

Zlodowacenia kenozoiczne Antarktyki Zachodniej -stan wiedzy i przyszłe kierunki badań.

*Cenozoic Glaciations of Western Antarctica: state of the art
and future directions of investigations*



Jerzy Nawrocki, Magdalena Pańczyk, Agata Kozłowska-Roman, Krystian Wójcik

- 
- Kenozoiczne zlodowacenia Antarktydy – przyczyny i ślady
 - Zapis kenozoicznych zmian klimatu na Wyspie Króla Jerzego
 - Badania PIG-PIB na Wyspie Króla Jerzego

Wybrane problemy badawcze dotyczące zlodowaceń Antarktydy

- Kiedy i gdzie miały miejsce w Antarktyce pierwsze zlodowacenia cyklu kenozoicznego?
- Co, poza powstaniem prądu wokółantarktycznego, było przyczyną zlodowaceń Antarktydy?
- Jaki zasięg czasowy i przestrzenny miały poszczególne, kenozoiczne zlodowacenia Antarktydy?
- Gdzie znajdowały się centra kenozoicznych zlodowaceń Antarktydy?
- Gdzie znajdowały się miejsca egzaracji skał i jak przebiegały drogi transportu egzotyków?

<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Eocene-Paleocene-circumpolar.svg>

The image consists of two panels, each showing a map of the Southern Hemisphere with a grid of latitude and longitude lines. The landmasses are colored brown, and the oceans are blue. In the top panel, labeled '38 MYA', a red dashed line traces a path around the continent of Antarctica, indicating the location of a circumpolar current. Yellow arrows show the flow direction of this current. In the bottom panel, labeled '33.5 MYA', the same map is shown, but with a white area representing the ice sheet on Antarctica. The red dashed line and yellow arrows show the circumpolar current's path and flow direction around this ice sheet. Additionally, red arrows point towards the western coasts of South America and Africa, indicating the location of the Agulhas and Brazil Currents.

PRĄD WOKÓŁANTARKTYCZNY A
TEMPERATURA OCEANU
(Phillips et al., 2018)

0°
30°
60°
90°
120°
150°
180°
-150°
-120°
-90°
-60°
-30°

0°
60°
120°
180°
-60°
-120°

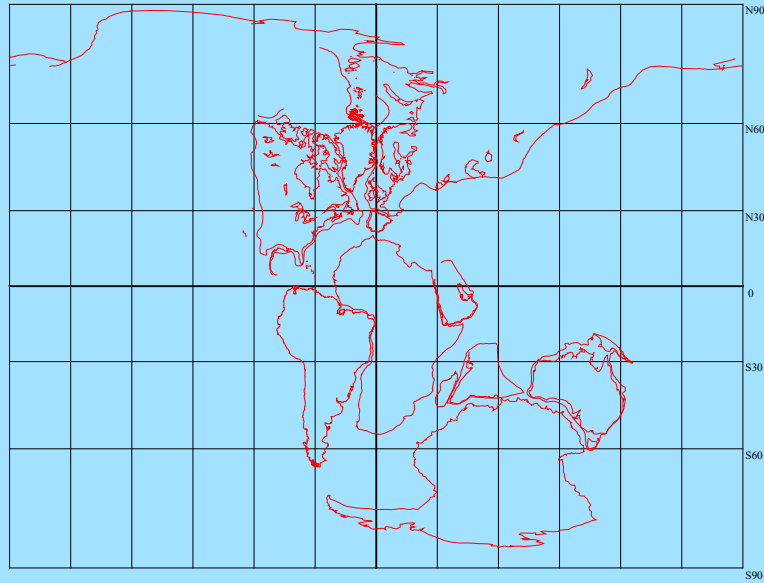
-1 1 3 5 7 9 11 13 15 17 19 21 23 25

Ocean Surface Temperature (degC) 06/11/2018

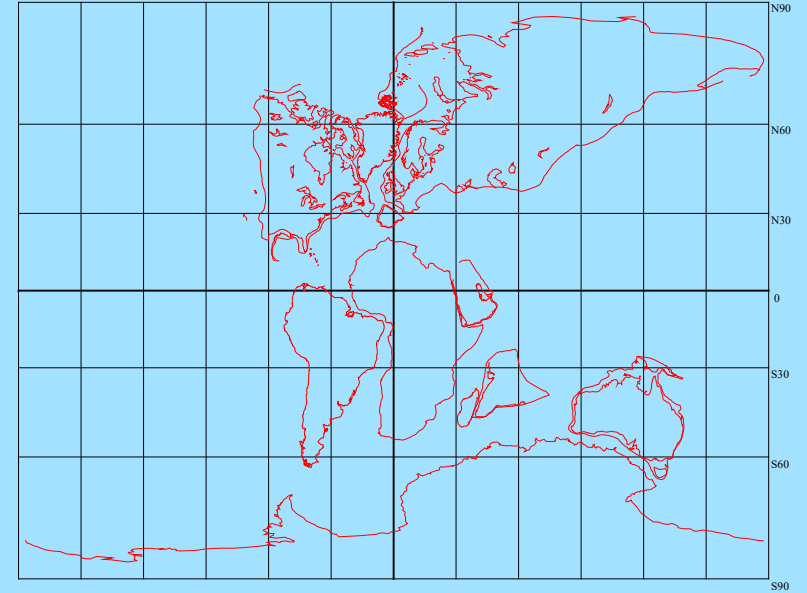
Rekonstrukcje rozkładu kontynentów w oparciu o plamy gorąca dla 130, 100, 70 i 30 mln lat (wg. Torsvika, 2004).

