

Ice ages: subsidence, uplift and tilting of traps -the influence on petroleum systems

(GlaciPet)

Eiliv Larsen, NGU



Hva vi gjør:

Modellerer isostatisk respons på Kenozoiske glasiasjoner, sedimentasjon og erosjon i Barentshavet og Nordsjøen for å undersøke konsekvenser for petroleumssystemer.

- Kronologi og utbredelse av glasiasjoner gjennom Plio-Pleistocen.
- Kvantifisering av glasiale avsetnings- og erosjonsprosesser og produkter.



Hvem vi er:

- Norges geologiske undersøkelse
 - Universitetet i Bergen
 - Universitetet i Tromsø
- International Research Institute of Stavanger/Universitetet i Stavanger
 - VSEGEI, St. Petersburg
- Herzen Universitetet, St. Petersburg
 - Norges forskningsråd
 - StatoilHydro



Allerede sagt litt om prosjektet. I fortsettelsen:

- Bakgrunn/idegrunnlag
- Noen resultater:
 - Kronologi glasieringer
 - Glasieringshistorie
 - Kvantifisering av erosjon og sedimentasjon
 - Erosjons- og sedimentasjonsprosesser
 - Innvirkning på hydrokarbonreservoar

East Antarctic Ice Sheet,
Princess Elizabeth Land.
Photo: M.J. Hambrey 1994.



Hvorfor dette tema?

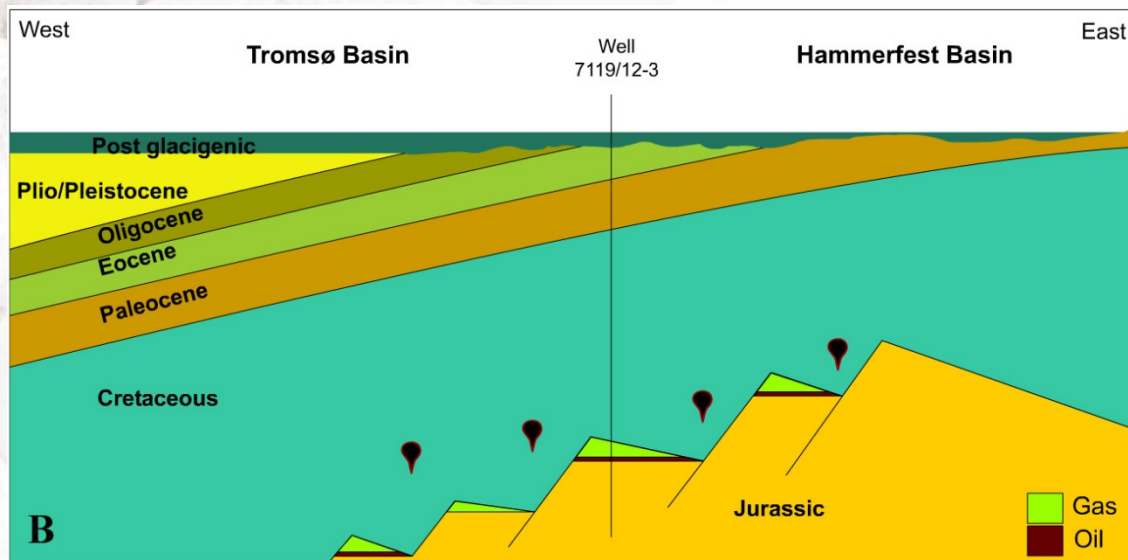


www.npd.no

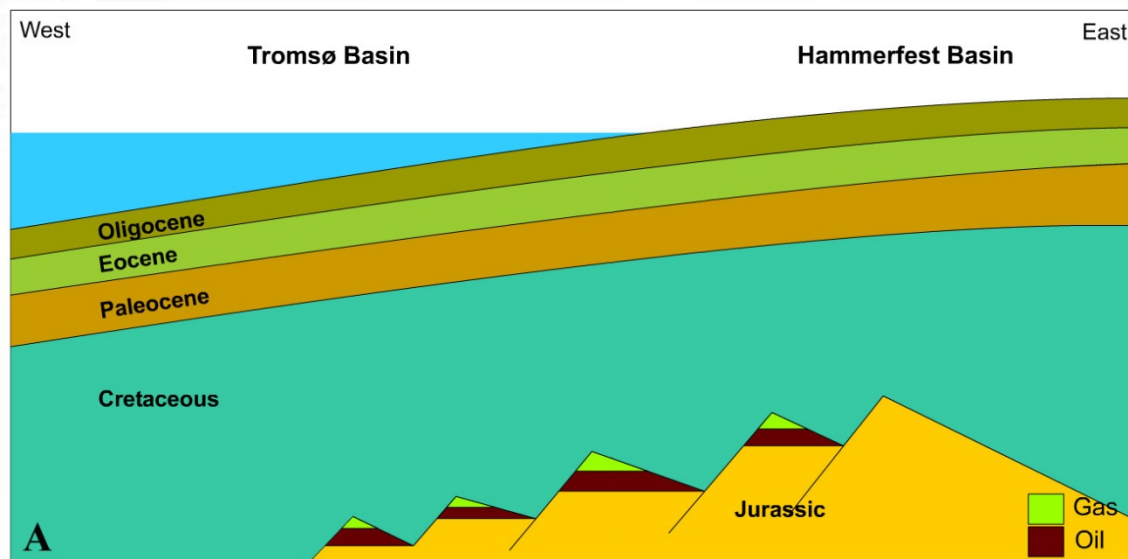
- Leting fra 1980
- Funn av olje og gass, men mindre enn forventet
- Muligens lekkasjer
- Omfattende regional glacial erosjon i Plio-Pleistocene



Hva kan ha skjedd?



