

DYNAMIKA I EWOLUCJA ŚRODOWISKA PRZYRODNICZEGO STREFY NADMORSKIEJ W POLSCE – PRZYCZYNY, SKUTKI, PROGNOZA

Istota strefy nadmorskiej

Strefa nadmorska to strefa stałego, bezpośredniego oddziaływania morza na środowisko przyrodnicze lądu, oddziaływania na jego budowę i funkcjonowanie przez procesy przyrodnicze uwarunkowane stanem i dynamiką morza (Przewoźniak 1991a). Efektem tych procesów mogą być nowe struktury przyrodnicze o genezie związanej głównie z oddziaływaniem morza (typowym przykładem są mierzeje oraz odcięte przez nie zalewy i jeziora przybrzeżne), modyfikacja struktur o genezie nie związanej z oddziaływaniem morza (typowym przykładem są wysoczyzny morenowe podcięte przez klify) lub likwidacja struktur obydwu typów. Główne skutki oddziaływania morza na środowisko przyrodnicze lądu to (Przewoźniak 1991a):

- zmiany przebiegu elementów i zjawisk klimatycznych w dolnej warstwie atmosfery lądu;
- zmiany dynamiki wód powierzchniowych i podziemnych oraz ich składu chemicznego;
- rozwój morfologiczny strefy brzegowej;
- kształtowanie się selektywnych siedlisk i na nich odrębnych florystycznie i fitocenotycznie zbiorowisk roślinnych.

Strefa nadmorska zajmuje w Polsce około 3200 km² (około 1% powierzchni kraju); w całości zawiera się w pasie Pobreży Południowobałtyckich, sięgając w głąb lądu maksymalnie 60 km (rejon Zalewu Szczecińskiego), w przewadze do 4 km. Średnia szerokość strefy wynosi 7,4 km, a jej części zawartej między Zalewami Szczecińskim i Wiślanym 4,9 km.

W strefie nadmorskiej w Polsce, traktowanej jako makrostruktura przyrodnicza, występują dwa podstawowe typy mezostuktur przyrodniczych. Najbardziej rozpowszechniony typ obejmuje wydmy mierzeje i przybrzeżne pola wydymowe, z przylegającymi do nich od południa jeziorami przybrzeżnymi lub zalewami i zatorzionymi równinami akumulacji organogeniczno-mineralnej, a także równinami aluwialnymi, ograniczonymi od południa wysoczyznami morenowymi. Główne, charakterystyczne cechy tego typu struktur przyrodniczych to ich pasmowe, równoległe do brzegu morskiego zróżnicowanie i geneza związana z procesami zachodzącymi w holocenie. Drugi typ obejmuje wysoczyzny morenowe, w przewadze równinne i faliste, opadające klifami ku morzu, często porożcinane dolinami na

odrębne kępy. Główne cechy tego typu struktur przyrodniczych strefy nadmorskiej to ich mozaikowate, horyzontalne zróżnicowanie i geneza związana przede wszystkim z procesami, które zaszły w plejstocenie.

Wyróżniające cechy środowiska przyrodniczego strefy nadmorskiej to:

- specyfika funkcjonowania wynikająca z przenikania i wzajemnego oddziaływania procesów przyrodniczych charakterystycznych dla środowiska lądowego i morskiego;
- duża dynamika środowiska przyrodniczego i liczne, czytelne przejawy jego ewolucji;
- znaczne zróżnicowanie potencjału samoregulacyjno-odpornościowego, będące efektem zróżnicowania budowy, funkcjonowania i dynamiki środowiska.

Przejawy dynamiki i ewolucji środowiska przyrodniczego oraz ich antropogeniczna modyfikacja

Najbardziej wyraziste przykłady dynamiki i ewolucji środowiska przyrodniczego w strefie nadmorskiej stanowią plaże, wydmy, klify, przybrzeżne jeziora i zalewy oraz ujścia rzek do morza – wszystkie one pozostają pod bezpośrednim oddziaływaniem morza. Pozostałe struktury przyrodnicze, jak wysoczyzny morenowe, równiny sandrowe, terasowe, zastoiskowe i aluwialne oraz formy dolinne charakteryzują się umiarkowaną lub małą dynamiką środowiska przyrodniczego i kierunkami jego ewolucji typowymi dla obszarów śródlądowych. W obu grupach niezwykle ważnym czynnikiem bezpośrednich i pośrednich bodźców dynamiki i ewolucji środowiska przyrodniczego jest oddziaływanie człowieka.