**Od około 100 mln.
lat Antarktyda nie
zmieniła istotnie
pozycji geografi-
cznej!**

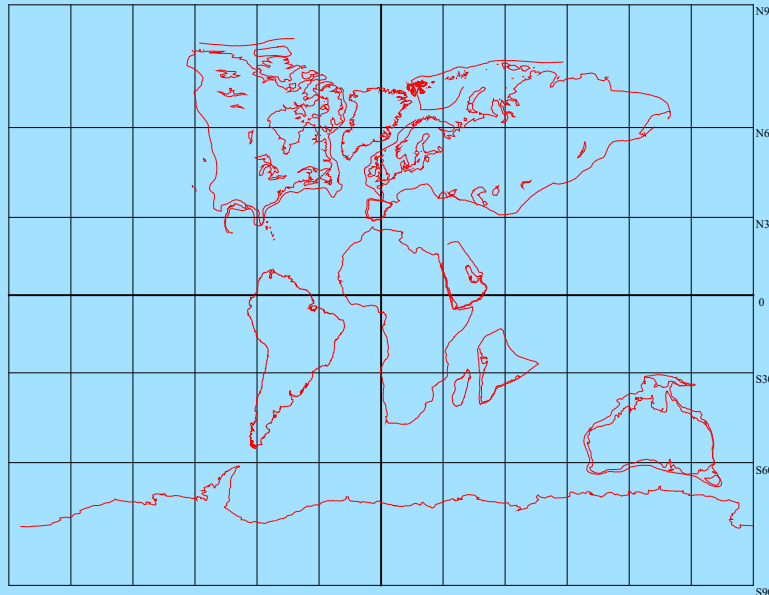
130 Ma



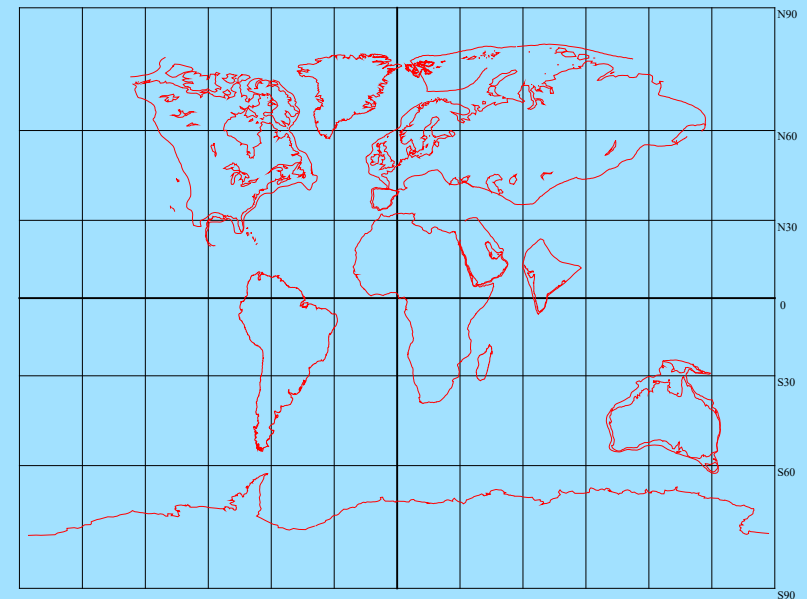
100 Ma



70 Ma

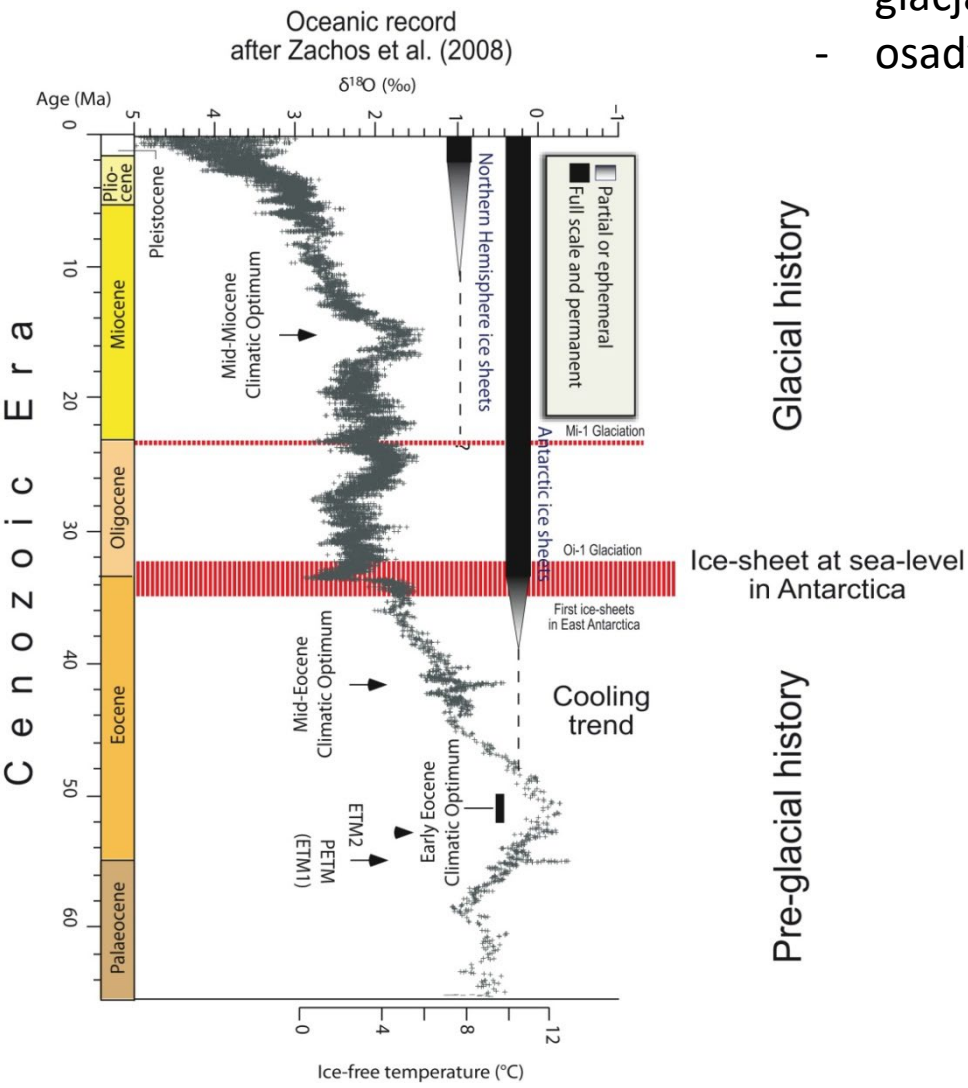


30 Ma



Skąd wiemy o dawnych, kenozoicznych zlodowaceniach Antarktydy?

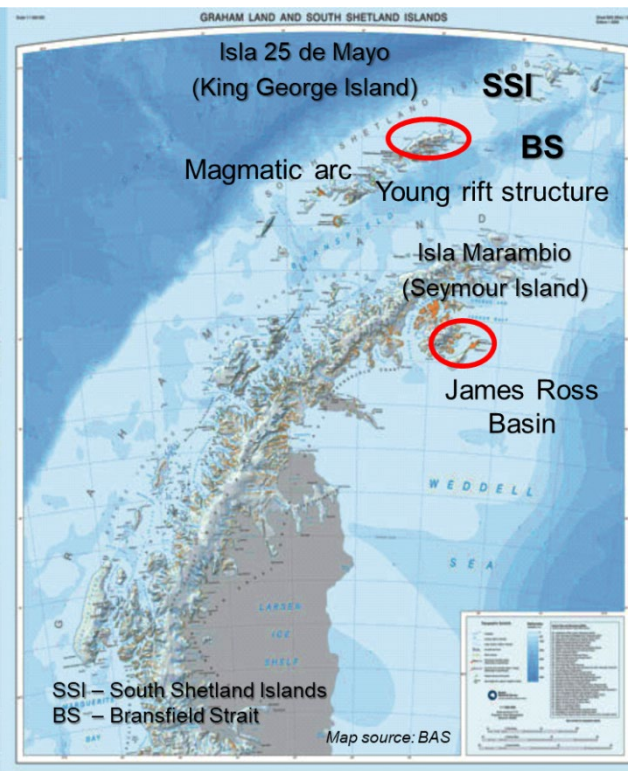
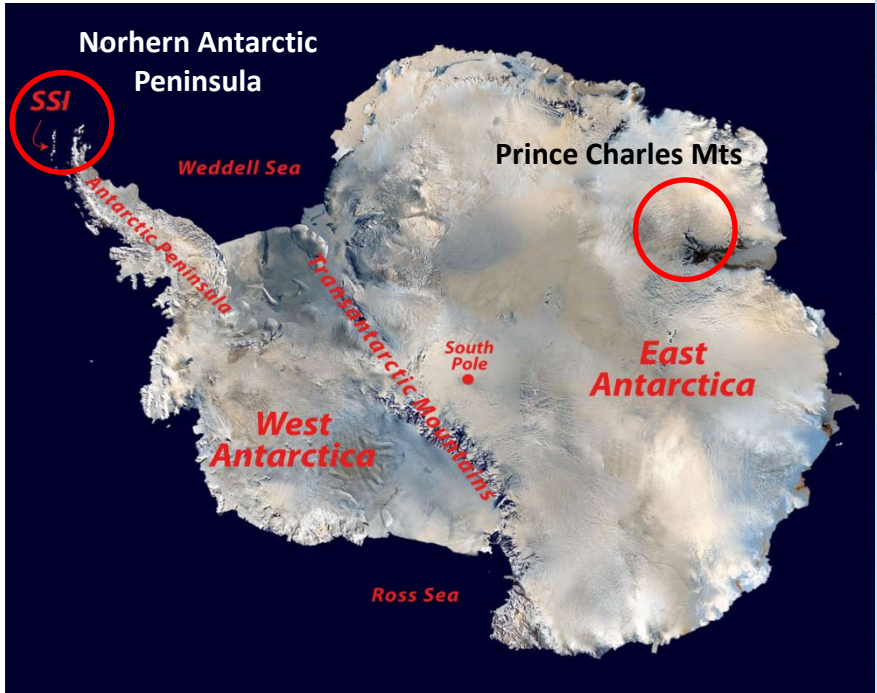
- zapis w organizmach morskich, w tym izotopowy (wiercenia wokół Antarktydy)
- glacialne cechy litologiczne (np. dropstony w rdzeniach osadów morskich)
- osady glacialne na lądzie (tylko 3 miejsca)



