

Poznań
27.05.2024 r.

Antarktyda – jak zmiana klimatu przebudziła lodowego giganta?

dr Jakub Małecki

Pracownia Badań Kriosfery



JESTEM GLACJOLOGIEM

Dr Jakub Małecki

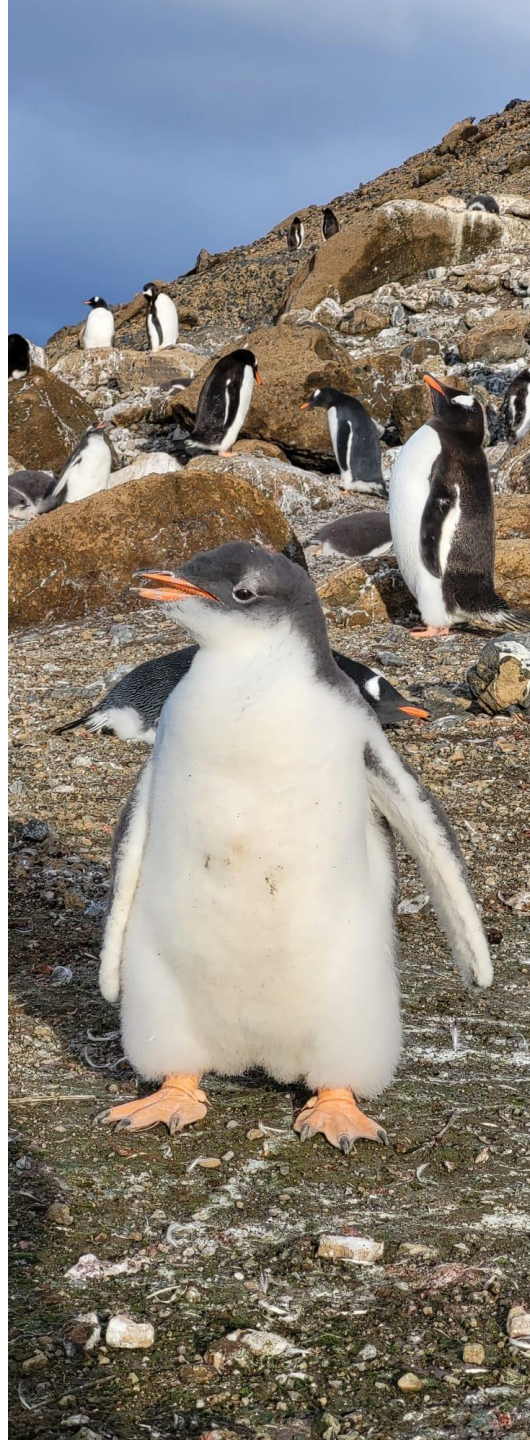
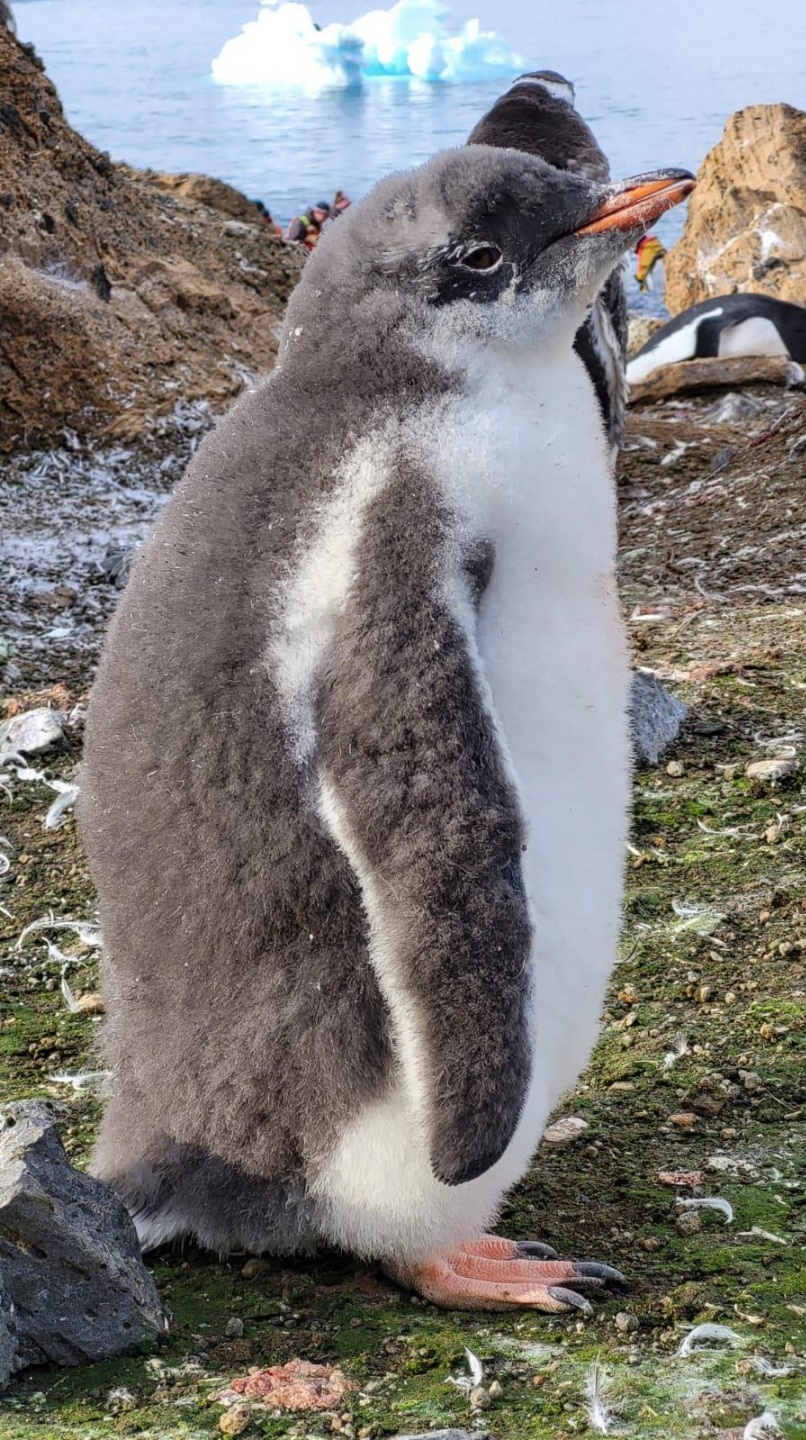
Wydział Nauk Geograficznych i Geologicznych
Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu

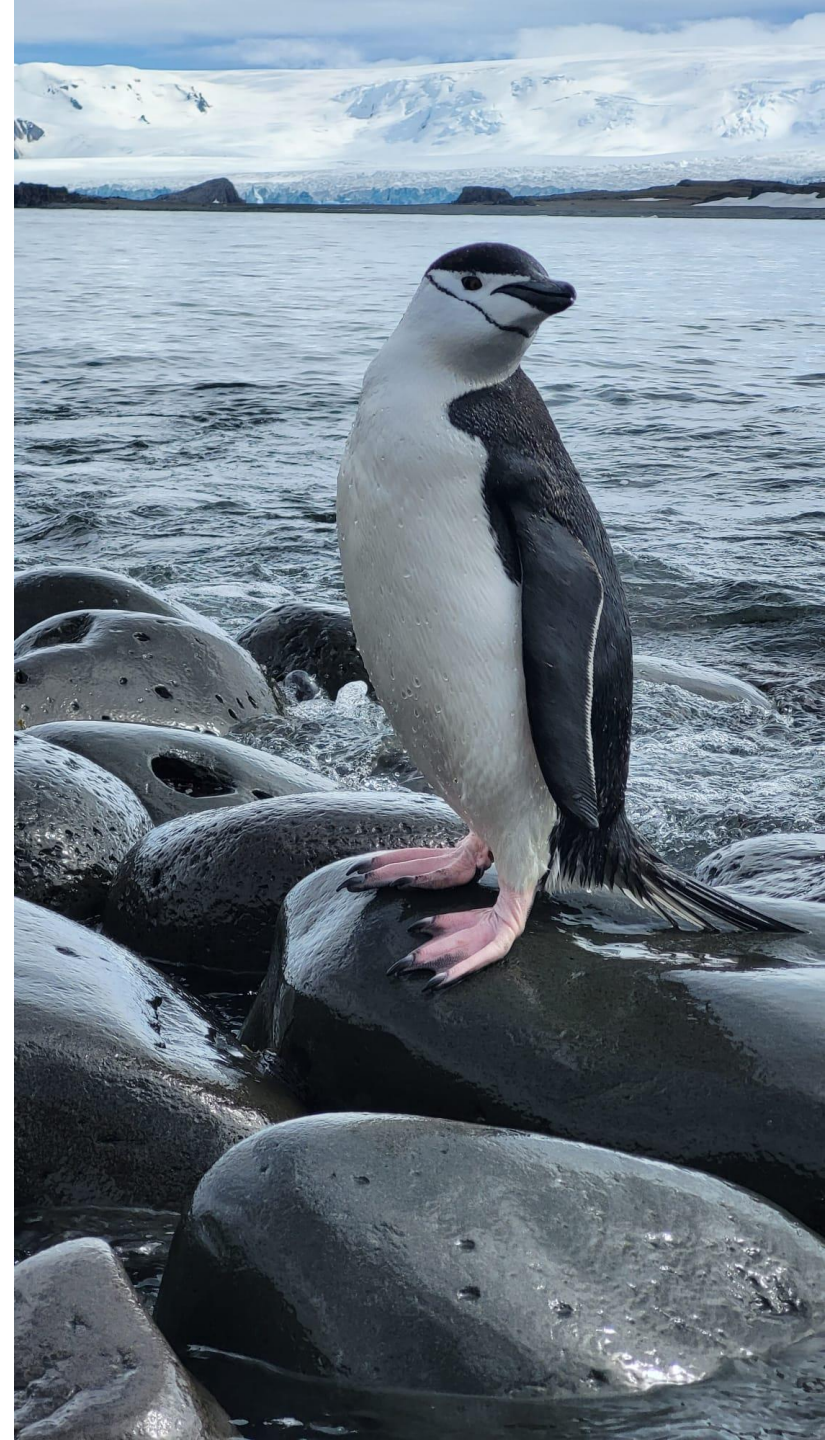
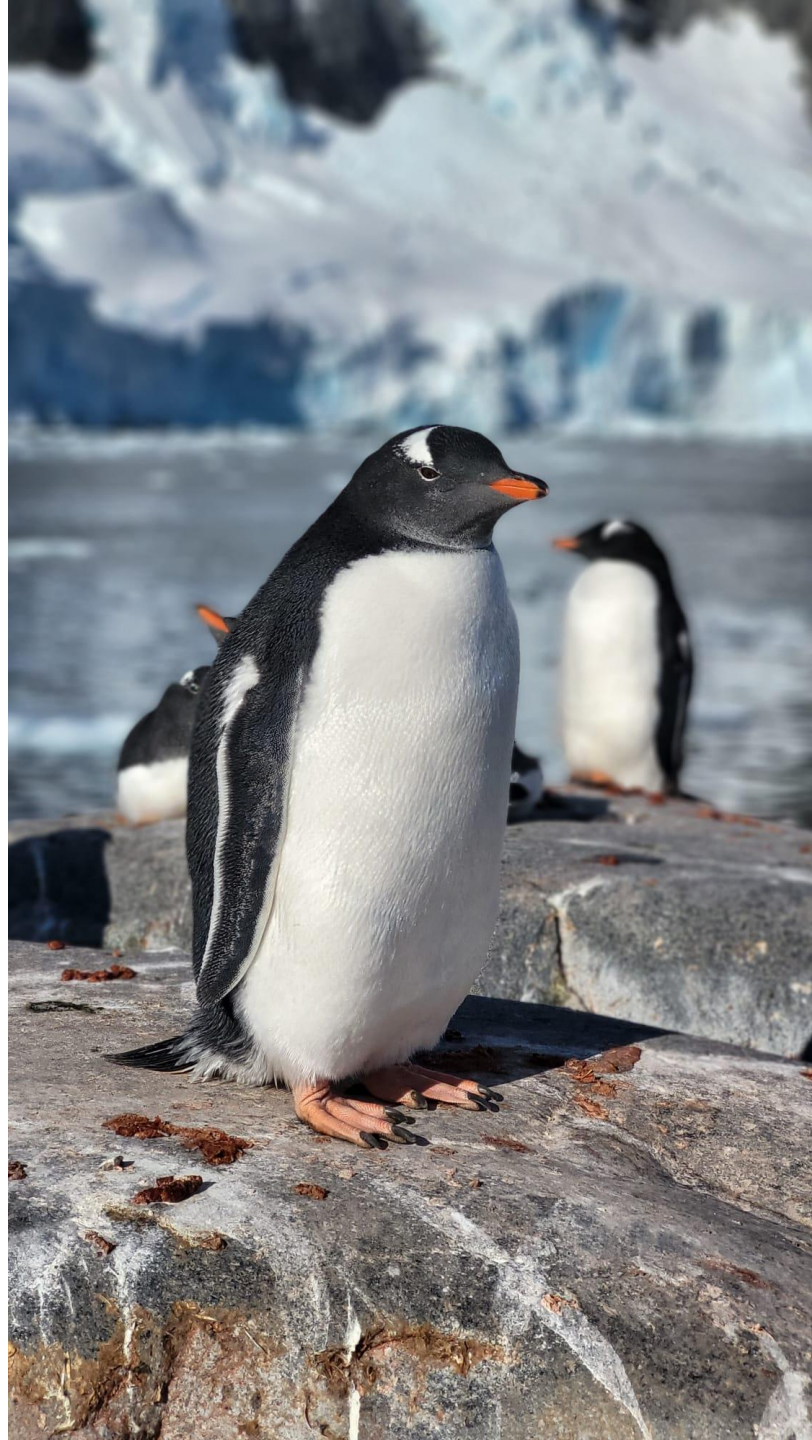
- lodowce i zmiana klimatu
- Stacja Polarna UAM
- [NAUKAOKLIMACIE.pl](https://www.naukaoklimacie.pl)
- [@glacjoBLOGia](#) (FB / INSTA)



PINGWINY!





















