



PLAŻA

przewodnik
użytkownika

Centre of Excellence for Shelf Seas Science
Instytut Oceanologii PAN, Sopot 2005

PLAŻA

przewodnik
użytkownika

redakcja
Jan Marcin Węślawski IO PAN/CESSS
Maria Szymelfenig IO UG
Jacek Urbański IO UG

opracowanie graficzne
Stanisław Węślawski IO PAN/CESSS

Na podstawie informacji, których dostarczyli:

Eugeniusz Andrulewicz
MIR - ochrona Bałtyku, organizacje międzynarodowe

Bożena Bogaczewicz-Adameczak
IO UG - okrzemki, bioindykatory

Bohdan Draganik, Krzysztof Radtke
MIR - rybołówstwo i wędkarstwo

Jacek Herbich
IB UG - rośliny

Marcin F. Jędrzejczak
MSOŚ UW - materia organiczna na brzegu

Tomasz Józwiak
IO UG - zanieczyszczenia na brzegu

Elżbieta Kaczorowska
IB UG - owady

Lech Kotwicki
CBE PAN - meiofauna

Mirosław Kuklik
MZP - etnografia i muzealnictwo

Barbara Malinga, Krzysztof Opaliński
CBE PAN - bioenergetyka

Stanisław Massel
IO PAN/CESSS - fale i filtracja przez plaże

Jacek Nowacki, Maria Bartoszewicz, Teresa Szumilas
ZOŚHT AMG - wskaźniki sanitarne kąpielisk

Krystyna Olańczuk-Neyman, Katarzyna Jankowska
KTWŚ PG - bakterie na plaży

Zbigniew Pruszek
IBW PAN - procesy brzegowe

Iwona Sagan
KGE UG/ RECURSE - miasta nadmorskie, socjoekonomia

Mariusz Sapota, Krzysztof Skóra
IO UG - ryby, ssaki, ochrona gatunkowa

Lech Stempniewicz
IB UG - ptaki

Szymon Uścińowicz, Joanna Zachowicz
PIG - geologia plaży

Józef Wiktor
IO PAN/CESSS - glony

Tymon Zieliński, Mirosław Darecki
IO PAN/CESSS - aerozole, atmosfera, UV

ilustracje
Stanisław Węślawski
fotografie

Eugeniusz Andrulewicz, Piotr Bugaj, Jerzy Dąbrowski, Monika Dziengo, Stanisław Geppert, Jacek Herbich, Lech Kotwicki, Ryszard Kretkiewicz, Tomasz Linkowski, Jarosław Samsel, Aleksandra Świstulska, Jacek Urbański, Jan Marcin Węślawski, Stanisław Węślawski, Józef Wiktor, Aleksandra Zgrundo

Instytucje, w których pracują autorzy tej książki:

CBE PAN - Centrum Badań Ekologicznych Polskiej Akademii Nauk
<http://www.cbe-pan.pl>

CESSS - Centre of Excellence for Shelf Seas Science
(Centrum Doskonałości Badań Mórz Szelfowych)
<http://www.iopan.gda.pl/CeSSS.html>

IB UG - Instytut Biologii Uniwersytetu Gdańskiego
<http://www.bgo.ug.gda.pl>

IBW PAN - Instytut Budownictwa Wodnego Polskiej Akademii Nauk
<http://www.ibwpan.gda.pl>

IO PAN - Instytut Oceanologii Polskiej Akademii Nauk
<http://www.iopan.gda.pl>

IO UG - Instytut Oceanografii Uniwersytetu Gdańskiego
<http://www.ocean.univ.gda.pl>

KGE UG - Katedra Geografii Ekonomicznej Uniwersytetu Gdańskiego
<http://geografia.univ.gda.pl/kat/kge>

KTWŚ PG - Katedra Technologii Wody i Ścieków Politechniki Gdańskiej
<http://www.pg.gda.pl/hydro>

MIR - Morski Instytut Rybacki w Gdyni
<http://www.mir.gdynia.pl>

MSOŚ UW - Międzywydziałowe Studium Ochrony Środowiska Uniwersytetu Warszawskiego
<http://msos.uw.edu.pl>

MZP - Muzeum Ziemi Puckiej

PIG - Państwowy Instytut Geologiczny, Oddział Morski w Gdańsku
<http://www.pgi.gda.pl>

RECURSE - Research and Education Centre for Urban Socio-Economic Development
(Centrum Badań i Edukacji Rozwoju Socjoekonomicznego Miast)
<http://recourse.univ.gda.pl>

ZOŚHT AMG - Zakład Ochrony Środowiska i Higieny Transportu Akademii Medycznej w Gdańsku
<http://www.amg.gda.pl>



wydawca
Centre of Excellence for Shelf Seas Science
Instytut Oceanologii Polskiej Akademii Nauk
81-712 Sopot, ul. Powstańców Warszawy 55
email: office@iopan.gda.pl; tel. 5517283; fax 5512130

© Instytut Oceanologii Polskiej Akademii Nauk
druk PC-graf, Gdańsk
nakład 1000 egz.
ISBN 83-911901-9-6

Sopot 2005

SPIS TREŚCI

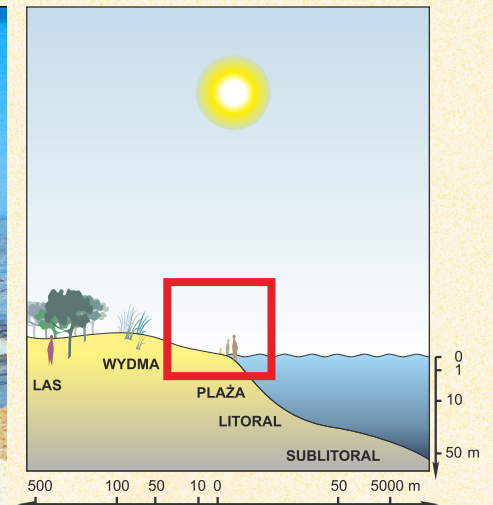
7	dla kogo i po co ta książka	63	martwe zwierzęta na brzegu - czy wszczynać alarm
8	kilka użytecznych definicji	64	tempo przemiany materii
9	co to jest plaża	65	plaża - wielki filtr biologiczny
10	piasek plażowy	66	śmieci na plaży
11	kolorowe piaski	67	zanieczyszczenia
12	kamieniste plaże	68	rozlewy ropy naftowej
13	kamienie i skamieniałości na plaży	69	jakość plaży, gorsze i lepsze miejsca na brzegu
14	ruch wody w piasku, filtracja	70	ludność polskiego wybrzeża
15	wilgotny piasek	71	kaszubska tradycja
16	suchy piasek	72	wartości krajobrazu brzegu morskiego
17	woda gruntowa	73	morskie obszary chronione
18	różnorodna linia brzegowa	74	latarnie morskie
19	płytka woda	75	mała i duża architektura na brzegu
20	fala, energia, rozpraszanie	76	muzea i edukacja na brzegu
21	prądy rozrywające i prąd wzdłużbrzegowy	77	plaża jako miejsce inspiracji kulturalnej
22	sztorm	78	rzeźby z piasku
23	zmiany poziomu morza	79	bursztyny
24	plaża naprawia się sama	80	wydobycie zasobów naturalnych - burszyn, żwir, piasek
25	obrona przed erozją	81	wykorzystanie odnawialnych zasobów energii
26	inżynier na plaży	82	rybołówstwo łodziowe
28	temperatura, zasolenie	83	kontrowersyjne inwestycje
30	aerozol, natlenienie, sole biogeniczne	84	perspektywy rozwoju wybrzeża
31	światło, sezonowa ilość promieniowania, UV, dziura ozonowa	85	wartość środowiska naturalnego plaży
32	bryza	86	rynek pracy i usług związanych z plażą i wybrzeżem
33	ruch piasku	87	sezonowość gospodarki na plaży
34	wydma	88	turystyka morska w Polsce
35	umacnianie wydm	89	żegluga rekreacyjna i turystyczna
36	roślinność plaży	90	kurorty - Międzyzdroje
38	mikroorganizmy	91	kurorty - Mielno
40	okrzemki jako wskaźniki stanu środowiska	92	kurorty - Łeba
41	bakterie na plaży	93	kurorty - Hel
42	sinice, zakwity glonów jednokomórkowych	94	kurorty - Sopot
43	maty glonowe, makroglony	95	kurorty - Krynica Morska
44	meiofauna	96	rekreacyjny sprzęt plażowo-wodny
45	makrofauna	97	bezpieczna kąpiel
46	ryby	98	sport na plaży
47	owady na plaży	99	wędkarstwo sportowo-rekreacyjne
48	ptaki, ssaki i ryby	100	test na zdrowie plaży
50	plaża nocą	101	kodeks brzegowy
51	plaża zmienia się sezonowo	102	do kogo należy plaża
52	skała lokalna	103	instytucje zajmujące się badaniem i odpowiedzialne za brzeg morski
53	skała regionalna	104	przepisy europejskie dotyczące strefy brzegowej morza i jej ochrony
54	Europa na plaży	105	HELCOM
55	tropiki	106	organizacje pozarządowe działające w strefie brzegowej
56	skała globalna - życie na plażach świata	107	programy naukowe dotyczące strefy brzegowej
58	człowiek na plaży	108	słowniczek
60	kąpieliska - jakość wody	110	wybrana literatura
62	martwa materia organiczna	112	strony internetowe, z których pozyskano informacje

DLA KOGO I PO CO TA KSIĄŻKA

Ta książka jest poradnikiem - tak jak instrukcja obsługi samochodu albo książka kucharska. Ten przewodnik może służyć każdemu, kto korzysta z morskiej plaży - turystom, osobom prowadzącym usługi turystyczne, sportowcom (np. windsurferom i pływaczom), pracownikom administracji podejmującym decyzje dotyczące naszego wybrzeża, rybakom i wędkarzom, uczniom i nauczycielom organizującym wycieczki przyrodnicze.

W jasny i skrótowy sposób chcemy tu przedstawić najważniejsze informacje o tym "ekosystemie dla każdego". W pracy nad tą książką zaangażowane było bardzo liczne grono osób z różnych instytucji naukowych, które często od wielu lat prowadzą badania plaż. Lista autorów - ekspertów zamieszczona jest na wewnętrznej stronie okładki wraz z informacją o ich specjalnościach. Wymienione na tej liście osoby to kompetentne grono polskich specjalistów zajmujących się strefą plaży. Oznacza to, że ich opinii można zaufać. Niektórzy z nich reprezentują nauki społeczne i najłatwiej wypowiadają się w słowach, inni to np. matematycy, opisujący plażę za pomocą skomplikowanych wzorów, a jeszcze inni to ekologowie czy oceanografowie. Wszyscy mają coś ważnego do przekazania na temat plaży. Troje z nas podjęło się zadania scalenia i ujednolicenia informacji uzyskanych od autorów i ubrania ich w ilustracje, żeby łatwiej było zrozumieć specjalistyczny punkt widzenia. Dlatego ilustracje są nie tylko ozdobą, ale bardzo istotną częścią informacyjną naszego poradnika.

W książce koncentrujemy się na wąskiej strefie pasa plaży i wód kąpieliskowych, które zostały potraktowane jako wydzielony ekosystem. Opisujemy fizyczne własności plaży, jej dynamikę, powstawanie, geologię, chemizm, świat mikro- i makroorganizmów, ich wzajemne powiązania. Uwzględniamy też ludzi korzystających z plaży, rynek usług i produktów, przepisy i regulacje prawne: lokalne, krajowe i europejskie. Książka przedstawia całe nasze wybrzeże, ze szczególnym uwzględnieniem Sopotu, Gdyni i Helu. Każda strona stanowi samodzielną informację na jeden temat, może być wyrwana z kontekstu i dalej służyć jako źródło informacji (np. po skopiowaniu na przezroczce lub stronę WWW).



KILKA UŻYTECZNYCH DEFINICJI

Wiele używanych potocznie słów ma inne podstawowe znaczenie niż się to nam może wydawać. Dla jasności, podajemy że:

Biocenoza - to organizmy żywe wchodzące w skład ekosystemu.

Ekologia - to dyscyplina naukowa, dział biologii zajmujący się badaniem związków organizmów żywych ze środowiskiem. Ekologia odpowiada na pytanie - dlaczego rośliny i zwierzęta występują właśnie tam, gdzie je znajdujemy. W Polsce ekologia jest powszechnie mylona z nauką o ochronie środowiska naturalnego - sozologią.

Ekosystem - to umowny, zajmujący wyodrębniony obszar, zespół elementów przyrody ożywionej i nieożywionej. Pomiędzy elementami ekosystemu następuje przepływ energii i obiegu materii. Ekosystem jest pojęciem związanym z procesem przepływu energii - od promieniowania słonecznego, przez rośliny, do konsumentów i bakterii rozkładających szczątki organiczne na elementy chemiczne. Ekosystemem może być tak kropla wody (dla mikroorganizmów) jak i całe morze.

Ekoton - to strefa styku pomiędzy dwoma ekosystemami, np. plaża może być ekotonem pomiędzy lasem i morzem.

Erozja - to naturalny proces niszczenia i rozdrabniania skał przez wietrzenie, wypłukiwanie, zamarzanie, mechaniczne uszkodzenia itp. Określenie to opisuje też "starzenie się" gór, niszczenie brzegów morskich, pogłębianie dolin rzek itp. Erozja brzegu morskiego nazywana jest też abrazją.

Habitat - to miejsce zamieszkania organizmów, ich siedlisko.

Monitoring środowiska - to regularne obserwacje wybranych procesów lub parametrów środowiska, służące rozpoznaniu jego zmian.

Ochrona środowiska - dawniej określana jako ochrona przyrody - to wszystkie działania zapobiegające niszczeniu przyrody żywej i nieożywionej. Z założenia powoduje konflikt z rozwojem gospodarczym opartym na nadmiernej eksploatacji bogactw naturalnych.

Podejście ekosystemowe - to rozwiązywanie problemów ochrony środowiska z uwzględnieniem wiedzy o procesach zachodzących w ekosystemie, w oparciu o pomiary i obserwacje funkcjonowania ekosystemu. Przeciwieństwem jest "**podejście sektorowe**" polegające na analizowaniu pojedynczych parametrów np. liczebności jakiegoś gatunku lub stężenia jakiejś substancji.

Sozologia - to nauka o ochronie i zagrożeniach środowiska naturalnego.

Stres - w naukach o środowisku to pojęcie oznacza każde zakłócenie naturalnego procesu.

Struktura troficzna - to sieć połączeń pokarmowych w ekosystemie.

Zanieczyszczenia - to umowne określenie substancji (zanieczyszczenia chemiczne) lub organizmów (zanieczyszczenia biologiczne) obcych dla danego środowiska.

Zrównoważony rozwój - to pojęcie wprowadzone w ostatnich latach do licznych dokumentów międzynarodowych, oznaczające taki rozwój gospodarczy, który nie narusza równowagi w przyrodzie i nie prowadzi do wyczerpania zasobów naturalnych.



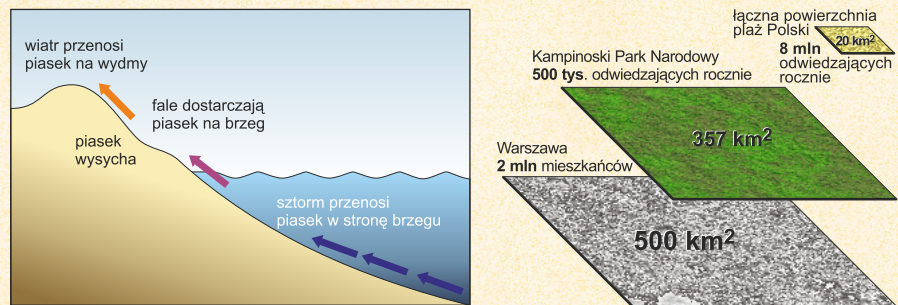
CO TO JEST PLAŻA

Plaże są rezultatem działania trzech czynników: fal, wahań poziomu morza i wiatru. Mogą być tworzone z piasku, mułu, muszli lub kamieni. Nie ma dwóch identycznych plaż. Oprócz materiału, z którego są zbudowane, może je różnić szerokość, nachylenie, głębokość strefy przybrzeżnej czy kształt linii brzegowej.

Na naszym wybrzeżu najczęściej napotkamy plaże piaszczyste. Mogą one tworzyć od strony lądu wydmy, dzięki czemu nabywają zdolności odbudowywania się po silnych sztormach.

Materiał, z którego powstaje plaża pochodzi z morza, do którego dostał się z lądu. Skały lądu zamieniane są w glebę (w skład której wchodzi piasek, muły i ropy), gleba spłukiwana jest przez wodę do morza. Poruszająca się woda, jak sito, sortuje materiał z lądu osadzając go w różnych strefach dna. Piasek jest transportowany przez fale w stronę brzegu. W kierunku brzegu przemieszczają go, zdarzające się od czasu do czasu, silne sztormy. W strefie brzegu załamują się fale przenoszące piasek do i od brzegu. Kiedy poziom morza opada, piasek na brzegu wysycha. Wtedy wiatr zaczyna przenosić ziarenka piasku formując wydmy. Silne sztormy mogą rozmyć wydmy, ale piasek zostanie zatrzymany w strefie brzegowej i po pewnym czasie fale wniosą go powtórnie na brzeg.

Plaża i wydmy stanowią jedyny rodzaj brzegu, który potrafi oprzeć się morzu. Zniszczona plaża może odbudować się sama.



Proces budowania plaży przebiega nieregularnie. W okresach kiedy jest mało sztormów, mało deszczu, wieje wiatr od morza i jest dużo słońca, buduje się zaplecze plaży od strony brzegu - wydmy, a plaża staje się stroma. W czasie kiedy przeważa wiatr od lądu, jest dużo deszczu, sztormów i mało słońca, na zapleczu od strony morza przybywa nowego piasku. Wydma ulega niszczeniu. Materiał z niej jest magazynowany w strefie brzegowej a plaża staje się bardziej płaska.

Istnieje szereg zagrożeń, które mogą naruszyć stan równowagi powtarzających się cykli. Wtedy plaża zaczyna znikać. Większość zagrożeń jest pośrednio lub bezpośrednio spowodowanych przez człowieka.

W Polsce plaże morskie są wąziutkim paskiem ciągnącym się niemal nieprzerwanie przez prawie 500 km naszego wybrzeża. To, że szerokość polskich plaż waha się od kilku do 100 m, powoduje, że całkowita powierzchnia tego środowiska wynosi zaledwie około 20 km². To tyle co powierzchnia dużego jeziora lub małego lasu gdzieś w głębi kraju. Tę niewielką powierzchnię odwiedza co roku około 8 mln ludzi - przekopuje, buduje na niej obiekty, odpoczywa, pracuje. Plaża jest źródłem zysków i pracy dla tysięcy ludzi w Polsce, stanowi jeden z najbardziej intensywnie używanych i najmniej poznanych ekosystemów naszego kraju.

PIASEK PLAŻOWY

Piasek zbudowany jest głównie z ziarenek kwarcu o średnicy od 0,1 do 2 mm. Jest on składnikiem gleby lub osadu w zbiornikach wodnych tworzonych ze skał w długotrwałym procesie ich fizycznego rozdrabniania i chemicznej zmiany składników. Piaski, muły i ropy składają także w skład glin zwałowych, które pozostawił lądolód w rejonie Bałtyku. Muły i ropy składają się też m.in. z ziarenek lub pyłu kwarcowego o rozmiarach od 0,005 do 0,1 mm (muł) i poniżej 0,005 mm (ropy).

Spluwające po lądzie wody oraz bezpośrednia erozja wybrzeża doprowadzają rozdrobiony materiał do morza. Poruszająca się woda segreguje składniki gliny, odkładając je w różnych miejscach. Piasek, którego ziarenka są największe, jest transportowany przez fale w stronę brzegu, gdzie może pozostać na plaży. Piasek na plaży może być niekiedy zanieczyszczony mułem i ropy lub substancjami organicznymi. Osłabia to jego wysychanie. Sprzyja także tworzeniu skorupy, co utrudnia przemieszczanie piasku przez wiatr i tworzenie wydm.



KOLOROWE PIASKI

W piasku na wybrzeżu Bałtyku wśród przezroczystych i jasnych ziaren zdarzają się ciemnofioletowe smugi złożone w znacznej części (często ponad 60%) z tzw. minerałów ciężkich - głównie magnetytu, ilmenitu, rutyłu i monocyту. Spotyka się w nich również półszlachetne minerały, jak granaty i cyrkon. Obecność minerałów ciężkich, dość powszechnych na plaży, wiąże się z przemywaniem przez wodę materiału powstałego w rezultacie niszczenia skał lądu. Wielokrotne przesiewanie, transport i akumulacja prowadzą do gromadzenia się cząstek o podobnych rozmiarach i ciężarze - w ten sposób tworzone są na plaży ciemniejsze pasy piasku.

Koncentracje minerałów ciężkich w strefie brzegowej morza mogą mieć znaczenie gospodarcze. Cyrkon i rudy są głównie wydobywane w strefie brzegowej. W Polsce nie prowadzi się eksploatacji minerałów ciężkich na brzegu morza. W przeszłości ciemne piaski zwane były piaskiem literackim i używano ich zamiast bibuły do posypywania listów i innych rękopisów. Kaszubskie dziewczęta zbierały go na Półwyspie Helskim i sprzedawały w Gdańsku.



KAMIENISTE PLAŻE

Piasek nie jest jedynym materiałem, z którego mogą być zbudowane plaże. Na świecie spotyka się czasem plaże zbudowane z muszli. Także u nas można napotkać łachę muszli na plaży.

Najczęściej spotykanymi na naszym wybrzeżu plażami niepiaszczystymi są plaże kamieniste. Aby taka plaża powstała, dostępne muszą być kamienie. Źródłem kamieni mogą być klify albo rzeki. Ze względu na to, że są one znacznie wolniej transportowane przez wodę, plaże kamieniste powstają blisko źródła ich budulca. Aby kamyki mogły być przenoszone przez wodę, jej prędkość powinna wynosić co najmniej 0,3 do 1 metra na sekundę. Przy takiej prędkości wody piasek zostanie wypłukany. W rezultacie utworzona zostanie stroma kamienista plaża.

W miejscach osłoniętych mogą powstawać plaże piaszczyste pokrywane warstwy kamieni. Kamienie te mogą być okresowo odsłaniane lub przykrywane przez piasek. Takie plaże można spotkać na środkowym wybrzeżu (Jarosławiec), okresowo pojawia się też ona w rejonie Klifu Orłowskiego.



KAMIEŃ I SKAMIENIAŁOŚCI NA PLAŻY

Kamienie na naszych plażach niemal bez wyjątku zostały przyniesione ze Szwecji i Finlandii przez lodowiec, który ostatecznie opuścił teren Polski kilkanaście tysięcy lat temu. O długiej historii ich pobytu na plaży świadczą łagodnie zaokrąglone brzegi. Takie otoczaki mogą powstać tylko na brzegu rzeki lub morza.

Plażowe kamienie należą do dwóch głównych grup. Jedną z nich to skały magmowe np. granity i porfiry - kolorowe z wyraźnymi kryształami jasnych skaleni i dość rzadkie bazalty - prawie czarne skały z bardzo drobnymi kryształkami. Drugą dużą grupą kamieni plażowych pochodzących ze skał osadowych, najczęściej są to wapienie i piaskowce. Wapienie są zwykle jasnej barwy, białe lub szare, piaskowce często są czerwonawe i widać ziarna minerałów, z których są zbudowane.

Skamieniałości znaleźć można tylko w skałach osadowych. Podobnie jak kamienie zostały tu przyniesione z daleka i na plaży napotkać można mieszankę bardzo starych (sprzed 100 mln lat) i młodszych (o wieku kilku milionów lat). Do najczęściej spotykanych należą skorupki ramienionogów, podobne do nich muszki małży, krążki z łądyg liliowców i koralowce. Charakterystyczne są też fragmenty szkieletów belemnitów (wymarłych w okresie kredy zwierząt przypominających dzisiejsze kalmary). Przy dużej dozie szczęścia można znaleźć pancerze trylobitów i zęby rekinów.



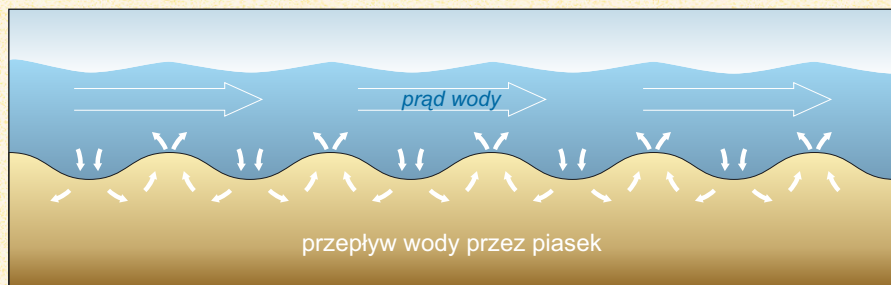
RUCH WODY W PIASKU, FILTRACJA

Ziarna piasku plażowego mają na tyle dużą średnicę, że w przestrzeniach między nimi woda przepływa szybko i swobodnie. Ilość wody, która mieści się w danej objętości piasku (w przestrzeniach pomiędzy ziarnami) jest miarą porowatości osadu i wyraża się ją w cm^3 wody na cm^3 piasku. Tempo w jakim przepływa przez piasek woda to przepuszczalność. Mierzy się ją w cm^3 wody na sekundę na 10 cm^2 plaży.

W zależności od nachylenia plaży strefa podsiąkającej wody morskiej sięga od kilku do kilkunastu metrów w stronę wydmy. Nad nią zwykle leży warstwa słodkiej wody gruntowej.

Ruch wody w piasku w strefie nabiegania fal może być skomplikowany i ma duże znaczenie w przenoszeniu rozpuszczonych substancji przez plażę. Porowatość, przepuszczalność i sposób przepływania wody przez piasek określają zdolność plaży do filtracji wody morskiej.

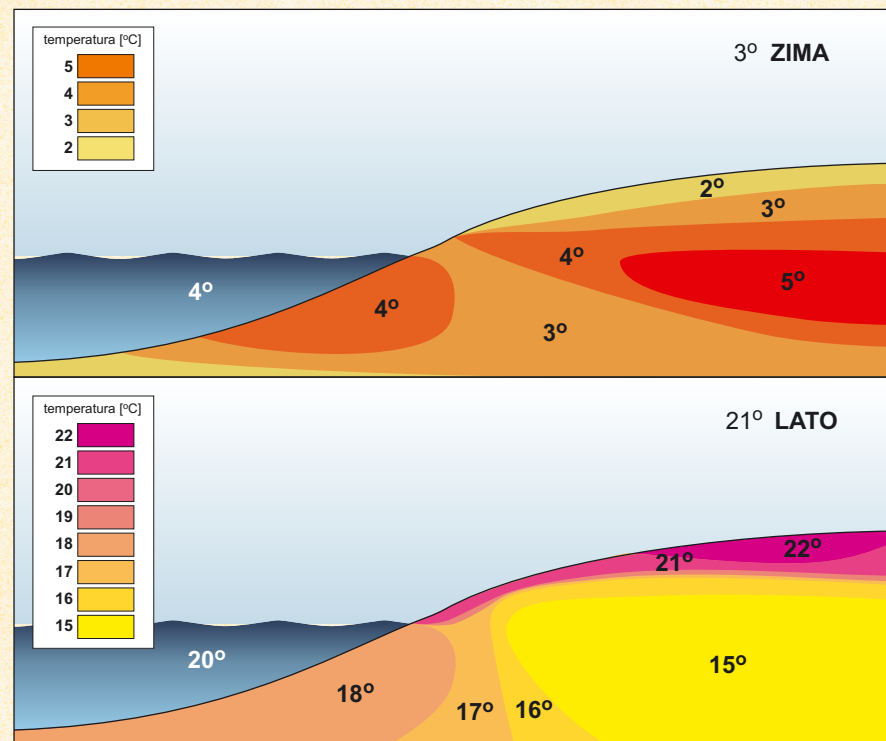
W strefie płytkiej wody ruch fal i prąd powodują powstawanie kilkucentymetrowych, regularnych zmarszczek na powierzchni piasku. Te miniaturowe pagórki odgrywają bardzo ważną rolę w filtracji wody, ponieważ dzięki nim przepływająca nad nierównościami dna woda intensywniej wciskana jest w porowaty osad (w obszarach między pagórkami) i wyrzucana (w szczytach pagórków). W ten sposób powstaje pływająca pod powierzchnią piasku fala, raz zapadająca się w głąb a raz wychodząca na powierzchnię.



WILGOTNY PIASEK

Obszar plaży okresowo zalewany przez fale nazywa się strefą **supralitoral**. To piasek, który zalewany jest przez wodę morską, w przypadku Polski o zasoleniu około 7-8 PSU (7-8 mg soli na 1 litr wody). Bliżej środka plaży, pod powierzchnią warstwą piasku przez plażę przepływa słodka woda gruntowa - zwykle jest to deszczówka, która spłukuje zanieczyszczenia i substancje biogenne z obszarów powyżej strefy wydm. Wszędzie tam, gdzie piasek jest wilgotny, pojawia się bogate życie mikroorganizmów. W strefie słonej wody, są to organizmy morskie, w strefie słodkiej wody mikroorganizmy lądowe. Obie te grupy organizmów różnią się właściwościami (np. zdolnościami do przemian biochemicznych; organizmy pochodzące z wody słodkiej potrafią rozkładać szczątki roślin lądowych, organizmy morskie nie potrafią tego).

Środowisko wilgotnego piasku, charakteryzuje się większą stabilnością temperatury niż środowisko wody i powierzchni piasku. Latem jest tam chłodniej, zimą cieplej niż na powierzchni. Zwierzęta żyjące w wilgotnym piasku, wykorzystują przestrzeń między ziarnami piasku. Muszą więc, albo być tak małe, że mieszczą się w mikrokanalikach (o średnicy około 0,1 mm), albo są tak silne i duże, że mogą rozpychać ziarna piasku i budować sobie własne korytarze. Przepuszczalność piasku i możliwość swobodnego przepływu wody, to najważniejsze cechy środowiska wnętrza plaży. Do najważniejszych cech piasku należy jego porowatość i przepuszczalność.

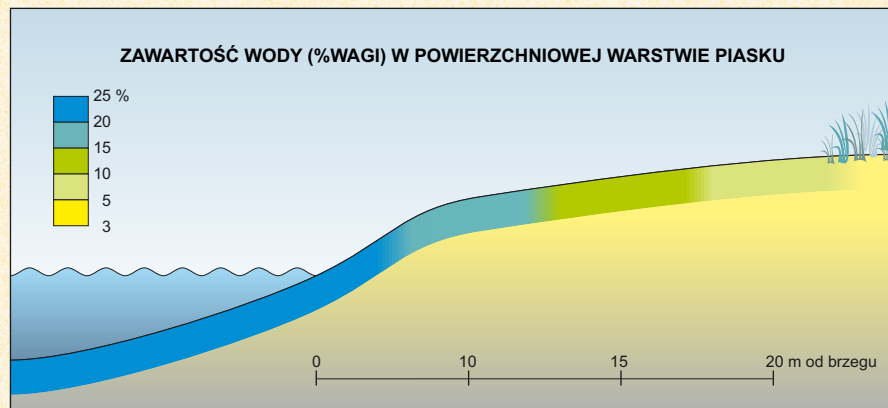


SUCHY PIASEK

Powierzchnia piasku, powyżej zasięgu fal i poniżej wydmy, to obszar trudny do zamieszkania dla większości małych organizmów. Jest stąd za daleko zarówno do morza, jak i do lasu. Wszystkie organizmy potrzebują wody, a tutaj o nią bardzo trudno. Dodatkowo, opada tu spora ilość soli z aerozolu morskiego, dociera promieniowanie ultrafioletowe, a latem zdarza się przegrzanie, gdy temperatura piasku osiąga ponad 35°C. Strefa suchego piasku narażona jest też na ciągłe zaburzenia - przesypanie przez wiatr, wydeptywanie przez ludzi.

W suchym piasku występują bakterie, choć jest ich znacznie mniej niż w wodzie lub wilgotnym piasku. Można tu znaleźć stadia przetrwalnikowe (jaja, cysty) różnych organizmów, ale na suchym piasku wyraźnie dominują lądowe owady, które dobrze radzą sobie w takich pustynnych warunkach. Tam gdzie na piasku znajduje się trochę odpadków organicznych, np. kawałków drewna, trawy morskiej czy glonów, gromadzą się czyściciele plaży - półcentymetrowe skorupiaki zmieraczki, zwane czasem pchłami piaskowymi. Te naturalne schronienia są wykorzystywane także przez owady i pajęczaki.

W środowisku suchego piasku, na środku plaży praktycznie nie występują żadne rośliny, ani mikroskopijne, ani duże. Wąskie, płaskie plaże, nawet w środku lata nie mają strefy suchego piasku, natomiast na szerokich i nachylonych, strefa ta może sięgać kilkudziesięciu metrów szerokości.



WODA GRUNTOWA

Głęboko pod piaskiem plaży powoli, ale stale, płynie rozproszona rzeka wody zebranej z łądu. Po deszczach, poziom wody gruntowej w plaży podnosi się i w płytkiej morskiej wodzie, można zaobserwować wypływy słodkiej wody, którym często towarzyszą bąbelki gazu (powietrza lub metanu). Woda gruntowa ma mniej tlenu niż woda morska, zawiera też więcej cząstek zawiesiny, soli biogennej, a jeżeli przepływała wcześniej przez grunt miejski lub rolniczy może zawierać różne zanieczyszczenia (np. splukane z ulic resztki paliw, nawozy). W czasie sztormów i spięrzeń woda morska wnika w plażę, a ponieważ jest słona (a więc cięższa od słodkiej), tworzy warstwę pod wodą gruntową, niekiedy dochodząc daleko aż za linię wydmy. Czasem woda gruntowa na plaży ma lekko brunatny kolor - powodują go substancje humusowe, produkty rozkładu roślin lądowych.

Środowisko wody gruntowej ma bardzo stabilną temperaturę, nawet w czasie letnich upałów, na głębokości 1 m pod plażą woda ma około 15°C. Tam, gdzie woda gruntowa zawiera dużo rozpuszczonych substancji organicznych, może rozwijać się flora bakteryjna - są to inne niż żyjące na powierzchni grupy bakterii. W wodzie gruntowej żyje mniej organizmów niż w strefie wilgotnego piasku - zagęszczenia sięgają kilkunastu sztuk meiofauny na litr wody, czyli około 10 razy mniej niż w powierzchniowych warstwach mokrego piasku. Można tu jednak znaleźć unikalne gatunki małych skorupiaków, których nie znajdziemy w wodach powierzchniowych. Pod wieloma względami są one podobne do fauny zasiedlającej wody jaskiń i podziemne źródła. Im jest ich więcej i im bardziej są różnorodne, tym lepszej jakości jest woda. Większość mieszkańców tej strefy, to gatunki odżywiające się martwą materią organiczną (tzw. detrytofagi), ale są też polujące na nie drapieżniki.



RÓŻNORODNA LINIA BRZEGOWA

Spacerując brzegiem morza można zauważyć, że na pewnych odcinkach biegnie on prawie po linii prostej, na innych zaś tworzy różnej długości ciąg występów brzegowych w postaci cypli i zatoczek. Formy te mają charakter różnoskalowych, mniej lub bardziej rytmicznych, nieregularności określanych w literaturze fachowej jako sierpy plażowe. Nazwa tego typu form pochodzi od charakterystycznego kształtu przypominającego fragment sierpa. Rzadko występują one pojedynczo. Najczęściej tworzą ciąg podobnych do siebie cypli i zatoczek mających jednostkowe wymiary od kilku do kilkudziesięciu, a nawet i kilkaset metrów. Formy te tworzone są przez fale i prądy.

W wyniku cyklicznego napływu wody na odmorską skarpe plaży a następnie jej spływu, tworzy się w tym obszarze specyficzna cyrkulacja wody. Spływająca po skarpie w kierunku morza masa wody, którą przyniosła ostatnia fala, spotyka się z następną napływającą na brzeg kolejną falą. Zjawisko to występuje cyklicznie zgodnie z okresowym charakterem falowania. Wskutek nieregularności falowania, związanej z istnieniem tzw. fal krańcowych, które mają charakter progresywnych lub stojących fal przemieszczających się wzdłuż brzegu, tworzą się w tym kierunku na przemian obszary lokalnego podpiętrzenia oraz obniżenia poziomu morza. Dla obserwatora stojącego na brzegu są one niewidoczne. Wskutek grawitacji spływająca z podpiętrzonego obszaru na boki woda, przyspiesza i znajduje łatwiejszy powrót do morza. W miejscach tych wzrasta odbrzegowa prędkość wody i lokalnie intensywniejsza staje się erozja dna i brzegu. Spływające w tym miejscu do morza masy wody tworzą rytmicznie powtarzający się wzdłuż brzegu przydenne lokalny prąd powrotny określany jako prąd rozrywający. Prąd taki może mieć lokalnie charakter rzeki, być wyjątkowo silny i nawet zagrażać kąpielącym się w tym miejscu ludziom.

Ostateczną konsekwencją wzdłużbrzegowo powtarzających się falowo-prądowych cyrkulacji wody jest rytmiczne tworzenie się w miejscach wzmoczonego odpływu wody i erozji wgłębień brzegu w postaci zatoczek; a po obu bokach, gdzie następuje podpiętrzenie, spowolnienie ruchu wody i akumulacja piasku - cypli. Jest to najprostszy schemat tworzenia się różnorodnych form linii brzegowej.

Najbardziej dogodne warunki do powstawania rytmicznych zafalowań linii brzegowej występują w przypadku istnienia stosunkowo niewielkiego, prostopadłego do brzegu falowania, a najmniej sprzyjające w sytuacji istnienia silnej i na dodatek ukośnej fali oraz bardzo łagodnie nachylonego brzegu.