Glacial history

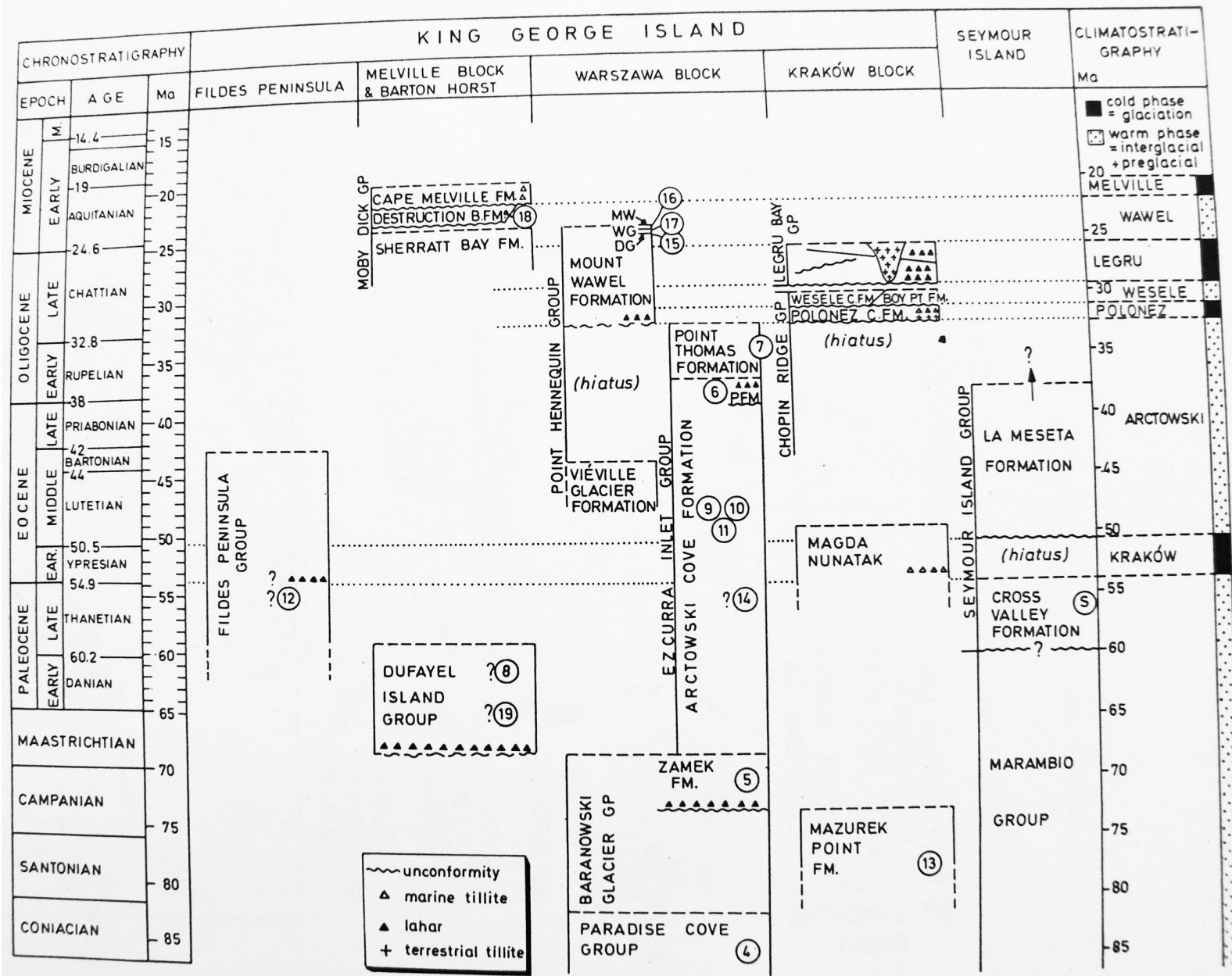
Ice-sheet at sea-level in Antarctica

Pre-glacial history

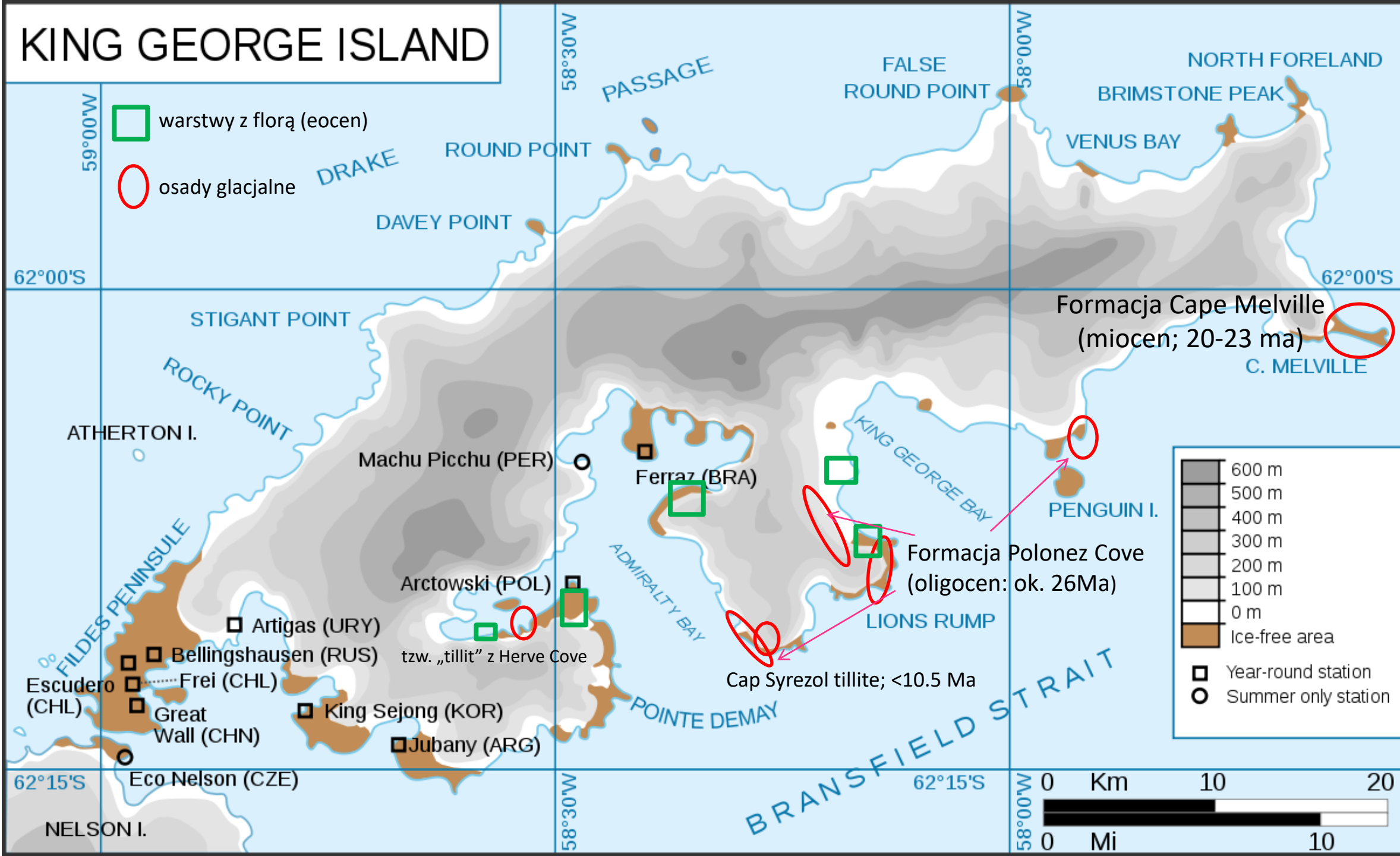


Figury udostępnione przez prof. Andrzeja Tatura

Tabela stratygraficzna Wyspy Króla Jerzego wg. Birkenmajera(1996)



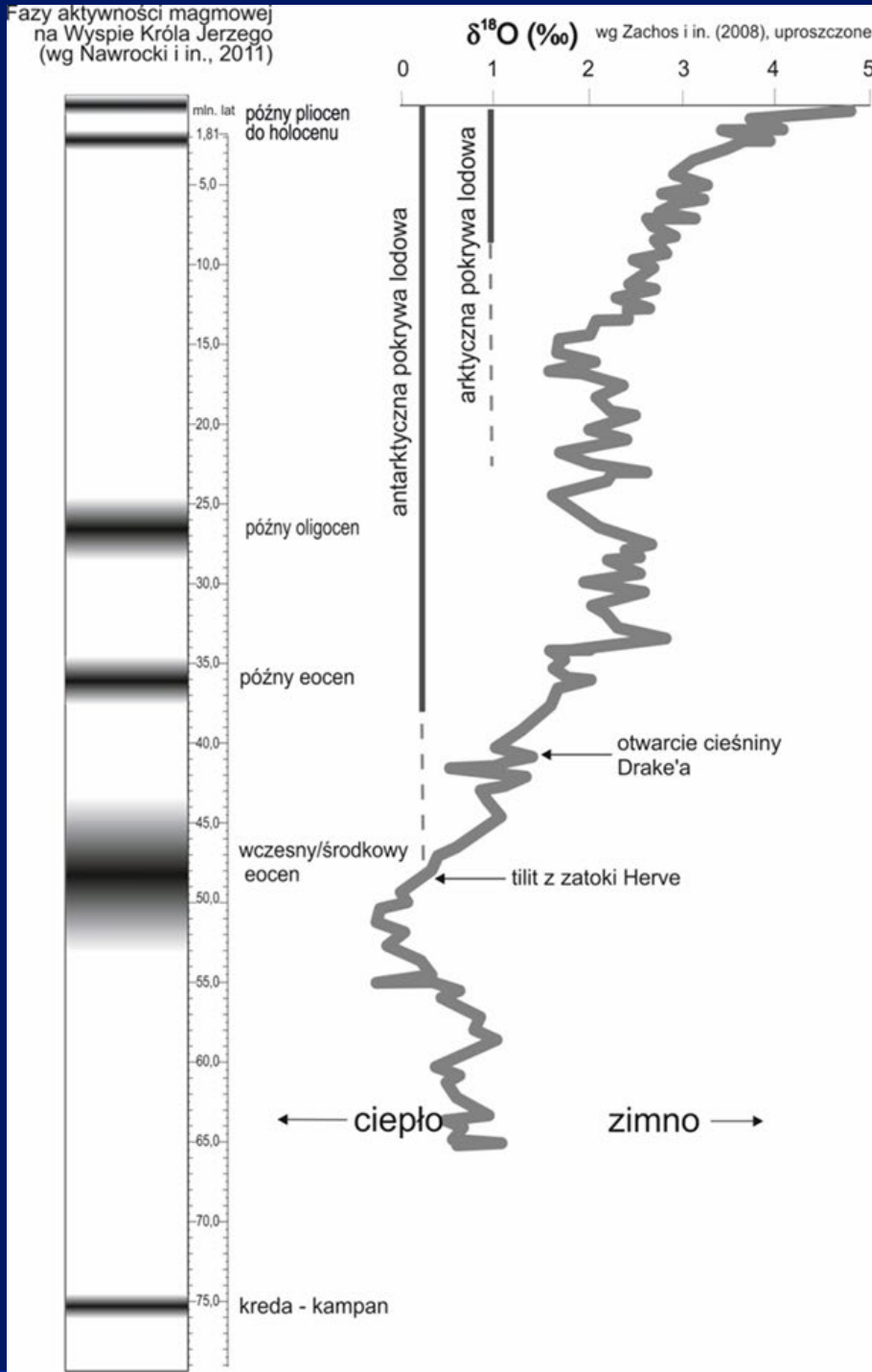
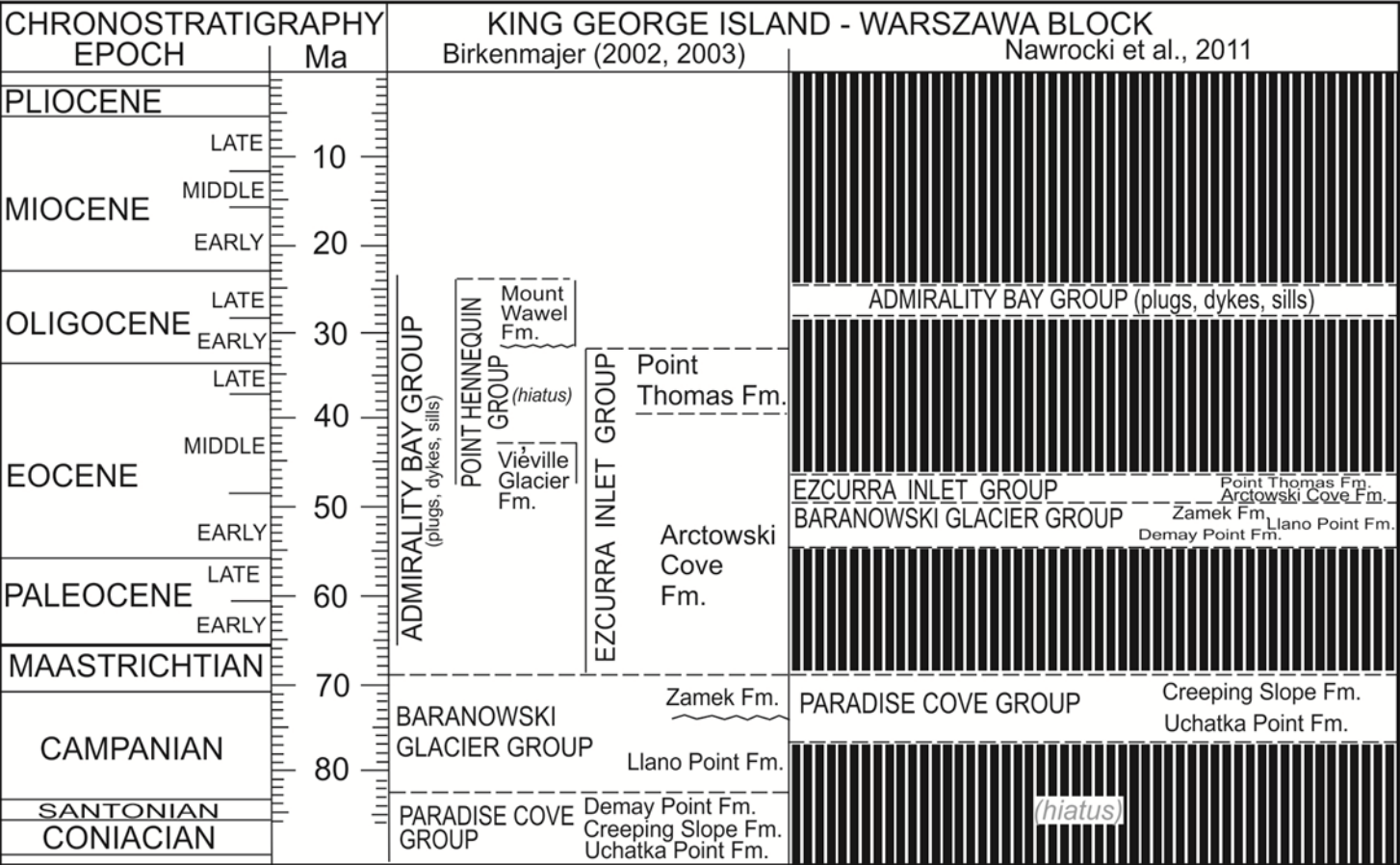
KING GEORGE ISLAND