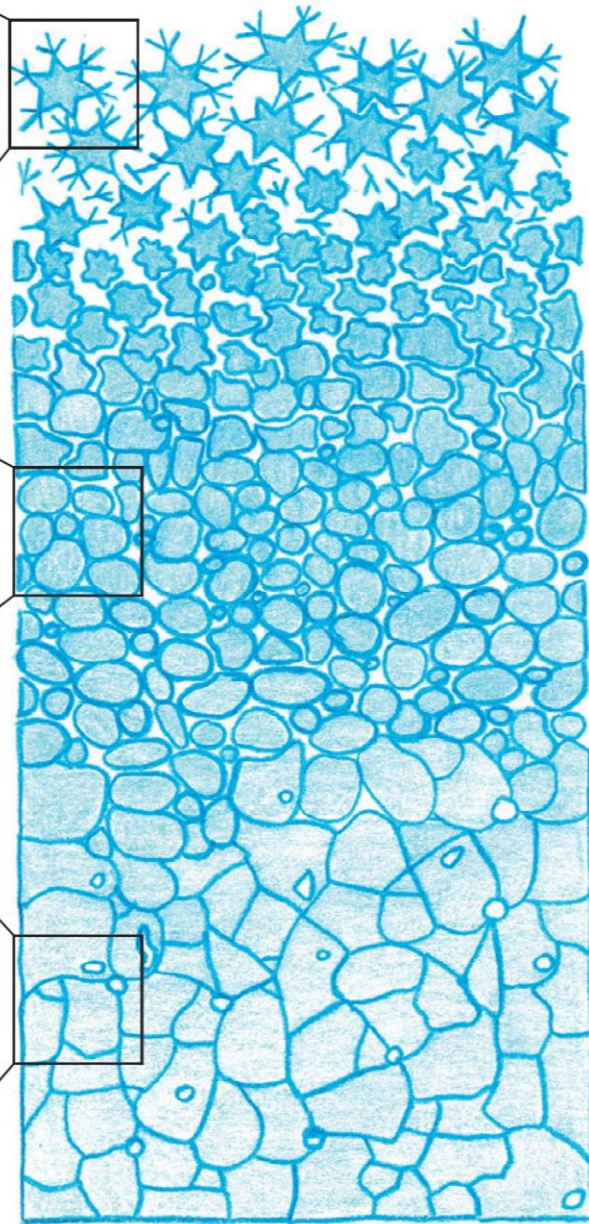
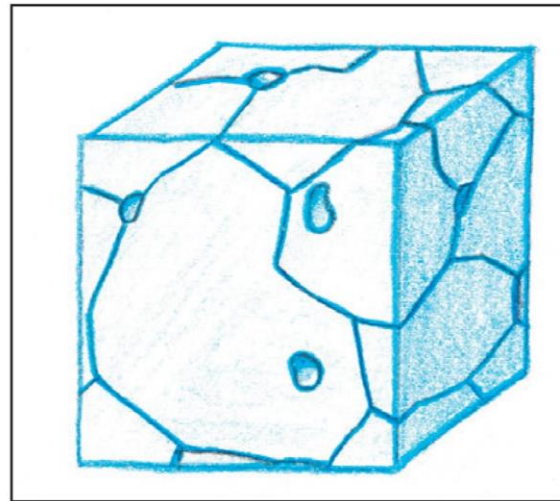
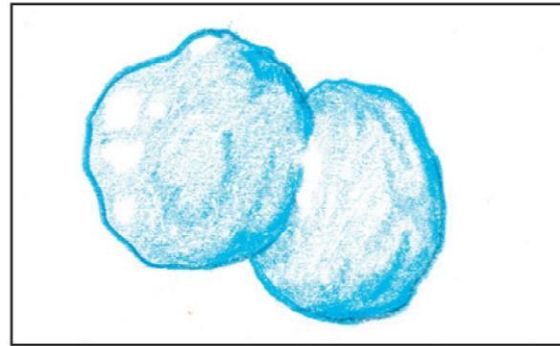
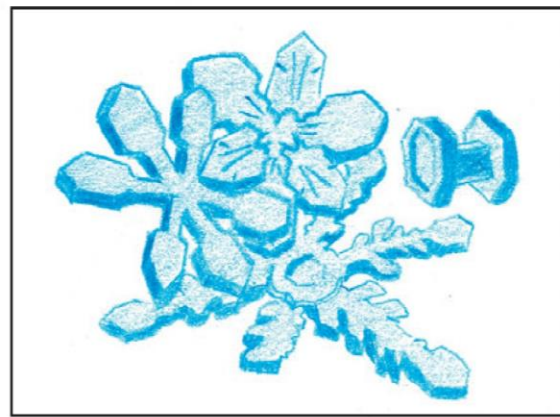


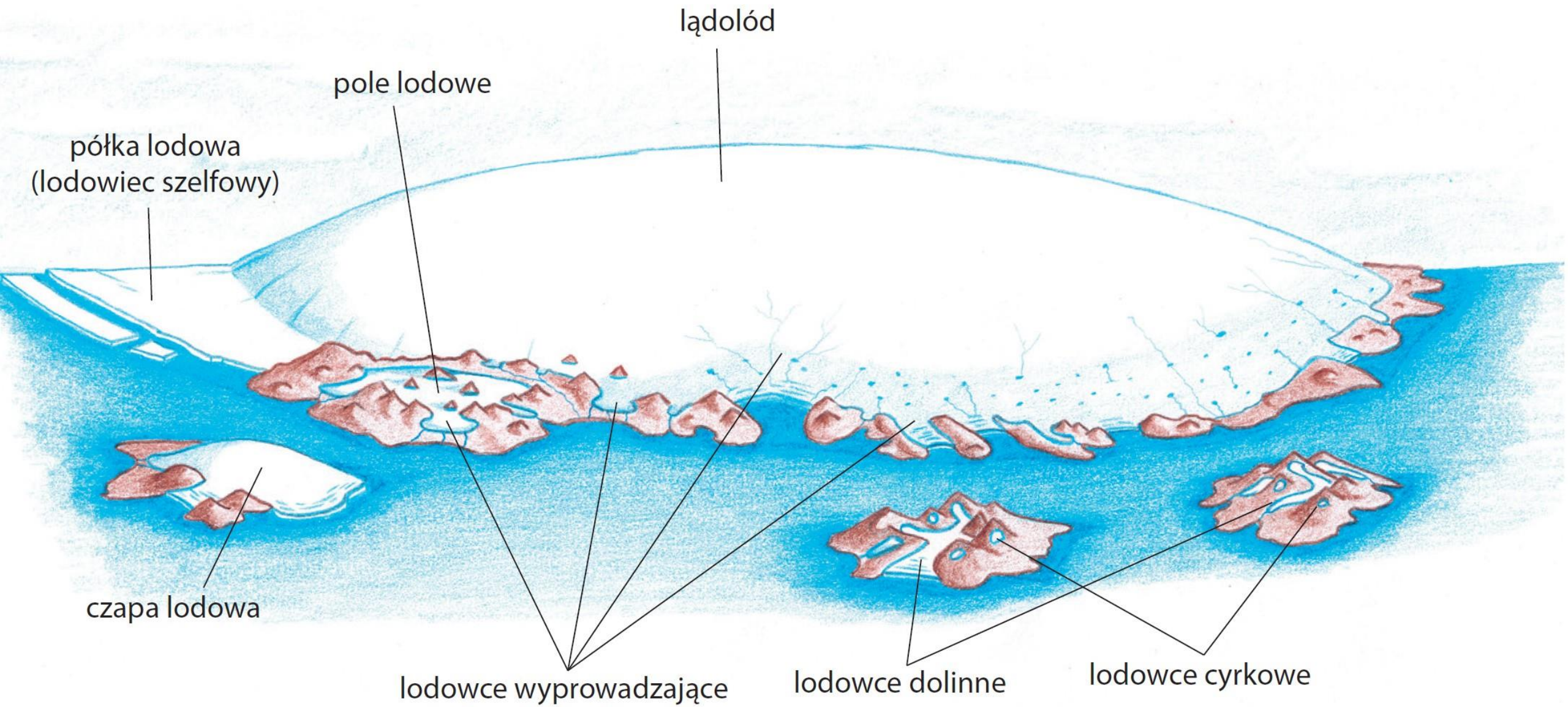












lądolód

pole lodowe

półka lodowa
(lodowiec szelfowy)

czapa lodowa

lodowce wyprowadzające

lodowce dolinne

lodowce cyrkowe

Lądolód
Grenlandii

Lądolód
Antarktydy

Pozostałe
lodowce

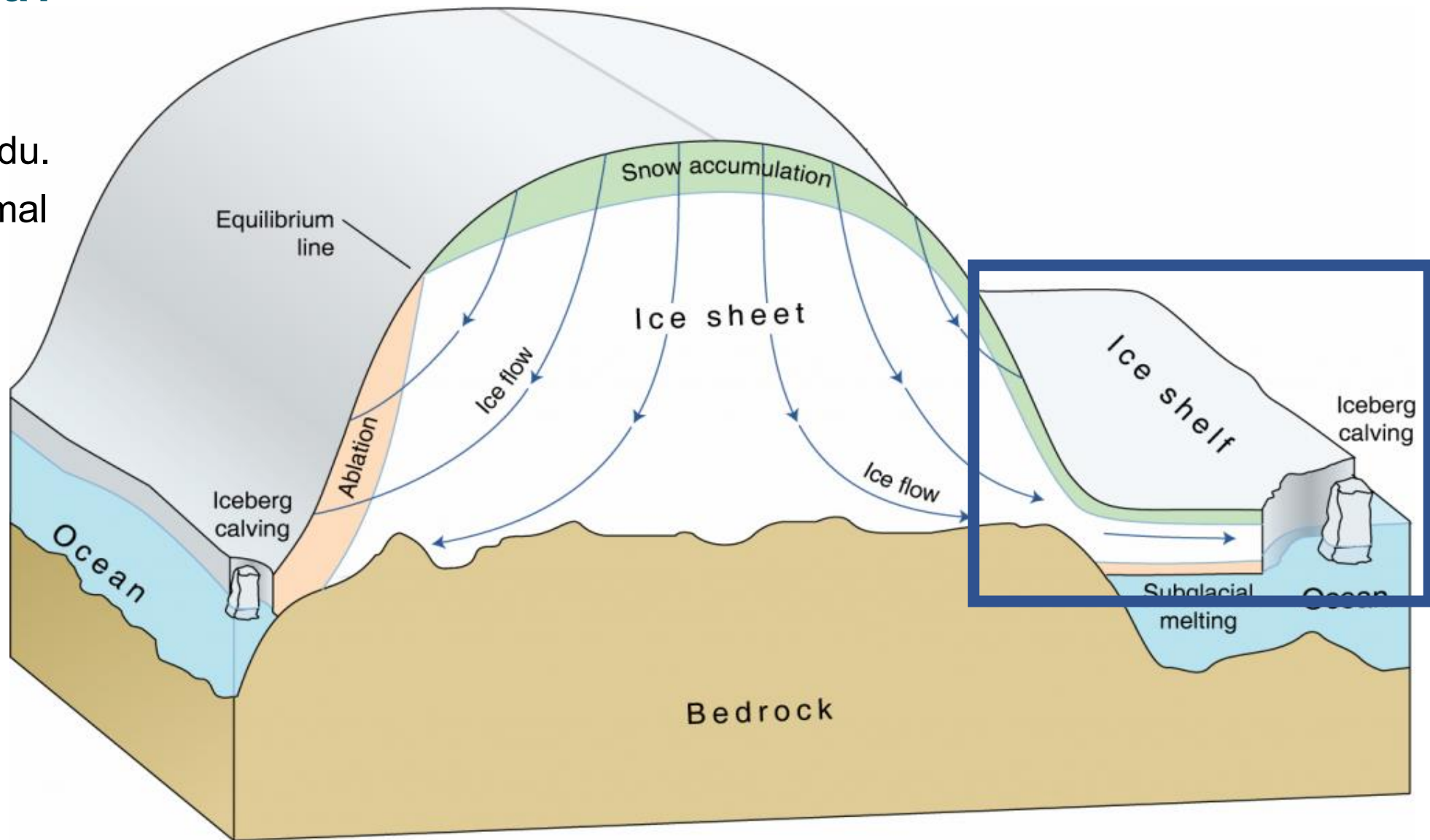




Źródło: NASA Scientific Visualisation Studio

Jak działa sytem bezpieczeństwa?

Półki lodowe to pływające przedłużenie lądolodu. Otaczają go na niemal całym obwodzie!

