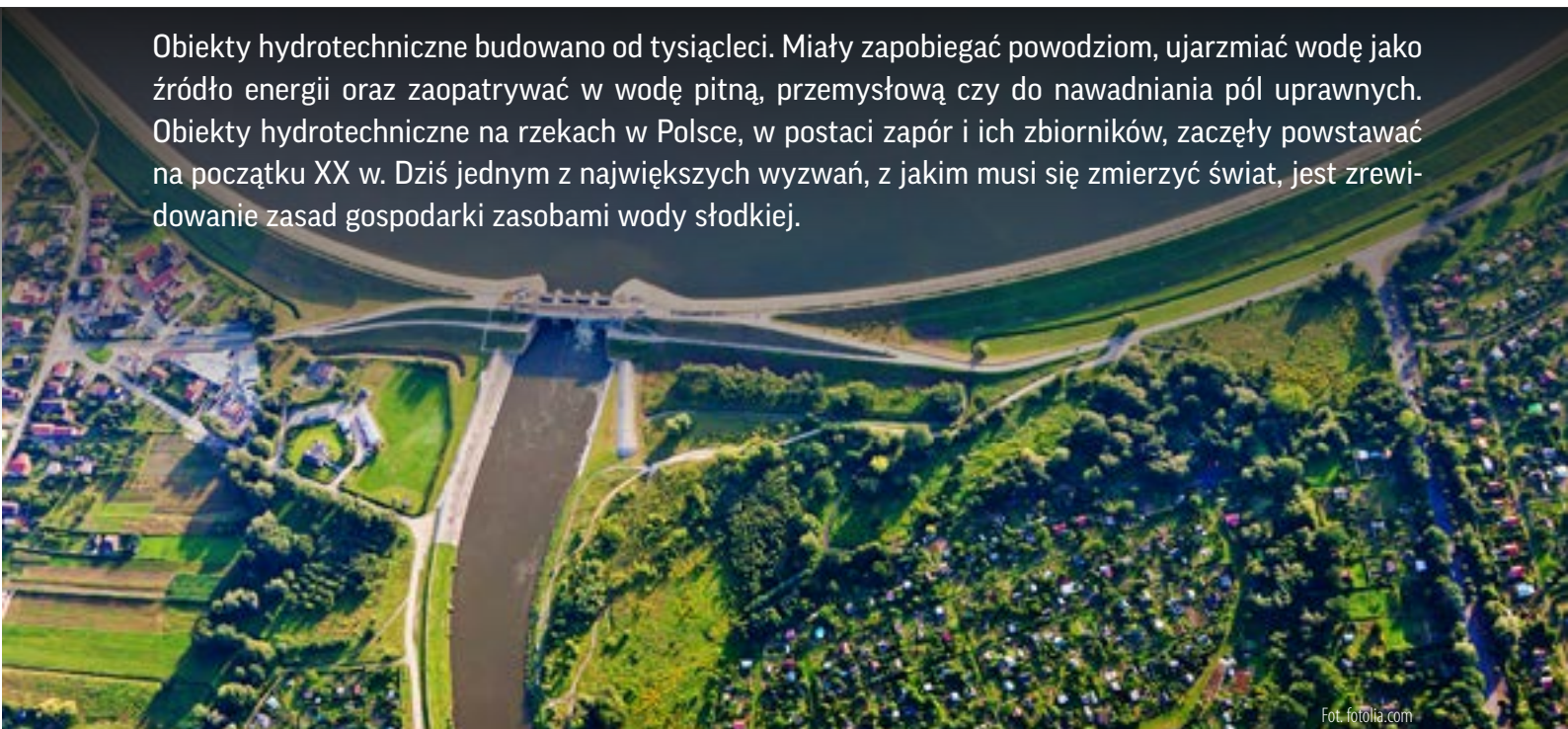




# BUDOWA I RENOWACJA OBIEKTÓW HYDROTECHNICZNYCH

tekst: **MARIA SZRUBA**, Nowoczesne Budownictwo Inżynieryjne

Obiekty hydrotechniczne budowano od tysiącleci. Miały zapobiegać powodziom, ujarzmić wodę jako źródło energii oraz zaopatrywać w wodę pitną, przemysłową czy do nawadniania pól uprawnych. Obiekty hydrotechniczne na rzekach w Polsce, w postaci zapór i ich zbiorników, zaczęły powstawać na początku XX w. Dziś jednym z największych wyzwań, z jakim musi się zmierzyć świat, jest zrewidowanie zasad gospodarki zasobami wody słodkiej.



