

Największa hydroelektrownia świata

# Wielka Tama Trzech Przełomów na Jangcy

dr hab. inż. Kazimierz Kłosek, prof. Politechniki Śląskiej

Tam, gdzie Wschód spotyka się z Zachodem, przeszłość łączy się z przyszłością, a doraźna krzątanina z wiarą w wieczność – leży Państwo Środka. Relatywnie krótki, aczkolwiek niezwykle burzliwy epizod związany z półwieczem komunizmu, nie zmienił w rzeczywistości ducha tej bajecznej i najstarszej istniejącej nieprzerwanie cywilizacji świata. Prości ludzie pielęgnują tam wciąż tysiącletnie tradycje, według których ziemia to mityczna smocza bestia, przyciśnięta garbami gór i spętana wstęgami wielkich rzek Jangcy i Huang He (Huang Ho). Naruszenie tej chwiejnej równowagi może spowodować gniew bogów. Ludzie, niepomni tych ostrzeżeń i zakazów, podejmują jednak coraz to bardziej ryzykowne, wręcz szaleńcze wyzwania, zwłaszcza w sferze cywilizacji technicznej. Do bodaj największych należy zaliczyć zakończoną w ostatnich latach budowę imponującej rozmachem, najwyższej na świecie zapory wodnej, przegradzającej nurt rzeki Jangcy. Zachwyty miesza się tu nie tylko z boskimi

przestrogi ludowych wierzeń, lecz również z ostrymi protestami świata nauki, polityki i ekologów, obawami inżynierów wielu specjalności, niezadowolonym setek tysięcy wysiedlonych mieszkańców, bezpowrotną i niepowetowaną utratą licznych skarbów kultury. W tej ważnej kwestii, podobnie jak w wielu innych aspektach politycznych, Chiny pozostają hermetyczne. Restrykcyjna polityka Pekinu wciąż silnie wpływa na życie codzienne. Najbliższa przyszłość pokaże, czy i na ile te obawy były uzasadnione.

## Nad żółtą i niebieską wodą

Mieszkańcy Państwa Środka nie wiedzą, o którą rzekę chodzi, gdy wymienia się nazwę Jangcy (Niebieska). Określenie to jest przypisywane pierwszym Europejczykom, którzy zetknęli się jedynie z jej dolnym biegiem. Sprawa staje się jasna dopiero wtedy, kiedy pada nazwa Chang Jiang (Długa Rzeka).

Tama Gezhouba zlokalizowana 38 km poniżej Tamy Trzech Przełomów





Tama Trzech Przełomów



Rys. 1. Trzy Przełomy Jangcy – 190 km odcinek od Chongqing do Wielkiej Tamy w rejonie Yichang i mniejszej w Gezhou Ba. W środkowej części góruje przełom Qutang Xia (Qutang Gorge)

Nieco łatwiej o skojarzenia w przypadku Żółtej Rzeki (Huang He) z uwagi na intensywny kolor jej zabarwionych lessami wód. Obie główne rzeki Chin płynące ze wschodu na zachód wyznaczają przestrzeń, na której rodziła się cywilizacja Państwa Środka. Dotąd za kolebkę chińskiej cywilizacji uznawano północną dolinę kapryśnej Huang He. Najnowsze badania dowodzą jednak, że południowa dolina Chang Jiang była siedliskiem starszych cywilizacji, m.in. Ba i Chu. Jangcy (Chang Jiang) to najdłuższa rzeka Chin i całego kontynentu azjatyckiego, zarazem jedna z najdłuższych rzek na świecie<sup>1</sup>. Jej długość to 5520 km, razem z tybetańskim dorzeczem liczy jednak 6380 km, a powierzchnia dorzecza to 1807 tys. km<sup>2</sup>. W swym górnym biegu zwana jest także Jinsha Jiang i bierze swój początek w górach Tangla, co odkryto dopiero w 1976 r. Na obszarze Wyżyny Tybetańskiej<sup>2</sup>, gdzie znajduje się jej obszar źródłowy, nosi kilka lokalnych nazw. W środkowym biegu przepływa przez obszar Kotliny Syczuńskiej, następnie przez malownicze wąwozy Trzech Przełomów, skąd wypływa

