

Istider og klimaendringar i Noreg

Atle Nesje

Department of Earth Science
Quaternary geology and palaeoclimate
UNIVERSITY OF BERGEN

E-mail: atle.nesje@uib.no
Telephone: (+47) 91392574
www.uib.no/geo

Institutt for geovitenskap
Kvartærgeologi og paleoklima
UNIVERSITETET I BERGEN

E-post: atle.nesje@uib.no
Telefon: 91392574
www.uib.no/geo





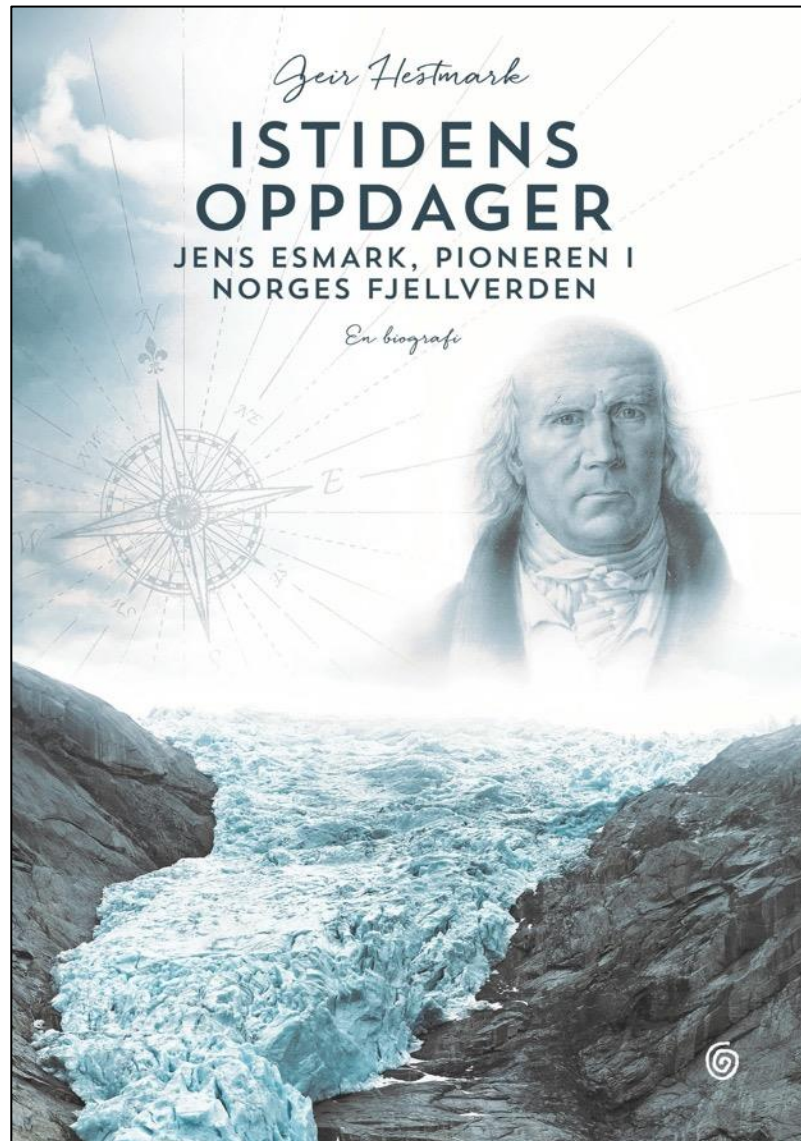
I dag:
10 % av landområda
dekka av is



20.000 år sidan:
25-30 % av landområda
dekka av is

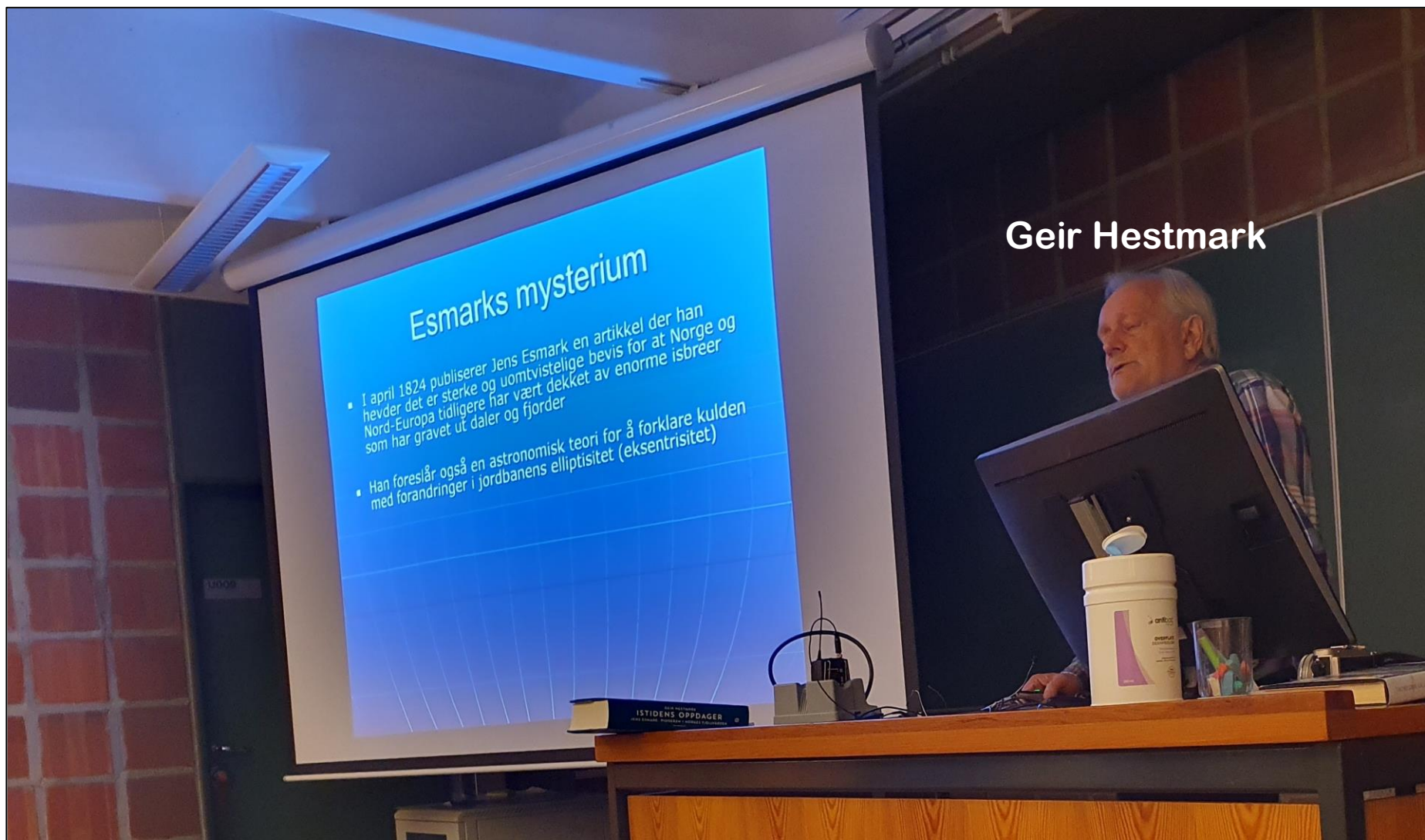
1823 – 2023 - 200 år sidan oppdaginga av istidene

«umiskjendelige Spor af Ismassernes uhyre Virkninger»



2017 Kagge Forlag AS

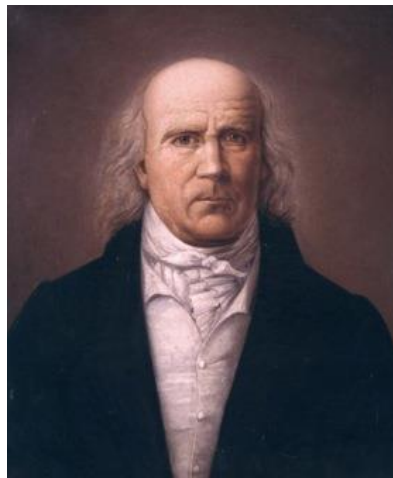
Esmark-seminar i Bergen 8. september 2023



Geir Hestmark

Rundreise i Sør-Noreg sommaren 1823 som førte til oppdaginga av istidene:

Jens Esmark (1763-1839)



Litografi av L. Fehr etter teikning av C. von Plötz (i Hestmark, 2017: 225)

Nils Otto Tank (1800-1864)



Måleri Wisconsin Historical Society

Jan Theodor Kielland (1803-1844)



freepages.rootsweb.com

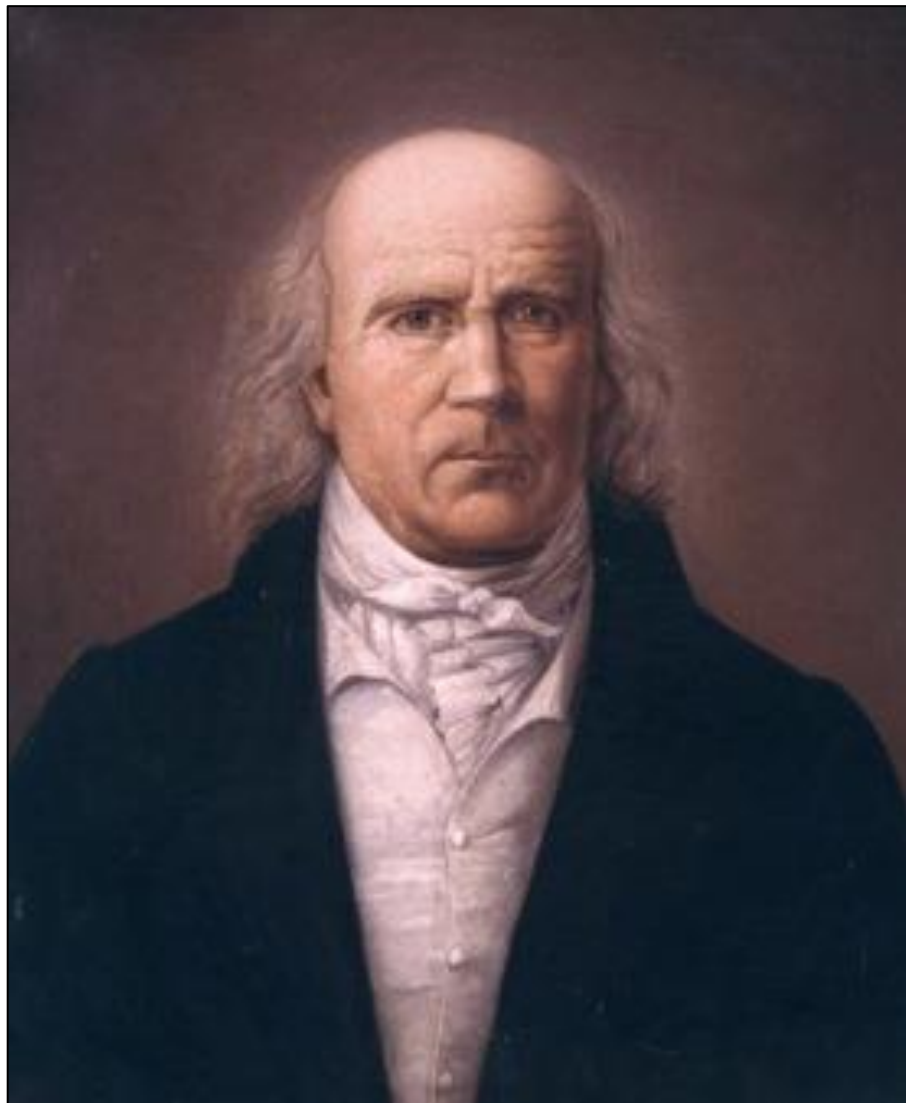
Reiseruta til Jens Esmark, Niels Otto Tank og
Jan Theodor Kielland 18. juni - 12. september 1823



- 1 - Christiania (Oslo)
- 2 - Rød, heimen til Otto Tank
- 3 - 'Esmarkmorenen'**
- 4 - Steinsund, Sula-øyane, med brepolert devon-konglomerat ved havnivå
- 5 - Grimelid koparverk
- 6 - 'Otto Tanks morene'**
- 7 - Mjøsa, moreneblokker

A – Tronfjell (1800)

B – Rondane (1800)



Litografi av L. Fehr etter teikning av C. von Plötz (i Hestmark, 2017: 225)

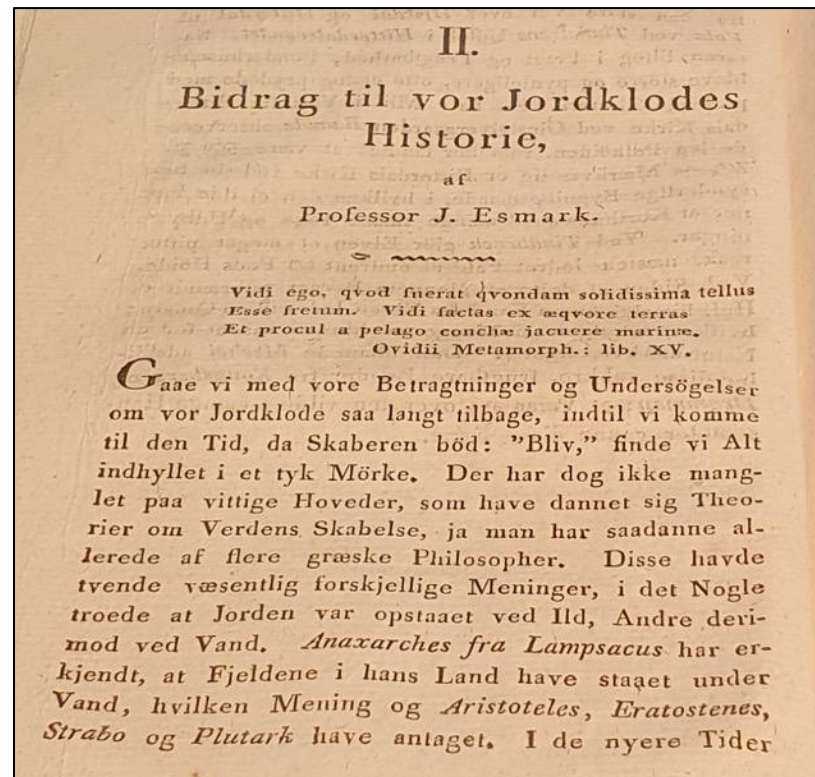


Foto: Atle Nesje

A

«Esmarkmorenen» (Vassrygg), Forsand

«Esmarkmorenen» (Vassrygg)

Haukalivatn (51 moh.)



«Otto Tanks morene» sett mot vest
Rauddalsbreen i bakgrunnen

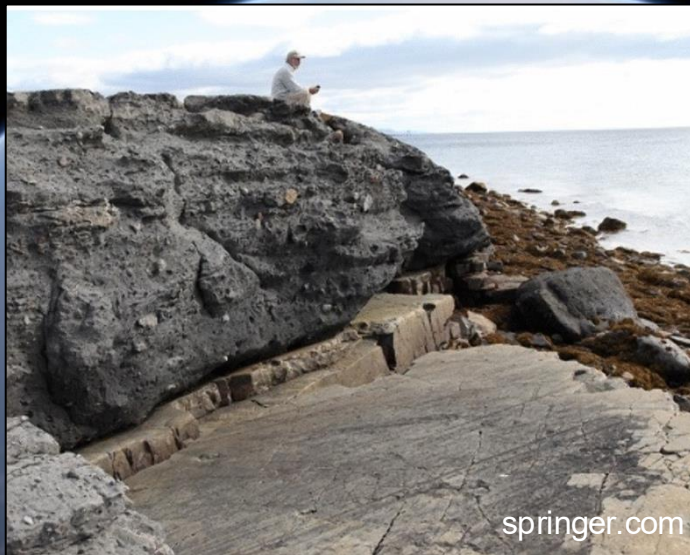


Foto: Halfdan Carstens

Bigganjargga-tillitten
Hans H. Reusch (1891)



Morænekonglomerat over sandsten med isskuret overflade. Bigganjargga.



springer.com

Moelv-tillitten

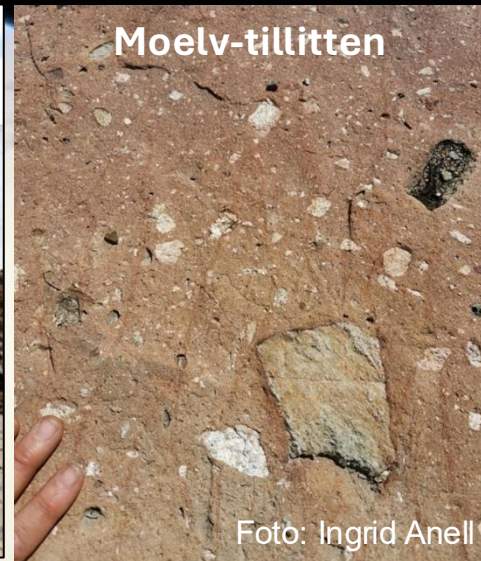
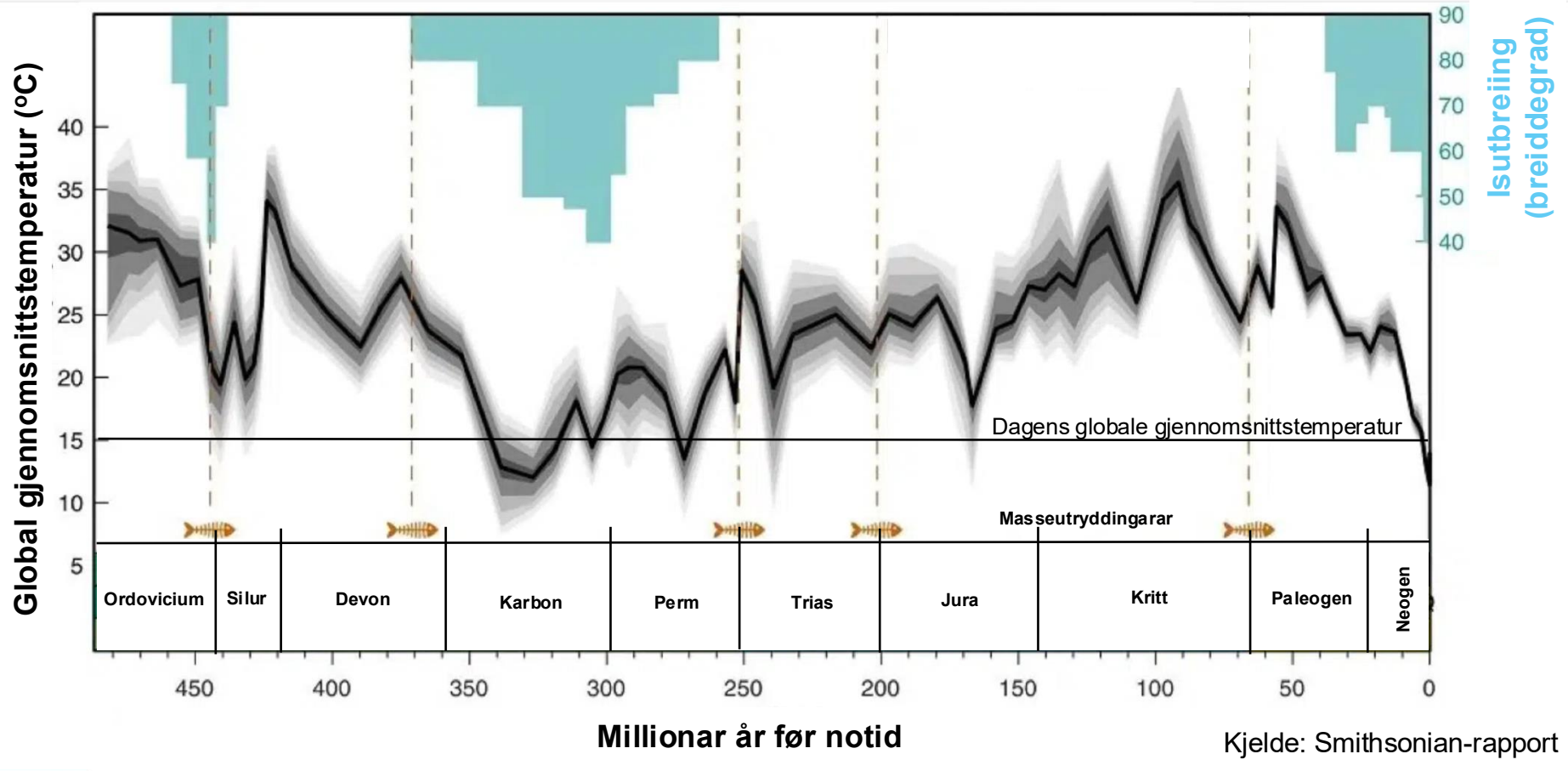


