

Jak zmieniał się Bałtyk

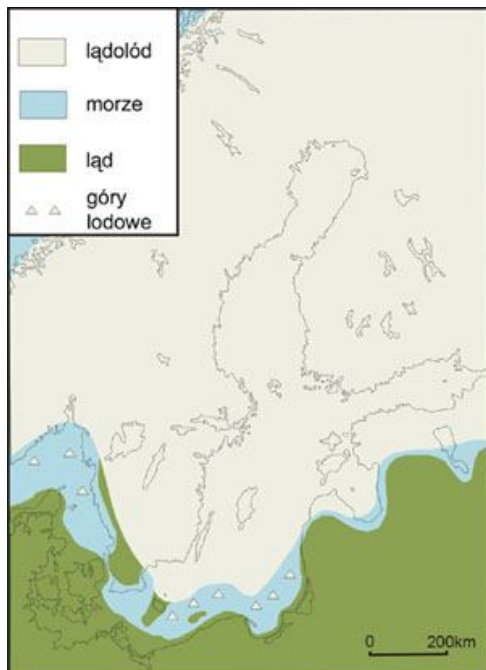
Jednym ze skutków globalnego ocieplenia może być katastrofalny wzrost poziomu mórz i oceanów. Aby ocenić zagrożenie, geolodzy odtwarzają zmiany poziomu mórz, jakie zachodziły w niedalekiej przeszłości.

Powstanie Bałtyku

Bałtyk jest morzem młodym, jednym z najmłodszych na Ziemi. W ciągu ostatniego miliona lat historii naszej planety, obszar północnej Europy, w tym współczesnego Bałtyku i Polski, kilkakrotnie pokrywały lądolody. W trakcie każdego nasunięcia lądolodu, obszar Bałtyku był intensywnie niszczone. W rezultacie, powstało rozległe obniżenie w skorupie ziemskiej, zajmowane obecnie przez Bałtyk. Względne różnice między tempem podnoszenia się Skandynawii, a tempem wzrostu poziomu oceanu światowego, są głównym czynnikiem rozwoju Bałtyku. W ciągu swojej historii, morze przeszło kilka wyraźnych faz rozwojowych. Okresowo odizolowane od oceanu było zbiornikiem słodkowodnym, by po uzyskaniu połączenia, przekształcać się w typowe morze wewnątrzkontynentalne.

Bałtyckie Jezioro Lodowe

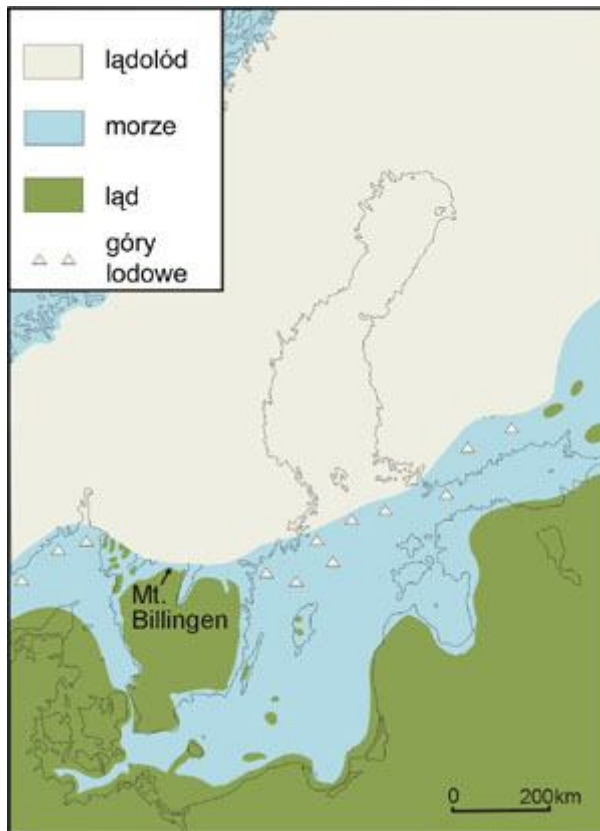
Początki Morza Bałtyckiego związane są z zanikiem ostatniego lądolodu skandynawskiego. Lądolód zaczął się wycofywać z północnej Polski ok. 14000 lat temu, a ok. 13000 lat temu jego krawędź znalazła się w odległości 70-100 km na północ, od obecnego wybrzeża polskiego. Wody z topniejącego lądolodu, gromadziły się przed krawędzią, tworząc coraz większe jeziorzyska. Około 13000 lat temu nastąpiło połączenie jeziorzysk południowobałtyckich, w obszerny zbiornik wodny, rozciągający się od wybrzeży litewskich na wschodzie, po Danię na zachodzie.