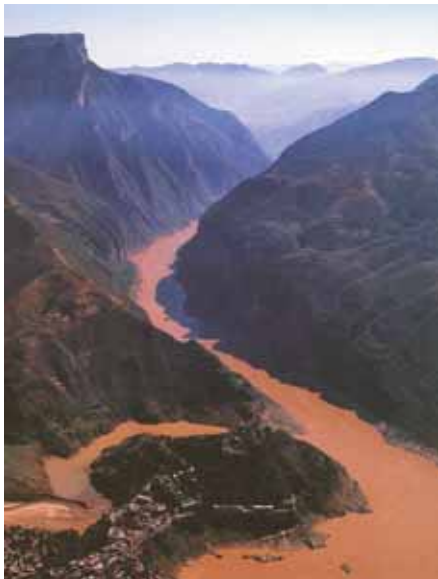
na Nizinę Chińską. Uchodzi do Morza Wschodniocchińskiego, na północ od Shanghaju, tworząc deltę. Koryto Jangcy u ujścia sięga 10 km szerokości.

Na obszarach przyległych do głównego nurtu oraz w dorzeczu Jangcy mieszka 40% mieszkańców Chin (ok. 600 mln), tam też zbiera się 3/4 krajowej produkcji ryżu, podstawowego produktu kuchni azjatyckiej. Jangcy, z uwagi na otaczające ją liczne i trudno dostępne obszary górskie, to wielowiekowy i wciąż największy śródlądowy szlak transportowy. Jej główne dopływy to: Min Jiang, Hah Shui (lewe) oraz Xiang Jiang, Gan Jiang (prawe). Główne miasta nad Jangcy to: Dukon, Chongqing, Wuhan, Nankin, a w delcie najludniejsze miasto chińskie – Szanghaj. Rzeka jest żeglowna na długości ok. 2800 km. W swym dolnym biegu przed wiekami została połączona Wielkim Kanałem z Huang He na północy. Piękno i legendę Jangcy opiewali przez wieki najwięksi chińscy poeci, a przeklinali wioślarze i nadbrzeżni mieszkańcy, nękanie gigantycznymi i siejącymi groźę powodziąmi, które zdarzają się tam co ok. 50 lat. Największą powódź odnotowały kroniki w 2297 r. p.n.e., gdy obie wielkie rzeki – Niebieska i Żółta – wylały równocześnie, zatapiając całą Nizinę Chińską i grzebiąc niemal połowę żyjącej tam wówczas populacji.

<sup>1</sup> Trzecia co do długości po Amazonce i Nilu.

<sup>2</sup> Z Wyżyny Tybetańskiej wypływają niemal wszystkie wielkie rzeki południowo-wschodniej Azji, tj. Mekong, Indus i Brahmaputra.

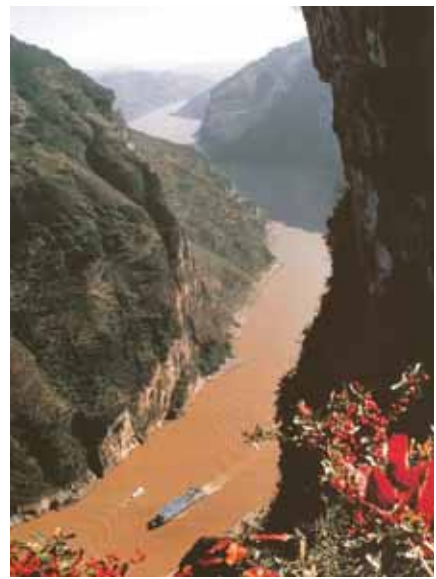




Rys. 2. Spektakularny przełom Qutang Xia z siedzibą Białego Cesarza – Baidi Cheng. Na tym odcinku trudno nazwać Jangcy „niebieską” rzeką



Rys. 3. Piękny Wu Xia (Przełom Czarownic)



Rys. 4. Xiling Xia – najbardziej niebezpieczny odcinek przełomu (66 km)



