

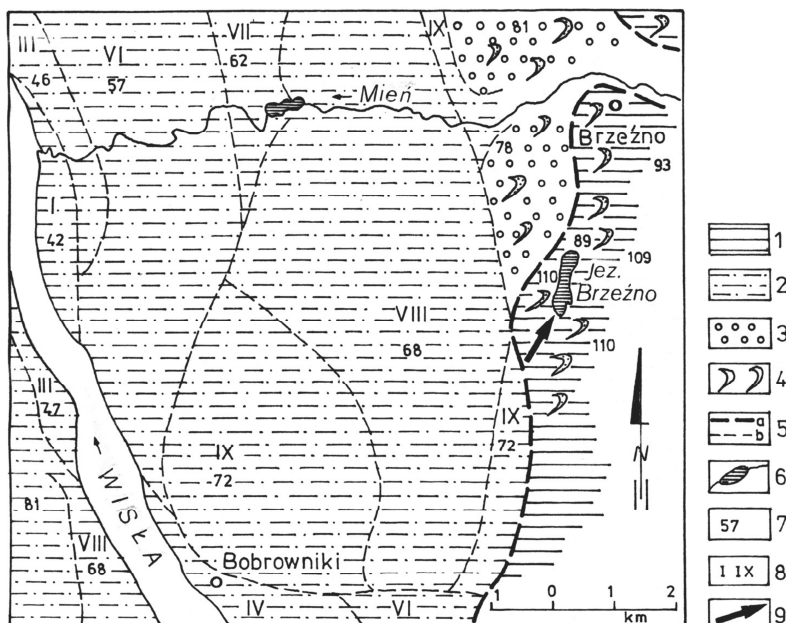
Mieczysław Banach

Instytut Geografii
Pomorska Akademia Pedagogiczna
Słupsk

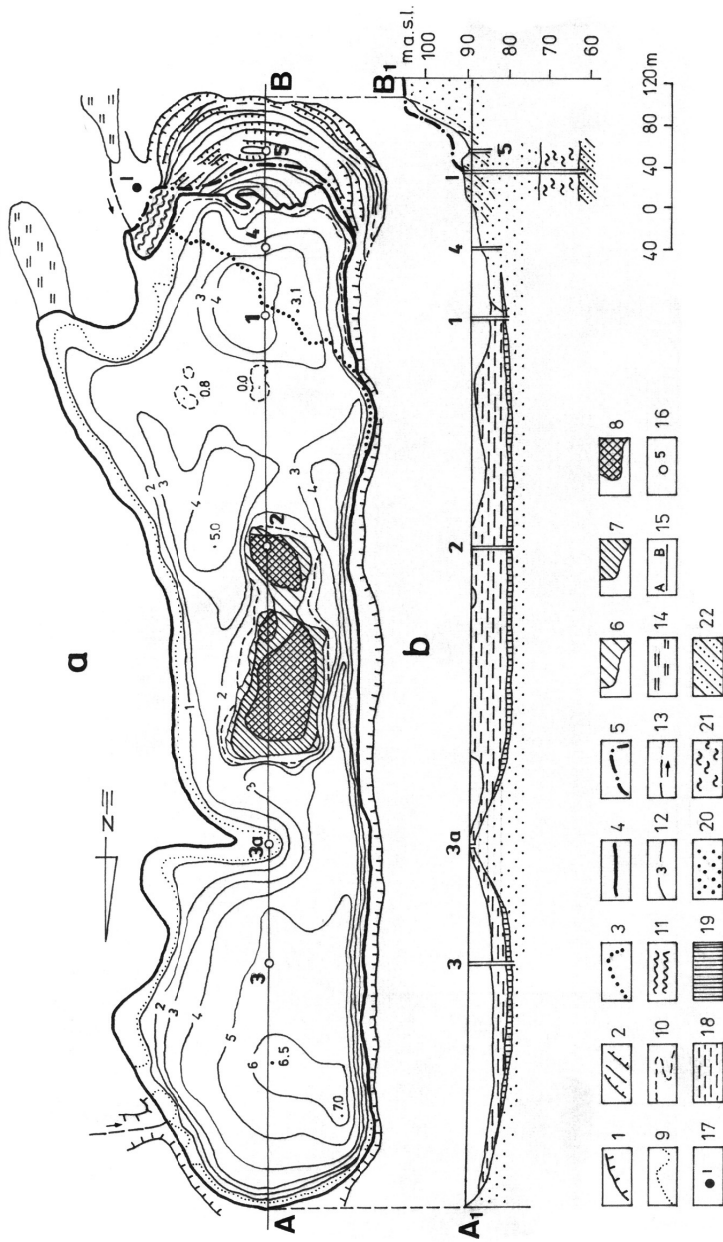
ZMIANY JEZIORA BRZEŻNO PO KATASTROFIE W 1976 ROKU