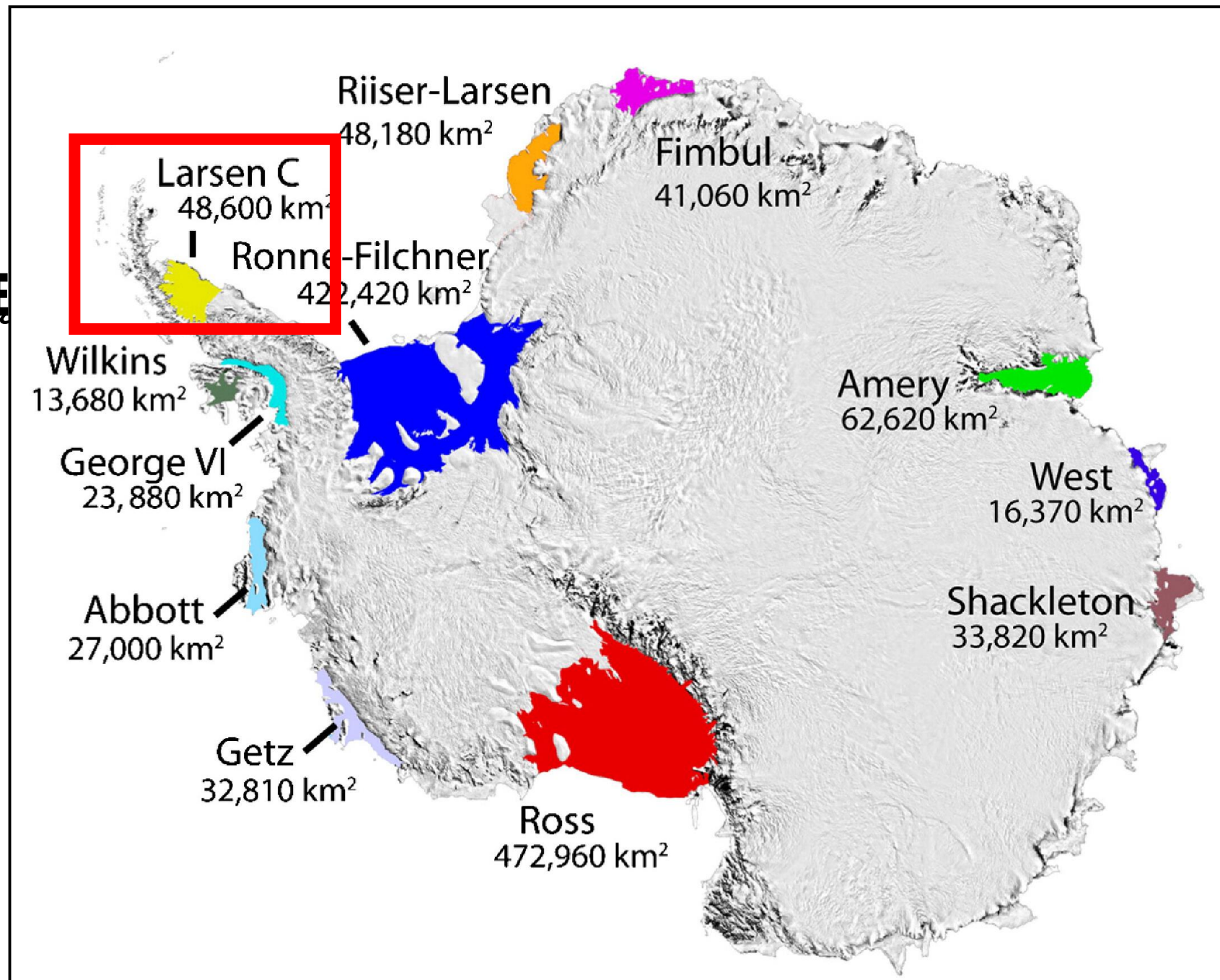


Największe półki lodowe Antarktydy

GDY ZDAJESZ SOBIE SPRAWĘ

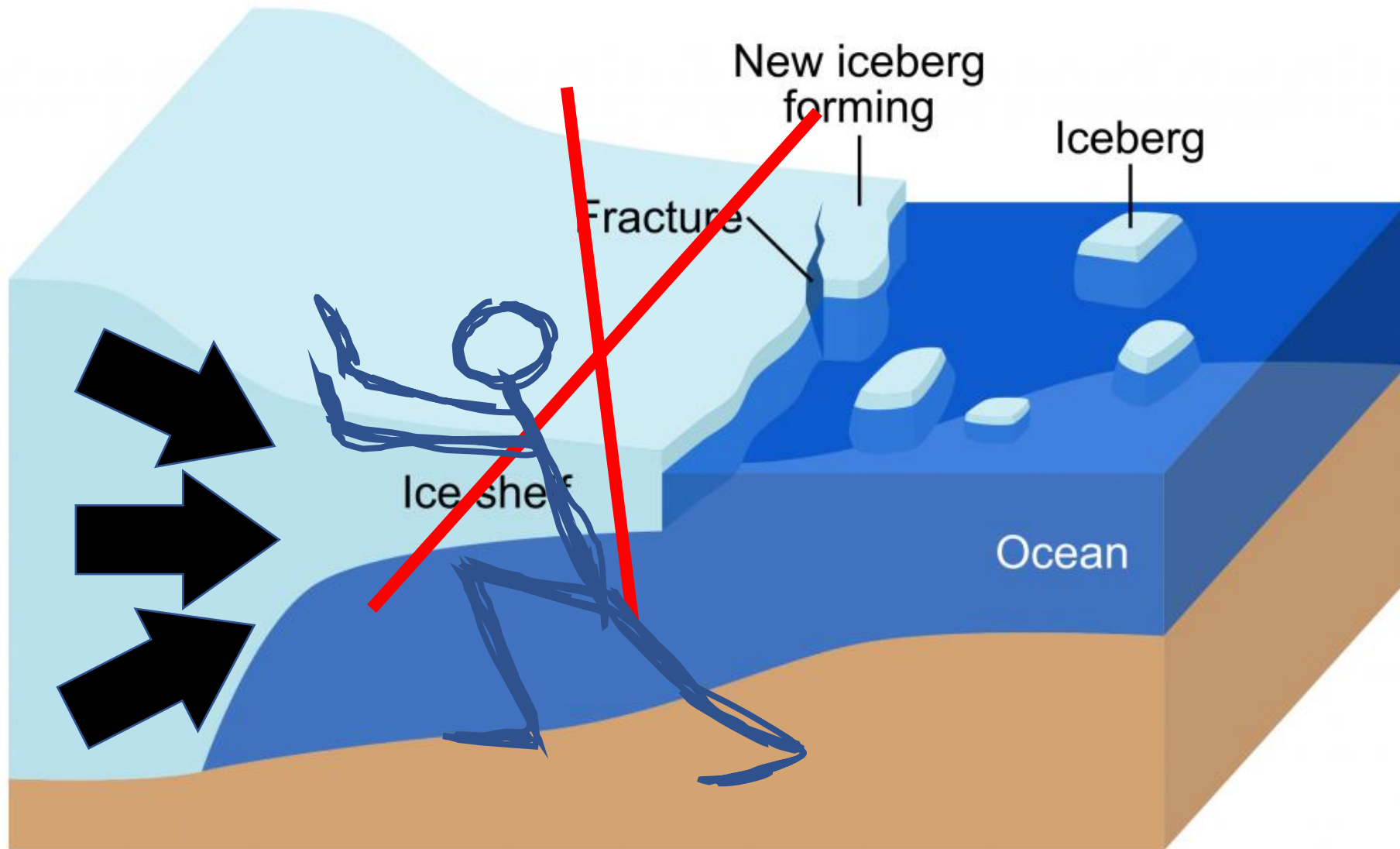


**ŻE PÓŁKI LODOWE MOGĄ
BYĆ WIĘKSZE, NIŻ POLSKA**



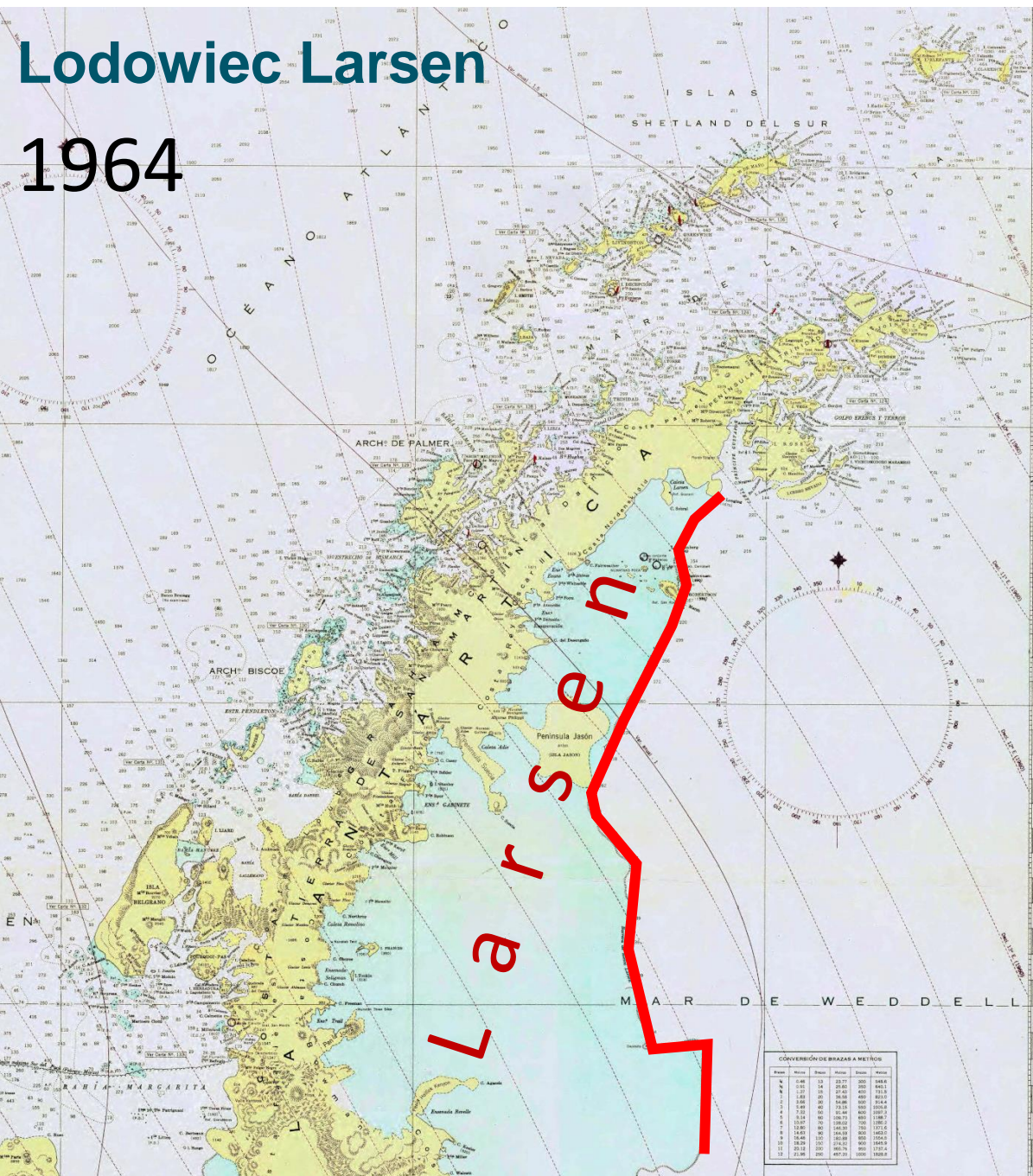
Jak działa system bezpieczeństwa?

Półki lodowe stabilizują lądolód, ponieważ spowalniają spływ lodu do oceanu.