PŁYTKA WODA

W Bałtyku, gdzie nie ma pływów, strefa płytkiej wody przy brzegu, w której kąpiemy się - to litoral. W strefie przyboju, w stale poruszanej przez fale wodzie, występuje wiele unoszących się organizmów - zooplankton. Większość z nich to bardzo małe zwierzęta - o rozmiarach 0,1 do 2 mm, głównie larwy skorupiaków (nauplii), trochę większe (3-20 mm) są dorosłe skorupiaki planktonowe (np. widłonogi, lasonogi, obunogi) oraz larwy ryb, dla których litoral to naturalne środowisko życia. Na większej części polskiego wybrzeża, w litoralu nie występują żadne organizmy budujące trwałe domki, rurki itp. struktury.

Falowanie, silne prądy, zmiany poziomu morza sprzyjają występowaniu organizmów, które łatwo przemieszczają się i potrafią dostosować do niestabilnych warunków. Stałe mieszanie wody przy brzegu zapewnia dobre natlenienie oraz dostatek pokarmu - w strefie przyboju łatwo o najbardziej pospolity pokarm morski - rozdrobnioną materię organiczną (detrytus). Te szczątki roślin i zwierząt obrastają szybko warstwą bakterii a zwierzęta żywiące się detrytusem zjadają również znaczne ilości bakterii. Tam, gdzie na piaszczystym dnie znajdzie się trochę grubszego żwiru lub kamieni, pojawiają się makrofity - osiadłe glony o rozmiarach kilku, kilkunastu cm (*Enteromorpha*, *Ulva*, *Ectocarpaceae*). Charakteryzują się one szybkim wzrostem i łatwo ulegają niszczeniu przez fale, dlatego nie ma ich w miejscach silnie wystawionych na ruch wody. Wśród makrofitów osiedla się fauna, której nie wystarcza ruchome podłoże piaszczystego litoralu. W miejscach, gdzie glony przyczępione są do kamieni, pospolite są skąposzczety i wieloszczety. Nie brakuje też skorupiaków, takich jak równonogi (*Idotea*, *Jaera*, *Sphaeroma*) oraz małych ślimaków (*Hydrobia*, *Theodoxus*, *Potamopyrgus*).

Oderwane od podłoża glony unoszą się w płytkiej wodzie, zbijają w gęste masy i tworzą tzw. maty glonowe. Najczęściej maty złożone są z nitkowatych brunatnic z rodzaju *Pilayella*, ale sporo w nich szczątków zielenic i trawy morskiej. Wyrzucone na brzeg w środku lata, maty glonowe szybko rozkładają się i odstraszały turystów nieprzyjemnym zapachem. Ich występowanie jest jednak całkowicie naturalnym zjawiskiem, tyle tylko że nadmiar soli biogennych w Bałtyku powoduje zbyt szybki i obfity wzrost glonów nitkowatych. W rejonach gdzie słaby jest ruch wody (brak falowania albo prądu wzdłużbrzegowego), maty glonowe mogą powodować lokalny niedobór tlenu - łatwo poznać to po czarnym zabarwieniu piasku pod glonami i charakterystycznym zapachu siarkowodoru (zgniłych jaj). Jeżeli nie ma ich zbyt wiele, maty glonowe są ważnym miejscem żerowania drobnej fauny i schronienia dla młodzięży ryb.

Wzdłuż piaszczystych plaż Polski, na płytkiej wodzie występuje ponad 40 różnych gatunków dużych zwierząt (makrofauna) i kilkaset gatunków znacznie mniejszej meiofauny, które można zobaczyć dopiero pod lupą. Plankton strefy przyboju i zwierzęta żyjące na dnie piaszczystych kąpielisk oraz glony rosnące na powierzchni dna tworzą jedną powiązaną wieloma związkami całość. Są typowe i charakterystyczne dla piaszczystego litoralu.



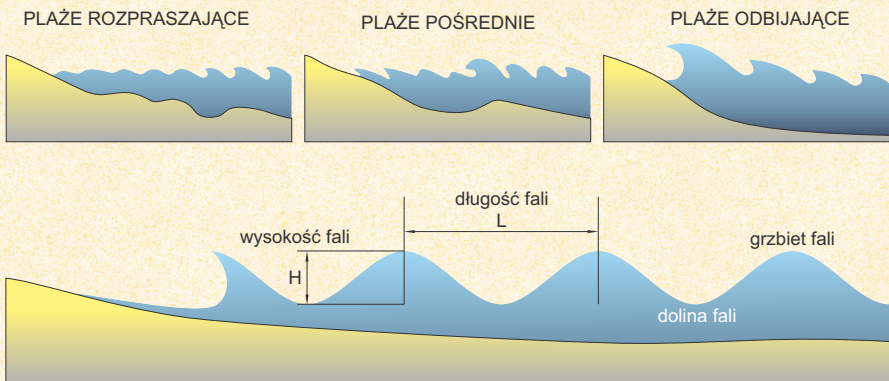
FALA, ENERGIA, ROZPRASZANIE

Fale na Bałtyku są krótkie i strome, tylko w wyjątkowych wypadkach przekraczają 1 m wysokości. Długość fali określa odległość od jednego grzbietu do drugiego. Wysokość fali to odległość od grzbietu to doliny fali. Jeżeli na swojej drodze fala napotka płyciznę, gdzie głębokość wody jest mniejsza niż około półtora wysokości fali, załamuje się ona i jej energia rozprasza. Załamanie fali powodują najczęściej rewy - czyli położone równoległe do brzegu mielizny. Jeżeli na drodze fali do brzegu nie ma mielizn, fala zachowuje swą energię i napotkawszy stromy brzeg lub sztuczną przeszkodę (np. falochron) uderza z całą siłą, odbija się i wraca ponownie. Takie fale potrafią powodować wielkie zniszczenia. Jednego dnia plaża miała szerokość prawie 60 metrów, a na drugi dzień rano tylko 30!

Na Bałtyku nie ma pływów, ale występują wezbrania sztormowe, powstające w czasie spiętrzenia wody przez wiatr wiejący w odległym rejonie. Zjawisko to może trwać kilka godzin lub kilka dni. Fale i wiatr uruchamiają przepływ wody - prąd morski, który w małej skali wypłukuje płytkie kanały w dnie (prądy rozrywające) i który może być niebezpieczny dla pływaków. W obrębie polskiego wybrzeża wywołuje on prądy wzdłużbrzegowe i przemieszczanie się piasku z zachodu na wschód.

Płaskie brzegi z wieloma rewami nazywamy rozpraszającymi (dyssypacyjnymi), a strome, głębokie brzegi nazywamy odbijającymi (refleksyjnymi). Pojedyncze cząstki wody w fali poruszają się po okręgu - czyli cząstka wody, która była na szczycie fali po chwili będzie w dolinie, by wrócić na szczyt niemal w tym samym miejscu co poprzednio. Ruch ten powoduje wahadłowe przesuwanie drobnych cząstek piasku na dnie i sięga do głębokości równej połowie długości fali - czyli przy dużym sztormie na Bałtyku, falowanie odczuwa się przeciętnie aż do 25 m głębokości. Grzbiet fali powoduje wzrost ciśnienia na fragment dna tuż pod nim, a dolina fali powoduje spadek ciśnienia na dnie. Te zmiany powodują ciągłe wpompowywanie i wsysanie wody w porowaty, piaszczysty osad i mają ogromne znaczenie dla ekosystemu dna.

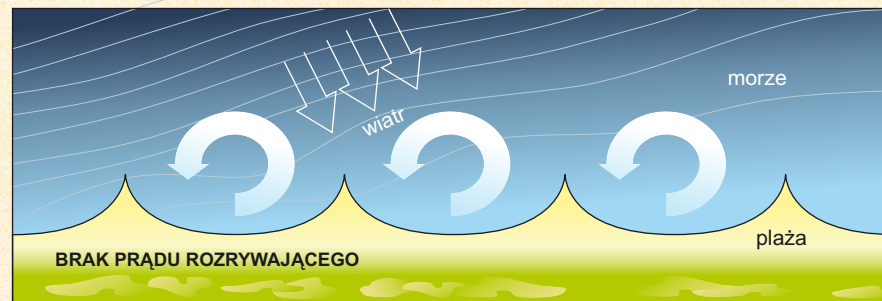
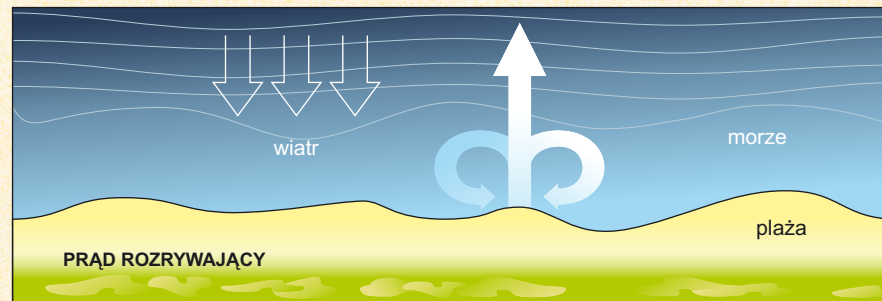
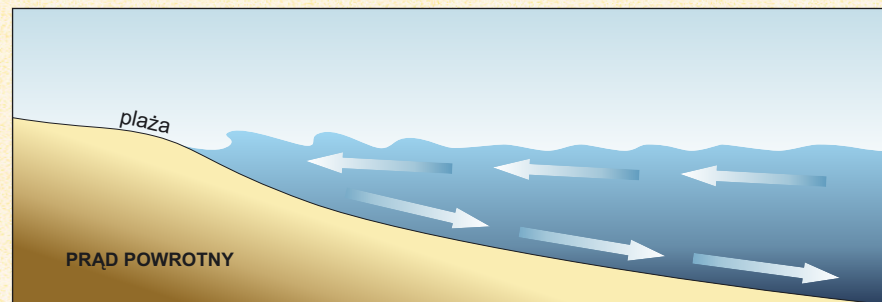
Czasem w upalny dzień na plaży może pojawiać się lodowato zimna woda, temperatura z 20°C stopni spada do 10°C, nad morzem powstaje chłodna mgła. To upwelling - wstępujący prąd morski, pojawiający się, gdy przez wiatr odpychana jest od brzegu ciepła woda z powierzchni morza a na jej miejsce napływa zimna woda od dna. To zjawisko da się przewidzieć i trwa zwykle nie dłużej niż kilkanaście dni, ma też ograniczony do kilku, kilkudziesięciu kilometrów zasięg - można albo poczekać albo przenieść się na sąsiednią plażę.



PRĄDY ROZRYWAJĄCE I PRĄD WZDŁUŻBRZEGOWY

Prąd rozrywający tworzy wartką i dość wąską strugę wody płynącą od brzegu. Tam gdzie pojawia się prąd rozrywający, poziom wody jest najniższy. Najniższe są też i fale. Tam natomiast, gdzie przeważa kierunek napływu do plaży, poziom wody i fale będą największe. Spokojne miejsca w strefie przyboju mogą zatem oznaczać niebezpieczeństwo silnego prądu rozrywającego.

Wypadkowy ruch wody w pobliżu brzegu skierowany jest mniej więcej ukośnie do linii brzegowej. Większa część wody przemieszcza się wzdłuż brzegu, osiągając w czasie sztormu prędkość nawet 1,5 m na sekundę. Ten prąd wzdłużbrzegowy występuje tylko w strefie płytkowodnej. Zwykle jego nurt znajduje się w połowie drogi między brzegiem a linią łamania się fal. W przypadku wielorewowego brzegu, prąd może mieć kilka nurtów i jest tym silniejszy, im większy jest kąt podchodzenia fali do brzegu i jej wysokość.



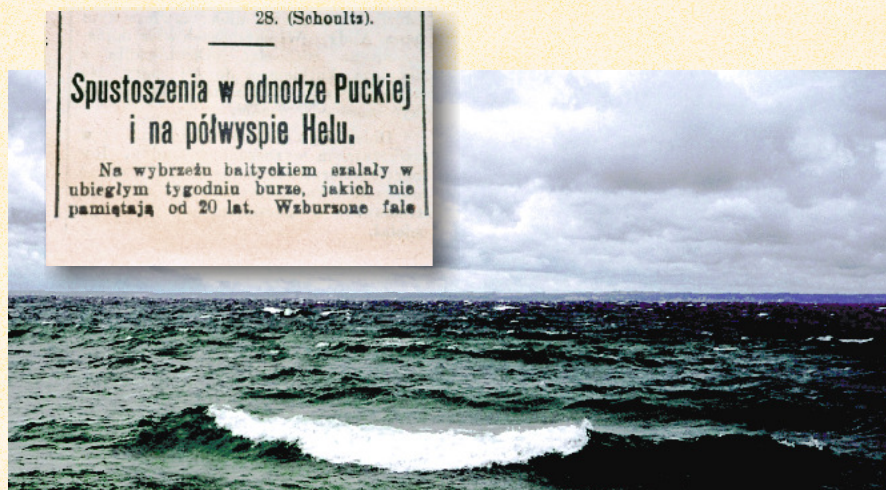
SZTORM

Turyści przyjeżdżający na plażę w lecie nie mają wielkich szans na zobaczenie prawdziwego sztormu. Sezonem sztormów jest późna jesień i zima. Sztorm to nie tylko fale rozbijające się o brzeg, ale także zjawisko spiętrzenia sztormowego polegające na podnoszeniu się poziomu morza przy brzegach wskutek przemieszczania przez wiatry mas wody. To właśnie podniesienie poziomu wody powoduje, że fale docierają znacznie dalej. Na Bałtyku zdarzają się wielkie sztormy. Mogą one spiętrzyć poziom wody o ponad półtora metra. Taki sztorm zdarzył się w 1914 roku, zdarzy się też z pewnością w przyszłości. W parę dni po sztormie Gazeta Gdańska (nr 7 z 15 stycznia 1914 roku) opisywała ten sztorm następująco:

Na wybrzeżu bałtyckim szalały w ubiegłym tygodniu burze, jakich nie pamiętają od 20 lat. Wzburzone fale morskie zniszczyły dobrobyt licznych rodzin włościańskich i rybackich. Zachodziły wypadki, że ludność gołe życie zdołała tylko ocalić. Pod Gdańskiem zalane zostały szerokie przestrzenie. Wody doszły aż do Sopotu zalewając całą miejscowość i grożąc obaleniem domu kuracyjnego. Podobne spustoszenia natrafić można także we wszystkich innych tutejszych miejscach kąpielowych. Kładki morskie po części są poniszczone, a nie mniej łazienki kąpielowe. Szczególnie w okolicy Orłowa fale morskie szalały. Rybacy całą noc bezustannie pracowali, aby uchronić przed zagładą swe sieci i łodzie.

W Jastarni Puckiej wicher północno-wschodni spowodował, że zalane są pola i siola. W pobliżu Ceynowy (Chalup) półwysp w dwu miejscach jest przerwany. W samej wiosce smutnie wygląda. W niektórych miejscach woda stoi na metr wysoko, wskutek czego komunikacja między pojedynczymi zabudowaniami możliwa tylko w łodziach. Nie inaczej wygląda pod Kuszfeldem (Kuźnicą). Mężczyźni z Ceynowy i Kuszfeldu bezustannie starali się za pomocą worków z piaskiem utworzyć tamę, gdy tymczasem niewiasty z dziećmi unosiły w bezpieczne miejsca zapasy zimowe i wyprowadzały bydło.

W Jastarni Gdańskiej jest wschodnia i południowa część wioski zalana, a w jednym miejscu półwysp przerwany. Zniszczenie opanowało także cmentarz znajdujący się 200 metrów oddalony od Jastarni. Gwałtowne fale morskie co chwila odrywają masy ziemi, wyplukując w ten sposób resztki trumien i kości ludzkich.

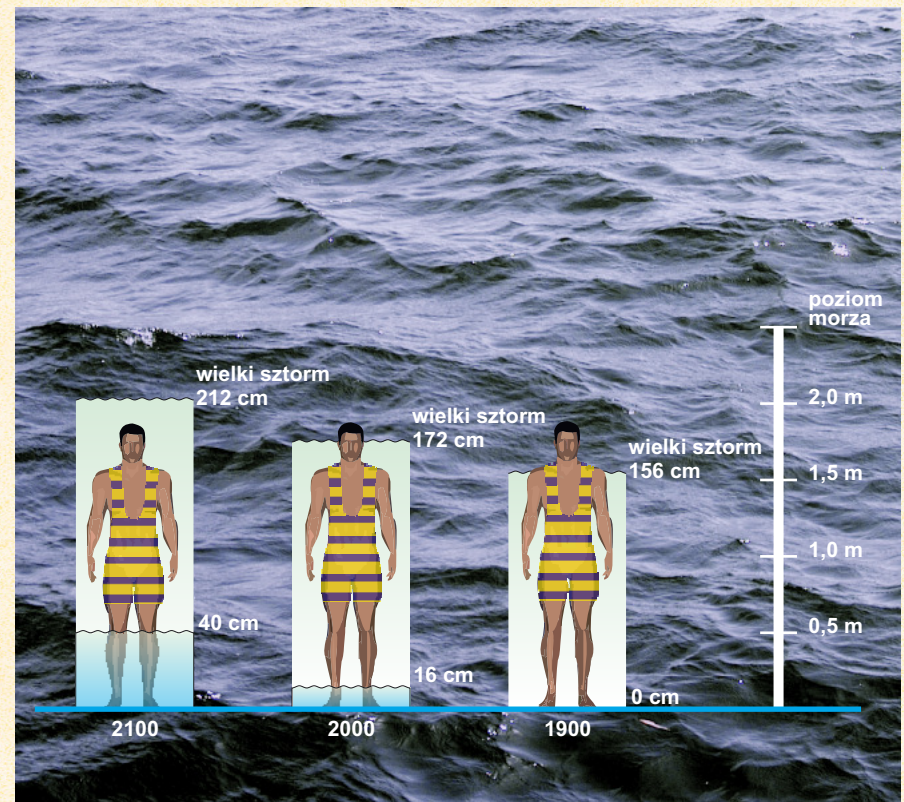


ZMIANY POZIOMU MORZA

Nad Zatoką Gdańską (zwłaszcza w Gdańsku-Nowym Porcie i na Helu) pomiary poziomu wody prowadzi się dostatecznie długo, aby z dużym prawdopodobieństwem przewidzieć częstość stanów ekstremalnych. Wielkie sztormy nie występują często, toteż wydają się nieprawdopodobne. Pomiary sprzed wielu dziesięcioleci są jednak ich świadectwem. Północno-wschodni wiatr w 1914 roku podniósł poziom morza w Nowym Porcie o 156 cm, a w 1983 roku o 137 cm.

Poziom morza zmienia się także stopniowo. W ubiegłym stuleciu podniósł się on w Gdańsku o 16 cm. W naszym rejonie jest to głównie skutek powolnego zapadania się brzegów Bałtyku. Ten proces trwa nadal. W obecnym stuleciu nakłada się nań podnoszenie poziomu morza związane z globalnym ociepleniem. W rezultacie wzrostu temperatury na Ziemi topią się lody obszarów polarnych, a podgrzana woda w oceanach zwiększa swą objętość.

Jest bardzo prawdopodobne, że w tym stuleciu poziom wody wzrośnie o kolejne 40 cm. Gdyby sztorm z 1914 roku wydarzył się dzisiaj, to poziom wody sięgnąłby 172 cm, a za 100 lat 212 cm. Wcześniej czy później taki sztorm się wydarzy, przynosząc zniszczenia i zmiany w strefie brzegowej nieporównywalne z tym, co znamy z kilkunastoletnich obserwacji.



PLAŻA NAPRAWIA SIĘ SAMA

Silne sztormy charakteryzują się nie tylko potężnym falowaniem, ale i podniesieniem poziomu morza - tzw. spiętrzeniem sztormowym. Fale docierają dalej niż zwykle a wracając zabierają piasek z górnej części plaży i wydmy. W ten sposób z "pożyczanego" piasku formowana jest przybrzeżna mielizna. Piasek znajdujący się w strefie do 10 m głębokości może być ciągle uważany za "należący" do plaży. Słabsze sztormy i przybój będą dostarczać go z powrotem na brzeg. Po wyschnięciu jest on przemieszczany przez wiatr, co odbudowuje wydmę. Czyni go też niedostępnym dla częstych słabszych sztormów. Plaża powraca do poprzedniego stanu. Jeżeli ten mechanizm zaniknie żadna ilość piasku nie zatrzyma erozji plaży.

Założmy, że wchodzimy do wody i mamy możliwość obserwacji, jak poruszają się w trakcie falowania pojedyncze ziarenka piasku leżące na dnie morskim. Pierwsze spostrzeżenia pokazują nam, że ziarenka te poruszają się losowo, ze zmienną prędkością, przyjmując w efekcie nieregularne tory ruchu. Gdy jednak uważniej i dłużej zbadamy się przyglądać ich wędrówce, to zauważymy, że można wyodrębnić dwa dominujące wektory takiego ruchu, z grubsza pokrywające z kierunkiem uśrednionego przepływu wody. Wydzielić więc można analogiczną do ruchu mas wodnych migrację osadów dennych w kierunku wzdłużbrzegowym oraz poprzecznym do brzegu. Siłą napędową ruchu piasku w kierunku równoległym do brzegu jest w tym przypadku prąd wzdłużbrzegowy, co powoduje, że lokalne natężenie transportu piasku jest funkcją energii, tj. kwadratu wysokości fali i kąta jej podchodzenia do brzegu. Oczywiście na intensywność ruchu piasku wpływają także morfologiczne czynniki i parametry charakteryzujące dany brzeg i dno morskie. Istotne znaczenie mają także istniejące w tym obszarze zasoby materiału osadowego.

Obserwując ruch osadów morskich w dłuższych niż skala jednego sztormu okresach, stwierdzono, iż w warunkach polskiego brzegu na jego odcinkach na wschód od okolic Mielna zaczyna przeważać wypadkowy transport materiału dennego skierowany z zachodu na wschód, a na zachód od tego miejsca transport piasku przyjmuje kierunek odwrotny. Taki obraz ruchu jest z jednej strony wynikiem przeważających kierunków wiatrów i generowanego nimi falowania oraz prądów, z drugiej zaś geometrycznej orientacji linii brzegowej w stosunku do podchodzących do brzegu fal. W zależności od miejsca na polskim brzegu Bałtyku szacuje się, iż średnioroczne wzdłużbrzegowe przemieszczanie się piasku wynosi od kilkudziesięciu do kilkuset tysięcy metrów sześciennych na rok.



OBRONA PRZED EROZJĄ

Brzegi morskie stanowią granicę rozdziału lądów i mórz, z jednej strony poddawane są silnym oddziaływaniom różnych sił natury, z drugiej zaś charakteryzują się gęstym zaludnieniem, wysoką infrastrukturą oraz intensywnym wykorzystaniem przez człowieka. To, że wycofanie się człowieka z terenów nadbrzeżnych jest obecnie mało realne, powoduje, że coraz częściej konieczna staje się ich ochrona przed niszczeniem.

W przypadku **abrazji** brzegu morskiego generalnie istnieją dwie opcje działania. Pierwsza polega na pogodzeniu się z istniejącą sytuacją i nie ingerowaniu w prawa przyrody, druga opcja, to zdecydowana obrona brzegu, jego umacnianie i przeciwdziałanie zjawisku abrazji.

Obecnie ponad 25% polskiego brzegu jest sztucznie chronione. W zależności od stopnia technicznej ingerencji człowieka w proces ochrony brzegu, różni się umocnienie brzegu sposobami naturalnymi (budowa płotków wydmotwórczych, sadzenie traw czy w dalszej fazie zakrzewianie i zalesianie wydmy) lub sztuczną ochroną brzegu poprzez różne budowle inżynierskie typu ostróg, opasek, okładzin, progów podwodnych czy też falochronów oraz wałów brzegowych.

Metody sztucznej ochrony brzegu określane niekiedy jako tzw. "twarda" ochrona, stosowane są obecnie w wyjątkowo uzasadnionych przypadkach, co wynika zarówno z relatywnie wysokich kosztów, jak i silnego, często nieodwracalnego, zaburzenia środowiska. Przykładem takim jest ochrona klifu w Jastrzębiej Górze czy Trzęsaczu, gdzie stosuje się opaski w postaci kaszyc (gabionów), czy też szereg obszarów przyportowych, gdzie wykorzystuje się ostrogi łącznie ze sztucznym zasilaniem brzegu.

Coraz częściej stosowaną metodą ochrony brzegu zarówno na świecie jak i w Polsce, jest sztuczne zasilanie czyli dodatkowe dostarczanie piasku na brzeg. Obecnie ponad 60 km brzegu morskiego chronione jest za pomocą tej metody. Stosuje się ją nie tylko dla ochrony brzegu, ale często także dla odbudowy lub utrzymania niszczonej plaży dla potrzeb rekreacyjnych. Z reguły ochrona brzegu metodą sztucznego zasilania jest tańsza niż stawianie betonowych konstrukcji inżynierskich. Koszt ochrony brzegów Półwyspu Helskiego metodą sztucznego zasilania, w latach dziewięćdziesiątych, wyniósł średniorocznie około 4,2 mln zł.



INŻYNIER NA PLAŻY

Kiedy plaża ulega erozji, wkracza na nią inżynier. Opracowano wiele pomysłów technicznych, aby zatrzymać erozję. Zwykle czasowo usuwają one problemy, prawie nigdy nie usuwają przyczyn, często natomiast stosowane rozwiązania powodują nowe kłopoty.

Sztuczne zasilanie

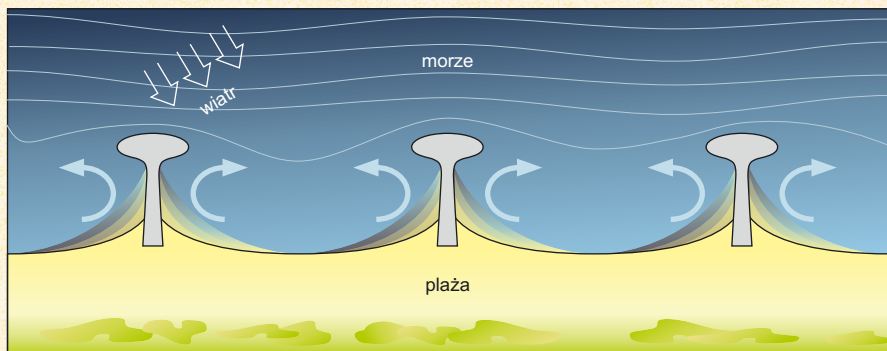
To aktualnie rozwiązanie inżynierskie numer jeden. Jeżeli na plaży brakuje piasku, trzeba dostarczyć nowego. Piasek wydobywa się z jednego miejsca i umieszcza (refuluje) w strefie brzegowej - na plaży lub pod wodą. Czasem piasku "brakuje" nawet w miejscach, gdzie nigdy plaży nie było, ale z ekonomicznych powodów powinna powstać. Sztuczne zasilanie trzeba powtarzać co parę lat, jest ogromnie kosztowne, a powstałe plaże są brzydkie i nietrwałe. W Polsce zasilanie na większą skalę prowadzi się od niedawna, między innymi na Półwyspie Helskim. Doświadczenia zdobyte w miejscach gdzie zasilanie prowadzi się od lat, dobrze obrazuje przypadek Florydy. Tamtejsze plaże, o łącznej długości 514 km, są zasilane od roku 1960. Zużyto do tej pory 115 mln m³ piasku. Kosztowało to ponad 1 mld dolarów (10 \$ za każdy 1 m³). Plaże muszą podlegać zasilaniu co 4-5 lat. Każde zasilanie to 4 - 5 mln m³. Wiadomo już, że koszty będą rosły, ponieważ piasek musi być dostarczany z coraz większej odległości.

Opaski brzegowe

Jest to najsilniejsza inżynierska broń. Polega ona na odgradzeniu się od morza ścianą. Ściany te mają różną konstrukcję. Mogą składać się z narzutów kamiennych, prefabrykowanych bloków betonowych czy najróżniejszych kombinacji umocnień. Są nie tylko drogie, ich skuteczność ściśle wiąże się niestety z kosztami budowy, ale przede wszystkim są brzydkie. Są również bardzo mocno uszkodzane przez wyjątkowo silne sztormy, a odbijające się od nich fale często niszczą plaże znajdujące się przed opaskami.

Ostrogi

To najstarsza i najczęściej stosowana technika na polskim wybrzeżu. Ostrogi starają się tworzyć sztuczne półwyspy, pomiędzy którymi odbudowuje się plaża. Są efektywne zwłaszcza wtedy, gdy prąd wzdłużbrzegowy przynosi duże ilości piasku. Ostrogi rzeczywiście zatrzymują piasek stosunkowo długo. Dla silnych sztormów nie są jednak żadną przeszkodą i cały piasek jest wtedy wynoszony na głębsze wody. Nie zauważono też, aby przyczyniały się do wzmacniania mechanizmów samonaprawy plaży. Większość plaż, na których są ostrogi wymaga dodatkowo zasilania piaskiem. Bardzo mocną erozję obserwuje się w miejscach, gdzie ostrogi się kończą. Na plażach środkowego wybrzeża, tam gdzie wybudowano ostrogi, często mają one tendencję do "rozrastania się" w systemy o długości nawet do kilkunastu kilometrów.



Pirsy

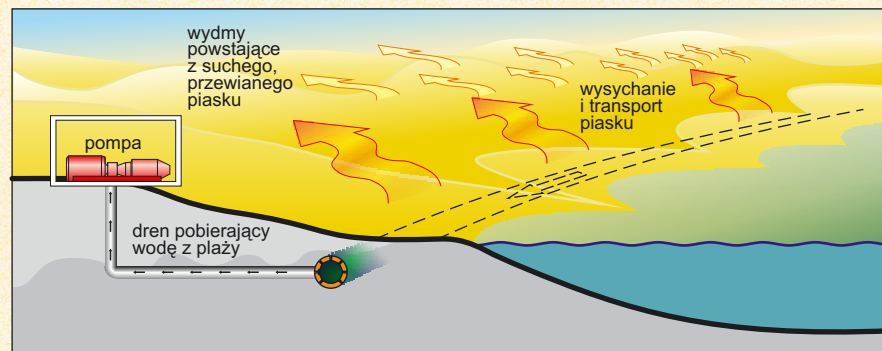
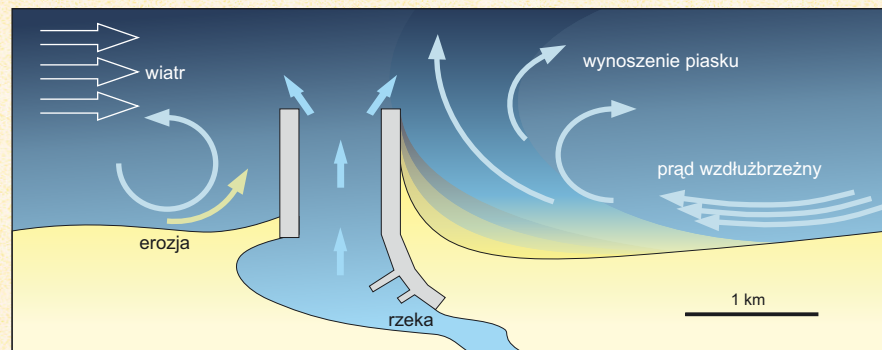
To długie, wąskie, często kamienne konstrukcje wychodzące daleko w morze (nawet do 2 km). Pirsy buduje się w celu ochrony przed zasypywaniem torów wodnych, najczęściej wyjść z portów znajdujących się w ujściach rzek. Problem pojawia się, gdy wzdłuż brzegu odbywa się transport materiału. Prąd niosący piasek jest skierowywany przez stojący na jego drodze pirs na głębsze wody, gdzie piasek jest osadzany. Z tego powodu po drugiej stronie kanału, plaża zaczyna podlegać silnej erozji, bo zmniejszył się do niej dopływ piasku.

Falochrony brzegowe

To rodzaj ostróg z opaskami na końcach. Są głównie wykorzystywane do utrzymywania sztucznych plaż w miejscach osłoniętych. Tam gdzie zdarzają się silne sztormy, muszą to być bardzo solidne, a przez to drogie konstrukcje.

Drenaż plaży

To jeden z najnowszych pomysłów. Polega na umieszczeniu w wilgotnym piasku plaży drenu, z którego woda splywa do zbiornika. Następnie jest ona odpompowywana i spuszczana do morza. Dzięki temu piasek jest bardziej suchy i może być łatwiej przemieszczany przez wiatr w kierunku wydmy. Odkryto to przypadkowo, gdy w Danii zastosowano tę metodę do poboru wody morskiej do akwarium. W rezultacie utworzyły się ruchome wydmy, które przekroczyły drogę i zagroziły zasypaniem przyległych posiadłości. W rejonie akwarium powstało w ten sposób stałe źródło piasku o wydajności 20000 m³ na rok.

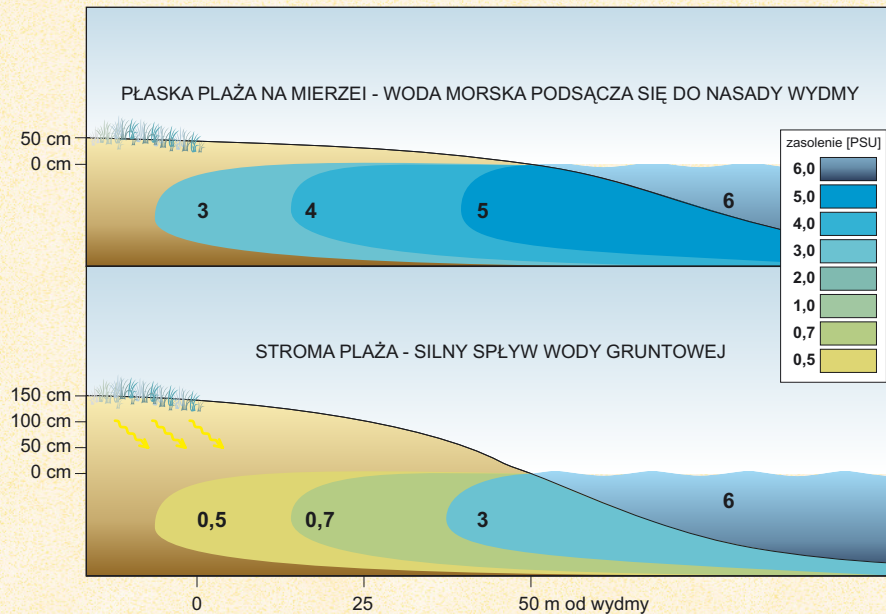
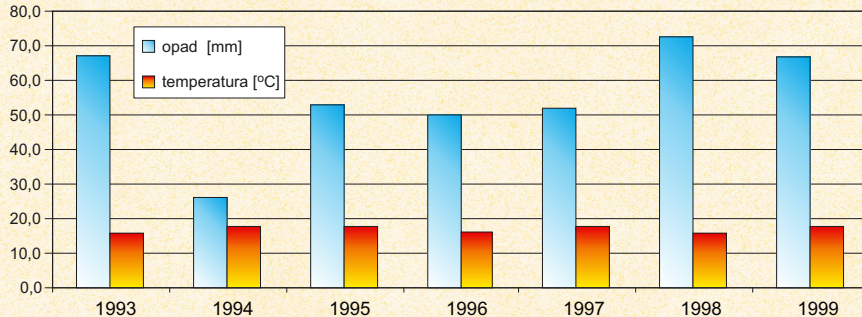


TEMPERATURA I ZASOLENIE

Powierzchnia plaży nagrzewa się latem nawet do 50°C, ale już 20 cm poniżej piasek ma około 15°C. Zimą górna warstwa piasku zamarza, lecz pod warstwą lodu przechowuje się przez całą zimę piasek o wyższej niż powietrzne temperaturze.

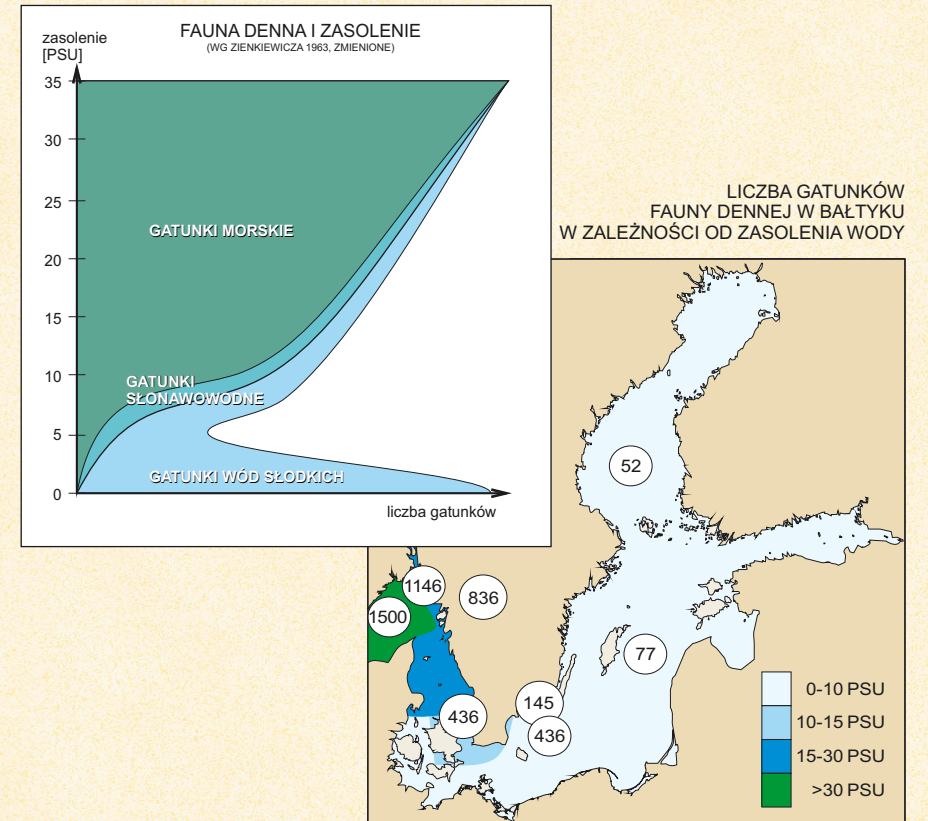
Zasolenie w strefie morskich wód kąpieliskowych w Polsce waha się od 7 do 8 PSU (7-8 mg soli na litr wody) i może nieznacznie obniżyć się w czasie deszczów i topnienia śniegu. Wysychające na piasku fale i niesiony przez wiatr pył wodny powoduje zasolenie piasku, dlatego pionierskie rośliny zasiedlające plażę muszą być odporne na zasolone siedliska.