Rys. 5. Krajobraz dolnego biegu jednego z dopływów Jangcy

Ostatnia wielka powódź nawiedziła ten rejon w 1931 r., zabierając ok. 3 mln istnień ludzkich. Groza Jangcy nie jest w stanie odstraszyć i zniechęcić miłośników jej niepowtarzalnego, majestatycznego piękna. Najsłynniejszym i najpiękniejszym jest ponad 190-kilometrowy odcinek rzeki od miasta Chongqing do Yichang, zwany Trzema Przełomami. Woda wyżłobiła w górach Wushan wąwozy: Qutang Xia, Wu Xia i Xiling Xia. Wysokość klifów miejscami dochodzi do 900 m. U wrót Trzech Przełomów leży Miasto Białego Cesarza – Baidi Cheng (rys. 2). To tu, jak głosi legenda, władca wschodniej dynastii Han (25 p.n.e. – 220 n.e.) ujrzał kłęby białego dymu w kształcie smoka, wypływające z pałacowej studni, co uznał za pomyślny znak i obwołał się Białym Cesarzem. Z cesarskiej siedziby rozpościera się bodaj najwspanialszy, spektakularny widok na Qutang Xia, którego pionowe ściany mają po ok. 100 m. Najgroźniejszy odcinek przełomu Xiling Xia, zwany Wrotami Piekieł, będący skupiskiem 24 mielizn, skał i wirów, zebrał największą ofiarę. Co 10. łódź została tam poważnie uszkodzona, a co 20. zatonała. Wielu przemierzało ten odcinek po wykutych w skale wąskich ścieżkach oraz drewnianych bądź bambusowych mostach i przewieszonych nad przepaścią kładkach. Nieco poniżej, otoczone 12 szczytami wznosi się Wu Xia (Przełom Czarownic) i trochę dalej miasto Zigui, gdzie żył słynny poeta Qu Yuan (330–278 p.n.e.), który utopił się w nurtach Jangcy na znak protestu przeciw niegodziwościom dworu cesarskiego. To na jego cześć do dziś w Chinach obchodzi się corocznie huczne Święto Smoczycich Łodzi.

Znaczna część tej, jak i wielu innych miejscowości położonych bezpośrednio nad brzegiem rzeki, została zatopiona już w 2003 r. Mieszkańcy przenieszeni na wyżej położone brzegi zostawiali

swe domostwa, nie zapominając jednak o tysiącletnich symbolach szczęścia, jak np. drzewo przedstawione na rysunku 6. Zostało ono przeniesione z terenów już zatopionych wraz z bryłą korzeniową i osadzone w specjalnej formie, ukształtowanej w zrekonstruowanych murach świątyni. Przetrwowało przeprowadzkę, co niewątpliwie zostało uznane za dobry znak przez wszystkich mieszkańców nowej – wiekowej osady. Dotknięcie drzewa według wierzeń zapewnia szczęście każdemu przybywcy. Nikt nie odmawia.



Rys. 6. Tysiącletnie „drzewo szczęścia”, które ocalili mieszkańcy zatopionego miasta

Huang He jest drugą pod względem długości rzeką Chin i trzecią na kontynencie azjatyckim. Jej długość wynosi 4845 km, a powierzchnia dorzecza 752 tys. km<sup>2</sup>. Wypływa w górach Bayan Har Shan, przepływa przez Wyżynę Tybetańską, Wyżynę Lessową i Nizinę Chińską, uchodząc szeroką deltą do Morza Żółtego.

Huang He charakteryzuje się dużą zmiennością stanów wód i zamuleniem koryta, co powoduje znaczne obniżenie jej przydatności jako szlaku komunikacyjnego. Rzeka odprowadza do morza ok. 1,4 mld t osadów rocznie, wypłukiwanych głównie na obszarze Wyżyny Lessowej.



