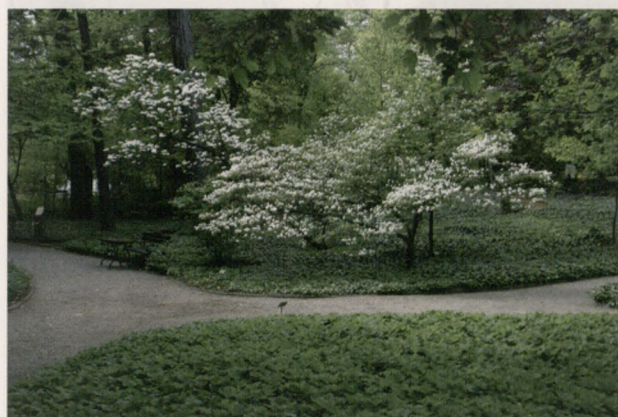


Należy do nich przede wszystkim dereń kanadyjski (*C. canadensis*), dereń szwedzki (*C. suecica*) i jego mieszańce z kanadyjskim – *C. x unalaschkensis*. Przykuwają nasze oczy nie tylko okazałymi kwiatostanami, lecz także jaskrawoczerwonymi owocami i ładnym kolorem liści w jesieni.

Niezwykła uroda cechuje ponadto dwa podobne do siebie gatunki: rodzimy w Chinach i Japonii dereń pagodowy (*C. controversa*) oraz północnoamerykański dereń skrętolistny (*C. alternifolia*). Ich pstre odmiany można dojrzeć już z daleka ze względu na prawie białe liście i piętrowy układ poziomo ułożonych gałęzi. Niedawno Arboretum wzbogaciło się o odmianę ‘Candlelight’ o żółtym kolorze wiosennych liści i ‘Winter Orange’, wabiącą nas pomarańczowymi pędami. Poza tym nie możemy ominąć tzw. dereni wielkokwiatowych o obfitych kwiatostanach, pojawiających się od maja do sierpnia. Ich podsadki mają kształt płatków i dochodzą do szerokości 12 cm. Swą niewysłowioną urodą absorbują zwiedzających najbardziej dereń Nuttalla oraz dereń kwiecisty (*C. florida*).

Oprócz tego zasługuje na wyróżnienie zainteresowanie dereniem właściwym, czyli jadalnym, zwłaszcza, że jego liczne odmiany, kultywowane niegdyś w naszym kraju, już wyginęły. Celem odtworzenia upraw sprowadzono 17 selektów ukraińskich,

a z Arboretum w Bolestraszcach niedaleko Przemysła otrzymano w darze osiem polskich nowości, m.in. ‘Bolestraszczycki’, ‘Podolski’, ‘Szafer’ i ‘Słowianin’. Odznaczają się one owocami większymi od gatunku oraz kształtem nie tylko owalnym, lecz również kulistym i gruszkowatym. Owoce mogą być różowe, białe, prawie czarne i żółte. Od omawianego gatunku pochodzą też takie odmiany ozdobne, jak *ad exemplum* ‘Aurea’ o liściach złocistożółtych, ‘Variegata’ o biało obrzeżonych i ‘Aurea Elegantissima’ o żółto obrzeżonych. Można je podziwiać w nowej części Arboretum.



Ryc. 15. Kwitnące derenie (*Cornus*) w Ogrodzie Botanicznym Uniwersytetu Wrocławskiego. Fot. Hanna Grzeszczak-Nowak.

Dr Roman Karczmarczuk jest emerytowanym nauczycielem.

