

**DTU**



# Tyngdarmátingar sum amboð at fylgja einum skiftandi veðurlagi

*Hvat kunnu broytingar í tyngdarfeltinum siga okkum um skiftandi vatnstøðu, í Føroyum og heiminum annars?*

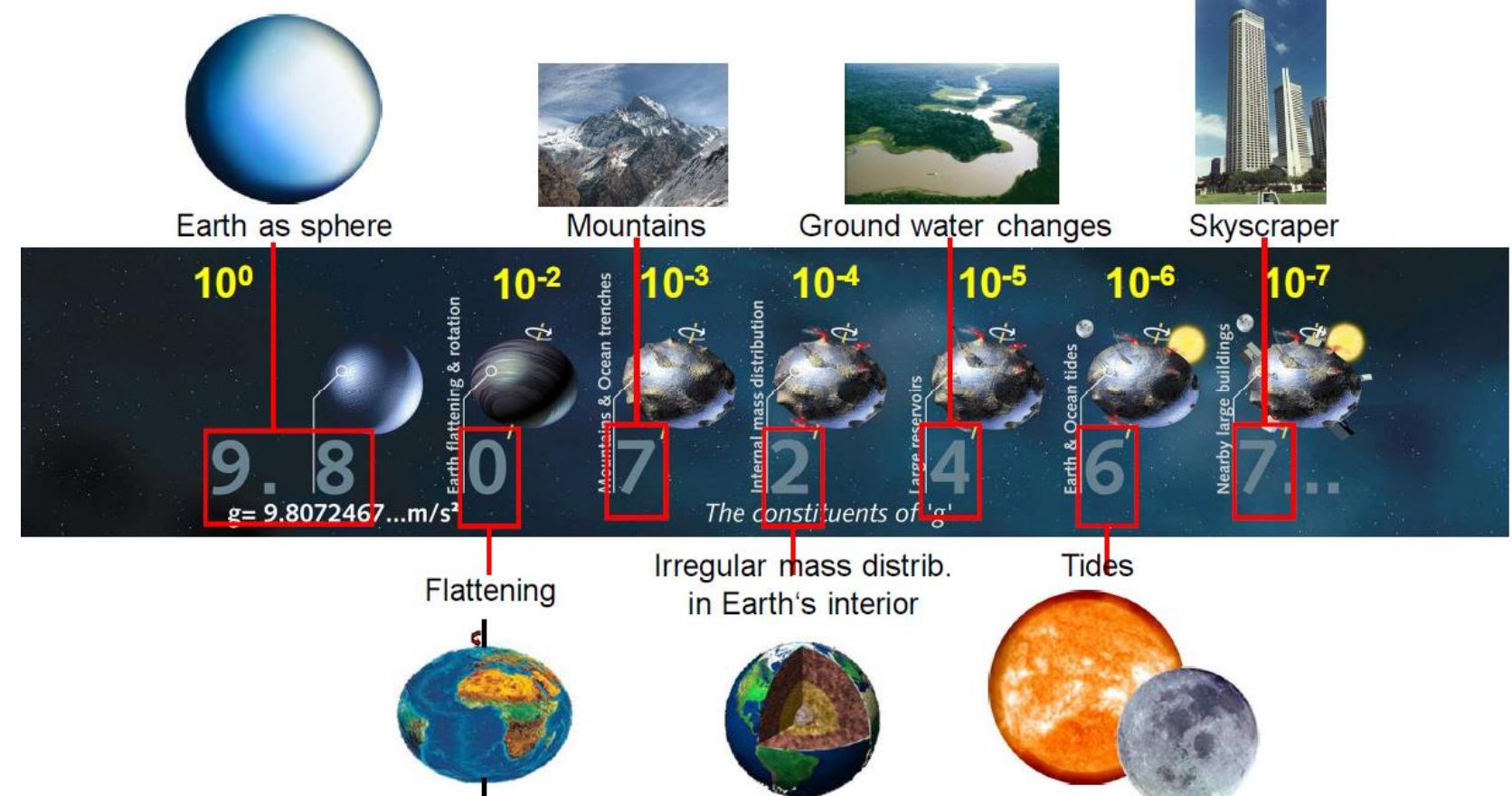
Hergeir Teitsson, phd-lesandi, DTU Space  
[herteit@space.dtu.dk](mailto:herteit@space.dtu.dk)

# Innihald

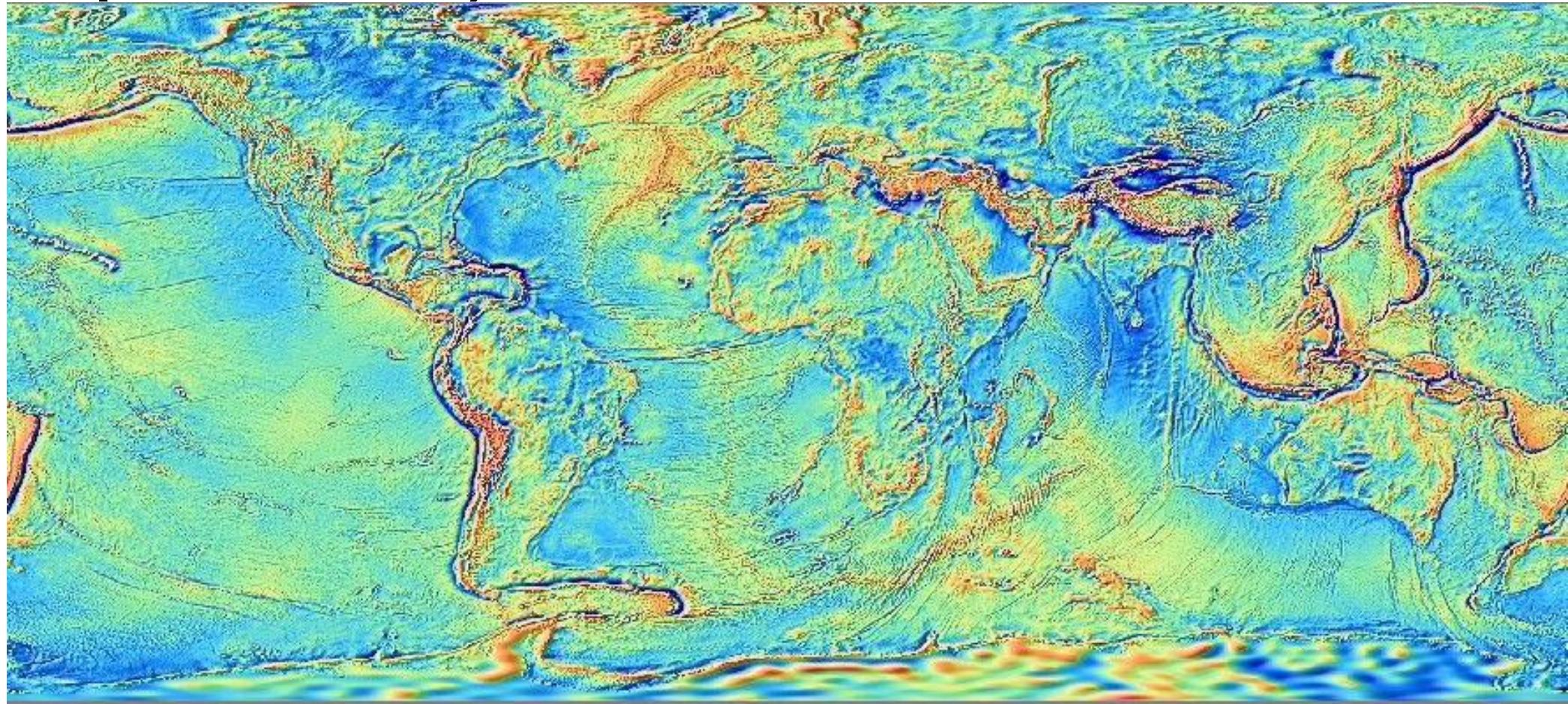
- Um tyngdarmegi og broytingar í tyngdarfeltinum
- Fylgisveinamátingar av broytingum í tyngdarfeltinum: GRACE og GRACE-FO
- Árin av tyngdarfeltsbroytingum á vatnstøðuna

