

Poznań
16.12.2022 r.

Morze Bałtyckie – piękne ale czy bezpieczne?

prof. UAM dr hab. Jacek Tylkowski

Pracownia Monitoringu Środowiska Przyrodniczego



MORZE BAŁTYCKIE

piękne ale czy bezpieczne?



Ministerstwo
Edukacji i Nauki



UNIwersytet
IM. ADAMA MICKIEWICZA
W POZNANIU



Wydział Nauk
Geograficznych i Geologicznych



Wybrzeże klifowe Bałtyku
Woliński Park Narodowy

Morze Bałtyckie

małe 415 tys. km², 22 km³ wody

płytkie średnia głębokość 52 m, maksymalna 459 m



Ministerstwo
Edukacji i Nauki



UNIWERSYTET
IM. ADAMA MICKIEWICZA
W POZNANIU



Wydział Nauk
Geograficznych i Geologicznych



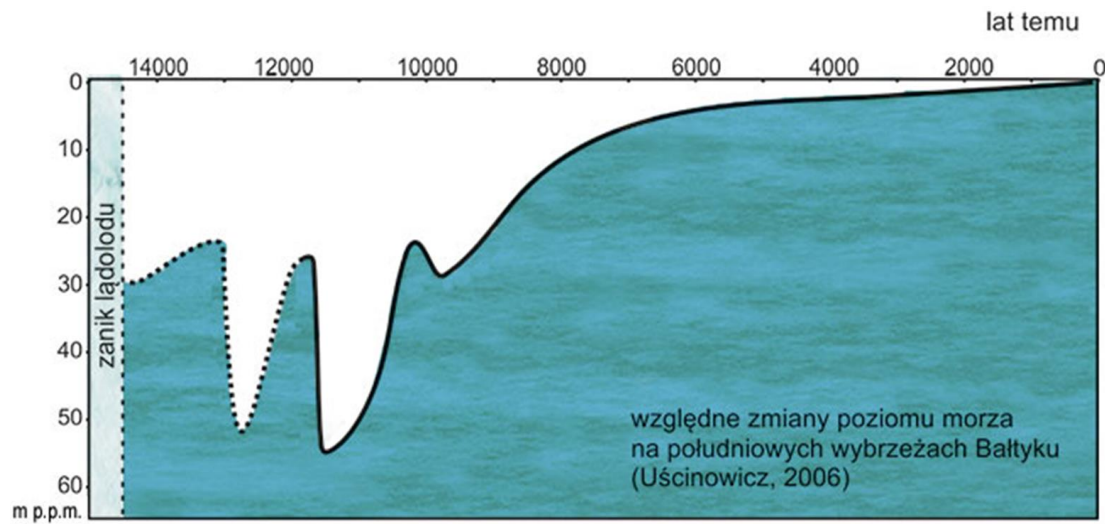
<https://www.pomocszkolne24.pl/kraje-basenu-morza-baltyckiego-mapa-fizyczna/8316/>



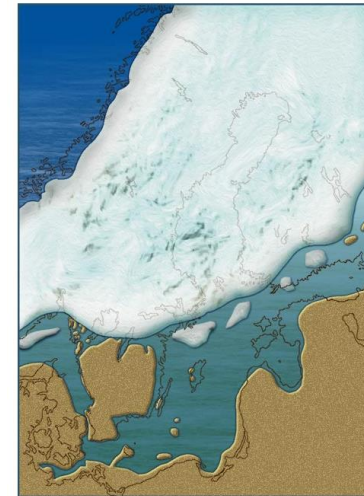
<https://avocadopt.com/produkt/morze-baltyckie-mini-turkus-mapa-drewniana/>



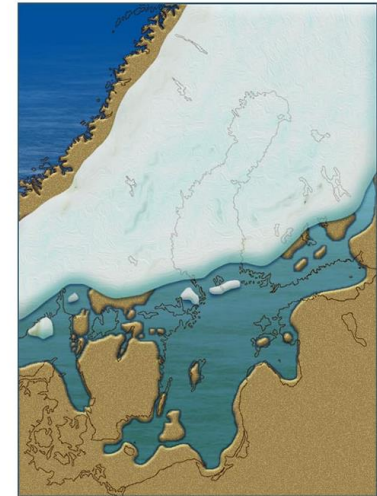
Morze Bałtyckie młode 12 tys. lat



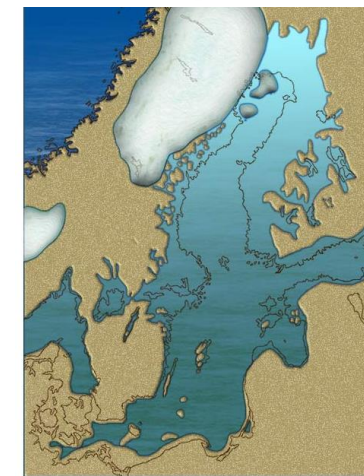
PLEJSTOCEN				HOLOCEN				
BOLLING	SALLEROD	MŁODSZY DRYAS	OKRES PRÉBORAŁNY	OKRES BORAŁNY	OKRES ATLANTYKI	OKRES SUBBORAŁNY	OKRES SUBATLANTYKI	
BAŁTYCKIE JEZIORO LODOWE		MORZE YOLDIA	JEZIORO ANCYLUS	MORZE MASTOGŁOIA	MORZE LITORYNOWE I POLITORYNOWE			



Bałtyckie Jezioro Lodowe - ok. 11 700 lat temu



Morze Yoldowe - ok. 11 500 lat temu



Jezioro Ancylusowe - ok. 10 500 lat temu



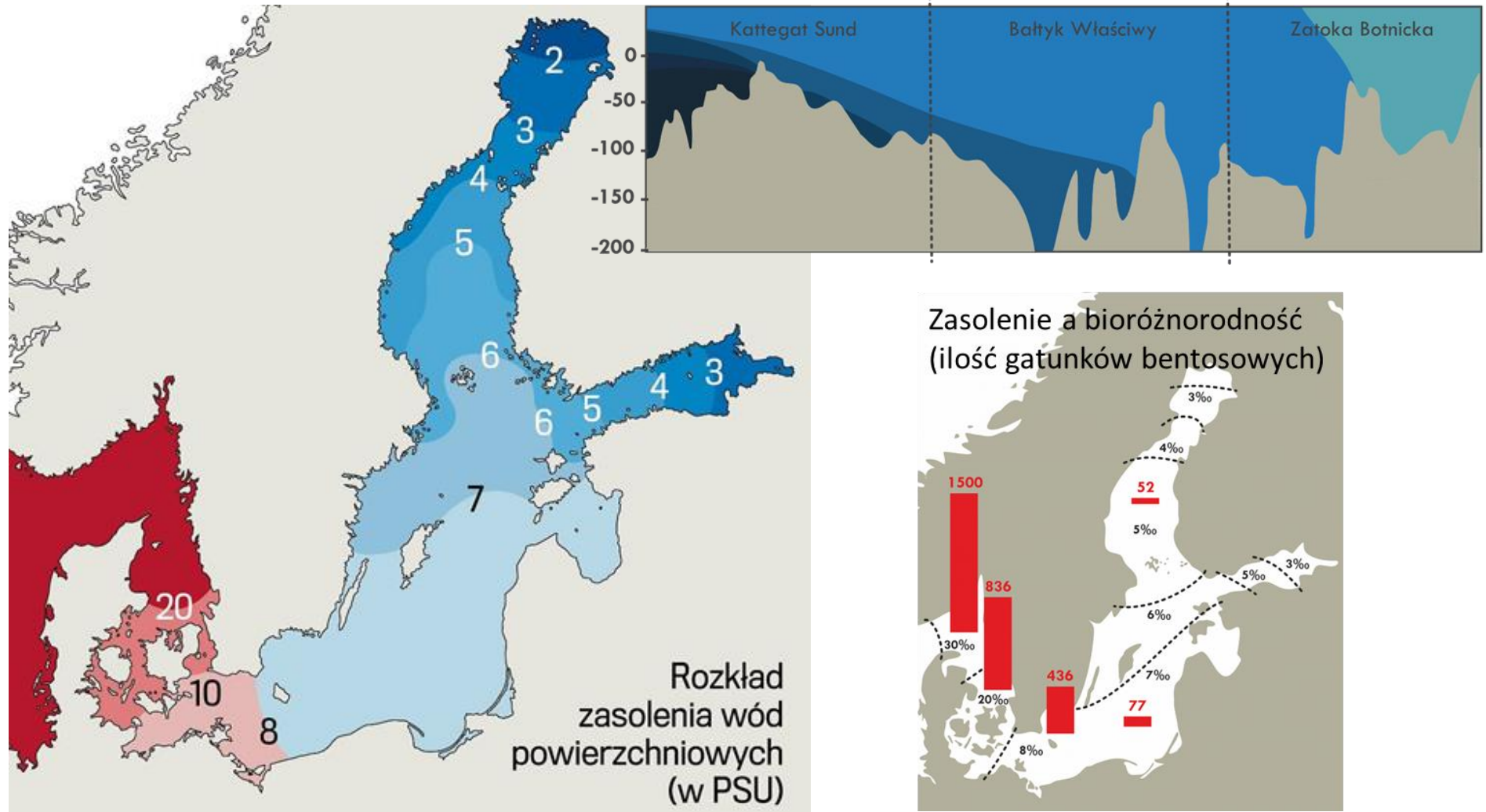
Morze Litorynowe - ok. 8 000 lat temu

Morze Bałtyckie

najmniej zasolone 7‰ (7 g NaCl na 1 litr H₂O)

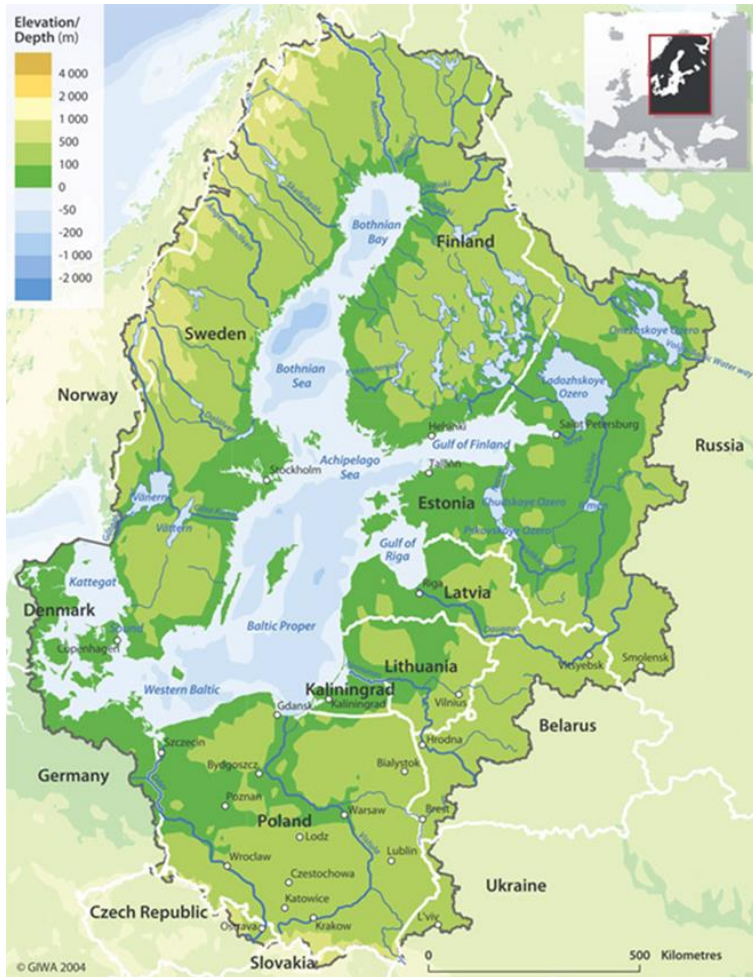
zimne - średnia temperatura latem 12-17°C, zimą 2-4°C.

zimą częściowo ulega zlodzeniu



Morze Bałtyckie

*silnie zanieczyszczony, podlega intensywnej antropopresji
(ponad 80 mln ludzi mieszka w jego zlewisku)*



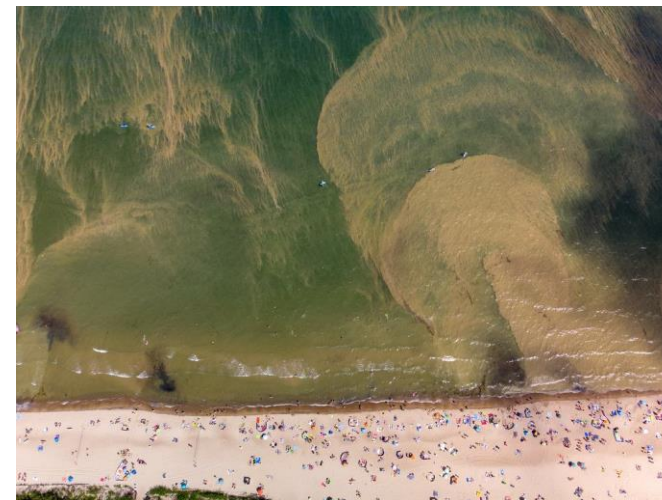
Problematyka – Piękne ale.....



