

# Przekształcenia krajobrazu w warunkach budowy elektrowni wodnej na przykładzie Zbiornika Boguczańskiego na rzece Angarze

## Landscape transformation during hydroelectric power plant building: a study of Boguchany Reservoir in Angara River

Andrzej Jaguś<sup>1</sup>, Martyna A. Rzętała<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Akademia Techniczno-Humanistyczna, Instytut Ochrony i Inżynierii Środowiska  
ul. Willowa 2, 43-309 Bielsko-Biała, e-mail: ajagus@ath.bielsko.pl

<sup>2</sup>Uniwersytet Śląski, Wydział Nauk o Ziemi, ul. Będzińska 60, 41-200 Sosnowiec  
e-mail: martynarzetala@onet.eu

---

**Abstract:** The paper covers changes in the landscape (geographical environment) caused by the erection of the Boguchany dam (and the Boguchany Reservoir), the fourth in the Angara River cascade. Investment plans related to the construction of the reservoir assumed that its primary function would be the production of electricity in a hydroelectric power plant integrated with the dam. The reservoir, on which filling operations started in 2012, is intended to occupy the entire 375 km of valley. The full length will be reached when the water level is achieved at 208 m a.s.l. The reservoir will have a surface area of 2326 km<sup>2</sup>, a shoreline length of 2430 km and a width ranging from 1.2 to 15 km. As a result of the Boguchany Reservoir investment process, hydrotechnical, transport and transmission infrastructure has emerged in the Angara River valley. Within the flooded area, natural (e.g. riparian shrubs and forest communities) and cultural (rural and agricultural) landscapes have been replaced by that of a lake district. Devastated landscape was also temporarily present. In the next stage, the reservoir will be assimilated in by the environment; this process will be affected by human activity in the coastal zone.

**Słowa kluczowe:** Angara, Zbiornik Boguczański, hydroelektrownia, zatapanie doliny, zmiany krajobrazu

**Key words:** Angara River, Boguchany Reservoir, hydroelectric power plant, valley flooding, landscape changes

## Wprowadzenie

Budowa hydroelektrowni wiąże się z przegrodzeniem doliny rzecznej tamą i w konsekwencji spiętrzeniem wody w zbiorniku zaporowym. Jest to długi proces inwestycyjny, który na każdym etapie realizacji wywołuje bardzo istotne zmiany w środowisku geograficznym (Kasza 2009). Zmiany te dotyczą zarówno naturalnych procesów przyrodniczych (Berkamp et al. 2000, Friedl, Wüest 2002),

