

Opracowanie popularnonaukowe

BRODZĄC PRZEZ HISTORIĘ ZALEWU SZCZECIŃSKIEGO

przygotowane w ramach projektu:

„Co mówią skały po drugiej stronie Odry?”

Autorzy:

Artur Skowronek, Agnieszka Strzelecka
Szczecin, 2022



Niniejsze opracowanie zostało przygotowane
w Instytucie Nauk o Morzu i Środowisku Uniwersytetu Szczecińskiego
przez:

dra Artura Skowronka
artur.skowronek@usz.edu.pl
ul. Mickiewicza 16 A
70-383 Szczecin

oraz

mgr Agnieszka Strzelecką
agnieszka.strzelecka@usz.edu.pl
ul. Mickiewicza 16 A
70-383 Szczecin

Życzymy miłej lektury!



ZALEW SZCZECIŃSKI

najważniejsze obiekty geograficzne

Zalew Szczeciński jest najdalej na południe wysuniętym akwenem zaliczanym do wód Morza Bałtyckiego. Jego rozciągłość południkowa wynosi około 55 km natomiast maksymalna odległość pomiędzy północnym i południowym krańcem jest o ponad połowę mniejsza i liczy 22 km. Zalew jest akwenem rozległym, o powierzchni 687 km², ale przy średniej głębokości 3,8 m stosunkowo płytkim. Leżący na terytorium Polski i Niemiec zbiornik oddzielony jest od Zatoki Pomorskiej barierą lądową wysp Wolin i Uznam i połączony z wodami otwartego morza przez 3 naturalne, kręte cieśniny Dziwnę, Świnę i Pianę.

Świna – pierwotnie dziko meandrująca poprzez obniżenie morfologiczne leżące pomiędzy wysoczyznami morenowymi została w ramach budowy drogi żeglugowej do portu w Szczecinie skanalizowana, a wskutek przekopania kanału przez południową część wyspy Uznam (Keiserfahrt, Kanał Piastowski) jej pierwotna, hydrologiczna funkcja naturalnego połączenia wód zalewu z Bałtykiem straciła na znaczeniu.

Zalew Szczeciński jest elementem złożonego systemu ujściowego rzeki Odry. Odbiera wody z obszaru wielkości 118 861 km² z terenów Republiki Czeskiej, Polski i Niemiec. Pod względem powierzchni jest to trzecia zlewnia Morza Bałtyckiego. Co ciekawe, zgodnie z formalnym nazewnictwem rzeka Odra kończy swój bieg w Zalewie Szczecińskim. Wynika to z faktu, iż żadna z cieśnin nie została nazwana jej imieniem.

Kształt Zalewu Szczecińskiego wykazuje pewną symetrię; dwóm głównym częściom akwenu zwanych Zalewem Wielkim po polskiej i Zalewem Małym po niemieckiej stronie towarzyszą rozlewiska Dziwny z Zalewem Kamieńskim na wschodzie i rozlewiska Piany z Zatoką Uzamską na zachodzie. Linia brzegowa akwenu urozmaicona jest nielicznymi zatokami, a sponad powierzchni wody wynurzają się pojedyncze wyspy.



Terenowe badania georadarowe - w poszukiwaniu paleopłazy na wyspie Wolin, fot. A. Strzelecka

Dzięki obserwacjom, mapom i zdjęciom satelitarnym doskonale wiemy jak Zalew Szczeciński prezentuje się współcześnie. Jest jednym z najcenniejszych elementów środowiska przyrodniczego regionu, odgrywa ważną rolę gospodarczą, ekologiczną i turystyczną. Jego powstanie, późniejsza ewolucja i ciągłe przeobrażenia aż po czasy dzisiejsze należą do tematów mniej znanych, ginących w mrokach historii, oraz zmieniających się teorii i domysłów.

Kiedy i dlaczego powstał Zalew Szczeciński, co zdecydowało o jego lokalizacji i jakim ulegał przemianom? Jeżeli chcesz się tego dowiedzieć, to zapraszamy do lektury i uruchomienia wyobraźni.

Historia powstania zalewu jest złożona i ma swoje preludium na długo zanim akwen uzyskał swój dzisiejszy kształt. Tak jak większość elementów budowy morfologicznej Pomorza i Morza Bałtyckiego najważniejszym „budowniczym” krajobrazu był ostatni **lądolód skandynawski**, oraz skutki współzależnych z nim zmian klimatycznych, tektonicznych i hydrologicznych.

