

Ujścia hydrotermalne

(inaczej oazy h., źródła h., otwory h., cieplice głębinowe, kominy h., kominy geotermalne)

W 1977 roku, kamery batyskafu Alvin amerykańskiej ekspedycji geologicznej odkryły w Rowie Galapagoskim położonym w osiowej części Grzbietu Wschodniopacyficznego na głębokości około 2500m, coś co nazwano „ogrodem róż”.

W strefie **ryftów oceanicznych** – miejscach rozchodzenia się skorupy ziemskiej; efekt aktywności tektonicznej i wydobywania się gorącej magmy. Woda morska penetrująca przez szczeliny i spękania chłodzi magmę, ale sama nagrzewa się – przy wysokiej temperaturze i ciśnieniu wypłukuje z magmy związki mineralne, po czym przez inne szczeliny wypływa w postaci gorącego mineralnego źródła z rozpuszczonym **dwutlenkiem węgla, amoniakiem, siarkowodorem, metanem**. Powstają białe, albo czarne kominy, w zależności od związków.

Temperatura wody do 200C (z kilkuset m głębokości, gdzie lava ma ok 1400C) lub 20-30C jeśli z mniejszej głębokości. Przy dnie woda ma około 1,6C; woda źródeł gwałtownie się ochładza i rozpuszczone w niej siarczki żelaza, cynku i innych metali wytrącają się, tworząc wysokie do 60m „kominy” (do 2m/rok). Jeśli źródła są chłodniejsze osadzają się tlenki żelaza, krzemionka, siarczan baru. Panuje tam więc wysokie ciśnienie, duże stężenie siarczków i siarczanów metali ciężkich, pH rzędu 2,8. Są to ekosystemy niezależne od światła słonecznego nawet pośrednio; oparte na utlenianiu siarkowodoru. Chemosynteza prowadzona przez bakterie przystosowane do temperatury do 200C, ale inne organizmy preferują temperaturę około 25C.

Żyją tam pierwotnie uważane za gigantyczne (do 3m długości) osiadłe wieloszczety, potem zaliczane do typu lub gromady POGONOPHORA, obecnie całkiem nowy typ VESTIMENTIFERA. Molekularne badania ich hemoglobiny wskazują na bliskie pokrewieństwo z pierścienicami i utworzono dla nich, w obrębie **wieloszczetów** rodzinę **rurkoczulkowców** (SIBOGLINIDAE); około 150 gatunków.

Przewód pokarmowy zanika w trakcie metamorfozy. Żyją w zbudowanych przez siebie białych rurkach z siarki (lub kompleksu chitynowo-białkowego), odkładanej przez symbiotyczne bakterie hemosyntetyzujące z których wystawiają 0,5m pióropusz skrzelowy barwy krwi.

Riftia pachyptila do transportu tlenu, dwutlenku węgla i siarczków do wnętrza ciała wykorzystuje specyficzne hemoglobiny o wyjątkowo złożonej strukturze, są one odporne na zatrucie siarkowodorem.

Przykłady zwierzątek:

- *Alvinella pompejana* – skrajny termofil, tylna część ciała w wodzie o temperaturze do 80C, jest pokryta gęstą „sierścią” z bakterii które prawdopodobnie nadają tą termoodporność.
- *Wielkie małże do 30cm, białe (sercówki?) Calyptogena magnifica* o ciałach koloru krwi. Symbiotyczne bakterie na silnie rozbudowanych skrzelach. Czerwone ubarwienie od bardzo dużej ilości hemoglobiny, potrzebnej aby dostarczyć tlen w obecności stałego nadmiaru siarkowodoru.
- Małże z rodzaju *Bathymodiolus* żółte, o masie do pół kg, odfiltrowują zawieszony w wodzie bakterie.
- Wieloszczety osiadłe i obunogi z rodziny PARDALISCIDAE – odżywiają się bakteriami siarkowymi unoszącymi się w wodzie lub tworzącymi naloty na skałach,
- Ślepe kraby, białe, kilka gatunków, zjadają prawdopodobnie martwe małże, *Riftia*, i inne wieloszczety i obunogi.
- Kaczenice *Neolepas* sp.
- Langusta *Munidopsis rests*.
- Ośmiornica *Vulcanoctopus hydrothermalis*.