Bardzo czytelny przykład dynamiki i ewolucji środowiska przyrodniczego w strefie nadmorskiej stanowią wydmy. Wynika to z jednej strony z ich naturalnych tendencji rozwojowych, a z drugiej z małego potencjału samoregulacyjno-odpornościowego, co powoduje, że w wyniku nadmiernego obciążenia antropogenicznego naturalne trendy rozwojowe są przerywane, a proces ewolucji, w wyniku zniszczenia struktur biotycznych, zaczyna się od podstaw. Niezwykle interesującymi obiektami są wydmy ruchome, czyli znajdujące się w początkowym etapie ewolucji. W polskiej strefie nadmorskiej na większą skalę występują one tylko na Mierzei Słowińskiej, gdzie chronione są w parku narodowym. Według J. Miszałskiego (1973) tylko 18% wydm przemieszcza się z prędkością większą niż 5 m/rok, sporadycznie osiągając nawet 20 m/rok. Badania K. R. Borówki (1980), przeprowadzone w innym okresie (lata 1973-1976) niż badania J. Miszałskiego (lata 1951-1968), wykazały dla jednej z wydm prędkość przemieszczania się 15,6 m /rok, tj. prawie dwukrotnie więcej niż średnia podana dla tej wydmy przez Miszałskiego. Było to efektem odmiennego przebiegu elementów i zjawisk klimatycznych, zwłaszcza anemometrycznych i termicznych. Duży wpływ na dynamikę wydm ma abrazja. Wydmy położone bliżej morza, poddawane są powszechnie wzmożonej abrazji, co prowadzi często do ich fizycznej likwidacji. Nadmierne obciążenie antropogeniczne (np. rekreacyjne) wydm, prowadzi do zniszczenia roślinności i gleby oraz

w konsekwencji do uruchomienia procesów eolicznych. Zmiany środowiska przyrodniczego mają wówczas charakter destrukcyjny. Odwrotna sytuacja ma miejsce, gdy oddziaływanie antropogeniczne zmierza do przyspieszenia stabilizacji wydm, np. poprzez nasadzenia roślinności, stosowanie faszyny itp. umocnień.

Zmienność dynamiki procesów morfologicznych jest także charakterystyczna dla klifów. Średnia prędkość cofania się klifów w strefie nadmorskiej Pobrzeży PołudniowoBałtyckich wynosi do 1 m/rok (Subotowicz 1982, 1995). Ekstremalne wartości występują w przypadku klifów osuwiskowych, gdy potężne ruchy masowe prowadzą do jednorazowego cofnięcia górnej krawędzi klifu nawet o kilkanaście metrów. Różnego rodzaju konstrukcje umacniające klif występują na wielu odcinkach polskiego brzegu Bałtyku. Niektóre, jak opaska betonowa w Rozewiu zbudowana przed 100 laty, wkomponowały się w krajobraz, a na ustabilizowanych stokach klifowych wykształciła się buczyna pomorska, chroniona obecnie w rezerwacie przyrody. Wiele konstrukcji szpeci jednak krajobraz i stanowi potężną barierę ekologiczną na styku morza z lądem. Stabilizacja klifów prowadzi do przerwania ich naturalnej ewolucji. Tzw. niszczenie brzegu w wyniku abrazji jest w rzeczywistości naturalnym procesem rozwoju, natomiast tzw. ochrona brzegu jest w rzeczywistości przede wszystkim ochroną obiektów budowlanych znajdujących się na jego zapleczu. Przyrodnicza ochrona brzegu polegałaby na pozostawieniu go w stanie naturalnym i umożliwieniu jego ewolucji. Pojawia się jednak problem skutków społecznych i gospodarczych.