Podczas parcia lądolodu ze Skandynawii na południe, pod ciężarem i naporem milionów ton lodu i materiału skalnego wleczonego w jego cielsku doszło do przekształcenia podłoża po którym lądolód się poruszał. Nacisk gigantycznej masy spowodował połamanie skał osadowych zalegających pod lądolodem. Na krawędzi lodowca (zwanej czołem) doszło do ich zadarcia w górę, a wskutek naporu poziomego do ponasuwania na siebie pakietów skalnych (tak zwanych **kier glacitektonicznych**) i ich spiętrzenia. Wskutek takich procesów powstały czołowe moreny spiętrzone wzgórz wolińskich i wyspy Uznam ograniczające Zalew Szczeciński od północy, oraz pagóry Brohmer Berge, Wzgórz Warszawskich i Puszczy Bukowej leżące kilkanaście kilometrów na południu od dzisiejszego zalewu.

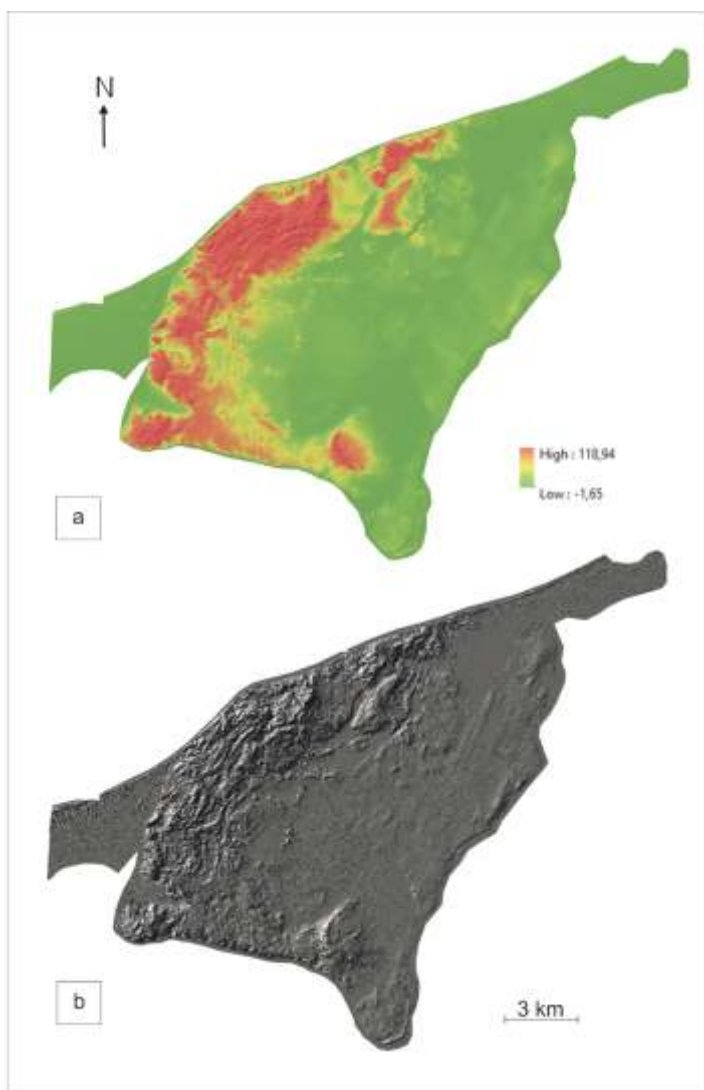
Lądolód skandynawski w okresie najmłodszego zlodowacenia przekroczył następnie opisaną linię moren spiętrzonych docierając jeszcze kilkadziesiąt kilometrów dalej na południe. Swoją maksymalną zasięg osiągnął około 24 – 26 000 lat temu na wysokości Leszna (podczas tak zwanej fazy leszczyńskiej lub brandenburskiej).

Szczególnie w okresie wytapiania lądolodu, kiedy to linia jego czoła przesuwała się na północ, w kierunku południowym sływały ogromne masy wód roztopowych, które po dotarciu do wielkich dolin rzecznych (tak zwanych **pradoliny**) uformowały więcej równoleżnikowo, znajdowały odpływ w kierunku zachodnim aż do ówczesnego Morza Północnego. W ramach takich procesów, u schyłku ostatniego etapu zlodowacenia bałtyckiego – fazy pomorskiej (ok. 20 – 17 000 lat temu), kiedy to czoło lądolodu leżało gdzieś na północ od obszaru dzisiejszego zalewu wody roztopowe wyłobity dwie głębokie doliny: jedną na odcinku dzisiejszej rz. Odry między Szczecinem, a Krajnikiem Dolnym, a drugą na odcinku doliny rz. Ucker i Randowbruch pomiędzy Ueckermuende i Schwedt. W okolicy Krajnika Dolnego/Schwedt obie odnogi łączyły się ze sobą niosąc wody roztopowe aż do pradoliny położonej dalej na południu.