Fot. fotolia.com

Powszechnym sposobem ochrony przeciwpowodziowej jest ochrona czynna, polegająca na przygotowaniu na czas odpowiedniej rezerwy dla wód powodziowych zarówno w istniejących zbiornikach wodnych, jak i przez budowę nowych. Inny rodzaj zabezpieczeń stanowi ochrona bierna. Jej zadaniem jest utrzymanie w odpowiednim stanie technicznym obwałowań przeciwpowodziowych i obiektów stale piętrzących wodę z wyłączeniem zbiorników retencyjnych, a także drożności koryt rzecznych. By zapobiegać powodziom, podejmuje się także działania organizacyjne. Należą do nich m.in. wdrożenie krajowych i lokalnych programów ochrony przed powodzią i jej skutkami [1].

## Ochrona przeciwpowodziowa w Polsce

Wśród wielu metod ochrony przeciwpowodziowej, służących zapobieganiu powodziom lub ograniczeniu ich rozmiarów i skutków, wyróżnia się m.in. metody budowlane (tzw. konstrukcyjne, techniczne), obejmujące budownictwo wodne i działania fizyczne, w tym także sygnalizację i prognozowanie

wezbrań. Celem metod technicznych jest nieszkodliwe i kontrolowane przeprowadzenie wielkich wód. Ochrona czynna (zbiorniki retencyjne, poldery oraz retencyjne przysposobienie dorzecza) odnosi się do zjawiska tworzenia się fali wezbraniowej. Natomiast zapewnienie jej bezpiecznego odprowadzenia leży w zakresie ochrony biernej, której przykładem są wały przeciwpowodziowe, kanały ulgi, regulacja rzek, osłona hydrometeorologiczna oraz prognoza zagrożeń powodziowych.

Innym przykładem działań służących ochronie przeciwpowodziowej jest stosowanie metod niebudowlanych, zwanych niekonstrukcyjnymi z uwagi na to, że nie zmieniają parametrów powodzi, ale wpływają na wywołane przez nią skutki, jak np. prewencja przeciwpowodziowa oraz działalność informacyjna i edukacyjna. Z kolei metody budowlane dzieli się na intensywne i ekstensywne. Do metod intensywnych należą działania w obszarze sterowania pojemnością wodną w zlewniach rzecznych, powiększenie przepustowości koryta rzeczного, budowle przeciwpowodziowe oraz ochrona wydzielonych obszarów. Metody ekstensywne to przemodelowanie powierzchni terenu,

ochrona przed erozją gleb, opóźnianie odpływu powierzchniowego spowodowanego przez deszcz i (lub) śnieg, a także wzrost infiltracji [1].

Zgodnie z *Rozporządzeniem Ministra Środowiska w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budowle hydrotechniczne i ich usytuowanie* [2], w Polsce obowiązuje obecnie podział na cztery klasy ważności budowli piętrzących (tab. 1). Najpowszechniejszym środkiem ochrony przeciwpowodziowej są obwałowania, których długość wynosi ok. 8500 km. 35% obwałowań stanowią wały najniższej klasy (IV) a więc chroniące obszary o powierzchni poniżej 10 km<sup>2</sup>. Oprócz wałów występują w tej roli duże, wielozadaniowe zbiorniki wodne i suche, kilka kanałów ulgi oraz nieliczne poldery. Zadaniem zbiorników utrzymujących rezerwę powodziową, w tym także suchych, w których rezerwa ta jest równa pojemności całkowitej zbiornika, jest wspomaganie działania obwałowań przez tworzenie w ramach zlewni zintegrowanego systemu. W Polsce zagrożenie powodzią dotyczy ok. 2 mln ha gruntów rolnych, a więc ok. 7% powierzchni kraju. Połowa z tych terenów jest chroniona wałami, których łączna długość jest równa 13,1% całkowitej długości rzek. Według szacunków, dzięki budowie wałów powierzchnia zalewanych obszarów zmniejszyła się o 25% [3].