Znaczna część wybrzeża morskiego w Polsce, zarówno wydmowego jak i klifowego, jest sztucznie stabilizowana pod względem morfodynamicznym, co prowadzi do zaburzenia lub przerwania naturalnych przemian środowiska przyrodniczego w skali lokalnej i regionalnej (Cieślak 1995). Przykładem oddziaływania w skali regionalnej jest zaburzenie transportu i akumulacji rumowiska wzdłuż brzegu Półwyspu Helskiego od strony otwartego morza, w wyniku wybudowania falochronów portu we Władysławowie i umacniania brzegu morskiego na zachód od półwyspu.

Skrajnym przykładem dynamiki procesów przyrodniczych i cofania się brzegu morskiego jest Mierzeja Messyńska, oddzielająca jezioro Ptasi Raj od Morza Bałtyckiego, w sąsiedztwie ujścia do niego Wisły Śmiałej. W latach 1960-1994 cofnięcie brzegu wyniosło tu do 200 m. Tempo cofania się brzegu w piętnastoleciu 1980-1995 osiągnęło tu 12,6 m/rok (Basiński 1995). Przyczyną takiego stanu rzeczy było nałożenie się trzech czynników: zmian klimatu powodujących zwiększoną częstotliwość wysokich stanów wody i w konsekwencji wzrost tempa abrazji brzegu, oddziaływanie narastającego stożka ujściowego Przekopu Wisły zmieniającego hydrodynamikę przybrzeżnych wód morskich i prawdopodobnie oddziaływania nabrzeży i falochronów Portu Północnego na hydrodynamikę przybrzeżnych wód morskich (Basiński 1995). W 1994 r. rozpoczęto budowę nowych umocnień brzegowych w rejonie ujścia Wisły Śmiałej, mających doprowadzić do stabilizacji brzegu.

Stabilizacja procesów morfodynamicznych ma miejsce w ujściach większości rzek. Znajdują się w nich albo porty, jak Gdańsk w ujściu Martwej Wisły, Łeba

w ujściu Łeby, Ustka w ujściu Słupi, Darłowo z Darłówkiem w ujściu Wieprzy, Kołobrzeg w ujściu Parsęty, Szczecin w ujściu Odry do Zalewu Szczecińskiego, Świnoujście w ujściu Świny, albo urządzenia techniczne stabilizujące ujście, jak w Przekopie Wisły i w Wiśle Śmiałej. Jedynie mniejsze rzeki posiadają jeszcze naturalne, dynamiczne ujścia, z charakterystycznymi zbiorowiskami roślinnymi i fauną, żyjącą na pograniczu środowiska lądowego i morskiego.

Na zapleczu brzegu morskiego szczególnie interesującymi obiektami strefy nadmorskiej pod względem przemian środowiska przyrodniczego są jeziora przybrzeżne. Pojemność ich niecek oraz powierzchnia lustra wody ulega stałemu zmniejszaniu, na co wpływają następujące procesy:

- akumulacja rumowiska przez rzeki uchodzące do jezior;
- eutrofizacja przejawiająca się wzrostem biomasy, zarastaniem brzegów oraz akumulacją postorganicznych osadów dennych;
- eoliczna akumulacja piasków wydmych w zbiornikach;
- zasypywanie jezior przez piaski ruchomych wydmy (dotyczy jez. Łebsko).

Stopniowemu zanikowi, w wyniku procesów zarastania i akumulacji rumowiska przez cieki, ulegają także Zalew Wiślany i Szczeciński. Proces zaniku Zalewu Szczecińskiego został przyspieszony przez narastanie delty wstecznej Świny, a proces zaniku Zalewu Wiślanego osłabiony przez regulację obiegu wody na Żuławach Wiślanych i zahamowanie procesu narastania delty Wisły.