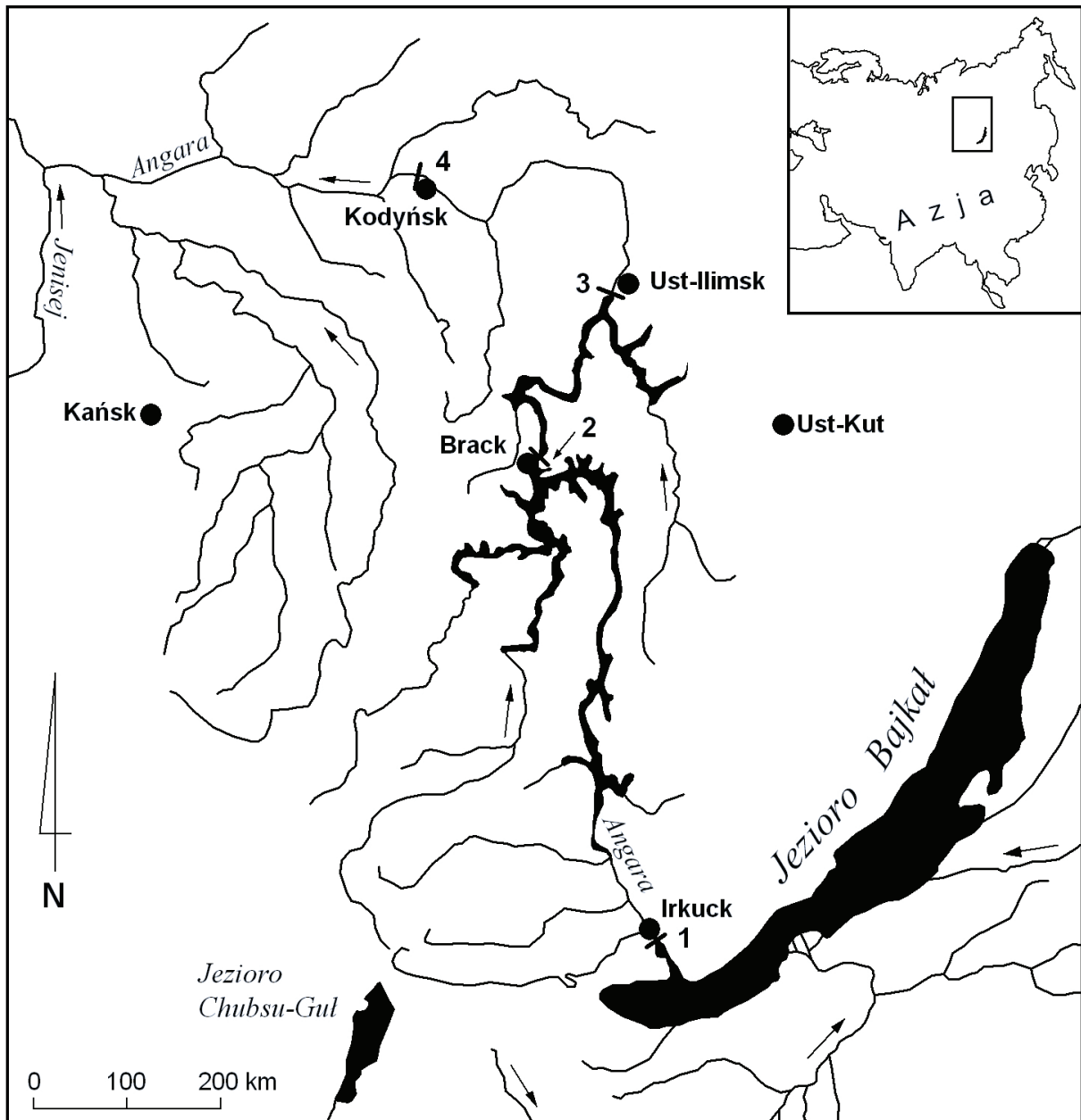
jak i warunków działalności bytowo-gospodarczej człowieka (Jackowski 1984, Jaguś et al. 2004). Jest to efektem szeregu działań typowo inwestycyjnych (np. budowa zapory, hydroelektrowni) oraz towarzyszących (np. likwidacja jednostek osadniczych, wylesienie obszaru, degradacja użytków rolnych, spiętrzenie wody w dolinie). Osobnym problemem jest reakcja przyrody na wprowadzenie do krajobrazu nowego elementu, jakim jest zbiornik wodny. Jego asymilacja w środowisku skutkuje działalnością procesów nie występujących wcześniej w dolinie. Należą do nich na przykład sukcesja zbiorowisk wodno-błotnych lub procesy brzegowe (początkowo głównie abrazyjne), których efektem jest pojawienie się w krajobrazie między innymi klifów nadbrzeżnych bądź plaż. Wszystko to składa się na skomplikowany proces ewolucji krajobrazu, w którym zmianom podlega każdy komponent środowiska geograficznego (Rzętała 2008).

W niniejszym artykule przedstawiono niektóre zmiany w krajobrazie doliny rzeki Angary (wypływającej z jeziora Bajkał), spowodowane kilkudziesięcioletnim procesem inwestycyjnym zmierzającym do utworzenia Zbiornika Boguczańskiego z zaporą w miejscowości Kodyńsk (ryc. 1). Proces ten dobiega końca, gdyż zbiornik jest obecnie napełniany, co pozwala na sukcesywne uruchamianie kolejnych turbin prądotwórczych. Od samego początku inwestycji, produkcję energii elektrycznej traktowano jako podstawową funkcję przyszłego zbiornika. Zadanie to z powodzeniem spełniają już 3 zbiorniki utworzone wcześniej na Angarze – Irkucki od 1962 r., Bracki od 1967 r. oraz Ust-Ilimski od roku 1977 (ryc. 1). Zbiorniki Bracki, Ust-Ilimski oraz wkrótce Boguczański należą do największych zbiorników zaporowych na świecie, tworząc wspólnie ze Zbiornikiem Irkuckim największy na kuli ziemskiej system kaskady rzecznej (Jaguś et al. 2012).

