

Zespoły otwornic bentosowych z fiordów Georgii Południowej

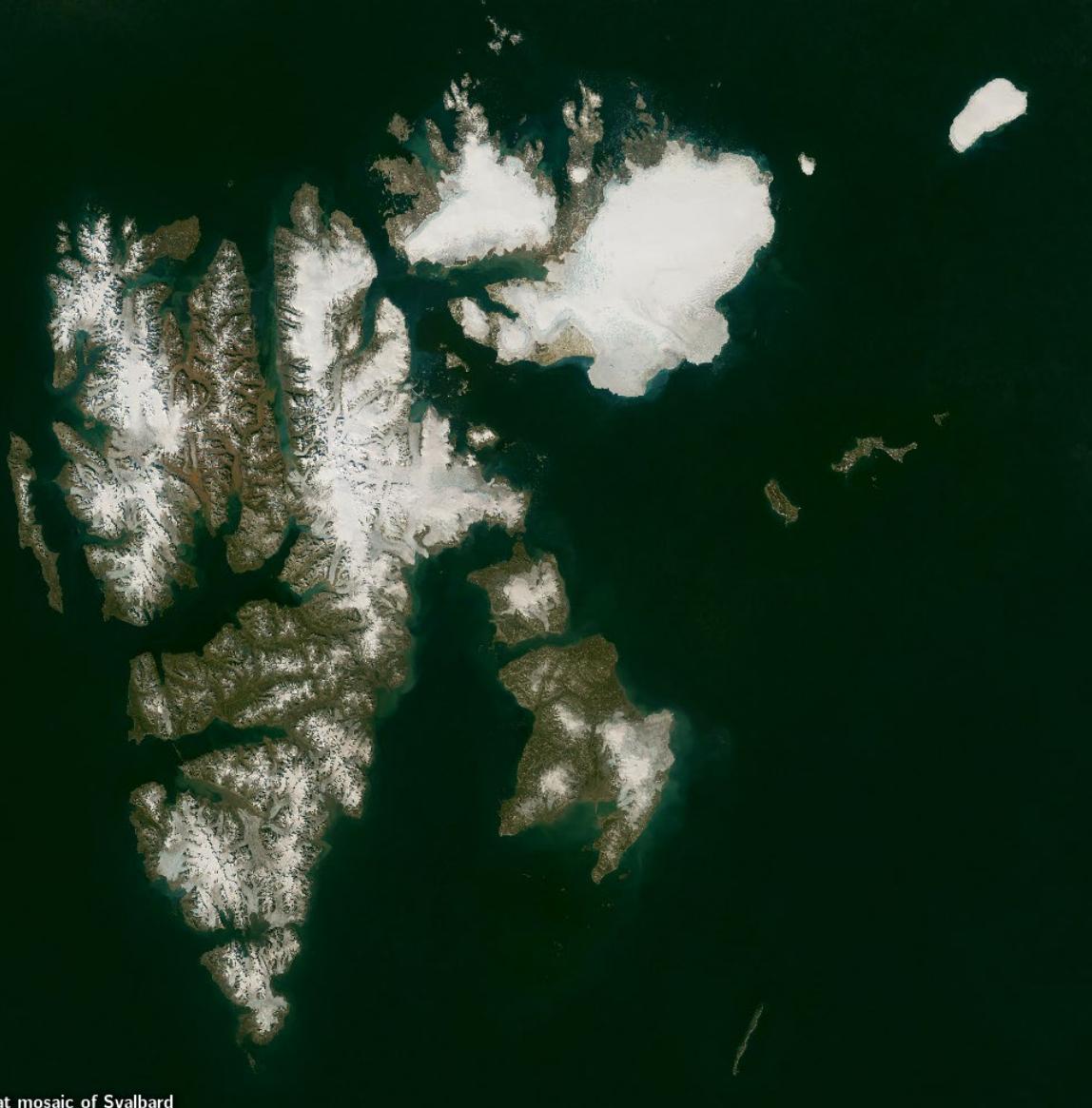


Wojciech Majewski¹,
Witold Szczuciński²
& Andrew J. Gooday³

¹ Instytut Paleobiologii PAN, Warszawa

² Uniwersytet Adama Mickiewicza w Poznaniu

³ National Oceanography Centre, Southampton, UK



Landsat mosaic of Svalbard
Christoph Hormann, imagico.de



European Space Agency

Spitsbergen 37 673 km²
Georgia Południowa 3 528 km²

Pokrywa lodowa:
Spitsbergen 55%
Georgia Południowa >50%

Mount Paget 2935 m n.p.m.
Newtontoppen 1713 m n.p.m.



Lodowce Nordenskjölda i Neumayera -
dwa bardzo różne lodowce w jednej zatoce



Grytviken – najstarsza osada wielorybnicza



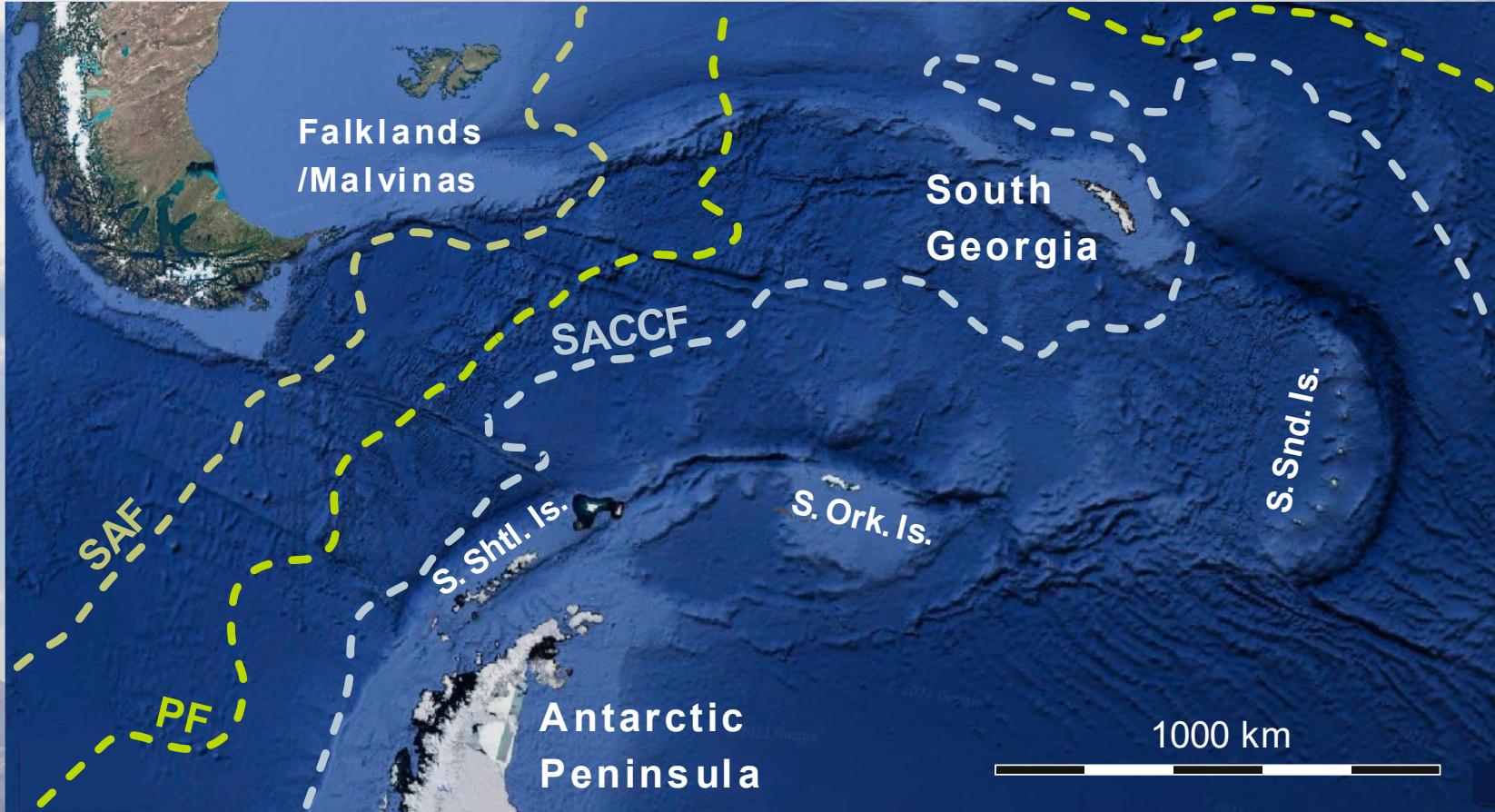


Szlak epickiej wyprawy Shackletona (1914-1916)