## ZMIANY W ŚRODOWISKU WYWOŁANE SPIĘTRZENIEM WÓD RZEKI ANGARY I JEZIORA BAJKAŁ

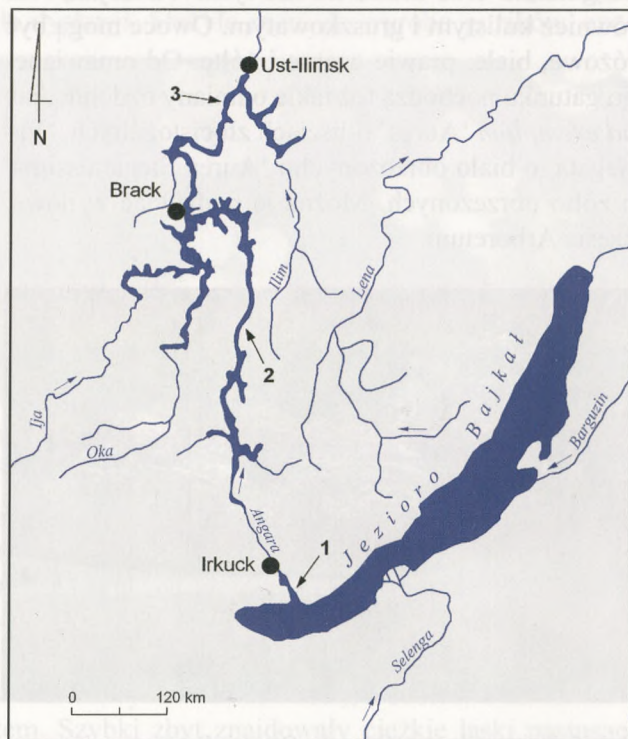
*Andrzej Jaguś (Bielsko-Biala), Victoria Khak, Elena Kozyreva (Irkuck),  
Martyna Rzętała, Mariusz Rzętała, Tadeusz Szczypek (Sosnowiec)*

### Problematyka artykułu

W ostatnich kilku wiekach, w związku z rozwojem działalności gospodarczej człowieka, narastającym problemem stało się niewystarczające zaopatrzenie w wodę. W konsekwencji tworzono różnorodne zbiorniki retencyjne, poczynając od sadzawek czy stawów, a kończąc na zbiornikach zaporowych o największych możliwościach gromadzenia wody. Budowa potężnych zapór przegradzających doliny rzeczne jest zmienna zwłaszcza dla ostatnich kilkudziesięciu lat, a powstałe w ten sposób zbiorniki stanowią rezerwuary

wód na potrzeby bytowe i gospodarcze w aglomeracjach, konurbacjach, regionach przemysłowych i rolniczych. Zbiorniki zaporowe funkcjonują w różnych strefach klimatycznych i na różnych kontynentach, a ich pojemności sięgają stu kilkudziesięciu km<sup>3</sup> wody (tab. 1). Światowa Komisja Zapor Wodnych (WCD) szacuje, że obecnie na świecie powstaje rocznie od 160 do 320 nowych wielkich zapór, a ich łączna ilość może sięgać 48 tysięcy (z tego około 22 tysiące na terytorium Chin). Ocenia się też, że na blisko połowie wielkich rzek świata znajduje się co najmniej jedna wielka zapora.

Piętrzenie wód przynosi jednak z sobą szereg skutków środowiskowych, związanych z zatopieniem części doliny rzecznej. Obszar i skala wpływu utworzonego zbiornika na otoczenie są zazwyczaj tym



Ryc. 1. Lokalizacja zbiorników zaporowych na rzece Angarze: 1 – Zbiornik Irkucki, 2 – Zbiornik Bracki, 3 – Zbiornik Ust'Ilimski.

większe, im większą posiada on powierzchnię i pojemność. Przeobrażeniu ulegają: stosunki hydrologiczne, ukształtowanie terenu, lokalne warunki klimatyczne, siedliska, zagospodarowanie przestrzeni społeczno-gospodarczej, a zatem całość krajobrazu. Zmiany w środowisku są efektem działania procesów niewystępujących na danym obszarze w okresie przedzbiornikowym, np. falowania, abrazji (podcinania i rozmywania brzegów), wahań poziomu wód podziemnych, parowania z powierzchni zbiornika, wkraczania zbiorowisk roślinnych znamienych dla wód stojących. W niniejszym artykule, opierając się na badaniach własnych autorów oraz dostępnych danych literaturowych, przedstawiono wybrane następstwa spiętrzenia wód w dolinie rzeki Angary oraz w jeziorze Bajkał (obszar południowej części Syberii Wschodniej) w wyniku wybudowania na Angarze trzech zapór – w Irkucku, Bracku i Ust-Ilimsku (ryc. 1). Według raportu Międzynarodowej Komisji Wielkich Zapór (ICOLD), Zbiorniki Bracki i Ust'Ilimski pod względem pojemności plasowały się w końcu XX wieku na czołowych miejscach – drugim i trzynastym (tab. 1) – wśród największych zbiorników zaporowych świata.

Tab. 1. Największe pod względem pojemności zbiorniki zaporowe świata (wg: World Register of Dams, ICOLD 1999 – za Ośrodkiem Technicznej Kontroli Zapór IMGW).