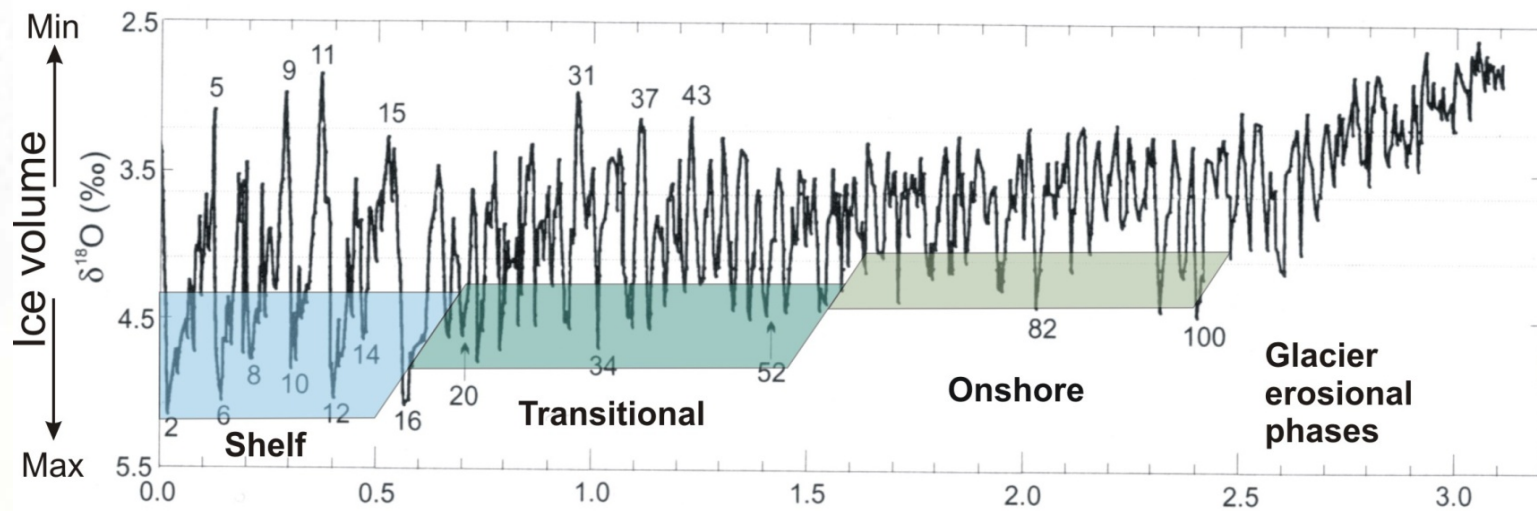
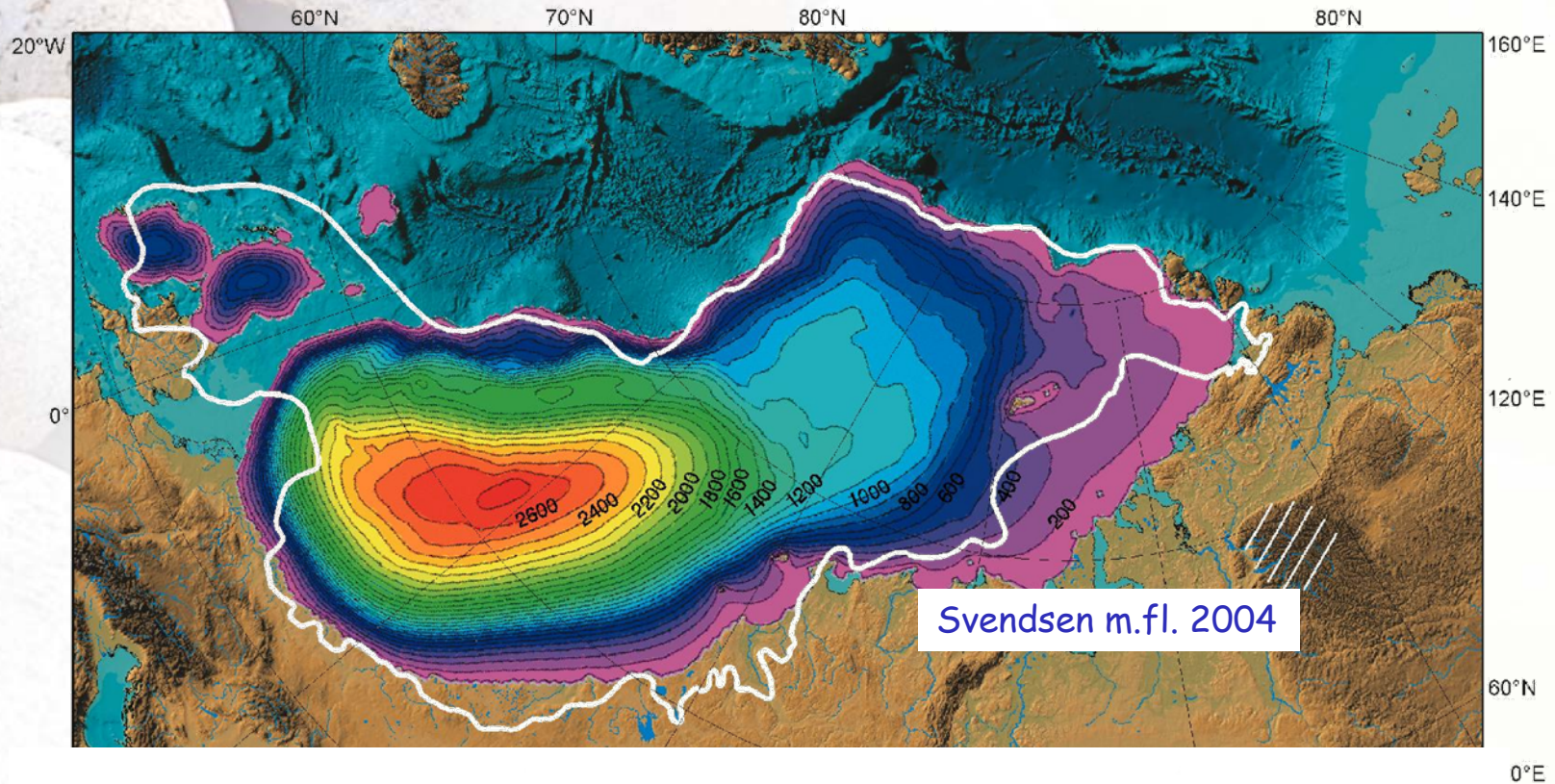
Erosjon/
hevning



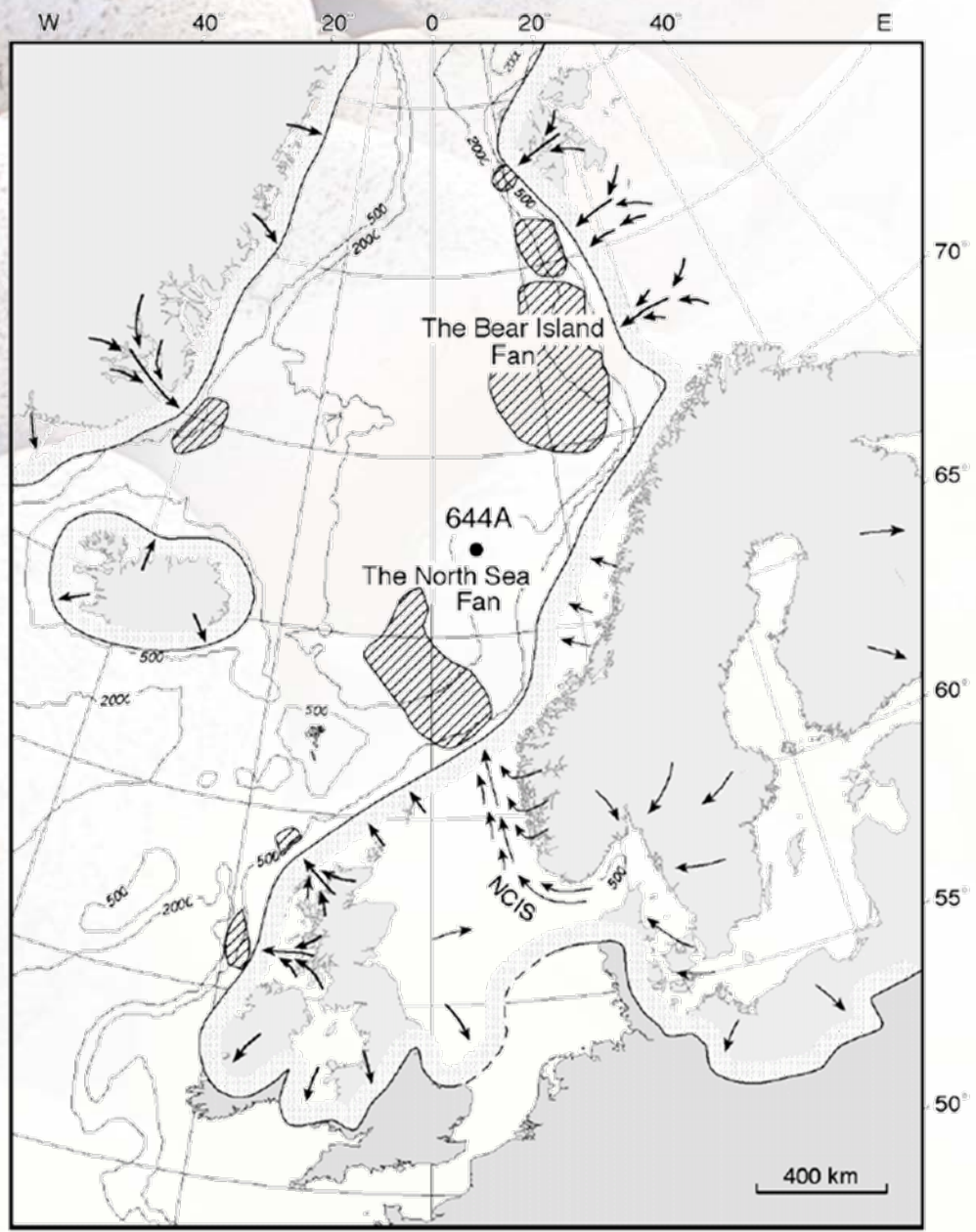
Avsetning/
innsynkning



Hvordan kan dette ha skjedd?: 1. Den glasiøle pumpen



Hvordan kan dette ha skjedd?: 2. Omfordeling av sedimenter



- Glacial erosjon i områder dekket av is
- Sedimentasjon utenfor ismarginene
- Innsynkning/hevning
- Mulig påvirkning av reservoarer



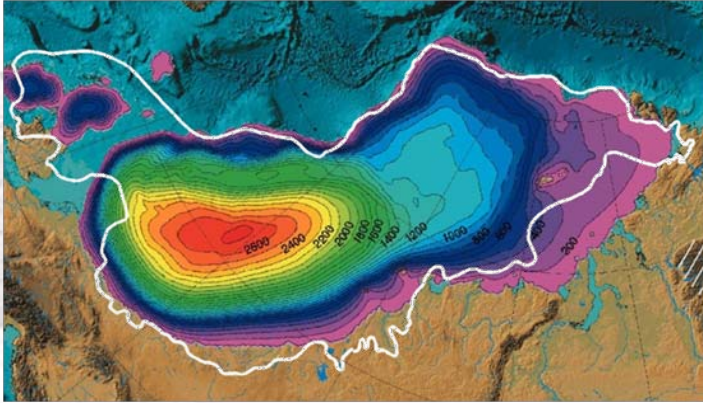
Ikke nytt tema - hvorfor skulle vi lykkes?