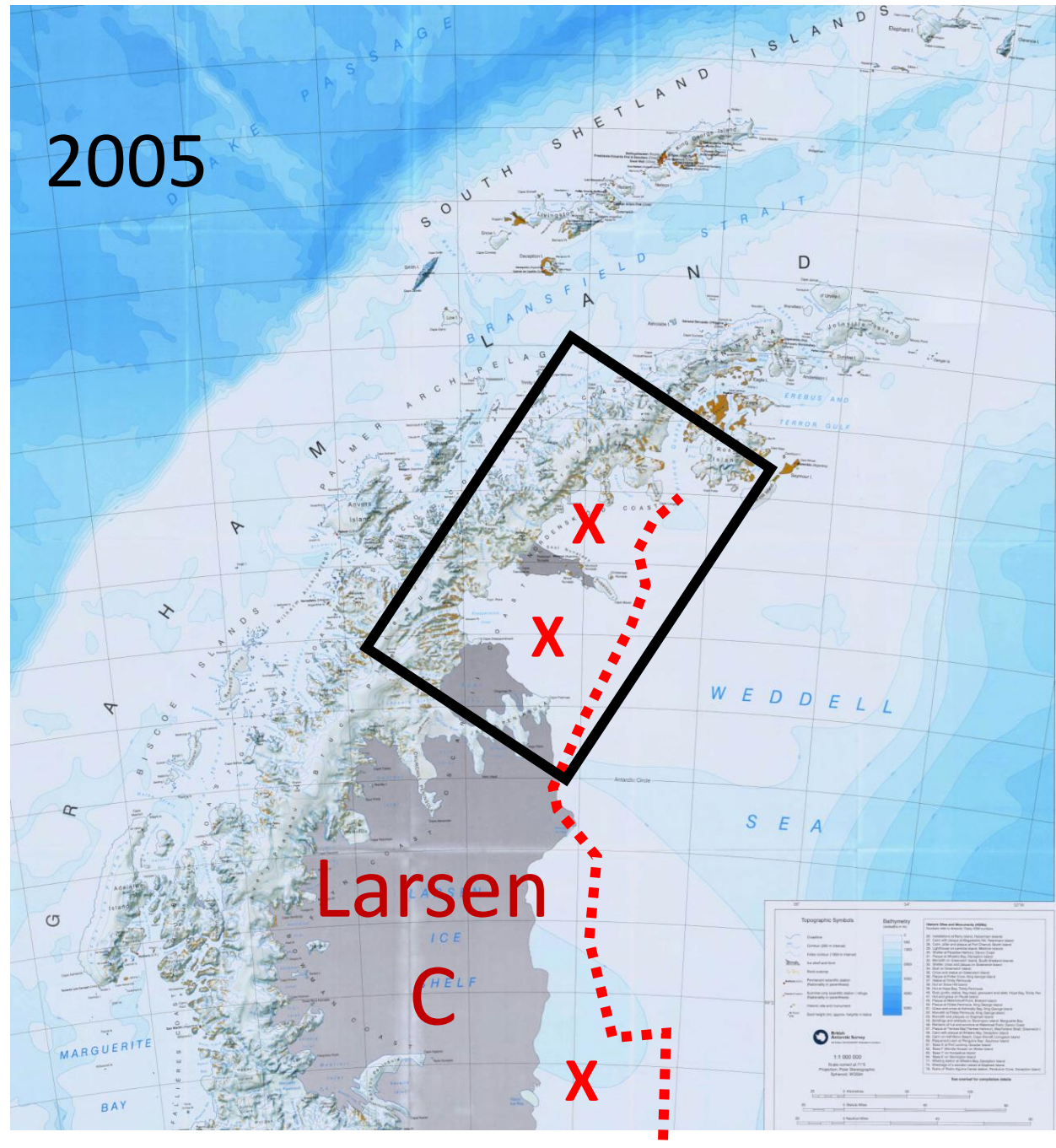


Lodowiec Larsen

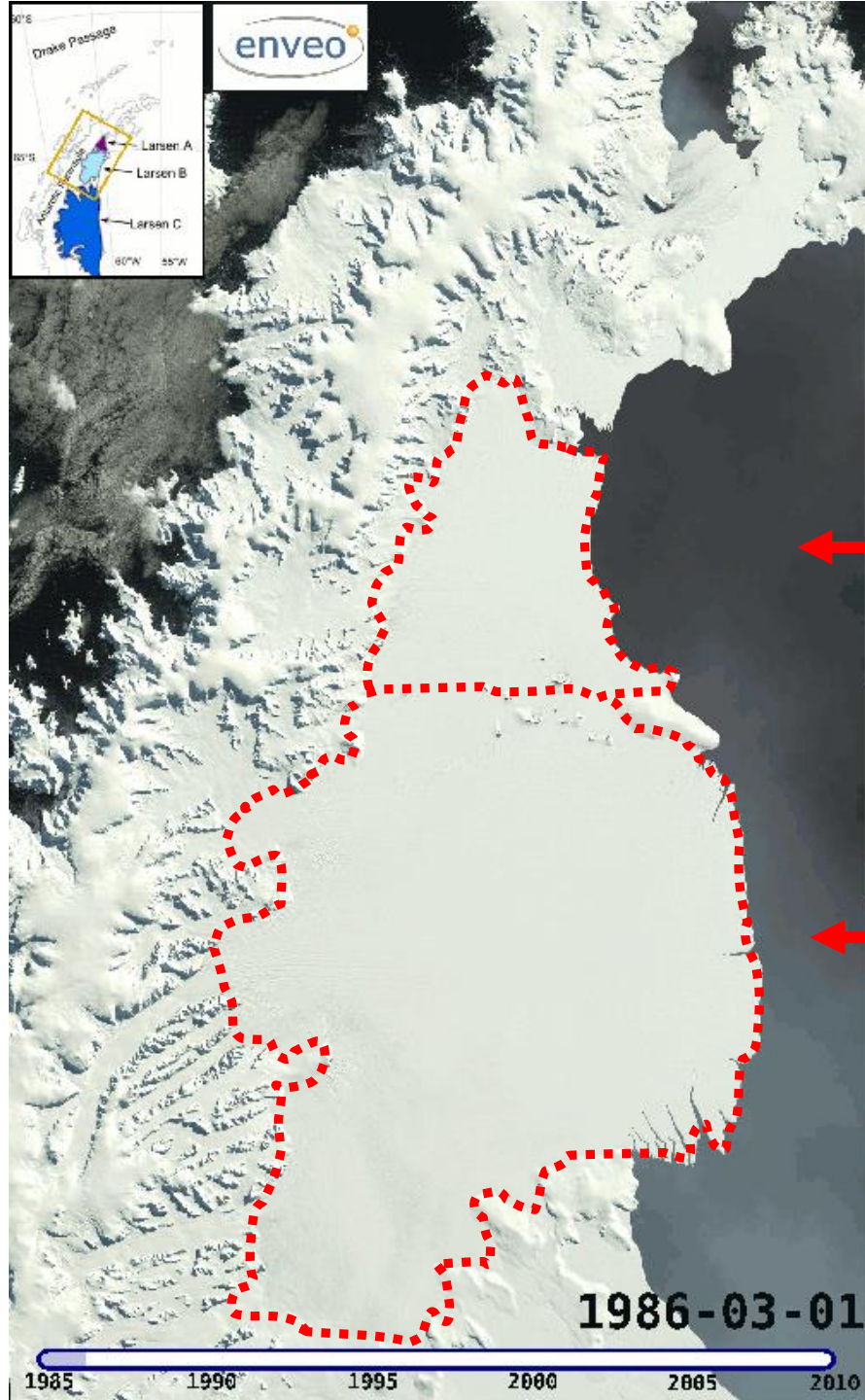
1964



2005



Dwa wielkie BUM



Larsen A
1995

Larsen B
2002

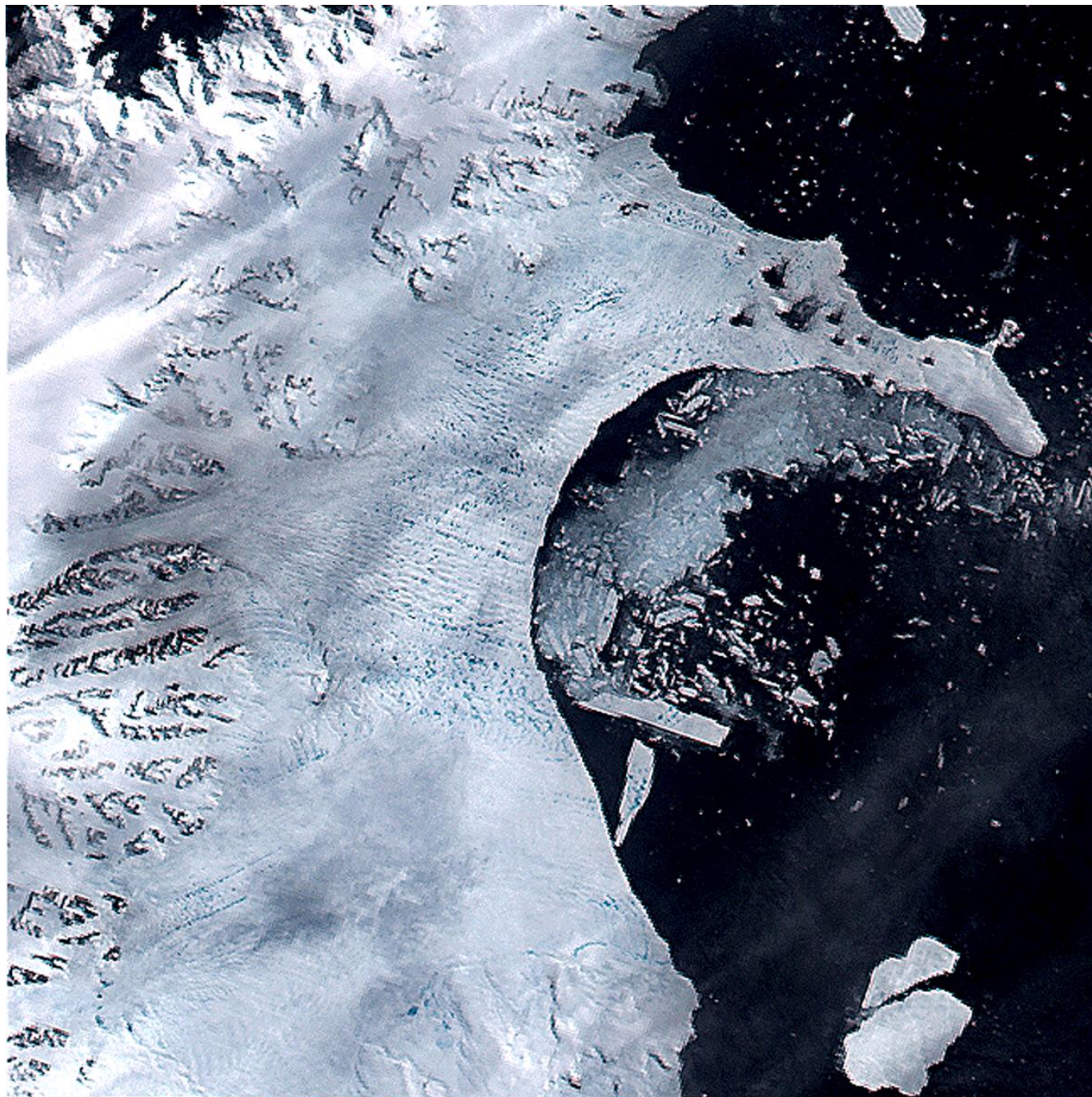
1986-03-01

1985 1990 1995 2000 2005 2010

Rozpad półki Larsen B, 2002

Okolo **3000 km²** lodu
stracone w zaledwie trzy
miesiące.

Przy średniej grubości 250
metrów daje to około 700
miliardów ton lodu.

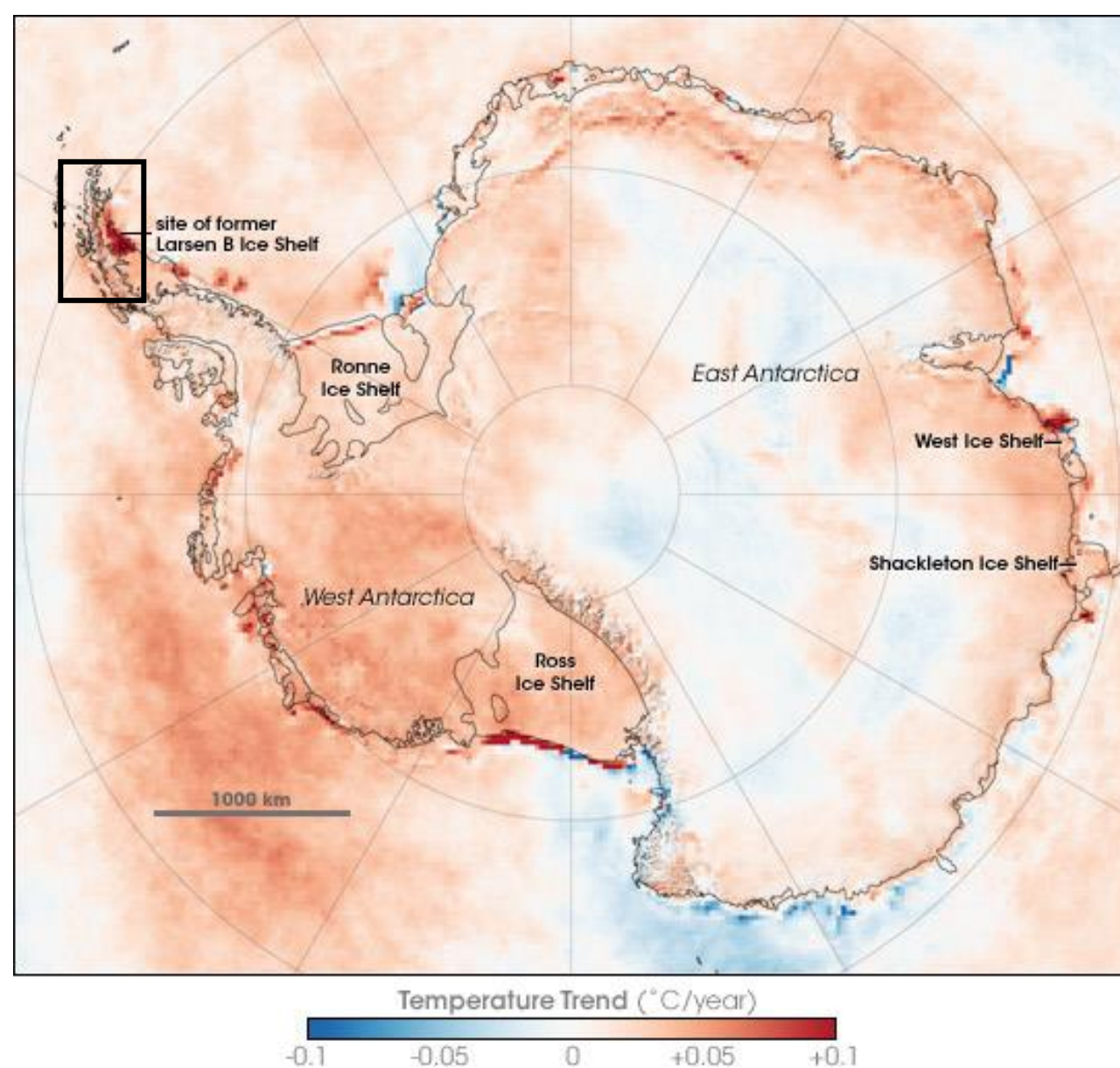


Jak to w ogóle możliwe? [1/3]

Półwysep Antarktyczny ocieplił się o **3°C** w drugiej połowie XX wieku.

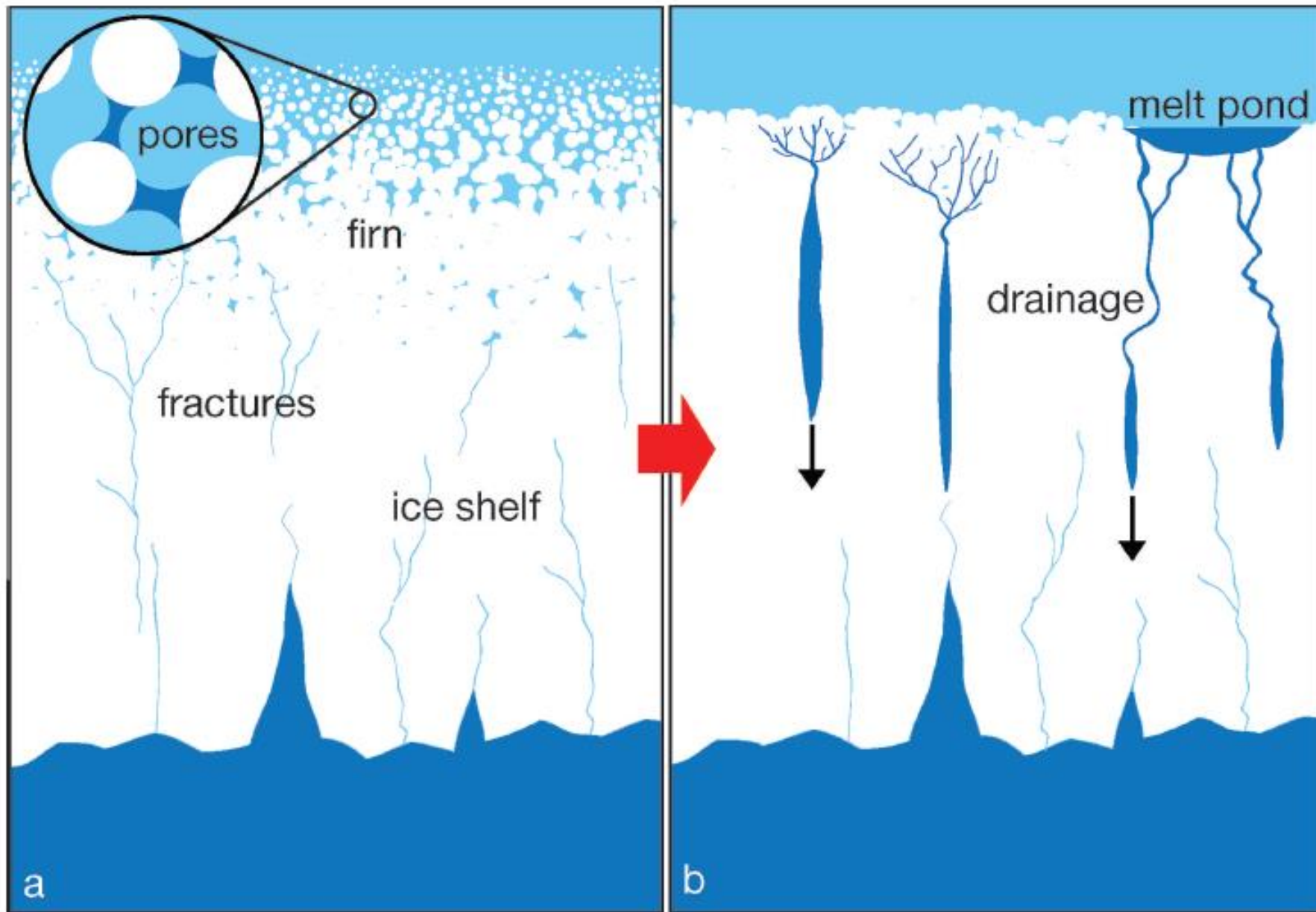
Spowodowało to, że znaczna część śniegu stopniała, łącznie z pokrywą śnieżną półki Larsen B.

Rozpad w 2002 roku zbiegł się w czasie z najcieplejszym latem w historii pomiarów.