Modele rzeźby terenu wyspy Wolin z wyróżniającą się rzeźbą moreny spiętrzonej:

- a) model wysokościowy,
- b) numeryczny model terenu, przewyższony pięciokrotnie.

Źródło: Urszula Rydzewska, 2016. Praca licencjacka „Analiza struktur glacialnych wyspy Wolin przy wykorzystaniu danych LIDAR”





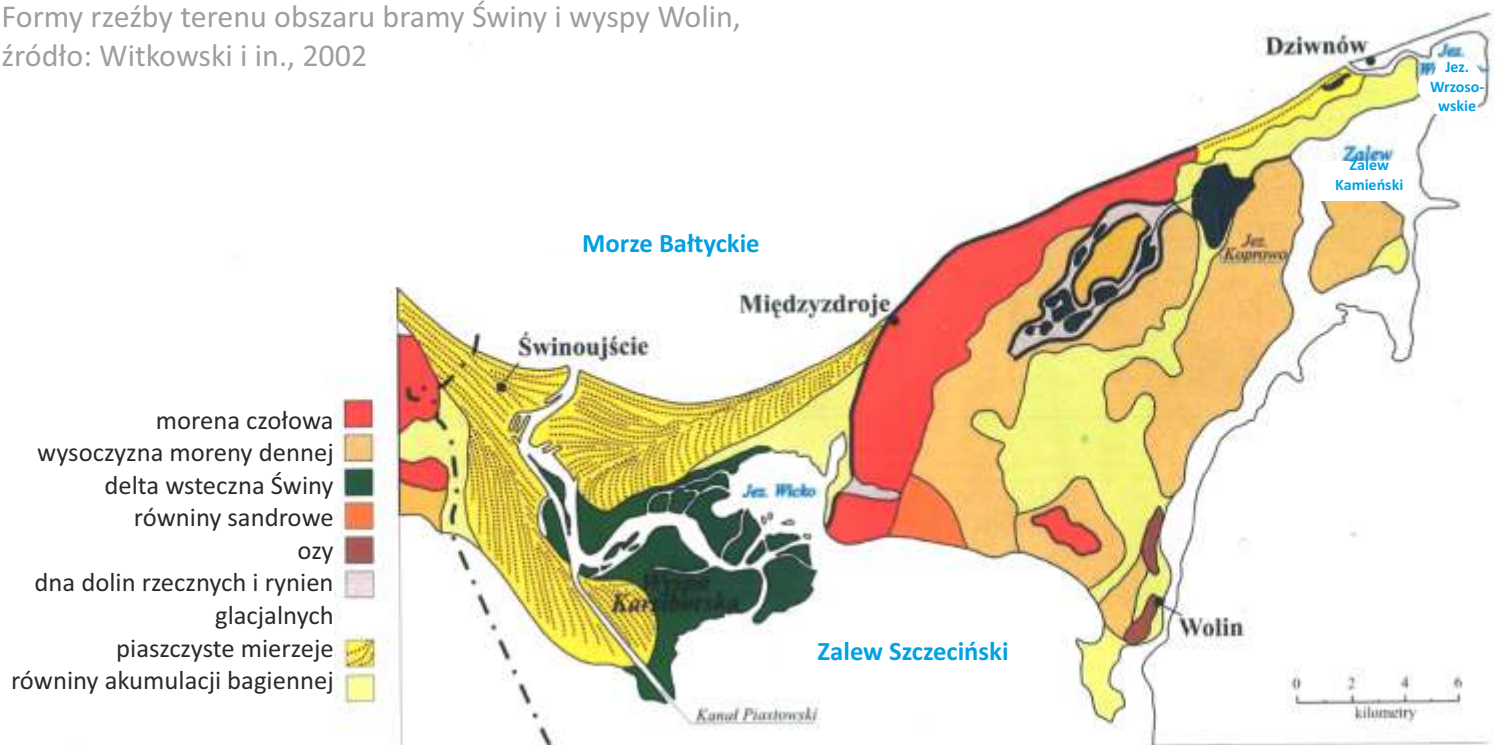
Południowy, klifowy brzeg wyspy Wolin odsłaniający kry glacytektoniczne. Obszar, wraz z pasem wód przyległych, chroniony przez Woliński Park Narodowy, fot. A. Strzelecka

Opisana sieć rzeczna była pierwszym systemem hydrologicznym po ustąpieniu lądolodu z obszaru okolic dzisiejszego Zalewu Szczecińskiego, którego wyraźne ślady zachowane są po dzień dzisiejszy na powierzchni terenu. Te same doliny, w późniejszym etapie rozwoju sieci rzecznej wykorzystane zostały przez wody płynące w kierunku Bałtyku – wydaje się to niewiarygodne, ale ówczesne rzeki zmieniły kierunek płynięcia wód (a mówi się, że „kijem rzeki nie zawrócisz”!).