ŚREDNIE OPADY I TEMPERATURA LATEM W GDAŃSKU
W LATACH 1993-99



Skład soli morskiej we wszystkich morzach na świecie jest niemal identyczną mieszaniną chlorku sodu (78% soli morskiej), chlorku magnezu, siarczanów, węglanów, bromków i kilkudziesięciu mniej licznych składników. Zasolenie wody oceanicznej jest dość wyrównane i wynosi około 35 PSU, co oznacza, że w każdym litrze wody rozpuszczone jest 35 mg soli.

Organizmy wodne dostosowane są albo do życia w wodzie słodkiej albo morskiej, bardzo niewiele potrafi żyć w obu rodzajach wód - albo w wodzie o niewielkim zasoleniu. W Bałtyku gdzie znaczna większość obszaru morskiego ma zasolenie pomiędzy 5 a 8 PSU, środowisko jest zbyt wysłodzone dla prawdziwie morskiej fauny i zbyt słone dla organizmów słodkowodnych. Zakres 5-8 PSU określany jest jako "strefa minimum gatunkowego". We wszystkich niemal morzach świata, gdzie można zaobserwować przejście od wód słodkich do pełnosłonnych, najmniej gatunków znajduje się właśnie w tym przedziale zasolenia. Oznacza to, że Bałtyk ze względu na swoje zasolenie, skazany jest na niską różnorodność gatunkową.



Picie wody morskiej jest zawsze szkodliwe, ponieważ zawiera ona więcej soli niż jest jej w komórkach naszego ciała i na skutek dążenia do wyrównania stężeń, woda z komórek będzie uciekać - czyli ciało traci wodę. Paradoksalnie, pijąc wodę morską umiera się z odwodnienia.

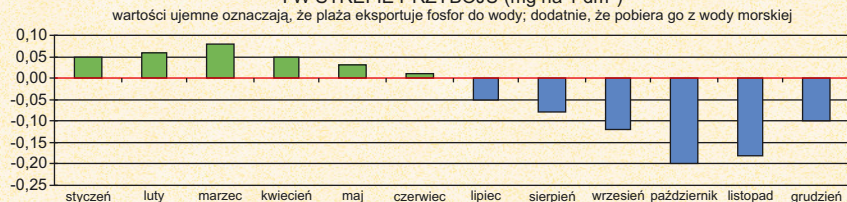
AEROL, NATLENIE, SOLE BIOGENICZNE

Fale rozbijające się o brzeg, a szczególnie te, które mają białe grzywy piany, zawierają dużo powietrza, które w postaci małych i większych pęcherzyków wędruje do powierzchni wody. Pęcherzyki w końcu pękają i wyrzucają w powietrze mikrokropelki wody z solą. Porwane przez wiatr drobiny tworzą aerol - uważany za leczniczy pył wodny. Dzięki temu, że sól morską zawiera bardzo bogaty zestaw pierwiastków, w jej cząstkach w powietrzu są również mikroelementy i rzadkie pierwiastki takie jak jod. W czasie sztormu kryształki soli wynoszone są na setki metrów w górę i kilometry w głąb lądu. Niestety, nie tylko sól wynoszona jest w powietrze, w ten sam sposób z morza do atmosfery przedostają się bakterie, które wiatr przeniosi na wielkie odległości.

Dzięki ciągłemu ruchowi fal przy brzegu, woda w płytkiej strefie jest zwykle dobrze natleniona. Tylko w okresach bezwietrznych, upalnych dni może dochodzić do chwilowego niedoboru tlenu. Można to poznać po zmianie koloru piasku - w miejscach gdzie zabrakło tlenu, powstaje siarkowodór i piasek przybiera czarny kolor. Proces ten zaczyna się pod powierzchnią dna, trzeba więc odgarnąć górną warstwę piasku, żeby przekonać się, czy pod nią nie brakuje tlenu.

Proste nieorganiczne związki azotu i fosforu nazywa się potocznie biogenami - są to substancje umożliwiające wzrost roślinom. Plaża jest obszarem, gdzie gromadzi się i rozkłada materia organiczna, a bakterie uwalniają azotyny, azotany i fosforany. Stąd biogeny te powracają do morza. Jest ich zwykle dużo w wodzie gruntowej plaży i w płytkiej strefie przyboju. Bałtyk jest morzem charakteryzującym się wysoką koncentracją soli biogenicznych (eutroficznym), co oznacza, że w płytkiej wodzie gdzie dociera światło, zawsze są dobre warunki do wzrostu roślin.

RÓŻNICE KONCENTRACJI FOSFORU W WODZIE GRUNTOWEJ I W STREFIE PRZYBOJU (mg na 1 dm³)



ŚWIATŁO, SEZONOWA ILOŚĆ PROMIENIOWANIA, UV, DZIURA OZONOWA

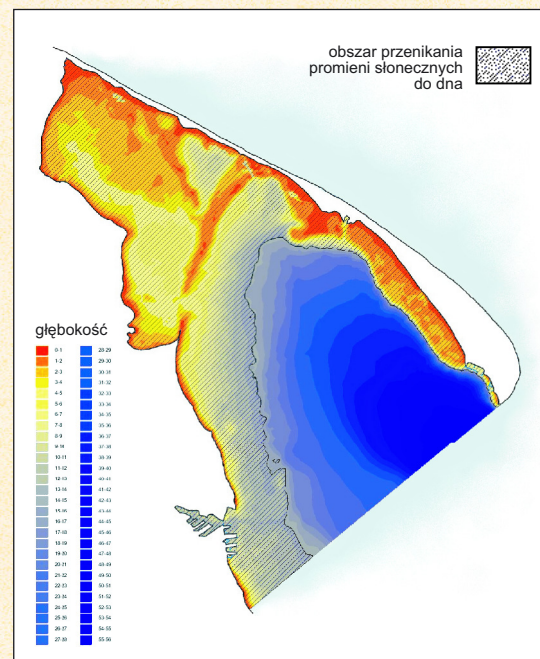
Średnia ilość światła słonecznego padającego rocznie na plażę wynika z położenia geograficznego oraz stopnia pokrycia nieba chmurami. W Polsce latem w południe ilość ta wynosi około 300 MJ w ciągu godziny na m². Zachmurzenie zmniejsza ilość promieniowania docierającego do powierzchni ziemi o około 30%. Promieniowanie słoneczne dociera do powierzchni ziemi w postaci fal elektromagnetycznych, które dzielimy według długości fal na widzialne (VIS), ultrafiolet (UV) oraz podczerwień (IR).

Część promieniowania z zakresu ultrafioletowego (UVB) powoduje u ludzi opaleniznę, ale w nadmiarze może szkodzić i np. wiele organizmów morskich unika go, chroniąc się głębiej pod powierzchnię wody. Dziura ozonowa - czyli obszary wysokich warstw atmosfery o zmniejszonej koncentracji ozonu - powoduje, że do rejonów położonych bezpośrednio pod dziurą dociera znacznie więcej promieniowania UV. Problem ten dotyczy głównie rejonów wokółbiegunowych, ale zbyt intensywne opalenie się latem na naszych plażach dostarczy skórze takiej samej ilości UV jak półroczny pobyt na biegunie.

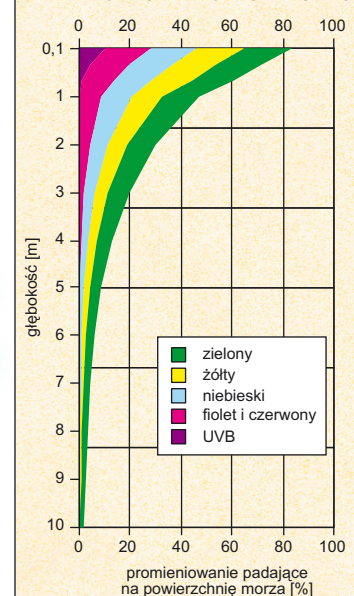
Rośliny do wzrostu potrzebują światła, a na płycznach przechodzi go przez wodę wystarczająca ilość, by cała strefa wód przybrzeżnych mogła zostać uznana za produktywną. Ruch wody ogranicza występowanie dużych roślin na płycznach, ale na piasku występują też mikroskopijne glony - mikrofitobentos.

Dzięki temu, że przez kwarcowy piasek światło przechodzi na głębokość około 5-10 mm, mikrofitobentos może skutecznie prowadzić fotosyntezę w powierzchniowej warstwie piasku (z produkcją około 50 g C organicznego na m² rocznie).

ZATOKA PUCKA



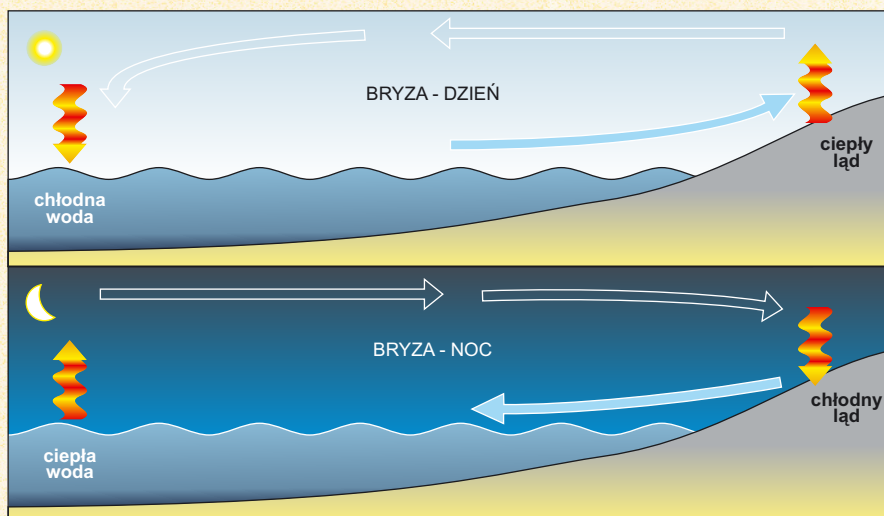
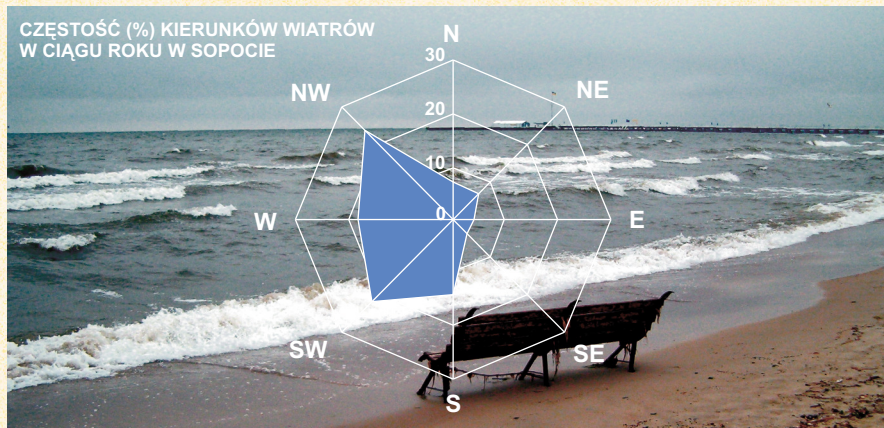
OSŁABIANIE OŚWIETLENIA W WODACH ZATOKI GDĄSKIEJ



BRYZA

Ważny wpływ na regionalny klimat nadmorski mają wiatry zwane bryzami. Bryzy można podzielić na morskie i lądowe, a ich występowanie zależy od pory dnia. W godzinach przedpołudniowych i wczesnych popołudniowych bryza morska wieje od morza w kierunku lądu, który jest cieplejszy od morza i powietrze nad nim kieruje się do góry. W godzinach nocnych i nad ranem powstaje bryza lądowa, która jest wiatrem wiejącym od chłodniejszego lądu i w kierunku względnie cieplejszego morza.

Kierunek bryzy zmienia się wczesnie rano i wieczorem. Bryzy mają wpływ na lokalny klimat, łagodząc w ciepłej porze dnia suche i gorące powietrze nad plażą.

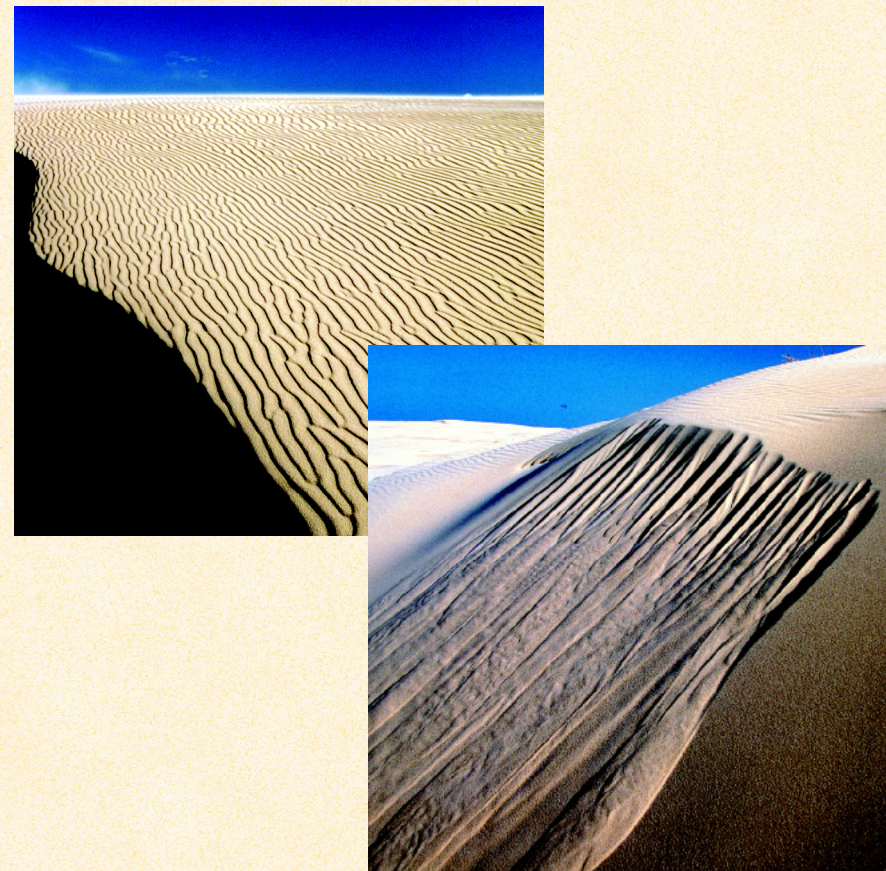


RUCH PIASKU

Bardzo drobny piasek nie utrzyma się na wydmie, ale poniesiony zostanie dalej przez wiatr w głąb lądu. Tworzące wydmy ziarenka piasku (o średnicy 0,1 - 1 mm) przenoszą się skokami (wysokimi na 5 - 10 cm) popychane dzięki wiatrowi jedno przez drugie. Ten ruch nosi nazwę saltacji. Możliwe jest też wleczenie - toczenie się większych ziaren i unoszenie mniejszych. Transport piasku zależy zawsze od siły wiatru i wielkości ziaren. Ziarenka piasku, które zostaną osłonięte lub znajdują się w miejscu omijanym przez wiatr, przestaną się poruszać.

Przemieszczające się ziarenka tworzą bardziej strome stoki od strony zawietrznej wydmy, powodując jej ruch w stronę lądu przez osypywanie się. Na powierzchniach przemieszanych wiatrem piasków, znajdują się charakterystyczne zmarszczki wiatrowe. Przebieg ich grzbietów jest prostopadły do kierunku wiatru i ma prosty lub lekko falisty kształt.

Wydma musi mieć możliwość przemieszczania się. Jest to możliwe, gdy jest rzadko porośnięta roślinnością. Uniemożliwienie ruchu wydmy przez jej tzw. stabilizację, może mieć poważne konsekwencje dla przyszłości plaży w dłuższym okresie czasu.

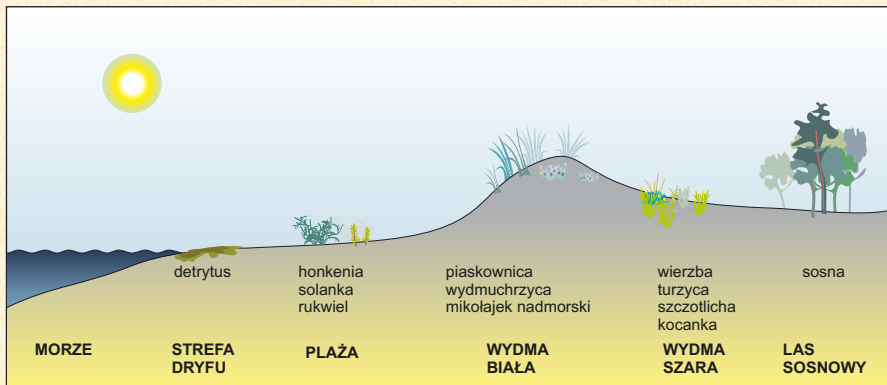


WYDMA

Strefa bezpośredniego przejścia pomiędzy lądową roślinnością - lasem, łąką a morską piaszczystą plażą to środowisko wydym. Usypane przez wiatr, ustabilizowane przez rośliny wydmy pokazują nam jak w ciągu wielu lat, w miarę wycofywania się morza, ląd zamienia plażę w las sosnowy. W zależności od stopnia sukcesji, od plaży do lasu, dzieli się wydmy na białe, szare i brunatne. Przedstawiamy tutaj tylko najbliższą plaży wydmy białą. Wydmy są szczególnie wrażliwą na zniszczenie częścią ekosystemu plaży. Wąski pas wydym, porośnięty kruchymi roślinami, narażony jest na wydeptywanie, a tylko żywe rośliny są w stanie zatrzymać piasek wydym przed rozwiewaniem przez wiatr.

Na wydmach nie spotykamy zwierząt prawdziwie morskich. Jesienią przychodzą tu z plaży przetrzymać w głębokich norkach zmierzczki piaskowe, ale poza nimi wydmy to strefa zwierząt i roślin lądowych. Spotykamy tu wprawdzie tylko około 50 gatunków roślin naczyniowych (w porównaniu ze środowiskiem lasu wydymowego, gdzie może ich być już ponad 200), ale te rośliny, które żyją na wydymie to mistrzowie odporności na suszę (dzięki długim korzeniom), słony aerozol i wiatr.

Rośliny wydymowe tworzą środowisko życia dla licznych owadów i pajęczaków. W piasku przy korzeniach roślin sporo jest meiofauny, która bardziej przypomina meiofaunę głębową niż tę z morskiej plaży, ponieważ dominują tu skąposzczety - miniaturowi krewni dżdżownic. Na wydmach, pod osłoną roślin mogą gniazdować ptaki - małe siewki obrożne, rybitwy, biegusy, rzadkie u nas ostrogojady, czy kopiące głębokie nory legowe - ohary.

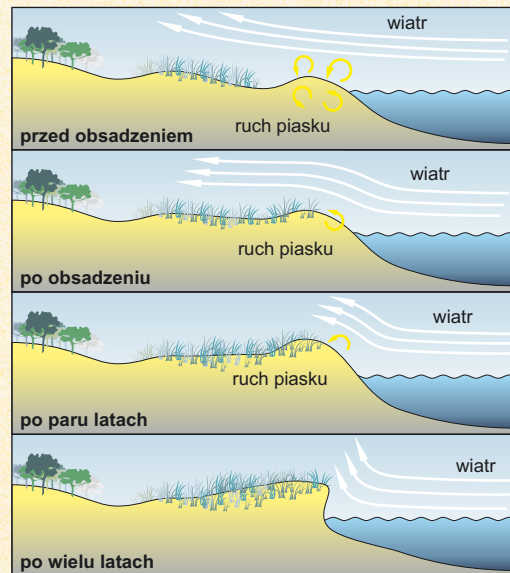


UMACNIANIE WYDM

Obsadzanie wydym roślinnością, aby je umocnić, wydaje się oczywiste, jeżeli chcemy zachować i chronić przed erozją nasze plaże. Ale czy rzeczywiście? Nie ma już co do tego zgody wśród naukowców. Okazało się bowiem, że obsadzanie wydym roślinnością, może doprowadzić do jej zniszczenia. Do miejsca, w którym wydmy porastają krzaki, piasek może być swobodnie przemieszczany przez wiatr. Porastające wydmy rzadkie trawy nie są dla niego przeszkodą. Piasek od czasu do czasu zabierany jest z wydym przez sztormy. Potem osadzany jest przez wodę w dolnej części plaży i następnie przesuwany z powrotem przez wiatr - na i za wydmy.

Plaża jest w stanie odbudowywać się sama w taki sam sposób, jak odbywało się to przez setki lat przedtem. Aby chronić wydmy przed morzem postanowiono je obsadzić. Spowodowało to skrócenie drogi przenoszenia piasku. Piasek zatrzymywany jest na krawędzi krzaków. Wydmy zaczynają rosnąć. Po paru latach okazuje się, że przednia wydma znacznie urosła, a jej stok zrobił się stromy. Podniesiona wydma osłabia wiatr, dodatkowo stromy stok zatrzymuje ruch piasku. Brzeg wygląda znacznie solidniej. Jednak strumień piasku dostarczany przez wiatr na brzeg ustał. W kolejnych latach sztormy podcinają wydmy tworząc klif. Brzeg podlegać zaczyna erozji i jest tylko kwestią czasu, kiedy morze dojdzie do linii drzew. Plaża staje się bardziej płaska, a w strefie brzegowej pojawiają się liczniejsze mielizny. Plaże żyją dzięki przemieszczaniu przez wiatr piasku w głąb lądu. Jeżeli przerwie się ten potok, plaża musi umrzeć, a próby utrzymywania jej przy życiu są ogromnie kosztowne.

Powstałe w czasie sztormu wyrwy w wydmach to znakomite drogi dla piasku, który z brzegu może być dostarczany przez wiatr na zaplecze wydym. Takie miejsca są jednak jak najszybciej obsadzane, co utrudnia ruch piasku.



ROŚLINNOŚĆ PLAŻY

Plaża jest dla roślin wyjątkowo trudnym środowiskiem życia. Niestabilne podłoże jest budowane z piasku osadzanego przez morskie prądy i fale, a następnie często zabieranego przez sztorm i wywiewanego przez wiatry. W piasku prawie nie ma substancji odżywczych potrzebnych do życia roślinom kwiatowym. Pomimo bliskości morza roślinom często brakuje także wody, bowiem wody słodkie z opadów szybko wsiąkają w luźny piasek, którego powierzchnia natychmiast wysycha na słońcu. Głębsza, stale wilgotna warstwa piasku znajduje się pod wpływem wody morskiej, nieprzyjaznej dla ogromnej większości roślin lądowych. Nic więc dziwnego, że takie warunki znosi bardzo niewiele roślin; należy do nich honkenia piaszkowa i perz sitowy rosnący tylko w zachodniej części naszego wybrzeża.



W najwyższej i najdalej od morza położonej części plaży pojawiają się inne rośliny kępowe - trawy, z których najważniejszą jest piaszkownica zwyczajna. Każde źdźbło, a tym bardziej kępa, stanowi osłonę przed wiejącym wiatrem, dzięki czemu za nimi może gromadzić się piasek i zaczynają powstawać pierwsze małe wydmy, początkowo o wysokości zaledwie paru centymetrów, rosnące wznwyż i wszędy w miarę rozrastania i zagęszczania się roślin. Takie "dzieci wydmy" rosnące na plaży dzięki osłonie pojedynczych roślin nazywamy wydmy pierwotnymi albo wydmy przednimi. Pełnią one bardzo ważną funkcję, gdyż zapoczątkowują rozwój wysokich wydym, bezpośrednio przylegających do plaży.



Plaża występuje także pod wysokimi, stromymi urwiskami klifowymi. Najczęściej różni się ona od sąsiadującej z wydmy - jest zazwyczaj znacznie węższa, czasem jest budowana ze żwiru i występują na niej kamienie, a nawet duże głazy, które pierwotnie były uwiecznione w glinach budujących klif. Na takiej plaży w zasadzie nie ma roślin.

W tych miejscach, gdzie na plaży gromadzą się gnijące szczątki roślin wyrzuconych przez morze, nazywane kidziną, panują bardzo specyficzne warunki. Z rozkładających się roślin uwalnia się duża ilość odżywczych związków azotowych, co sprzyja licznym roślinom azotolubnym, ale zasolona woda ogranicza ich liczbę do zaledwie kilku gatunków - paru gatunków łobody, którym towarzyszy rukwiel nadmorska i solanka koleczysta. Roślinność plaż jest zagrożona - strefa wydmy przedniej jest np. idealnym miejscem do plażowania. Gnijące szczątki roślinne tworzące kidzinę są sprzątane, zwłaszcza, że w tej samej strefie gromadzą się wszystkie przyniesione przez morze śmieci będące dziełem człowieka. Z powodu tych zagrożeń, występujących nie tylko w Polsce, siedliska wydmy przedniej i kidziny na terenie całej Unii Europejskiej są brane pod ochronę na mocy Dyrektywy Siedliskowej.



Na roślinność pasa wydym, bezpośrednio sąsiadującego z plażą i wydmy przednią, składają się luźno rosnące kępy wysokich, mocnych traw - głównie piaszkownicy zwyczajnej, rzadziej wydmuchrzycy piaskowej; wyjątkowo występują też inne gatunki. Podobnie jak rośliny pustynne, odznaczają się one bardzo rozbudowanymi systemami korzeniowymi, penetrującymi piasek w poszukiwaniu wody ze związkami odżywczymi; dzięki tej właściwości tak skutecznie stabilizują piasek i umacniają wydmy. Trawy wydmowe są bardzo odporne na przemieszczanie się piasku, a nawet wymagają jego ruchu, i znoszą nawet jednorazowe zasypanie warstwą o grubości 10 cm. Od białego koloru piasku, pozbawionego próchnicy, wydmy te nazywane są białymi.



W miarę stabilizowania piasku roślinność się zmienia - jest coraz bogatsza gatunkowo, a w niskiej, luźnej darni pojawiają się m.in. turzyca piaszkowa, szczotliha siwa, kocanki piaskowe, a także mchy i porosty. Zaczyna gromadzić się próchnica, dzięki czemu wydma, z jakby zabrudzonym piaskiem, nazywana jest szarą.

W miarę stabilizowania piasku roślinność się zmienia - jest coraz bogatsza gatunkowo, a w niskiej, luźnej darni pojawiają się m.in. turzyca piaszkowa, szczotliha siwa, kocanki piaskowe, a także mchy i porosty. Zaczyna gromadzić się próchnica, dzięki czemu wydma, z jakby zabrudzonym piaskiem, nazywana jest szarą.

Lokalnie występują także małe powierzchnie wrzosowisk z bażyną czarną. Z czasem stare wydmy opanowywane są przez lasy. Z wydmy, zwłaszcza szarymi, są związane liczne barwnie kwitnące rośliny, w tym objęty ścisłą ochroną symbol roślinności nadmorskiej - mikołajek nadmorski.



W wilgotnych zagłębieniach między wydmy, gdzie panują znacznie lepsze dla roślin warunki wodne, rozwija się bardzo specyficzna roślinność, zróżnicowana zależnie od warunków wodnych, żyzności i wieku zagłębienia - murawowa, torfowiskowa, zaroślowa i leśna.

Cała roślinność wydym jest zagrożona, co jest spowodowane nałożeniem się czynników naturalnych i spowodowanych różnymi formami działalności człowieka. Wydmy, przez człowieka zalesiane od strony lądu, są niszczone przez podcinające je morskie fale. W wyniku tego giną nie tylko wszystkie rośliny, ale i całe ekosystemy typowe dla naturalnych niezalesionych wydym. Symbolem tego procesu może być np. wyraźny zanik mikołajka nadmorskiego. Roślinność i siedliska wydmy są bardzo wrażliwe na deptanie przez licznych niezdiscyplinowanych spacerowiczów. Wszystkie siedliska wydym i zagłębien międzywydmowych, jako zagrożone, są na obszarze całej Unii Europejskiej objęte specjalnymi formami ochrony na mocy Dyrektywy Siedliskowej.



MIKROORGANIZMY

Mikroorganizmy to umowna nazwa wielu różnych bakterii, roślin i zwierząt, których wspólną cechą są rozmiary nie przekraczające około 50 mikronów (0,05 mm).

Najważniejsza grupa mikroorganizmów występująca w ekosystemie plaży to bakterie, których może być około 1 g w 1 kg piasku a ich roczny przyrost masy może wynieść około 190 g. Reprezentowane są one przez co najmniej kilkaset rozmaitych szczepów i gatunków. Większość z nich to bakterie psychrofilne (potrafiące żyć w stosunkowo niskich temperaturach), wyspecjalizowane w rozkładzie substancji organicznych. Ta właśnie ich cecha stanowi najważniejszą funkcję w ekosystemie plaży - udostępnianie pokarmu innym organizmom oraz rozkład materii organicznej na proste związki mineralne. W głębi osadu, w warunkach braku tlenu, mogą pojawiać się beztlenowe bakterie produkujące siarkowodór. Widocznym znakiem ich obecności jest czarna barwa piasku i charakterystyczny zapach.

Bakterie mają bardzo szybką przemianę materii i mnożą się co kilka, kilkanaście godzin. Obrazuje to proporcja pomiędzy biomasą (wagą bakterii w momencie pomiaru) i roczną produkcją (ilością organicznego węgla związanego w ciągu roku). Wynosi ona około 190 - czyli bakterie produkują na plaży rocznie 190 razy więcej masy niż same ważą. Bakterie zasiedlają wszystkie strefy plażowego ekosystemu. Najwięcej jest ich na granicy morza i piasku, oraz w miejscach gdzie gromadzą się organiczne odpadki; najmniej w suchym, gorącym piasku na środku plaży.

Najśląbiej poznanymi mikroorganizmami plaż są mikroskopijne grzyby i wirusy. Podobnie jak bakterie można je znaleźć wszędzie, a ich rola w ekosystemie nie jest jeszcze w pełni rozpoznana.

O klasę większe, ale jeszcze w obrębie mikroorganizmów są jednokomórkowe glony. Te, które występują na dnie, określamy jako mikrofitobentos.

Tam gdzie w piasku jest dość wody oraz tam gdzie dociera światło (górną 1 cm piasku), występują okrzemki, grupa glonów o pięknie urzeźbionych krzemionkowych pancerzykach. Jest ich na polskich plażach około 200 różnych gatunków. Ta różnorodność pozwala stosować je jako wskaźniki jakości wody (każdy gatunek ma swój charakterystyczny zakres tolerancji na warunki środowiska i zanieczyszczenia).

Mikrofitobentos płytkiej strefy plaż okazał się bardzo skutecznym producentem, jego fotosynteza dostarcza około 50 g węgla organicznego z 1 m² każdego roku.

Jednokomórkowe glony występujące w wodzie to fitoplankton, różnią się od mikrofitobentosu zdolnością do unoszenia w toni wodnej i nieco szybszym tempem wzrostu. Produkcja fitoplanktonu w płytkich wodach Zatoki Gdańskiej wynosi około 100 g węgla organicznego na m² rocznie. Dla glonów zarówno żyjących na dnie, jak i unoszących się w wodzie, charakterystyczny jest sezonowy rozwój z dwoma lub trzema szczytami liczebności, które określa się jako zakwity. Na południowym Bałtyku zakwity fitoplanktonu przypadają wiosną, latem i wczesną jesienią.

Wśród fitoplanktonu strefy przyboju poza najliczniej występującymi okrzemkami istotną rolę odgrywają sinice, bruzdnice, zielenice i złotowiciowce; jednakże różnorodność gatunkowa tych grup ustępuje okrzemkom. Okresowo w czasie cieplej, bezwietrznej pogody sinice potrafią intensywnie rozmnażać się, co powoduje zmianę koloru wody.

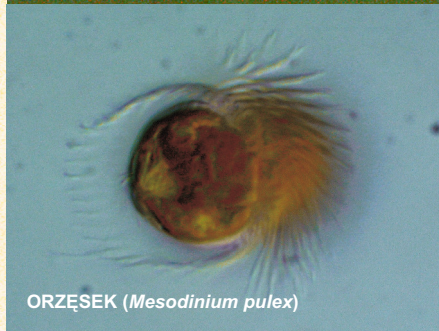
Mikroorganizmy zwierzęce w ekosystemie plaży to przede wszystkim orzęski - około 40 gatunków miniaturowych (5 do 100 mikronów) drapieżników, padlinożerców i roślinożerców. Mnożą się niemal tak szybko jak bakterie. Występują wszędzie tam, gdzie w ekosystemie plaży jest woda. Ich koncentracje wynoszą przeciętnie około 1000 osobników na 1 cm³ mokrego piasku.



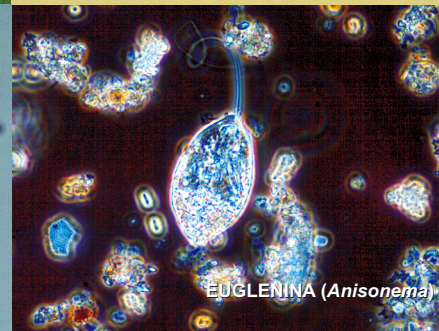
ORZĘSEK (*Pleuronema grassiei*)



ORZĘSEK (*Condylostoma rugosa*)



ORZĘSEK (*Mesodinium pulex*)



EUĞLENINA (*Anisonema*)



BRUZNICA (*Gymnodinium*)



BRUZNICA (*Amphidinium*)



OKRZEMKA (*Anorthoneis*)



OKRZEMKA (*Navicula*)

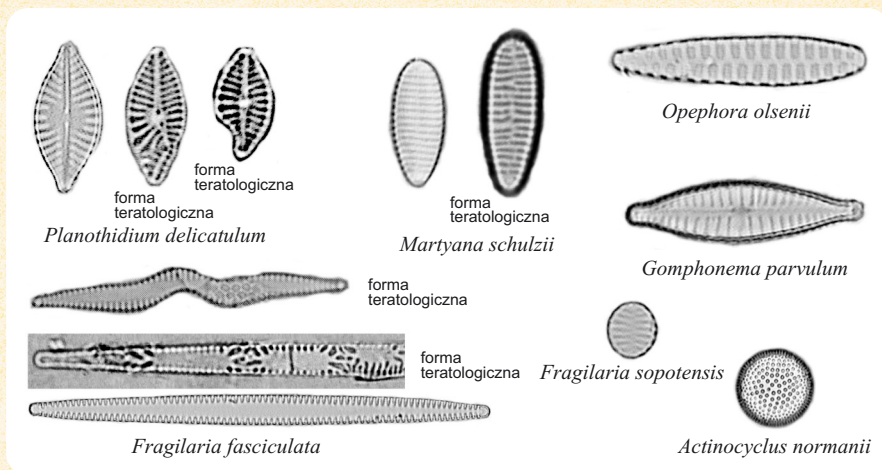
OKRZEMKI JAKO WSKAŹNIKI STANU ŚRODOWISKA

Okrzemki (Bacillariophyceae) są jednokomórkowymi, mikroskopijnej wielkości organizmami roślinnymi. Występują niemalże we wszystkich środowiskach (gleba, jeziora, rzeki i morza), jest ich bardzo wiele w płytkich wodach przybrzeżnych Bałtyku.

Wśród okrzemek występują gatunki wrażliwe, które są doskonałymi wskaźnikami (bioindykatorami) cech środowiska, takich jak np.: natężenie oświetlenia, temperatura, wilgotność, zawartość soli biogenicznych, odczynu wody (pH), zasolenia i szybkości przepływu wody. Współczesne zbiory okrzemek żyjących na dnie zbiorników wodnych używane są jako narzędzie w klasyfikacji wód; ocenia się jakość wody (stopień jej żywności i poziom zanieczyszczeń, w tym m.in. materią organiczną). Zbiory okrzemek pozwalają z powodzeniem określić efekty zanieczyszczeń i klasyfikować stopień zniszczenia środowiska wodnego. Niekorzystne czynniki środowiskowe powodują powstawanie teratologicznych (anormalnie wykształconych) form okrzemek, które różnią się od typowych asymetryczną, często zniekształconą budową i ornamentacją okryw. Te morfologiczne zaburzenia mikrostruktur krzemionkowych tworzą się pod wpływem działania szkodliwych czynników na delikatne ściany okrzemek.

Wzrost udziału teratologicznych form okrzemek w osadzie może wiązać się ze wzrostem zawartości materii organicznej w toni wodnej i w osadzie. Innymi patogennymi czynnikami są: wysoka temperatura, wzrost zasolenia, dopływ biogenów i metali ciężkich, np. kadmu, niklu, cynku, chromu, ołowiu i miedzi. Teratologiczne formy okrzemek mogą być wskaźnikami wód silnie zanieczyszczonych. Informacja o obecności tych form okrzemek, ich udział, tzn. liczba gatunków i ich liczebność w mikrofitobentosie jest cennym składnikiem biologicznych i chemicznych analiz kondycji środowiska wodnego.