Lp.	Nazwa	Pojemność [km <sup>3</sup> ]	Państwo	Kontynent
1	Kariba	180,6	Zambia/ Zimbabwe	Afryka
2	Brack	169,0	Rosja	Azja
3	High Aswan Dam	162,0	Egipt	Afryka
4	Akosombo	150,0	Ghana	Afryka
5	Daniel Johnson	141,9	Kanada	Ameryka Pn.
6	Xinfeng	139,0	Chiny	Azja
7	Gurt	135,0	Wenezuela	Ameryka Pd.
8	Bennett W.A.C.	74,3	Kanada	Ameryka Pn.
9	Krasnojarsk	73,3	Rosja	Azja
10	Zeya	68,4	Rosja	Azja
11	LG Deux Principal CD-00	61,7	Kanada	Ameryka Pn.
12	LG Trois Nord – Sud Barrage	60,0	Kanada	Ameryka Pn.
13	Ust-Ilim	59,3	Rosja	Azja
14	Boguchany	58,2	Rosja	Azja
15	Kuibyshev	58,0	Rosja	Europa
16	Serra da Mesa	54,4	Brazylia	Ameryka Pd.
17	Canippiscaw Barrage KA-3	53,8	Kanada	Ameryka Pn.
18	Cahora Bassa	52,0	Mozambik	Afryka
19	Bukhtarma	49,8	Kazachstan	Azja
20	Tucurui	49,5	Brazylia	Ameryka Pd.

### Kaskada Angary

Angara jest rzeką o długości blisko 1,8 tys. km i powierzchni dorzecza około 1 mln km<sup>2</sup>, wypływającą z jeziora Bajkał i uchodzącą do Jeniseju. Jej zasobność w wodę wyraża wielkość przepływu, która już przy wypływie z Bajkału wynosi około 2 tys. m<sup>3</sup>/s. W drugiej połowie XX wieku wzdłuż biegu rzeki utworzono trzy zbiorniki zaporowe – Irkucki, Bracki i Ust'Ilimski, przy czym realizowana jest budowa kolejnego zbiornika – Boguczańskiego, a planowana kilku następnych (ryc. 2). Zbiornik Boguczański znajduje się w końcowym stadium budowy (mimo planów uruchomienia pierwszych turbin hydroelektrycznych z końcem 2010 roku, operację tę przełożono na 2011 rok) i został uwzględniony w rankingu największych zbiorników świata na miejscu czternastym (tab. 1). Kaskada Angary (obecnie jeszcze trójstopniowa) ciągnie się na długości około 1000 km, a łączna powierzchnia zbiorników sięga prawie 7,5 tys. km<sup>2</sup>. Najmniejszym i jednocześnie najwyższym zbiornikiem kaskady jest Zbiornik Irkucki, tworzący niejako „angarską” odnogę jeziora Bajkał, przez którą następuje odpływ jego wód. Zbiornik Irkucki posiada powierzchnię 154 km<sup>2</sup> i pojemność 2,1 km<sup>3</sup>. Jego głębokość maksymalna wynosi 35 m, a długość linii

brzegowej 276 km. Wymienione wartości są nieporównywalnie mniejsze od charakteryzujących parametry pozostałych dwóch zbiorników kaskady (tab. 2).

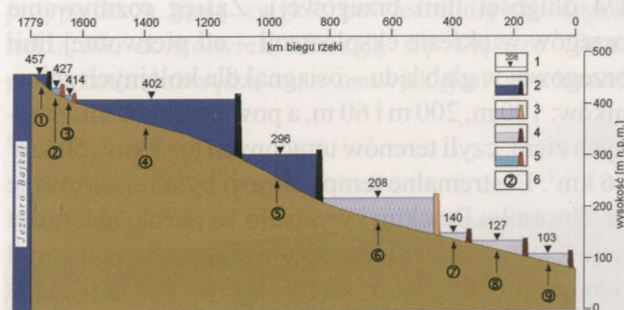
Tab. 2. Charakterystyka zbiorników wodnych kaskady Angary według G. I. Owczinnikowa (1996).

Parametr	Zbiornik wodny		
	Irkucki	Bracki	Ust'Ilimski
Powierzchnia [km <sup>2</sup> ]	154	5470	1833
Objętość [km <sup>3</sup> ]	2,1	169,7	62,7
Szerokość maksymalna [km]	7	25	12
Głębokość maksymalna [m]	35	150	94
Wahania stanów wody [m]	4,5	10,0	4,0
Długość linii brzegowej [km]	276	6030	2500

Kaskadę Angary, łącznie z podpiętrżonym przez zaporę w Irkucku jeziorem Bajkał, można określić mianem największego kaskadowego systemu wodnego na świecie. Samo jezioro Bajkał o powierzchni 31,47 tys. km<sup>2</sup> i głębokości maksymalnej 1637 m wypełnia przecież aż 23 tys. km<sup>3</sup> wody, co czyni je największym na kuli ziemskiej zbiornikiem wody słodkiej.

