



# Kva skjer med dei norske isbreane?

Atle Nesje

Institutt for geovitenskap, UiB

Uni Research Klima AS

Bjerknessenteret for klimaforskning

[atle.nesje@uib.no](mailto:atle.nesje@uib.no)

***”Der ligger et land mot den evige sne”, heiter det i fedrelandssongen med tekst av Bjørnstjerne Bjørnson og melodi av Rikard Nordraak.***

***Er snøen og isbreane 'evige'? eller..***

- har isbreane vore bortsmelta etter slutten av siste istid?***
- eventuelt når kom dei tilbake?***
- korleis har isbreane variert i storleik etter siste istid?***
- kva kan skje med breane i framtida?***

*Galdhøpiggen*



Foto: Helge J. Standal

**1982**

**Erdalsbreen**



Foto: Atle Nesje

**2016**

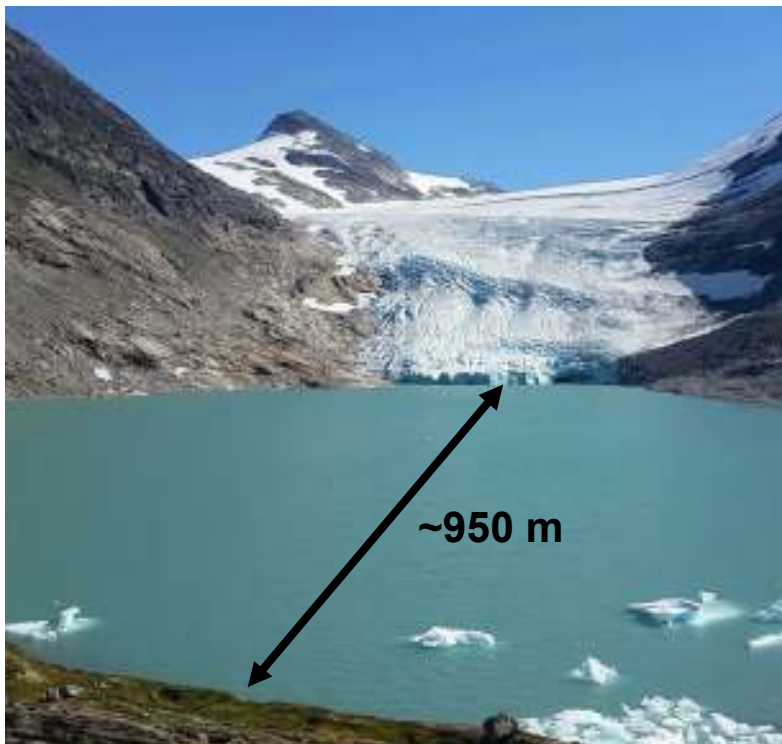
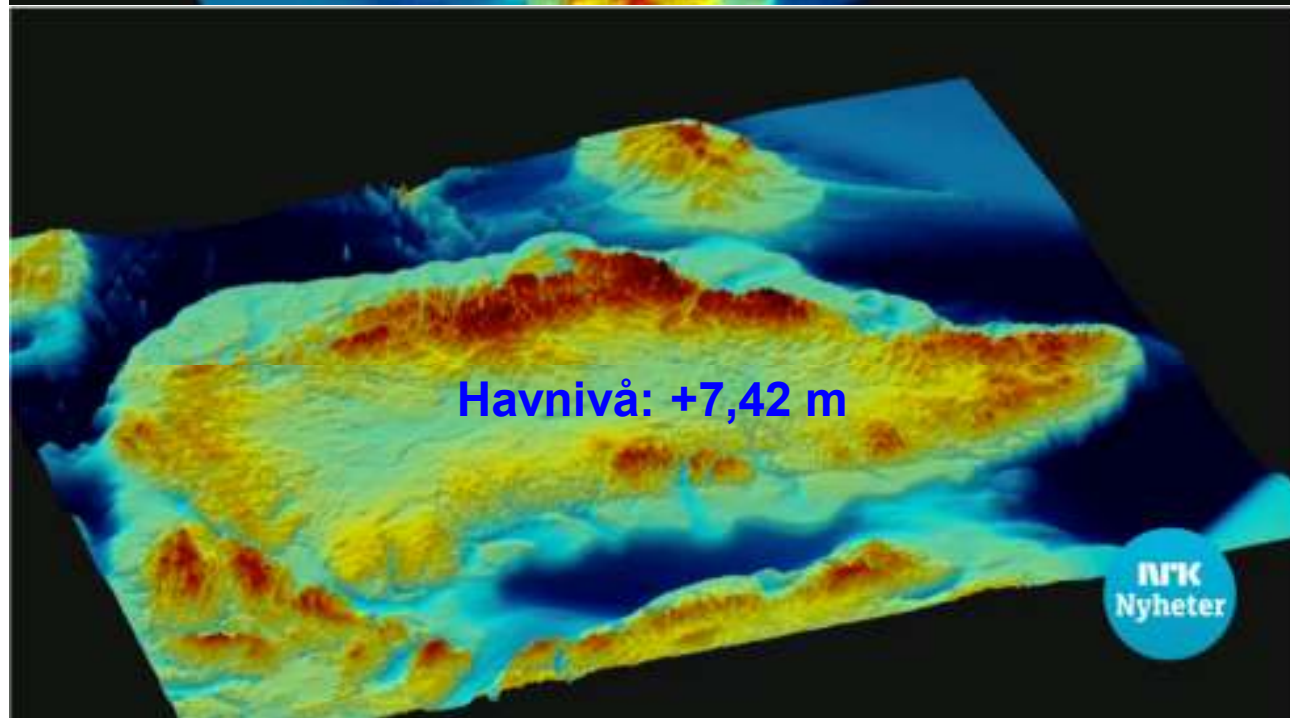
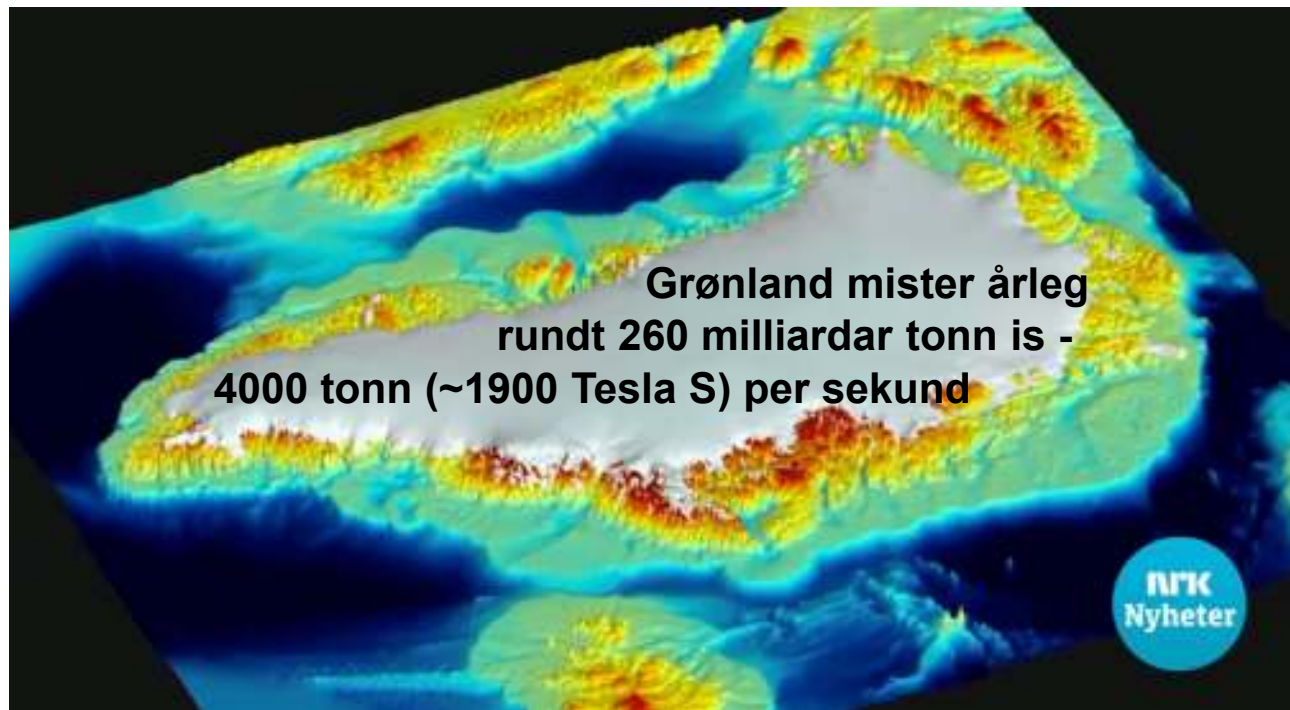


Foto: Oddny Elisabeth Greidung





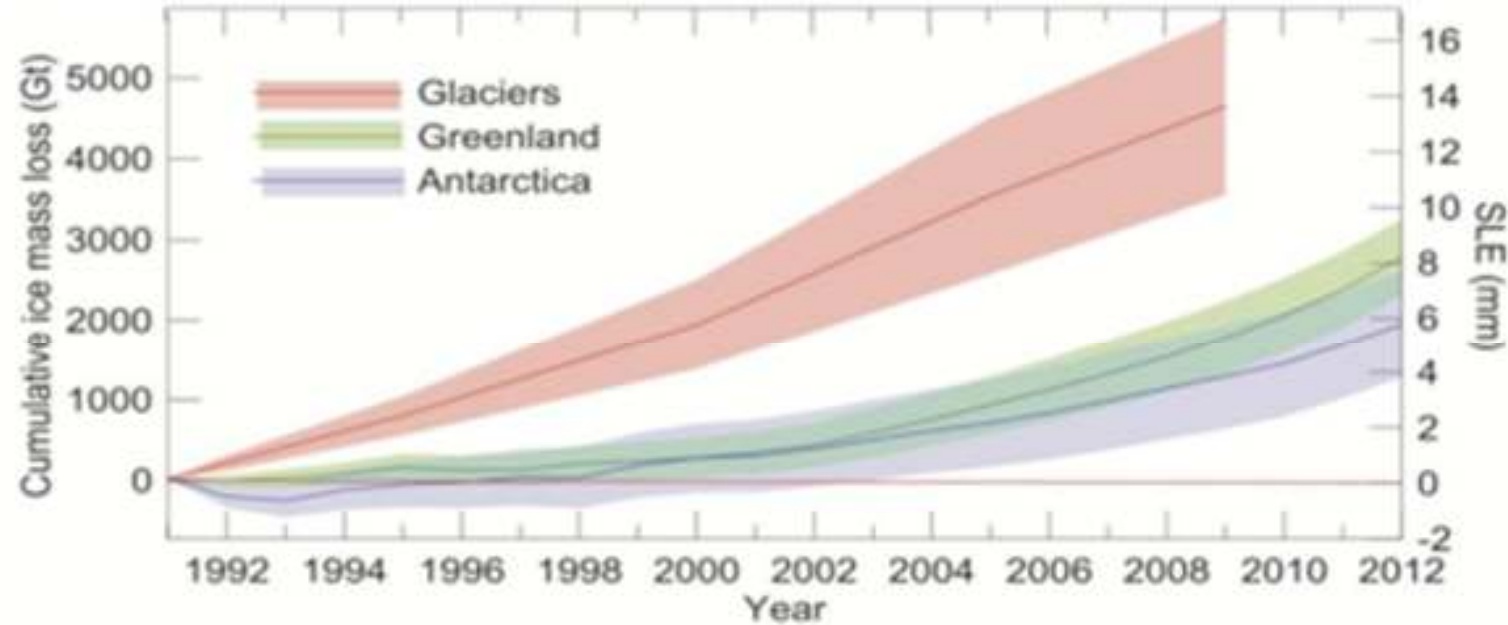
Morligham m.fl.  
(2017)

[nrk.no/urix](http://nrk.no/urix)



# Bidraget frå brear og innlandsisar til havnivåstiginga 1991 - 2009

## Contribution of Glaciers and Ice Sheets to Sea Level Change



Cumulative ice mass loss from glacier and ice sheets (in sea level equivalent) is 1.0 to 1.4 mm/yr for 1993-2009 and 1.2 to 2.2 mm/yr for 2005-2009.

## Brear i Skandinavia

<u>Noreg</u>	<u>S. Noreg</u>	<u>N. Noreg</u>	<u>Totalt</u>
Tal bre-einingar	1252	1282	2534
Areal (km <sup>2</sup> )	1523	1169	2692

Brear og fleirårig snø dekker ca. 0,7% av landarealet i Noreg

Kjelde: Andreassen og Winsvold (2012)

- I Noreg er breane ein viktig energiresurs
- Store vasskraftverk ligg i breområde
- Brear gjev vatn til elvar gjennom tørre somrar
- Eit fascinerande element i norsk natur
- Trekkjer til seg mange turistar kvart år



**To typar bredata:**

- 1) Massebalanse/volumendring (direkte, årlege)**
- 2) Data om lengde-/frontvariasjonar (indirekte, forseinka)**