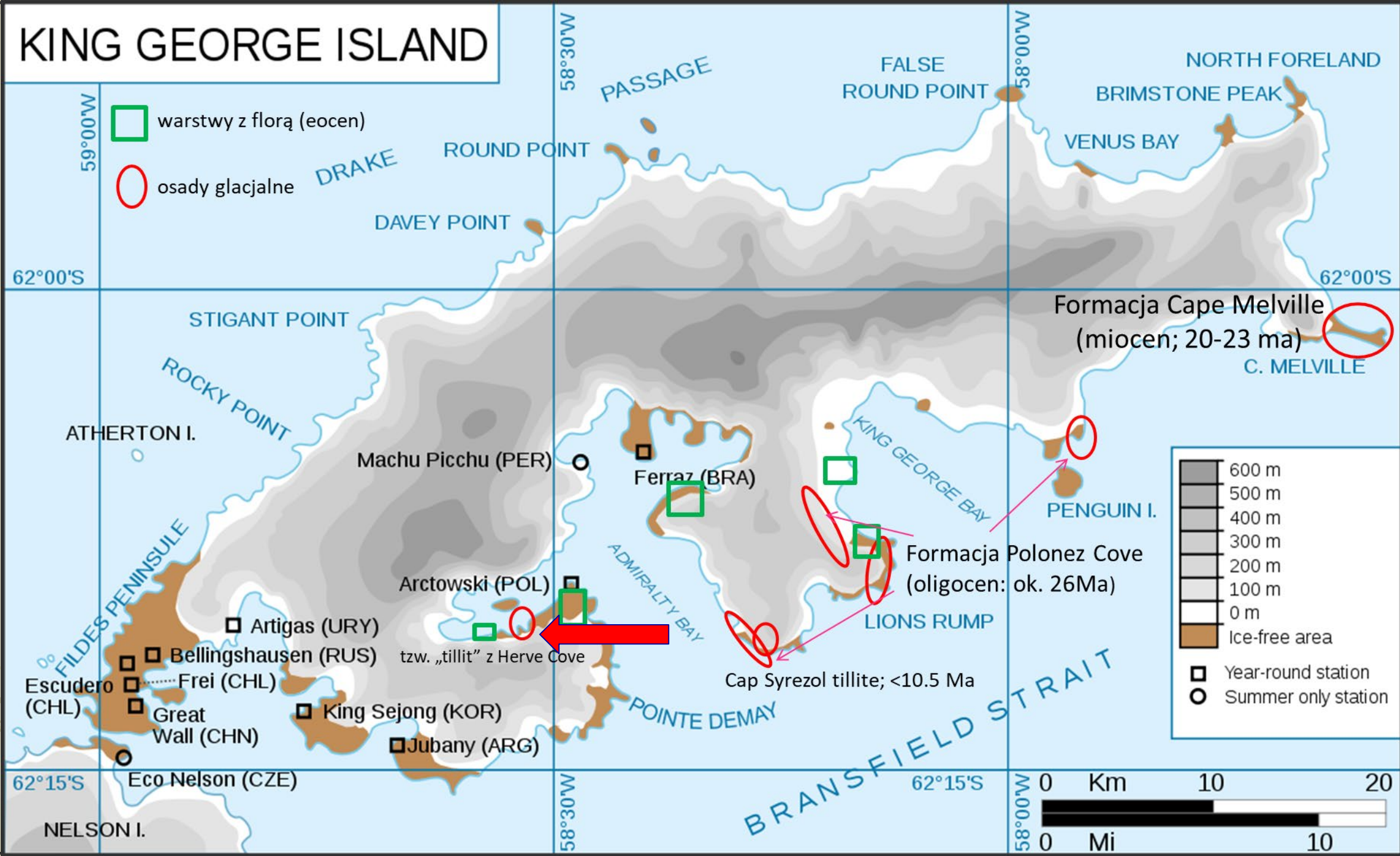
Rośliny preglacjalne (eocen)



Stratygrafia formacji wulkanogenicznych kluczem dla chronologii Zlodowaceń



KING GEORGE ISLAND



A photograph of a rugged coastal scene. In the foreground, a wide, flat beach covered in grey pebbles and sand stretches across the frame. To the right, a steep, rocky cliff face rises, showing various shades of brown, tan, and grey. A small, red inflatable boat with two people is visible on the calm, greyish water in the middle ground. The background features more steep, rocky slopes. The overall atmosphere is one of a remote, natural landscape.

Tak zwany „tillit z Zatoki Herve” (ok. 48 mln. lat)



First Cenozoic glaciers in West Antarctica

Krzysztof BIRKENMAJER¹, Andrzej GAŹDZICKI^{2,4}, Krzysztof P. KRAJEWSKI^{3,4},
Andrzej PRZYBYCIN⁴, Andrzej SOLECKI^{4,5}, Andrzej TATUR^{4,6} and Ho Il YOON⁷

¹ Instytut Nauk Geologicznych, Polska Akademia Nauk, ul. Senacka 1-3, 31-002 Kraków, Poland
<ndbirken@cyf-kr.edu.pl>

² Instytut Paleobiologii, Polska Akademia Nauk, ul. Twarda 51/55, 00-818 Warszawa, Poland
<gazdzick@twarda.pan.pl>

³ Instytut Nauk Geologicznych, Polska Akademia Nauk, ul. Twarda 51/55, 00-818 Warszawa, Poland
<kpkraj@twarda.pan.pl>

⁴ Zakład Biologii Antarktyki, ul. Ustrzycka 10/12, 02-141 Warszawa, Poland

⁵ Instytut Nauk Geologicznych, Uniwersytet Wrocławski, pl. Maksa Borna 9, 50-204 Wrocław,
Poland <asol@ing.uni.wroc.pl>

⁶ Centrum Badań Ekologicznych, Polska Akademia Nauk, ul. Konopnickiej 1, 05-092 Dziekanów
Leśny, Poland <tatura@interia.pl>

⁷ Korea Polar Research Institute, 1270, Sa-2-dong, Sangrokgu, Ansan 426-744, Korea
<hiyoon@kordi.re.kr>

Abstract: One of the most significant global climatic events in the Cenozoic was the transition from greenhouse to icehouse conditions in Antarctica. Tectonic evolution of the region and gradual cooling at the end of Eocene led to the first appearance of ice sheets at the Eocene/Oligocene boundary (ca. 34 Ma). Here we report geological record of mountain glaciers that preceded major ice sheet formation in Antarctica. A terrestrial, valley-type tillite up to 65 metres thick was revealed between two basaltic lava sequences in the Eocene–Oligocene Point Thomas Formation at Hervé Cove – Breccia Crag in Admiralty Bay, King George Island, South Shetland Islands. K–Ar dating of the lavas suggests the age of the glaciation at 45–41 Ma (Middle Eocene). It is the oldest Cenozoic record of alpine glaciers in West Antarctica, providing insight into the onset of glaciation of the Antarctic Peninsula and South Shetland Islands.

Key words: Antarctica, King George Island, Eocene, mountain glaciers.