### Charakterystyka stanu prawnego

Ustawa Prawo budowlane, zaliczając budowle hydrotechniczne do obiektów budowlanych, nakłada na nie obowiązek stosowania wszystkich przepisów ustawy. Zgodnie z art. 5.1, budowla hydrotechniczna musi być użytkowana i utrzymywana zgodnie z przepisami, w tym techniczno-budowlanymi, obowiązującymi polskimi normami oraz zasadami wiedzy technicznej, w sposób zapewniający bezpieczeństwo konstrukcji i bezpieczeństwo użytkowania. W myśl art. 62, obiekty budowlane powinno się w czasie użytkowania poddawać co najmniej raz w roku okresowej kontroli dla sprawdzenia stanu technicznej sprawności. Co najmniej raz na pięć lat powinno się kontrolować sprawność techniczną i wartość użytkową całego obiektu budowlanego. Zgodnie z art. 62.1.4, w razie stwierdzenia nietypowych zjawisk podczas bieżącej eksploatacji obiektu, nietypowych, intensywnych zjawisk lodowych lub przejścia fali powodziowej należy przeprowadzić każdorazowo kontrolę stanu bezpieczeństwa obiektu budowlanego [4].

Kontrolę stanu technicznego obiektów hydrotechnicznych wykonuje się jako okresowe, pośrednie, bieżące i specjalne. W ramach kontroli dokonuje się inwentaryzacji konstrukcji i oceny jej stanu. Ocena stanu technicznego betonowej budowli wodnej może się opierać na diagnostyce jednoetapowej i dwuetapowej. Diagnostyka jednoetapowa polega na przeanalizowaniu dokumentacji i warunków eksploatacji wraz z oceną agresywności środowiska, inwentaryzacji konstrukcji, ocenie jej stanu, badaniu *in situ* materiałów i elementów budowli, badaniu laboratoryjnym wybranych próbek, analizie stanu granicznego nośności i stanów użytkowania oraz ocenie konstrukcji obiektu lub jej fragmentu. W przypadku diagnostyki dwuetapowej pierwszy etap polega na ogólnej analizie dokumentacji i warunków eksploatacji, ogólnym badaniu i szacunkowej ocenie materiałów, a także wstępnej ocenie elementu lub całej konstrukcji. Podczas drugiego etapu wykonuje się szczegółową analizę dokumentacji, warunków eksploatacji i pracy konstrukcji. Ponadto, tak jak w diagnostyce jednoetapowej, przeprowadza się badania *in situ* materiałów

i elementów wraz z badaniami laboratoryjnymi wybranych próbek. Prawidłowe wykonanie oceny stanu technicznego budowli hydrotechnicznej stanowi podstawę do opracowania projektu remontu. Ocena powinna dostarczyć informacji nie tylko na temat stanu elementów betonowych i ziemnych oraz elementów i konstrukcji stalowych, w tym w szczególności zamknięć wodnych i ich mechanizmów, lecz także przyczyn wystąpienia niekorzystnych zjawisk, uszkodzeń, awarii lub katastrofy, a co z tym związane – stopnia bezpieczeństwa obiektu [5].

Wszystkie budowle hydrotechniczne służące do stałego lub okresowego magazynowania, piętrzenia i transportowania wody są narażone na uszkodzenia i katastrofy. Z danych Międzynarodowej Komisji Wielkich Zapór wynika, że na każde 100 zapór w ciągu 100 lat dwie ulegają katastrofie. Przyczyny uszkodzeń zapór są zwykle skutkiem braku dostatecznej znajomości zjawisk przyrodniczych i właściwości materiałów oraz podłoża, błędów technicznych popełnianych na etapie wykonawstwa oraz nieprawidłowej eksploatacji budowli hydrotechnicznych.