Ujścia ścieków i potoków w rejonie Sopotu są zdominowane przez gatunki charakterystyczne dla wód bogatych w sole azotu i fosforu. Największy udział mają gatunki odporne i tolerancyjne, które są wskaźnikami wód silnie zanieczyszczonych materią organiczną (polisaprobowych). Taki charakter wód potwierdzają obecne licznie okrzemki *Planothidium delicatulum*, *Fragilaria fasciculata*, *Fragilaria sopotensis*, *Opephora olsenii*, *Gomphonema parvulum*, *Actinocyclus normanii* oraz inne składniki mikrofitobentosu, w tym sinice i strzępki grzybów wodnych.



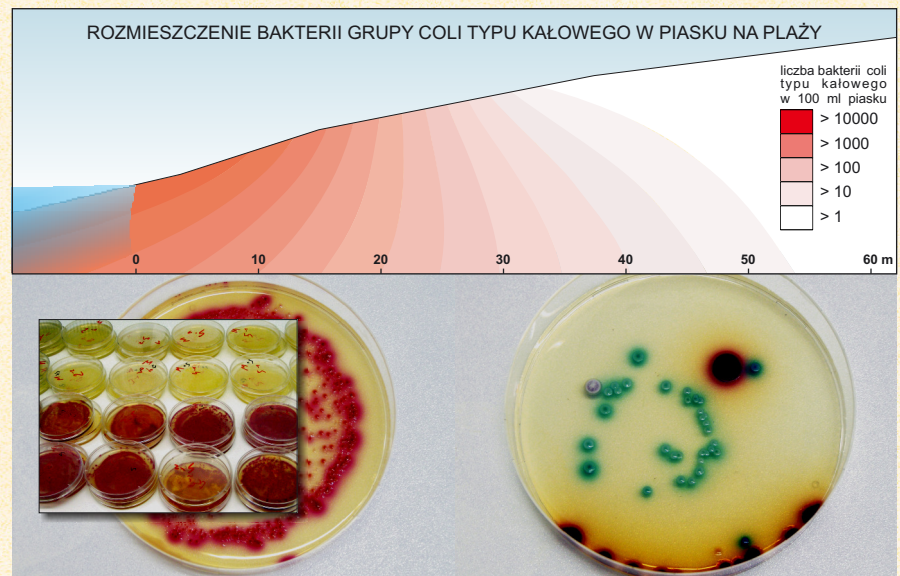
BAKTERIE NA PLAŻY

W wodzie morskiej występuje od tysiąca do miliona bakterii w 1 ml, w piasku na plaży jest ich do 1000 razy więcej. Zdecydowana większość bakterii (tzw. saprofitycznych) zasiedlających środowisko plażowe spełnia pożyteczną rolę. Bakterie uczestniczą w procesach rozkładu materii organicznej, co ma zasadnicze znaczenie w obiegu pierwiastków i przepływie energii pomiędzy różnymi ogniwami łańcucha troficznego ekosystemu plaży piaszczystej.

Podłoże utworzone z piasku wymieszanego z rozkładającą się materią organiczną, łącznie z występującą różnorodną fauną i florą, jest znacznie mniej podatne na wywiewanie i wymywanie. Ponadto na użyźnionym, w wyniku procesów mineralizacji, piasku mogą się rozwijać rośliny, które wspomagają formowanie się wydym. Bakterie saprofityczne uczestniczą w samooczyszczaniu wody i piasku z zanieczyszczeń organicznych. Rozkładają na proste związki różnorodne substancje: białka, tłuszcze, cukry, a nawet substancje ropopochodne.

Zanieczyszczenia odprowadzane do przybrzeżnych wód morskich mają znaczny wpływ na skład mikroflory. Potoki, cieki wodne, kolektory burzowe oraz odpływy z oczyszczalni niosą ze sobą niekiedy duży ładunek zanieczyszczeń, głównie organicznych. Ponadto zawierają duże ilości różnorodnych bakterii saprofitycznych i zarodników grzybów, a także mikroorganizmy pochodzenia fekalnego, wśród nich gatunki chorobotwórcze.

Zanieczyszczenia powodują zmianę w bioróżnorodności środowiska; stopniowo zanikają zespoły organizmów autochtonicznych, a rozwijają się zespoły obce tzw. saproby. W piasku narażonym na ciągły kontakt z zanieczyszczoną wodą mogą gromadzić się mikroorganizmy pochodzenia fekalnego. W strefie zwilżanej wodą znajduje się znacznie więcej bakterii grupy coli i coli typu kałowego niż w omywającej je wodzie. Liczba bakterii fekalnych maleje wraz z oddalaniem się od linii wody w kierunku wydym.



SINICE, ZAKWITY GLONÓW JEDNOKOMÓRKOWYCH

Sinice to prymitywne, jednokomórkowe rośliny, które rozwijają się bardzo szybko w toni wodnej, tworząc na powierzchni kożuchy od bladozielonych poprzez żółte aż do brązowo-brunatnych i powodując zmętnienie wody - taka koncentracja glonów nazywana jest zakwitami. Zakwit glonów trwa zwykle kilka, kilkanaście dni i kończy się splukaniem ich na brzeg.

Wśród kilkudziesięciu różnych gatunków sinic występujących na naszym wybrzeżu, kilka z nich obumierając, potrafi wydzielać toksyczne substancje, które mogą być groźne dla człowieka. Należy tu np. nodularyna, uszkadzająca wątrobę substancja wydzielana przez sinicę *Nodularia*. Na szczęście zwykle koncentracje tej toksyny w wodzie są na tyle niskie, że nie wywołują szkodliwych następstw.

Na niektórych plażach piaszczystych lądują wyrzucone przez wiatr płyty brudnobiałej piany, często jest to produkt innego miniaturowego glonu *Phaeocystis*. Rośliny te intensywnie rozmnażają się w czasie spokojnej, ciepłej pogody, a następnie wiatr zbija je w skupiska. Później glony te obumierają, wydzielają kleiste śluzowate substancje a pod wpływem falowania i wiatru ubijają się z tego piany, przenoszona następnie na brzeg. Kilka lat temu, na plaży Morza Północnego na popularnej wśród turystów wyspie Sylt pojawiła się piana pochodząca z ogromnego zakwitu *Phaeocystis*, której warstwa przekraczała półtora metra grubości! Wysychająca piana glonowa rozdrabniana na pył i unoszona wiatrem, może powodować alergiczne reakcje u ludzi.

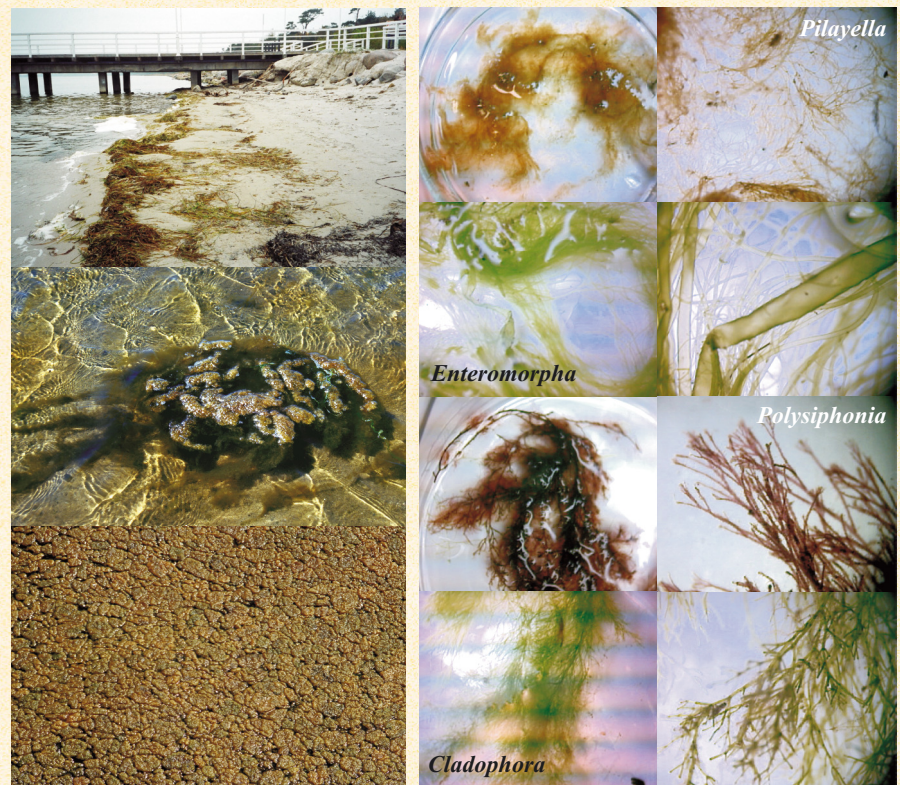


MATY GLONOWE, MAKROGLONY

W wodach przybrzeżnych, gdzie dużo jest substancji odżywczych i na dnie występuje trochę małych kamieni lub żwiru, wczesną wiosną pojawiają się nitkowate brunatnice z rodzaju *Pilayella* i *Ectocarpus*. Fale szybko odrywają je od podłoża i zbijają w splątaną masę mat glonowych, która unosi się w wodzie, lub gdy jest oblepiona piaskiem toczy po dnie w postaci kłaczek czy kul. Glony nitkowate, to jedyne makrofity, które potrafią rosnąć po oderwaniu od podłoża. Dryfujące maty glonowe mogą więc rosnąć całe lato, w końcu spędzane ruchem fal i wiatru lądują na brzegu, gdzie niekiedy bywa ich ponad 1 kg na m².

Glony na brzegu szybko rozkładają się, wydzielając nieprzyjemny zapach i odstraszały turystów. Wystarczy jednak silny wiatr i fale, by złogi glonów rozproszyły się po okolicy i problem zniknął. Na piaszczystym brzegu rośnie niewiele glonów, ponieważ potrzebują one do wzrostu stałego podłoża. Tam gdzie na piasku znajdzie się kamień, porasta on glonami, tworząc miniaturową wyspę-oazę na pustyni.

W najpłytszej strefie najczęstsze są taśmowate, jasnozielone gatunki z rodzaju *Enteromorpha*, nieco głębiej towarzyszy im delikatna krzaczasta gałązka (*Cladophora*), głębiej na kamieniach spotkać można czerwone krasnorosty (*Polysiphonia*). Obecność glonów pozwala na występowanie wielu drobnych zwierząt, których nie ma tam, gdzie jest tylko piasek - najczęściej są to kielże i inne małe skorupiaki.

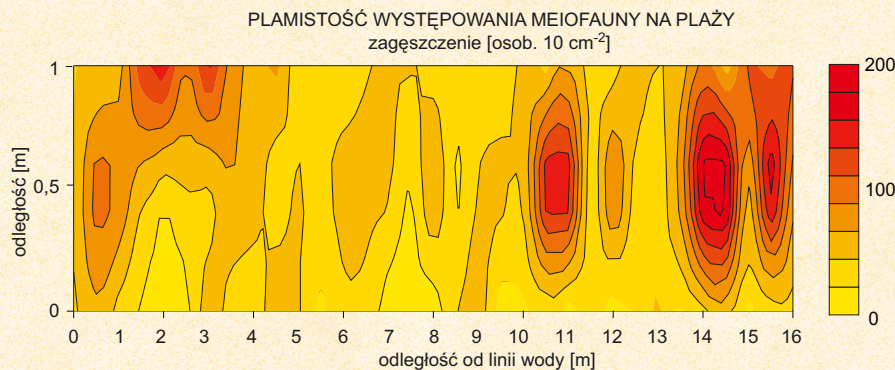
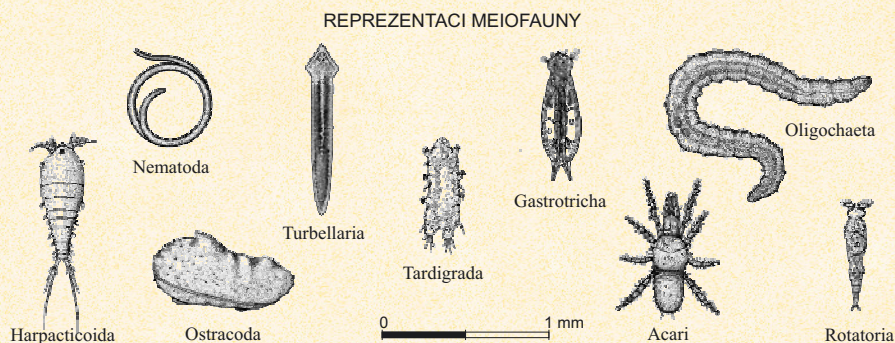


MEIOFAUNA

Meiofauna to umowna nazwa organizmów, które podczas wypłukiwania ich z osadu przechodzą przez sito o oczkach 1,0 mm i zatrzymywane są na sicie o oczkach 0,05 mm. Na polskich plażach występuje 7 głównych grup systematycznych meiofauny, reprezentowanych prawdopodobnie przez kilkaset różnych gatunków.

Wśród meiofauny najbardziej rozpowszechnione i najbardziej zróżnicowane gatunkowo są nicienie (Nematoda), osiągające zagęszczenia rzędu 100 osobników na 1cm³ piasku. Meiofauna koncentruje się w warstwie górnych 10 cm piasku - im głębiej tym jest jej mniej. W tej grupie organizmów znajdziemy roślinożerców, detrytofagów/padlinożerców, drapieżniki i wszystkożerców. Większość organizmów meiofauny potrafi aktywnie poruszać się w miniaturowych kanałach pomiędzy ziarnami piasku i może zmieniać miejsce swego pobytu w ciągu doby i sezonu. Bardzo charakterystyczne dla meiofauny jest jej plamiste, nierównomierne występowanie, powodowane różną wilgotnością piasku i nierównym rozmieszczeniem pokarmu.

Meiofauna wraz z mikroorganizmami tworzy odrębny łańcuch troficzny (podobny do obserwowanej w morzu "pętli mikrobiologicznej") - ciąg organizmów produkujących materię organiczną i wzajemnie się zjadających, z minimalnym "eksportem" do makroorganizmów. Duże zwierzęta są po prostu za duże, żeby bezpośrednio korzystać z mikro- i meiofauny.



MAKROFAUNA

Makrofauna to organizmy morskiej części ekosystemu plaży o rozmiarach od około 0,5 cm do 5 cm, czyli praktycznie to co widać i da się złapać w rękę. Bałtyk jest najuboższym w gatunki zwierząt morzem Europy, a piaszczyste płycizny nie są najlepszym miejscem sprzyjającym różnorodności gatunkowej. Tym niemniej nasze morskie kąpieliska mają co najmniej 20 stale występujących gatunków makrofauny.

Najliczniejsze i najbardziej typowe są małe skorupiaki - piaszczyki *Bathyporeia pilosa*, osiągające zagęszczenia do 20 000 sztuk na m². Inne liczne i typowe organizmy to zakopane w piasku wieloszczety *Streblospio* i *Pygospio* oraz małże: sercówki, piaskożaby i rogowce. Wśród makrofauny plaż spotykamy również przedstawicieli ciekawej grupy gatunków inwazyjnych "obcych", które niedawno przybyły na nasze wybrzeże. Najłatwiej zobaczyć dużego amerykańskiego wieloszczeta *Marenzelleria* c.f. *viridis* i kaspjskiego kielża *Gammarus tigrinus*.

Im bardziej urozmaicone będzie dno, z większą ilością roślin i kamieni, i im spokojniejsza woda, tym bogatsza będzie makrofauna. W wystawionych na falowanie piaszczystych płyciznach dają sobie radę tylko wyspecjalizowane gatunki potrafiące szybko zmieniać miejsce pobytu, nurkować w ruchomym piasku i obyc się bez stałego schronienia. Pojedyncze kamienie leżące na piaszczystych płyciznach i porośnięte glonami mogą odgrywać rolę "wysp faunistycznych" - miejsc gdzie znajdzie warunki życia większa liczba gatunków. Makrofauna jest bezpośrednim pokarmem naszego pokarmu, czyli ryb. Niemał wszystkie ryby polskiego morza odżywiają się przynajmniej przez część swego życia makrofauną piaszczystych płyczn. Najczęściej zjadane są garnale - duże, kilkucentymetrowe, piaskowej barwy krewetki potrafiące zakopywać się w dnie.



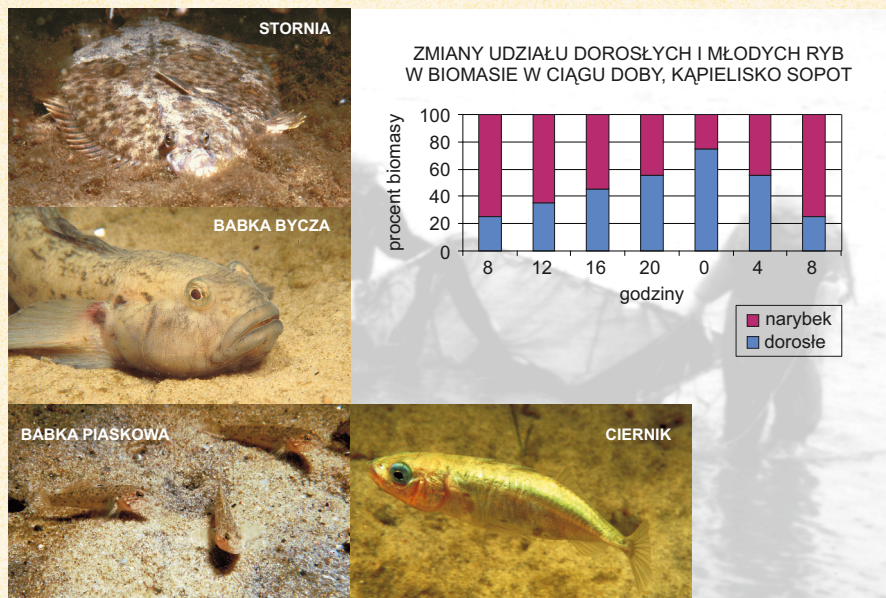
RYBY

W ekosystemie polskiej plaży morskiej jedyne duże, względnie pospolite zwierzęta, to ryby. Ichtyofauna jest szczególnym elementem biocenozy, jej siedliska nie da się jednoznacznie wpisać w sztywne granice terytorialne. Strategie żerowania i rozrodu, wynikające z szeregu adaptacji gatunkowych oraz ze zmienności warunków hydrologicznych powodują stałe - bliższe lub dalsze migracje osobników.

Pełny wykaz gatunków ryb pojawiających się w naj płytszych wodach przybrzeżnych Bałtyku, wliczając w to organizmy rzadkie, liczy ponad 40 gatunków, ale na piaszczystych płyczynach ważnych jest jedynie kilka. Są wśród nich młode osobniki, przybywające na płycizny na żerowanie i spokojny wzrost z dala od drapieżników. Do grupy tej należą młode wszystkich naszych płastug, śledzia, szprota i stynki. Druga grupa ryb to te, które całe swoje życie spędzają przy brzegu - dwa gatunki małych ryb z rodziny babkowatych, dwa gatunki podobnych z wyglądu do węgorza dobijakowatych (dobjiak i tobiasz). Bardzo pospolite są cierniki, choć ich właściwym siedliskiem jest dno porośnięte roślinnością. Do charakterystycznych gatunków należy też babka bycza, która przywędrowała do Bałtyku pod koniec lat 80. dwudziestego wieku z rejonu Morza Czarnego i Kaspijskiego.

Skład gatunkowy i ilość ryb obserwowanych przy brzegu zmienia się zarówno w ciągu doby, jak i w ciągu roku. Ryby żerują głównie na makrofaunie (kielże, wieloszczety, młode małże), chociaż najmniejsze ryby zjadają duże ilości meiofauny (przede wszystkim małych skorupiaków z rzędu Harpacticoida). Istotnym źródłem pokarmu w tej strefie jest także zooplankton.

Większość ryb potrafi się dobrze maskować albo zakopywać w piasku, względnie szybko uciekać, dlatego trudno zobaczyć, ile ich naprawdę jest w płytkiej wodzie przy plaży. Połowy włóczkiem dobrze wykazują, że latem na 100 m² płytkiej wody może być do 100 ryb z 10 gatunków, osiągających biomasa około 1 g m⁻².



OWADY NA PLAŻY

Owady (Insecta) to najbardziej liczna w gatunki grupa zwierząt lądowych. Cechuje je nie tylko wielka różnorodność budowy, kolorów i kształtów, ale także przystosowań ekologicznych niespotykanych u innych organizmów. Dzięki temu notowane są one praktycznie we wszystkich typach siedlisk, w tym i zasolonych.

W morzu lub na plaży, na całym świecie, występuje około kilkaset gatunków Insecta. W tych środowiskach notowani są przedstawiciele prymitywnych owadów bezskrzydłych, pluskwiaków, chruścików, chrząszczy, błonkówek i muchówek. Na polskim wybrzeżu spotkać można wiele gatunków owadów bezpośrednio i pośrednio związanych ze środowiskiem morskim, przy czym najbardziej liczne są muchówki. Rozwijają się one w wyrzuconych na brzeg wodorostach, żerują na porastającej klify roślinności i przywabiane są resztkami pochodzenia organicznego, a więc obumarłą materią roślinną i zwierzęcą.

Typową muchą plażową jest biegająca i nisko latająca w strefie oprysku, na pograniczu plaży i morza, *Fucellia tergina*. Owad ten rozwija się w materii organicznej zalegającej na brzegach plaż, a przede wszystkim w szczątkach roślinnych. Niewiele jest jednak owadów, które mają zdolność rozwoju w wodzie morskiej. Do tych nielicznych zalicza się małe muchówki długoczułki z rodziny ochotkowatych. Ich larwy zagrzebują się w piasku lub w mule zalegającym na dnie morza do głębokości nawet kilku metrów.

Na plażach spotkać można także błonkówki, a wśród nich wzbudzające strach osy, pszczoły i trzmiele. W większości przypadków nie zamieszkują one tych terenów, a zalatują na nie w celu zdobycia pokarmu. Na wybrzeżu latają też drapieżne chrząszcze (trzyszczce) oraz muchówki (łowiki). Najczęściej jednak na plażach występują owady, które zdmuchnięte są z okolicznych łąk, lasów i klifów, by następnie dryfować na wodzie i pojawiać się wraz z falami na brzegu. Rozbitkami takimi są przede wszystkim chrząszcze, a wśród nich przedstawiciele stonkowatych i biedronkowatych.



PTAKI, SSAKI I RYBY

Ptaki gniazdujące w strefie przybrzeżnej, które w okresie lęgowym można spotkać spacerując brzegiem morza, to spośród siewkowców: biegus zmienny, ostrzygojad, sieweczka rzeczna i obroźna, krwawodziób i czajka, a spośród innych: rybitwa białoczelną, ohar, który jest wielką, kolorową kaczką składającą jaja w norach, oraz pliszka siwa i cytrynowa.

W trzcinowiskach przyujściowych odcinków rzek gniazdują głównie drobne ptaki wróblowate: trzcinniczek, rokitniczka, potrzos, brzęczka, ale i gęś gęgawa, należący do ptaków drapieżnych błotniak stawowy, donośnie buczący bąk, który jest bliskim krewnym czapli, oraz kilka gatunków kaczek, łyska, kokoszka i łabędź niemy. Tam też spotkać można czaple siwe, których kolonia znajduje się w Mostach, bardzo blisko morza. W zadrzewieniach i miejscach zakrzaczonych zakładają gniazda słowik szary, łożówka, dziwonina oraz maleńkie, spokrewnione z sikorami remizy, budujące charakterystyczne workowate gniazda z roślinnego puchu, zwisające z cienkich gałązek wierzb. Z nadmorskimi polami, łąkami i zadrzewieniami związane są: skowronek polny, świergotek łąkowy, pokląskwa i pliszka żółta oraz trznadel, zaganiacz, dzierzba gąsiorek, makolągwa, piegża i ciemiówka.

Okres migracji

Późnym latem na plaży i podmokłych łąkach gromadzą się biegusy i brodzie, wędrujące po kilka, kilkanaście tys. km ze Skandynawii i Syberii do Afryki, nawet na jej południowy skraj. Są to takie gatunki jak piaskowiec, biegus rdzawy, biegus krzywodzioby, szlamnik, siewnica oraz mewy: śmieszka i srebrzysta, rybitwy: zwyczajna i czubata, gęsi: gęgawa, białoczelną i zbożowa. Nad Zatoką Gdańską, a zwłaszcza na Półwyspie Helskim i Mierzei Wiślanej, obserwować można intensywne przeloty (zarówno wiosną jak i jesienią) bardzo wielu gatunków ptaków wróblowatych oraz drapieżnych.

Zimowanie

W tym okresie na Zatoce Gdańskiej, co roku obserwować można wielotysięczne stada kaczek ze Skandynawii, takich jak łodówka, markaczka, uhla, edredon, gągoł, tracz nurogęs i bielaczek, a także liczne łabędzie nieme, łyski oraz mewy: srebrzystą, śmieszkę i siodłątą.

Na plaży i w płytkiej wodzie przy brzegu możemy zobaczyć sporo zwierząt, które są na tyle rzadkie, że zostały objęte prawną ochroną gatunkową. Na plażach w okolicy ujścia Wisły i na piaszczystych łąkach w tej okolicy pojawia się foka szara. Kilka osobników tego gatunku co roku przypląwa do nas z Estonii i Finlandii. Jeszcze trudniej zobaczyć morświna, który unika wybrzeży, ale prawie co roku morze wyrzuca na plażę tego małego delfina, który ginie w sieciach lub po zderzeniu z łodzią motorową. W płytkiej wodzie na piasku występują coraz rzadsze w Polsce, małe, kilkucentymetrowe doskonale maskujące się rybki z rodziny babkowatych (Gobiidae) - trudno je odróżnić od siebie, wszystkie mają piaskowy kolor i nieregularne wzory z ciemniejszych plamek. Nieco głębiej, ale też na płytkim piaszczystym dnie, spotyka się jeszcze rzadszego dennika (*Liparis*), a tam gdzie w pobliżu rośnie trawa morska, przy brzegu często pojawiają się spokrewnione z konikami morskimi - iglicznice i wężyknice.



WEŻYŃKA



BIEGUS ZMIENNY



OSTRZYGOJAD



SIEWECZKA OBROŹNA



OHAR

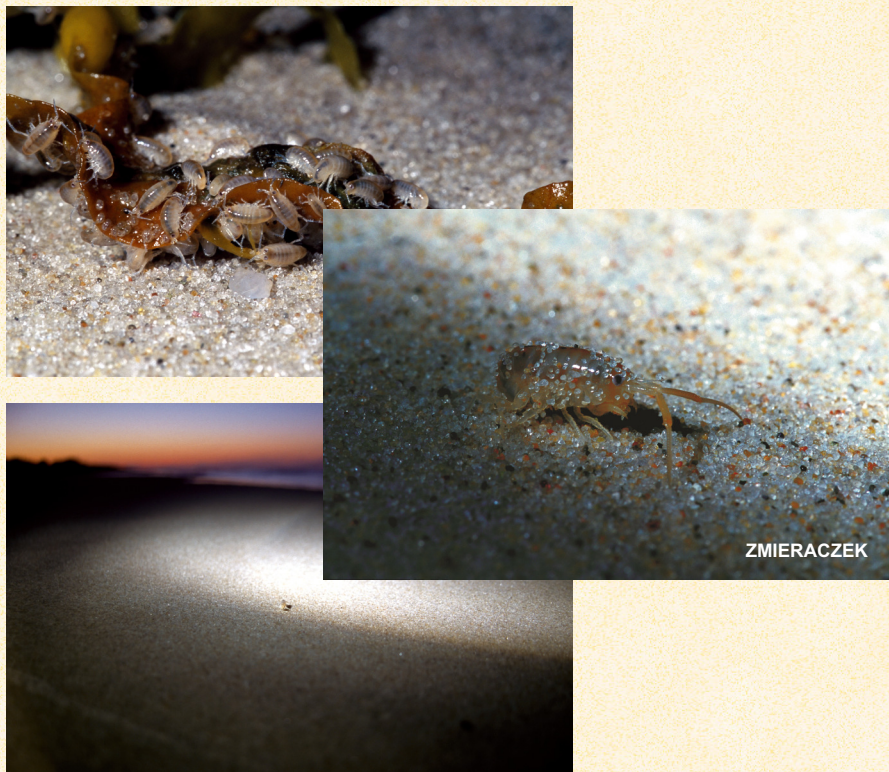


FOKA SZARA

PLAŻA NOCĄ

Pozbawiona cienia i nagrzana słońcem plaża nie wszystkim odpowiada. Po zachodzie słońca, kiedy plażę opuszczają masowo dominujące na niej za dnia duże ssaki - ludzie, przychodzi czas na te zwierzęta, które wolą chłód i dającą schronienie ciemność. Na płycizny przypływają ryby, które za dnia kryły się z dala od brzegu. W stronę powierzchni morza wędruje drobny plankton, w podziemnych kanalikach piasku trwa ruch do góry, niektóre zwierzęta tylko zmieniają piętro - im wyżej tym większa szansa na znalezienie pokarmu (ale i niebezpieczeństwo bycia zjedzonym), co bardziej wyspecjalizowane wychodzą na powierzchnię plaży i aktywnie poszukują jedzenia. Najbardziej typowe są wykonujące prawie metrowe skoki zmieraczki piaskowe. Ani duże rośliny ani mikrofitobentos nie prowadzą w nocy fotosyntezy lecz tylko oddychają, zatem zużywają tlen zamiast go produkować. Jeżeli w spokojnej wodzie, nagromadzi się zbyt dużo roślin, może dojść nocą do czasowego braku tlenu. Wtedy bardziej wrażliwe zwierzęta muszą uciekać albo zginać.

Nocą możemy czasem zaobserwować niezwykle zjawisko bioluminescencji - czyli świecenia organizmów żywych. Prawie wszystkie stworzenia emitują światło, ale tylko niektóre potrafią to robić w sposób widoczny gołym okiem. Na przybrzeżnych płyciznach pojawiają się czasem świecące bruzdnice *Noctiluca miliaris*, a drobne widłonogi po podrażnieniu rozblaskują zielonkawym światłem.



PLAŻA ZMIENIA SIĘ SEZONOWO

Na polskim wybrzeżu piasek na powierzchni plaży zamarza zimą na okres jednego do dwóch miesięcy. Płytke rozlewiska i osłonięte płycizny pokrywają się lodem i śniegiem. Drobna fauna plażowa przemieszcza się w głąb osadu, gdzie nawet w środku zimy utrzymuje się temperatura około 5°C. Ryby i skorupiaki uciekają od brzegu na głębokość 2-5 m, gdzie spędzają zimę. Dopływ wody gruntowej z ładu niemal ustaje. Liczebność fotosyntetyzujących glonów spada do rocznego minimum. Zima to okres gwałtownych sztormów, więc dostawa materii organicznej na brzeg nie ustaje, falowanie wyrzuca z dna stare osobniki małży, zwiednięte liście trawy morskiej. Łądujący zimą na brzegu detrytus jest szybko przerabiany pomimo obniżonej aktywności bakterii, ponieważ zamarzanie i rozmarzanie oraz mechaniczne rozcieranie przez poruszane falami kawałki lodu dostarczają drobne cząstki organiczne do osadu.

Wiosna zaczyna się od aktywności glonów pobudzonych większą dostępnością słońca. Większość gatunków małych skorupiaków składa jaja na początku wiosny, inkubacja trwa zwykle kilka tygodni. Młode pojawiają się około maja, gdy temperatura wody jest już dość wysoka a pokarmu roślinnego pod dostatkiem. W miarę podwyższania temperatury, organizmy z głębi plaży i z wody przesuwiają się coraz bliżej linii wody i bliżej powierzchni piasku. Zakwity jednokomórkowych glonów i makrofitów powodują powstawanie mat dryfujących glonów, zatem wiosenna i później letnia dostawa świeżej materii organicznej na brzeg są wtedy największe.

Jesień to okres słabszej aktywności roślin ale pełnego rozwoju zooplanktonu oraz meiofauny w strefie brzegowej. Największą liczebność tych organizmów obserwuje się na przełomie września i października.

Spośród plażowych organizmów bakterie najslabiej reagują na zmiany sezonowe. Ich ilość w osadzie niemal się nie zmienia, wyraźne są tylko wahania aktywności zależnej od temperatury (im cieplej tym aktywniej rozwijają się bakterie).



SKALA LOKALNA

Morze to nie staw, a plaża to nie nasze wewnętrzne podwórko. Choć poszczególne plaże różnią się od siebie, należą do tego samego, wielkiego, otwartego systemu.

W skali Zatoki Gdańskiej łączy je wiatr i prądy wzdłużbrzegowe, w skali Bałtyku - eutrofizacja, niskie zasolenie i inwazje obcych gatunków. W skali Atlantyku - plaże pod Lebą, na Francuskiej Riwierze i w Wielkiej Brytanii podlegają wspólnie tej samej Oscylacji Północnoatlantyckiej (NAO, czyli zmiennemu przesuwaniu się mas powietrza nad Atlantykiem) i powodowanej przez nią huśtawce zmiennych; ciepłych i wilgotnych lub zimnych i suchych zim.

Plaże różnią się między sobą rodzajem osadu, nachyleniem, ekspozycją na fale, ilością materii organicznej i do pewnego stopnia zasiedlającą je florą i fauną. Na przykład, na poziomie dużych grup taksonomicznych meiofauna na niemal wszystkich plażach jest taka sama, ale zmieniają się poszczególne gatunki.

Typowe polskie plaże to szerokie, rozpraszające (dyssypacyjne) wybrzeża ze średnioziarnistym piaskiem, z bardzo małą dostawą materii organicznej, wystawione na silne falowanie otwartego Bałtyku. Inne odmiany to tzw. "śpiewające piaski" - charakterystycznie skrzypiące pod nogami plaże Mierzei Wiślanej - zbudowane z okrągłych ziaren z domieszką materiału niesionego przez Wisłę i licznymi szczątkami zwierząt i roślin słodkowodnych. Nieliczne plaże polskie mają domieszkę kamieni - np. w Redłowie i Jastrzębiej Górze. Tam spotyka się najwięcej makrofitów, które mają odpowiednie podłoże a ich obecność sprzyja występowaniu drobnej fauny. Rzadkim rodzajem są wąskie plaże przy słonych łąkach, jak w okolicach ujścia Redy, w Zatoce Puckiej, gdzie osłonięty od falowania brzeg pozwala na rozwój bogatej roślinności tuż przy linii wody.



SKALA REGIONALNA

Skala regionalna to Bałtyk, i jak na jego niewielki obszar, ekosystemy plażowe w tym regionie są dość zróżnicowane. Na północy na brzegach Zatoki Botnickiej występują wąskie, płaskie, piaszczyste plaże z domieszką mułu, a na brzegach rośnie trzcina tak jak nad naszymi jeziorami. Woda bałtycka ma tam zaledwie 2-3 PSU zasolenia, a w płytkich zatoczkach występują słodkowodne płocie i szczupaki.

Nieco dalej na południe, na wybrzeżach Szwecji i Finlandii, piaszczyste plaże występują bardzo rzadko i najczęściej mają postać małych, kilkudziesięciometrowych odcinków wciśniętych między skaliste przylądki - nazywa się je kieszonkowymi plażami. Często są zasypywane masami glonów (głównie morszczyzny) oderwanych od skalistego brzegu. Fauna jest tam uboższa od naszej, ponieważ niższe zasolenie nie sprzyja różnorodności gatunkowej.

W kierunku zachodnim od Polski, wybrzeża wschodnich Niemiec przypominają nasze, choć np. na Rugii występują kredowe skały, zmieniające rodzaj piasku na plaży. W pobliżu cieśnin duńskich, gdzie Bałtyk przy brzegu ma zasolenie rzędu 12-16 PSU, pojawia się więcej morskich gatunków i np. ziemnowodne kielże są tam reprezentowane przez cztery, a nie jak u nas przez jeden gatunek.

Na wylocie Bałtyku, w Danii, plaża jest już miejscem występowania kilku gatunków krabów i rozgwiadz charakterystycznych dla piaszczystych brzegów nad pełnosłonymi morzami. Na otwartych wybrzeżach Bałtyku rzadziej spotyka się złogi nitkowatych glonów, a więcej jest liści trawy morskiej i dużych brunatnic.



EUROPA NA PLAŻY

Piaszczyste plaże spotkać można również w europejskiej Arktyce - np. na Wyspie Niedźwiedziej na 74°N, gdzie wydmy i plażowy piasek zamarzają na 8 miesięcy w roku, nie przeszkadza to jednak rozwojowi bogatej mikro- i meiofauny w okresie letnim. Skandynawia ma głównie skaliste wybrzeża, wśród których występują tzw. kieszonkowe plaże, często o rozmiarach kilkunastu, kilkudziesięciu metrów, wciśnięte między skaliste przylądki. Płytke dno Morza Północnego pokryte jest na wielkich obszarach piaskiem; ponieważ występują tam duże pływy, plaże mogą być bardzo szerokie - nawet do kilkuset metrów i towarzyszą im rozległe płycizny - watty. Plaże atlantyckie Europy to wystawione na wielkie fale oceaniczne wybrzeża Portugalii, Hiszpanii i północno-zachodniej Francji. Charakteryzują się zwykle stromymi brzegami i dość grubym piaskiem.

Morze Śródziemne i jego plaże to jeden z najważniejszych celów turystyki światowej - większość plaż w tym obszarze leży na zagospodarowanych wybrzeżach i odcinki "dzikich plaż" należą do rzadkości.

Administracyjnie w Europie leżą tropikalne plaże Wysp Kanaryjskich, które należą do najbardziej zatłoczonych na świecie, a można tam znaleźć zarówno plaże zbudowane z wulkanicznego piasku, żwiru i kamieni, jak i mieszane z piaskiem wapiennym z połamanych muszli i ziarn kwarcu.



TROPIKI

Plaże tropikalnych wysp oceanicznych najczęściej zbudowane są z białego, wapiennego, koralowego piasku, powstałego z kruszenia martwych bań koralowych przez fale. Plaże takie są nietrwałe, ponieważ istnieją tak długo, jak długo istnieją w pobliżu zasilające je rafy koralowe. Wiele z nich powstało na wewnętrznych krawędziach atoli koralowych, bardzo płaskich i zagrożonych zalaniem przez ocean obszarów - typowe są plaże na Malediwach.