Rys. 7. Stary kamienny most łukowy na drodze wzdłuż Jangcy dla podróżnych chcących ominąć niebezpieczeństwa Trzech Przełomów

Delta Huang He przyrasta w tempie kilkuset metrów rocznie. W dolnym biegu często zmienia swe koryto. W ciągu ostatnich 4000 lat ujście Huang He meandrowało wzdłuż 900 km odcinka wybrzeża. Wykorzystywana do nawadniania pól uprawnych Huang He była przyczyną wielu katastrofalnych w skutkach powodzi. Próby ujarznienia Żółtej Rzeki są niemal tak długie, jak historia Chin. W obecnym stanie nie zapewnia już wystarczającej ilości wody do nawadniania pól, nie jest też przydatna dla celów energetycznych. Tu niewiele się zmieniło od stuleci, a wciąż nękająca kataklizmami rzeka najczęściej bywa nazywana Smutkiem Chin.

#### Wielki Kanał

Chiny od tysiącleci zadziwiała podróżników gigantycznymi przedsięwzięciami. Poczynając od wielowiekowej budowy Wielkiego Muru, Wielkiego Kanału aż do nowo otwartej, najwyżej położonej na świecie kolei na trasie Pekin – Lhasa, czy też najszybszej obecnie naziemnej kolei magnetycznej – Maglev w Szanghaju. Sława i widowiskowość Wielkiego Muru nie mogą

jednak przyćmić geniuszu budowniczych Wielkiego Kanału. Jest to najstarszy i wciąż najdłuższy na świecie kanał o długości 1795 km. Niektóre jego fragmenty liczą niemal 2500 lat. Było to przedsięwzięcie zakrojone na większą skalę aniżeli budowa Wielkiego Chińskiego Muru (ok. 10 000 km). Zgodnie z chińską tradycją większość prac była wykonywana przez robotników przymusowych, których liczba okresami dochodziła do 5,5 mln ludzi obu płci w wieku 15–54 lat. Połowa z nich, jak podają źródła historyczne, ginęła i była zastępowana nowymi niewolnikami.

Główną ideą budowy kanału, oprócz prób ujarznienia Żółtej Rzeki, było przeświadczenie o niezbędności trwałego połączenia „chińskiego spichlerza” na południu z siedzibami cesarskimi na północy. Dodatkowym, a zarazem najistotniejszym argumentem, był fakt pozyskiwania większości dochodów przez biurokratyzowane cesarstwo ze sprzedaży ryżu. Spław towarów wodą był kilkadziesiąt razy (ok. 50 razy) wydajniejszy od lądowego. Istotne było tu również militarne znaczenie kanału.

Budowę rozpoczęto w V w. p.n.e., w epoce Dynastii Wschodniej – Zhou. Prace kontynuowano w czasach Qin i Sui, a na przełomie



Rys. 8. Ostatni etap przegradzania nurtu Jangcy



VI i VII w. za cesarza Yangdi, łącząc ówczesną stolicę Luoyang z żyzną deltą Jangcy. U uruchomienie tak długiego odcinka kanału (1000 km) miało strategiczne znaczenie w utrzymaniu kontroli nad krajem, umożliwiając szybkie przemieszczanie wojska z północy na południe i w kierunku odwrotnym. Nieudane najazdy na ziemie koreańskie, jak i ogromne niezadowolenie związane z obciążeniami cesarskiej kasy stały się przyczyną rewolty i śmierci największego z budowniczych kanału. Następcy Yangdi z dynastii Tang (617–907) prace kontynuowali, doprowadzając kanał do Chang'an (dzisiejszy Xi'an). Ostatnim wielkim zrywem była rozbudowa kanału za panowania Mongołów, gdy stolicą został Pekin. Nowy odcinek o długości 80 km do Pekinu wymagał budowy 20 śluz. Ostateczną długość 1795 km Wielki Kanał uzyskał w 1327 r. Posłużył on wówczas jako główny szlak dostawy materiałów do budowy pałaców cesarskich. Po wybudowaniu dalszych zbiorników retencyjnych i śluz w najwyższym punkcie trasy doszło w 1411 r. do połączenia największych rzek Chin, tj. Jangcy z Huang He oraz mniejszymi rzekami

Trasa Kanału, co jest niezwykle frapujące, przebiega niemal równoległe do wybrzeża morskiego, w relatywnie niewielkiej odległości od niego. Mimo znajomości kompasu i rozwiniętych technik stoczniowych Chinę aż do czasów dynastii Qing (1644–1911) nie posiadały żadnych osiągnięć w handlu morskim. Całość żeglugi do 1949 r. miała charakter śródlądowy i odbywała się z wykorzystaniem dżonek i małych łodzi żaglowych.