Źródło: Endurance
2022 Expedition





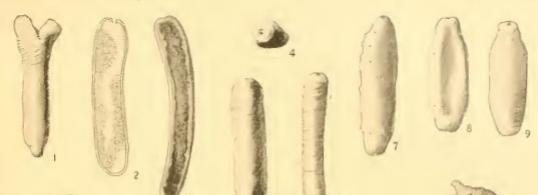
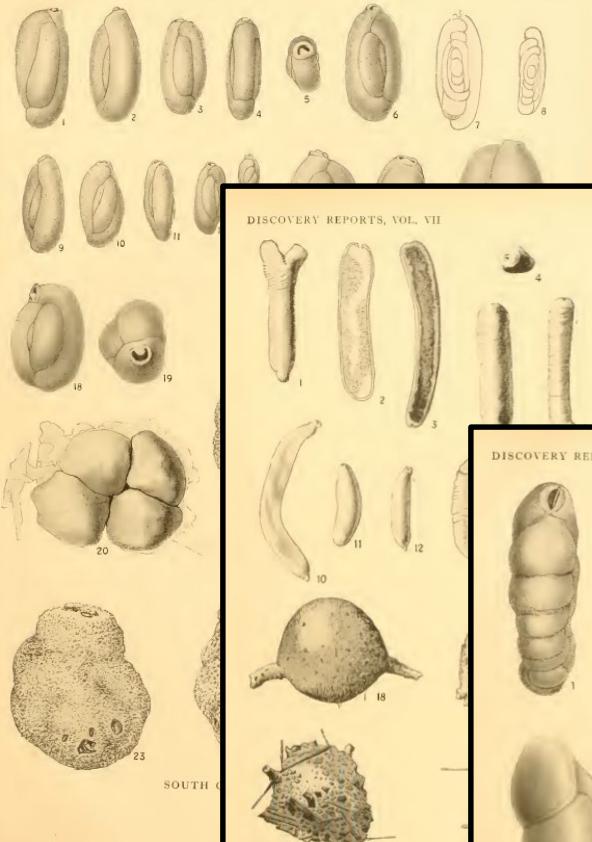
za Google Earth and Orsi et al. (1995)

- SG to hotspot różnorodności biologicznej wrażliwy na zmiany klimatyczne i inwazje obcych gatunków
- Biomonitoring jest tu szczególnie istotny

- **Fiordy** są wrażliwe na zmiany klimatyczne na morzu i na lązie. Są to pułapki sedimentacyjne i archiwa paleośrodowiskowe w jednym.
- **Otwornice bentosowe** to dominujący element meiobetosu. Są wrażliwe środowiskowe i mają dobry zapis kopalny
 - >>> są przydatne w biomonitoringu i badaniach paleośrodowiskowych.



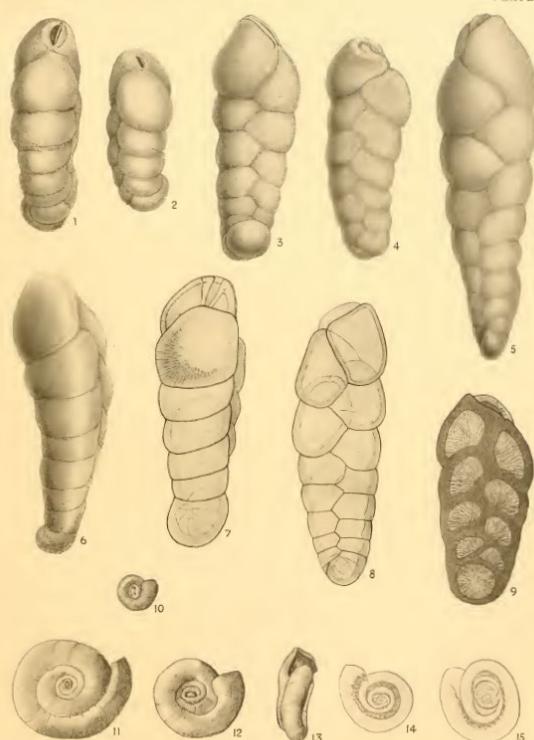
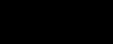
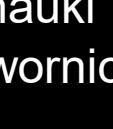
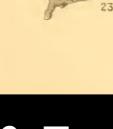
Pierwsze ilościowe badania otwornic
we fjordach sub-antarktycznych



SOUTH G.

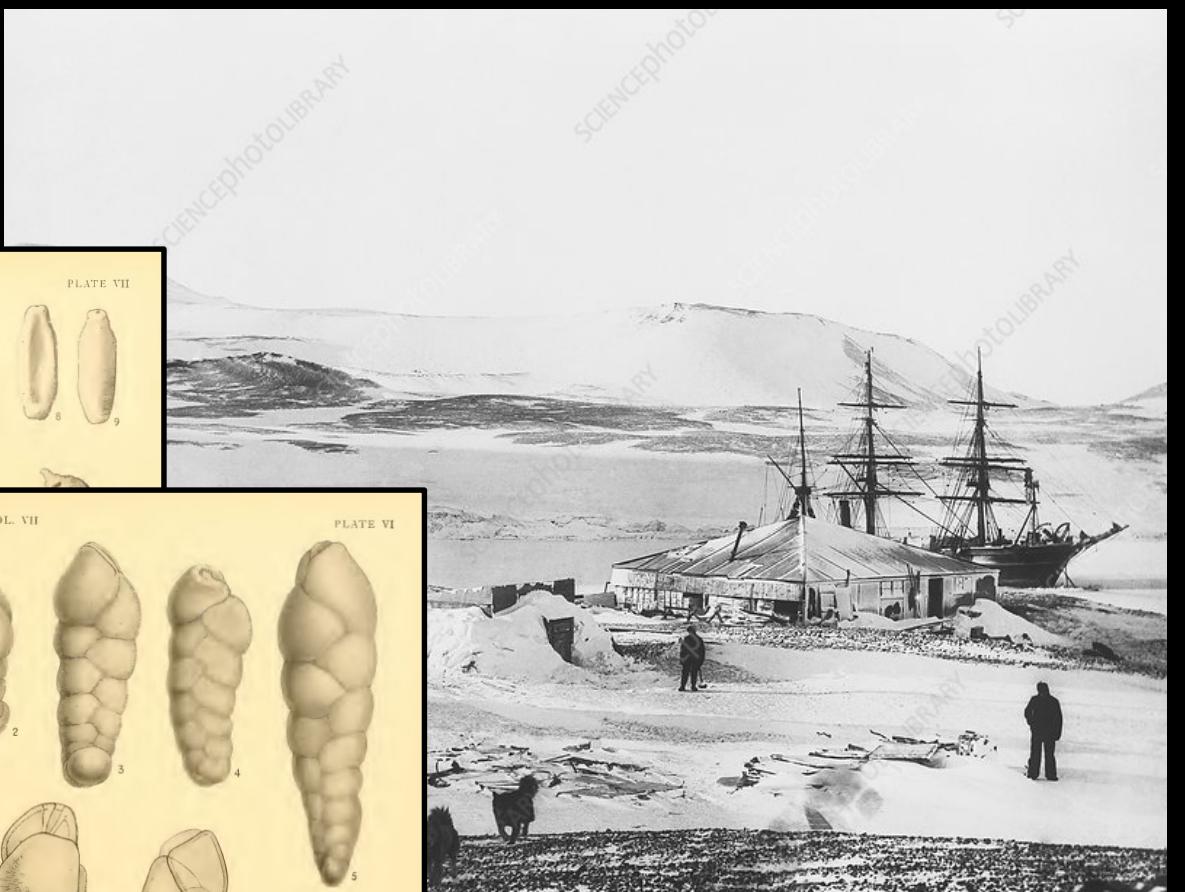


SOUTH G.