Bezpośrednich przyczyn awarii i katastrof budowli piętrzących jest wiele. Należą do nich zbyt mała przepustowość urządzeń upustowych (przelewy, spusty) oraz nieosiągnięcie obliczeniowej zdolności przepustowej urządzeń upustowych na skutek awarii lub nieumiejętności ich obsługi. Powodem katastrofy czy awarii mogą być także niewłaściwa praca urządzeń przeciwfiltracyjnych i drenażowych w zaporach oraz wymywanie i wynoszenie materiału gruntowego z zapór lub ich podłoża. Kolejnymi przyczynami mogą być odkształcenia, nierównomierne osiadanie, przekroczenie dopuszczalnych stanów naprężeń oraz dynamiczne oddziaływanie wody. Równie niebezpieczne mogą się okazać długotrwałe lub ekstremalne zjawiska klimatyczne bądź szkodliwe oddziaływanie wahań poziomów wody. Trzeba też wspomnieć o czynnikach subiektywnych, takich jak błędy obliczeniowe, złe wykonawstwo itp.

Zagrożenie dla bezpieczeństwa budowli piętrzących lub ich podłoża może wynikać z jednej lub kilku wymienionych przyczyn. Zapobieganie awariom i katastrofom budowlanym leży w gestii służb nadzoru technicznego i jest realizowane przez ciągłą kontrolę stanu technicznego budowli piętrzących oraz dokonywanie ocen ich stanu wraz z przewidywaniem i prognozowaniem zmian zachodzących w konstrukcji budowli i jej podłożu [6].

### Wały przeciwpowodziowe

Wały przeciwpowodziowe są typowymi budowlami ziemnymi. Ich zadaniem jest ograniczanie zasięgu zalania terenów nadszczynnych płaskich o dużej powierzchni, zwłaszcza wtedy, gdy poziom wezbrania jest znacznie wyższy od brzegów głównego koryta rzeki. Wał przeciwpowodziowy, będąc budowlą hydrotechniczną, jest także budowlą piętrzącą, podobną do zapory ziemnej. Wał jednak pełni funkcję piętrzenia tylko w okresie wezbrań, natomiast spiętrzona woda jest w ruchu i płynie stycznie do płaszczyzny skarpy wału. Wał przeciwpowodziowy ma zwykle kształt trapezu, a o jego wymiarach decydują szerokość korony (umożliwiająca komunikację wzdłuż wału) oraz przyjęte nachylenia skarp – odwodnej od strony międzywał a i odpowietrznej od strony zawała.

Najistotniejsze w zakresie konstrukcji wałów są stawiane im wymogi hydrotechniczne. Dotyczą one trwałości skarpy odwodnej, narażonej na erozję w czasie przechodzenia fali,

szczególnie ze spływem kry lodowej. Równie ważna jest szczelność i wytrzymałość korpusu na parcie statyczne i filtracyjne wody oraz zabezpieczenie przed wzmożoną filtracją przez korpus i podłoże wału. Uwagi wymagają także racjonalne ujęcie filtrującej przez korpus wody i jej uporządkowane odprowadzenie oraz stosowanie do budowy odpowiednich materiałów, uwzględniających aspekty środowiska przyrodniczego. Z kolei do głównych elementów związanych z projektowaniem przekroju poprzecznego nowego wału należą dobór głównych wymiarów przekroju, rodzaje uszczelnień i drenaże. Jeszcze przed całkowitym zakończeniem budowy korpusu należy także wykonać stabilizację skarp.

W zakresie modernizacji wałów można wyróżnić trzy grupy działań. Jednym z rozwiązań jest zabezpieczenie i uszczelnienie wału od strony odwodnej. Polega ono na usunięciu górnej warstwy skarpy wału o grubości do 1,2 m. Następnie formuje się nachylenie skarpy 1:2,5–1:3, układa warstwę uszczelniającą i przykrywa ponownie warstwą gruntu. Istotną kwestią jest przy tym odpowiednie, prawidłowe zagęszczenie układanego gruntu. Jako materiał uszczelniający stosuje się ekrany z gliny lub ifu oraz maty bentonitowe.

Kolejnym sposobem modernizacji wałów są uszczelnienia w osi korpusu, wykonywane za pomocą różnych technologii i materiałów. Mogą to być pale piaskowe, wąska ścianka szczelinowa, przesłona cementogrunтова w technologii DMS, przesłona jet grouting oraz kolumny cementowo-wapienne.

