

## Geozagrożenia w Polsce – osuwiska

*Po katastrofalnych opadach deszczu i powodziach, latem 1997 roku w Karpatach uaktywniło się ponad 20 000 osuwisk. Problem znany od lat geologom i mieszkańcom tych terenów znalazł się na pierwszych stronach gazet. Klimat się zmienia - kolejne serie intensywnych opadów i powodzie powiększają zagrożenie.*



Katastrofy naturalne: trzęsienia ziemi, erupcje wulkaniczne, huragany, powodzie i powierzchniowe ruchy masowe są przyczyną wielu tragedii na świecie. W okresie między 1947 a 1967 rokiem w ich wyniku zginęło na Ziemi prawie 500 000 ludzi, a więc znacznie więcej niż w efekcie wielu konfliktów wojennych łącznie, pomijając wojny światowe. Polska jest krajem, którego nie dotykały wielkie katastrofy pochłaniające jednorazowo tysiące ofiar, ale powodzie i powierzchniowe ruchy masowe stanowią poważne zagrożenie dla działalności i życia ludzi w naszym państwie. Najgroźniejszym przejawem tych ostatnich są osuwiska, czyli nagłe przemieszczenia mas ziemnych lub skalnych wywołane czynnikami naturalnymi lub działalnością człowieka. Główną przyczyną naturalną uruchamiającą osuwiska są zjawiska meteorologiczno-hydrologiczne; przede wszystkim intensywne lub długotrwałe opady deszczu, połączone z powodzią i wzmoczoną erozją boczną rzek oraz gwałtowne topnienie pokrywy śnieżnej wczesną wiosną.

W Polsce rejonem najbardziej predysponowanym do powstawania osuwisk są Karpaty, czemu sprzyja charakter ich rzeźby (wysokie i stromo nachylone zbocza dolin), fliszowa budowa geologiczna (naprzemianległe warstwy wodoprzepuszczalnych piaskowców i słabo przepuszczalnych łupków, iłowców i margli), obecność miększych pokryw zwietrzelinowych podatnych na procesy osuwiskowe oraz budowa tektoniczna (ułożenie skał, spękania, uskoki). W Karpatach, które zajmują zaledwie około 6% powierzchni całego kraju, rozpoznano i udokumentowano prawie 23 000 osuwisk, co stanowi około 95% wszystkich zarejestrowanych osuwisk w Polsce. W najbardziej podatnych regionach tych gór około 30-40% powierzchni jest objęte osuwiskami lub innymi formami powierzchniowych ruchów masowych. Biorąc pod uwagę, że powierzchnia polskich Karpat wynosi około 19 500 km<sup>2</sup> można szacować, że na każdy kilometr kwadratowy przypada średnio jedno osuwisko. Uwzględniając długość sieci dróg w Karpatach ocenia się, że na 5 km drogi jezdnej występuje średnio 1 osuwisko. Poza obszarem Karpat osuwiska występują głównie w obrębie zboczy większych dolin rzecznych (przede wszystkim doliny Wisły), wzdłuż klifowego wybrzeża Bałtyku oraz w obszarach pokrytych miększymi pokrywami lessów.

Pierwsza rejestracja osuwisk w Polsce, przeprowadzona przez Państwowy Instytut Geologiczny pod koniec lat 60. XX wieku, wykazała istnienie ponad 3000 osuwisk zagrażających zabudowie mieszkalnej i infrastrukturze komunikacyjnej. Kolejna rejestracja,

przeprowadzona jedynie na obszarze środkowej części Karpat w 1997 roku, wykazała ponad 500 przypadków zagrożeń obiektów budowlanych. W roku 2000 zarejestrowano około 2500 obiektów zagrożonych, a w 2001 ponad 200 następných obiektów. Nikt natomiast nie analizował, jaki procent obszarów predysponowanych do występowania osuwisk jest zabudowany lub pokryty drogami.