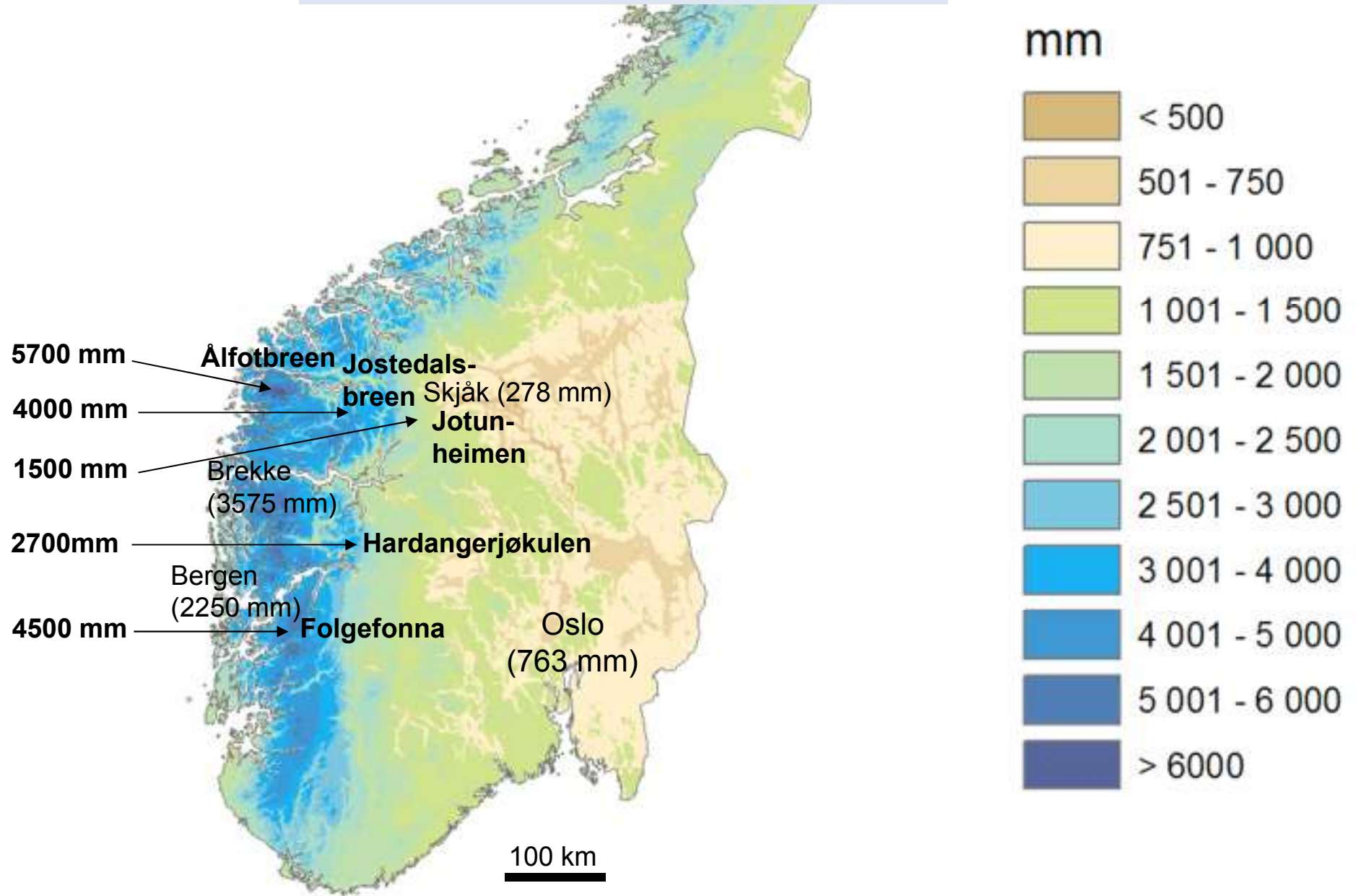


## Stor materialtransport i breelvane om sommaren





# Gjennomsnittleg årleg nedbør (1961-1990)

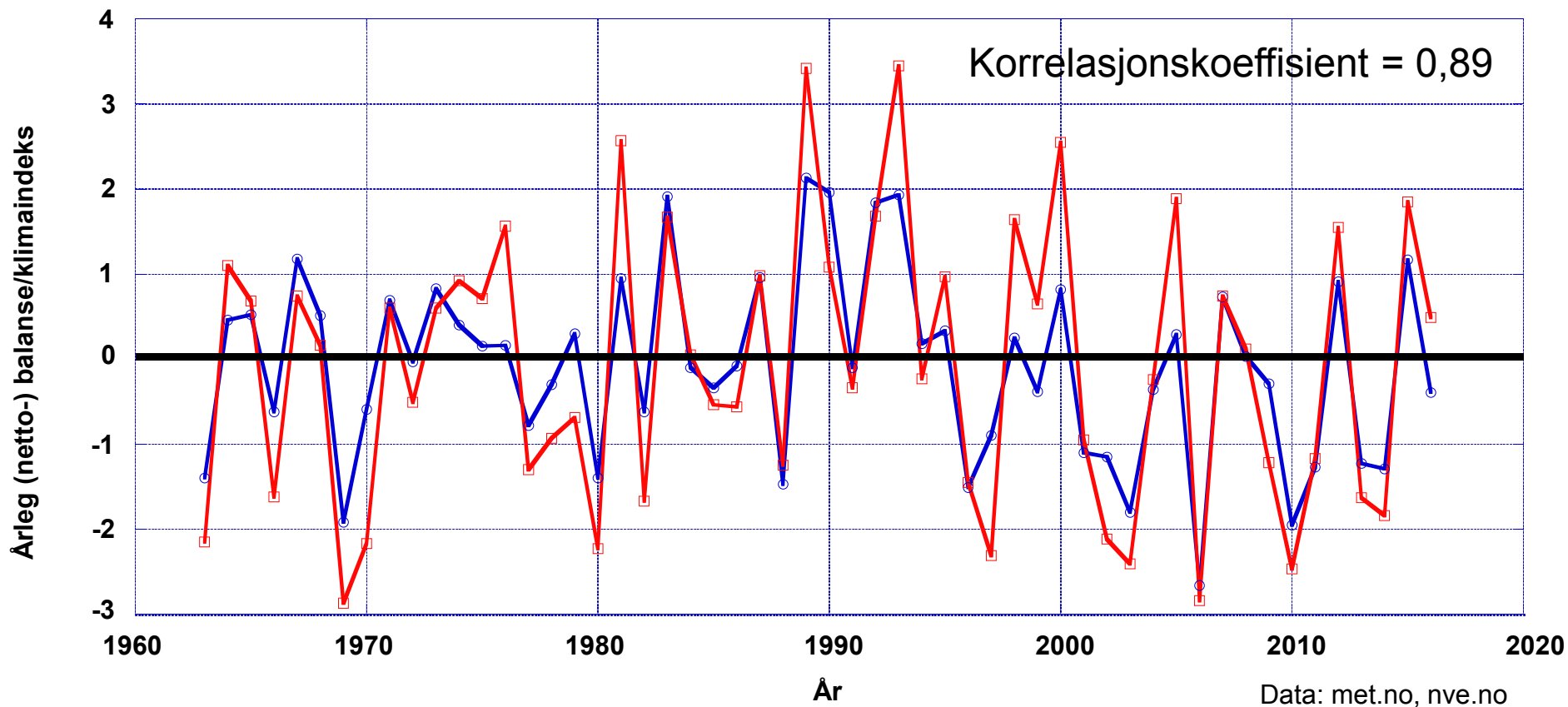


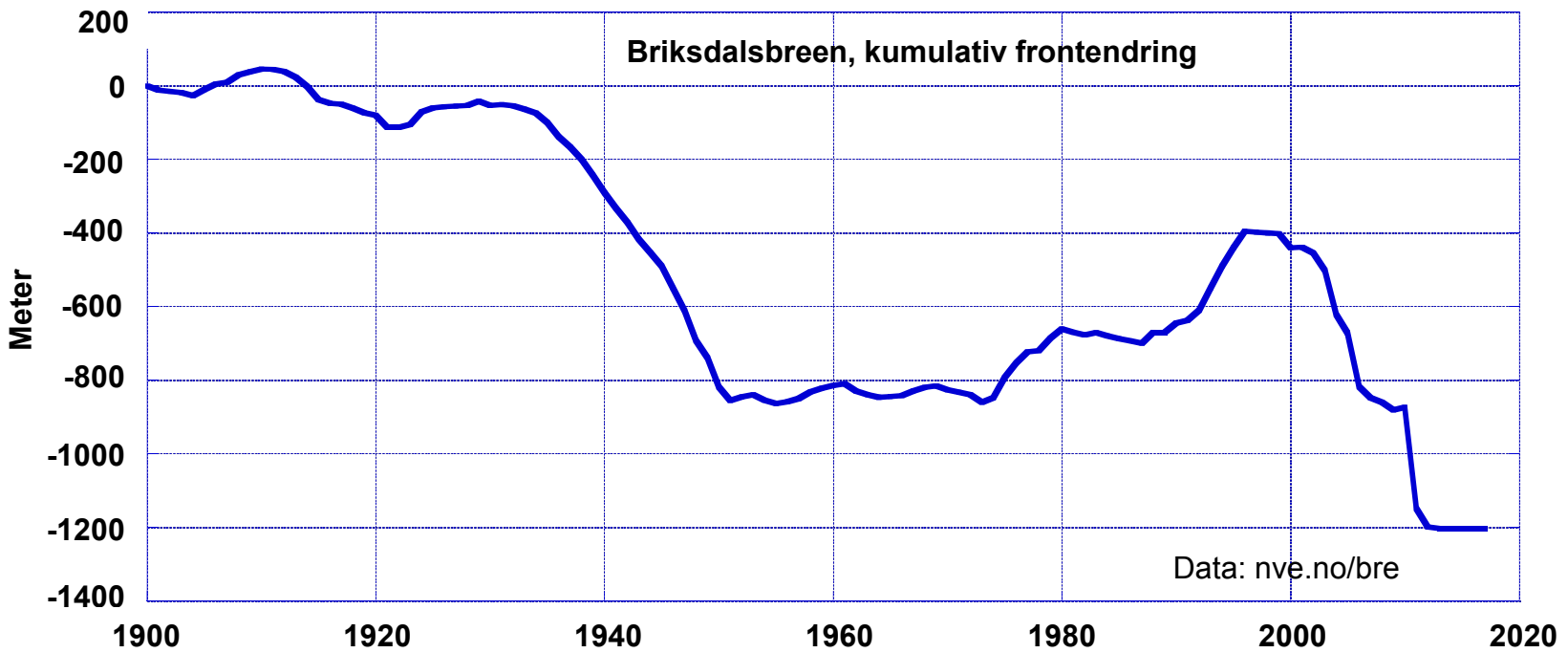
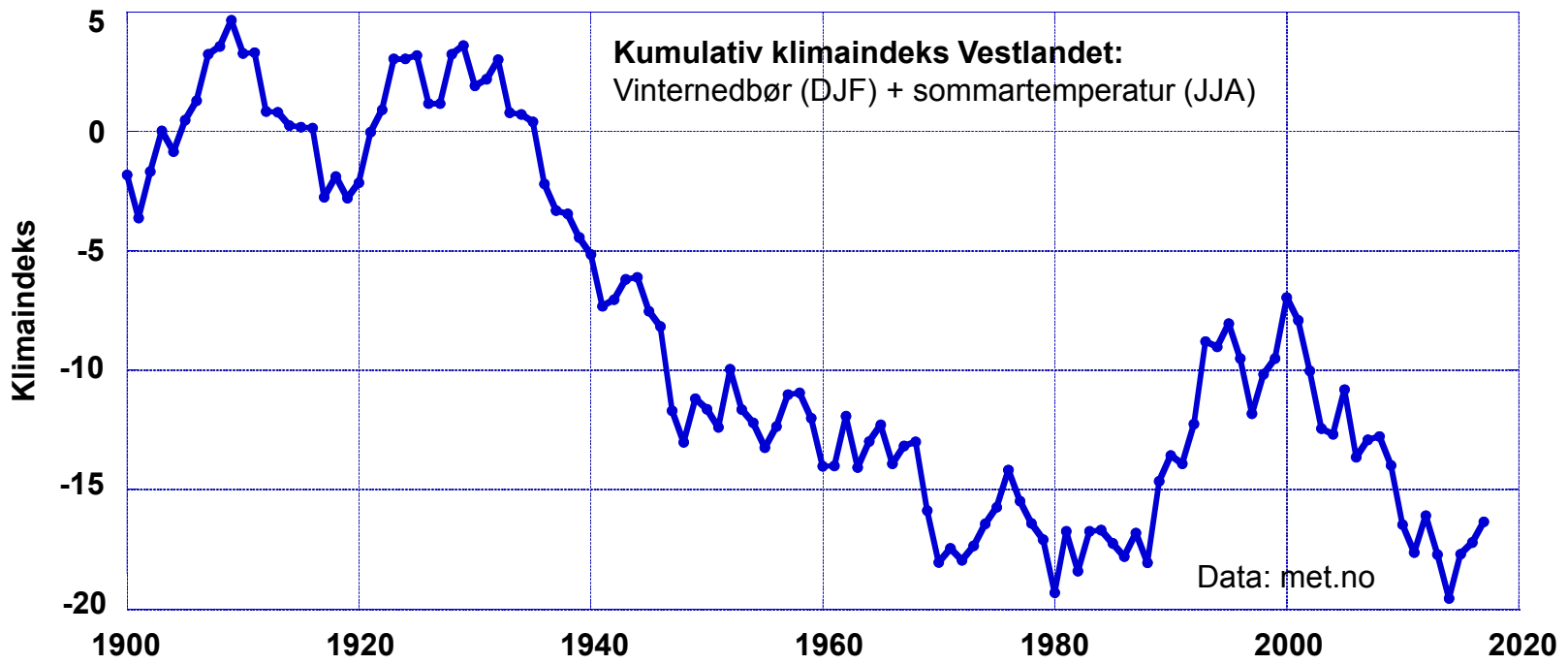


# Er brear ein god klimaindikator?

Årleg (netto-)balanse på Rembesdalskåka, Hardangerjøkulen

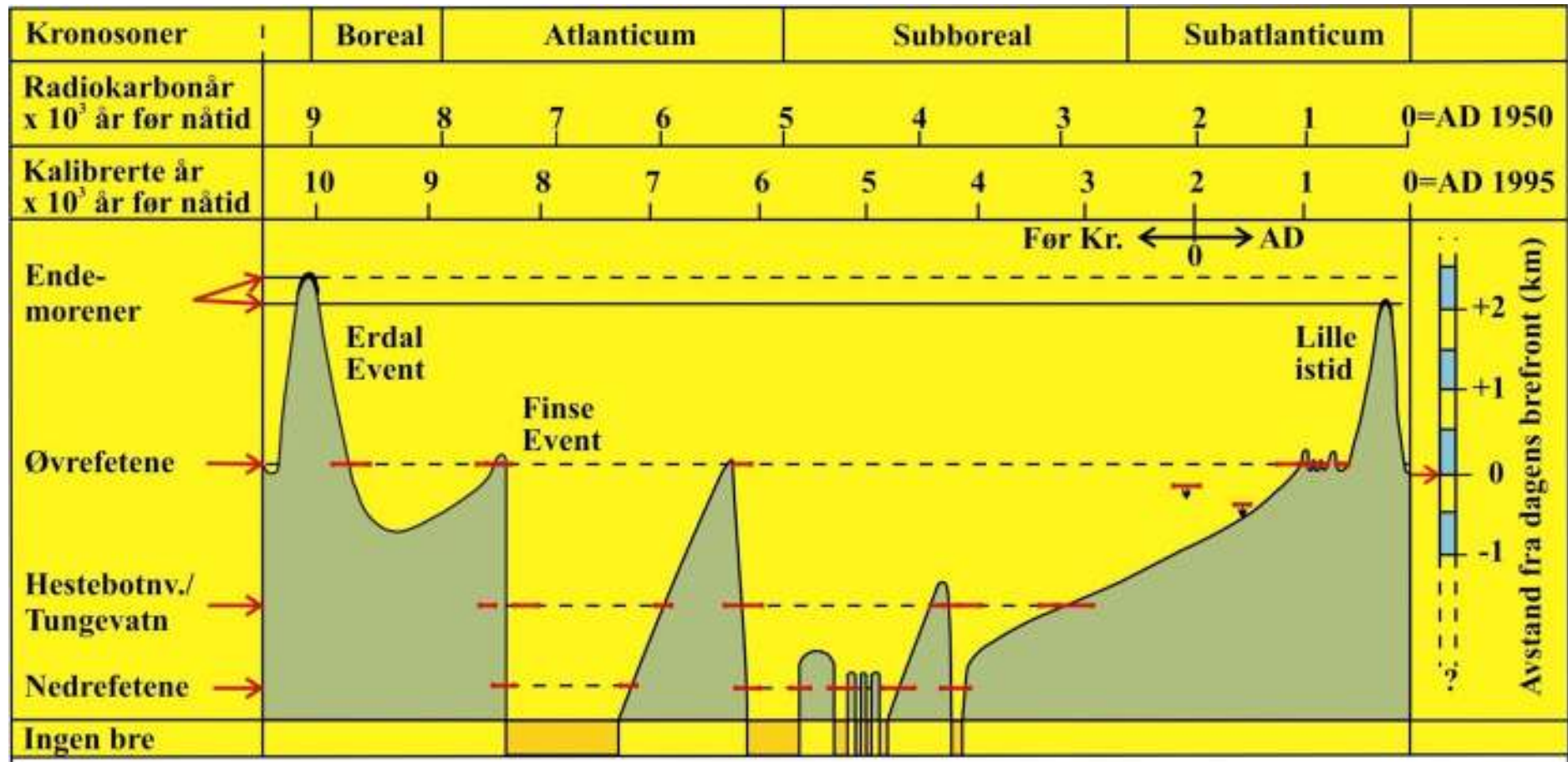
Klima-indeks: Vinternedbør (des.-feb.) og sommartemperatur (jun.-aug.) på Vestlandet





# Har dei norske breane eksistert kontinuerleg etter siste istid?

## Rekonstruerte variasjonar til Hardangerjøkulen



Etter Dahl og Nesje (1996)



## Hardangerjøkulen AD 2003...



Foto: Sven Dahlgren



.....7500 år sidan

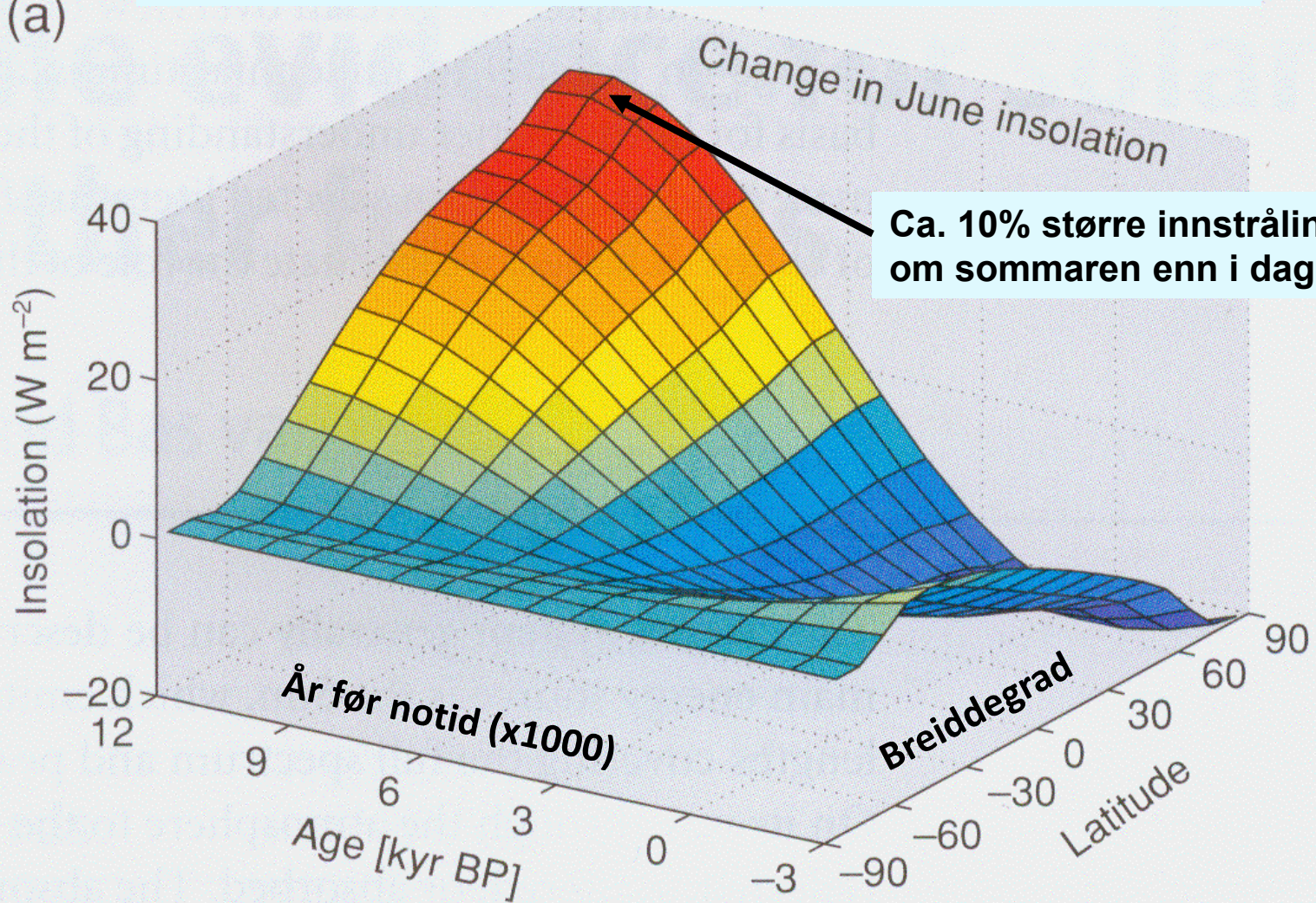
Foto: Sven Dahlgren  
Illustrasjon: Eva Bjørseth





Endring i solinnstråling i juni dei siste 12.000 år (presesjon)

(a)



Beer og Van Geel (2008)





**Den eldste isen inst i istunnelen gravd ut i 2012 er datert til:**

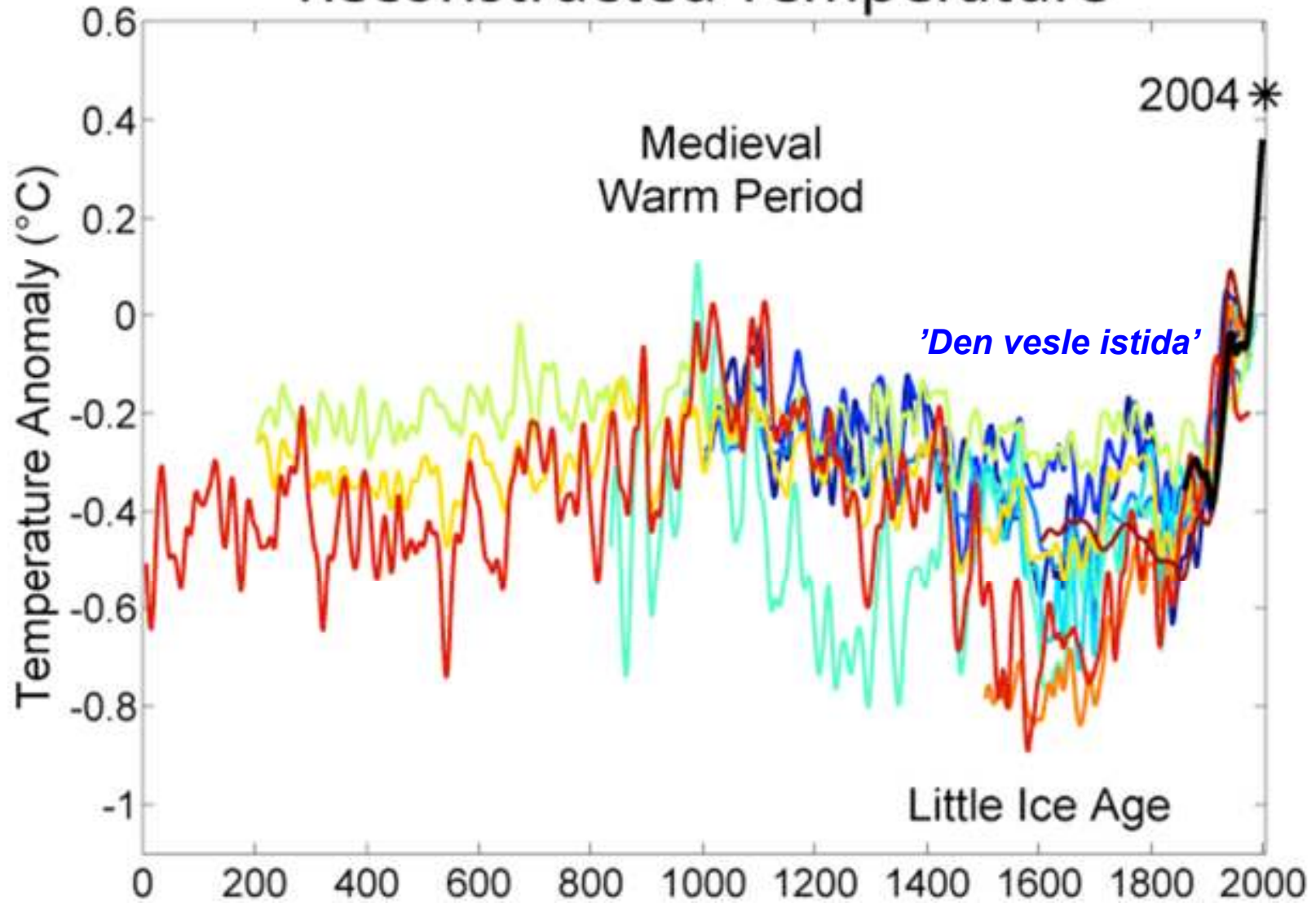
**7632 (7476-7785) år før notid (AD 1950)**

Margit Schwikowski og Chiara Uglietti, Villigen i Sveits

**Den eldste daterte isen på fastlandet i Noreg!**



# Reconstructed Temperature





**Matthias Foss, som var prest i Jostedalen, skreiv i ”*Justedalens Kortelige Beskrivelse*” (Foss 1750, prenta i 1802) om utviklinga til Nigardsbreen etter 1742:**

***“...men fra bemeldte Tid til Aarsdagen derefter 1743 havde Iisbæen ei allene skudt seg fram de 100 Alne i Længden, foruden umaadelig i Bredden, men endog borttaget Husene, omkastet dem, væltet dem for sig med en umaadelig Mængde af Jord, Gruus og store Stene fra Afgrunden og knuset dem i ganske smaa Stykker som endnu er tilsyne...”***.