- Rurkoczulkowiec *Tevnia jerichonana*.
- Ślimaki czaszołki *Leptodrilus* i *Euleptopsis*.
- Wieloszczety aktywnie pływające.
- Ryby z rodziny węgorzycowatych.

Łącznie ponad 300 gatunków prawie wyłącznie **endemicznych**. Biomasa makrofauny dennej ujść hydrotermalnych to 15-50 kg/m² dna (zwykle na tych głębokościach jest 0,1-10 g/m²).

Wielkość pojedynczej oazy to kilkadziesiąt a czasem tylko kilka metrów szerokości-długości (rzadko powyżej 100).

Czas „życia” oazy ocenia się na 10-100 lat, lub na kilka. Potem ujścia ulegają zatkaniu osadami, ustaje dopływ siarkowodoru, giną bakterie i zwierzęta. Albo też aktywność wulkaniczna ustaje. Odległość między oazami to nawet kilka tysięcy km, ale fauna jest bardzo podobna we wszystkich oazach. Dlaczego? Przypuszczalny mechanizm zasiedlania (szybki, trwa tylko kilka lat): larwy rurkoczulkowców dzięki dużej zawartości lipidów mogą swobodnie unosić się w strumieniu ciepłych wód wyrzucanych w górę nad ujściami hydrotermalnymi i następnie może być biernie roznoszone przez głębinowe prądy oceaniczne. Larwy odżywiają się chemosyntezującymi bakteriami i przechodzą metamorfozę, zanik otworu gębowego i odbytowego.

Znane są setki oaz na głębokości 1500-6000 m, we wszystkich oceanach świata, zawsze na grzbietach śródoceanicznych (mapka).

Znaczenie oaz hydrotermalnych w bilansie energetycznym biosfery jest **znikome**. Stanowią one **izolowane** ekosystemy. **Rurkoczulkowce pełnią w nim rolę organizmów autotroficznych „roślin”**. Ryby i kraby zjadają skrzela rurkoczulkowców, które potem odrastają. Są jednak ważne ze względu na możliwość wyjaśniania pochodzenia życia na Ziemi.

Bałtyk

morze szelfowe, śródkontynentalne, część Oceanu Atlantyckiego. Płytkie, słonawe, pozbawione pływów (prawie, u nas tylko 2cm, chociaż w zatoce Fińskiej pół m).

Prehistoria: u schyłku paleogenu na dużej części obecnego Bałtyku istniało ciepłe, płytkie morze. A w miocenie ląd; ciepły klimat, liczne bagna, tworzenie się pokładów torfu i węgla brunatnego. Pod koniec miocenu i w pliocenie nastąpiło ochłodzenie i osuszenie klimatu, wylesianie, intensywne wietrzenie skał i erozja powierzchniowa. Rzeki z obszarów dzisiejszej Skandynawii rzeźbiły pierwotny zarys niecki bałtyckiej.

Przykłady zwierzątek (formy przewodnie, dla różnych etapów Bałtyku – występujące w krótkim czasie na dużym obszarze i dość licznie, pomagają ustalić historię danej warstwy):

- przytulik strumieniowy *Ancylus fluviatilis*,
- *Portlandia arctica* (daw. *Yoldia arctica*),
- pobrządek *Littorina littorea*,
- okrzemki z rodzaju *Mastogloia*,
- małgiew płaskoład *Mya arenaria*,
- błotniarka bałtycka *Radix baltica* (daw. *Lymnea ovata*),

Bałtyckie Jezioro Lodowe, Jezioro Zaporowe; słodkowodny zbiornik powstały z wód topniejącego lodowca w początkowej i końcowej fazie rozwoju (13000 i 10300 lat temu). Około 11000 lat temu lodowiec skandynawski cofa się, u jego czoła istnieje Bałtyckie Jezioro Lodowe. Zajmowało obszar dzisiejszego Bałtyku, a jego poziom był ponad 20m wyższy od ówczesnego poziomu oceanu. Nadmiar wód słodkich spływał prawdopodobnie w kierunku północno-

wschodnim do Morza Białego. Przypuszcza się, że również na zachodzie mogło istnieć wąskie połączenie z Morzem Północnym. Surowy arktyczny klimat zbliżony do klimatu współczesnej Grenlandii, chłodny, kontynentalny, z dużymi dobowymi wahaniami temperatury; średnia temperatura lipca nie przekraczała 12C. Fauna i flora były bardzo ubogie i składały się głównie z gatunków słodkowodnych.