Podstawową przyczyną powstawania wysokich strat osuwiskowych w Polsce, niestety bardzo powszechną, jest nieprzemyślana działalność inwestorów, przejawiająca się w lokalizacji budownictwa i infrastruktury komunikacyjnej na zagrożonych lub aktywnych stokach. Straty można byłoby ograniczyć, gdyby przed przystąpieniem do zabudowy zbcoczy zasięmano opinii geologów. Niestety, robi się to rzadko lub wcale.

Nakłady na odbudowę lub naprawę zniszczonych obiektów i dróg są ogromne. Dla przykładu tymczasowa stabilizacja pięciu osuwisk w rejonie Mogilan, wykonana podczas budowy w latach 70. drugiej nitki "zakopianki", kosztowała dodatkowo 50 mln zł.

Straty spowodowane osuwiskami liczone są w milionach złotych. W samym województwie małopolskim wynosiły one około 170 mln zł w okresie zaledwie 2 lat (2000-2001). Koszty tych napraw ponosi corocznie każdy obywatel naszego kraju, ale podstawowym problemem jest ich tymczasowość i nietrwałość. Ponieważ często brak jest pieniędzy na kompleksowe rozwiązanie, to stosuje się środki doraźne, które można przyrównać do łatania dziur w jezdni. Najczęściej likwiduje się jedynie skutek, a nie głębszą przyczynę ruchów masowych. Wiele takich prac naprawczo-rekonstrukcyjnych wywołuje efekt odwrotny do zamierzonego - przyczyniają się one do zwiększenia niestabilności stoków i przyspieszenia ruchu mas skalnych (np. w Mogilanach, w rejonie góry Just, w dolinie Bielanki, w rejonie Hańczowej). Bardzo często nieprawidłowa stabilizacja osuwisk jest wynikiem niedostatecznego rozpoznania geologicznego, opartego jedynie na przesłankach teoretycznych, nie potwierdzonych odpowiednimi badaniami geologiczno-inżynierskimi (np. osuwisko w Połańcu w województwie świętokrzyskim).

Straty ekonomiczne i straty funkcjonalne wywołane osuwiskami można oszacować, natomiast straty społeczne i moralne są prawie niemożliwe do wyceny. Pomimo że osuwiska nie powodują tak dużej liczby przypadków śmiertelnych jak inne zjawiska katastrofalne, to przyczyniają się do wielu tragedii ludzkich, związanych ze zniszczeniem niekiedy całego dorobku życia. Przeciwdziałanie zagrożeniom utrudnia prawidłowość psychologiczna, często stwierdzana w wywiadach z mieszkańcami: ponieważ gwałtowne osunięcia ziemi występują w większych odstępach czasu niż inne katastrofy (np. wylewy rzek) to stosunkowo łatwo są usuwane z przekazu międzypokoleniowego. Niejednokrotnie więc buduje się nowe domy i drogi na obszarach predysponowanych do wystąpienia ruchów masowych, bo "tutaj za ludzkiej pamięci ziemia się nie ruszała". Tymczasem upływ czasu, roślinność oraz procesy erozyjno-denudacyjne mogą tak zamaskować i zatrzeć charakterystyczne dla osuwisk cechy morfologiczne, że niebezpieczeństwo może wykryć wyłącznie specjalista-geolog, i to z dużym doświadczeniem terenowym. Przemieszczenia na zboczach górskich, początkowo w postaci spłyzywania, zachodzą w powolnym tempie, trudnym do zaobserwowania.

Trudność w prognozowaniu osunięć, ściśle związanych z opadami atmosferycznymi, wynika z nieregularności występowania zjawisk pogodowych. Katastrofalne opady mogą się pojawić raz na kilka, kilkanaście, kilkadziesiąt lub nawet kilkaset lat. Ich występowanie jest w praktyce nieprzewidywalne, można określić jedynie statystyczne prawdopodobieństwo ich wystąpienia.