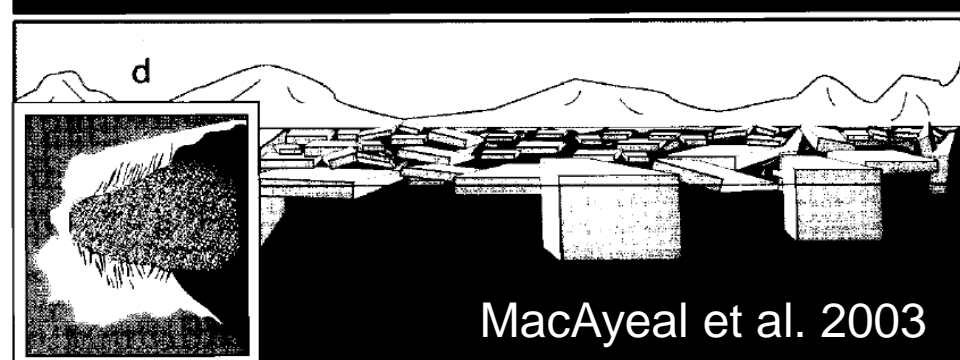
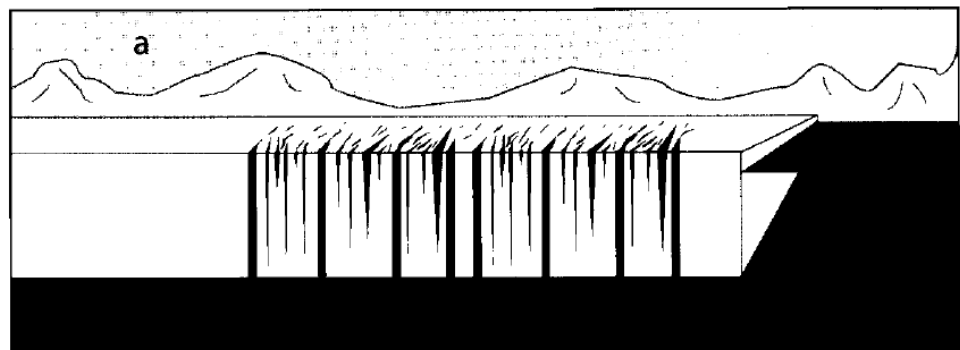
Temperature trends over Antarctica (1981-2007);
visualisation by Robert Simmon/NASA

Jak to w ogóle możliwe? [2/3]

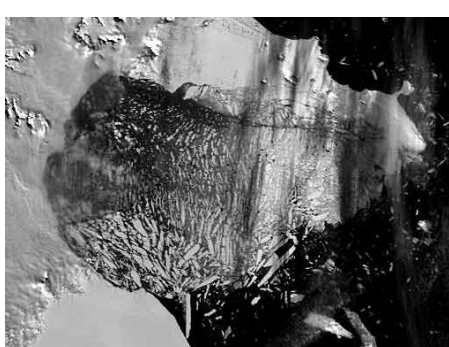
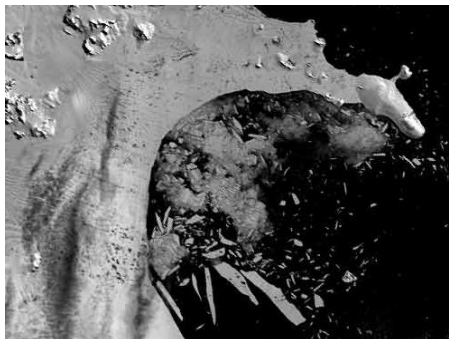
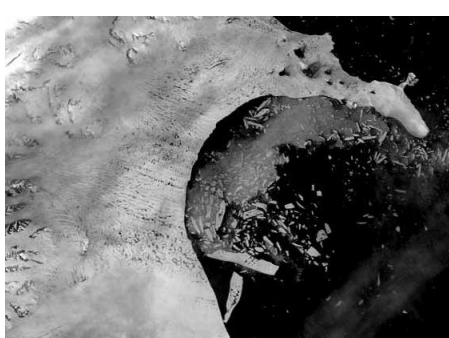
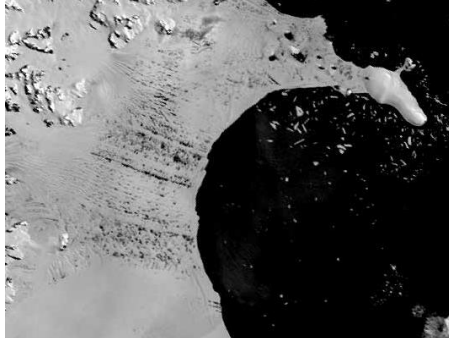


- Stary porowaty śnieg (firn) przechowuje wodę i zapobiega jej przedostawaniu do pęknięć
- Gdy firn zanika, woda roztopowa wypełnia i przegłębia szczeliny, co prowadzi do osłabienia całej struktury

Jak to w ogóle możliwe? [3/3]

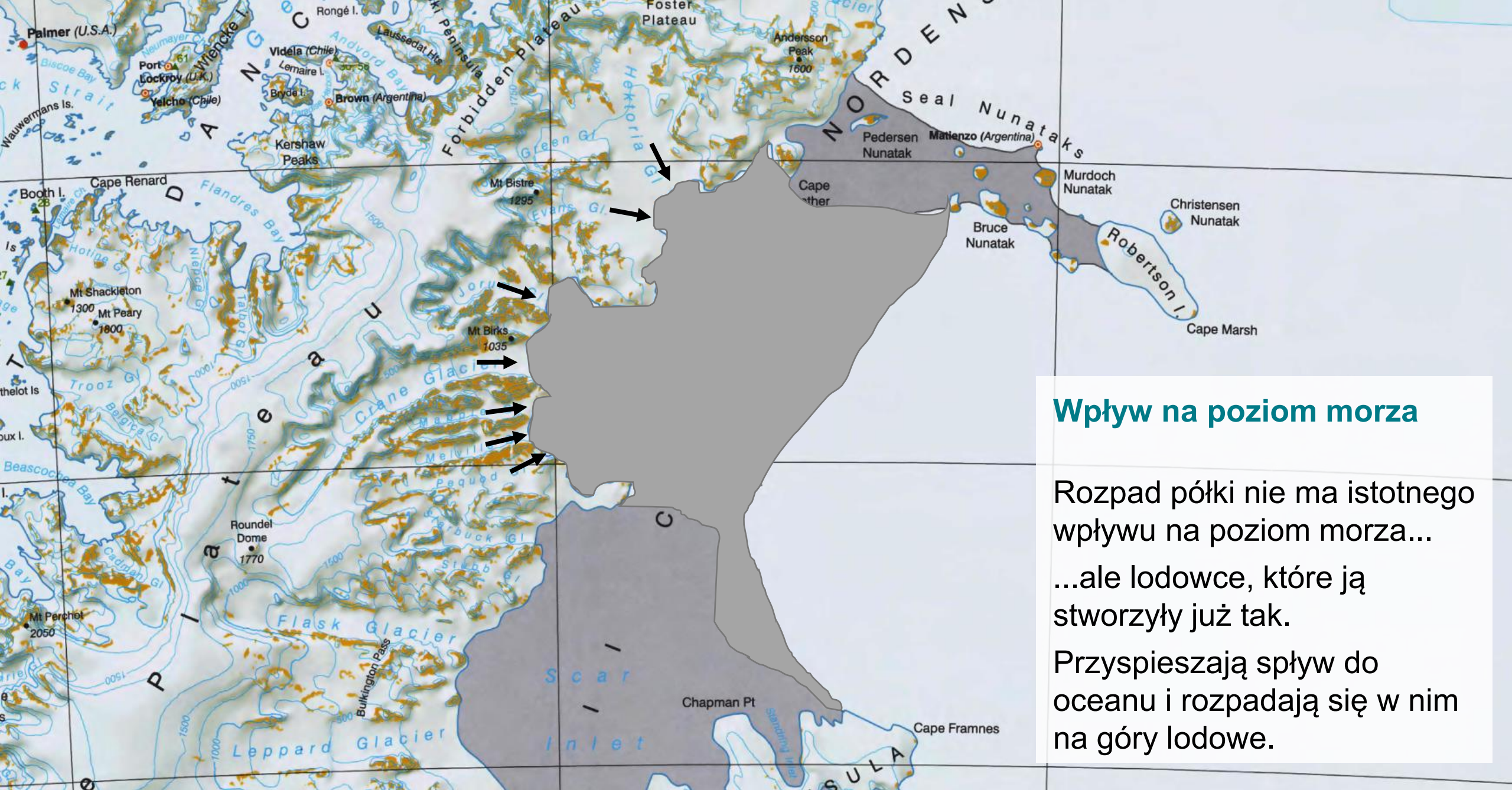


MacAyeal et al. 2003



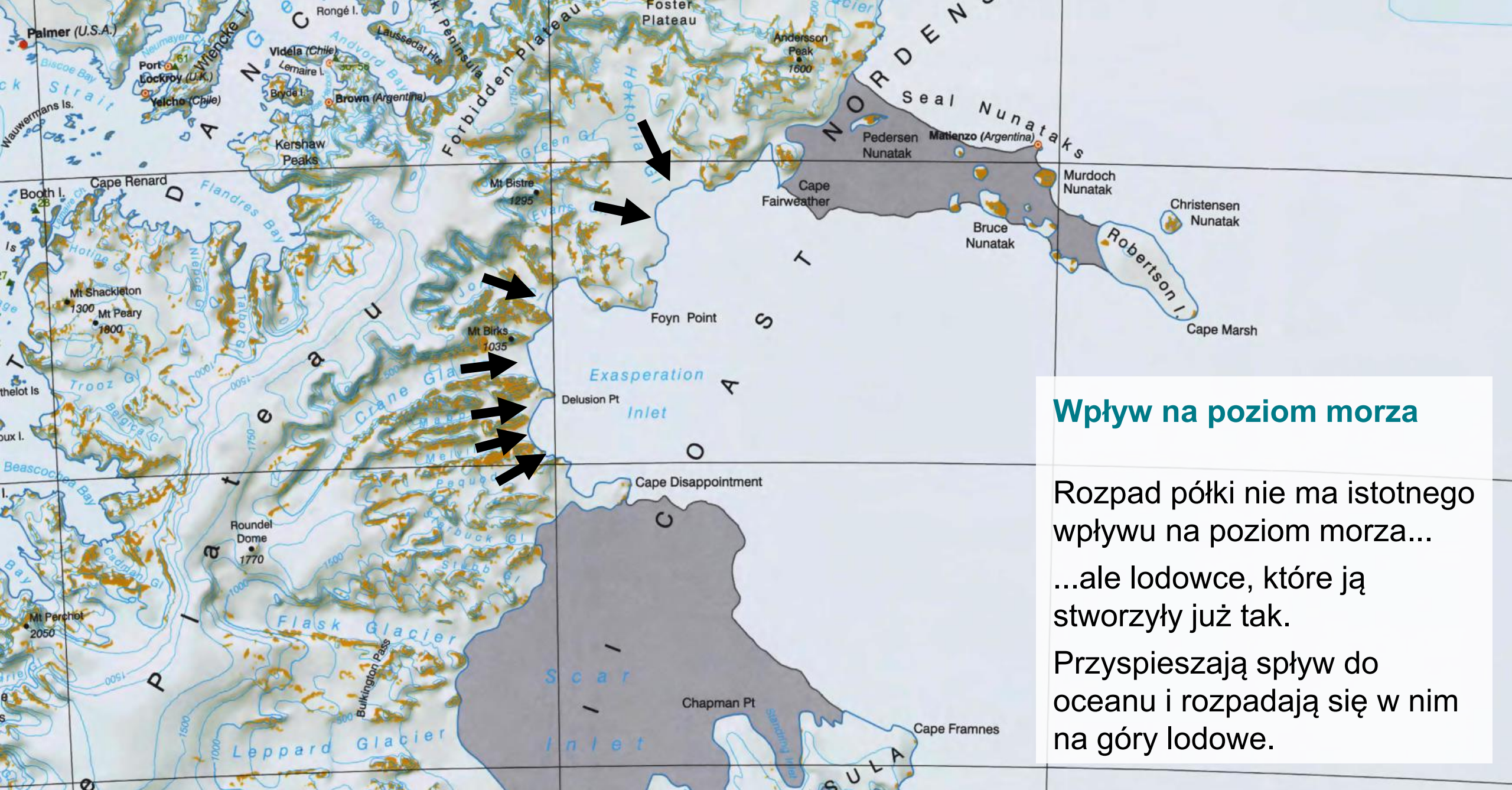
- Poszatkowana na segmenty półka lodowa trzyma się na włosku. Przewrócenie jednego segmentu na sąsiedni powoduje reakcję łańcuchową i rozpad całej półki.





Wpływ na poziom morza

Rozpad półki nie ma istotnego wpływu na poziom morza...
...ale lodowce, które ją stworzyły już tak.
Przyspieszają sływ do oceanu i rozpadają się w nim na góry lodowe.



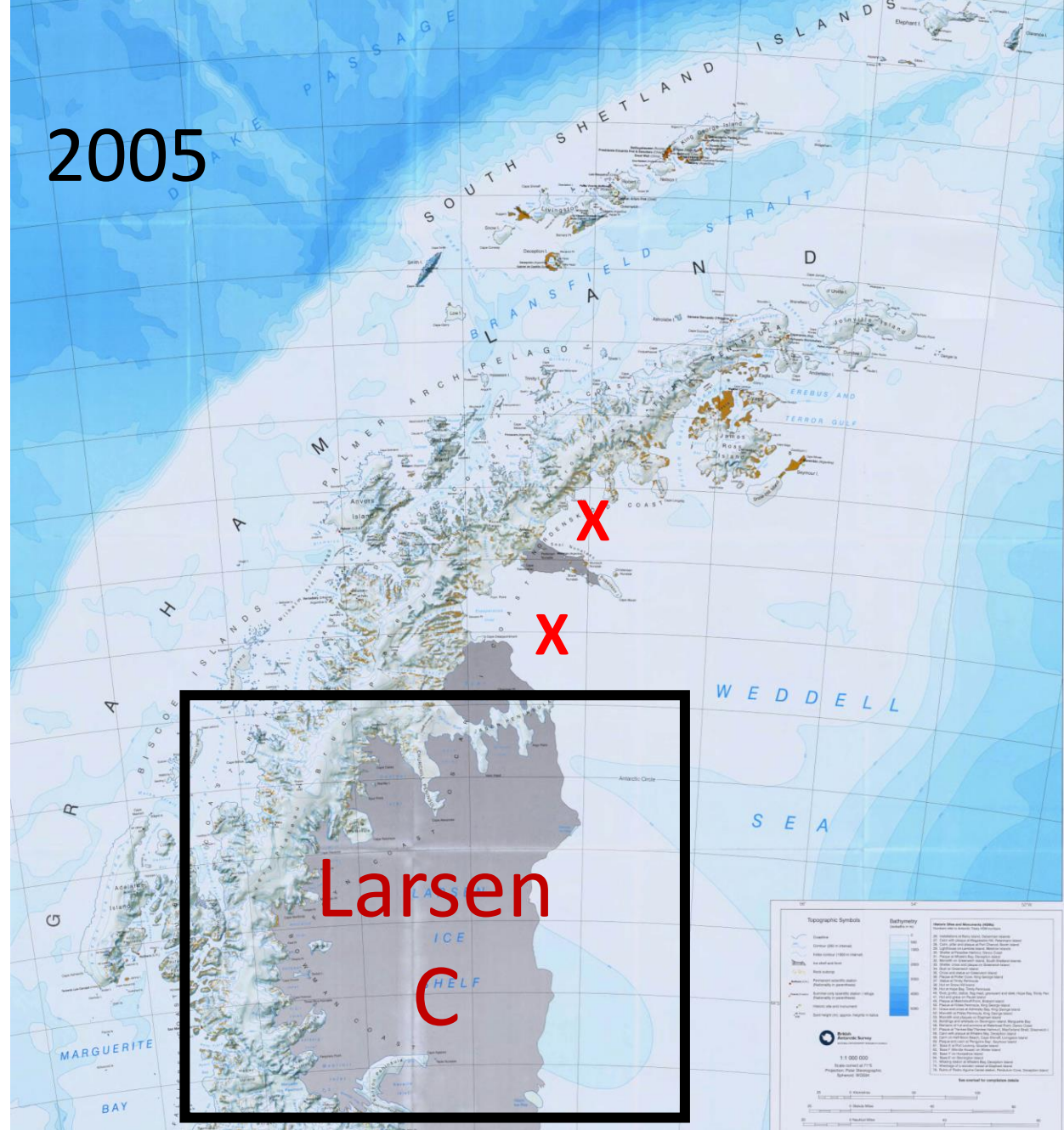
Wpływ na poziom morza

Rozpad półki nie ma istotnego wpływu na poziom morza...
...ale lodowce, które ją stworzyły już tak.
Przyspieszają sływ do oceanu i rozpadają się w nim na góry lodowe.