Problematyka –czy bezpieczne?



- erozja brzegu i powodzie sztormowe
- spadek biomasy i przetłowienie



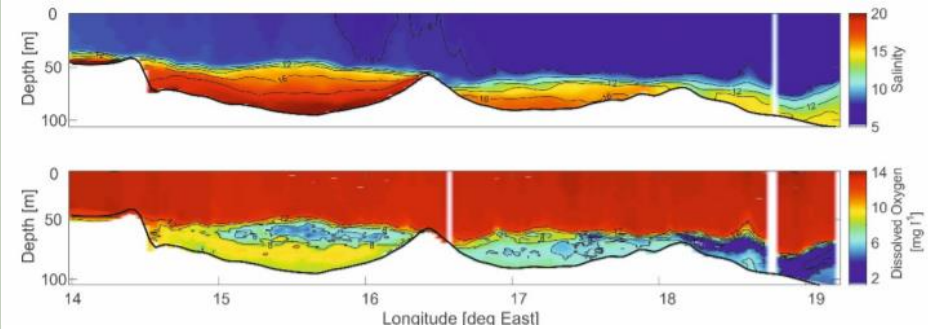
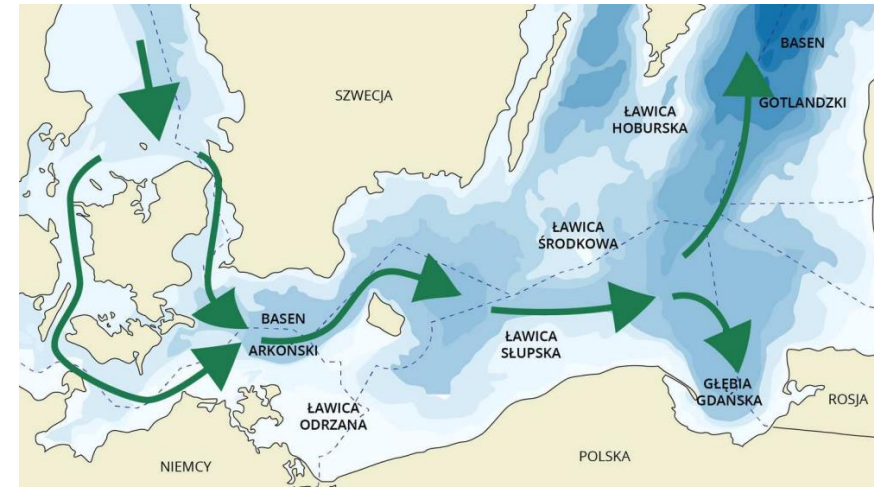
- eutrofizacja i beztlenowe strefy śmierci
- bojowe środki chemiczne i wraki



Morze Bałtyckie

Wymiana wody, bilans wodny, wlewy wód zasolonych

Cykl wymiany wody w Bałtyku jest długi – około 30 lat

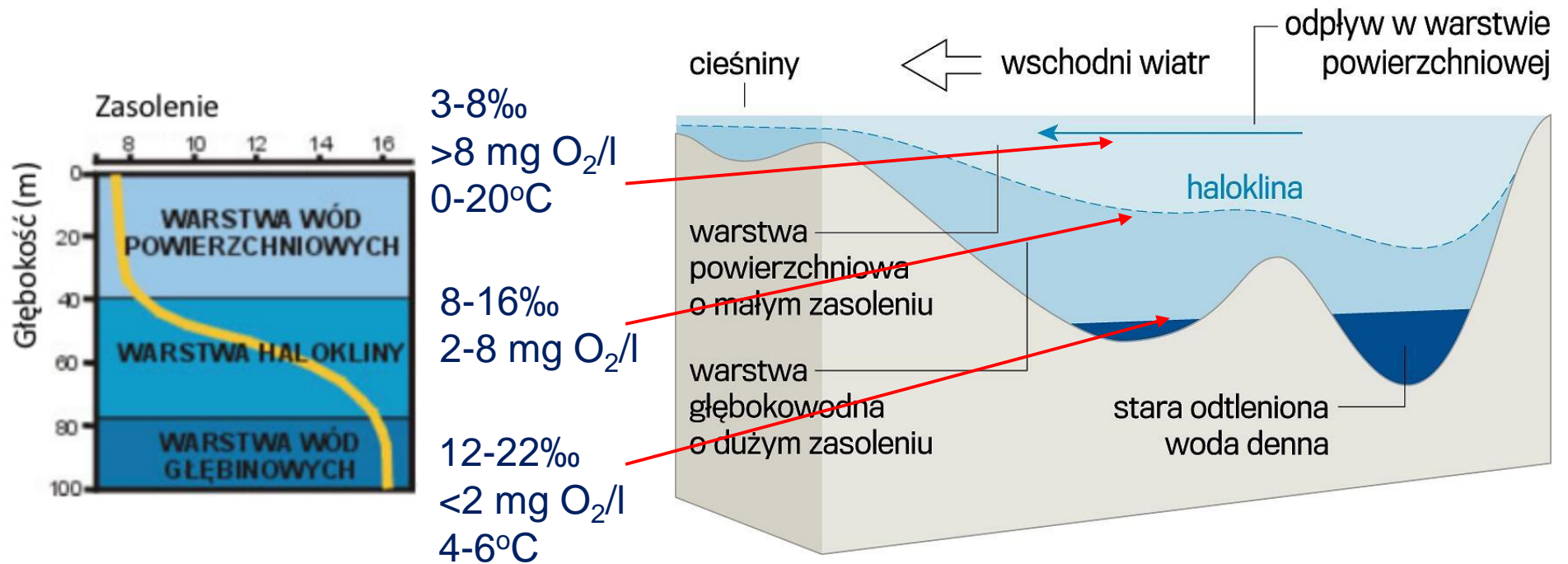


Źródło: Englishsquare.pl sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Morze Bałtyckie – zagrożenia

Eutrofizacja i beztlenowe strefy śmierci

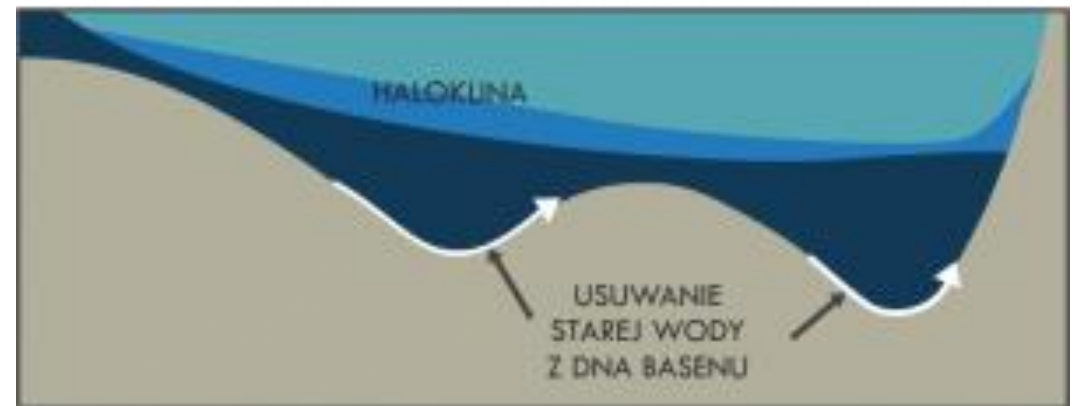
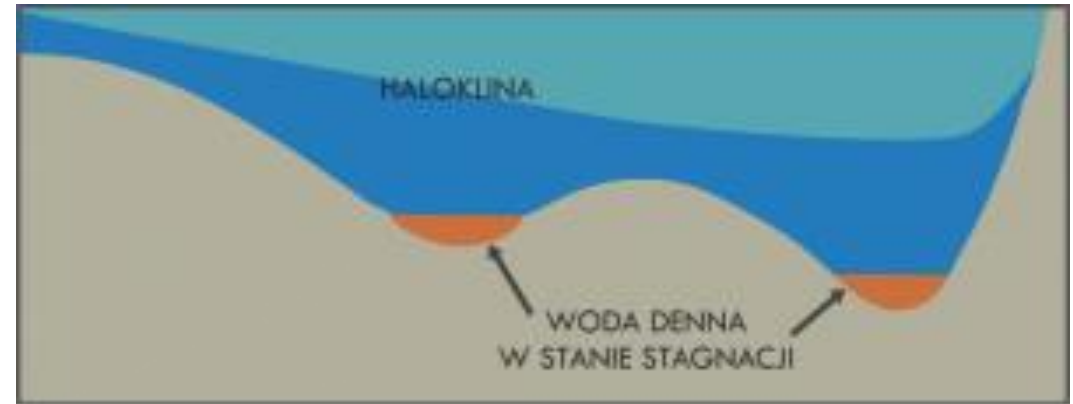
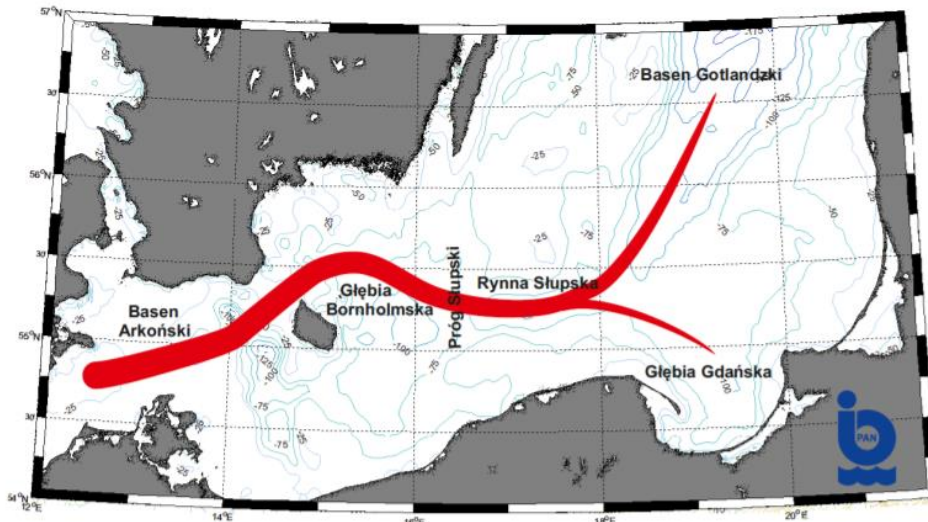
Wlewy „wody życia”



Morze Bałtyckie – zagrożenia

Eutrofizacja i beztlenowe strefy śmierci

Wlewy „wody życia”