Jedynym skutecznym rozwiązaniem problemu osuwiskowego jest wyłączenie spod nowej zabudowy obszarów aktualnie i okresowo czynnych osuwisk oraz ograniczenie zabudowy w obszarach predysponowanych do ich wystąpienia.

Po latach niedostrzegania i ignorowania zagrożeń związanych z ruchami masowymi, władze centralne podjęły ostatnio decyzje ustawodawcze i wykonawcze w celu kompleksowego rozwiązania problemu. W ramach tych działań Państwowy Instytut Geologiczny, jako ośrodek o największym doświadczeniu nabytym w trakcie realizacji wielu krajowych i międzynarodowych projektów badawczych, otrzymał polecenie opracowania całościowej koncepcji skutecznego zapobiegania i przeciwdziałania negatywnym skutkom ruchów masowych. W ten sposób powstał projekt SOPO - System Osłony Przeciwsuwiskowej.

Projekt SOPO zapewnia kompleksowe podejście do zagadnienia, co daje szansę na unikanie w przyszłości większych katastrof związanych z ruchami masowymi. Jego koncepcja jest prosta i zawiera się w następującej zasadzie: skoro nie ma możliwości zatrzymania rozwoju ruchów masowych na obszarach predysponowanych, to należy takie obszary wskazać i opisać, jednocześnie prowadząc regularne obserwacje i stały monitoring w rejonach najbardziej zagrożonych, po to, by w przyszłości można było zatrzymać lub bardzo ograniczyć budownictwo prywatne, publiczne i komunikacyjne w strefach niebezpiecznych.

Realizacja projektu SOPO jest szansą na ograniczenie negatywnych skutków ruchów masowych w całej Polsce, gdyż jeszcze raz należy podkreślić, że samych ruchów zahamować się nie da. Wykorzystanie w pełni tej możliwości zależy w dużej mierze od współpracy i dobrej woli głównych odbiorców wyników prac, czyli Ministerstwa Środowiska i jednostek administracji terenowej, a także od odpowiedniego zarządzania całym projektem, w tym właściwej organizacji pracy, rozsądnego harmonogramu rzeczowo-finansowego, zatrudnienia wykwalifikowanych specjalistów-geologów z odpowiednim doświadczeniem i uprawnieniami oraz właściwej koordynacji merytorycznej tego trudnego przedsięwzięcia.

### **SOPO – informacje ogólne ( <http://geoportal.pgi.gov.pl/portal/page/portal/SOPO/> )**

System Osłony Przeciwsuwiskowej jest Projektem o znaczeniu ogólnopaństwowym, który będzie realizowany w trzech etapach. Jego podstawowym celem jest rozpoznanie, udokumentowanie i zaznaczenie na mapie w skali 1 : 10 000 wszystkich osuwisk oraz terenów potencjalnie zagrożonych ruchami masowymi w Polsce oraz założenie systemu monitoringu wglębnego i powierzchniowego na 100 wybranych osuwiskach. Cały Projekt ma za zadanie wspomaganie władz lokalnych w wypełnianiu obowiązków dotyczących problematyki ruchów masowych wynikających z odpowiednich ustaw i rozporządzeń.

Wyniki Projektu mają pomóc w zarządzaniu ryzykiem osuwiskowym, czyli w ograniczeniu w znacznym stopniu szkód i zniszczeń wywołanych rozwojem osuwisk poprzez zaniechanie budownictwa drogowego i mieszkaniowego w obrębie aktywnych i okresowo aktywnych osuwisk. Jest to obecnie jeden z najważniejszych projektów geologicznych realizowanych w Ministerstwie Środowiska, którego wyniki będą miały duży wpływ na gospodarkę i finanse państwa polskiego z jednej strony, a z drugiej - na aspekty społeczno - ekonomiczne.

Planowany czas realizacji projektu wynosi 9 lat. Zakończenie projektu jest przewidziane w 2016 r.