- Realistiske glasiasjonsmodeller - betydning for både "glasiale pumpe" og forståelse av sediment omfordeling
- Samarbeid med industrien - Relevans, tilgang til data
- Veletablert samarbeid med russiske forskere og institusjoner



Prosjektflyt

Effekter av den glasiøle pumpen



- Glasiasjonsmodeller for hele kvartær
- Bretykkelsesvariasjoner
- Modellere pumpeeffektene

Effekter av omfordeling av sedimenter

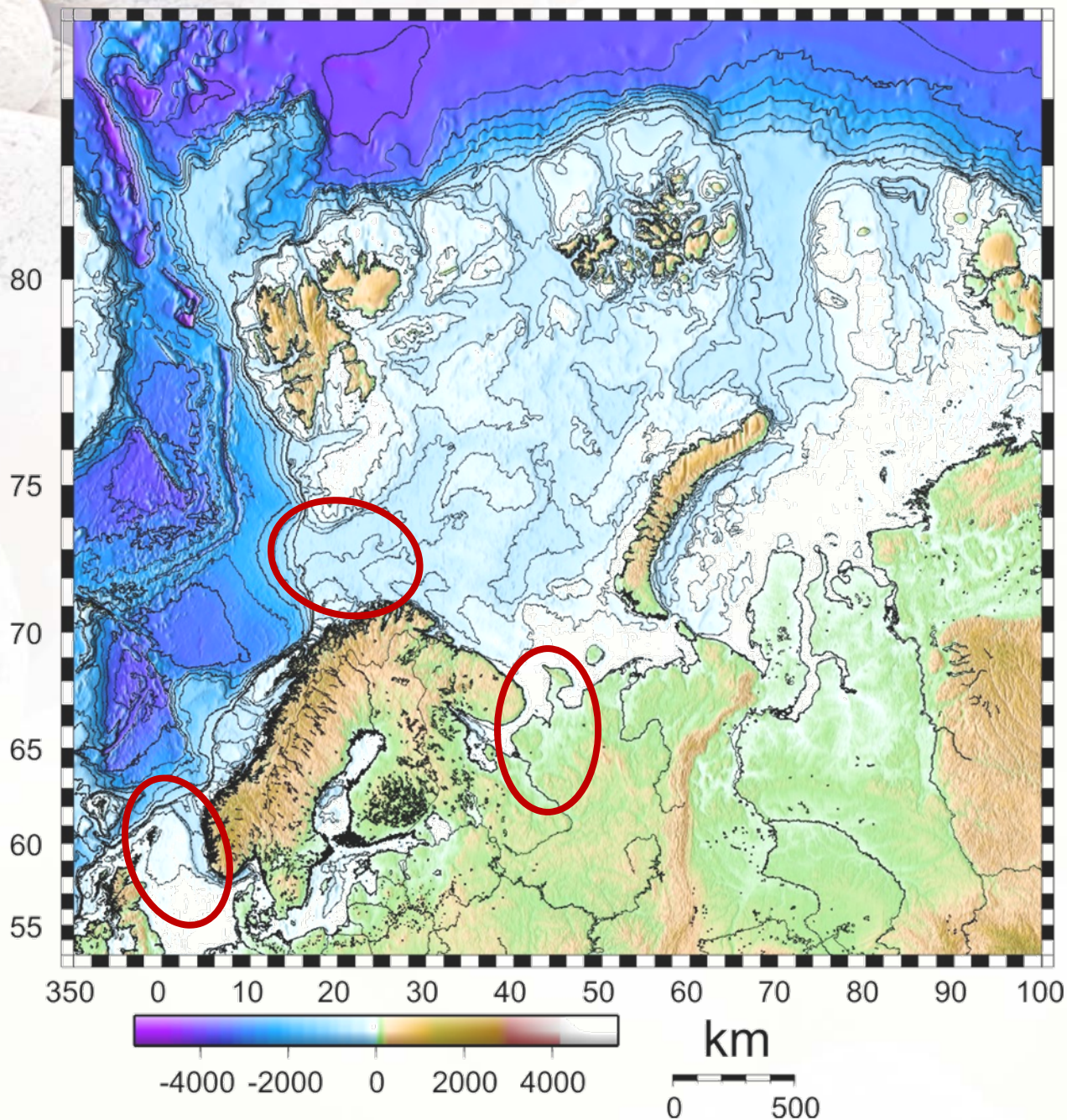


Kombinerte modeller/
påvirkning på reservoarene

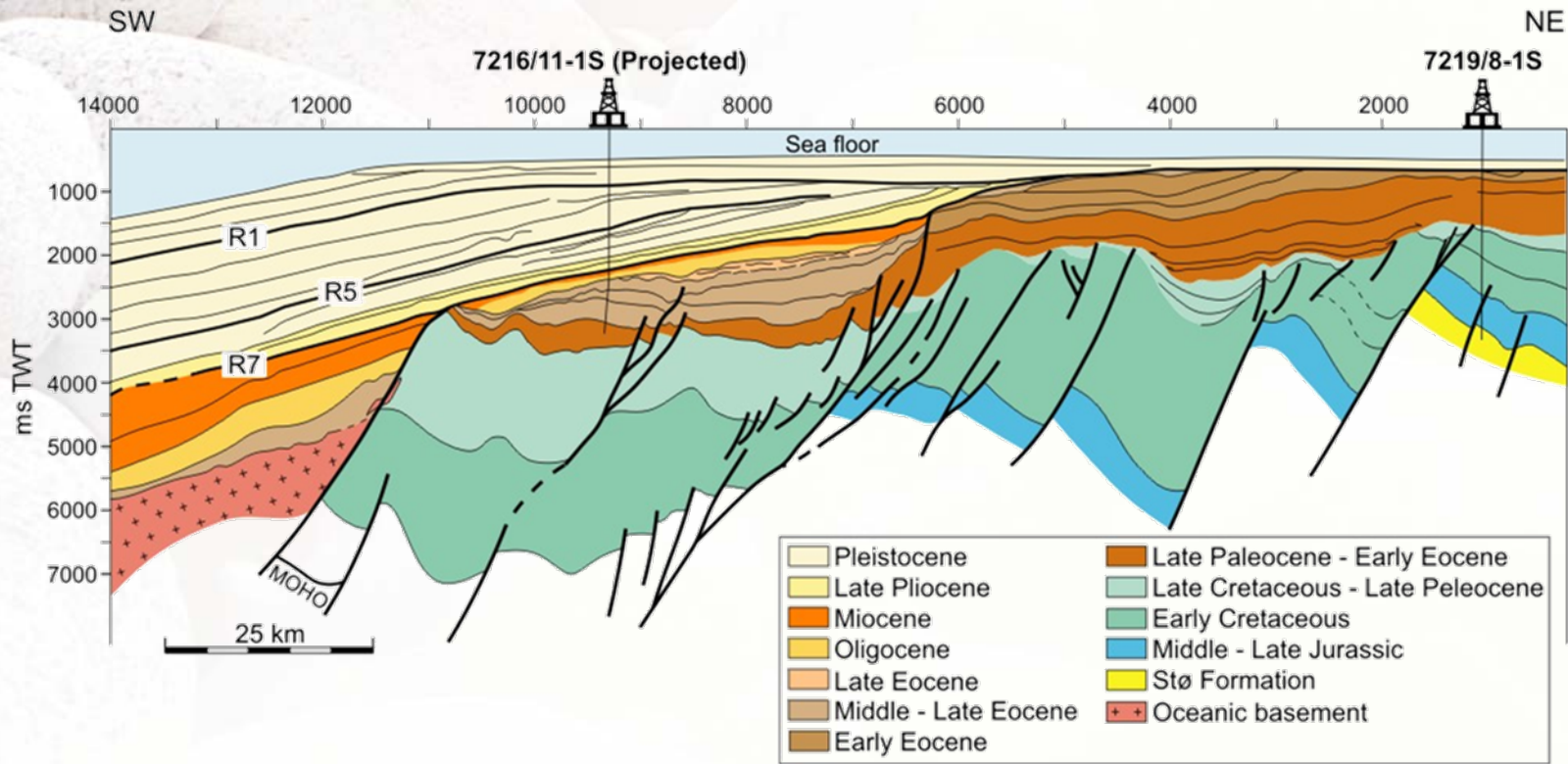
- Avsetning og erosjon gjennom tid
- Modellere effektene av omfordeling av sedimenter



Hvor vi har arbeidet



Kronologi: Når skjedde hva?