Foto: Ingrid Anell

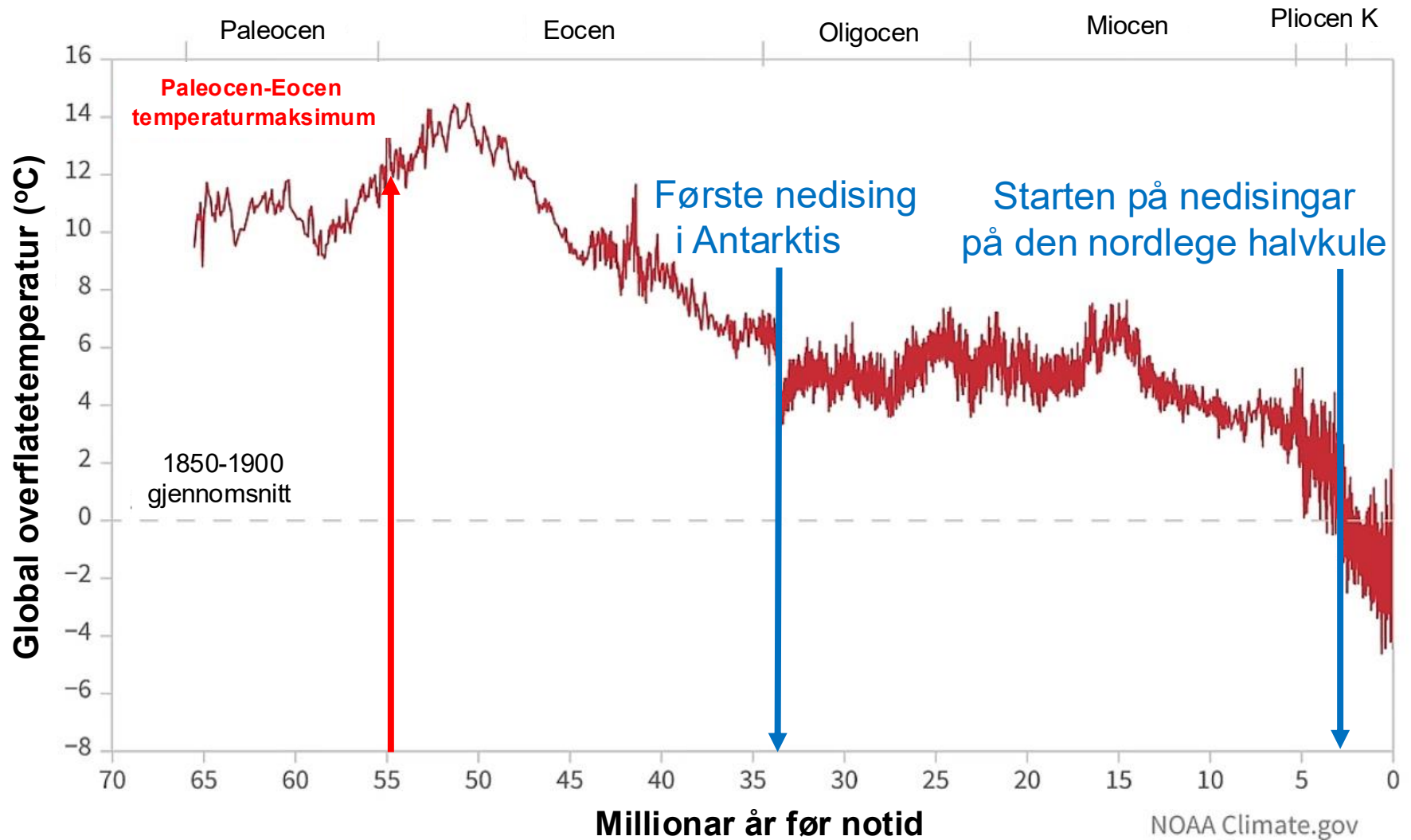
A SNOWBALL EARTH

Credit: Oleg Kuznetsov

Variasjonar i den globale gjennomsnittstemperaturen dei siste 500 millionar år

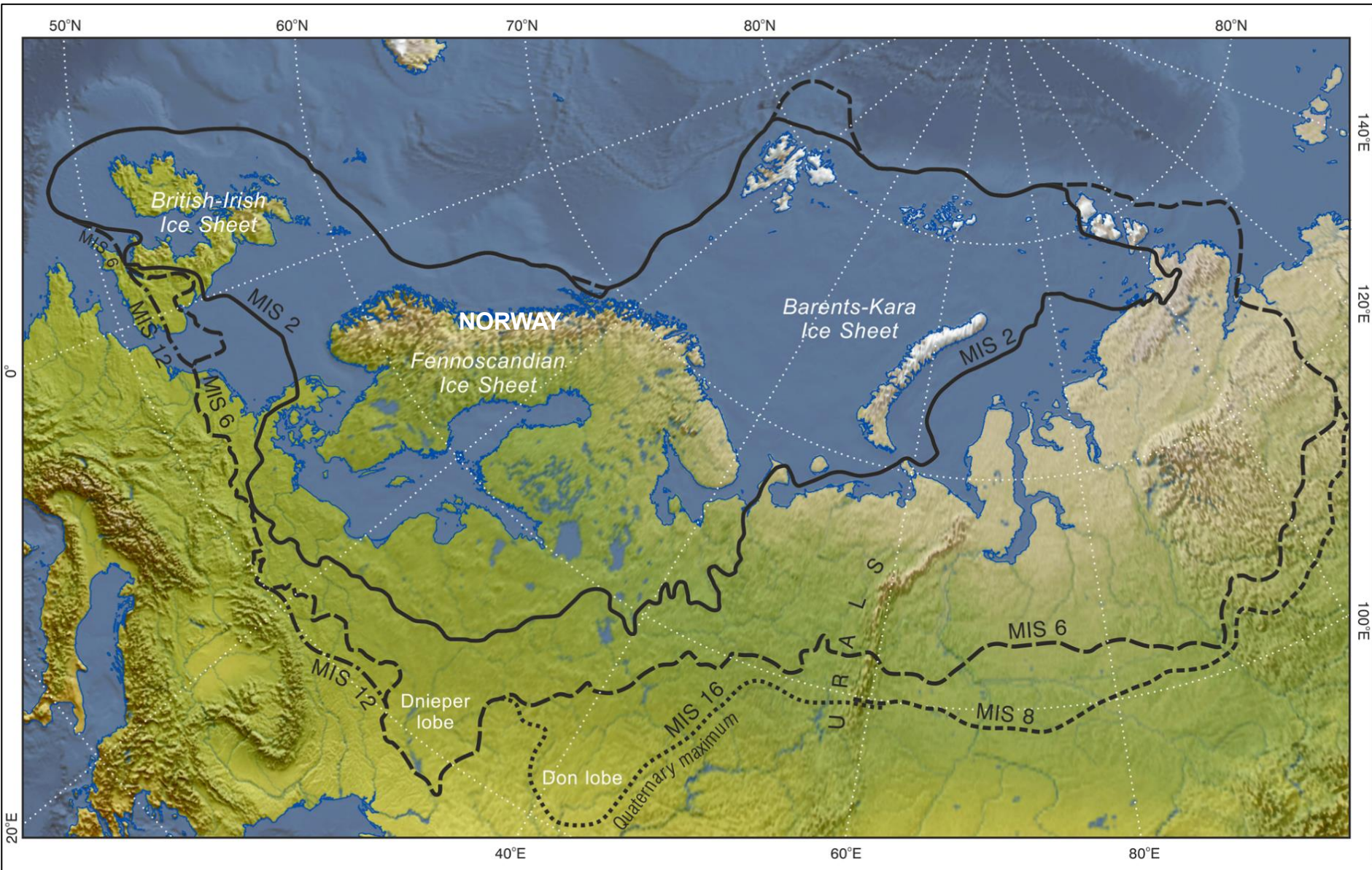


Global temperaturutvikling dei siste 65 millionar år



NOAA Climate.gov
Data: Zachos, Hansen

Endemorenar frå dei siste istidene i Nord-Europa



Sediment-kjerne fra Stillehavet

oxygen
isotopes
detection

^{18}O

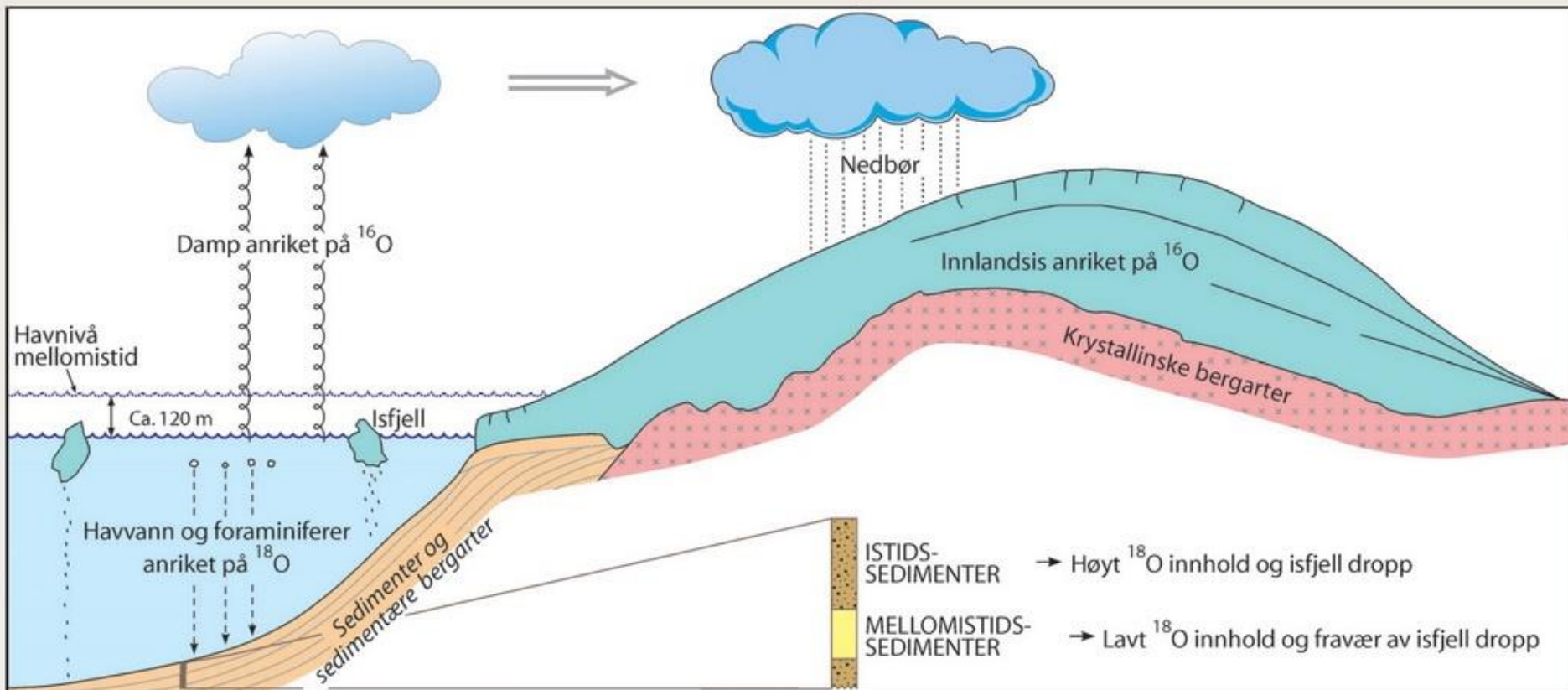
^{16}O

Foraminifera



wikipedia.com

OKSYGEN I KALKSKALL OG BRE-IS FORTELLER KLIMAHISTORIE



40-50 istider og mellomistider dei siste 2,58 millionar år

Istid



Mellomistid



Ingen isdekke på nordlege halvkule



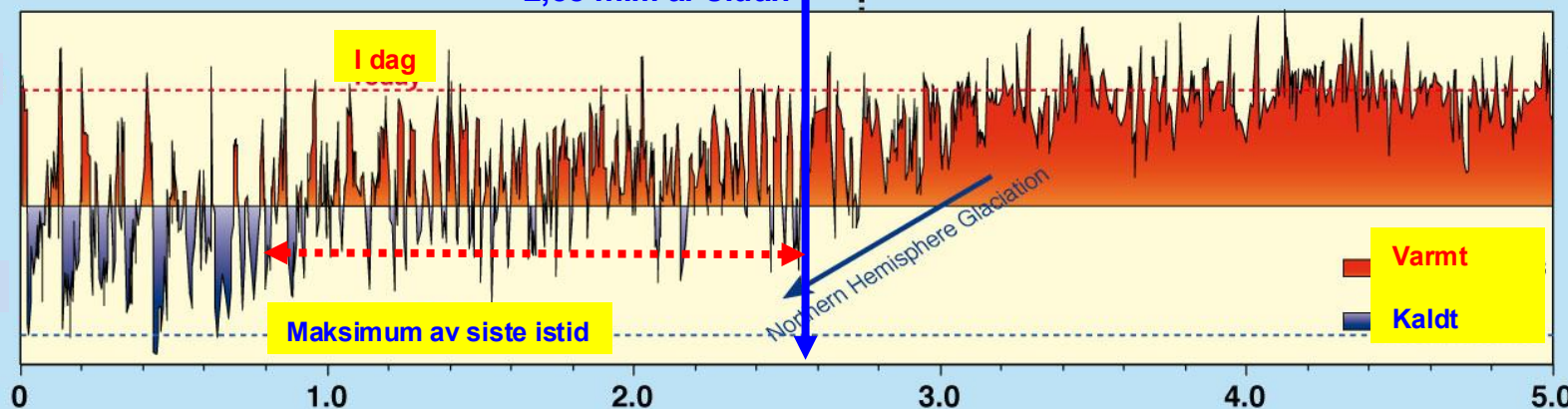
Istidene byrjar på nordlege halvkule
2,58 mill. år sidan

Globalt isvolum

Lite
↕
Stort

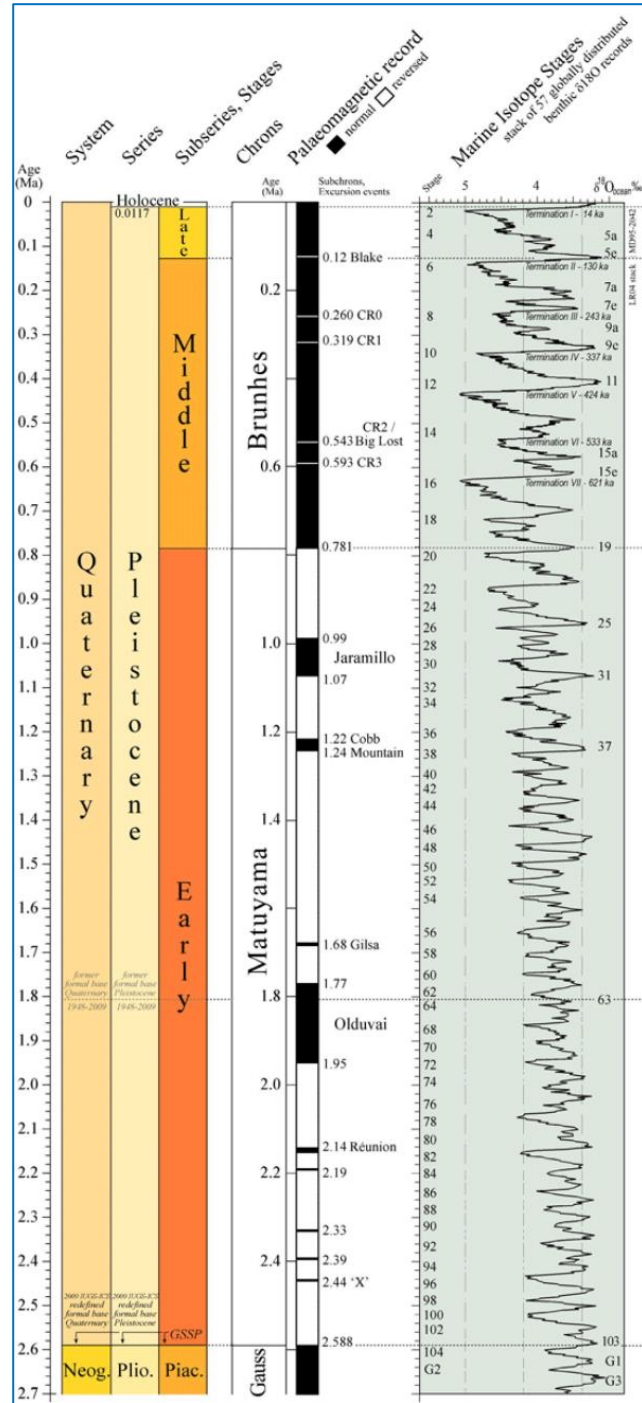
Foraminiferar
Oksygenisotopar

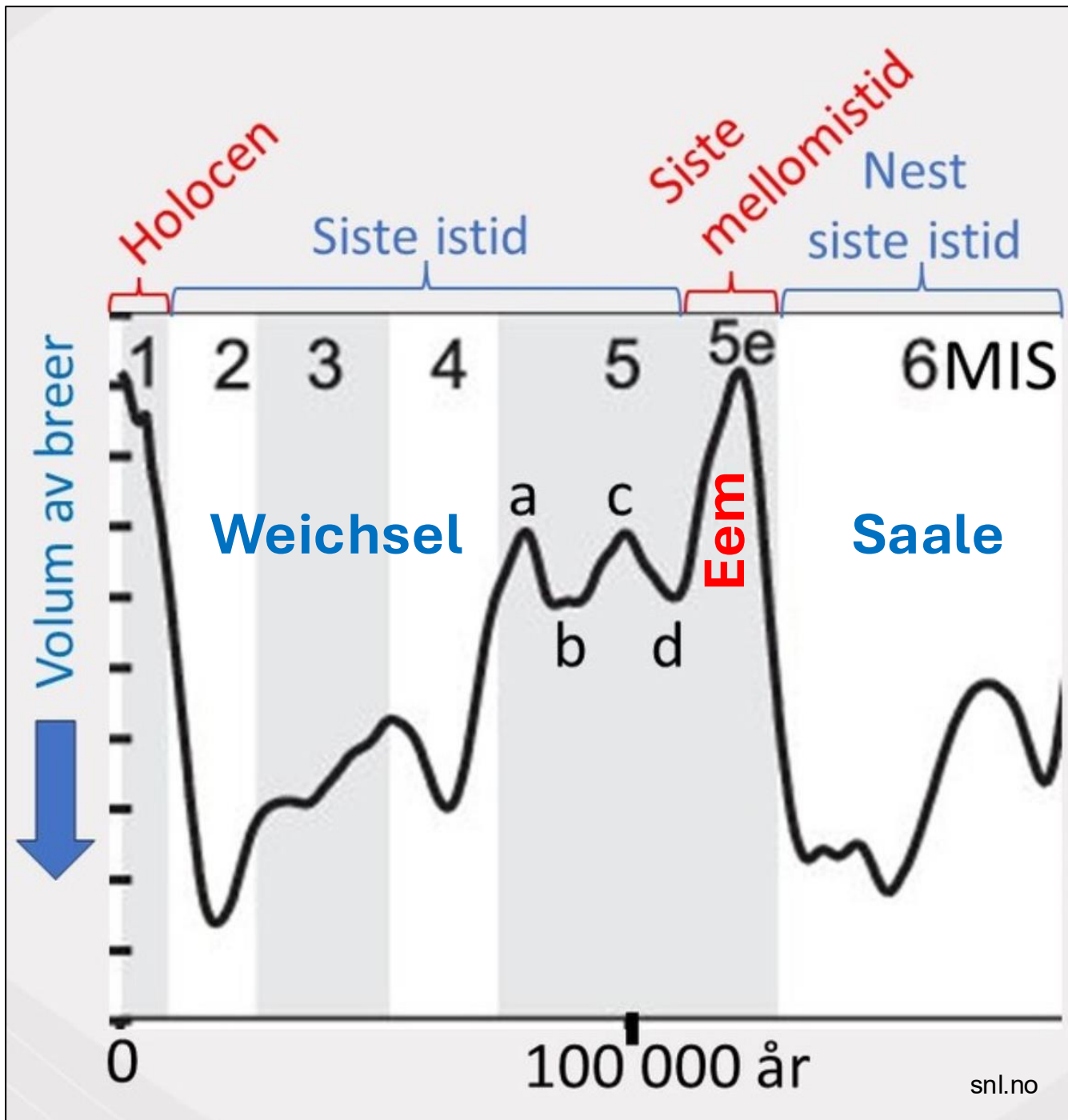
-
+



Alder i millioner år før notid

Tiedemann et al., 1994





Årsaker til istider og mellomistider

Årsakene til istider og mellomistider er eit komplekst samspel, primært styrt av **Milanković-syklusane** – langsame, sykliske endringar i Jorda si bane og aksehelling som påverkar solinnstrålinga, forsterka av feedback-mekanismar som *albedoeffekten* (is reflekterer sollys) og endringar i atmosfæren sitt CO_2 -nivå (drivhuseffekten).

Andre faktorar inkluderer *kontinenta si plassering*, som påverkar havstraumar, og *vulkanisme*. Mellomistider er lengre varmare periodar mellom istidene.

Hovudårsaker (Milanković-syklusane)

Jorda si bane rundt Sola: Varierer i form (eksentrisitet) over om lag 100 000 år.

Jordaksen si helling: Endrar seg mellom ca. $22,1^\circ$ og $24,5^\circ$ over 41 000 år, noko som påverkar årstidene sin intensitet på høge breiddegrader.

Jordaksen sin presesjon: "Vogginga" av jordaksen, med ein periode på ca. 21 000 år, som endrar når på året Jorda er nærast eller lengst frå Sola.

Forsterkande mekanismar

Albedoeffekten (is-albedo-tilbakekopling): Meir snø og is reflekterer meir sollys, som igjen gjer klimaet kaldare, og skaper meir snø og is.

Klimagassar (CO₂ og metan): Under istider vert CO₂ lagra i djuphavet, atmosfæren får lågare CO₂-innhald, og det vert kaldare. I mellomistider aukar CO₂-nivåa att, og varmen vert forsterka.

Kontinenta si plassering: Plasseringa av landmassar kan blokkere eller omdirigere varme havstraumar mot polane, noko som påverkar den globale temperaturen.

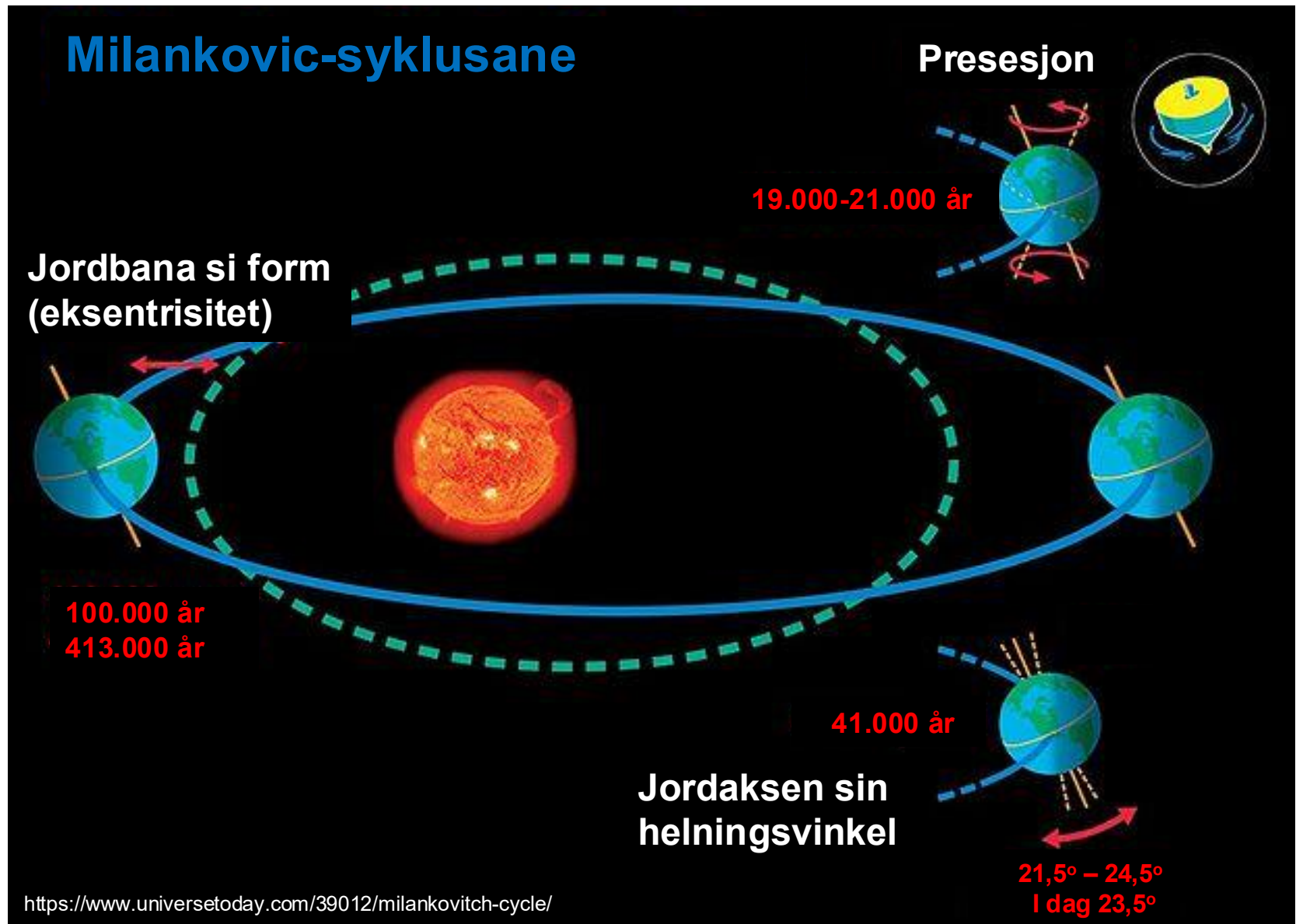
Vulkanisme: Store utbrot kan sende partiklar (aerosolar) i atmosfæren, som blokkerer for solinnstrålinga og kan bidra til nedkjøling (f.eks. under 'den vesle istida').

Istid og mellomistid

Istid (glasial): Periodar med store iskapper, utløyst når Milanković-syklusane vert kombinert for å gje kalde somrar og kaldare vintre over polarområda.

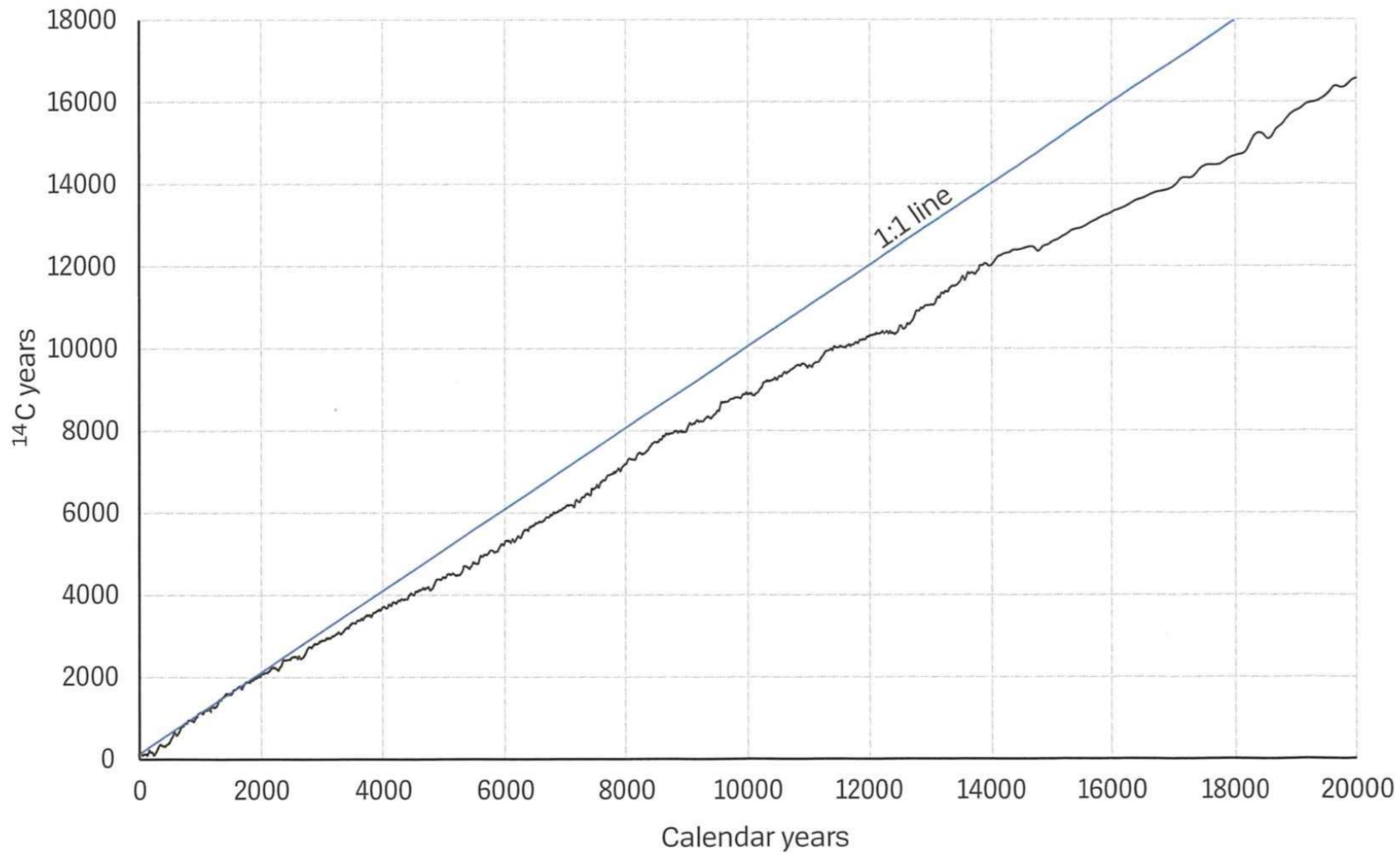
Mellomistid (interglasial): Varmare periodar mellom istidene, som den vi er i no (holocen), prega av høgare temperaturar og mindre snø- og isdekke.