Z uwagi na wielkość zapory i powstającego Zbiornika Boguczańskiego, przekształcenia krajobrazu w tej części doliny Angary mają wymiar wielkoskalowy, niespotykany w warunkach polskich. Z tego względu właśnie ten obszar poddano badaniom, aby rozpoznać i udokumentować zachodzące w przeszłości oraz współcześnie zmiany krajobrazowe, towarzyszące tak dużej inwestycji. Jednocześnie doświadczenia płynące z dotychczasowego użytkowania pozostałych zbiorników kaskady Angary, pozwalają na uzupełnienie rozważań o opinie o charakterze prognostycznym.

## Metody

Prace badawcze polegały głównie na analizie dostępnych materiałów kartograficznych obejmujących dolinę środkowej i dolnej Angary, zwłaszcza na odcinku przeznaczonym do zatopienia. Projekty techniczne hydroelektrowni oraz Zbiornika Boguczańskiego zakładają spiętrzenie wody do rzędnej 208 m n.p.m. i w miarę możliwości utrzymywanie tego poziomu, określonego jako normalny poziom piętrzenia. Dlatego też na mapie topograficznej wyznaczono przyszły zasięg linii brzegowej zbiornika, zgodny z poziomą 208 m n.p.m. Pozwoliło to na studia kartometryczne przestrzeni, jaka zostanie zajęta przez zbiornik. Analizom poddano także dostępne mapy tematyczne: hydrograficzne, hydrogeologiczne i geologiczne. Wiele informacji na temat procesu inwestycyjnego omawianego obiektu uzyskano z doniesień medialnych publikowanych przez administratora zbiornika, którym jest rosyjski koncern energetyczny RusHydro. Studia literatury regionalnej (w języku rosyjskim lub angielskim) były ograniczone ze względu na niewielką ilość opracowań dotyczących przedmiotowego obszaru oraz ich małą dostępność.



Ryc. 1. Lokalizacja kaskady Angary: 1 – zapora Zbiornika Irkuckiego, 2 – zapora Zbiornika Brackiego, 3 – zapora Zbiornika Ust-Ilimskiego, 4 – zapora Zbiornika Boguczańskiego

Fig. 1. Location of Angara River dam cascade: 1 – Irkutsk dam, 2 – Bratsk dam, 3 – Ust-Ilimsk dam, 4 – Boguchany dam

## Wyniki oceny zmian w strukturze krajobrazu

Poszukiwania miejsca pod budowę zapory (i hydroelektrowni) Zbiornika Boguczańskiego rozpoczęły się już w 1965 r. Początkowo optowano za lokalizacją w pobliżu miasta Boguczany (stąd pozostała nazwa zbiornika), lecz w 1971 r., po rozważeniu wszystkich możliwości, zdecydowano przegrodzić dolinę około 100 km w górę rzeki od Boguczany, w pobliżu miejscowości Kodyńskaja Zaimka. W 1977 r. w rejonie tym rozpoczęto budowę nowego miasta – Kodyńsk, przeznaczonego początkowo dla budowniczych zapory. Techniczny projekt zapory i zbiornika został zatwierdzony rozporządzeniem

Rady Ministrów nr 2699 w dniu 7 grudnia 1979 r. Budowa rozpoczęła się 18 czerwca 1980 r. Zapora została usytuowana w 445 kilometrze biegu Angary (1334 km od jej wypływu z jeziora Bajkał).

Wskutek szeroko zakrojonych prac geomechanicznych krajobraz części doliny uległ okresowej dewastacji (materiał budowlany pozyskiwano głównie z terenów przeznaczonych pod zalew). Wraz z upływem lat zaczęła dominować w nim budowla hydrotechniczna (tama) o imponujących rozmiarach, z obiektami towarzyszącymi. Ukończona zapora boguczańska posiada długość 2690 m i maksymalną wysokość 96 m. Składa się ona z dwóch części: betonowej (z integralną hydroelektrownią) i ziemnej. Do lewego brzegu rzeki przylega część betonowa – jej wysokość wynosi 96 m, a korona o długości 828,7 m osiąga rzędną 214 m n.p.m. Kubatura betonowej części zapory wynosi około 2,5 mln m<sup>3</sup>. Od prawego brzegu rzeki wznosi się ziemna część zapory. Jest to wał ziemny z gliniastym rdzeniem i narzutem kamiennym, wzmocniony warstwami asfaltowo-betonowymi. Ta część zapory posiada wysokość 77 m, a kubaturę około 5 mln m<sup>3</sup>. Szerokość podstawy wynosi 214,9 m, a szerokość korony 20 m. Korona o długości 1861,3 m wznosi się do rzędnej 212 m n.p.m.