Około 10300 lat temu na skutek stopienia się lądolodu powstało w środkowej Szwecji połączenie Bałtyckiego Jeziora Lodowego z oceanem (jeziora Wener i Wetter to resztki tego połączenia), poziom wody się wyrównał, morze stało się słone. Pojawił się wtedy małż *Portlandia arctica* (*Yoldia arctica*), od którego nazwano ten etap rozwoju **Morzem Yoldiowym**.

Przypuszcza się, że w okresie tym istniało jeszcze połączenie z Morzem Białym i tą drogą napływały gatunki arktyczne, z których część przetrwała w Bałtyku do dziś (przykłady zwierząt: podwój wielki/wesz morska *Mesidotea entomon*, lisica *Agnus catapharactus*, kurek szary – to reliktury arktyczne, choć nie wiadomo jak przetrwały następną fazę Bałtyku).

Poziom wód Morza Yoldiowego początkowo był niższy od poziomu współczesnego Bałtyku o około 50m. Jednak szybko wzrastał, wraz ze wzrostem poziomu wód w oceanie. Równocześnie topniał w Skandynawii lądolód i pozbawiona obciążenia płyta fennoskandii podnosiła się szybciej niż wzrastał poziom oceanu i ok. 9500 lat temu w środkowej Szwecji nastąpiło zamknięcie się cieśniny. Nastąpiło odcięcie Morza Yoldiowego od wód oceanicznych i przekształcenie go w wysłodzone jezioro zasilane wodami rzek i strumieni spływających z resztek lodowca. Około 9200 lat temu etap Jezioro Ancylusowe (od szczególnie licznych wtedy ślimaka przytulika strumieniowego *Ancylus fluviatilis*).

Zasiedliła je typowa fauna słodkowodna, np. ślimaki błotniarki i ryby słodkowodne; gatunki morskie niemal całkowicie wyginęły. Nastąpiło znaczne ocieplenie klimatu, jednak klimat był wilgotniejszy i nieco chłodniejszy od dzisiejszego. Temperatura lipca nie przekraczała 15C. Mimo ocieplenia życie było w Bałtyku ubogie.

Około 8500 lat temu nastąpiło połączenie poprzez Cieśniny Duńskie Jeziora Ancylusowego z Morzem Północnym, skąd zaczęły przenikać słone wody. Początkowo wymiana wód była słaba, gdyż cieśniny były węższe i płytsze niż dziś. Wraz ze wzrostem poziomu wód w oceanie intensywność dopływu słonych wód rosła i w latach 8500-7500 zasolenie stopniowo narastało. Ten stan przejściowy nazywa się **Morzem Mastogloia** od okrzemek słonawowodnych z rodzaju *Mastogloia*.

Około 7500 lat temu pojawił się ślimak morski pobrzązek, od którego ten etap nazwano **Morzem Litorynowym** (ok 7500 lat temu). Było ono cieplejsze (o 2-3C) i bardziej słone (o 5-6 promili) niż obecne - sercówki i omułki miały grubsze muszle, u wybrzeży Danii żyły ostrygi.

Wygląd północnych i południowych wybrzeży Bałtyku zmieniał się w różny sposób: w części północnej zachodziło trwające do dzisiaj szybkie podnoszenie się skorupy ziemskiej (szybsze niż wzrost poziomu morza). Na skutek tego morze wycofywało się a przybywało lądu. W części południowej gdzie ruchy skorupy ziemskiej zanikły następowało szybkie wkraczanie morza na obszary lądowe.

Około 4000 lat temu w rejonie Cieśnin Duńskich na skutek nieznacznego podniesienia się skorupy ziemskiej, wymiana wód z Morzem Północnym stopniowo zmniejszała się a Bałtyk stał się morzem mniej słonym. Okres ten nazywamy Morzem Politorynowym. Prawdopodobnie około 1000 lat temu pojawił się w Bałtyku małż *Mya arenaria*. Przywędrował on z Ameryki Północnej przyczepiony do łodzi wikingów (lub celowo zawleczony). Ten najnowszy etap rozwoju Bałtyku nazwano **Morzem Mya** od błotniarki słodkowodnej *Lymnaea ovata* (obecnie *Radix baltica*).

