

## BEZPIECZEŃSTWO BUDOWLI PIĘTRZĄCYCH

W artykule przedstawiono aktualną klasyfikację budowli piętrzących obowiązującą w Polsce. Przedstawiono również przykłady klasyfikacji przyjętych w innych krajach.

### 1. WSTĘP

W obecnych czasach na całym świecie buduje się wiele obiektów hydrotechnicznych. Szczególną rolę wśród nich zajmują budowle piętrzące. Pod tym pojęciem rozumiemy każdą budowlę hydrotechniczną umożliwiającą stałe lub okresowe piętrzenie wody oraz substancji płynnych lub półpłynnych ponad przyległy teren lub akwen (Rozporządzenie, 2007). Nowoczesne technologie pozwalają na budowę coraz większych obiektów. Służą one ochronie przed powodzią, magazynowaniu wody, produkcji energii elektrycznej, a równocześnie celom rekreacyjnym. Cele te są szczególnie istotne obecnie, kiedy zaczyna brakować surowców energetycznych oraz rosną wymagania dotyczące ograniczania emisji gazów cieplarnianych. Coraz większe obszary świata dotyka również brak słodkiej wody. Budowle piętrzące często pozwalają zaradzić tym problemom. Ogromne obiekty stwarzają jednak wielkie zagrożenie w razie ich awarii. Wpływają również na środowisko w stopniu, który nie zawsze można prawidłowo przewidzieć. Trudno się dziwić, że choć korzyści z budowy są ogromne powodują dyskusje i protesty nie tylko ekologów, ale również całych społeczności.

W zakresie bezpieczeństwa budowli piętrzących poszczególne kraje na przestrzeni XX wieku wprowadzały i udoskonalały klasyfikacje tych obiektów, uzależniając od klasy budowli warunki ustalania przepływów obliczeniowych, współczynników bezpieczeństwa, dodatkowego wyposażenia oraz zakresu badań wstępnych i projektowych.

### 2. PRZEPISY W POLSCE

Obecnie w Polsce obowiązuje (Rozporządzenie, 2007) podział na cztery klasy ważności budowli piętrzących ustalony już w latach sześćdziesiątych (Zarządzenie, 1967). W stosunku do pierwotnych ustaleń niewielkie zmiany wprowadzono w 1972 roku (Zarządzenie, 1972).

Stałe budowle hydrotechniczne zalicza się do jednej z klas wg tabeli 1. Przy czym budowlę należy zaliczyć do klasy najwyższej z ustalonych na podstawie różnych wskaźników.

---

<sup>1</sup> Politechnika Szczecińska, Szczecin

Tab. 1 Klasyfikacja głównych budowli hydrotechnicznych (Rozporządzenie, 2007)

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

W 1996 roku na podstawie ustawy *Prawo budowlane* weszło w życie rozporządzenie *Ministra Ochrony Środowiska Zasobów Naturalnych i Leśnictwa w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać obiekty budowlane gospodarki wodnej i ich usytuowanie*. W stosunku do obowiązujących wcześniej przepisów nastąpiły tutaj bardzo istotne zmiany. Przede wszystkim uwzględniono możliwość awarii budowli i szkody, które mogą w wyniku tego powstać. Jest to zgodne z klasyfikacjami przyjętymi w innych krajach, opartymi głównie na stratach, które mogą powstać w wyniku awarii budowli. Warto również podkreślić, że obniżono wielkości wskaźników i tak np. do klasy III zaliczono już budowlę o wys. od 5 m do 10m lub 15m (wcześniej od 5 lub 10m do 20m lub 40m), do klasy II o wys. do 20m lub 30m (wcześniej do 25m lub 80m). Zmianie uległa również sama definicja wysokości piętrzenia, co należy szczególnie podkreślić ponieważ mimo, że rozporządzenie obowiązuje już ponad 10 lat często spotyka się nieprawidłowy sposób jego określania. Wysokość piętrzenia jest to różnica rzędnej maksymalnego poziomu piętrzenia i rzędnej zwierciadła wody dolnej odpowiadającej przepływowi średniemu niskiemu (a nie średniemu rocznemu). W przypadku prognozowanej erozji dna należy uwzględnić tę erozję (wcześniej obniżenia dna nie uwzględniało się). Określanie klasy budowli wg „starych” kryteriów prowadzi do zaniżenia wysokości piętrzenia i klasy budowli.

W obecnie obowiązującym *Rozporządzeniu Ministra Środowiska w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budowle hydrotechniczne i ich usytuowanie* (uwzględniającym przepisy ustawy z 18 lipca 2001 *Prawo wodne*) nie wprowadzono zasadniczych zmian. Pewne pojęcia zostały uściślone, np. nie wyróżnia się osobno budowli piętrzących i budowli, których awaria powoduje utratę pojemności zbiornika lub może spowodować zatopienie położonego niżej terenu.