Prognoza przemian środowiska przyrodniczego strefy nadmorskiej

Globalny, przyspieszony wzrost poziomu wód oceanu światowego jest skutkiem zmian klimatycznych. Na okres stuletni (wiek XXI) szacuje się wzrost poziomu morza na polskim wybrzeżu Bałtyku, przy przyjęciu odmiennych założeń metodycznych, w przedziale od 30 do 100 cm. R. Zeidler (*Assessment...* 1992) wzrost poziomu prognozuje na 50-100 cm, K. Rotnicki i W. Borzyszkowska (1999) na 50-80 cm, J. Cyberski i A. Wróblewski (1999) na 30 cm. Główne skutki przyrodnicze podnoszenia się poziomu morza mogą być następujące:

- fizyczne zagrożenie strefy brzegowej morza: wzrost abrazji klifów czynnych i uaktywnienie klifów martwych, częściowe lub całkowite zniszczenie mierzei wydmych, likwidacja plaż w sąsiedztwie opasek brzegowych i innych ciągłych umocnień brzegu;
- występowanie zagrożenia powodziowego o charakterze odmorskim;
- podniesienie się pierwszego poziomu wody gruntowej na nisko położonych terenach strefy nadmorskiej, włącznie z ich podtopieniem, co spowoduje zmiany warunków siedliskowych, utrudniające lub uniemożliwiające wegetację dotychczasowej roślinności.

Zmiany te spowodują dezorganizację funkcjonowania niżej położonych części miast nadmorskich, w tym zwłaszcza ich kompleksów portowo-przemysłowych oraz zagrożenie istnienia niektórych mniejszych jednostek osadniczych i zespołów

rekreacyjnych. O ile możliwe jest przeciwdziałanie przy pomocy środków technicznych fizycznemu zagrożeniu strefy brzegowej i powodziom odmorskim, o tyle podniesienie się pierwszego poziomu wody gruntowej jest nieuniknione. Spowoduje to zmiany siedliskowe przede wszystkim na rozległych terenach przybrzeżnych równin akumulacji organogenicznej. Zagrożone zostanie istnienie powszechnych w strefie nadmorskiej polderów. W typie mezostruktur mierzejowych podstawowe zagrożenie stanowi zniszczenie niektórych odcinków mierzei. Spowodowałoby to wzmogoną abrazję lub zalanie nisko położonych terenów na ich zapleczu. Zanikowi uległaby nasadowa część Półwyspu Helskiego, który przekształciłby się w wyspę lub ciąg wysp. Nastąpiłby w takim stanie powrót do wcześniejszego etapu ewolucji półwyspu (Przewoźniak 1979). Specyficzna sytuacja wystąpi w jeziorach przybrzeżnych, w których albo pojemność wodna powiększy się, co spowoduje spowolnienie ich zaniku, albo w wyniku przerwania mierzei oddzielających je od morza przekształcą się one w przybrzeżne zatoki. Nastąpiłby w takiej sytuacji powrót do stanu przed powstania jeziora – domknęłaby się pętla ewolucji środowiska przyrodniczego. W strukturach wysoczyznowych podstawowy problem stanowić będzie wzmogona abrazja i zwiększenie tempa cofania się klifów. Uaktywnieniu ulegną klify aktualnie martwe, zanikną plaże położone na przedpolu różnorodnych budowli stabilizujących klify. W porównaniu ze strukturami mierzejowymi mniejszy będzie tu zakres przestrzenny zmian środowiska przyrodniczego, ale ich dynamika może być katastrofalna.

Prognozowane, fizyczne zagrożenie strefy brzegowej morza i jej zapleczu w wyniku podnoszenia się poziomu morza, spowoduje prawdopodobnie intensywne przeciwdziałanie inżynierskie. Należy spodziewać się dalszej antropizacji strefy brzegowej przez powstanie na wielu jej odcinkach budowli umacniających. Nastąpi zniszczenie specyficznej strefy przejściowej morze – ląd. Powstrzymane zostaną naturalne trendy ewolucyjne środowiska przyrodniczego strefy nadmorskiej, która w znacznej części ulegnie przekształceniu w systemy przyrodniczo-techniczne, mające zapewnić przetrwanie nadmorskich struktur osadniczych.