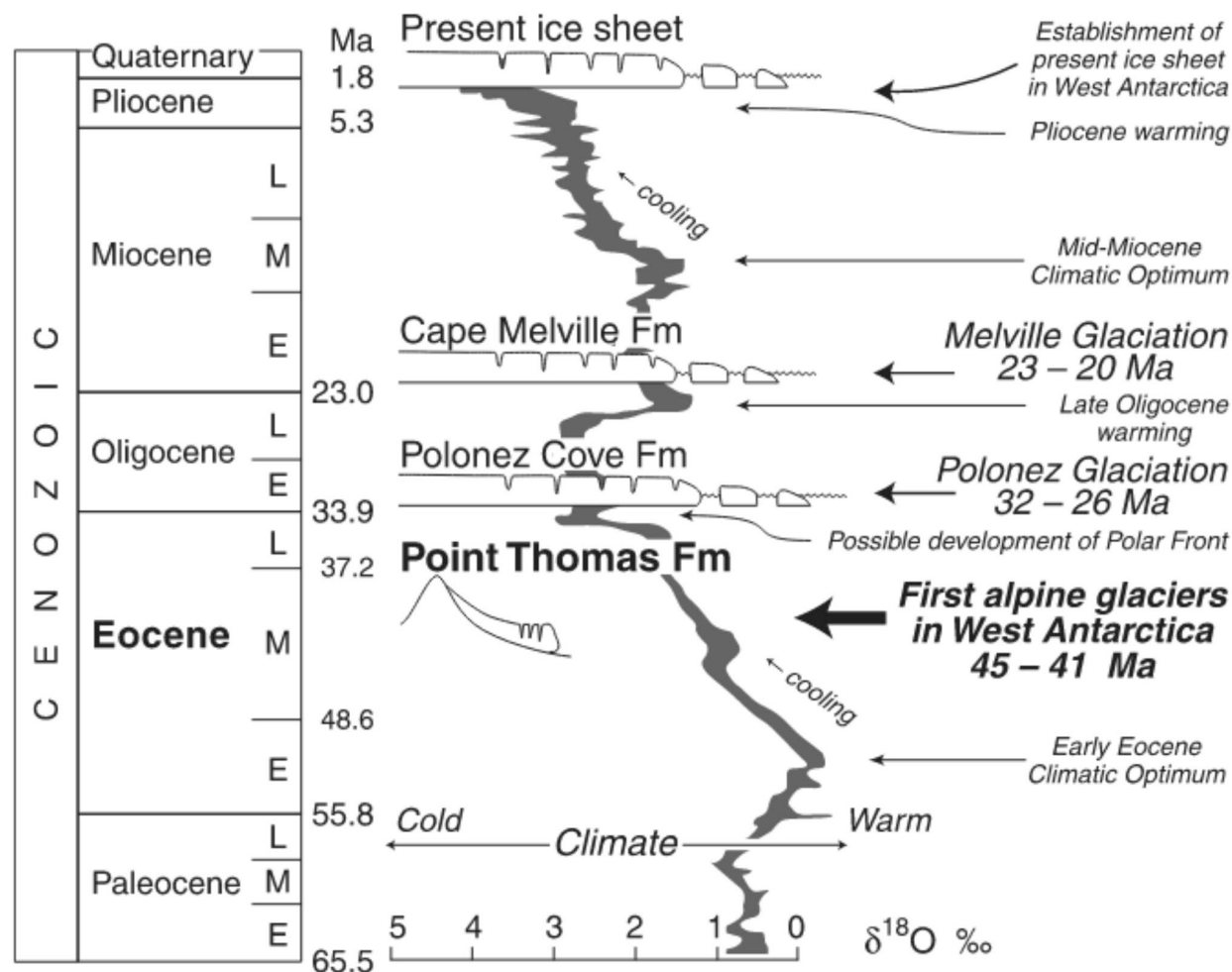
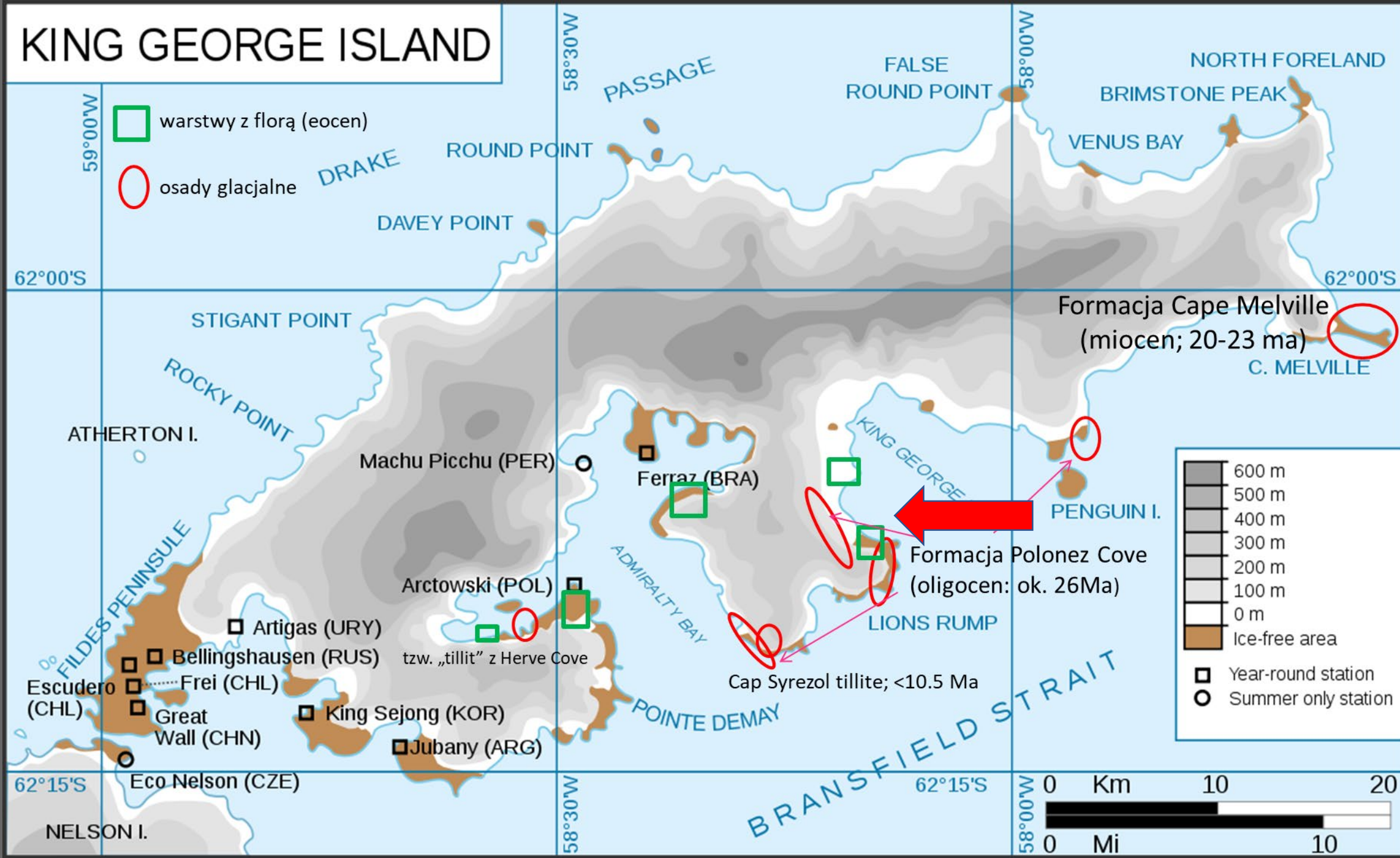


Fig. 5. Cenozoic climatic history of West Antarctica and main glacial events revealed from sedimentary record on King George Island. Global deep-sea oxygen isotope curve and climatic trends after Zachos *et al.* (2001). Geologic time scale after Gradstein and Ogg (2004).

