



# Wydział Geodezji i Kartografii

POLITECHNIKA WARSZAWSKA

Dzień Teledetekcji 2021 – "Z metropolii na biegun - teledetekcja a klimat"



## Wykorzystanie wieloźródłowych danych do badania zmian geometrii wybranych lodowców na Wyspie Króla Jerzego

Krzysztof Bakuła

Anna Fijałkowska

Marek Kejna

Maria Kowalska

Sławomir Łapiński

Katarzyna Osińska-Skotak

Ireneusz Sobota

Sebastian Różycki

Marcin Rajner

Mariusz Pasik

Wojciech Ostrowski

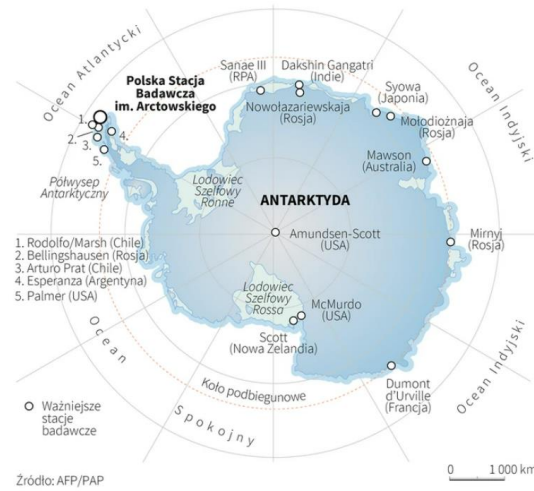


Wydziału  
Geodezji i Kartografii  
Politechniki Warszawskiej

# Polska Stacja Antarktyczna im. Henryka Arctowskiego



Źródło: Wikipedia



Pasik, M.; Kowalska, M.E.; Łapiński, S.; Rajner, M.; Bańka, K. Large-scale map and 3D modelling of the Henryk Arctowski Polish Antarctic Station. Polar Record, 2017, 53, 280–288, doi:10.1017/S0032247417000122



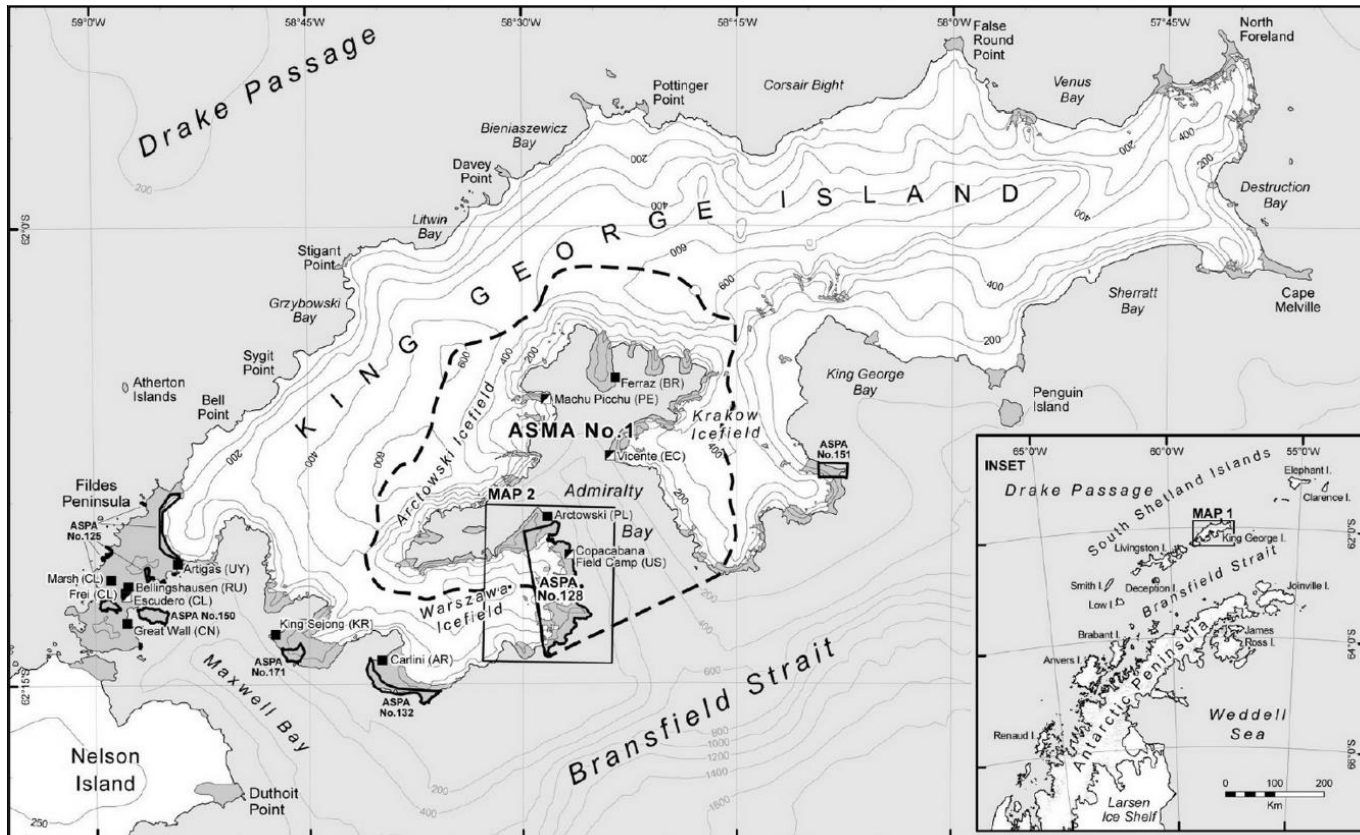
Źródło: www.pb.pl

100 lecie

Wydziału  
Geodezji i Kartografii  
Politechniki Warszawskiej



# Badania biologiczne na obszarze ASPA-128



Map 1: ASPA No. 128 Western Shore of Admiralty Bay - Regional overview

21 Feb 2014  
Polska Narodowa Antarktyczna Program /  
United States Antarctic Program  
Environmental Research & Assessment



- Coastline
- Contour (100 m)
- Isobath (200 m)
- Ice free ground
- Permanent ice
- Ocean
- ▭ Antarctic Specially Managed Area (ASMA) boundary
- ▭ Antarctic Specially Protected Area (ASPA) boundary
- Station (year round)
- Station (summer only)

0 5 10  
Kilometers

Projection: Lambert Conic Conformal  
CM 59°15' W; SP1 62°00' S; SP2 62°15' S; LO 64°00' S  
Spheroid and Datum: WGS84  
Data sources: Topography: Proantar, updated by ERA, ADD v.6;  
Bathymetry: IBC-So (2013); Contours: ASMA, Proantar;  
ASPA: ERA (2013); Stations: COMNAP, updated by ERA.