Wzdłuż kontynentalnych wybrzeży Tajlandii, Wietnamu i wielkich wysp jak w Indonezji, plaże są bardziej stabilne niż na wyspach koralowych, często towarzyszą im malownicze skały i dżungla schodząca na sam brzeg morza. W tych miejscach fauna plaż jest znacznie bogatsza niż na wyspach i można tu spotkać np. wielkie lądowe kraby zwane złodziejami kokosowymi, nocą plaże odwiedzają też węże i jaszczurki. Najbardziej typowe dla plaż tropikalnych są jednak dziesiątki małych krabów *Ocypode* i *Uca*, kopiących głębokie do 1m norki w piasku, w które błyskawicznie potrafią się schować. Większość mieszkańców plaż prowadzi nocny tryb życia, kryjąc się w ciągu dnia głęboko w piasku. Dlatego niewiele ptaków potrafi skutecznie polować na tropikalnych plażach, do wyjątków należy czarny ostrygojad afrykański, który mocnym dziobem wygrzebuje małże z kilkunastu centymetrów pod piaskiem.

Ekspozowane na oceaniczne fale plaże tropikalne mają kilka gatunków fauny przystosowanych do życia w warunkach przyboju. Należy do nich duży ślimak *Bulia*, który odżywia się martwymi organizmami, wjeżdżając na brzeg jak surfer na fali i opuszczając plażę w ten sam sposób przy pomocy szerokiej, śliskiej stopy. Inną technikę stosują kraby z rodzaju *Emerita*, które potrafią zwinąć się w kulkę i pozwalają toczyć fali w górę i w dół plaży.

Do najszerszej rozpowszechnionych plażowych organizmów w strefie tropikalnej należą kilkucentymetrowe małże z rodzaju *Donax*, znane w Europie z plaż Morza Czarnego i Śródziemnego. W tropikach, plaże pełnią ważną rolę w utrzymaniu populacji żółwi morskich - wszystkie siedem gatunków potrzebuje piaszczystych plaż do składania i inkubacji jaj.



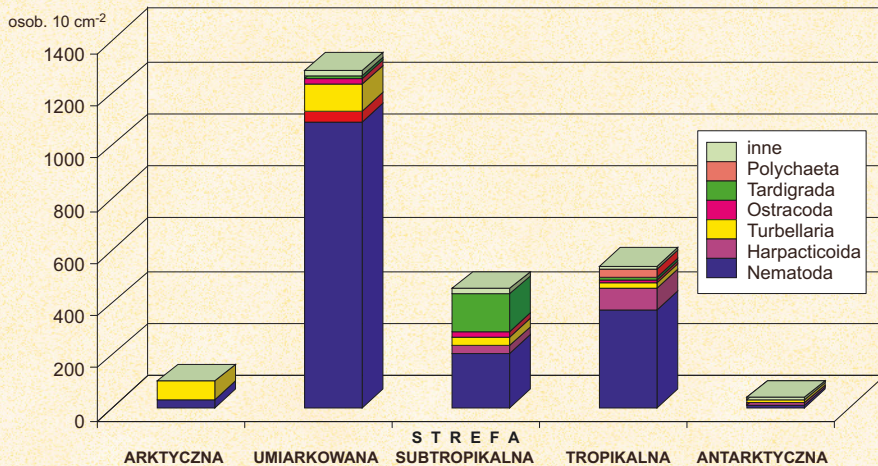
SKALA GLOBALNA - ŻYCIE NA PLAŻACH ŚWIATA

Piaszczyste brzegi stanowią około 30% światowych wybrzeży, a najważniejsze cechy tego środowiska - przepuszczalność osadu, ruch piasku, brak trwałych struktur biologicznych (rafy, ławice muszli) oraz zależność od dostaw materii organicznej z zewnątrz są wspólne na całym globie. Plaża bałtycka, pod wieloma względami przypomina wszystkie inne plaże piaszczyste na świecie - od rejonów polarnych do tropików.

Plaże nie należą do najbogatszych pod względem liczby gatunków środowisk i nigdzie na świecie na jednej plaży nie znajdziemy więcej niż kilkadziesiąt gatunków makrofauny. W przyrodzie częsta jest zależność zasięgu występowania organizmu od jego wielkości, im mniejsze organizmy tym bardziej kosmopolityczne, tak więc wiele identycznych mikroorganizmów występuje w piaszczystym osadzie od Spitsbergenu po Karaiby. Podobnie rzecz się ma z liczebnością i biomasa plażowych organizmów. Badania programu LITUS wykazały, że na plażach Helu, Morza Północnego w Belgii oraz we Włoszech występuje bardzo podobna liczba gatunków miniaturowych nicieni - około 60 w każdym badanym przypadku, a ich liczebności i biomasa są niemal identyczne. Plaże polarne - Arktyki i Antarktyki mają wprawdzie bardzo podobną do innych meiofaunę, ale nie występuje tam praktycznie makrofauna, ponieważ zbyt krótki jest okres wolny od lodu.

Bardzo istotną cechą wyróżniającą typy plaż jest zjawisko pływów. Tam gdzie one występują, plaża jest podzielona na szereg naturalnych stref ułożonych według długości czasu odsłaniania się dna - od zalewanej tylko przez kilka dni w roku strefy zasięgu wysokiego pływu wiosennego, do niemal stale zanurzonej, dolnej granicy wiosennego odpływu. Każda z tych stref ma swoją charakterystyczną obsadę organizmów, które wyposażone są w niezawodny zegar biologiczny pozwalający im, np. koordynować rozród z zasięgiem wysokiej wody na plaży. Typowym przykładem są kalifornijskie ryby lunarki, które składają ikrę nocą w czasie wysokiego przypływu, a wylęgające się larwy spłukiwane są z powrotem do morza w kilka tygodni później w czasie kolejnej fazy wysokiego pływu.

LICZEBNOŚĆ RÓŻNYCH GRUP MEIOFAUNY NA PIASZCZYSTYCH PLAŻACH ŚWIATA

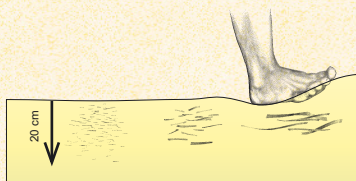
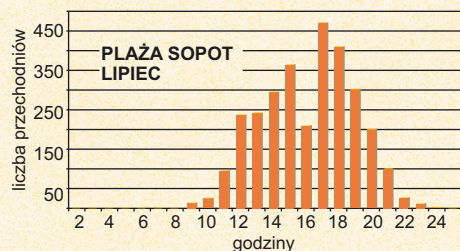


CZŁOWIEK NA PLAŻY

Człowiek z punktu widzenia ekologii jest po prostu dużym ssakiem okresowo występującym na plaży dla odpoczynku i rozrywki. Należy do dużych drapieżników odżywiających się częściowo rybami, jest typowym bioturbatorem - czyli organizmem zmieniającym środowisko wokoło siebie. W okresie wzmożonego występowania na plaży w sezonie letnim, osiąga zagęszczenia do 1 osobnika na 10 m², co przy średniej wadze jednostkowej 60 kg, daje mu pierwsze miejsce w ekosystemie plaży pod względem biomasy. Dla człowieka charakterystyczne jest zachowanie skupiskowe oraz gromadzenie się wokół dogodnych dojazdów i zejść na plażę. W promieniu 200 m od najbliższego zejścia koncentruje się większość plażowiczów. Na plaży ludzie zachowują się aktywnie, szczególnie często spacerując wzdłuż linii wody. Na odwiedzanej plaży jeden metr piasku otrzymuje około 3000 stąpnień dziennie. Poza kwarcowym piaskiem, żadne siedlisko nie wytrzymałoby takiej presji wydeptywania. Twarde ziarna kwarcowe tworzą jednak strukturę, która poddaje się wprawdzie wydeptywaniu, ale w minimalnym stopniu podlega kruszeniu, za to znakomicie mieli i rozdrabnia wszystko to, co znajdzie się między ziarnami.

Znaczenie obecności człowieka dla funkcjonowania ekosystemu plaży to przede wszystkim mielenie stopami szczątków organicznych, które bez takiej obróbki byłyby znacznie wolniej rozdrabniane przez mikroorganizmy. Ludzie dostarczają wszystkim mieszkańcom plaży gotowego półproduktu, drobno zmielonych cząstek glonów, które wpłukiwane są w głąb piasku i trafiają zarówno do "pętli mikrobiologicznej", jak i do łańcucha pokarmowego makrofauny.

Przez swoje zagęszczenie i dużą biomasę, człowiek dostarcza bezpośrednio do plażowego ekosystemu wiele obcych substancji - np. olejków do opalania i innych letnich kosmetyków, antybiotyków, amoniaku, chorobotwórczych bakterii, pasożytów. Pozostawia też duże ilości trudno rozkładanych przez bakterie odpadów (plastik, szkło). Warto pamiętać, że najgroźniejsze dla człowieka są odczłowiecze zanieczyszczenia, nie zarazimy się chorobami ryb ani skorupiaków, ale bakteriami od chorego - prawie zawsze.

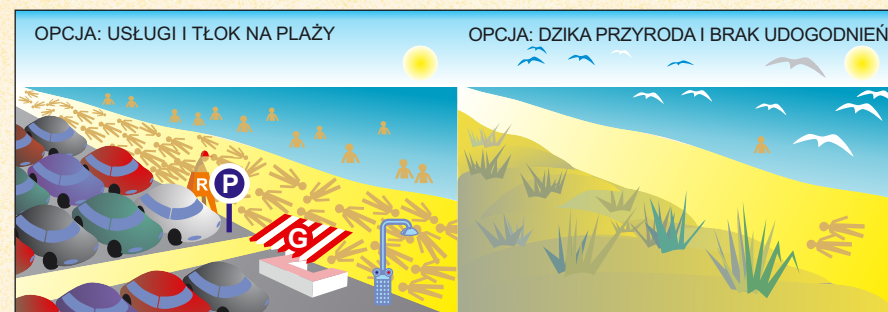


Wyniki badań ankietowych (ponad 800 kwestionariuszy zebranych na plażach Trójmiasta i Helu) pozwoliły na ocenę oczekiwań i wymagań plażowiczów. Spośród stałych mieszkańców Trójmiasta większość ankietowanych odwiedza plażę częściej niż 30 razy w roku, a główny powód odwiedzin plaży to kąpiel w morzu i spacer. Na pytanie o typ idealnego wypoczynku zdecydowana większość kojarzy plażę ze sportem i aktywnością, tylko panie wolą mniej czynny typ wypoczynku (65%).

Wśród czynników najbardziej przeszkadzających w odwiedzaniu plaży, 75% pytanym wskazuje na śmieci, ostre przedmioty (szkło) w piasku. Wprawdzie większości pytanym przeszkadza również nadmierny tłok na plaży, ale nie potwierdzają tego obserwacje rozmieszczenia ludzi na polskich plażach. Nawet gdy w pobliżu jest dość miejsca, by oddalić się od innych, mało komu chce się iść po gorącym piasku w poszukiwaniu samotności. Pod tym względem jesteśmy podobni do Niemców, a różni od Skandynawów, którzy starają się o maksimum odosobnienia.

Plażowicze w Polsce są uwrażliwieni na problem czystości wody, kojarzony ze skażeniem bakteryjnym, natomiast pływające przy brzegu glony są postrzegane jako uciążliwość tylko przez 30% pytanym.

Do specjalnych zajęć na plaży należy amatorskie zbieractwo okazów geologicznych i skamieniałości, poszukiwanie bursztynu, rzadziej poszukiwania przy pomocy wykrywacza metalu.



KĄPIELISKA - JAKOŚĆ WODY

Zasady oceny przydatności wód morskich do kąpeli reguluje rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 16 października 2002 r. związane z Prawem Wodnym (Dz. U. Nr 115, poz. 1229). Jest to akt prawny zharmonizowany z dyrektywą Rady Unii Europejskiej dotyczącą jakości wody w kąpieliskach - 76/160/EEC.

Najważniejszymi wskaźnikami kałowego zanieczyszczenia, decydującymi o przydatności wód do kąpeli, są bakterie grupy coli i coli typu kałowego, paciorkowce kałowe (enterokoki) oraz pałeczki z rodzaju *Salmonella*. Bakterie grupy coli identyfikuje się oraz oznacza ich liczbę metodą hodowli w probówkach na płynnym podłożu odżywczym. Wynik badania określa się jako miano bakterii grupy coli lub bakterii coli typu kałowego - jest to najmniejsza objętość badanej próby wody, w której stwierdza się obecność bakterii grupy coli. Wynik badania zapisać można także jako indeks (wskaźnik) bakterii z grupy coli w 100 ml próby wody. Paciorkowce kałowe oznacza się metodą filtrów membranowych. Wynik badania określa się jako liczbę bakterii zatrzymanych na filtrze w 100 ml badanej wody. Obecność pałeczek z rodzaju *Salmonella* oraz ich liczbę oznacza się metodą hodowli na podłożach płynnych i stałych. Wynik badania podaje się jako liczbę bakterii w 1 litrze badanej próbki. Wielkości wskaźników fizyczno-chemicznych oznacza się zgodnie z obowiązującą metodyką badań.

Wymagania dotyczące jakości wody w kąpieliskach:

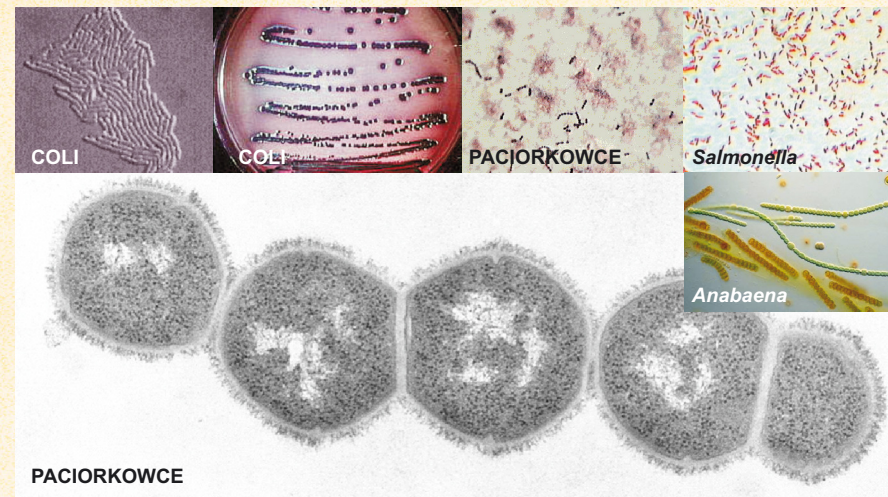
- wskaźniki bakteriologiczne:

wskaźnik	maksymalna dopuszczalna liczba komórek bakterii w badanej próbce
ogólna liczba bakterii grupy coli typu kałowego w 100 ml wody	1000
ogólna liczba bakterii coli w 100 ml wody	10 000
paciorkowce kałowe	400
bakterie z rodzaju <i>Salmonella</i> w 1 litrze wody	0
enterowirusy w 10 litrach wody	0

- wybrane wskaźniki fizyczno-chemiczne określające jakość wody kąpieliskowej:

wskaźnik	maksymalna dopuszczalna
pH (odczyn wody)	6-9
tlen rozpuszczony %	80-120
oleje mineralne	niewidoczne plamy
przezroczystość	2 m
BZT5	do 6 mg O₂ dm⁻³
zakwity sinic	dopuszczalne bez zmiany barwy i zapachu

W ostatnich latach naturalne, cykliczne zjawisko, jakim jest zakwit sinic (*Anabaena*, *Nodularia*, *Aphanizomenon*) w sezonie letnim, nabrało szczególnego znaczenia z powodu swojej intensywności. Postępująca eutrofizacja wód Zatoki Gdańskiej sprzyja wzrostowi liczby komórek sinic do tego stopnia, że woda nie nadaje się do kąpeli. Inspekcja sanitarna ogłasza zakaz kąpeli do czasu ustąpienia zakwitu, ze względu na możliwość występowania toksyn. Ponadto uważa się, że intensywny wzrost sinic może sprzyjać rozwojowi bakterii (także chorobotwórczych), a u osób ze skłonnościami do alergii mogą występować reakcje uczuleniowe.



MARTWA MATERIA ORGANICZNA

Plaża należy do ekosystemów zależnych w dużym stopniu od dostawy materii organicznej z zewnątrz. Własna produkcja pierwotna mikrofitobentosu i fitoplanktonu w strefie brzegowej nie wystarczy do zasilenia w energię wszystkich występujących w tym ekosystemie organizmów. Zasilanie z zewnątrz przychodzi z morza - w postaci martwych szczątków roślin i zwierząt (detrytus) oraz w wielu miejscach z łądu - w postaci szczątków liści, drzew i odpadków organicznych pozostawionych przez ludzi. W ciągu roku dostawa tego paliwa dla ekosystemu zmienia się zarówno ilościowo, jak i jakościowo.

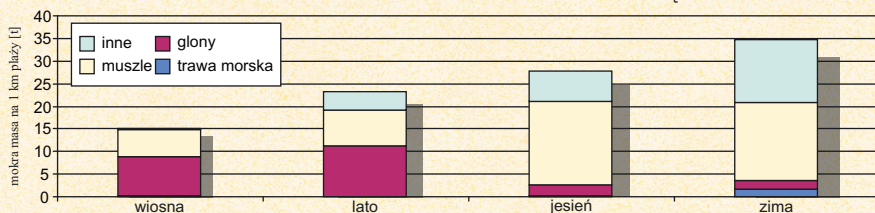
Wiosną plaże w okolicach Trójmiasta pokryte są pyłkami topoli, sosny i brzozy, których wielkie ilości zwiewane do morza z nadbrzeżnych lasów trafiają niemal natychmiast z powrotem na brzeg. W maju pojawiają się glony nitkowate, latem często są kożuchy sinic z wyrzuconego na brzeg zakwitów, jesienią sztormy wyrzucają na brzeg sterty muszli małży i trawy morskiej, a zimą i wczesną wiosną najwięcej jest szczątków liści i patyków.

Detrytus jest stale przenoszony przez prądy, wiatr i fale wzdłuż brzegu, tak więc kłęb trawy morskiej wyrwany z dna gdzieś pod Puckiem, w ciągu kilku dni może znaleźć się na plaży w Sopocie. Na jeden kilometr plaży trafia rocznie blisko kilka ton detrytusy morskiego i kilkaset kilogramów materii pochodzenia lądowego. Im świeższa materia tym szybciej i pełniej będzie wykorzystana.

Różne kategorie materii mają swoich wyspecjalizowanych konsumentów, którzy zmieniają się w miarę jej postępującego rozkładu. Bakterie, orzęski, nicienie, owady i skorupiaki to kolejne ogniwa łańcucha czyszcicieli plaż, które potrafią z czasem każdy organiczny szczątek doprowadzić do postaci prostych związków nieorganicznych. Bez wody i materii organicznej plaża jako ekosystem nie mogłaby funkcjonować i stałaby się prawdziwą pustynią.

Poza importem materii z morza i łądu, bardzo ważnym składnikiem martwej materii organicznej w plażowym ekosystemie są wielocukry, czyli wszelkie śluzki i lepkie wydzieliny produkowane przez niemal wszystkie organizmy, a głównie przez bakterie, okrzemki i meiofaunę. Te substancje, sklejały ze sobą ziarna piasku, które stają się przez to mniej skłonne do toczenia po dnie i uciekania z plaży. Bez tego biologicznego spoiwa, wydawalibyśmy znacznie więcej pieniędzy na walkę z erozją.

MATERIA ORGANICZNA ODKŁADANA NA BRZEGU W CIĄGU ROKU



MARTWE ZWIERZĘTA NA BRZEGU - CZY WSZCZYNAĆ ALARM

Morze wyrzuca na plażę niemal wszystko, co unosi się na wodzie. W końcu lata na plażach często znajduje się setki meduz. To naturalne zjawisko wynikające z cyklu życiowego bałtyckiej meduzy (*Aurelia aurita*), która po okresie rozrodu ginie i martwe osobniki wyrzucane są masowo na plaże. Małe ryby znajdujące w glonach na brzegu to najczęściej cierniki, niektóre zginęły zaplątane w glony, inne to osobniki osłabione przez pasożyty bardzo częste u tego gatunku.

W latach 80. na plażach pojawiło się wiele martwych węgorzy i płastug, były to ofiary choroby wrzodowej, która dziesiątkowała ryby denne na całym obszarze Bałtyku. Chore ryby można było łatwo rozpoznać po wyraźnych czerwonych plamach na brzuchu. W Polsce nie było jak dotąd przypadków masowego śnięcia ryb z powodu zakwitów jednokomórkowych glonów. Takie zjawiska zwane czerwonym przyplływem zdarzają się na wielu wybrzeżach świata, powodują je najczęściej sinice i brudnice. Mimo, że sprawiają wrażenie katastrofy, są najczęściej naturalnym zjawiskiem powodowanym zbiegiem okoliczności takich jak podwyższona temperatura wody, brak falowania i wiatru i lokalne nagromadzenie substancji biogenicznych.

Martwe ptaki na plaży to poważny sygnał, że gdzieś w okolicy znajduje się plama ropy naftowej. Ptak siadający na plamie ropy brudzi sobie upierzenie, traci izolację cieplną i nieprzemakalność, najczęściej też próbując usunąć smar z ciała, uszkadza sobie przewód pokarmowy. Ptaki giną także utopione w dryfujących sieciach rybackich, ale zwykle usuwane są przez rybaków z dala od brzegu.

Choroby zwierząt morskich mogą przenosić się szybko w całym skażonym akwenie. Tak było w latach 1987/88, kiedy to na wybrzeżach Morza Północnego i cieśnin duńskich zginęły tysiące fok chorych na wirusową chorobę podobną do psiej nośówki. Choroba ta na szczęście nie przedostała się na północny Bałtyk - gdzie fok jest najwięcej.



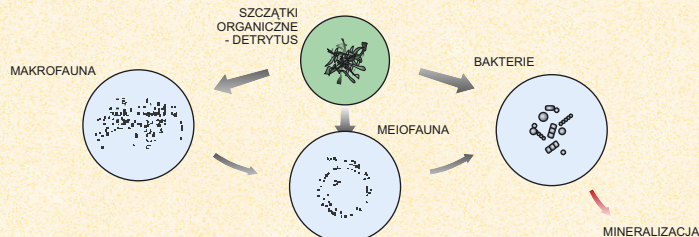
TEMPO PRZEMIANY MATERII

Jedną z najważniejszych cech każdego ekosystemu jest tempo przemiany materii w jego obrębie. Ile energii słonecznej jest absorbowane w procesie fotosyntezy i zamieniane w komórki roślin? Ile roślin zjadanych jest przez roślinożerców? Ile z nich zjedzą drapieżniki? I wreszcie jak szybko bakterie doprowadzą to wszystko do porządku, zamieniając rośliny i zwierzęta w wyjściowe substancje nieorganiczne.

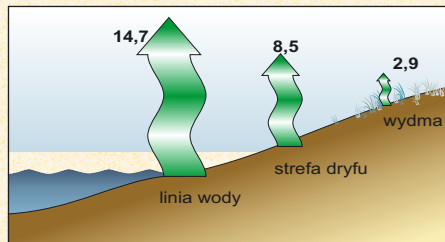
W ekosystemie plaży produkcja pierwotna jest niewielka. Paliwo do napędzania ekosystemu pochodzi z zewnątrz w postaci detrytus. Jedną z najważniejszych miar tempa przemiany materii jest szybkość rozkładania materii organicznej. Eksperymenty z użyciem prostej metody "woreczków siatkowych" pozwoliły na ocenę tempa rozkładu kilku kategorii materii organicznej na naszych plażach. Do najszybciej utylizowanych należą martwe ryby. Już po 20 dniach bakterie konsumują prawie 80% masy padliny. Trawa morska zawierająca trudno rozpuszczalne związki celulozowe rozkłada się powoli - po 100 dniach dopiero 40%.

Tempo rozkładu zależy od dostępu wilgoci i mechanicznego rozdrobnienia materii. Zarówno wydeptywanie plaży przez ludzi, jak i żerowanie owadów i makrofauny przyspieszają mikrobiologiczny rozkład detrytus. Wzrost temperatury wyraźnie przyspiesza procesy rozkładu, które niemal ustają w okresie jesienno-zimowym. Innym sposobem oceny tempa przemiany materii (i przepływu energii) jest pomiar procesów oddechowych wszystkich organizmów zasiedlających plażę. Ten kto oddycha (spala), ten potrzebuje paliwa (czyli materii organicznej), a więc przez pomiar intensywności oddychania organizmów żyjących w wycinku plaży możemy obliczyć, ile paliwa zużywają one w ciągu jednostki czasu. Z pomiarów wykonanych na sopockiej plaży wynika, że na każdym metrze kwadratowym strefy zalewanej przez fale, mikroorganizmy spalają średnio 15 kg materii organicznej (czyli np. wyrzuconych przez morze wodorostów) rocznie.

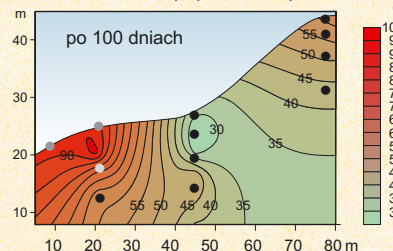
POZYCJA ZMIERACZKA NADMORSKIEGO W SIECI TROFICZNEJ PLAŻY



KONSUMPCJA SZCZĄTKÓW ORGANICZNYCH PRZEZ MIKROORGANIZMY PLAŻY (w kg świeżej masy na m² rocznie)



ROZKŁAD MATERII ORGANICZNEJ NA PLAŻY (w procentach)



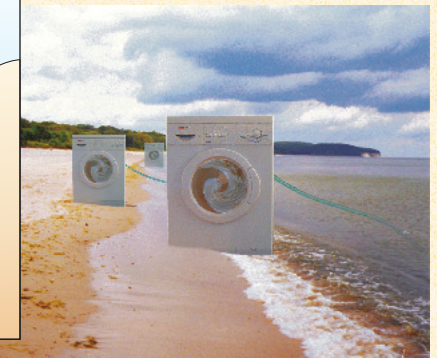
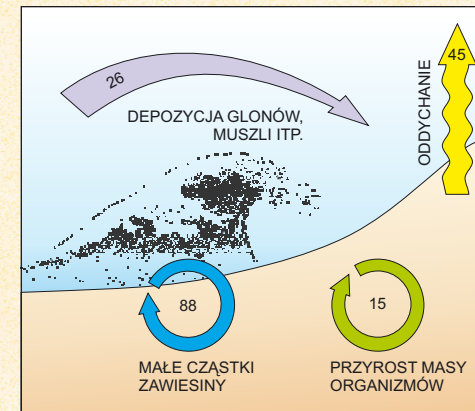
PLAŻA - WIELKI FILTR BIOLOGICZNY

Już w XIX wieku znane były zastosowania piasku do oczyszczania wody. Oczywiście było, że zanieczyszczona woda przesączająca się przez porowatą warstwę, pozostawia w piasku wiele zawiesin mineralnych i organicznych. Filtry piaskowe mają do dziś zastosowanie głównie na śródlądziu, gdzie doskonale sprawdzają się w oczyszczaniu małych rzek. Od lat 90. w Europie Zachodniej coraz powszechniejsza jest tzw. technika renaturalizacji, czyli przywracanie naturalnego, krętego biegu małym rzekom i strumieniom, aby naturalnie mogła zachodzić filtracja przez piaskowe warstwy brzegu.

Głębsze zrozumienie procesu filtracji przez piaski przyszło dopiero w ostatnich latach, gdy okazało się, że naturalny piasek nie tylko mechanicznie zatrzymuje cząstki zanieczyszczeń, ale przetwarza je chemicznie i biologicznie. Dzieje się tak dlatego, że każde ziarno piasku na zalewanej przez wodę plaży pokryte jest biologiczną błoną - bakteriami i innymi mikroorganizmami zarówno wklejonymi w nierówności ziarna piasku, jak i pływającymi w kanalikach pomiędzy ziarnami. Przepływająca przez tę biologiczną warstwę woda ulega przetworzeniu. Niektóre substancje są bezpośrednio wylapywane i przyswajane, np. rozpuszczony węgiel organiczny, aminokwasy itp., inne są zatrzymywane w procesie sorpcji - czyli nietrwałego wiązania na powierzchni organizmów lub związków chemicznych. Im bardziej natleniona jest przepływająca woda, im jest cieplejsza, tym intensywność procesów chemicznych i biologicznych jest wyższa, i tym bardziej wydajny jest żywy filtr biologiczny plaży.

Poza aktywnością biochemiczną powierzchniowej warstwy osadu, ogromny wpływ na efektywność filtracji przez piasek ma zjawisko zmian ciśnienia słupa wody i przepływy poziome wody nad dnem. Każdy grzbiet fali przechodzącej nad fragmentem dna wciska wodę w osad, a spadek ciśnienia wody w czasie przejścia doliny pomiędzy falami powoduje powrotne wysysanie wody z piasku. Dodane do tego przepływy prądu wzbudzanego wiatrem, powodują bardzo intensywną wymianę wody i wielka pralka natury działa na pełnych obrotach, przepuszczając kilkaset litrów wody na dobę przez każdy metr piaszczystej płycizny.

PRZYBLIŻONY BILANS OBIEGU WĘGLA NA ODCINKU 1 KM PLAŻY SOPOCKIEJ (w tonach węgla organicznego na rok)



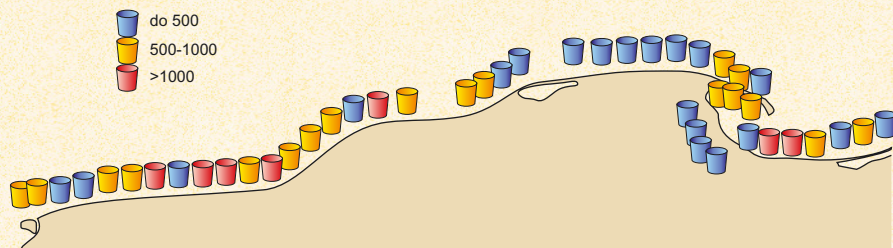
ŚMIECI NA PLAŻY

Dawniej śmieci na plaży pochodziły głównie ze statków stojących na redzie i pływających wzdłuż wybrzeża. Od czasu wprowadzenia w końcu lat 80. restrykcyjnych przepisów o utylizacji śmieci na statkach, plaże zaśmiecają przede wszystkim przez turystów. Do najczęstszych i najbardziej uciążliwych należą plastikowe odpady (butelki po napojach, worki), natomiast odpady organiczne są stosunkowo szybko rozkładane przez plażowe mikroorganizmy.

Bardzo uciążliwe, choć nie najbardziej niebezpieczne, są rozlewy ropy naftowej, których na szczęście mamy na naszym wybrzeżu bardzo niewiele. Ropa naftowa jest naturalną substancją i po pewnym czasie ulega naturalnym procesom agregacji i rozkładu, a najbardziej groźna jest dla ptaków, które chętnie siadają na plamach olejowych.



ŚREDNIA ILOŚĆ OPAKOWAŃ PLASTIKOWYCH NA PLAŻY W LATACH 1993-95
(w sztukach na km)



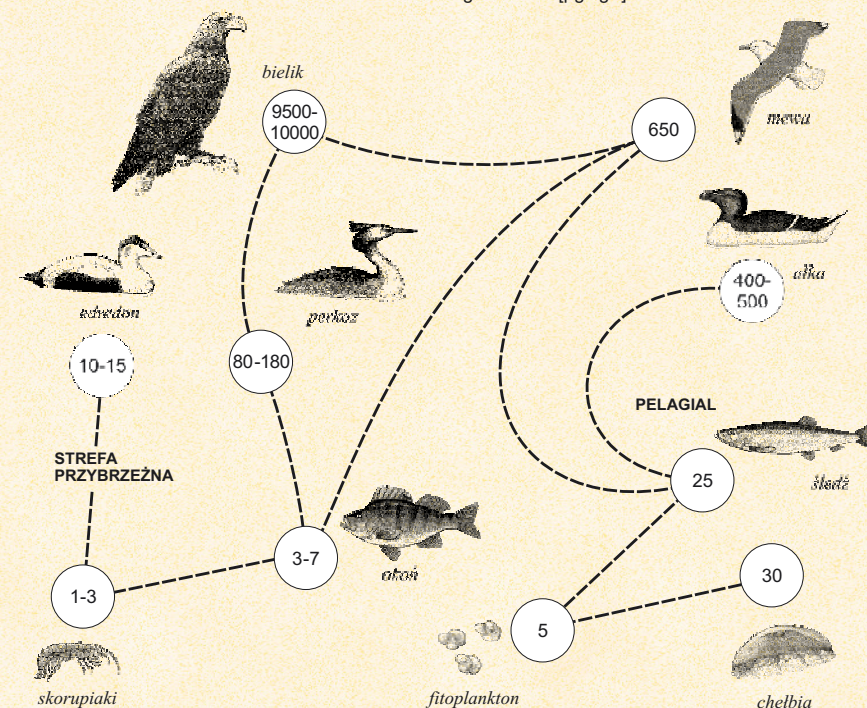
ZANIECZYSZCZENIA

Wśród specjalistów zajmujących się zanieczyszczeniami morza, znana jest od dawna zasada wyrażona w żartobliwej angielskiej rymowance "solution to pollution is dillution" - czyli rozwiązanie problemu zanieczyszczenia przez rozcieńczenie.

Lista zanieczyszczeń, które morze zbiera z lądu wygląda przerażająco, ale nie wszystkie i nie zawsze występują w szkodliwych koncentracjach. Tym niemniej warto wiedzieć, że istnieje uznana międzynarodowo tzw. czerwona lista substancji, których dostarczanie do morza należy natychmiast i wszelkimi środkami ograniczać. Na czerwonej liście znalazły się m.in. metale ciężkie - rtęć i kadm, DDT (środek owadobójczy), PCB (polichlorowane bifenylo).

Konwencja o zapobieganiu zanieczyszczeniom morza, w Paryżu, przygotowała również tzw. szarą listę substancji, których dostawę do mórz należy ograniczać i kontrolować. Na tej liście są takie substancje jak metale (m.in. cynk, miedź, nikiel, chrom), środki owadobójcze, oleje mineralne, substancje zmieniające smak i zapach organizmów morskich, substancje, które mogą obniżyć koncentrację tlenu w wodzie. Do tych ostatnich zaliczono nadmiar soli biogenicznych - azotanów i fosforanów, które powodują przeżyźnienie morza - eutrofizację. Nadmierny rozwój glonów bez równoczesnego przyrostu organizmów roślinożernych powoduje masowe obumieranie glonów i brak tlenu w wyniku bakteryjnego rozkładu martwych roślin.

BIOAKUMULACJA - GROMADZENIE SIĘ TOKSYCZNYCH SUBSTANCJI
W ŁAŃCUCHU KOLEJNO ZJADAJĄCYCH SIĘ ZWIERZĄT
zawartość PCB w organizmach [$\mu\text{g kg}^{-1}$]

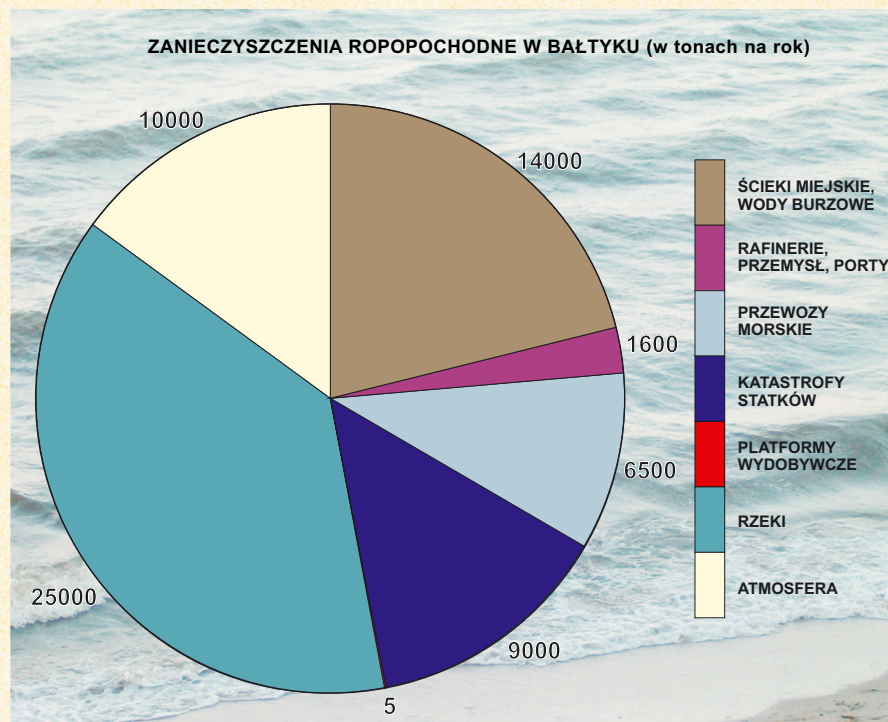


ROZLEWY ROPY NAFTOWEJ

Katastrofa tankowca lub wyciek paliwa z wraku statku to najbardziej znany i budzący obawy obraz katastrofy środowiskowej. Ropa naftowa unosi się na powierzchni wody i szybko przemieszcza z wiatrem lub prądem powierzchniowym. W końcu ląduje na brzegu niszcząc turystyczną atrakcyjność regionu.