Modernizacja może także polegać na wzmocnieniu skarpy odpowietrznej. Jednym ze stosowanych w tym celu rozwiązań jest budowa ławy poszerzającej korpus wału. Ława zwiększa stateczność korpusu oraz odporność filtracyjną. Bardzo ważną kwestią jest zapewnienie skutecznego drenażu przechwytyjącego wody filtrujące przez wały i ich odprowadzenie na zewnątrz [7].

## Zapory wodne

Zapory wodne to betonowe lub żelbetowe bariery przegradzające dolinę rzeki w celu spiętrzenia wody. Oprócz ochrony przeciwpowodziowej służą także do rezerwowania i pozyskania wody oraz do celów rekreacyjnych.

Wśród zapór można wyróżnić różne ich typy. Zapory ciężkie to masywne konstrukcje równoważące swoim ciężarem siły parcia poziomego wody. Poszczególne bloki, oddzielone od siebie dylatacjami, mają podstawy prostokątów, a szerokość ich podstaw osiąga niekiedy wysokość zapory. Zapory łukowe płytowo-żebrowe są wykonane z żelbetu, ich ściany piętrzące w formie płyt są oparte na dość gęsto roztawionych podpórach-żebkach. Zdarza się, że ciężar wody leżącej na płycie jest większy niż ciężar konstrukcji. W Polsce nie stosuje się tego typu zapór z uwagi na klimat – zapory łukowe wymagają dodatnich temperatur otoczenia. Zapory filarowe to zapory półciężkie, w przypadku których wymaganą siłę docisku do podłoża uzyskuje się przez pochylenie ściany odwodnej i włączenie do współpracy pionowej siły parcia wody na tę ścianę. Poszczególne bloki tworzące ścianę piętrzącą zapory są podparte węższymi podporami. Zapory z wykonaną w jej bloku komorą zmniejszającą ciężar nazywane są oszczędnościowymi. Zapory łukowe ciężkie są podzielone dylatacjami na bloki, których przekroje poziome mają kształt trapezów foremnych. Tego typu zapory przekazują obciążenia zarówno na podłoże, jak i sąsiednie bloki, co umożliwiając dylatacje posiadające odpowiednie za-

zębienia. Zapory łukowe pracują jak sklepienia przekazujące obciążenia na zbocza dolin, w których są głównie budowane. W zakresie konstrukcji rozróżnia się dwa typy zapór łukowych, budowanych w dolinach – jednokrzywiznowe w kształcie U, oraz dwukrzywiznowe w kształcie V. Zapory łukowe pracują jako monolityczne ustroje przestrzenne, nie mają więc dylatacji. Do zapór oszczędnościowych, ze względu na mniejsze użycie betonu, zalicza się ustroje sprężone, zakotwione w podłożu za pomocą naprężonych ściągów. Według kryterium sposobu przekazywania obciążeń na podłoże wyróżnia się dwa typy zapór – o osiach prostych i łukowe [8].

Zapory wodne, choć były budowane od tysięcy lat, zaczęły powstawać masowo ok. połowy lat 50. XX w., kiedy to zbudowano co najmniej 45 tys. wielkich zapór wodnych. Obecnie jedna trzecia państw na świecie uzależnia ponad połowę dostaw energii od energii wodnej, zaś wielkie zapory wytwarzają 19% całkowitej energii elektrycznej. Mimo że zapory były długo promowane jako ważny sposób pokrycia odczuwanego zapotrzebowania na wodę i energię oraz jako długoterminowe, strategiczne inwestycje przynoszące wielorakie korzyści, od mniej więcej 50 lat zaczęto zwracać również uwagę na skutki funkcjonowania zapór oraz ich oddziaływanie na społeczeństwo i środowisko. Stanowisko Światowej Komisji ds. Zapór jest takie, że ostatecznym celem, który musi zostać osiągnięty w każdym przedsięwzięciu, jest trwała poprawa życia ludzi. Nie można zaprzeczać, że zapory wodne miały ważny i znaczący wkład w rozwój ludzkości i korzyści płynące z nich są znaczne, jednak w zbyt wielu wypadkach, aby można osiągnąć te korzyści,



Freyssinet Polska Sp. z o.o., ul. Głuszycka 5, 02-215 Warszawa  
tel.: 22 203 17 00, fax: 22 203 17 22, e-mail: [biuro@freyssinet.pl](mailto:biuro@freyssinet.pl)



[www.freyssinet.pl](http://www.freyssinet.pl)

### GRUNT ZBROJONY W HYDROTECHNICE

Ściany oporowe utrzymują naziom oraz znajdujące się na nim obciążenie, mogą również tworzyć różnorodne, ciekawe konstrukcje hydrotechniczne.