#### **Dostęp do aplikacji**

Wszystkie dane zgromadzone i udostępnione w bazie SOPO zostały zebrane i przedstawione zgodnie z "Instrukcją opracowania Mapy osuwisk i terenów zagrożonych ruchami masowymi w skali 1 : 10000".

Sposoby przeglądania, wyszukiwania i edycji danych w bazie SOPO są opisane w "Instrukcji użytkownika baz danych: poziom użytkownika edycyjnego – starosta". Instrukcja ta będzie aktualizowana w miarę rozbudowy aplikacji i poszerzania możliwości samego systemu.

Pełne wersje wyżej wymienionych instrukcji są dostępne w zakładce [„do pobrania”](#).

## Zagrożenia osuwiskowe w polskich Karpatach

### Rejestracja zagrożeń

Pierwsza, i zarazem jedyna, rejestracja osuwisk w Polsce została przeprowadzona w latach 1968-1970. Jej wynikiem są „Katalogi osuwisk” opracowane dla siedemnastu ówczesnych województw. Prace doprowadziły do rozpoznania obszarów osuwiskowych wzdłuż linii komunikacyjnych oraz w terenach zurbanizowanych. Powstały wtedy „Mapy osuwisk powiatów” – zestawienia kartograficzne wraz z kartami osuwisk.

Na obszarze polskich Karpat fliszowych zarejestrowano ponad 8 500 osuwisk, w tym 2 970 niebezpiecznych dla obiektów budowlanych. Z tej liczby 1 670 osuwisk zagrażało budynkom mieszkalnym, 49 - liniom kolejowym, a 1 072 - drogom kołowym. 6 osuwisk zagrażało cmentarzom. Powierzchnia terenów czynnych i ustalonych, zarejestrowanych w latach 1960. wynosiła ponad 671,8 km<sup>2</sup>, z tego 369,03 km<sup>2</sup> było osuwiskami aktywnymi w chwili rejestracji.

Z ogólnej liczby jedynie 7,1 % powstało na skutek niewłaściwej ingerencji człowieka (osuwiska antropogeniczne). Jak obliczył A. Michalik, 2,6 % powierzchni Karpat było wtedy zajęte przez osuwiska. Późniejsze prace kartograficzne i rejestracyjne ujawniły, że ilość osuwisk jest ponad trzykrotnie większa.

95% wszystkich zarejestrowanych w Polsce osuwisk występuje na obszarze Karpat, które zajmują tylko 6% powierzchni kraju. Jest to znaczna liczba, dochodząca dzisiaj do 23 000, co daje średnio ponad jedno osuwisko na 1 km<sup>2</sup> powierzchni terenu. Jeżeli pod uwagę weźmiemy mniejsze fragmenty Karpat, poszczególne grupy górskie lub zlewnie potoków, to stwierdzamy, że niekiedy 30 a nawet 70 % stoków jest zajętych przez osuwiska.

Koniec ostatniej dekady XX oraz pierwsze lata XXI wieku zaznaczyły się wyjątkowym nasileniem zjawisk katastrofalnych w Karpatach. Po długiej przerwie lat 1980-1990, kiedy to na tym obszarze nie występowały wyższe opady atmosferyczne, od lipca roku 1997 nastąpiła radykalna zmiana w ich ilości oraz rozkładzie przestrzennym. L. Starkel (zob. „Literatura” na końcu artykułu) pisze o swoistym „klastrze zjawisk ekstremalnych”, który rozpoczął się katastrofalnymi opadami atmosferycznymi w lecie 1996, a zaznaczającym się na obszarze Karpat uaktywnieniem procesów osuwiskowych po lipcowych opadach roku 1997. Klaster ten trwał przez kilka lat, aż do 2002 roku. Ścisłe określenie jego końca jest bardzo trudne, bowiem raz naruszona stabilność stoków, nawet przy mniejszej sile sprawczej, dalej jest w stanie równowagi chwiejnej.