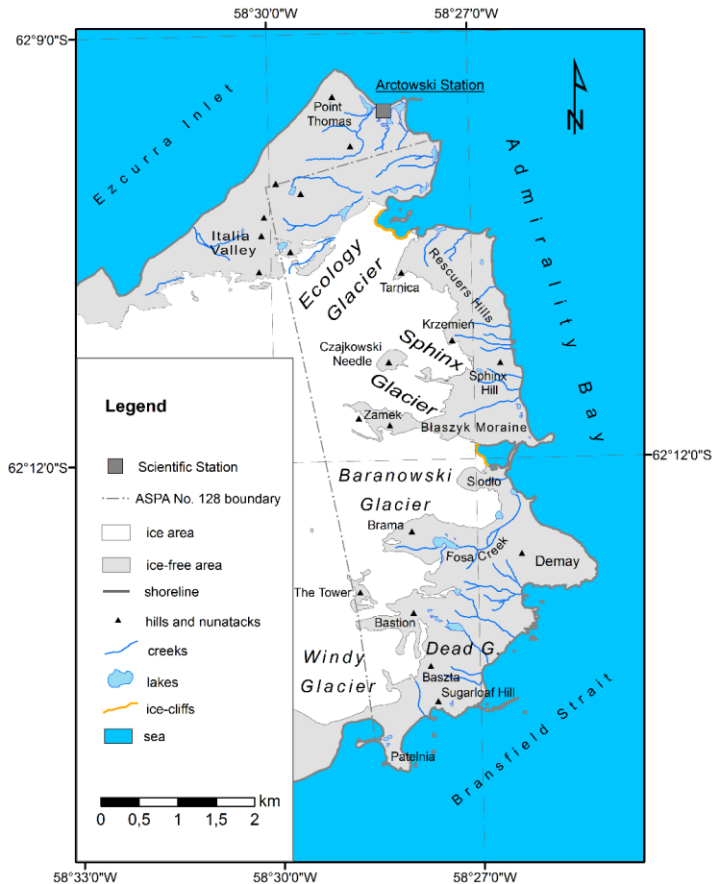


Źródło: Polska Stacja Antarktyczna im. Henryka Arctowskiego, M. Pasik

100 lecie

Wydziału  
Geodezji i Kartografii  
Politechniki Warszawskiej

# Badania glaciologiczne na obszarze ASPA-128



Lodowiec Ekologii



Lodowiec Sfinks

Lodowiec Baranowskiego



Źródło: M. Kejna, L. Urbański, M. Kowalska

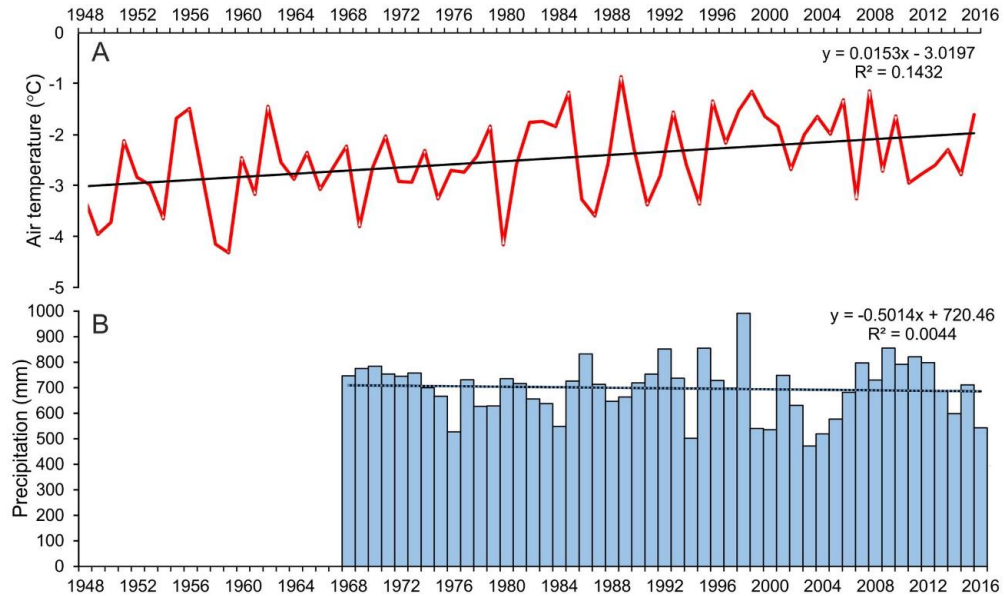
Pasik, M.; Bakuła, K.; Różycki, S.; Ostrowski, W.; Kowalska, M.E.; Fijałkowska, A.; Rajner, M.; Łapiński, S.; Sobota, I.; Kejna, M.; Osńska-Skotak, K. Glacier Geometry Changes in the Western Shore of Admiralty Bay, King George Island over the Last Decades. *Sensors* 2021, 21, 1532. <https://doi.org/10.3390/s21041532>

100  
lecie

Wydziału  
Geodezji i Kartografii  
Politechniki Warszawskiej



# Parametry atmosferyczne na Wyspie Króla Jerzego



Źródło: M. Pasik

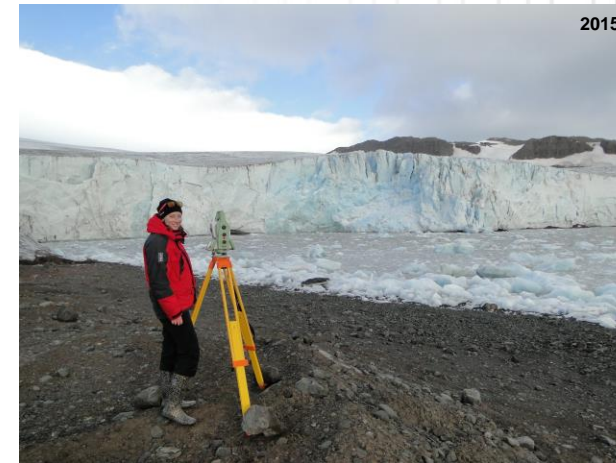
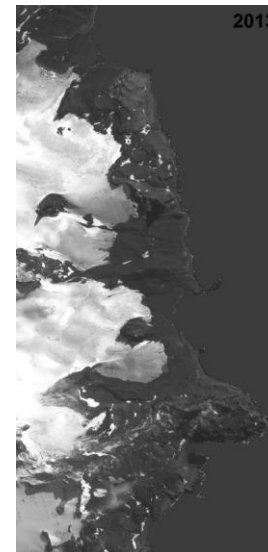
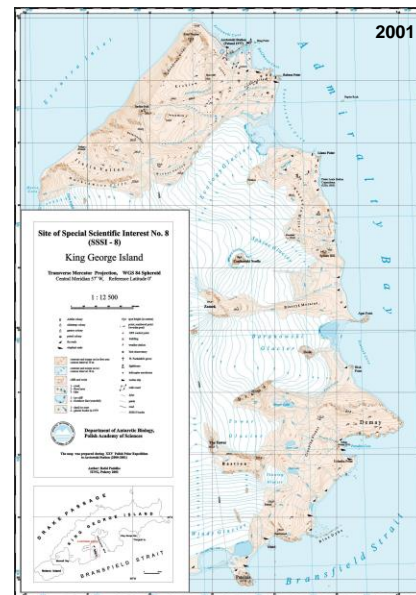
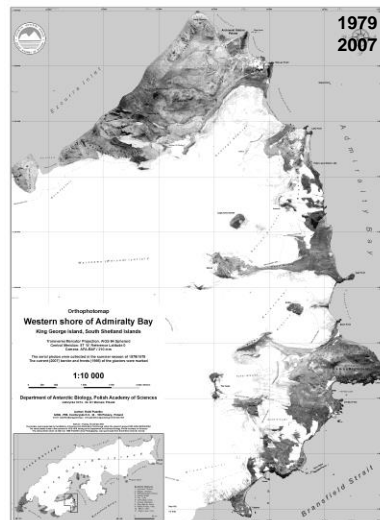
Period	Air temperature (°C)	Precipitation (mm)
1948–1950	-3.6	
1951–1960	-2.8	
1961–1970	-2.7	
1971–1980	-2.7	687.2
1981–1990	-2.2	686.0
1991–2000	-2.1	719.5
2001–2010	-2.0	680.4
2011–2016	-2.5	693.6
Mean	-2.5	697.9