KING GEORGE ISLAND





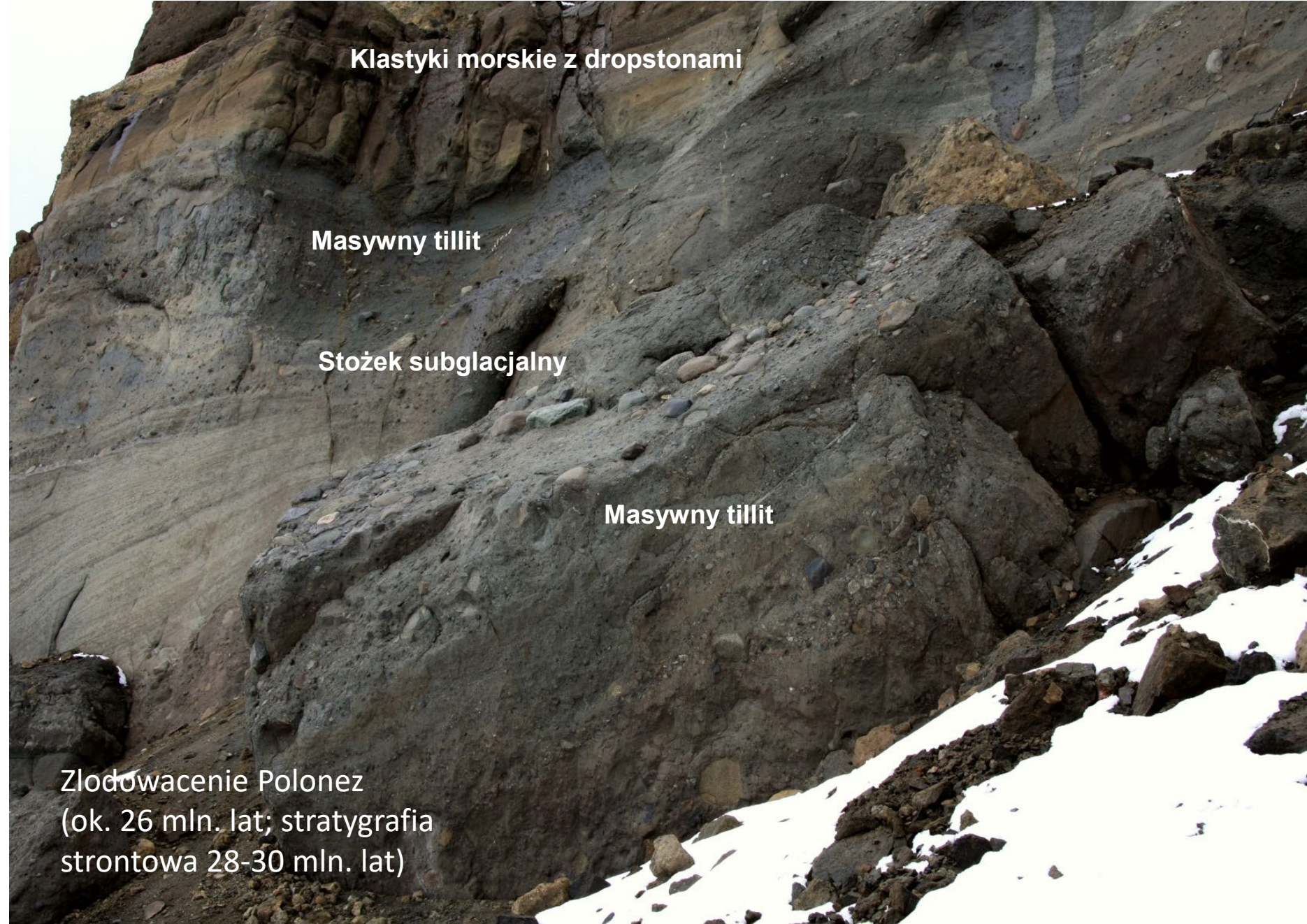
Skamieniałości
Zwierząt morskich



Egzotyki skał magmowych



Egzotyki kwarcytu



Klastyki morskie z dropstonami

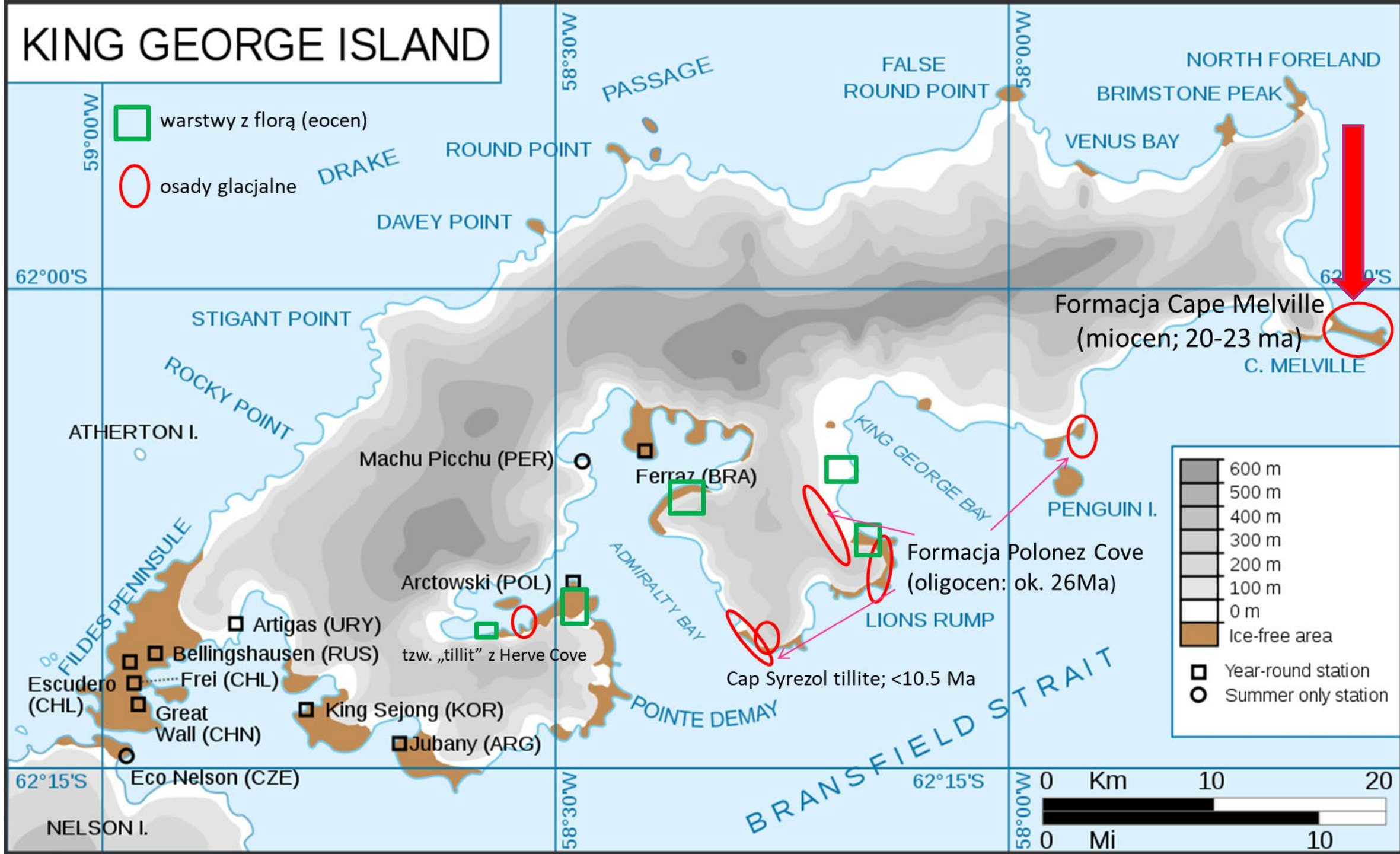
Masywny tillit

Stożek subglacjalny

Masywny tillit

Złóżowacenie Polonez
(ok. 26 mln. lat; stratygrafia
strontowa 28-30 mln. lat)

KING GEORGE ISLAND





Formacja Cape Melville: osady glacialno-morskie z zapisem aktywności wulkanicznej, datowane za pomocą metody strontowej na 24 -21 mln. lat. Na szczycie półwyspu znajduje się płaskowyż z brukiem eratyków polodowcowych.

Styczeń 2007

Finasowanie:
Grant KBN,
Projekt
międzynarodowy
ACE



Korekta stratygrafii
sekwencji
wulkanogenicznych z WKJ
(Birkenmajer 2002,2003)
po
uwzględnieniu wyników
nowych datowań
izotopowych
(Nawrocki i in., 2010;
2011;
Pańczyk, Nawrocki, 2009,
2011).

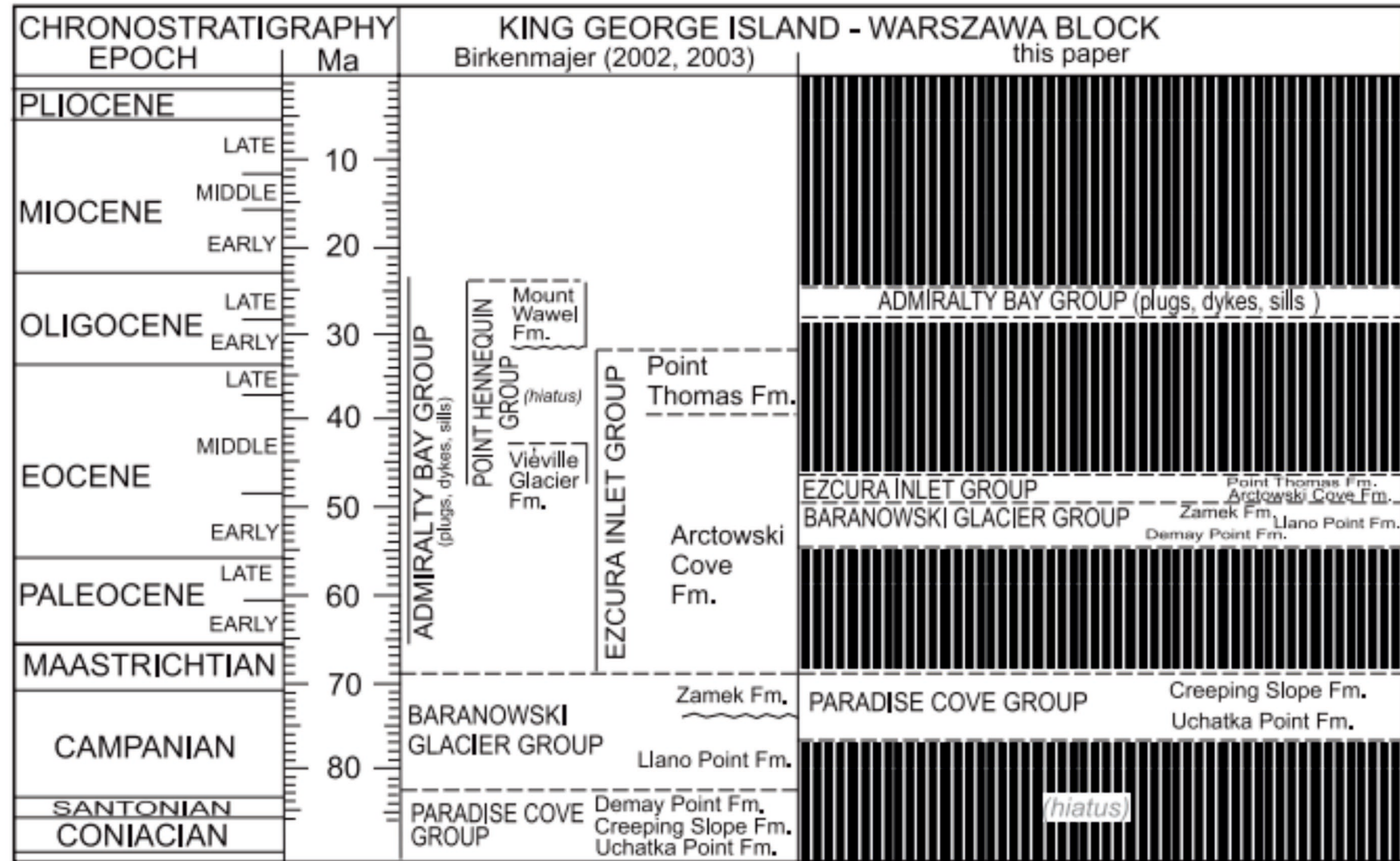


Fig. 2. The Warszawa Block stratigraphy according to Birkenmajer (2002, 2003) and after the revision proposed here. Global geochronological frames were adopted from Gradstein *et al.* (2004).

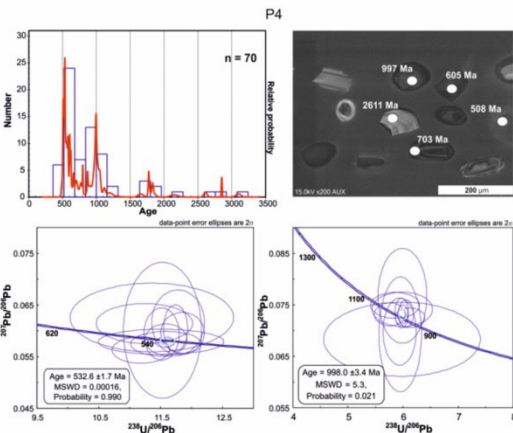


Fig. 5. Results of U-Pb data zircon with location of the i

Wyniki badań 10 egzotyków z gliny złodowacenia Polonez (Nawrocki i in., 2021)

Table 1. Summary of U-Pb isotope ages of zircon grains from the erratic pebbles of the Polonez Cove Formation and their source areas

Pebble	Type of rock	U-Pb isotope ages (Ma)	Possible source areas
P-0	Granitoid	1087.5 ± 4*	Weddell Sea sector (Haag Nunataks block)
P-1	Granitoid	231.1 ± 1.9*	Antarctic Peninsula (Palmer Land)
P-2	Granitoid	180.7 ± 1.9*	Ellsworth–Whitmore Mts or Antarctic Peninsula?
P-3	Granitoid	178.6 ± 2.8*	Ellsworth–Whitmore Mts or Antarctic Peninsula?
P-4	Quartzite	c. 3099, 2852, 2611, 2150, 1773, 1654, 1164, 890, 772, 620, 560–579, 530 and 490; 998 ± 3.4*, 532.6 ± 1.7*	Ellsworth Mountains
P-5	Granitoid	108.79 ± 0.89*	Antarctic Peninsula
P-6	Granodiorite–tonalite	119.7 ± 2.2*	Antarctic Peninsula (W Graham Land)
P-7	Granitoid (altered)	1833 ± 4*	Shackleton Range
P-9	Granitoid	207.4 ± 3.1*	Antarctic Peninsula or Whitmore Mts?

*Concordia ages. Source areas with question mark are less probable (see text).