U schyłku ostatniego zlodowacenia na terenie dzisiejszego Zalewu Szczecińskiego oraz w jego okolicy utworzył się zbiornik zastoinowy. Zarówno wody z topniejącego na północy lodowca jak i wody rzeczne płynące od południa nie znajdowały swobodnego odpływu na północ gromadząc się w płytkiej, rozległej niecce, której maksymalną powierzchnię szacuje się nawet na 1200 km². Zbiornik ten, w którym zdeponowane zostały ogromne ilości osadów piaszczystych, budujących dziś podłoże np. Puszczy Wkrzańskiej nie istniał długo. Po udrożnieniu odpływu

(prawdopodobnie wskutek postępującego wytapiania czoła lądolodu) jego wody znalazły ujście w kierunku zachodnim do morza, którego poziom był wówczas ok. 35 m niższy od współczesnego.

Lądolód topniał prawdopodobnie w szybkim tempie, już 14 000 lat temu przed czołem lądolodu w miejscu odległym o 25 km na N od Dziwnowa (na obszarze dzisiejszego Bałtyku) powstawały torfowiska. Pierwsze osady wodne uformowane w basenie dzisiejszego Zalewu Szczecińskiego po ustąpieniu lądolodu (ponad 13 000 lat temu) nie utworzyły się z udziałem wód morskich, tylko należą do tak zwanej serii fluwialno-fluwioglacjalnej. Są to piaski i żwiry powstałe w wyniku działalności rzek. Prawdopodobnie spływały jeszcze po części jako wody roztopowe z lodowca i izolowanych bloków lodowych (tak zwanych „brył martwego lodu”), później miejsce ich zajęły rzeki odprowadzające wody atmosferyczne. Obszar Zalewu Szczecińskiego można wyobrazić sobie jako rozległą **nizinę z wielokorytowym systemem rzeczonym Pra-Odry** odprowadzającym wody w kierunku północno-zachodnim.



Linia brzegowa zbiornika wodnego będącego poprzednikiem dzisiejszego Bałtyku leżała wiele kilometrów w kierunku północnym. Rejon Ławicy Odrzanej w dzisiejszej Zatoce Pomorskiej był lądem z rzekami i jeziorami. Około 10 tys. lat temu rzeka Pra-Odra miała swoje ujście w okolicy wyspy Bornholm, a kilkaset lat później w okolicy NE wybrzeża Rugii. Dokładny przebieg koryt Pra-Odry nie jest znany. Ponieważ rzeka uchodziła wówczas do basenu położonego o wiele metrów niżej niż obecnie, jej ówczesna dolina i terasy zalewowe znajdowały się około 10 m poniżej dzisiejszego poziomu morza. Wskutek późniejszych procesów akumulacyjnych ten poziom został zagrzebany młodszymi osadami.

Oprócz systemu rzeczno-jeziornego na obszarze dzisiejszego zalewu istniały również jeziora (np. starorzeczka) i mokradła, o których świadczą organiczne i organiczno-mineralne osady w nich nagromadzone. Jednym z nich był prekursor transgranicznego dziś Jeziora Nowowarpieńskiego. Nazwa akwenu jest nieco myląca, ponieważ de facto jest on zatoką Zalewu Szczecińskiego. Przez kilka tysięcy lat był on niezależnym zbiornikiem słodkowodnym, w którym dochodziło do sedymentacji osadów węglanowych – tak zwanej kredy jeziornej.

Przez kilka tysięcy lat oblicze obszaru dolinnego leżącego w osiowej części dzisiejszego Zalewu Szczecińskiego ulegało pewnym modyfikacjom, przyczyniały się do tego między innymi rozwój szaty roślinnej, zmiana energii płynięcia wód, erozja koryt

rzecznych czy też powstawanie tarasów zalewowych, jednak opisany system hydrologiczny był stosunkowo stabilny. Przez analogię do terenów dzisiejszego pasa wybrzeża w Niemczech, gdzie na zalanych dziś przez wody Bałtyku obszarach znaleziono liczne artefakty mezolityczne, możemy przypuszczać, że również na tym obszarze bytowali owego czasu ludzie.

