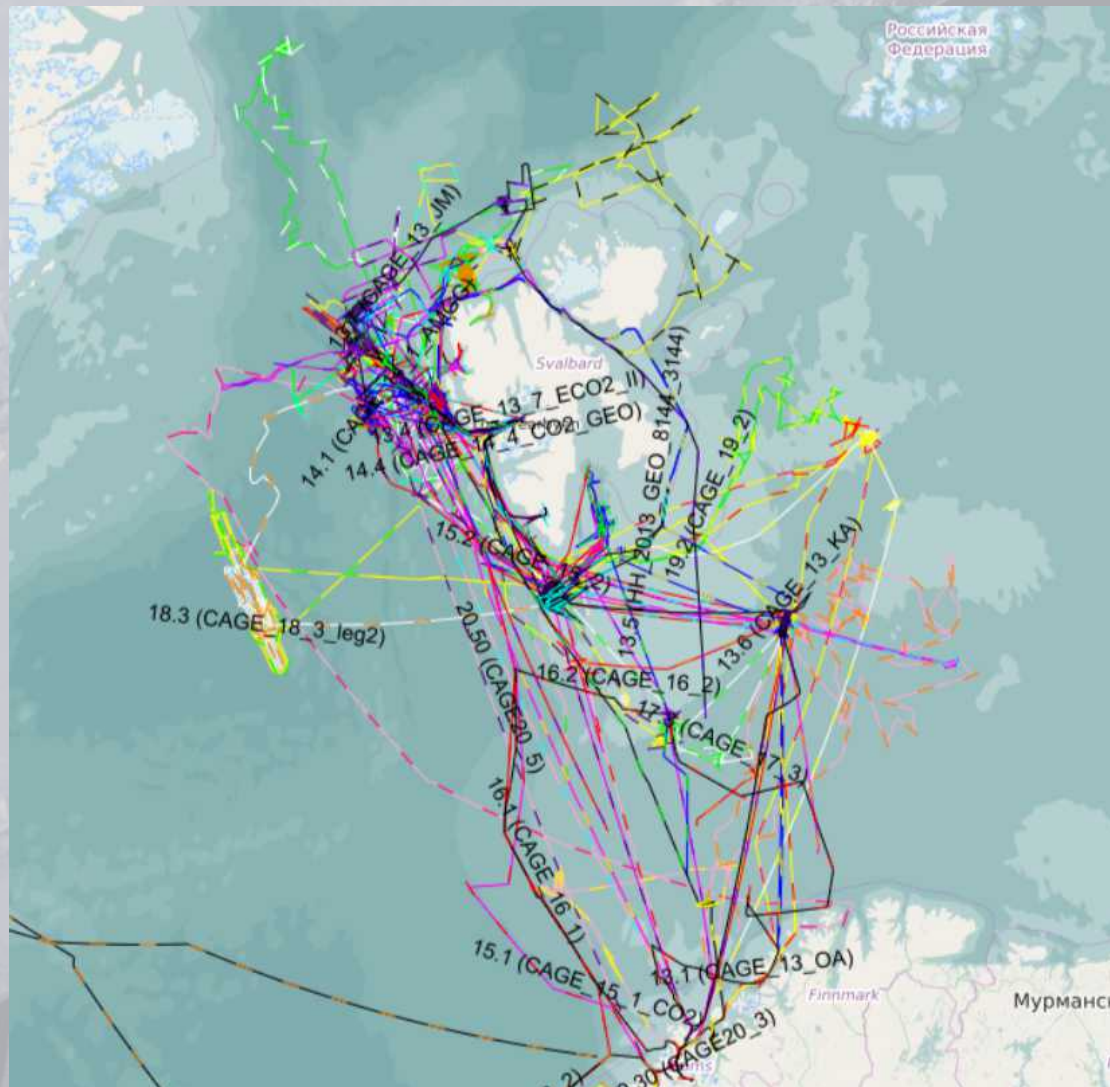
Barents Sea

Kara Sea

msø

Norway

Russia



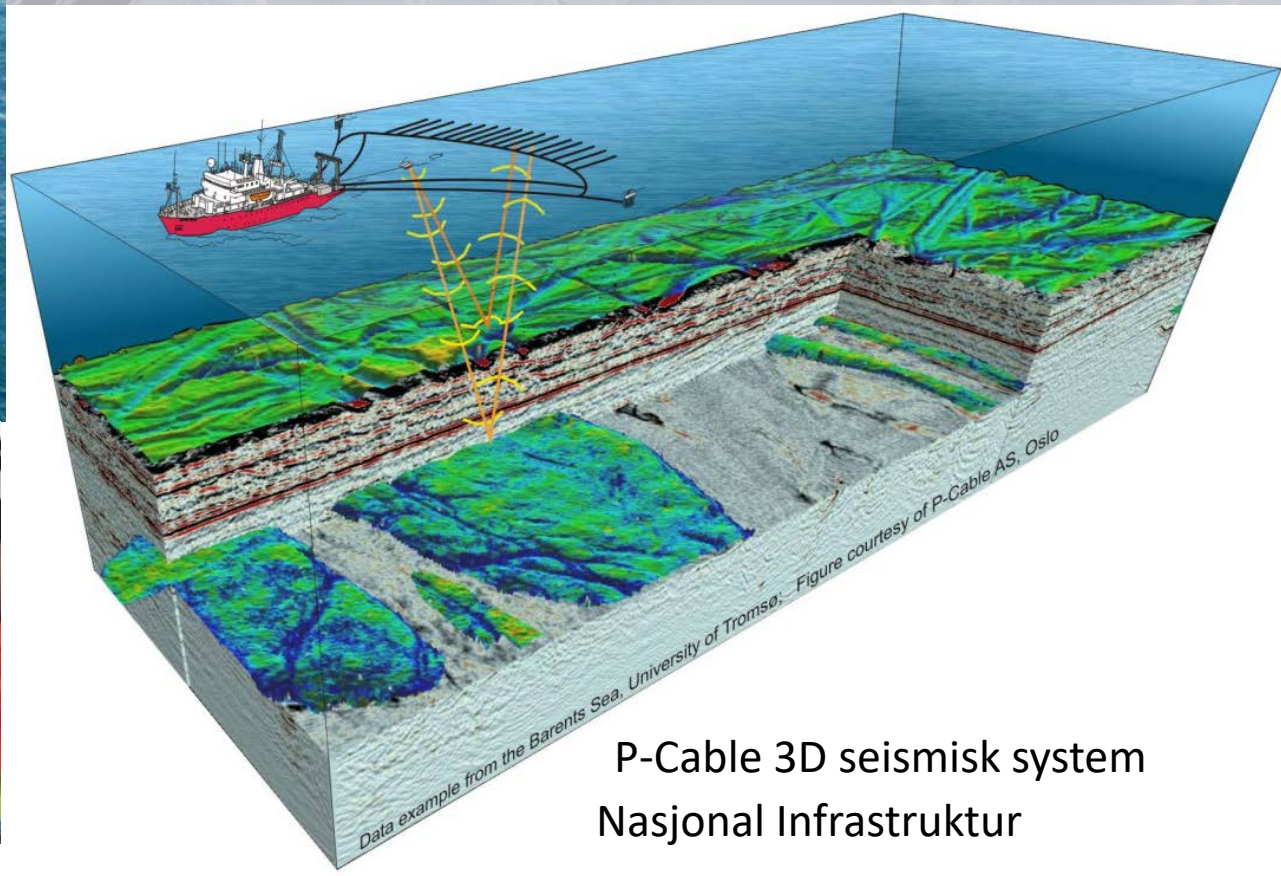
Cage forskningstokt 2013-2019

- Multistråle-havbunnsbatymetri, gass-søyler (gas flares) i vannet, penetrasjonsekkolodd, seismikk
- Prøver: CTD, kjerneprøvetaker, boks-prøvetaker, multiprøvetaker, grabb, piston prøvetaker, planktonnett, gass i sedimenter, vann og luft

https://geodata.uit.no/cage_cruises

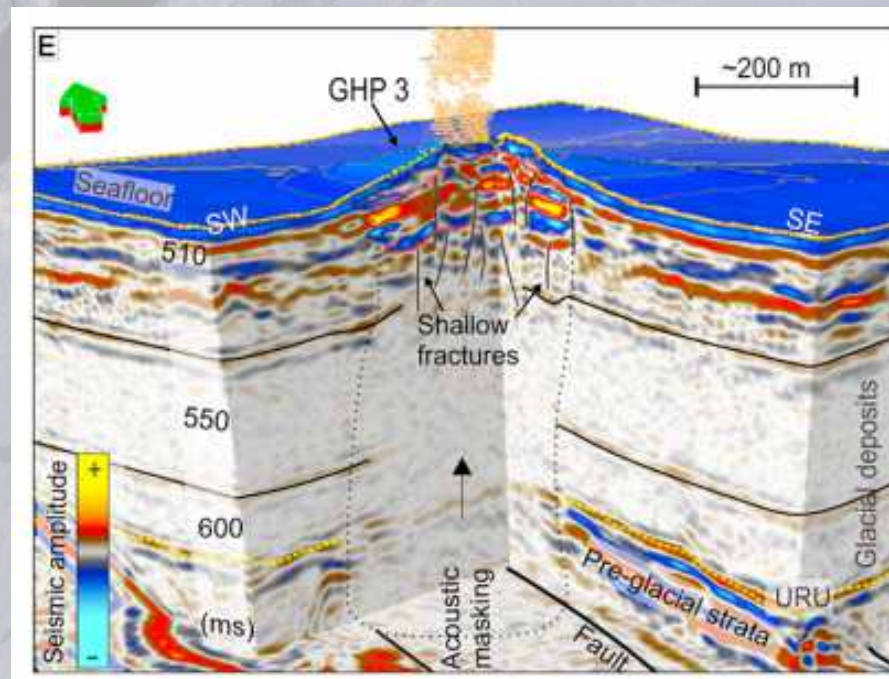
Data base manager: Fabio Sarti

Høyoppløselige 3D-avbildninger av lagene under havbunnen



P-Cable 3D seismisk system
Nasjonal Infrastruktur

Høyoppløselige 3D-avbildninger av lagene under havbunnen



Gashydrat-pingo i Barentshavet

Waage et al. 2019 G3

- Perfekt for kartlegging av migrasjonsveier for gass og kobling til underliggende geologi
- 4D for monitorering av endringer i gass-tilførsel