Zbiorniki Irkucki, Bracki i Ust'Ilimski – a wkrótce również Boguczański – są akwenami wielofunkcyjnymi. Niezależnie od spełnianych przez akweny funkcji hydroenergetycznych, retencja zbiorników jest wykorzystywana do ochrony przeciwpowodziowej, służy zaopatrzeniu w wodę, a ponadto przyczynia się do kształtowania warunków żeglugi śródlądowej i turystyczno-rekreacyjnej aktywizacji strefy wybrzeża.

Dominującym kierunkiem eksploatacji zbiorników angarskiej kaskady jest produkcja energii elektrycznej. W obrębie zapór każdego kolejnego zbiornika



Ryc. 2. Schematyczny profil podłużny kaskady Angary: 1 – poziom piętrzenia wód w zbiornikach (m n.p.m.), 2 – zbiorniki istniejące, 3 – zbiorniki w budowie, 4 – zbiorniki planowane do realizacji, 5 – zbiorniki nierealizowane (projekty czasowo zawieszono lub zarzucono), 6 – kolejne zbiorniki kaskadowej zabudowy Angary (1 – Irkucki, 2 – Suchowski, 3 – Telmiński, 4 – Bracki, 5 – Ust'Ilimski, 6 – Boguczański, 7 – Dolnoboguczański, 8 – Motygiński, 9 – Strelkowski).

wybudowano hydroelektrownie o dużych mocach: 662 MW w Irkucku, 4515 MW w Bracku i 3840 MW w Ust-Ilimsku, a średnia roczna wielkość produkowanej przez nie energii elektrycznej wynosi odpowiednio: 4,1 TWh, 22,6 TWh, 21,7 TWh. Łącznie

jest to około 4,8% ogółu energii elektrycznej wytwarzanej w Rosji (i odpowiada ok. 30% całkowitej ilości energii elektrycznej wytworzonej w Polsce w 2007 roku). Uruchomienie hydroelektrowni o mocy 3000 MW nad Zbiornikiem Boguczańskim zwiększy możliwości produkcyjne energii elektrycznej o planowane 17,6 TWh.

Największe na świecie możliwości retencyjne zbiorników kaskady sprzyjają tzw. wyrównaniu przepływów Angary. Jest to następstwem retencjonowania



Ryc. 3. Zniszczone żelbetowe umocnienia brzegów Zbiornika Irkuckiego. Fot. M. Rzętała.

w zbiornikach wody w okresie zimowo-wiosennym i jej użytkowania w czasie letnio-jesiennego niedoboru. Takie gospodarowanie wodą zbiorników zapewni ochronę przed powodzią i ochronę przed suszą płaskodennej doliny Angary, a zwłaszcza rozległych nizin w jej biegu dolnym.

Transportowe znaczenie jezior antropogenicznych na Angarze jest pochodną transportowego znaczenia tej rzeki w okresie sprzed utworzenia zbiorników. Powstanie akwenów teoretycznie poprawiło warunki żeglugi przyczyniając się do zwiększenia dostępności komunikacyjnej wielu wsi, osiedli i miast. Z drugiej strony, wiele lokalnych przepraw rzecznych – w warunkach istnienia zbiorników – zostało zlikwidowanych, o ile nie zastąpiono ich komunikacją odbywającą się na większym dystansie.

Turystyczno-rekreacyjne znaczenie zbiorników sprowadza się do kształtowania przestrzeni w strefie ich wybrzeży oraz wykorzystania retencji i powierzchni wodnej. Na wybrzeżach obserwuje się dynamiczną rozbudowę ośrodków wypoczynkowych i daczy, tworzenie pól biwakowych, nieformalnych obozowisk i wielu

innych obiektów bazy turystyczno-rekreacyjnej. Same akweny wykorzystuje się na potrzeby rejsów wycieczkowych, żeglarstwa, sportów motorowodnych, wędkarstwa i zwykle nieformalnego rekreacyjnego odłowu ryb. Działaniom tym towarzyszy przemysłowa eksploatacja zasobów wód stojących, np. przemysłowy odłów ryb, pobór wody do celów komunalnych i przemysłowych oraz nawodnień w rolnictwie (w Bajkale odławia się w celach spożywczych i handlowych endemiczny gatunek ryby nazywanej omulem, a z głębokości nawet kilkuset metrów pobiera się wodę dystrybuowaną następnie w formie butelkowanej). Niestety, częste są również przypadki, że omawiane akweny są odbiornikami ścieków bytowych, przemysłowych i komunalnych.