Wszystko zmieniło się jednak około 6 200 lat temu, kiedy to odcięty wcześniej od Wszechocanu słodkowodny basen Morza Bałtyckiego przez cieśniny duńskie uzyskał połączenie z Morzem Północnym. Wskutek topnienia lodowców sukcesywnie wzrastał poziom wód w oceanach i morzach naszej planety. Również ówczesny Bałtyk rozlewał swoje wody coraz szerzej. Teren Skandynawii, pokryty wcześniej grubą pokrywą lodową, został po stopnieniu lądolodu odciążony i wskutek procesów tak zwanej **izostazji** zaczął się wypiętrzać (proces ten trwa po dzień dzisiejszy).

Również ten mechanizm prowadził do intensyfikacji zalewania przez morze rejonów położonych na południowym wybrzeżu Bałtyku, gdzie do ruchów skorupy ziemskiej ku górze nie dochodziło (proces porównywalny do przechylania płaskiego naczynia – woda uciekająca od krawędzi podnoszonej zalewa krawędź dolną). Do ówczesnego Bałtyku przywędrował wówczas nowy gatunek morskiego ślimaka *Littorina littorea*, od którego nazwano tę przełomową fazę rozwoju hydrologicznego Europy Północnej i Środkowej mianem **transgresji litorynowej**.

Wkroczenie morskich wód podczas transgresji lityrnowej na teren Zalewu Szczecińskiego miało charakter nagły (możliwe, że podczas sztormów doszło do przerwania bariery lądowej chroniącej przez pewien czas omawiany obszar). Wody morskie zalały wcześniejszą dolinę rzeczną wkraczając na południe aż pod rejon dzisiejszego Szczecina (gdyby wtedy istniał leżałby naprawdę nad morzem!).

Transgresja lityrnowa pokonała również bariery lądowe izolujące autonomiczne wcześniej jeziora – zostały one zalane i włączone do wód tak zwanej Zatoki Szczecińskiej. Tak na przykład w opisywanym już wcześniej Jeziorze Nowowarpieńskim osady słodkowodne pokryte zostały osadami morskimi.

To samo dotyczy pozostałej powierzchni dna Zalewu Szczecińskiego – transgresja lityrnowa pozostawiła po sobie wyraźne ślady w formie piasków i piasków organicznych, w których zachowały się morskie organizmy. Najważniejszym z nich jest małż, powszechnie znany ze współczesnych plaż Bałtyku popularnie zwany sercówką. Jego oficjalna nazwa brzmi *Cardium glaucum* – to właśnie jego muszle, zachowane w tak zwanej pozycji przeżyciowej (to

znaczy nie przemieszczone wtórnie przez prądy morskie) są niezbitym dowodem na wkroczenie morza na teren zalewu. Ich wapienne skorupy mają jeszcze jedną bardzo przydatną dla nauki cechę – można określić ich bezwzględny wiek metodą radiowęglową ^{14}C . To właśnie na podstawie datowania *Cardium glaucum* tkwiących w osadach Zalewu Szczecińskiego dokładnie wiadomo, kiedy transgresja lityrnowa na pewno dotarła na omawiany obszar.

Na tym jednak historia Zalewu Szczecińskiego się nie zakończyła. Utworzona Zatoka Szczecińska ulegała ciągłym przeobrażeniom. Jej brzegi były niszczone, wzrost poziomu wód podziemnych przemodelował reżim wodny rzeki Odry (zmniejszył się spadek koryta) i powstały zapewne nowe obszary podmokłe.

Jednak najdalej idące zmiany miały miejsce na północy, tam gdzie na obszar lądowy wypiętrzonych glacitektonicznie wzgórz morenowych Wolina i wyspy Uznam oddziaływały niszczące procesy erozyjne morza. Podobne do dzisiejszego wybrzeże klifowe zbudowane z osadów polodowcowych było poddawane nieustającej, destrukcyjnej działalności fal morski, głównie podczas sztormów.



Obszar ujścia Odry podczas transgresji lityrnowej około 6 200 lat temu (po lewej) oraz jego współczesny obraz (po prawej), źródło: Borówka i in., 2017, zmienione

To właśnie dzięki takim procesom **abrazji** „produkowany” był praktycznie na miejscu materiał piaszczysty, transportowany następnie przez prądy morskie wzdłuż wybrzeża. Już po niewielu kilometrach po dotarciu do wcinającej się w głąb lądu Zatoki Szczecińskiej prądy morskie traciły swoją siłę, a wleczone osady były deponowane.