Wstęp

W październiku 1976 r. podczas prac przy profilowaniu sejsmicznym w sąsiedztwie jeziora Brzeżno, w okolicy miejscowości Brzeżno (pow. Lipno, woj. kujawsko-pomorskie), po odpaleniu ładunków powstało osuwisko, które w ciągu kilku



Ryc. 1. Uproszczony szkic geomorfologiczny okolic jeziora Brzeżno (wg Wiśniewskiego 1976): 1 – wysoczyzna morenowa, 2 – poziomy terasowe, 3 – poziomy z pokrywą utworów glaciofluwialnych, 4 – wydmy, 5 – krawędzie: a – wysoczyzny, b – terasa, 6 – cieki i jeziora, 7 – wysokości bezwzględne w m n.p.m., 8 – numeracja teras, 9 – miejsce powstania osuwiska



Ryc. 2. Plan batymetryczny jeziora Brzeźno (a) i przekrój podłużny misy jeziornej (b): 1 – krawędzie skarpy jeziora, 2 – załomy i szczeliny w obrębie nisz osuwiskowej, 3 – zasięg podwodnej części osuwiska (zatopiony las); linia brzegowa jeziora: 4 – obecna (2003 r.), 5 – przed powstaniem osuwiska (część południowa jeziora); zasięg wyspy: 6 – styczeń 1977 r., 7 – luty 1980 r., 8 – marzec 2003 r.; zasięg roślinności wzdłuż brzegów: 9 – starych (istniejących do 1976 r.), 10 – nowych (powstałych w 1976 r.); 11 – spiętrzone osady dennie na brzegu, 12 – izobaty (w m), 13 – ciekłe okresowe, 14 – mokradła, bagna, 15 – linia przekroju podłużnego misy jeziornej, 16 – własne wiercenia z pobraniem rdzeni osadów, 17 – wiercenie badawcze grupy ekspertów, 18 – gytia detrytowa, 19 – gytia wapienna, 20 – piaski średnioziarniste, 21 – osady jeziorne „ity”, 22 – glina zwalowa



Fot. 1. Jezioro Brzeźno – widok od S ku N, znad krawędzi niszy osuwiskowej (13.03.2003 r.)

minut spowodowało przemieszczenie około 0,25 mln m³ osadów czwartorzędowych z kilkudziesięcioletnim lasem. Na skutek osunięcia powstała nisza osuwiskowa o rozmiarach 240×170 m i powierzchni 4,1 ha. Część osuwiska wkroczyła do jeziora (1,7 ha) i spowodowała naruszenie osadów dennych oraz „wypchnięcie” ich części nad powierzchnię wody, wskutek czego powstała wyspa o powierzchni 1,4 ha (ryc. 1 i 2, fot. 1).