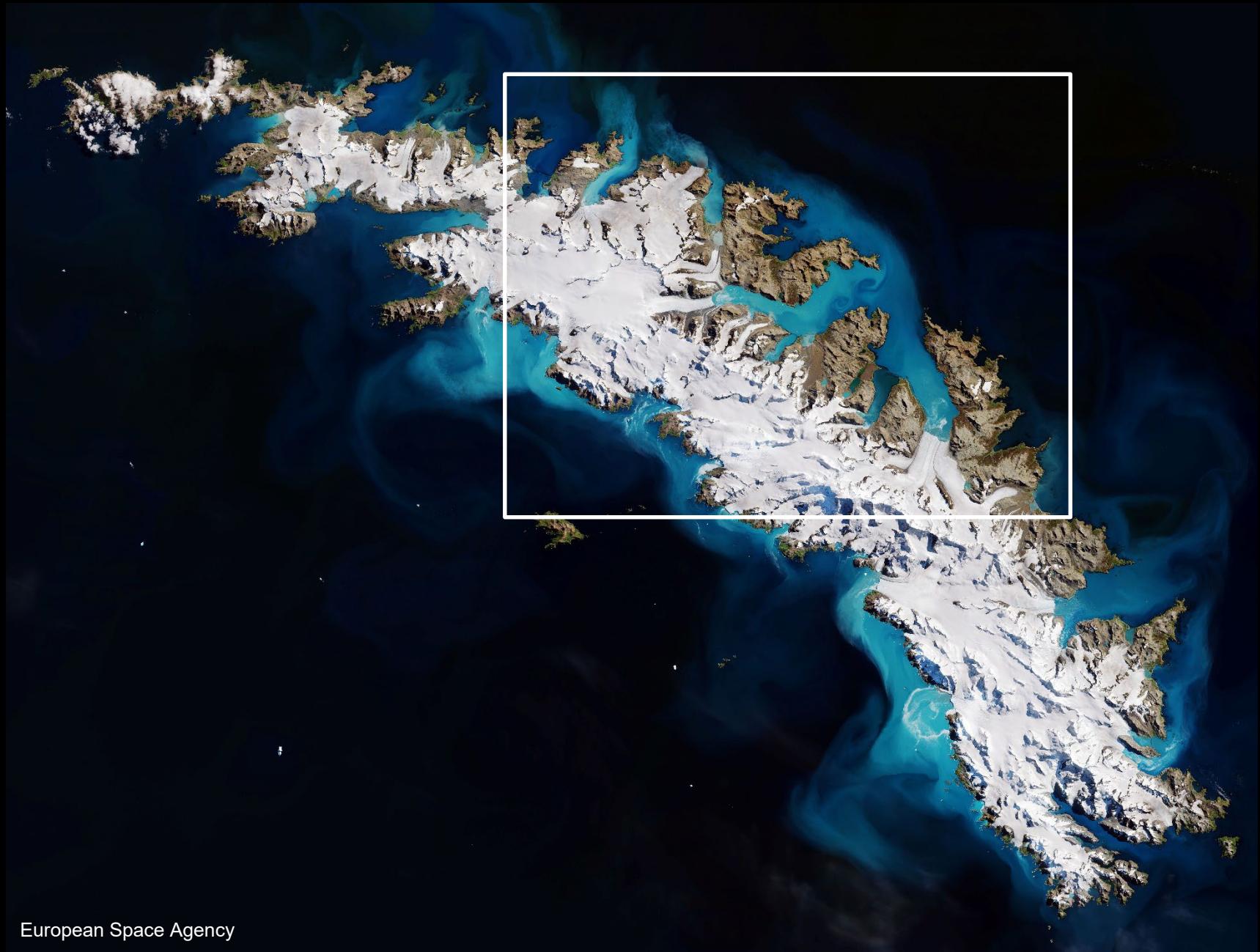


SOUTH GEORGIA FORAMINIFERA

Heron-Allen & Earland
(1930-1933) opisali 49
nowych dla nauki
taksonów otwornic



*RRS Discovery w Zatoce
McMurdo, British National
Antarctic Expedition
(1901-1904)*



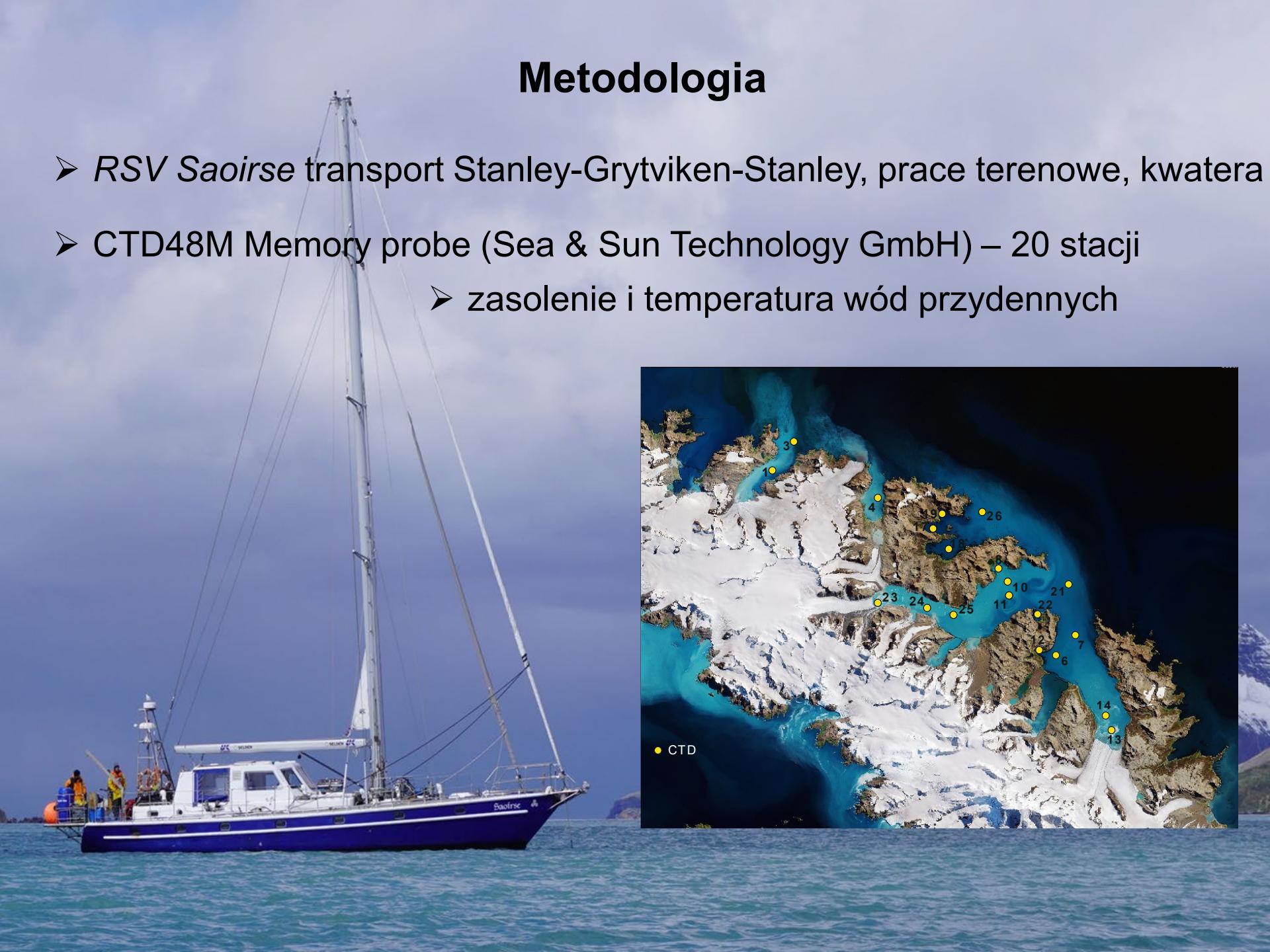
European Space Agency



European Space Agency

Metodologia

- RSV Saoirse transport Stanley-Grytviken-Stanley, prace terenowe, kwatera
- CTD48M Memory probe (Sea & Sun Technology GmbH) – 20 stacji
 - zasolenie i temperatura wód przydennych