Jostedalen historielag



J.C. Dahl

1 alen = 0,6275 m  
100 alen = ~63 m



## 'DEN VESLE ISTIDA'

Under 'den vesle istida' vart mange gardar rundt Jostedalsbreen påført skade. Bøndene var dermed ikkje i stand til å betale skattane dei var pålagde.

Bøndene i Olden og Stryn gjekk saman for å setje opp eit skriv til Kongen i København der dei gav til kjenne den stoda dei var komne i.

Det var ikkje så lett å sende brev nedover til København på slutten av 1600-talet. Det kunne ta lang tid og breva kunne kome vekk på vegen. Hugleik Tungøyen og Johannes Paulsen Qvamme var sendemenn.

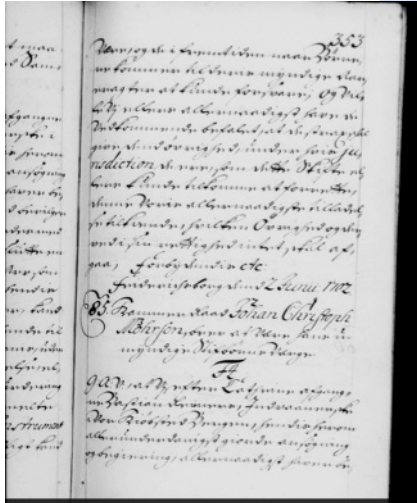


Det danske slott  
rundt 1700

Kong Frederik den 4.  
(1671-1730)  
Konge frå 1699



Avskrift i Statsarkivet av brev/søknad (Supplique) til Kongen i København  
frå bønder i indre Nordfjord, datert 7. mars 1702:



digitalarkivet.no

Böndernes allerunderd.<sup>te</sup> Supplique til Hans Kongel. Maj.<sup>ts</sup>,  
saavel om eendeel Jorders skeede aftag, som om eendeel hvor  
paa enda ingen aftag giort var.

Stormægtigste Konge

Allernaadigste Arve Herre.

Vii Fattige elendige eders Kongel. Maj.<sup>ts</sup> allerunderdanigste  
Skattebönder af Nordfiords Fogderie i Jndviigs Præstegield udj  
Stryens og Oldens Skibreeder, höylig og meget nödtvingende er  
foraarsaget for eders Kongel. Maj.<sup>ts</sup> at foredrage og hermed  
tilkiendegive, det os, efter voris ydmygeligste Andragende til  
velb. Hr. Amtmand Hans Nielsen,



På midten av 1600-talet såg dei Brenndalsbreen "som ei kvit kyr i himmelsjå".

Dalane som var breframstøyer sin "fordums hslaatekvier".

Mellom 1650 og 1661 var breen 4,5 km (gjennom)

12. desember

Martines garden M

"1743 De og Fæ og ogsaa bl 1744 Var

4 Mark hver, 1 Fjørpudder, 2 Væster, 1 Par Hoser, 1 Kvitel og 2 Forklæde og 1 Sok var i Behold. 1661 foredes paa Gaarden 44 Naut og 2 Hester"

1743 Den 12 December udto  
at Mær Tingøen. af samme  
Tilfælde med Folk og  
og Indbo Hinn en Soldat

som herte der blev redet samt en  
blev reddet. Den Gutten hedde Hinn  
fra Rødi i Ladalen

1744 Var der Skifte efter Gullake Tingøen  
og Hone Hinn 2 bedrevde Høns a. 4  
Mark hver 1 Fjørpudder 2, Væster 1 Par  
Hoser 1 Kvitel og 2 Forklæde og 1 Sok  
var i Behold 1661 foredes paa Gaarden  
44 Naut og 2 Hester

Martines E. Bødal



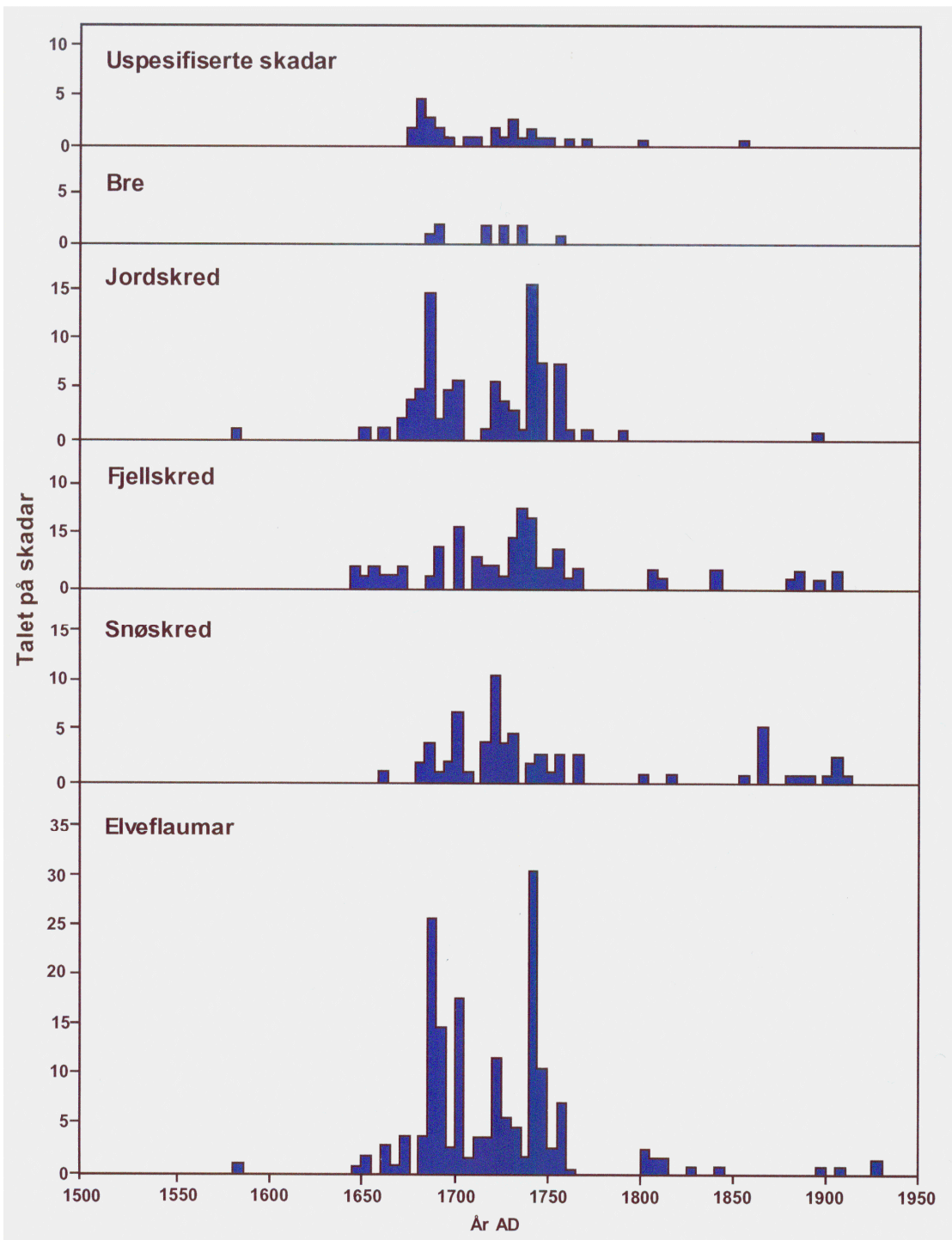
Foto: Privat

på

Folk  
ut

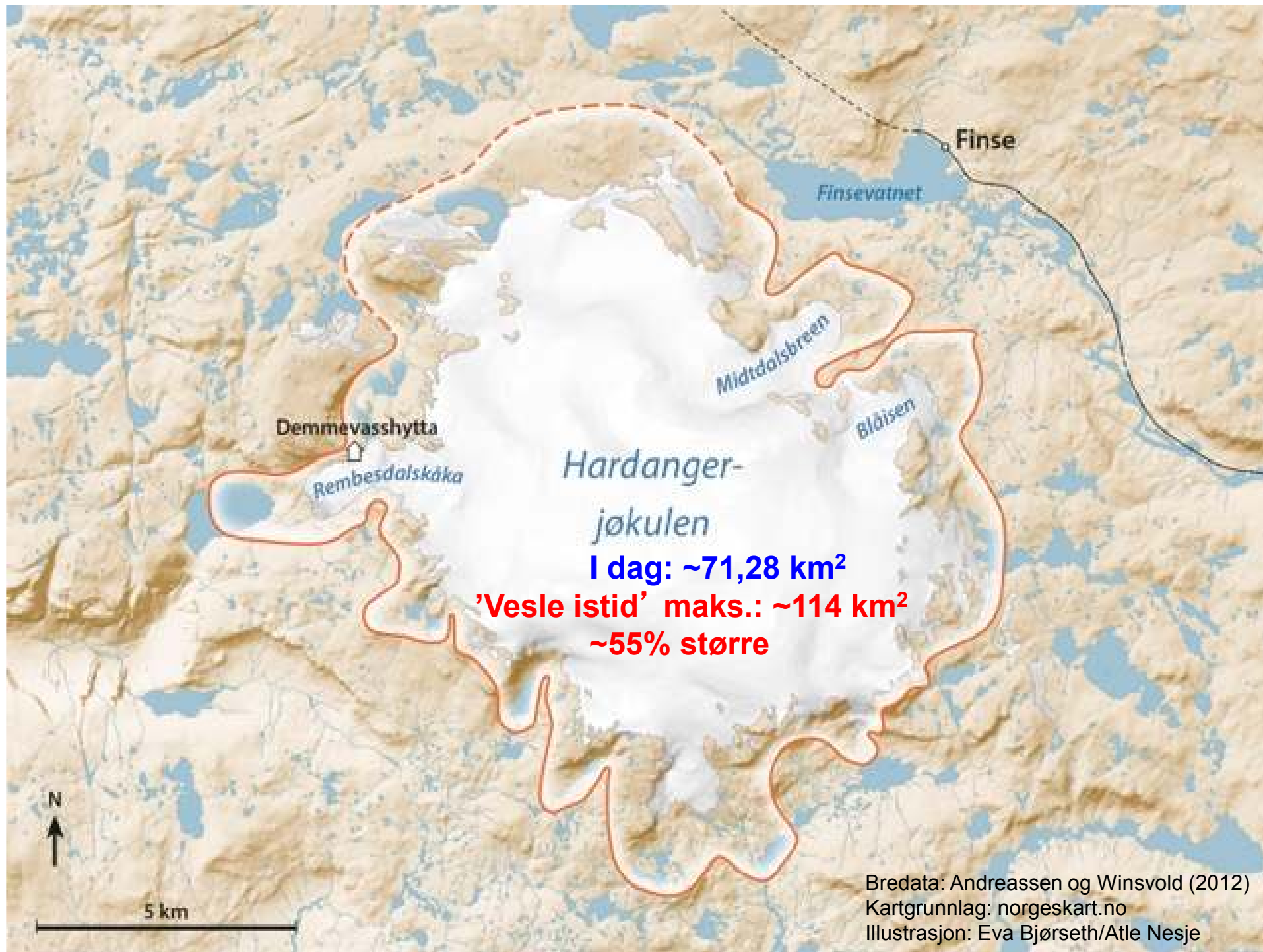
Kjör á

Foto: Sigbjørn Myklebust



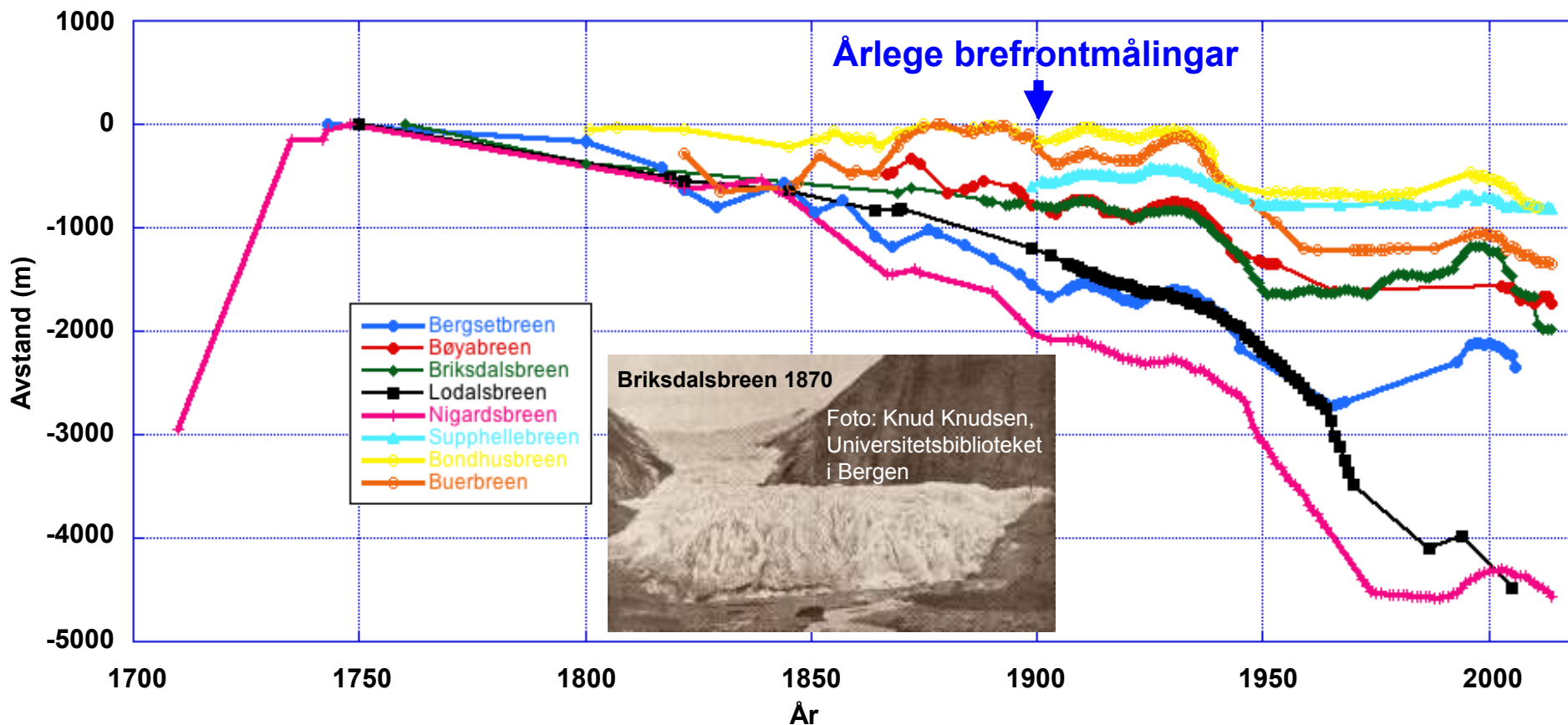
Modifisert etter  
Grove og Battagel (1983)





Bredata: Andreassen og Winsvold (2012)  
Kartgrunnlag: norgeskart.no  
Illustrasjon: Eva Bjørseth/Atle Nesje

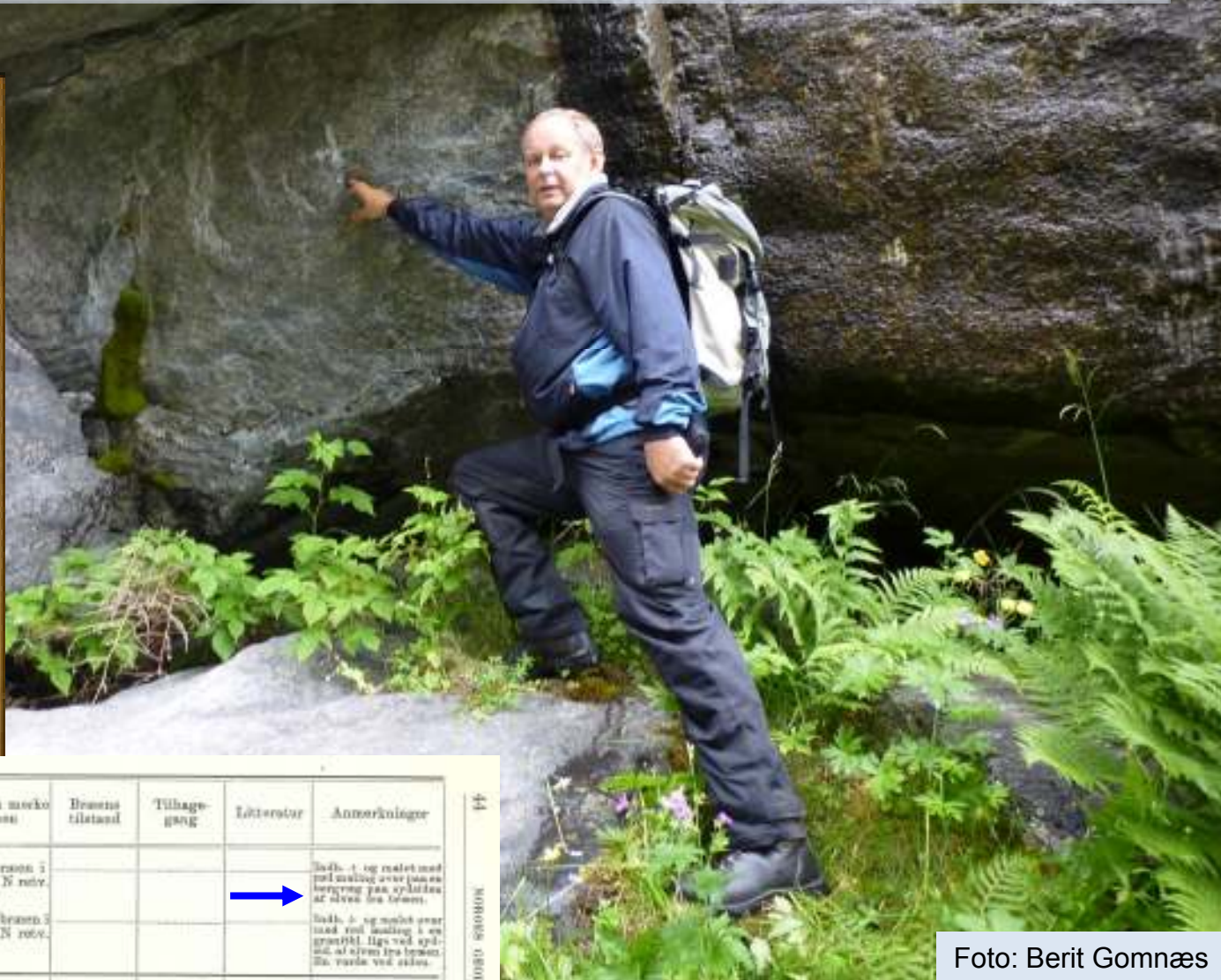
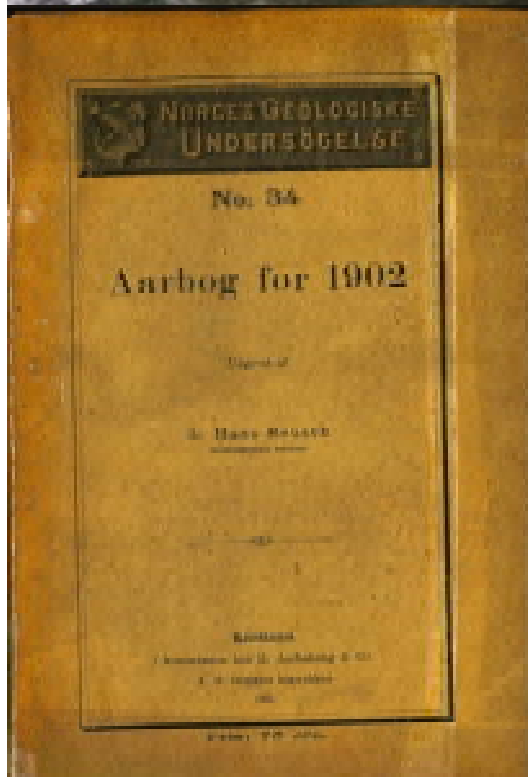
# Kumulative frontendringer til utløpsbrear frå Jostedalsbreen og Søndre Folgefonna basert på *historiske data, måleri, fotografi* og *direkte frontmålingar*



Modifisert etter Nussbaumer m.fl. (2011)

Kors i fjellveggen hogge inn av John Bernhard Rekstad (1852-1934) i 1900 og som danna grunnlag for årlege frontmålingar av Brenndalsbreen

I 1900 låg brefronten 53 m frå korset i fjellveggen



Breen	Uagt-tagor	Aar	Brens- hvide a. h.	Merke	Afstand fra merke til breen	Brens- tilstand	Tilbage- gang	Løsteror	Anmerkninger
Anbrekke- breen	—	—	—	+	53 m. til breen i retz. O 41° N retz.				Indl. 1 og målet med påmåling over jerns berggrub på østenden af slætt fra breen.
				+ 1/2	55 m. til breen i retz. O 3° N retz.				Indl. 2 og målet over isen ved landing i en grøft ligs ved øst- ende af slætt fra breen. Se. variat ved siden.