Przyczółki mostowe, nabrzeża portowe, tamy, zapory, zbiorniki oraz ściany zabezpieczające brzegi cieków wodnych, jako konstrukcje hydrotechniczne są w stanie przejąć duże siły dynamiczne powstające podczas wzmożonych ruchów wody.

Natomiast konstrukcje TECHSPAN doskonale pełnią funkcję mostów łukowych ze ścianą czołową.

Tab. 1. Klasyfikacja głównych budowli hydrotechnicznych według [2]

Lp.	Nazwa, charakter lub funkcja budowli	Opis i miano wskaźnika		Wartość wskaźnika dla klasy				Uwagi
				I	II	III	IV	
1	2	3		4	5	6	7	8
1.	Budowle stale piętrzące wodę, których awaria powoduje utratę pojemności zbiornika lub może spowodować zatopienie falą wypływającą przez zniszczoną lub uszkodzoną budowlę	Wysokość piętrzenia H [m]	a) na podłożu skalnym	H > 30	15 < H < 30	5 < H < 15	2 < H < 5	Wysokość piętrzenia określona w § 3 pkt 4
			b) na podłożu nieskalnym	H > 20	10 < H < 20	5 < H < 10	2 < H < 5	
		c) Pojemność zbiornika V [mln m <sup>3</sup> ]	V > 50	20 < V < 50	5 < V < 20	0,2 < V < 5	Pojemność przy maksymalnym poziomie piętrzenia (max. PP)	
		d) Obszar zatopiony przez falę powstałą przy normalnym poziomie piętrzenia F [km <sup>2</sup> ]	F > 50	10 < F < 50	1 < F < 10	F < 1	Obszar zatopiony jest to obszar, na którym głębokość wody przekracza 0,5 m	
		e) Liczba ludności na obszarze zatopionym w wyniku zniszczenia budowli L [osób]	L > 300	80 < L < 300	10 < L < 80	L < 10	Poza stałymi mieszkańcami do liczby ludności wlicza się również załogi fabryk, biur, urzędów itp. oraz osoby przebywające w ośrodkach zakwaterowania zbiorowego (hotele, domy wczasowe itp.)	
2.	Budowle do nawodnień lub odwodnień	Obszar nawadniany lub odwadniany F [km <sup>2</sup> ]		F > 200	20 < F < 200	4 < F < 20	F < 4	
3.	Budowle przeznaczone do ochrony przeciwpowodziowej	Obszar chroniony F [km <sup>2</sup> ]		F > 300	150 < F < 300	10 < F < 150	F < 10	Obszar, który przed obwałowaniem ulegał zatopieniu wodami o prawdopodobieństwie p = 1%
4.	Elektrownie wodne i budowle piętrzące wchodzące w skład elektrowni ciepłych i jądrowych	Moc elektrowni P [MW]		P > 150	50 < P < 150	5 < P < 50	P < 5	
5.	Budowle umożliwiające żeglugę	Klasa drogi wodnej		–	V–IV	III–II	I	
6.	Budowle przeznaczone do zaopatrzenia w wodę miast i osiedli oraz zakładów przemysłowych	Użytkowanie wody		Budowle zalicza się do klasy I lub II			Indywidualnie przeprowadzona analiza ważności użytkownika wody	

przesiedleńcy, społeczności zamieszkujące tereny w dole rzeki, a także podatnicy i środowisko naturalne płacili cenę nie do zaakceptowania, a często w ogóle niepotrzebną, szczególnie w znaczeniu społecznym i środowiskowym. Dlatego zdaniem Światowej Komisji ds. Zapor, należy poszukiwać najlepszych rozwiązań. Jeśli budowa zapory jest właśnie takim rozwiązaniem, wówczas zasługuje na poparcie [9].