# Tyngdarfeltið á jörðini

- Tyngdarmátturin er ikki eins allastaðni á jörðini
- Tyngdarmátturin kann broytast yvir tíð
- $F = m \cdot g$
- $g$  er tengt at staði. Somuleiðis kann  $g$  broytast í tíð

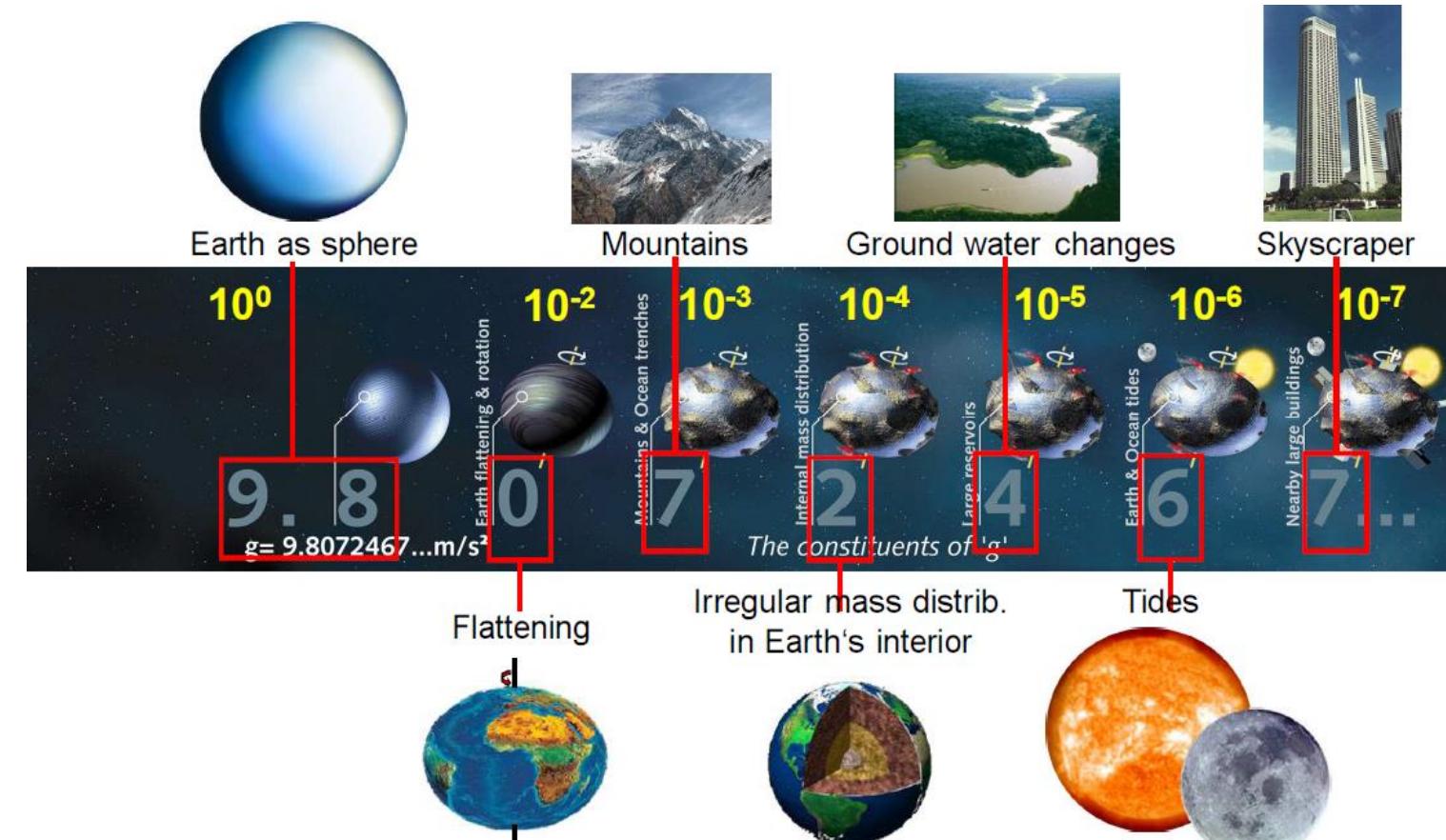


# Frávik í tyngdarfeltinum frá eini ideal jørð (referansu ellipsoidumodel)



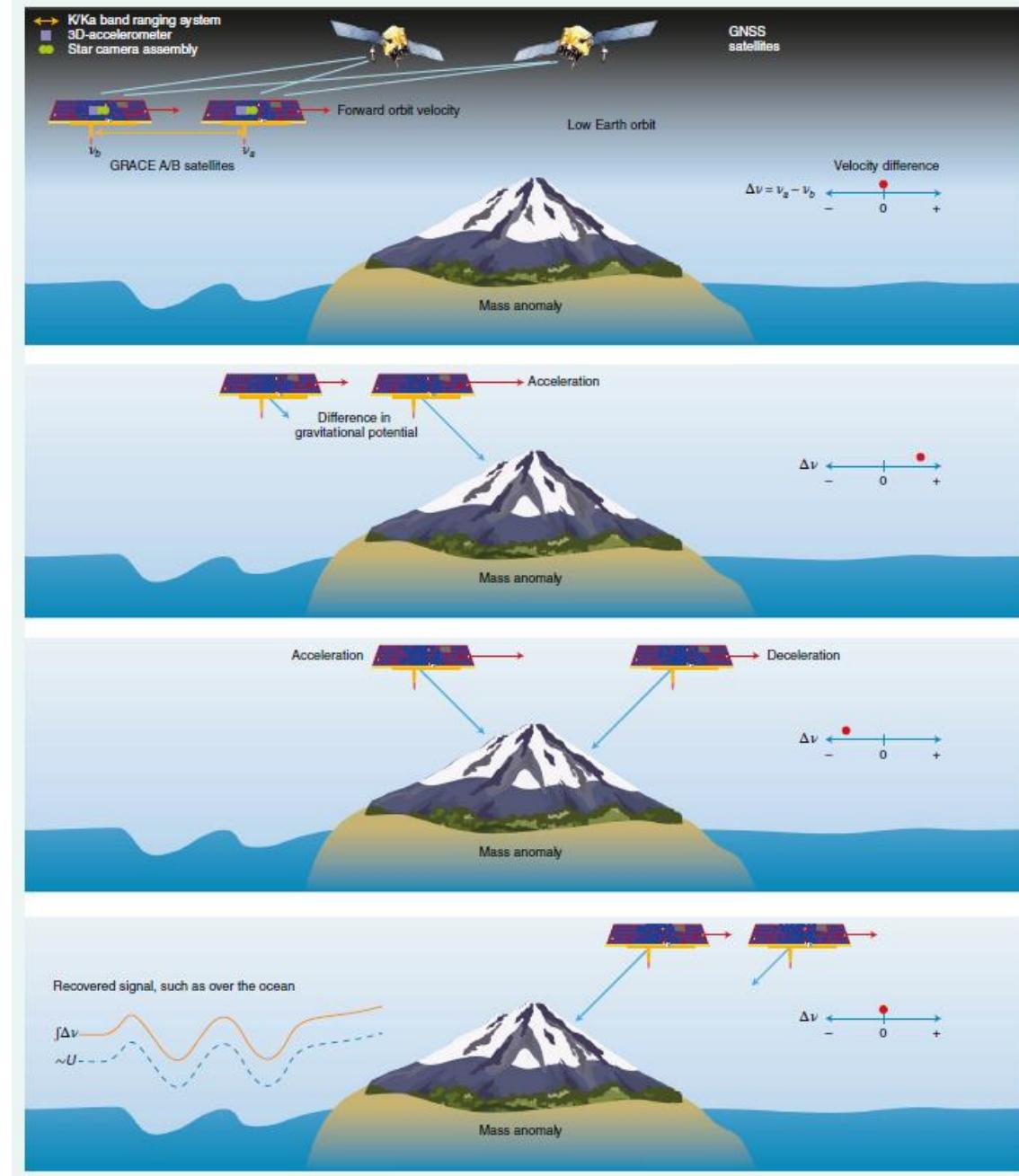
# Høvuðsorðsøkir til broytingar í tyngdarfeltinum

- Jarð- og landafrøðiligar broytingar
  - Jarðskjálvtar
  - Umskipan av massa jørðini
  - Landhækking og lækking
- Vatnringrásin
  - Turkur og avfall
  - Bráðnandi ískápur og jøklar