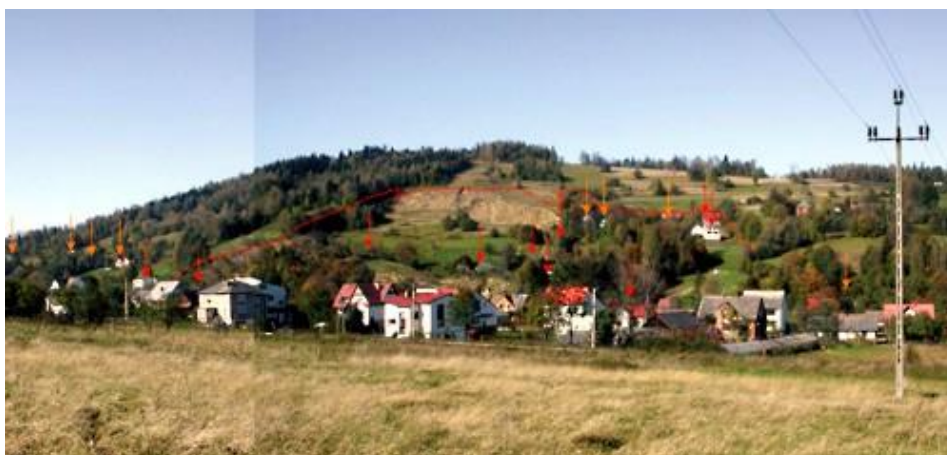
Opady atmosferyczne w lipcu 1997 przyczyniły się do uruchomienia stoków karpackich w stopniu jeszcze nie opisywanym. Powstały lub odnowiły się osuwiska w zachodniej i środkowej części gór, na terenach gdzie istniała zabudowa mieszkalna i infrastruktura komunikacyjna, co niejednokrotnie doprowadziło do jej zniszczenia.

Warunki panujące zimą 1999/2000 przyczyniły się do odnowienia wielu (2500 zgłoszonych przypadków) osuwisk głównie na obszarze Pogórzy Karpackich.





*Lato 2001 - odnowiony fragment osuwiska w Jachówce (gmina Budzów) zagroził zniszczeniem całego osiedla Strączkówka*



*Osuwisko Lachowice (powiat Sucha Beskidzka) uaktywniło się w 2001 roku. Zniszczenia objęły całą infrastrukturę techniczną oraz 12 budynków mieszkalnych (czerwone strzałki). W strefie zagrożonej znajduje się dalszych 38 budynków (żółte strzałki).*



*Osuwisko w Falkowej (dzielnica Nowego Sącza) odnowiło się po intensywnych opadach w lipcu 2001. Uaktywniona strefa objęła 10 hektarów, a obszar zagrożony, związany ze starym osuwiskiem - 100ha.*

## Niebezpieczna amnezja

Biorąc pod uwagę wszystkie czynniki, można stwierdzić, że osuwiska, obok powodzi, przyczyniają się w największym stopniu do rozwoju rzeźby. W odróżnieniu jednak od powodzi, która jest zjawiskami katastrofalnym, lecz epizodycznymi, osuwiska są zjawiskiem ciągłym; ruchy występują na stokach nieustannie, nawet bez działania silniejszej przyczyny sprawczej. Przy jej obecności stają się zjawiskiem katastrofalnym, o nieobliczalnej sile i intensywności. Inaczej jednak niż powódź są szybko eliminowane z pamięci ludzkiej, bardzo często kodowane w sposób irracjonalny, jako zjawisko które było, ale już się nie zdarzy.

Pozytywnym elementem jest wzrost „świadomości osuwiskowej” mieszkańców terenów zagrożonych. Jeszcze niedawno istniała swoista amnezja, która w wielu przypadkach przyczyniała się do tragedii ludzkich. W chwili obecnej nagłośnienie problemu przez TV, radio i Internet powoduje często rezygnację z lokalizowania inwestycji na terenach niebezpiecznych.