Wielki Kanał był niewątpliwie jednym z cudów starożytnej techniki. Obok Wielkiego Chińskiego Muru stał się wymiernym symbolem potęgi Chin i niespotykanej determinacji wielu kolejnych dynastii, które nigdy nie kwestionowały celowości jego budowy. Tylko w tych warunkach na przestrzeni wielu wieków mógł powstać mur, który oddzielał Państwo Środka od świata i kanał, który je ze światem łączył.

#### Tama Trzech Przełomów

Na nieujarzmionej dotąd rzece wybudowano w ostatnich latach liczne hydroelektrownie, wykorzystywane do nawadniania, a ostatnio głównie do produkcji energii elektrycznej, niezwykle potrzebnej chińskiej gospodarce. Od 1993 r. trwała budowa największej na świecie hydroelektrowni, Tamy Trzech Przełomów w Sanduoping, 26 km od Yichang, w prowincji Hubei. Budowę już ukończono, trwa piętrzenie wody do poziomu +175 m, co wyznaczają liczne punkty rozmieszczone wzdłuż brzegów (rys. 9). Proces ten ma się zakończyć do grudnia 2008 r. Wówczas tama utworzy zbiornik o powierzchni ok. 1 mln m<sup>2</sup> i objętości 451 x 10<sup>9</sup> m<sup>3</sup>.

Nowa tama jest drugą z kolei budowlą tego typu na rzece. Oddalona o ok. 38 km od pierwszej (Gezhouba w prowincji Hebei) i wzniesiona w centralnej części trzeciego przełomu – Xinling, jest obecnie największą elektrownią wodną na świecie. Budowa zapory pochłonęła ok. 160 miast, z których przesiedlono ok. 1,2 mln ludzi. Woda unicestwiła liczne zabytki przastarej kultury, cuda przyrody<sup>3</sup>, zginęły dziesiątki gatunków fauny i flory. Protesty pozostały bez echa – w 2003 r. ruszyły pierwsze turbiny największej na świecie budowli hydrotechnicznej. Projekt tamy narodził się prawie 70 lat temu i długo dojrzewał, postrzegany przez lata jako mało realistyczny. Dopiero 3 kwietnia 1992 r. oficjalnie zatwierdzono plany budowy wielkiej tamy Trzech Przełomów.

Budowę podzielono na trzy etapy:

- lata 1993–1997 – okres przygotowań, wznoszenie pierwszych konstrukcji, czasowe zamknięcie głównego nurtu rzeki – rysunek 10 (średnia głębokość w nurcie głównym ok. 15 m, wysokość wody w rzece, tj. 55–60 m n.p.m.);
- lata 1998–2003 – okres budowy fundamentów zapory, konstrukcji piętrzącej, hal generatorów i śluz, uruchomienie pierwszych turbin generatorów;
- lata 2004–2008/9 – okres zakończenia projektu, ostateczne zalanie terenów położonych powyżej tamy (do maksymalnej wysokości 175 m), rysunek 9.

<sup>3</sup> W tym unikatowe liczne atrakcje Trzech Przełomów Jangcy.



