

Dariusz DRZEWIECKI

Akademia Obrony Narodowej w Warszawie

BEZPIECZEŃSTWO OBSZARÓW NADBRZEŻNYCH W POŁUDNIOWEJ CZĘŚCI BASENU MORZA BAŁTYCKIEGO W OPARCIU O NAJNOWSZY RAPORT IPCC (AR5)

Abstrakt

W publikacji zaprezentowano w formie graficznej symulację procesów związanych z globalnym ociepleniem klimatu na Ziemi w odniesieniu do zmian linii brzegowej południowej części Bałtyku. Dane potrzebne do prezentacji symulacji zmian zaczerpnięto z najnowszego raportu IPCC wykorzystano dane pomiarowe pozyskane z NOAA (The National Oceanic and Atmospheric Administration, National Climatic Data Center), dotyczące wyników pomiaru temperatury w skali globalnej za lata 1900 – 2013. Prognozę wzrostu temperatury globalnej Ziemi opracowano na podstawie danych pozyskanych z ośmiu reprezentatywnych ośrodków naukowych, które zestawiono na jednym wykresie, umożliwiając charakterystykę porównawczą tych prognoz. Na podstawie uzyskanych prognoz wzrostu poziomu wód, zaprezentowano charakterystykę porównawczą obszarów zagrożonych zalaniem w państwach południowej części basenu Morza Bałtyckiego. Formę graficzną zestawiono w dwóch postaciach, stan obecny oraz symulację tych samych obszarów w razie podniesienia się wód do 1m – wariant optymistyczny.

Słowa kluczowe: globalne ocieplenie klimatu, Bałtyk południowy, pogoda, raport IPCC, emisja CO₂, źródła energii.

Wprowadzenie

Zjawiska wywołane działaniem sił natury determinują nasze poczucie bezpieczeństwa. Jednym z czynników wpływających na intensyfikację

niebezpiecznych zjawisk pogody jest globalny wzrost temperatury. Gwałtowny wzrost dynamiki tego parametru obserwujemy od połowy XX wieku. Wpływa on na intensyfikację ekstremalnych zjawiska przyrodniczych w tym występowanie klęsk żywiołowych. Jednym ze zjawisk, które są utożsamiane z globalnym ociepleniem jest wzrost poziomu wód na świecie. Jako główną przyczynę tego procesu uznawano topnienie warstwy lodowców. Istotą problemu związanego z globalnym wzrostem temperatury jest ustalenie w jakim stopniu wpływ na to zjawisko ma działalność człowieka a w jakim procesy naturalne.

Wyjaśnieniem skali procesów antropogenicznych wpływających na wzrost koncentracji gazów cieplarnianych zajmuje się Międzyrządowy Zespół ds. Zmian Klimatu IPCC (*The Intergovernmental Panel on Climate Change*), publikując swoje opracowania w cyklicznych raportach. Pierwszy z nich ukazał się w 1990 roku (w 1992 wydano suplement). Kolejne ukazywały się w latach: 1995, 2001 i 2007 – najnowszy ukazał się 31 marca 2014 roku.

Źródła danych i metodyka ich analizy

W trakcie przygotowania publikacji oprócz informacji zaczerpniętych z najnowszego raportu IPCC wykorzystano dane pomiarowe pozyskane z NOAA (*The National Oceanic and Atmospheric Administration. National Climatic Data Center*), dotyczące wyników pomiaru temperatury w skali globalnej za lata 1900 – 2013. Z tej bazy danych wyselekcjonowano wyniki anomalii temperatury, które przedstawiono w formie wykresów kolumnowych w zestawieniu rocznym.

Prognozę wzrostu temperatury globalnej Ziemi opracowano na podstawie danych pozyskanych z ośmiu reprezentatywnych ośrodków naukowych, które zestawiono na jednym wykresie, umożliwiając charakterystykę porównawczą tych prognoz.

Dane dotyczące emisji CO₂ dla poszczególnych państw zaczerpnięto z rocznika statystycznego i zestawiono je w postaci wykresu kolumnowego na którym zobrazowano największych „producentów”. Zakres danych obejmował lata 1970 – 2013 na podstawie, których zobrazowano procent światowej emisji oraz zmianę emisji CO₂ od początku XXI wieku. Rekonstrukcję zmian temperatury oraz CO₂ z przeszłości przedstawiono w formie graficznej zaczerpniętej z dostępnych publikacji naukowych głównie amerykańskich ośrodków naukowych.

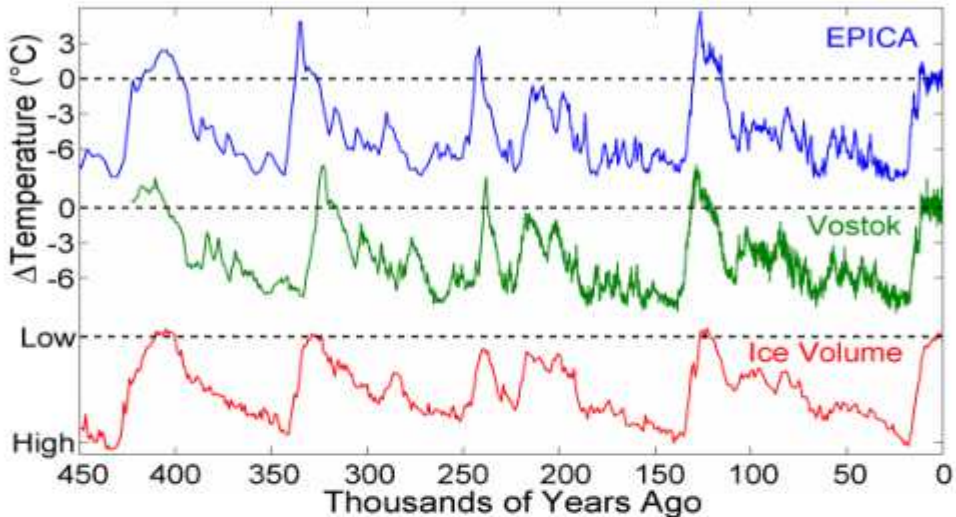
Na podstawie uzyskanych prognoz wzrostu poziomu wód, zaprezentowano charakterystykę porównawczą obszarów zagrożonych zalaniem w państwach południowej części basenu Morza Bałtyckiego. Formę graficzną zestawiono w dwóch postaciach, stan obecny oraz symulację tych samych obszarów w razie podniesienia się wód do 1m – wariant optymistyczny. Zobrazowanie uzyskano za pośrednictwem jednego z ogólnodostępnych geoportali.

Zmiany temperatury globalnej – rys historyczny

W późnym plejstocenie - wzrosty oraz spadki temperatury na naszej planecie nie są niczym nadzwyczajnym. Pogląd na to zagadnienie pokazują nam badania prowadzone przez dwa ośrodki EPICA i Vostok. Zajmują się one badaniem rdzeni lodowych pozyskiwanych na Grenlandii i na Antarktydzie. Wyniki badań obu ośrodków są do siebie zbliżone i ukazują, że na przestrzeni setek tysięcy lat po fali chłodu następowały okresy wzrostu temperatur. Cykl ten powtarzał się kilkakrotnie,

gdzie w ostatnich 450 tysiącach lat możemy wyróżnić przynajmniej pięć okresów zimna, gdzie temperatura spadała poniżej $-6[^\circ\text{C}]$ oraz kilka mniejszych o spadkach temperatury ok. $-4[^\circ\text{C}]$.

Obecnie jesteśmy w fazie ciepłej, cyklu piątego przy temperaturach dodatnich. Wraz z fluktuacjami temperatury następowały cyklicznie okresy wzrostu i topnienia pokrywy lodowej (Ice Volume - ryc.1)



Ryc.1 Rekonstrukcja zmian temperatury i objętości lodu w końcowej fazie plejstocenu

Źródło: www.globalwarmingart.com - Nature - international weekly journal of science, 429-436 (June 1999)

EPICA (European Project for Ice Coring in Antarctica) (ang.) – międzynarodowy europejski projekt przeprowadzający głębokie odwierty rdzeni lodowych na Antarktydzie.

Odwierty przeprowadzone zostały na dwóch lokacjach Antarktydy: w pobliżu stacji Concordia (ryc. 2) i Ziemi Królowej Maud w pobliżu stacji Kohnen (ryc. 3). Wyniki projektu wykorzystuje się m.in. przy porównywaniu klimatu z przeszłości z obecnym globalnym ociepleniem.