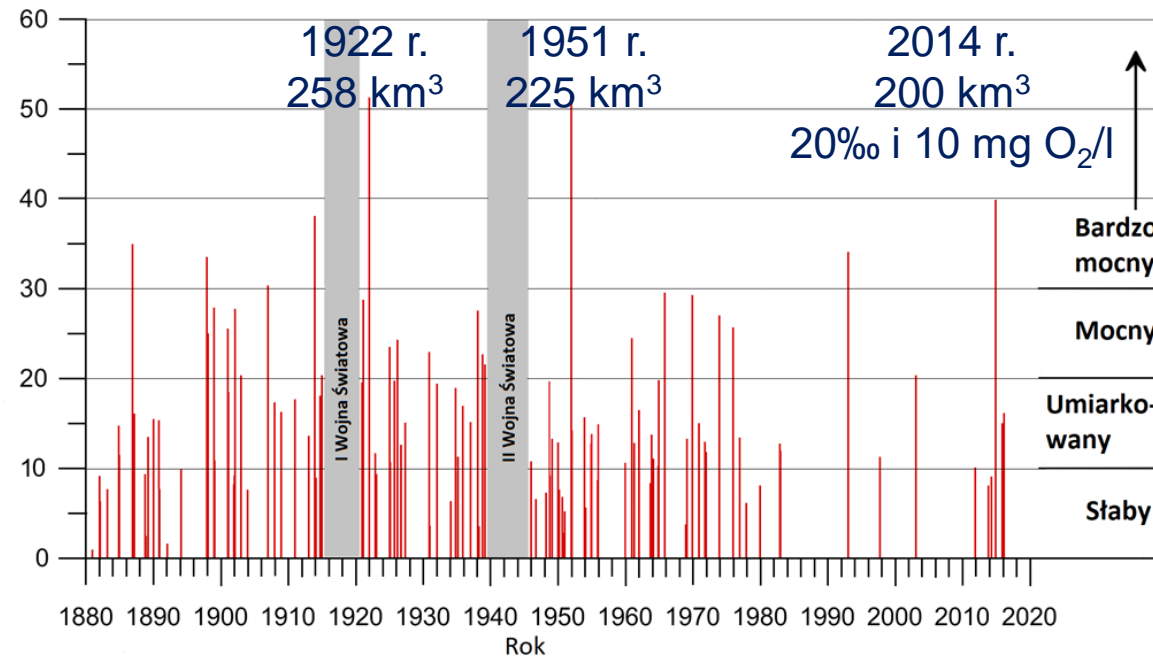


Morze Bałtyckie – zagrożenia

Eutrofizacja i beztlenowe strefy śmierci

Wlewy „wody życia”

- Dawniej obserwowano 5-7 wlewów na dekadę,
- W latach 1960-1980 wlewy zdarzały się co 3-4 lata
- **Od roku 1984 zjawisko to ustało.**
- Kolejne wlewy miały miejsce dopiero w latach 1993 i 2003 i 2014.
- **Zatem teraz ich powtarzalność wynosi 1 raz na 10 lat.**



Morze Bałtyckie – zagrożenia

Eutrofizacja i beztlenowe strefy śmierci



Ministerstwo
Edukacji i Nauki



UNIwersytet
IM. ADAMA MICKIEWICZA
W POZNANIU

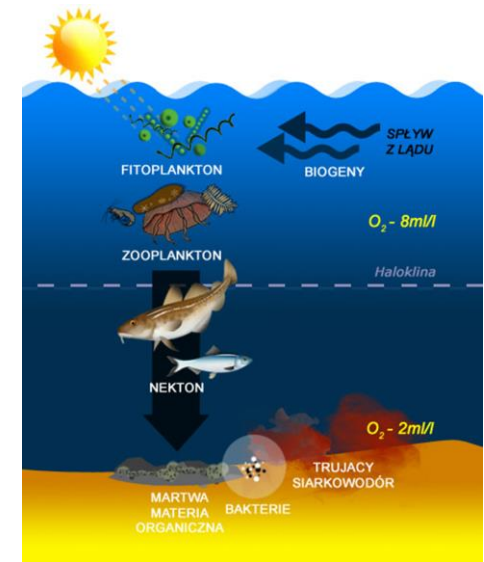


Wydział Nauk
Geograficznych i Geologicznych

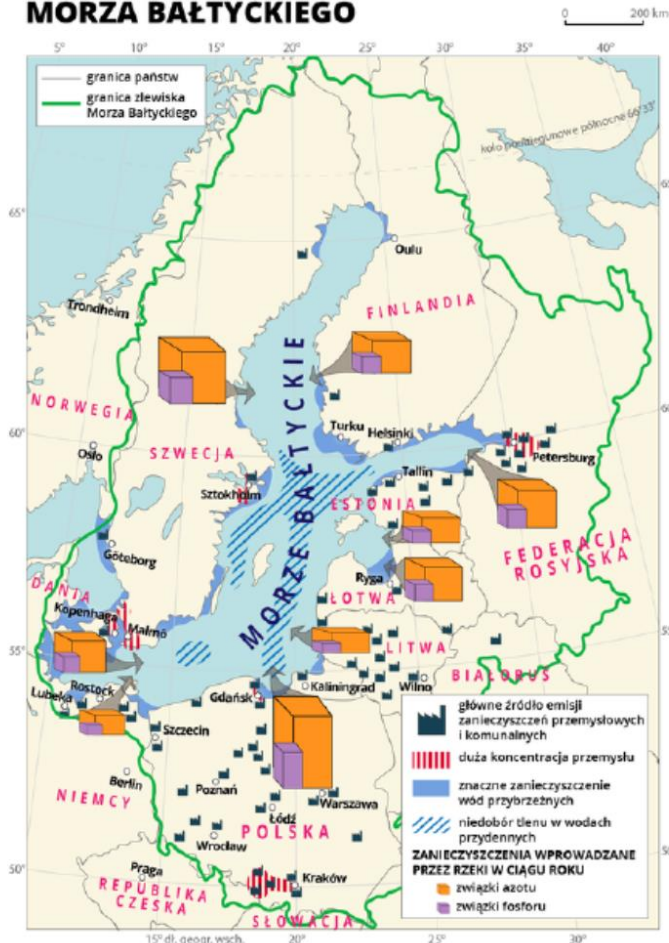


Morze Bałtyckie – zagrożenia

Eutrofizacja i beztlenowe strefy śmierci



GŁÓWNE ŹRÓDŁA ZANIECZYSZCZENIA WÓD MORZA BAŁTYCKIEGO

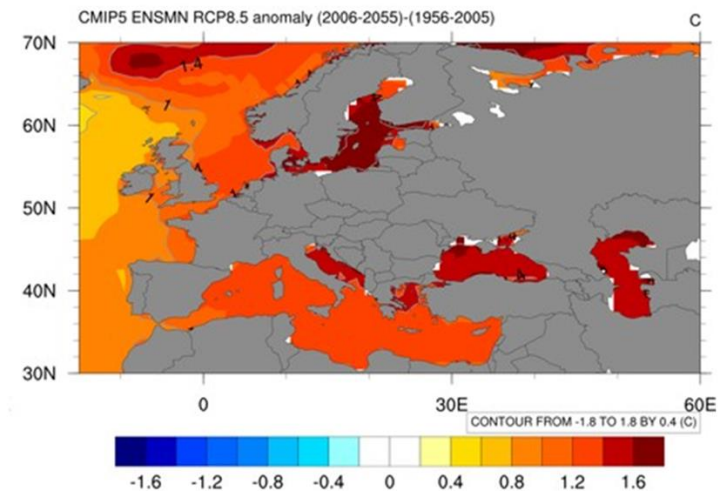


Rocznie do Bałtyku dociera około:

-825 tys. ton azotu N (24% Polska)

-31 tys. ton fosforu P (44% Polska)

z czego ponad 60% pochodzi ze źródeł antropogenicznych - rolnictwa, ścieków i przemysłu



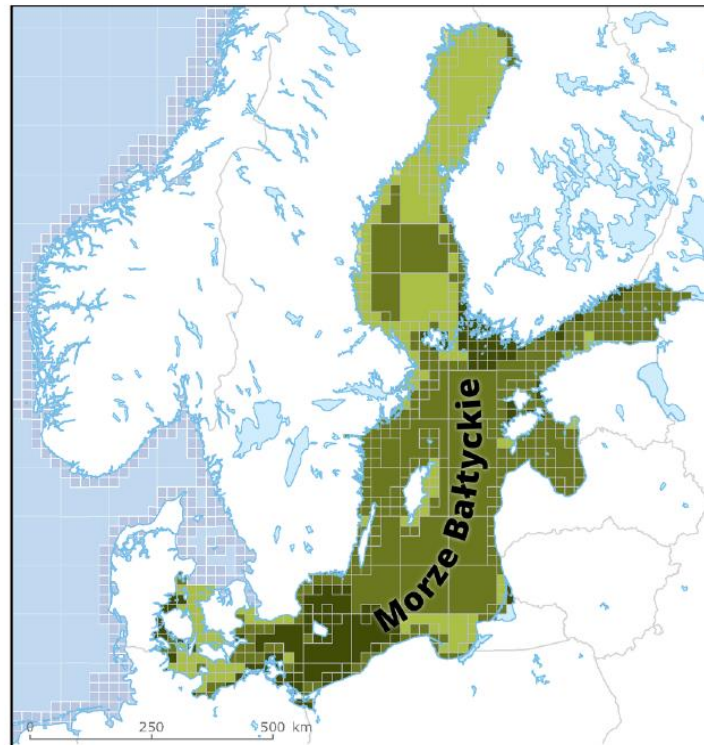
Morze Bałtyckie będzie jednym z najbardziej nagrzewających się mórz na półkuli północnej



Morze Bałtyckie – zagrożenia

Eutrofizacja i beztlenowe strefy śmierci

EUTROFIZACJA
97% morza



Eutrofizacja wód Morza Bałtyckiego

- bardzo duża
- duża
- średnia
- mała
- bardzo mała



Stopień eutrofizacji wód Morza Bałtyckiego (ocena przeprowadzona w polach kwadratowych o boku 100 km na pełnym morzu i 20 km w strefie przybrzeżnej)

Źródło: European Environment Agency (EEA), domena publiczna, <https://www.eea.europa.eu/legal/copyright>, dostępny w internecie: <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/heat-classifications-of-eutrophication-status>.

Morze Bałtyckie – zagrożenia

Eutrofizacja i beztlenowe strefy śmierci



Strefy martwych wód – w wyniku eutrofizacji są to obszary wód o zawartości tlenu zbyt niskiej, by mogły w nim przeżyć organizmy oddychające tlenem, zarówno roślinne jak i zwierzęce.