Według relacji świadków, po odpaleniu ładunków stwierdzono podnoszenie się w strefie przyjeziornej i zapadanie ziemi w dalszej odległości. Grunt pękał i masy ziemne przesunęły się w kierunku jeziora wraz z ludźmi, sprzętem i walącymi się drzewami. Fala wód jeziornych o wysokości 1-2 m przemieszczała się w kierunku osuwiska. Pracownicy brygady wiertniczej, strzałowej i likwidacyjnej (8 osób) opuścili zagrożony teren bez obrażeń. Wiertnica oraz dwa samochody techniczne utonęły w jeziorze. W akcji ratunkowej wydobyto jeden samochód. Położenie wiertnicy zlokalizowano, ale mimo zastosowania specjalnego ciężkiego sprzętu nie wydobyto jej. Położenia drugiego samochodu nie zlokalizowano i na podstawie opinii nurków zaniechano dalszych prac ratunkowych (*Osuwisko...* 1976). W Kombinacie Geologicznym „Północ” w Warszawie powołano doraźną komisję techniczną oraz komisję ekspertów, których zadaniem było „ustalenie w sposób naukowy przyczyn zachwiania górotworu i powstania osuwiska oraz przedstawienie wniosków”.

Powołana komisja ekspertów stwierdziła na podstawie przeprowadzonych studiów i analiz, że powstanie osuwiska uzależnione było od głębokości jeziora i składu osadów wypełniających jego misę, a także od znacznej ich nadbudowy piaskami eolicznymi w formie wałów wydmowych. W podłożu wydm znalazły się nieskonsolidowane osady

zastoiskowe. Teren powstałego osuwiska znajdował się w stanie równowagi przy niskiej wartości współczynnika stateczności. Odpalenie ładunku przy profilowaniu sejsmicznym spowodowało spłynięcie do jeziora nieskonsolidowanego materiału spod wydmy i powstanie osuwiska na brzegu jeziora. Sytuacja morfologiczna oraz stwierdzone w trakcie wierceń osady jeziorne, określone jako ily, nie pozwoliły przewidzieć istniejącego zagrożenia osuwiskiem. Powstałe osuwisko uznano za „szczególny przypadek naruszenia równowagi środowiska naturalnego, trudny do przewidzenia”. Wystąpiono z wnioskiem, by na etapie planu technicznego opracowywać opinie w miejsce notatek hydrogeologicznych. Stwierdzono konieczność zwiększenia odległości umieszczania punktów strzałowych w rejonach zbiorników wodnych o wysokich i stromych brzegach oraz wdrożenia bezdynamitowych źródeł wzbudzania fali sejsmicznych (*Osuwisko...* 1976).

Metody i zakres badań

Teren, na którym nastąpiło opisanie zjawisko, leżał w strefie ówczesnych badań Zakładu Geomorfologii i Hydrologii Niżu Instytutu Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania PAN w Toruniu i w związku z tym, niezależnie od prac komisji ekspertów, powołanej przez Kombinat Geologiczny, dokonano w grudniu 1976 r. wizji lokalnej w terenie, a w styczniu 1977 r. wykonano prace w celu określenia rozmiaru zmian w obrębie jeziora i w jego sąsiedztwie. Wykonano plan sytuacyjny jeziora i osuwiska, wysondowano jezioro, pobrano próby osadów dennych, ustalono ich miąższość i rodzaj oraz sporządzono dokumentację fotograficzną. W lutym 1980 r. wykonano uzupełniające pomiary. Wyniki opublikowano w 1981 r. (Banach, Grześ 1981). Dla celów niniejszego artykułu przeprowadzono kolejne badania terenowe w marcu 2003 r., co pozwoliło ustalić zmiany zaistniałe w ciągu ostatnich 27 lat od zachwiania równowagi ekosystemu jeziora w październiku 1976 r.

Jezioro Brzeźno leży w przykrawędziowej strefie Wysoczyzny Dobrzyńskiej. Krawędź wysoczyzny jest niewyraźna, silnie zwydmiona, stąd brak wyraźnego przejścia w niższe terasowe poziomy (ryc. 1). Zachodnie i południowe brzegi jeziora są wysokie (15-20 m) i strome (20-30°), wschodnie i północne natomiast niskie i łagodne. Jezioro jest bezodpływowe, zasilane wodami opadowymi i podziemnymi, a jego brzegi budują utwory piaszczyste pochodzenia eolicznego. Całkowita powierzchnia jeziora wynosi 20,9 ha, w tym 1,4 ha zajmowała w 1977 r. nowo powstała wyspa z wyniesionych ku powierzchni osadów dennych (ryc. 2a). W północnej części na obrzeżeniu wyspy osady wystawały ponad powierzchnię wody do 10 cm. Jezioro jest wydłużone południkowo, maksymalna jego długość wynosi 990 m, średnia szerokość – 211 m, a maksymalna – 510 m. Objętość jeziora wynosi 0,8 mln m³; rozwój linii brzegowej – 174 m/ha; głębokość maksymalna – 7,0 m, średnia – 3,7 m.