Ryc. 4. Abrazyjne zniszczenia użytków leśnych nad Zbiornikiem Brackim. Fot. M. Rzętała.

### Skutki spiętrzenia wód

Spiętrzenie wód Angary spowodowało zatopienie dna doliny i wzniesienie horyzontu powierzchni wodnej na jej zbocza. Utworzona została tym samym nowa strefa kontaktu wód i lądu, w obrębie której uaktywnione zostały procesy charakterystyczne dla środowisk litoralnych, czyli brzegów jezior lub mórz. W Zbiorniku Ust'Ilimskim powierzchnia wodna znalazła się na rzędnej około 295 m n.p.m., w Zbiorniku Brackim 402 m n.p.m., natomiast

w Zbiorniku Irkuckim 457 m n.p.m. W związku ze wzniesieniem zwierciadła wód Bajkału na wysokość 456 m n.p.m., napełnienie Zbiornika Irkuckiego spowodowało podpiętrzenie wód jeziora średnio o kilkadziesiąt centymetrów. Wzrost poziomu wody w Bajkale zaobserwowano na całej długości linii brzegowej, choć najwyraźniej zaznaczył się w południowej części jeziora. Powstanie lub podwyższenie tafli wód stojących przyniosło z sobą szereg konsekwencji w środowisku Przyangarza i wybrzeży Bajkału, nierzadko determinujących możliwości gospodarowania człowieka. Istotnym jest przy tym fakt oddziaływania środowiskowego wód na zmiennych horyzontach, gdyż w wyniku prowadzonej gospodarki wodnej w zbiornikach, wahania poziomu wód wynoszą: 4,5 m w Zbiorniku Irkuckim oraz 10 m w Zbiorniku Brackim i 4 m w Zbiorniku Ust'Ilimskim.

### Abrazja brzegów

Procesy abrazyjne – ze względu na zagospodarowanie terenów im podlegających – są dużym problemem strefy litoralnej Bajkału i kaskady angarskich zbiorników wodnych (ryc. 3, 4). Sprowadzają się one do niszczenia (kruszenia i rozmywania) brzegów wskutek uderzania fal. Za brzegi abrazyjne uznaje się odcinki, na których w dłuższym czasie ubywa osadów. Długość takich brzegów w obrębie akwenów kaskady Angary wynosi: 134 km na Zbiorniku Irkuckim (blisko połowa długości linii brzegowej), 2100 km na Zbiorniku Brackim (ponad 1/3 długości linii brzegowej) oraz 600 km na Zbiorniku Ust'Ilimskim (około 1/4 długości linii brzegowej). Zasięg rozmywania brzegów w okresie eksploatacji – od pierwotnej linii brzegowej w głąb lądu – osiągnął dla kolejnych zbiorników: 100 m, 200 m i 60 m, a powierzchnia zniszczonych ziem, czyli terenów utraconych to: 3 km<sup>2</sup>, 50 km<sup>2</sup> i 6 km<sup>2</sup>. Ekstremalne tempo abrazyj było rejestrowane na Zbiorniku Brackim i wynosiło 18 m/rok, natomiast największy rozmiar lokalnego cofnięcia brzegu został odnotowany na Zbiorniku Irkuckim – 500 m w ciągu prawie półwiecznego okresu eksploatacji. Procesom abrazyj w obrębie omawianych akwenów sprzyja udział w budowie wybrzeży podatnych na niszczenie utworów paleozoicznych i mezozoicznych przy jednoczesnym dużym nachyleniu brzegów Bajkału oraz zboczy dolin i płaskowyżów górnego Przyangarza, a także falowanie sięgające wysokości 5 m na Bajkale, 1,5 m na Zbiorniku Irkuckim i nawet 3,5 m na Zbiornikach Brackim i Ust'Ilimskim.

Rozmywane w procesie abrazyj osady tworzą przybrzeżną platformę abrazyjną. Mogą one być transportowane w głąb masy akwenu, ale także przemieszczać

się w strefie brzegowej. Efektem ich akumulacji brzegowej są różne formy, takie jak: wały brzegowe, kosy, mierzeje.