Bałtyckie Jezioro Lodowe w początkowej fazie rozwoju, ok. 13 tys. lat temu.

jezioro to, od północy, ograniczone było krawędzią lądolodu. Był to zbiornik, przez dużą

część roku zamrażnięty. W czasie krótkiego lata pływały po nim góry lodowe, dlatego nazwano go Bałtyckim Jeziorem Lodowym. Istniało ono przez około 3000 lat, stale powiększając swoją powierzchnię, w miarę topienia się lądolodu w Skandynawii

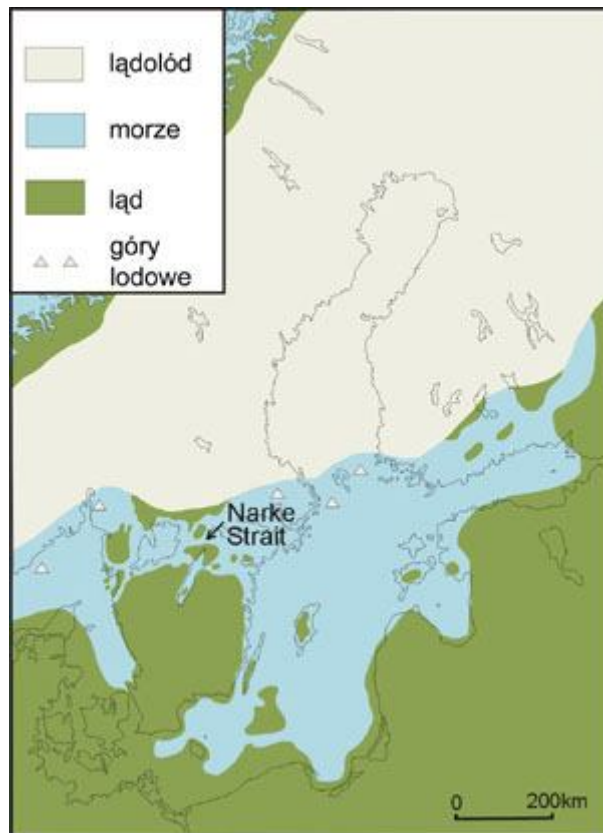


Bałtyckie Jezioro Lodowe w końcowej fazie rozwoju ok. 10,3 tys. lat temu.

Osady ilaste, osadzające się na dnie Bałtyckiego Jeziora Lodowego, odznaczają się na przemian występującymi warstewkami jasnymi, o nieco grubszym ziarnie, powstającymi latem i ciemnymi, bardziej drobnoziarnistymi, które powstawały zimą. Osady zawierają małe ilości substancji organicznej, a nieliczne, rozpoznawalne szczątki roślinne i zwierzęce wskazują, że zbiornik był słodkowodny, a klimat zimny, kontynentalny, z dużymi wahaniami dobowymi. Średnia temperatura lipca, nie przekraczała 12°C.

Morze Yoldiowe

Około 10300 lat temu, na skutek stopienia się lądolodu, w środkowej Szwecji powstało połączenie Bałtyckiego Jeziora Lodowego z oceanem.