Orbital- (Milankovic-) syklusane – naturlege klimavariasjonar



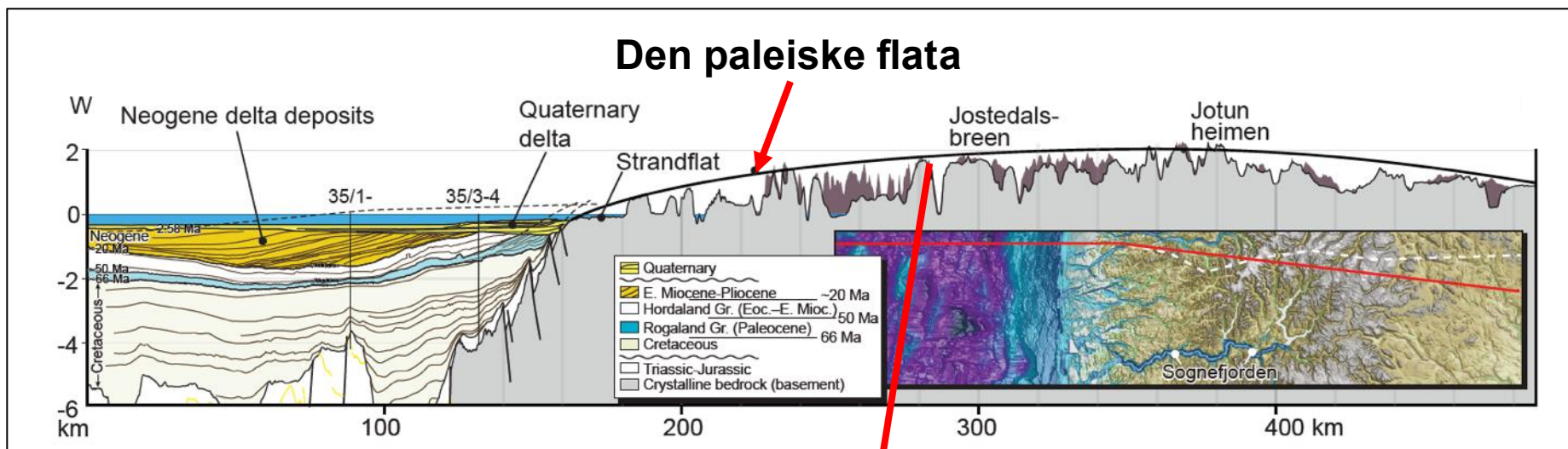
Radiokarbonmetoden

Radiocarbon years versus calendar years



Mangerud og Ingólfsson (2025)

Den paleiske flata - landoverflate som eksisterte før istidene tok til for om lag 2,58 million år sidan

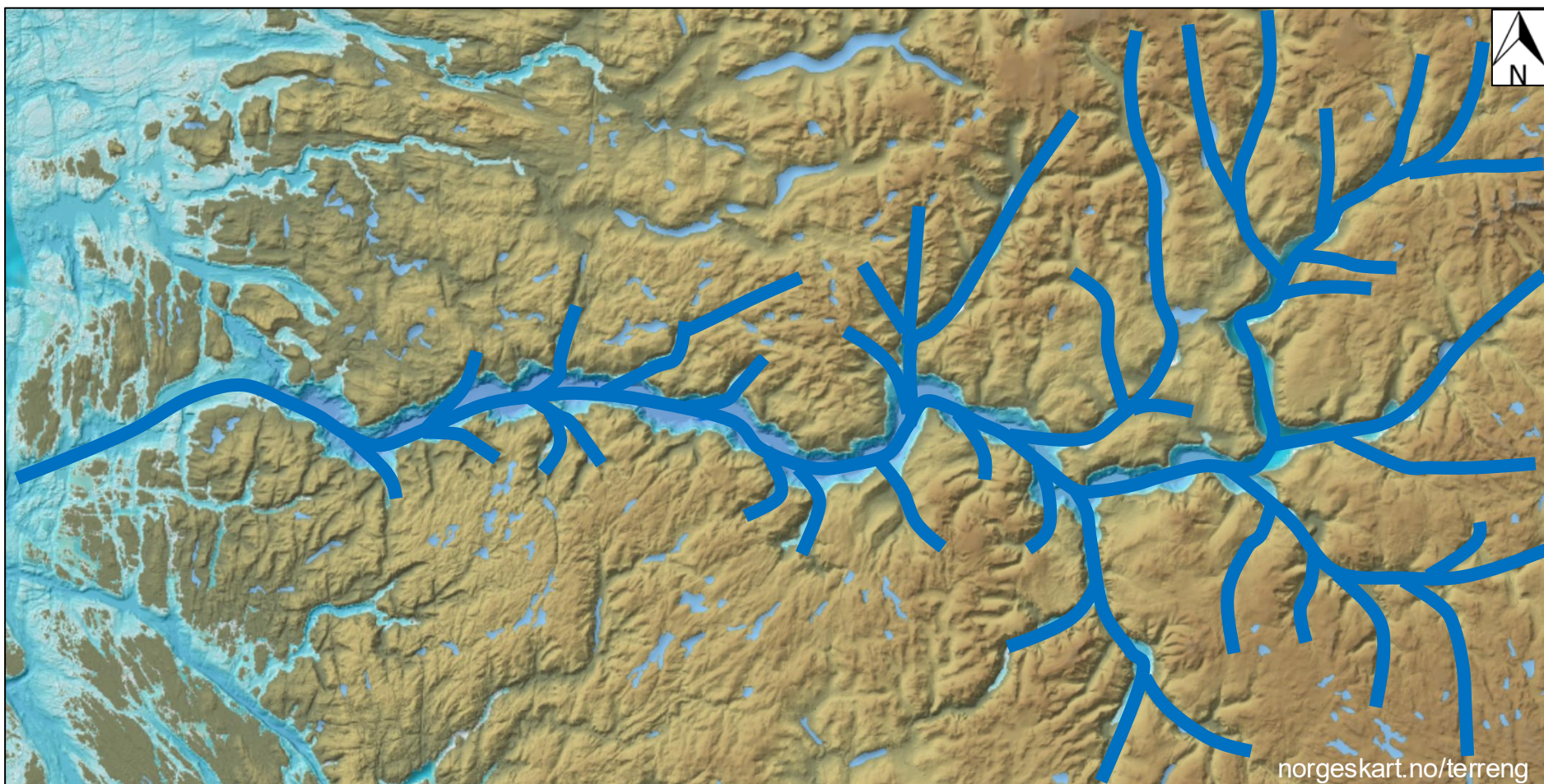


Fossen (2023)



Foto: Peakbook

Sognefjorden - dreneringssystem før istidene

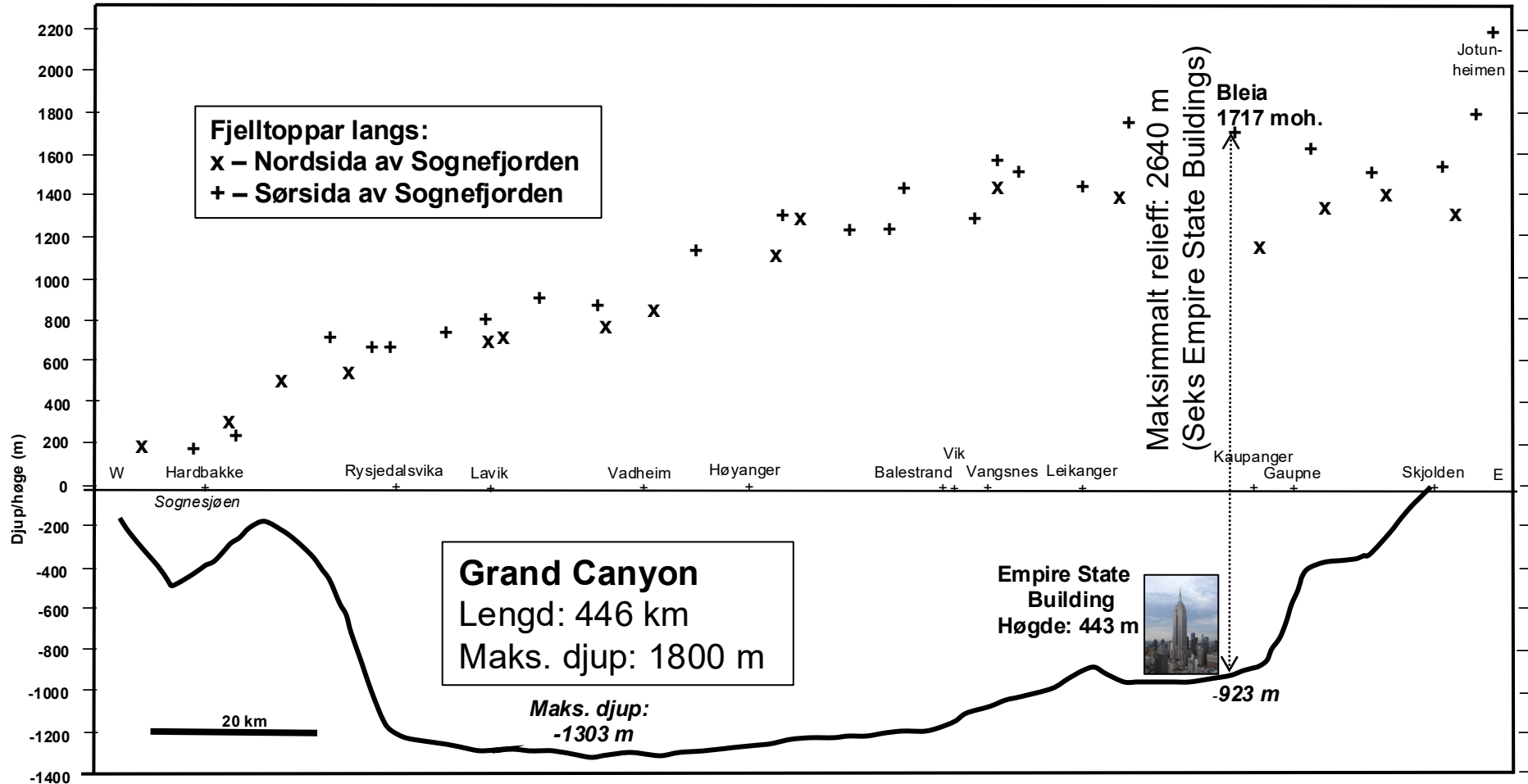


Indre del av Sognefjorden - Nærøyfjorden

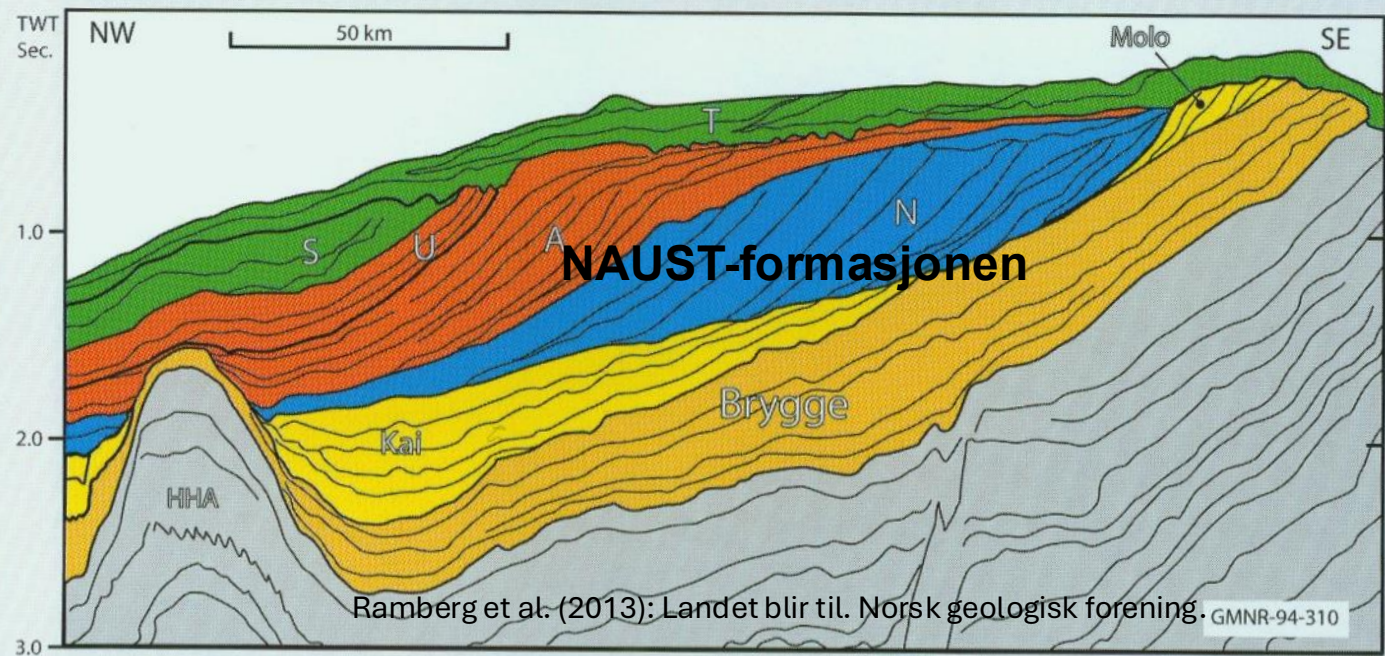
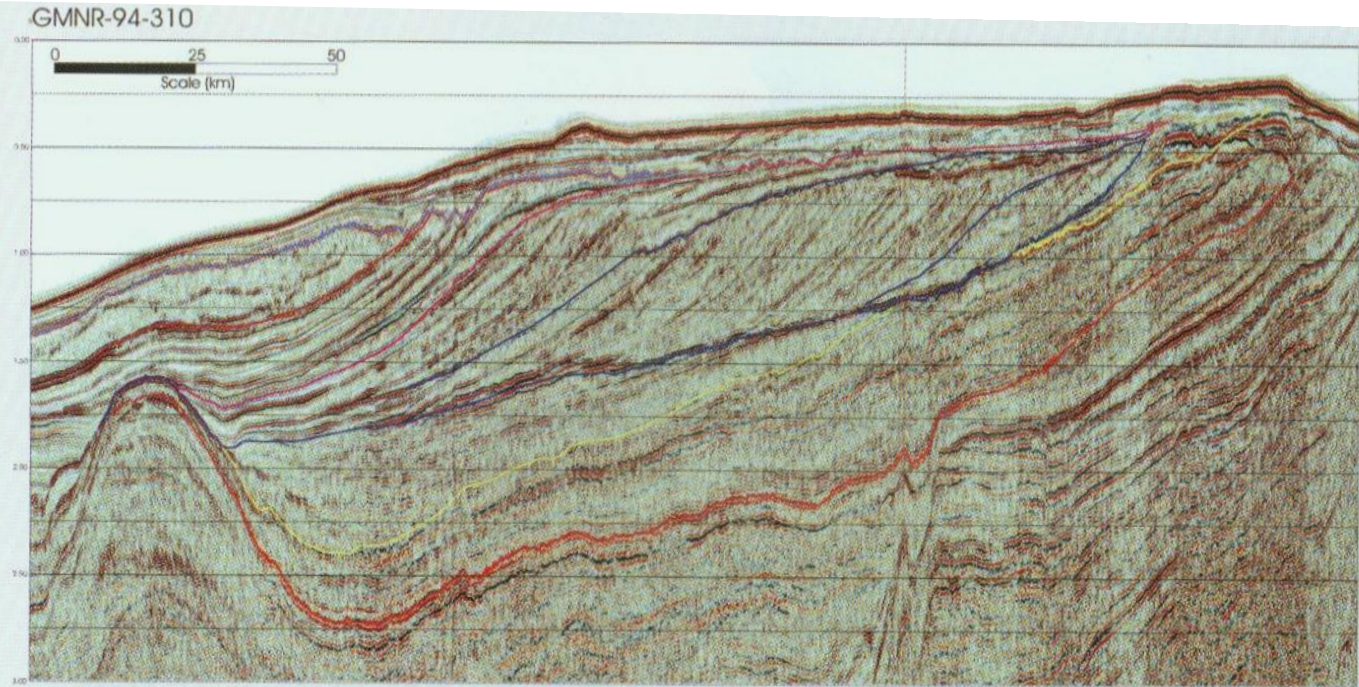
‘Sognefjord-dalen’ før istidene tok til
for 2,58 millioner år sidan

Foto: Atle Nesje

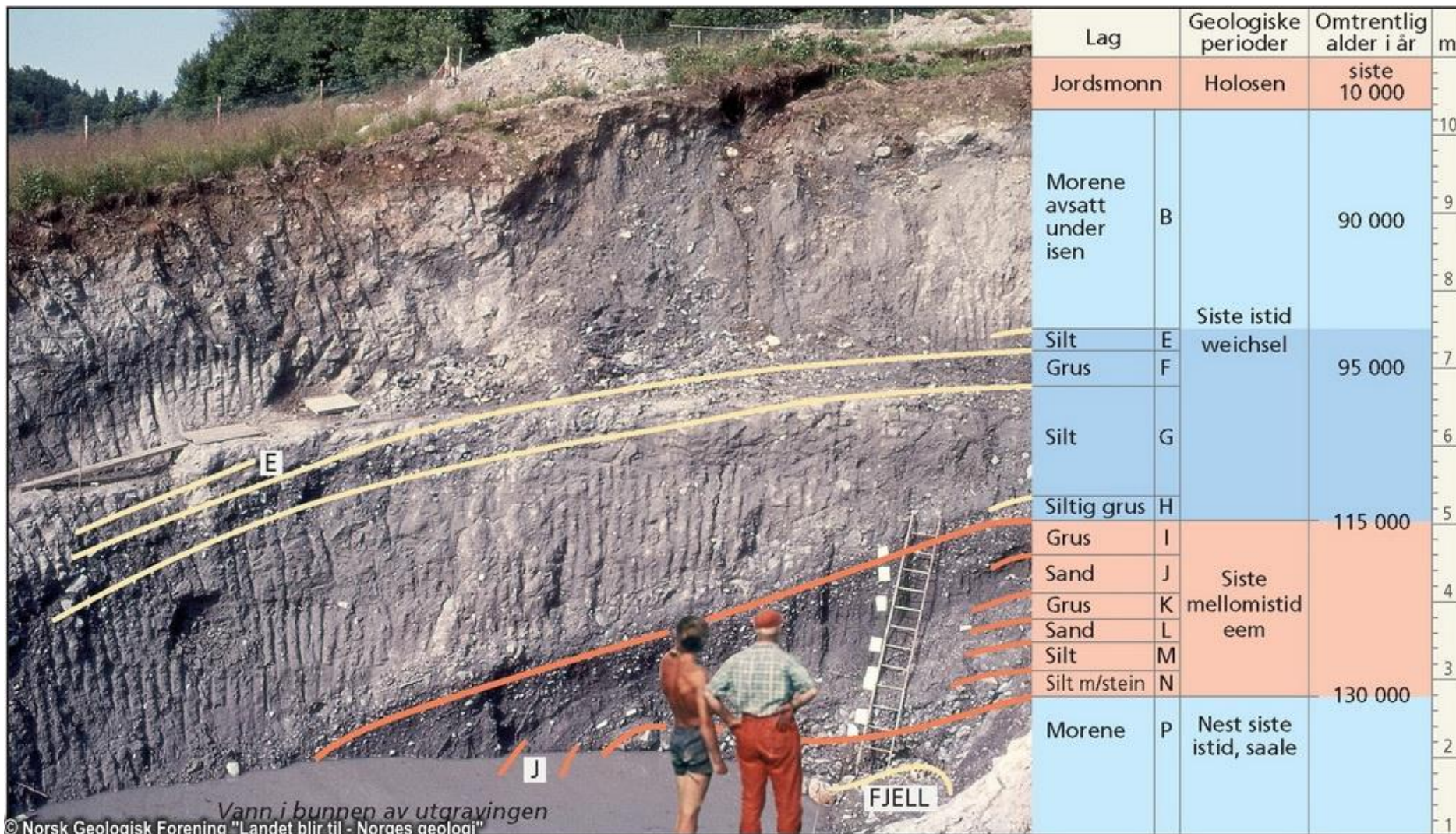
Lengdeprofil av Sognefjorden



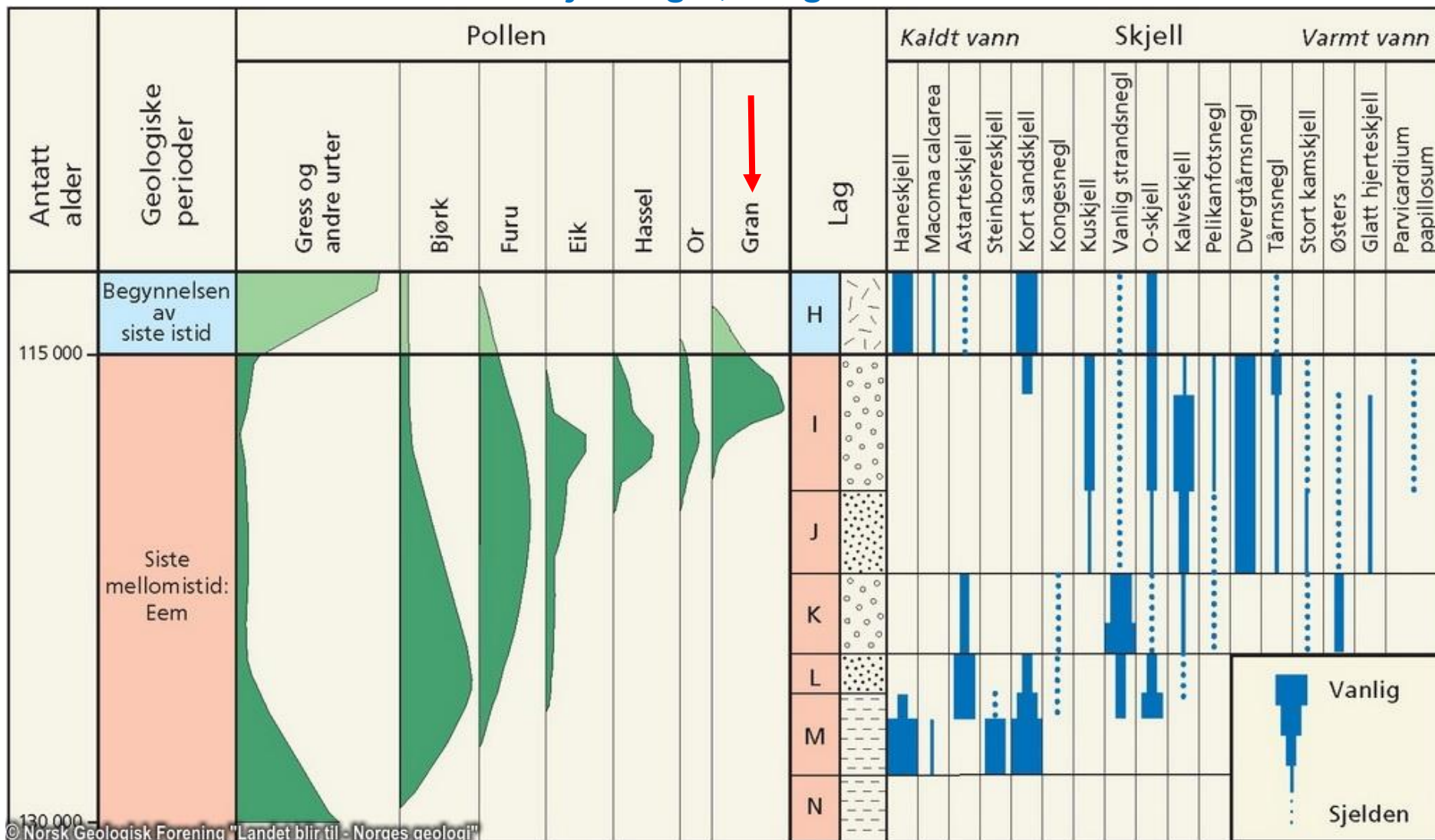
Etter Nesje (2023)

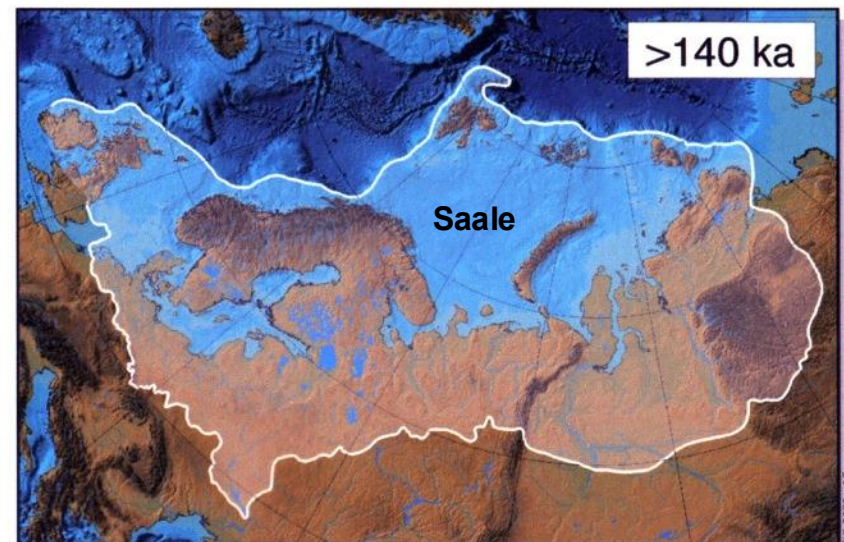
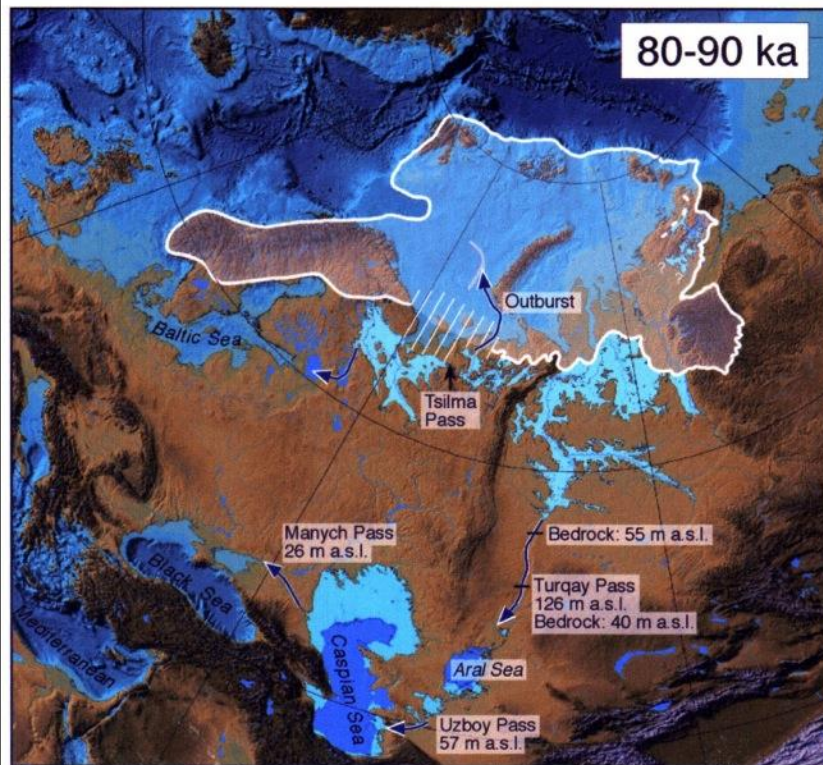
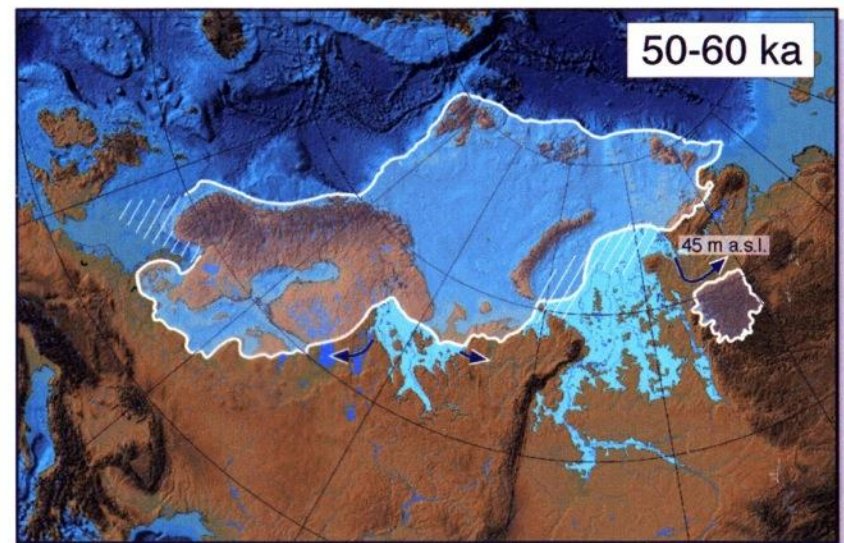
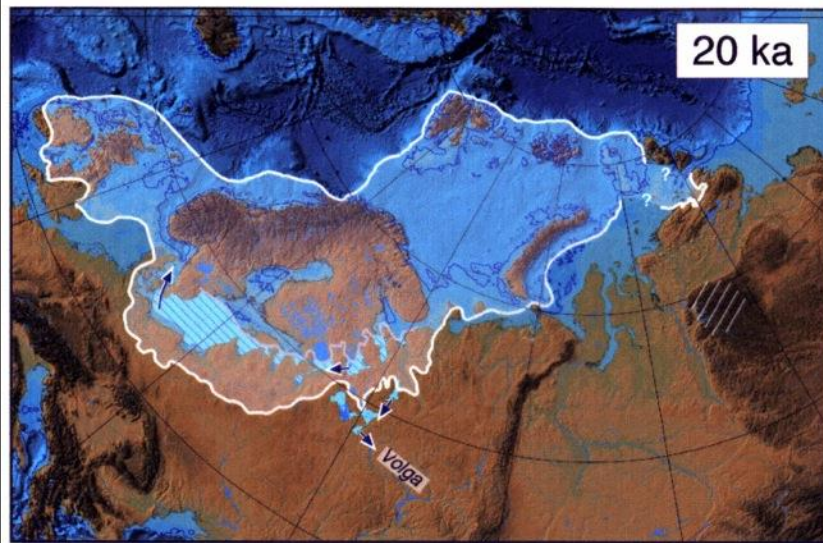


Fjøsanger, Bergen

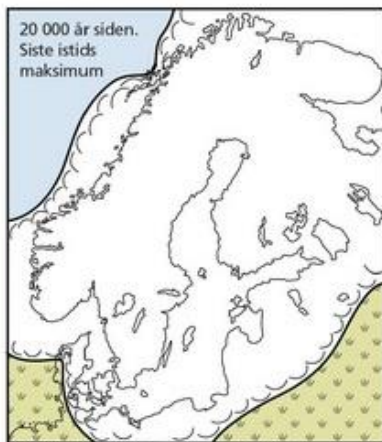
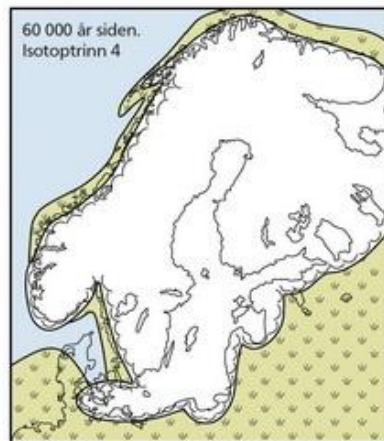