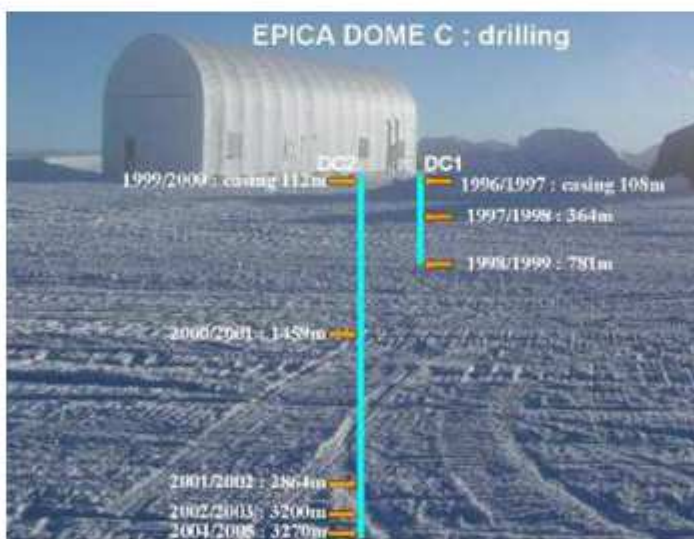
Ryc. 2 Stacja Antarktyczna Concordia realizująca badania w ramach projektu EPICA ($75^{\circ}6'0''\text{ S}$, $123^{\circ}20'0''\text{ E}$). Źródło: <http://www.polarnet.cnr.it>.

EPICA uzyskuje te informacje z lodu antarktycznego poprzez wiercenie i analizę dwóch rdzeni lodowych, porównując je z odpowiednikami z Grenlandii. Do tej pory przedsięwzięcie dostarczyło wiedzy o klimacie z ok. 800 000 lat. W planach przewiduje się pobranie rdzenia lodowego, który dostarczyłby danych z 1,5 mln lat.



Ryc. 3 Stacja Antarktyczna Kohnen realizująca badania w ramach projektu EPICA 75° 00' S, 0° 04' E

Źródło: http://www.awi.de/de/infrastruktur/stationen/kohnen_station/

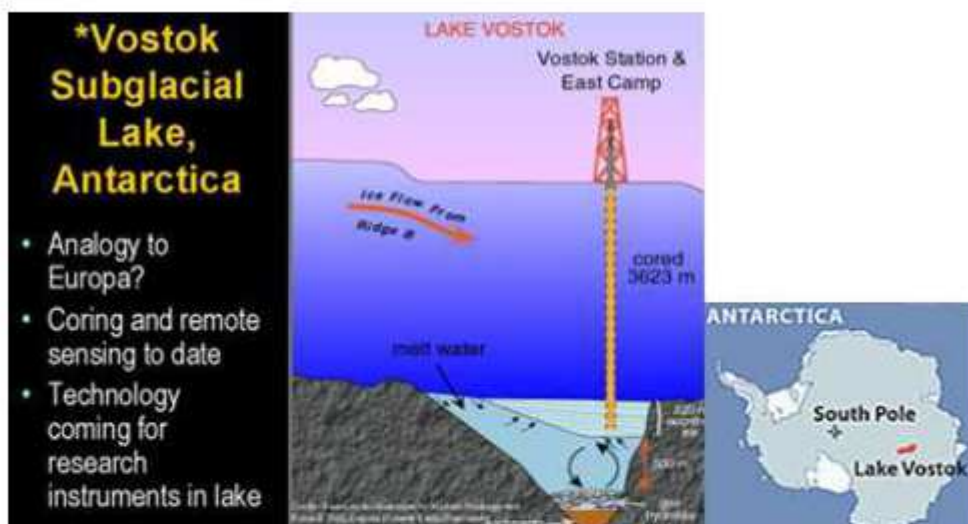


Ryc. 4 Przykład stanowiska do przeprowadzania odwiertów rdzeni lodowych na Antarkydzie realizowany przez EPICA - Kohnen Station, Dronning Maud Land (coordinates 75°06'S; 123°21'E, 3233 m above sea level)

Źródło: <http://www.esf.org/index.php>

Wostok – rosyjska stacja badawcza na Antarkydzie. Położona jest na lądolodzie Antarktydy Wschodniej, na wysokości 3500 m n.p.m. Założona została w 1957

roku. Około 4000 m pod pokrywą lodową, na której zbudowana jest stacja, znajduje się Jezioro Wostok, największe z jezior na Antarktydzie.



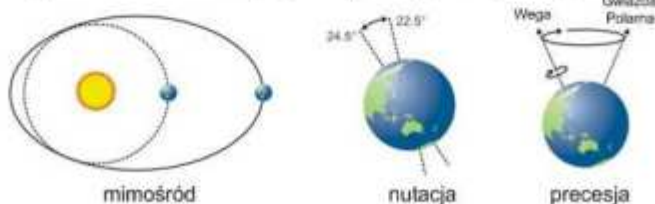
Ryc. 5 Schemat stanowiska do odwiertów rdzeni lodowych na Antarktydzie realizowany przez stację Wostok 78° 28' 0" S, 106° 52' 0" E
Źródło: <http://www.nsf.gov/> NSF – National science foundation (ang.)

Przebieg procesu cyklicznych zmian temperatury, okresów ociepleń kończących epokę lodowcową nazywamy cyklami Milankovica od nazwiska serbskiego astronoma Milutina Milankovica*, który wyjaśnił cykliczność niektórych procesów klimatotwórczych.

Według tej koncepcji ocieplenie kończące epokę lodowcową jest skutkiem zmiany w ruchu orbitalnym Ziemi. Spowodowany nią wzrost temperatury w obszarach polarnych prowadzi do uwalniania CO₂ z oceanów, co wzmacnia ocieplenie i skutkuje wzrostem temperatury na całej planecie.

Drastyczna zmiana klimatu jakim jest przejście z okresu ciepłego (interglacjał) do zimnego (glacjał) zależy przede wszystkim od trzech cykli astronomicznych.:

- 1) *zmianą kształtu orbity Ziemi - co ok. 100tyś lat.*
- 2) *zmianą nachylenia osi Ziemi do płaszczyzny ekliptyki - w ciągu 41 tys. Lat*
- 3) *zmiana położenia osi naszej planety w wyniku precesji - w ciągu 26 tyś. Lat*

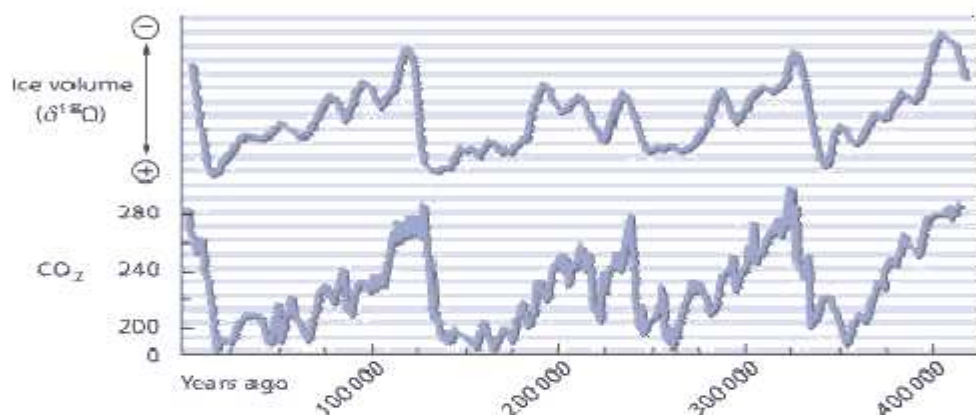


Ryc. 6 Cykle Milankovica. Mimośród – zmiany kształtu orbity Ziemi. Nutacja – zmiany nachylenia osi Ziemi. Precesja – zmiany kierunku osi Ziemi
Źródło: earthobservatory.nasa.gov

* **Milutin Milanković** - Serbski klimatolog, astronom już w 1920r wyjaśnił cykliczność niektórych zjawisk klimatycznych:, m.in. występowanie dużych zlodowaceń (regularność następowania glacjałów i interglacjałów). Według tej koncepcji- drastyczna zmiana klimatu jakim jest przejście z okresu ciepłego (interglacjał) do zimnego (glacjał) zależy przede wszystkim od trzech cykli astronomicznych.