Metodologia

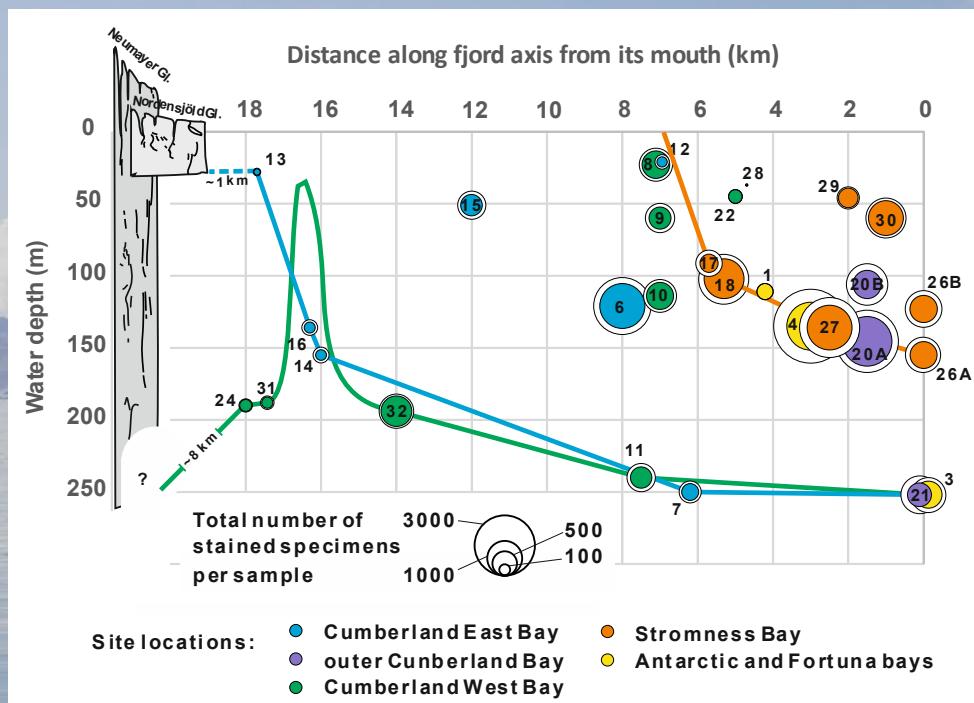
- CTD48M Memory probe (Sea & Sun Technology GmbH) – 20 stacji
 - **zasolenie i temperatura wód przydennych**
- Van Veen grab 1000 cm² (CK Denmark) – 29 stacji
 - grain size & sorting >> **rodzaj osadu**
 - TOC & TS >> **natlenienie osadu**
 - bulk $\delta^{13}\text{C}$ >> **typ materii organicznej**

➤ Micropaleontologia;
barwienie różem bengalskim >>
„żywe” otwornice (górnego 2 cm osadu)



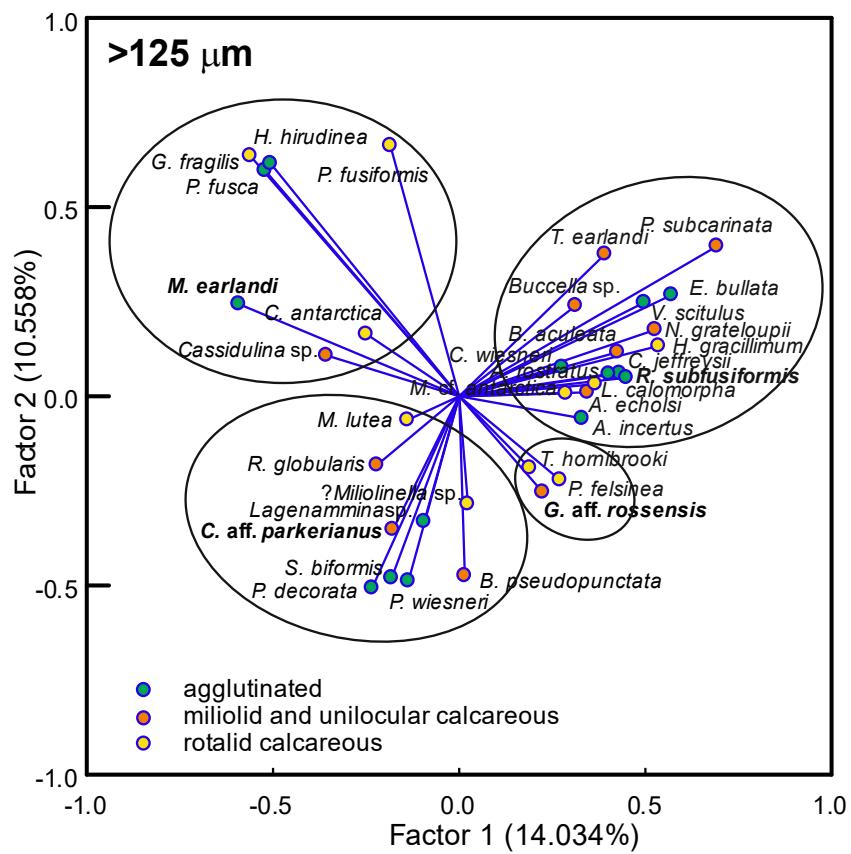
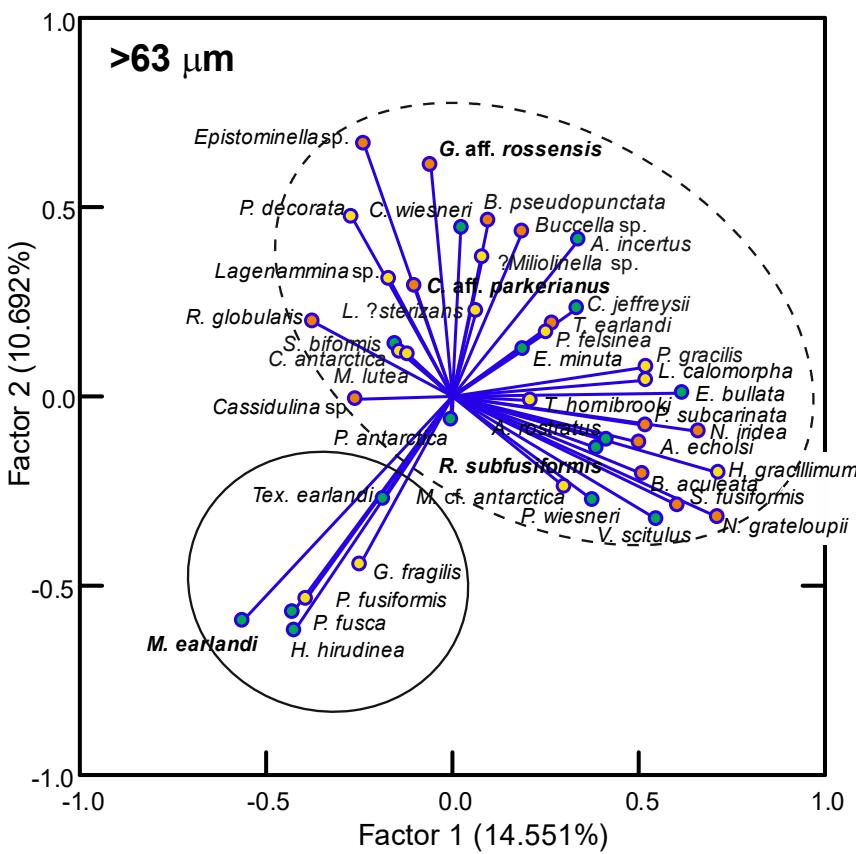
Wyniki otwornicowe (frakcja >125- μ m)