Nasjonalt og internasjonalt samarbeid i kartlegging/prøvetakning av havbunnen



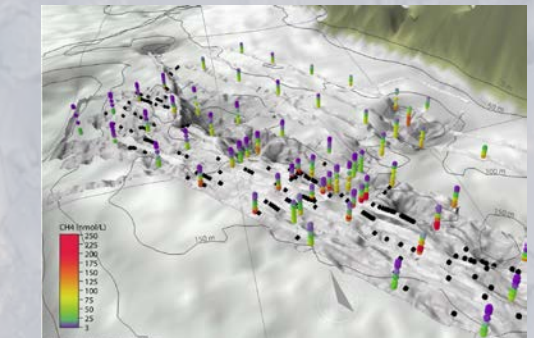
Ægir UiB

Nasjonalt og internasjonalt samarbeid



Samarbeid med Norsk
Luftforskning (NILU)

Gass-lekkasjer til luft



Tema

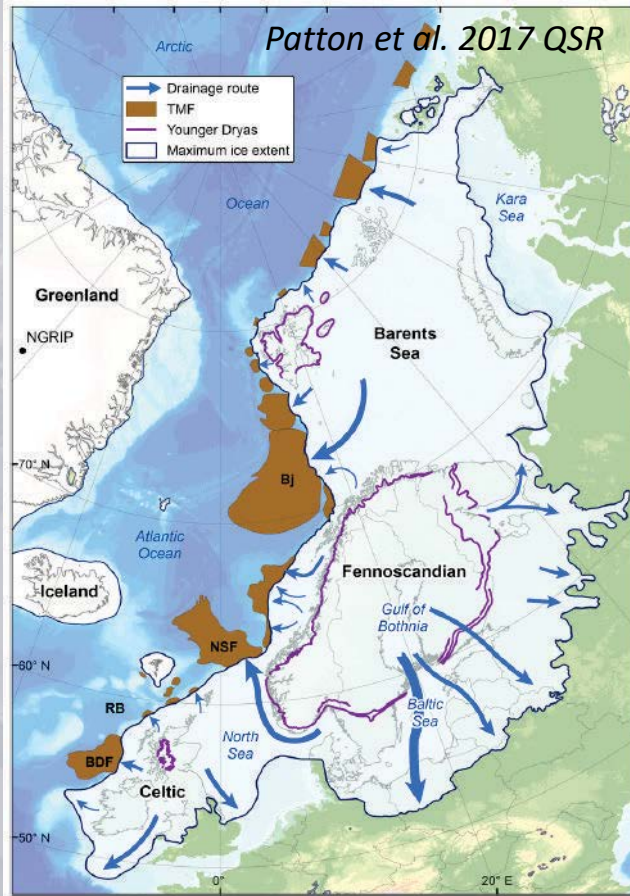
- CAGE bakgrunn
- Gasshydrater
- **CAGE aktiviteter**
- **Gasslekkasjer i Barentshavet**
 - Hva gjør CAGE - hvor?
 - **Årsaken til lekkasjene (geologisk – brønner)**
 - Hva er det som pipler ut (metan, CO2, annet)?
 - Hvor stabile er lekkasjene?
 - Volum?
 - Konsekvenser (løses opp i vannet eller utslipp til luft, påvirkning av økosystem)



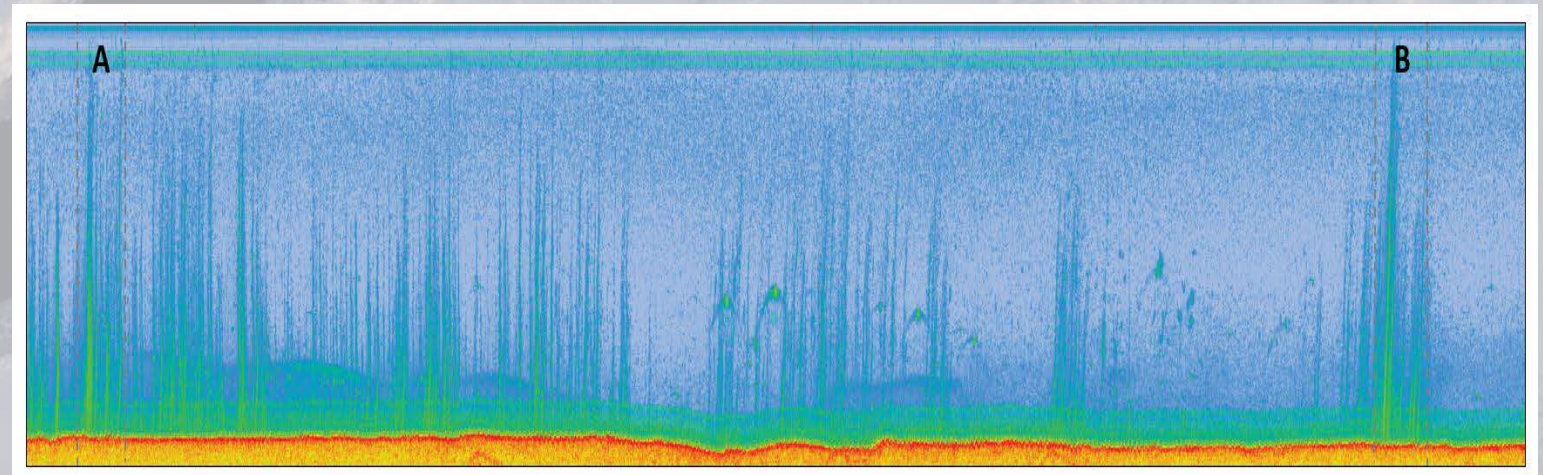
Glasierte petroleumsvinsjer: spesiell setting for gasslekkasjer



Siste istids Max (~20.000årBP)