Fjøsanger, Bergen



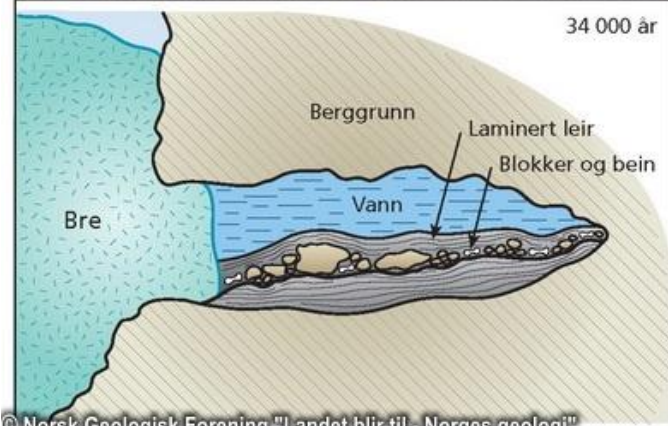
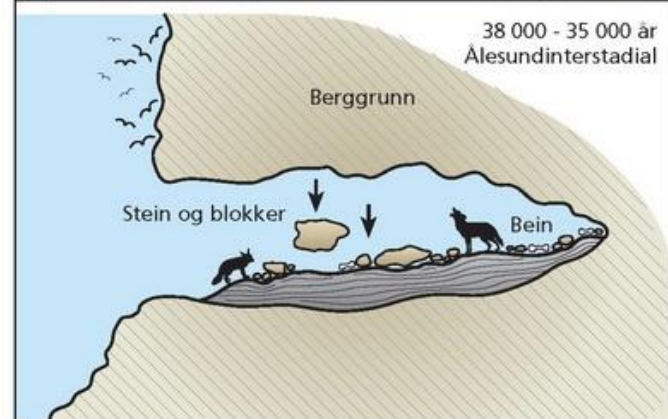
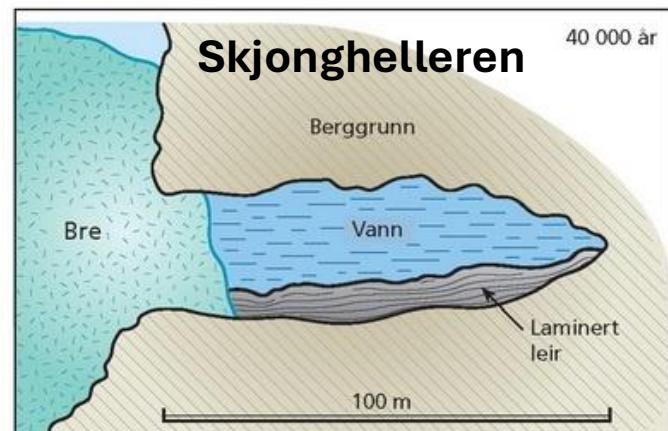


Svendsen et al. (2004)



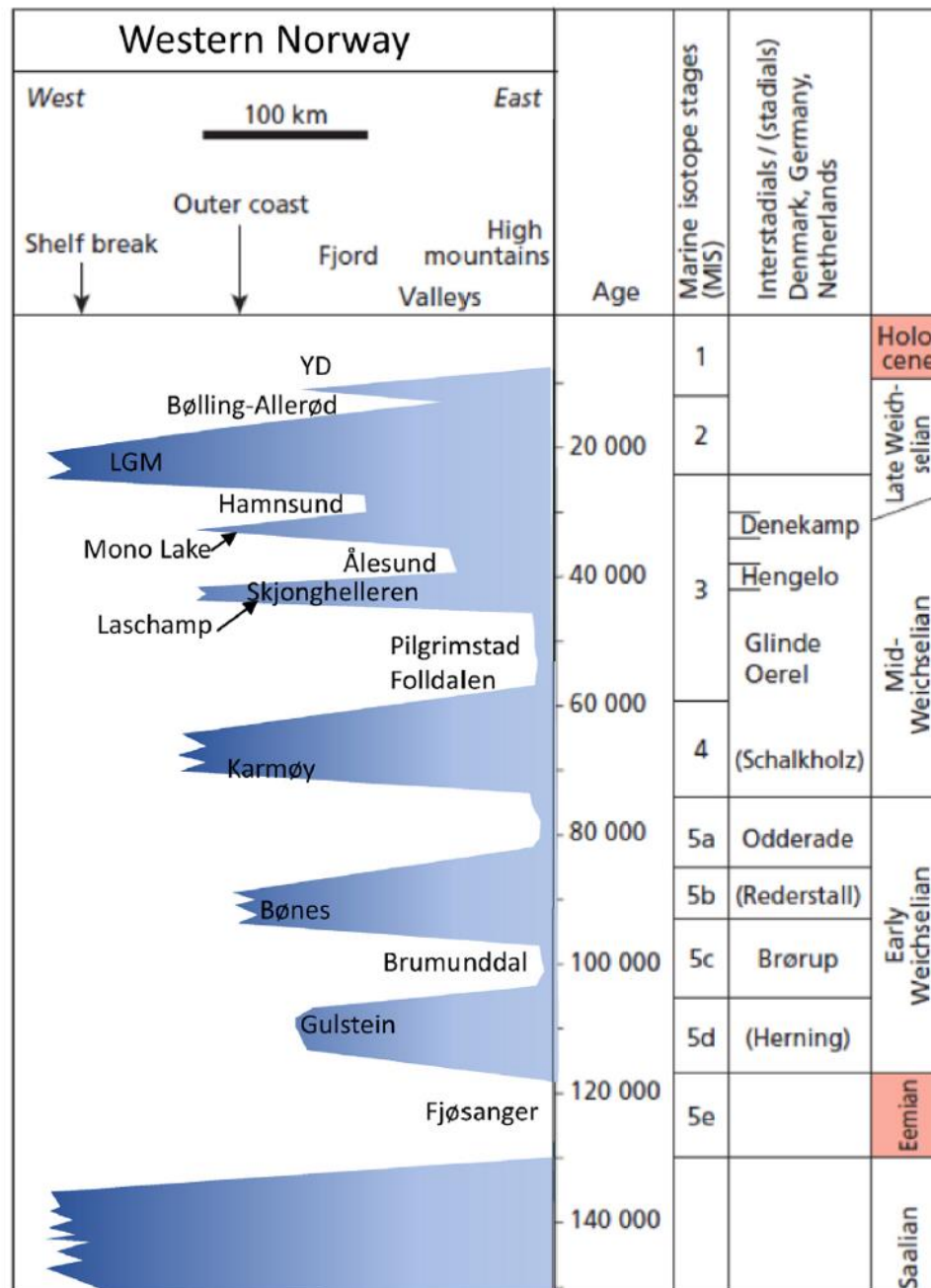
TEGNFORKLARING

-  Bre
-  Hav
-  Innsjø
-  Tundra og arktisk steppe
-  Bjørkeskog
-  Barskog
-  Eikeblandskog



© Norsk-Geologisk Forening "Landet blir til - Norges geologi"

Tid/distanse-diagram for innlandsisen sine fluktuasjonar under siste istid



Mangerud m.fl. (2023)

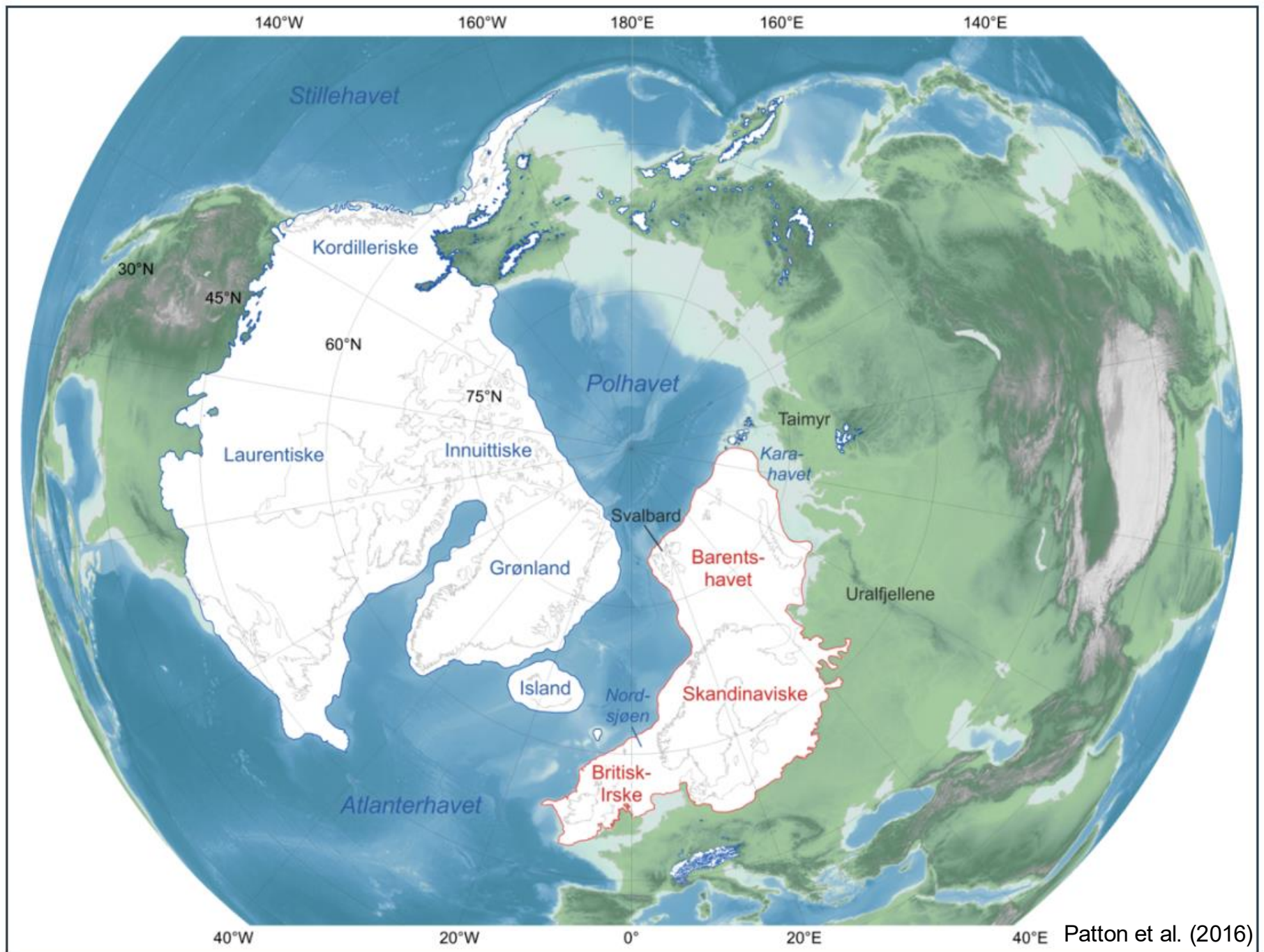
23 mammutfunn i Noreg i perioden 1886-2013



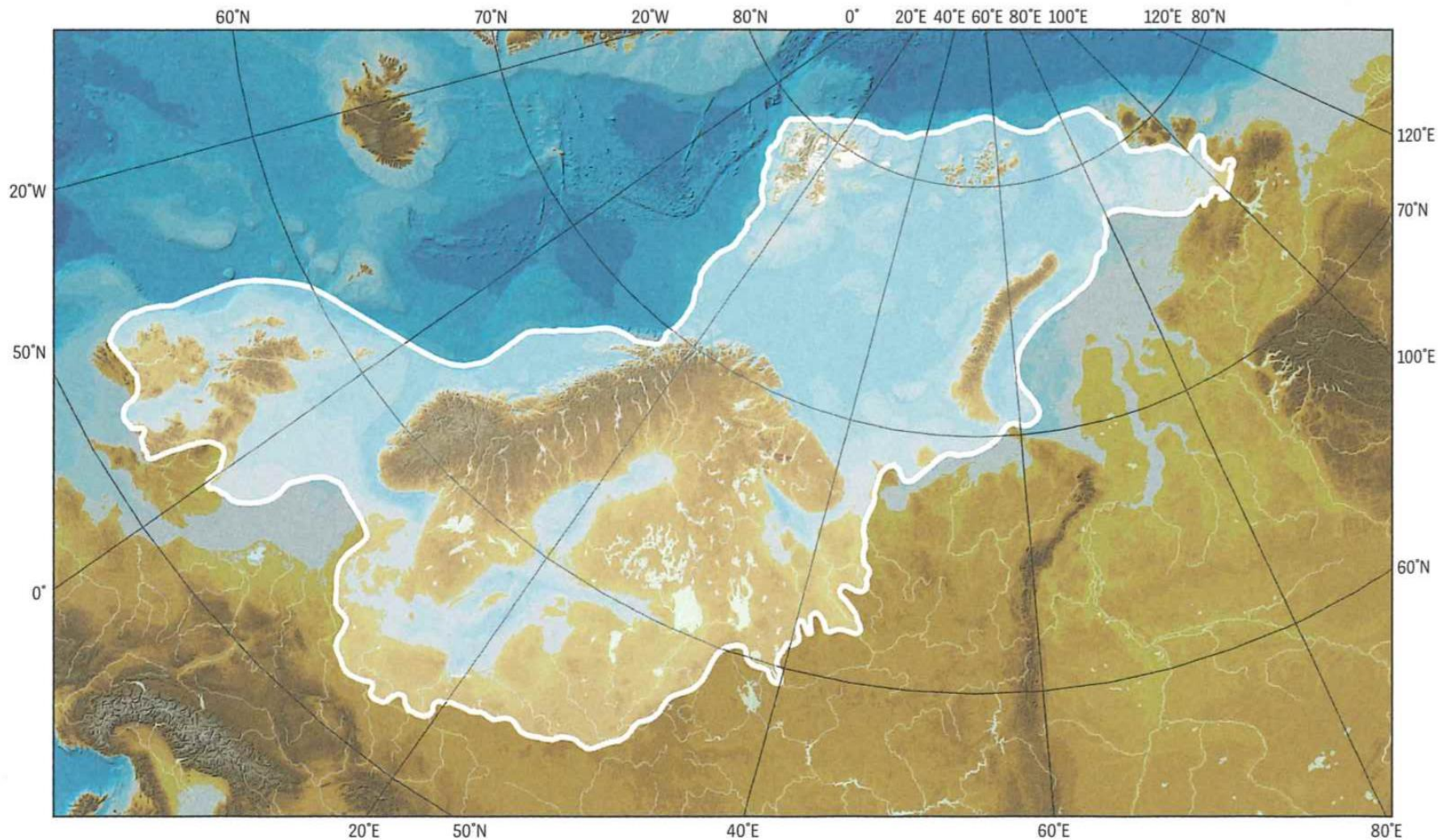
**13 støttenner
6 kinntenner
1 skulderblad
1 virvel
1 ulna (albogebein)
1 bekken**

Mammutter klarte seg nordøst i Sibir for inntil 7.300 år siden og på Tajmyrhalvøya så sent som for 3.900 år siden, viser ny DNA-studie.

(Illustrasjon: Daniel Eskridge / Shutterstock / NTB)



THE EXTENSION OF THE EURASIAN ICE SHEET COMPLEX AT THE LAST GLACIAL MAXIMUM



Mangerud og Igólfsson (2025)

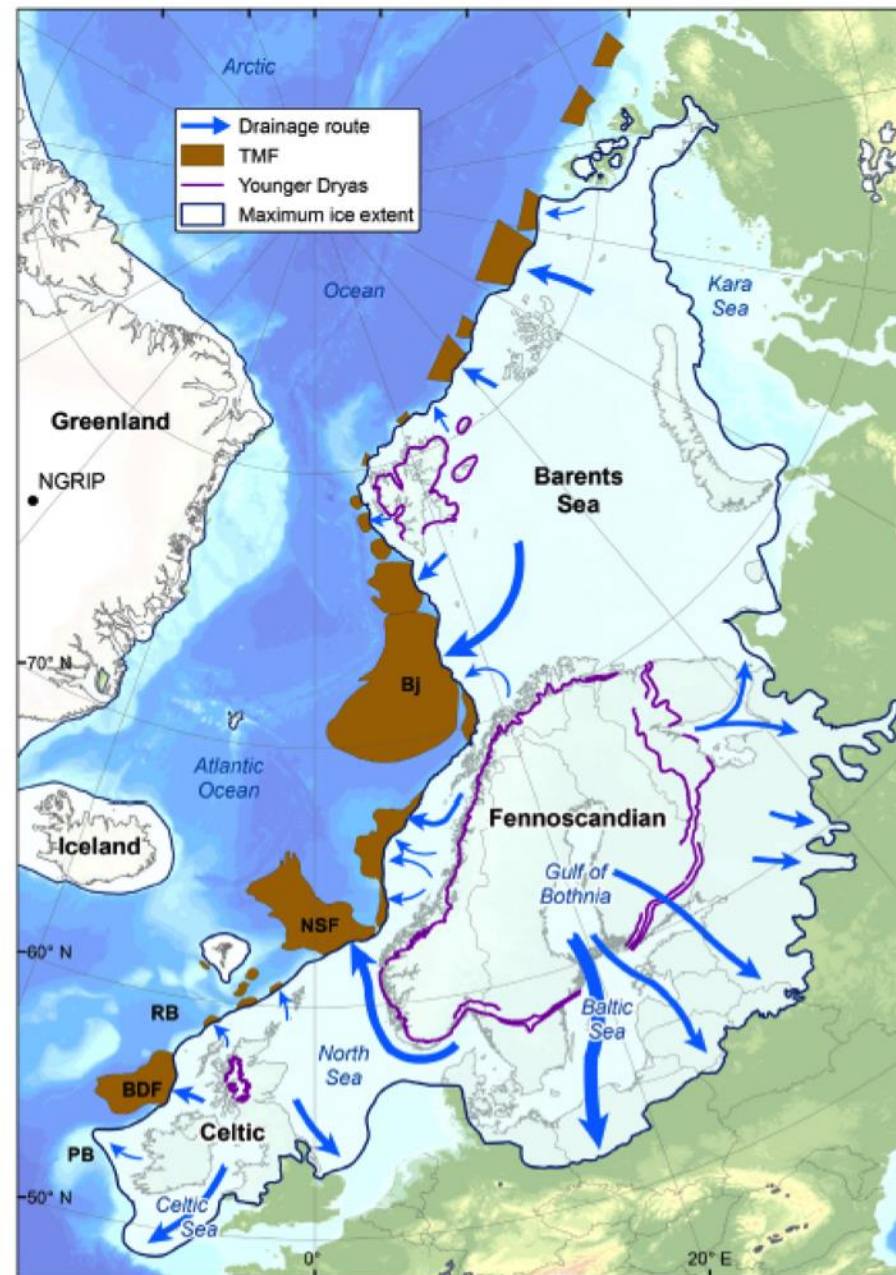
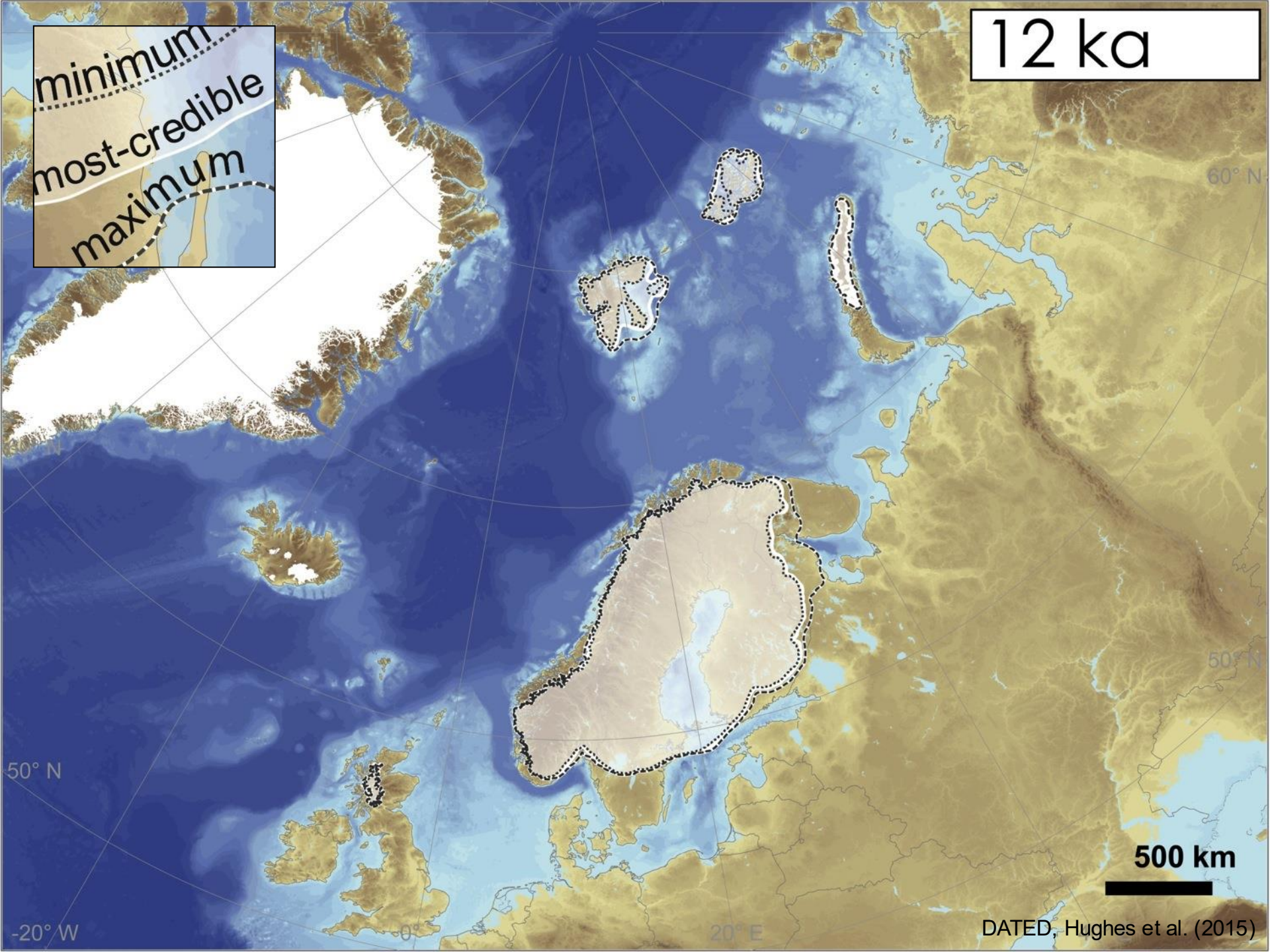


Fig. 1. Major drainage routes of the Eurasian ice sheet complex, adapted from Stokes and Clark (2001), Ornesen et al. (2005) and Clark et al. (2012). Locations of major trough mouth fans (brown) adapted from Dahlgren et al. (2005) and Batchelor and Dowdeswell (2014). PB: Porcupine Bank; BDF: Barra and Donegal Fens; RB: Rosemary Bank; NSF: North Sea Fan; Bj: Bjarmayrenna Fan. Glacial limits are compiled from Ehlers and Gibbard (2007), Patton et al. (2015) and Ströven et al. (2016). Recent evidence for the extension of the Celtic ice sheet onto Porcupine Bank (PB) (Patton et al., 2015) and into the southern Celtic Sea (Praeg et al., 2015) is also incorporated. (For interpretation of the references to colour in this figure legend, the reader is referred to the web version of this article.)