  - Broytingar í grundvatni
- Lutfalsliga smáar broytingar, ið tó kunnu mótast rættiliga neyvt



# GRACE og GRACE-Follow On

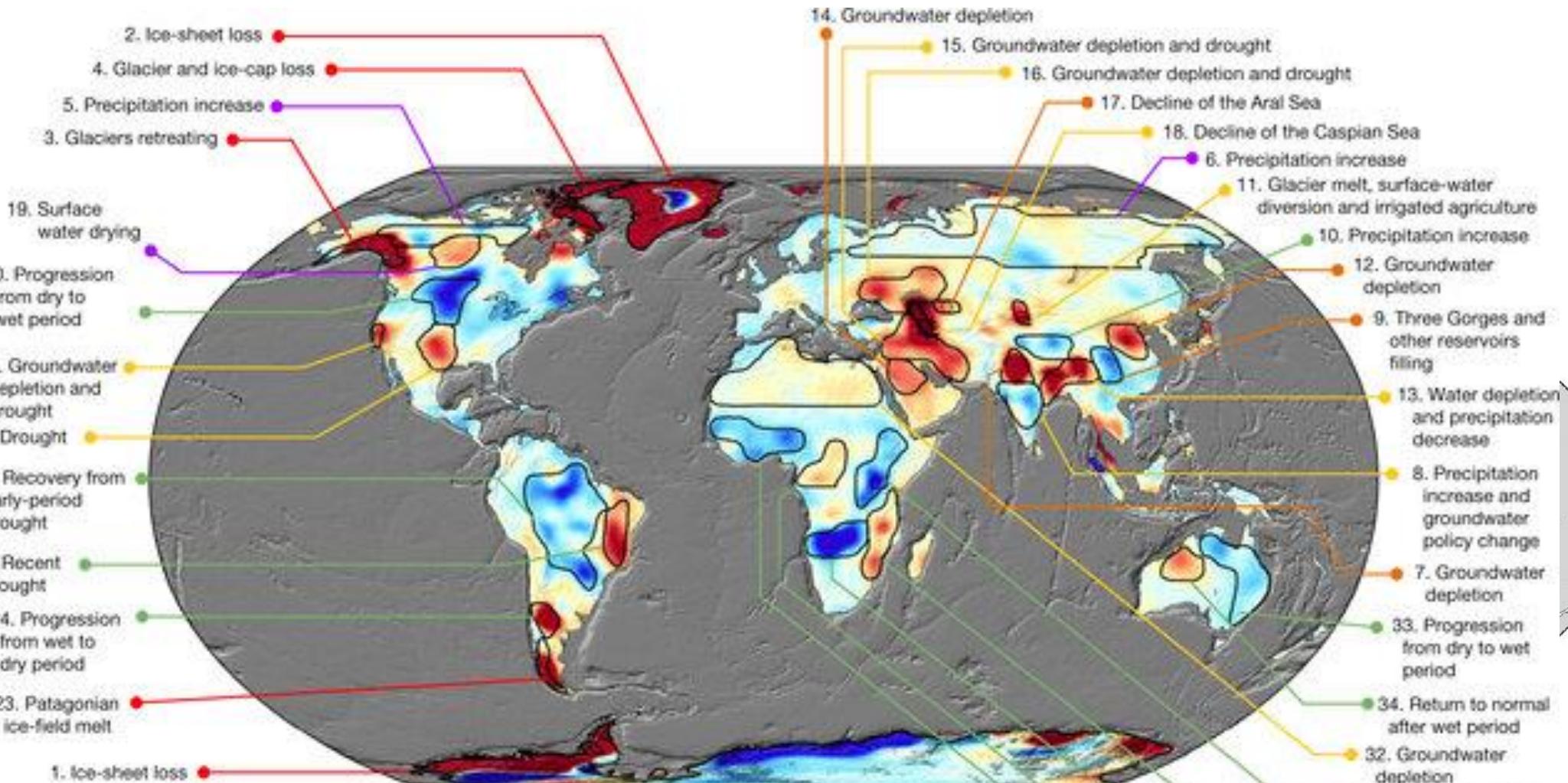
- Gravity Recovery and Climate Experiment.
- Felags samstarv millum USA og Týskland.
- GRACE var í ringrás frá 2002 til 2016. GRACE-FO hefur verið í ringrás síðan 2018.
- Frástøðan millum fylgisveinarnar er  $220 \pm 50$  km.
- Hæddin á ringrásini er áleið 450 km omanfyri jörðina.
- Mánaðarlig dátusett av broytingum í tyngdarfeltinum verða gjørd útfrá hesum mättingum. Hesi dátusett hava fingið avgerandi týdning í rapportunum hjá IPCC.