- «Hotspots» med konsentrerte gasslekkasjer fra havbunnen

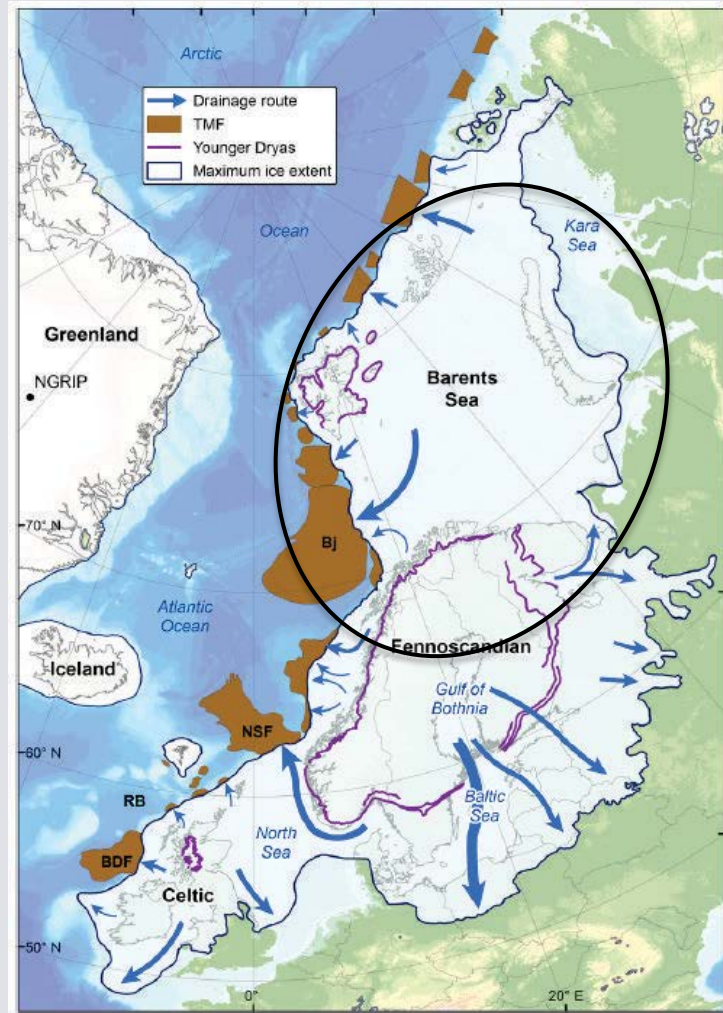


CAGE 20-2 tokt Barentshavet

- Sterk kobling til underliggende geologiske strukturer

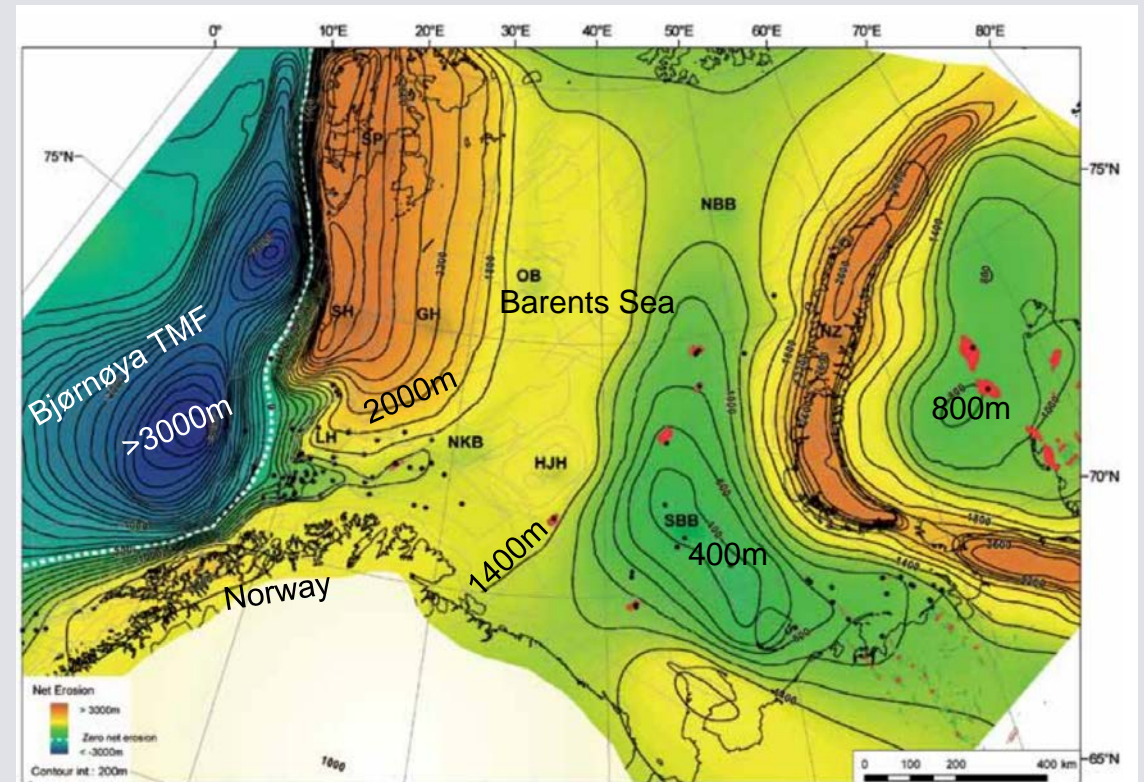
Gass-lekkasjer her er i stor grad relatert til de tidligere glasierne i området

Isdekkene har erodert/fjernet store mengder med berggrunn fra kontinental-sokkelen og avsatt disse i store sediment-vifter langs kontinental-marginene



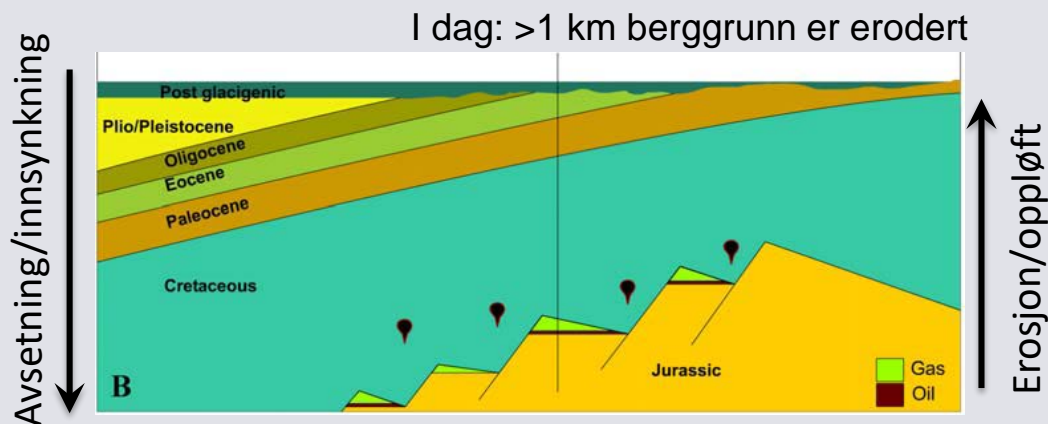
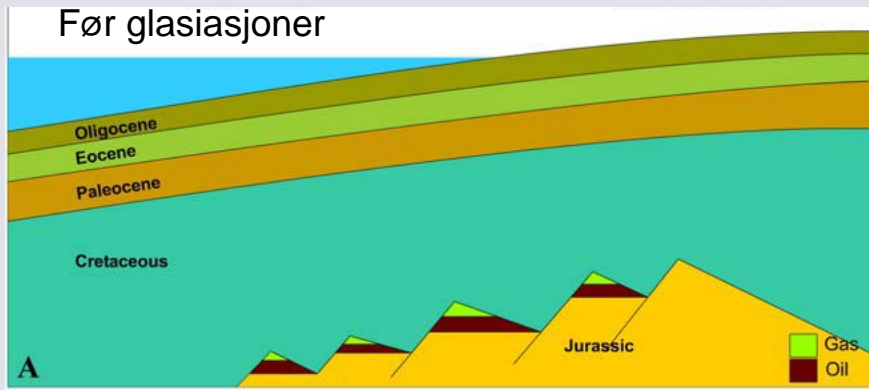
Patton et al. 2017 QSR

Tykkelse på erosjon og avsetning

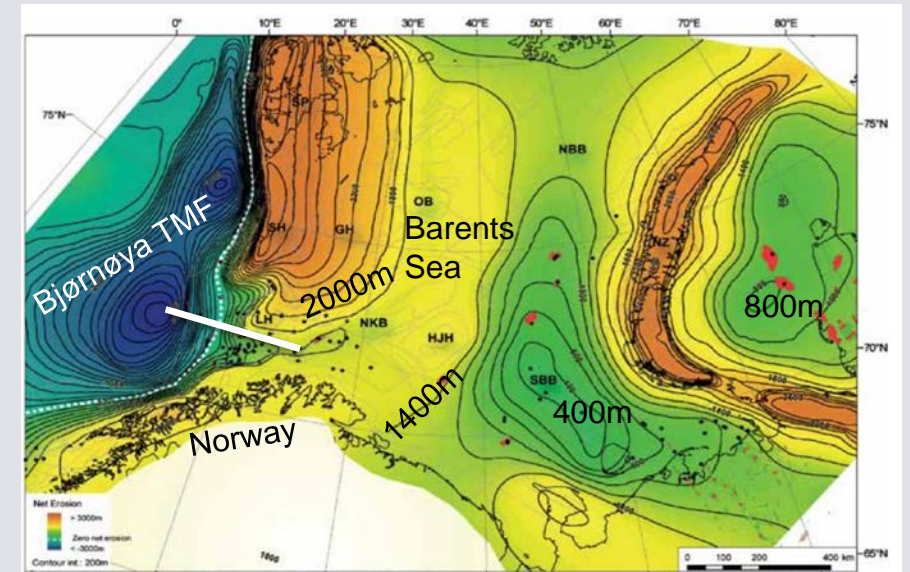


Henriksen et al. 2011. Arctic Petroleum Geology (Spencer et al. Eds.)

Effekter av is-erosjon på underliggende hydrokarbon-reservoarer



➔ **Gass-migrasjon fra hydrokarbon-reservoarer til grunnere strukturer**



Henriksen et al. 2011. *Arctic Petroleum Geology* (Spencer et al. Eds.)

Effekter på hydrokarbon-reservoarer:

- Gass-ekspansjon og overgang fra olje til gass
- Reaktivering av forkastninger og dannelse av nye
- **Oppsprekking av hydrokarbon-forseglinger**
- Skråstilling av hydrokarbon-reservoarer
- Hydrokarboner drenerer ut av strukturer