TMF - Trough mouth fan

12 ka

minimum
most-credible
maximum



500 km

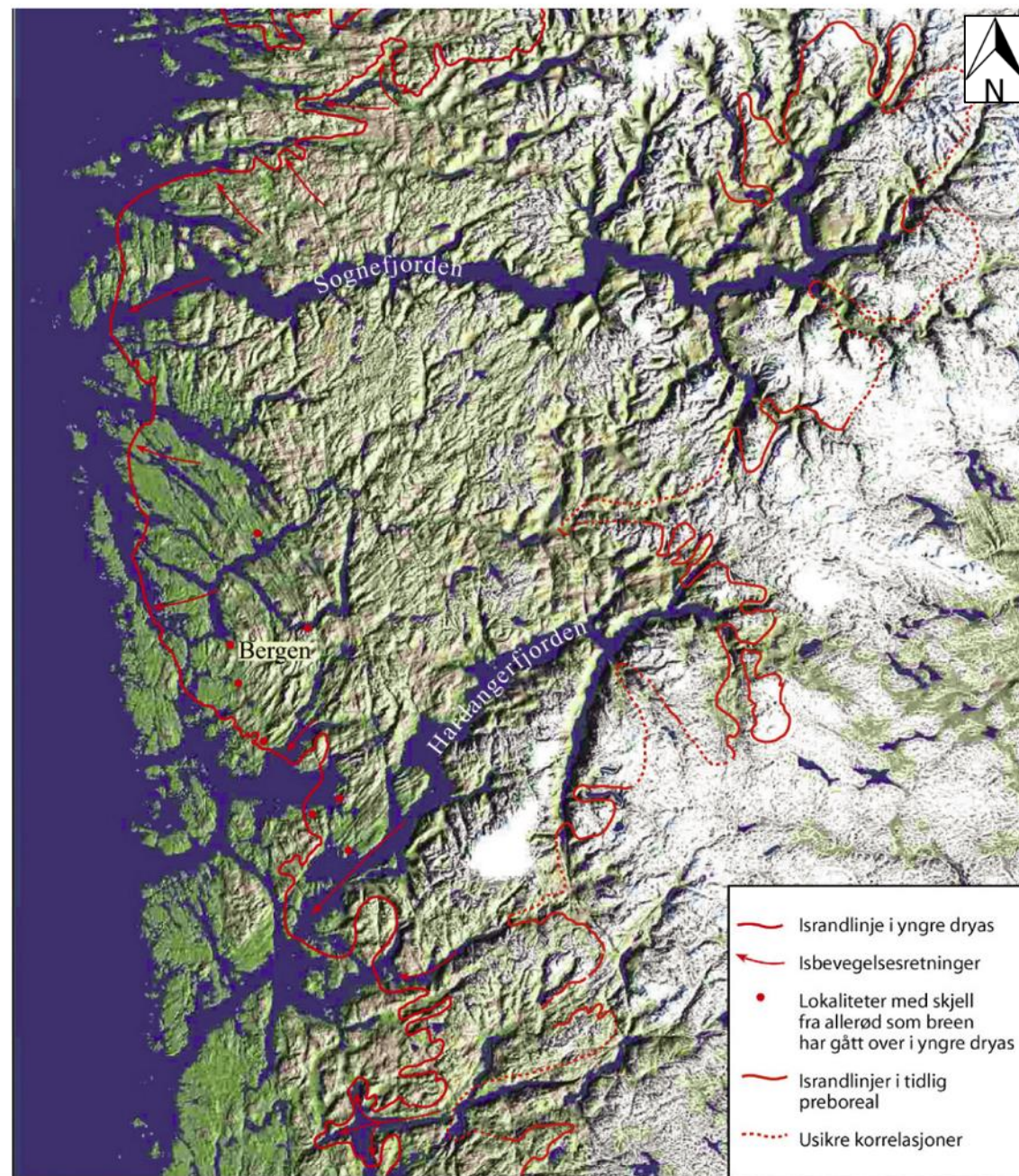
DATED, Hughes et al. (2015)

Morenerygger avsette i Yngre dryas-perioden (12.900 – 11.700 år sidan)

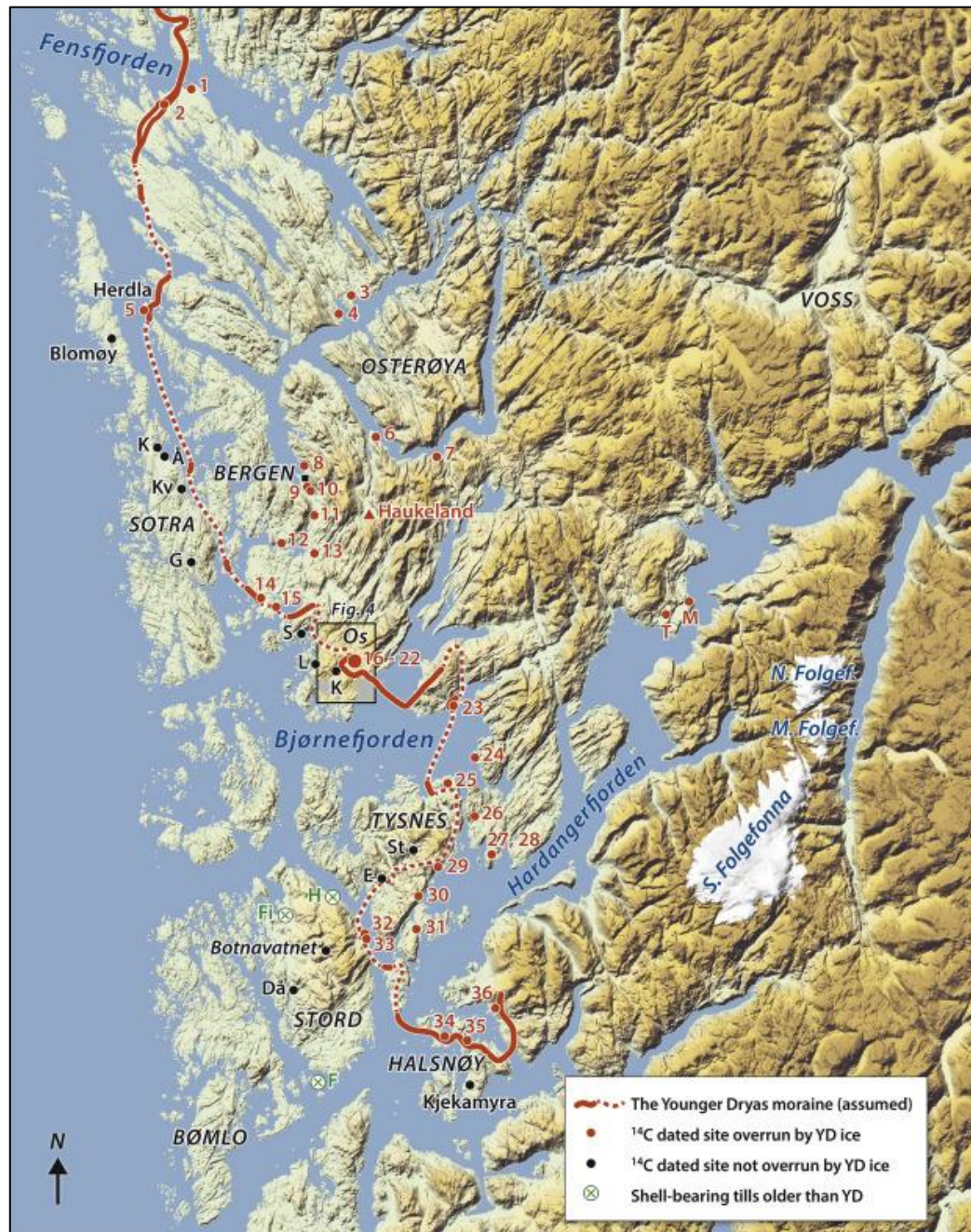




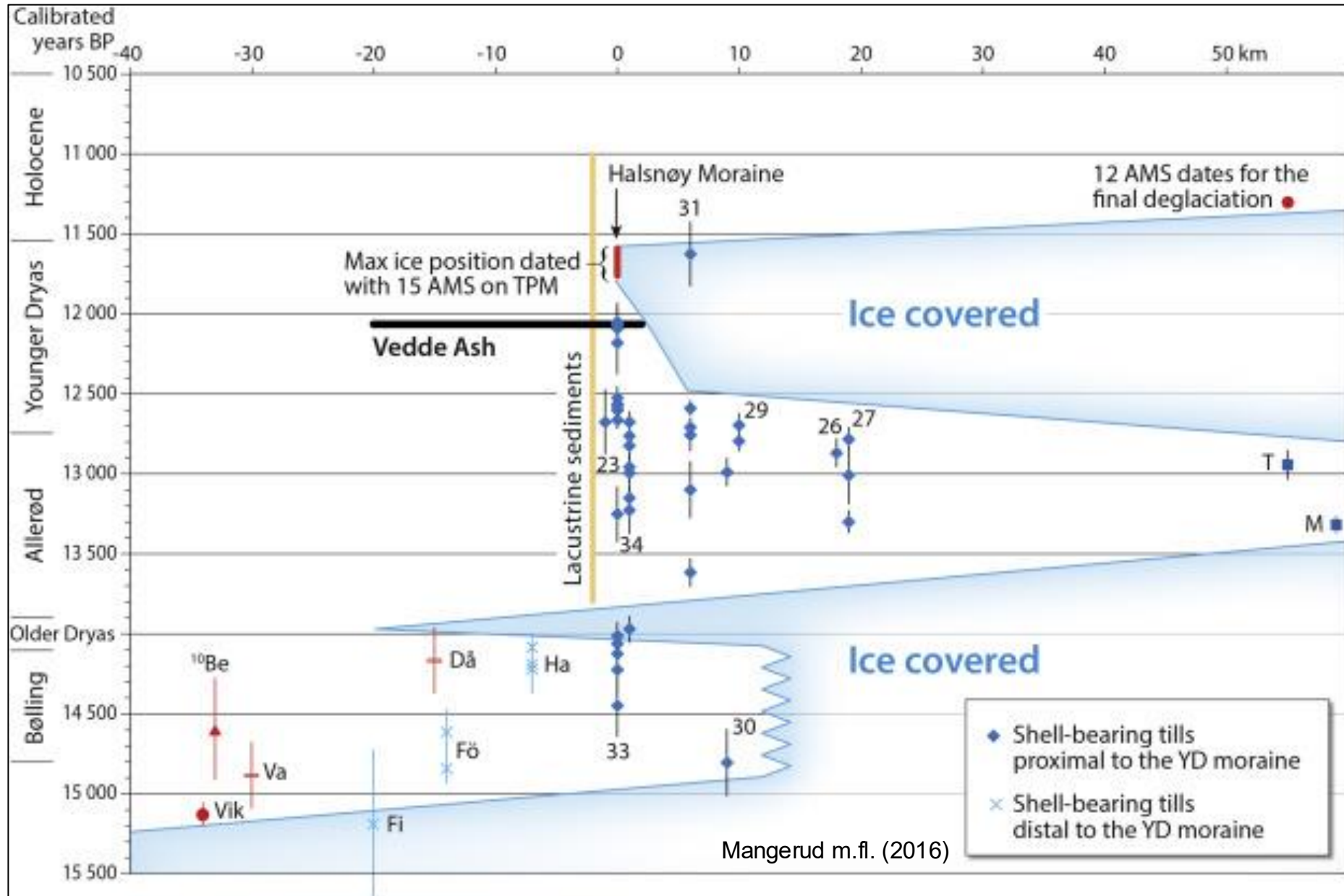
Yttergrensen for innlandsisen i yngre dryas, for 11 800 år siden. Høye fjell like innenfor iskanten stod opp som nunataker, men det er ikke vist her. Helt oppe til venstre er tegnet inn sørgrensen for en samtidig, men selvstendig iskappe over området ved Ålfotbreen. Kartet viser også tidlig preboreale (om lag 10 500 år gamle) randmorener i de indre fjordstrøkene. Sammenknytningen av disse morenene er usikker, da de ikke er like gamle. Utenfor innlandsisen var det i preboreal lokale breer på Folgefonnhalvøya og i Stølsheimen.



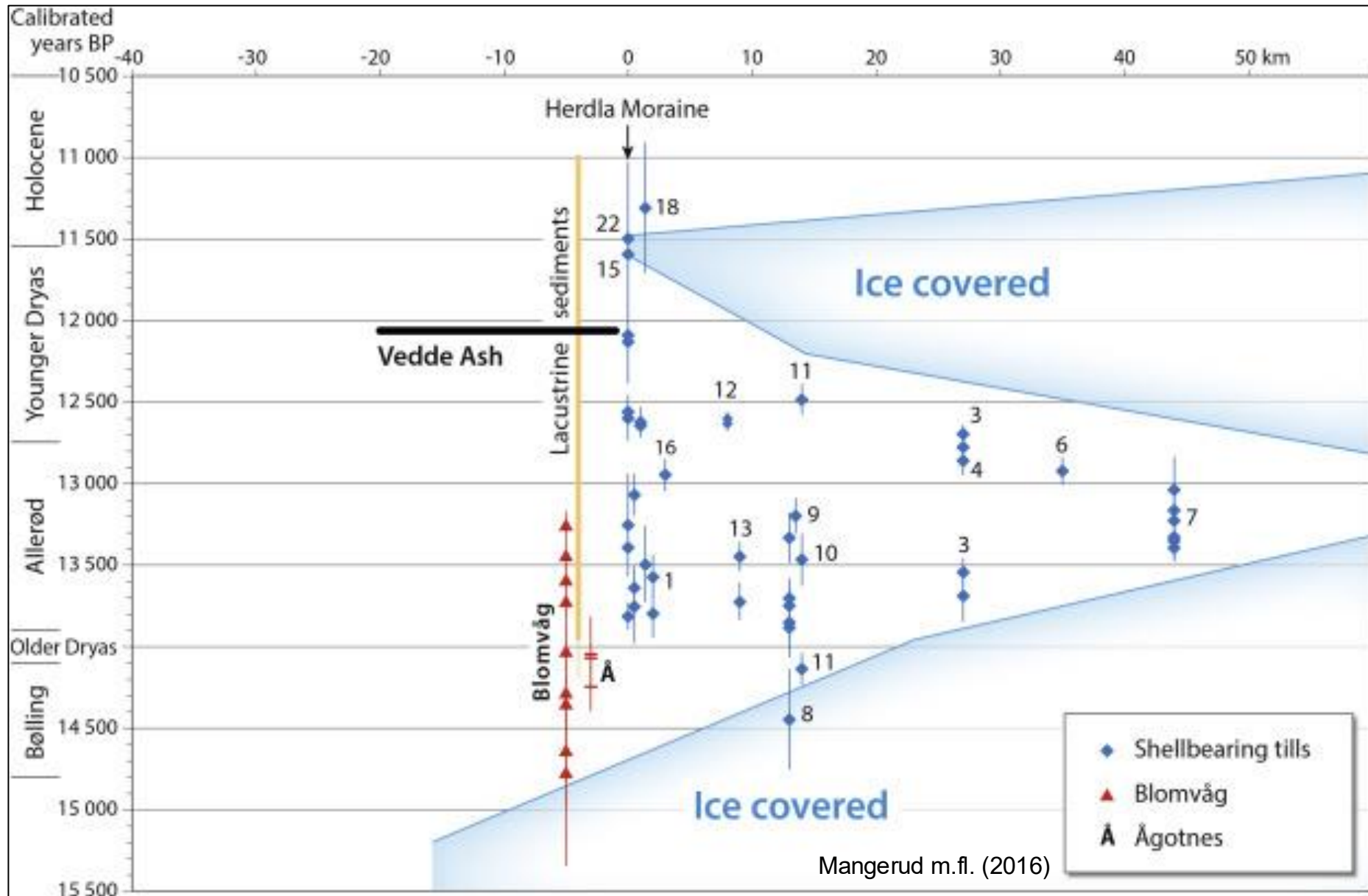
Yngre dryas-morenar i Bergensregionen



Tid-distansediagram for Hardangerfjorden-loben

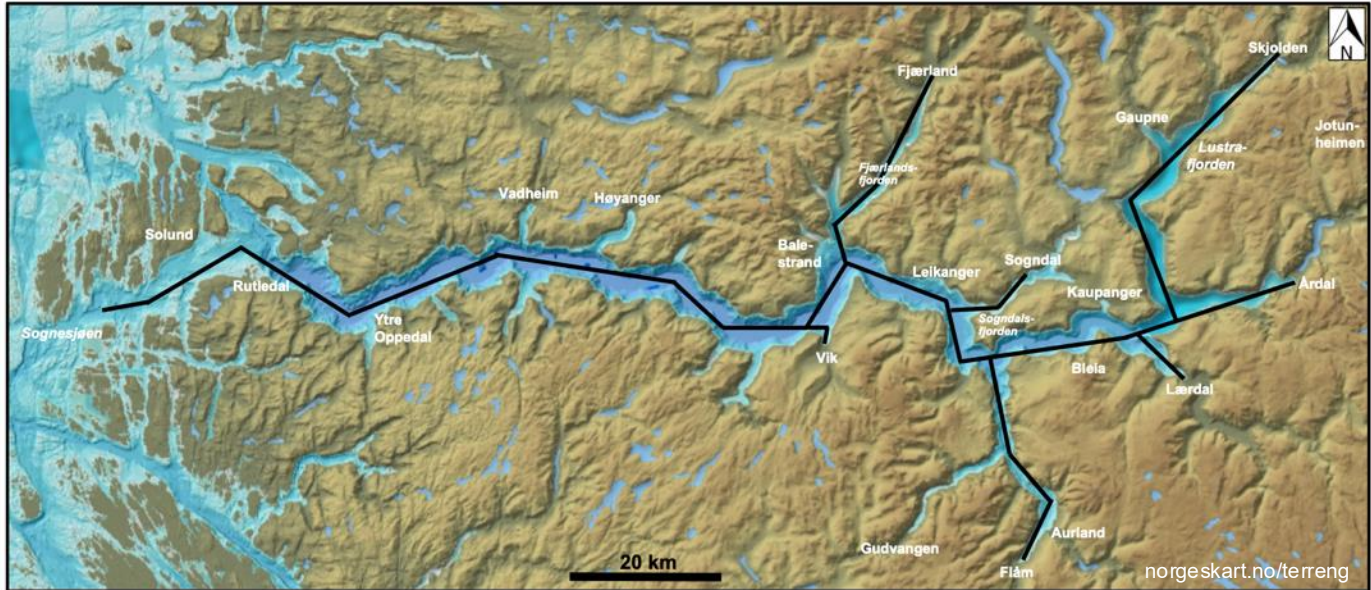


Tid-distansediagram for Herdla-loben

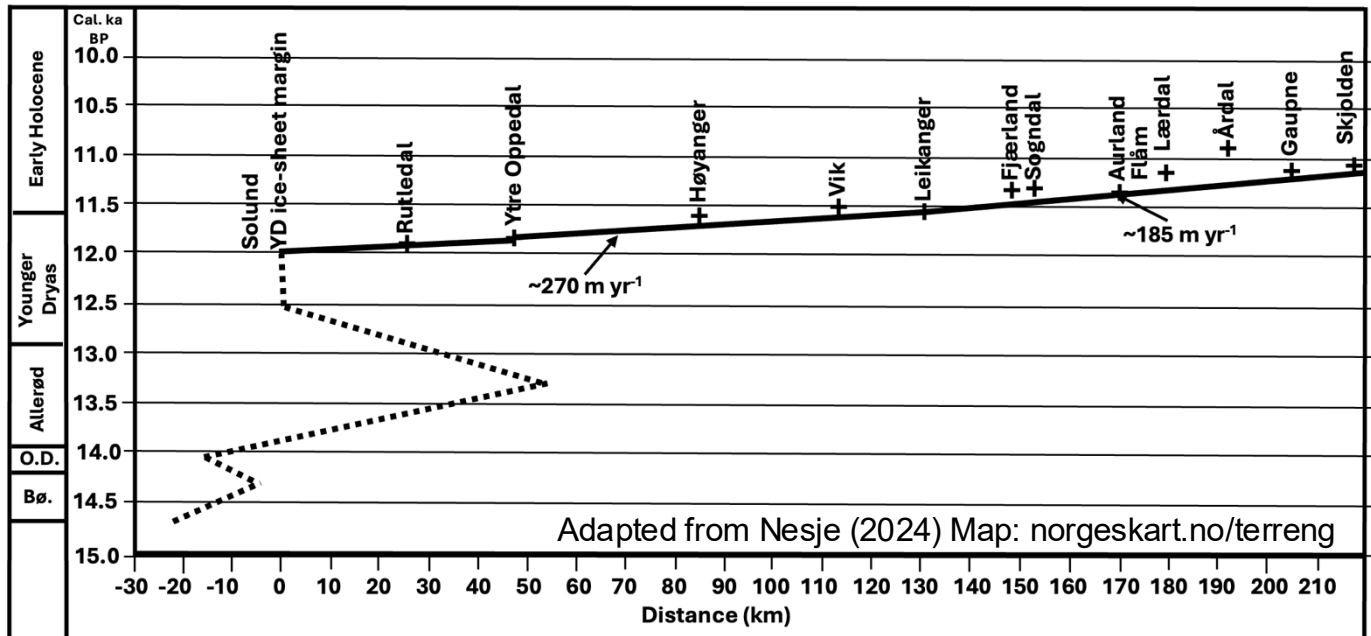


Tid/distance-diagram for isavsmeltinga langs Sognefjorden

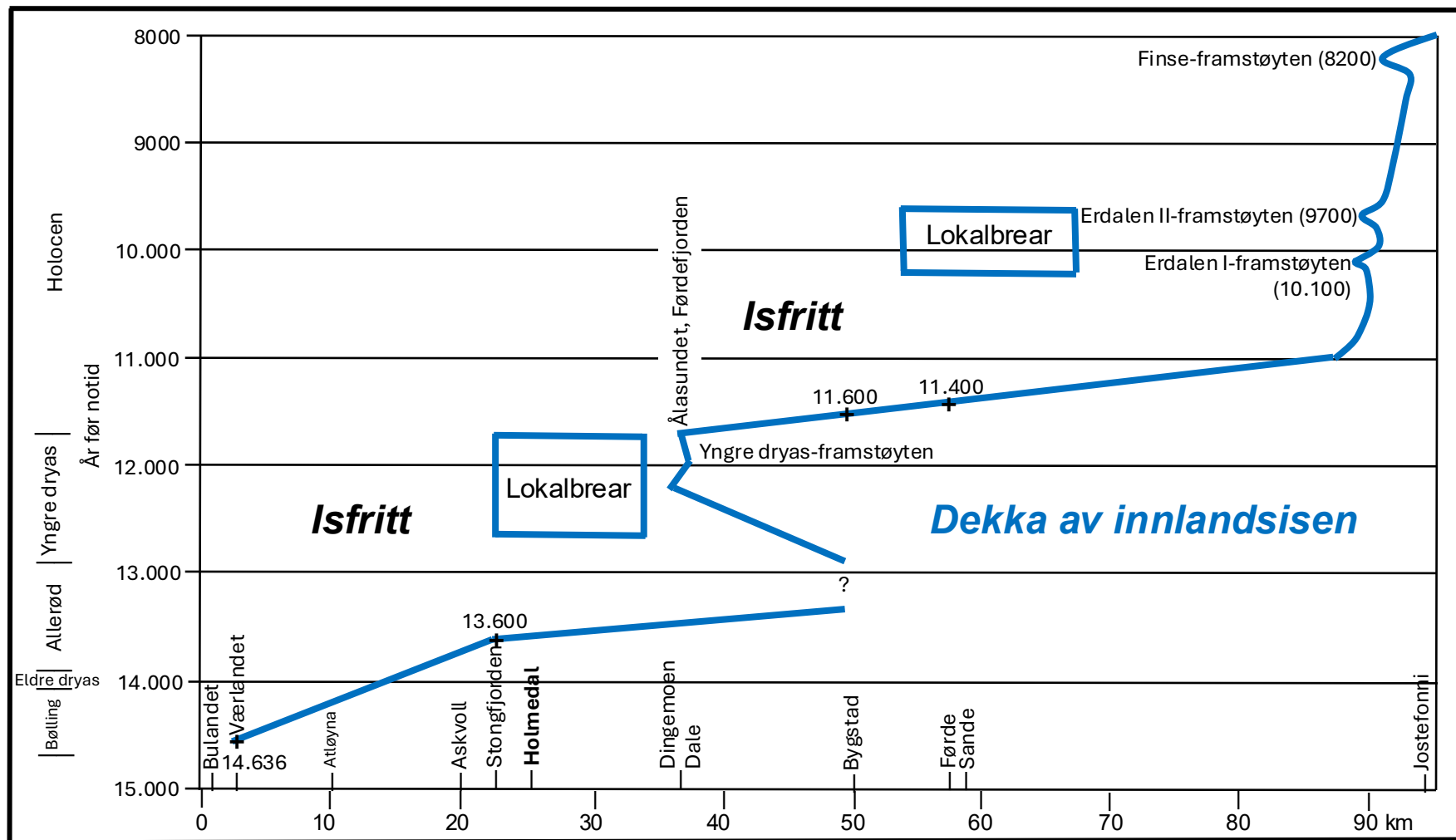
A



B

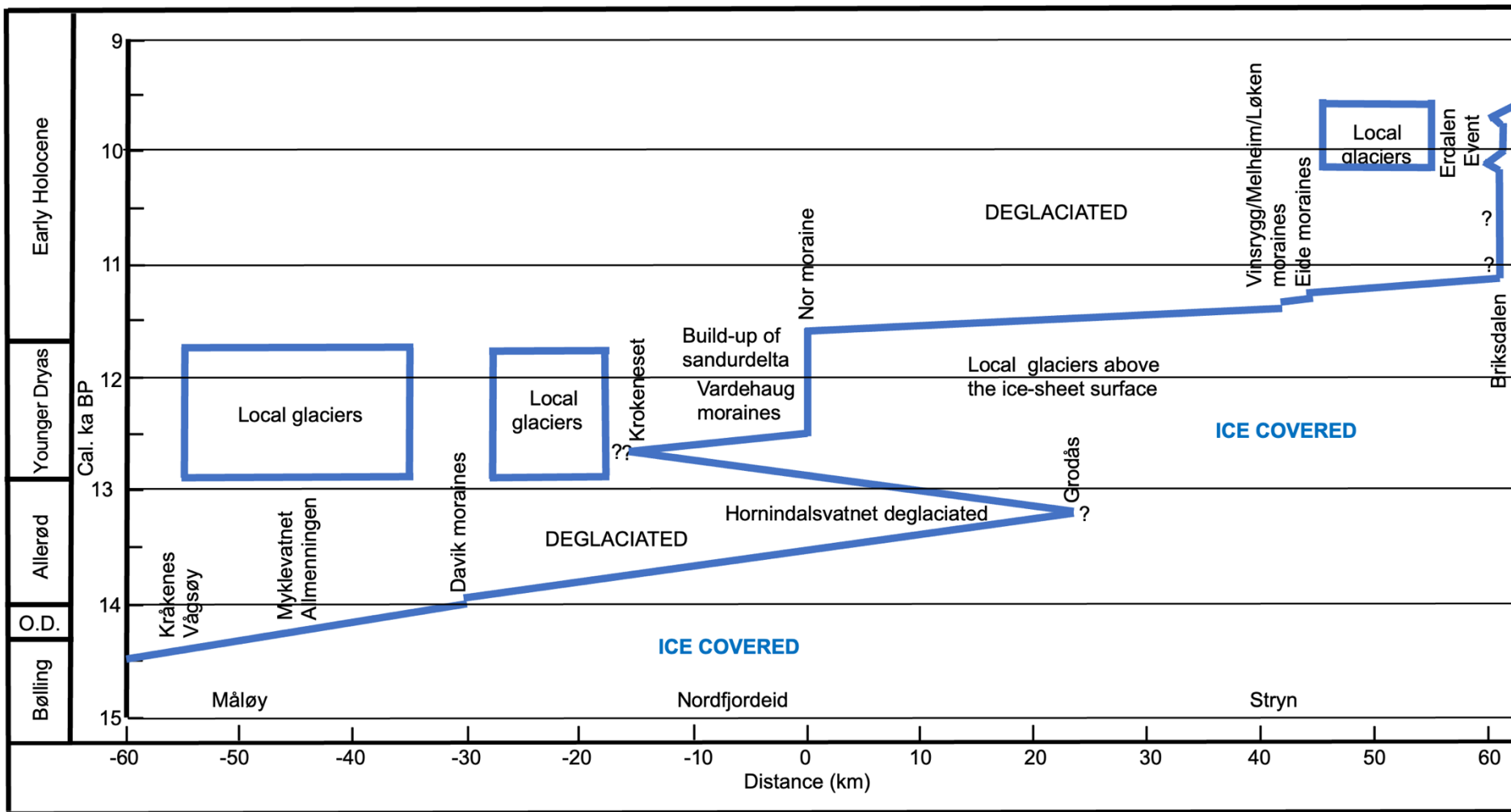


Tid/distanse-diagram for isavsmeltinga i Sunnfjord



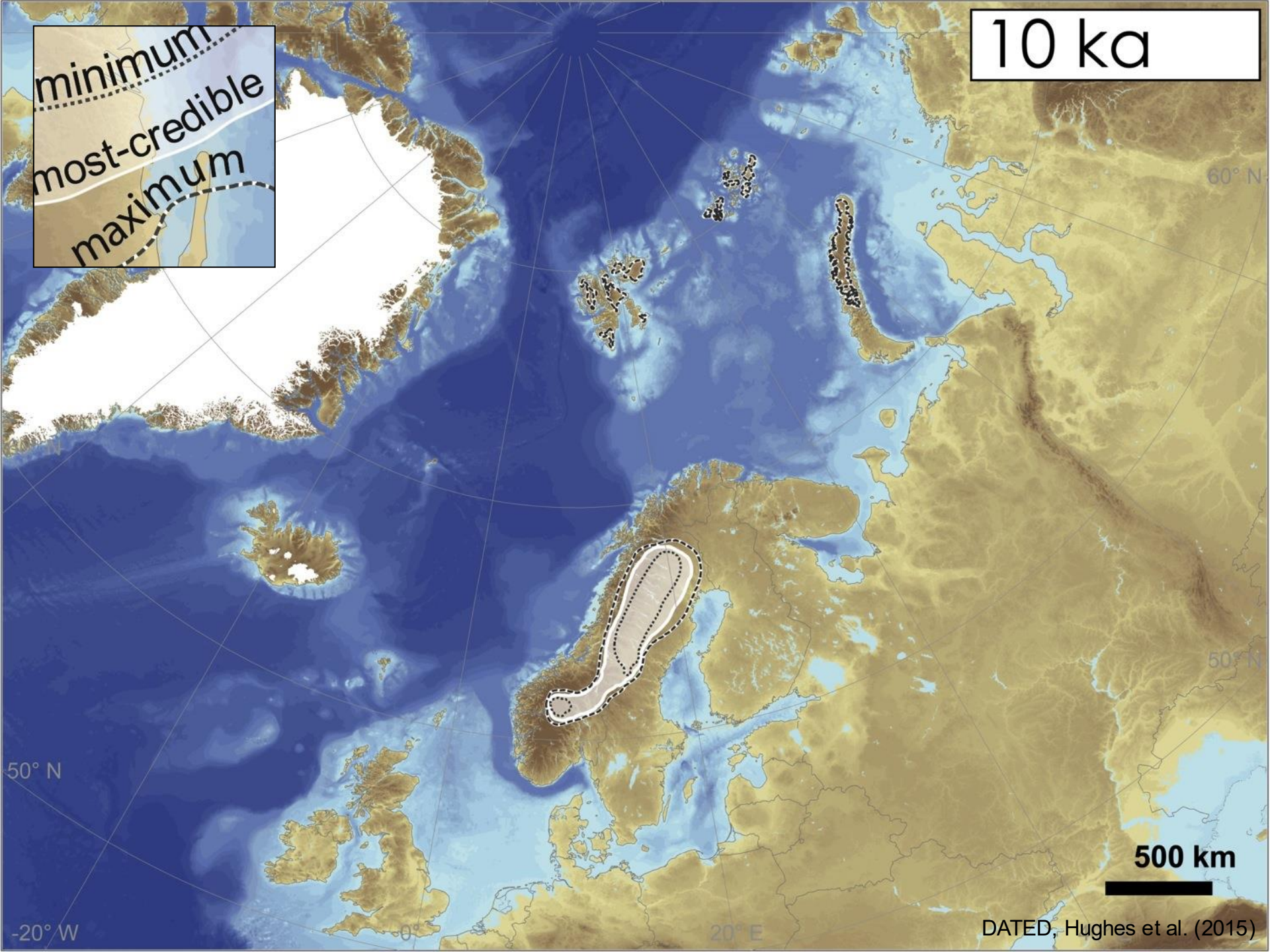
Nesje (upublisert)