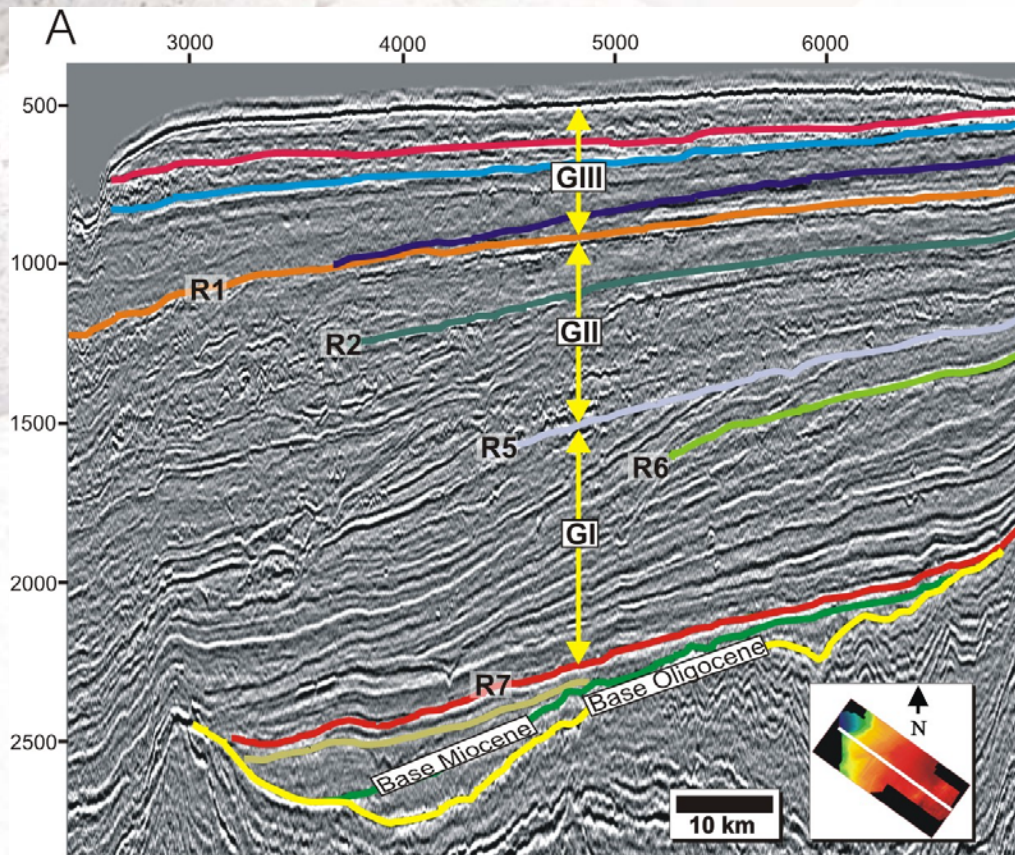
NH9702-234

- ⇒ R7: Sen Pliocen unkonformitet (~2 mill. år)
- ⇒ Seismisk enhet GI (R7-R5): Sen Pliocen - Tidlig Pleistocen
- ⇒ Seismisk enhet GII (R5-R1): Tidlig - Midt Pleistocen
- ⇒ Seismisk enhet GIII (R1 - havbunn): Midt - Sen Pleistocen
- ⇒ Knies m.fl. (2009)

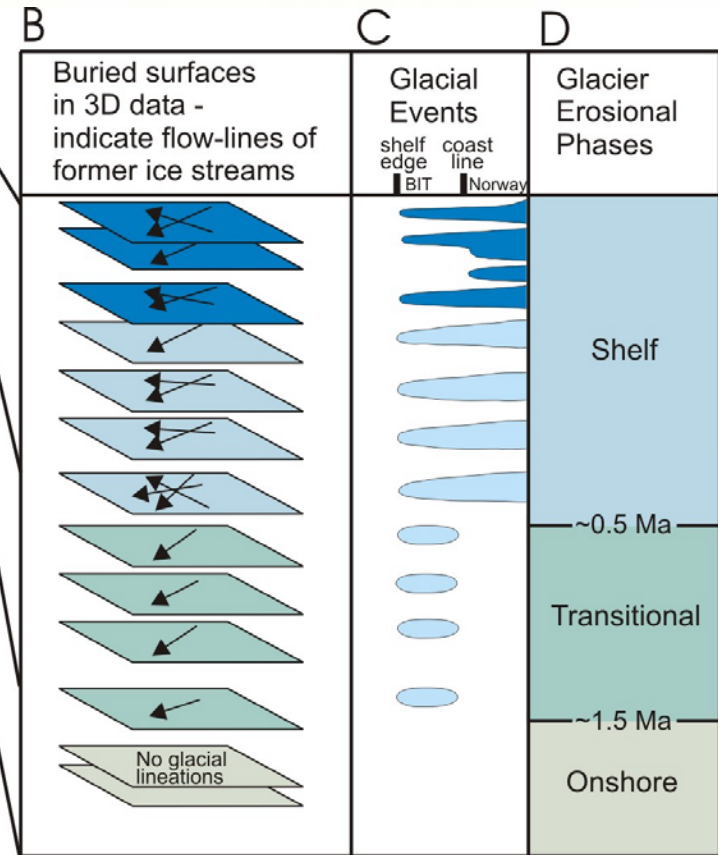
Modifisert etter Ryseth m. fl. (2003)



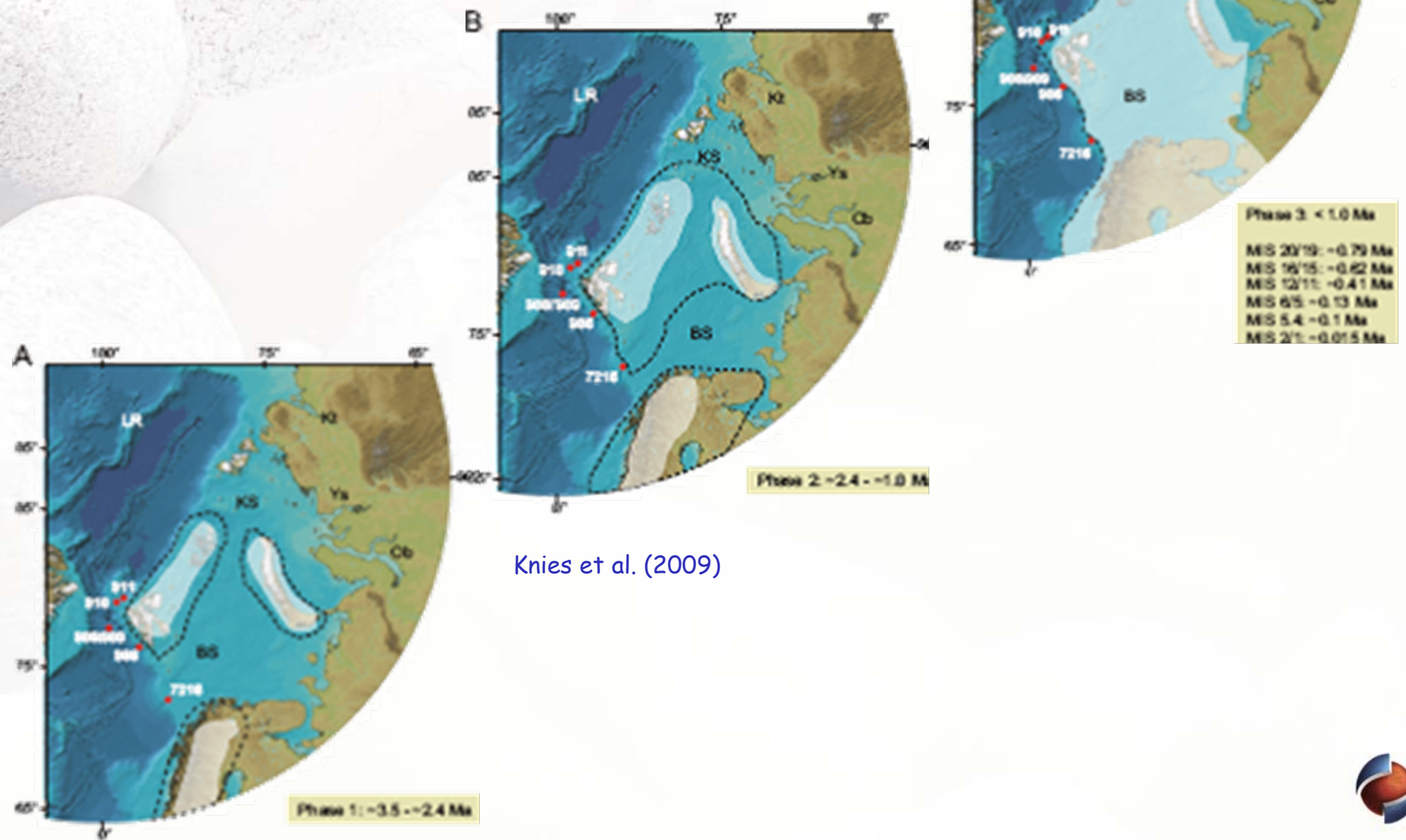
Kartlegging av glasiasjoner: Hele istidsperioden