Zmiany koncentracji CO₂ w atmosferze Ziemi

Termin globalne ocieplenie zyskał rozgłos medialny w ostatnich dekadach XX wieku a oznacza tendencję wzrostu średniej temperatury przy powierzchni ziemi i w oceanach oraz dalszy jej wzrost w przyszłości. Istotą problemu dotyczącą wyjaśnienia tego zjawiska są proporcje czynników wpływających na jego przebieg.



Ryc. 7 Zmiany w koncentracji CO₂ w atmosferze w przebiegu ok. 450 tysięcy lat do teraz

Źródło: <http://climate.nasa.gov/evidence/>

Analiza zmienności koncentracji CO₂ [ryc.7] wykazuje że, okresy ocieplenia klimatu były związane głównie z jego wzrostem. Różnica w stosunku do naszych czasów polega na tym, że wpływ na ich przebieg miały warunki naturalne, jak promieniowanie słoneczne, aktywność wulkanów, pożary obszarów leśnych powstałe w wyniku wyładowań elektrycznych czy zmienność prądów i zasolenia wód mórz i oceanów.

W XX w. możemy zaobserwować gwałtowny wzrost zawartości CO₂ w atmosferze, który przynajmniej od lat pięćdziesiątych pnie się mocno ku górze i trudno ten stan utożsamiać z procesami naturalnymi powodujący cykliczne zmiany jego koncentracji. Gwałtowny rozwój światowej gospodarki a tym samym intensyfikacja rozwoju przemysłu związanego z wydobywaniem i przetwarzaniem surowców mineralnych, wzrost pogłowia zwierząt hodowlanych i intensyfikacja upraw przy zmniejszaniu powierzchni lasów, wydaje się być główną przyczyną wzrostu temperatury w skali globalnej odbiegającego od zmienności tego parametru na przestrzeni setek tysięcy lat.

Rozkład temperatury przy powierzchni Ziemi i w oceanach w skali globalnej w latach 1900-2013 w zestawieniu miesięcznym oraz rocznym (wykresy przebiegu zmian temperatury opracowano na podstawie danych pomiarowych pozyskanych z NOAA National Climatic Data Center)



Ryc. 8 Roczny przebieg zmienności temperatury w latach 1900-2013 z wrysowaną linią trendu

W przebiegu rocznym możemy wyróżnić trzy charakterystyczne okresy zmienności temperatury [ryc.8]. Pierwszy od 1900 do 1937 roku, gdzie bilans tego parametru wykazywał się wskaźnikiem ujemnym z tym, że od 1908 roku jego wartość systematycznie dążyła do zera. Od 1938 występują zmiany tego parametru w nieregularnych okresach z tendencją trudną do określenia. Początkowo dodatnią do 1946 roku a następnie ujemną. Takie cykle występują do 1977 roku, gdy następuje gwałtowny wzrost temperatury i osiąga ona wartości tylko dodatnie z maksimum w latach 1998, 2005, 2009.

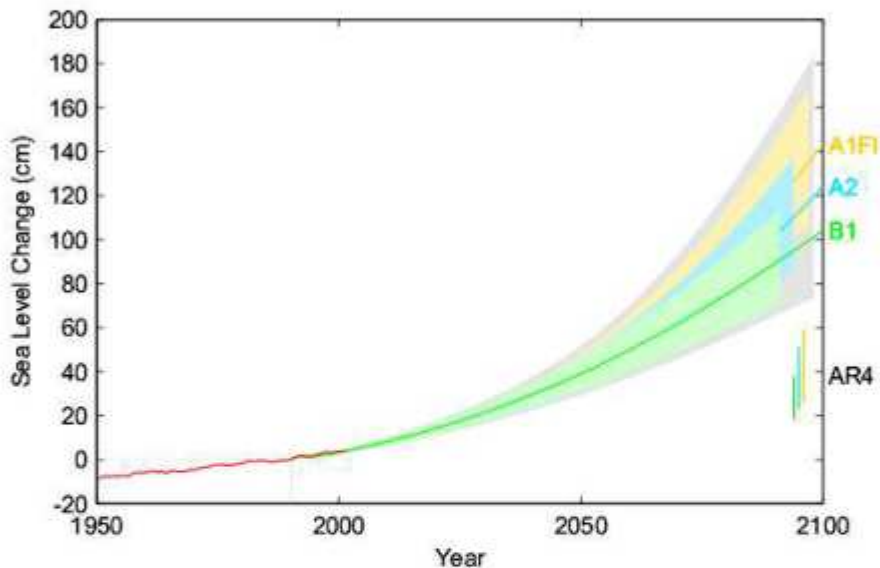
Przebieg roczny uzupełniono o wykres przebiegu krzywej logarytmicznej, która obrazuje tempo wzrostu tego wskaźnika w całym wieloleciu z dynamicznym odchyleniem dodatnim w trzeciej fazie jego zmienności.

Zmiany temperatury i zawartości CO₂ w skali globalnej na podstawie raportu IPCC* z marca 2014 r.

*IPCC - jest organizacją powołaną w 1988 r. przez Organizację Narodów Zjednoczonych (ONZ), Światową Organizację Meteorologiczną (WMO) oraz Program Środowiskowy Organizacji Narodów Zjednoczonych (UNEP) w celu oceny ryzyka związanego z wpływem człowieka na zmianę klimatu. IPCC nie prowadzi własnych badań. Analizuje dotychczasową wiedzę naukową na temat zmian klimatu. Tegoroczny raport jest piątym i na kilka lat stanie się naukową podstawą politycznych decyzji dotyczących radzenia sobie z globalnym ociepleniem klimatu. Należy jeszcze dodać, że **12 października 2007 IPCC została uhonorowana pokojową Nagrodą Nobla** za wysiłki na rzecz budowy i upowszechniania wiedzy na temat zmian klimatu wynikających z działań człowieka

i za stworzenie podstaw dla środków, które są niezbędne do walki z takimi zmianami.

Głównymi dokumentami publikowanymi przez IPCC są raporty dotyczące zmian klimatycznych w skali globu. Pierwszy z nich ukazał się w 1990 roku, następne w latach 1995, 2001, 2007 i najnowsze w 2014 roku, choć wstępne prognozy dotyczące wzrostu temperatury globalnej a tym samym wzrostu poziomu mórz i oceanów ukazały się w 2011 r. [ryc. 10] a następnie zweryfikowane w 2013, kiedy je znacząco podniesiono.



Ryc. 10 Prognoza wzrostu poziomu oceanów do 2100 roku na podstawie raportu IPCC

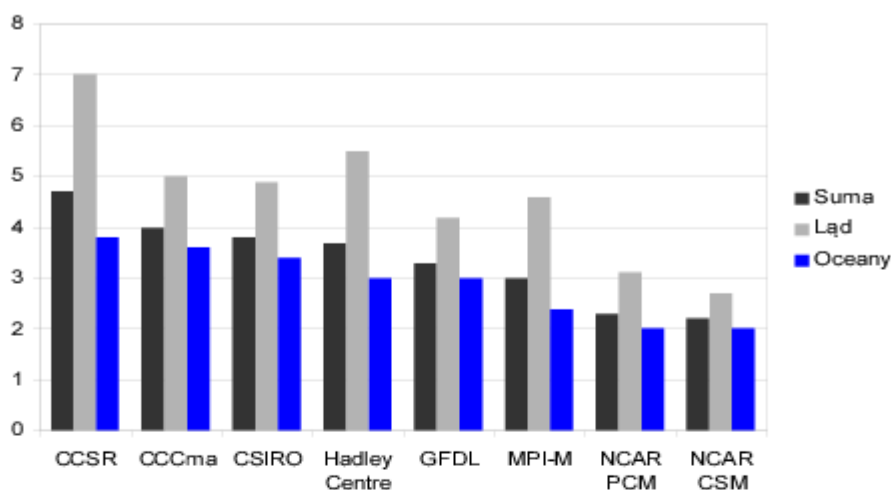
AR4 – prognozy wzrostu poziomu wód we wcześniejszych raportach IPCC

B1, A2, A1FI – nowsze prognozy IPCC, przy trzech wariantach symulacji wzrostu

Źródło: Martin Vermeer and Stefan Rahmstorf, 2009 [5]

W najnowszych prognozach uwzględniających obserwowane dziś przyspieszenie topnienia lodowców Antarktydy i Grenlandii, wzrost poziomu oceanów do 2100 roku szacuje się na 75-200 cm. Według oceny specjalistów IPCC poziom mórz podnosić się będzie coraz szybciej powodując dynamiczne zmiany linii brzegowych. Wzrost poziomu oceanów jest następstwem dwóch fizycznych mechanizmów: rozszerzania się wody pod wpływem wzrostu jej temperatury i dostawania się do oceanów wody z topniejących lodowców.