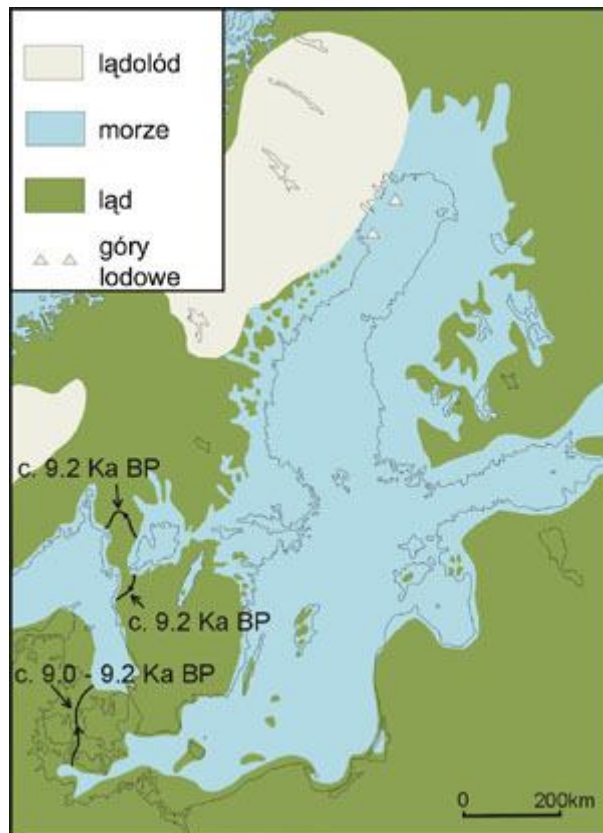


Morze Yoldiowe ok. 10 tys. lat temu.

Pojawił się wtedy w Bałtyku małż morski *Yoldia arctica*, od którego nazwano ten etap rozwoju Morzem Yoldiowym. Poziom tego morza początkowo był niższy od współczesnego o ok.50 m, jednak szybko wzrastał, wraz ze wzrostem poziomu wód w oceanie. Równocześnie topniał w Skandynawii lądolód i pozbawiona obciążenia skorupa ziemska, podnosiła się coraz szybciej. Na skutek tego, że skorupa ziemska podnosiła się szybciej niż wzrastał poziom oceanu, ok. 9500 lat temu, w środkowej Szwecji nastąpiło zamknięcie się cieśniny .

Jezioro Ancylusowe

Morze Yoldiowe izolowane od oceanu, szybko przekształciło się w słodkowodne jezioro, w którym żył ślimak *Ancylus fluviatilis*, dlatego ten kolejny etap rozwoju Bałtyku nazwano Jeziorem Ancylusowym

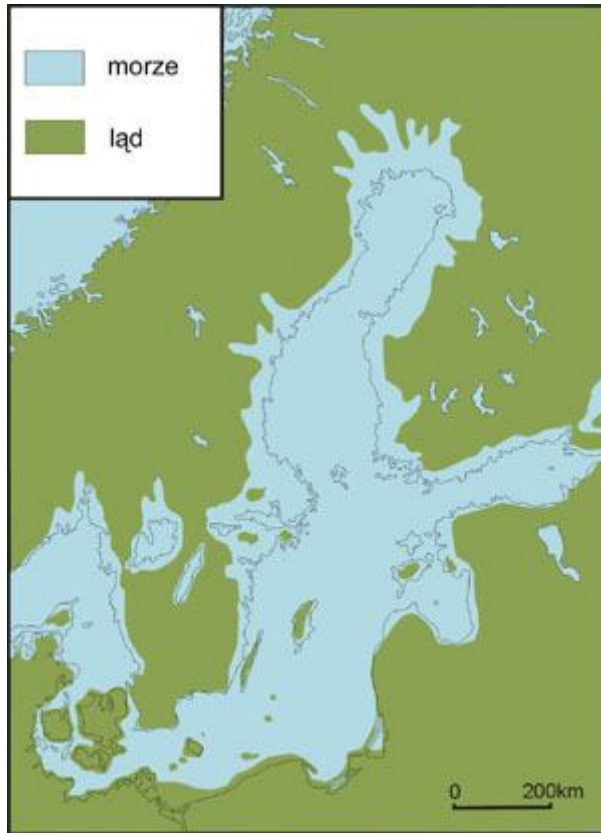


Jezioro Ancylusowe ok. 9,2 tys. lat temu.

W głębszych częściach Morza Yoldiowego i Jeziora Ancylusowego gromadziły się drobnoziarniste osady ilaste, zawierające bardzo nieliczne szczątki organizmów. Klimat był wilgotniejszy i nieco chłodniejszy od dzisiejszego. Temperatura lipca nie przekraczała 15°C. Mimo ocieplenia, w ówczesnym Bałtyku życie było ubogie.