Półka Larsen C

- Jedna z największych na Antarktydzie (ponad 40 tys. km²)
- Na razie wydaje się względnie stabilna, ale może się to zmienić w kolejnych dekadach przez ocieplenie atmosfery i oceanu.



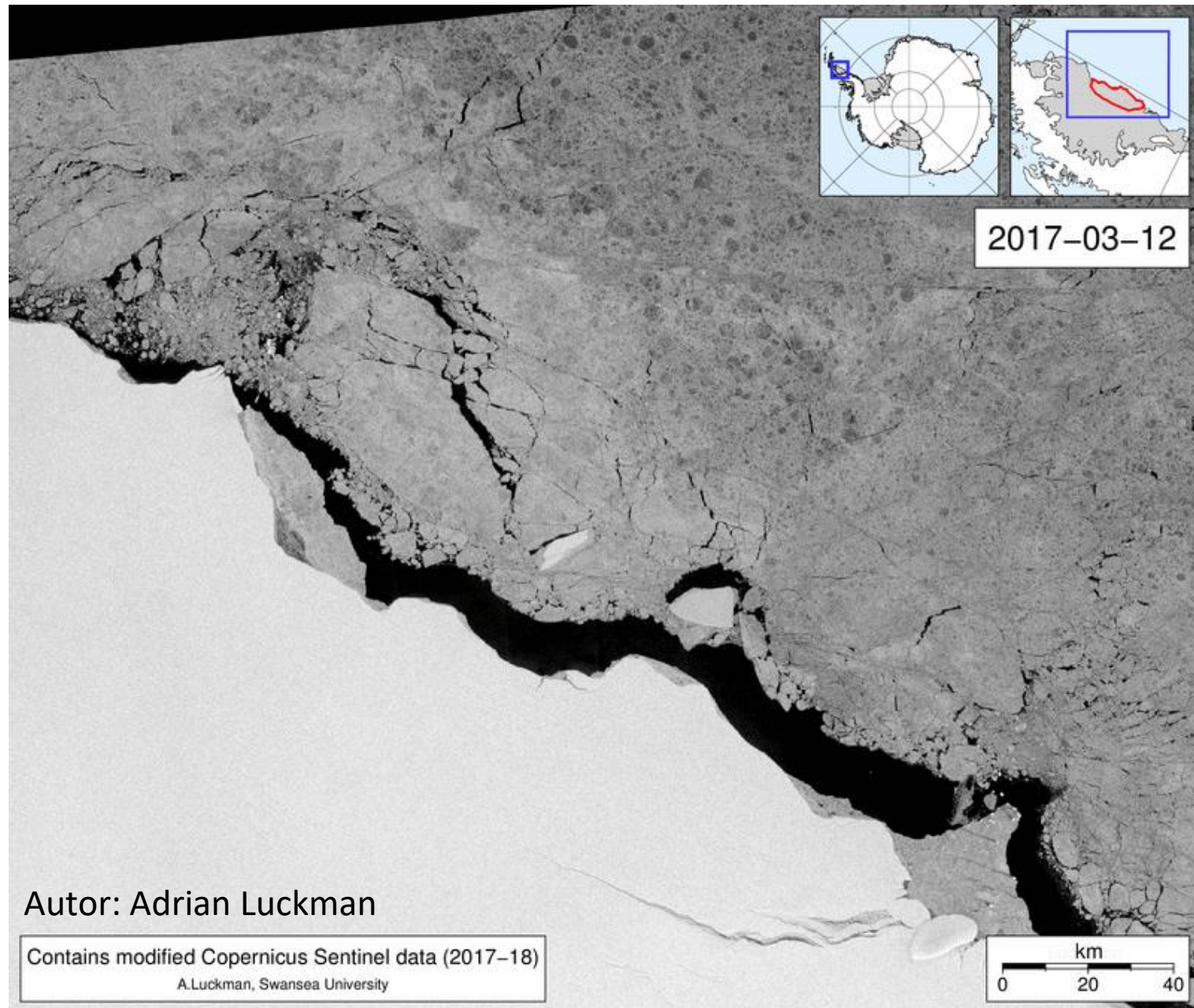
Larsen C – narodziny A-68

W lipcu 2017 ogromna góra lodowa A-68 (140 km długości!) oderwała się od Larsena C.

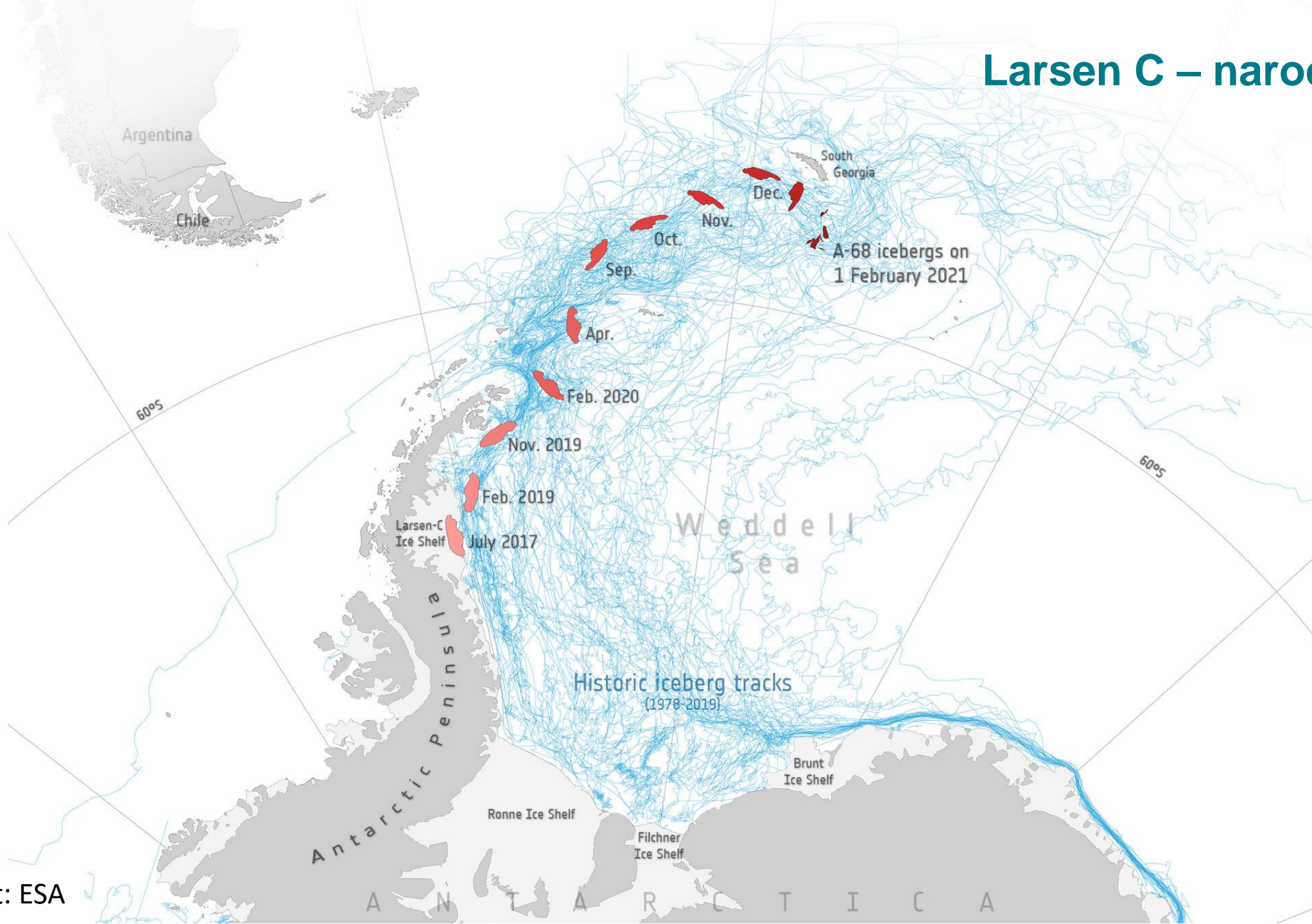
Jej powierzchnia wynosiła

6000 km².

Po roku góra rozpoczęła swoją epicką podróż!