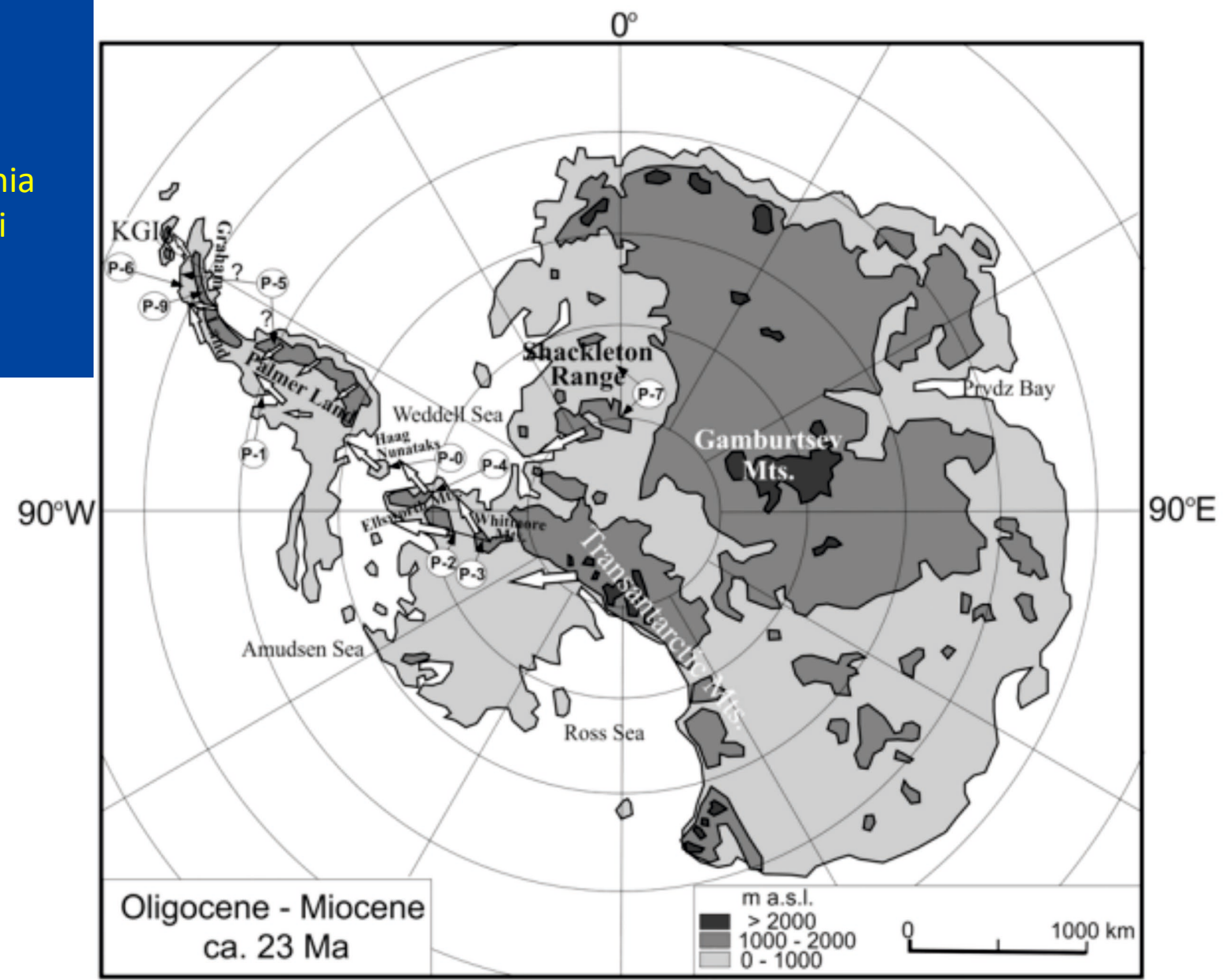


Fig. 6. Locations of possible source areas for exotic pebbles studied here in Antarctica. The Oligocene–Miocene palaeotopography features of Antarctica were adopted in simplified form from Paxman *et al.* (2019). Possible paths of transportation of the exotic pebbles are marked by arrows. The direction from the Transantarctic Mts is based also on the lithology and fossils found in the pebbles of the Polonez Cove Formation (Birkenmajer and Weiser 1985; Birkenmajer *et al.* 1985; Dingle and Lavelle 1998; Gaździcki 2008). a.s.l., above sea level.

Tzw. tillit z Zatoki
Herve
(Birkenmajer i in.,
2005)
- oględziny
odstąpienia w
2022 roku



Głazy w „tillicie” z Herve (ok. 48 mln. lat). Rozkład strefy utlenienia głazu bazaltowego i widoczne spoiwo z tufu przemawiają raczej za laharem a nie osadem glacialnym.



„Tillit” z Herve:
Nierówna
powierzchnia
kontaktu z
podłożem
bazaltowym



W drodze po egzotyki skał
krystalicznych z gliny
zlodowacenia Polonez (ok. 26
mln. lat). Odślonięcie Linton
Knol (w stropie tzw. bazalt
środkowy)



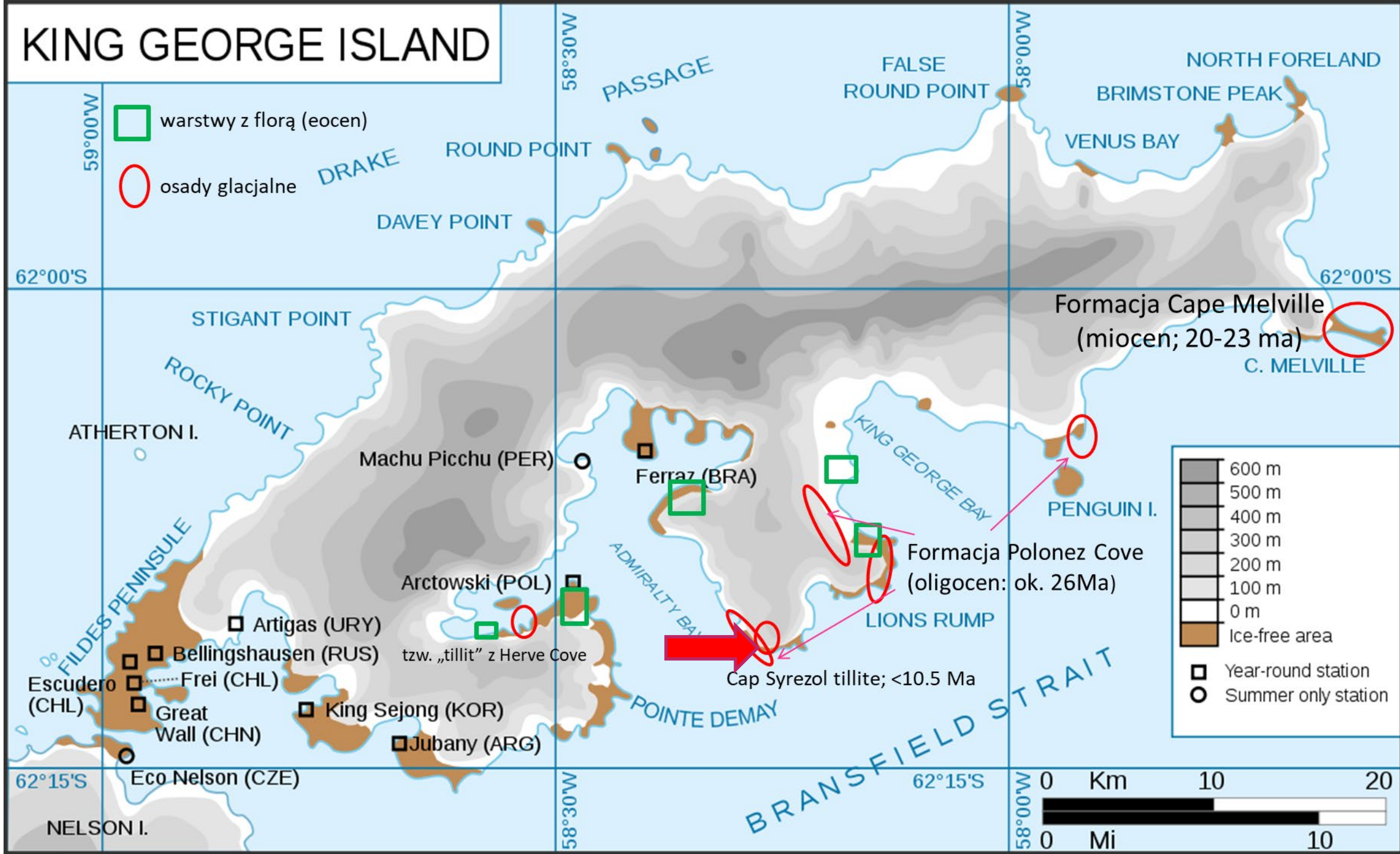
W drodze po
egzotyki skał
krystalicznych z
gliny
złodowacenia
Polonez (ok. 26
mln. lat).
Odślonięcie
Chopin Ridge)



Płaskowyż
Półwyspu Melville
– zbieranie
egzotyków skał
krystalicznych z
bruku
morenowego
złodowacenia
Melville (ok. 22
mln. lat)