Aktualne szacunki wzrostu temperatury powietrza w skali globalnej są obciążone sporym zakresem niepewności, stąd tak duże rozbieżności w prognozach prezentowanych przez różne ośrodki naukowe [ryc. 11], jednak wszystkie prognozują globalny jej wzrost od ok. 3 [°C] NCAR do 7 [°C] przez IPCC przy tolerancji $\pm 5,7\%$.



Ryc. 11 Przewidywany wzrost temperatury w [°C] nad lądem i w oceanach do 2100 roku według modeli klimatycznych opracowanych w ośmiu wybranych ośrodkach badawczych.

Źródła danych:

CCSR - <http://www.ipcc-data.org>,

CCCma - <https://www.ec.gc.ca>,

CSIRO - <http://www.csiro.au/>

Hadley Centre - <http://www.metoffice.gov.uk>,

GFDL - <http://data1.gfdl.noaa.gov/>

MPI-M - <http://www.mpimet.mpg.de/en/science/datasets.html>,

NCAR PCM - <http://badc.nerc.ac.uk/view/badc.nerc.ac.uk>

NCAR CSM –

<http://arctic.atmos.uiuc.edu/ANTARCTIC/GCM/csm.model.changes.html>

Jeżeli będziemy analizować wzrost temperatury wód mórz i oceanów, które mają największy wpływ na wzrost temperatury globalnej, to jego rozpiętość waha się od ok. 2°C (NCAR PCM i NCAR CSM) do ok. 4°C - prognoza CCSR. Skróty nazw [tab. 1]. W zestawieniu powyżej przedstawiono prognozy tego parametru meteorologicznego do końca XXI wieku, prezentowane przez osiem wiodących ośrodków naukowych [ryc. 11].

We wcześniejszych prognozach trudności w trakcie konstruowania modeli prognostycznych zmian temperatury w skali globalnej sprawiała skala tzw. „cielienia się lodowców”, którego mechanizm polega na odłamywaniu wielkich kawałów lodolodu i ich zsuwaniu do oceanu, gdzie następnie topnieją. W rezultacie ocieplania się klimatu proces ten przyspiesza, natomiast modele wykorzystywane do obliczania wzrostu poziomu mórz, zwłaszcza na skutek topnienia pokrywy lodowej są ciągle niedoskonałe. Właśnie te powody zadecydowały o tym, że w poprzednich raportach IPCC, wpływ procesów topnienia oceanów na zmiany klimatu uwzględniono w bardzo ogólnikowy sposób. Metodyka IPCC polegała na oszacowaniu dotychczasowego tempa utraty masy przez lodolody i „przyjęciu

założenia, że wkład ten pozostanie niezmienny”. Zachowawcze podejście do problematyki topnienia lodolodów IPCC tłumaczy wcześniejszymi bardziej optymistycznymi prognozami.

Tab. 1 Ośrodki naukowe, których prognozy zestawiono na wykresie [ryc. 11]

CCSR – Center for Climate Systems, Columbia University, Nowy York, Stany Zjednoczone
CCCma - Canadian Centre for Climate Modelling and Analysis, Kanada)
CSIRO - Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization, Australia)
Hadley Centre - Met Office in Exeter, Wielka Brytania
GFDL - National Oceanic and Atmospheric Administration, Stany Zjednoczone
MPI-M - The Max Planck Institute for Meteorology, Niemcy
NCAR PCM - The Centre for Environmental Data , Wielka Brytania
NCAR CSM - University of Illinois, Stany Zjednoczone

W rozdziale dotyczącym możliwości ograniczenia zmian klimatycznych naukowcy twierdzą, że nie ma szans nawet na przyhamowanie obecnych zmian klimatycznych. Tempo emisji gazów cieplarnianych-głównie dwutlenku węgla - ciągle rośnie a dynamika jego wzrostu z każdym rokiem jest coraz większa. Próby ograniczania ich emisji w ramach międzynarodowych porozumień nie przynoszą spodziewanych rezultatów. Wysokie stężenie dwutlenku węgla w powietrzu (najwyższe w ciągu ostatnich 800 tys. lat) przekłada się na zmiany klimatyczne i rosnącą temperaturę Ziemi. Wyższa średnia temperatura oznacza intensyfikację ekstremalnych zjawisk pogodowych i podnoszenie się poziomu wód między innymi w wyniku topnienia lodowców. Jest wielce prawdopodobne, że zwiększony napływ słodkiej wody z lodowców do oceanu może przyhamować globalną cyrkulację prądów morskich i w efekcie mimo globalnego ocieplenia przynieść m.in. Europie okresowe ochłodzenie. Zwiększone stężenie CO₂ w powietrzu powoduje też zakwaszanie oceanu, co będzie zabójcze dla wielu żyjących w nim organizmów i przełoży się na nasz dostęp do jednego ze źródeł żywności.

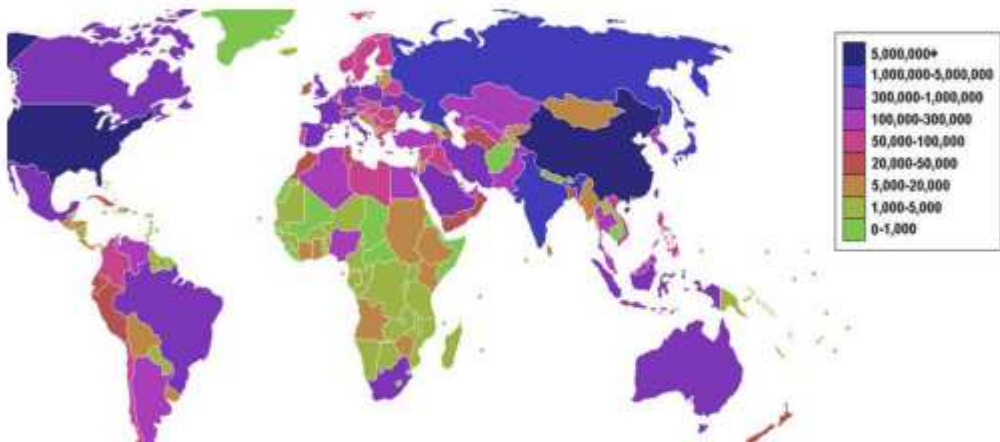
Autorzy raportu IPCC piszą, że w obecnej sytuacji aby wzrost temperatury nie przekroczył 2 °C w porównaniu ze średnią z ery przedprzemysłowej, należałoby do połowy wieku ograniczyć emisję gazów cieplarnianych o 40-70 proc. w porównaniu z 2010 r. a do końca wieku sprowadzić ich emisję praktycznie do zera, co jest nieprawdopodobne. Według różnych scenariuszy, zależnych od ilości emitowanych przez nas gazów cieplarnianych, do końca wieku średnia wieloletnia temperatura Ziemi wzrośnie o 0,3-4,8 °C.

Co ciekawe, naukowcy szacują, że ostre ograniczenie zmian klimatu wiązałoby się tylko z niewielkim obniżeniem wzrostu światowego PKB o 0,06 procent rocznie. Przy obecnym tempie rozwoju uzyskanym dzięki spalaniu paliw kopalnych co roku światowa gospodarka będzie rosła o 1,6-3 proc. Redukcję emisji gazów cieplarnianych należy osiągnąć przez zwrócenie się ku odnawialnym źródłom

energii i odwrócić od węgla i ropy. W okresie przejściowym można postawić na gaz, który jest czystszy źródłem energii, jego spalanie daje mniejszą emisję CO₂. Kolejnym sposobem na przyhamowanie globalnego ocieplenia jest oszczędzanie energii wraz z promowaniem energooszczędnych technologii oraz zahamowanie procesu wylesiania wspartego działaniami na rzecz przywracania zniszczonych ekosystemów.