Foto: Berit Gonnæs



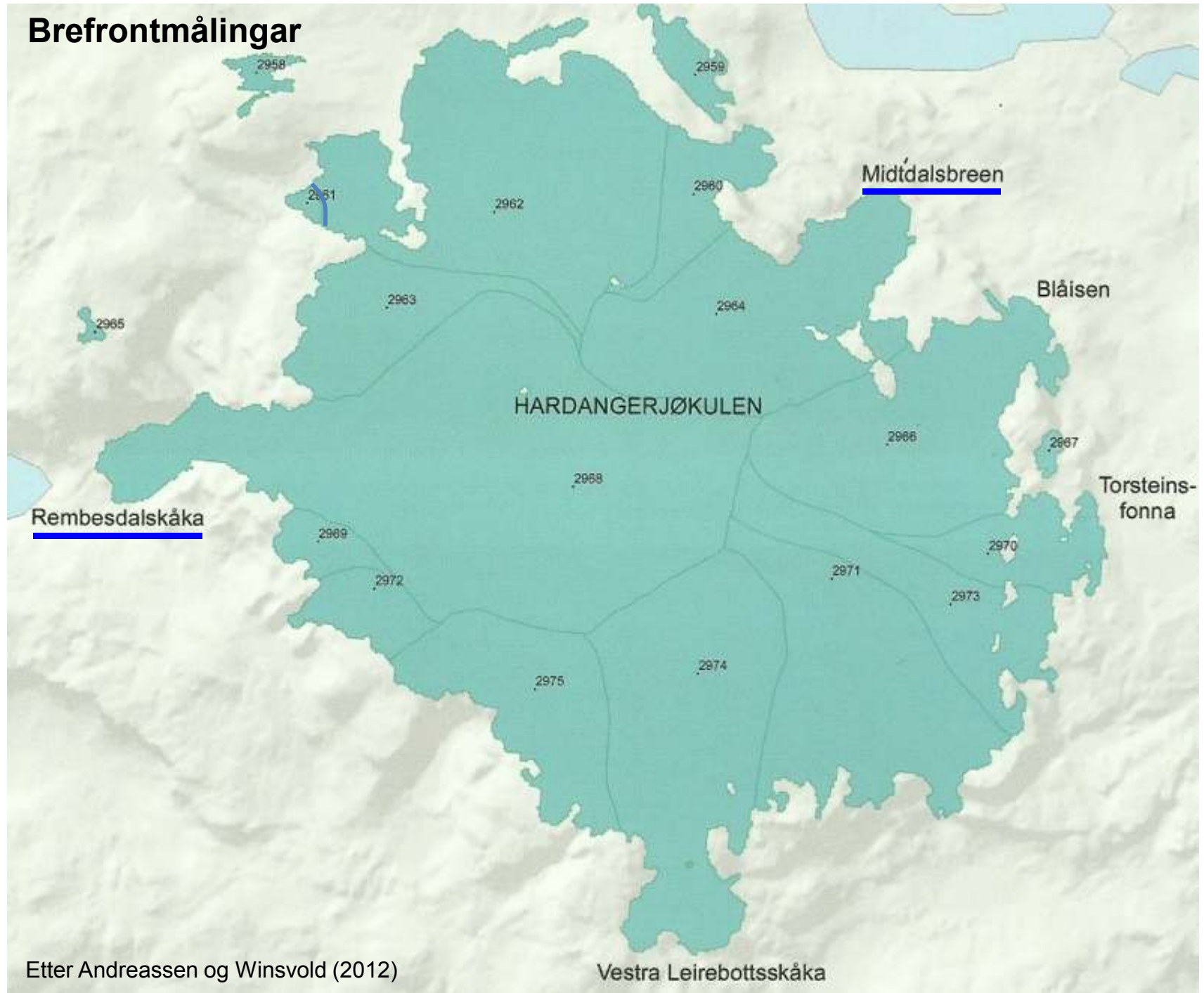
## Breforlandet til Nigardsbreen, Jostedalen

I 1899 låg brefronten 113 m frå krossen i steinblokka



Foto: Svein Olaf Dahl

# Brefrontmålingar

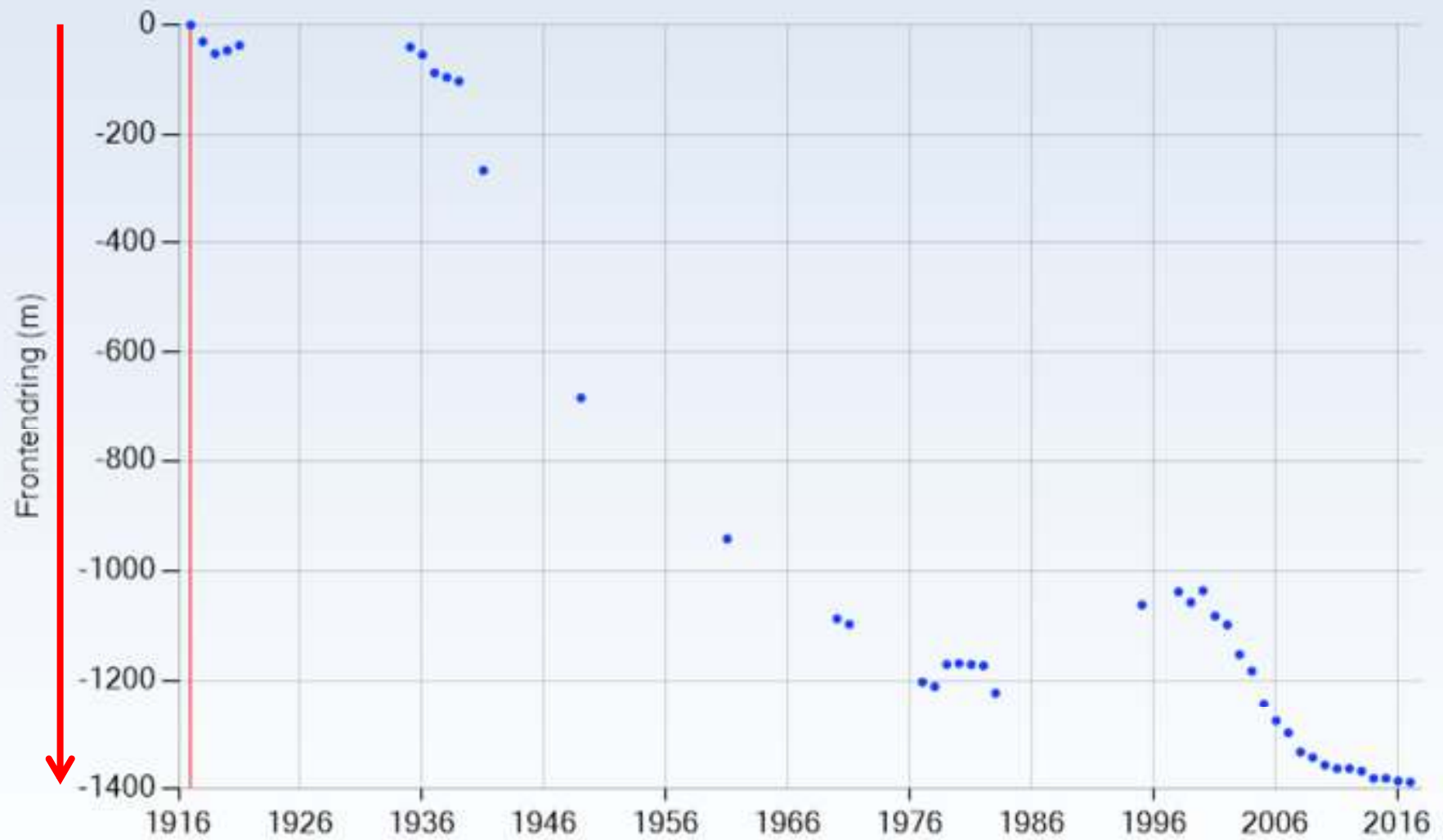


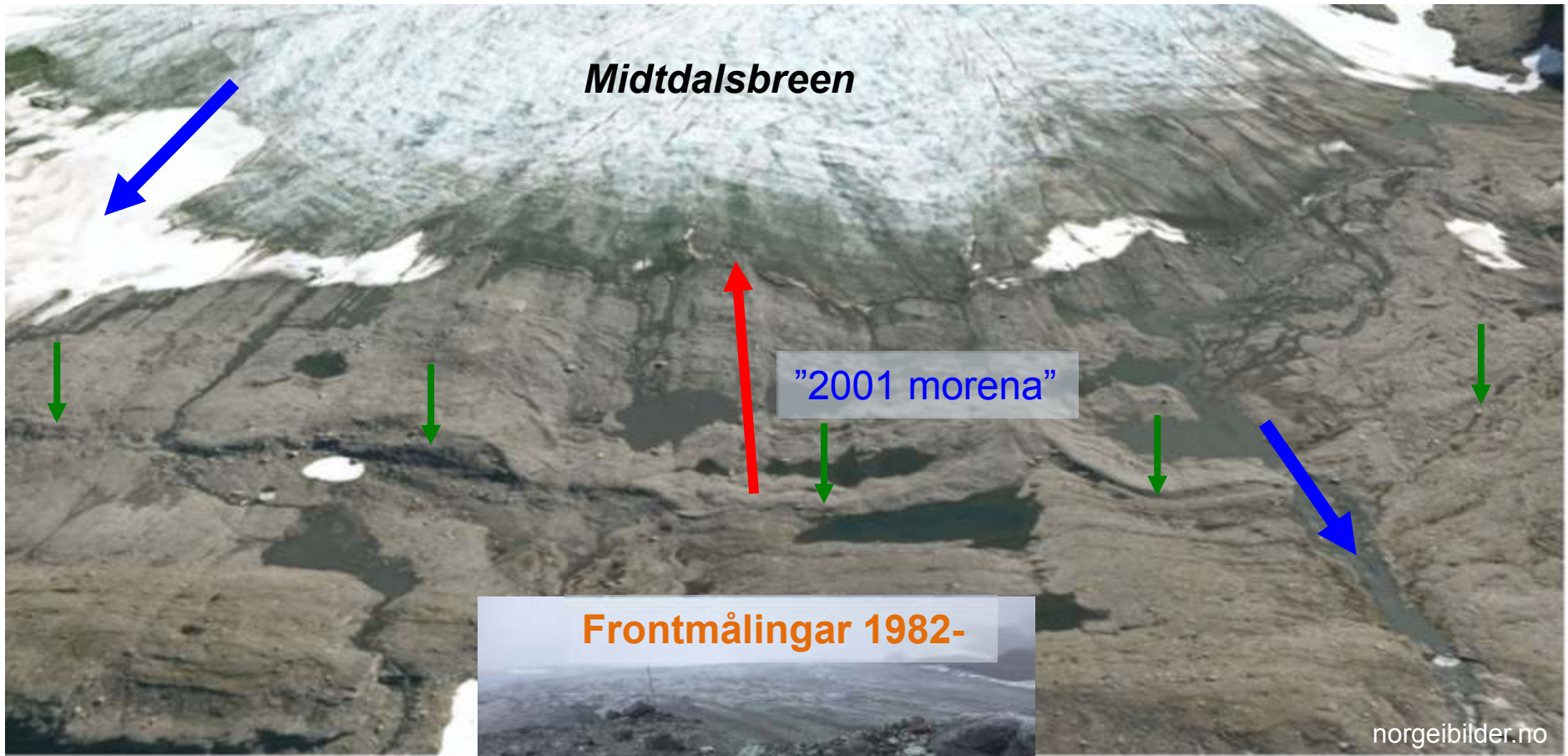
Etter Andreassen og Winsvold (2012)

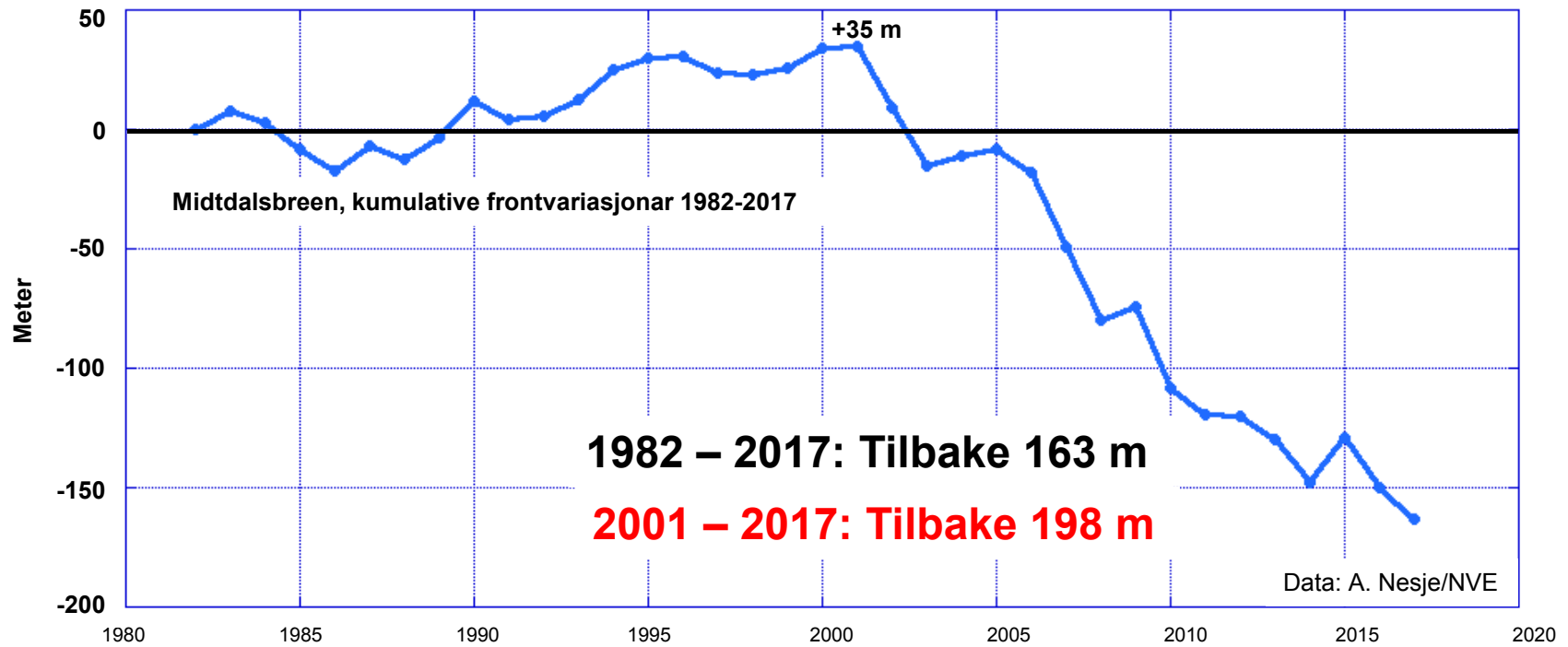
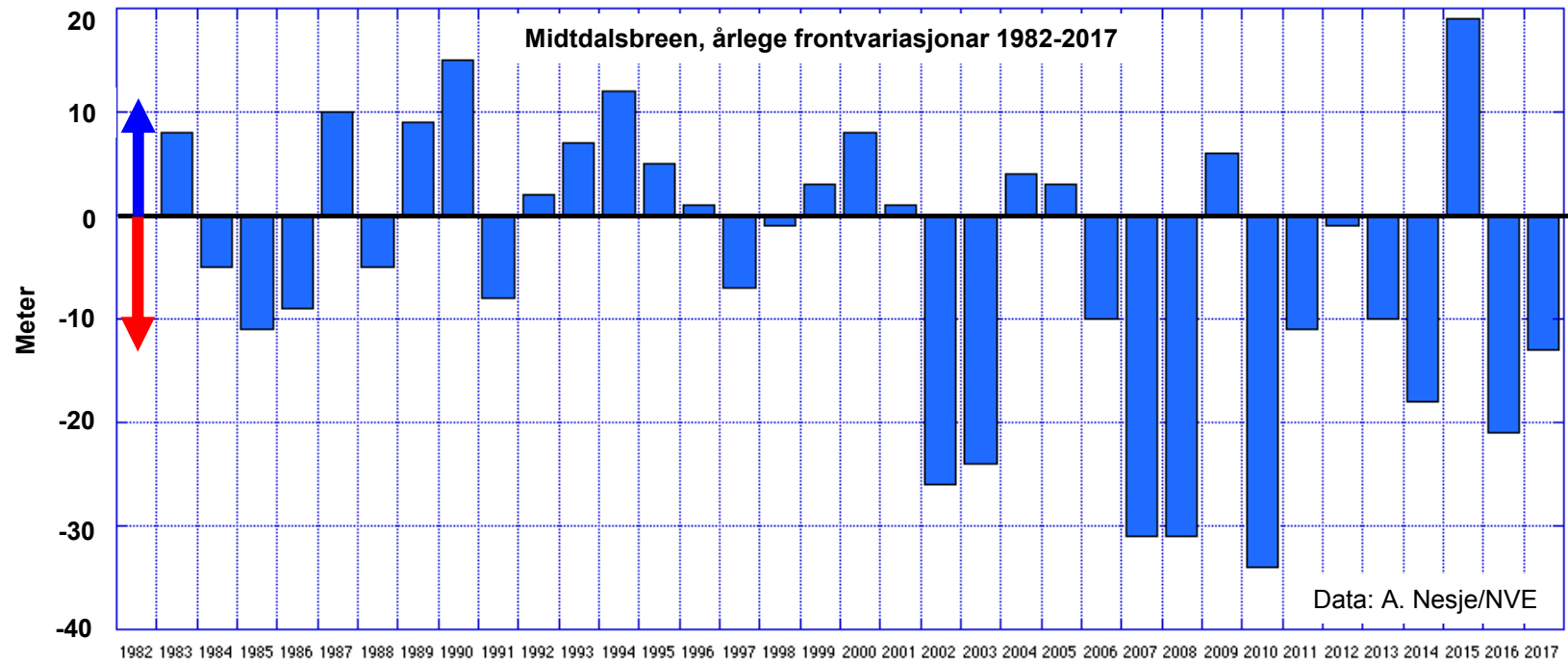
Vestra Leirebottsskåka