Tapley et al. 2019

**a**

30°  
60°  
90°  
W  
120°  
150°  
T

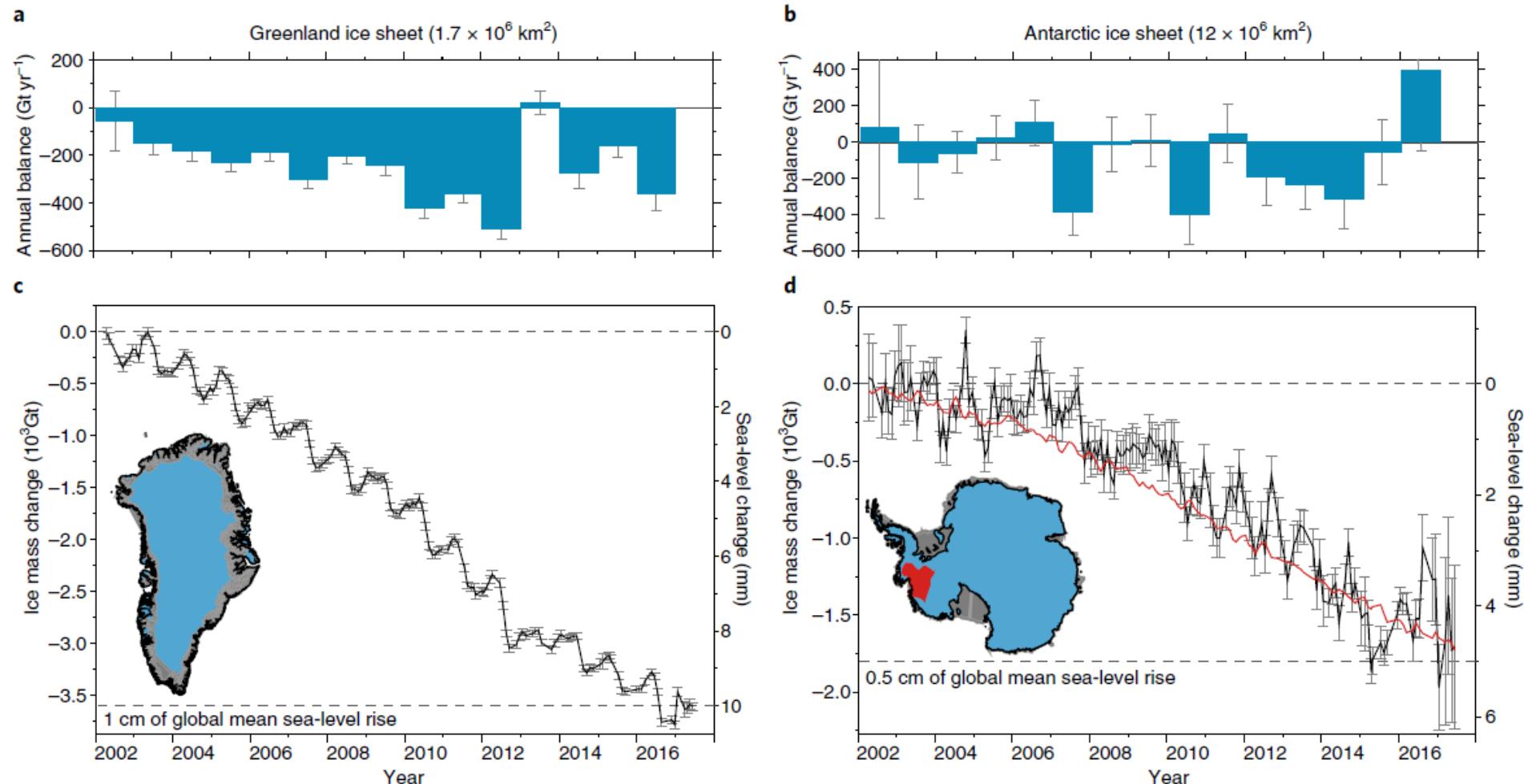
**b**  
Tapley e

- Probable climate change impact
- Possible climate change impact
- Probable direct human impact
- Possible or partial direct human impact
- Probable natural variability

Rodell et al. 2018

Í miðal minkar innlandsísurin í Grønland um 270 Gtons um árið í hesum tíðarskeiði. Hetta svarar til meira enn 0.7 mm globala havstigshækking um árið.