Poza ptakami, stosunkowo niewiele zwierząt morskich pada ofiarą rozlanego paliwa. Ropa naftowa dość szybko podlega wietrzeniu pod wpływem słońca, wiatru i ruchu fal - po okresie kilku miesięcy zlepia się w asfaltowe kulki, które oblepiają się naturalnym morskim osadem i stają się neutralne dla środowiska. Na plażach problemem może być wnikanie ropy w głąb osadu - pod powierzchnią piasku ropa naftowa nie będzie podlegać wietrzeniu i plaża jak gąbka może zachować aktywne chemicznie paliwo przez kilka lat.

Do najskuteczniejszych i najmniej szkodliwych dla środowiska sposobów usuwania rozlewu ropy naftowej należy mechaniczne zbieranie paliwa z powierzchni wody i piasku. Tym bardziej skuteczne im szybciej rozpoczęte. Na plażach trzeba niestety usunąć warstwę piasku przesyconą ropą. Im bardziej obszar osłonięty jest od falowania i wiatru, tym większe szkody spowoduje rozlew. Do walki z rozlewami ropy na polskim wybrzeżu przygotowane są Urzędy Morskie wyposażone w samoloty patrolowe i holowniki stawiające pneumatyczne zapory, zatrzymujące dryfujące plamy ropy. Dużą przydatność mają też mapy prądów powierzchniowych i modele matematyczne pozwalające na prognozowanie kierunku przemieszczania się rozlewu.



JAKOŚĆ PLAŻY, GORSZE I LEPSZE MIEJSCA NA BRZEGU

Jakość plaży może być rozpatrywana z różnych punktów widzenia, a rezultat oceny będzie zależał od osobistych preferencji. Warunki sanitarne, czystość wody i piasku, są niewątpliwie podstawowym i najczęstszym miernikiem jakości.

Wody otwartego morza i pełnomorskie plaże znajdujące się z dala od portów i ujść rzecznych najłatwiej będą spełniać wymogi czystości. Głównym źródłem zanieczyszczeń są bowiem wody spływające z lądu. Mogą one spływać rzekami lub bezpośrednio kolektorami odprowadzającymi ścieki do morza.

Istotną rolę w okresowym zanieczyszczaniu plaż i przylegających wód mogą pełnić także kolektory burzowe w nadmorskich miejscowościach. Jednak czystość plaży to nie wszystko. Dla jednych jej jakość będzie określana przez zakres dostępnych usług turystycznych, dla innych przez naturalny charakter.

Wiele plaż na naszym wybrzeżu, na przykład na Półwyspie Helskim, jest tworzona sztucznie za pomocą rurociągów dostarczających piasek i rozprowadzających go spychaczami. Taka plaża może być czysta, ale jest tylko namiastką naturalnego brzegu morskiego.

Wąskie, strome, kamieniste plaże na środkowym wybrzeżu, choć utworzone na drodze naturalnych procesów, przez wielu turystów będą postrzegane jako gorsze od szerokich piaszczystych plaż w innych miejscach.

Na plaży w naturalnych warunkach mogą tworzyć się okresowe jeziorka odcięte od morza. W czasie lata ich woda się nagrzewa, co powoduje nadmierny rozwój glonów obniżających jakość plaży.



LUDNOŚĆ POLSKIEGO WYBRZEŻA

Na wybrzeżu dzisiejszej Polski, pierwsze osadnictwo pojawiło się w okresie mezolitu około 7000 lat temu. Znaleźiska archeologiczne świadczą o obecności w tym okresie łowców fok, którzy później zostali zastąpieni przez kilka kolejnych fal migracji ludności rolniczej. W początkach naszej ery na wybrzeżu mieszkała różnorodna ludność pochodząca z obszarów kultury germańskiej (Goci), celtyckiej, pojawiły się pierwsze plemiona słowiańskie (Wieleci i Obodrzycki). Pomiedzy IX i XI w. na Pomorzu zjawiali się regularnie wikingowie, którzy na Wolinie prawdopodobnie założyli słynny port piracki - Jomsborg. Od X do XIV w. Pomorze pozostawało pod kontrolą królów polskich; później kolejno Branderburczyków, Szwedów i Prusaków.

Pomimo kolejnych zmian władców i przynależności państwowej, na wybrzeżu zachowały kulturową odrębność dwie grupy etniczne - w okolicy wybrzeża środkowego Słowińcy (dziś już nieistniejąca) i na wschodzie, pomiędzy Rozewiem i Gdańskiem, Kaszubi. Po II wojnie światowej na spustoszone i opuszczone przez ludność niemiecką wybrzeże przybyła wielka fala emigrantów ze wschodu - terenów, które Polska straciła na rzecz ZSRR. Dziś w Polsce, jedyną grupą zachowującą historyczną i kulturową ciągłość związków z morzem są Kaszubi.



PIELGRZYMKI DO PUĆKA



HAFT KASZUBSKI



CHAŁUPA GBURSKA W SKANSENIE WE WDZYDZACH

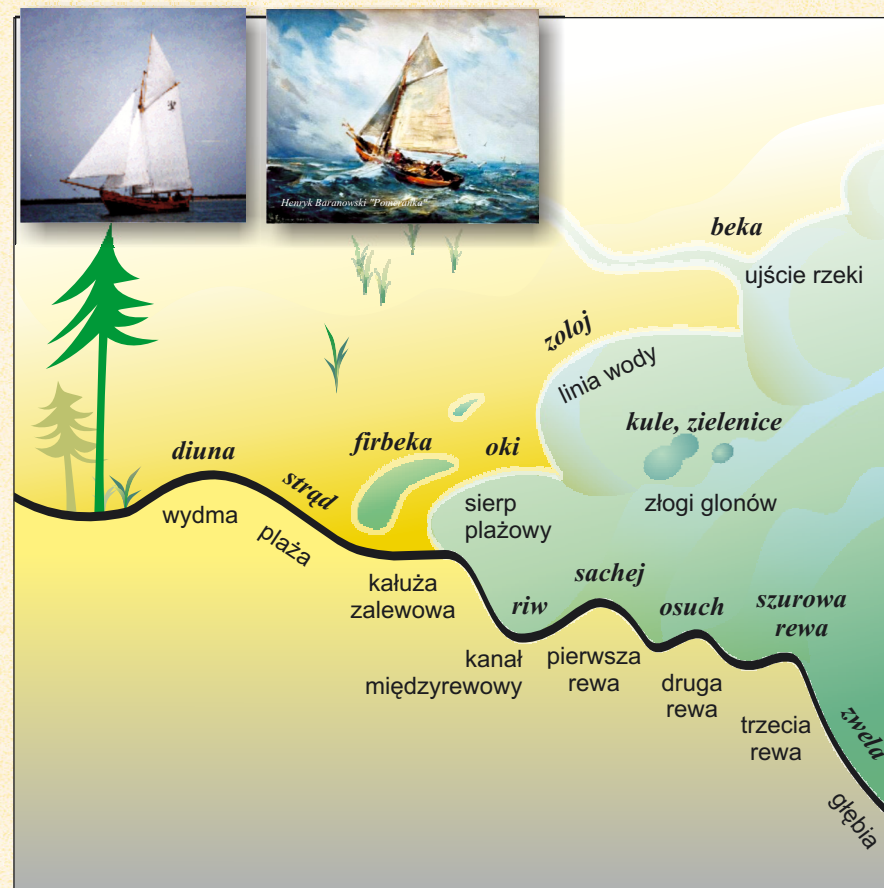


KOŚCIÓŁ KASZUBSKI W SKANSENIE WE WDZYDZACH

KASZUBSKA TRADYCJA

Polskie słownictwo literackie związane z morzem jest ubogie w porównaniu z bogactwem określeń kaszubskich. To co codzienne i ważne - musi mieć swoje nazwy. Dla Kaszubów brzeg morza był miejscem ich życia i pracy. Poznali go dobrze i nadali nazwy jego stałym elementom. W opisie kaszubskim zwraca uwagę dużo większa dokładność zwłaszcza morskiej strony brzegu. Nie tylko każda z rew miała swoją nazwę - *sachej*, *osuch*, *szurowa rewa*, ale także miejsca pomiędzy rewami. Kaszubi dostrzegli i nazwali sierpy plażowe - *oki*, czy nawet kałuże i jeziorka na plaży. Słowo plaża pojawiło się dopiero w XX w. wraz z letnikami. Tradycyjnie Kaszubi nazywają plażę strądem. Dawny urzędnik nadmorskiego starostwa nazywał się "strądowym", bo zajmował się egzekwowaniem prawa brzegowego.

Podane nazwy są świadectwem tradycji, która niesie ze sobą setki lat codziennych doświadczeń. Symbolem kaszubskiej obecności na brzegu morza mogą być charakterystyczne rybackie łodzie. Plaża i wydmy są także obecne w hańcie kaszubskim. Mikołajek nadmorski - wydymowa roślina - stanowi stały, choć nie mający jeszcze stu lat, jego element.



WARTOŚĆ KRAJOBRAZU BRZEGU MORSKIEGO

Krajobraz jest wartością ekonomiczną, kulturową i estetyczną. Ekonomiczną, bo ludzie będą wydawać pieniądze na podróże i pobyt w miejscach atrakcyjnych krajobrazowo. Nie ma turystyki do obszarów zdegradowanych. Wartość kulturowa łączy się z historią narodu, z identyfikacją lokalnych ojczyzn z ich przyrodą. Typowe skojarzenie Mazowsza z wierzbami na miedzach pól ma ogromne znaczenie kulturotwórcze i integrujące. Podobnie Kaszuby, Pomorze czy polski Bałtyk kojarzą się z piaszczystymi wydmami porośniętymi trawą, wietrzny i sfalowanym morzem oraz białą plażą.

Kluczowa dla marynistyki polskiej powieść "Wiatr od morza" i pobyt Stefana Żeromskiego w Gdyni Orłowie oraz reprodukowane w podręcznikach i kalendarzach obrazy Antoniego Suchanka i Mariana Mokwy, wpisały w naszą wyobraźnię osuwający się klif. Te krajobrazy powinny podlegać ochronie jako elementy kulturotwórcze. Wartości estetyczne krajobrazu są najbardziej subiektywne, jednym podoba się dzika plaża, inni wolą zagospodarowane alejki nad brzegiem. Ankiety przeprowadzone wśród turystów i mieszkańców Trójmiasta wykazały jednoznacznie, że ponad 70% respondentów wykazuje przywiązanie do tradycyjnego, naturalnego krajobrazu nadmorskiego.



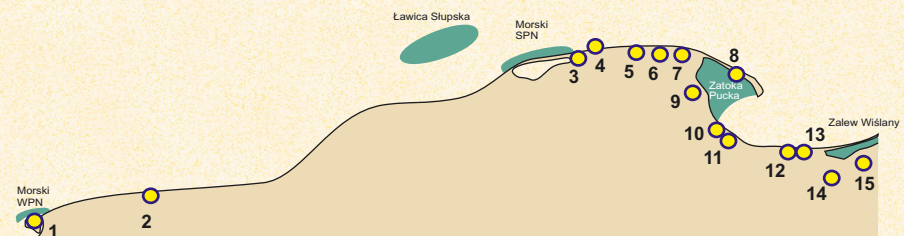
MORSKIE OBSZARY CHRONIONE

Zgodnie z Konwencją Helsińską z 1992 roku, Polska powinna wdrożyć system lądowo-morskich obszarów chronionych Morza Bałtyckiego (Baltic Sea Protected Areas, HELCOM BSPA). W rejonie województwa pomorskiego znajdują się cztery z pięciu wstępnie zgłoszonych lądowo-morskich obszarów:

- Słowiński Park Narodowy i przylegające do niego morskie wody przybrzeżne;
- Nadmorski Park Krajobrazowy wraz z Zatoką Pucką wewnętrzną, strefą przybrzeżną Zatoki Puckiej zewnętrznej i morskimi wodami przybrzeżnymi przylegającymi do parku od strony otwartego morza;
- Rezerwat Przyrody Kępa Redłowska wraz z przylegającymi do niego morskimi wodami przybrzeżnymi Zatoki Gdańskiej;
- Park Krajobrazowy Mierzeja Wiślana oraz wody morskie i zalewowe otaczające Mierzeję.

Ochrona przyrody morskiej ze szczególnym uwzględnieniem zasobów biologicznych Bałtyku powinna być realizowana poprzez ochronę gatunków flory i fauny, ich naturalnych siedlisk i ochronę mechanizmów regulujących funkcjonowanie ekosystemu morskiego. Ochroną powinny być objęte miejsca charakteryzujące się wysoką różnorodnością biologiczną, siedliska endemiczne oraz rzadkie i zagrożone wyginięciem pojedyncze gatunki lub całe zespoły roślinne i zwierzęce, miejsca występowania, rozrodu i wylęgu, a także miejsca żerowania i odpoczynku gatunków wędrownych oraz gatunków rzadkich i unikatowych.

Istotne znaczenie dla ochrony przyrody morskiej będą miały: prace legislacyjne nad zmianami ustaw regulujących sprawę ochrony przyrody w lądowo-morskich obszarach chronionych jako jednolite obszary oraz działania ograniczające zanieczyszczenia wpływające do morskich części obszarów chronionych, rekultywacja akwenów w tych morskich częściach obszarów, w których nastąpiły istotne negatywne zmiany biocenozy na skutek eutrofizacji, a także systematyczny monitoring stanu biocenozy.



PARKI NARODOWE, KRAJOBRAZOWE I REZERWATY W PASIE NADMORSKIM

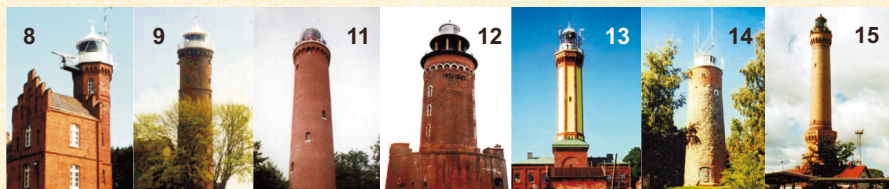
- | | |
|---|--|
| 1 Woliński Park Narodowy | 9 Rezerwat Ornitologiczny Beka w ujściu rzeki Redy |
| 2 Liwia Łuża - rezerwat ornitologiczny obok Niechorza | 10 Rezerwat Botaniczny Kępa Redłowska |
| 3 Słowiński Park Narodowy | 11 Trójmiejski Park Krajobrazowy |
| 4 Mierzeja Sarbska | 12 Rezerwat Ptasi Raj w Górkach Wschodnich |
| 5 Rezerwat Białogóra | 13 Rezerwat Mewia Łacha w ujściu Wisły |
| 6 Rezerwat Widowo | 14 Rezerwat Kormoranów w Kątach Rybackich |
| 7 Rezerwat Przylądek Rozewie | 15 Park Krajobrazowy Mierzeja Wiślana |
| 8 Nadmorski Park Krajobrazowy | |

LATARNIE MORSKIE

Latarnie morskie, mimo zaawansowania nowych technik nawigacyjnych są wciąż w użyciu na całym świecie. Opisy tras żeglugowych (locje) podają charakterystyki świecenia, specyficzne dla latarni znajdujących się w danym rejonie.

Na polskim wybrzeżu zachowało się kilka zabytkowych latarni morskich, wszystkie znajdując się blisko plaży, więc warto wiedzieć, gdzie można je znaleźć i zwiedzić. Poniżej prezentujemy skrótowy opis wybranych latarni, więcej informacji można znaleźć na stronie www.latarnie.igel.pl

	rok budowy	wysokość	zasięg światła	informacje
1. Krynica Morska	1951	26,5 m	19,0 Mm, światło 2 s, przerwa 2 s, światło 2 s, przerwa 6 s	
2. Gdańsk Nowy Port	1894	27,3 m	20,0 Mm, obecnie nieczynna	
3. Hel	1942	41,5 m	18,0 Mm, światło 5 s, przerwa 5 s	
4. Jastarnia	1950	13,3 m	15,0 Mm, światło 2 s, przerwa 2 s, światło 9 s, przerwa 7 s	
5. Rozewie	1910	35,0 m	33,0 Mm, światło 0,1 s, przerwa 2,9 s; mieści się tu Muzeum Latarnictwa	
6. Stilo	1904	33,4 m	23,0 Mm, światło 0,3 s z przerwami: 2,2 s, 2,2 s i 6,7 s	
7. Czopino	1875	25,2 m	21,0 Mm, światło 3 s i 1 s, w odstępach co 2 s	
8. Ustka	1892	19,5 m	18,0 Mm, zabytek nienaruszony przez wojnę, latarnia czynna	
9. Jarosławiec	1853	33,3 m	23,0 Mm, światło 0,45 s, przerwy 2,05 s i 6,05 s	
10. Darłowo	1927	23,0 m	15,0 Mm, światło 2 s, przerwy 2 i 9 s	
11. Gąski	1876	41,2 m	23,5 Mm, światło 2,5 s, 2,5 s i 6,4 s w odstępach 1,2 s	
12. Kołobrzeg	1910	26,0 m	16,0 Mm, światło 1 s co 2 s	
13. Niechorze	1866	45,0 m	20,0 Mm, światło 0,5 s co 9 s	
14. Kikut (wyspa Wolin)	1962	18,2 m	16,0 Mm, światło 5 s, przerwa 15 s, całkowicie automatyczna	
15. Swinoujście	1854	68,0 m	21,0 Mm, światło 4 s, przerwa 1 s, od strony Swiny światło czerwone	



MAŁA I DUŻA ARCHITEKTURA NA BRZEGU

Klimat polskiego wybrzeża i obowiązujące przepisy prawne nie pozwoliły na trwałą zabudowę bezpośredniej strefy plaży i wydm, w odróżnieniu od tradycji na atlantyckich wybrzeżach USA czy strefy śródziemnomorskiej. Miejsca położone nad samą wodą stanowią wielką atrakcję dla architektów i zamożnych klientów, ponieważ w zatoczonych centrach miejskich zapewniają bardzo cenny walor - perspektywę, widok dużej naturalnej przestrzeni. W praktyce używa się określeń: "budowa w pierwszej linii plaży", czyli dom ma bezpośredni dostęp do wydmy lub plaży, oraz "budowa w drugiej linii", czyli od plaży dom odgradzony jest szeregiem innych domów, ulicą lub deptakiem.

Budowanie na brzegu ma oczywiście swoją cenę. Tam na świecie gdzie jest dozwolone, ubezpieczenia są bardzo wysokie i państwo nie odpowiada za szkody wyrządzone przez erozję, sztormy i naturalne procesy brzegowe. Budowanie na brzegu piaszczystym oznacza pokonanie inżynierskich trudności związanych z budową na niestabilnym, piaszczystym podłożu, które łatwo drekuje wodę zarówno szybko tracąc ją w czasie deszczu, jak i szybko nasiąkając nią w czasie podniesienia poziomu wód gruntowych lub morskiej cofki. Praktycznie oznacza to konieczność rezygnacji z głębokich fundamentów i piwnic. Inne kłopoty związane z plażowym budownictwem, to słony aerozol powodujący szybką korozję metalowych konstrukcji, ciągłe zabrudzenie solą okien i ograniczenie roślin w ogrodzie do gatunków odpornych na zasolenie.

W USA i Kanadzie cenione są domy przy plaży nawiązujące do tradycyjnych, drewnianych, wypłowiałych chat rybackich. W strefie śródziemnomorskiej, na Wyspach Kanaryjskich, masowy napływ turystów doprowadził do nieefektywnej, szybkiej zabudowy klockowymi hotelowcami niemal całego wybrzeża.

W Polsce namiastką brzegowej architektury są różnego typu nietrwałe budowle, z reguły związane z usługami, często nawiązujące stylistyką do egzotycznych wzorów np. orientalne Łazienki Południowe w Sopocie z końca XIX w. Do wyjątków należą zbudowane w strefie wydmy Grand Hotel w Sopocie i Hotel Marina Orbis w Jelitkowie, które dzięki osłonięciu przez pas drzew od strony lądu i wyjątkowo szeroką w tym miejscu plażę, nie mają kłopotów typowych dla budowli położonych na brzegu morza.



MUZEJA I EDUKACJA NA BRZEGU

Największą instytucją posiadającą zbiory dokumentujące historię działalności człowieka w strefie nadmorskiej jest Centralne Muzeum Morskie w Gdańsku ze wspaniałą kolekcją łodzi z całego świata i jego filia w Helu z bogatą kolekcją z historii kaszubskiego rybołówstwa.

Kolekcje przyrodnicze to przede wszystkim Akwarium Gdyńskie Morskiego Instytutu Rybackiego w Gdyni - największe polskie akwarium morskie z dużym działem muzealnym. Innego rodzaju obiektem edukacyjnym jest helskie fokarium przy Stacji Morskiej Uniwersytetu Gdańskiego. Przebywające tam foki szare są objęte programem restytucji tego gatunku w Polsce. Akwarium Gdyńskie i fokarium należą do najczęściej odwiedzanych w kraju placówek muzealnych, z roczną liczbą gości przekraczającą 300 tysięcy każde. Puck, Rozewie i inne mniejsze miejscowości nadmorskie organizują w sezonie turystycznym liczne wystawy morskich eksponatów. Wynaturzeniem funkcji edukacyjno-oświatowej są natomiast cyrkowe występy uchatk (często reklamowanych jako tresowane foki) organizowane przy moło w Sopocie.

Od 1998 r., pełnowymiarowy program edukacyjny na temat strefy brzegowej prowadzi dla szkół Akademia Telewizja Edukacyjna (ATE z Uniwersytetu Gdańskiego), całodzienny program obejmuje wycieczkę brzegiem morza, wykład w Akwarium Gdyńskim i rejs po wodach przybrzeżnych połączony ze zbieraniem okazów. Uczestnicy kursu otrzymują kasety z kompletem informacji przekazanych w czasie spotkania.

Od 2000 r. Gdynia organizuje w czerwcu doroczne pikniki naukowe (ostatnio włączone w Bałtycki Festiwal Nauki), w czasie których reprezentanci kilkunastu naukowych instytucji starają się w atrakcyjny sposób pokazać, co robią w strefie nadmorskiej.



PLAŻA JAKO MIEJSCE INSPIRACJI KULTURALNEJ

W Gdyni Orłowie istnieje jedyna w Polsce scena teatralna położona rzeczywiście na plaży. Od końca czerwca do końca sierpnia odbywają się tam kilka razy w tygodniu przedstawienia przygotowane przez zespół Teatru Miejskiego w Gdyni. Do "plażowych" można też zaliczyć sceny Sopotu (Teatr Atelier i Sfinks) oraz tymczasowe estrady na sopockim moło, w Gdyni i w miejscowościach śródkowego wybrzeża.

Polskie wybrzeże inspirowało twórczość plastyczną wielu malarzy, począwszy od kolorystów z tzw. "szkoły sopockiej" z lat 50. poprzez bardziej tradycyjnych twórców marynistów jak Marian Mokwa i Antoni Suchanek. Ulubionym tematem wielu twórców są kolorowe rybackie łodzie na brzegu i klif w Gdyni Orłowie.

Przyroda wybrzeża jest oczywiście źródłem inspiracji dla ogromnego przemysłu pamiątkarskiego i zdobniczego. Niekiedy ma to formę specjalistycznej oferty, np. ozdoby z muszli oferowane w wielkim wyborze w Akwarium Gdyńskim czy różnorodność wizerunków fok na koszulkach, kubeczkach i pluszowych zabawkach w Fokarium w Helu.



Władysław Strzemiński 1933



Antoni Suchanek ok. 1935



Jan Cybis 1972



Marek Świątecki 1973

RZEŻBY Z PIASKU

Na plażach USA rzeźbienie w piasku ma już wieloletnią tradycję i bogatą oprawę organizacyjną. Organizowane są stanowe, okręgowe i krajowe mistrzostwa, w internecie istnieje kilkanaście specjalistycznych stron poświęconych technikom, konkursom i dokumentacji rzeźb z piasku. Rzeźby są wszelkich rozmiarów i kształtów, od miniaturowej wielkości doniczki do wielkich kompozycji wielkości domu jednorodzinnej. Zamki i rzeźby postaci historycznych należą do najbardziej popularnych tematów. Warto spróbować tego też na naszych plażach pod warunkiem, że nauczymy się od znawców podstawowych technik.

Aby rzeźba udała się potrzebny jest możliwie drobny piasek, bez glonów, patyków i kamieni. Zwykle najlepszy jest piasek ze środkowej części plaży, z górnej warstwy. Piasek musi zostać całkowicie nasycony wodą tak, by jej nadmiar przelał się. Bardzo ważne jest możliwie staranne ubicie piasku - można to robić w wiadrze, skrzyni lub innym naczyniu, gdzie porcję piasku można udeptać. Potem trzeba przygotować górkę z mokrego i ubitego piasku, nieco większą niż planowana rzeźba, konieczne sporo szerszą u podstawy niż na szczycie. Rzeźbienie w piasku polega na usuwaniu nadmiaru piasku od góry, przesuwając się powoli w dół rzeźby. Rzeźby nie da się sztukować - usuniętego elementu nie można przykleić z powrotem. Rzeźbi się przy pomocy drewnianych lub metalowych szpatułek, łyżek i innych prostych narzędzi wynajdowanych według potrzeb. Do wykończenia szczegółów rzeźby stosuje się często pędzle malarskie.

Po inspirację i więcej informacji warto sięgnąć na strony internetowe, np.:
www.sandtools.com, www.harrisand.org, www.sandcastlecentral.com



Harrisand The World Championships of Sand Sculpture
PLAY AGAIN!

Sculptor Information
Want to get some sand under your fingernails? Find out all you need to know about entering the competition.

Visitor Information
Learn all about the event and beautiful Harrisand Hot Springs & Harrison Lake where it's held.

September 7-12, 2004.
Exhibition of finished sculpture until October 11, 2004.

Features:
Harrisand 2003 Sculptor images
2003 Contest Results
The Castles of Harrisand 2003
Harrisand in the Rain!

Event Sponsors:
Harrisand Hot Springs Resort
Executive Hotel
Prosper Credit Union
Star FM

Other Stuff:
FAQ's
Media Page
Links Page
Contact Us

How They Do IT!
Take a peek behind the scenes and discover some of the tips the pros use to build amazing sculptures.

Photo Gallery
Hi-Resolution

BURSZTYNY

Bursztyń składa się głównie z węgla (choć tylko w 78% - reszta to przede wszystkim tlen i wodór). Jest kopalną żywicą drzew iglastych. Bursztyń, a właściwie substancje do niego podobne znane są z różnych miejsc na świecie i różnych epok geologicznych. Stopień jego doskonałości zależy od zawartości kwasu bursztynowego. Największą zawartość tego kwasu ma bursztyń bałtycki. Powstał on około 40 mln lat temu w zwrotnikowych lasach, które rosły w Skandynawii i został przetransportowany przez rzeki w rejon południowego brzegu Bałtyku, od Zatoki Gdańskiej po Kłajpedę. Osady powstałe w tamtych czasach tworzą charakterystyczną warstwę o zielonkawym kolorze (od glaukonitu - minerału występującego z bursztyńem). Osady te zostały częściowo rozmyte w czasie transgresji holoceniowej, a wymyty z nich bursztyń jest wyrzucany na plażę. Najczęściej są to okruchy lub niewielkie bryłki.

Największy znaleziony kawałek bursztyń ważył 10 kg. Czasem w bursztyń znajduje się zatopione owady. Znalaziono nawet bursztyń z jaszczurką i żabą. Dzięki tym inkluzjom poznano faunę i florę lasu sprzed wielu milionów lat. Na polskich plażach, od Trójmiasta do granicy z Rosją, co roku amatorzy zbieracze kolekcjonują prawdopodobnie ponad tonę bursztyń.



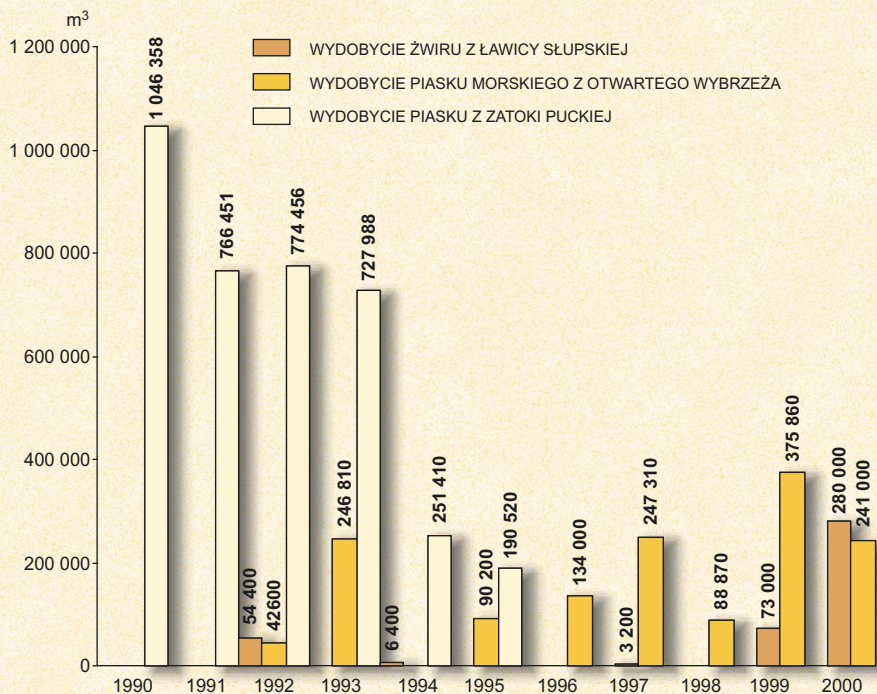
WYDOBYCIE ZASOBÓW NATURALNYCH - BURSZTYN, ŻWIR, PIASEK

W polskiej strefie ekonomicznej Bałtyku znane są złoża gazu ziemnego, ropy naftowej, kruszywa budowlanego, bursztynu, minerałów ciężkich (magnetyt, rutil, cyrkon) i kongrecji żelazowo-manganowych. Geologicznie udokumentowane są tylko niektóre z nich. Jak dotąd wykorzystujemy tylko z bursztynu, ropy naftowej, żwiru i piasku do zasilania plaż.

Wydobycie bałtyckiej ropy naftowej jest na razie niewielkie (stanowi około 2% rocznego zapotrzebowania Polski). Udokumentowane zasoby żwiru interesujące dla drogownictwa i budownictwa znajdują się w trzech obszarach polskiej strefy Bałtyku. Łącznie w polskiej części Bałtyku udokumentowano 159,3 mln ton kruszywa. Złoża kruszywa objęte są już koncesjami na wydobywanie. Żwir jest eksploatowany na Ławicy Słupskiej, eksploatowane są też piaski do zasilania plaż. Koncesje na poszukiwanie bursztynu pod dnem morskim przy brzegu Zatoki Gdańskiej są już wydane i prace wkrótce się rozpoczną.

Wiadomo, że bursztyn występuje w pasie wybrzeża polskiego od Rozewia do granicy z Rosją, w szczególnie dużych ilościach w okolicy ujścia Wisły. Nielegalne wydobywanie bursztynu było prowadzone na wydmych obszarach Gdańska, gdzie przy pomocy pomp strażackich, "klusownicy" pozostawili po sobie setki dołów po tym, jak wyflukowali bursztyn z piasku niszcząc wydmy i las sosnowy. Wartość przemysłu związanego z bursztynem (pozyskiwanie, obróbka, działalność jubilerska, sprzedaż) oceniana była w Polsce w 2003 r. na około 200 milionów euro.

EKSPLOATACJA KRUSZYWA BUDOWLANEGO W REJONIE POLSKIEGO WYBRZEŻA



WYKORZYSTANIE ODNAWIALNYCH ZASOBÓW ENERGII

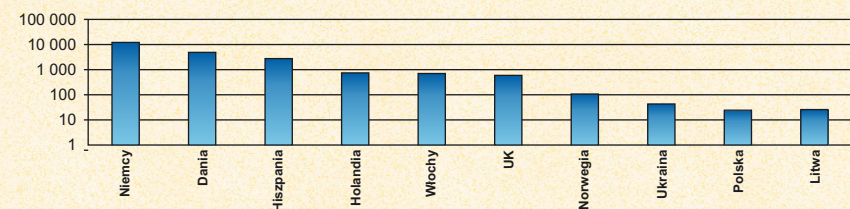
Wybrzeże polskie oferuje możliwość budowy farm wiatrowych - na płycznach przybrzeżnych. W miejscach gdzie często wieją silne wiatry (np. okolice Rozewia), znajdują się perspektywiczne obszary dla elektrowni wiatrowych. Elektrownie takie nie emitują szkodliwych substancji do środowiska i są typowym przykładem wykorzystania odnawialnej energii. Inwestycje tego rodzaju planowane na wybrzeżu polskim sięgają kilkuset milionów euro.

Zastrzeżenia do rozwijania farm wiatrowych pochodzą stąd, że mogą stanowić przeszkody na stałych trasach migracji ptaków, zajmują miejsce rybakom i firmom planującym eksploatację kruszywa. Zmieniają też krajobraz - horyzont z naturalnego staje się przemysłowy, na co dużą uwagę zwracają organizatorzy wypoczynku nad Morzem Północnym.

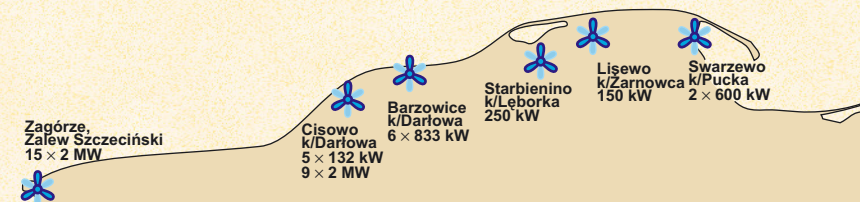
Ilość promieniowania słonecznego i częste zachmurzenia nie pozwalają na efektywne wykorzystanie baterii słonecznych w Polsce na szeroką skalę. Podobnie stosunkowo niewielkie falowanie i brak pływów na Bałtyku nie daje możliwości budowy elektrowni opartych na ruchu wody.



MOC ELEKTROWNI WIATROWYCH W PAŃSTWACH EUROPEJSKICH (MW)



ELEKTROWNIE WIATROWE W POBLIŻU WYBRZEŻA W POLSCE



RYBOŁÓWSTWO ŁÓDZIOWE

Określenie "rybołówstwo przybrzeżne" lub "rybołówstwo łódziove" oznacza, że jest ono związane tak z miejscem połowów, jak i typem (wielkością) statku. Postęp techniki w zakresie konstrukcji statków oraz narzędzi stosowanych do połowu ryb sprawił, że zewnętrzna granica strefy przybrzeżnej coraz bardziej oddalała się od brzegów. W latach 50. ubiegłego stulecia pojęcie łodzi odnosiło się do statku rybackiego o długości do 10 m. W miarę upływu lat wielkość ta wzrosła do 15 m.

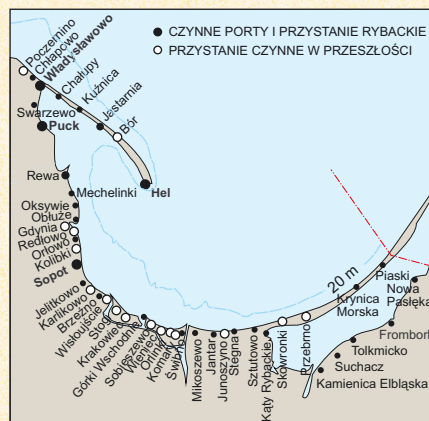
Strefę przybrzeżną określa się jako: "Pas wodny rozciągający się pomiędzy linią brzegową a izobatą 20 m, łącznie z głębszymi wodami leżącymi pomiędzy linią łączącą najbardziej zewnętrzne punkty wysp a linią brzegu". Obszar tak określonej polskiej strefy przybrzeżnej obejmuje wody morskie o powierzchni 6250 km² oraz wody zalewów leżące w granicach RP.

Szacuje się, że w pierwszej połowie XX wieku z wód leżących w granicach obecnej polskiej strefy przybrzeżnej rocznie wydobywano 5500 ton ryb, a drugie tyle dostarczały w tym okresie Zalew Wiślany i Szczeciński. Dorsz, łosoś, stornia, śledź i węgorz stanowiły najważniejszy obiekt połowów przybrzeżnych na przełomie XIX i XX wieku. Niemniej lista poławianych gatunków była znacznie dłuższa i obejmowała ona obok wielu gatunków ryb słodkowodnych także gładzicę, sprota, tobiasza, skarpia i jesiotra. Największe połowy jesiotra w XX wieku osiągnęli rybacy z Dziwnowa w roku 1900 (190 ton), w latach następnych zmniejszały się one gwałtownie, aż zanikły zupełnie po roku 1918.

Połowy polskiego rybołówstwa przybrzeżnego po roku 1945 opierały się na dorszu, śledziu, troci, łososiu i węgorzu. Największy udział w połowach przybrzeżnych mają rybacy operujący w obrębie zachodniego wybrzeża - 43%. W rybołówstwie przybrzeżnym stosowane są wszystkie rodzaje narzędzi połowu, jednak z dużym ograniczeniem miejsc, w których dopuszczalne jest użycie narzędzi czynnych - włoków. Większa część masy wydobytych ryb pochodzi z połowów narzędziami oplatającymi i pułapkowymi, co ułatwia dostosowanie selektywności tych narzędzi do wymogów modelu gospodarowania odnawialnymi zasobami strefy przybrzeżnej. Ciężka praca rybaka operującego z łodzi sprawia, iż zawód ten staje się coraz mniej atrakcyjny. Świadczy o tym zanikanie rybołówstwa w osadach nadbrzeżnych. W latach 50. ubiegłego stulecia rybołówstwo przybrzeżne uprawiane było w 52 nadmorskich miejscowościach polskiego wybrzeża. W ostatnim dziesięcioleciu ubiegłego stulecia liczba ta zmniejszyła się do 36.