## Rembesdalskäka kumulativ frontendring 1917-2017



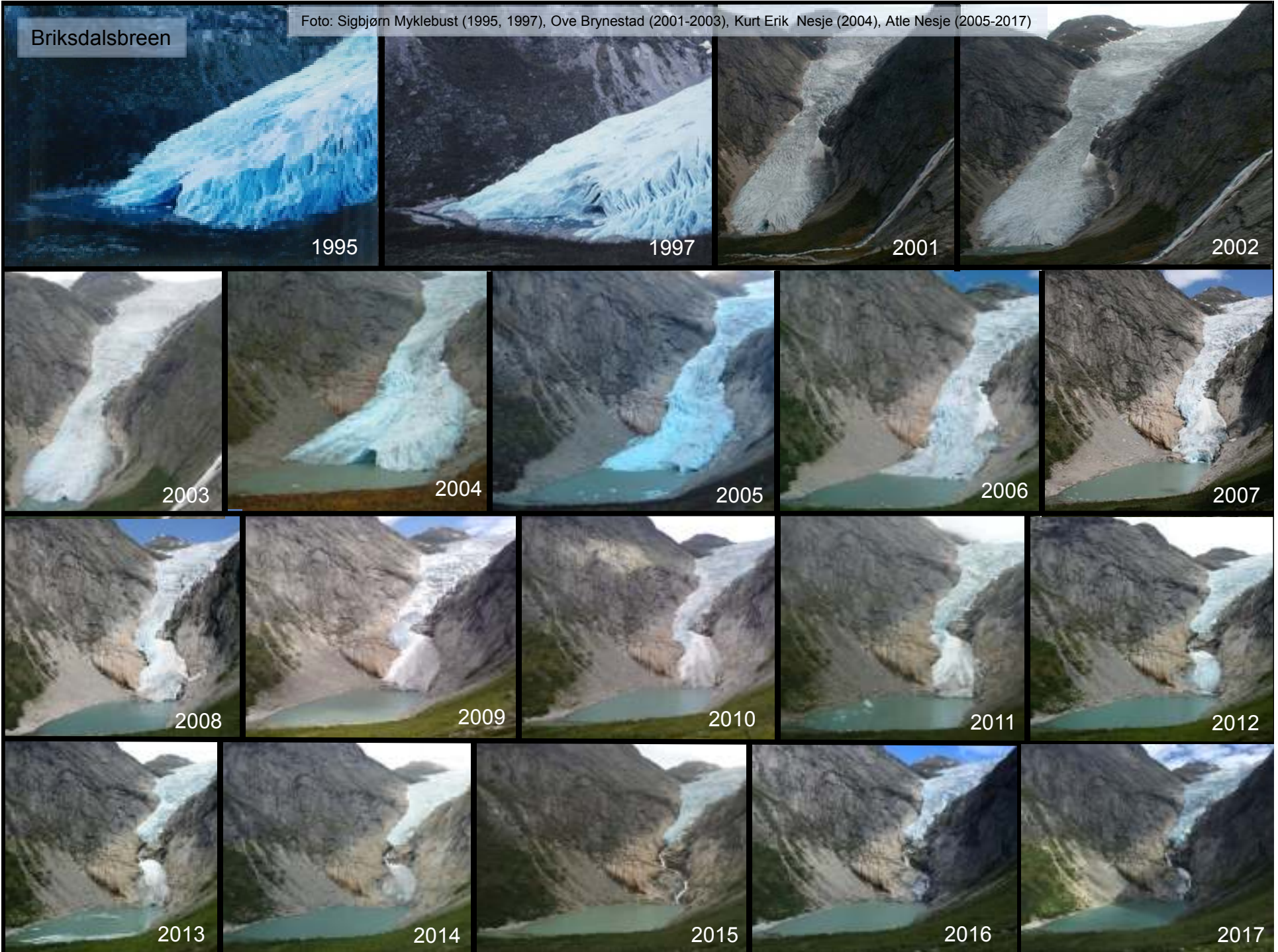




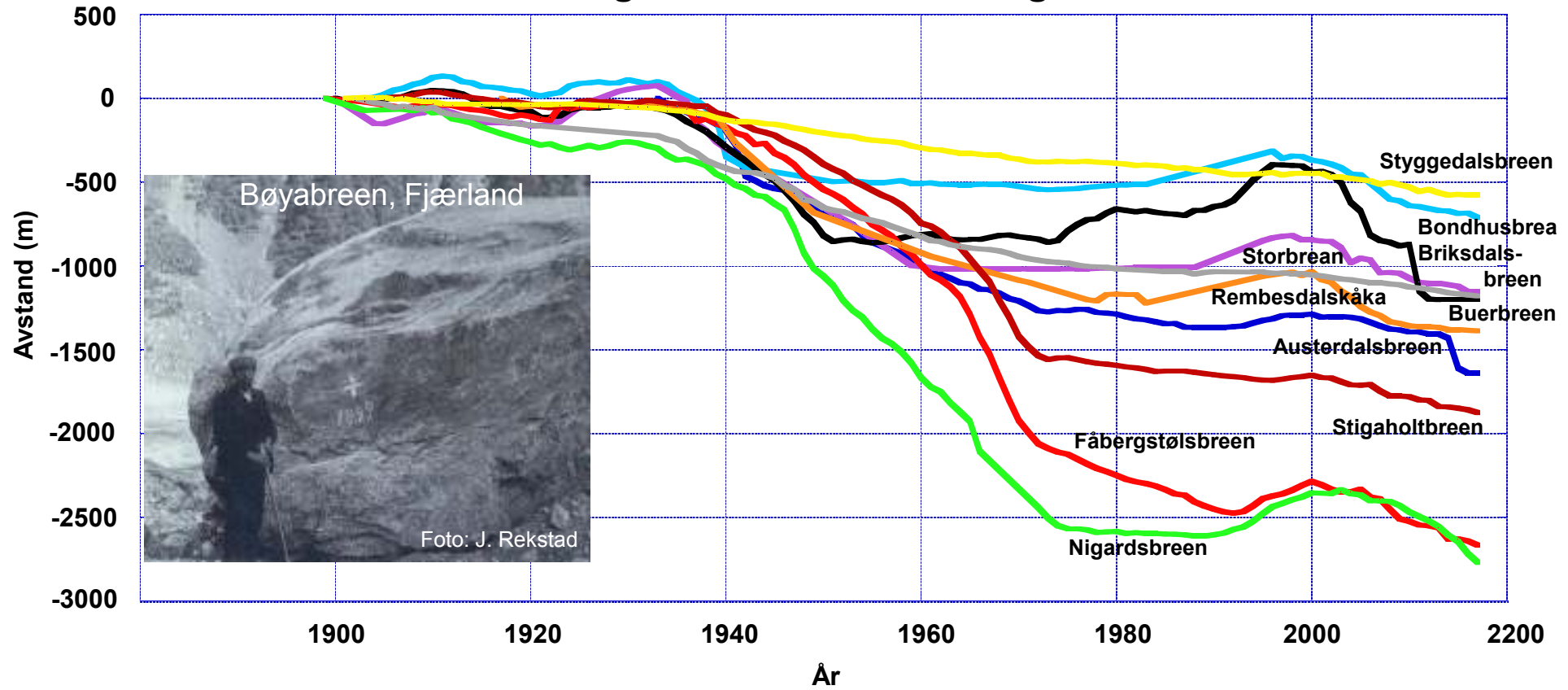


Briksdalsbreen

Foto: Sigbjørn Myklebust (1995, 1997), Ove Brynstad (2001-2003), Kurt Erik Nesje (2004), Atle Nesje (2005-2017)



# Frontendringar til brear i Sør-Noreg 1900-2017



Data: NVE





**Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE):**

**Massebalansemålingar på norske brear**



Foto: Hallgeir Elvehøy



## Massebalansemålingar på norske brear

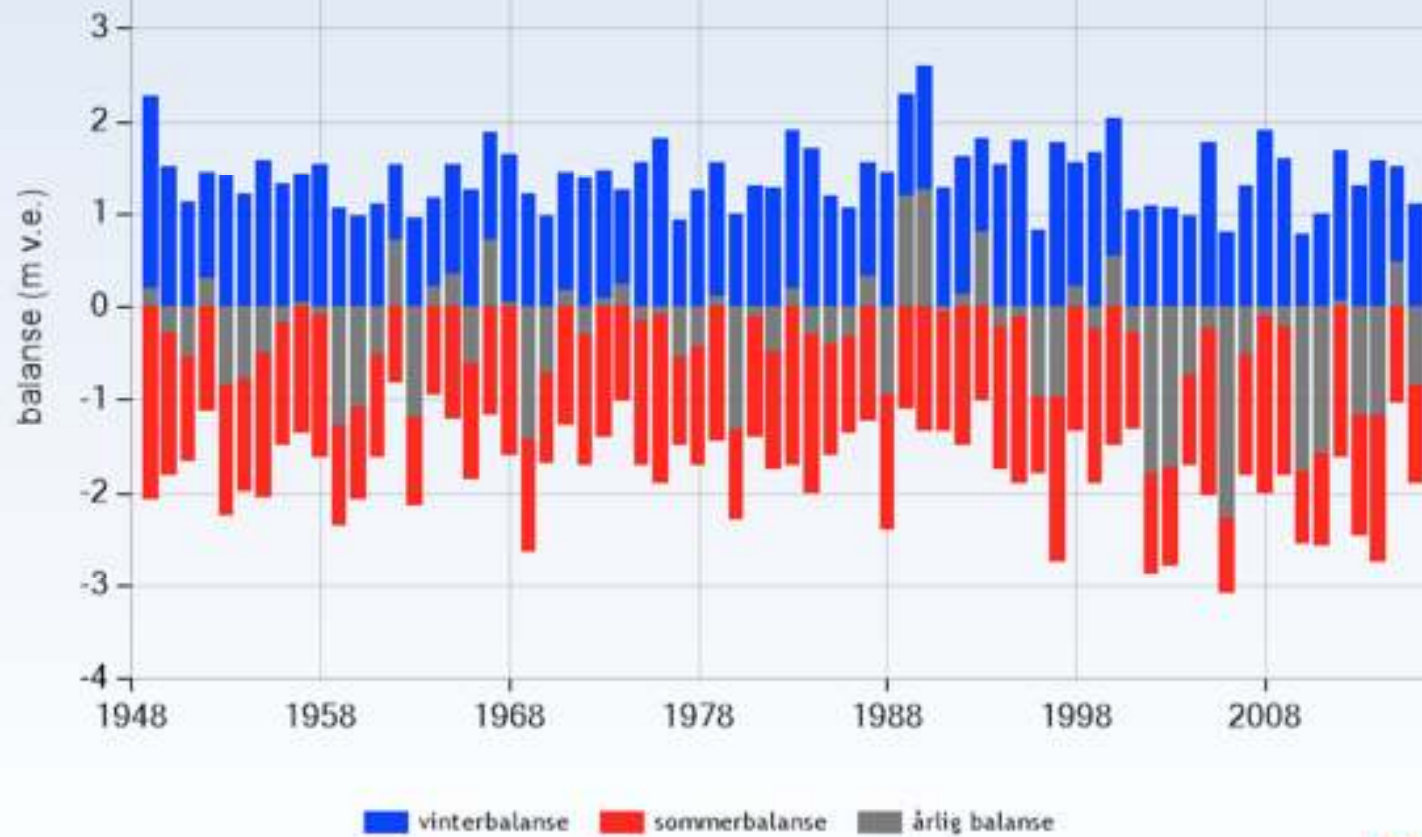




## Massebalansemålingane vart starta opp på Storbreen i Jotunheimen i 1949

Foto: Olav Liestøl.

Storbreen massebalanse 1949-2016



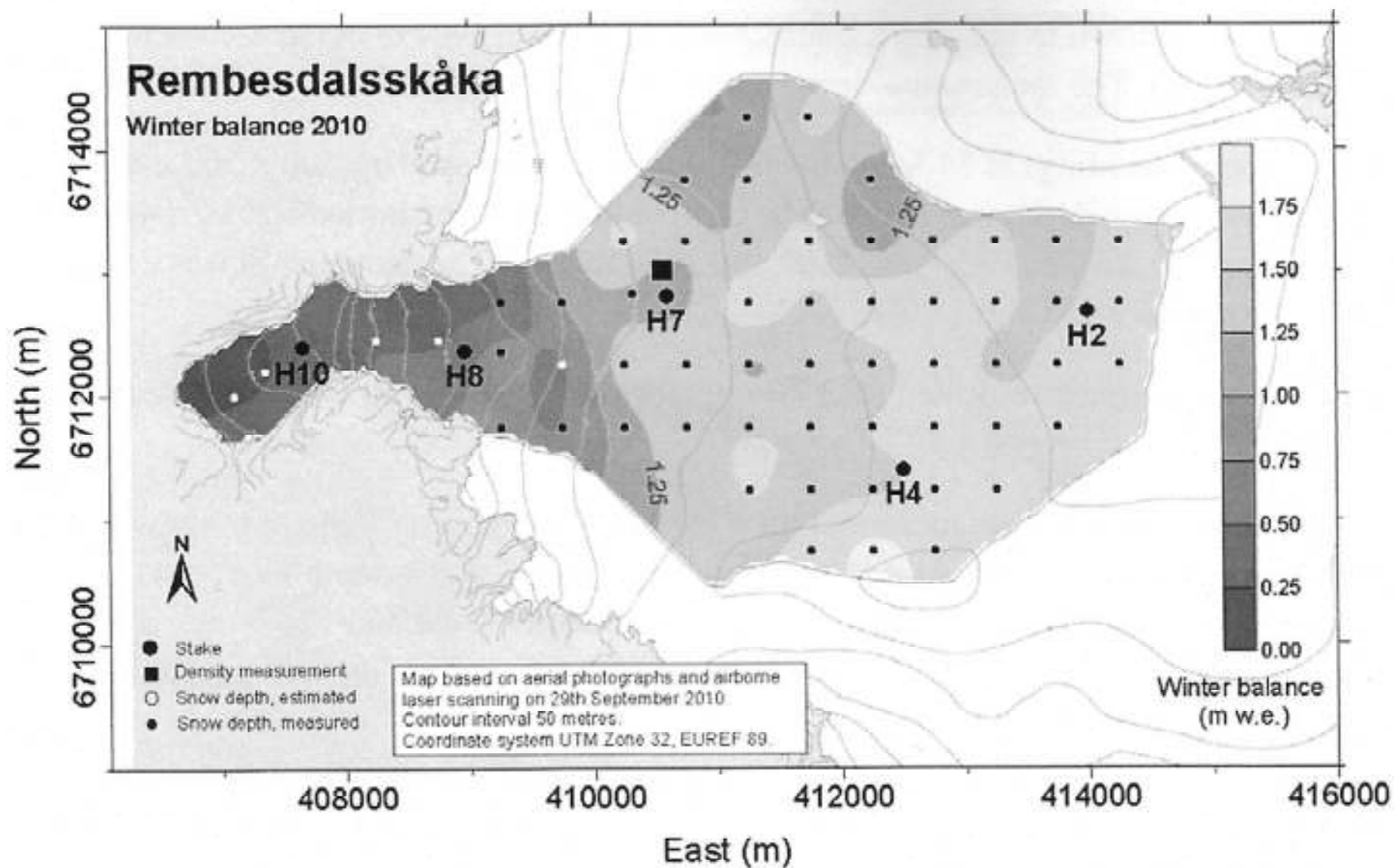
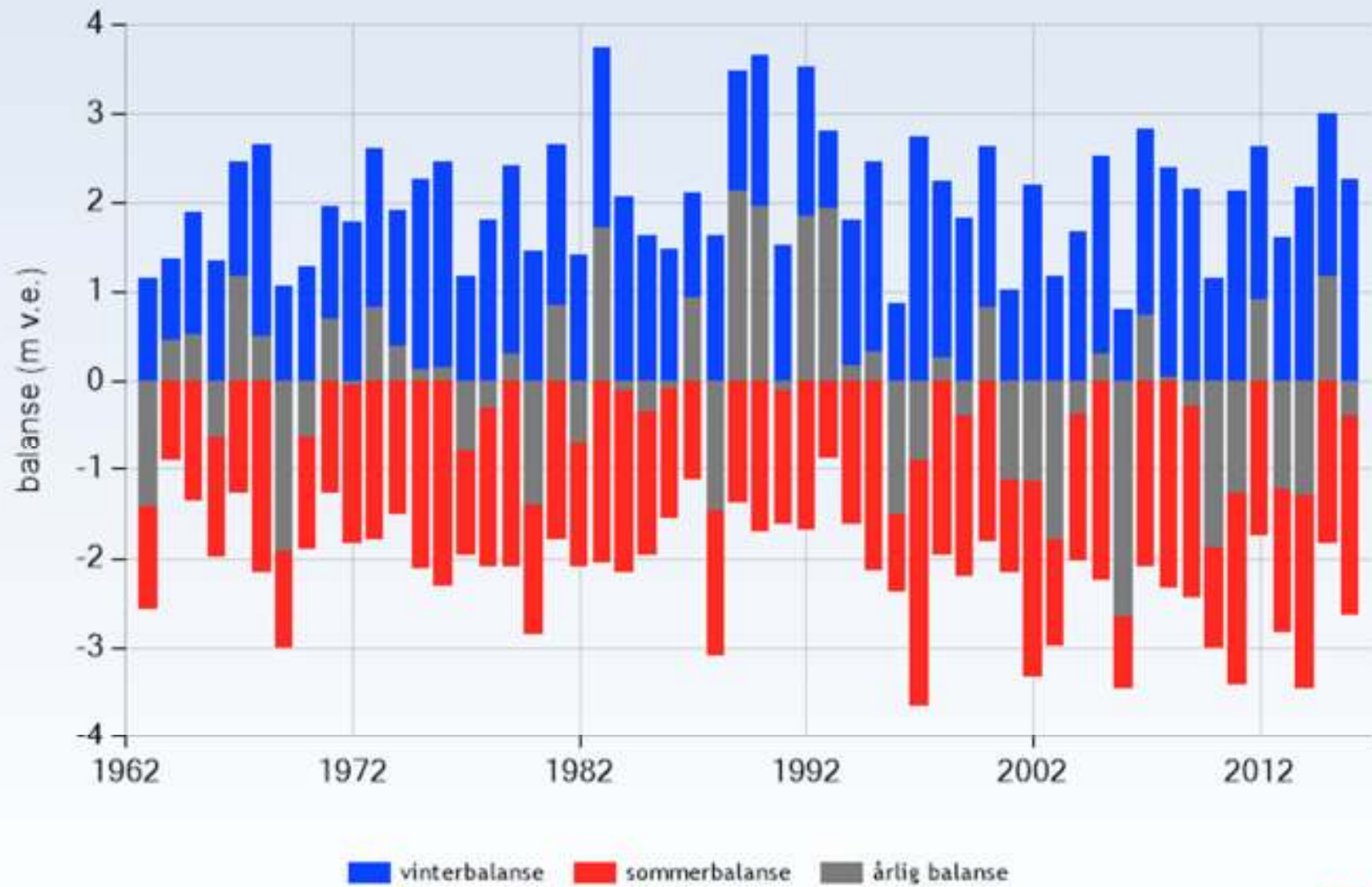