100  
lecie

Wydziału  
Geodezji i Kartografii  
Politechniki Warszawskiej

# Wieloźródłowe dane w badaniach glaciologicznych

Date of survey or photography	Type of data and the author	Type of analysis
20 December 1956	FIDASE aerial photographs (British Government Ministry of Overseas Development)	border of the glaciers, DEM
9 February 1979	aerial photographs (Institute of Ecology at Polish Academy of Science)	border of the glaciers
2001	measurement registered by surveying and GPS RTK technique (Rafał Pudelko)	border of the glaciers
2001	topographic map of Site of Special Scientific Interest No. 8 (SSSI-8) at scale of 1:12500 (Rafał Pudelko)	DEM
2007	measurement registered by surveying and GPS RTK technique (Rafał Pudelko), orthophotomap of the Western Shore of the Admiralty Bay at scale of 1:10000 (Rafał Pudelko)	border of the glaciers
2 February 2011	satellite images taken by GeoEye-1 satellite system	border of the glaciers
13 March 2013	satellite images taken by Pleiades-1A satellite system	border of the glaciers, DEM
21 January 2014	satellite images taken by GeoEye-1 satellite system	border of the glaciers
March 2015	terrestrial laser scanning and measurement using GNSS RTK technique (Maria Kowalska, Sławomir Łapiński, Mariusz Pasik, Marcin Rainer)	border of the glaciers



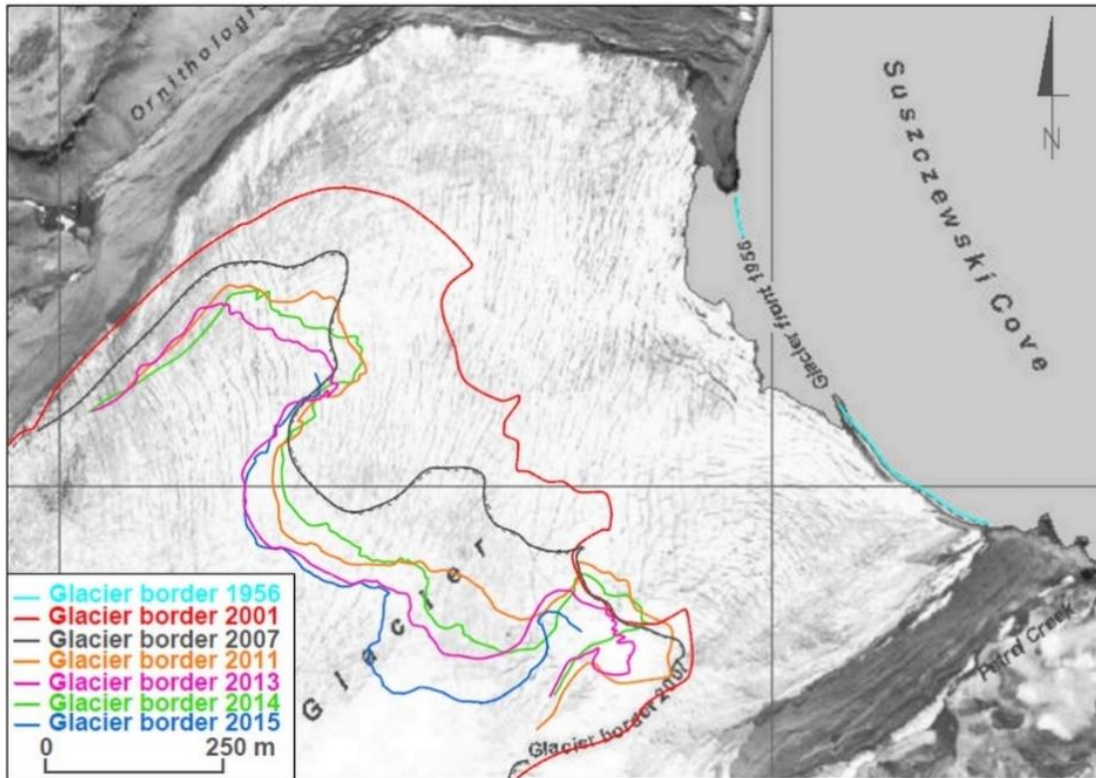
Źródło: M. Pasik

100 lecie

Wydziału  
Geodezji i Kartografii  
Politechniki Warszawskiej



# Recesja czoła lodowca Ekologii (1956-2015)



Lodowiec Ekologii

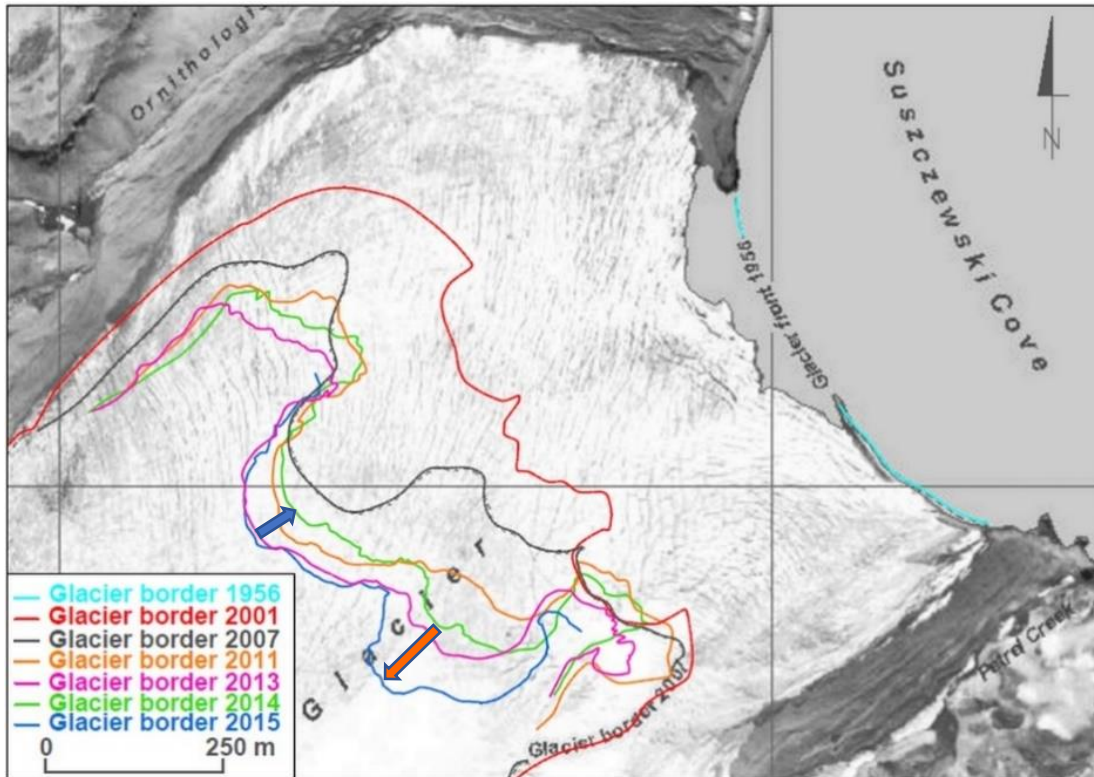
## Prędkość recesji:

- 1956-1979 5 m/rok
- 1979-2001 20 m/rok
- 2001-2015
  - skrajne strefy 15m/rok (północna)  
5 m/rok (południowa)
  - strefa centralna 15-25 m/rok

100 lecie

Wydziału  
Geodezji i Kartografii  
Politechniki Warszawskiej

# Recesja czoła lodowca Ekologii (1956-2015)



Lodowiec Ekologii

## Prędkość recesji:

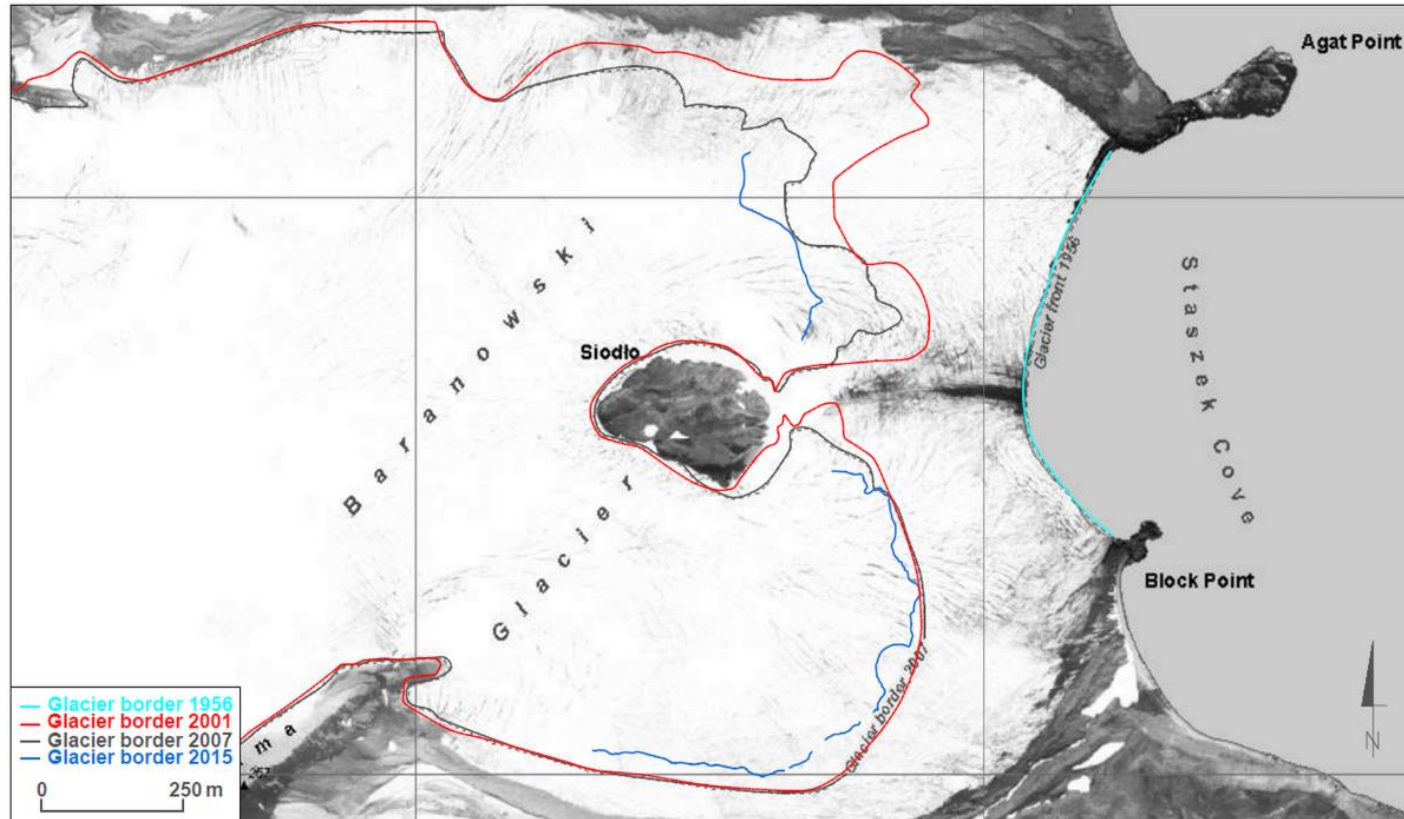
- 1956-1979 5 m/rok
- 1979-2001 20 m/rok
- 2001-2015
  - skrajne strefy 15m/rok (północna)  
5 m/rok (południowa)
  - strefa centralna 15-25 m/rok