Í Antarktis er miðali ein minking á 150 Gtons um árið í sama tíðarskeiði. Hetta svarar til 0.4 mm globala havstigshækking um árið.

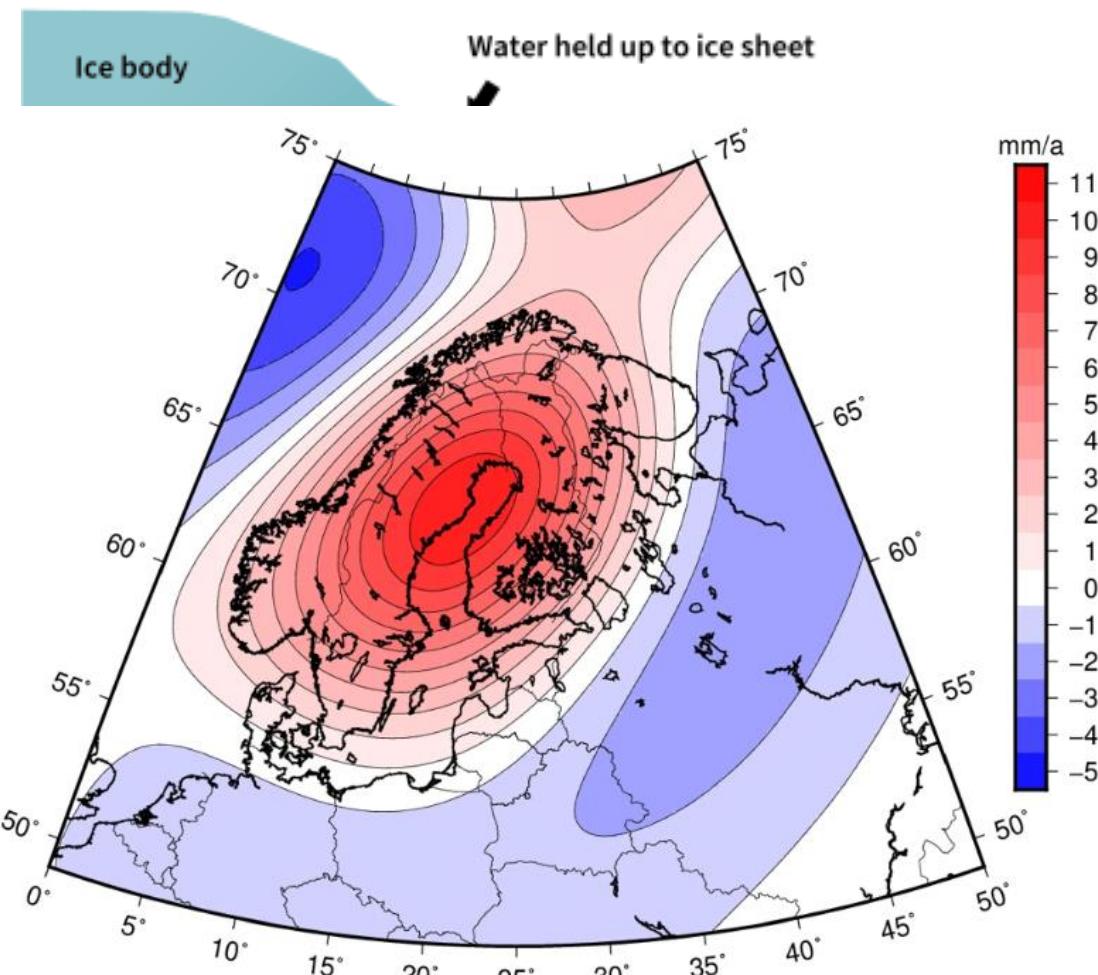


**Fig. 2 | GRACE observations of mass change of the Polar ice sheets between April 2002 and June 2017.** **a,b**, Annual mass balance of the Greenland Ice Sheet (**a**) and the Antarctic Ice Sheet (**b**). **c,d**, Time series of mass change of the Greenland Ice Sheet (**c**) and the Antarctic Ice Sheet (**d**), as well as the region of the Amundsen Sea Embayment only (red). Dashed lines indicate the equivalent global mean sea-level rise by 1 cm (**c**) and 0.5 cm (**d**). Updated from Sasgen et al.<sup>[19,126]</sup>. The data source is CSR RL05. Details on the data shown are presented in 'Data availability'.

Tapley et al. 2019

# Árin á tyngdarfeltið av bráðnandi ískápum á landi

- Frá tí bráðnandi ískápuni, í radius
  - 0-2200 km: havstøðan lækkar.
  - 2200-6600 km: havstøðan hækkar, men lutfalsliga lítið.
  - 6600 km og longur: havstøðan hækkar lutfalsliga nögv.
- Tó nögv meira samansett
- Landið hækkast, har ísurin bráðnar, av tí at minni massi liggur á jarðarskorpuni.



The uplift in northern Europe as calculated with the best-fitting GIA model called NKG2016GIA\_prel0306. Unit in mm/a

Vestøl et al. 2019

# Orsókir til broytingar í havstiginum í heiminum

- 2/3 av tí hækkandi havstiginum skyldast massa ið legst afturat havinum
- 1/3 av tí hækkandi havstiginum skyldast hitavíðkan (thermal expansion)