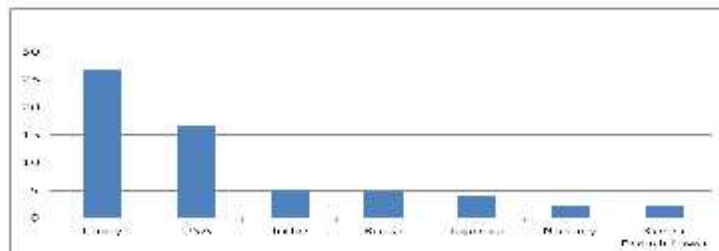
Najwięksi „producenci” gazów cieplarnianych

W zestawieniu globalnym państw emitujących CO₂ [ryc. 12] wyraźnie dominują kraje znajdujące się na półkuli północnej z Chinami (26.7% światowej emisji) i Stanami Zjednoczonymi (16.8% światowej emisji).



Ryc. 12 Państwa świata w zależności od emisji CO₂ ze spalania paliw kopalnych
Źródło: <http://upload.wikimedia.org>

W zestawieniu poniżej [ryc. 13] przedstawiono siedem państw o największej emisji CO₂ (dane na rok 2013). Wśród państw europejskich dominuje Rosja oraz Niemcy.



Ryc. 13 Udział procentowy krajów o największej emisji CO₂ w skali globalnej na rok 2013

Źródło: opracowano na podstawie danych zaczerpniętych z (<http://www.bp.com/en/global/corporate/about-bp/energy-economics/statistical-review-of-world-energy-2013>)

Krajem, który ma największy wpływ na zanieczyszczenie naszej planety są Chiny. Gwałtowny rozwój gospodarczy tego państwa przyczynił się do 27,1% udziału (w skali globalnej) emisji gazów powstających przy spalaniu paliw kopalnych. Od 1970 roku emisja CO₂ w Chinach wzrosła trzynastokrotnie i ciągle rośnie. W drugim państwie co do emisji gazów cieplarnianych jakim są Stany Zjednoczone (16,9% udziału w skali globalnej), jego ilość od lat pozostaje na wysokim, ale nie rosnącym poziomie. Kolejne państwa w których notuje się gwałtowny wzrost emisji gazów cieplarnianych są Indie (5,5% udziału w skali globalnej), od 1970 do 2013 roku wzrost prawie dziewięciokrotny i Korea Południowa (2,2% udziału w skali globalnej), wzrost prawie szesnastokrotny!. W krajach Unii Europejskiej z ok. 10% udziałem w skali globalnej odnotowuje się powolny ale systematyczny spadek emisji CO₂. W Rosji po roku 2000 emisja CO₂ utrzymuje się na wysokim 4,9%, ale stałym poziomie, podobnie jak w Japonii. Polska odnotowuje coroczny spadek emisji CO₂ z udziałem w skali globalnej 0,9% w 2013 roku.

Symulacja miejsc szczególnie zagrożonych zalaniem w wyniku ocieplania się klimatu na obszarze Bałtyku Południowego (do prezentacji wykorzystano geoportal zamieszczony przez National Aeronautics and Space Administration - NASA, na stronie - flood.firetree.net)

Obszar południowego Bałtyku obejmuje od zachodu akweny Cieśnin Duńskich, wzdłuż linii łączącej północny kraniec Półwyspu Jutlandzkiego ze szwedzką wyspą Tjorn, w kierunku wschodnim przez niemiecką i polską część Bałtyku po Zalew Kuroński na obszarze rosyjskiego obwodu kaliningradzkiego i terytorium Litwy. Linia brzegowa południowej części Morza Bałtyckiego jest silnie zróżnicowana. Tworzą ją liczne zatoki, zalewy, jeziora przy morskie i klify. Niektóre zatoki są otwarte i mają bezpośrednią wymianę wód z morzem (Zatoka Meklemburska, Pomorska, Gdańska), inne są częściowo zamknięte, gdzie wymiana wód jest ograniczona (Zatoka Kilońska, Pucka).

Kolejną cechą charakterystyczną tej części wybrzeża są zalewy, w których wymiana wód jest bardzo ograniczona (Zalew Szczeciński, Wiślany, Kuroński) i jeziora przy morskie, które licznie występują w polskiej strefie brzegowej (część z nich posiada kryptodepresję).

Rzeźba terenu jest również zróżnicowana, tworzy ją pas nizin nadmorskich z równinami morenowymi, przeciętymi siecią małych pradolin i rzek, z Odrą – rzeką trans graniczną, będącą szlakiem transportowym w kierunku Bałtyku oraz Wisłą. Od południa występuje pas wysoczyzn osiągnających wysokości w przedziale od ok. 100 do 300 m n.p.m.



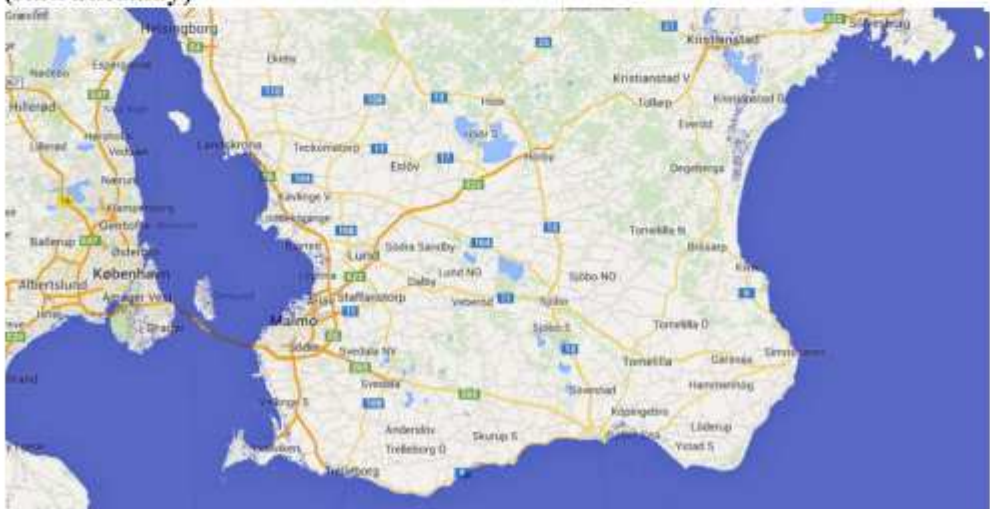
Ryc. 14 Obszary w południowej części morza bałtyckiego narażone na zalanie w wyniku ocieplenia się klimatu

Na obszarze Południowego Bałtyku można wyróżnić sześć obszarów szczególnie zagrożonych zalaniem przy założeniu, że poziom wód światowych podniesie się o 1m.

Są to tereny przybrzeżne, nisko położone, które w minionych wiekach okresowo znajdowały się już pod wodą. Nie mniej jednak ważne dla gospodarek krajów na których się znajdują. Szczególnie rozwój gospodarczy tych obszarów zaznaczył się od XIX w.

W przypadku Szwecji, Danii, Niemiec i Polski możemy mówić o ośrodkach gospodarczych o zasięgu światowym, na których rozwój w dużej mierze wpływało korzystne położenie geograficzne tych obszarów, na przecięciu się ważnych szlaków handlowych.

1. Południowa Szwecja i wschodnia Dania (stan aktualny)



(stan przy podniesieniu poziomu wód do ok. 1m)



Na terenie południowej Szwecji i Danii najbardziej zagrożone są nisko położone tereny, zlokalizowane wzdłuż regionu Oresund, będącym centrum gospodarczym i kulturalnym obydwu państw. Intensywny rozwój gospodarczy tego regionu nastąpił wraz z otwarciem stałej przeprawy pomiędzy wschodnią Danią i południową Szwecją, dzięki której mieszkańcy całego regionu mogą żyć i pracować po obu stronach cieśniny Oresund. Region zamieszkuje ok. 3.6 mln osób, w proporcjach dwie trzecie po stronie duńskiej i jedna trzecia po stronie szwedzkiej. Gospodarka tego regionu oparta jest na sektorach związanych z medycyną i biotechnologią, IT i telekomunikacją, ochroną środowiska, logistyką i produkcją żywności. Są to sektory w których oba kraje przodują w skali europejskiej. Ponadto w Regionie Oresund występuje największa populacja osób z wykształceniem wyższym w całej Europie.

REGION ØRESUND – PODSTAWOWE DANE

Obszar: 20 859 km kw.

Po stronie duńskiej: 9 832 km kw. Po stronie szwedzkiej : 11 027 km kw.