Równoległe z budową zapory i hydroelektrowni prowadzono prace przygotowujące teren doliny do zatopienia. Wiązało się to przede wszystkim z koniecznością zlikwidowania kilkudziesięciu miejscowości zlokalizowanych w bezpośrednim sąsiedztwie rzeki (ważniejsze zaznaczono na ryc. 2). Zamieszkane były także niektóre wyspy na rzece – zlikwidowano istniejące tam osiedla. Infrastruktura komunalno-bytowa nie została jednak „przeniesiona” na tereny położone powyżej przewidywanej linii brzegowej zbiornika, tak jak to miało miejsce np. w sytuacji budowy zapory czorsztyńskiej (Jaguś, Rzętała 2004). Przesiedlenia znad Angary objęły łącznie około 12 tys. osób. Część z nich otrzymała nowe mieszkania w mieście Kodyńsk, część wyjechała w południowe rejony okręgu Krasnojarskiego i do republiki Chakasja. Około 1700 osób przeniosło się do Ust-Ilimska, Bracka, a nawet w rejon Irkucka. Wraz z opuszczeniem przez ludność obszaru przeznaczonego do zalania zaczęły zanikać krajobrazy kulturowe związane z dotychczasową ekstensywną gospodarką rolną. Tereny rolnicze (pola orne, łąki i pastwiska) o łącznej powierzchni około 300 km<sup>2</sup> z czasem stały się nieużytkami, podlegając niekontrolowanym procesom sukcesyjnym. Zmienił się także zasięg występowania zbiorowisk leśnych. W ramach oczyszczania terenu, już w latach 80. XX wieku wykarczowano 1131 km<sup>2</sup> lasów. Z misy przyszłego zbiornika nie usunięto jednak całej szaty leśnej – zatopieniu ulegnie co najmniej 400 km<sup>2</sup> obszarów leśnych, zadrzewień i zakrzewień. Opinie na temat ewentualnego wpływu pozostawionej roślinności na ekosystemy wodne zbiornika są zróżnicowane.

Omawiany proces inwestycyjny spowodował szereg zmian krajobrazowych, również na terenach poza zasięgiem przyszłego zbiornika. Wynika to z realizacji założeń planistycznych, w których podstawową funkcją zbiornika ma być produkcja energii elektrycznej w hydroelektrowni zintegrowanej z zapora, co pozwoli na rozwój infrastrukturalny, a co za tym idzie społeczno-gospodarczy całego regionu dolnej Angary. Szczególny postęp infrastrukturalny dotyczy energetyki i komunikacji. Powstały już dwie linie energetyczne (z podstacjami przesyłu energii):

- Zapora Boguczańska – Priangarskaja – Razdolińskaja (długość 301 km),
- Zapora Boguczańska – Angara – Kamala (długość ponad 500 km).