- ❖ **W Morzu Bałtyckim kryje się największa na świecie „strefa śmierci” powstała na skutek działalności człowieka**
- ❖ **To gigantyczna masa wody pozbawiona tlenu, której powierzchnia wynosi obecnie 60 tys. km² – więcej niż Mazowsze i Podlasie razem wzięte.**
- ❖ **Na tym obszarze w wodach przydennych żyją tylko bakterie produkujące toksyczny siarkowodór H₂S.**

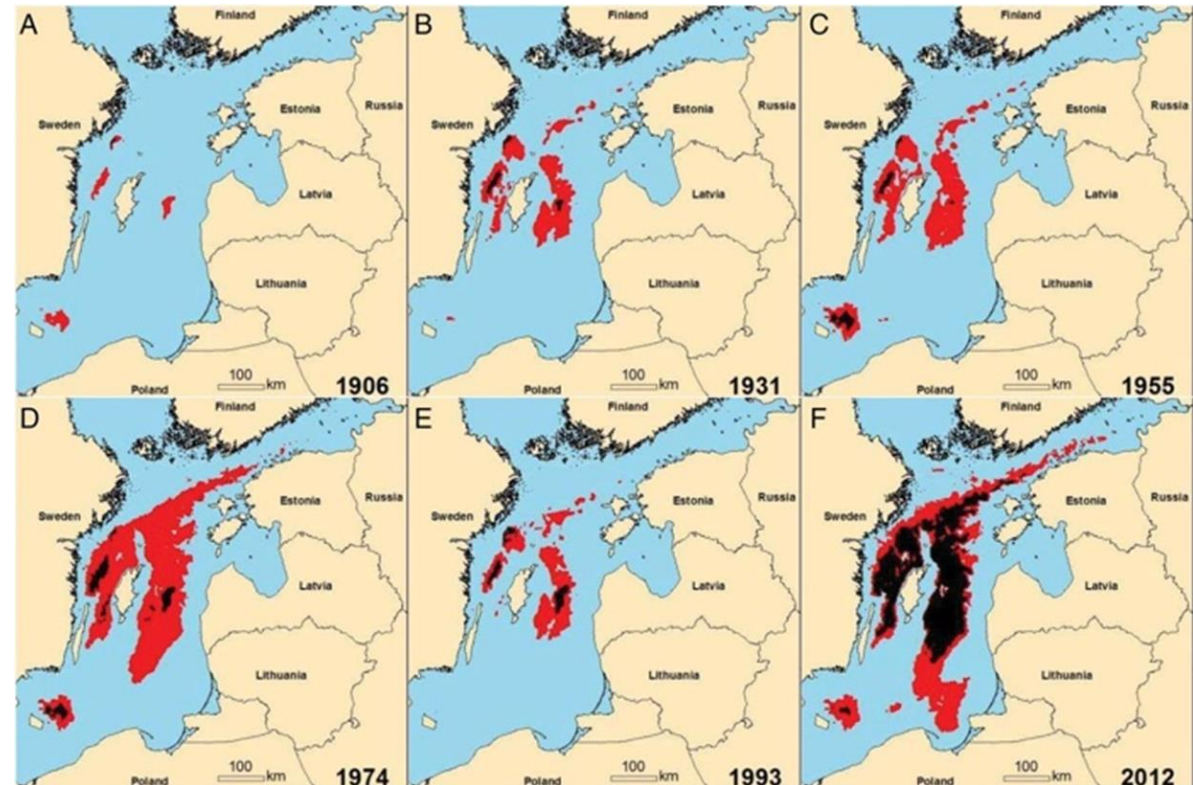
Morze Bałtyckie – zagrożenia

Eutrofizacja i beztlenowe strefy śmierci

- ❖ **Strefa martwych wód w Bałtyku**, w której notowana jest hypoksja ($<2 \text{ mg O}_2/\text{l}$), obejmuje corocznie średnio **powierzchnię ok. 50 tys. km²**. Sytuacja taka utrzymuje się stale **od ok. 40 lat**.
- ❖ Od lat 50. do końca 70. XX wieku siarkowodór powstawał okresowo, a od tego czasu gaz ten jest już stale stwierdzany w Bałtyku poniżej głębokości 130 - 250 m. Wody poniżej tej głębokości są silnie trujące i pozbawione życia.

Powierzchnia martwych stref w Bałtyku wzrosła 10-krotnie w ciągu 115 lat i zajmuje około 17% powierzchni dna.

*Czerwony kolor $<2 \text{ mg O}_2/\text{l}$
Czarny kolor – brak O_2*



Morze Bałtyckie – zagrożenia Eutrofizacja i beztlenowe strefy śmierci

WIĘCEJ TLENU!!!

- **Od 50 lat Bałtyk dusi się z naszej winy. Wraz ze ściekami trafiło do niego 20 mln ton azotu i 2 mln ton fosforu.**
- **Nie byłoby w tym nic złego, gdyby nie fakt, że w Bałtyku nie ma silnych prądów morskich. W efekcie słodka, lżejsza woda utrzymuje się przy powierzchni, podczas gdy słona, słabiej natleniona zalega na dnie. W takich warunkach powstają toksyczne dla większości organizmów substancje: siarkowodór, metan i amoniak.**
- **Prognozy są niezbyt optymistyczne – według oceny środowiska dokonanej przez agendy ONZ (Millenium Ecosystem Assesment, 2005) napływ związków azotowych do mórz w związku z działalnością człowieka zwiększy się o 65% do 2050 roku.**



Morze Bałtyckie – zagrożenia Eutrofizacja i beztlenowe strefy śmierci



**Bałtyk zamienia się w... Ubogie w tlen, pozbawione życia słodkie jezioro.
Kryje się w nim największa na świecie antropogeniczna „strefa śmierci”.**

- Ocieplenie klimatu, dostawa ścieków i niedotlenienie wody powodują zmiany, których skutki najboleśniej odczuwają rybacy.
- Jeszcze 35 lat temu z Bałtyku pochodził co piąty łowiony na świecie dorsz, nie brakowało też dorodnych śledzi.



Dno Bałtyku w obrębie strefy martwych wód, pokryte ciałami krabów, ryb i małży, zabitych przez deficyt tlenowy



Morze Bałtyckie – zagrożenia

Eutrofizacja i beztlenowe strefy śmierci

Degradacja wartościowych biocenoz



- W wyniku zanieczyszczenia wód zmienia się skład jakościowy flory i fauny bałtyckiej.
- Wymierają gatunki wrażliwe na zmianę jakości wód, z reguły cenne i spełniające istotną rolę w środowisku morskim, a obserwuje się silny rozwój gatunków nieużytecznych, a nawet szkodliwych.
- **Jednym ze sztandarowych przykładów jest wyginięcie w polskiej strefie Bałtyku trawy morskiej oraz zanik morskich pęcherzykowatych i silny rozwój brunatnic**



Fot. P. Bałazy

Morze Bałtyckie – zagrożenia

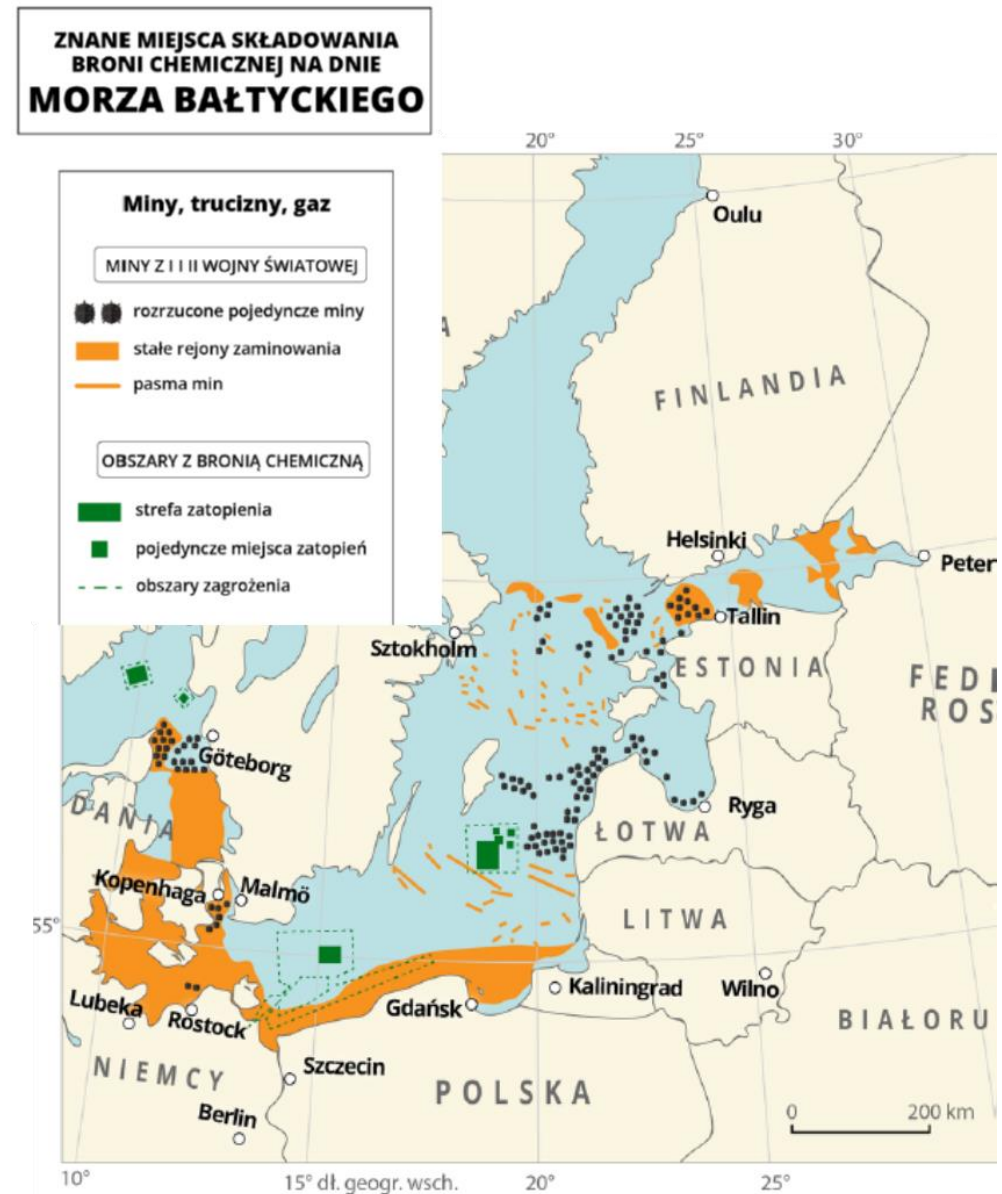
Bojowe środki chemiczne i wraki



- Szacuje się, że w Bałtyku znalazło się ok. 50 tys. ton broni chemicznej (iperyt, tabun, fosgen, cyklon B, sarin i in.).
- Szacuje się, że uwolnienie około 15% środków chemicznych z zalegających na dnie zbiorników mogłoby całkowicie zniszczyć życie w Bałtyku na ponad 100 lat.



Ministerstwo
Edukacji i Nauki



Morze Bałtyckie – zagrożenia

Bojowe środki chemiczne i wraki



Znane składowiska i szlaki transportowe 50 000 ton broni chemicznej zatopionej w Morzu Bałtyckim po II wojnie światowej

Polska strefa:

- Głębia Gdańska, Rynna Słupska
- Beczki z chemikaliami czy amunicją zapalającą często zatapiano gdzie popadnie. W niektórych miejscach - w Darłowie czy Kołobrzegu pojemniki leżą na 60-90 metrach głębokości. Koło Dziwnowa - zaledwie na 10-12 metrach.



Morze Bałtyckie – zagrożenia

Bojowe środki chemiczne i wraki

Szacuje się, że zatopiono do 15000 t samych środków trujących, głównie takich środków jak iperyt siarkowy, arsyny, tabun czy fosgen.

Bojowe środki chemiczne

50 tys. ton w postaci: beczek, bomb i pocisków

Czas rozkładu nośników 3-7 mm (1945 okres zatopienia):

- Beczki (25 lat) już rozszczelnione
- Bomby (90 lat) rozszczelniane
- Pociski (150 lat) rozszczelnienie do końca XXI wieku

10 $\mu\text{g dm}^{-3}$ zanik glonów (100 ml cieczy w basenie olimpijskim 3,5 mln l)

30 $\mu\text{g dm}^{-3}$ zanik zooplanktonu (dafni) (300 ml w basenie olimpijskim)

Broń konwencjonalna

trotyl 500 tys. ton 1 t km^{-2}

Miny 200 tys. 1 szt. /2 km^2



Morze Bałtyckie – zagrożenia Bojowe środki chemiczne i wraki



- W 1995 roku doszło do najpoważniejszego w skutkach wypadku na polskim wybrzeżu. Na plaży w Darłównu doszło do poparzenia 102 dzieci iperytem. Czworo z nich trwale straciło wzrok.

- W 1997 roku polski statek z Władysławowa FV WLA206 złapał w sieć około 5-7 kg bryłę iperytu. Rybacy wrzucili go później w porcie do pojemnika na śmieci. Następnego dnia 8 członków załogi doznało poważnych oparzeń i uszkodzeń na skórze, a czterech musiało zostać hospitalizowanych przez kilka tygodni. Uniknęli śmierci tylko dlatego, że incydent miał miejsce w styczniu, kiedy zimna temperatura ograniczyła parowanie trującego środka.
- W 2012 roku skażeniu fosforem białym uległo 13 km wybrzeża między Ustką a Łebą. Fosfor biały jest silnie trujący. Dawka śmiertelna dla dorosłego człowieka wynosi ok. 0,1 g.