Wskutek takiego procesu, około 5 000 lat temu wlot do zatoki zaczął być zamykany dwoma tak zwanymi kosami – jedną od zachodu i kolejną od wschodu. Obok działalności prądów wzdłużnych osady były przemieszczane podczas wezbrań sztormowych. Nacierające od północy fale spychały osady na południe, tworząc z czasem stożek tak zwanej **delty wstecznej Świny**. A dlaczego wstecznej? Klasyczna delta skierowana jest przy ujściu rzeki w kierunku morza, a osady rzeczne sypane są na skłon szelfu. W naszym przypadku jest odwrotnie, to osady morskie zasypują basen, przez który przepływają wody rzeczne. Jest to możliwe tylko w przypadkach, kiedy przed ujściem do otwartego morza wykształcony jest zbiornik „wstępny” taki jak Zalew Szczeciński.

Po upływie kilku tysięcy lat, wlot Zatoki Szczecińskiej został prawie zamknięty, jedynie kręte koryto rzeki Świny przebijało się finalnie przez mierzęję tak zwanej **Bramy Świny**. Ślady ówczesnej Zatoki Szczecińskiej, a dokładnie jej wrota można dziś obserwować na zachodnim zboczu wzgórz wolińskich (np. między Wickiem i Zalesiem oraz wzdłuż ul. Niepodległości w Międzyzdrojach). Strome, zalesione dziś zbocze to pozostałość po morskim klifie wykształconym kilka tysięcy lat temu wskutek abrazji morskiej. Pomimo upływu czasu i działania procesów stokowych np. osuwania ziemi w dół zbocza, stromy, tak zwany **martwy klif** jest doskonale zachowany i bardzo podobny do swojego, cały czas aktywnego odpowiednika nad Morzem Bałtyckim. U jego podnóża, kilka metrów pod warstwą współczesnych osadów kryje się paleoplaża na której mogli wygrzewać się nasi przodkowie. Równina rozciągająca się na zachód, aż do podobnie stromego, oddalonego o 12 km pra-brzegu wyspy Uznam to właśnie wlot do ówczesnej Zatoki Szczecińskiej, zasypany później osadami.



Widok na tzw. martwy (nieaktywny) klif w zachodniej części wyspy Wolin, fot. A. Skowronek

Pozostaje jeszcze do wyjaśnienia zagadka, w jaki sposób osady deponowane na dnie przez prądy morskie znalazły się następnie powyżej poziomu morza i budują dzisiaj wielokilometrową równinę, na której położone są np. miasta Międzyzdroje i Świnoujście.

Aby piaski morskie opuściły swoje pierwotne środowisko potrzebny jest kolejny „budowniczy” – tę rolę przejmuje wiatr. Mimo tego, że nie mamy w Bałtyku prawdziwych pływów, poziom wody ulega całkiem sporym wahaniom. Ma to związek z:

- kierunkiem wiatru (wiatry południowe odpychają wodę od brzegu),
- wezbraniami sztormowymi (fale napychają wodę na wybrzeże),
- ciśnieniem atmosferycznym (wyż atmosferyczny powoduje obniżenie poziomu wody, niż jego podniesienie),
- czy też w końcu z fazami księżyca.

Wymienione procesy powodują, że płytko zalegające pod wodą warstwy osadu przynajmniej okresowo wynurzają się nad powierzchnię wody – i to wystarczy, wysuszone ziarna piasku porywane są przez wiatr i przenoszone w inne miejsce. To właśnie ta tajemnicza siła była w stanie wynieść ku górze miliony ton piasku, z którego z czasem powstało kilka generacji wydm budujących dzisiaj powierzchnię lądową Bramy Świny. Kolejne procesy takie jak akumulacja osadów

rzecznych i sukcesja roślinna sprzyjają i przyspieszają zalądowanie inicjalnych łąk.

„Zakorkowanie” wlotu do pierwotnej zatoki morskiej miało jeszcze inne konsekwencje. Ponieważ cyrkulacja wód z otwartym morzem uległa mocnemu ograniczeniu, wody zalewu, poprzez stałą dostawę wód rzecznych uległy wysłodzeniu. Charakterystyczna dla środowiska morskiego fauna – taka jak *Cardium glaucum* przestała w nim bytować, a na dnie zalewu zaczęły gromadzić się osady lagunowe bogatsze we frakcje drobniejsze i materię organiczną.