Larsen m.fl. (2003)

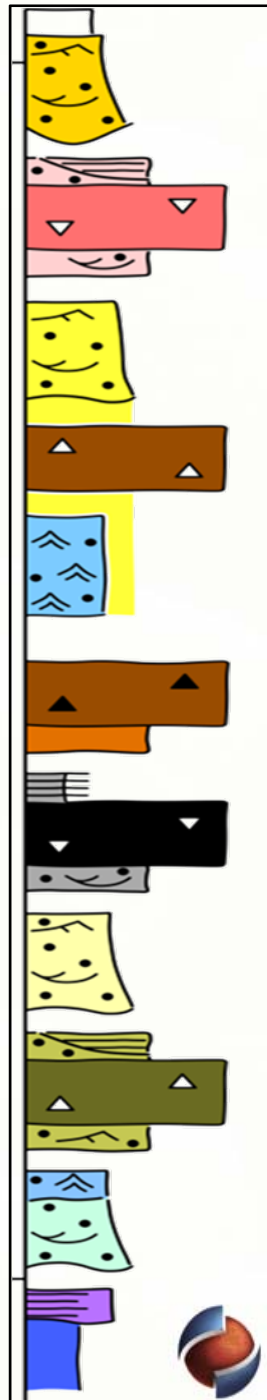


Maksimumtype glasiasjoner: Hele istidsperioden



De yngste glasiasjonene: Høyere oppløsning

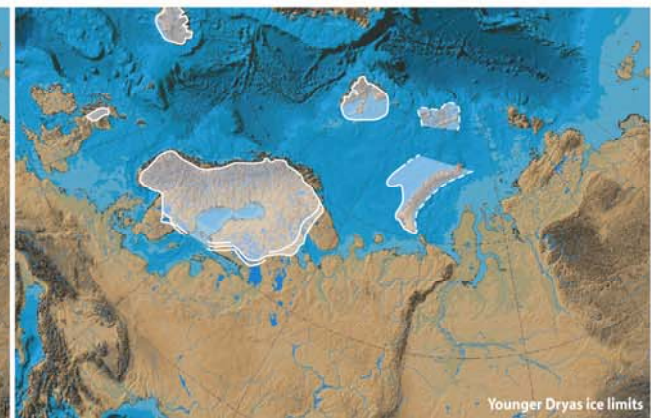
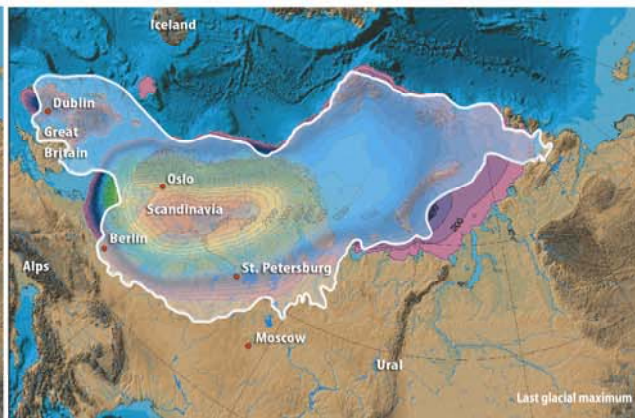
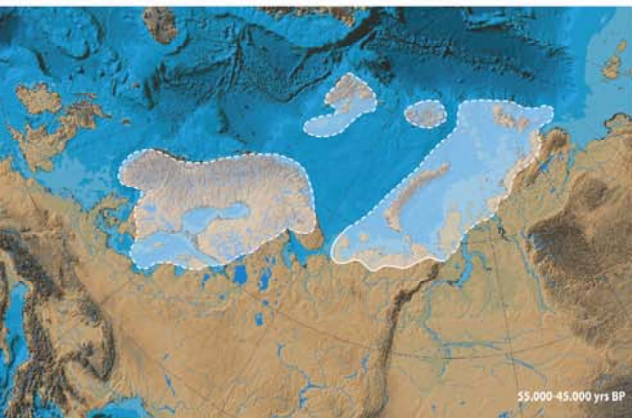
12 000 år