Przepływy obliczeniowe przyjmuje się jako wezbrania o określonym zaleźnie od klasy budowli prawdopodobieństwie pojawienia się (przewyższenia). Tutaj prawdopodobieństwa przepływów miarodajnego i kontrolnego nie zmieniły się. W 1996 r wprowadzono rozróżnienie na budowle ulegające zniszczeniu przy przelaniu się przez nie wody i nie ulegające zniszczeniu (zamiast podziału zaleźnie od wysokości piętrzenia na terenach nizinnych i górskich). Ten niejednoznaczny zapis zastąpiono obecnie podziałem (tab. 2) na budowle posadowione na podłożu łatwo rozmywalnym, zbudowanym z gruntów nieskalistych, rumoszu skalnego lub miękkich skał oraz wszystkie budowle ziemne ale bez wałów przeciwpowodziowych i pozostałe budowle (w tym wały).

Tab. 2 Prawdopodobieństwo pojawienia się przepływów miarodajnych i kontrolnych dla stałych budowli hydrotechnicznych (Rozporządzenie, 2007)

Lp.	Rodzaj budowli	Przepływy	Prawdopodobieństwo pojawienia się p% dla klasy			
			I	II	III	IV
1	Budowle posadowione na podłożu łatwo rozmywalnym, zbudowanym z gruntów nieskalistych, rumoszu skalnego lub miękkich skał oraz wszystkie budowle ziemne, ale bez wałów przeciwpowodziowych	miarodajny ( $Q_m$ )	0,1	0,3	0,5	1,0
		kontrolny ( $Q_k$ )	0,02	0,05	0,2	0,5
2	Pozostałe budowle, w tym wały przeciwpowodziowe	miarodajny ( $Q_m$ )	0,5	1,0	2,0	3,0
		kontrolny ( $Q_k$ )	0,1	0,3	0,5	1,0

### 3. PRZYKŁADY KLASYFIKACJI BUDOWLI PIĘTRZĄCYCH W INNYCH KRAJACH

W USA (Federal..., 2004) klasyfikacja budowli piętrzących opiera się na federalnych wytycznych. Opracowano pięć przewodników zawierających sposoby postępowania w razie

nagłych awarii, sposoby analizy i projektowania z uwagi na trzęsienia ziemi, klasyfikację z uwagi na potencjalne zagrożenie oraz dobór przepływów obliczeniowych. W klasyfikacji uwzględniono trzy poziomy bezpieczeństwa (tab. 3).

Tab. 3 Klasyfikacja budowli piętrzących w USA (Federal..., 2004)

Poziomy bezpieczeństwa	Utrata życia ludności	Straty ekonomiczne, ekologiczne, zdrowotne
Niski (low)	Nieosiągalna	Niskie, ograniczone do właścicieli obiektu
Znaczący	Nieosiągalna	Tak
Wysoki	Możliwa. Jedna lub więcej osób.	Tak (ale niekoniecznie)

Jako przepływ obliczeniowy przyjmuje się najwyższe możliwe wezbranie (PMF probable maximum flood). Jest to wezbranie, które może wystąpić przy zbiegu najbardziej niekorzystnych warunków meteorologicznych i hydrologicznych (Byczkowski, 1998).

W Szwecji klasyfikacja zapór oparta jest na konsekwencjach możliwej awarii zapory (tab.4)

Tab. 4 Klasyfikacja budowli piętrzących w Szwecji (Safe..., 2001)

Klasa budowli	Ryzyko utraty życia lub zdrowia	Ryzyko uszkodzeń infrastruktury, środowiska i własności
1A	Oczywiste	Oczywiste ryzyko poważnych uszkodzeń dróg, ważnych zapór lub porównywalnych dóbr lub znaczących wartości ekologicznych Oczywiste ryzyko znacznych strat ekonomicznych
1B	Istotne	Znaczne ryzyko poważnych uszkodzeń dróg, ważnych zapór lub porównywalnych dóbr lub znaczących wartości ekologicznych Oczywiste ryzyko znacznych strat ekonomicznych
2		Istotne ryzyko poważnych uszkodzeń dróg, ważnych zapór lub porównywalnych dóbr lub znaczących wartości ekologicznych lub dóbr innych osób niż właściciele
3		Mało znaczące ryzyko poważnych uszkodzeń dróg, ważnych zapór lub porównywalnych dóbr lub znaczących wartości ekologicznych lub dóbr innych osób niż właściciele

Zależnie od klasy budowli przyjmuje się przepływy obliczeniowe. Dla klasy najwyższej (1) zaleca się przyjmowanie najwyższego możliwego wezbrania Dla klas niższych jako obliczeniowy należy przyjmować przepływ 100 letni.