100 lecie

Wydziału  
Geodezji i Kartografii  
Politechniki Warszawskiej



# Recesja czoła lodowca Baranowskiego (1956-2015)



Lodowiec Baranowskiego

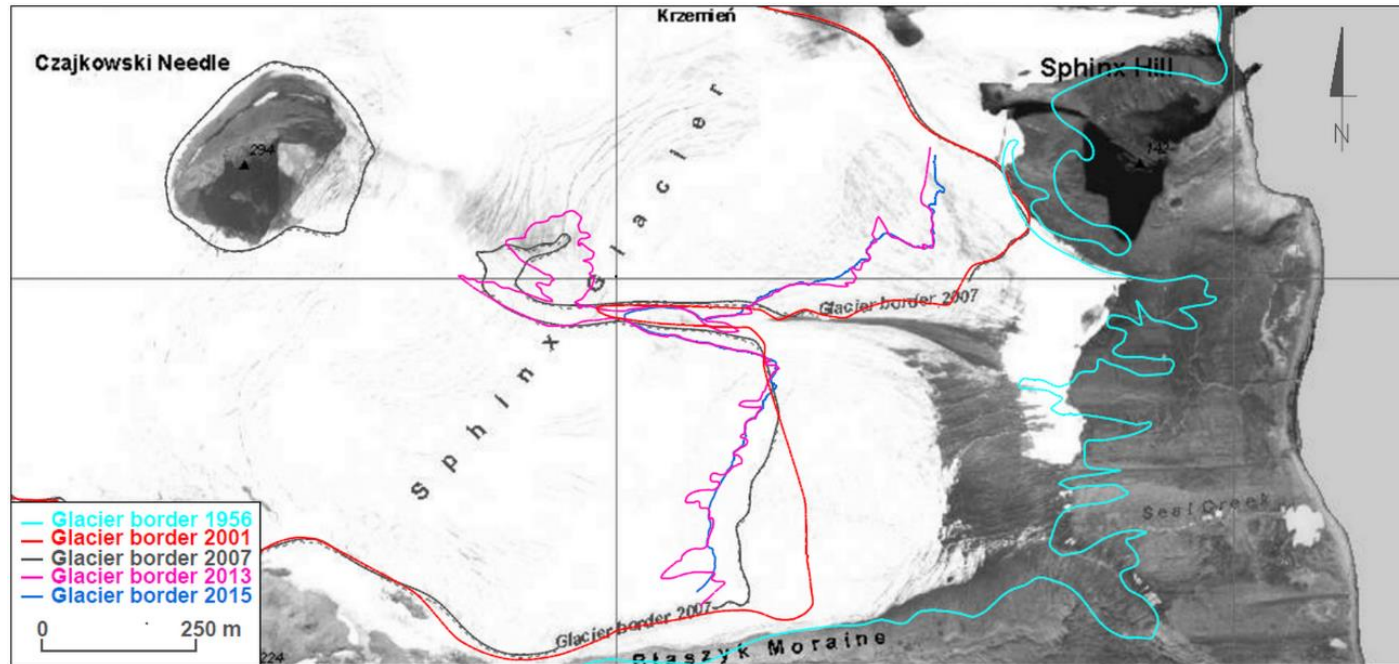
## Prędkość recesji:

- 1956-1979 brak recesji
- 1979-2001 10-20 m/rok
- 2001-2015
  - strefa północna 10-20 m/rok
  - strefa południowa 2001-2007 brak recesji, 2007-2015 5m/rok

100 lecie

Wydziału  
Geodezji i Kartografii  
Politechniki Warszawskiej

# Recesja czoła lodowca Sfinks (1956-2015)



## Prędkość recesji:

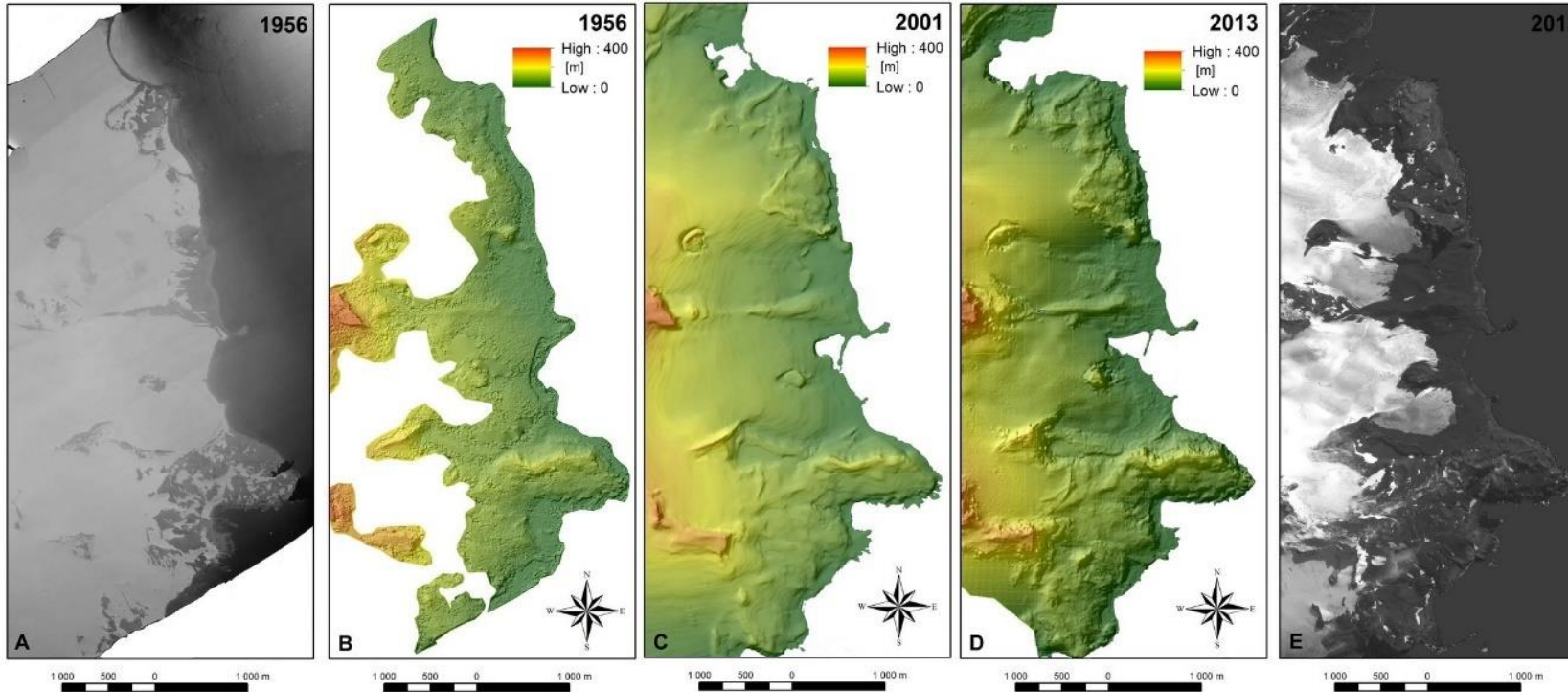
- 1956-1979 5-10 m/rok
- 1979-2001 10 m/rok
- 2001-2007 brak recesji
- 2007-2013 10-20 m/rok
- 2013-2015 brak recesji