Morze Bałtyckie – zagrożenia

Bojowe środki chemiczne i wraki (ok. 3 tys.)



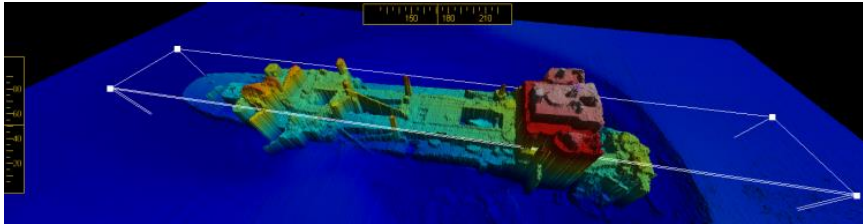
W samej Zatoce Gdańskiej zatopionych jest ponad 150 wraków. Kilka z nich naukowcy uważają za szczególnie niebezpieczne. Wśród nich Stuttgart, leżący przy wejściu do gdyńskiego portu. Wokół wraku ciężkie paliwo rozlane jest na powierzchni 35 hektarów.

Morze Bałtyckie – zagrożenia

Bojowe środki chemiczne i wraki

Zatoka Gdańska – Niemiecki tankowiec T/S Franken

Statek jest największym i najbardziej niebezpiecznym wrakiem na dnie zatoki. Z analizy zniszczeń wraku wynika, że w nieuszkodzonych zbiornikach może zalegać ponad 5000 t oleju napędowego i 1000 t produktów naftowych.



179 m



W ciągu roku w wyniku korozji znika średnio 0,1 mm poszycia. Po 70 latach z 10 mm poszycia zostały więc już tylko 3 mm. Zdaniem naukowców w najbliższej przyszłości wrak może się po prostu zawalić.

Większość bo prawie 80% prądów morskich w ciągu roku kieruje się w stronę lądu. Gdyby doszło do wycieku, najpewniej po 3-5 godz. olbrzymia plama paliw osiadłaby na nadmorskich plażach i zanieczyściłaby około 80 kilometrów polskiego wybrzeża od Piasków aż po sam Hel.

To będzie katastrofa ekologiczna w wyniku której ucierpi przyroda, a turystyka może się załamać na kilkanaście lat. Wyciek ropy oznacza bowiem ogromne straty dla branży turystycznej. Wycenia się je na 0,5 mld złotych. Na wypompowanie paliwa z wraku tankowca Franken potrzeba 50 mln zł.



Morze Bałtyckie – zagrożenia

Bojowe środki chemiczne i wraki



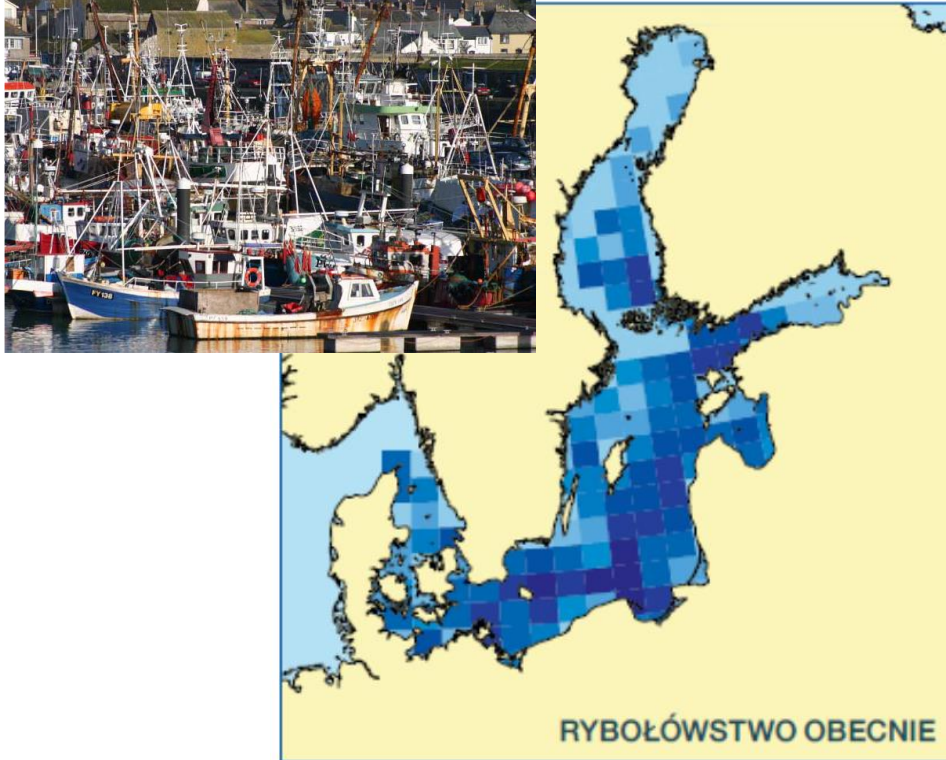
W naszej części Bałtyku leży kilkanaście okrętów podwodnych, które mogły mieć w zbiornikach po kilkadziesiąt ton paliwa. Nie wiemy, ile się wylało, a ile wciąż zalega.

Są jeszcze „Steuben”, „Goya” i „Wilhelm Gustloff”, ogromne statki, na których podczas ewakuacji Prus zginęło w sumie kilkanaście tysięcy ludzi - każda z tych tragedii była większa od „Titanica”. Wszystkie zatopione jednostki były w drodze, co oznacza, że wiozły pewną ilość paliwa. Może nawet kilkaset ton.



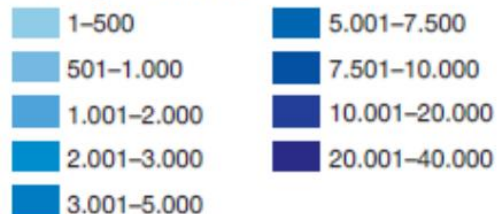
Morze Bałtyckie – zagrożenia

Spadek biomasy i przetłowie



Źródło: HELCOM/WWF

Połowy w tonach



Na Bałtyku blisko 6000 statków rybackich

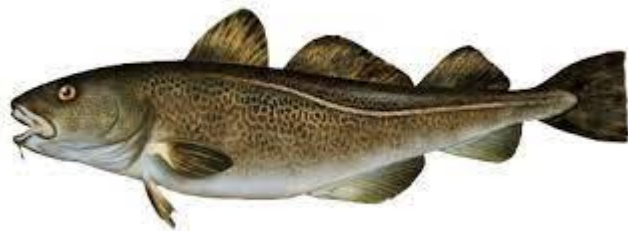
0,5 mln ton ryb łowi się rocznie w Bałtyku. Maksymalne połowy w historii osiągały około 1 mln ton rocznie.

95% połowów na Morzu Bałtyckim stanowią śledzie, szproty i stornie



Morze Bałtyckie – zagrożenia

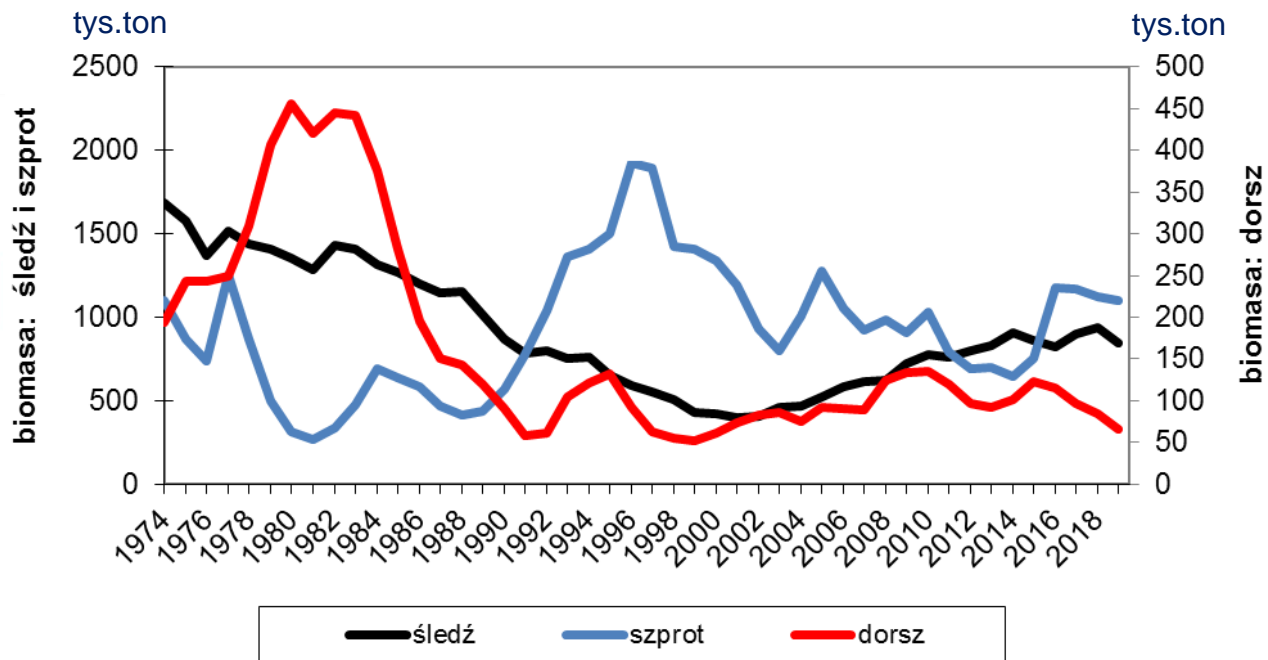
Spadek biomasy i przetłowie



Dorsz preferuje dobrze zasolone, natlenione i chłodne wody – w Bałtyku historycznie osiągał maksymalnie nawet 1,5 metra i dożywał 25 lat.

Dzisiaj trudno jest spotkać w Morzu Bałtyckim osobniki większe niż

Dorszom przeszkadza ocieplenie morza, jego spadające zasolenie i natlenienie



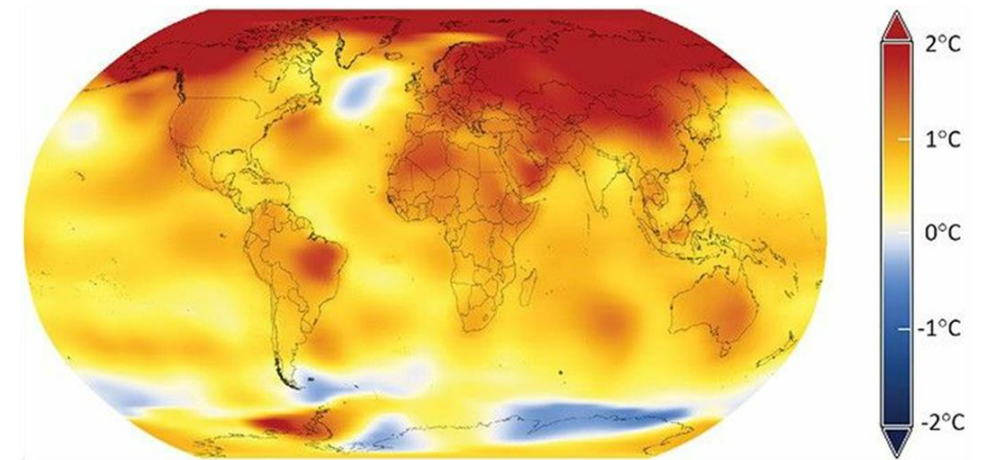
Wlew z 1983 r. był ostatnim z corocznych wlewów, jakie miały miejsce w ostatnich dwóch dekadach. Następny i kolejne będą pojawiać się dopiero, co 10 lat!!!