Bałtyk współczesny

Powierzchnia z Kattegatem i cieś. Duńskimi to **1/1000 pow. wszechoceanu** – 415 000 km²

bez cieśnin – 385 000 km²

ilość wody 21 721 km³

czas pełnej wymiany wody – 24 lata

morze płytkie - największa głębokość, Głębia Landsort – 459 m

Średnia głębokość 52m

Długość podstawowej linii brzegowej – 8000 km, rozwiniętej 22000 km.

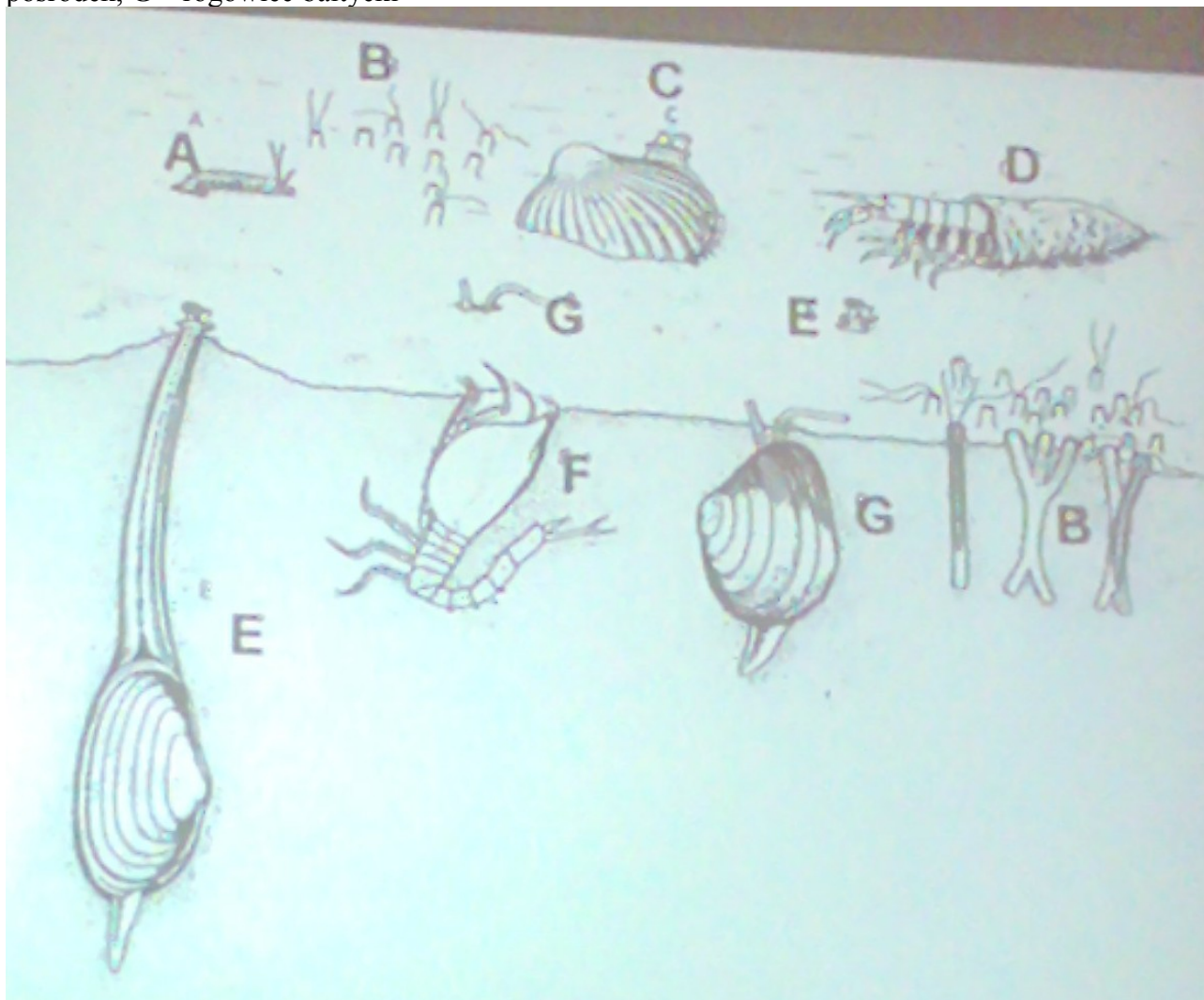
Zatoki: Ryska, Fińska, Botnicka, Gdańska etc. Hydrograficznie mówimy o tzw. Bałtyku właściwym, morzu pod...? i zatoce Botnickiej. Baseny i ławice – mapka.