Kształtowanie środowiska przyrodniczego jako czynnik jego przemian

Podstawowym problemem racjonalnego gospodarowania w środowisku przyrodniczym jest zrównoważenie wykorzystania jego potencjału zasobowo-użytkowego z potencjałem samoregulacyjno-odpornościowym, czyli dostosowanie obciążenia antropogenicznego do odporności środowiska przyrodniczego. W przypadku braku spełnienia tego warunku następują destrukcyjne zmiany środowiska przyrodniczego, z jednej strony zaburzające jego dynamikę i ewolucję, a z drugiej ograniczające jego walory zasobowo-użytkowe.

W całej polskiej strefie nadmorskiej występuje duża, postępująca antropizacja środowiska przyrodniczego i osłabienie jego potencjału samoregulacyjno-odpornościowego (Przewoźniak 1991b, 1993). Poza przekształceniami środowiska przyrodniczego typowymi dla struktur osadniczych, specyficzne formy jego antropizacji

wynikające z nadmorskiego położenia to m. in.:

- zmiany struktury, dynamiki i ewolucji strefy brzegowej w wyniku lokalizacji konstrukcji portowych oraz stabilizujących brzeg;
- tworzenie (w przeszłości) i funkcjonowanie polderów;
- zanieczyszczenie przybrzeżnych wód morskich eliminujące ich walory użytkowe oraz zwrotne przenoszenie zanieczyszczeń na ląd przez aerozol morski i w wyniku wlewów wód morskich do przybrzeżnych wód śródlądowych;
- ingresja wód morskich do nadmiernie eksploatowanych poziomów wodonośnych;
- degradacja ekosystemów wydmych i uruchamianie procesów eolicznych w wyniku źle zorganizowanego użytkowania rekreacyjnego.

Rozwiązanie problemów rozwojowych strefy nadmorskiej możliwe jest przez wdrożenie w jej obrębie zintegrowanego zarządzania. Celem zintegrowanego zarządzania obszarami przybrzeżnymi jest zapewnienie ich trwałego, zrównoważonego rozwoju, który powinien prowadzić do zharmonizowania wszystkich działań sektorowych z uwzględnieniem nadrzędnych, strategicznych celów państwa (Bańkowska i in. 1996, 1997). Podstawą jest określenie działań ekologicznie dopuszczalnych, społecznie pożądanych i ekonomicznie uzasadnionych. Za ekologicznie dopuszczalne działania uznać można takie, które albo zapewnią bezpieczeństwo ludzi w aspekcie katastrofalnych zagrożeń przyrodniczych, albo umożliwią dalsze przemiany środowiska przyrodniczego, zgodne z naturalnymi trendami ewolucyjnymi. Ponieważ pogodzenie tych dwóch grup działań w obrębie strefy nadmorskiej nie jest możliwe, niezbędny jest jej podział na rejony, które będą zabezpieczane przed skutkami przewidywanych zagrożeń przyrodniczych i na rejony, które pozostawione zostaną oddziaływaniu procesów przyrodniczych, tworzących mechanizm dynamiki i ewolucji środowiska przyrodniczego.

LITERATURA

- Assessment of the Vulnerability of Poland's Coastal Areas to Sea Level Rise*, 1992, Edited by R. Zeidler, wyd. H*T*S*, Gdańsk, s.165.
- Bańkowska B., Przewoźniak M., Szwanowska B., 1996, *Conditions and Objectives of Integrated Coastal Zone Management in the Gdańsk Voivodeship*, Bulletin of the Maritime Institute, vol. XXIII, no. 2., s. 73-99.
- Bańkowska B., Przewoźniak M., Szwanowska B., 1997, *Przesłanki do planu zintegrowanego zarządzania obszarem przybrzeżnym województwa gdańskiego*, Inżynieria Morska i Geotechnika, nr 2, s. 137-143.
- Basiński T., 1995, *Zachowanie się mierzei jeziora Ptasi Raj w warunkach okresowego wstrzymania budowy falochronu brzegowego i umocnienia brzegu w Górkach Wschodnich*, Gdynia (maszynopis w archiwum Urzędu Morskiego w Gdyni).
- Borówka K. R., 1980, *Współczesne procesy transportu i sedymentacji piasków eolicznych oraz ich uwarunkowania i skutki na obszarze wydmy nadmorskich*, Prace Kom. Geogr.-Geolog. PTPN, t.20, s.126.