37.00

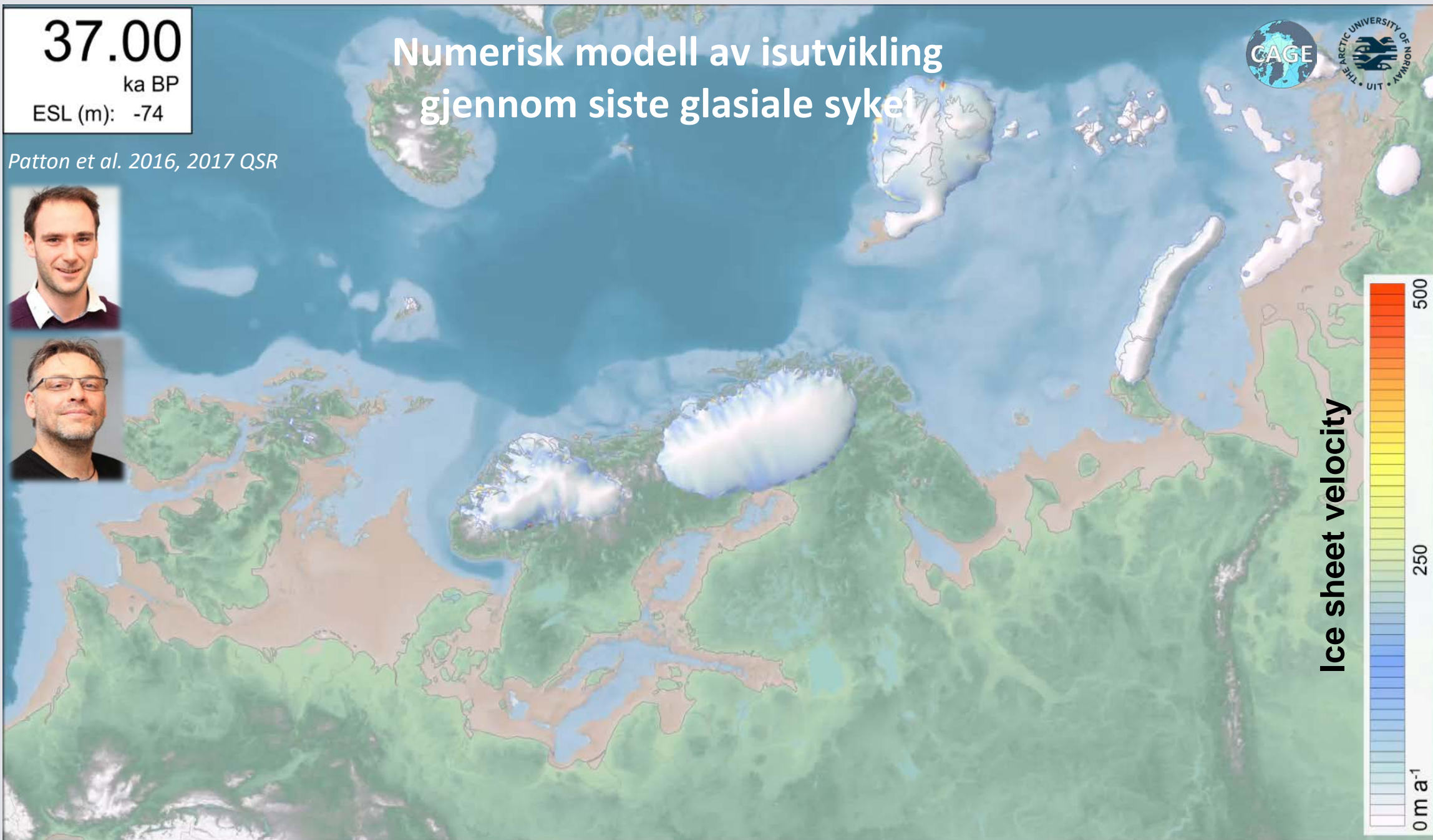
ka BP

ESL (m): -74

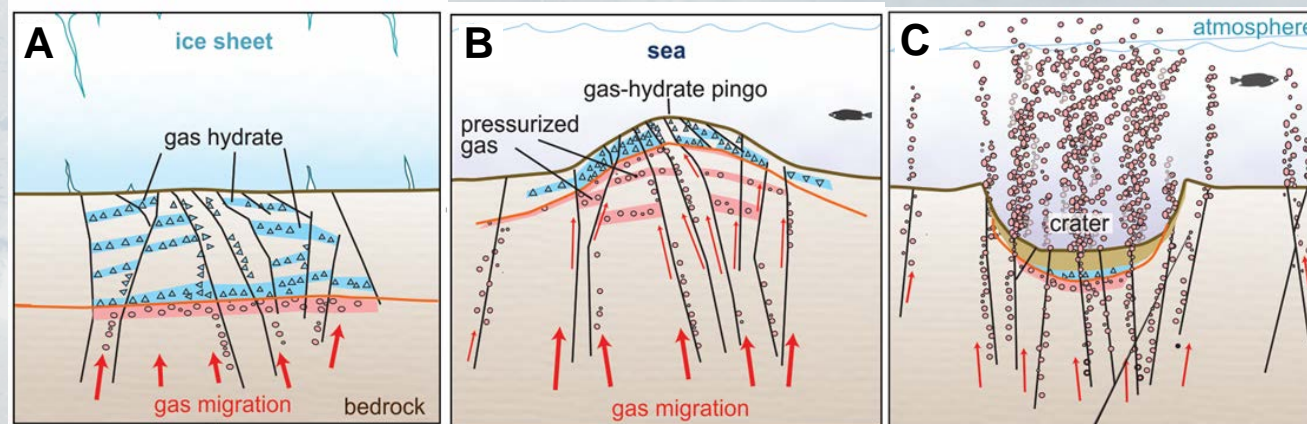
Numerisk modell av isutvikling gjennom siste glasiiale syke