Wybrzeża: piaszczyste (dominują w PL), szkierowe (zatoniony ląd powtórnie się wynurzający), fiordowe, klifowe, zatoki i zalewy.

Osady głównie piaszczyste, żwirowe, miejscami muliste, brak w ogóle dna skalistego.

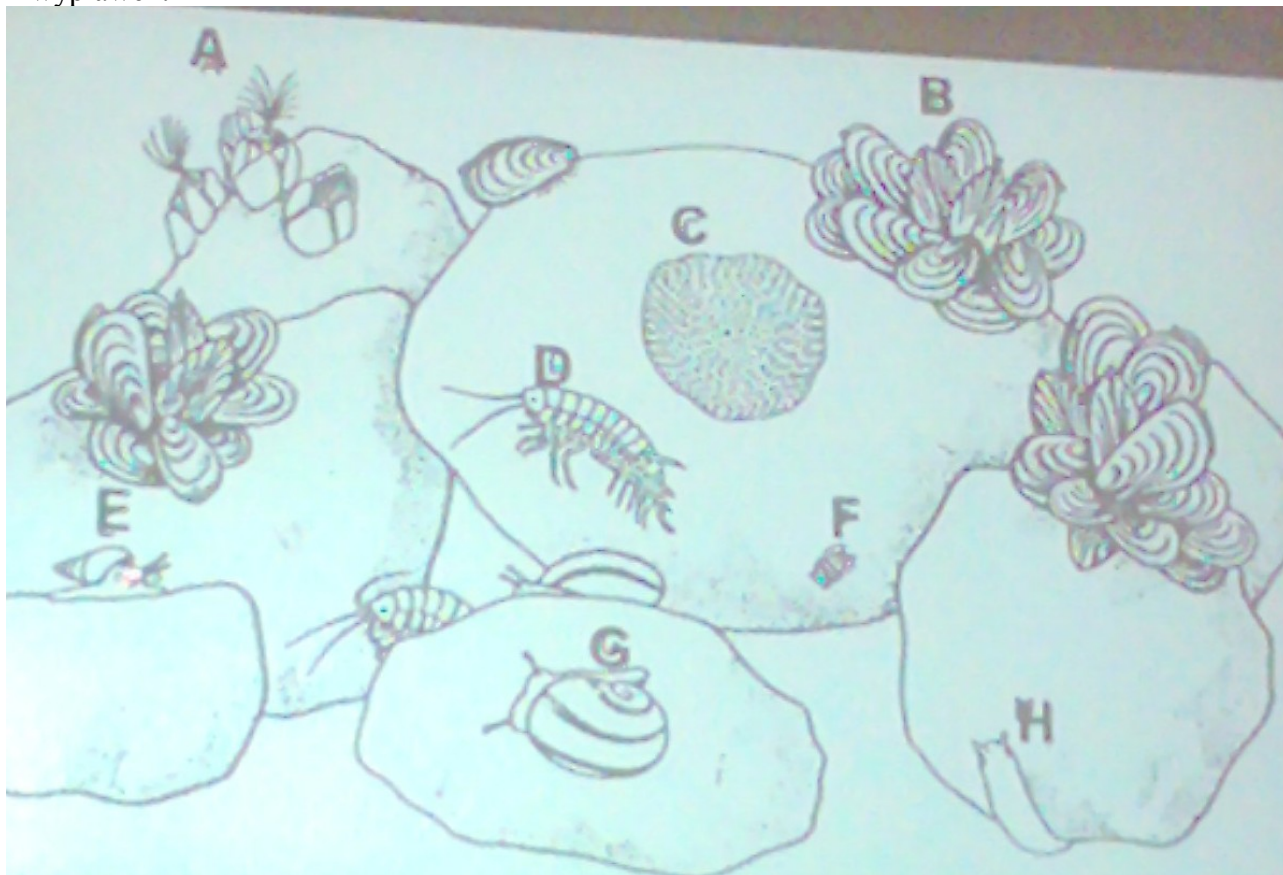
Mieszkańcy dna piaszczystego:

A – nereida, B – pygospio, C – sercówka, D – bełkaczek pospolity, E – małgiew płaskożłaz, F – pośródek, G – rogowiec bałtycki



Mieszkańcy dna kamienistego:

A – pąkla, B – omulek, C – siatecznik, D – kielż, E – wodożyłka, F – jera, G – rozdeptka rzeczna, H – wypławek.