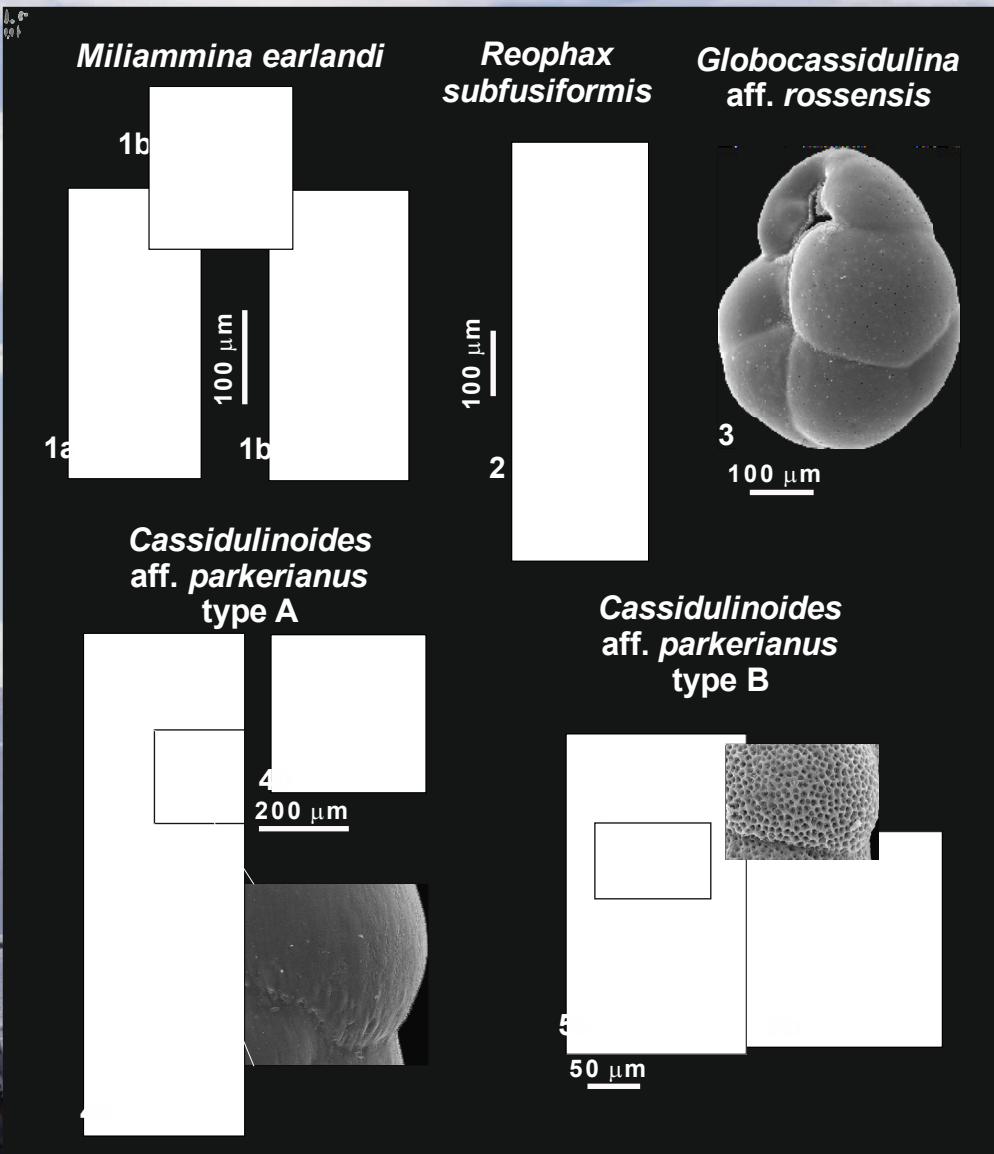
- >55 gatunków, 5381 okazów (+ 3970 okazów dla frakcji 63-125 μ m)
- gatunki w próbie: 4-27 (średnio 14.8)
- Shannon index: 0.79-2.58 (średnio 1.7)
- ilość okazów na próbę: 4-1979 (średnio 186)



Statystyka

- PCA dla identyfikacji zespołów (FAs)
- CCA dla przetestowania korelacji pomiędzy FAs i wskaźnikami środowiska





Gatunki dominujące w zespołach otwornic (FAs)

www.nature.com/scientificreports/

scientific reports

Check for updates

OPEN **Cenozoic climatic changes drive evolution and dispersal of coastal benthic foraminifera in the Southern Ocean**

Wojciech Majewski^{1,2}, Maria Holzmann², Andrew J. Gooday³, Aneta Majda², Tomasz Mamo² & Jan Pawłowski²

The Antarctic coastal fauna is characterized by high endemism related to the progressive cooling of Antarctic waters and their isolation by the Antarctic Circumpolar Current. The origin of the Antarctic coastal fauna could involve either colonization from adjoining deep-sea areas or migration through the Drake Passage from sub-Antarctic areas. Here, we tested these hypotheses by comparing the morphology and genetics of benthic foraminifera collected from Antarctic, sub-Antarctic coastal settings in South Georgia, the Falkland Islands and Patagonian fjords. We analyzed four genera (*Cassidulina*, *Globocassidulina*, *Cassidulinoides*, *Ehrenbergina*) of the family Cassidulinidae that are represented by at least nine species in our samples. Focusing on the genera *Globocassidulina* and *Cassidulinoides*, we found that the last stage of fragmentation of the supercontinent Gondwana took place during the mid-Miocene climate reorganization, probably about 20 to 17 million years ago (Ma). It was followed by a divergence between Antarctic species ~ 10 Ma, probably related to the cooling of deep water and vertical structuring of the water-column, as well as broadening and deepening of the continental shelf. The gene flow across the Drake Passage, as well as between South America and South Georgia, seems to have occurred from the Late Miocene to the Early Pliocene. It appears that climate warming during 7–5 Ma and the migration of the Polar Front breached biogeographic barriers and facilitated inter-species hybridization. The latest radiation coincided with glaciogenesis (~ 2–1 Ma), which led to the disappearance of many species, range shifts, demographic changes, and genetic differentiation in Antarctic species. Our results show that the evolution of Antarctic and sub-Antarctic coastal benthic foraminifera was linked to the tectonic and climatic history of the area, but their evolutionary response was not uniform and reflected species-specific ecological adaptations that influenced the dispersal patterns and biogeography of each species in different ways.

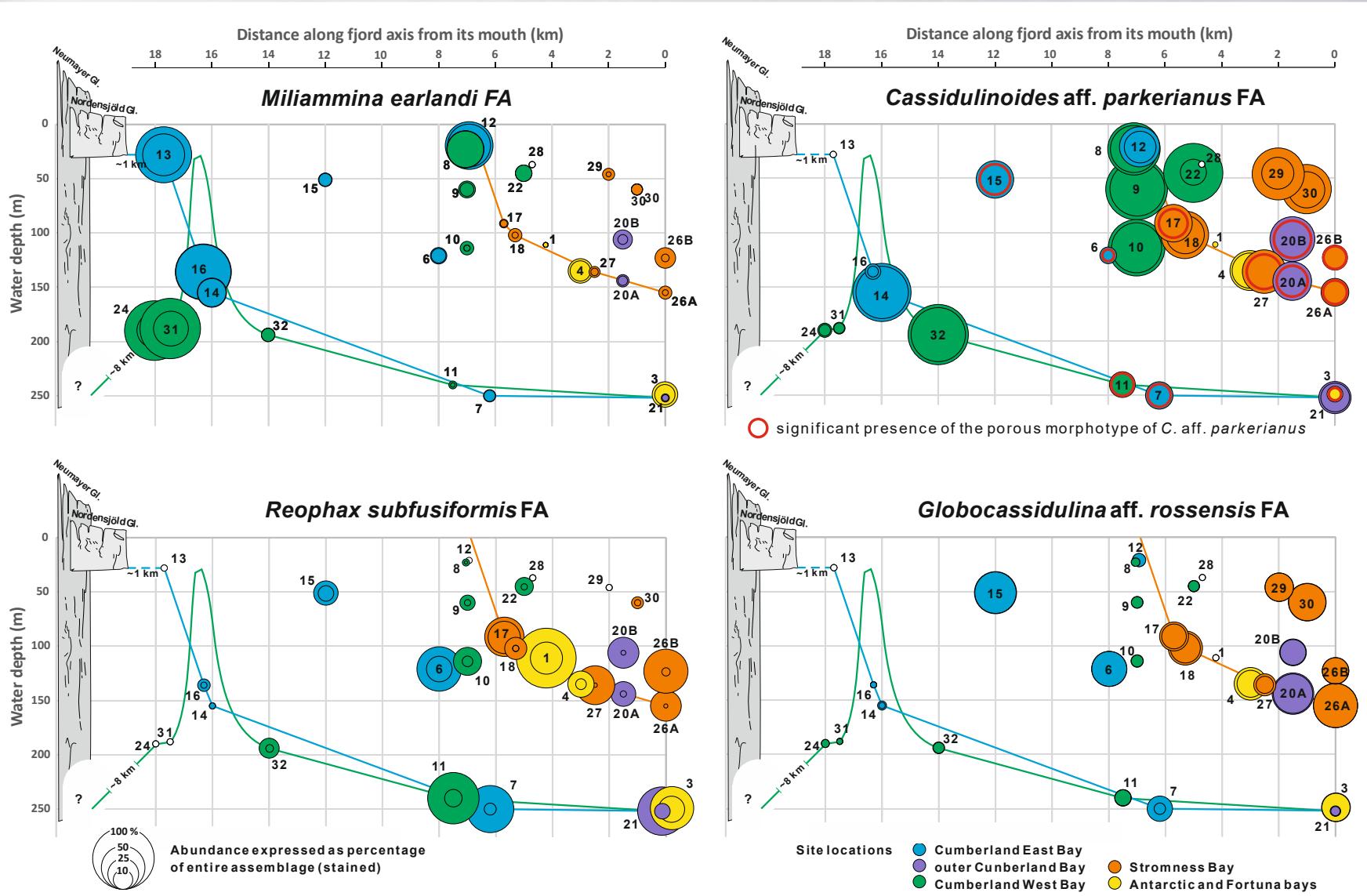
The Drake Passage and the Scotia Sea have a remarkable tectonic and geological history^{1,2} marked by major environmental and associated faunal changes³. The breakup of the supercontinent Gondwana started in the Mesozoic and continues through the Cenozoic. The last stage of this fragmentation was the opening of the Drake Passage between South America and West Antarctica at ~ 41 million years ago (Ma) or perhaps even earlier⁴. Progressively increasing degrees of fragmentation of the supercontinent led to the formation of the Antarctic Circumpolar Current (ACC), which in combination with global carbon dioxide decline around the Eocene-Oligocene boundary (~ 34 Ma), facilitated a gradual process of Antarctic cooling⁵, strengthening of thermal gradients between Patagonia and the Antarctic Peninsula, and a marked separation of ecosystems on the two sides of the Drake Passage⁶. This process reversed during the mid-Miocene climatic warming between 17 and 14.5 Ma, and even increased with the Middle Miocene cooling at ~ 14 Ma⁷ and the final opening of the Drake Passage for deep oceanic circulation (~ 12 Ma)⁸.