KING GEORGE ISLAND

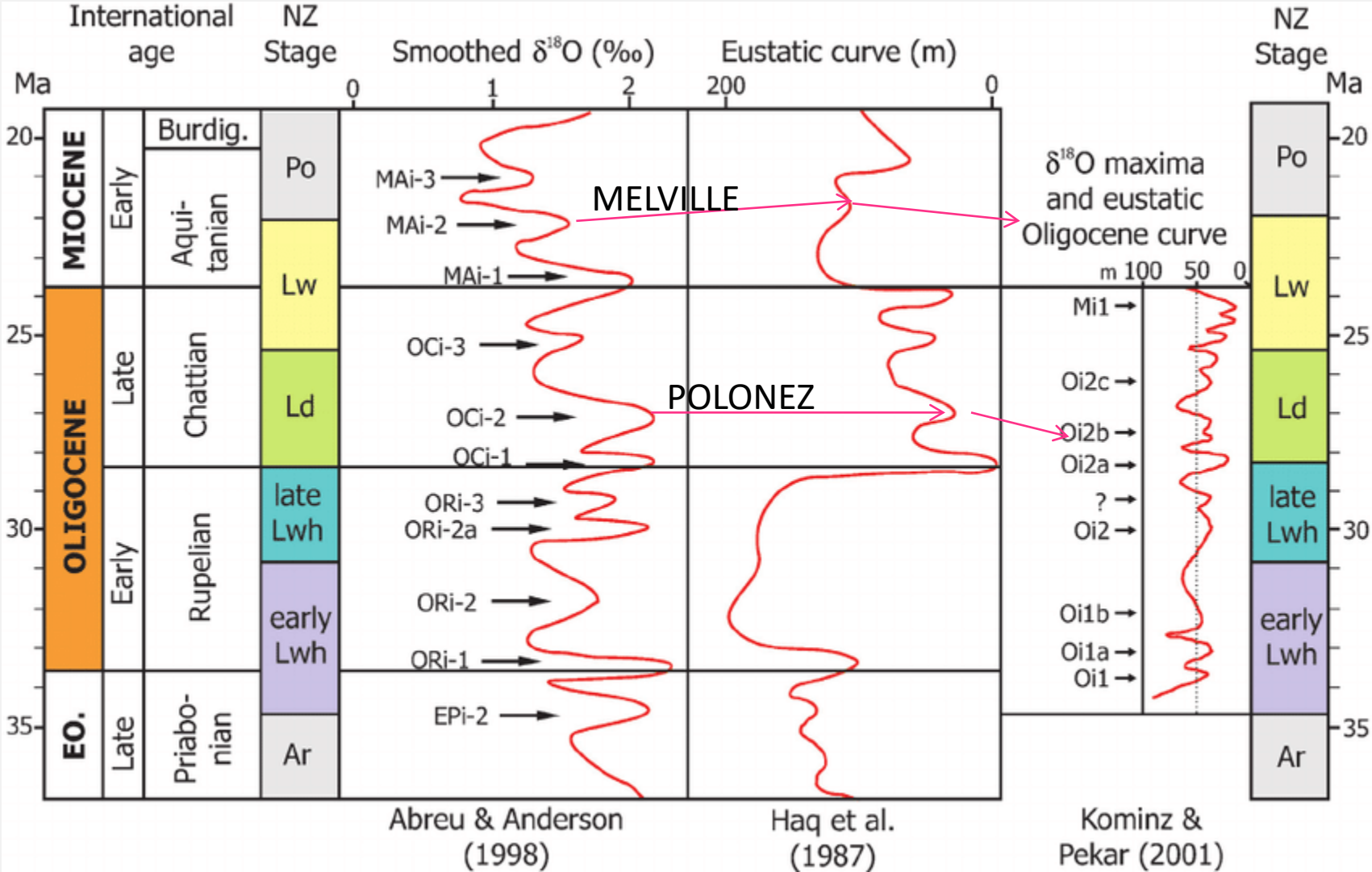


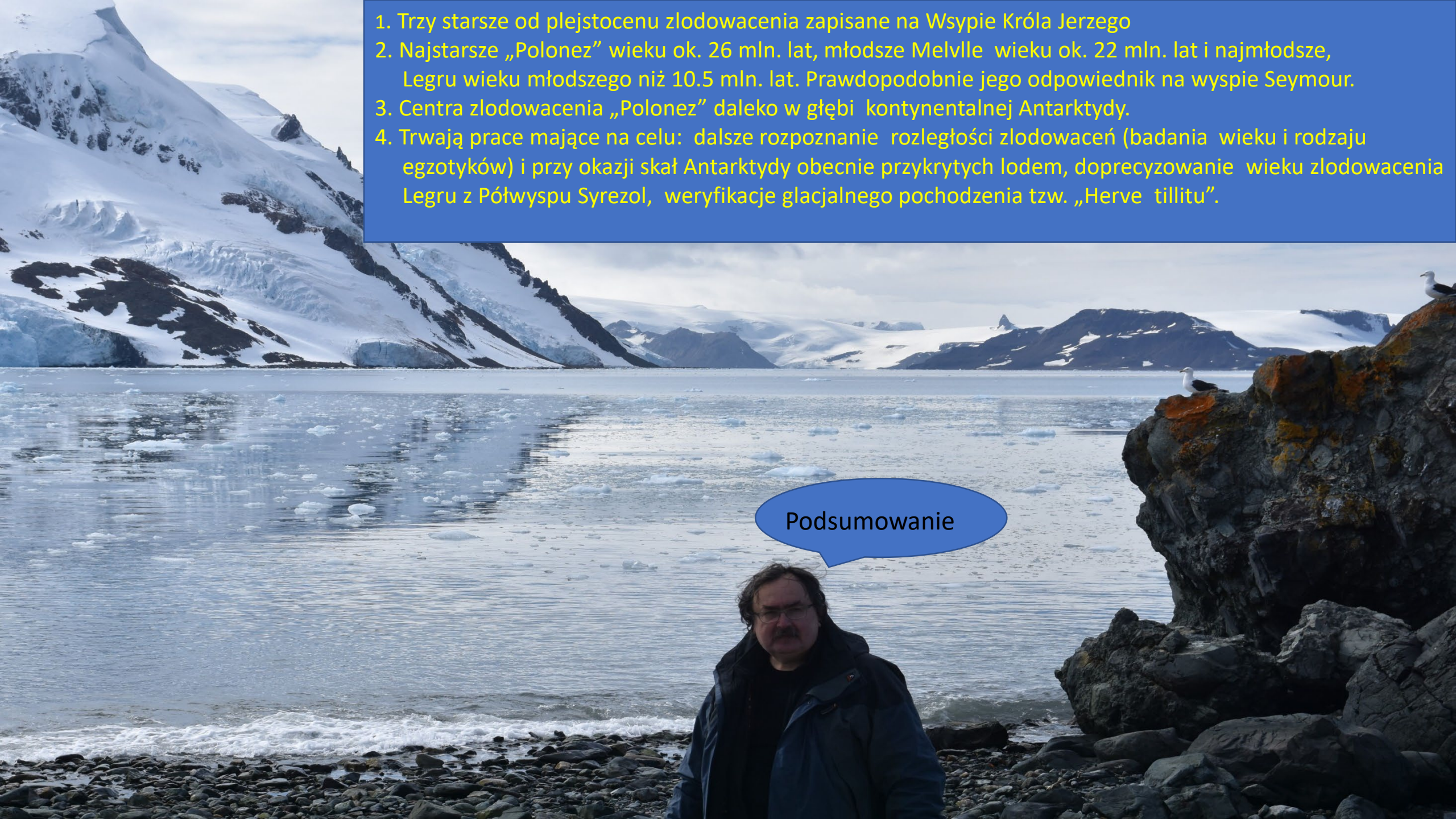
Kontakt z intruzją bazaltową
gliny zwałowej zlodowacenia
Legru o nieustalonym wieku
młodszym od 10.5 mln. lat.
Rejon Półwyspu Syrezol.

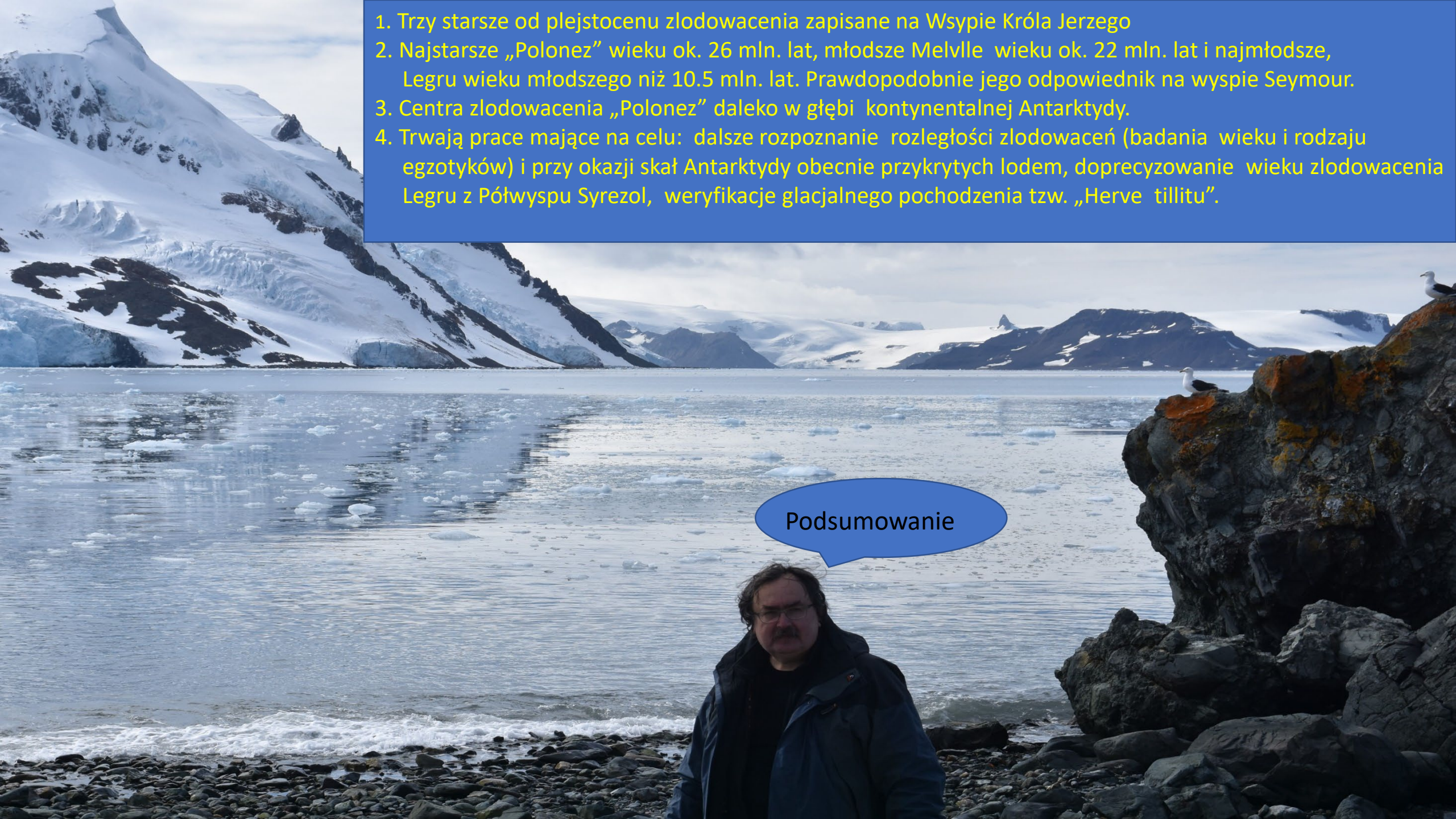


The Polonez Glaciation is dated as c. 26.64 ± 1.43 Ma (Late Oligocene (Chattian Stage)) and includes the outcrops previously considered as evidence for an Eocene glacial ('Krakow Glaciation').

The Polonez and Melville glaciations can now be correlated with increased confidence with the Oi2b and Mi1a isotope zones, respectively, and thus represent major glacial episodes



- 
1. Trzy starsze od plejstocenu zlodowacenia zapisane na Wyspie Króla Jerzego
 2. Najstarsze „Polonez” wieku ok. 26 mln. lat, młodsze Melville wieku ok. 22 mln. lat i najmłodsze, Legru wieku młodsze niż 10.5 mln. lat. Prawdopodobnie jego odpowiednik na wyspie Seymour.
 3. Centra zlodowacenia „Polonez” daleko w głębi kontynentalnej Antarktydy.
 4. Trwają prace mające na celu: dalsze rozpoznanie rozległości zlodowaceń (badania wieku i rodzaju egzotyków) i przy okazji skał Antarktydy obecnie przykrytych lodem, doprecyzowanie wieku zlodowacenia Legru z Półwyspu Syrezol, weryfikacje glacialnego pochodzenia tzw. „Herve tillitu”.



Podsumowanie

A photograph of a green tent pitched in a snowy environment at night. The tent is heavily covered in a thick layer of snow, particularly on its upper half. The tent's interior lights are on, casting a warm glow that is visible through the translucent green fabric. The tent is set up on a dark, rocky ground, with some snow piled up at its base. In the background, the dark night sky is visible, with a few distant lights and some snowflakes falling, creating a bokeh effect. The overall scene conveys a sense of isolation and survival in a cold, winter setting.

Dziękuję za uwagę !