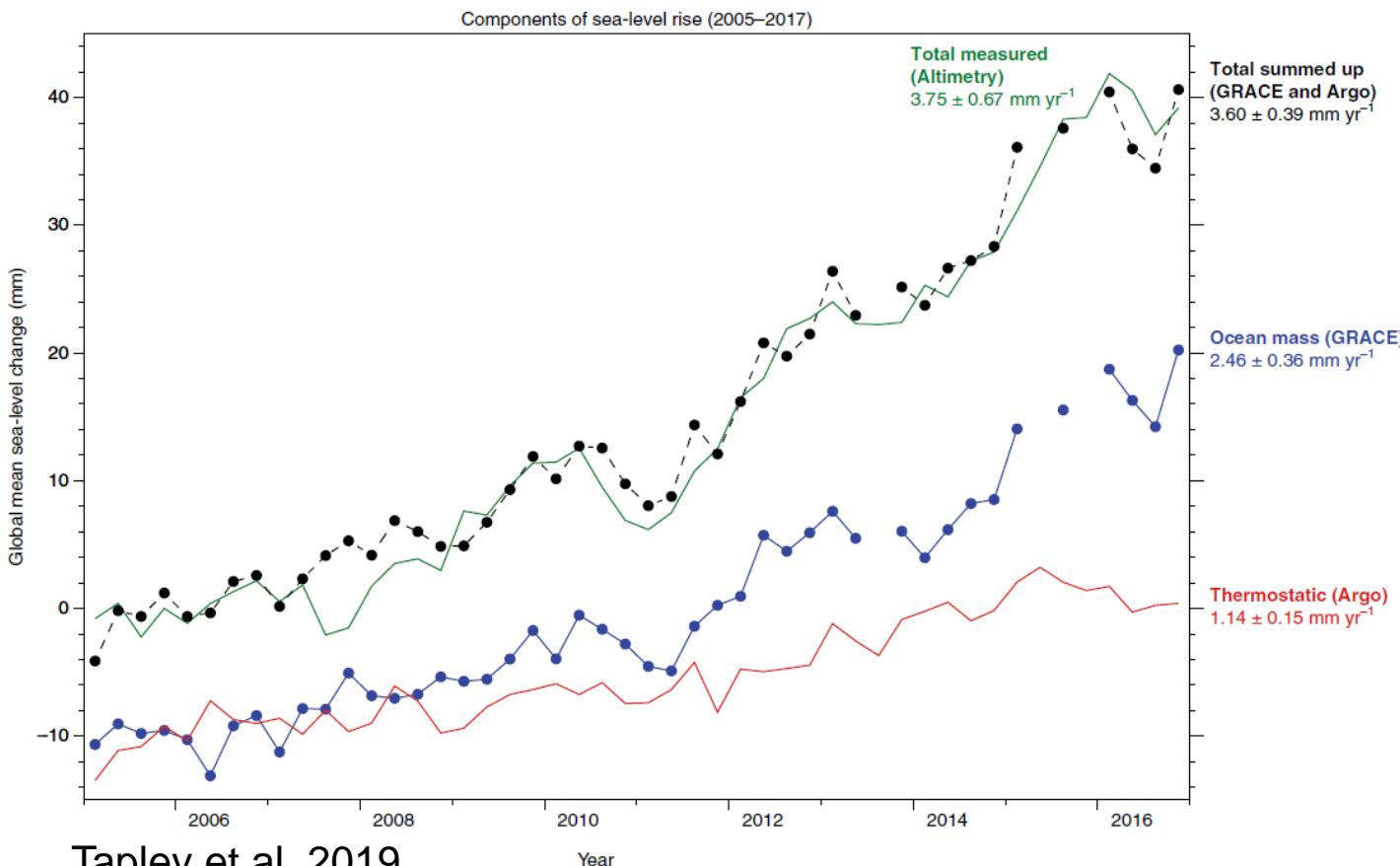


fig. 4 | Global mean sea-level observed with satellite altimetry, GRACE and Argo floats between 2005 and 2016. Shown are the observed sea-level