Institute of Palaeobiology, Polish Academy of Sciences, Warsaw 02-656, 02-818 Warsaw, Poland. ¹Department of Genetics and Evolution, University of Geneva, Sciences III, 20 Quai Ernest-Ansermet, 1211, Geneva 4, Switzerland. ²National Oceanography Centre, European Way, Southampton SO14 3ZM, UK. ³Department of Invertebrate Zoology and Hydrobiology, University of Łódź, Banacha 12/18, 90-237 Łódź, Poland. ⁴Institute of Oceanology, Polish Academy of Sciences, Powstańców Warszawy 55, 81-712 Sopot, Poland. ⁵email: w.maj@twarda.pan.pl

Scientific Reports | (2021) 11:19869 | https://doi.org/10.1038/s41598-021-99155-6

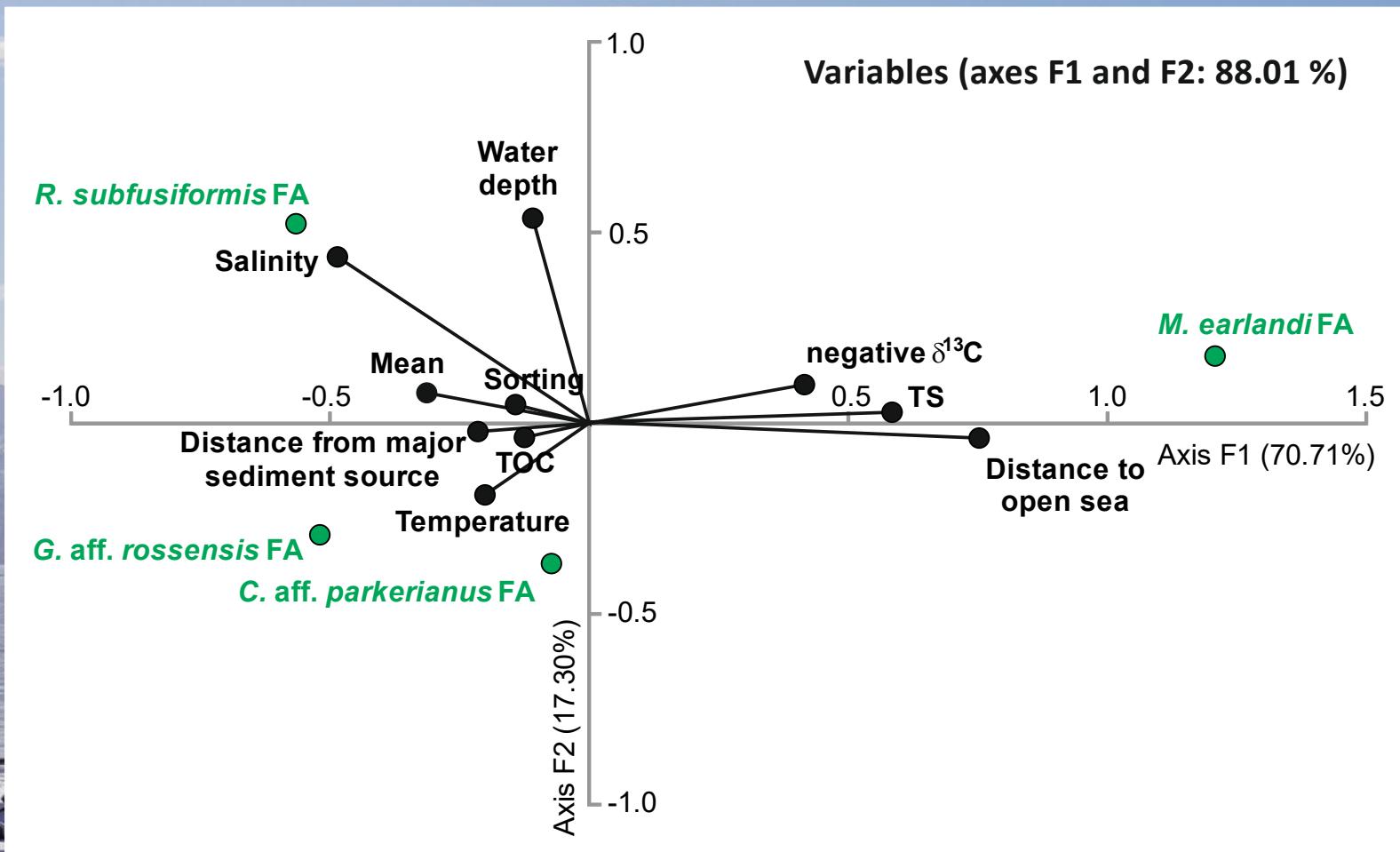
nature portfolio

Udział procentowy otwornic należących do czterech FAs



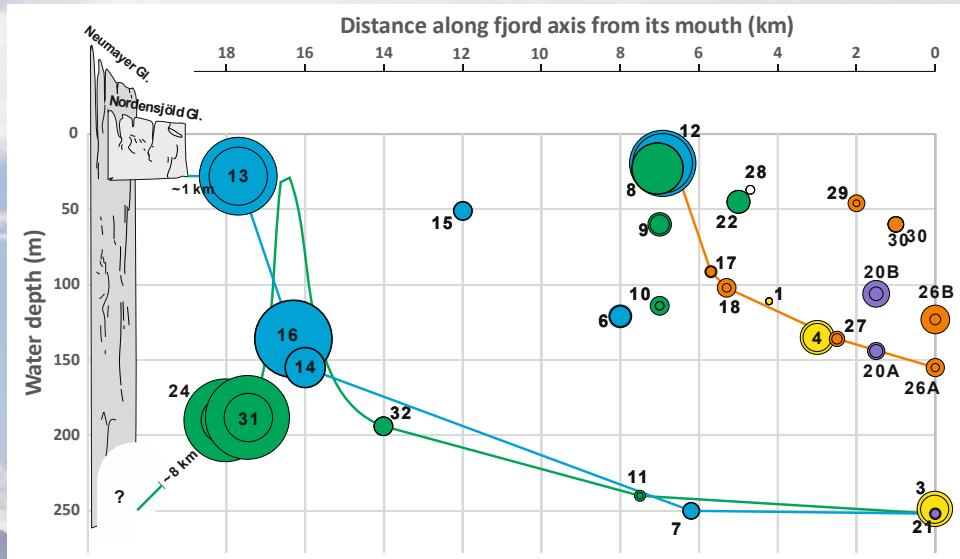
Statystyka

- PCA dla identyfikacji zespołów (FAs)
- CCA dla przetestowania korelacji pomiędzy FAs i wskaźnikami środowiska