Morze Bałtyckie – zagrożenia

Zmiany klimatu i poziomu morza

Według Międzynarodowego Zespołu ds. Zmian Klimatu (IPCC), temperatura powietrza w regionie bałtyckim wzrosła w ostatnim stuleciu o około 1°C w północnej jego części i o około $0,7^{\circ}\text{C}$ w części południowej. Ocieplenie północnego Bałtyku jest większe niż średnie ocieplenie globalne, które wynosi $0,75^{\circ}\text{C}$.

Do końca XXI wieku średnia temperatura powietrza w północnej części Bałtyku może wzrosnąć o $4\text{--}6^{\circ}\text{C}$, a w części południowej o $3\text{--}5^{\circ}\text{C}$. Temperatura wody Bałtyku może wzrosnąć o $2\text{--}4^{\circ}\text{C}$.

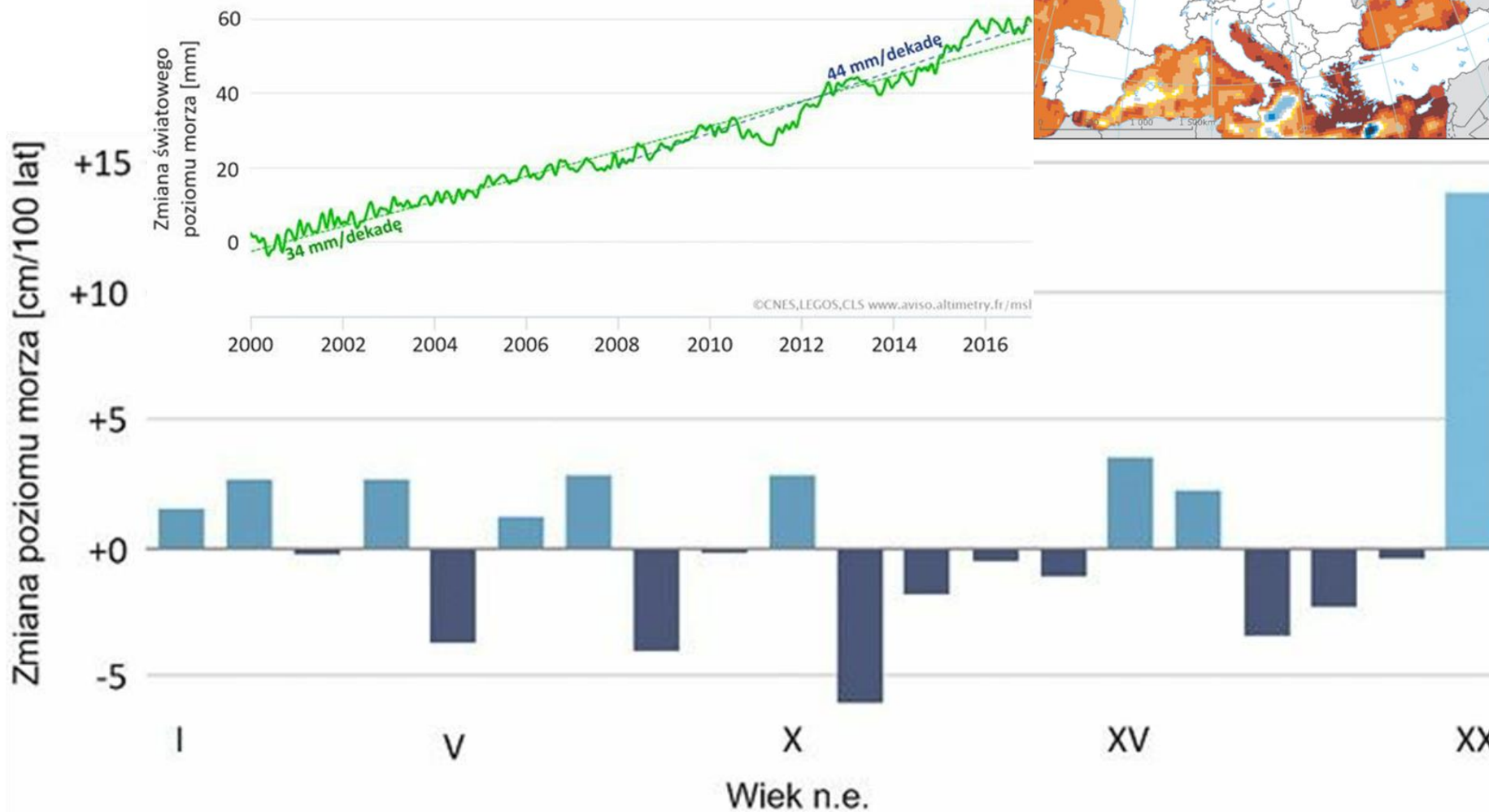
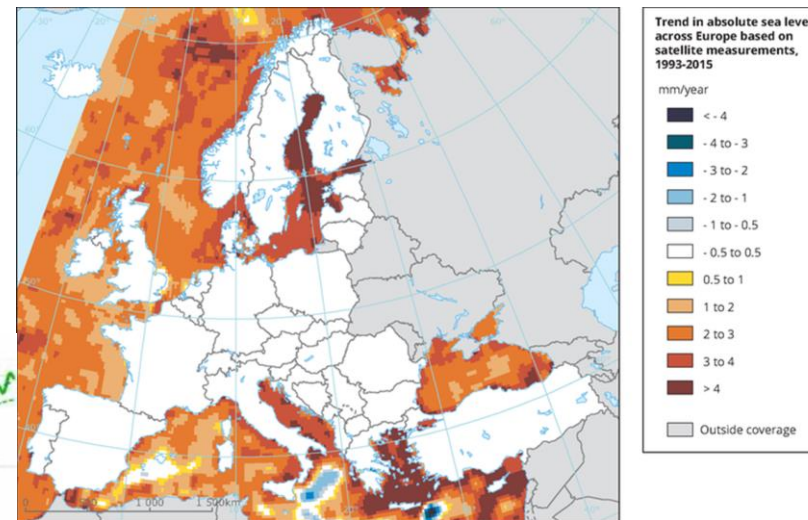


Łagodniejszy klimat może wpłynąć na zmniejszenie pokrywy lodowej w Bałtyku od 50 do 80%. Wielkość rocznych opadów również może ulec zmianie, przy przewidywanym wzroście o 25–75% zimą i spadku o 45% latem