Koszt stabilizacji pięciu osuwisk, uaktywnionych w czasie budowy obejścia Mogilan na krajowej drodze "zakopiance", przekroczył 50 mln zł (w cenach z 1974 r. ! ! !). Dopiero jednak osuwiska powstałe w wyniku ostatnich katastrofalnych opadów atmosferycznych i powodzi z nimi związanych i straty liczone corocznie w setkach milionów złotych sprawiły, że ruchy masowe weszły do katalogu klęsk żywiołowych i zostały wpisane do polskiego prawa.

## Geozagrożenia polskiego brzegu Bałtyku

*Badania i obserwacje geologiczne wskazują na narastanie procesów niszczenia polskiego wybrzeża. Głównym czynnikiem sprawczym jest przyspieszony wzrost poziomu morza, a przede wszystkim wzrost siły i częstotliwości sztormów.*

Strefa brzegowa — obszar wzajemnego oddziaływania lądu i morza — jest obszarem niezwykle ważnym przyrodniczo i gospodarczo, jednocześnie niezwykle czułym na wszelkie zmiany, naturalne i antropogeniczne. Nasilanie się w ostatnich dekadach procesów erozji brzegu powoduje konieczność podjęcia pilnych decyzji o zakresie i sposobach działań ochronnych. Jednocześnie rośnie presja na gospodarze wykorzystanie strefy brzegowej. Dla racjonalnego zagospodarowania i zarządzania strefą brzegową konieczne są wiarygodne prognozy trendów rozwojowych wybrzeży. Z kolei dla przedstawienia takich prognoz konieczne jest poznanie podstawowych wskaźników, między innymi procesów geodynamicznych i ich zróżnicowania, wynikającego z budowy geologicznej. Inaczej mówiąc - niezbędna jest wiedza o geologicznych uwarunkowaniach rozwoju i zagospodarowania strefy brzegowej morza.



*Nisze abrazyjne na brzegu kilfowym pomiędzy Śliwinem i Niechorzem*

Procesy i zjawiska kształtujące współczesny obraz środowiska są generowane przez wiele wzajemnie powiązanych czynników takich jak: budowa geologiczna, geomorfologia, zjawiska klimatyczne, warunki hydrologiczno-hydrodynamiczne, zasoby biotyczne środowiska, typ, sposób zagospodarowania i wykorzystywania strefy brzegowej. W dynamicznym obrazie strefy brzegowej żaden z tych czynników nie posiada jednoznacznego i długotrwałego priorytetu, żaden z nich też nie może być rozpatrywany, analizowany i interpretowany bez uwzględnienia pozostałych. Strefę brzegową Bałtyku należy uważać za rejon wyraźnego konfliktu pomiędzy rozwojem gospodarczym, a zachowaniem naturalnego krajobrazu i istniejących tu geosystemów.

Długość polskiego wybrzeża morskiego wynosi 498 km (bez linii brzegowej Zalewów Wiślanego i Szczecińskiego). Strefa brzegowa, podobnie jak północna Polska, zbudowana jest z osadów czwartorzędowych. W obrębie wysoczyzn dominują plejstocenijskie gliny, ropy i

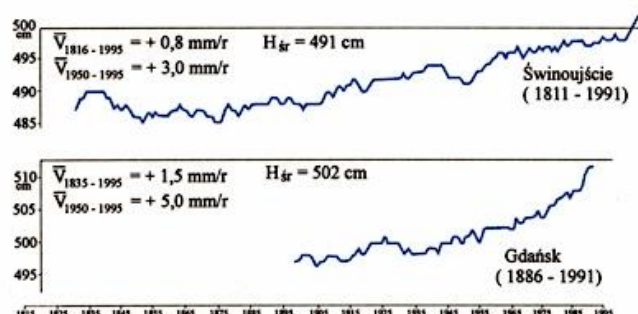
piaski osadzone przez lądolody i ich wody roztopowe, zaś w obszarach nizinach przeważają rzeczne i jeziorne mułki i piaski wieku holocenijskiego. Tylko lokalnie, na zachodnim wybrzeżu Zatoki Gdańskiej, występują mioceńskie piaski i mułki.