Powierzchnia Zalewu Szczecińskiego nie podlegała jednak w jego historii jedynie zmniejszeniu. Wskutek wahań poziomu morza i prawdopodobnie wezbrań ekstremalnych dochodziło również do zajęcia przez wody nowych terenów. Przykładem rozszerzenia akwenu jest położona przy wschodnim brzegu **Zatoka Skoszeńska**. Została ona włączona do wód Zalewu Szczecińskiego około 4 300 lat temu, wcześniej na jej dzisiejszym dnie rosły dorodne drzewa.

Jak każdy ekosystem również zalew zmienia swoje biologiczne oblicze. Miejsce wspomnianej wcześniej *Cardium glaucum* zajął inny małż – racicznica zmienna (łac. *Dreissena polymorpha*) przybysz z rejonu Morza Czarnego, który zaczął ekspansję w Europie po uruchomieniu na przełomie XVIII i XIX wieku połączeń wodnych z Europą południową.

Na pierwszym planie - muszle racicznicy zmiennej na brzegu Roztoki Odrzańskiej, fot. A. Strzelecka



Kilka lat temu zauważono w wodach zalewu po raz pierwszy kolejnego migranta – małża *Rangia cuneata* bytującego do niedawna jedynie w wodach.....Zatoki Meksykańskiej! Przybył do Europy prawdopodobnie wraz z wodami balastowymi statków. W Bałtyku został zaobserwowany po raz pierwszy w 2010 r., najwyraźniej ma się u nas świetnie, bo po krótkim czasie stał się gatunkiem powszechnie spotykanym na polskich plażach.

Ewolucja Zalewu Szczecińskiego trwa nadal, jego czasa wypełniana jest osadami, a brzegi ulegają ciągłej abrazji. Jednak głównym czynnikiem dzisiaj zmieniającym oblicze akwenu i wpływającym na jego złożony system jest **antropopresja**. Działalność gospodarcza, rolnicza i gospodarka wodno-ściekowa w całej zlewni Odry wpływają na jakość wód i stopień zanieczyszczenia, co doskonale udokumentowane jest

w osadach Zalewu Szczecińskiego. W rdzeniach wiertniczych pobranych z dna wyraźnie zapisany jest historyczny moment industrializacji poprzez skokowy wzrost zawartości metali ciężkich, a niedawne badania osadów wykazały w nich obecność kilkudziesięciu produktów farmaceutycznych.

Często podnoszony dziś problem mikroplastiku zawartego w wodach dotyczy również akwenu Zalewu Szczecińskiego (precyzyjnie rzecz ujmując aspekt ten można by rozszerzyć o pojęcia makro-, a czasem nawet megaplastiku). Jako produkt ostatnich dekad będzie w przyszłości doskonałym markerem pozwalającym na dokładne wydatowanie osadów tak zwanego antropocenu, w których finalnie wylądował.



Na pierwszym planie - kremowe muszle małża *Rangia cuneata* na brzegu półwyspu Podgrodzie, fot. A. Strzelecka

Najpoważniejsze zmiany spowodowane są jednak przez prace hydrotechniczne. Przekop kanału przez wyspę Uznam i budowa toru wodnego do Szczecina w XIX wieku skutkowały zmianą reżimu hydrologicznego (wody morskie szybciej i łatwiej mogą być wtłaczane do zalewu w okresie cofek) i zmienił elementy krajobrazu. Z pozyskanego podczas budowy urobku z pogłębienia usypano dwie wyspy: Wyspę Refulacyjną w Trzebieży i Chełminek, a refulat odłożony na lądzie posłużył do stabilizacji pasa brzegowego w Roztoce Odrzańskiej.

Również ostatnie prace związane z pogłębieniem toru wodnego poskutkowały usypaniem dwóch okazałych wysp w północnej części Zalewu Szczecińskiego. Puszczając wodze fantazji i mając na uwadze ocieplenie klimatu oczami wyobraźni możemy zobaczyć Zalew Szczeciński z dwoma atolami porośniętymi przez palmy (ciekawe co na to bielik?)