100 lecie

Wydziału  
Geodezji i Kartografii  
Politechniki Warszawskiej



# Modele DTM

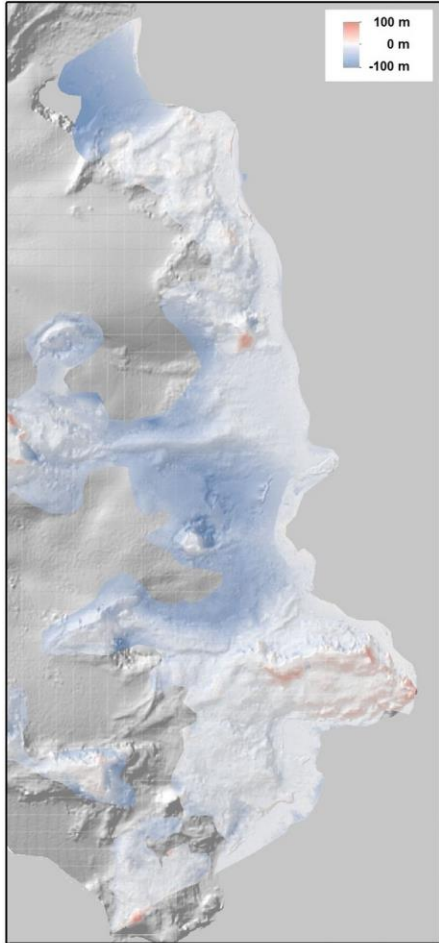


Date of survey or photography	Type of data and the author	Type of analysis
20 December 1956	FIDASE aerial photographs (British Government Ministry of Overseas Development)	border of the glaciers, DEM
9 February 1979	aerial photographs (Institute of Ecology at Polish Academy of Science)	border of the glaciers
2001	measurement registered by surveying and GPS RTK technique (Rafał Pudelko)	border of the glaciers
2001	topographic map of Site of Special Scientific Interest No. 8 (SSSI-8) at scale of 1:12500 (Rafał Pudelko)	DEM
2007	measurement registered by surveying and GPS RTK technique (Rafał Pudelko), orthophotomap of the Western Shore of the Admiralty Bay at scale of 1:10000 (Rafał Pudelko)	border of the glaciers
2 February 2011	satellite images taken by GeoEye-1 satellite system	border of the glaciers
13 March 2013	satellite images taken by Pleiades-1A satellite system	border of the glaciers, DEM
21 January 2014	satellite images taken by GeoEye-1 satellite system	border of the glaciers
March 2015	terrestrial laser scanning and measurement using GNSS RTK technique (Maria Kowalska, Sławomir Łapiński, Mariusz Pasik, Marcin Rajner)	border of the glaciers

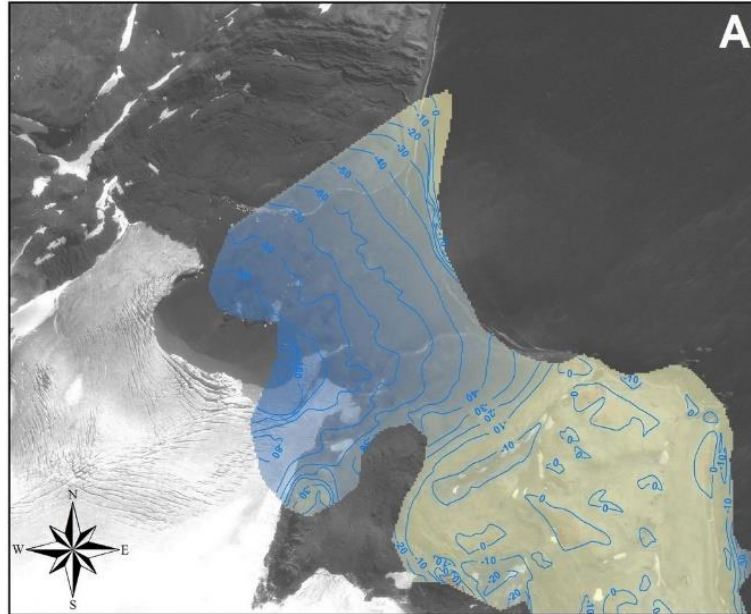


Wydziału  
Geodezji i Kartografii  
Politechniki Warszawskiej

# Zmiany grubości lodowców (1956-2013)



1 000 500 0 1 000 m



Thickness change isolines [m]  
(interval 10 m)



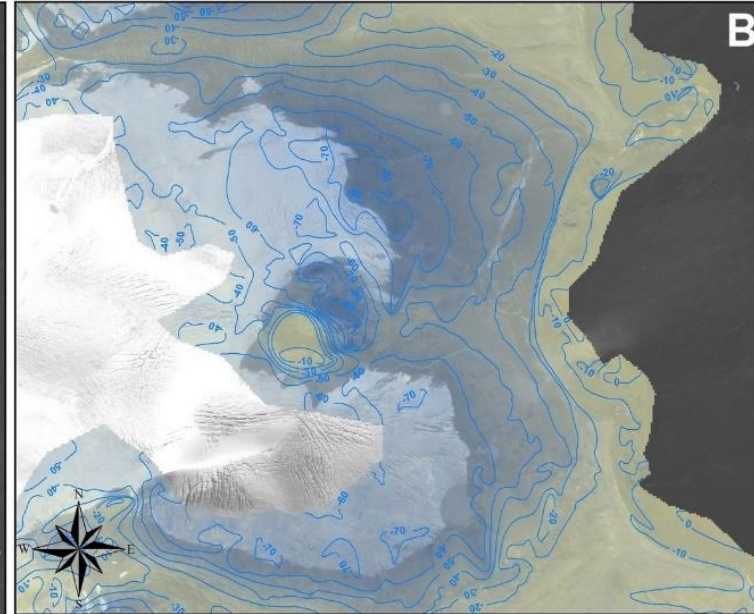
Changes in ice thickness [m]

## A – Lodowiec Ekologii

1956 klif o wysokości 30-40 m n.p.m.

2013 klif o wysokości 40-45 m n.p.m.

W miejscu czoła lodowca w 2013 ubytek grubości 75-80 m



0 0.1 0.2 0.4 0.6 0.8 1 km

## B – Lodowiec Baranowskiego

1956 klif o wysokości 30-40 m n.p.m.

2013 klif o wysokości 15-20 m n.p.m. (strefa północna)