Morze Litorynowe i Politorynowe

Okolo 8500 lat temu, nastąpiło ostateczne połączenie Bałtyku z oceanem, poprzez Cieśniny Duńskie. Do Bałtyku zaczęły przenikać słone wody z Morza Północnego. Początkowo wymiana wód była słaba, gdyż Cieśniny Duńskie były węższe i płytsze niż dziś. Wraz ze wzrostem poziomu wód w oceanie, intensywność dopływu słonych wód do Bałtyku wzrastała i w okresie 8500-7500 zasolenie Bałtyku stopniowo wzrastało. Ten przejściowy okres nazywamy Morzem Mastogloia, od charakterystycznych dla tej fazy okrzemek słonawowodnych z rodzaju Mastogloia. Okolo 7500 lat temu, wody były na tyle słone, że pojawił się w Bałtyku ślimak morski *Littorina litorea*, od którego następny etap rozwoju Bałtyku nazwano Morzem Litorynowym



Morze Litorynowe ok. 7.5 tys.lat temu.

Było to morze cieplejsze i bardziej słone niż dzisiejszy Bałtyk. Osady muliste, osadzone wówczas w głębiach Bałtyckich zawierają liczne szczątki słonolubnych mikroorganizmów roślinnych i zwierzęcych, a osady piaszczyste obszarów płytkowodnych muszle małży morskich *Cardium* sp. i *Macoma balthica*. W tym okresie wygląd wybrzeży Bałtyku, w częściach północnych i południowych zmieniał się w różny sposób. W części północnej zachodziło, trwające do dzisiaj, szybkie podnoszenie skorupy ziemskiej (szybsze niż wzrost poziomu morza). Na skutek tego morze wycofywało się, a przybywało lądu. W części południowej, gdzie ruchy skorupy ziemskiej już zanikły, następowało szybkie wkraczanie morza na obszary, które wcześniej pozostawały lądem. Około 4000 lat temu, w rejonie Cieśnin Duńskich, na skutek nieznacznego podniesienia skorupy ziemskiej, wymiana wód z Morzem Północnym stopniowo zmniejszała się a Bałtyk stał się morzem mniej słonym. Okres ten nazywamy Morzem Politorynowym. Około 1000 lat temu pojawił się w Bałtyku małż *Mya arenaria*. Przywędrował on z Ameryki Północnej, przyczepiony do łodzi wikingów. Ten najnowszy etap rozwoju Bałtyku nazwano Morzem Mya.

Zmiany poziomu wód Bałtyku

Na zmiany poziomu wód Morza Bałtyckiego wpływały ruchy pionowe skorupy ziemskiej w północnej i południowej części Bałtyku, wzrost poziomu oceanu, związany z topnieniem lądolodów oraz otwieranie się i zamykanie połączeń morza z oceanem. Na obszarze południowego Bałtyku, największe i najgwałtowniejsze zmiany poziomu wód, zachodziły w późnym plejstocenie i wczesnym holocenie, w okresie pomiędzy 13.0-8,5 tys. lat temu

Krzywa względnych zmian poziomu wód w południowym Bałtyku.

Procesy te, zachodziły na powierzchniach dna morskiego, położonych obecnie na głębokościach od ok. 55 do 25 m. ppm i w odległości od 30 do 60 km od dzisiejszego wybrzeża południowobałtyckiego. W późnym plejstocenie (ok. 11200 lat), na skutek oscylacji czoła lądolodu w środkowej Szwecji, doszło do bardzo szybkiej regresji a następnie nieco wolniejszej transgresji, która osiągnęła maksimum ok. 10300 lat temu.