### Krajowe doświadczenia

W Światowym Rejestrze Zapor Polska plasuje się na 16. miejscu spośród 35 krajów europejskich pod względem liczby posiadanych wielkich zapór. Najwięcej z nich wybudowano w latach 20. oraz 60. XX w. Przykładem takiego obiektu hydrotechnicznego jest zapor wodna w Solinie, której budowę rozpoczęto w 1960 r. Ta zapor typu ciężkiego, grawitacyjna, waży ponad 2 mln t i mierzy 664 m długości, a jej przebieg jest łamany na kształt litery V. Do jej budowy zużyto 760 tys. m<sup>3</sup> betonu. Nie jest jednak monolitem – składa się z 43 niezależnie pracujących bloków betonowych. Koronę zapory, wzdłuż całej długości budowli, stanowi droga o szerokości 8 m. Wysokość zapory liczona od fundamentów to 81,8 m. W 2006 r. na zaporce zainstalowano złożony system pomiarowy. Stała kontrola i pomiary odkształceń, przemieszczeń, odchyłeń zapory, szczelin, przecieków, poziomu ciśnienia, temperatury wody, betonu

i powietrza są możliwe dzięki reperom, szczelinomierzom, klinometrom, wahadłom, piezometrom oraz innym urządzeniom wchodzącym w skład systemu [10].

Jedną z najbardziej spektakularnych inwestycji branży hydrotechnicznej zrealizowaną w ostatnich latach w Polsce była modernizacja zbiornika Nysa, zaporowego zbiornika retencyjnego wybudowanego w 1971 r. Prace modernizacyjne trwały blisko trzy lata, a finalny koszt przedsięwzięcia wyniósł ponad 220 mln zł. Celem inwestycji było zwiększenie bezpieczeństwa przeciwpowodziowego nie tylko Opolszczyzny, ale całego Dolnego Śląska. Zbiornik w Nysie o powierzchni 3253 km<sup>2</sup> jest zaliczany do I klasy budowli hydrotechnicznych. Powierzchnia zalewu zbiornika wynosi ok. 2080 ha, a pojemność 123 mln m<sup>3</sup>. Od czoła zabezpiecza ją zapor ziemna czołowa w kształcie podkowy, której wysokość to 13,6 m, szerokość w koronie 5 m, a długość ponad 5 km. Budowla upustowa składa się z czteroprzęsłowego jazu betonowego zamykanego segmentami, w którego filarach znajdują się dwie turbiny energetyczne. W ramach modernizacji zbiornika m.in. udroźniono koryto Nysy Kłodzkiej i międzywale poniżej zbiornika, przebudowano trzy jazy, trzy mosty drogowe i kładki dla pieszych. Zakres przedsięwzięcia obejmował także przebudowę budowli rzutowej połączonej ze wzmocnieniem istniejących konstrukcji żelbetowych. Inwestycja była prowadzona na czynnym zbior-

niku, przy utrzymaniu ciągłości przepływu wód. Obiekt po modernizacji otwarto w grudniu 2016 r. [11].

Niezwykle ważnym obiektem przeciwpowodziowym, którego budowa trwa już od 1986 r., jest zbiornik wodny Świnna Poręba na Skawie. W zakresie ochrony przed powodzią zbiornik, przez zmniejszenie ilości wód powodziowych Skawy uchodzących do Wisły, zabezpieczy miejscowości położone poniżej zapory, szczególnie Wadowice, a pośrednio także Kraków.

Maksymalna pojemność zbiornika wynosi 161 mln m<sup>3</sup>, a jego powierzchnia przy całkowitym napełnieniu to 1035 ha. Długość zapory wynosi 604 m, szerokość w koronie 8 m, a wysokość 54 m. Rzędna maksymalnego spiętrzenia wynosi 312 m n.p.m., normalnego 309 m, a najniższego 288,5 m. Upuszczanie wód powodziowych będzie się odbywać przez sztolnię zrzutową zlokalizowaną na prawym brzegu rzeki. Po stronie lewobrzeżnej znajduje się sztolnia upustowa, doprowadzająca rurociągiem wodę do turbin prądotwórczych elektrowni wodnej [12]. Kolejne terminy ukończenia inwestycji zmieniały się, począwszy od 1996 r. W ub.r. zapadła decyzja o zalaniu zbiornika w 2017 r.