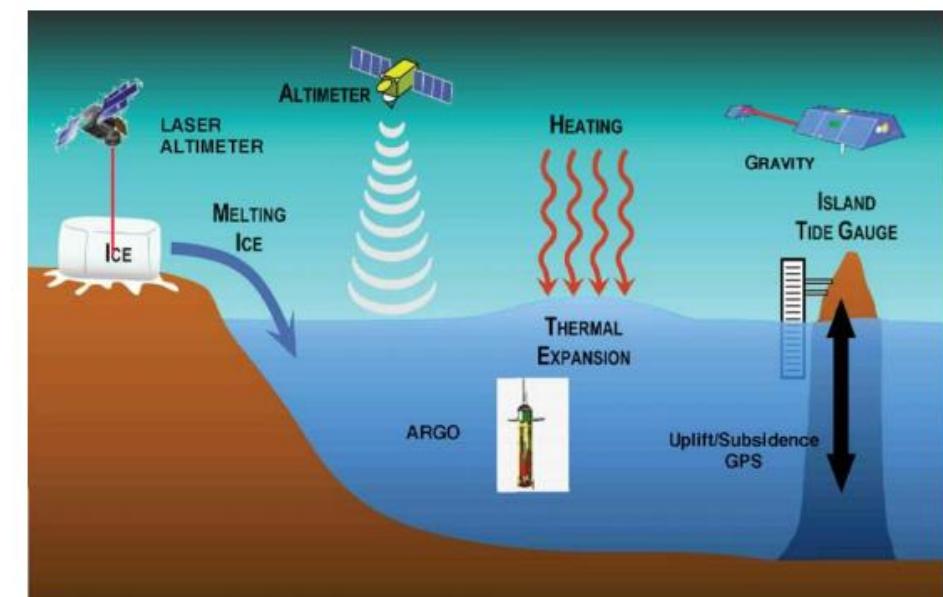
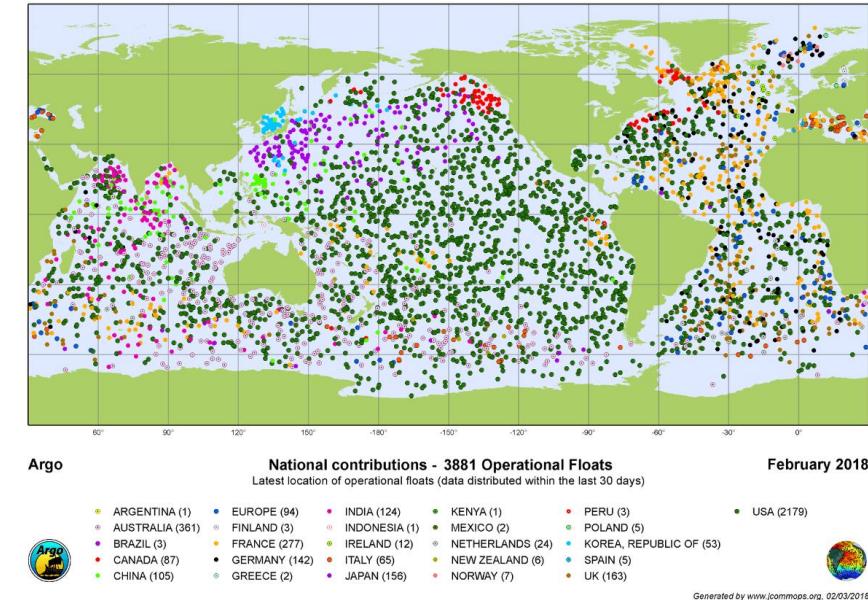
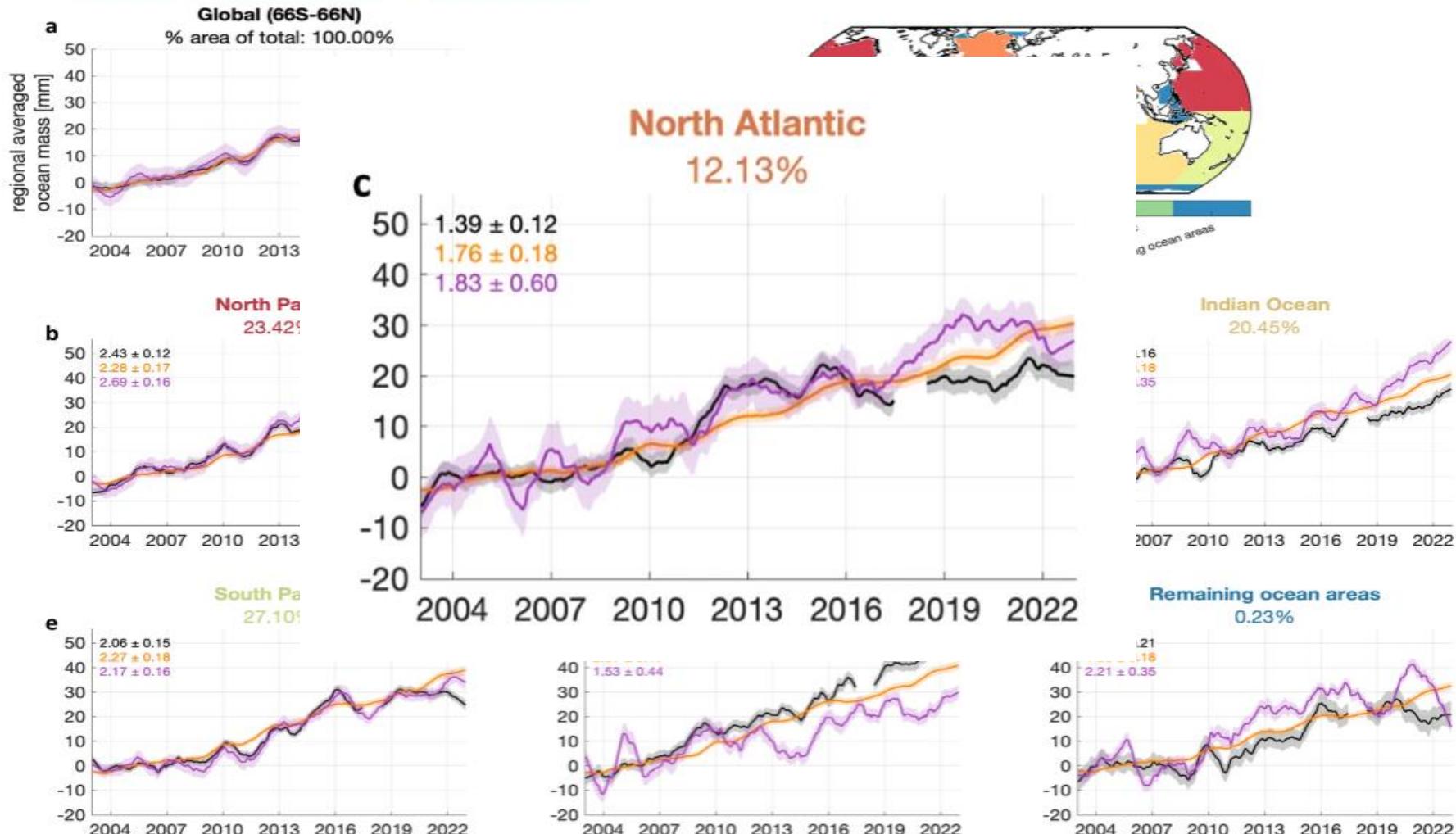


Figure 1. This is a schematic of the observational tools that we presently have for studying sea level change. It is essential that these observations continue if we are to understand why sea level is changing and how it might change in the future.

# Regionalar massabroytingar í heimshøvunum

Fig. 3: Regional ocean mass budgets.