Ludność: 3 598 410

Po stronie duńskiej: 2.437.491 Po stronie szwedzkiej: 1.160.919

Siła robocza: 1 898 600

Po stronie duńskiej: 1 335 100 Po stronie szwedzkiej: 563 500

Liczba przedsiębiorstw w regionie 165 000

Liczba firm zagranicznych w regionie 3 400

Aktywna kadra inżynierska 50 000

Uniwersytety i szkoły wyższe 12

Naukowcy 14 000

Studenci 150 000

Studenci zagraniczni 4 000

2. Południowa Dania i północne Niemcy (stan aktualny)



(stan przy podniesieniu poziomu wód do ok. 1m)



Na obszarze Niemiec najbardziej zagrożone są najniżej położone tereny Meklemburgii-Pomorza Przedniego. Jest to terytorium dawnego NRD, które charakteryzuje się jednym z najwyższych wskaźników wzrostów gospodarczych po zjednoczeniu w 1990 roku. Główne sektory gospodarki to produkcja i przetwórstwo żywności pochodzącej z gospodarstw ekologicznych, turystyka i usługi. Obroty najważniejszego poru morskiego w Rostoku systematycznie rosną z dynamiką od 2009 roku ok. 10% rocznie.

Danię w tym sektorze reprezentuje wyspa Lolland. To trzecia co do wielkości wyspa duńska, położona w Cieśninach Duńskich na południe od Zelandii. Na północy graniczy z Zatoką Vordingborską, Od wyspy Langeland oddzielona jest cieśniną Belt Langelandzki, od Falsteru - Guldborgsundem, a od Fehmarnu - Fehmarn Beltem. Administracyjnie wyspa wchodzi w skład regionu Zelandia.

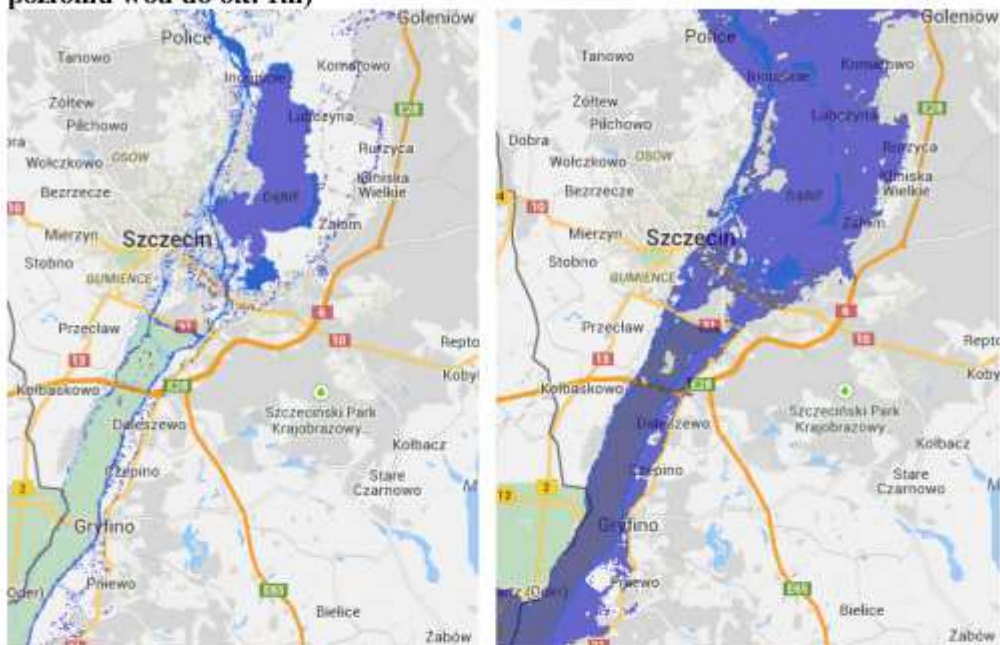
DANE PODSTAWOWE WYSPIY LOLLAND

- powierzchnia: 1 242,86 km²
- liczba mieszkańców: 66 655 (dane ze I 2009 r.)
- największe miasta: Nakskov 13,95 tys., Maribo 5,32 tys., Sakskøbing 4,96 tys.
- najwyższy punkt: 25 m n.p.m. (w pobliżu miejscowości Horslunde)
- komunikacja: połączenie mostami i tunelem autostradowym z wyspą Falster oraz promem z wyspami Langeland i Fehmarn
- przemysł: uprawa buraków cukrowych, pszenicy, rybołówstwo

3. Szczecin i Zatoka Pomorska (po lewej stan aktualny, po prawej przy podniesieniu poziomu wód do ok. 1m)



Szczecin i międzyodrze (po lewej stan aktualny, po prawej przy podniesieniu poziomu wód do ok. 1m)



Na pierwszy rzut oka sytuacja w Dolinie Dolnej Odry pomiędzy dwiema odnogami rzeki – Odry Zachodniej i Odry Wschodniej (Regalicy), przedstawia się dramatycznie. Cały rejon Międzyodrza jest pod wodą, tworząc wraz z jeziorem Dąbie jedno wielkie rozlewisko Zalewu Szczecińskiego. Na szczęście większą część tego obszaru stanowią tereny zalewowe, w przeszłości stanowiące naturalną granicę państwa, gdzie nie prowadzono działalności gospodarczej. Natomiast jeśli chodzi o Szczecin to zagrożone są nisko położone tereny związane z działalnością portu morskiego. Zasadnicza część miasta jest usytuowana wysoko.

Co do Świnoujścia to południowa część wyspy Wolin znajdzie się pod wodą. Na szczęście są to obszary słabo zagospodarowane, które w przeszłości były zalewane. Silnie zindustrializowana prawobrzeżna część miasta wraz z powstającym gazoportem wydają się być w miarę bezpieczna. Co do lewobrzeża i wyspy Uznam, gdzie dominują podmioty gospodarcze związane z turystyką i działalnością uzdrowską to zagrożone są najniżej położone obszary. Wszystko wskazuje na to, że wyspa Uznam zostanie rozdzielona licznymi kanałami a najniżej położone tereny przybrzeżne zostaną pochłonięte przez wodę. Zagrożenie dotyczy również kurortów wypoczynkowych zlokalizowanych na terenie Niemiec.

4. Polskie wybrzeże środkowe (stan aktualny, poniżej przy podniesieniu poziomu wód do ok. 1m)



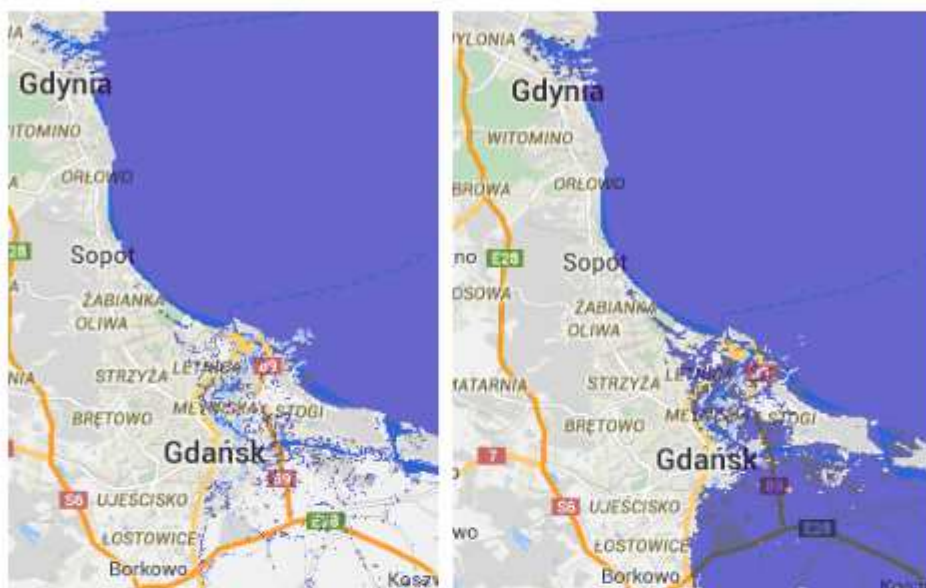
Na obszarze Wybrzeża Zachodniopomorskiego większość jezior przybrzeżnych zostanie połączona z morzem, mocno zmieniając pierwotny zarys strefy przybrzeżnej i plaż będących największym bogactwem tego regionu. Miasta tego rejonu są usytuowane stosunkowo wysoko nad poziomem morza, co przy wzroście poziomu wód do jednego metra nie stwarza bezpośredniego zagrożenia dla ich układu urbanistycznego. Co do najważniejszego źródła dochodów tego regionu, jakim jest turystyka i rekreacja to na pewno infrastruktura tego sektora będzie musiała ulec głębokim przekształceniom.