Tid/distanse-diagram for isavsmeltinga i Nordfjord



10 ka

minimum
most-credible
maximum



500 km

DATED, Hughes et al. (2015)

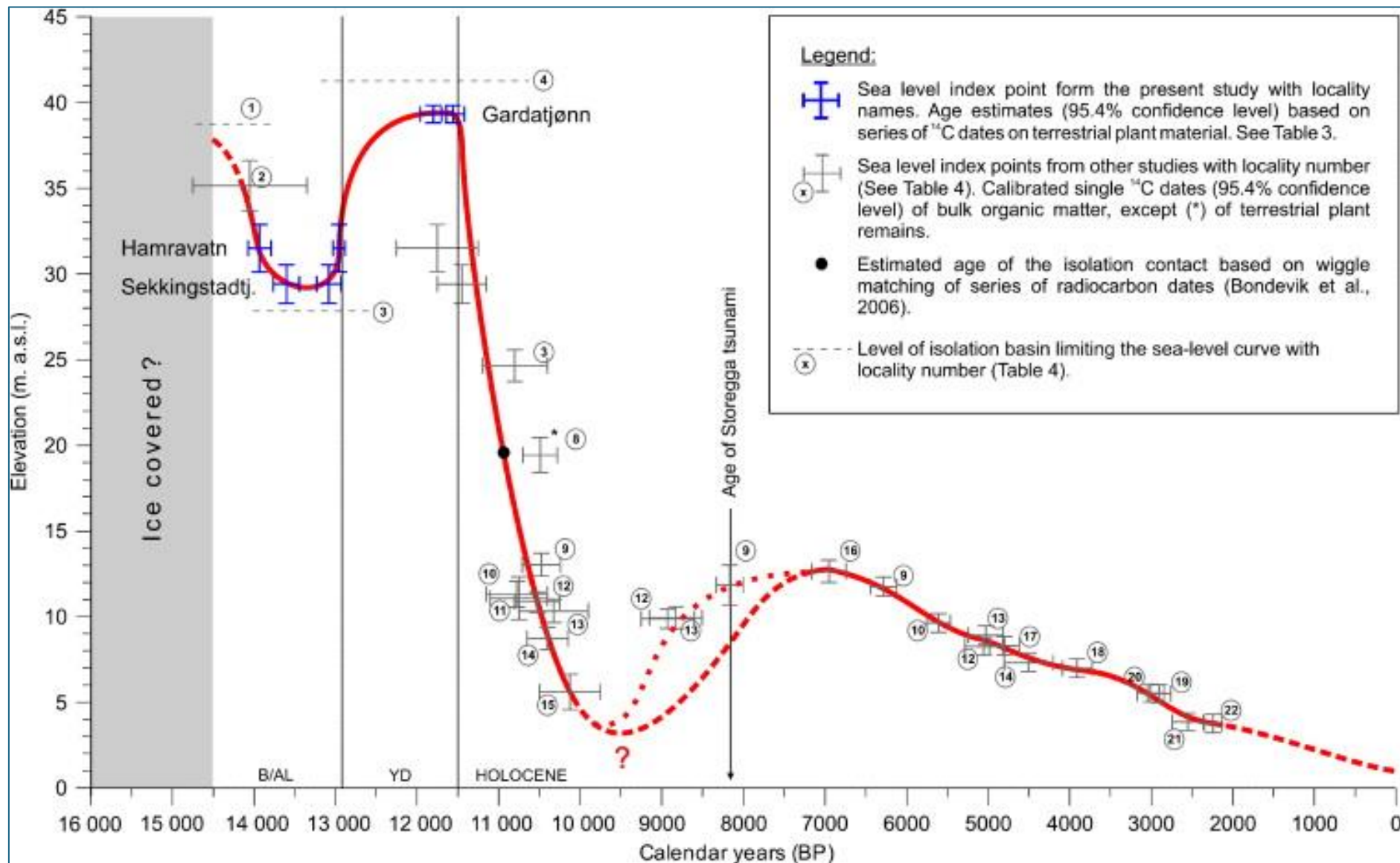
Marine grenser





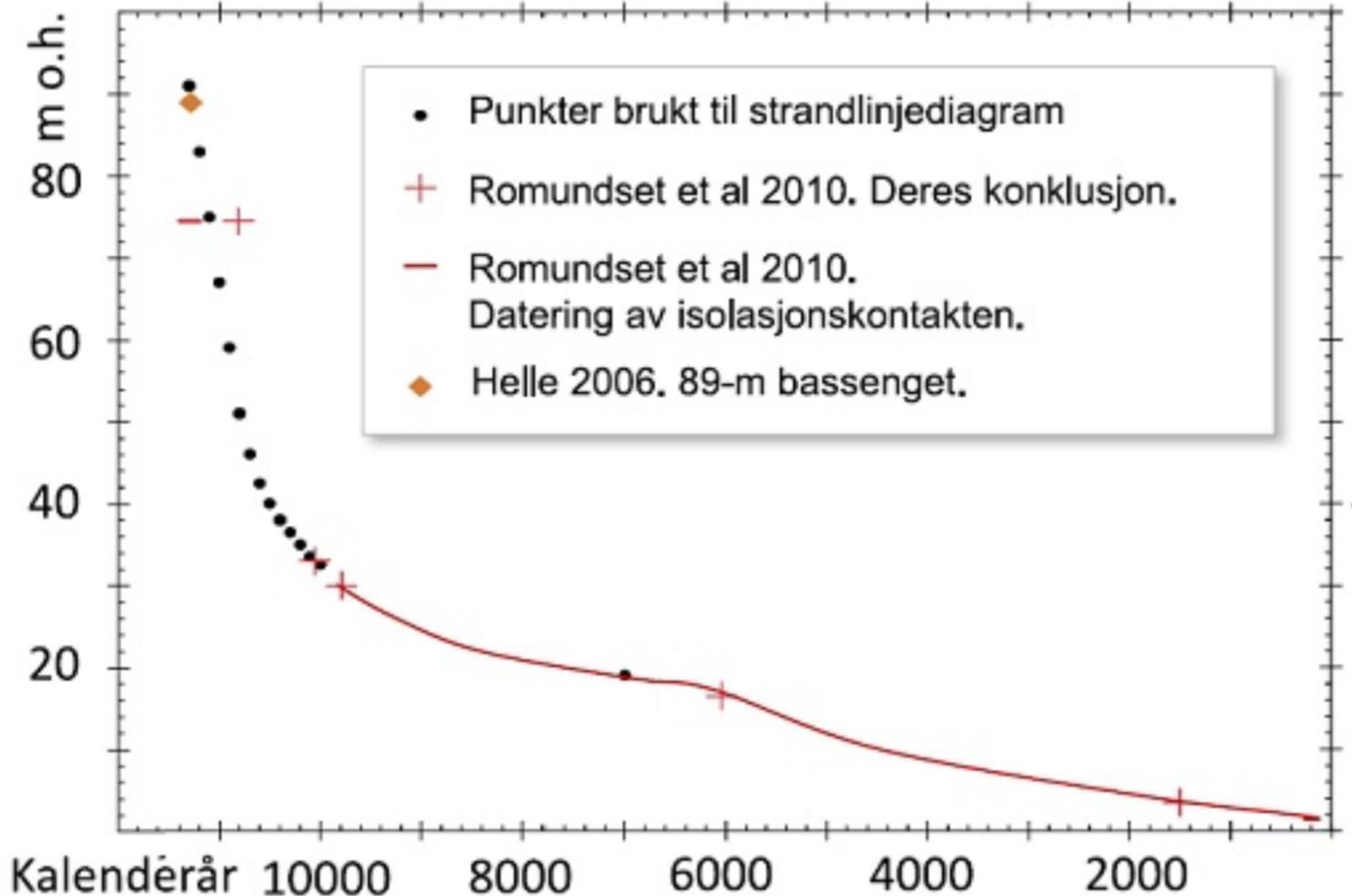
Fig. 3, Kart over Hordaland med Bergen. Lokalitetene for de to strandforskyvnings-kurvene som beskrives, Sotra og Tørvikbygd, er merket med røde sirkler og pilene viser hvordan de er projisert inn i projeksjonsplanet. Linjen for isobaseretningen er 40 meter isobasen for Yngre Dryas strandlinjen.

Sotra

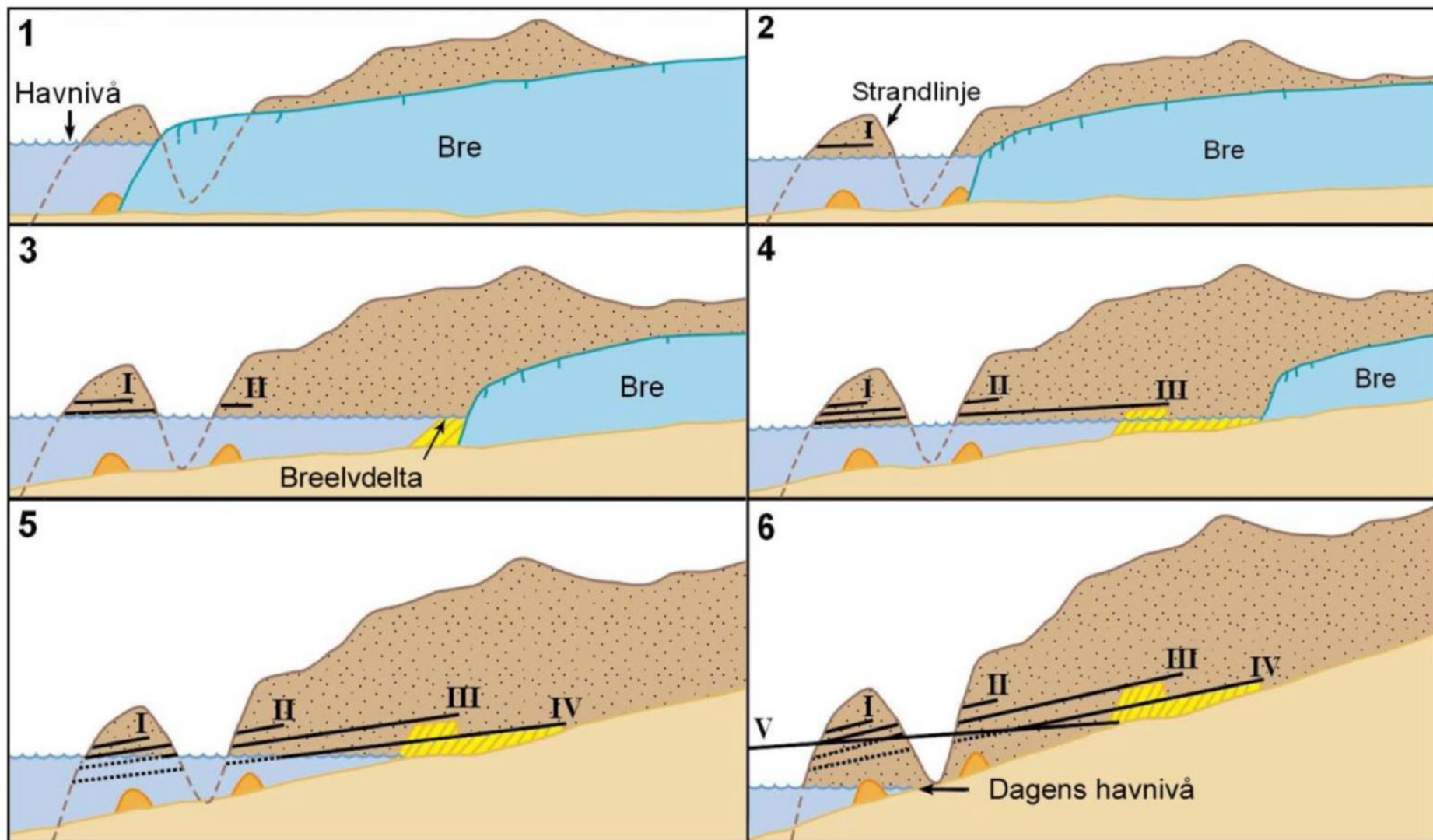


Figur: Lohne m.fl. (2007)

Tørvikbygd

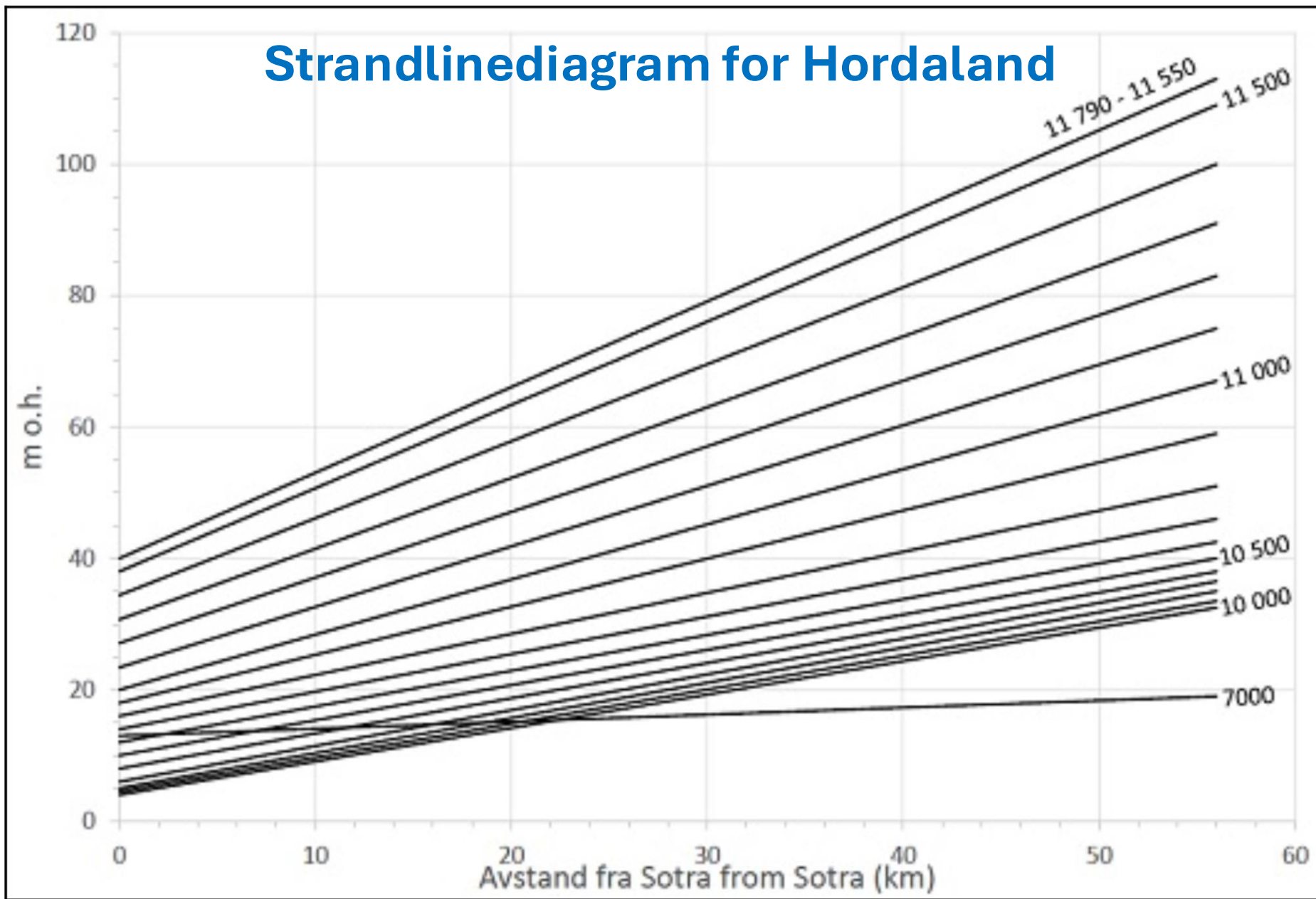


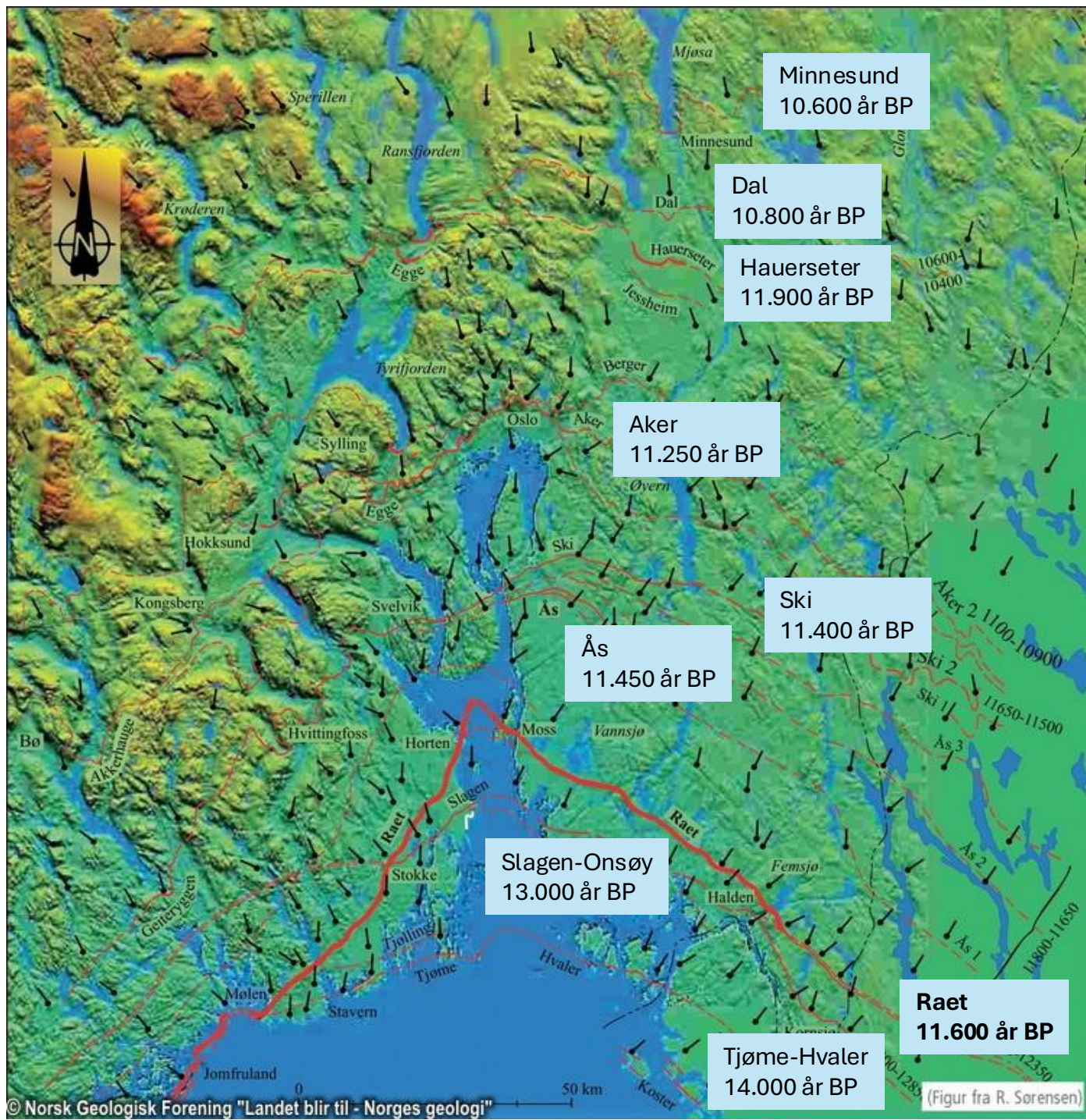
Figur: Anders Romundset, Jan Mangerud og John Inge Svendsen



Figur 4 - Illustrasjon over utvikling og sammenstilling av strandlinjer fra ulike lokaliteter. Hvert romertall representerer havnivå med samme alder. Strandlinje V (havnivå rute 5) ble utviklet under tapestransgresjonen, da havnivået i enkelte ytre områder steg over det senglasiiale havnivået. Modifisert fra Vorren et al. (2006).

Strandlinediagram for Hordaland





A 11 600 a BP
Ra substage

Oslo_x

x Larvik

0 10 20 km



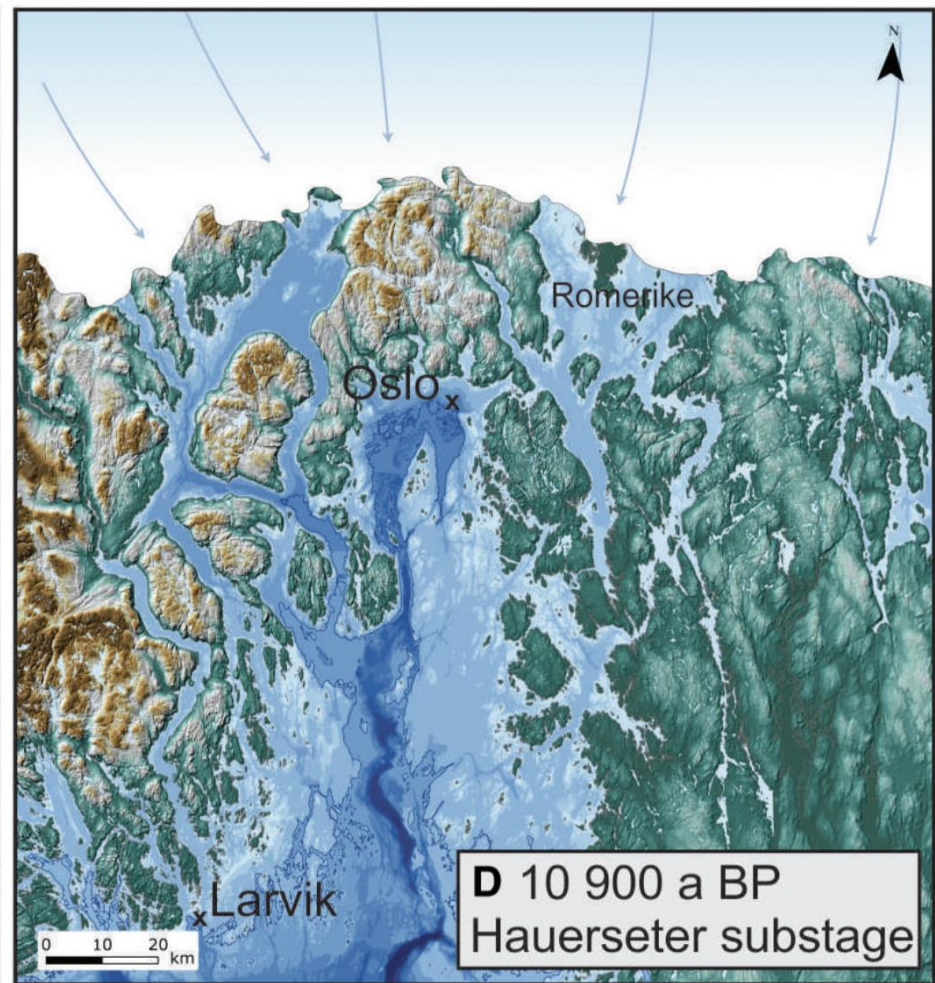
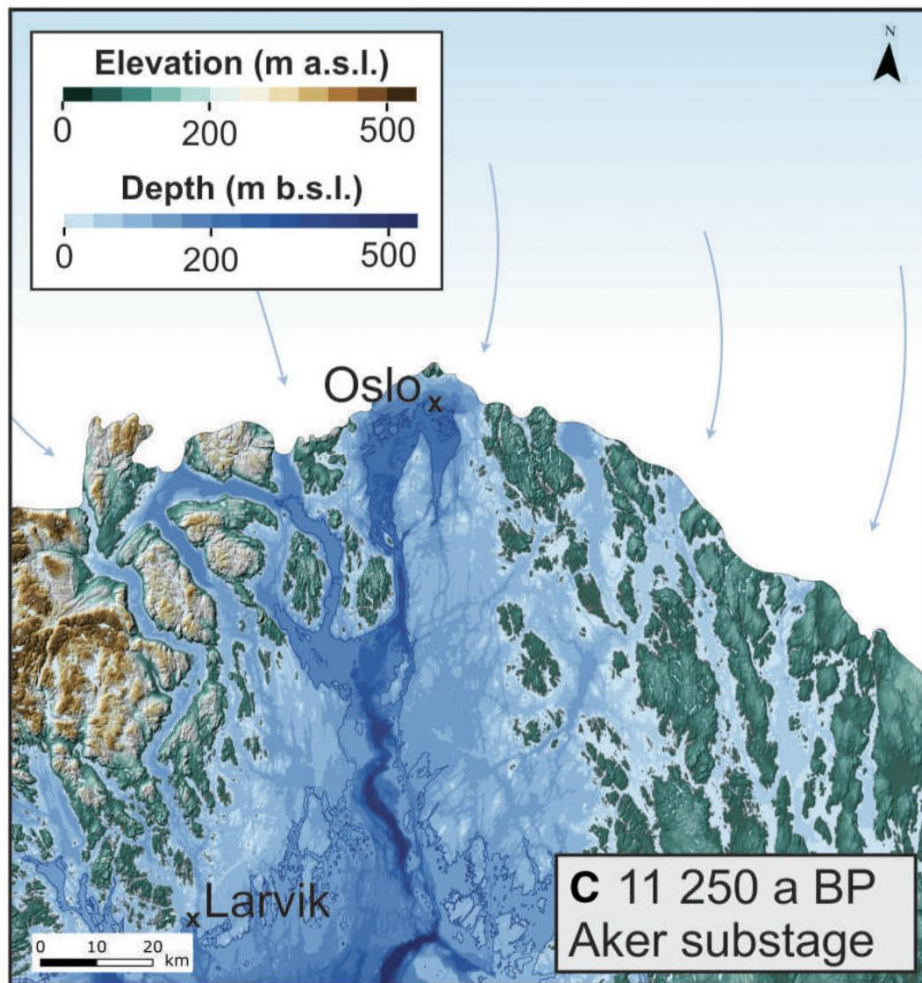
B 11 400 a BP
Ski substage