Patton et al. 2016, 2017 QSR

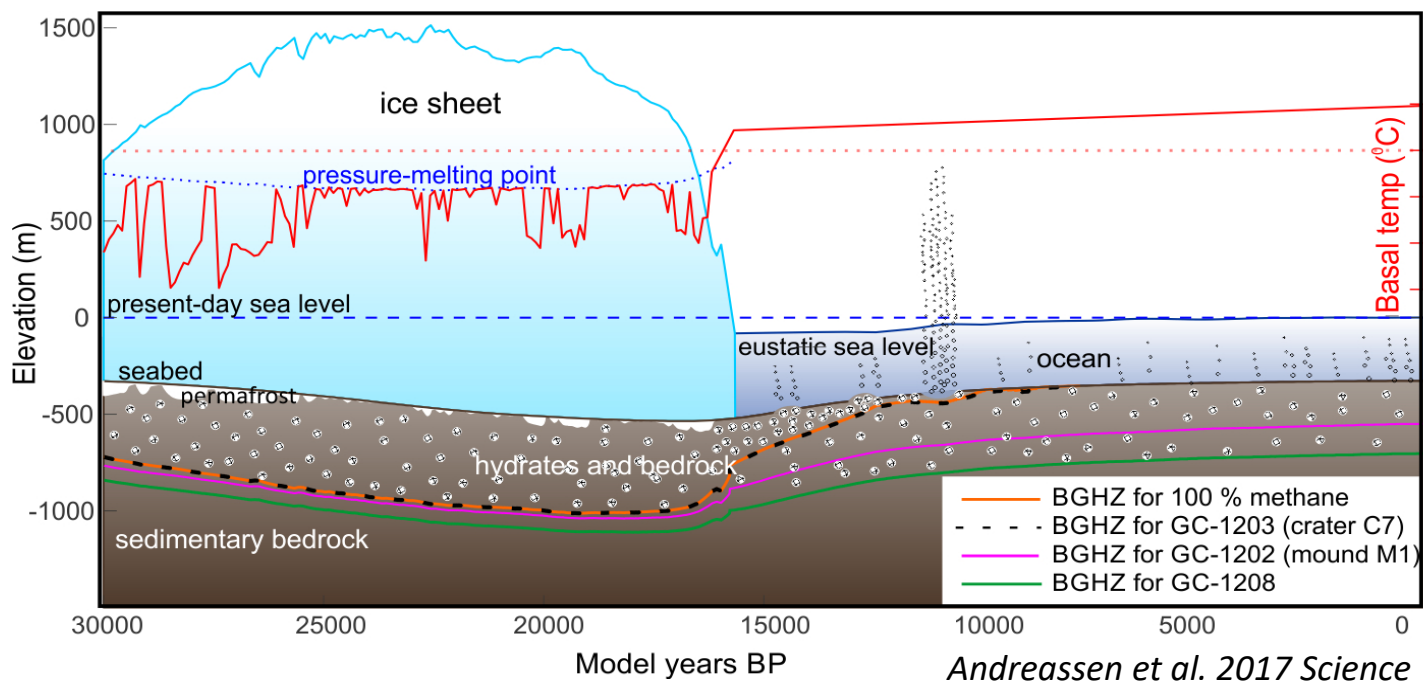


Utvikling av metan-reservoarer gjennom en istids-sykel

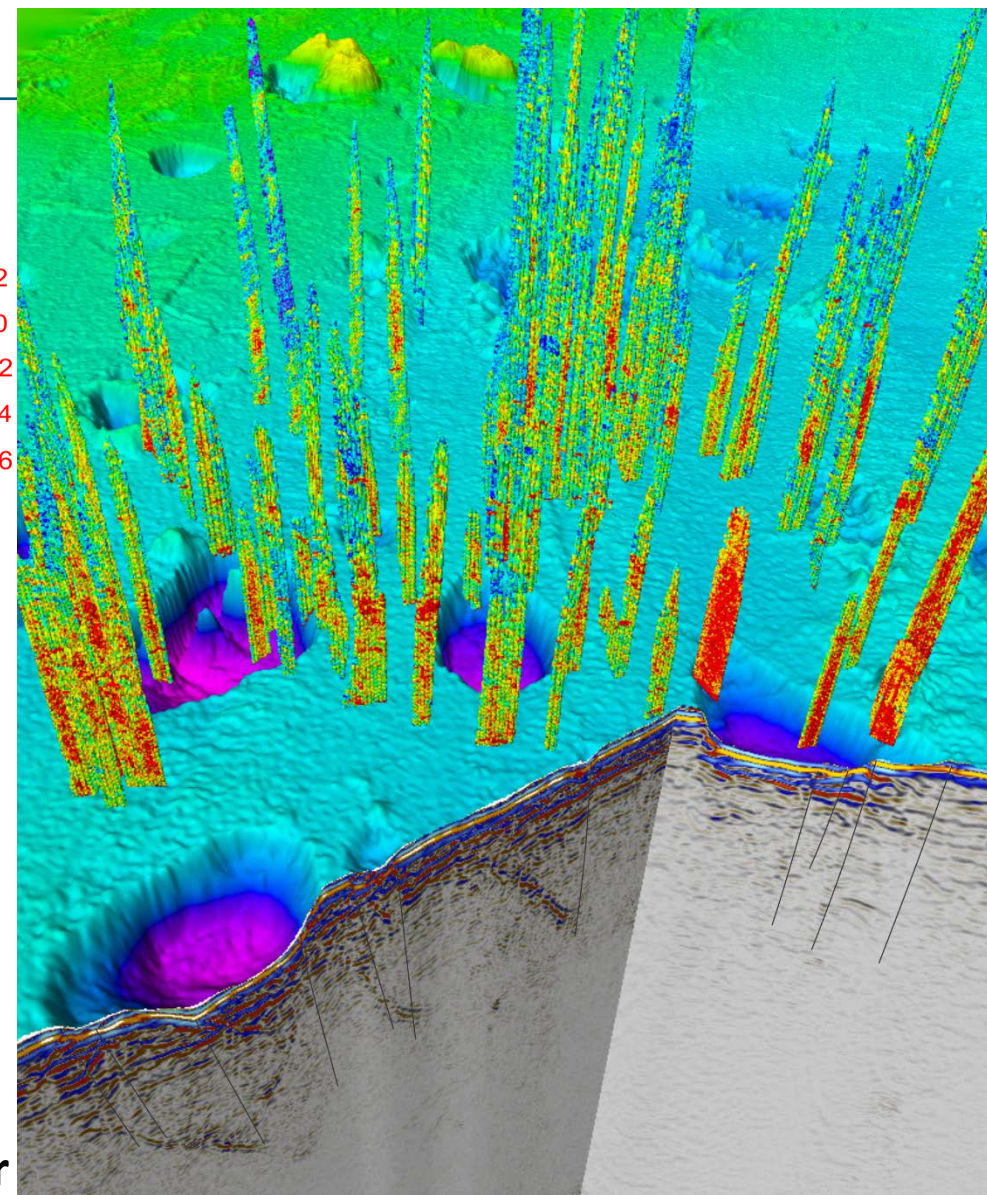


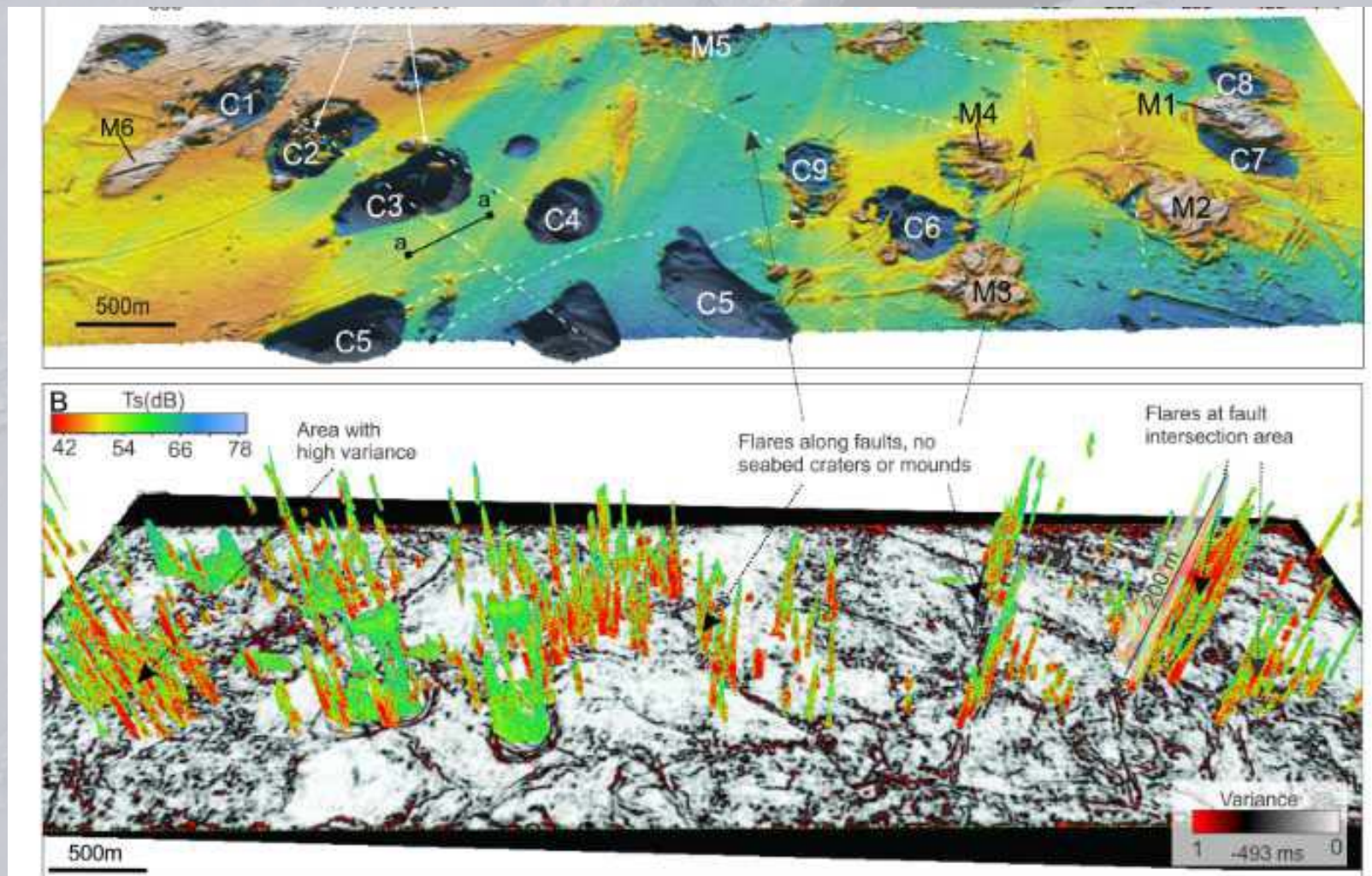
- A** Subglasiale, konsentrerte gasshydrat-reservoarer
- B** Gasshydrat pingoer
- C** Storskala gassutblåsninger og dannelse av gigantiske havbunnskratere
- D** Hotspots for gass-lekkasjer etter istiden

Gasshydrat-utvikling gjennom 30.000 år



- Tykk sone med gass-hydrat-stabilitet under isdekket
- Da isen trakk seg tilbake og trykket ble lavere, ble metanhydratene ustabile, noe som forårsaket massive gass-utblåsninger
- “Hotspot” av gass-lekkasje også i dag, kan være fra gass-hydrater og/eller direkte fra dypere hydrokarbon-reservoarer





Både kraterer og dagens gass søyler er styrt av forkastninger/sprekker og knuste partier av berggrunnen

Waage et al. 2020 Nature Scientific Reports

Tema

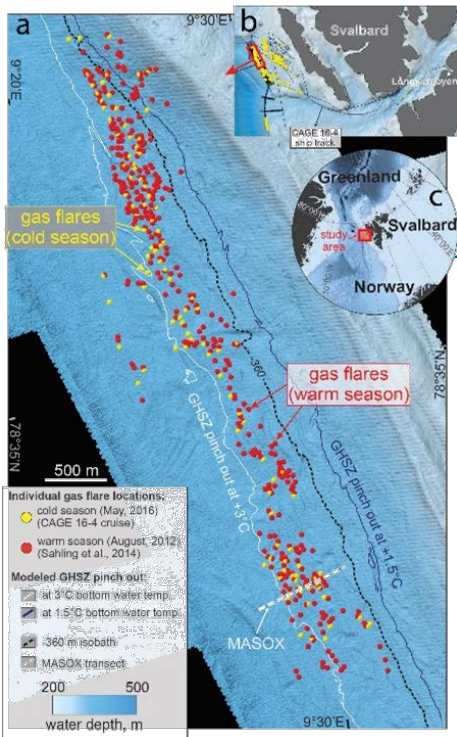
- CAGE bakgrunn
- Gasshydrater
- **CAGE aktiviteter**
- **Gasslekkasjer i Barentshavet**
 - Hva gjør CAGE - hvor?
 - Årsaken til lekkasjene (geologisk – brønner)
 - Hva er det som pipler ut (metan, CO2, annet)?
 - **Hvor stabile er lekkasjene (variasjoner i tid)?**
 - Volum?
 - Konsekvenser (løses opp i vannet eller utslipp til luft, påvirkning av økosystem)



Store sesongvariasjoner i metanlekkasjer i Arktis

Ei tynn kappe med gasshydrater forsegler grunne gassreservoarer når havvannet er kaldt, og halverer lekkasjene

Ferré et al., 2020 Nature Geoscience



Månen kontrollerer gass-lekkasjer på Vestnesa



Centre for Arctic Gas Hydrate,
Environment and Climate

Gass-lekkasjer varierer med tidevariasjoner

Mindre hydrostatisk trykk ved lavvann \longrightarrow Økte metanlekkasjer fra havbunnen

Sultan et al. 2020 Nature Communications

Monitorering er viktig

Full moon in Tromsø, Norway. Photo: Maja Sojtaric

Tema

- CAGE bakgrunn
- Gasshydrater
- **CAGE aktiviteter**
- **Gasslekkasjer i Barentshavet**
 - Hva gjør CAGE - hvor?
 - Årsaken til lekkasjene (geologisk – brønner)
 - Hva er det som pipler ut (metan, CO2, annet)?
 - Hvor stabile er lekkasjene (variasjoner i tid)?
 - **Volum - Kvantifisering?**
 - Konsekvenser (løses opp i vannet eller utslipp til luft, påvirkning av økosystem)