5. Gdańsk i Zatoka Gdańska (stan aktualny, poniżej przy podniesieniu poziomu wód do ok. 1m)

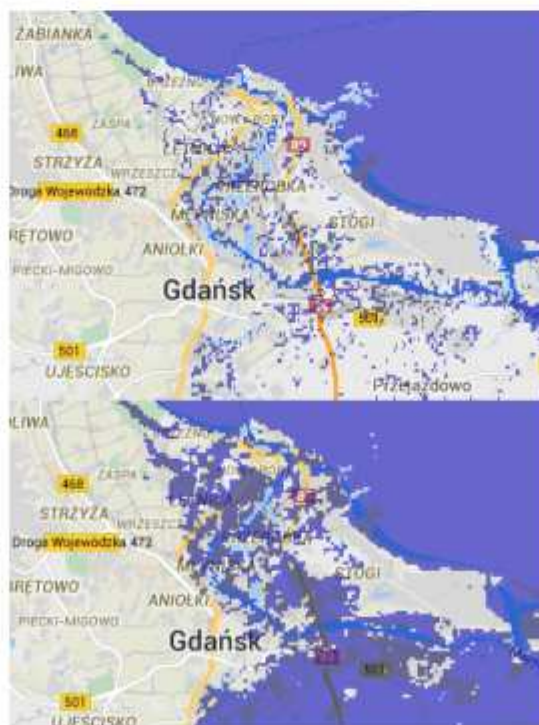


Trójmiasto

(po lewej stan aktualny, po prawej przy podniesieniu poziomu wód do ok. 1m)



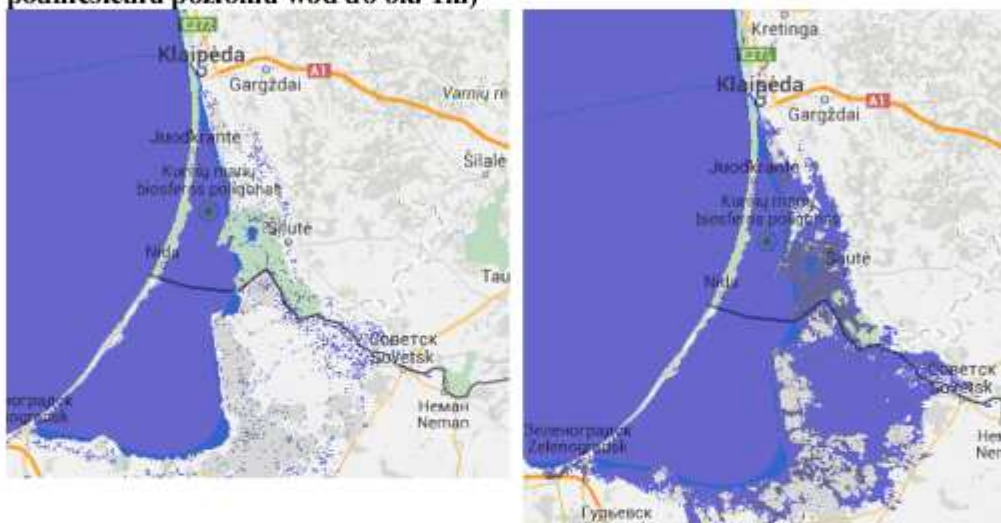
Gdańsk (stan aktualny, poniżej przy podniesieniu poziomu wód do ok. 1m)



W Polsce w rejonie Zatoki Gdańskiej najbardziej zagrożony zalaniem jest obszar Pobrzeża Gdańskiego, w delcie Wisły położony pomiędzy Mierzeją Wiślaną na północy i ograniczony Wzniesieniami Elbląskimi na wschodzie, Pojezierzem Kaszubskim i Iławskim na zachodzie i południu. Występują tu największe w Polsce depresje. Region o charakterze rolniczym, z wyjątkowo urodzajnymi glebami, na granicy którego znajdują się duże miasta z Gdańskiem na czele.

W Trójmieście najbardziej zagrożonym miastem jest Gdańsk, którego najniżej położona wschodnia część praktycznie zostanie odcięta od stałego lądu, tworząc liczne wyspy poprzecinane kanałami łączącymi Zatokę Gdańską i Zalew Wiślany.

6. Obwód kaliningradzki i Litwa (po lewej stan aktualny, po prawej przy podniesieniu poziomu wód do ok. 1m)

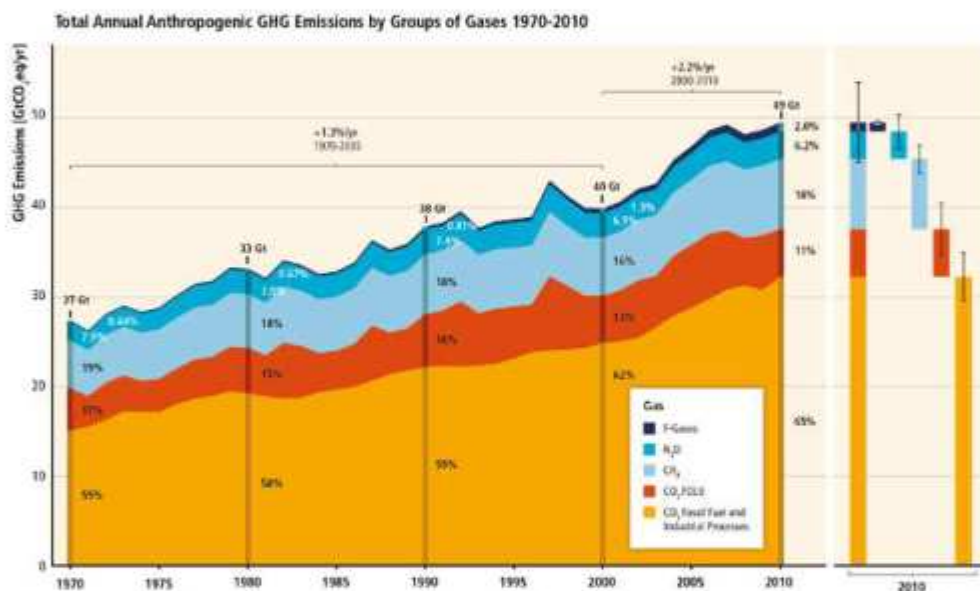


W obwodzie kaliningradzkim i na Litwie najbardziej zagrożone zalaniem obszary znajdują się w delcie Niemna, przy jej ujściu do Zalewu Kurońskiego. Zarówno w litewskiej, jak i w rosyjskiej części rejonu Zalewu Kurońskiego rybołówstwo i rolnictwo stanowią wiodącą rolę w lokalnej gospodarce. Jednak największym atutem tego regionu są walory przyrodnicze o unikalnej skali, chronione przez utworzenie Parku Narodowego Mierzei Kurońskiej.

Wnioski i uwagi końcowe

Według najnowszego raportu IPCC proces ocieplania się klimatu przyspiesza i należy się spodziewać wyższych wzrostów poziomu wód światowych, niż we wcześniejszych szacunkach. Modele numeryczne wykorzystywane do obliczania wzrostu poziomu mórz, zwłaszcza na skutek topnienia pokrywy lodowej są ciągle udoskonalane. We wcześniejszych raportach pomijano np. czynnik związany z rozszerzalnością cieplną samej wody, stąd bardziej optymistyczne wyniki badań. Zresztą zróżnicowanie składu chemicznego mórz i oceanów w tym zasolenia, do tej pory sprawia mnóstwo problemów podczas szacowania wpływu tego czynnika na wzrost poziomu wód.

Dużo wyższy wzrost temperatury globalnej determinuje inne dodatkowe czynniki, które prawdopodobnie zostaną uwzględnione w kolejnych raportach, jak np. rozmrażanie północnych obszarów Syberii, Kanady i Grenlandii, co w sposób naturalny w wyniku parowania będzie powodować wzrost poziomu gazów cieplarnianych (zwłaszcza metanu CH₄). Aktualnie wpływ pozostałych gazów cieplarnianych jak CH₄ czy N₂O w najnowszym raporcie IPCC (ryc. 15) nie przekracza 25%. Jednak jest to mechanizm samonapędzający się, którego dynamika rośnie proporcjonalnie do wzrostu temperatury globalnej. Kto wie, ale szacowany wzrost poziomu wód światowych może nastąpić wcześniej, zwłaszcza że jeszcze w XXI wieku możemy się spodziewać skokowego wzrostu udziału pozostałych gazów cieplarnianych.