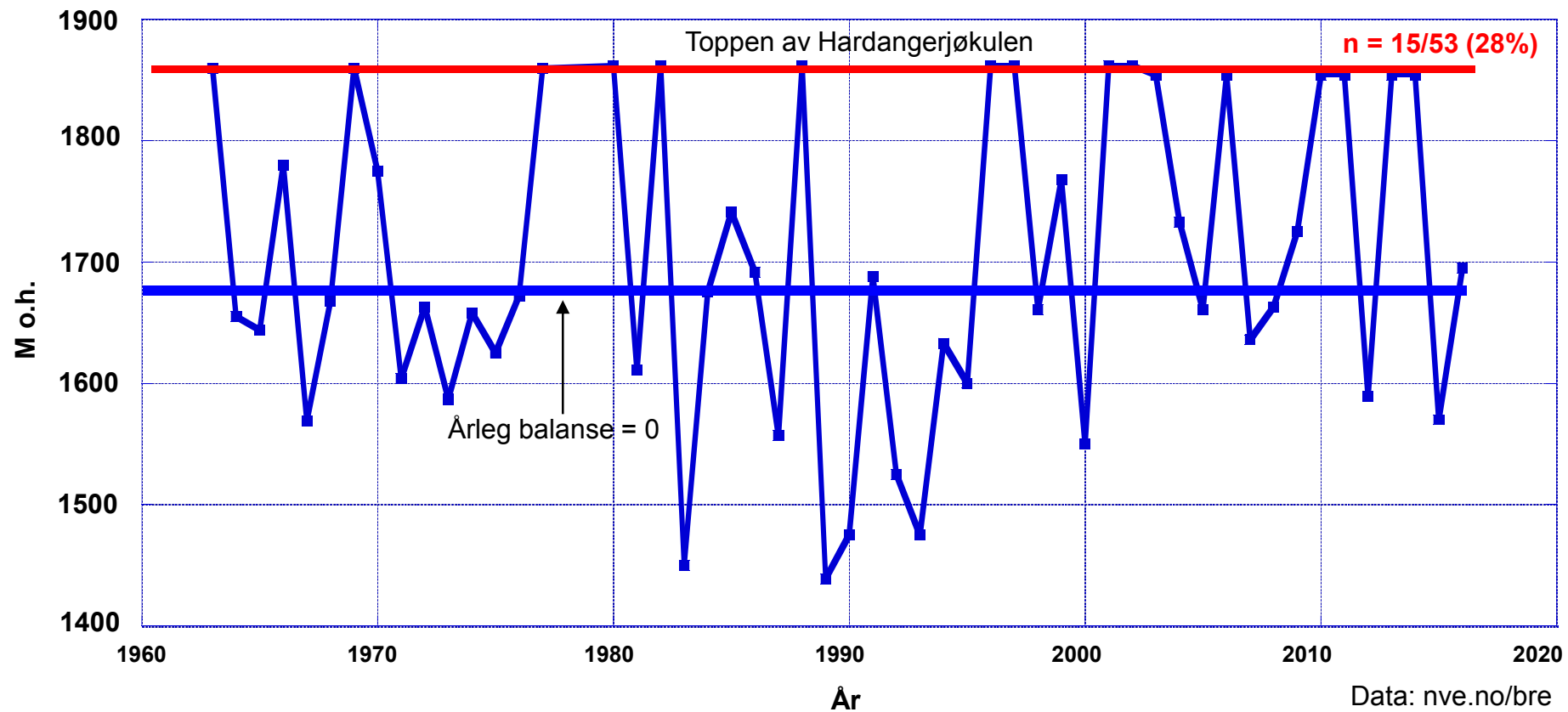
Figure 6-3  
Winter balance at Rembesdalsskåka interpolated from 54 measurements (•) of snow depth and five estimated points.



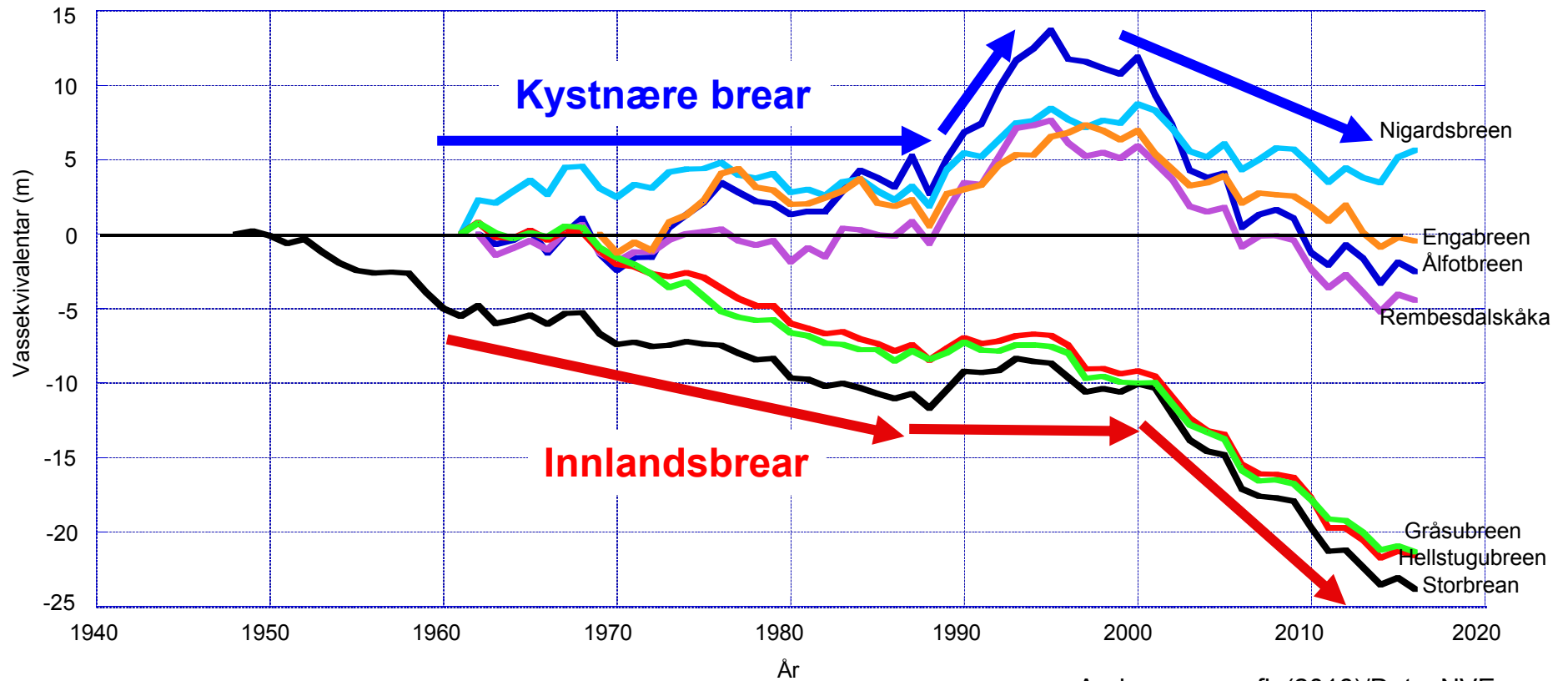
## Rembesdalskäka massebalanse 1963-2016



## Variasjonar i likevektslina si høgde på Rembesdalskåka 1963 - 2016



# Kumulativ årleg (netto-) balanse på norske brear 1949-2016

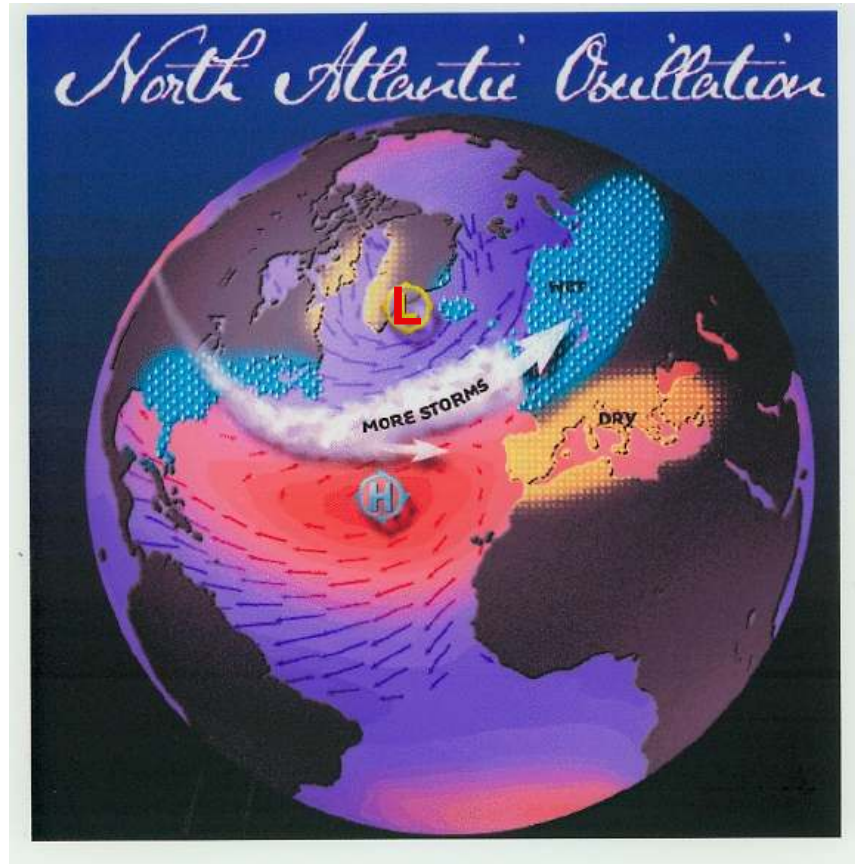


Andreassen m.fl. (2016)/Data: NVE

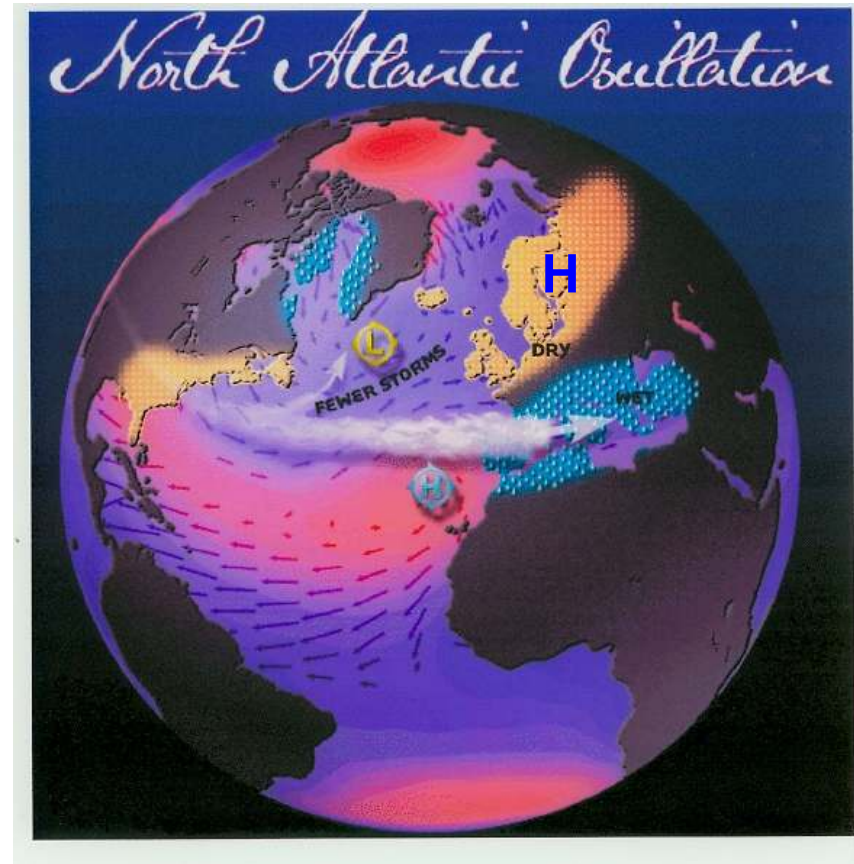


# Den nord-atlantiske oscillasjonen (NAO)

**NAO +**



**NAO -**



Etter Martin Visbeck

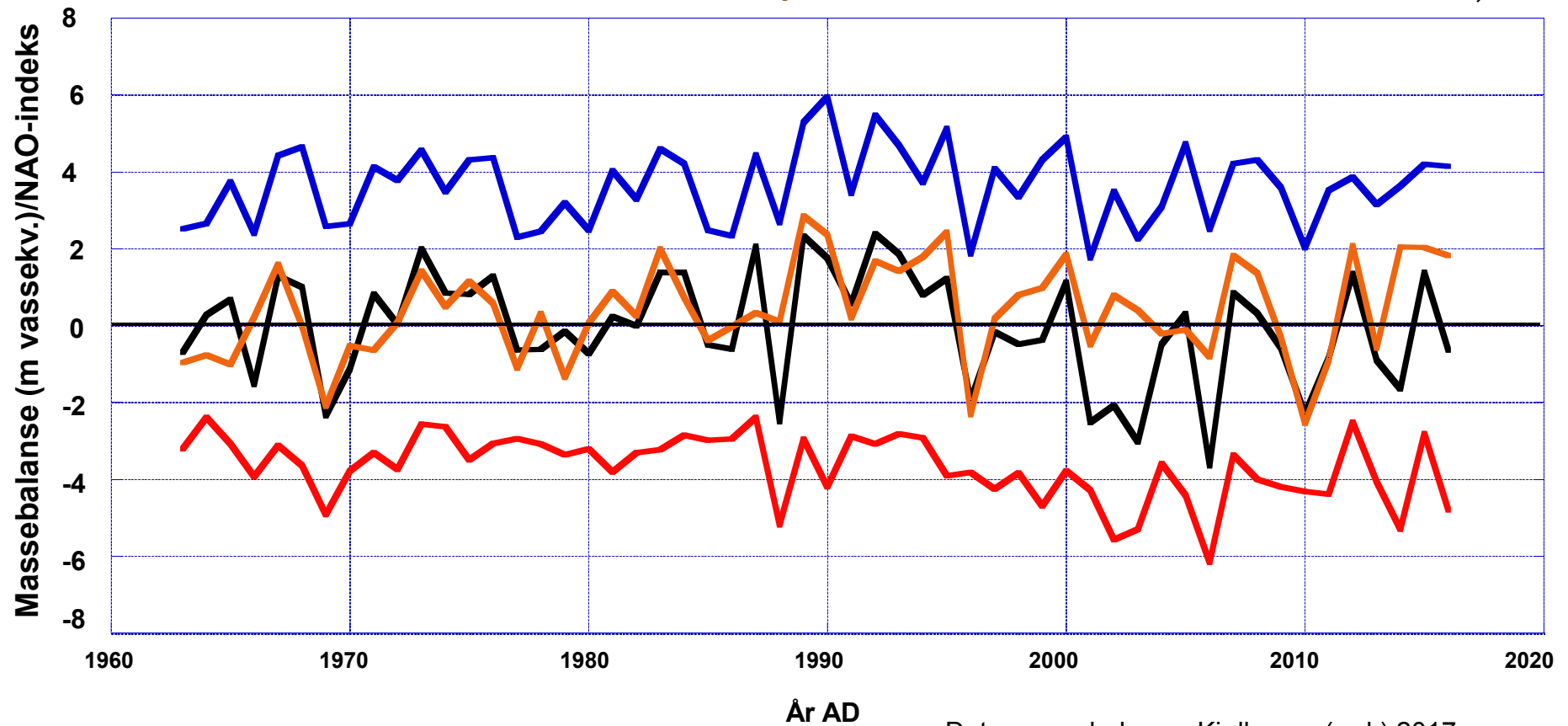
# Massebalansevariasjonar på Ålfotbreen 1963-2016

**Bw – Vinterbalanse**  
**Bs – Sommarbalanse**  
**Ba – Årleg (netto-) balanse**

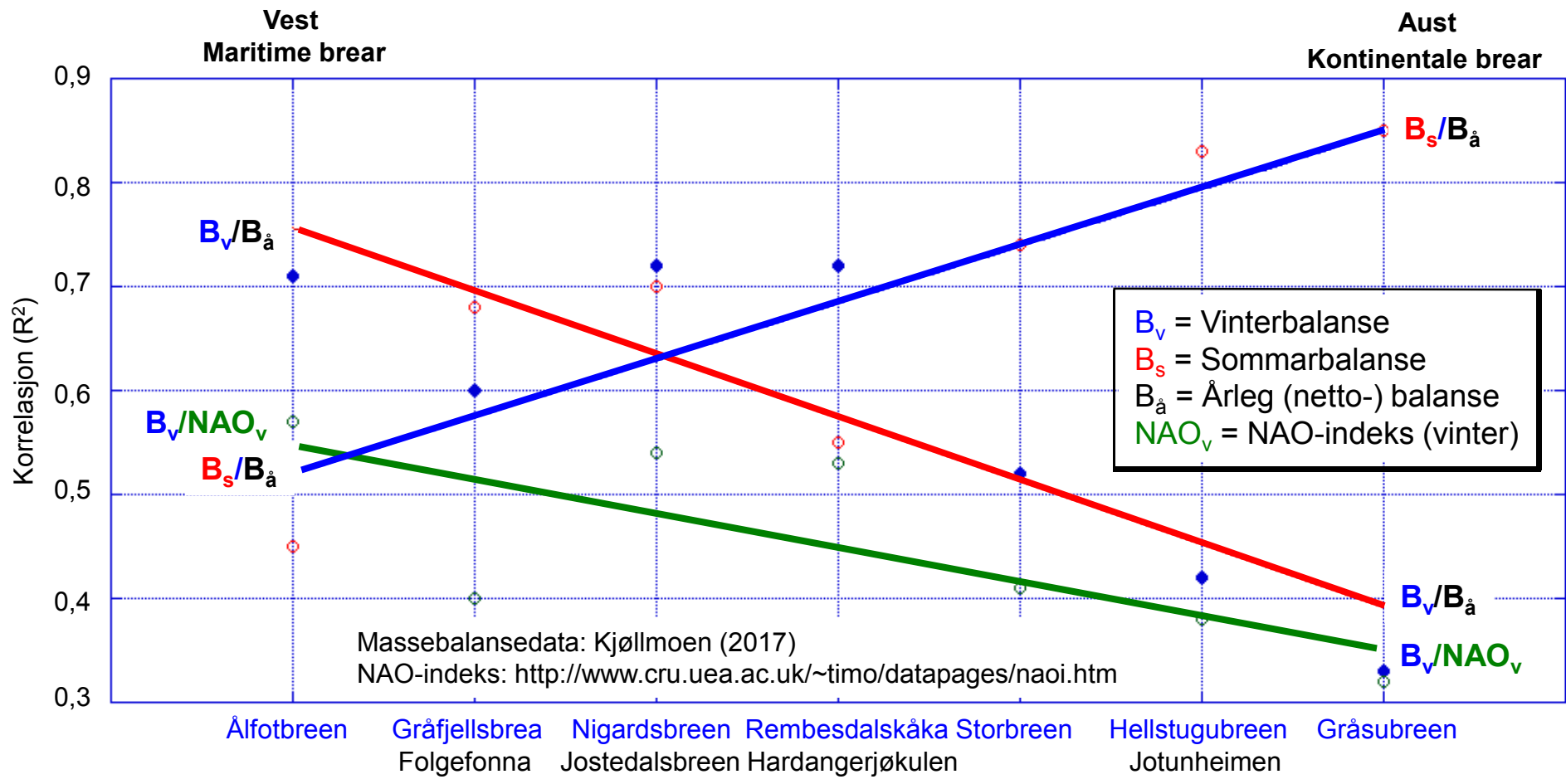
**NAO – Nordatlantiske oscillasjons-indeksen**