120 000 år

Larsen m.fl. 2006

Isutbredelse de siste ca. 130.000 år



Jensen m.fl. submitted



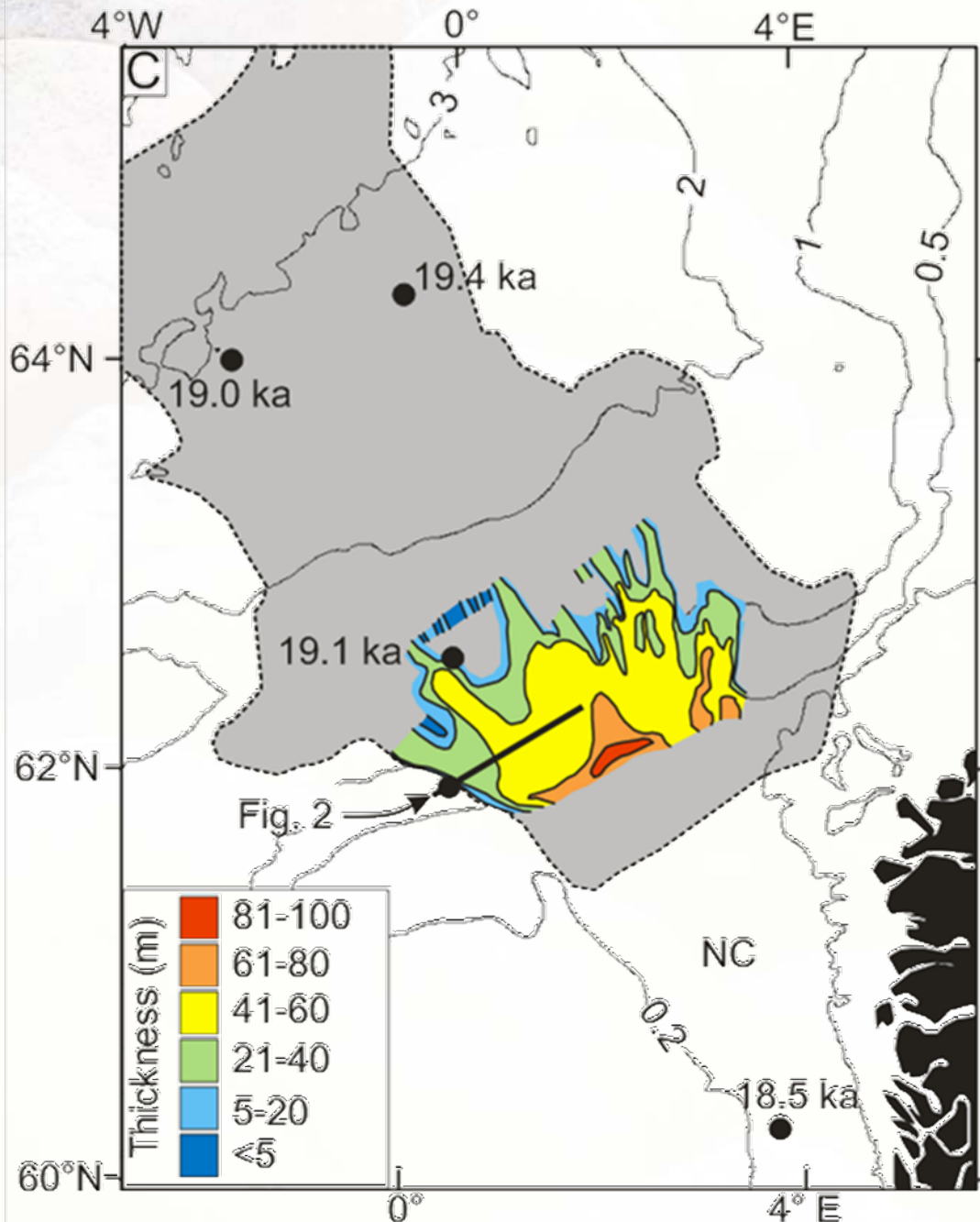
Prosessforståelse og kvantifisering



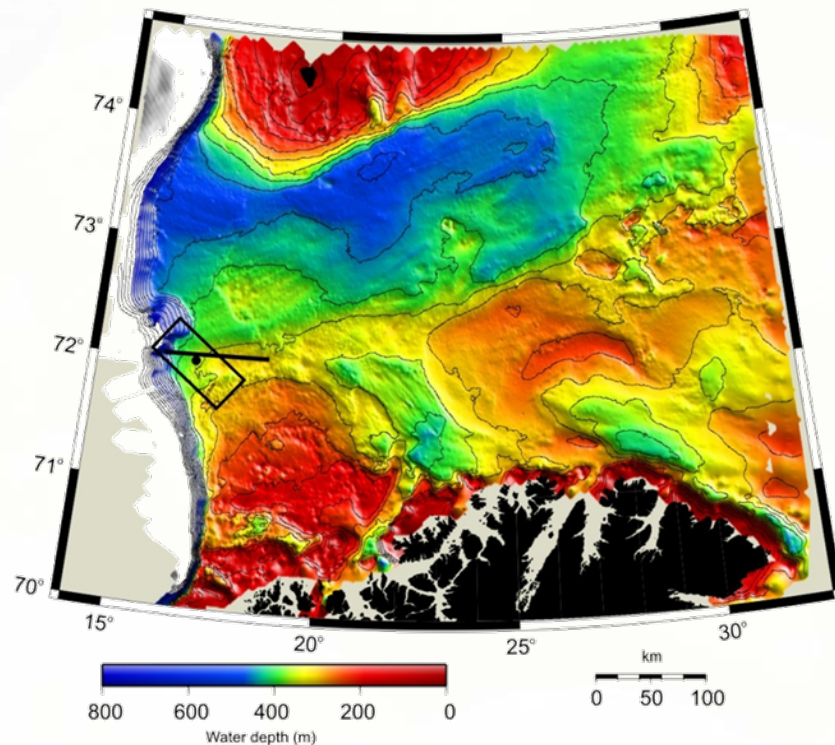
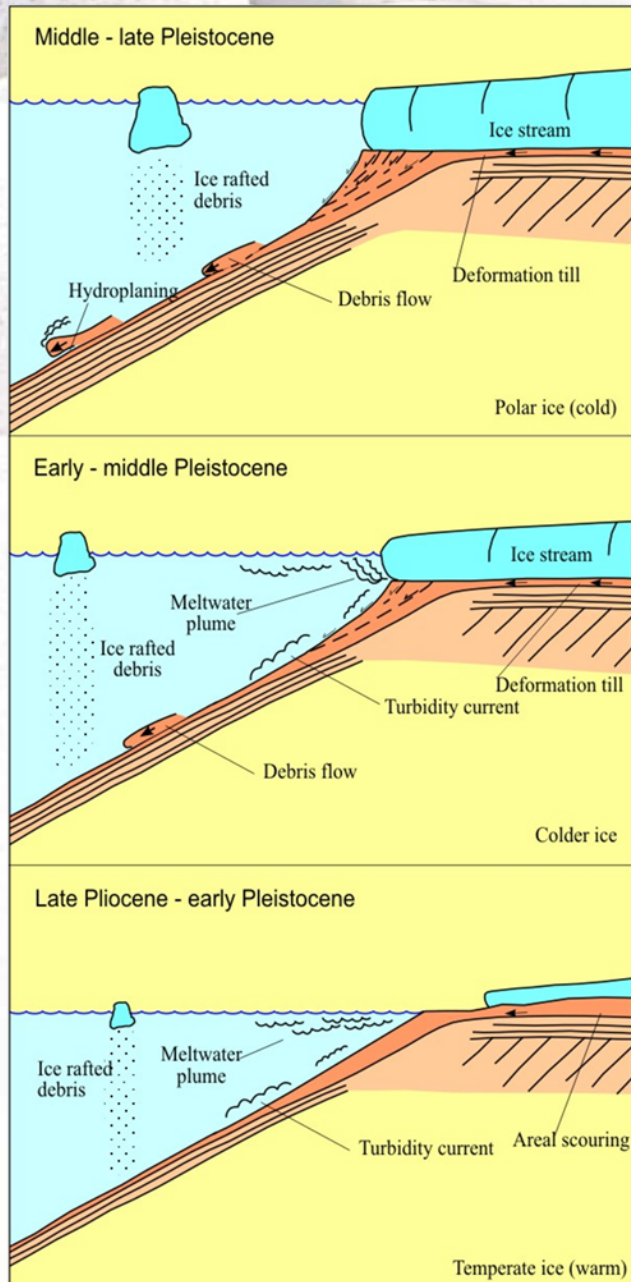
- Sedimentasjon utenfor ismarginene:
Kvantifisering av Nordsjøvifta

Kvantifisering av erosjonsprodukter: Nordsjøvifta

Glasigene
massestrømmer i
den øvre
sekvensen utgjør
 $800 \pm 80 \text{ km}^3$

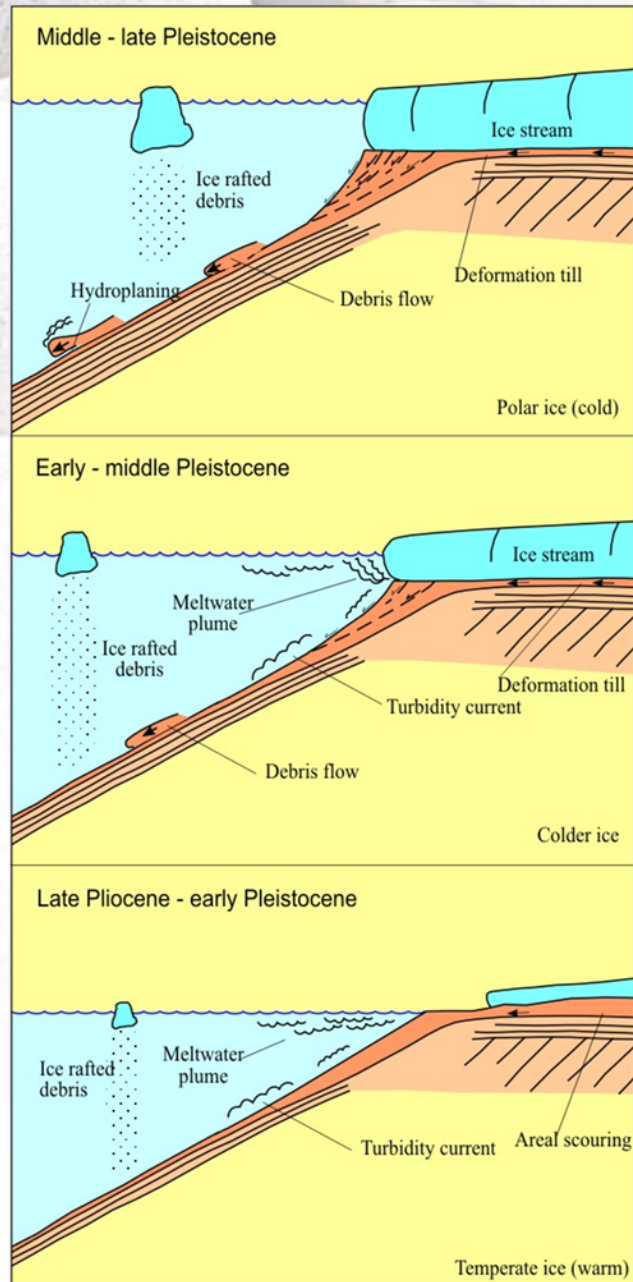


Endring av dominerende prosess gjennom tid



Laberg m.fl. in prep.