Oslo_x

x Larvik

0 10 20 km





Romundset et al. (2025)

Leirterreng, Romerike



Hauerseter

Gardermoen

6 672 064 N

278 925 Ø



Koordinatsystem: ETRS89/UTM sone 33N

0 1 850 m

1:40 000 (format: A3 liggende)

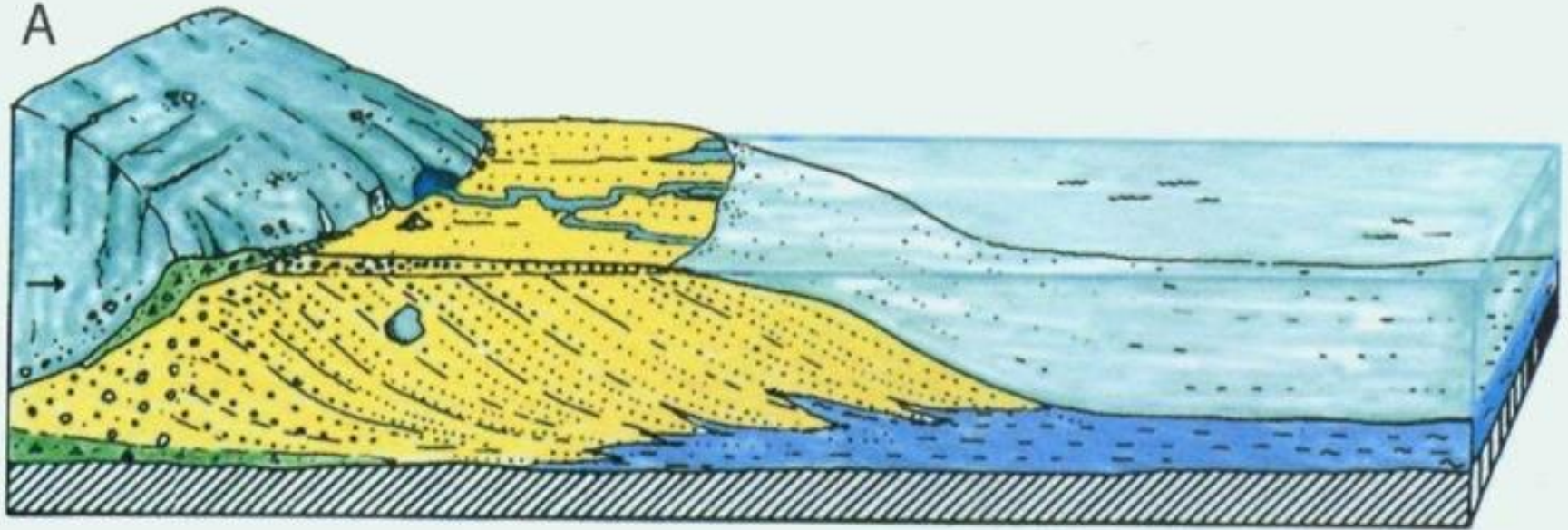
Kilde: hoydedata.no

Utskriftsdato: 28.03.2020

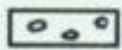
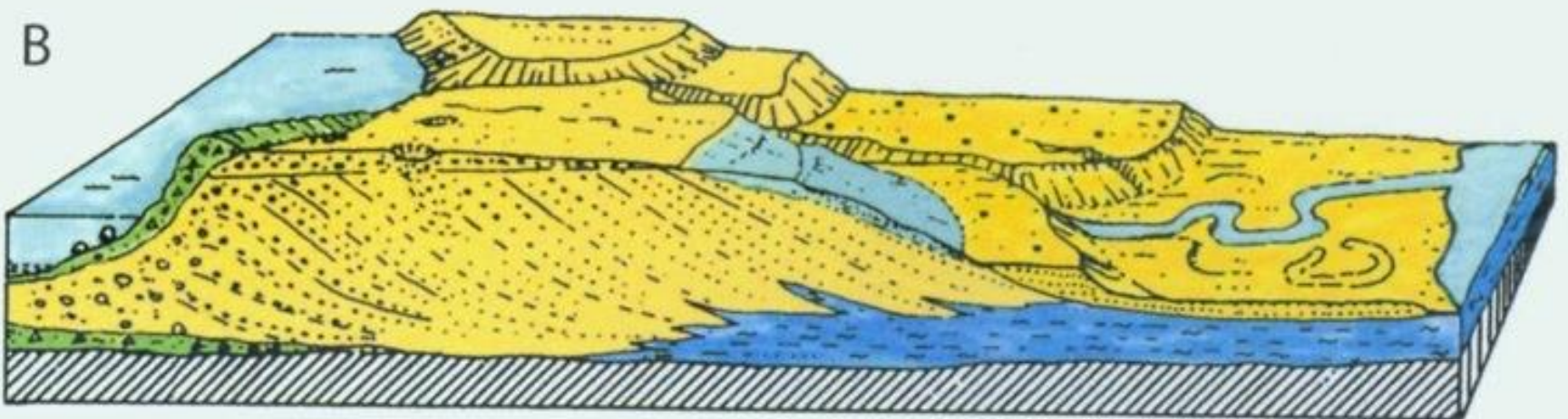
294 925 Ø

6 682 904 N

A



B



Stein



Grus



Sand



Silt

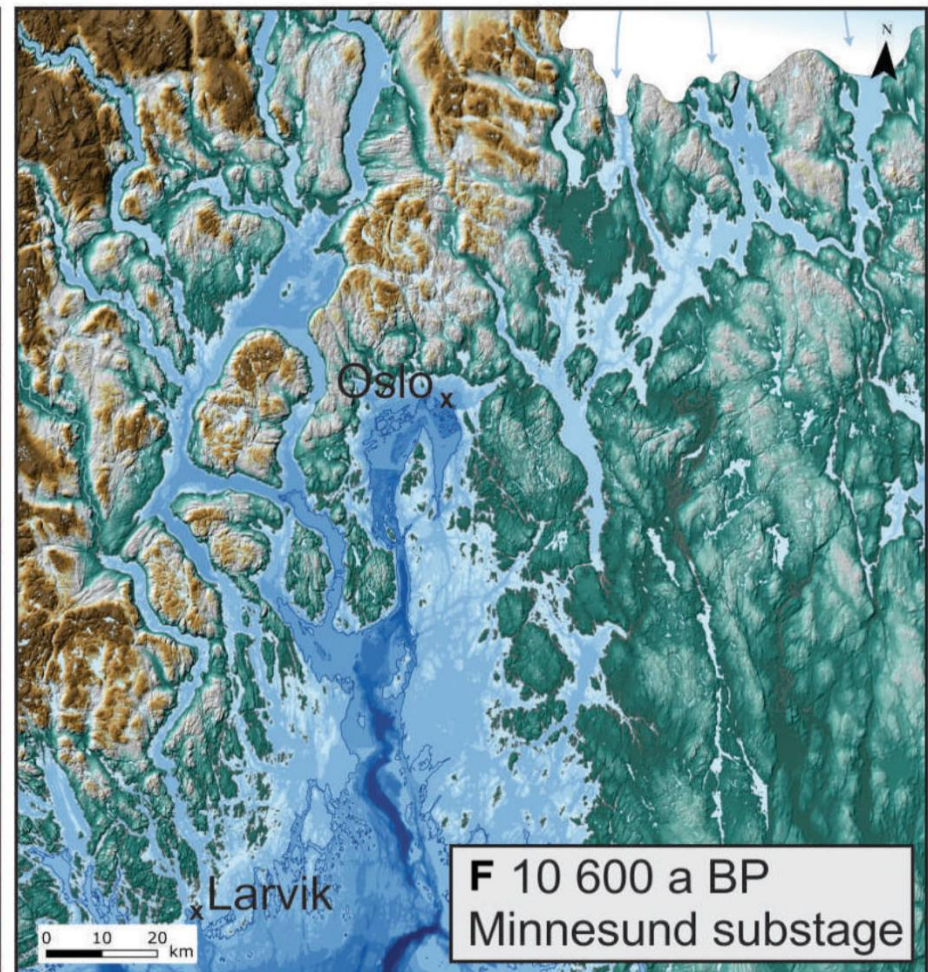
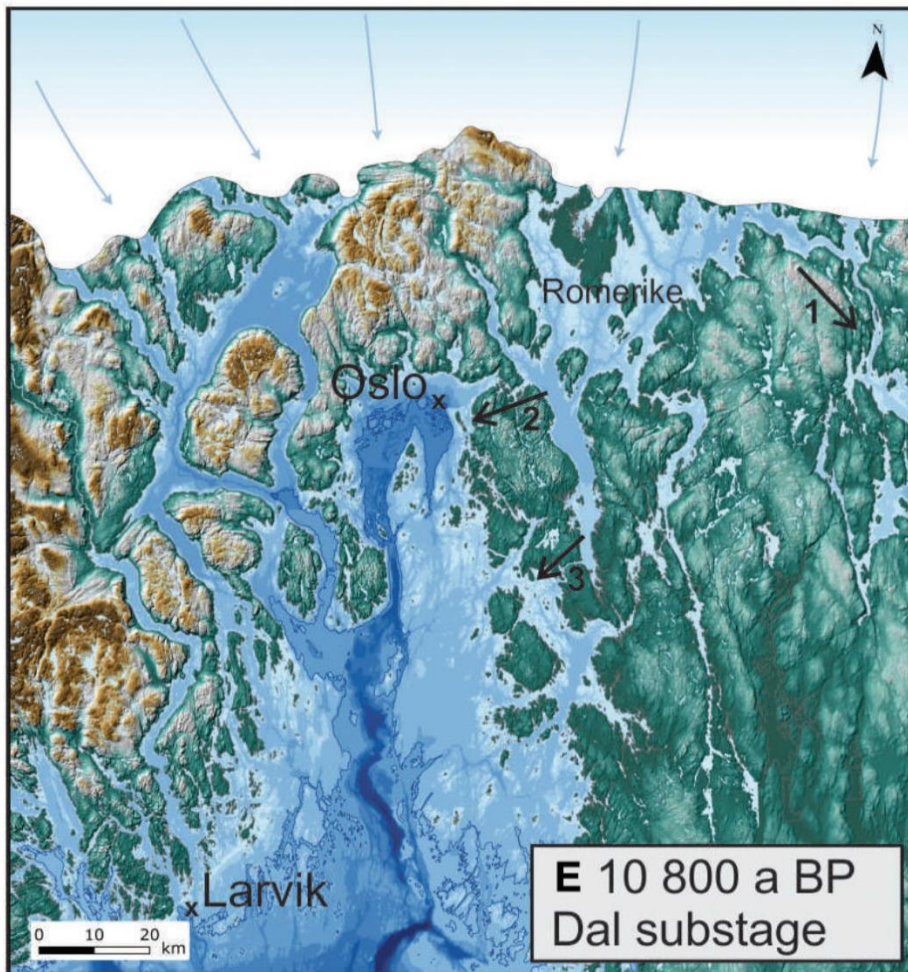


Leir

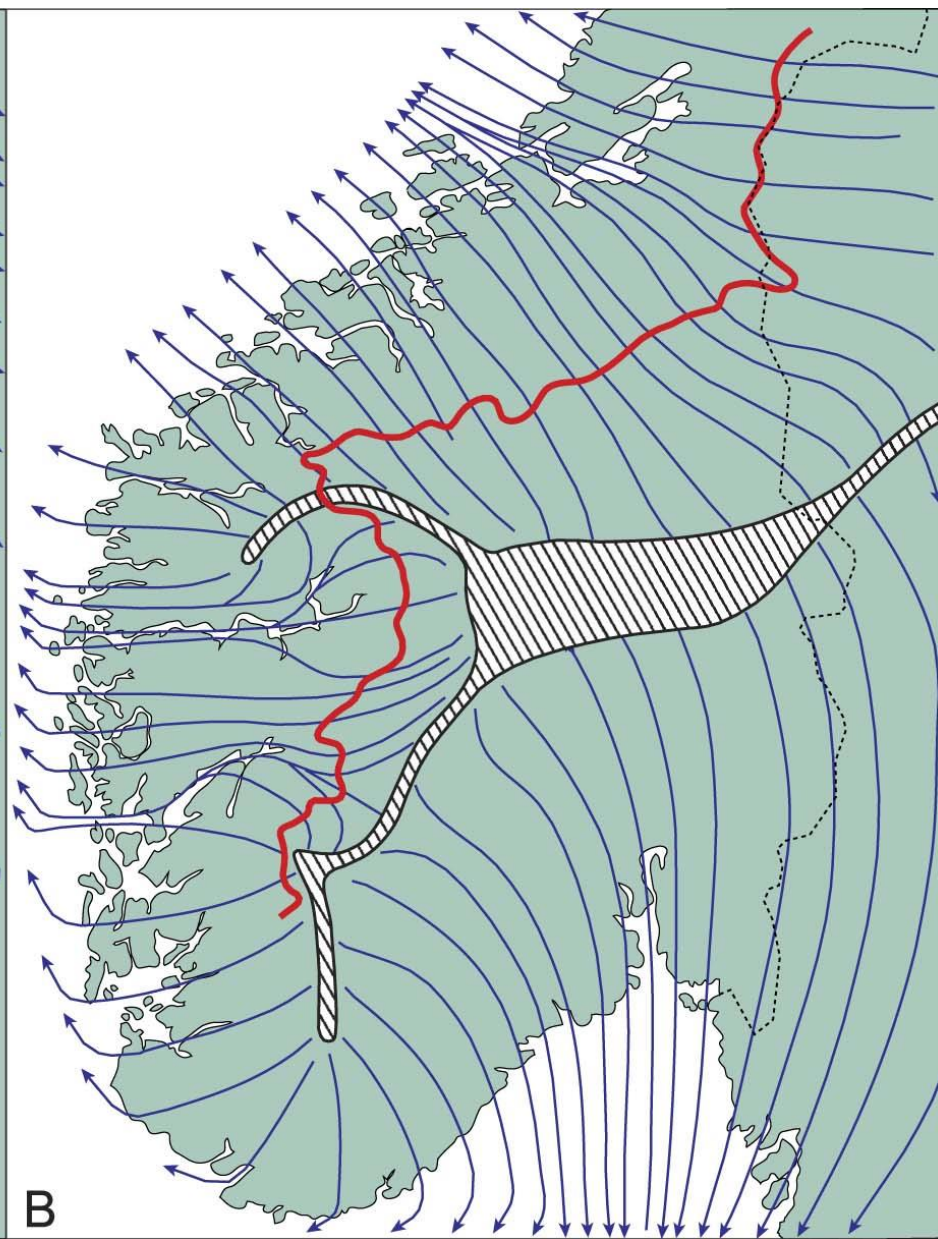
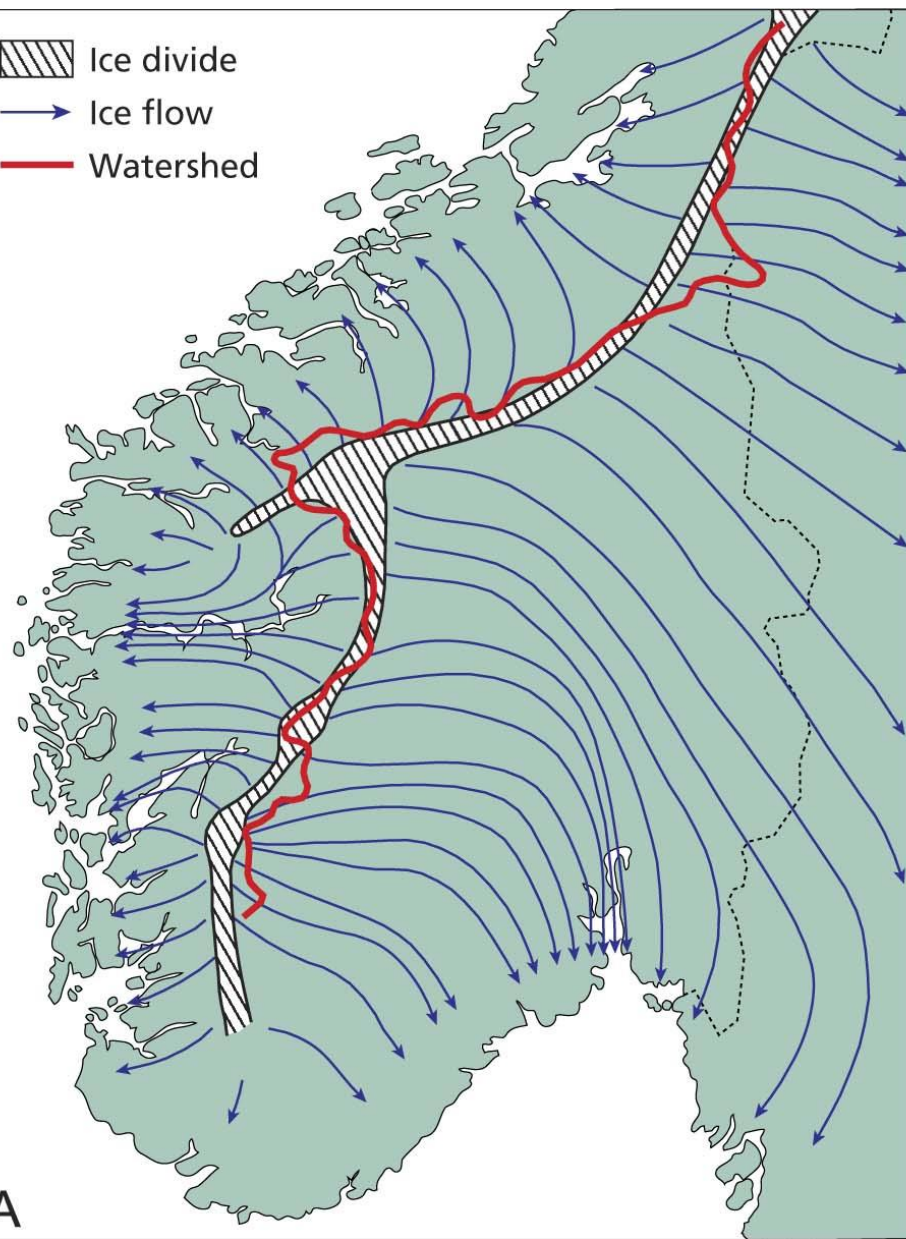
Hauerseter-deltaet



Bargel (2005)



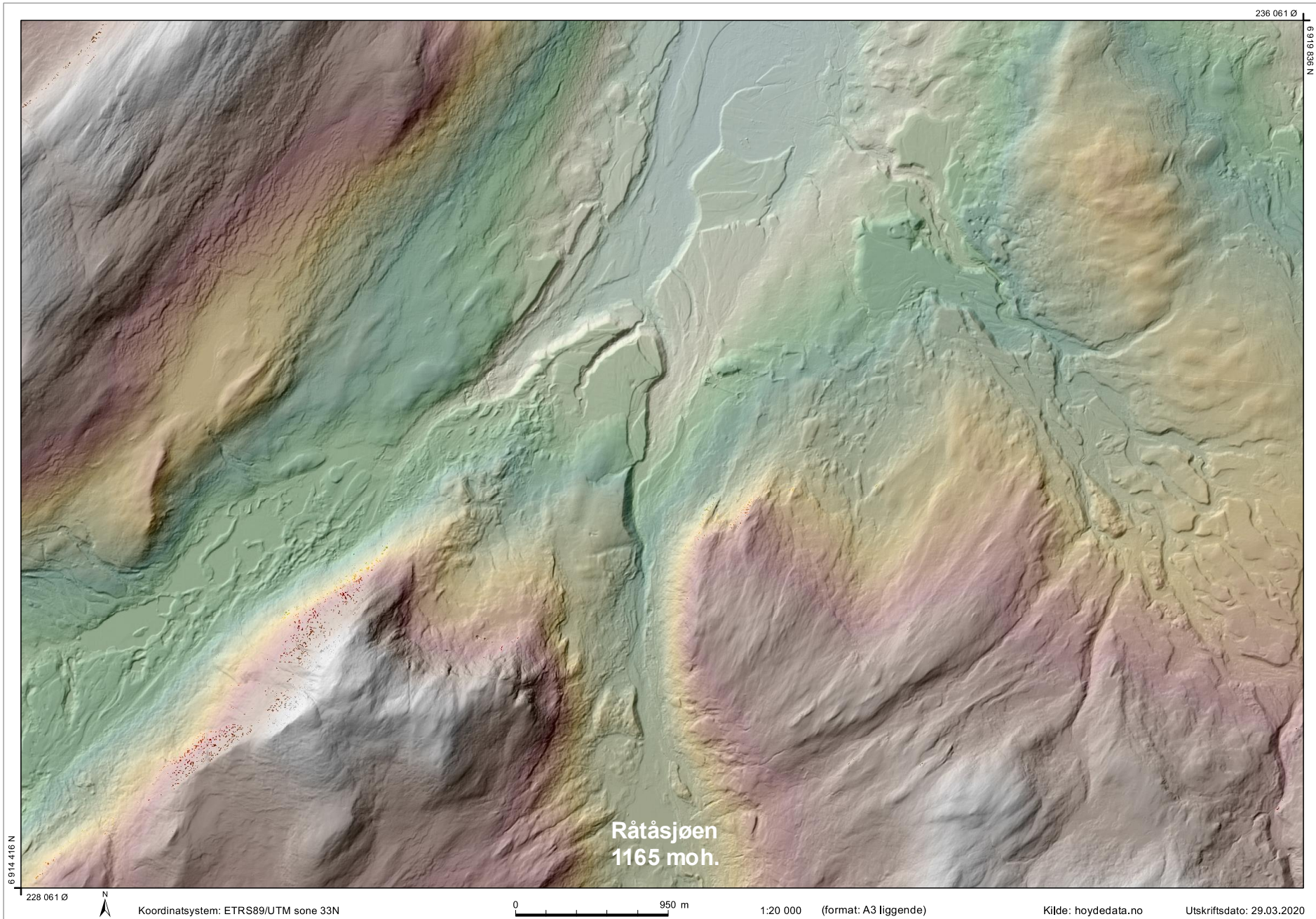
Ice divide
Ice flow
Watershed



Spylerenner avsette under vertikal nedsmelting ved Hindseter i Sjødalen



Råtåsjø-passpunktet nord for Folldal



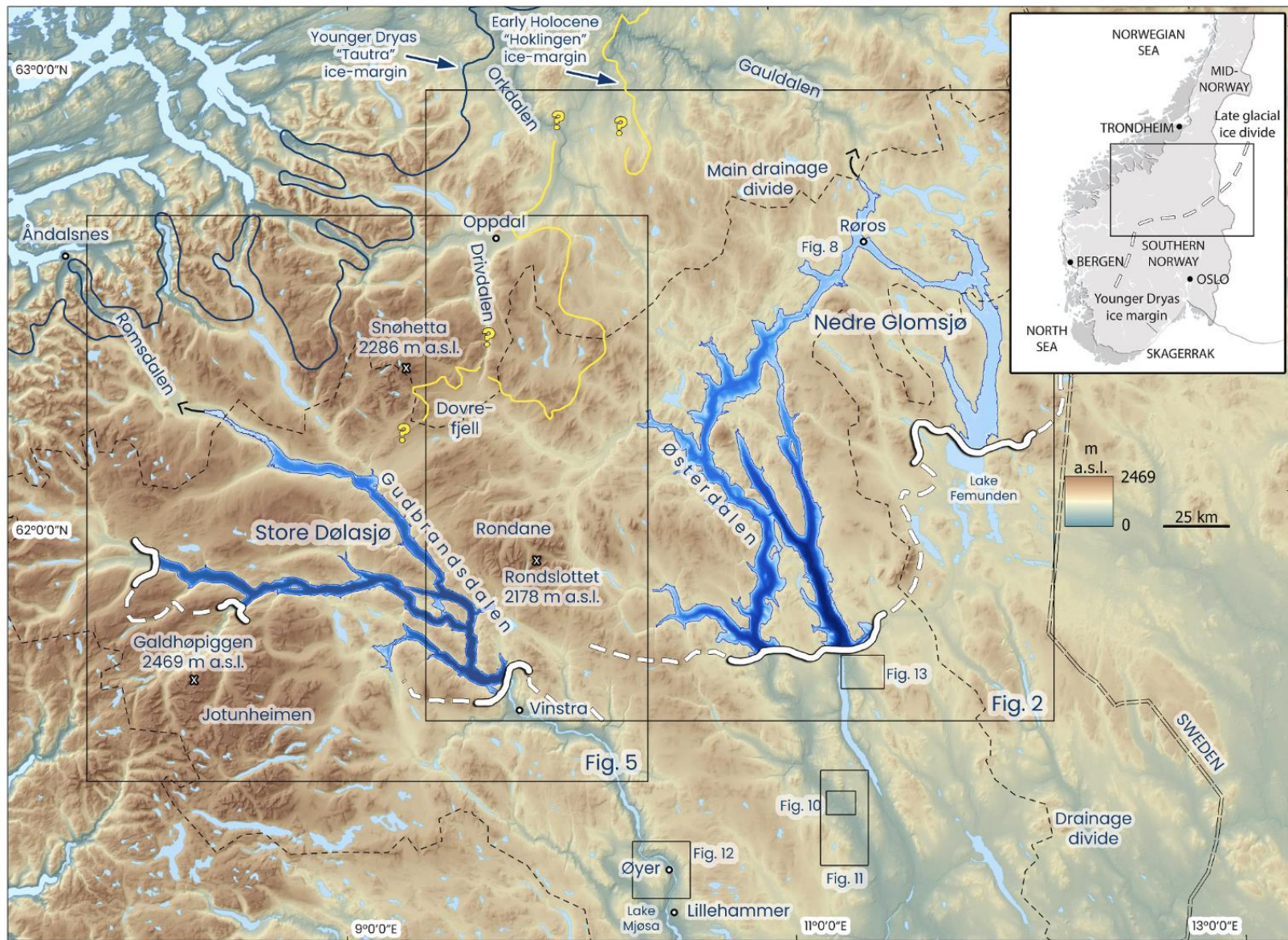


Fig. 1. Map of the study area given with the maximum extents of the Early Holocene IDLs Nedre Glomsjø (c. 10.4 ka; Høgaas et al., 2023) and Store Dølasjø (c. 10.0 ka; Romundset et al., 2023) with associated contemporary ice margins (white lines). The position of the maximum Younger Dryas “Tautra” ice sheet extent (blue line) is based on Hughes et al. (2016) most credible 13 ka reconstruction. The possible Early Holocene “Hoklingen” ice margin reconstruction (yellow line) is based on Olsen et al. (2015) and geological maps (Follestad, 2003, 2005; Olsen and Follestad, 2020). (For interpretation of the references to colour in this figure legend, the reader is referred to the Web version of this article.)