Bw/NAO:  $R^2 = 0,53$

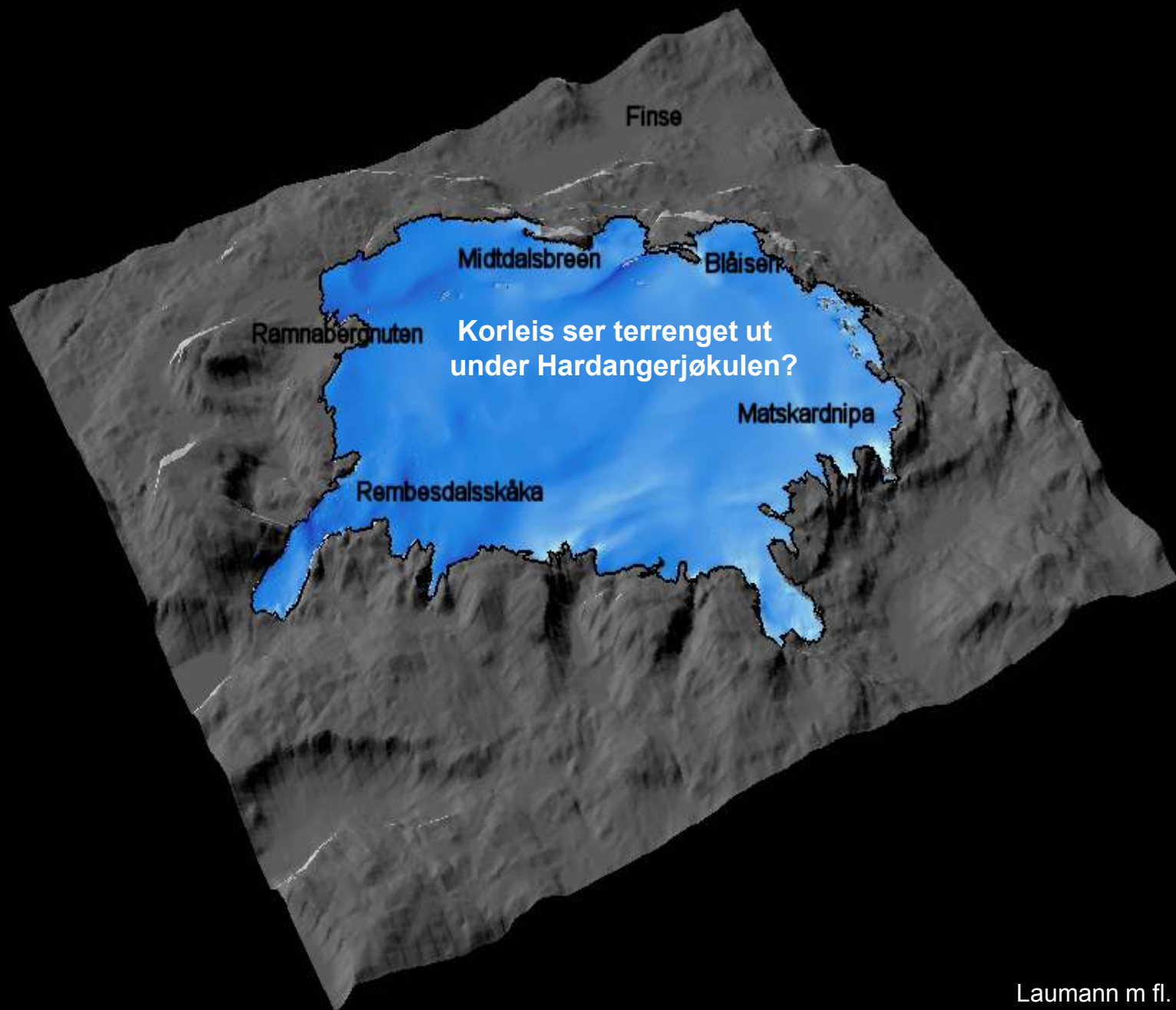
Ba/NAO:  $R^2 = 0,41$



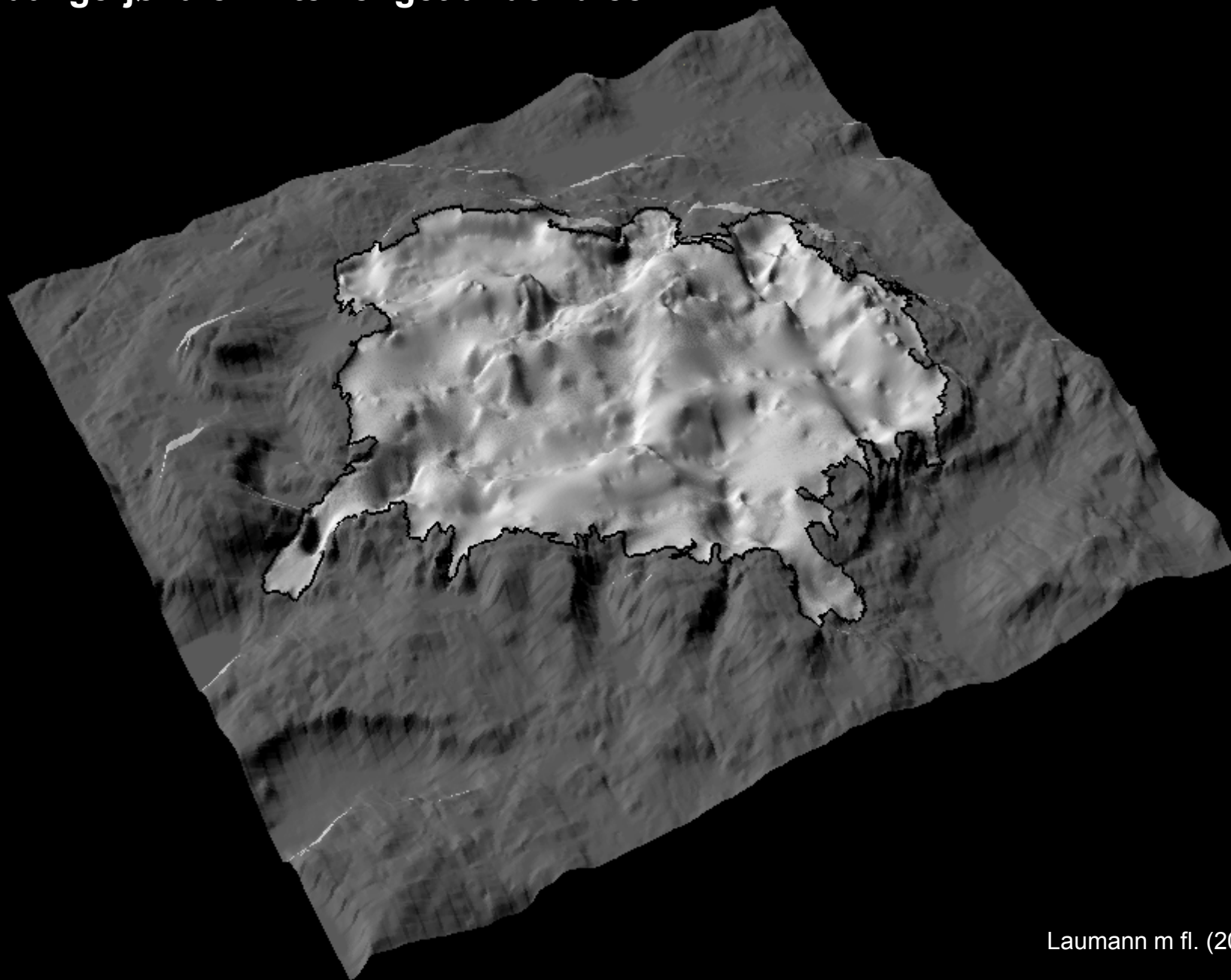
Data massebalanse: Kjøllmoen (red.) 2017  
Data NAO-indeks: Tim Osborn (web)







## Hardangerjøkulen – terrenget under breen



Laumann m fl. (2011)

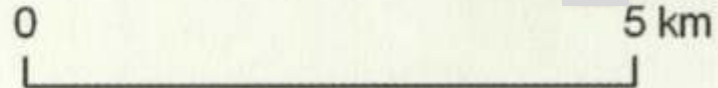
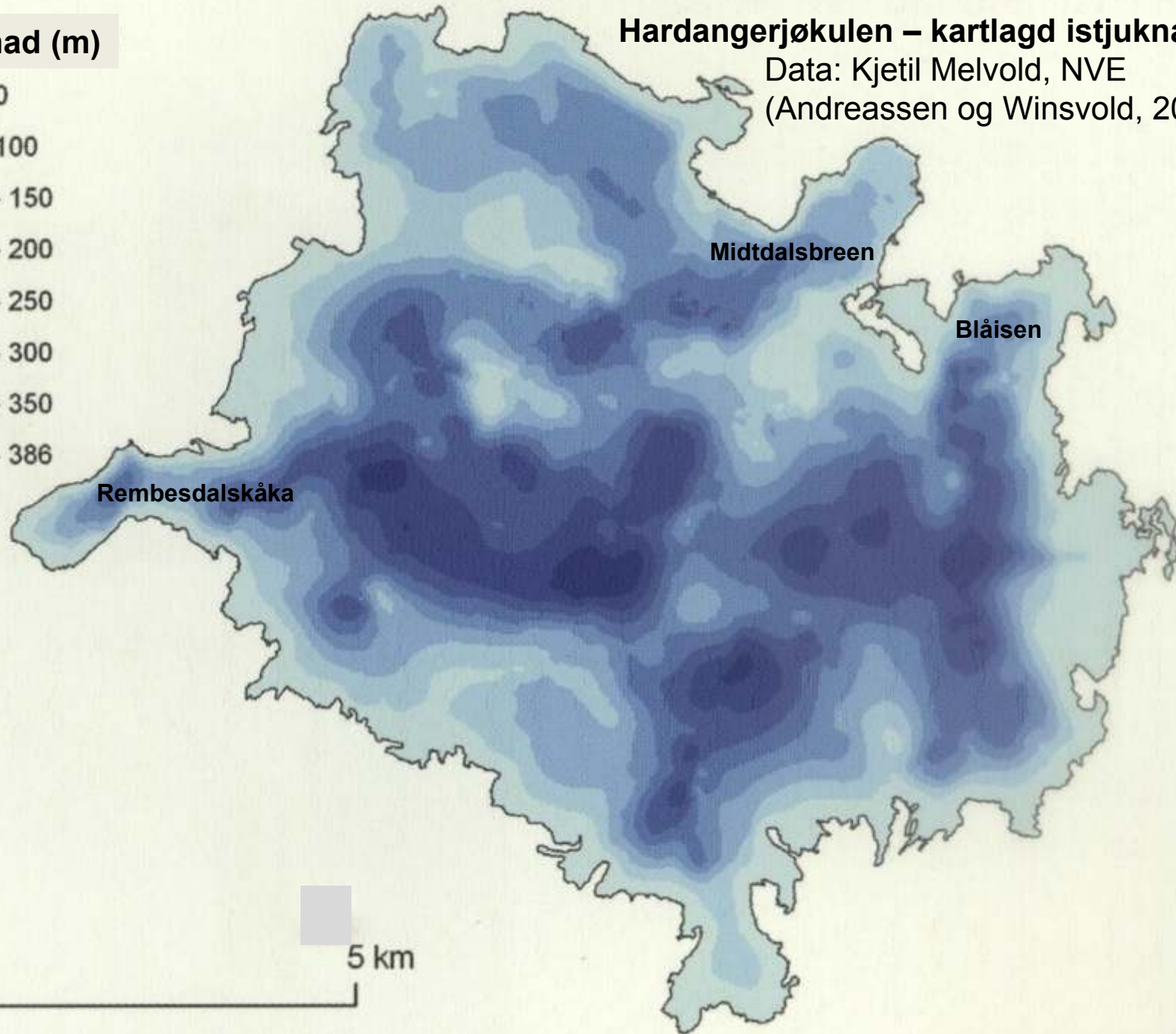
**Istjuknad (m)**



**Hardangerjøkulen – kartlagd istjuknad**

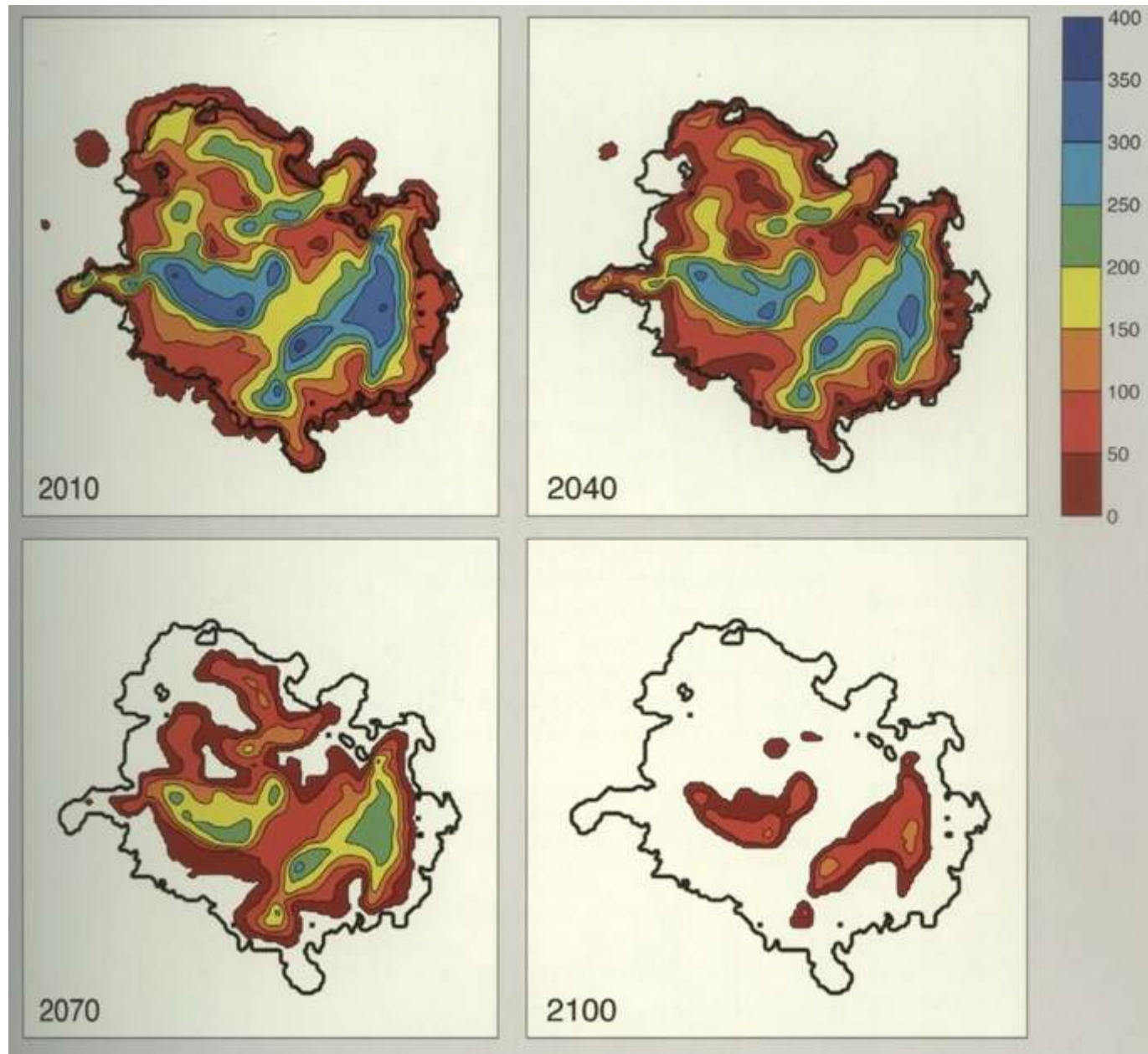
Data: Kjetil Melvold, NVE

(Andreassen og Winsvold, 2012)

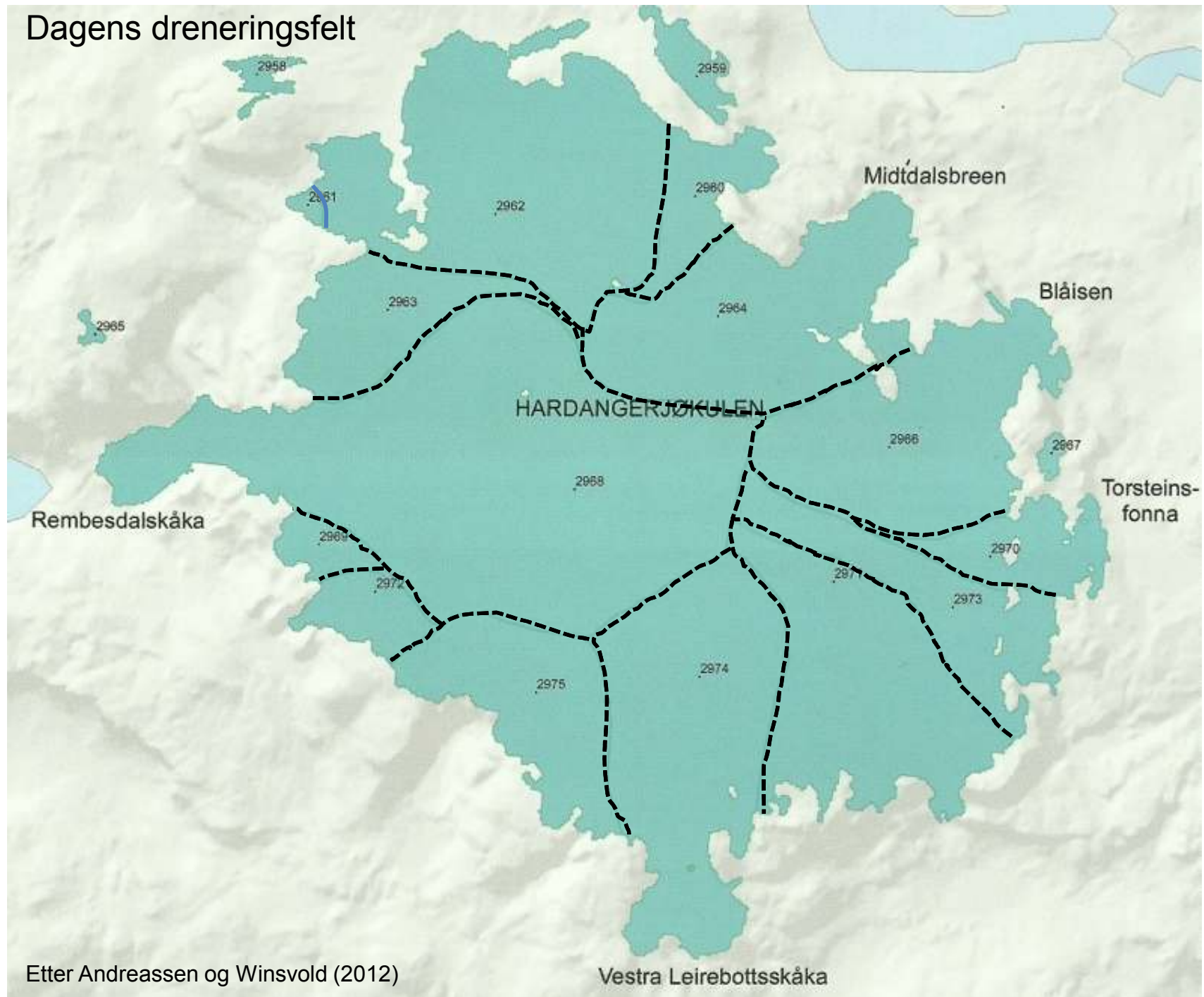




**Hardangerjøkulen – Modellert istjuknad I framtida med  
+3°C og +10% nedbør (Giesen og Oerlemans, 2010)**



# Dagens dreneringsfelt



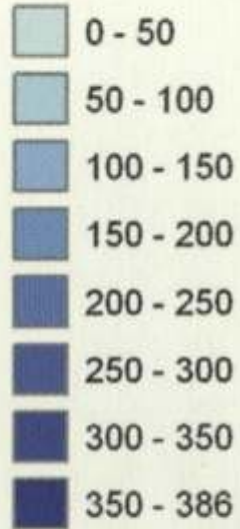
Etter Andreassen og Winsvold (2012)