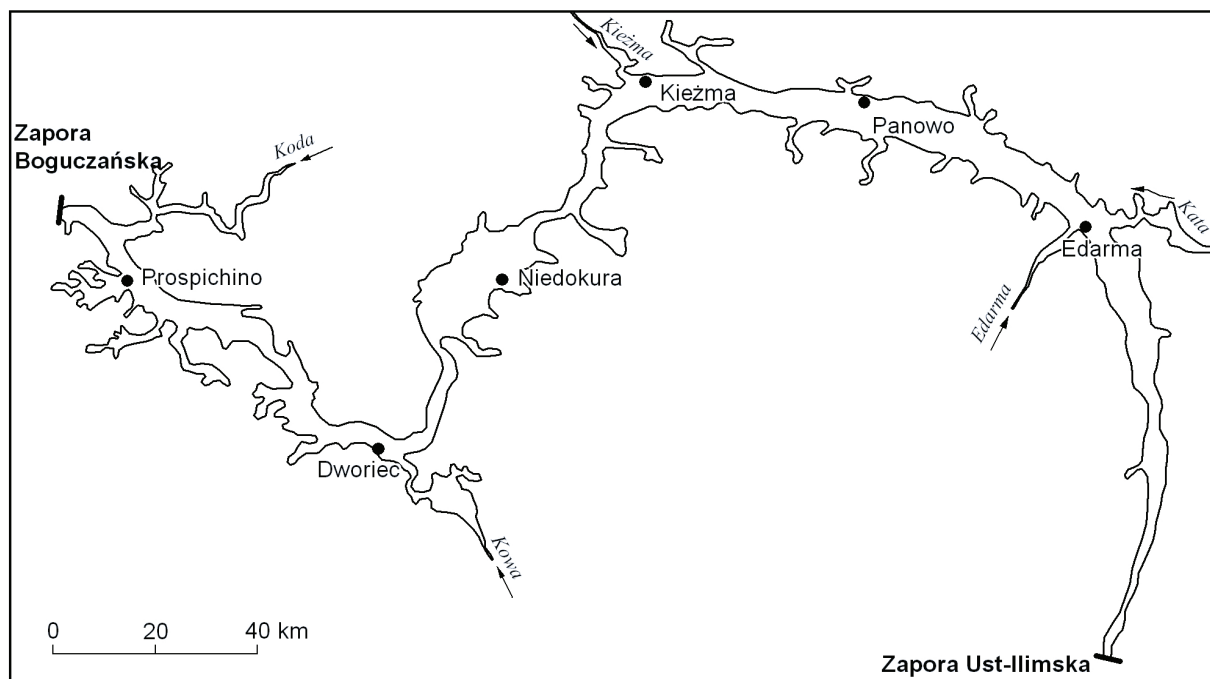
W końcu 2013 roku planuje się rozpoczęcie budowy trzeciej linii: Zapora Boguczańska – Oziernaja o długości 330 km. W sferze komunikacyjnej, obok budowy wielu dróg, największą inwestycją jest budowa pierwszego w okręgu Krasnojarskim mostu przez Angarę. Został on zlokalizowany w odległości 130 km (mierząc wzdłuż rzeki) poniżej zapory. Most został otwarty dla ruchu w listopadzie 2011 r. Jego długość wynosi 1608 m, a szerokość 10 m. Inwestycje energetyczne i rozbudowa infrastruktury komunikacyjnej niewątpliwie wpłyną na rozwój urbanizacyjny i przemysłowy wielu miejscowości.

Napełnianie Zbiornika Boguczańskiego rozpoczęło się w maju 2012 r. i zakończy, gdy rzędna powierzchni wodnej osiągnie 208 m n.p.m., co powinno nastąpić najpóźniej w 2014 r. Napełniony zbiornik zajmie dolinę Angary na długości 375 km i będzie sięgał aż do zapory Zbiornika Ust-Ilimskiego

(ryc. 2).

Śpiętrzenie tej części Angary spowoduje powstanie w krajobrazie tafli wodnej zajmującej 2326 km<sup>2</sup>, której szerokość ograniczona zboczami doliny wyniesie od 1,2 do 15 km. Zbiornik będzie wypełniał 58,2 km<sup>3</sup> wody przy średniej głębokości 25 m. W rejonie zapory wysokość słupa wody (od poziomu wody w zbiorniku do poziomu wody poniżej zapory) wyniesie 67 m. Tak wysokie spiętrzenie wody, jak zaznaczono wcześniej, ma służyć produkcji energii elektrycznej. Wraz z postępowaniem napełniania zbiornika uruchamiane są kolejne agregaty hydroelektrowni. Pierwsze dwa uruchomiono 15 października 2012 roku, trzeci 25 października, a czwarty 21 stycznia 2013 roku. Stało się to możliwe dzięki spiętrzeniu wody w zbiorniku do rzędnej 185 m n.p.m. Wszystkie 9 agregatów będzie mogło funkcjonować, gdy poziom wody osiągnie 208 m n.p.m. Praca 9 agregatów o łącznej mocy 3000 MW pozwoli na produkcję energii w ilości 17,6 TWh rocznie, co przełoży się dodatkowo na korzystny efekt środowiskowy w zakresie ochrony powietrza i klimatu. Administrator zbiornika ocenia, że już przy pracy 4 agregatów, hydroelektrownia zastępuje emisję CO<sub>2</sub> do atmosfery w ilości 11,2 mln ton rocznie.