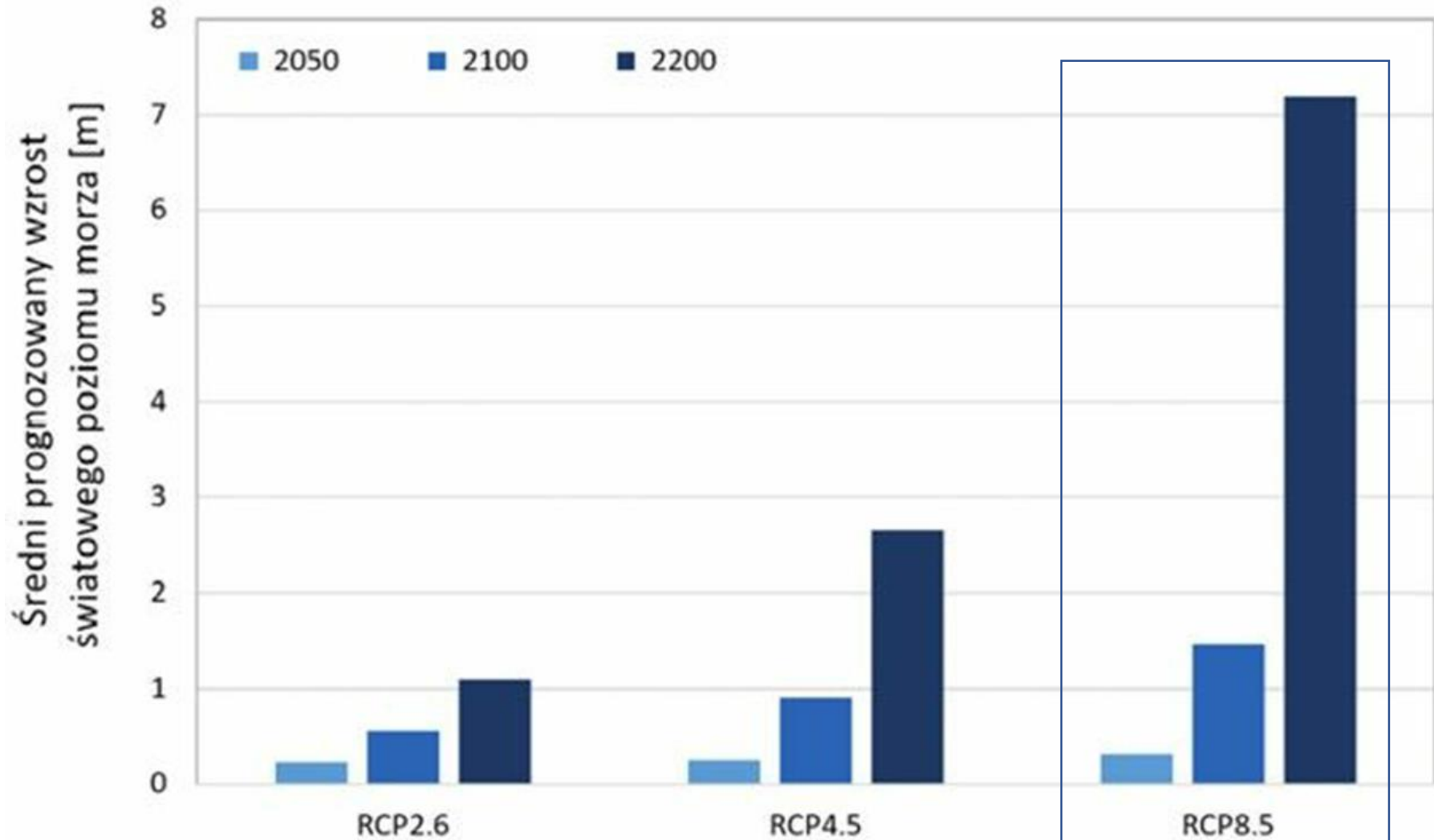
Morze Bałtyckie – zagrożenia

Zmiany klimatu i poziomu morza



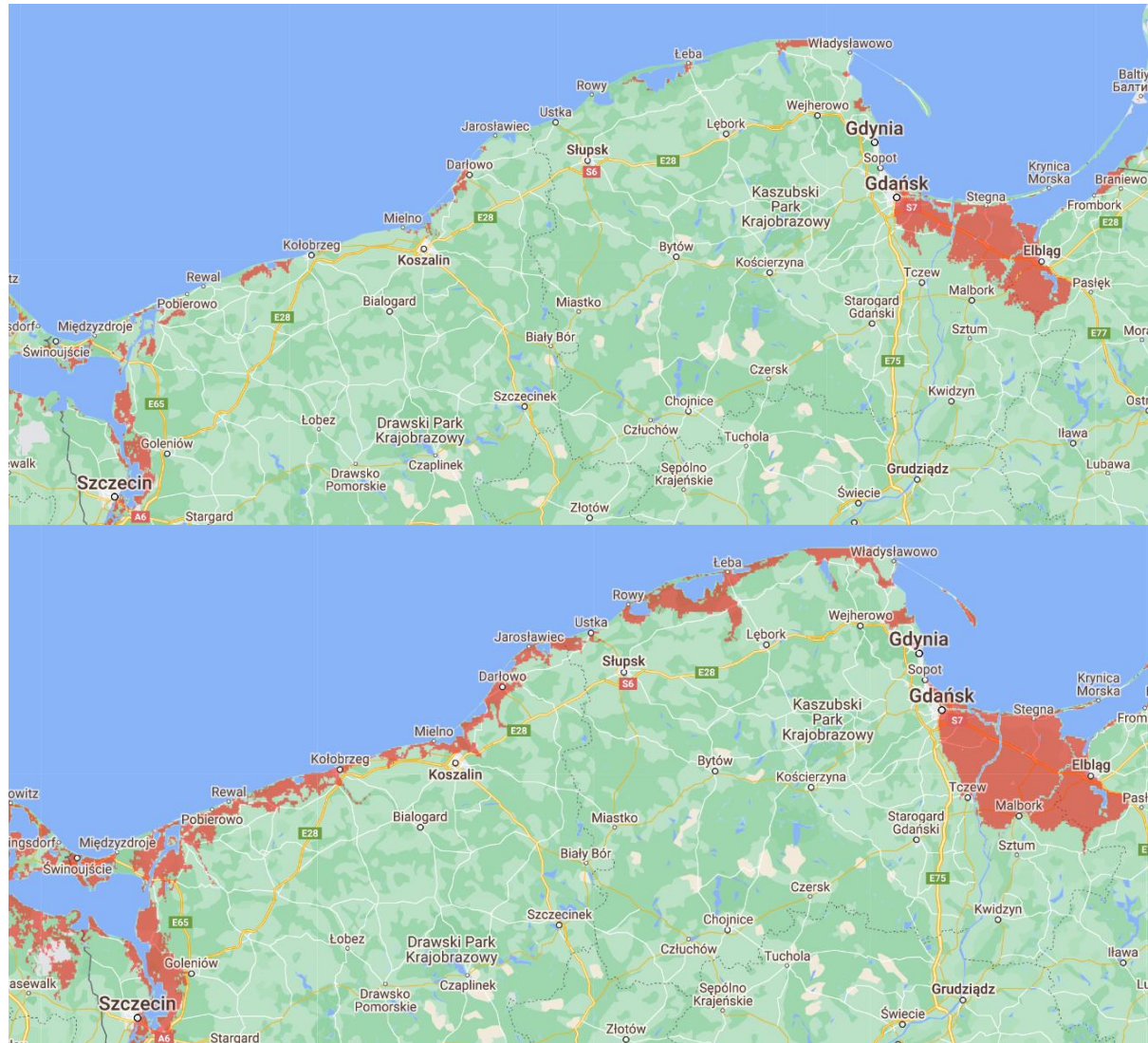
Morze Bałtyckie – zagrożenia

Zmiany klimatu i poziomu morza



Morze Bałtyckie – zagrożenia

Zmiany klimatu i poziomu morza



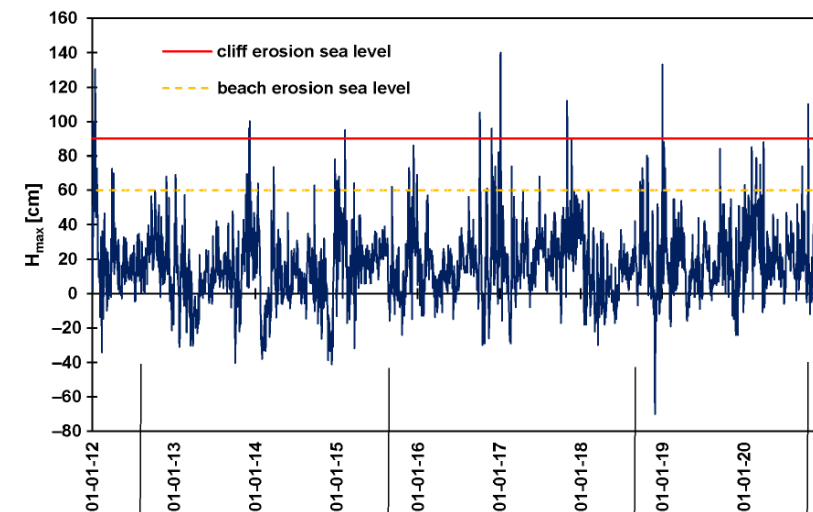
2100 r.
1,2 m

2200 r.
7,2 m



Morze Bałtyckie – zagrożenia

Erozja brzegu



- 60 cm – poziom ostrzegawczy (IMiGW) – przebudowa plaży,
- 80 cm – poziom alarmowy (IMiGW) – erozja plaży,
- 94 cm – poziom krytyczny (Winowski 2014, Tylkowski 2018) – erozja klifu
- 102 cm - poziom krytyczny (Tylkowski 2018) – erozja wydm



Morze Bałtyckie – zagrożenia

Erozja brzegu i powodzie sztormowe



Ministerstwo
Edukacji i Nauki



UNIwersYTET
IM. ADAMA MICKIEWICZA
W POZNANIU



Wydział Nauk
Geograficznych i Geologicznych

ODCINEK II

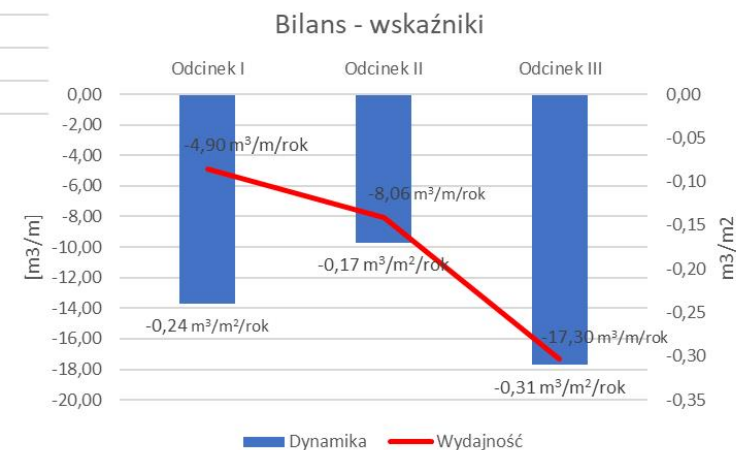
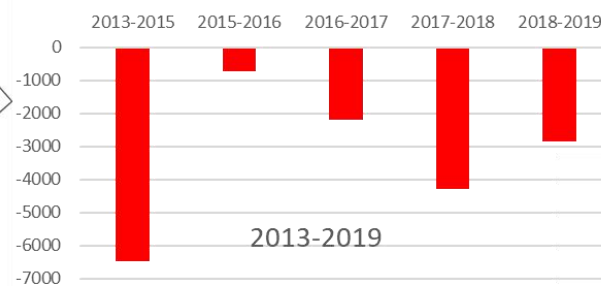
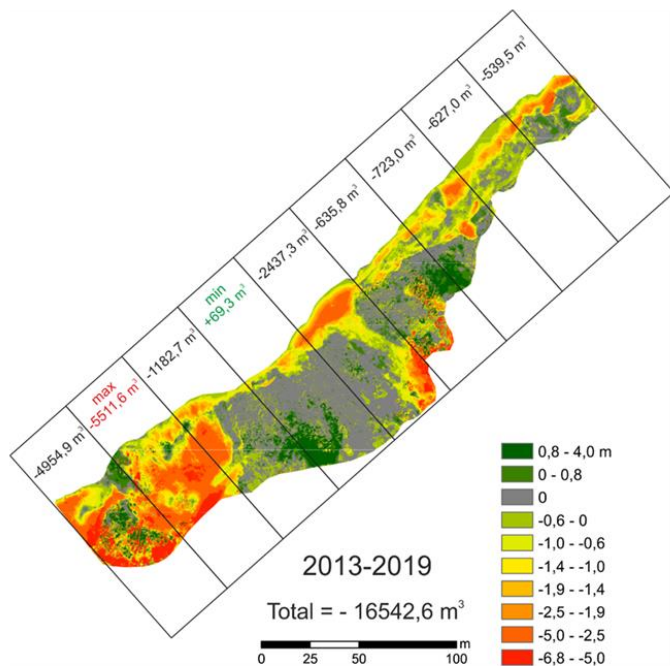
Źródło: Tylkowski J. Winowski M. UAM IGiG

Morze Bałtyckie – zagrożenia

Erozja brzegu i powodzie sztormowe



- Zróżnicowana geologia (sektory skrajne – glina, środkowe – piaski),
- **Wydajność** – - 8,06 m³/m/rok
- **Dynamika** - -0,17 m³/m²/rok



Morze Bałtyckie – zagrożenia

Erozja brzegu i powodzie sztormowe



Ministerstwo
Edukacji i Nauki



UNIwersytet
IM. ADAMA MICKIEWICZA
W POZNANIU



Wydział Nauk
Geograficznych i Geologicznych



ODCINEK III

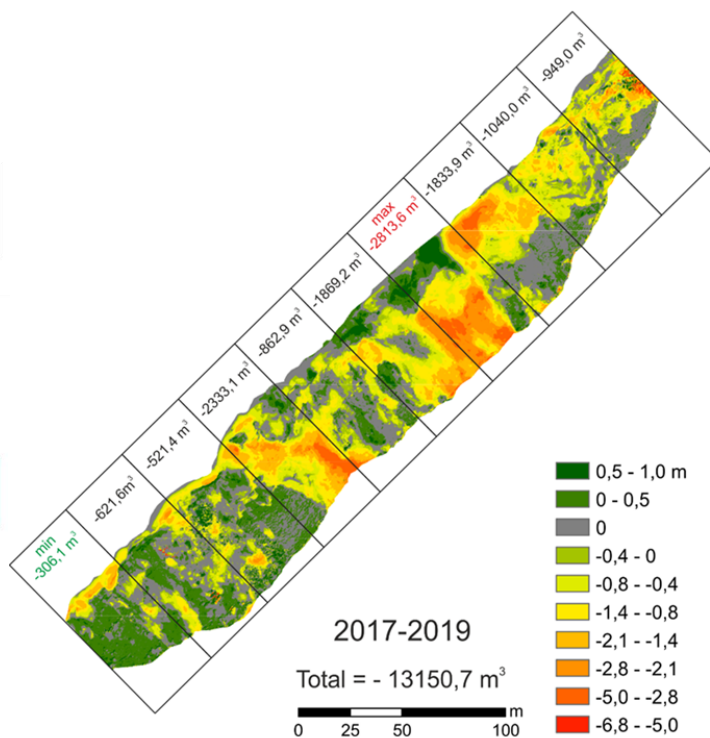
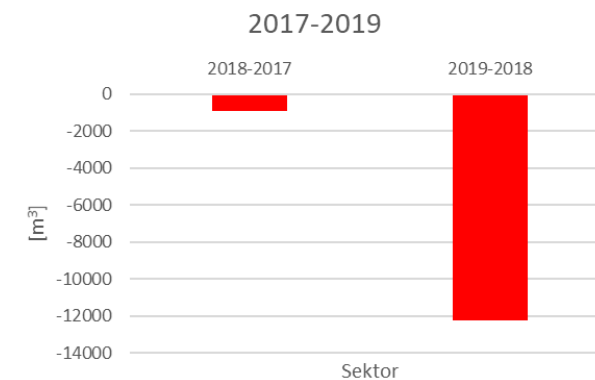
Źródło: Tylkowski J. Winowski M. UAM IGiG