Na początku holocenu, około 10 tys. lat temu, poziom południowego Bałtyku był o ok. 50 m niższy od współczesnego, a linia brzegowa położona była 20 do 100 km dalej na północ od dzisiejszych wybrzeży. Na skutek podnoszenia się poziomu morza, około 5-4 tys. lat temu ukształtowała się linia brzegowa zbliżona do dzisiejszych wybrzeży i poziom morza nieznacznie niższy od współczesnego.

W XX wieku średni poziom morza na polskim wybrzeżu wzrastał w tempie około 0,8-1,5 mm/rok. Od ok. 1950 roku poziom morza wzrasta coraz szybciej dochodząc dookoła 3-5 mm/rok. Prognozy zmian poziomu morza, w wersji najbardziej prawdopodobnej przewidują wzrost poziomu morza na południowych wybrzeżach Bałtyku w ciągu najbliższych 100 lat o 60-80 cm. Równocześnie należy spodziewać się podobnej do dzisiejszej lub wyższej częstotliwości występowania silnych sztormów. W świetle powyższych prognoz w najbliższej przyszłości należy spodziewać się wzmożonych procesów erozji wybrzeży południowego Bałtyku i wzrostu zagrożeń powodzią sztormowymi niektórymi, nisko położonymi częściami wybrzeży.

#### • Wzrost średniego poziomu morza

Średnie konsyduwne 11 letnie stanów wody (Dziadziuszko, 1996)



Biorąc pod uwagę geomorfologię (ukształtowanie terenu) i budowę geologiczną wyróżnia się trzy zasadnicze typy wybrzeży: klify o łącznej długości ok. 108,5 km, wybrzeża wydmowo-mierzejowe o łącznej długości ok. 331 km oraz wybrzeża nizinne (wydmowo-aluwialne) o długości ok. 58,5 km.

Na wybrzeżach klifowych występują różnego typu ruchy masowe i związane z tym zagrożenia. Obrywy dominują na klifach zbudowanych z gliny zwałowej, zsuwy i osypiska przeważają na klifach zbudowanych z osadów piaszczystych. Typowe osuwiska występują na klifach o złożonej strukturze geologicznej, gdzie dominującą rolę grają warstwy ilaste, będące powierzchnią poślizgu dla warstw leżących wyżej.

Wśród mierzei wyróżnia się mierzeje stabilne i agradujące oraz mierzeje transgredujące. Mierzeje stabilne i agradujące rozwijają się w rejonach o dużych dostawach osadów piaszczystych (rejon uść dużych rzek, erodowanych piaszczystych osadów plejstocenijskich na brzegu lub/i w podbrzeżu – np. Mierzeje Wiślana i Świny). Następuje tutaj przyrost zarówno podwodnej części mierzei jak i rozwój wyd. Mierzeje transgredujące, rozwijają się w obszarach deficytu osadów piaszczystych. Na