Analiza wyników badań

W profilu podłużnym jeziora wykonano 6 wierceń, z których 3 (nr 1, 2 i 3) wykazują to samo następstwo warstw, informują o ich miąższości, charakterze oraz składzie litologicznym podłoża masy jeziornej. Miąższość osadów dennych w północ-

nym basenie, gdzie ich struktura nie została zaburzona, wynosi 4,8 m, zaś w środkowej partii, w obrębie powstałej wyspy – 9,8 m (ryc. 2b). Od powierzchni występuje gytia detrytowa, przechodząca stopniowo w gytie wapienną (krede jeziorną). Ta z kolei zalega na warstwie torfu o miąższości 5-15 cm. Granica między nimi jest wyraźna. Torf zalega na podłożu mineralnym piaszczystym, przewierconym do głębokości 1,2 m. Pod względem składu mechanicznego jest to piasek luźny drobny i średni, gdzie frakcja od 1,0 do 0,05 mm stanowi 97%. Jest to średnia wartość z 16 prób pobranych do analiz. Różnice w składzie poszczególnych prób są minimalne. Nie stwierdzono zróżnicowania składu mechanicznego piasków ze ścian niszy osuwiskowej i z dna jeziora.

W składzie gytii detrytowej przeważa substancja organiczna, której wartości wahają się od 37,5 do 89,1%. Średnia jej zawartość w 22 próbach, pobranych z trzech rdzeni (nr 1, 2, 3), wynosi 63,3%. Nie stwierdza się w niej węgla wapnia, który występuje jedynie w warstwie gytii węglanowej w ilości 81%, wahając się od 73,7 do 99,0% (średnia z 4 prób).

„Ily” stwierdzone otworem strzałowym na głębokości 18 m oraz stwierdzone wierceniem badawczym, w sąsiedztwie niszy osuwiskowej, na głębokości 17,5-28,5 m „osady jeziorne” (wiercenie I, ryc. 2), zostały określone, według klasyfikacji geotechnicznej gruntów, jako pył (do 10% frakcji ilastej), lokalnie glina pylasta (10-20% frakcji ilastej). Utwór ten zawiera do 30% węgla wapnia oraz części organiczne (Wysokiński 1979, s. 444). Inne dwa otwory, zlokalizowane poza tylną ścianą niszy osuwiskowej, nie stwierdzają osadów zastoiskowych do głębokości 21 i 24 m. Mimo że głębsze z nich dochodzi do gliny zwałowej, wiercenia te nic nie wnoszą do wyjaśnienia warunków zachwiania równowagi skarpy jeziora. Pozwalają jedynie zauważyć niewielki zasięg zastoiska w kierunku południowym, tj. pod wydmami. Porównując miąższość, rzędne i właściwości fizyczno-chemiczne osadów dennych jeziora Brzeźno z „osadami jeziornymi” stwierdzonymi wierceniem badawczym, należy wykluczyć ich tożsamość. Są to dwa różne utwory. Osady jeziora Brzeźno zalegają ponad 7 m wyżej i oddzielone są piaskami od starszych osadów jeziornych, akumulowanych w dłuższym okresie (ponad dwukrotnie większa ich miąższość) i w innych warunkach niż współczesne, wyścielające misę jeziorną.

Ta sama sekwencja osadów i identyczność ich właściwości u podstawy podwodnej części osuwiska (wiercenie nr 1) i w północnym akwenu jeziora (wiercenie nr 3) wyklucza obecność osadów obcych w jeziorze – ilów, poza piaskami wydmowymi. Nie ma więc podstaw do przyjęcia powierzchni poślizgu zaistniałego zsuwu w strefie kontaktu „gruntów zastoiskowych z glinami zwałowymi” i „wypływania upłynionych osadów zastoiskowych w kierunku jeziora” (Wysokiński 1979, s. 445). Nie stwierdza się bowiem allochtonicznych osadów zastoiskowych w jeziorze, a ich kontakt z glinami zalega 17-18 m poniżej spągu osadów jeziora Brzeźno.