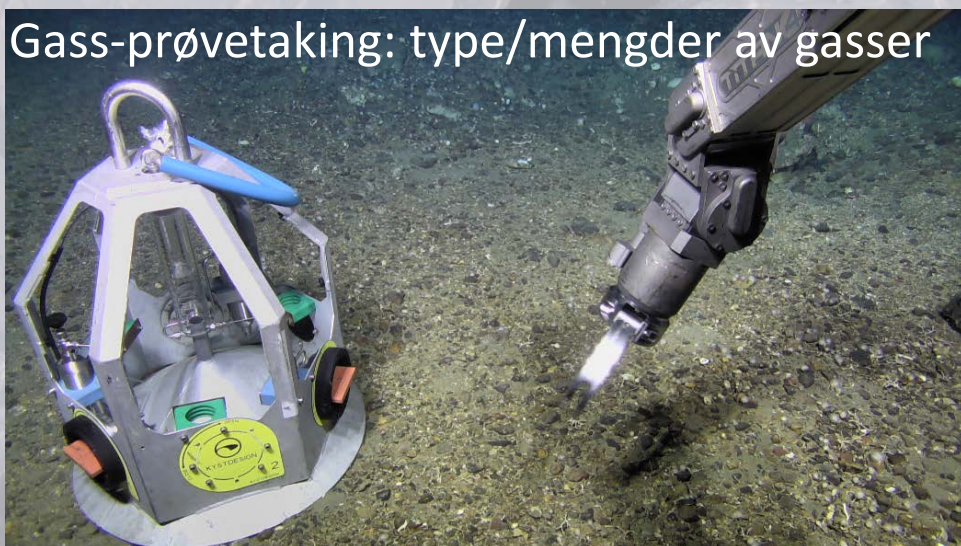
RV Kronprins Haakon

ROV muliggjør visuelt styrt prøvetaking



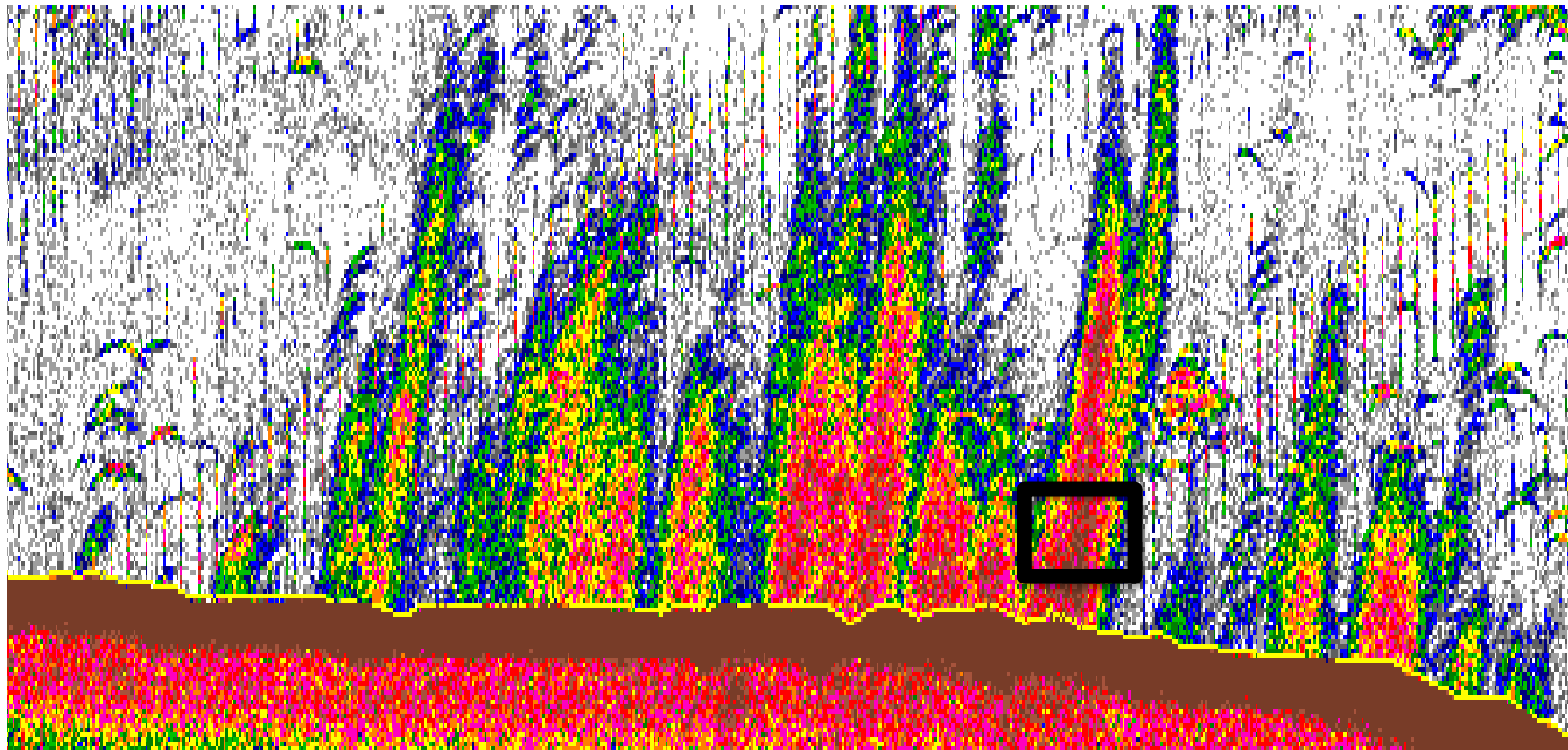
CAGE-tokt Oktober 2018

Gass-prøvetaking: type/mengder av gasser

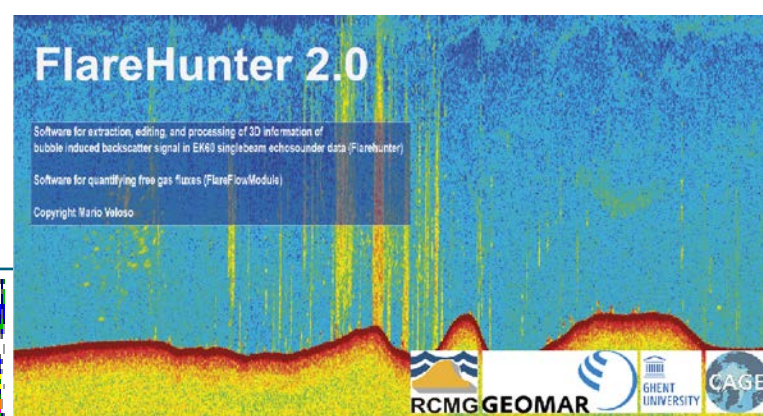


Estimering av boble-størrelse vha sjakkbrett

Kvantifisering av boble gass-strøm fra akustiske profiler



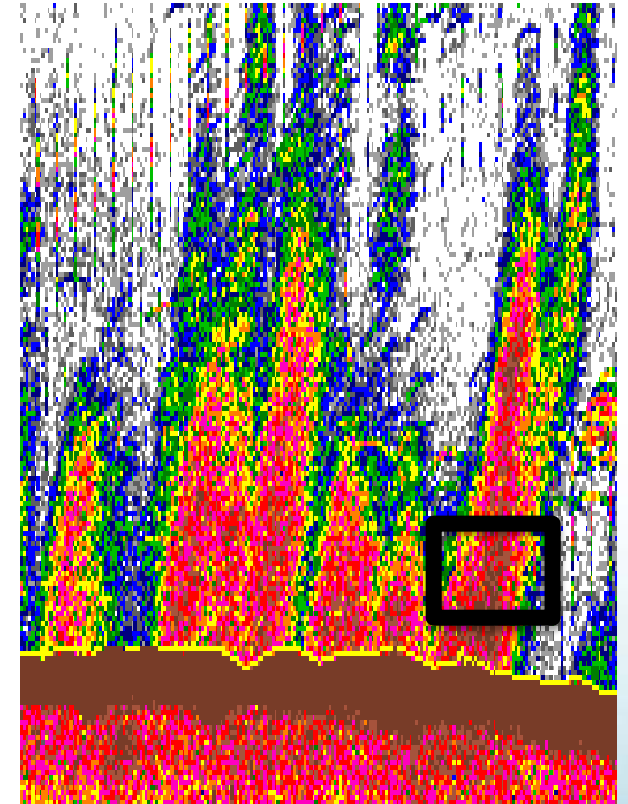
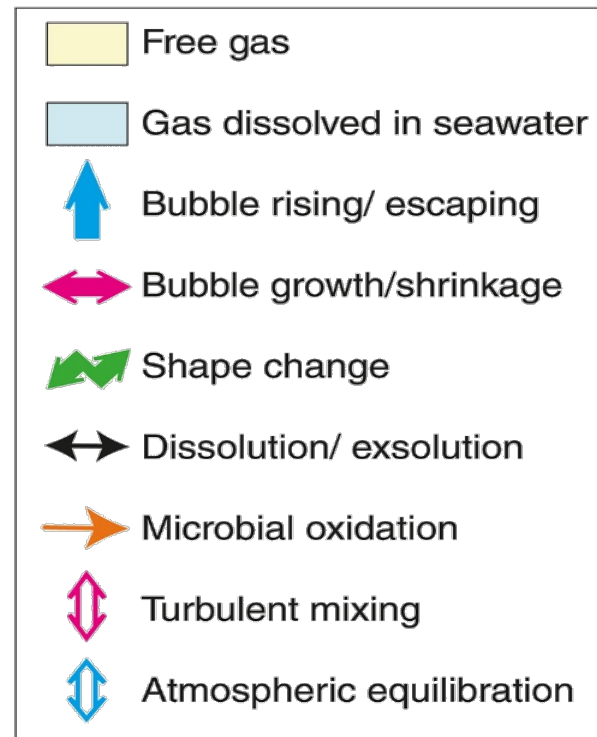
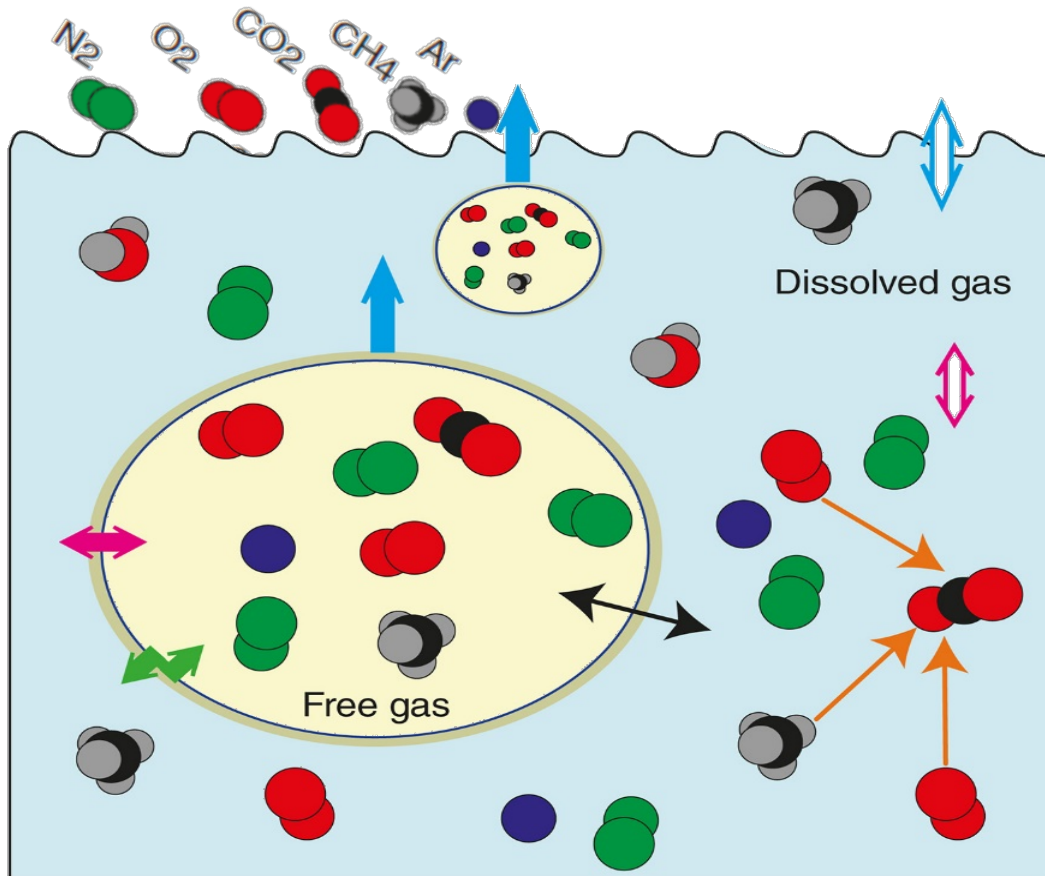
Gass-strømnings rate for individuelle søyler med gass-bobler (eks. i sort boks) kan estimeres og oppskalering ved hjelp av akustiske profiler



Veloso et al 2015

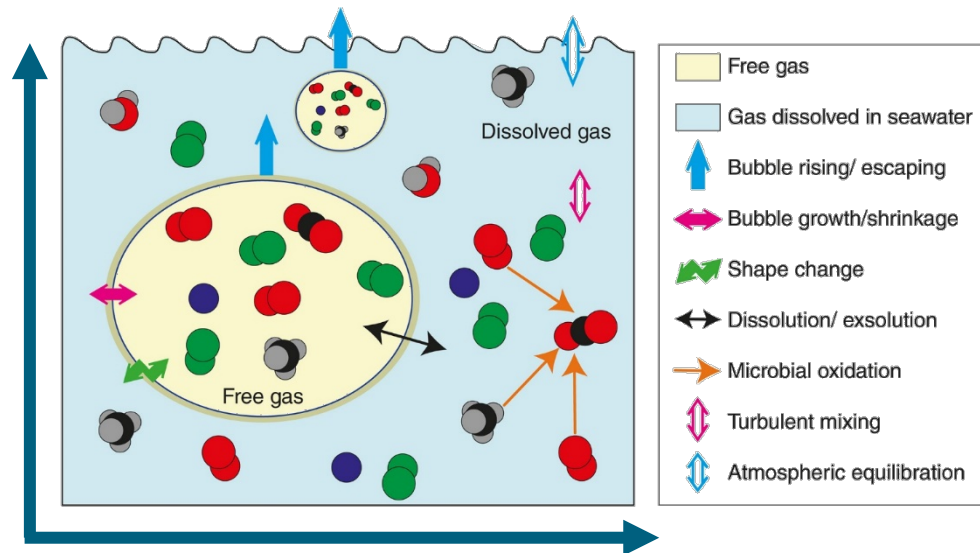
Kvantifisering av gass-strøm vertikalt i hele vannsøyla (1D)

Både bobler og gasser oppløst i vannet



Jansson et al 2019 (Cage PhD)

• 2D Kvantifisering av gass-strøm i vannsøyla fra multistråle-data



The 2D model will be fed with field data:

- Microbial oxidation
- Horizontal and vertical current components
- Bubble size distribution
- Bubble rising speed
- Presence of surfactant on bubbles
- Flow rate estimates in located flares (map)

Pågående arbeid (Stetzler et al., in prep ; Cage PhD)

Kvantifisering av metan-lekkasjer i norsk Arktis

Artikler in prep (*Stetzler et al., Plaza Faverola et al.*)

① Kvantifisering av dagens metan-lekkasjer fra Barentshavet og kontinentalmarginen (basert på akustikk og porevanns geokjemi)

② Norske Arktiske gass-lekkasje-system sammenlignet med andre områder med store gass-lekkasjer

Vestnesa (only two pockmarks)

0.33–8.81 tons/yr [*Panieri et al., 2017*]

PKF: ~40 mmol/minute (warm season)

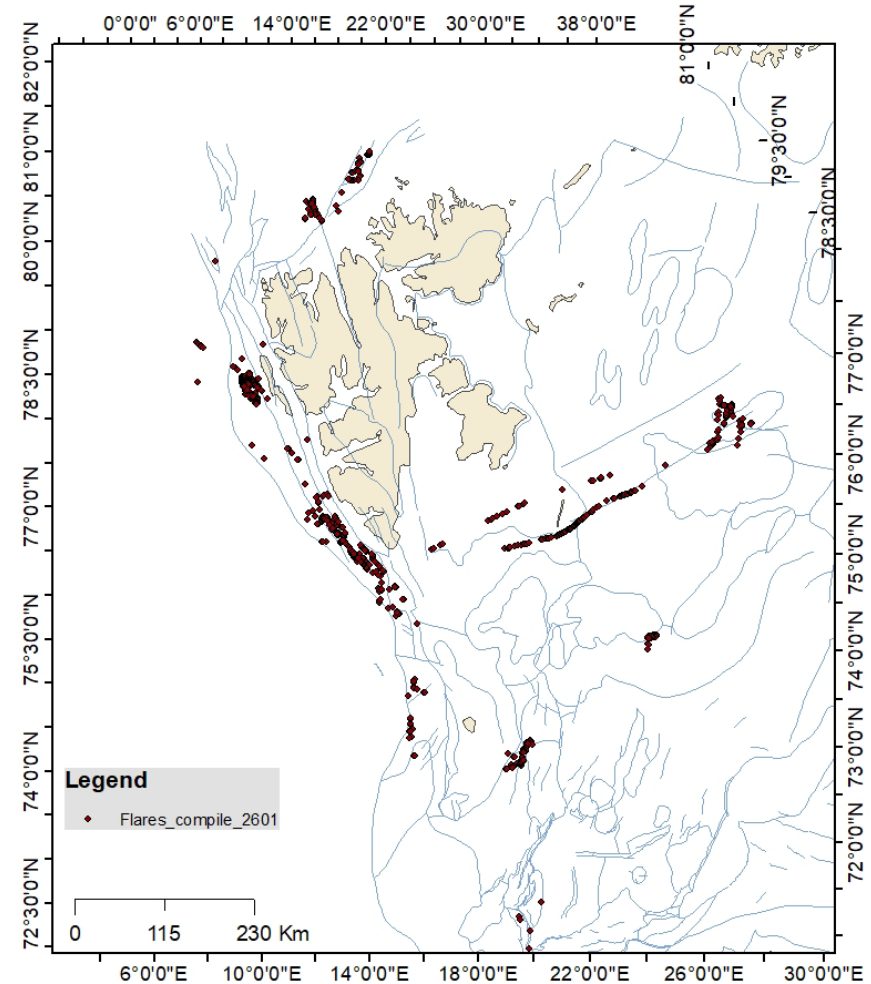
~25 mm/minutes (cold season) [*Ferré et al., 2020*]

367 tons/yr

144–1888 tons/yr Vest Svalbard margin

[*Sahling et al., 2014*]

Cascadia: 0.1 – 1.7 tons/year (*Riedel et al., 2018*)