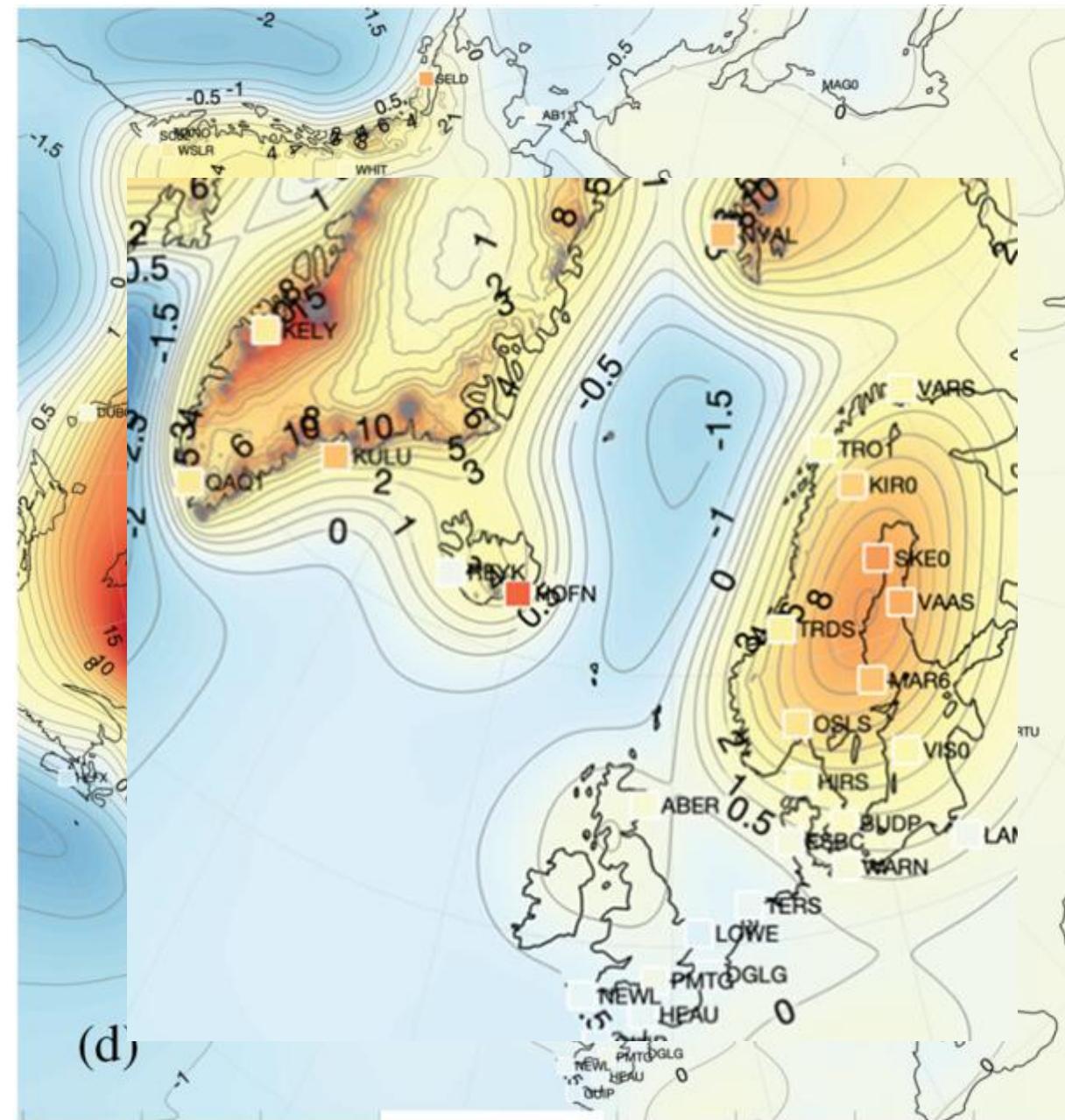
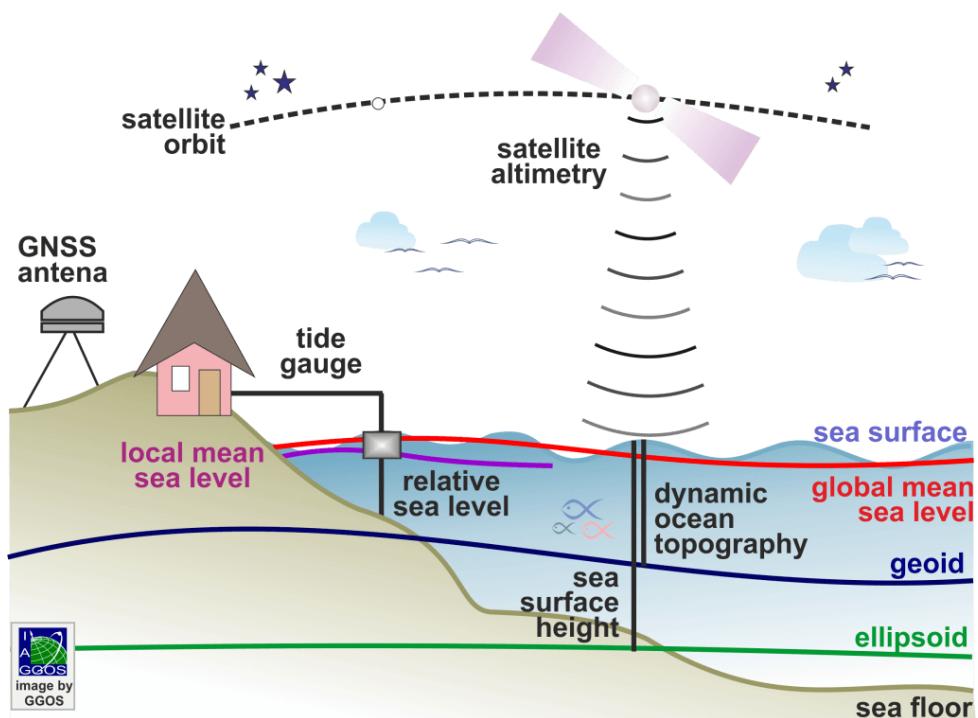
From: [Global and regional ocean mass budget closure since 2003](#)



Ludwigsen et al. 2024

# Hvat við havstiginum í Føroyum?

- Torfört at meta um staðbundnar havstigsbroytingar einans frá tyngdarmátingum.
- Staðbundnar havstigsbroytingar eru eisini tengdar at landhækking og -lækking.



Ludwigsen et al. 2020. Landhækking/-lækking í mm/ár

# Samanumtøka

- Tyngdarfeltið á jørðini broytist av mongum orsökum, bæði á staði og í tíð. Ein av hesum er tann, at ískápur og jøklar bráðna.
- GRACE mátaði hesar broytingar í tíðarskeiðinum 2002-2016 og GRACE-FO hevur mátað síðan 2018 (og mátar enn).
- Hesar mätningar vísa m.a.,
  - at Grønlandsísurin minkar um. 270 Gtons um árið.
  - at ísurin í Antarktis minkar um. 150 Gtons um árið.
- GRACE mátar broytingar í globala havmassanum. Hetta samsvarar væl við mátaðu hækkingunum í havstiginum.
- Globala rákið noydist ikki at vera lokalt umboðandi. Árin av broytingum í tyngdarfeltinum, av landhækkingum/-lækkingum o.ø. spærir ein leiklut í staðbundnu havstigsbroytingunum.

# Keldur

Ludwigsen, C. A., Khan, S. A., Andersen, O. B., & Marzeion, B. (2020). Vertical land motion from present-day deglaciation in the wider Arctic. *Geophysical Research Letters*, 47, e2020GL088144. <https://doi.org/10.1029/2020GL088144>

Ludwigsen, C.B., Andersen, O.B., Marzeion, B. et al. Global and regional ocean mass budget closure since 2003. *Nat Commun* 15, 1416 (2024). <https://doi.org/10.1038/s41467-024-45726-w>

Rodell, M., Famiglietti, J.S., Wiese, D.N. et al. Emerging trends in global freshwater availability. *Nature* 557, 651–659 (2018). <https://doi.org/10.1038/s41586-018-0123-1>

Tapley, B.D., Watkins, M.M., Flechtner, F. et al. Contributions of GRACE to understanding climate change. *Nat. Clim. Chang.* 9, 358–369 (2019). <https://doi.org/10.1038/s41558-019-0456-2>

Vestøl, O., Ågren, J., Steffen, H. et al. NKG2016LU: a new land uplift model for Fennoscandia and the Baltic Region. *J Geod* 93, 1759–1779 (2019). <https://doi.org/10.1007/s00190-019-01280-8>

# Takk fyri!



Grønlandsísurin nærhendis  
Narsassuaq, juli 2022