Pod względem zmian środowiska przyrodniczego, proces napełniania zbiornika wpływa przede wszystkim na hydrograficzne komponenty krajobrazu. Przyrost powierzchni wodnej odbywa się kosztem zatopienia dna i dolnych partii zboczy doliny głównej, z licznymi strefami ujściowymi dopływów bocznych (ryc. 2), a także strefami źródłiskowymi, ekosystemami bagiennymi itp. Spiętrzenie wody w zbiorniku zdecyduje jednocześnie o zmianie reżimu hydrologicznego rzeki, jaki dotychczas funkcjonował poniżej zapory w Ust-Ilimsku, choć był on już – ze względu na celową gospodarkę wodną w wyższych zbiornikach kaskady – reżimem w znacznym stopniu regulowanym (Vyruchalkina 2004). Generalnie w zbiornikach kaskady Angary, co można założyć też dla Zbiornika Boguczańskiego, najniższe stany wody są utrzymywane w okresie zimowym. Od końca kwietnia lub początku maja jej poziom podnosi się i osiąga maksimum we wrześniu lub październiku (Ovchinnikov et al. 1999). Ze Zbiornika Ust-Ilimskiego w latach 1977-2008 odpływało średnio 3005 m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup> wody rocznie (Sinyukovich et al. 2011). Z kolei średni przepływ Angary w rejonie Kodyńska wynosił w ostatnich latach 3450



Ryc. 2. Zarys Zbiornika Boguczańskiego po napełnieniu – zasięg linii brzegowej przy normalnym poziomie piętrzenia wody (208 m n.p.m.) oraz zlikwidowane miejscowości

Fig. 2. Boguchany Reservoir after filling – shoreline at the normal water level (208 m a.s.l.) and liquidated villages

$\text{m}^3\text{s}^{-1}$  (informacje RusHydro). Należy dodać, że podczas napełniania zbiornika, odpływ Angary poniżej zapory boguczańskiej jest zmniejszony, co przekłada się na niski stan wody w rzece, obserwowany i dokumentowany między innymi przez mieszkańców Boguczan. W kontekście zachodzących zmian hydrologicznych należy wspomnieć, że utworzenie zbiornika spowoduje też zmiany poziomu zalegania zwierciadła wód podziemnych (jego podwyższenie), co wpłynie na ich większą dostępność gospodarczą, choć z drugiej strony przyczyni się też do powstawania podtopień (Shenkman 1979). Interesującym elementem kształtowania krajobrazu związanego ze zbiornikiem będą procesy zachodzące w nowopowstałej strefie kontaktu powierzchni wody i łądu. Linia brzegowa będzie posiadać długość 2430 km – 1069 km na brzegu prawym, 1206 km na brzegu lewym i 155 km w obrębie wysp śródzbiornikowych. Wzdłuż tej linii będą zachodzić procesy przyrodnicze (działające już w trakcie napełniania) formujące strefę brzegową. Najbardziej spektakularne będą procesy abrazji, obserwowane na wszystkich dotychczasowych zbiornikach kaskady Angary (Ovchinnikov et al. 2002). Procesy te spowodują cofanie linii brzegowej w głąb łądu. Badacze rosyjscy oceniają (Puliyewski et al. 1979), że cofaniu będzie podlegać linia brzegowa na długości 761 km. W ciągu 25 lat użytkowania zbiornika linia brzegowa na długości 382 km cofnie się co najmniej o 50 m. Największy rozmiar cofnięcia brzegu (ponad 150 m w ciągu 25 lat) jest spodziewany w rejonie dopływu rzeki Kieżma, co wynika z litologii brzegu, zbudowanego z luźnych osadów czwartorzędowych. Brzegi stosunkowo stabilne, nie podlegające rozmywaniu, będą rozciągały się na długości 1450 km, a brzegi intensywnie zarastające roślinnością na długości 211 km. Na długości 8 km spodziewana jest akumulacja (Puliyewski et al. 1979). W rejonie wybrzeży zbiornika zakłada się także występowanie innych procesów morfodynamicznych (erozja liniowa i wąwozowa, procesy krasowe, procesy eoliczne). Ich efekty są obserwowane w otoczeniu funkcjonujących już zbiorników na Angarze (Kozyreva et al. 2004), a zasięg niektórych procesów jest związany ze strefą wahań zwierciadła wód podziemnych, powodowanych antropogenicznymi zmianami poziomu piętrzenia wody w zbiornikach.