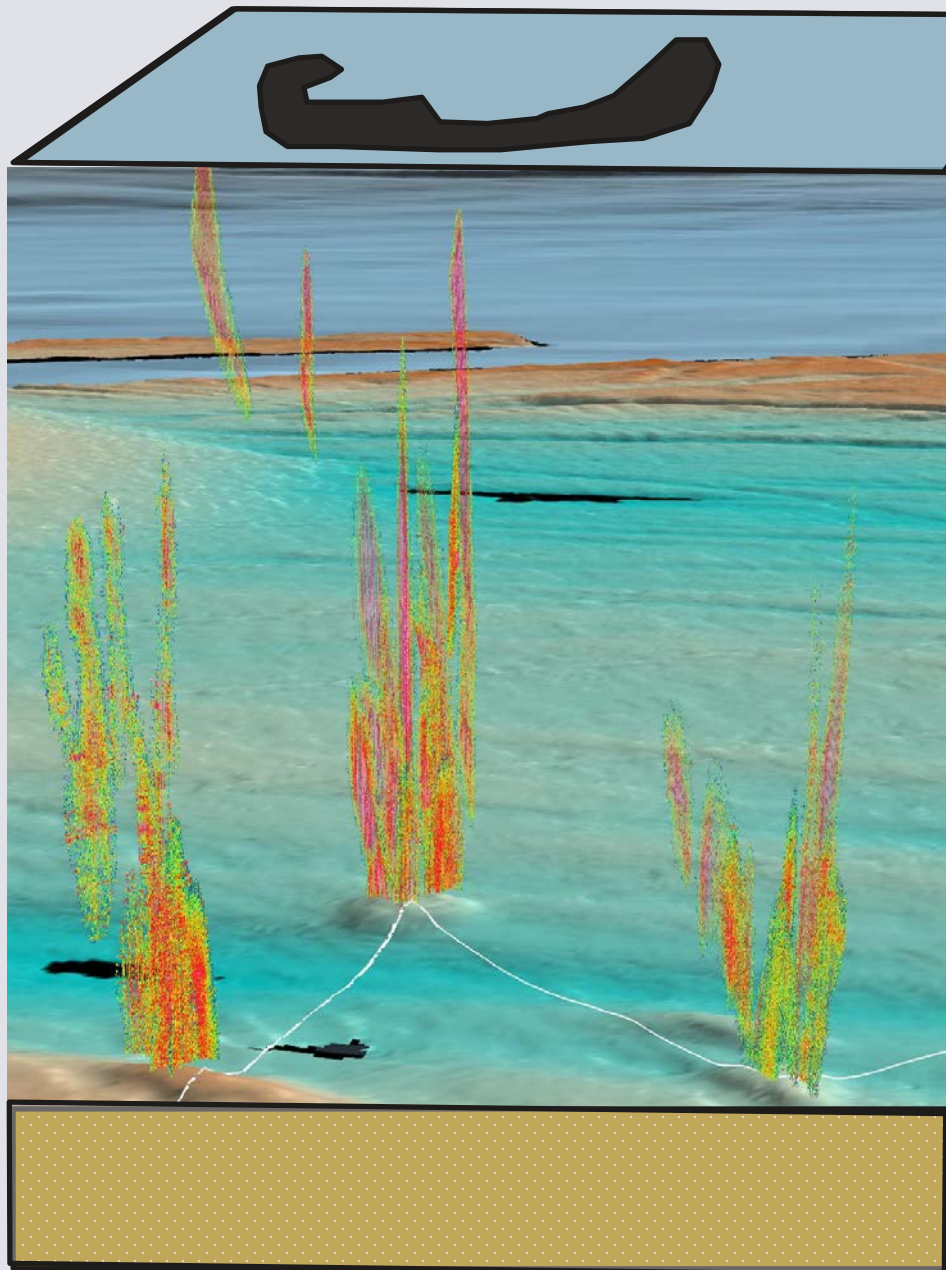
Gulf of Mexico 1300–160,000 tons/year (*Weber et al., 2014*)

Tema

- CAGE bakgrunn
- Gasshydrater
- **CAGE aktiviteter**
- **Gasslekkasjer i Barentshavet**
 - Hva gjør CAGE - hvor?
 - Årsaken til lekkasjene (geologisk – brønner)
 - Hva er det som pipler ut (metan, CO₂, annet)?
 - Hvor stabile er lekkasjene (variasjoner i tid)?
 - Volum?
- **Konsekvenser (løses opp i vannet eller utslipp til luft, påvirkning av økosystem)**



Konsekvenser av gass-lekkasjer



Oljeflak på havoverflata er bevis for at deler av hydrokarbon-lekkasjer når atmosfæren

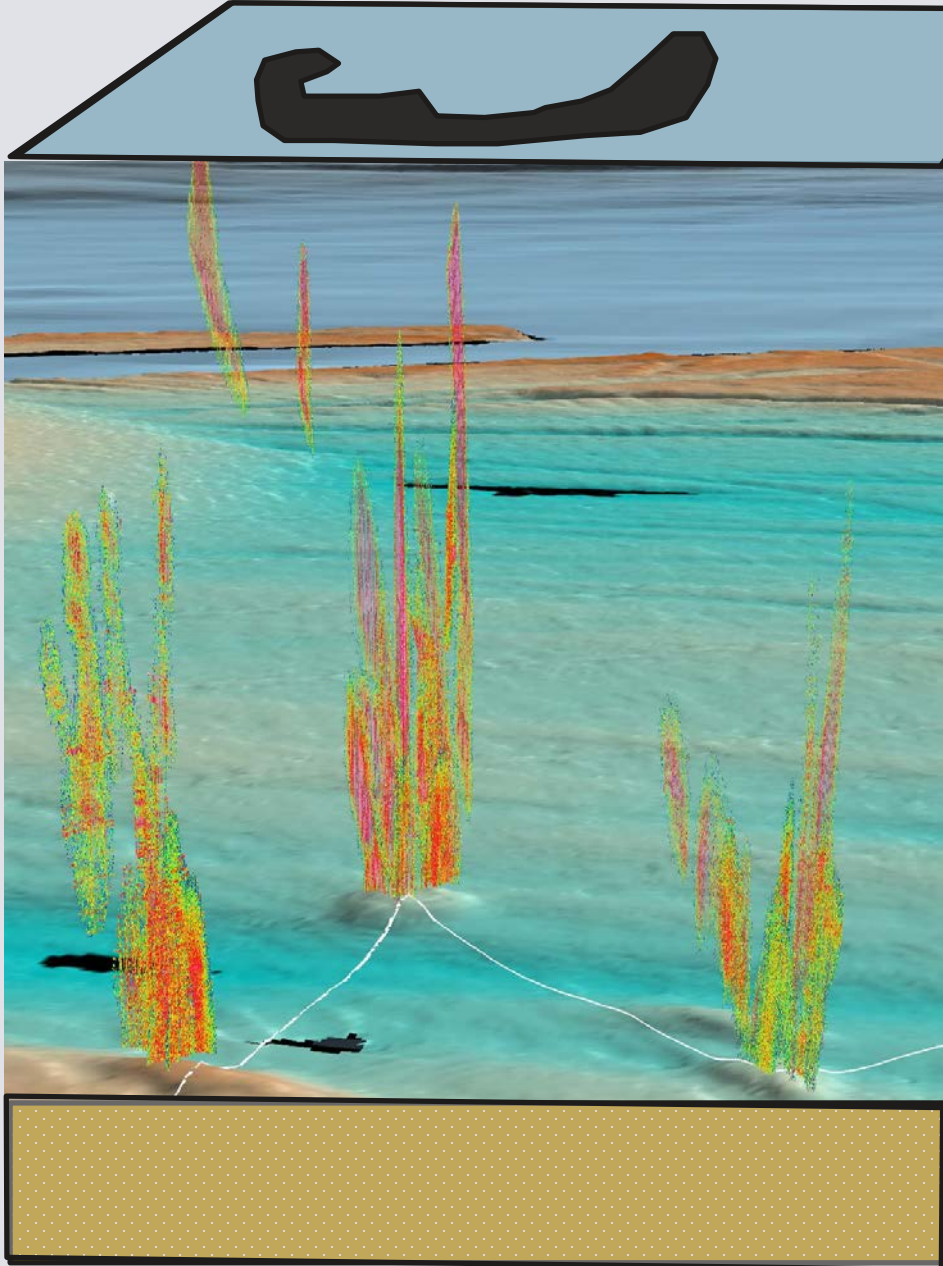
Mesteparten av metanbobler løses opp i vannet eller konsumeres før de når havoverflata

Oppløst metan og oksygen konverteres biologisk og kjemisk til CO₂

Biofilter: organismer som konsumerer metan



Konsekvenser av gass-lekkasjer



Oljeflak på havoverflata er bevis for at deler av hydrokarbon-lekkasjer når atmosfæren

Oljefilm rundt gass-bobler gjør at de overlever lenger i vannsøyla og har større sjanse for å nå atmosfæren

Leifer & MacDonald 2003

Gasshydrat-rundt gass-bobler gjør at de overlever lenger i vannsøyla og har større sjanse for å nå atmosfæren

Warzinsky et al. 2014

Biofilter: organismer som konsumerer metan



Takk for oppmerksomheten!



Photo: Dimitri Kalenitchenko/CAGE

CAGE - Centre for Arctic Gas Hydrate, Environment and Climate research work was supported by the Research Council of Norway through its Centres of Excellence funding scheme grant 287 no. 223259.

cage.uit.no



Centre for
Arctic Gas Hydrate
Environment and Climate