Morze Bałtyckie – zagrożenia

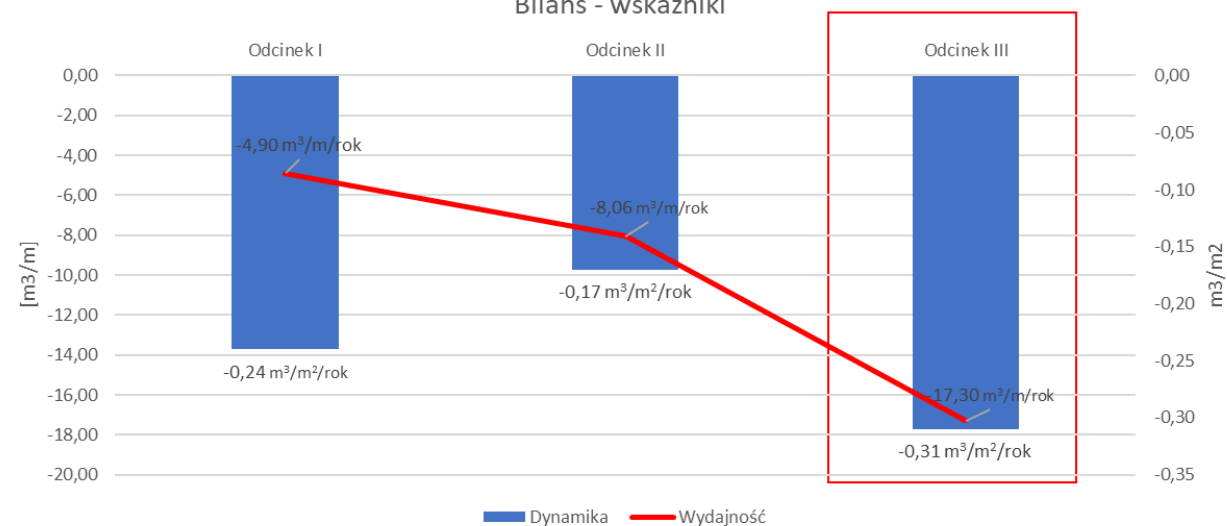
Erozja brzegu i powodzie sztormowe



- Klif piaszczysty – niska odporność,
- Wydajność – - 17,30 m³/m/rok
- Dynamika - -0,31 m³/m²/rok



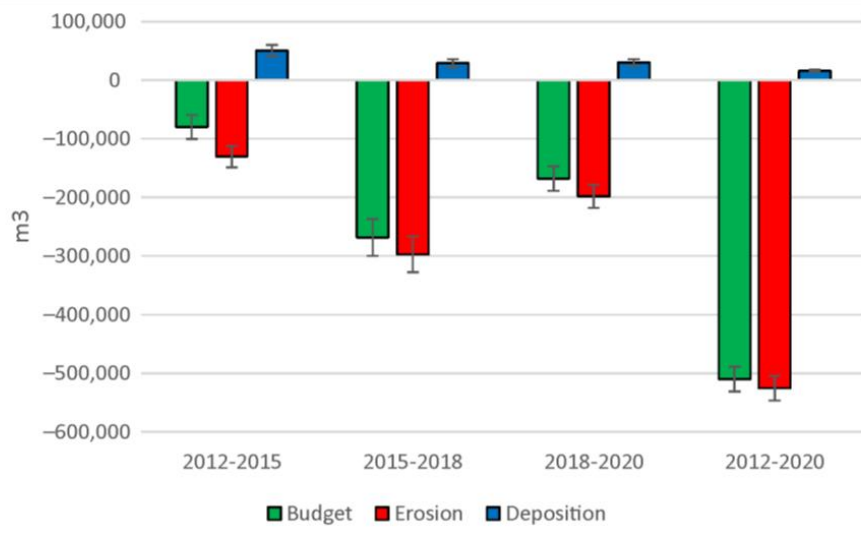
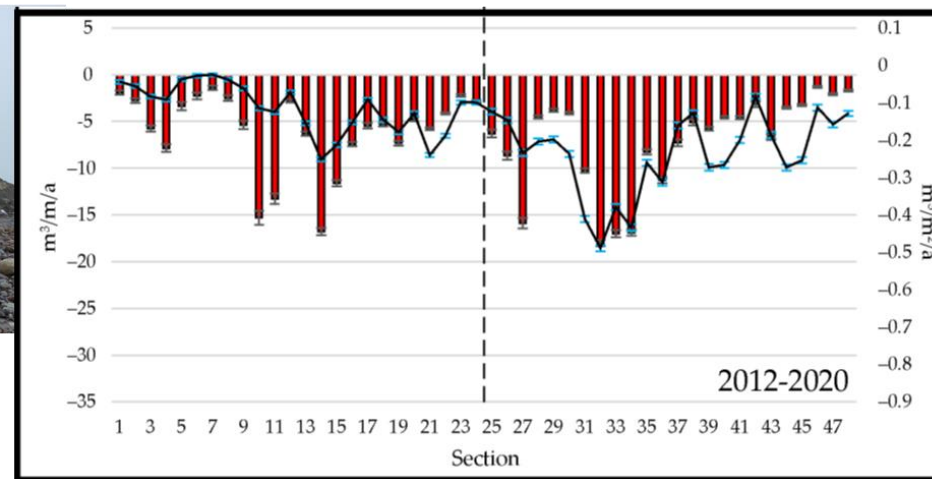
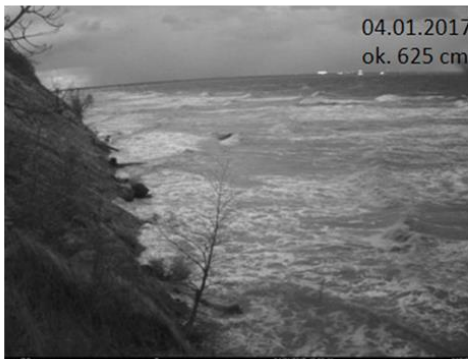
Bilans - wskaźniki



Morze Bałtyckie – zagrożenia

Erozja brzegu i powodzie sztormowe

Morfodynamika wybrzeża klifowego



Źródło: Winowski et al. 2022
Dane surowe lotniczego skaningu laserowego (ALS), Urząd Morski w Szczecinie

Morze Bałtyckie – zagrożenia

Erozja brzegu i powodzie sztormowe

W ostatnim dziesięcioleciu największe zniszczenia na polskim wybrzeżu wyrządziły zdarzenia ekstremalne: Ksawery (4-10 grudnia 2013), Barbara (27 grudnia 2016) i Aleks (4-7 stycznia 2017).

Badania UAM wykazały, iż prawdopodobieństwo osunięcia klifu w ostatnich 40 latach wzrosło aż trzykrotnie, co przyczynia się do wycofywania brzegu w głąb lądu. W ekstremalnych przypadkach dochodzi nawet do kilkunastometrowych ubytków podczas pojedynczych epizodów, przy średniej wynoszącej ok. 20 centymetrów rocznie.



Morze Bałtyckie – zagrożenia

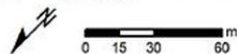
Erozja brzegu i powodzie sztormowe



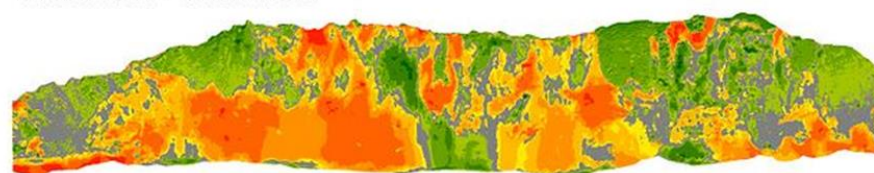
16.11.2018



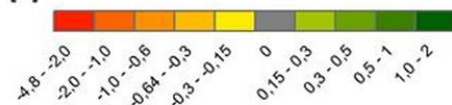
15.11.2019



16.11.2018 - 14.11.2019



[m]



Bilans 16.11.2018 - 14.11.2019

Erozja:

Powierzchnia: 12.391 m²;

Objętość: -8.680 m³,

Akumulacja:

Powierzchnia: 8.780 m²;

Objętość: +2.636 m³,

Bilans: -6.044 m³

W trakcie jednego roku z ok. 400 m odcinka wolińskiego klifu morze zabrało ponad 6000 m³ materiału

Całkowita długość aktywnych klifów na wyspie Wolin dochodzi do 9 km, w dużym przybliżeniu możemy sobie wyobrazić 15000 ciężarówek piasku wyjeżdżających corocznie spod wolińskich klifów

Źródło: Tylkowski J. Winowski M. UAM IGiG

Morze Bałtyckie – zagrożenia Tsunami

– 1497 Darłowo.

W 1497 r. port rozmyły fale o wysokości od ok. 3 do może nawet 20 metrów. Trzy statki zostały przeniesione na 3-4 kilometry w głąb lądu. Jeden z nich zatrzymał się na wzniesieniu o wysokości 22 metrów, gdzie dziś stoi kaplica św. Gertrudy. Przyczyną tego tsunami było trzęsienie ziemi w oddalonych o 500 km okolicach jeziora Wener w Szwecji, które powodując osuwisko w dnie Bałtyku wywołało tsunami, a ono spowodowało w Darłowie wiele zniszczeń.



- 3 kwietnia 1757 Trzebiatów.

W kwietniu 1757 r. około 3 m tsunami nawiedziło Trzebiatów. „Przy jasnej i słonecznej pogodzie – jak podaje kronikarz L. W. Brueggemann – brzeg Bałtyku stał się nagle tak wzburzony, że wysokie fale zerwały duży prom zacumowany w porcie i przeniosły go daleko na ląd. Po czym kiedy to (falowanie) się **trzykrotnie powtórzyło**, morze stało się znowu spokojne. Żeglujący mieszkańcy wybrzeża nazywają znane im zjawisko „Niedźwiedź Morski”

- marzec 1779 Kołobrzeg i Łeba

Inny historyczny przekaz mówi o tym, że w marcu 1779 r. wysokie fale zalały Łebę i uniosły zacumowany w tamtejszym porcie statek do miejskich ogrodów. Zaś trzy godziny później w Kołobrzegu nastąpił nagły odptyw wód, odsłaniający dno morza.

Według wstępnych założeń tsunami na Bałtyku były jednak nie tyle efektem samego trzęsienia ziemi, ile spowodowanego przez nie gwałtownego osuwania się dna morza, co doprowadziło do eksplozji metanu uwięzionego w tworzących dno warstwach. To właśnie od towarzyszących eksplozjom pomruków zjawisko nazywano „Niedźwiedziem Morskim”.



Morze Bałtyckie – zagrożenia Tsunami



dr Andrzej Piotrowski z Zakładu Regionalnej Geologii Pomorza Państwowego Instytutu Geologicznego

Dowody tsunami na Bałtyku

- w okolicach Dziwnowa została znaleziona warstwa piasku o uziarnieniu, które świadczy o przejściu tsunami. Ślady sięgają 1,4 km w głąb lądu. Warstwa ma grubość około 10 cm, znajduje się na głębokości około pół metra i jest bardzo dobrze czytelna w profilu geologicznym. Żółty piasek wyraźnie kontrastuje z czarną barwą torfów znajdujących się nad nim i pod nim. Piasek zawiera wymieszane mikroskamieniałości morskie i lądowe. Są w nim też tak zwane porwaki, czyli drobne bryłki torfu zerwanego z powierzchni lądu przez dużą energię cząstek wody.
- w okolicach Dziwnowa i Mrzeżyna znajdują się dwie takie warstwy osadów morskich. Po badaniu radiowęglowym okazało się, że piasek został naniesiony późnym Średniowieczem, a druga płytsza musiała powstać w XVIII wieku. Te ułożenie zgadza się z kronikami opisującymi Morskiego Niedźwiedzia, który spowodował wielką powódź (1757 rok).



Źródła informacji

<https://naszbaaltyk.pl>

<https://naturalniebaaltyckie.pl/>

[msc.org](https://www.msc.org)

<https://www.wwf.pl/>

<https://www.gov.pl/web/helcom>

<https://www.pgi.gov.pl/>

zpe.gov.pl

<https://mir.gdynia.pl/>

<https://www.eea.europa.eu>

<https://frug.ug.edu.pl/>

<http://naszaziemia.pl/>

<https://www.balticsea-region-strategy.eu/>

<https://im.umg.edu.pl/>

<https://docplayer.pl/8262275-Zjawisko-slonych-wlewow-z-morza-polnocnego-do-baltyku-instytut-oceanologii-polskiej-akademii-nauk-e-mail-walczows-iopan-gda-pl.html>

Popkiewicz M., Kardaś A., Malinowski Sz., 2019. Nauka o klimacie. Wydawnictwo Nieoczywiste.



DZIĘKUJE ZA UWAGĘ



Stacja Monitoringu Środowiska Przyrodniczego UAM w Białej Górze

Projekt dofinansowany ze środków budżetu państwa w ramach programu
Ministra Edukacji i Nauki pod nazwą
Spółeczna 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.