## Literatura

- [1] Kołodziejczyk U., Żebrowska M.: *Techniczne metody ochrony przeciwpowodziowej w Polsce*. „Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Zielonogórskiego. Inżynieria Środowiska” 2013, nr 31, s. 96–105.
- [2] *Rozporządzenie Ministra Środowiska w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budowle hydrotechniczne i ich usytuowanie z dnia 20 kwietnia 2007 r.* Dz.U. 2007, nr 86, poz. 579.

- [3] Kledyński Z.: *Ochrona przed powodzią i jej infrastruktura w Polsce*. Materiały XXV Konferencji Naukowo-Technicznej *Awarie budowlane*. Międzyzdroje, 24–27 maja 2011, s. 243–254.
- [4] *Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane*. Dz.U. 1994, nr 89, poz. 414 z późn. zm.
- [5] Michalec B.: *Ocena stanu technicznego jazu w Bieńcyczach na rzece Dłubni metodą diagnostyki jednoetapowej*. „Przegląd Naukowy Inżynieria i Kształtowanie Środowiska” 2013, nr 61, s. 290–300.
- [6] Małecki Z.J., Pokładek R.: *Istotne procesy zagrażające bezpieczeństwu zbiorników wodnych*. „Zeszyty Naukowe Inżynieria Lądowa i Wodna w Kształtowaniu Środowiska” 2010, nr 2, s. 33–43.
- [7] Bednarczyk S., Jarzębińska T., Mackiewicz S., Wołoszyn E.: *Vademecum ochrony przeciwpowodziowej*. Gdańsk 2006.
- [8] Depczyński W., Szamowski A.: *Budowle i zbiorniki wodne*. Warszawa 1999.
- [9] *Zapory a rozwój: nowe wytyczne dla podejmowania decyzji*. Raport Światowej Komisji Zapor Wodnych. Bielsko-Biała 2003.
- [10] Nicpoń H.: *Tajemnice Soliny*. Rzeszów 2014.
- [11] *Trwa wielka modernizacja zbiornika Nysa* (online). „Gazeta Wyborcza”, 20 sierpnia 2015. Dostępny w Internecie: <http://opole.wyborcza.pl/opole/1,35114,18598450,trwawie-lka-modernizacja-zbiornika-nysa-zdjecia.html> (dostęp 2 lutego 2017).
- [12] Maślanka K., Kostuch R.: *Świnna Poręba – długo oczekiwany zbiornik wodny*. „Acta Scientiarum Polonorum. Formatio Circumietus” 2015, vol. 14, s. 161–168.



# FREYSSINET



Kanada-GeoMega®

**Freyssinet Polska sp. z o.o. jest Wykonawcą Specjalistycznych Prac Budowlanych w dziedzinach:**

### TECHNOLOGIE BUDOWY

- nasuwanie podłużne
- betonowanie metodą wspornikową
- montaż segmentów
- podnoszenie ciężkich elementów

### GEOTECHNIKA I HYDROTECHNIKA

- grunt zbrojony
- łukowe obiekty inżynierskie z prefabrykatów żelbetowych typu TechSpan®

### NOWE KONSTRUKCJE

- sprężanie monolitycznych konstrukcji żelbetowych
- projektowanie i sprężanie stropów
- wykonywanie sprężanych płyt na gruncie
- podwieszanie konstrukcji mostowych
- dostawa i montaż łożysk i dylatacji mostowych, kotw talerzowych i przyłączeniowych oraz taśm uszczelniających Freytech®

### NAPRAWY KONSTRUKCJI INŻYNIERSKICH

- kompleksowa naprawa konstrukcji inżynierskich z zastosowaniem najnowszych technologii
- wzmocnienie konstrukcji inżynierskich
- sprężanie zewnętrzne – Niskotarciowy System Sprężania NSS
- pręty sprężające