Interpretacja

Słusznie twierdzi Wysokiński, iż „w warunkach wstrząsu, po wybuchu grunt zachowuje się tak, jak podczas trzęsienia ziemi, gdzie przyśpieszenie pionowe zmienia

wartość siły ciężenia, a przyspieszenie poziome wpływa na zwiększenie naprężeń ścinających w masywie”. Zsumowanie tych efektów doprowadziło do utraty stateczności skarpy jeziora, ale tylko w obrębie utworów piaszczystych wydmowych. Powstał więc płytki zsuw asekwentny w utworach jednorodnych, o głębokości odkłucia kilku (5-7 m), a nie kilkudziesięciu metrów. O płytkości koluwiów świadczy duża ilość szczelin, pęknięć i stopni schodowych na powierzchni niszy osuwiska. Piaski wydmowe zalegające, być może, na osadach dennych jeziora zostały „zrzucone” w wyniku wstrząsu (odpalenie 10 kg amonitu) do podstawy bazy denudacyjnej, którą stanowi dno jeziora. Prawdopodobne jest, że podwodna część osuwiska (zatopiony las) zalega na współczesnych (holocenicznych) osadach jeziornych (ryc. 2b).

Upłynnione, nieskonsolidowane osady dennie na skutek zrzucenia piasków wydmowych na brzeg jeziora zostały wypchnięte głównie w kierunku północnym i spiętrzone na ryglu dzielącym jezioro na dwa wyraźne akweny. Zruszona została i wymieszana tylko górna ich część – gytia detrytowa. Gytia węglanowa, bardziej zwarta, stała się powierzchnią poślizgu dla koluwiów piaszczystych. Wyniesione ku powierzchni jeziora osady gytii detrytowej tworzyły w styczniu 1977 r. wyspę o powierzchni 1,4 ha. W okresie następnych trzech lat silnie uwodnione osady nieco „się rozplynęły”, wyspa zmalała i podzieliła się na dwie części: północną, większą, bardziej zwartą – 1,0 ha i południową, mniejszą, o powierzchni 0,2 ha. Wkroczyła już na nie roślinność oczeretowo-krzaczasta. Z upływem lat od północnej wyspy już w 1980 r. oddzielił się południowo-wschodni fragment o powierzchni około 2 arów. Obecnie są więc trzy drobne wysepki o ogólnej powierzchni 0,7 ha (ryc. 2).

Zaistniałe przed 26 laty zmiany w krajobrazie jeziora Brzeźno i jego otoczeniu są już mało widoczne. Zwarty pas roślinności wodnej wokół wyspy, wyznaczający dawny, początkowy jej zasięg, oraz rosące na wyspie drzewa, o wysokości do prawie 8 m, upodabniają ten biotop do już utrwalonych, stałych w strefie brzegowej jeziora. „Blizny” w niszy osuwiskowej (4,1 ha) osłania zwarty, ponad 20-letni las.

Od południowego zachodu, gdzie skarpa była i jest wyższa, koluwia wkroczyła dalej do jeziora aniżeli od południowego wschodu, gdzie skarpa jest łagodniejsza, jezioro płytsze, porośnięte roślinnością. Tutaj, od południowego wschodu, we wklęsłości brzegu osady zostały nieco spiętrzone, wyniesione ku górze (ryc. 2a). Powstała fala (na skutek nagłego zrzucenia dużych mas ziemnych do jeziora) wkroczyła na brzeg przeciwnie do odległości kilkunastu metrów. Zasięg jej znaczyły wyrzucone oczerety. Na drzewach i krzewach w strefie brzegowej zalegały one do 1,5 m ponad obecne zwierciadło wody jeziora.