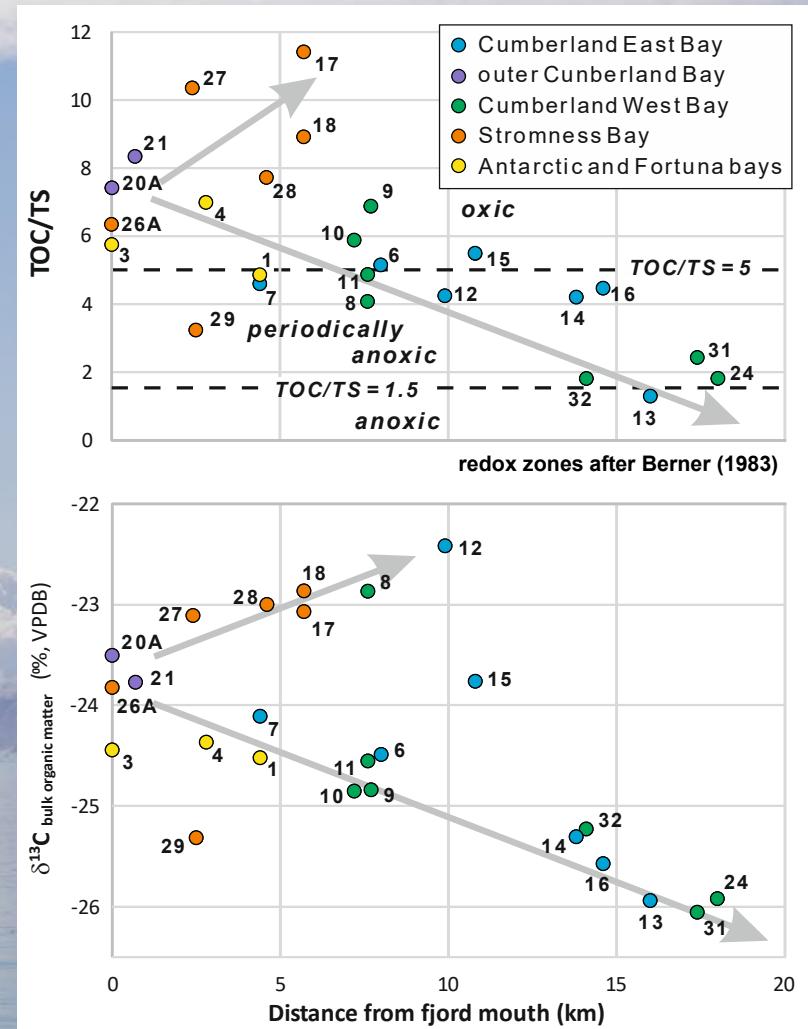
Miliammina earlandi FA

wnętrze Zatoki Cumberland i płytkie zatoczki

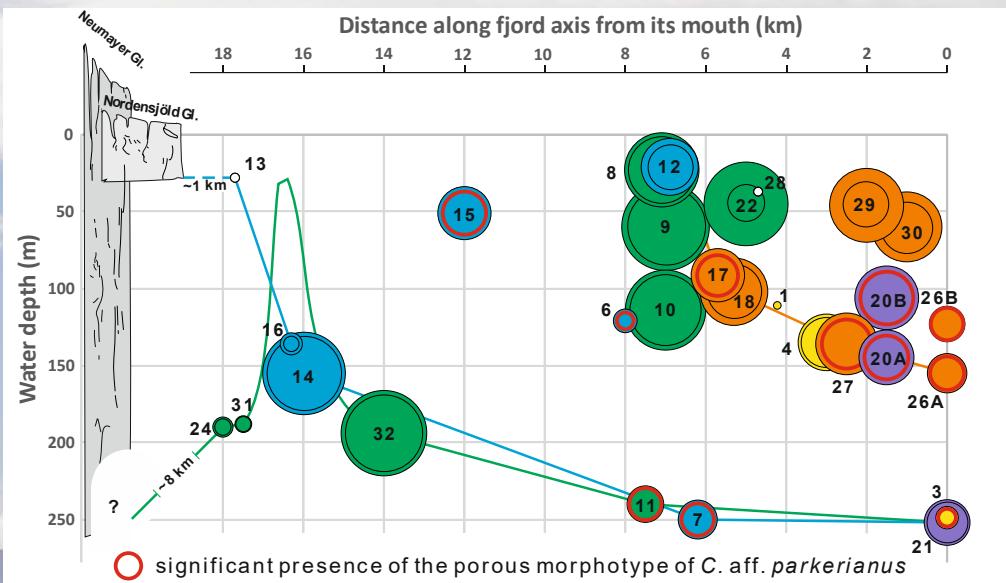


- silne oddziaływanie lodowców
- szybkie tempo akumulacji osadu
- warunki beztlenowe w osadzie
- różnorodny pokarm

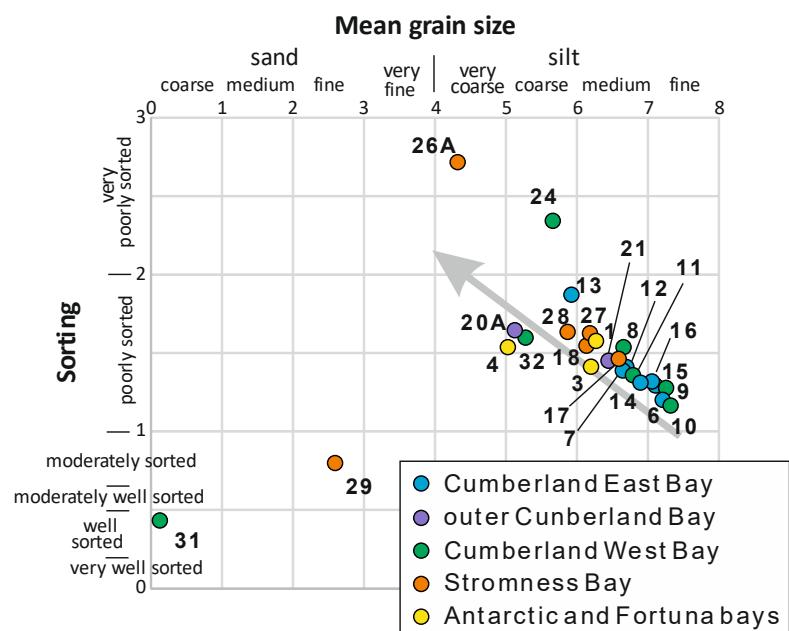
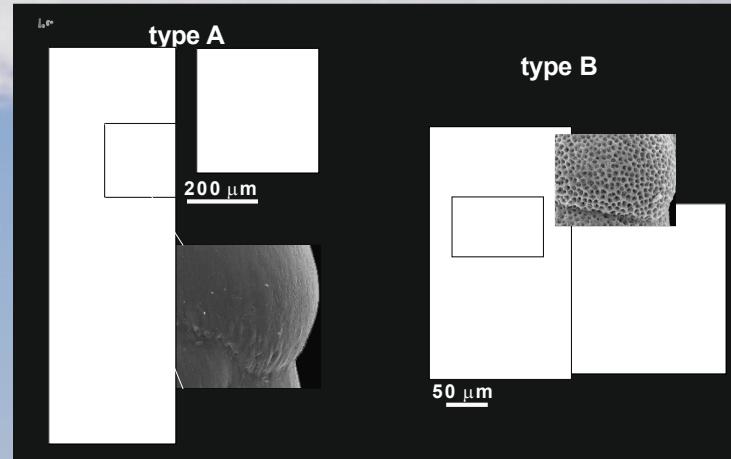
>> gatunki wszędobylskie