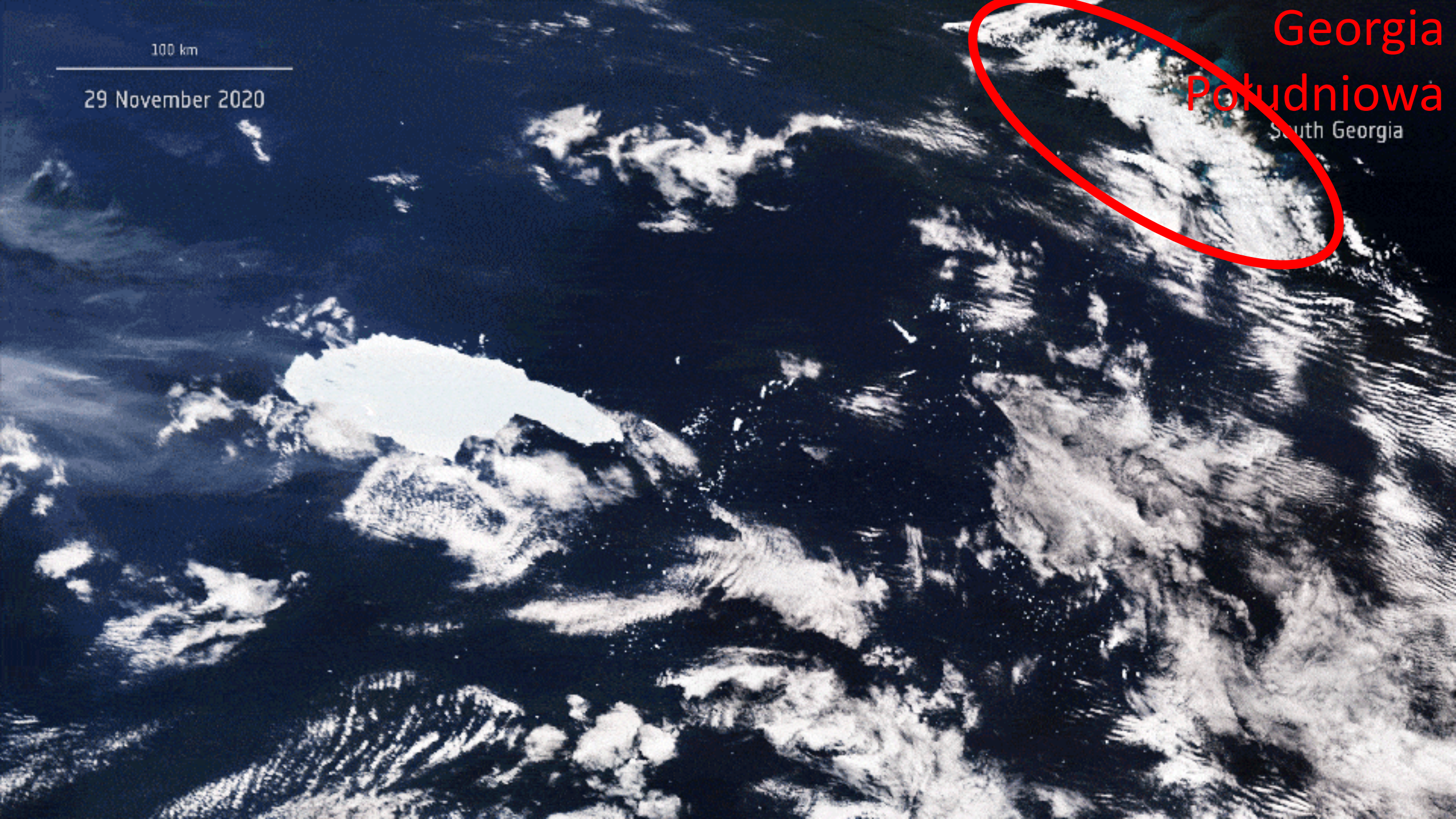
Larsen C – narodziny A-68



100 km

29 November 2020

Georgia
Południowa
South Georgia

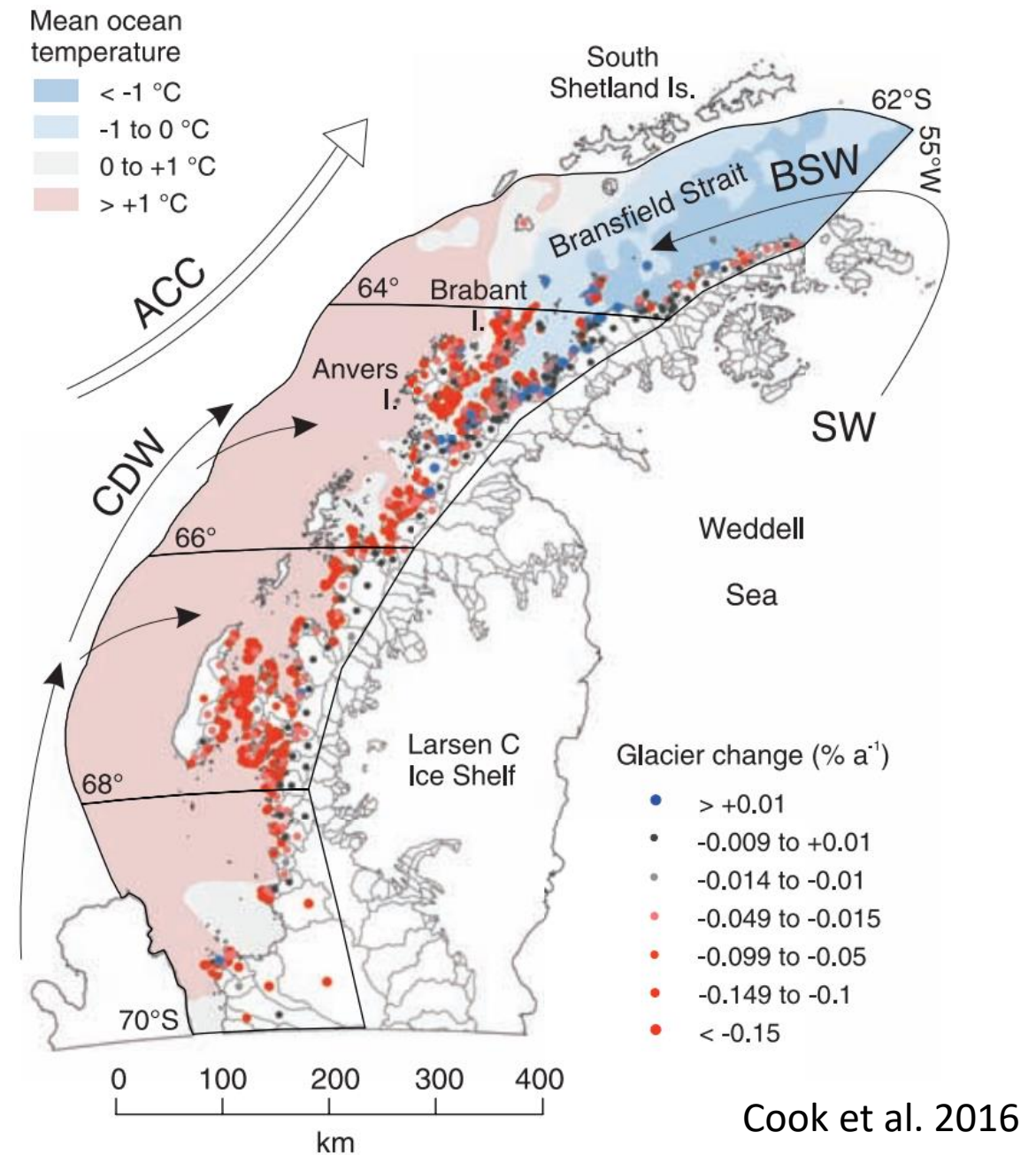


Lodowce Półwyspu Antarktycznego

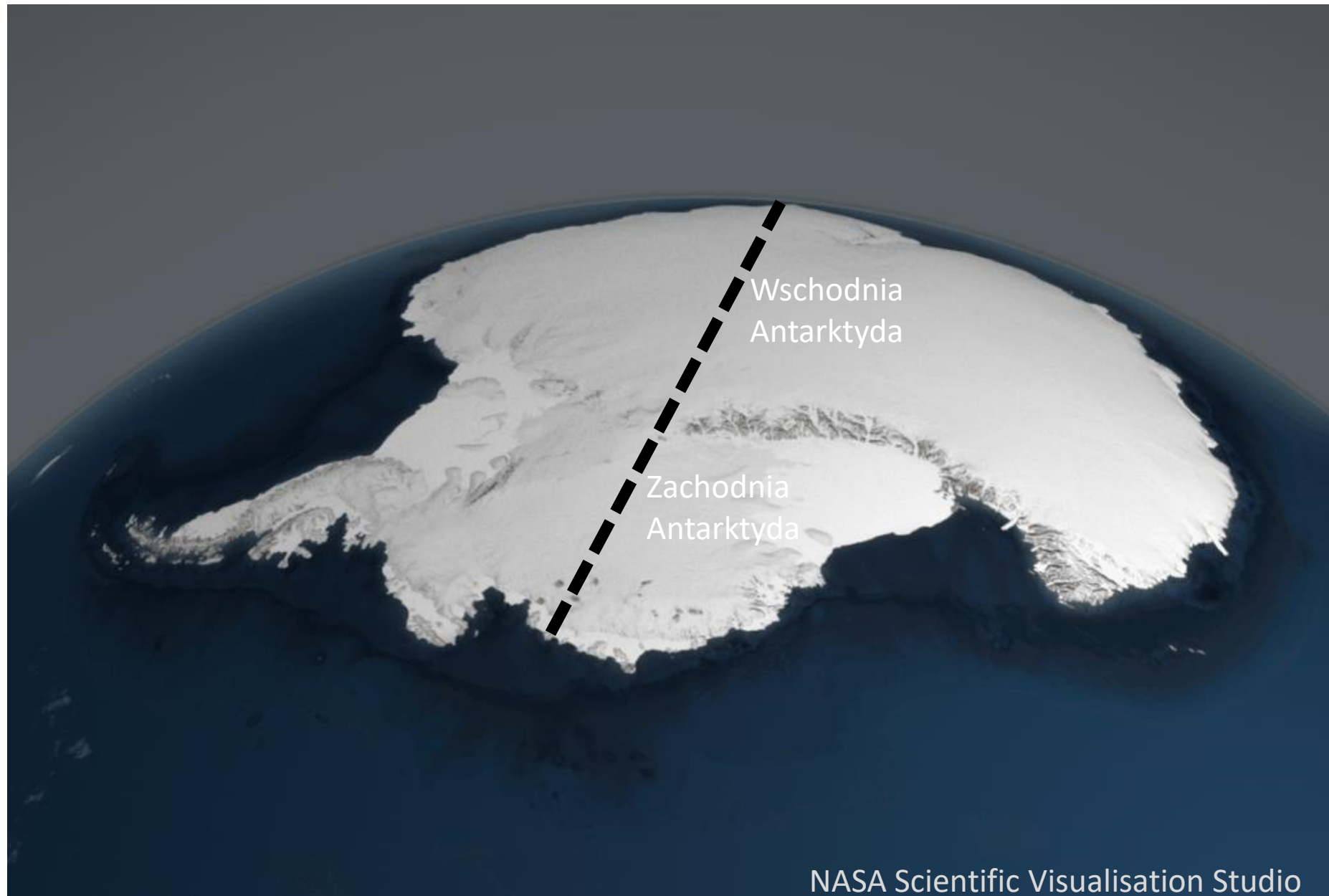
90%

Lodowców Półwyspu wycofuje się.

Główna przyczyna: przede wszystkim ocieplenie oceanu, a nie powietrza



To nie koniec kłopotów

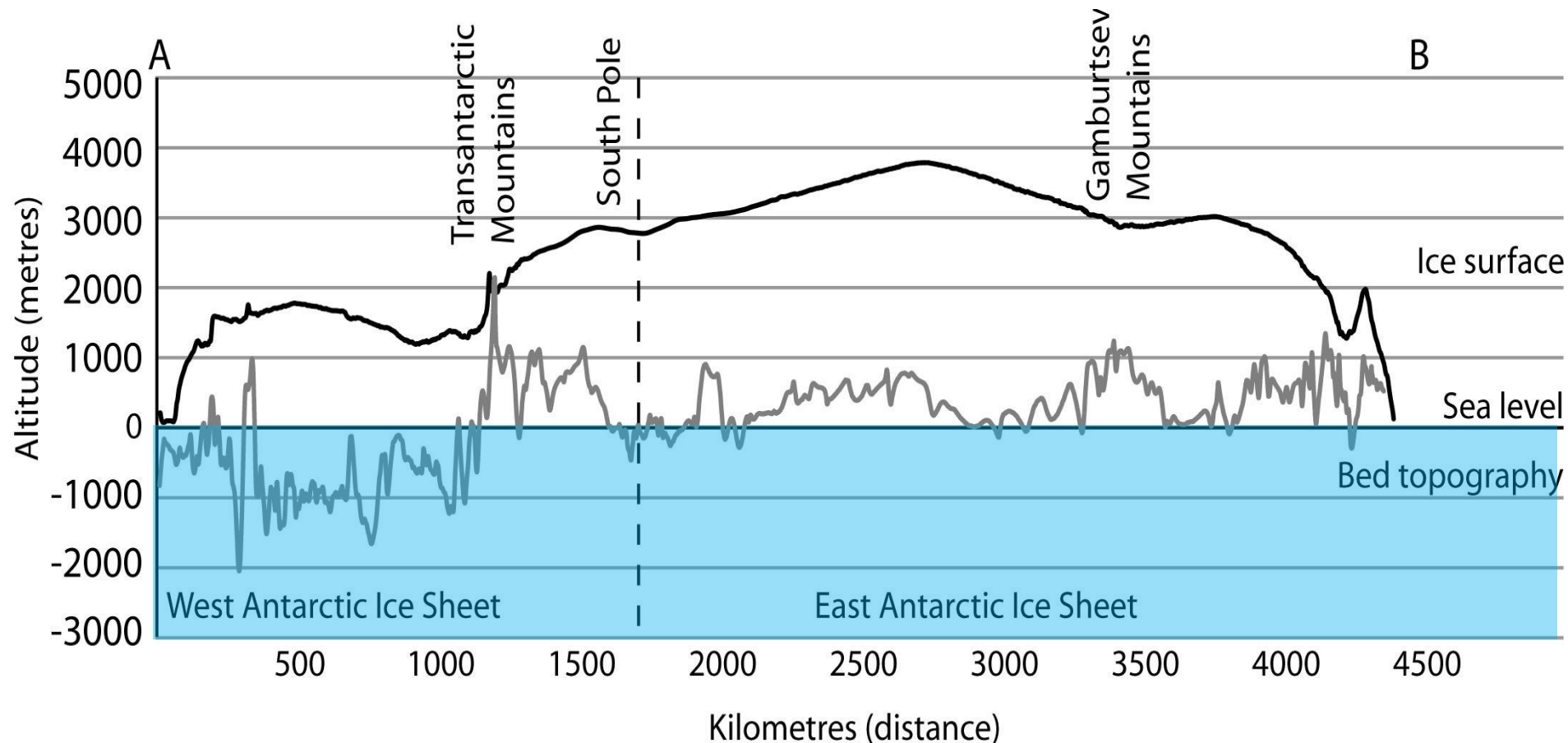


NASA Scientific Visualisation Studio

Miękkie podbrzusze

Lądolód zachodniej Antarktydy częściowo spoczywa poniżej poziomu morza.

Sprawia to, że ciepła woda może topić go od spodu.



Zachodnia Antarktyda

Wschodnia Antarktyda

Thwaites: "Iodowiec zagłady"

Lodowiec Thwaites to gigantyczny, a jednocześnie najbardziej delikatny sektor lądolodu Antarktydy.

Lodowiec niemal stracił swoją półkę lodową i wciąż przyspiesza spływ do oceanu.

Długość klifu – 120 km

Powierzchnia – niemal 200 tys. km²

Objętość – 500 tys. km³

Potencjał wzrostu poziomu morza – 65 cm

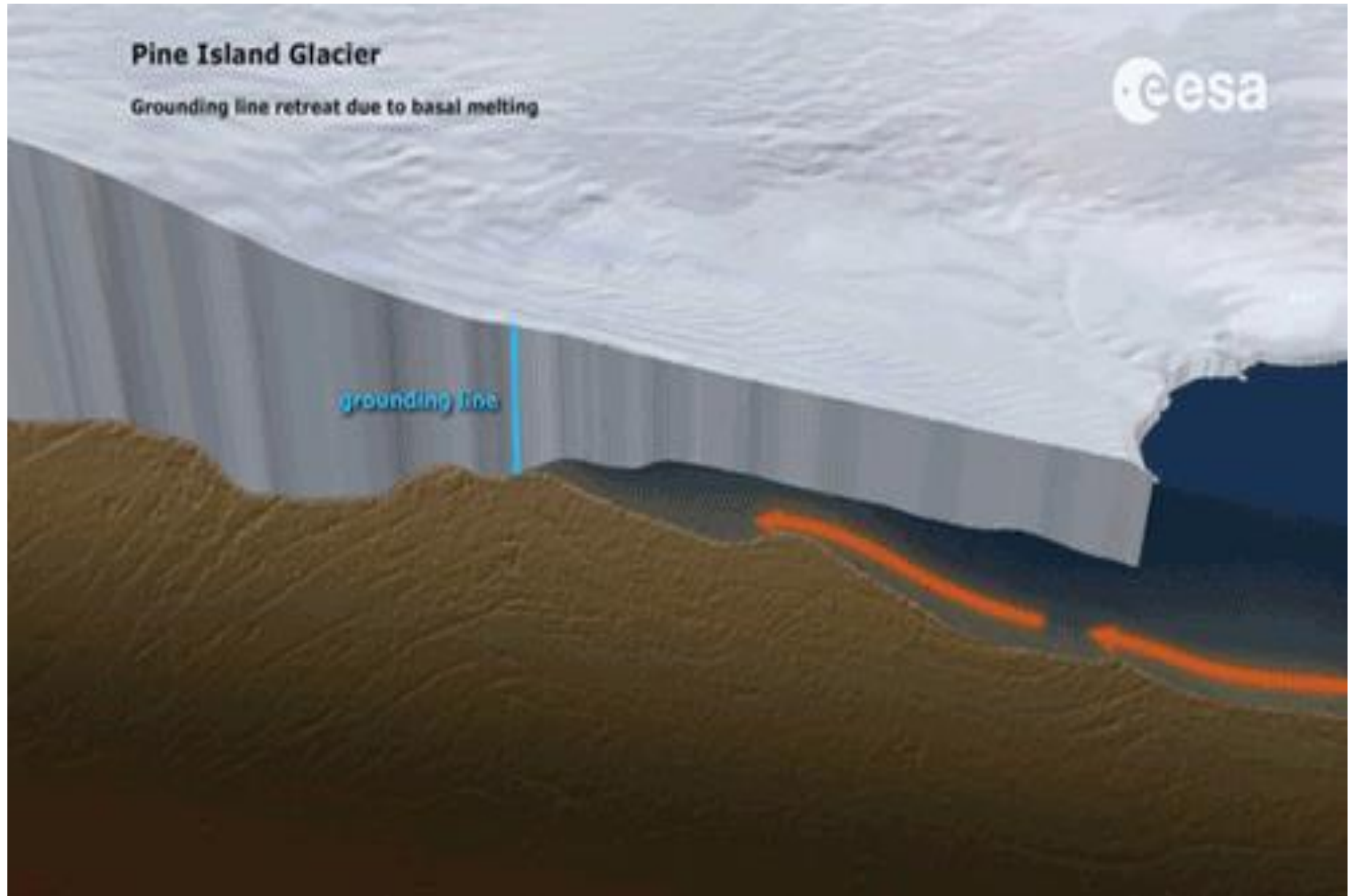


Miękkie podbrzusze

Lądolód zachodniej Antarktydy częściowo spoczywa poniżej poziomu morza.

Sprawia to, że ciepła woda może topić go od spodu.

Podwodne topnienie cofa **linię gruntowania** ku coraz głębszej wodzie. Sprawia to, że **sływ lodu do oceanu przyspiesza.**



Szybszy spływ

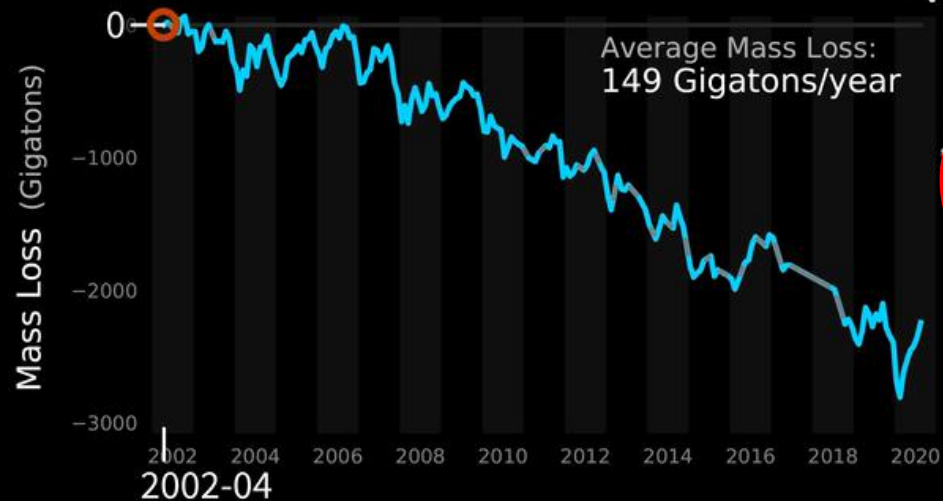
=

Szybsze niszczenie

Wielu naukowców uważa, że Thwaites nie przestanie przyspieszać i że czeka go dynamiczny rozpad.