Wnioski

1. Opisane wyżej zjawisko należy uznać za normalny przypadek naruszenia stateczności skarpy, spowodowany zbyt bliskim usytuowaniem (do 30 m) otworów strzałowych od krawędzi. Obciążenie skarpy zwartym kilkudziesięcioletnim lasem przyczyniło się też niewątpliwie do zachwiania równowagi. Zrzucone wybuchem do bazy denudacyjnej masy piasków wydmowych spowo-

- dowały spiętrzenie autochtonicznych osadów jeziornych (gytii) i wyniesienie ich ku powierzchni, w efekcie czego powstała wyspa.
2. Wyrazistość zaistniałych zmian zanikała stopniowo w minionych 27 latach w wyniku oddziaływania fal i kompaktacji osadów. Zmiany te polegały głównie na:
- zmniejszaniu się powierzchni wyspy (o 50%) i drobnych zmianach głębokości w jej sąsiedztwie;
 - wkraczaniu wyższej roślinności wodnej wokół wyspy – obecnie jest to zwarty pas szerokości 4-30 m;
 - wkraczaniu na wyspy wierzby (*Salix sp.*), olszy (*Alnus sp.*) i brzozy (*Betula sp.*);
 - nieznacznej zmianie rzeźby niszy osuwiskowej i prawie zupełnym zatarciu nierówności spiętrzonych osadów dennych we wschodniej części niszy;
 - znikomych zmianach zarysu nowej linii brzegowej jeziora w obrębie niszy osuwiskowej, ale już wyraźnej sukcesji roślinności pasem szerokości 3-12 m;
 - obumieraniu drzew w zatopionej części osuwiska (1,7 ha) – obecnie widoczne są pod wodą ścięte pnie na poziomie pokrywy lodowej;
 - wycięciu „pijanego lasu” w obrębie niszy osuwiskowej i nasadzeniu młodego pokolenia drzew (sosny, brzozy).



Fot. 2. Sukcesja roślinności na powierzchnię wyspy – po 27 latach od jej powstania (13.03.2003 r.)

3. Zdziwienie budzi obecność na wysepkach drzew do 8 m wysokości – na niestabilnym podłożu, które tworzy nieskompaktowana jeszcze gytia detrytowa. System korzeniowy drzew płoży się po powierzchni wysepek, gdyż woda zalega tu na głębokości 5-10 cm. W runie porastają mchy torfowce (*Sphagnum sp.*) i porosty (fot. 2).
4. Mimo że nie są prowadzone pomiary stanu wody jeziora, można stwierdzić, że po powstaniu osuwiska pojemność jeziora zmniejszyła się – w jednorazowym akcie – o około 7%. Stan wody wzrósł wtedy o około 0,4 m, ale był krótkotrwały. Po dwóch miesiącach od katastrofalnego zjawiska stan ten był już normalny, średni z okresu przed katastrofą; przemawiała za tym nie zmieniona morfologia strefy brzegowej i stan litoralu.
5. Spłylenia dna, stwierdzone w marcu 2003 r. pomiędzy izobatami 2 i 3 m w południowej części jeziora, na które wkroczyła już roślinność wodna (ryc. 2a), nie świadczą o obecnym, ciągłym „wypychaniu” przez osuwisko ku powierzchni osadów jeziornych (gytii detrytowej), a raczej o pominięciu tych drobnych wyniesień w czasie sondowania jeziora w styczniu 1977 r.

Literatura

- Banach M., Grześ M., 1981, *Zmiany jeziora Brzeźno wywołane pracami geofizycznymi*. Czasopismo Geograficzne 52, z. 1, s. 61-67
- Osuwisko na profilu I-III-76*, 1976, Materiały komisji ekspertów. Kombinat Geologiczny „Północ” PPG, Warszawa
- Wiśniewski E., 1976, *Rozwój geomorfologiczny doliny Wisły pomiędzy Kotliną Płocką a Kotliną Toruńską*. Prace Geograficzne IG PAN 119
- Wysokiński L., 1979, *Osuwisko w Brzeźnie powstałe w wyniku prac geofizycznych*. Przegląd Geologiczny 8, s. 444-446