przedpolu takich mierzei występują często wychodnie osadów lagunowych (np. mierzeje Jamna, Bukowa, północno-zachodnia część Półwyspu Helskiego). Deficyt piasku może wynikać z braku osadów źródłowych lub zdecydowanej przewagi tranzytu - wzdłużbrzegowego transportu osadów. Wybrzeża aluwialne odznaczają się bardzo nisko położonym zapleczem (<1 m npm), brakiem osłony wydmowej oraz osadów piaszczystych na dnie i dominującymi procesami erozji dna i brzegu. Poważne zagrożenia związane są ze zjawiskami osuwiskowymi na klifach, gdzie zasięg osuwiska może sięgać 50-100 m w głąb lądu, jak też z erozją niskich i wąskich mierzei, które łatwo mogą być przerwane w czasie sztormów. Nisko położone obszary zaplecza mierzei w takim wypadku zagrożone są powodzią sztormową. Podobne zagrożenia powodziowe istnieją też na zapleczu mierzei relatywnie stabilnych – szerokich, z wysokimi wałami wydmowymi. Powodzie mogą wystąpić w przypadku wysokich stanów wody spowodowanych spiętrzeniami sztormowymi i barycznymi, dochodzącymi maksymalnie do 2 m ponad średni poziom morza, kiedy dochodzi do wlewów wód morskich do Zalewów i jezior przybrzeżnych.



*Materiał koluwalny w podstawie klifu w rejonie Orzechowa k. Ustki*



*Aktywny brzeg klifowy w Niechorzu*

Na całym odcinku polskiego wybrzeża Bałtyku 55 % brzegu podlega procesom intensywnego niszczenia. Prognoza zmian w strefie brzegowej wskazuje na stale narastanie procesów abrazji wynikających zarówno z przyczyn naturalnych jak i antropogenicznych. Dotychczas stabilne, akumulacyjne odcinki brzegu ulegają stopniowemu przekształceniu w brzeg abradowany. Tendencji tej próbuje się przeciwdziałać przez stosowanie różnego typu zabudowy hydrotechnicznej. Przynosi to jedynie krótkotrwałe działania pozytywne. Na dłuższą skalę zabudowa ta zakłóca utrzymywanie równowagi lito- i morfodynamicznej i w efekcie intensyfikuje procesy niszczenia brzegów.



*Zagrożone zejście na plażę – klif w Rewalu*

Brzegi wydmowo-mierzejowe są obecnie niszczone na prawie 60 % swej długości. Mogą one utracić rolę barier osłaniających ląd przed wlewami wód morskich i odmorskimi powodziąmi, sięgającymi w głąb nisko położonego zaplecza brzegu. Obserwuje się również nasilenie procesów abrazji na wielu odcinkach wybrzeży klifowych. Zaobserwowano uaktywnianie się zboczy wysoczyznowych, znajdujących się dotąd poza zasięgiem oddziaływania morza; w wielu miejscach widoczne są obecnie odcinki klifu w inicjalnej fazie rozwoju.

Intensywne niszczone są brzegi klifowe o łącznej długości 108,5 km. Klify aktywne lub pozostające w chwilowej stabilizacji stanowią 74,2 % całkowitej długości tego typu brzegu. Jedynie na 25 % długości (ok. 28 km) klify są obecnie stabilne, lecz i tu mogą rozwijać się w najbliższej przyszłości procesy abrazji i ruchy masowe.



*Zabudowa ochronna (gabiony) klifu w Trzęszacu – ochrona resztek ruin kościołka z XVI w.*

Wyniki badań jednoznacznie wskazują na ujemny bilans materiału piaszczystego w strefie brzegowej. Brak dostatecznej ilości materiału piaszczystego powoduje zanik rumowiska tranzytowego i osłabienie, a nawet niszczenie systemu rew. Materiał okruchowy wynoszony jest poza strefę brzegową, a istniejące rewy ulegają rozmywaniu, co prowadzi do odsłonięcia i erozji macierzystego podłoża na międzyrewiu. Plaże w wielu miejscach uległy znacznemu zwężeniu, maleje również miąższość osadów plaży. Są one silnie okresowo rozmywane. Podcinane są również nadmorskie wały wydmowe, które ponadto ulegają wzmożonym procesom deflacji (rozwierania), co powoduje stałe zmniejszanie się jego wysokości, i w efekcie przerywanie ciągłości wału. W zależności od budowy geologicznej podłoża różne odcinki wybrzeża reagują z różną szybkością na zmiany warunków hydrodynamicznych.