- Cieślak A., 1995, *Contemporary Coastal Transformation – The Coastal Management and Protection Aspect*, [w:] *Polish Coast. Past, Present and Future*, Edited by K. Rotnicki, Journal of Coastal Research, Special Issue, no. 22, s. 63-71.
- Cyberski J., Wróblewski A., 1999, *Recent and forecast changes in sea level along the polish coast during the period 1900-2100*, Quaternary Studies in Poland, Special issue, s. 77-83
- Miszalski J., 1973, *Współczesne procesy eoliczne na Pobrzeżu Słowińskim. Studium fotointerpretacyjne*, Dok. Geogr. IG PAN, s. 150.
- Przewoźniak M., 1979, *Struktura środowiska przyrodniczego Półwyspu Helskiego*, Zesz. Nauk. Wyd. BiNoZ UG, Geografia, nr 10, s. 117-141.
- Przewoźniak M., 1991a, *Krajobrazowy system interakcyjny strefy nadmorskiej w Polsce*, Wyd. UG, Rozprawy i monografie, nr 172, s. 150.
- Przewoźniak M., 1991b, *Environmental Conflicts: The case of the Seaside Zone in Poland*, [w:] *Environment, Energy and Natural Resource Management in the Baltic Region*, [w:] *3rd International Conference on System Analysis*, Copenhagen, s. 259-261.
- Przewoźniak M., 1993, *Specyfika TSR strefy nadmorskiej w Polsce*, [w:] *Ekologia krajobrazu w badaniach terytorialnych systemów rekreacyjnych* (mat. konf.), Poznań, s. 91-95.
- Rotnicki K., Borzyszkowska W., 1999, *Przyspieszony wzrost poziomu morza i jego składowe na polskim wybrzeżu Bałtyku w latach 1951-90*, [w:] *Ewolucja geosystemów nadmorskich Południowego Bałtyku*, s. 141-160.
- Subotowicz W., 1982, *Litodynamika brzegów klifowych wybrzeża Polski*, Ossolineum, Gdańsk, s. 153.
- Subotowicz W., 1995, *Transformation of the Cliff Coast in Poland*, [w:] *Polish Coast. Past, Present and Future*, Edited by K. Rotnicki, Journal of Coastal Research, Special Issue no. 22., s. 57-62.

THE DYNAMICS AND EVOLUTION OF THE NATURAL ENVIRONMENT IN THE COASTAL ZONE IN POLAND – REASONS, EFFECTS, FORECASTS

Summary

The most distinctive examples of the natural environment's dynamics and evolution in the coastal zone are beaches, dunes, cliffs, coastal lakes and lagoons as well as river mouth areas – all of them directly influenced by the sea. Other natural structures such as moraine plateaux, outwash plains, terrace, hollow and alluvial plains, together with valley landforms, are characteristic of moderate or low dynamics of the natural environment, with evolution trends rather typical of inland environment. In both groups, human impact appears to be a substantial factor of direct and indirect stimuli of the natural environment's dynamics and evolution.

A rising level of the Baltic Sea waters will become an essential factor of further changes in the coastal zone's natural environment. Within one hundred years (in the 21st century), the rise in sea level is estimated at 30 to 100 cm.

The main consequences of this phenomenon for the nature may be as follows:

- physical endangerment of the coastal zone – intensified abrasion of cliffs and partial or total destruction of dune-bars;

- occurrence of flood hazard caused by backwater influence of the sea;
- rise of the first ground water level in low-lying areas of the coastal zone, which will cause biotope changes; this may result in the threat or loss of existing vegetation.

In a long-term perspective the coastal zone will become an area of numerous problems in the field of spatial economy. This requires integrated planning and management taking into consideration the dynamics and evolution trends of the natural environment.

Dr hab. Przewoźniak Maciej
Wydział Architektury
Politechnika Gdańska
ul. G. Narutowicza 11/12
80-952 Gdańsk