Występowanie i intensywność procesów morfologicznych w strefie brzegowej i przybrzeżnej (w tym tworzenie plaż) będzie jednym z czynników warunkujących zagospodarowanie nadbrzeży zbiornika. Studia literaturowe (Kamiński et al. 2003; Jaguś, Rzętała 2008) oraz obserwacje terenowe w różnych częściach świata wskazują, że w sąsiedztwie nowopowstałych zbiorników (pod warunkiem korzystnej jakości wypełniających je wód) pojawiają się zwykle elementy infrastruktury związane z turystyką i rekreacją – obiekty noclegowe i gastronomiczne, miejsca biwakowe, magazyny, przystanie sprzętu pływającego itp. Infrastruktura ta jest charakterystyczna dla krajobrazów pojeziernych. W przypadku Zbiornika Boguczańskiego należy spodziewać się zagospodarowania raczej lokalnego ze względu na słabe zaludnienie regionu oraz klimatyczne ograniczenia jego atrakcyjności turystycznej.

Wśród ważniejszych zmian krajobrazowych, generowanych przez piętrzenie wody, należy wymienić jeszcze spodziewaną transformację struktury florystycznej i faunistycznej doliny Angary, w której pojawią się siedliska i organizmy związane z ekosystemami jeziornymi. Specjaliści zalecają jak najdłuższe utrzymanie poziomu wody w zbiorniku na rzędnej 185 m n.p.m., przy którym Angara płynie swobodnie na odcinku 100 km poniżej zapory ust-ilimskiej. Szybkie napełnianie zbiornika stwarza bowiem poważne niebezpieczeństwo między innymi dla populacji ryb, które płyną na tarło w górę bocznych dopływów Angary (doliny tych dopływów są zatapiane).

## Wnioski

1. Hydroenergetyka od kilkadziesiąt lat jest czynnikiem zmieniającym krajobraz doliny Angary. Naturalny geosystem rzeczny został zmieniony i podzielony w wyniku budowy zapór na odrębne

geosystemy o charakterze limnicznym.

2. Przekształcenia krajobrazu wynikające z budowy hydroelektrowni przebiegają etapami – generalnie najpierw są związane z budową zapory wodnej, później przygotowaniem terenu do zatopienia, a następnie użytkowaniem zbiornika wodnego.

3. W wyniku procesu inwestycyjnego Zbiornika Boguczańskiego, w dolinie dolnej Angary pojawiły się obiekty infrastruktury hydrotechnicznej, komunikacyjnej i przesyłowej. Zmienił się też układ osadniczy i struktura zagospodarowania terenu. Tworzenie zbiornika wpływa na wszystkie elementy środowiska przyrodniczego. Wyraźnym zmianom ulegają między innymi stosunki wodne obszaru, morfologia doliny oraz struktura siedlisk.

4. Budowa zapory w Kodyńsku i napełnianie zbiornika wywołały zmiany w strukturze i funkcjonowaniu krajobrazu. W strefie zalewu krajobrazu naturalne (np. zarośla nadrzeczne, zbiorowiska leśne) oraz kulturowe (wiejsko-rolnicze) zostają zastąpione krajobrazem o charakterze pojeziernym. Przejściowo funkcjonował też krajobraz zdewastowany. W kolejnych latach i dziesięcioleciach zbiornik będzie podlegał asymilacji w środowisku przy udziale człowieka gospodarującego w strefie nadbrzeżnej. Jednocześnie eksploatacja hydroelektrowni umożliwi rozwój społeczno-gospodarczy w skali regionalnej.