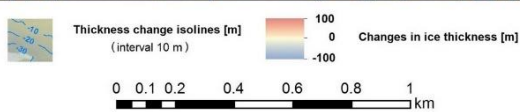
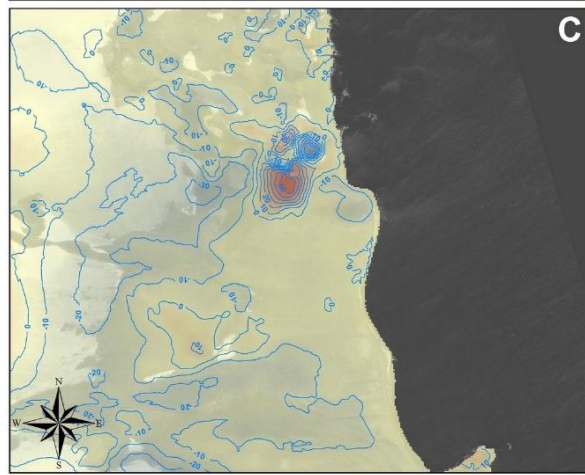
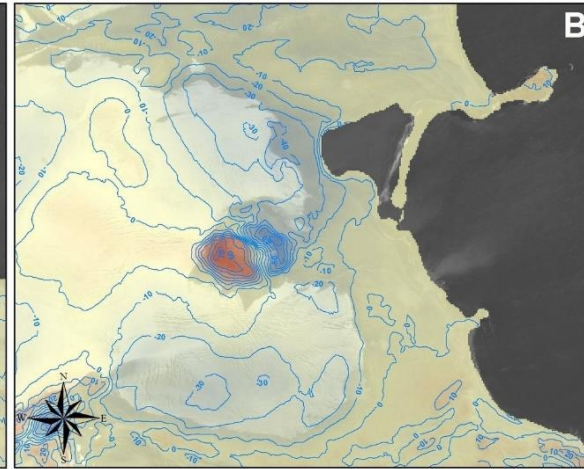
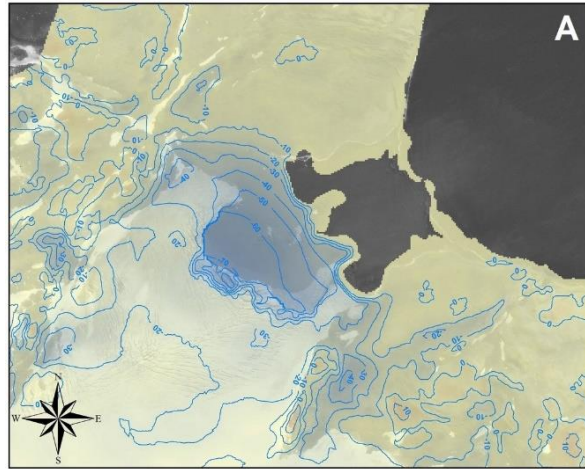
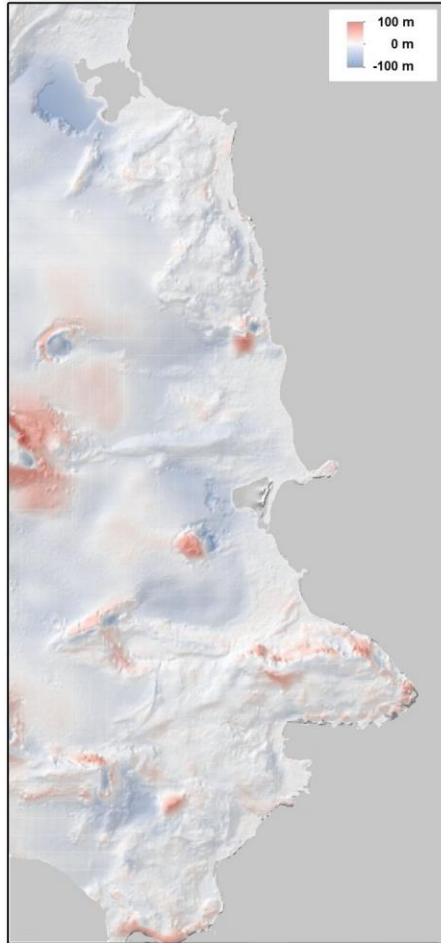
W miejscu czoła lodowca w 2013 ubytek grubości 60-75 m

100 lecie

Wydziału  
Geodezji i Kartografii  
Politechniki Warszawskiej



# Zmiany grubości lodowców (2001-2013)



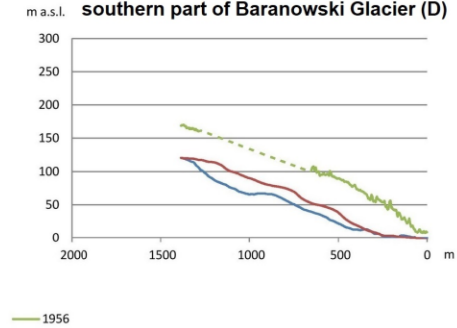
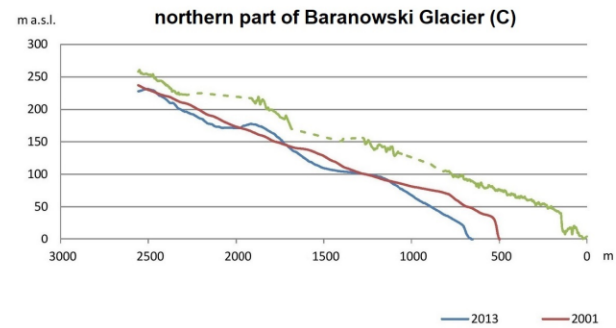
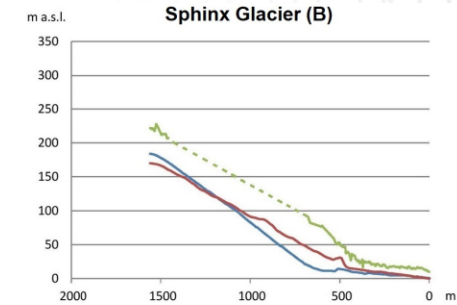
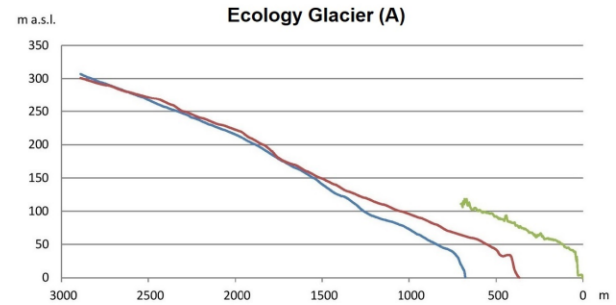
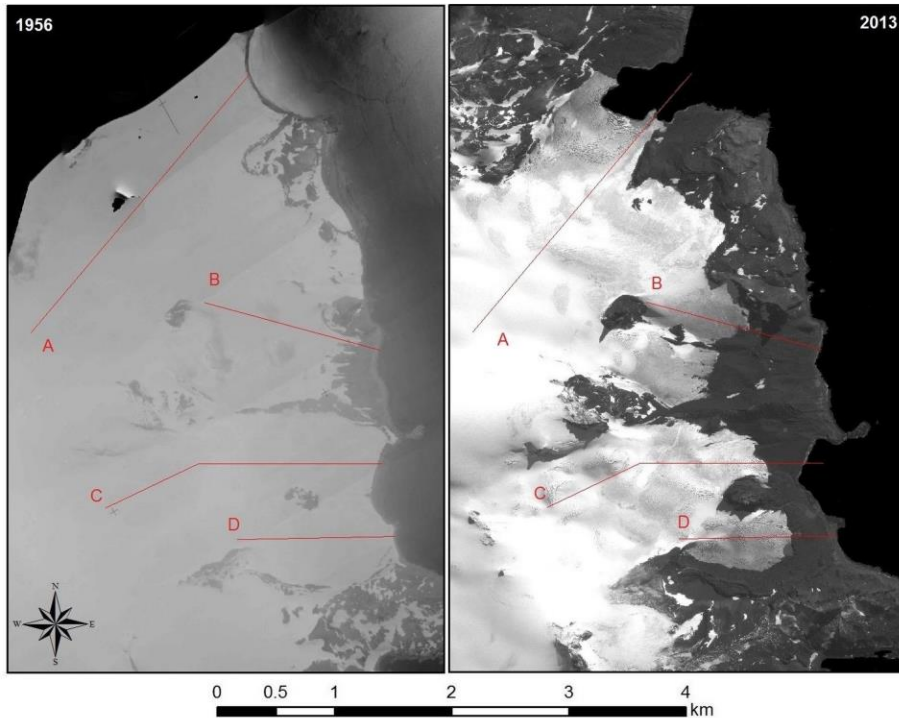
## Maksymalne zmiany grubości w strefie czołowej:

- lodowiec Ekologii (A) i strefa północna lodowca Baranowskiego 20-30 m (prędkość zmiany grubości 1,7-2,5 m/rok)
- lodowiec Sfinks (C) i strefa południowa lodowca Baranowskiego 10-30 m (prędkość zmiany grubości 0,8-2,5 m/rok)

100  
lecie

Wydziału  
Geodezji i Kartografii  
Politechniki Warszawskiej

# Zmiany grubości lodowców (1956-2013)



## Redukcja grubości (1956-2001)

dla wszystkich lodowców na całej długości profilów 40-50 m

## Redukcja grubości (2001-2013)

dla wszystkich lodowców w strefie czołowej max. 30 m

## Maksymalna wysokość redukcji grubości (2001-2013):

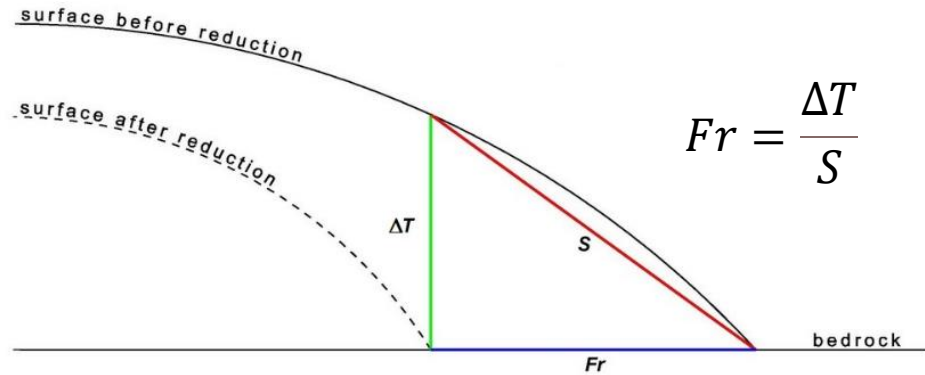
- lodowiec Ekologii 170 m n.p.m.
- lodowiec Sfinks i strefa południowa lodowca Baranowskiego 120 m n.p.m.
- strefa północna lodowca Baranowskiego 100 m n.p.m.



Wydziału  
Geodezji i Kartografii  
Politechniki Warszawskiej



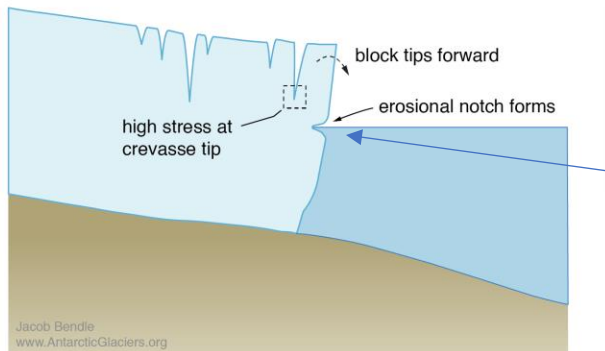
# Korelacja recesji lodowców i zmian grubości (2001-2013)



$$Fr = \frac{\Delta T}{S}$$

$Fr$  – recesja czoła lodowca,  $S$  – spadek lodowca,  $\Delta T$  – zmiana grubości lodowca

Name of glacier	Values of the maximal ice thickness reduction above glacier front in 2013 [m]	Approximate values of the glacier surface slope	Recession as the slope and ice thickness reduction effect [m]	Observed recession [m]
Ecology Glacier	20–30	0.12	170–250	250–400
Baranowski Glacier (np)	20–30	0.10	200–300	100–300
Baranowski Glacier (sp)	10–30	0.11	90–270	100
Sphinx Glacier (np)	10–30	0.20	50–150	50–100
Sphinx Glacier (sp)	10–30	0.10	100–300	50–100



Źródło: M. Kowalska

100 lecie

Wydziału  
Geodezji i Kartografii  
Politechniki Warszawskiej

# Wnioski

---

- ❑ Deglacjacja na obszarze ASPA-128 na Wyspie Króla Jerzego widoczna jest w postaci zarówno cofania się czół lodowców (nawet do 40 m/rok), jak i w postaci zmian grubości lodowców (maks. 2,5 m/rok);
- ❑ Zmiany grubości w ostatnim czasie lodowców są podobne dla wszystkich badanych lodowców, natomiast prędkość recesji lodowców zależy wyraźnie od rodzaju czoła lodowców (szczególnie szybko cofają się lodowce schodzące do wody);
- ❑ Główną przyczyną deglacjacji są zmiany warunków atmosferycznych, głównie wzrostu temperatury;
- ❑ Szczególnie przydatnym źródłem danych wykorzystywanych w badaniach glaciologicznych są zobrażenia satelitarne, pozwalające na zdalne prowadzenie badań zmian geometrii lodowców.







**Wydział Geodezji  
i Kartografii**

POLITECHNIKA WARSZAWSKA

**Dziękuję za uwagę**



Mariusz Pasik

[Mariusz.Pasik@pw.edu.pl](mailto:Mariusz.Pasik@pw.edu.pl)

100  
lecie

Wydziału  
Geodezji i Kartografii  
Politechniki Warszawskiej



# Wydział Geodezji i Kartografii

POLITECHNIKA WARSZAWSKA



Członkowie wyprawy na Polską Stację Antarktyczną na Wyspie Króla Jerzego w 2015 roku (od lewej stoją: **Maria Kowalska, Mariusz Pasik, Marcin Rajner i Sławomir Łapiński**)

# Mega zagadka

Jaka popularną kreskówkę lubią członkowie wyprawy na Polską Stację Antarktyczną w 2015 roku, która zapoczątkowała badania lodowców na Wyspie Króla Jerzego podjęte przez pracowników Wydziału Geodezji i Kartografii Politechniki Warszawskiej?

100  
lecie

Wydziału  
Geodezji i Kartografii  
Politechniki Warszawskiej





# Wydział Geodezji i Kartografii

POLITECHNIKA WARSZAWSKA

# Mega zagadka

Jaka popularną kreskówkę lubią członkowie wyprawy na Polską Stację Antarktyczną w 2015 roku, która zapoczątkowała badania lodowców na Wyspie Króla Jerzego podjęte przez pracowników Wydziału Geodezji i Kartografii Politechniki Warszawskiej?



Członkowie wyprawy na Polską Stację Antarktyczną na Wyspie Króla Jerzego w 2015 roku (od lewej stoją: **Maria Kowalska, Mariusz Pasik, Marcin Rajner i Sławomir Łapiński**)



**Maria Kowalski**

**Rico Pasik**

**Skiper Rajner**

**Szeregowy Łapiński**



Wydziału  
Geodezji i Kartografii  
Politechniki Warszawskiej

Podpowiedź brzmi: **Pingwiny z PW**