Bałtyk jest morzem o silnie zaznaczonym kontynentalizmie – jest na tyle otoczony lądem że klimat lądowy ma na niego duży wpływ. Okres zlodzenia średnio ponad 6 miesięcy, w PL 1-2 miesiące (odnosi się to do różnego typu lodu); duże wahania temperatury.

Wielkość cieśnin Duńskich w najważniejszych miejscach (generalnie są bardzo wąskie i płytkie):

Wielki Belt: szerokość 16km, głębokość 15m

Sund: 4km x 12m

Mały Belt: 1km x 7m

Bilans wodny Bałtyku w km³

- przychody:

opady 200

z morza 430

z rzek 470

razem 1100

- rozchody:

parowanie 180

odpływ 920

razem 1100

bilans jest dodatni, duże opady i dopływ wód rzecznych (nadwyżka wód słodkich), małe parowanie, niewielka wymiana przez cieśniny i raczej z Bałtyku niż do.

Zasolenie jest różne, maleje z zachodu na wschód:

w głębi Bornholmskiej 15-21 promili, w Gdańskiej i Gotlandzkiej 10-16 promili. Brak jesiennego mieszana wód; zanik tlenu w ciągu około 0,5 roku od wlewu wód morskich.

Brak gatunków endemicznych, organizmy słodkowodne, słonawowodne i morskie. Brak wielu typowych organizmów morskich – nie ma szkarłupni, węzowideł, prawie nie ma wieloszczetów, skorupiaków, nie ma głowonogów, chitonów, bardzo mało ryb morskich itd.

Rośliny dna, zmiany od zachodu na wschód:

w Kattegat – sięga do głębokości ponad 10m, *Laminaria*, *Fucus*, pąkle;

Bałtyk właściwy – sięga płycej roślinność, glony słodkowodne, Cladofora, ubożej;

zat. Botnicka – płytko, bardzo ubogo, brak praktycznie morskich.

Spadek zróżnicowania gatunkowego zwierząt morskich wraz ze spadkiem zasolenia (tabelki – liczba gatunków przy różnym zasoleniu). Spadek wielkości organizmów – porównanie: morze pełnosłone i Bałtyk południowy np. chelbia modra odpowiednio 40 i 30 cm.

Zwierzątka duże (i zasięgi występowania):

foka pospolita, foka obrączkowana (nerpa), foka szara, morświn.

Zagrożenia: zanieczyszczenia – rosnąca ilość fosforu i azotu, zagrożeniem jest więc eutrofizacja podobnie jak dla jezior. Efektem jest pojawianie się pustyń głębinowych – miejsc gdzie na dnie rozkłada się materia i powstaje trujący siarkowodor, nie ma tam życia. Podobnie jest w morzu Czarnym, gdzie poniżej 200m nic nie ma poza bakteriami. Ale u nas to z powodu działalności człowieka. Biogeny powodują zakwity sinic, zielenic, wiciowców.

Glony powodujące zakwity w Bałtyku:

sinica *Nodularia spumigena*, sinica *Aphanizomenon flos-aque*, zielenica *Oocystis*, wiciowiec *Cryptomonas*. Zagrożenie przez toksyny, oraz przeszkadzają filtratorom, zaciemniają wodę, zużywają tlen rozkładając się.

Odbija się to też na połowach ryb. Rosną tylko połowy płoci która jest odporna, reszta spada.

Ilość metali ciężkich spada. Zagrożeniem są też pozostałości po wojnie, miny, bomby, niewypały.

Zbyt silne połowy: morze jest przełowione, eutrofizacja wpływa źle na dorszowate i inne ryby.

Chociaż np. dla szprota czy śledzi jest korzystna.

Nowi przybysze, inwazyjne gatunki:

krab wełnistoreęki zawleczony jako larwa planktonowa z wód Chińskich, na cały Bałtyk, dotarł Wisłą aż na Mazury; potem przyhamowała jego ekspansja;

krabik amerykański wody przybrzeżne silnie wysłodzone;

babka bycza wody przybrzeżne, przyssawka brzuszna – żyje przy dnie; zawleczona z Morza Czarnego, rozprzestrzeniła się przez rzeki na wiele krajów w Europie; zjada omułki, jest zjadana przez ptaki morskie; duże zmiany w łańcuchach troficznych;

małż *Dreissena polymorpha*.