Ryc. 5. Osuwisko na wybrzeżu Zbiornika Brackiego. Fot. V. Khak.

### Aktywizacja procesów osuwiskowych i erozyjnych

W strefie wybrzeży Bajkału oraz zbiorników kaskady Angary stwierdzono nasilenie procesów osuwiskowych (ryc. 5) i erozyjnych (ryc. 6) w stosunku do okresu poprzedzającego spiętrzenie. Przyczyn wzmocnienia aktywności osuwiskowej należy upatrywać w abrazyjnym podcinaniu brzegów sprzyjającym zsuwaniu materiału sponad skarp, ale też w podwyższeniu poziomu wód podziemnych, które powoduje namakanie wyższych (bliższych powierzchni terenu) partii materiału skalnego w profilu geologiczno-glebowym. Namakanie materiału czyni go cięższym i podatniejszym na zsuwanie, a także sprzyja tworzeniu powierzchni poślizgu. Osuwiska w jednostkowych przypadkach mają zwykle powierzchnię dziesiątek hektarów, aczkolwiek zdarzają się większe. Tempo cofania krawędzi nisz osuwisk jest powiązane



Ryc. 6. Aktywizacja procesów erozyjnych na wybrzeżu Zbiornika Brackiego. Fot. V. Khak.

z okresami wysokiego piętrzenia wody w akwenach i wynosi nawet kilka metrów na rok. Cofnięcie nisz pojedynczych osuwisk, mierzone od momentu ich

powstania do chwili obecnej, sięga nawet 100 metrów. Procesami osuwiskowymi są objęte obok nieużytków również tereny leśne, grunty rolne, obszary osadnicze, obiekty komunalne itp.

Spiętrzenie wód sprzyja działaniu wspomnianych procesów erozyjnych, czyli bruzdowemu żłobieniu powierzchni ziemi, a na omawianym terenie stref brzegowych akwenów. Wpływa na to zwiększenie nachylenia stoków poddanych abrazji, które są rozcinane przez spływające wody opadowe lub wody bezpośrednich, drobnych dopływów. Powstające żłobki szybko ulegają poszerzaniu, a w krajobrazie powstają liczne bruzdy, rynny i wąwozy, lokalnie czyniące strefę brzegową niezdatną do zagospodarowania.



Ryc. 7. Zapadlisko sufozcyjno-krasowe na wybrzeżu Zbiornika Brackiego. Fot. M. Rzętała.

### Intensyfikacja sufozji i krasowienia

Podwyższenie i wahania poziomu wód podziemnych, będące konsekwencją napełnienia i eksploatacji zbiorników kaskady Angary, spowodowały w strefie litoralnej i otoczeniu akwenów uaktywnienie procesów sufozcyjnych i krasowych (ryc. 7). Oba procesy polegają na wymywaniu materiału skalnego przez migrujące wody podziemne, przy czym sufozję wyróżnia mechaniczne przemieszczanie ziarn, a w przypadku krasowienia minerały są rozpuszczane i przechodzą do roztworu. Sufozja i krasowienie powodują zatem ubytek mas skalnych pod powierzchnią ziemi. Konsekwencje tych procesów na omawianym terenie uwiadcniają się między innymi w postaci lejów, zapadlisk, tzw. suchodołów, jeziorzek krasowych i sufozcyjnych, a nawet jaskiń. Formy te urozmaicają powierzchnię terenu wspólnie z podobnymi formami z okresu przedzbiornikowego, przy czym wyraźna strefa aktywizacji sufozji i krasowienia rozciąga się w pasie o szerokości 1 km od linii brzegowej – nasilenie występowania form jest widoczne na obszarze do 6 km od linii brzegowej.

## Rozwój procesów eolicznych

Procesy eoliczne (działalność wiatru) na omawianym obszarze związane są przede wszystkim ze strefą brzegową Bajkału i Zbiornika Brackiego. Źródłem materiału dla współczesnych procesów eolicznych nad Bajkałem są stare terasy bajkalskie, a nad Zbiornikiem Brackim nowo powstałe płaskie, plażowe brzegi, zbudowane z osadów piaszczystych. Wybrzeża tak dużych akwenów są poddane intensywnej działalności wiatru, łatwo nabierającego prędkości nad rozległą powierzchnią wodną. W przypadku gospodarki zbiornikowej procesom eolicznym sprzyja też niski poziom piętrzenia wód ze względu na odsłanianie pasy plażowe. Na Zbiorniku Brackim szerokość plaż może dochodzić w takich warunkach do 350 metrów. Zwłaszcza wtedy materiał piaszczysty jest wywiewany z plaży, a jego akumulacja następuje poza strefą brzegową, zwykle przy współdziałaniu roślinności. Tworzące się nad Zbiornikiem Brackim wydmy osiągają ponad metr wysokości i lokalnie pokrywają powierzchnie rzędu kilkunastu tysięcy m<sup>2</sup> (ryc. 8).