OBECNIE CZYNNE I NIECZYNNE POLSKIE PORTY I PRZYSTANIE RYBACKIE

Świnoujście	Mielno	Chłapowo	Sobieszewo
Karsibór	Unieście	Władysławowo	Wieniec
Warszów	Czajcze	Chałupy	Orlinki
Chorzeln	Łązy	Kuźnica	Komary
Przytór	Dąbkowice	Jastarnia	Świbno
Lubin	Dąbki	Bór	Mikoszewo
Wapnica	Dartowo	Hel	Jantar
Międzyzdroje	Wicie	Swarzewo	Junoszyno
Wolin	Jarosławiec	Puck	Stegna
Wisłoka	Wicko Morskie	Rewa	Szutowo
Międzywodzie	Zalesin	Mechelinki	Katy Rybackie
Dziwnów Dolny	Ustka	Oksywie	Skowronki
Dziwnówek	Machowinko	Obłuże	Przebro
Kamień Pomorski	Rowy	Gdynia	Krynica Morska
Dziwnów	Leba	Redłowo	Piaski
Pustkowo	Sasino	Orłowo	Nowa Pasłęka
Rewal	Kopalino	Kolibki	Suchacz
Niechorze	Lubiatowa	Sopot	Tolkmicko
Mrzeżyno	Białogóra	Jelitkowo	Frombork
Dziwnizno	Zarnowiec	Karlikowo	Nowa Pasłęka
Grzybowo	Dębki	Brzeźno	
Kołobrzeg	Karwia	Wisłoujście	
Ustronie Morskie	Ostrowo	Stogi	
Sarbinowo	Sarbinowo	Tupadły	
Chłopy	Poczemino	Górkę Wschodnie	



KONTROWERSYJNE INWESTYCJE

Zatapianie odpadów w otwartym morzu - zostało zakazane przez międzynarodowe konwencje, ale w strefie brzegowej każde państwo ma prawo do decydowania o własnym śmietniku. Woda jest najlepszym ze znanych rozpuszczalników, a środowisko morskie należy do najbardziej dynamicznych i trudnych do opanowania sił przyrody. Dlatego każdy pomysł wykorzystania morza do przechowywania odpadów należy uznać za ryzykowny.

Przegradzanie i zamiana zatok oraz zalewów w poldery - przesłanką dla tego pomysłu były problemy z jakością wód morskich w zatokach i przekonanie o rolniczej wartości polderów. Prawda jest taka, że zatoki i zalewy naszego wybrzeża zawierają najcenniejsze walory przyrodnicze, a zyski z rolnictwa nigdy nie zrównoważyłyby kosztów planowanych operacji inżynierskich.

Umacnianie twarde brzegu przez zniszczenie jego naturalnej funkcji - ten proceder niestety wciąż jest prowadzony, mimo przeciwnej mu dyrektywy HELCOM-u o ochronie naturalnych procesów brzegowych. Zasypanie wewnętrznej części Półwyspu Helskiego kamieniami zniszczyło wyjątkowe plaże Zatoki Puckiej i nie pomogło w stabilizacji brzegu, który z tej strony nie był zagrożony erozją. Podobnie planowano "uratować" klif w Redłowie przez pokrycie go siatką plastikową i betonową opaską u podnoża.

Zmiany naturalnego układu hydrologicznego - pomysł otwarcia Zalewu Wiślanego przez przekopanie kanału do morza, podobnie jak pomysł otwarcia jezior przymorskich przez sztuczne kanały ma wielu zwolenników. Sprzeczny jest on jednak z podstawową zasadą zrównoważonego rozwoju - nie poprawiać Matki Natury, tam gdzie nie jest to absolutnie konieczne.

Urządzenia do mechanicznego filtrowania glonów z wody - kombajny do wyławiania nitkowatych glonów z wody zostały skonstruowane dla rozwiązania problemu gromadzenia się mat glonowych na kieszonkowych plażach skandynawskich. Wkrótce okazało się, że kombajny zdają egzamin tylko w półzamkniętych zatokach o minimalnej wymianie wody - nieselektywna filtracja powoduje, że usuwa się ze środowiska wiele cennych organizmów stanowiących pokarm dorosłych ryb.

Koncentracja naturalnych cieków w pojedyncze kolektory - usuwanie z plaż małych naturalnych cieków i włączenie ich w zbiorcze kolektory jest sprzeczne z obowiązującą w UE doktryną "renaturalizacji" strumieni i małych rzek. Koncentracja spływu lądowego utrudnia rozpraszanie zanieczyszczeń i naturalne procesy ich neutralizacji.

Sztuczne rafy - idea sztucznych raf wywodzi się z przekonania, że na piaszczystym, ubogim dnie polskiego Bałtyku trwałe podłoże pozwoli na masowe osiadanie małży, które filtrując wodę poprawią jej jakość. Niestety, zanieczyszczenia nie znikają ze środowiska, ale w skoncentrowanej formie odchodów małży zbierają się na dnem w pobliżu kolonii.

Morskie pomniki - do najbardziej kuriozalnych projektów, poważnie rozważanych przez władze lokalne i grupę entuzjastów, należał projekt wielkiego pomnika w morzu, w okolicy klifu redłowskiego w Gdyni. Na głębokości 7 m, planowano posadzić 18 m wysokości figurę orła, która miała wynurzać się z wody raz na dobę, a przed zamazaniem miał ją zabezpieczać system grzałek.



PERSPEKTYWY ROZWOJU WYBRZEŻA

Tam gdzie stykają się walory przyrodnicze terenu i rozwój gospodarczy, musi dochodzić do konfliktu interesów. Można wyobrazić sobie dwa skrajne scenariusze rozwoju strefy brzegowej:

"Zielony" - postawienie na turystykę i nieuciążliwe usługi. Rozwój małych portów, bazy dla sportów wodnych, ścieżek rowerowych, małych hoteli i pensjonatów.

"Przemysłowy" - postawienie na przemysł i usługi magazynowo- transportowe. Rozwój infrastruktury drogowej, lokalnego przemysłu, baz magazynowych, ośrodków przetwarzania i produkcji.

Rozwiązanie takiego dylematu musi oczywiście zakończyć się kompromisem. Problem polega jednak na ustaleniu w jakim stopniu uwzględnić elementy scenariusza "zielonego", a w jakim "przemysłowego"; i który model gospodarki będzie dominował. W praktyce konieczne jest połączenie obu opcji, trzeba tylko uwzględnić w ekonomicznych kalkulacjach koszt wykorzystania naturalnych zasobów środowiska, jak i procesów, które da się wycenić. Nowoczesny rachunek ekonomiczny może wykazać, że większe zyski przyniesie nieuciążliwa forma korzystania ze środowiska morskiego (np. rozwój rekreacyjnego wędkarstwa) niż ciężkie inwestycje przemysłowe.



WARTOŚĆ ŚRODOWISKA NATURALNEGO PLAŻY

Od kilkunastu lat w USA i w Unii Europejskiej prowadzi się badania nad waloryzowaniem naturalnych procesów i zjawisk przyrodniczych, wychodząc z założenia, że jeżeli czegoś potrzebujemy i można to zniszczyć, to zjawisko takie musi mieć swoją wymierną wartość monetarną. Stosuje się różne metody wyceny, do najbardziej typowych należą:

- Ocena na podstawie obliczeń kosztów możliwych strat. W ten sposób oblicza się, np. wartość roślinności wydmowej, ile kosztowałoby usuwanie strat spowodowanych przez niestabilne wydmy pozbawione roślinności.

- Ocena na podstawie atrakcyjności turystycznej. Przykładem takiej metody jest wycena wartości plaż Półwyspu Helskiego przez obliczenie ilości pieniędzy wydanych przez turystów dla odwiedzenia tego miejsca.

- Ocena na podstawie zastąpienia procesów naturalnych przez technologię; np. ile pieniędzy trzeba by wydać na stabilizację wydm metodami inżynierskimi, jeżeli zginą tam rośliny.

- Ocena na podstawie gotowości ponoszenia kosztów. Jakie kwoty możliwej opłaty, deklarują ankietowani w celu zachowania badanej wartości przyrodniczej (np. ile gotowi jesteśmy zapłacić miesięcznie, żeby utrzymać tę plażę w czystości i w użytkowaniu turystycznym).

rodzaj wycenianej wartości	sposób obliczenia	orientacyjna wartość plaży w € na m ² rocznie dla 500 km polskiego brzegu
TURYSTYKA I REKREACJA	4 mln turystów nad morzem w ciągu 60 dni sezonu wydaje średnio 5 do 25 € na dzień pobytu	od 7 do 70 €
FILTRACJA ZAWIESIN	9 m ³ na m ² rocznie, cena za oczyszczenie 1 m ³ - 0,25 €	2,3 €
CZYSTE SPALANIE MATERII ORGANICZNEJ	kg świeżej masy na m ² rocznie, cena za 1 tonę - 1 €	0,3 €



RYNEK PRACY I USŁUG ZWIĄZANYCH Z PLAŻĄ I WYBRZEŻEM

Plaże stanowią ważny obszar tworzący sezonowy rynek pracy, nie ma niestety żadnych statystyk pozwalających na ocenę jego monetarnej wielkości. Można jednak wymienić najbardziej typowe usługi, oparte o szacunkową kwotę około 300 mln złotych rocznie, którą wydają turyści przybywający nad nasze morze, oraz pieniądze wydawane przez administrację państwową na zagospodarowanie pasa nadbrzeżnego (kilkadziesiąt milionów rocznie):

Usługi małej gastronomii, bary plażowe, sprzedaż gotowych produktów. Sprzedaż świeżej ryby od rybaków. Sprzedaż obnośna (lody, napoje chłodzące, słodczyce). Sprzedaż pamiątek morskich (muszle i wyroby lokalne i egzotyczne). Wypożyczalnie sprzętu na plaży. Ratownictwo na pływających plażach. Usługi oczyszczania plaż ze śmieci i glonów. Usługi refulacji i nasypywania plaż. Usługi umacniania brzegu. Wynajem kwater i pokoi hotelowych. Parkingi i miejsca postojowe. Wędkarstwo (wynajem łodzi z rybakiem, sprzedaż licencji). Szkolenia sportowe (windsurfing, pływanie, nurkowanie, treningi karate, rugby, jazda konna itp.). Osobliwości regionalne i przyrodnicze (muzea, wystawy, akwaria, parki narodowe itp.). Taksy klimatyczne pobierane od osób meldujących się na pobyt w hotelach i na kempingach. Dzierżawa i obsługa kempingów i pól namiotowych. Usługi przewodników wycieczek. Sprzedaż sprzętu i środków do plażowej rekreacji (parawany, olejki, zabawki). Usługi rozrywkowe (bungie, dyskoteki, skoki na pneumatykach itp.).

Wskaźnikiem jak duży potencjał posiada strefa nadbrzeżna, jest liczba odwiedzających fokarium w Helu (ponad 300 tysięcy osób rocznie) czy Akwarium Gdyńskie (ponad 400 tysięcy odwiedzających co roku), co daje tym placówkom miejsce w ścisłej czołówce największych atrakcji turystycznych Polski.



SEZONOWOŚĆ GOSPODARKI NA PLAŻY

Sektor obsługi ruchu turystycznego na obszarze Półwyspu Helskiego jest obecnie podstawowym źródłem utrzymania ok. 55 % ludności. Jest to zatrudnienie typowo sezonowe, bardzo zależne od zmiennych warunków pogodowych (np. katastrofalne dla właścicieli pensjonatów mokre i zimne lato 2001).

Rok dzieli się w tym rejonie na trzy sezony:

Pierwszy z trzech sezonów to okres począwszy od pierwszej dekady czerwca do końca sierpnia - włączając pierwszy tydzień maja. Przeważającą formą jest wówczas turystyka (otwarcie sezonowych miejsc noclegowych i kempingowych, imprezy rekreacyjno-rozrywkowe oraz sportowe), mała gastronomia i żeglarstwo - głównie jachting oraz sporty motorowodne.

Drugi, to sezon na przełomie późnego lata i wczesnej jesieni w okresie od ostatniej dekady sierpnia do końca września. Wtedy dominuje przede wszystkim żeglarstwo, z głównym naciskiem na windsurfing - odbywają się wówczas imprezy regatowe (Europejski Puchar Windsurfingowy).

Trzeci sezon trwa od początku października do ostatniej dekady maja. Prowadzone są w tym czasie głównie prace konserwacyjne i modernizacyjne.



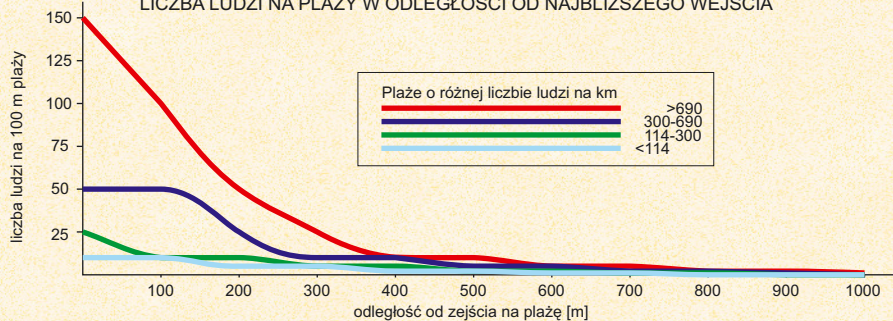
TURYSTYKA MORSKA W POLSCE

Żaden urząd nie prowadzi statystyki pozwalającej ocenić, ile ludzi odpoczywa w Polsce na plażach, ale można samodzielnie dokonać takiego oszacowania, zliczając liczbę miejsc noclegowych w pensjonatach, hotelach i na kempingach oferowanych turystom w poszczególnych gminach nadmorskich. Dzieliąc nasze wybrzeże na 10 - kilometrowe odcinki, i biorąc pod uwagę tylko ofertę turystyczną z pasa nadbrzeżnego o szerokości 10 km, otrzymujemy teoretyczny obraz zagęszczenia turystów na plaży.

LICZBA TURYSTÓW PRZYPADAJĄCYCH NA KILOMETR WYBRZEŻA (w odcinkach 10 km)



LICZBA LUDZI NA PLAŻY W ODLEGŁOŚCI OD NAJBLIŻSZEGO WEJŚCIA



ŻEGLUGA REKREACYJNA I TURYSTYCZNA

Regularna, przybrzeżna żegluga pasażerska operuje z portów Trójmiasta, Elbląga, Helu, Władysławowa, Ustki, Kołobrzegu i Świnoujścia. Poza trasą Gdynia - Hel, pozostałe rejsy oferowane są tylko w sezonie, czyli w większości przypadków od 1 maja do 30 września. Największe użytkowane jednostki to katamarany, zabierające do 300 pasażerów, najwięcej jest małych jednokadłubowców, jest też kilka wodolotów.

Niemal prosta linia brzegowa Polski nie sprzyja rekreacyjnej przybrzeżnej żegludzie tak popularnej na północnym Bałtyku. Jedyne osłonięte akweny to Zalew Szczeciński i Wiśłany oraz Zatoka Pucka. W Zatoce Puckiej i Gdańskiej istnieje kilka nowoczesnych przystani jachtowych - od największej w Gdyni, do najbardziej nowoczesnej choć niewielkiej mariny w Pucku. Jeszcze w latach 30. na wodach Zatoki Gdańskiej wiele było nie tylko rybackich, ale i towarowo-pasażerskich łodzi żaglowych kursujących pomiędzy Zatoką Pucką, Gdynią i Gdańskiem. Z cegielni i żwirowni w pobliżu Osłonina żaglowe łodzie woziły ładunki na Hel i do Gdańska.

Pozostałością tradycji żeglugi lokalnej są rybacy łodziowi, którzy na otwartym wybrzeżu wciąż wyciągają swe łodzie na plażę (pozwala na to specjalna konstrukcja kadłuba) za pomocą elektrycznych wyciągarek. W osłoniętych wodach wewnętrznej Zatoki Puckiej rybacy pozostawiają łodzie na kotwicy tuż przy brzegu. Tradycje kaszubskiej żeglugi kontynuuje warsztat szkutniczy Celarków w Chałupach na Półwyspie Helskim, budujący żaglowe pomeranki i repliki historycznych łodzi. Swoistym rodzajem przybrzeżnej żeglugi rekreacyjnej są rejsy na pokładzie pływających barów stylizowanych na okręty wikingów czy galiony.



KURORTY - MIĘDZYDZROJE

Małe, liczące 6000 mieszkańców miasteczko, powstałe na miejscu XII w. osady. W XV w. pojawia się nazwa Misdroige. Od 1830 roku zaczynają zjeżdżać tu kuracjusze, a w 1860 r. zbudowano Dom Zdrojowy i założono park oraz wybudowano drewniane molo.

Latem w Międzyzdrojach odbywają się pokazy filmów, imprezy estradowe a liczba turystów sięga nawet 40 tysięcy. Dzięki solankowym źródłom i zakładowi przyrodolecznictwu miasteczko to ma status uzdrowiska, a położenie tuż obok Wolińskiego Parku Narodowego zapewnia piękne widoki na rzadkie na naszym wybrzeżu klify.

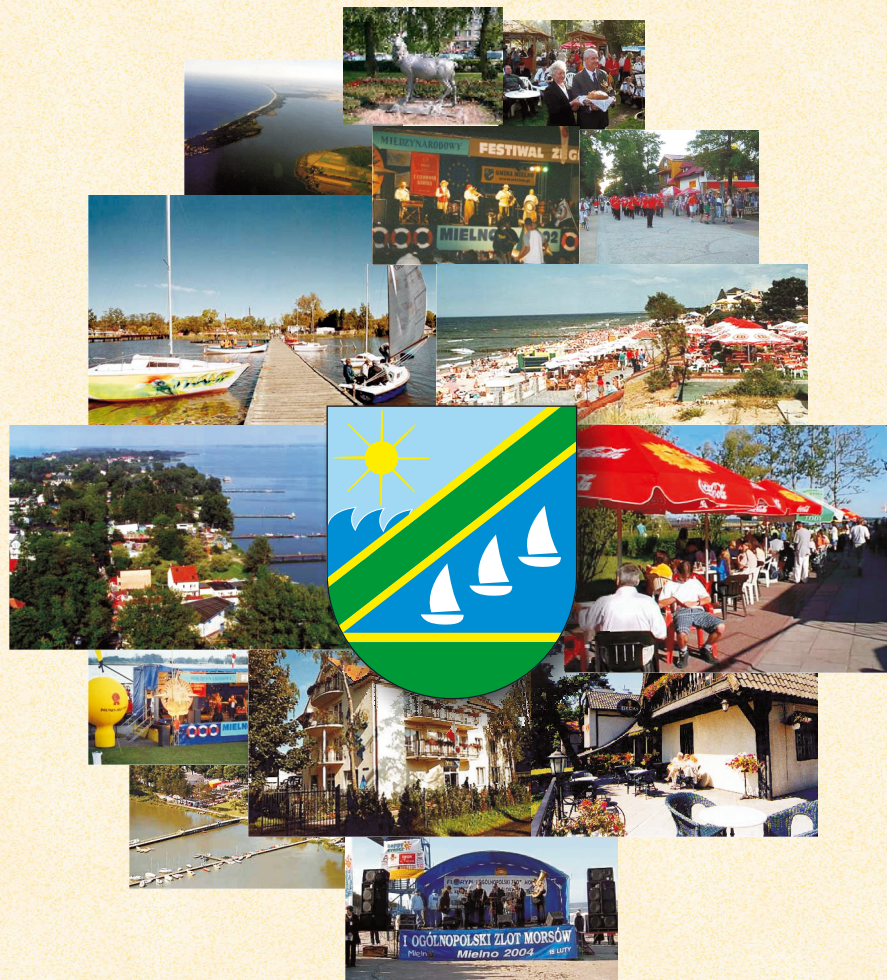
Do charakterystycznych cech miasta należy Hotel Amber, promenada nadmorska z odciskami dłoni polskich gwiazd kina, a także molo.



KURORTY - MIELNO

Mielno wraz z sąsiednim Unieściem leżą pomiędzy brzegiem Jeziora Jamno i Bałtykiem i łącznie liczą sobie około 2,5 tys. mieszkańców. Najstarsze wzmianki o rybackiej osadzie pochodzą z XIII w., ale osadnictwo w tej okolicy datowane jest na ponad 2500 lat. W XIX w. Mielno (niemieckie Möllen) było modnym ośrodkiem wypoczynkowym z pięknym parkiem zdrojowym i charakterystyczną architekturą pensjonatów.

Mielno należy dziś do najczęściej odwiedzanych miejscowości nadmorskich w Polsce, a do jego głównych atrakcji należy Promenada Przyjaźni - biegnąca tuż nad plażą trasa spacerowa, zbudowana jako część umocnień brzegowych.



KURORTY - ŁEBA

Miasto położone przy ujściu rzeki Łeby ma dziś 4 tysiące mieszkańców, jest ośrodkiem turystyki i rybołówstwa. Pierwotna osada rybacka, wzmiankowana w dokumentach od 1280 r., leżała na zachód od dzisiejszego miasta, ale po wycięciu lasów i uruchomieniu wydm została zasypana przez piaski i zalana przez sztormowe powódzie. Pierwotna nazwa miasta to Lebemünde - "Łeboujście", a herb zawiera elementy godła rodu Święców i Zakonu Krzyżackiego - dawnych władców tych ziem.

Największą atrakcją Łeby, poza wspaniałą morską plażą, jest sąsiedztwo Słowińskiego Parku Narodowego z wędrującymi wydmami i zarastającym wielkim Jeziorem Łebskim. Miasto jest także idealnym miejscem do uprawiania sportów, szczególnie windsurfingu i jazdy konnej. Piękne okolice, szlaki rowerowe oraz piesze sprzyjają organizowaniu wycieczek i spacerów.



KURORTY - HEL

Liczące dziś 5 tysięcy mieszkańców miasto otrzymało przywileje od księcia Świętopelka już w 1260 r. Jest to tradycyjnie ważny ośrodek rybołówstwa, turystyki i baza floty wojennej. Był punktem najdłuższego oporu Polaków i Niemców w czasie II wojny światowej (kapitulacja polska 2 października 1939, a niemiecka 9 maja 1945).

Działają tu stacje naukowe Instytutu Geofizyki PAN, Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej oraz słynna ze swego fokarium Stacja Morska Uniwersytetu Gdańskiego. Latarnia morska posadowiona jest od strony otwartego morza, a duże Muzeum Rybołówstwa, ze stałą wystawą plenerową broni morskiej i salą tradycji 9 Flotylli Obrony Wybrzeża, mieści się w starym (XV w.) ewangelickim kościele usytuowanym tuż nad Zatoką Gdańską.

Hel ma dwie plaże - jedną małą, miejską od strony zatoki (tuż przy fokarium) i drugą od strony pełnego morza, 2 km od miasta - w sumie 15 km.



KURORTY - SOPOT

Sopot liczy 42 tysiące mieszkańców, zajmuje 17,5 km² powierzchni. Nie posiada praktycznie żadnego przemysłu, ponieważ wystarczy mu szczególna rola centrum wypoczynkowego, rozrywkowego i naukowego Wybrzeża. Już w VIII w. istniało na terenie Sopotu nadmorskie grodzisko, dziś zrekonstruowane jako turystyczna atrakcja.

W 1823 r. Jean Georg Haffner buduje Zakład Kąpielowy i inicjuje budowę moła, które po licznych przebudowach i zmianach jest dziś jednym z najdłuższych w Europie (ponad 1500 m). W Sopocie zachowało się wiele zabytków architektury typowej dla kurortów nadmorskich - najciekawsze są Łazienki Południowe z 1907 r. Do innych szeroko znanych w Polsce symboli Sopotu należą: Opera Leśna, ulica Bohaterów Monte Cassino i dawne kasyno - Grand Hotel położony tuż nad plażą. Sopot ma dużo zieleni, a park nadmorski jest jednym z najbardziej efektywnych w Europie.



KURORTY - KRYNICA MORSKA

Krynica Morska i pobliskie Piaski zamykają nasze wybrzeże od wschodu. Krynica Morska liczy sobie około 1280 mieszkańców, ale należy do najliczniej odwiedzanych miejscowości na wybrzeżu (około 100 tysięcy każdego lata). Przed II wojną światową nazywała się Kahlberg (Łysa Góra), a ponieważ leżała na szlaku z Gdańska do Królewca i już od połowy XIX w. zaczęło tu funkcjonować kąpielisko morskie, stanowiła poważną konkurencję dla Sopotu.

Po wojnie, zniszczona, znalazła się w pasie przygranicznym, co nie sprzyjało rozwojowi turystyki. Dziś główną atrakcją Krynicy są długie piaszczyste plaże, wydmy porośnięte wiecznie zielonym lasem sosnowym, porty rybackie usytuowane zarówno od strony Zalewu Wiślanego jak i otwartego morza, a także latarnia morska otwarta dla zwiedzających. Z najwyższej wydmy na Mierzei Wiślanej (Wielbłądziego Garbu - 49 m n.p.m.) roztacza się wspaniały widok na Zalew Wiślany, Wysoczyznę Elbląską oraz otwarte morze.



REKREACYJNY SPRZĘT PLAŻOWO-WODNY

Wystawiony na fale i wiatr piaszczysty brzeg nie oferuje wprawdzie osłoniętych miejsc do żeglugi, ale za to nie grozi rozbiciem przy lądowaniu. Dlatego też jest to idealne miejsce do uprawiania sportów wodnych z użyciem małego, lekkiego sprzętu jak deski surfingowe, czy ich modyfikacje - deski z latawcem (kite-surfing). Zatoka Pucka stała się od niedawna głównym obszarem uprawiania tego sportu w Polsce. W letni, wietrzny dzień można w okolicach Chałup i Rewy naliczyć kilkuset deskarzy. Uprawianie deskarstwa w Polsce jest powszechnie dostępne, można nauczyć się go w jednej z wielu szkół, nie wymaga też żadnych specjalnych uprawnień.

Obfitość wraków wzdłuż polskich wybrzeży i piaszczyste dno, na którym leżą, sprzyja rozwojowi swobodnego nurkowania. Nurkowanie z aparatem do oddychania wymaga w Polsce ukończenia kursu i uzyskania karty pletwonurka, zasady mówią też, że nie wolno nurkować w pojedynkę. Najważniejszym ograniczeniem dla tego sportu jest niska przejrzystość wody, szczególnie w okresie zakwitów wiosennych i letnich, gdy widoczność kończy się na 1 m.

Małe plażowe łodzie, pontony z silnikami i skutery wodne są coraz popularniejsze. Nad morzem nie ma jeszcze wyznaczonych stref ciszy, ale używanie sprzętu o mocy ponad 4 kW wymaga posiadania patentu sternika motorowodnego. Do bardzo ważnych zasad należy zakaz używania silników w strefie, gdzie kąpią się ludzie - czyli do 100 m od brzegu.



BEZPIECZNA KĄPIEL

Kąpiel na morskiej plaży należy do największych wakacyjnych przyjemności. W Polsce nie ma niebezpiecznych zwierząt w morzu i dno jest przyjazne dla kąpiących się, przy brzegu nie spotyka się grząskich mulistych osadów. Warto jednak pamiętać o zachowaniu podstawowych zasad bezpieczeństwa.

Nawet w czasie niezbyt silnego falowania, mogą powstawać u naszych wybrzeży bardzo niebezpieczne prądy rozrywające, które nawet blisko brzegu mogą wyciągnąć pływaka daleko w morze. Najważniejsza zasada, to płynięcie w poprzek a nie przeciw prądowi, który jest zwykle bardzo wąski. Plaże o stromym profilu (odbijające) są zawsze bardziej niebezpieczne niż plaże płaskie (rozpraszające), ponieważ energia fal jest na nich wzmacniana przez odbicie od brzegu. Innym niebezpieczeństwem jest nagły spadek temperatury wody w czasie wystąpienia upwellingu. W ciągu kilku godzin na nagrzejonej do tej pory plaży tuż nad brzegiem pojawia się charakterystyczna mgła, a tuż przy brzegu pojawia się jezior lodowatej wody, której temperatura może wynosić nawet mniej niż 8°C, podczas gdy kilkaset metrów dalej woda ma plus 20°C. Szok wywołany nagłą zmianą temperatury - przez wpłynięcie w strefę upwellingu może powodować kurcz i poważne komplikacje.

Duże fale w czasie letnich sztormów są zawsze niebezpieczne, bo ich energii nie przeciwstawi się nawet najlepszy pływak. Najwięcej wypadków zdarza się jednak przez nieostrożne używanie plażowych środków pływających - materacy. Nawet w spokojny dzień, prąd i lekki wiatr bardzo szybko potrafią znieść nieostrożnego plażowicza kilkaset metrów od brzegu.



SPORT NA PLAŻY

Do najbardziej popularnych plażowych sportów należy siatkówka plażowa, rozgrywana na mniejszym od zwykłego boisku (16 × 8 m), w drużynach po 2 osoby. Istnieje specjalny Wydział Siatkówki Plażowej Światowej Federacji Piłki Siatkowej, który ustalił zasady międzynarodowych rozgrywek. Do najważniejszych zasad należą:

- mecze odbywają się do 2 wygranych partii, partie 1 i 2 rozgrywane są do 21 pkt. z przewagą minimalną 2 pkt., trzecia partia rozgrywana jest do 15 pkt., (z min. 2 punktów przewagi);
- drużynie przysługują 3 odbicia z zaliczeniem bloku jako odbicia pierwszego - nie wolno przyjmować zagrywki odbiciem górnym oburącz, na palce;
- po podrzuceniu piłki, trzeba wykonać zagrywkę;
- w pierwszych dwóch setach zmiana boisk następuje po zdobyciu każdego 7 punktów, w trzecim secie po każdym 5 punktach;
- przerwa między setami wynosi 1 minutę.

Polskie mistrzostwa plażowej piłki siatkowej odbywały się dotychczas na plażach w Niechorzu, Mielnie, Krynicy Morskiej i Sopotie.

Poza sezonem letnim regularnie organizowane są na plażach biegi przełajowe, np. w Sopocie o Grand Prix Sopotu. Organizuje je Miejski Ośrodek Sportu i Rekreacji na trasie 600 i 8000 m, w kilku kategoriach wiekowych i osobnej punktacji dla kobiet i mężczyzn.

Plaże znane są też jako doskonałe podłoże do treningów karateków, rugbistów i bokserów, a Ośrodek Przygotowań Olimpijskich w Cetniewie koło Władysławowa wykorzystuje swoje położenie przy plaży do organizacji intensywnych treningów.

Inną formą sportowych zajęć na plaży są zimowe kąpiele organizowane regularnie przez kluby morsów w Sopocie i Gdyni oraz dozwolona poza sezonem letnim jazda konna wzdłuż brzegu.



WĘDKARSTWO SPORTOWO-REKREACYJNE

Najbardziej dynamicznie rozwijającą się dziedziną wędkarstwa morskiego jest wędkowanie prowadzone bezpośrednio na morzu z kutra rybackiego lub z innych jednostek pływających. W porównaniu do tych połowów, wędkarstwo morskie uprawiane z brzegu (plaża lub nabrzeża portowe) nie przeżywa takiego rozkwitu.

Obiektem połowów sportowo-rekreacyjnych są: dorsz, troć, łosoś, stornia, skarp, śledź, okoń, sandacz, belona, płoć, węgorz i babka bycza. Dorsz jest najczęściej występującym trofeum w połowach wędkarskich prowadzonych na morzu. Szacuje się, że stanowi on ponad 90% masy złowionych ryb. Do połowów tego gatunku stosuje się pojedyncze wędzisko spinningowe zaopatrzone w żyłkę o średnicy 0,5 mm, zakończoną krętlikiem i agrafką. Przypon zakończony jest imitującym rybę pilkerem (wobler), o masie ok. 200 g. Do niego przymocowane jest zwykle od 1 do 3 kotwiczek z 3 ostrzami o rozmiarze najczęściej 4/0. Czasami przed przyponem stosuje się dodatkowo elastyczną sztuczną przynętę. Połowy prowadzone są na gruncie przez wyrzucanie i ściąganie sztucznej przynęty. Podczas połowów dorszy zdarza się także "przyłów" storni i skarpi.

Należy pamiętać, że dopuszczalna liczba dorszy, którą pojedynczy wędkarz może wyłowić w ciągu doby wynosi 5 sztuk. Limitowanie wielkości połowów dotyczy także łososia i troci (2 szt. łącznie), pstrąga tęczowego, sandacza i szczupaka (3 szt. łącznie), węgorza i lina (5 szt. łącznie), śledzia (10 kg), a innych gatunków 5 kg łącznie. Niezbędne do prowadzenia połowów wędkarskich jest uzyskanie sportowego zezwolenia połowowego.

Najważniejszymi portami polskiego wybrzeża skąd można wypłynąć w morze na połów dorszy są: Władysławowo, Ustka, Łeba, Darłowo i Kołobrzeg. Rejsy trwają zwykle 6-12 godzin, ale oferowane są także rejsy dwudniowe. Sezon połowów wędkarskich dorszy trwa praktycznie przez cały rok. Wędkować można na specjalnie przystosowanych do tego celu kutrach rybackich, ale również na jachtach i łodziach rybackich.

Armatorzy oferujący rejsy wędkarskie często zapewniają również posiłek oraz możliwość wypożyczenia sprzętu wędkarskiego. Znaczna część wędkarzy pochodzi spoza województw nadmorskich. Uprawianie wędkarstwa sportowego na morzu coraz częściej jest wplatane w zespół usług turystycznych oferowanych przez firmy organizujące wczasy. Rozwijają się także zaplecze hotelowo-usługowe oferujące noclegi, zorganizowane przejazdy oraz zakup sprzętu wędkarskiego.



TEST NA ZDROWIE PLAŻY

Zanim zajmiemy się metodami oceny zdrowia plaży, przyjmijmy do wiadomości następujące prawdy.

Każda plaża jest inna.

Większość zagrożeń naszych plaż pochodzi od człowieka.

Nie wszystkie plaże można uratować.

Stan zdrowia plaży nie zależy od ilości znajdującego się na niej piasku. Obserwacja plaży polegająca na obliczaniu zmian masy piasku, zdaniem wielu naukowców, nie ma większego sensu. Ilość piasku na plaży zmienia się okresowo. Potrzeba zatem wskaźników, które niezależnie od fazy cyklu nie zmieniają się. Poniżej przedstawiono prosty test, który pozwoli nam ocenić zdrowie plaży, na której przebywamy. Na idealnie zdrowej plaży odpowiedzilibyśmy osiem razy TAK.

1. Plaża nie jest płaska i szeroka.
Plaża i szeroka plaża nad otwartym morzem nie jest dobrym znakiem. Takie plaże mogą występować jedynie na obszarach osłoniętych przed falowaniem.
2. Krawędź przedniej wydmy łagodnie opada w stronę morza.
Świadczy to o przenoszeniu piasku przez wiatr ze strefy w pobliżu wody na wydmy. Stroma lub podcięta wydma wskazuje na erozję i przerwanie ruchu piasku.
3. Piasek na plaży jest suchy.
Umożliwia to jego przemieszczanie.
4. Piasek jest czysty i nie tworzy skorupy.
Brudny piasek lepi się i nie jest dobrze przemieszczany, nie będzie także łatwo wysychał. Podobnie zachowuje się piasek tworzący na powierzchni cienką skorupę. Aby sprawdzić, czy piasek nie jest zanieczyszczony substancjami organicznymi, należy jego próbkę umieścić w plastikowym pudełku po błonie fotograficznej (jest szczelne) i pozostawić na dwa tygodnie w pokojowej temperaturze. Jeżeli po dwóch tygodniach po otwarciu pudełka poczujemy nieprzyjemny zapach, oznacza to, że plaża jest zanieczyszczona.
5. Na plaży znajdują się ruchome wydmy.
Dowodzą to istnienia transportu piasku.
6. Brak jest opasek czy innych zabezpieczeń.
Świadczy to o tym, że nie zaistniała do tej pory potrzeba ochrony tego odcinka brzegu.
7. W pobliżu plaży brak jest wysokich budynków.
Wysokie budynki zmieniają bieg wiatru. Ograniczają jego prędkość i zatrzymują transport piasku.
8. W pobliżu plaży nie występują rozległe płycizny.
Płycizny takie świadczą zwykle o zabieraniu piasku z plaży przez morze.



KODEKS BRZEGOWY

Towarzystwo Ochrony Morza w Wielkiej Brytanii, opublikowało "Kodeks brzegowy", który zawiera podstawowe zalecenia dla osób odwiedzających plaże. Kodeks łączy w sobie elementy ochrony przyrody i dbałości o nasze zdrowie. Nie wszystkie zalecenia są do zastosowania w polskich warunkach, ale warto się z nimi zapoznać. Oto jego najważniejsze punkty:

Zanim pójdziesz na plażę

- sprawdź w przewodniku, czy plaża nadaje się do kąpieli;
- sprawdź, jakie udogodnienia oferuje na plaży jej administrator;
- sprawdź w internecie aktualne wyniki pomiarów jakości wody na wybranej plaży.

Na plaży

- przeczytaj tablicę informacyjną z danymi o jakości wody, prądach morskich i telefonach alarmowych;
- zapoznaj się z systemem sygnalizacji ratowników, flagami itp.;
- nigdy nie pozostawiaj małych dzieci bez opieki;
- nie pływaj we wzburzonym morzu lub w miejscach, gdzie występują silne prądy;
- nie pływaj na materacach lub dmuchanych zabawkach - wiatr i prąd szybko zniesie cię poza bezpieczną strefę;
- pływaj równoległe do brzegu a nie w stronę morza;
- nie pływaj po posiłku i nigdy po wypiciu alkoholu;
- jeżeli widzisz tonącego, zaalarmuj ratownika, nie próbuj sam ratować, chyba że masz kwalifikacje lub pomoc innych;
- jeżeli po kąpieli zachorowałeś, poinformuj odpowiednie służby sanitarne.