Endring av dominerende prosess gjennom tid



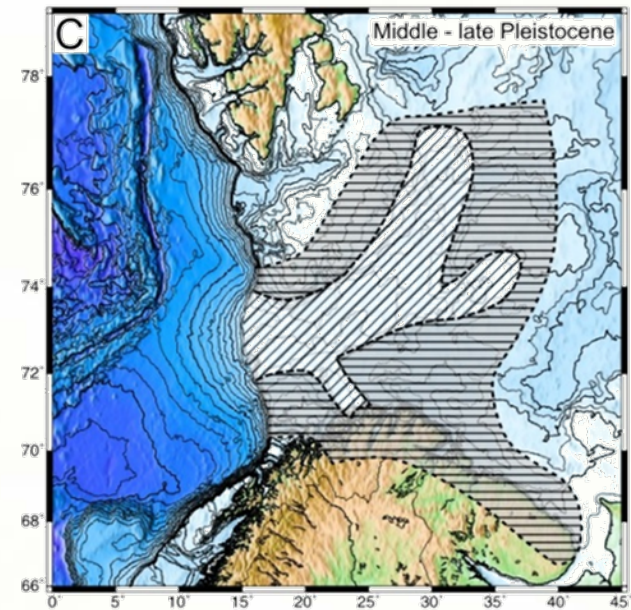
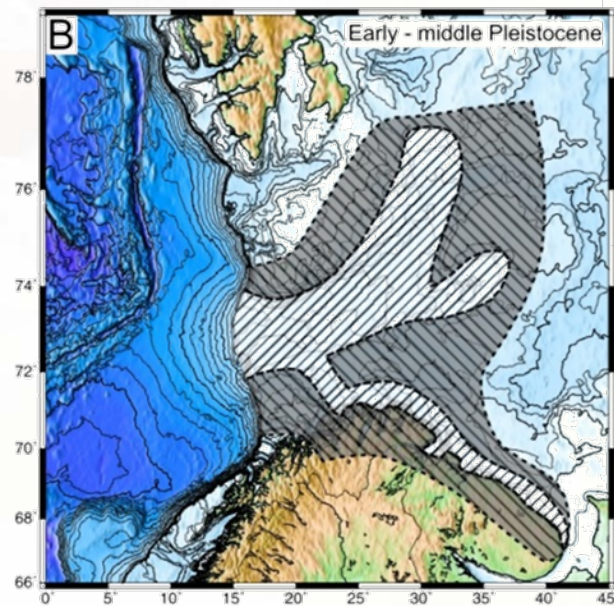
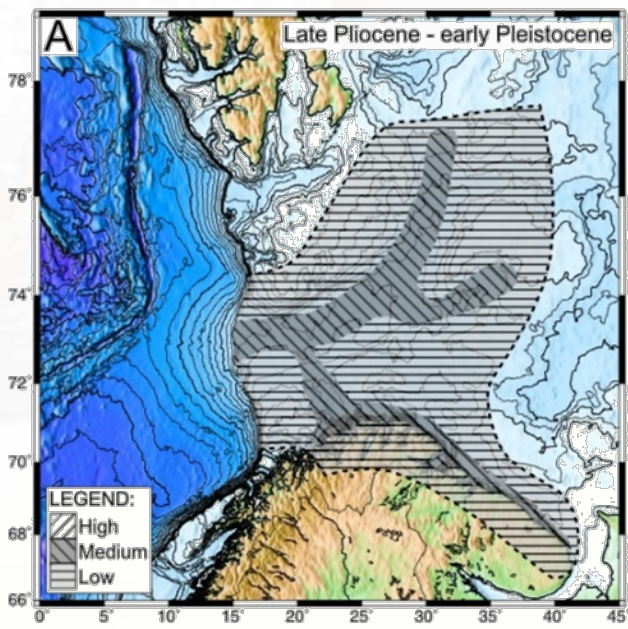
Dominert av massestrømmer av subglasial opprinnelse. "Kald" is, lite smelte vann, erosjon og avsetning ved hurtige isstrømmer.

Kombinasjon av glasimarine sedimenter, grunningsone morener og konturitter. "Kaldere" is karakterisert ved både subglasial erosjon og smelte vann. Submarine utrasninger hyppige.

Dominert av glasimarine sedimenter fra smelte vannstilførsel. "Varm" is.

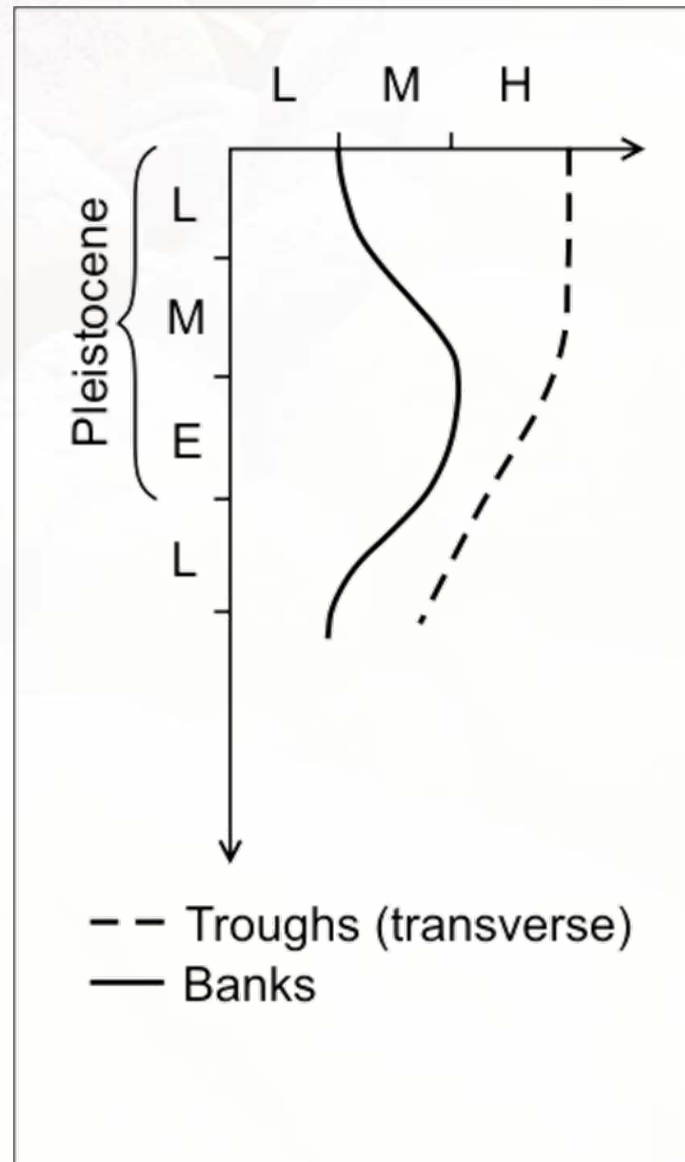
Laberg m.fl. in prep.