Vestra Leirebottsskåka

# Hardangerjøkulen – kartlagd istjuknad

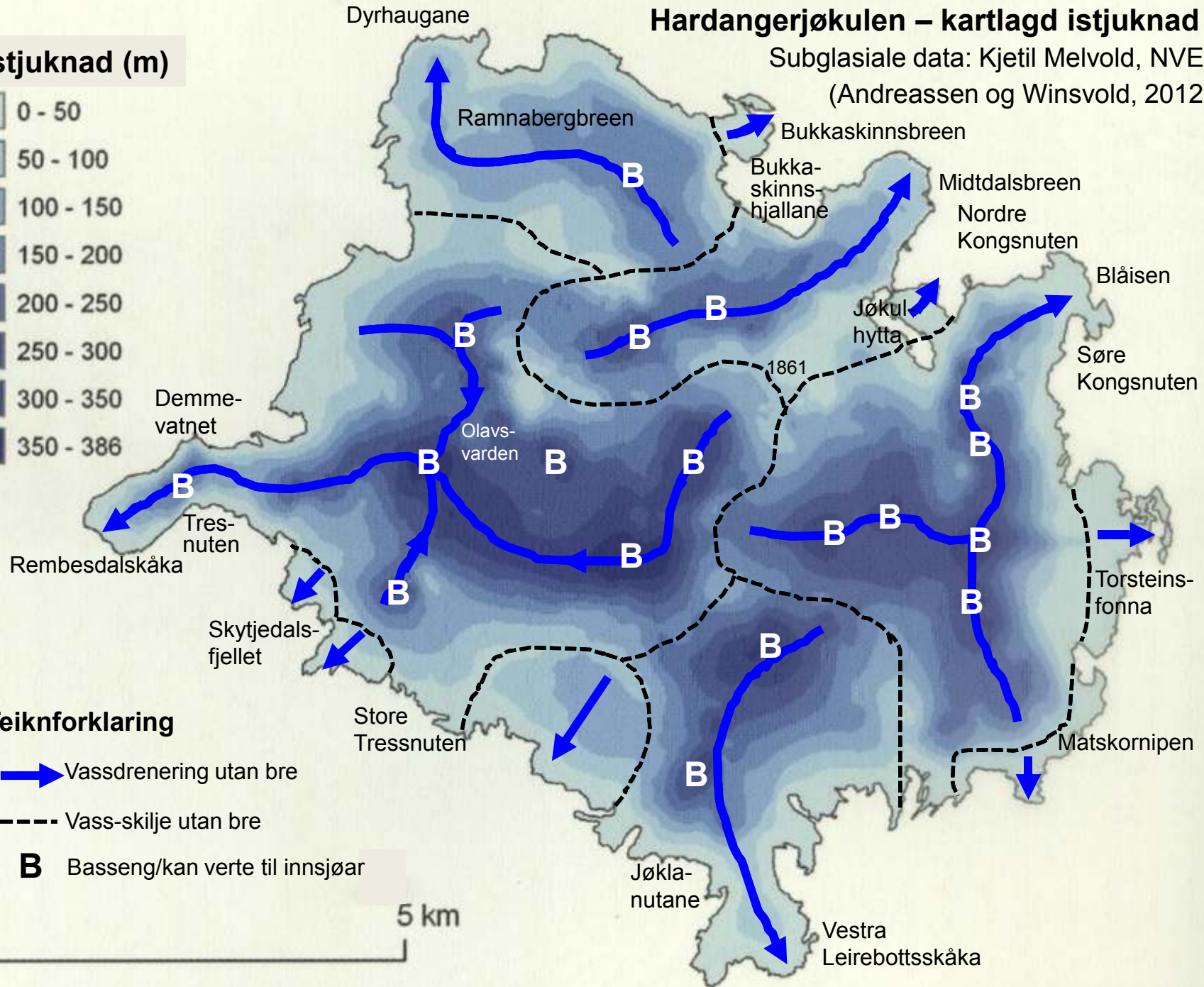
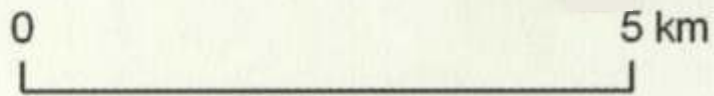
Subglasiale data: Kjetil Melvold, NVE  
(Andreassen og Winsvold, 2012)

## Istjuknad (m)

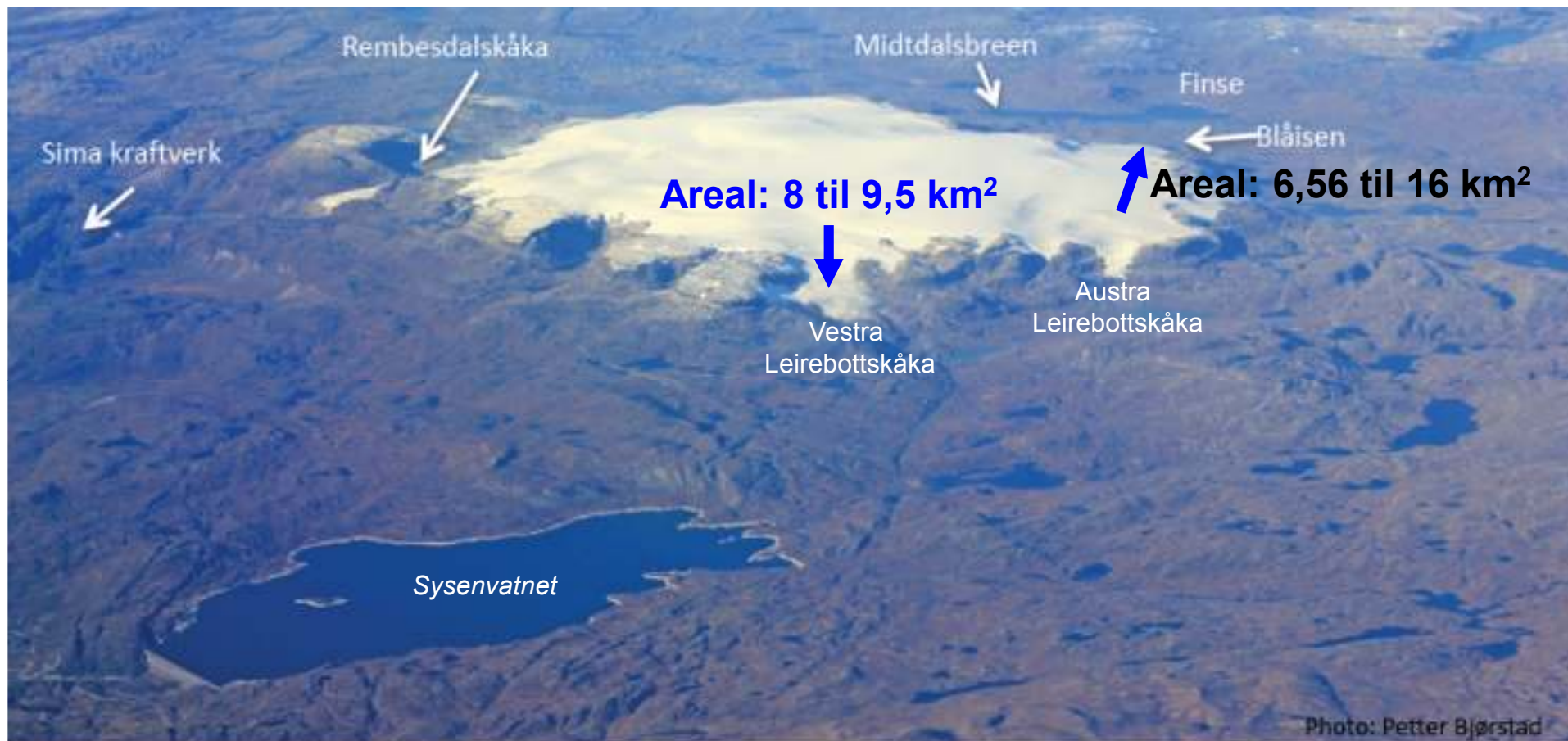


## Teiknforklaring

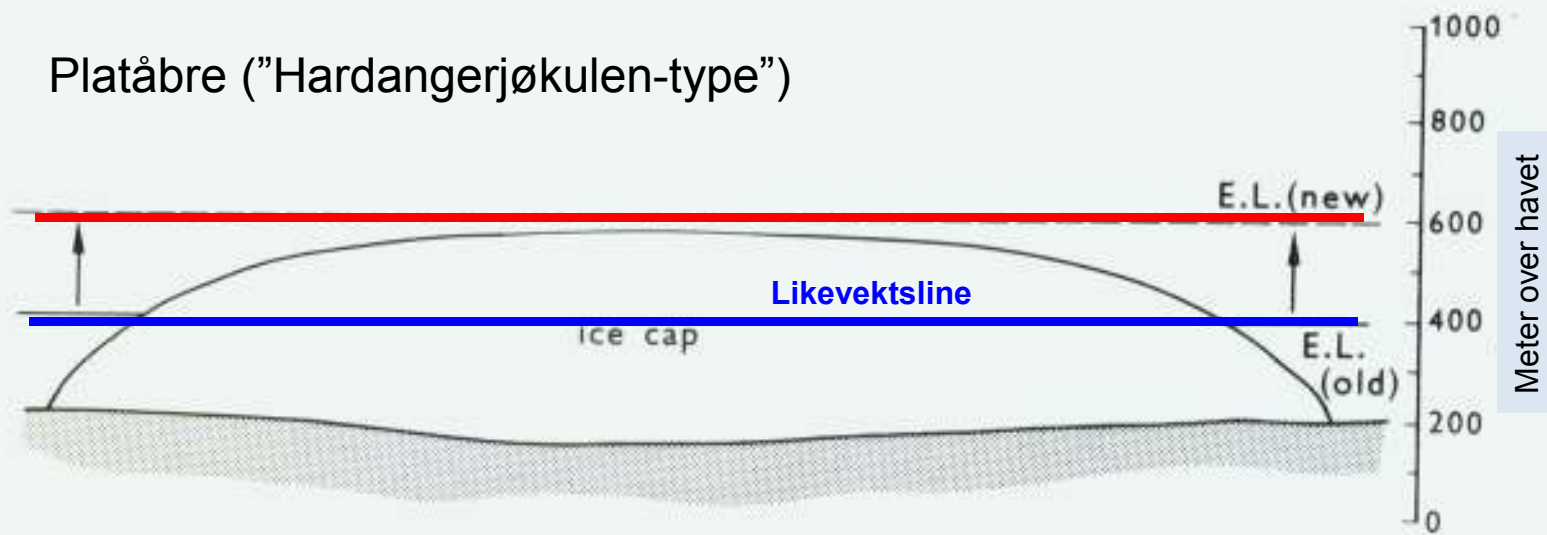
- Vassdrenering utan bre
- Vass-skilje utan bre
- B** Basseng/kan verte til innsjøar



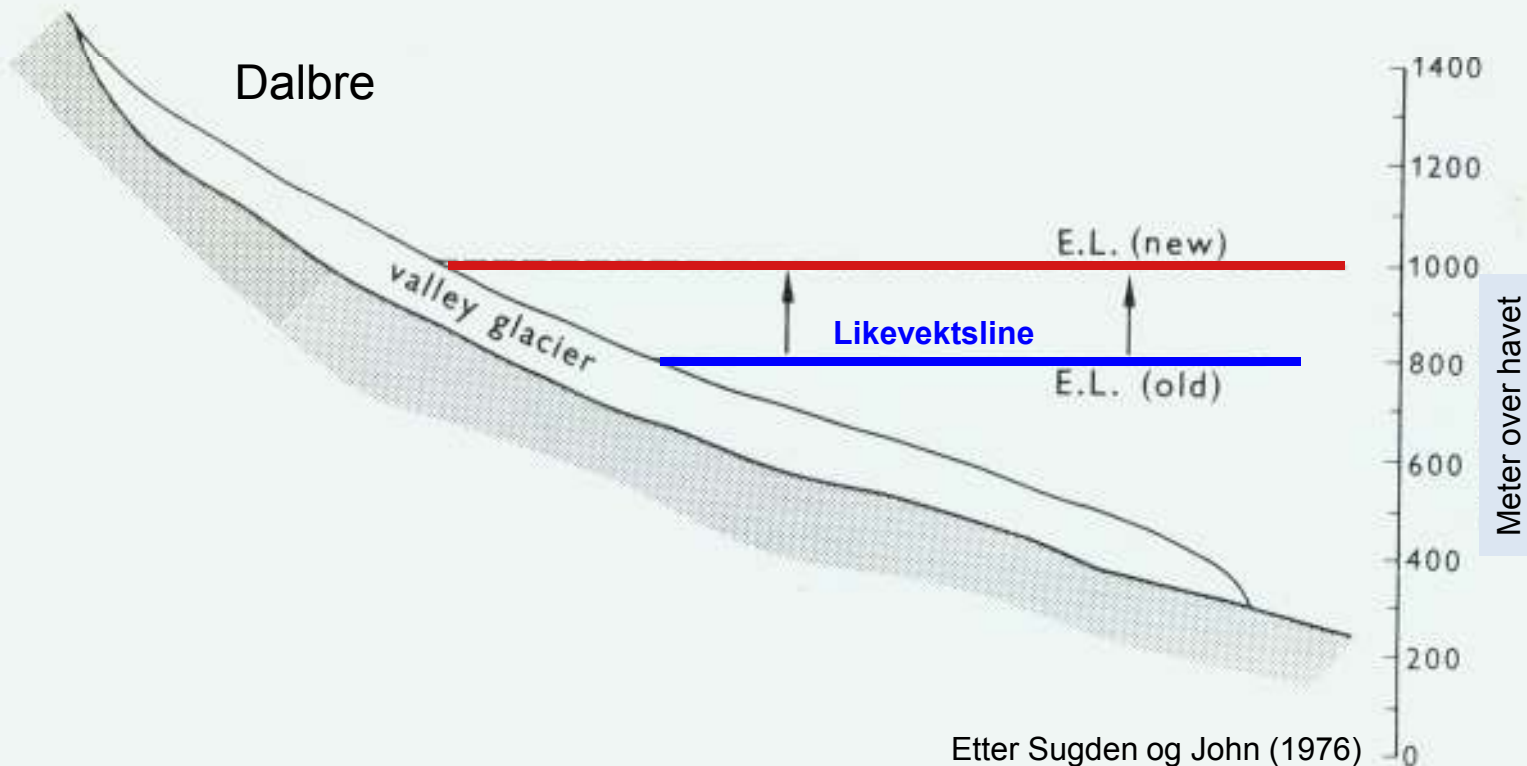




# Platåbre ("Hardangerjøkulen-type")

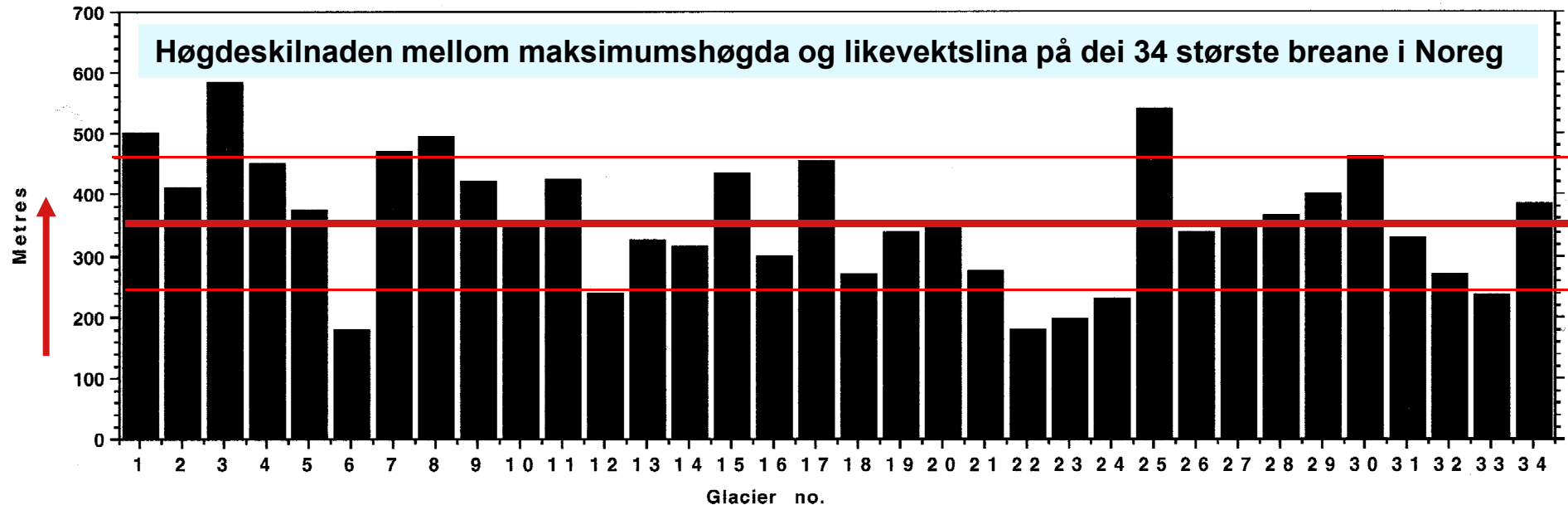


# Dalbre



Etter Sugden og John (1976)

Klima-scenaria for endring i vinternedbør og sommartemperatur i 2100 kan føre til ei heving av likevektslina med  $350 \pm 100$  m



1-Jostedalsbreen, 2-Vestre Svartisen, 3-Søndre Folgefonna, 4-Østre Svartisen, 5-Blåmannsisen, 6-Hardangerjøkulen, 7-Myklebustbreen, 8-Okstindbreen, 9-Øksfjordjøkulen, 10-Harbardsbreen, 11-Salajekna, 12-Spørteggbreen, 13-Nordre Folgefonna, 14-Giccecokka, 15-Frostisen, 16-Sikilbreen, 17-Tindefjellbreen, 18-Bre Gråtådal, 19-Tystigbreen, 20-Holåbreen, 21-Grovabreen, 22-Ålftbreen, 23-Fresvikbreen, 24-Seilandsjøkulen, 25-Strupbreen/Koppangbreen, 26-Smørstabbreen, 27-Gjegalundbreen, 28-Hellstugubreen 29-Bre Beiardalen, 30-Storsteinsfjellbreen, 31-Søndre Jostefonn, 32-Langfjordjøkulen, 33-Midtre Folgefonna, 34-Veobreen



**Notid**

Galdhøpiggen



Foto: Helge J. Standal

**Om 100 år...?**



Foto: Helge J. Standal, Illustrasjon: Eva Bjørseth



**Omnsbreen, Finse,  
14. september 2014**

*Takk for meg!*

**Reinsdyrgevir  
~4100 år gamalt!**

Foto: Ingvild Nesje