Nowopowstające wyspy refulacyjne na Zalewie Szczecińskim na tle południowych klifów wyspy Wolin,
fot. A. Skowronek

Bibliografia:

- Borówka R.K., Osadczuk K. (2005): Morfologia i budowa geologiczna delty wstecznej Świny. *Geologia i Geomorfologia*, vol 6. Słupsk.
- Borówka R.K., Osadczuk A., Witkowski A., Wawrzyniak-Wydrowska B., Duda T. (2005): Late Glacial and Holocene depositional history in the eastern part of the Szczecin Lagoon (Great Lagoon) basin – NW Poland. *Quat Int* 130.
- Boer de W.M. (2015): Eisrandlagen und Abflussbahnen aus der Weichselkaltzeit in der östlichen Uckermark (Brandenburg / Mecklenburg-Vorpommern). *Entdeckungen entlang der Märkischen Eiszeitstrasse*, 16.
- Borówka R. K., Osadczuk A., Osadczuk K., Witkowski A., Skowronek A., Latałowa M., Mianowicz K. (2017): Postglacial evolution of the Odra River mouth, Poland-Germany. In: *Coastline changes of the Baltic Sea from South to East: past and future projection / (eds.) Jan Harff, Kazimierz Furmańczyk, Hans von Storch*. Springer.
- Bramer H. (1964): Das Haffstausee-Gebiet. *Untersuchungen zur Entwicklungsgeschichte im Spät- und Postglazial*. Dissertation an der Universität Greifswald.
- Decke W. (1907): *Geologie von Pommern*. Berlin.
- Dobracka E. (1980): Rozwój doliny Dolnej Odry i Niziny Puszczy Wkrzańskiej w późnym glacie i holocenie. *Kwartalnik Geol.*, T. 24.
- Duda, T. (2006): Sedymentacja osadów fluwialnych w Dolinie Dolnej Odry rozwijającej się pod wpływem długotrwałego wzrostu poziomu morza. PhD thesis, University of Szczecin.
- Janke W. (1978): Schema der spät- und postglazialen Entwicklung der Talungen der spätglazialen Haffstauseeabflüsse. *Wissenschaftliche Zeitschrift der Universität Greifswald, math.-nat. Reihe* 27(1/2).
- Keilhack, K. (1912): *Die Verlandung der Swinepforte*. Jahrbuch der Koniglich Preussischen Geologischen Landesanstalt. Bd. XXXII, T.2, Berlin.
- Kramarska, R. (1998): Origin and development of the Odra bank in the light of geologic structure and radiocarbon dating. *Geol Quart* 42(3).
- Lampe R. (2005): Late-glacial and Holocene water-level variations along the NE-German Baltic. Sea coast – review and new results. *Quat Int* 133.
- Leipe T., Eidam J, Janke W., Lampe R., Meyer H., Neumann T., Osadczuk A., Puff T., Blanz T., Gingele F., Dannenberger D., Witt G. (1998): Das Oderhaff – Beiträge zur Rekonstruktion der holozänen geologischen Entwicklung und anthropogenen Beeinflussung der Oder-Ästuars. *Meereswissenschaftliche Berichte*, No. 28, Institut für Ostseeforschung Warnemünde.
- Osadczuk A. (2004): Zalew Szczeciński – środowiskowe warunki współczesnej sedymentacji lagunowej. *Rozprawy i studia* vol 549, Wydawnictwa Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego, Szczecin.
- Osadczuk K. (2004): Geneza i rozwój wałów piaszczystych Bramy Świny w świetle badań morfometrycznych i sedymentologicznych. Uniwersytet Szczeciński. *Rozprawy i Studia*, vol. 552. Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego, Szczecin.
- Piotrowski A. (1999): Etapy rozwoju Bramy Świny. In: Borówka RK (ed) *Problemy geologii, hydrogeologii i ochrony środowiska wybrzeża morskiego Pomorza Zachodniego*. Sesja referatowa i konferencje terenowe. LXX Zjazd Naukowy Polskiego Towarzystwa Geologicznego, Szczecin.
- Ruszała M. (1981): Szczegółowa mapa geologiczna Polski, 1:50 000, Arkusz Racimierz (152). Wyd. Geologiczne, Warszawa.
- Rydzewska U. (2016): Analiza struktur glacialnych wyspy Wolin przy wykorzystaniu danych LIDAR. Praca licencjacka.
- Wawrzyniak-Wydrowska B., Kierzek A. (2009): Biostratygrafia: występowanie subfosylnych mięczaków (Mollusca) w osadach Zalewu Szczecińskiego. Zakład Paleooceanologii, Instytut Nauk o Morzu, Wydział Nauk o Ziemi Uniwersytetu Szczecińskiego, (manuscript)
- Witkowski A., Borówka R.K., Bąk M., Olas M., Lutyńska M., Wawrzyniak-Wydrowska B., Osadczuk A., Tomkowiak J. (2003): Zmiany środowiskowe w Zalewie Szczecińskim w późnym glacie i holocenie w świetle analizy okrzemkowej. In: Borówka R.K., Witkowski A. (eds) *Człowiek i środowisko przyrodnicze Pomorza Zachodniego. II Środowisko abiotyczne*. Oficyna In Plus, Szczecin.