## Literatura

- Berkamp G., McCartney M., Dugan P., McNeely J., Acreman M. 2000. Dams, ecosystems functions and environmental restoration. Thematic Review II.1 prepared as an input to the World Commission on Dams, Cape Town.
- Friedl G., Wüest A. 2002. Disrupting biogeochemical cycles – consequences of damming. *Aquatic Sciences* 64(1), s. 55-65.
- Jackowski A. 1984. Wpływ zbiorników retencyjnych na strukturę społeczno-gospodarczą ich otoczenia. *Czasopismo Geograficzne* 55(3), s. 379-386.
- Jaguś A., Khak V., Kozyreva E., Rzętała M.A., Rzętała M., Szczypek T. 2012. Bajkał i kaskada Angary – największy na świecie system gospodarowania zasobami wody słodkiej. *Gospodarka Wodna* 9, s. 382-387.
- Jaguś A., Rahmonov O., Rzętała M., Rzętała, M.A. 2004. The essence of cultural landscape transformation in the neighbourhood of selected artificial water reservoirs in southern Poland. [in:] K. Kirchner, J. Wojtanowicz (eds.), *Cultural Landscapes. Regiograph*, Brno, s. 37-55.
- Jaguś A., Rzętała M. 2004. Ekologiczne aspekty przemian krajobrazu związanych z utworzeniem zbiorników zaporowych Czorsztyn-Niedzica i Sromowce Wyżne. [w:] A.T. Jankowski, M. Rzętała (red.), *Jeziora i sztuczne zbiorniki wodne – funkcjonowanie, rewitalizacja i ochrona*. Wydział Nauk o Ziemi UŚ, Polskie Towarzystwo Limnologiczne, Oddział Katowicki PTG, Sosnowiec, s. 87-99.
- Jaguś A., Rzętała M. 2008. Znaczenie zbiorników wodnych w kształtowaniu krajobrazu (na przykładzie kaskady jezior Pogorii). *Akademia Techniczno-Humanistyczna w Bielsku-Białej, Wydział Nauk o Ziemi Uniwersytetu Śląskiego, Bielsko-Biała – Sosnowiec*.
- Kamiński A., Rzętała M., Szczypek T. 2003. Rola zbiorników wodnych w kształtowaniu krajobrazu. [w:] T. Szczypek, M. Rzętała (red.), *Człowiek i woda*. Polskie Towarzystwo Geograficzne (Oddział Katowicki), Sosnowiec, s. 54-63.
- Kasza H. 2009. Zbiorniki zaporowe – znaczenie, eutrofizacja, ochrona. *Akademia Techniczno-Humanistyczna w Bielsku-Białej, Bielsko-Biała*.

- Kornijów R. 2011. Kontrowersje wokół zbiorników zaporowych w Polsce i na świecie. *Gospodarka Wodna* 12, s. 489-495.
- Kozyreva E., Mazaeva O., Molenda T., Rzętała M.A., Rzętała M., Trzhtsinsky Yu. B. 2004. Geomorphological processes in conditions of human impact – Lake Baikal, southern part of the Angara valley, Silesian Upland. University of Silesia – Faculty of Earth Sciences, Sosnowiec.
- Ovchinnikov G.I., Pavlov S.H., Trzhtsinsky Yu. B. 1999. Geological environment changes in the influence zones of Angara-Yenisey dam reservoirs. Science Publishing House of Russian Academy of Sciences, Novosibirsk (in Russian).
- Ovchinnikov G.I., Trzhtsinsky Yu.B., Rzętała M., Rzętała M.A. 2002. Abrasion-accumulative processes in the shore zone of man-made reservoirs (on the example of Priangaria and Silesian Upland). University of Silesia – Faculty of Earth Sciences, Russian Academy of Sciences – Institute of Earth Crust, Sosnowiec – Irkutsk (in Russian).
- Puliyewski G.M., Nekrasov W.L., Tarasov W.W. 1979. Formation of the reservoir coast. [in:] M.M. Odintsov (ed.), *Boguchany Reservoir – groundwater and engineering geology*. Science Publishing House of Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, s. 114-140 (in Russian).
- Rzętała M. 2008. Funkcjonowanie zbiorników wodnych oraz przebieg procesów limnicznych w warunkach zróżnicowanej antropopresji na przykładzie regionu górnośląskiego. Wydawnictwo Uniwersytetu Śląskiego, Katowice.
- Shenkman B.M. 1979. Social and economic role of the underground water. [in:] M.M. Odintsov (ed.), *Boguchany Reservoir – groundwater and engineering geology*. Science Publishing House of Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, s. 53-61 (in Russian).
- Sinyukovich V.N., Kurbatova N.N., Chernyavskaya I.A. 2011. The water regime of the Ust'-Ilimsk Reservoir under normal operation conditions. *Geography and Natural Resources* 32(1), s. 54-59.
- Vyruchalkina T.Yu. 2004. Lake Baikal and the Angara River before and after the construction of reservoirs. *Water Resources* 31(5), s. 483-489.