Wahania poziomu wód wynosiły do 25-30 m. Poziom wód mógł obniżyć się w tempie do 100-200 mm/rok, a tempo wzrostu dochodziło do ok. 50-40 mm/rok. Tak znaczne i szybkie zmiany poziomu wód, powodowały katastrofalne zmiany w położeniu linii brzegowej. Południowe wybrzeże Bałtyckiego Jeziora lodowego, w ciągu ok. 100 lat, najpierw przesunęło się o ok. 30-40 km ku północy, a następnie tylko nieznacznie wolniej, ponownie ku południowi. Cofnięcie się czoła lądolodu i powstanie cieśniny w środkowej Szwecji, w końcu plejstocenu, ok. 10300 lat temu, spowodowało ponowną regresję Bałtyckiego Jeziora Lodowego i wyrównanie poziomów wód z oceanem. Ponieważ poziom oceanu był wówczas niższy, o ok. 60 m od współczesnego, poziom wód jeziora opadł bardzo szybko, o ok. 25 m. Powstanie dość szerokiej cieśniny, w rejonie środkowej Szwecji, było możliwe ponieważ Skandynawia ciągle jeszcze była obciążona przez lądolód i skorupa ziemską leżała niżej niż obecnie. Koniec Bałtyckiego Jeziora Lodowego był wydarzeniem katastrofalnym. Drenaż trwał od kilku do kilkudziesięciu lat. Poziom wód obniżał się w tempie ok. 0,3 m do 3 m na rok, a brzeg przesunął się w tym czasie od 30 do 40 km ku północy. Zależnie od rzeczywistego tempa drenażu i lokalnego nachylenia dna akwenu, ląd mógł przyrastać w tempie od 0,3 km do 4 km rocznie. W okresie od 10300 do 9500 lat temu, przez ok. 800 lat, istniało połączenie zbiornika bałtyckiego z oceanem, umożliwiające wymianę wód.



W tym czasie, poziom oceanu, na skutek ciągłego topnienia lądolodów szybko wzrastał. W okresie tym (Morze Yoldiowe), poziom wód w zbiorniku bałtyckim wzrósł o ok. 10-12 m, a tempo wzrostu wynosiło ok. 15-20 mm/rok. Tempo wzrostu poziomu wód było tylko nieznacznie wolniejsze od tempa podnoszenia się poziomu oceanu. W obszarze południowobałtyckim występowały wówczas słabe ruchy wypiętrzające, związane z zanikiem lądolodu. Na skutek szybkiego podnoszenia się Skandynawii - szybszego niż wzrost poziomu oceanu - ok. 9600 lat temu, nastąpiło zamknięcie połączenia zbiornika bałtyckiego z oceanem, i przekształcenie Morza Yoldiowego w Jezioro Ancylusowe



Obszar Skandynawii podnosił się szybciej niż południowe części Bałtyku, a wody z topniejącego lądolodu i rzek miały utrudniony odpływ z Jeziora Ancylusowego do oceanu. Odzwierciedliło się to na południowych wybrzeżach, przyspieszeniem tempa wzrostu poziomu wód. Poziom wód wzrastał bardzo szybko, do 4-5 cm na rok. Południowe wybrzeża Bałtyku szybko przesunęły się na południe, jednak ciągle położone były od kilkunastu do kilkudziesięciu kilometrów na północ, od wybrzeży dzisiejszych. Bardzo duże tempo wzrostu poziomu wód na południowych wybrzeżach Jeziora Ancylusowego, w okresie 9500-9200 lat temu powodowało, że przeważały procesy niszczenia. Zniszczeniu uległy prawie całkowicie ilaste osady Bałtyckiego Jeziora Lodowego, położone płycej niż 40 m. Niszczony był też strop glin zwałowych, występujących na głębokościach od 40 do 25 m ppm. Procesy erozyjne doprowadziły do niemal całkowitego wyrównania pierwotnej rzeźby i powstania rozległych powierzchni abrazyjnych, nieznacznie nachylonych ku północy. W końcowym etapie transgresji Jeziora Ancylusowego ok. 9200 lat temu, poziom wód osiągnął poziom ok. 25-26 m niższy od współczesnego. Przesunięcia linii brzegowej, pomimo bardzo szybkiego wzrostu

poziomu wód, były stosunkowo niewielkie. W południowych częściach Basenu Bornholmskiego, brzegi przesunęły się ku południowi, nie więcej niż o ok. 10 km, a w Basenie Gdańskim - ok. 5 km. Spowodowane to było względnie dużymi nachyleniami, ku północy, zboczy tych basenów. Gwałtowne przesunięcia linii brzegowej wystąpiły wówczas na południe od Ławicy Słupskiej. Brzeg, od strony Basenu Bornholmskiego, przesunął się na wschód w tempie ok. 150-200 m rocznie. Linia brzegowa w ciągu 300 lat przesunęła się o ok. 50-60 km, odcinając Ławicę Słuską od stałego lądu. W nieco wolniejszym tempie, było odcinane połączenie ze stałym lądem wyniesienia Bornholmu i Ławicy Orlej. W końcowej fazie transgresji Jeziora Ancylusowego, poziom wód zbliżony był do maksymalnego zasięgu Bałtyckiego Jeziora Lodowego ok. 10300 lat temu. Najprawdopodobniej zarys i charakter wybrzeży był również podobny, zmodyfikowany jedynie przez powtórny erozję, w warunkach słabnącego wypiętrzania lądu.