Ryc. 15 Udział procentowy gazów cieplarnianych w latach 1970-2010 w skali globalnej

Źródło: IPCC, 2014 – Special Report on Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation [7]

Podsumowując, należałoby stwierdzić, że trafności dzisiejszych prognoz zostanie zweryfikowana dopiero przez przyszłe pokolenia. Niestety wszystko wskazuje na to, że przy tej dynamice wzrostu temperatury globalnej katastrofalny wzrost poziomu wód odczuje już pokolenie współczesne.

Niemniej jednak bez względu na skalę tego zjawiska to obszary wytypowane w południowej części Bałtyku są najbardziej narażone na skutki oddziaływania zmian poziomu wód. Problemem może być skala tego zjawiska, zaś pocieszeniem czas (mierzony w dekadach), który należy wykorzystać do realizacji inwestycji zabezpieczających, przynajmniej najważniejsze ośrodki gospodarcze tego rejonu. Przyspieszenie ocieplania klimatu będzie generować wzrost kosztów

przystosowania do większego ryzyka powodziowego. W samej Europie według szacunków IPCC osiągną one do lat 20 XXI wieku wartość 1,7 mld euro rocznie. Do połowy XXI wieku 3,4 mld euro rocznie. Do 80 lat XXI wieku 7,9 mld euro rocznie.

Podczas szczytu klimatycznego ONZ zorganizowanego w Warszawie w 2013 roku, w raporcie opracowanym przez brytyjskich naukowców z Tyndall Centre*, przedstawiono mroczny obraz przyszłości naszej planety. Globalna temperatura szybko wzrasta a lody topnieją. Natomiast emisja gazów cieplarnianych bije wszystkie rekordy, z czego 40% emisji jest wynikiem spalania węgla, w Polsce ciągle podstawowego surowca energetycznego. Pomimo prób ograniczenia wykorzystywania węgla, jako podstawowego surowca energetycznego - w Polsce jego rola mogłaby w przyszłości odgrywać ciągle ważną rolę. Na przykład przy zastosowaniu innych technologii jego wykorzystania, jak choćby pomysł na zgazowanie jego pod ziemią. Oczywiście jest to rozwiązanie trudne do przeforsowania, bo wiązałoby się z głęboką restrukturyzacją górnictwa i tym samym ograniczeniem zatrudnienia w tym sektorze przemysłu. Politycy, którzy by chcieli przeforsować taki program muszą się liczyć z gwałtownym spadkiem poparcia i z trudnymi do przewidzenia reakcjami silnego lobby górniczego.

I w ten sposób zrodził nam się kolejny temat związany z innym źródłem energii, jakim jest gaz łupkowy. Kilka lat temu, w czasie kampanii wyborczej, politycy partii rządzącej już „zyskami” z tego źródła energii łatali niedobory wpływów do ZUS, dlatego trudno jednoznacznie ustosunkować się do opinii – zwłaszcza polityków - na temat zasobów i wykorzystania tego gazu, jako surowca energetycznego w Polsce. Nie mamy własnej technologii jego wydobycia a sposoby jego pozyskiwania wykorzystywane w innych krajach nie są obojętne dla środowiska, jednak jego spalanie w minimalnym stopniu wpływa na wzrost poziomu gazów cieplarnianych. Skalę zysków i strat ma określić zespół Richarda Smitha - Head Energy Strategy and Policy z National Grid w Wielkiej Brytanii, oczywiście pod kątem pozyskania zasobów gazu łupkowego w UK, ale wnioski tego raportu na pewno mogą posłużyć w perspektywie jego pozyskania w Polsce.

No cóż – nie ma idealnego źródła energii. Możliwość wydobycia tego gazu w Polsce, budzi skrajne emocje. W jakim stopniu są one inspirowane przez konkurencję wschodnią, trudno w tym szumie medialnym dokładnie ocenić. Nie mniej jednak czasami słuchając rosyjskich polityków (i nie tylko) można odnieść wrażenie, że nie ma alternatywy dla gazu z Rosji, a jakość jego jest tak wysoka, że wręcz można nim oddychać.

* **Tyndall Centre** – założone w XIX wieku w Wielkiej Brytanii przez John Tyndall. Zajmuje się między innymi przewidywaniem zmian klimatu w kontekście globalnego ocieplenia Aktualnie współpracuje z ośmioma uniwersytetami brytyjskimi: University of East England, University of Cambridge, Cardiff University, University of Manchester, Newcastle University, University of Oxford, University of Southampton, University of Sussex.

BIBLIOGRAFIA

1. The CNA Corporation, 2007 – “National Security and the Threat of Climate Change”, Alexandria, Virginia, USA
2. German Advisory Council on Global Change (WBGU), 2007 – “Climate Change as a Security Risk”, Berlin, Germany
3. Richard Heede, 2013 – “Tracing anthropogenic carbon dioxide and methane emissions to fossil fuel and cement producers, 1854-2010”, Climatic Change (2014), Article is published with open access at Springerlink.com
4. Timothy J. Osborn, Phil D. Jones, 2000 – “What do climate models tell us about the winter North Atlantic Oscillation”, Climatic Research Unit University of East Anglia
5. Martin Vermeer and Stefan Rahmstorf, 2009 – “Global sea level linked to global temperature”, Edited by William Clark, Harvard University, USA
6. IPCC, 2012 – “Special Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change”, Cambridge University Press, UK
7. IPCC, 2014 – Special Report on Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation (SRREN) “Special Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change”, Cambridge University Press, UK and New York, NY, USA
8. A. E. J. Ogilvie and T. Jonsson, 2000 – “Little Ice Age Research : a perspective from Iceland” University of Colorado, USA
9. J. D. Macdougall, 2004 – “Frozen Earth: The Once and Future Story of Ice Ages” University of California Press, Ltd
10. Nature - *international weekly journal of science*, 429-436 (3 June 1999) Climate and atmospheric history of the past 420,000 years from Vostok ice core, Antarctica
11. Intergovernmental Panel on Climate Change 2012 - Special Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change University Press, UK and New York, NY, USA ,
12. Sztab Generalny WP, Generalny Zarząd Rozpoznania Wojskowego, 2002 – „Bałtyk i Wybrzeże Polskie” Warszawa

Źródła internetowe:

<http://www.wprost.pl/ar/416785/Globalne-ocieplenie-to-mit-Naukowcy-przesadzalismy/>

<http://www.ncdc.noaa.gov/cag/>

http://pl.wikipedia.org/wiki/Plik:Phanerozoic_Climate_Change.png

<http://ziemianarozdrozu.pl/encyklopedia/90/wzrost-poziomu-oceanow>

<http://flood.firetree.net/>

http://www.cmar.csiro.au/sealevel/sl_hist_last_15.html

<http://weather.about.com/od/climatechange/ss/Taking-Earths-Temperature.htm>

<http://www.eenews.net/stories/1059993264>

<http://www.ipcc.ch>

<http://www.tyndall.ac.uk/communication/news-archive/2012/us-shale-gas-drives-coal-exports-tyndall-manchester-research>
<http://www.globalcarbonatlas.org/>

SUMMARY

Security of Coastal Areas in the Southern Part of the Basin of the Baltic Sea, Based on the Latest IPCC Report (AR5)

The paper presents a graphical simulation of the processes related to global warming on Earth in relation to changes in the coastline of the southern part of the Baltic Sea. Presentation of data needed to simulate the changes are taken from the latest IPCC report is based on data obtained from NOAA measurement (The National Oceanic and Atmospheric Administration. National Climatic Data Center), on the results of temperature measurement on a global scale for the years 1900 - 2013. The forecast increase in global temperature of the Earth was developed based on data obtained from eight representative research centers, which are summarized in a single graph, allowing the comparative characteristics of these forecasts. On the basis of sea-level rise projections, presented the comparative characteristics of the areas at risk of flooding in the southern part of the countries around the Baltic Sea. Graphic form presented in two forms, present status, and simulation of the same areas in the event of rising water up to 1 m - case scenario.

Keywords: global warming, southern Baltic, weather, IPCC report, CO2 emissions, sources of the energy.