Rys. 9. Poziom 175 m, jaki osiągnie woda pod koniec 2008 r. (fot. listopad 2007)

Konstrukcja zapory składa się z tamy głównej, dwóch skupisk generatorów (w sumie 26) oraz dwóch śluz przeznaczonych dla statków o różnej wyporności. Całość obiektu ilustruje makieta pokazana na rysunkach 10 i 11. Długość tamy liczonej na wysokości korony wynosi 2309,47 m. Jej wysokość sięga 185 m, a najwyższy dopuszczalny poziom wody w zbiorniku to 175 m. Sekcja przelewu spływowego ma 483 m długości z 23 dennymi otworami wylotowymi i 22 powierzchniowymi wrotami śluzowymi. Tama może przepuścić 102,5 tys. m<sup>3</sup> wody na sekundę, co stanowi gwarancję bezpieczeństwa nawet w razie największej powodzi. Stacja energetyczna składa się z dwóch obiektów usytuowanych po obu brzegach rzeki i jest wyposażona w generatory produkcji francuskiej. Jeden z obiektów, położony na lewym brzegu, mieści 14 turbin generatorów, a drugi 12. Każdy z nich posiada moc 700 MW, co daje w ogółem 18 200 MW, czyli do 84,68 TW energii rocznie. Energia jest przesyłana 15 liniami transmisji 500 kV do Chin centralnych. Wydajność 26 turbin generatorów 700 MW jest uważana za odpowiednik 18 elektrowni nuklearnych lub elektrowni konwencjonalnych spalających 40 mln t węgla.

Praca hydroelektrowni odbywa się w warunkach ciągłej żeglugi, której roczne natężenie wynosi 50 mln t towarów w jednym kierunku. Pokonanie zapory umożliwiającą dwie konstrukcje: pięciostopniowa śluza<sup>4</sup> o wymiarach pojedynczej komory 280 x 34 x 5 m oraz tzw. winda dla mniejszych statków (do 3 tys. t). Poprzez śluzy mogą się poruszać statki o wyporności do 10 tys. t. Dwa korytarze umożliwiają wpływanie i wypływanie jednostek rzecznych do i ze zbiornika, co ilustrują rysunki 10–15.



Rys. 10. Makieta Tamy Trzech Przełomów

<sup>4</sup> Do tej pory na świecie powstawały śluzy o maksymalnie czterech stopniach, jednak ze względu na znaczną różnicę pomiędzy poziomem wody w zbiorniku oraz w dolnej strefie zapory dodano jeszcze jeden, piąty stopień.





Rys. 11. Makieta tamy (po lewej) i pięciostopniowej śluzy dla statków (po prawej) z windą dla mniejszych jednostek pływających i wydzielonym kanałem (część środkowa)



Rys. 12. Krajobraz z punktu widokowego na wiecznie zamgloną Tamę Trzech Przełomów. Na pierwszym planie pomnik z granitowego bloku wydobycyego ze skałistego podłoża zapory



Rys. 13. Pomnik historii powstania i budowy tamy

### Podsumowanie

Wielki Kanał – starożytna wodna „autostrada” Chin stanowiła jeden z cudów ówczesnej inżynierii. Łączył on poszczególne prowincje, wpływał bardzo korzystnie na konsolidację ówczesnej gospodarki i handlu, umożliwiał kontrolę i panowanie nad Państwem Środka.

Budowa Tamy Trzech Przełomów na rzece Jangcy pod względem technicznym dorównuje tamtym wielkim osiągnięciom. Tak jak dzieli ona nurt Jangcy, tak i podzieliła świat naukowy, głównie zaś ekologów, wątpiących w celowość budowy tamy z uwagi na koszty oraz zagrożenie dla środowiska, bezpowrotną utratę licznych dóbr kultury itp.

Zakończenie tej ogromnej inwestycji zbiega się z próbami oswojenia świata z pomysłem władz Yunnanu budowy kolejnej tamy, grodzącej Wąwóz Skaczącego Tygrysa w zachodnich Chinach, u źródeł Jangcy. Jest to w opinii wielu autorytetów jeden z największych i najpiękniejszych przełomów świata, z różnicami wysokości lustra wody i przyległych szczytów dochodzącymi do 4000 m. Unikalna kultura ludów Bai, Lisu i Naxi wraz z ich wiekową historią została poważnie zagrożona. W wyniku protestów władze wstrzymały ten projekt, lecz od niego nie odstąpiły.



Rys. 14. Budowa pięciostopniowej śluzy na Tamie Trzech Przełomów



Rys. 15. Zabudowa generatorów turbin na Tamie Trzech Przełomów

Zdjęcia: Archiwum autora