Zabierz swoje śmieci

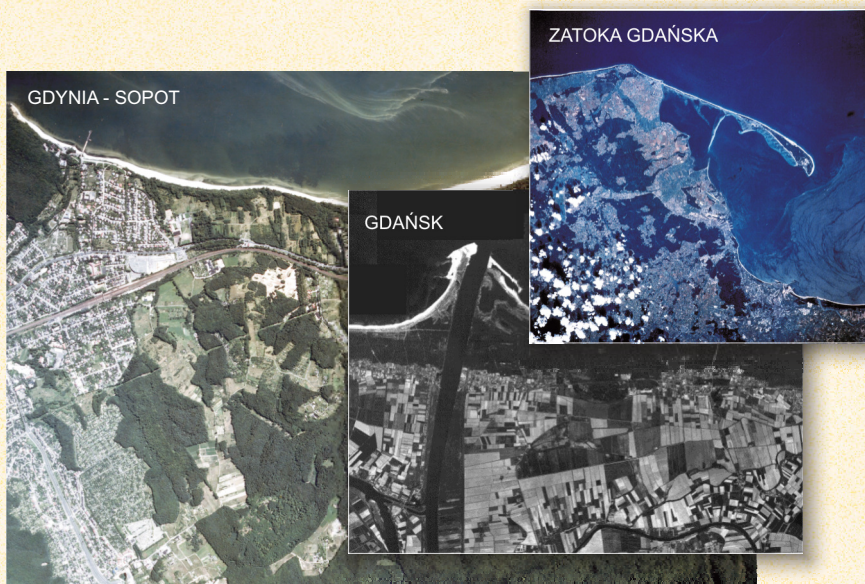
- zabierz swoje śmieci z plaży, szczególnie pieluchy, zakopanie ich w piasku nie jest rozwiązaniem;
- nie pozwól swemu psu zanieczyszczać plaży - sprzątnij po nim do kosza na śmieci, nie zakopuj w piasku;
- śmieci spakuj i wyrzuć do pojemnika - nigdy do wody lub piasku;
- powiadom służby sanitarne o pojemnikach po paliwach lub śladach zanieczyszczeń znalezionych na brzegu;
- zapoznaj się z lokalną akcją na rzecz czystości brzegu.



DO KOGO NALEŻY PLAŻA

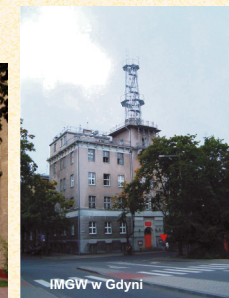
Strefa plaży jest specjalnie wydzielonym obszarem administracyjnym, nazywanym pasem nadbrzeżnym. Zgodnie z Ustawą o obszarach morskich Rzeczypospolitej Polskiej i administracji morskiej (rozdział 8, art. 36):

1. Pasem nadbrzeżnym jest obszar lądowy przyległy do brzegu morskiego.
2. W skład pasa nadbrzeżnego wchodzi:
 - 1) pas techniczny - stanowiący strefę wzajemnego bezpośredniego oddziaływania morza i lądu; jest on obszarem przeznaczonym do utrzymania brzegu w stanie zgodnym z wymogami bezpieczeństwa i ochrony środowiska;
 - 2) pas ochronny - obejmujący obszar, w którym działalność człowieka wywiera bezpośredni wpływ na stan pasa technicznego.
3. Pas nadbrzeżny przebiega wzdłuż wybrzeża morskiego.
4. Rada Ministrów, w drodze rozporządzenia, określa minimalną i maksymalną szerokość pasa technicznego i ochronnego oraz sposób wyznaczania ich granic, kierując się uwarunkowaniami lokalnymi, rzeźbą terenu, formą jego zabudowy oraz uwzględniając oddziaływanie żywołu morskiego na brzeg morski.
5. Dyrektor właściwego Urzędu Morskiego, w drodze zarządzenia, określa:
 - 1) granice pasa technicznego, po uprzednim zasięgnięciu opinii właściwych Rad Gmin, a na terenach będących w zarządzie jednostek organizacyjnych podległych Ministrowi Obrony Narodowej - po zasięgnięciu opinii tych jednostek oraz wyznacza granice pasa technicznego w terenie;
 - 2) granice pasa ochronnego w uzgodnieniu z właściwym wojewodą i właściwymi Radami Gmin, a na terenach będących w zarządzie jednostek organizacyjnych podległych Ministrowi Obrony Narodowej - po zasięgnięciu opinii tych jednostek oraz wyznacza granice pasa ochronnego.



INSTYTUCJE ZAJMUJĄCE SIĘ BADANIEM I ODPOWIEDZIALNE ZA BRZEG MORSKI

- Instytut Budownictwa Wodnego Polskiej Akademii Nauk w Gdańsku – zajmuje się pomiarami ruchu osadów w strefie brzegowej, falowania; posiada stację terenową tuż przy plaży w Lubiawie.
- Państwowy Instytut Geologiczny (Oddział Geologii Morza w Gdańsku) – zajmuje się szacowaniem zasobów mineralnych i sporządzaniem map geologicznych obszarów morskich, w tym brzegu.
- Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej (Oddział Morski w Gdyni) – prowadzi pomiary meteorologiczne i pomiary stanów wody m.in. w Gdyni, Helu, Łebie itp.
- Instytut Morski w Gdańsku – interdyscyplinarny instytut; zajmuje się prawem morskim, ekonomią, oceanografią operacyjną.
- Katedra Oceanografii Akademii Rolniczej w Szczecinie, Katedra Ekologii Morza i Ochrony Środowiska Akademii Rolniczej w Szczecinie – zajmują się edukacją i badaniami w zakresie oceanografii biologicznej i rybackiej.
- Instytut Oceanografii Uniwersytetu Gdańskiego w Gdyni – zajmuje się edukacją i badaniami w zakresie biologii, ekologii, fizyki, chemii i geologii morza, wiele z tych prac prowadzonych jest w strefie brzegowej, szczególnie w Zatoce Puckiej.
- Instytut Nauk o Morzu Uniwersytetu Szczecińskiego – zajmuje się edukacją i badaniami w zakresie geologii i biologii morza, w strefie brzegowej w rejonie zachodniego wybrzeża.
- Instytut Oceanologii Polskiej Akademii Nauk w Sopocie – zajmuje się badaniami w zakresie fizyki, dynamiki, chemii, biologii i ekologii morza, szczególnie w rejonie Arktyki Europejskiej oraz Zatoki Gdańskiej.
- Katedra Technologii Wody i Ścieków Politechniki Gdańskiej – zajmuje się edukacją i badaniami w zakresie mikrobiologii; w strefie brzegowej prowadzi badania z zakresu zanieczyszczenia i mikrobiologii plaż.
- Morski Instytut Rybacki (w Gdyni i w Świnoujściu) – jest odpowiedzialny za ocenę stanu zasobów rybackich i ich ochronę.
- Urząd Morski (regionalne UM w Gdyni i Szczecinie) – jest odpowiedzialny za ochronę, zagospodarowanie brzegu morskiego i kontrolę zanieczyszczeń.
- Zakład Ochrony Środowiska i Higieny Transportu Akademii Medycznej w Gdańsku – prowadzi między innymi regularne badania stanu sanitarnego kąpielisk i wód przybrzeżnych Zatoki Gdańskiej.
- Zakład Ornitologii Polskiej Akademii Nauk w Gdańsku (Górki Wschodnie) – stanowi centrum obrączkowania i obserwacji wędrowek ptaków w Polsce, szczególnie aktywnie działa w strefie brzegowej Bałtyku.



PRZEPISY EUROPEJSKIE DOTYCZĄCE STREFY BRZEGOWEJ MORZA I JEJ OCHRONY

- Dyrektywa Wodna (Water Framework Directive) 2000/60/EC (www.eucc-d.de/infos/WaterFrameworkDirectice.pdf)

Duży zespół przepisów określający standardy jakości wody pitnej, zasady użytkowania wody dla celów ekonomicznych, zasady regulacji przeciwpowodziowych i zaopatrzenia w wodę terenów objętych suszą. Wody przybrzeżne Bałtyku w przepisach tej dyrektywy mogą być traktowane jako wody przejściowe (estuariowe), co oznacza obniżenie wielu standardów chemicznych i mikrobiologicznych.

- Dyrektywa Ptasia (Conservation of Wild Birds) 79/409/EEC (users.cybercity.dk/~ccc12787/legislation/eng/79409EEC.html)

Zobowiązanie krajów Unii do objęcia ochroną obszarów ważnych dla migracji, lęgu i żerowania gatunków ptaków zagrożonych wyginięciem i rzadkich. Powołanie tzw. SPA (Special Protected Area - Specjalnych Obszarów Chronionych).

- Dyrektywa Siedliskowa (Habitats Directive) 92/43/EEC (www.abtevere.it/prb/italiano/download/download_Directive_2000_60_EC.htm)

Zobowiązuje państwa Unii do objęcia ochroną w formie SAC (Special Area of Conservation) oraz tzw. Natura 2000 sieci obszarów obejmujących rzadkie lub zagrożone siedliska flory i fauny. Wśród wymienionych w Aneksie 1 do dyrektywy siedlisk są m.in. łąki trawy morskiej, nadbrzeżne słone bagna, naturalne piaszczyste brzegi.

- Dyrektywa Ocen Oddziaływania na Środowisko (Environmental Impact Assessment) 85/337/EEC oraz 97/11/EC (www.elaw.org/resources/text.asp?ID=1765 oraz europa.eu.int/comm/environment/eia/full-legal-text/9711.htm)

Dyrektywa mówi o konieczności sporządzania ocen oddziaływania na środowisko naturalne państwowych i prywatnych inwestycji. Zakres ocen ma obejmować zagadnienia możliwych zagrożeń dla flory, fauny, gleby, wody, klimatu, krajobrazu, dziedzictwa kulturowego i społeczeństwa.

- Strategiczna Ocena Środowiska (Strategic Environmental Assessment 2001/42/EC) (europa.eu.int/comm/environment/eia/full-legal-text/96pc511.htm)

Dyrektywa zobowiązuje do brania pod uwagę aspektów ochrony środowiska naturalnego w planach gospodarczych, w kierunku zapewnienia zasady zrównoważonego rozwoju. W strefie brzegowej zapewnia integrację planowania i ocen oddziaływania na środowisko.

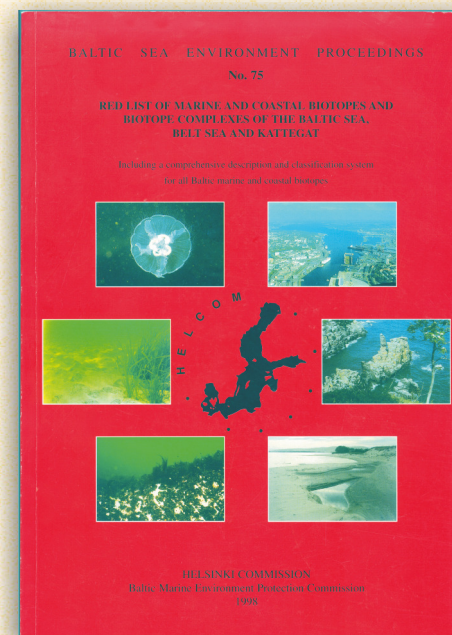
HELCOM

Konwencja Helsińska podpisana w 1974 r. i odnowiona w 1992 jest jednym z najważniejszych dokumentów regulujących stan i zasady kontroli środowiska morskiego oraz wyznaczających obowiązek utworzenia i przestrzegania przepisów prawa regulującego gospodarowanie i ochronę wód Bałtyku w myśl polityki zrównoważonego rozwoju. Podpisały ją wszystkie kraje leżące nad Bałtykiem oraz Unia Europejska.

W ramach HELCOM-u (Komisji Helsińskiej) powstały międzynarodowe programy kontroli środowiska, np.: "Program Monitoringu Wód" w wyłącznych strefach ekonomicznych państw nadbałtyckich, ostatnio prowadzony również z uwzględnieniem strefy brzegowej.

Bardzo ważnym rodzajem dokumentów wydawanych przez HELCOM są tzw. Rekomendacje HELCOM-u, określające pożądany kierunek ochrony środowiska morskiego. W zakresie wybrzeża do najważniejszych należą:

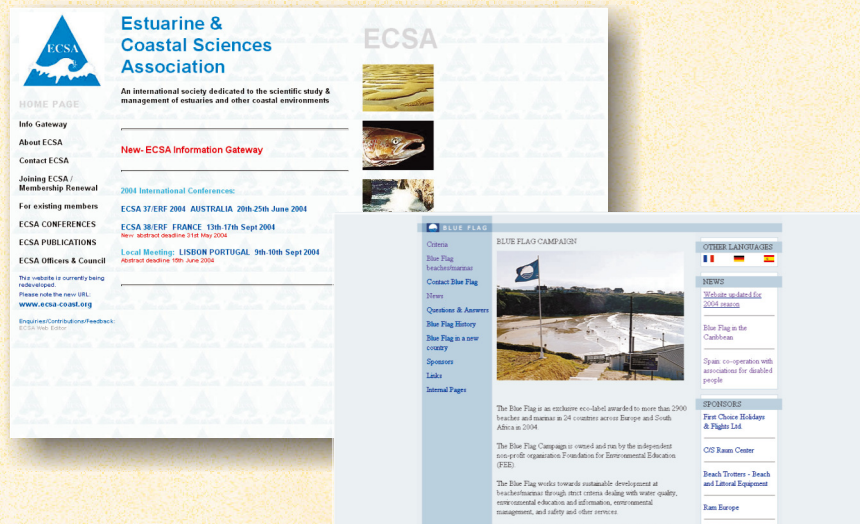
- Nr 15/1 o ochronie pasa nadbrzeżnego;
- Nr 15/5 o utworzeniu systemu brzegowych i morskich obszarów chronionych;
- Nr 16/3 o zachowaniu naturalnej dynamiki brzegów;
- Nr 17/3 o informacji publicznej i konsultacjach na temat budowli i innych instalacji mogących mieć wpływ na Morze Bałtyckie;
- Nr 19/1 o wydobywaniu osadów morskich w obszarze Morza Bałtyckiego;
- Nr 21/3 o zrównoważonej i przyjaznej środowisku turystyce w obszarach przybrzeżnych Morza Bałtyckiego;
- Nr 21/4 o ochronie zagrożonych biotopów morskich.



ORGANIZACJE POZARZĄDOWE DZIAŁAJĄCE W STREFIE BRZEGOWEJ

Organizacje pozarządowe, zwane w skrócie NGO (non governmental organizations) działają na rzecz poprawy stanu środowiska, ochrony interesów konsumenta (turysty) czy też promocji badań przyrodniczych. Jest ich bardzo wiele, co roku powstają nowe, niektóre są tylko krótkotrwałe, inne istnieją od kilkudziesięciu lat. Związane z plażami NGO to między innymi:

- Blue Flag Campaign (Foundation for Environmental Education), założona w 1985 r., istnieje w niemal wszystkich nadmorskich krajach Europy. Organizacja opracowała jednolity system oceny jakości plaż i kąpielisk morskich. Miejsca, które spełniają kryteria mają prawo do wywieszenia Błękitnej Flagi i są wysoko notowane na turystycznych giełdach. W 2004 r. ponad 2900 plaż Europy otrzymało taki certyfikat. Więcej informacji można znaleźć na stronie domowej: <http://www.blueflag.org>
- Great Bay Coast Watch – jeden z wielu programów typu "obserwacje brzegu" propagujący społeczne uczestnictwo w kontroli jakości wód kąpieliskowych w Zatoce Maine w USA; <http://www.gbwc.unh.edu>
- Estuarine and Coastal Sciences Association (ECSA) – stowarzyszenie naukowe propagujące badania w estuariach i strefach brzegowych, organizuje konferencje naukowe i wydaje cenione czasopismo "Estuarine, Coastal and Shelf Science"; <http://www.ecsa-coast.org>
- CoastLearn – zdalne nauczanie w zintegrowanym zarządzaniu strefą brzegową; <http://sus.univ.szczecin.pl/WNP/ZTIKM/coastlearn/website>
- European Union for Coastal Conservation (EUCC) – założona w 1989 r., organizacja promująca ochronę przyrody wybrzeży i zrównoważony system gospodarowania; <http://www.eucc.nl>
- World Wildlife Fund Baltic (WWF) – bałtycki oddział światowej organizacji propagującej ochronę siedlisk i zagrożonych gatunków.



PROGRAMY NAUKOWE DOTYCZĄCE STREFY BRZEGOWEJ

COSA - Przybrzeżne Piaski jako Filtry Biokatalityczne (COastal SANDs as Biocatalytical Filters) - www.eu-cosa.net/pl. To jeden z projektów badawczych 5. Programu Ramowego Unii Europejskiej. Jego celem jest określenie roli, jaką piaski przybrzeżne odgrywają w samooczyszczaniu morza. Partnerami projektu są instytuty naukowe z Niemiec, Polski, Holandii i Danii oraz dwie instytucje ochrony przyrody, na terenie których wybrano miejsca poboru prób. Oba poligony badawcze (piaszczyste wybrzeża niemieckiej wyspy Sylt oraz polskiego Półwyspu Helskiego) są przykładem ekosystemów morskich szczególnie narażonych na degradację. Wynika to ze stosunkowo małej głębokości zbiorników wodnych, dużej ilości potencjalnych źródeł dopływu zanieczyszczeń z rzek i atmosfery, sąsiedztwa dużych aglomeracji miejskich i terenów przemysłowych.

Efektem projektu będzie zbudowanie w ciągu trzyletnich obserwacji zintegrowanej bazy danych parametrów fizycznych, biologicznych i geochemicznych dotyczących piasków morskich. Na podstawie zebranych informacji oraz analizy danych historycznych, przy ścisłej współpracy naukowców z różnych dziedzin, zostanie stworzony zintegrowany model, który pozwoli na świadome korzystanie i zarządzanie obszarami nadmorskimi. Dokładne poznanie procesów zachodzących w piaskach pomoże w przyszłości skutecznie chronić ekosystem wybrzeża, pozwoli na racjonalne wykorzystanie jego zasobów naturalnych, a co ważniejsze, poprawi również jakość życia mieszkańców i odpoczywających nad morzem turystów.

Inne plażowe programy to np. :

- LITUS - www.iopan.gda.pl/projects/litus
- MECO - www.meco.unifi.it
- ELOISE - www2.nilu.no/Eloise
- ENCORE - www.coastalguide.org/encore
- EUROSION - www.euroSION.org/project



SŁOWNICZEK

aerozol morski – drobne cząstki soli unoszące się w powietrzu
autochtoniczny – miejscowy
bazalt – czarna skała magmowa
bioakumulacja – gromadzenie się substancji chemicznych w żywych organizmach
biogeny = sole biogeniczne – sole azotu, fosforu i krzemu niezbędne dla wzrostu roślin
bioluminescencja – świecenie organizmów żywych
bioturbator – organizm przekopujący, przemieszczający osad lub glebę
błonkówki – Hymenoptera; grupa systematyczna owadów
brunatnice – Phaeophyta; grupa systematyczna glonów
chruszciki – Trichoptera; grupa systematyczna owadów
cofka – cofnięcie się wód rzecznych pod wpływem wiatru lub napływu wód morskich
cyrkon – minerał
detrytofagi – organizmy odżywiające się martwą materią organiczną
detrytus – rozdrobnione szczątki roślin i zwierząt
dyssypacyjny – rozpraszający
endemit – roślina lub zwierzę występujące tylko na jednym, ograniczonym obszarze
eutrofizacja – zwiększenie ilości substancji odżywczych w ekosystemie – przeżyźnienie
fitoplankton – jednokomórkowe rośliny unoszące się w wodzie
fotosynteza – proces tworzenia substancji organicznych z wykorzystaniem energii światła
gabion – typ umocnienia brzegu
garnela – rodzaj krewetki
glaukonit – zielonkawy minerał występujący z bursztynem
glina zwałowa – glina zgromadzona przez lodowiec
gnejs – rodzaj skały magmowej
granat – minerał
holocen – współczesny okres geologiczny od około 1 mln lat temu
hornfels – rodzaj skały magmowej
humus – trwała forma substancji organicznej pochodząca z rozkładu roślin
ilmenit – minerał
ił – najdrobniejsza frakcja osadów
indeks coli – wskaźnik liczby bakterii typu kałowego w 1 mm³ wody
inkluzyje – zatopione w burszynie rośliny lub zwierzęta
kaszyca – typ umocnienia brzegu
kidzina – szczątki roślin na plaży
kietż – *Gammarus*; skorupiak z grupy systematycznej obunogów
klif – stromy brzeg morski
kruszywo – piaski, żwiry i kamienie wykorzystywane do celów budowlanych
kwarc – minerał
lądolód – wielki masyw lodowy obejmujący znaczną część kontynentu
liliowce – Crinoidea; wymarłe organizmy morskie należące do bezkręgowców
litoral – najpłytsza strefa morza, między linią wysokiej i niskiej wody
łańcuch troficzny – szereg kolejno zjadających się organizmów
ławica muszli – zwarta kolonia małży lub ślimaków na dnie
magnetyt – minerał
makrofauna – bezkręgowce o rozmiarach powyżej 1 mm

makrofity – duże glony morskie osiadłe na dnie
maty glonowe – zbite warstwy glonów morskich na dnie lub w toni wodnej
meiofauna – bezkręgowce o rozmiarach mniej więcej od 0,05 do 1 mm
metan – gaz powstający m.in. w czasie rozkładu materii organicznej
mezolit – okres w prehistorii człowieka, około 7000 lat temu
mikrofitobentos – mikroskopijne glony rozwijające się na dnie
monacyt – minerał
morszczyzn – *Fucus*; duży glon morski z grupy brunatnic
muchówki – Diptera; grupa taksonomiczna owadów
muł – bardzo drobnoziarnisty osad morski
NAO – North Atlantic Oscillation, zjawisko klimatyczne – oceanograficzne na Atlantyku
NGO – organizacja pozarządowa (non governmental organisation)
orzęski – Ciliophora; pierwotniaki poruszające się dzięki ruchom rzęsek
paciorkowce – rodzaj bakterii tworzących łańcuszkowate kolonie
PCB – polichlorowane bifenyle, substancje toksyczne
piaskowiec – skała osadowa
plankton – drobne organizmy unoszące się w wodzie
pływy – cykliczne zmiany poziomu morza
polisaprobowy – określenie jakości zbiornika wodnego z dużą ilością materii organicznej
porfir – skała magmowa
przybój – falowanie morza tuż przy brzegu
PSU – Practical Salinity Unit, miara zasolenia wody morskiej
psychrofile – bakterie rozwijające się w niskich temperaturach
ramienionóg – Brachiopoda; morskie, osiadłe bezkręgowce z wyglądu podobne do małża
refleksyjny – odbijający
restytucja gatunku – odtworzenie ginącego gatunku
równonogi – Isopoda; grupa systematyczna skorupiaków
rutil – minerał
saltacja – powodowany przez wiatr skokowy ruch ziaren piasku
saprofity – organizmy roślinne i bakterie rozwijające się na martwej materii organicznej
sinice – prymitywne jednokomórkowce żyjące w środowiskach wodnych
sorbcja – nietrwale wiązanie substancji na powierzchni organizmu lub związku chemicznego
sukcesja – ukierunkowane zmiany zachodzące w ekosystemie w dłuższym okresie czasu
supralitoral – strefa oprysku fal, plaża lub skały nadbrzeżne
teratologiczne formy – nieprawidłowo wykształcone formy organizmów
transgresja – podwyższenie poziomu morza
ultrafiolet – pasmo światła o krótkich falach i barwie niewidocznej dla oka
upwelling – prąd wstępujący
wapień – skała osadowa
watt – płaski brzeg morski, zwykle w ujściu rzeki, w strefie pływowej
wieloszczety – Polychaeta; pierścienice morskie, grupa systematyczna zwierząt
windsurfing – pływanie na desce z żaglem
włok rybacki – sieć rybacka ciągniona za łodzią
zakwit – masowy rozwój jednokomórkowych glonów
zielenice – Chlorophyta; grupa systematyczna glonów
złotowiciowce – Chrysophyceae; grupa systematyczna glonów
zooplankton – drobne organizmy zwierzęce unoszące się w wodzie

WYBRANA LITERATURA

- Andrzejewicz E., 1996, *Proposal for the Baltic Monitoring Programme (HELCOM BMP) and Coastal Monitoring Programme (HELCOM CMP) for the Polish marine areas of the Baltic Sea*, Oceanological Studies, 25 (1-2), 117-159.
- Andrzejewicz E., Wielgat M., 1995, *Ochrona przyrody środowiska morskiego*, [w:] *Ochrona przyrody w Regionie Gdańskim*, M. Przewoźniak (red.), Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Poznań, 153-158.
- Bandrowski J., 1938, *Na polskiej fali*, Książnica - Atlas, Lwów - Warszawa.
- Brown A. C., McLachlan A. (red.), 1990, *Ecology of sandy shores*, Elsevier, Amsterdam.
- Drzycimski I., Nawodzińska G., 1965, *Amphipoda plaż polskiego wybrzeża Morza Bałtyckiego*, Przegląd Zoologiczny, 9 (3), 267-273.
- Dubrawski R., 1994, *Źródła zanieczyszczeń Zatoki Gdańskiej*, Biuletyn Instytutu Morskiego, 21.
- Dybern B. I., Ackefors H., Elmgren R., 1976, *Recommendations on methods for marine biological studies in the Baltic Sea*, Baltic Marine Biologists Publications, 1.
- Encyklopedia Biologiczna*, 1998, opracowanie zbiorowe, Cz. Jura, H. Krzanowska (red.), OPRESS, Kraków.
- Głócko W., 2003, *Po otwarciu parku w Zagórze*, Gigawat Energia, 6.
- Jackowski E., 2002, *Ryby Zatoki Puckiej*, Morski Instytut Rybacki, Gdynia.
- Jajdzewski K., 1971, *Ekologia pancerzowców (Crustacea, Malacostraca) Zatoki Puckiej*, Acta Biologia et Medica Societas Scientiarum Gedanensis, 16, 9-77.
- Jura Cz., Krzanowska H. (red.), 1992, *Leksykon biologiczny*, Wiedza Powszechna, Warszawa.
- Korzeniewski K. (red.), 1993, *Zatoka Pucka*, Instytut Oceanografii Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk.
- Kotwicki L., 1997, *Macrozoobenthos of the sandy littoral zone of the Gulf of Gdańsk (Baltic Sea)*, Oceanologia, 39 (4), 447-460.
- Krebs C. J., 1997, *Ekologia*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Kruk-Dowgiało L. (red.), 2000, *Przyrodnicza waloryzacja morskich części obszarów chronionych HELCOM BSPA województwa pomorskiego. 1. Słowiński Park Narodowy*, Crangon, 5.
- Kruk-Dowgiało L., 1998, *Phytobenthos as an indicator of the state of environment of the Gulf of Gdańsk*, Oceanological Studies, 27 (4), 105-121.
- Łomniewski K., Mańkowski W., Zaleski J., 1975, *Morze Bałtyckie*, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa.
- Maciejowski M. (red.), 1995, *Leksykon ochrony środowiska*, Fundacja Ecobaltic, Gdańsk.
- Majewski A. (red.), 1990, *Zatoka Gdańska*, Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa.
- Mazur E., 1999, *Słownik ekologii i ochrony środowiska*, Uniwersytet Szczeciński, Szczecin.
- McLusky D., Elliot M., 2004, *The estuarine ecosystem. Ecology, threats, management*, Oxford University Press, Oxford.
- Michalska M., Królska M., Dudkowiak M., 1996, *Rozprzestrzenianie się bakterii coli typu kałowego w wodach Zatoki Gdańskiej*, Biuletyn Metodyczno-Organizacyjny, 29 (2), 191.
- Olańczuk-Neyman K., Jankowska K., 1998, *Bacteriological investigations of the sandy beach ecosystem in Sopot*, Oceanologia, 40, 137-151.
- Osowiecki A., 2000, *Kierunki wieloletnich zmian w strukturze makrozoobentosu Zatoki Puckiej*, Crangon, 3.
- Pliński M., Florczyk I., 1984, *Changes in the phytobenthos resulting from the eutrophication of the Puck Bay*, Limnologia, 15 (2), 325-327.
- Pliński M., Wiktor K., 1987, *Contemporary changes in coastal biocenoses of the Gdańsk Bay (South Baltic)*, A review, Polskie Archiwum Hydrobiologii, 34 (1), 81-90.
- Pruszek Z., 2003, *Akweny morskie. Zarys procesów fizycznych i inżynierii środowiska*, Instytut Budownictwa Wodnego Polskiej Akademii Nauk, Gdańsk.

- Rainbow P. S., Fialkowski W., Smith B. D., 1998, *The sandhopper Talitarus saltator as a trace metal biomonitor in the Gulf of Gdańsk, Poland*, Marine Pollution Bulletin, 3, 193-200.
- Rumiński M. J., 2003, *Polskie wybrzeże Bałtyku*, Przewodnik, Agencja D, Warszawa.
- Sapota M. R., Skóra K. E., 1996, *Fish abundance in shallow inshore waters of the Gulf of Gdańsk*, Bulletin of the Sea Fisheries Institute, Proceedings of Polish-Swedish Symposium on Baltic Coastal Fisheries, Resources and Management, SFI Gdynia, 215-224.
- Skóra K. E., 1992, *Sea mammals*, Studia i Materiały Oceanologiczne, 61, 221-224.
- Sobol Z., Szumilas T., 1998, *Ocena stanu sanitarnego wód przybrzeżnych Morza Bałtyckiego w latach 1995-1997 na podstawie wyników badań Instytutu Medycyny Morskiej i Tropikalnej w Gdyni oraz wojewódzkich i terenowych stacji sanitarno-epidemiologicznych pięciu województw nadmorskich*, Medycyna Środowiska, 1 (1), 21-29.
- Strzałko J., Mossor-Pietraszewska T. (red.), 2001, *Kompendium wiedzy o ekologii*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa Poznań.
- Szymelfenig M., Urbański J. (red.), 1998, *Morze Bałtyckie - o tym warto wiedzieć*, Zeszyty Zielonej Akademii, Polski Klub Ekologiczny, Gdańsk.
- Thuszczek H., Stankiewicz A., 1997, *Słownik szkolny Ekologia*, Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne, Warszawa.
- Urban-Malinga B., Opaliński K. W., 2002, *Seasonal changes of interstitial community respiration in a Baltic sandy beach*, Oceanological Studies, 31 (3-4), 1-14.
- Urbański J. A., 2001, *The impact of sea-level rise along the Polish Baltic coast*, Journal of Coastal Conservation, 7, 155-162.
- Wachenfeldt T., Kangas P., Waldemarsson S., 1987, *Changes in the littoral communities along the Baltic Sea coast*, Baltic Sea Environmental Proceedings, 19, 394-403.
- Weiner J., 1999, *Życie i ewolucja biosfery*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Węslawski J. M., Urban-Malinga B., Kotwicki L., Opaliński K., Szymelfenig M., Dutkowski M., 2000, *Sandy coastlines - are there conflicts between recreation and natural values*, Oceanological Studies, 29 (2), 5-18.
- Witek Z., 1995, *Produkcja biologiczna i jej wykorzystanie w ekosystemie morskim w zachodniej części Basenu Gdańskiego*, Morski Instytut Rybacki, Gdynia.
- Zienkiewicz L., 1963, *Morza ZSRR, ich fauna i flora*, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa.
- Żmudziński L., 1990, *Świat zwierzęcy Bałtyku*, Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne, Warszawa.
- Żmudziński L., Kornijów R., Bolałek J., Górniak A., Olańczuk-Neyman K., Pęczalska A., Korzeniewski K., 2002, *Słownik hydrobiologiczny*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.

STRONY INTERNETOWE, Z KTÓRYCH POZYSKANO INFORMACJE

oceny jakości wody na plażach
<http://nrdc.org/water/oceans/ttw/titinx.asp>

plaże w USA
<http://www.northantrim.com/ballintoytowhiteparkbay1.htm>

Ballintoy village
http://www.northantrim.com/ballintoy_village.htm

plaże nad Wielkimi Jeziorami USA
<http://www.epa.gov/ost/beaches>; <http://infotrek.er.usgs.gov/beachhealth/>

wybrzeże Wielkiej Brytanii
<http://www1.npm.ac.uk/lois/Education/eros.htm>

zaśmiecenie morza
<http://www.defra.gov.uk/environment/cleanerseas/index.htm>

erozja brzegów
<http://www.bton.ac.uk/environment/ROCC/sussex.htm>

formy brzegowe
<http://www.geography.com.sg/coasts/shockwave/cliff.html>

obrona brzegów przed erozją
http://www.shepway.gov.uk/index/council/coastline/smp_main.html

wybrzeża Europy
<http://www.coastalguide.org/>

plaże Wielkiej Brytanii
<http://www.goodbeachguide.co.uk>

Hel
<http://www.hel-miasto.pl>

Morze Północne
<http://www.zetnet.co.uk/coms/kimo/>

Krynica Morska
<http://www.krynicamorska.pl>

latarnie morskie
<http://www.latarnie.igel.pl>

prądy przybrzeżne
<http://www.georesources.co.uk/leld.htm>

Łeba
<http://www.leba.pl>

Mielno
<http://www.mielno.pl>

Międzyzdroje
<http://www.miedzyzdroje.pl>

śmieci na brzegu
<http://www.environ.se:8083/marinelitter/index.html>

wybrzeże USA
<http://www.northantrim.com/>

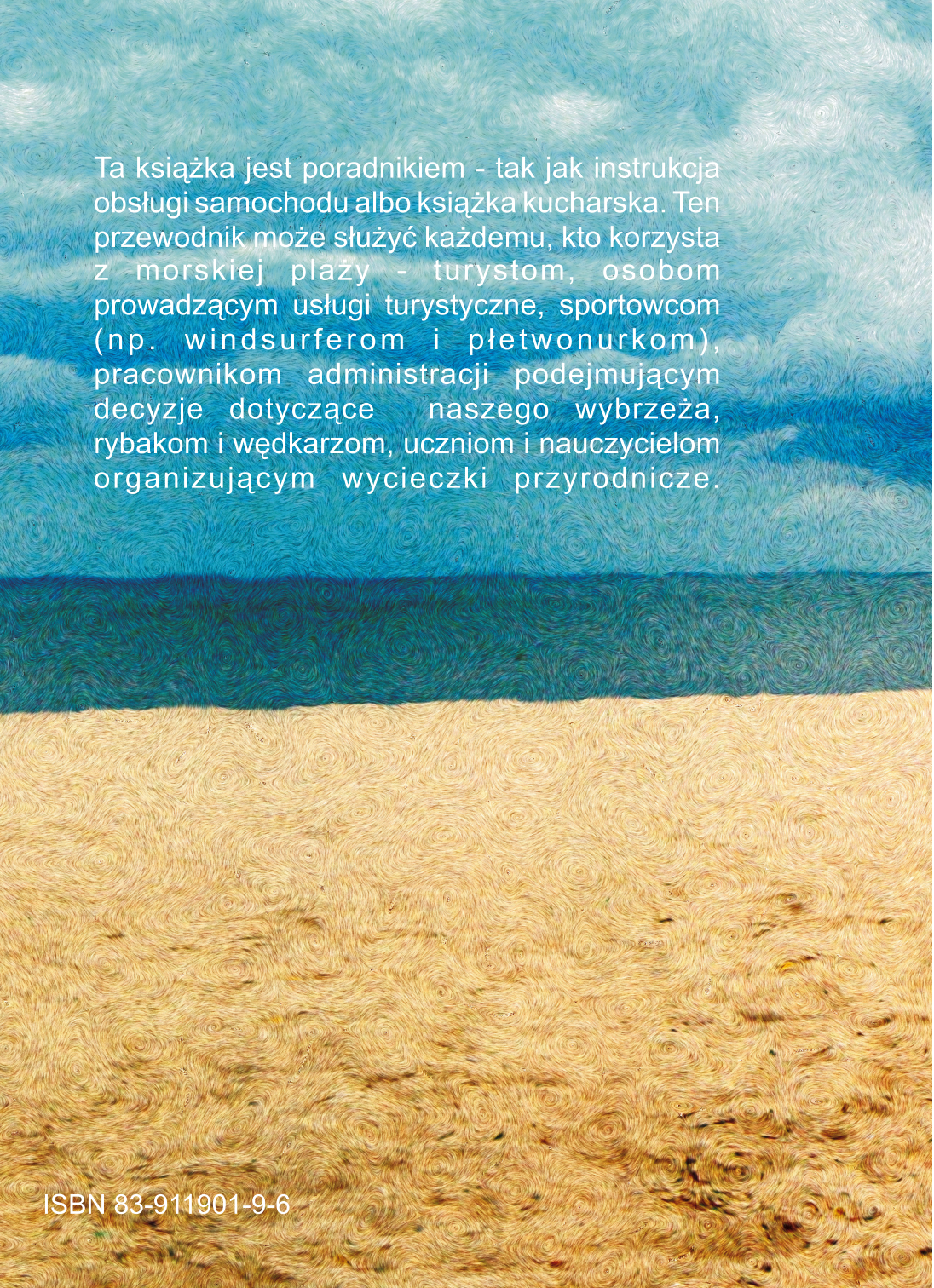
siatkówka plażowa
<http://www.king.tarnow.pl/~volleyball/przepisy-plaz.htm>

Sopot
<http://www.sopot.pl>

zanieczyszczenie brzegów
<http://www.sas.org.uk>

kodeks brzegowy
<http://goodbeachguide.co.uk/Info/seasidecode.htm>

typy brzegów
<http://www.ship.edu/~cjwolt/geology/slides/cst01.htm>



Ta książka jest poradnikiem - tak jak instrukcja obsługi samochodu albo książka kucharska. Ten przewodnik może służyć każdemu, kto korzysta z morskiej plaży - turystom, osobom prowadzącym usługi turystyczne, sportowcom (np. windsurferom i pletwonurkom), pracownikom administracji podejmującym decyzje dotyczące naszego wybrzeża, rybakom i wędkarzom, uczniom i nauczycielom organizującym wycieczki przyrodnicze.