Ryc. 8. Formy akumulacji eolicznej na wybrzeżu Zbiornika Brackiego. Fot. V. Khak.

Działalność eoliczna nad Bajkałem zachodzi na znacznie większą skalę ze względu na obfitość luźnego materiału tworzonego w ciągu historii geologicznej jeziora. Głównie jest to materiał akumulacji rzeczno-jeziornej ze środkowego plejstocenu oraz współczesne osady jeziorne. Na niektórych obszarach materiał jest intensywnie wywiewany – pozostają tam tylko większe okruchy o średnicy do kilku centymetrów. Na innych spotyka się wędrujące wydmy typu barchan, a także rozległe kompleksy piaszczyste z charakterystycznymi „kroczącymi” drzewami o odsłoniętych przez wiatr korzeniach. Podpiętrzenie wód Bajkału ograniczyło rozwój procesów eolicznych ze względu na zatopienie znacznych powierzchni oraz zwiększenie zawilgocenia nadwodnych piasków. W strefie tej rzadkością stały się charakterystyczne dla wybrzeży Bajkału tzw. „śpiewające piaski”.

Zjawisko to polega na drganiu drobnych ziaren piasku pod wpływem wiatru i wydawaniu dźwięków o określonej częstotliwości.



Ryc. 9. Rozwój roślinności wodnej w warunkach podpiętrzenia wód Bajkału. Fot. M. Rzętała.

## Splywanie oraz tworzenie torfowisk i mokradeł

Napełnianie mis zbiorników kaskady Angary spowodowało zatopienie lub podtopienie (wskutek podwyższenia poziomu wód podziemnych) występujących na tym obszarze ekosystemów bagiennych. W efekcie następowały spływy przesyconych wodą pakietów osadów organicznych (w tym pakietów torfu) do toni wodnej zbiorników. Procesy te dotyczyły także wybrzeży Bajkału. Obecnie są obserwowane rzadko – jedynie w okresach dużych podpiętrzeń wody, bliskich maksymalnym poziomom piętrzenia. Przeciwnieństwem likwidacji torfowisk i mokradeł położonych w niższych partiach terenu było tworzenie nowych ekosystemów tego typu na wyższym horyzoncie, gdyż podtopieniu uległy obszary wcześniej umiarkowanie uwilgotnione, co zainicjowało procesy bagienne, w tym torfotwórcze (ryc. 9). Warto nadmienić, że spływy osadów organicznych do zbiorników kaskady Angary już w początkowym okresie ich funkcjonowania przyczyniały się do wzbogacania pokarmowego wód. Wzrost żyzności wód zbiorników jest rejestrowany do chwili obecnej, co wynika ze znacznie mniejszych możliwości samooczyszczania i jednocześnie większych skłonności do produkcji biologicznej środowiska wód stojących w odniesieniu do dawnego ustroju rzeczno-jeziornego. Wyrazem tego są: wzrost stężenia substancji biogennej, deficyty tlenu, rozwój fitoplanktonu i inne.

## Uwagi końcowe

Procesy środowiskowe działające w efekcie spiętrzenia wód Angary i Bajkału powodują wiele szkód gospodarczych, między innymi w: osadnictwie

(np. zniszczenia infrastruktury), rolnictwie (np. utrata użytków rolnych), leśnictwie (np. degradacja gruntów leśnych), żegludze śródlądowej (np. zamulanie szlaków żeglownych i basenów portowych), sferze usług komunalnych (np. zniszczenia ujęć wody). Jednocześnie są jednak wyrazem reakcji przyrody na proces antropogenizacji środowiska. Skalę zmian środowiskowych wywołanych utworzeniem kaskady Angary należy postrzegać ponadregionalnie nie tylko w kontekście wielkości akwenów (zaliczanych do największych na kuli ziemskiej), ale też ze względu na tożsamość procesów z występującymi na obiektach mniejszej rangi.