Endring av erosjon gjennom tid



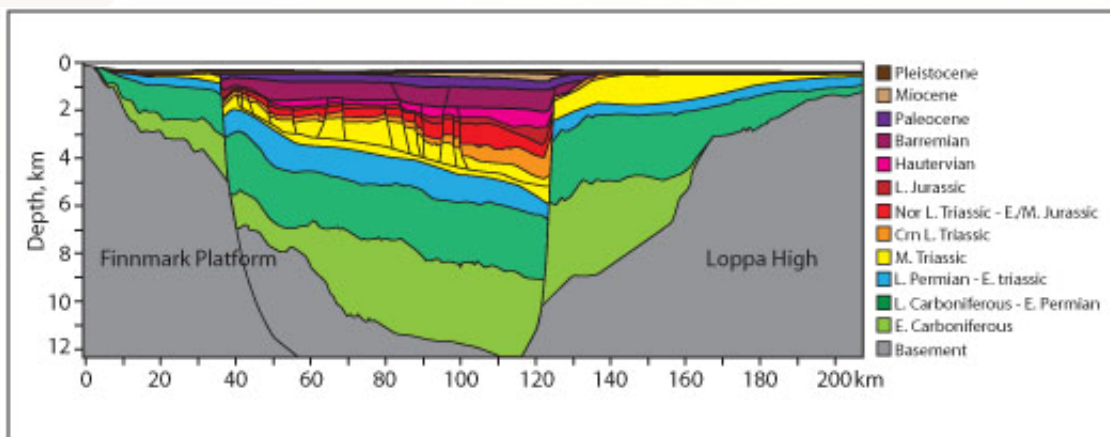
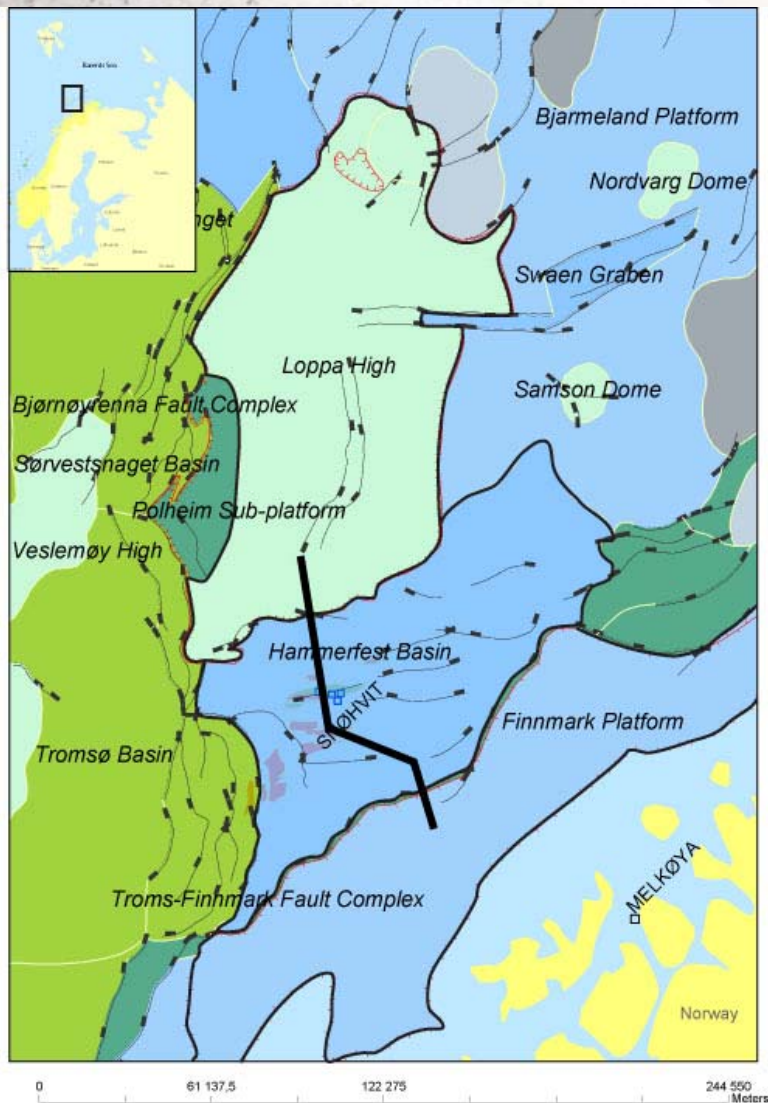
Laberg m.fl. in prep.

Endring av erosjon gjennom tid



Laberg m.fl. in prep.

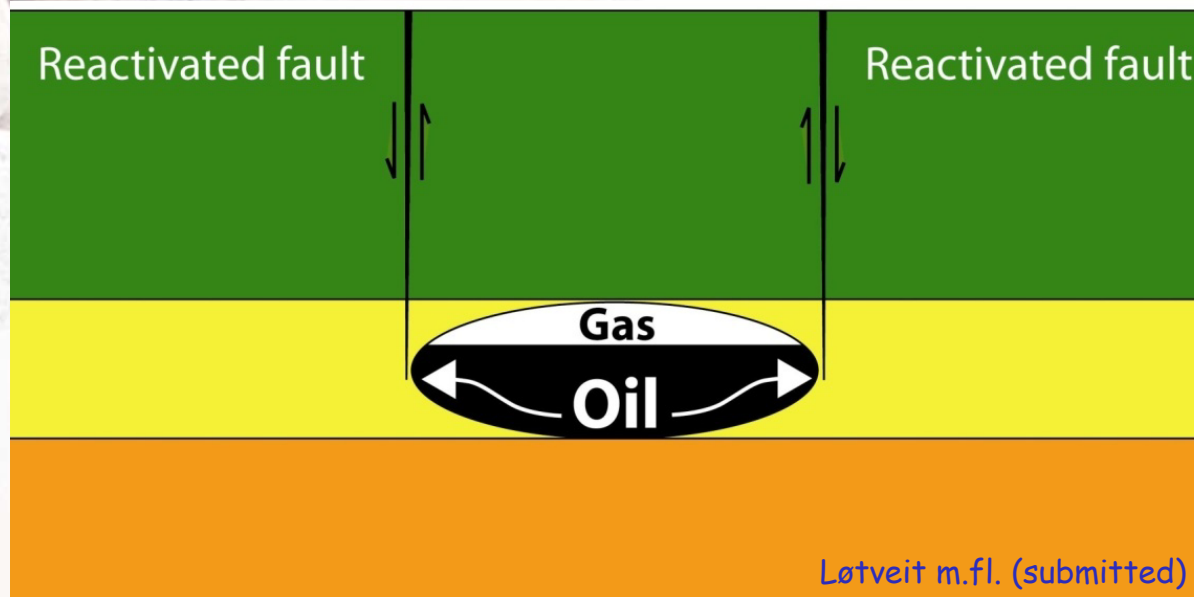
Modellering av reservoaret på Snøhvit



Løvteit m.fl. (submitted)

Basert på brønndata og seismikk
glasial erosjon estimert til:
900m i Hammerfestbassenget
1300m på Lopparyggen
1100m på Finnmarkplattformen

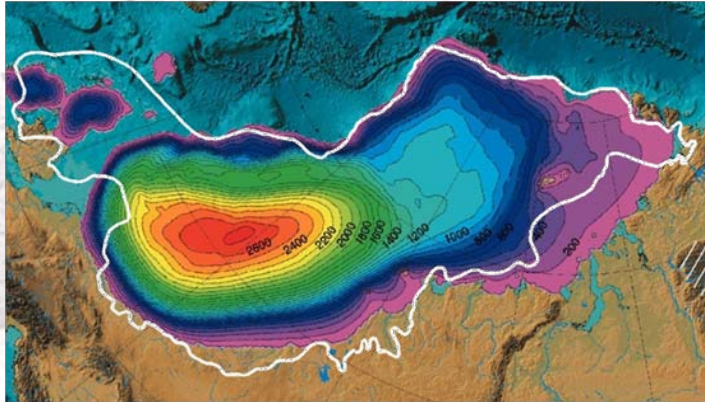
Spenningsmodellering av reservoaret på Snøhvit



- Effekt av fjerning av 900 m sedimenter modellert i tre scenarier:
 - Overtrykk i reservoaret på 5 MPa
 - Horisontal kompresjon på 11.5 MPa.
 - Undertrykk i reservoaret pga at gass utvides på 5 MPa
- Alle disse scenariene fører trolig til reaktivering av forkastninger, men hovedsakelig nær de laterale endene av reservoarene.
- Reaktivering av forkastninger kan ha forårsaket lekkasje av olje, mens gass som ikke er i kontakt med de laterale endene ikke har lekket ut.

En slags oppsummering: Hvor vi er nå

Effekter av den glasiøle pumpen



- Glasiasjonsmodeller for hele kvartær
- Bretykkelsesvariasjoner
- Modellere pumpeeffektene

Effekter av omfordeling av sedimenter



Kombinerte modeller/
påvirkning på reservoarene

- Avsetning og erosjon gjennom tid
- Modellere effektene av omfordeling av sedimenter



Takk til:

StatoilHydro



Takk for oppmerksomheten!



<http://www.ngu.no/glacipet/>