Cassidulinoides aff. parkerianus FA środkowe rejony fiordów

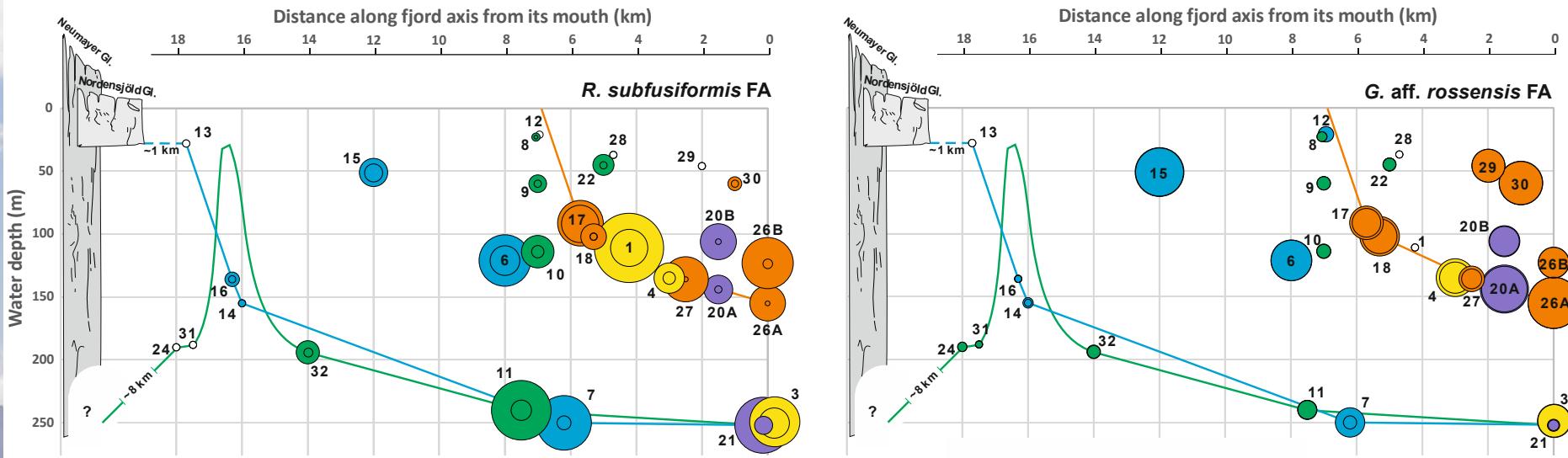


- warunki pośrednie z ciągle wyraźnym wpływem lodowców

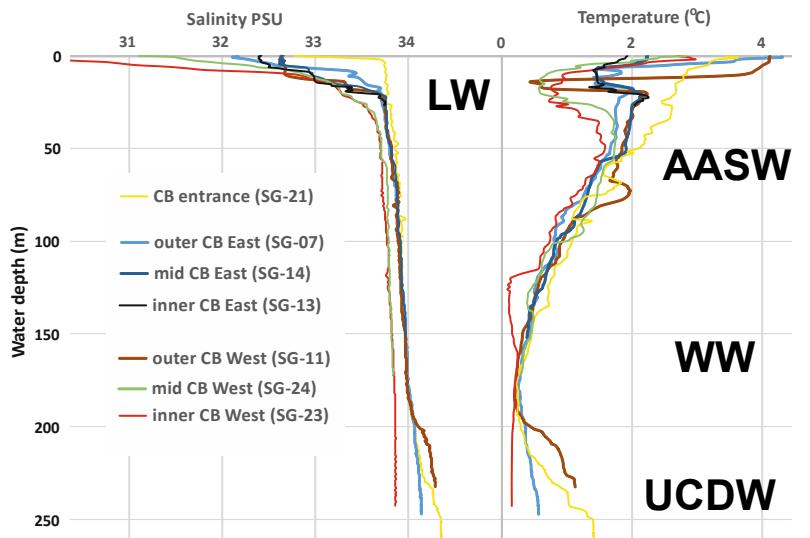


Reophax subfusiformis & *Globocassidulina* aff. *rossensis* FAs

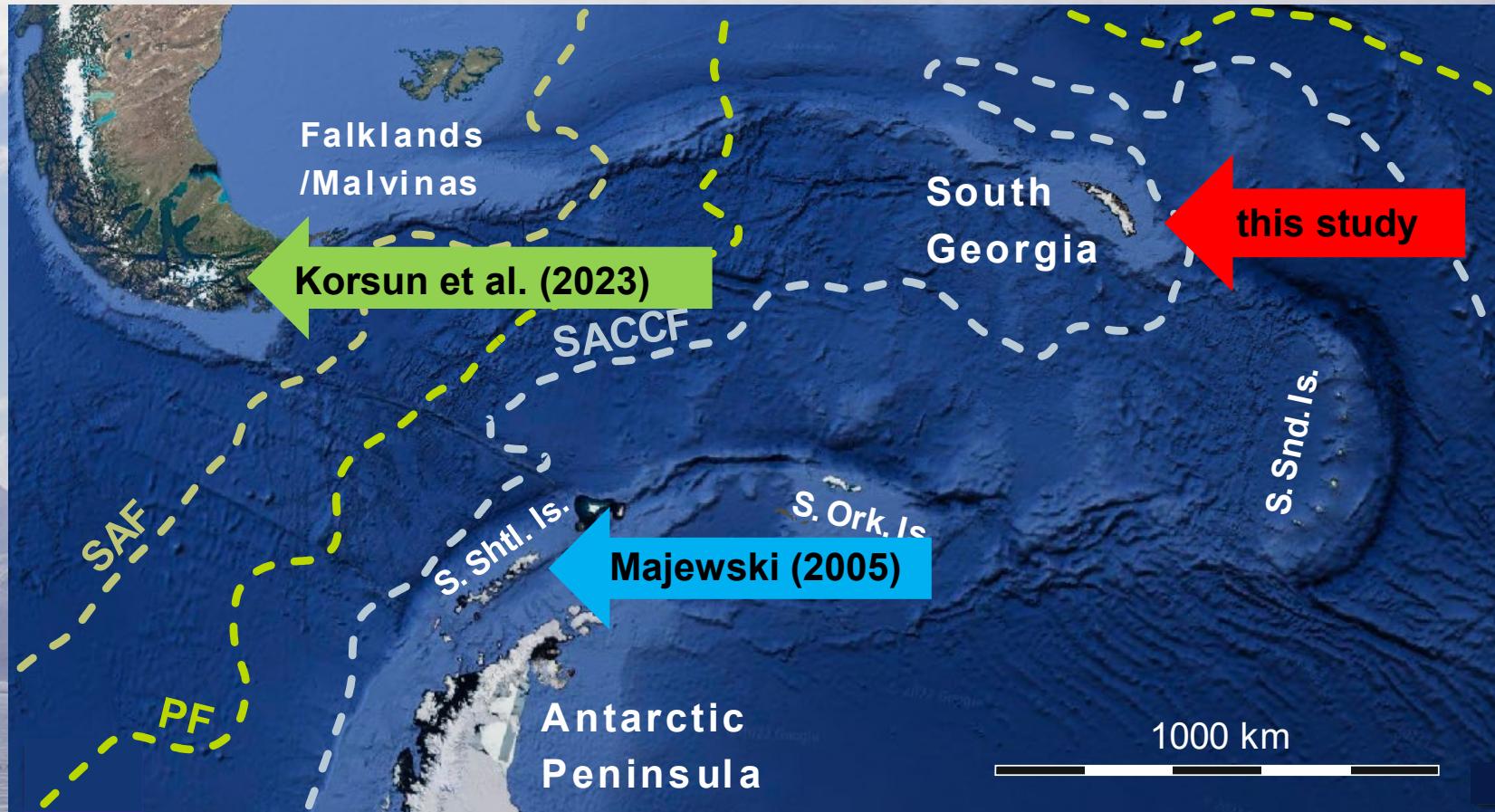
zewnętrzne części fiordów



- słabe oddziaływanie lodowców
- niskie tempo akumulacji osadu
- powiązanie z batymetrią i typami wód przydennych



Czy gradacja otwornic we fiordach Georgii Południowej jest podobna jak w sąsiednich obszarach?



za Google Earth and Orsi et al. (1995)

Wnioski

- cztery dobrze zdefiniowane zespoły otwornic, wykazujące wyraźną strefowość występowania
- występujące wewnętrz fiordów zespoły *M. earlandi* FA i *C. aff. parkerianus* FA zdają się być endemiczne dla Georgii Południowej
- wraz z postępującym ociepleniem i coraz szybszym wycofywaniem się lodowców mogą one być znacznie szerzej rozprzestrzenione w Oceanie Południowym

Founding:

Grant NCN 2018/31/B/ST10/02886 *Reakcja za zmiany środowiska i post-industrialna odbudowa populacji otwornic z fiordów Georgii Południowej, sub-Antarktyka*

Logistyka:

- Alistair Crame i BAS
- Paul Brickle i SAERI, Stanley
- Przyjaciele ze Stacji Arctowskiego
- Keri, Greg i załoga RSV *Saoirse*

Wyniki dostępne w *Biogeosciences* na
<https://doi.org/10.5194/bg-20-523-2023>

Dziękuję za uwagę!