Analiza procesów związanych z piętrzeniem wód jest szczególnie istotna dla identyfikacji negatywnych (zwykle niezamierzonych) skutków tworzenia zbiorników wodnych, takich jak: występowanie podtopień,

pogarszanie jakości wód, abrazja, zamulanie itd. Znajomość istoty i skali zmian środowiskowych w otoczeniu zbiorników wodnych pozwala na ograniczenie niekontrolowanej żywołowości w zagospodarowywaniu wybrzeży, a także podejmowanie działań zapobiegających lub ograniczających niekorzystne oddziaływanie zbiorników. W odniesieniu do zbiorników zaporowych, już w fazie zamierzeń ich budowy potrzebne są wielowariantowe i interdyscyplinarne oceny oddziaływania na środowisko, uwzględniające doniesienia na temat skutków piętrzenia wód na całym świecie.

*Artykuł przygotowano w ramach realizacji projektu międzynarodowego niewspółfinansowanego pt. „Konsekwencje piętrzenia wody rzek, jezior i zbiorników wodnych..”*

Dr Andrzej Jaguś, Akademia Techniczno-Humanistyczna w Bielsku-Białej, Instytut Ochrony i Inżynierii Środowiska; e-mail: ajagus@ath.bielsko.pl

Dr Victoria Khak, Dr Elena Kozyreva, Instytut Skorupy Ziemskiej, Syberyjski Oddział Rosyjskiej Akademii Nauk, Zakład Geologii Inżynierskiej i Geologii, Irkuck, Rosja; e-mail: khak@crust.irk.ru

Dr Martyna Rzętała, Prof. dr hab. Tadeusz Szczypek, Uniwersytet Śląski, Wydział Nauk o Ziemi, Katedra Geografii Fizycznej, Zakład Geografii Fizycznej Ogólnej, Sosnowiec

Dr hab. Mariusz Rzętała, Uniwersytet Śląski, Wydział Nauk o Ziemi, Katedra Geografii Fizycznej, Zakład Hydrologii i Gospodarki Wodnej Obszarów Urbanizowanych, Sosnowiec; e-mail: mrz@wnoz.us.edu.pl

## REKULTYWACJA KRAKOWSKICH ZAKŁADÓW SODOWYCH SOLVAY – SUKCES CZY PORAŻKA?

*Mateusz Okrutniak (Kraków)*

Od niepamiętnych czasów przekształcamy środowisko na własne potrzeby. Początkowe destrukcyjne działania ograniczające się do wypalania łąk i lasów na potrzeby upraw zamieniło się w wyrafinowane techniki zmierzające do eksploatacji zasobów przyrody. O ile te pierwsze pozwalały na względnie szybką rewitalizację ekosystemu, o tyle kolejne, mimo upływu lat, pozostawiły niejednokrotnie nie zablizniające się rany na powierzchni Ziemi. Towarzyszący nam nieustannie rozwój myśli naukowo-technicznej powoduje szybkie zmiany we wszystkich aspektach naszego życia, sprawiając, że egzystencja staje się nie tylko łatwiejsza i wygodniejsza, ale pełna poważnych zagrożeń dla środowiska naturalnego, jak i dla nas samych. Wielkość emisji zanieczyszczeń do powietrza, gleby i wód, eksploatacja złóż naturalnych czy wreszcie składowanie odpadów na powierzchni ziemi przybrały w ostatnim stuleciu niespotykane dotąd rozmiary.

W tym roku mijają dwadzieścia trzy lata od przyjęcia przez Zgromadzenie Ogólne Narodów Zjednoczonych raportu specjalnej niezależnej Komisji ds. Środowiska i Rozwoju – „Nasza Wspólna Przyszłość”, w którym po raz pierwszy precyzyjnie przedstawiono zasady nowej polityki harmonijnego, zrównoważonego rozwoju. Komisja głosiła optymistycznie: „Ludzkość potrafi sprawić, że rozwój stanie się zrównoważony, aby zapewnić zaspokojenie potrzeb ludzkości bez uszczerbku dla przyszłych pokoleń”.

Czy rzeczywiście potrafimy realizować w taki sposób nasze cele? Niewątpliwie możemy zauważyć wzrost świadomości ekologicznej wśród społeczeństwa i działania zmierzające do przywrócenia stanu pierwotnego zdegradowanych obszarów.

Jednym z przykładów powyższego działania jest teren osadników po byłych Krakowskich Zakładach Sodowych. Zlokalizowany w pld.-zach. części Krakowa