Okolo 8500 lat temu, poprzez Cieśniny Duńskie, nastąpiło ostateczne połączenie Bałtyku z oceanem. Było to możliwe, gdyż podnoszenie się skorupy ziemskiej, w południowej części Bałtyku, było w tym czasie znacznie wolniejsze; skorupa wracała do stanu równowagi po odkształceniach spowodowanych obciążeniem lądolodem, a poziom oceanu ciągle szybko wzrastał, ponieważ w Ameryce Północnej topniały jeszcze resztki lądolodu. Przy poziomie niższym od obecnego o około 28 m, do Bałtyku zaczęły przenikać słone wody z Morza Północnego.

Okres od ok. 8500 do ok. 5000 lat temu, odznaczał się stałym wzrostem poziomu morza, początkowo o dużym tempie, dochodzącym do 14 mm/rok. Szybki i znaczny wzrost poziomu wód w pierwszych 2,5 tysiącach lat, po połączeniu się Morza Bałtyckiego przez Cieśniny Duńskie z oceanem, spowodował znaczące zmiany w ukształtowaniu linii brzegowej



Zaszły wówczas główne zmiany w położeniu i charakterze południowego wybrzeża Bałtyku. Transgresja objęła te obszary płytkowodnej części dna południowego Bałtyku, które począwszy od późnego plejstocenu, rozwijały się w warunkach lądowych. Transgresji towarzyszyły intensywne procesy erozji. Zniszczeniu uległy, na znacznych obszarach, zarówno późnoplejstocenijskie oraz wczesno- i środkowoholocenijskie osady środowisk lądowych. Poziom morza wzrósł wtedy o ok. 25 m, a linia brzegowa przesunęła się od ok. 60 km w Zatoce Pomorskiej, 30-10 km na środkowym wybrzeżu, do 10-5 km w Zatoce Gdańskiej. W czasie transgresji zniszczone i zalane zostały wyspy, istniejące na południowym Bałtyku we wcześniejszych fazach rozwoju, m.in.: Południowa Ławica Środkowa, Ławica Słupska, Ławica Orle. Pod koniec transgresji linia brzegowa była zbliżona do współczesnej,

aczkolwiek bardziej urozmaicona



Niektóre odcinki wysunięte były 1-2 km w morze, a w niektórych rejonach wybrzeża, pomimo, że poziom morza był o ok. 2,5 m niższy od obecnego, morze przekroczyło dzisiejszą linię brzegową, wykorzystując istniejące obniżenia terenu. W końcu okresu atlantyckiego istniała już większość południowobałtyckich mierzei, zalewów i jezior przybrzeżnych. Okres ostatnich 5000 lat odznaczał się niewielkimi zmianami poziomu morza. W pierwszym tysiącleciu okresu subborealnego, poziom wód opadł od ok. 2,5 m do ok. 1,3-1,1 m niższego niż współczesny. Wraz ze zmniejszaniem tempa wzrostu poziomu morza, coraz wolniejsze było przemieszczanie linii brzegowej. Dominowały procesy wyrównywania wybrzeży; erozja klifów, rozwój lagun, zapoczątkowany w okresie atlantyckim i tworzenie się nowych. Stabilizacji i umocnieniu podlegały przede wszystkim mierzeje. Klify i mierzeje, tak jak obecnie, występowały już na tych samych odcinkach wybrzeża.



Średnie tempo cofania się wybrzeży nie przekraczało 0,2-0,3 m/rok. Ostatnie 2500 lat rozwoju wybrzeża południowego Bałtyku, charakteryzowało się powolnym zbliżaniem zarysów wybrzeża do obecnie obserwowanych. Średni poziom morza zmieniał się już nieznacznie, wzrósł jedynie o ok. 0,7-0,6 m, przy średnim tempie 0,30-0,25 mm/rok.



Autor: **Szymon Uścińowicz**
Oddział Geologii Morza Państwowego Instytutu Geologicznego

Źródło:

http://www.pgi.gov.pl/index.php?option=com_content&task=view&id=387&Itemid=444