GRACE AND GRACE-FO Observations of Antarctic Ice Mass Changes



Thwaites: "lodowiec zagłady"

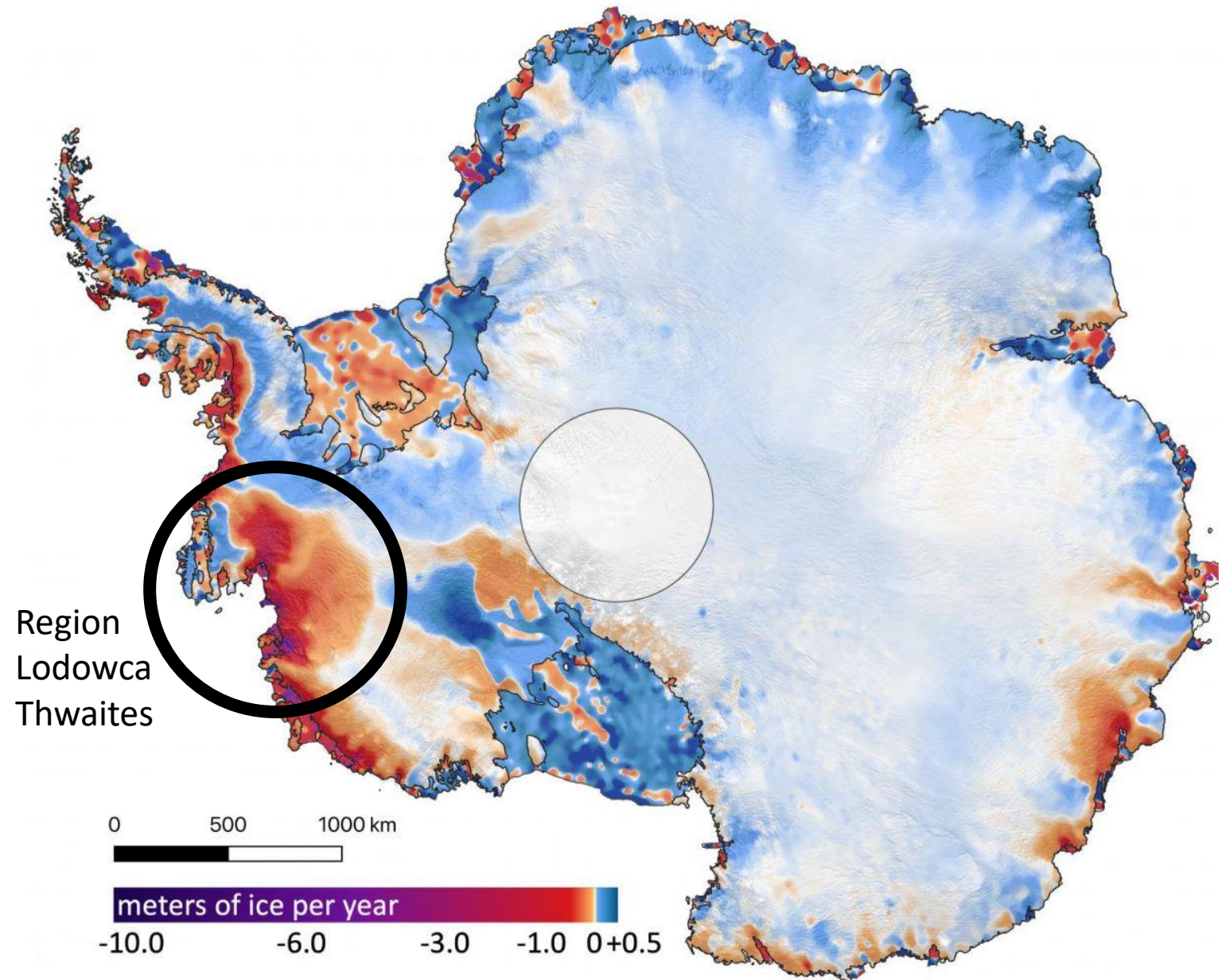
Straty lodu w regionie Lodowca Thwaites są tak potężne, że pomimo całkiem dobrej sytuacji na większości lądolodu, sumarycznie traci on masę.

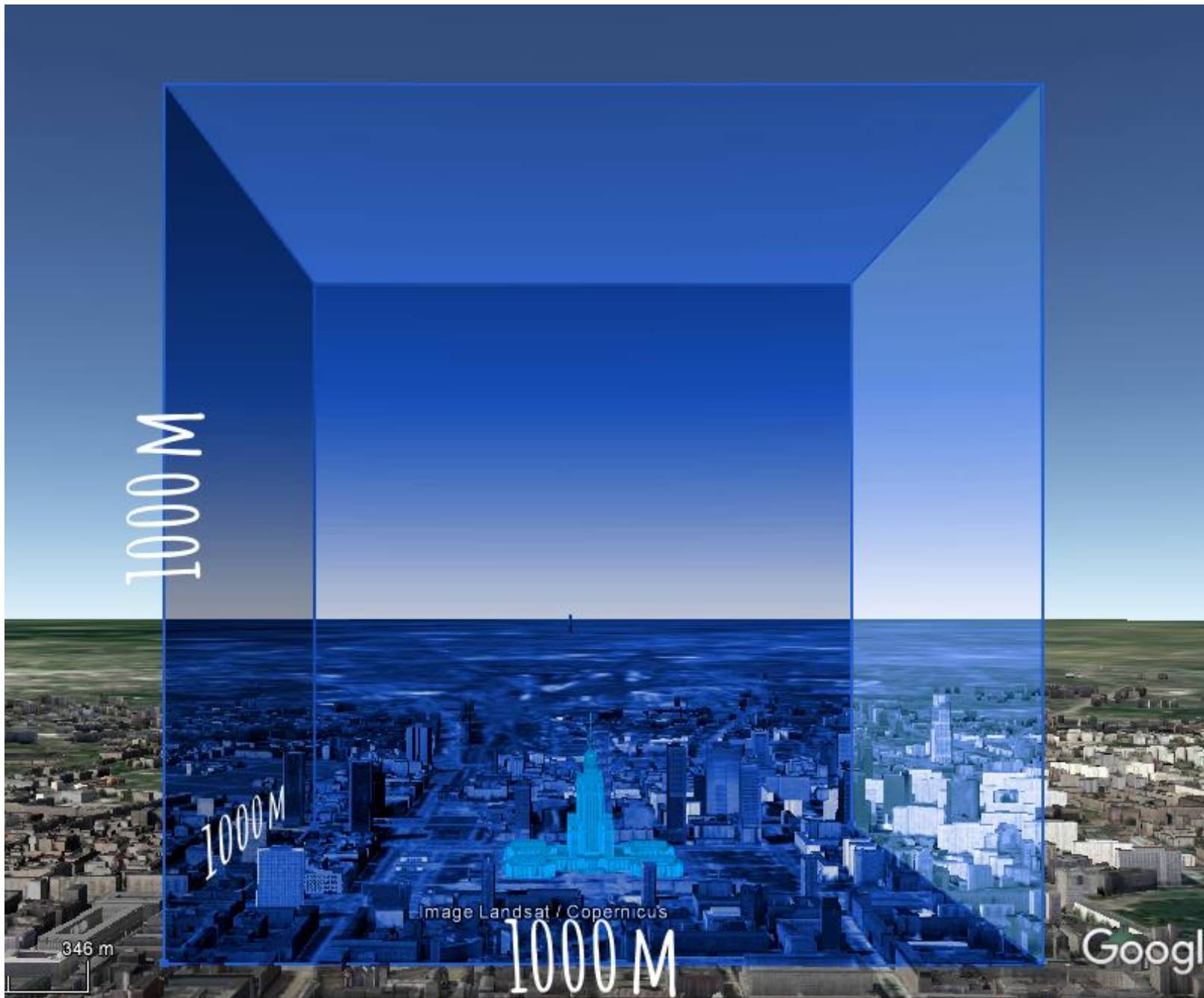
Lodowiec Thwaites odpowiada za 4% obecnego tempa wzrostu poziomu morza.

Thwaites: "lodowiec zagłady"

Straty lodu w regionie Lodowca Thwaites są tak potężne, że pomimo całkiem dobrej sytuacji na większości lądolodu, sumarycznie traci on masę.

Lodowiec Thwaites odpowiada za 4% obecnego tempa wzrostu poziomu morza.





Straty lodu mierzymy w gigatonach (Gt)

Jedna Gt to **jeden miliard ton**.
To odpowiednik masy **jednego kilometra sześciennego wody**.

Antarktyda traci

100-200 Gt lodu

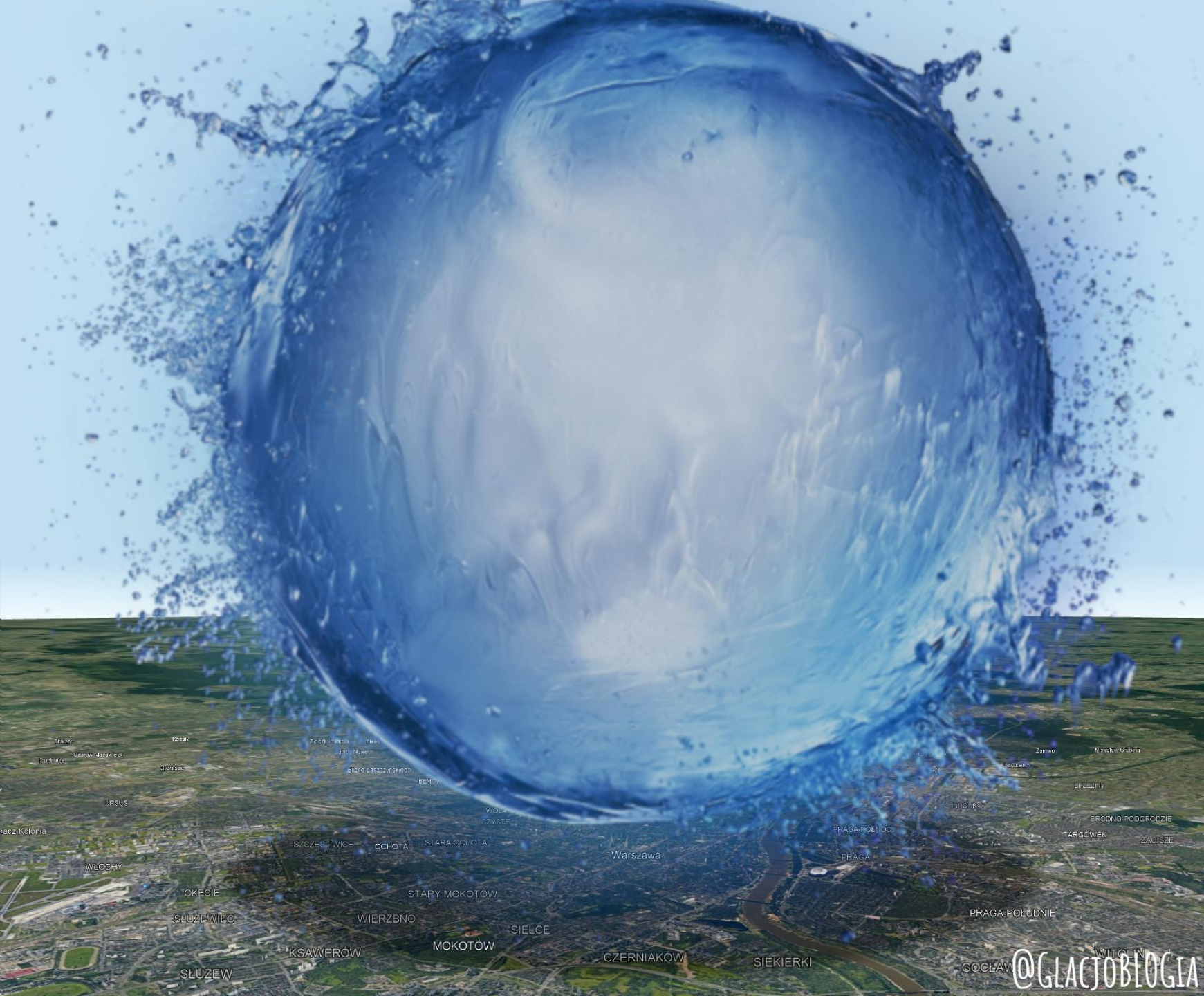
każdego roku w postaci gór lodowych i wody roztopowej.

Większość tej masy pochodzi z Lodowca Thwaites.



Dolicz do tego lądolód Grenlandii, który traci
200-300 Gt rocznie

...i nie zapomnij o lodowcach, które także tracą
200-300 Gt rocznie



Kilkaset gigaton wody nad Warszawą

Lodowce i lądolody tracą
łącznie

kilkaset Gt lodu

każdego roku!

Ta nadwyżka wody trafia do
oceanu i odpowiada za
ponad połowę wzrostu
poziomu morza.

Obecne tempo wzrostu:
4 cm na dekadę

Lodowy gigant się przebudził!

**System bezpieczeństwa Antarktydy szwankuje:
półki lodowe rozpadają się zamiast hamować spływ lądolodu.**

Lód maszeruje do oceanu coraz szybciej, przez co coraz szybciej odłamują się od niego góry lodowe.

To podwodne topnienie odpowiada w największym stopniu za straty masy lądolodu, a nie topnienie powierzchni.

Lądolód zachodniej Antarktydy jest w niebezpieczeństwie, bo spoczywa poniżej poziomu morza, a ciepła woda dociera do coraz głębszych stref lądolodu i topi go od spodu.

Wielu ekspertów twierdzi, że Thwaites ("lodowiec zagłady") wszedł w fazę samonapędzającego się rozpadu i nic już go nie zatrzyma. W następnych stuleciach on sam podniesie poziom mórz o kilkadziesiąt centymetrów. Jego sąsiedzi mogą dołożyć jeszcze znacznie więcej.

Projekt dofinansowany ze środków budżetu państwa w ramach programu
Ministra Edukacji i Nauki pod nazwą
Społeczna odpowiedzialność nauki – Popularyzacja nauki i promocja sportu,
nr projektu SONP/SP/546432/2022,
kwota dofinansowania 112 920,00 zł, całkowita wartość projektu 125 640,00 zł.