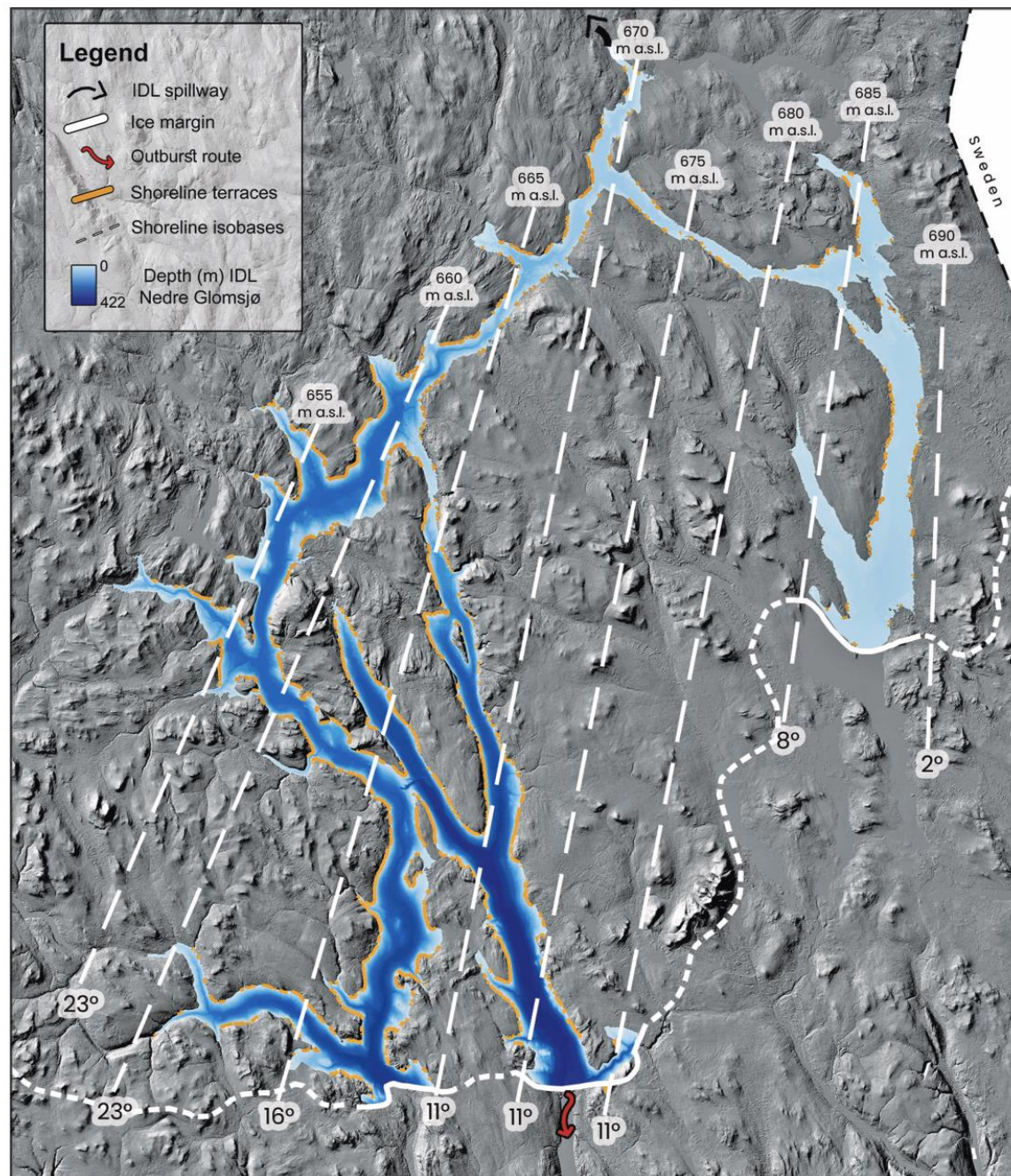
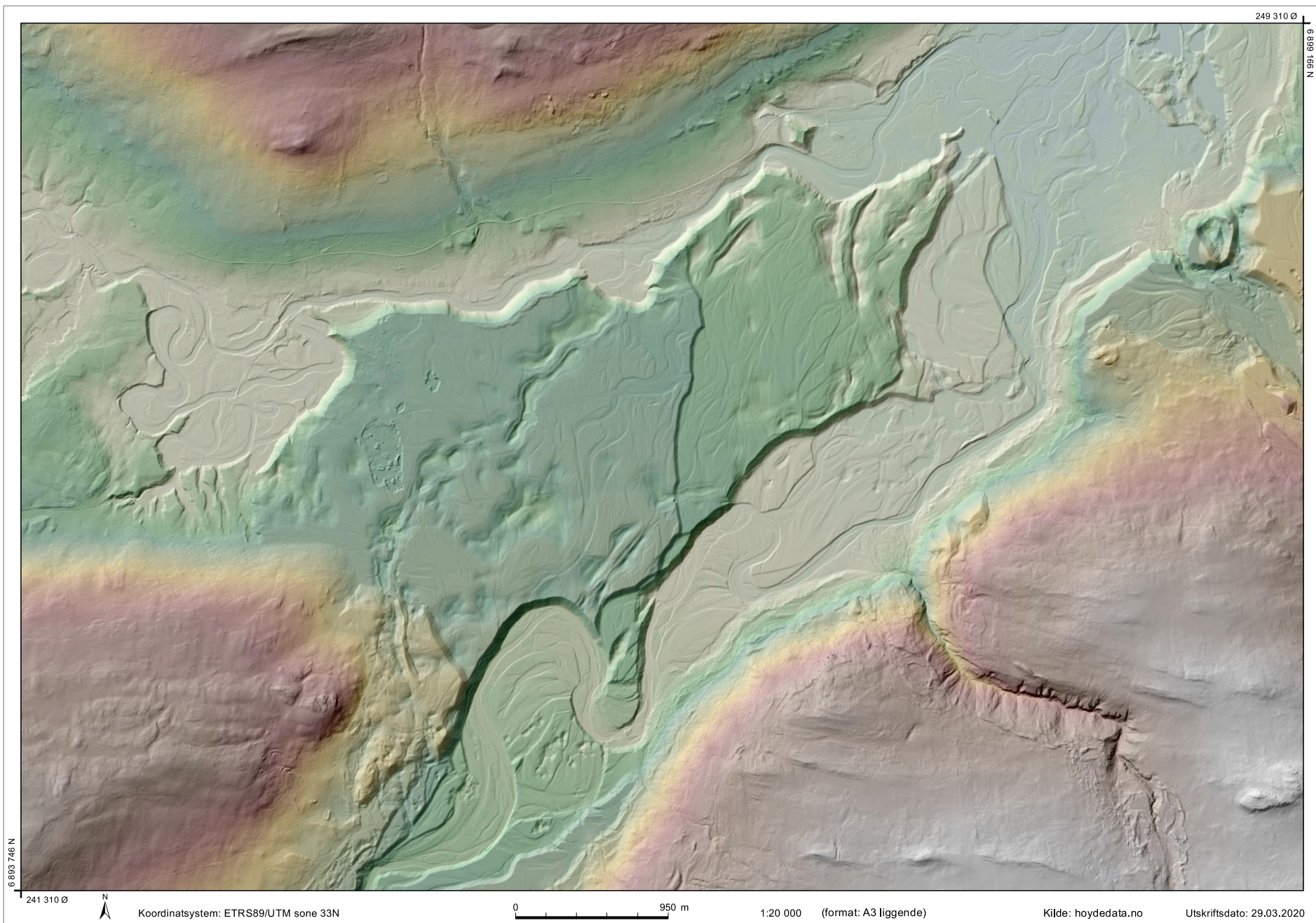


Fig. 6. IDL Nedre Glomsjø with mapped shoreline segments and elevations and directions of derived shoreline isobases.

Grimsmoen, Folldal

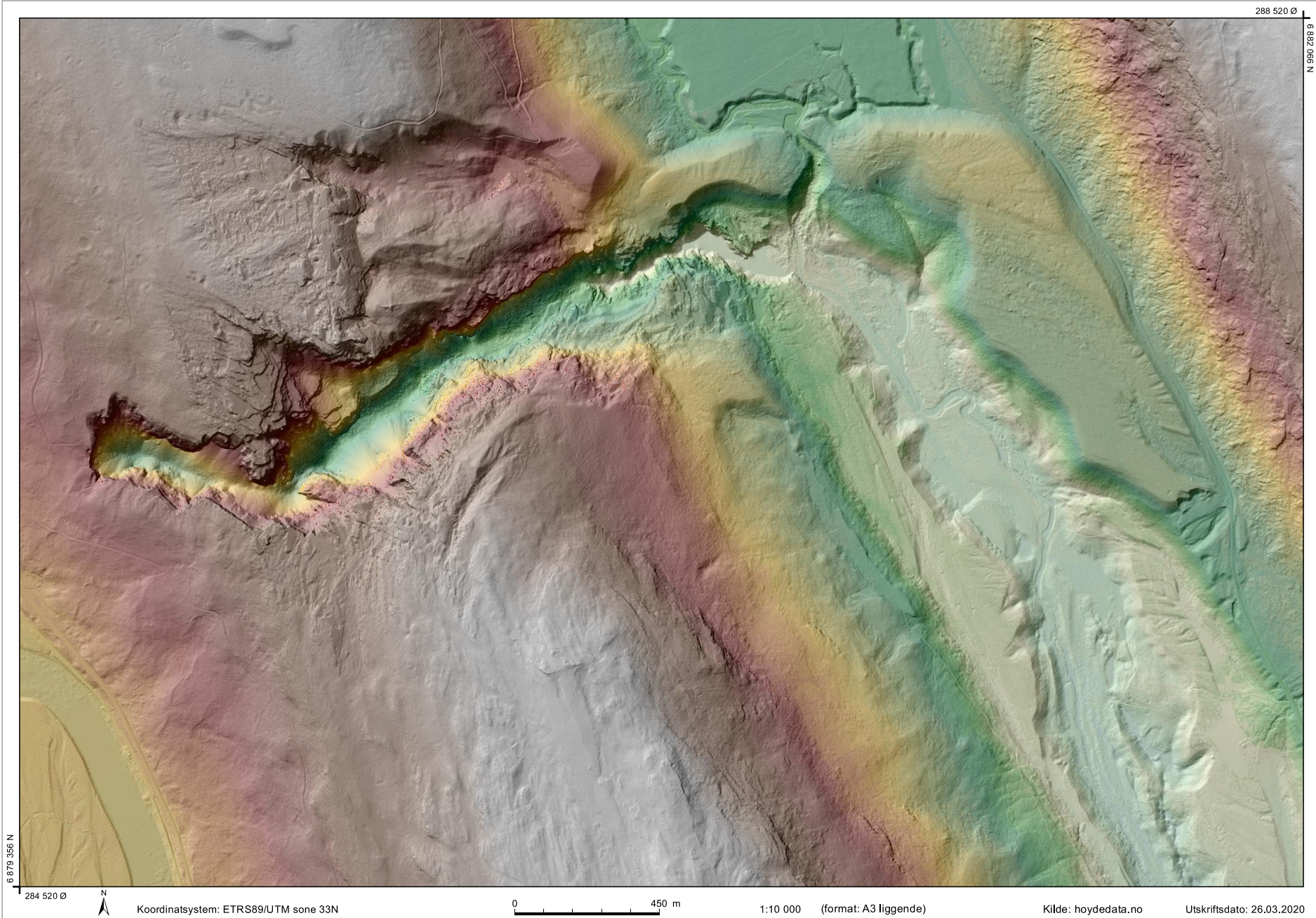


Strandvoll på bresjøterrasse, Brennbakkmoen vest for Alvdal



Foto: Atle Nesje

Jutulhogget mellom Østerdalen og Rendalen



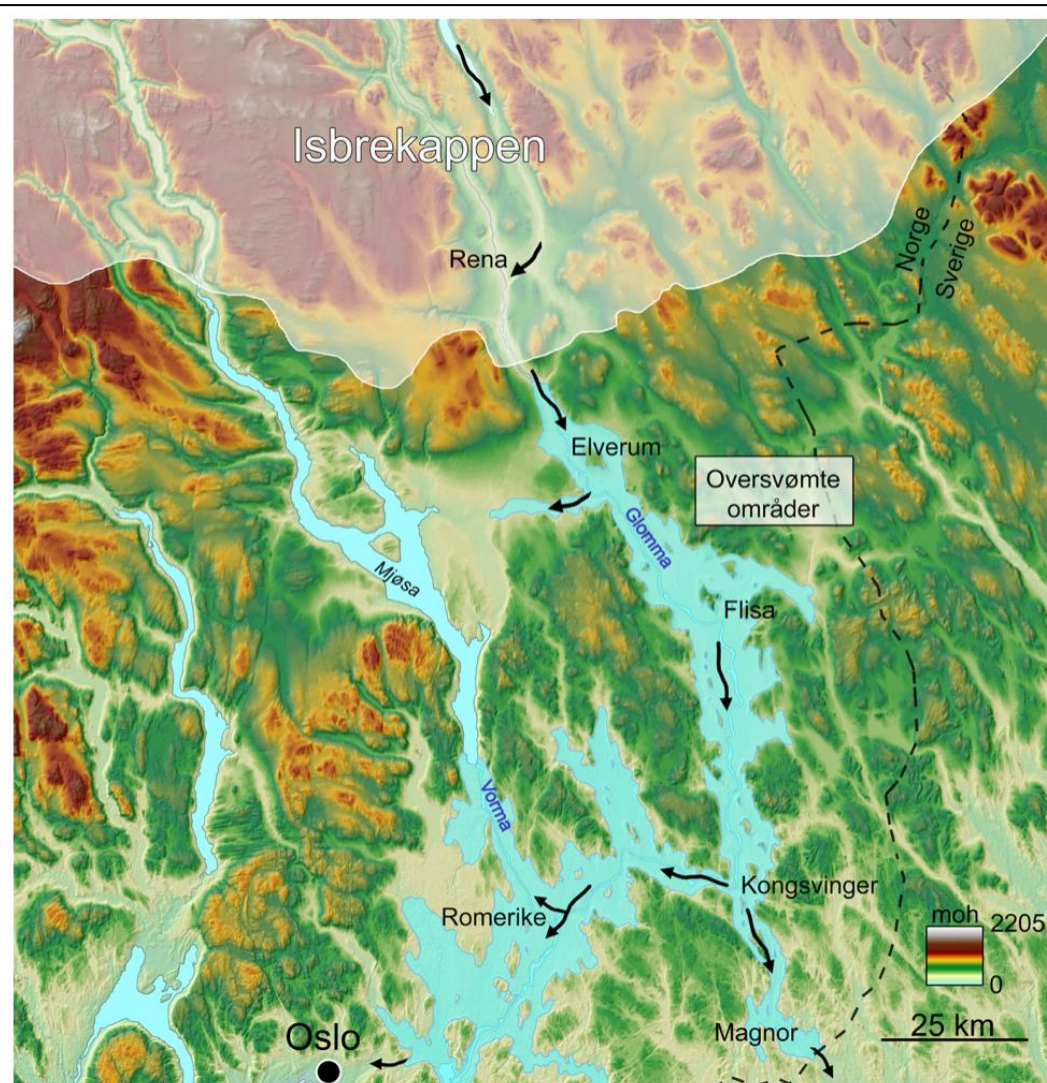
Jutulhogget

Glåmdalen/Østerdalen

Rendalen/Tyllådal

norgebilder.no/3D





Kart som viser den sydlige del av isbrekappen som demmet Nedre Glomsjø. Svarte piler viser vannstrømmen da sjøen ble tappet: Under breen i Rendalen, nedover langs Glomma til Kongsvinger hvor den delte seg. Noe rant over til Sverige, mens det meste flommet utover Romerike. Bl farge viser oversvømte områder.

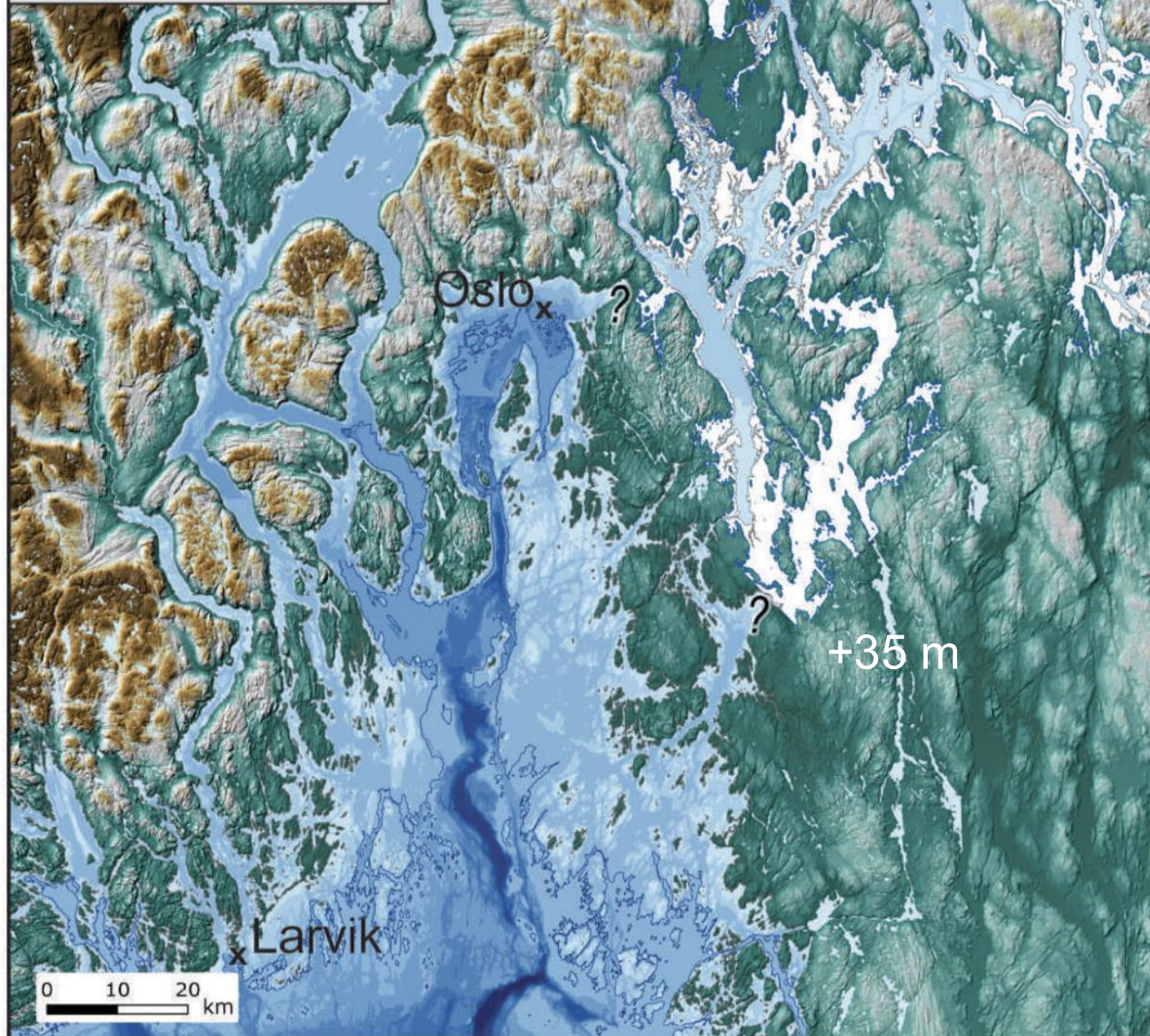
Illustrasjon: Fredrik Høgaas og Oddvar Longva, NGU

Pløyespor etter isfjell på Romerike



Bargel (2005)

B 10 400 a BP
Nedre Glomsjø
flood highstand



Store Dølasjø i Gudbrandsdalen Passpunkt Lesjaskog 612 moh.

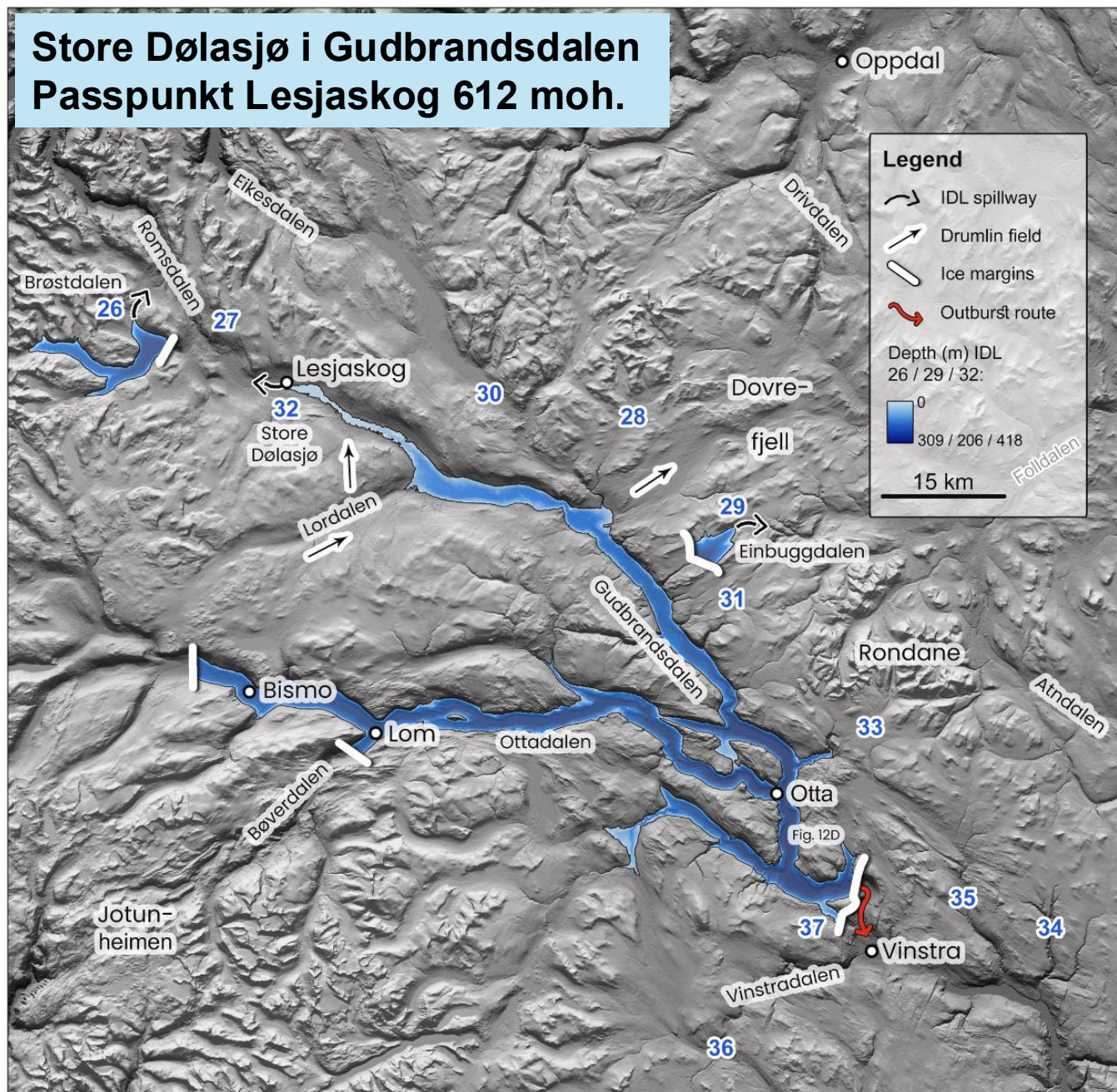
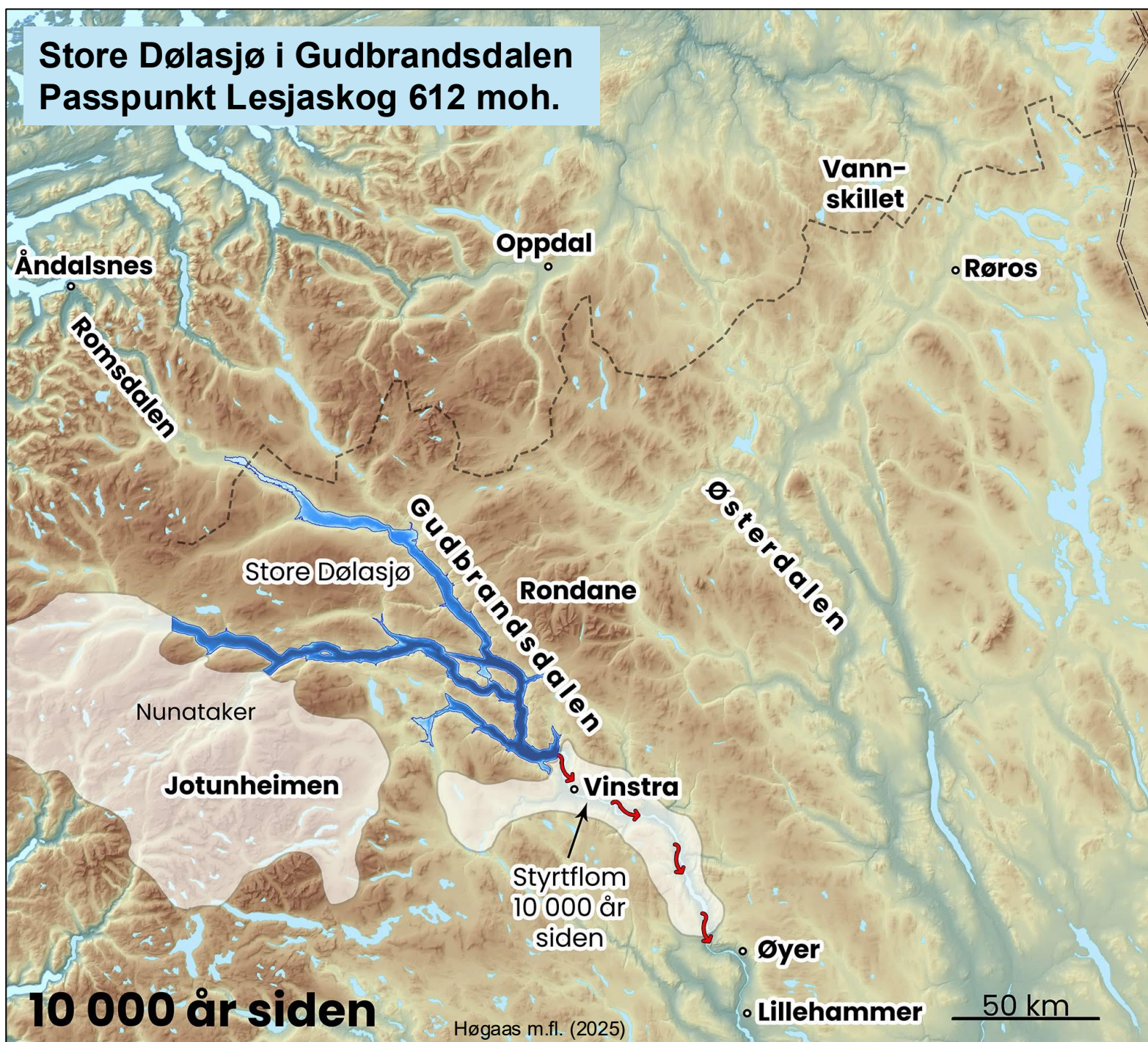


Fig. 5. Identified IDLs in the Gudbrandsdalen region with associated ice margins. The numbers correspond to IDLs described in Table 1.

Store Dølasjø i Gudbrandsdalen
Passpunkt Lesjaskog 612 moh.





Jakobshavn/Ilulissat Isfjord

Takk !