W Norwegii również przyjęto podział na trzy klasy z uwagi na ryzyko awarii i wynikające z niego zagrożenie ludności (Safe..., 2001).

1. niskie ryzyko (0)
2. średnie ryzyko (1-20)
3. wysokie ryzyko (ponad 20 zagrożonych gospodarstw domowych)

W Hiszpanii podział na trzy kategorie także oparto na konsekwencjach możliwej awarii.

Tab. 5 Klasyfikacja budowli piętrzących w Hiszpanii (Safe..., 2001)

Kategoria	Ryzyko dla populacji	Utrudnienia w niezbędnym zaopatrzeniu	Straty materialne	Straty ekologiczne
A	Poważne ryzyko dla miast lub więcej niż 5 mieszkańców	Poważne	Bardzo poważne	Bardzo poważne
B	Ryzyko dla mniejszej liczby osób (1-5)		Poważne	Poważne
C	Możliwa utrata życia (brak stałych mieszkańców)		Średnie	

## 4. PODSUMOWANIE

Bezpieczeństwo budowli hydrotechnicznych jest zagadnieniem, które powinno być troską rządów poszczególnych krajów tym bardziej, że skutki zarówno budowy jak i szczególnie ewentualnej katastrofy wielkich zapór mogą wykraczać poza granice kraju, w którym się znajdują. Potrzebę dyskusji i wymiany doświadczeń w dziedzinie budowy i eksploatacji zapór dostrzeżono już na początku XX wieku co zaowocowało powołaniem w 1928 roku Międzynarodowej Komisji Wielkich Zapór (**ICOLD/CIGB**), zrzeszającej obecnie 85 krajów. Jej celem jest doskonalenie wiedzy technicznej w dziedzinie planowania, projektowania, budowy i eksploatacji zapór oraz związanych z nimi budowli.

Na kongresach i sympozjach, a także w pracach specjalnych Komitetów Technicznych, Komisja gromadzi informacje i analizuje problemy, związane z aspektami technicznymi, ekologicznymi, społecznymi, ekonomicznymi i finansowymi budowy zapór, ze szczególnym uwzględnieniem problemów bezpieczeństwa budowli i ochrony środowiska, a następnie rozpowszechnia wyniki tych prac wśród swych członków. ICOLD dąży do tego, aby budowa i eksploatacja zapór były bezpieczne, efektywne i ekonomicznie uzasadnione, przy jak najmniejszym ich wpływie na środowisko (Zapory, 1996).

Wymiana doświadczeń jest szczególnie istotna ze względu na dużą mobilność inżynierów. Od dawna polscy hydrotechnicy wykorzystywali swoją wiedzę w różnych zakątkach świata i również dzisiaj są wszędzie cenionymi fachowcami.

### Literatura

1. Byczkowski A.: Hydrologia, Wyd. SGGW, Warszawa 1996
2. Federal Guidelines for Dam Safety: Hazard Potential Classification System for Dams, US Department of Homeland Security Federal Emergency Management Agency, 1998, Reprinted January 2004
3. Federal Guidelines for Dam Safety: Selecting and Accommodating Inflow Design Floods for Dams, US Department of Homeland Security Federal Emergency Management Agency, 1998, Reprinted January 2004
4. Przepisy techniczne, którym powinny odpowiadać obiekty inżynierskie i urządzenia techniczne gospodarki wodnej w zakresie budownictwa hydrotechnicznego, Wydawnictwo Katalogów i Cenników, Warszawa 1973
5. Przepisy w sprawie warunków technicznych, którym powinny odpowiadać obiekty inżynierskie i urządzenia techniczne gospodarki wodnej w zakresie budownictwa hydrotechnicznego, Wydawnictwo Katalogów i Cenników, Warszawa 1967
6. Rozporządzenie Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać obiekty budowlane gospodarki wodnej i ich usytuowanie z 20 grudnia 1996
7. Rozporządzenie Ministra Środowiska w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budowle hydrotechniczne i ich usytuowanie z 20 kwietnia 2007 (Dz. U. z dnia 16 maja 2007)
8. Safe Tailings Dam Construction, Gällivare, 20-21 September 2001, Technical Papers
9. Zapory wodne a środowisko, Deklaracja ICOLD/CIGB, Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej, Warszawa 1996

## SAFETY OF DAMS

In this article current classification of dams which is valid in Poland was presented. The examples of the classifications accepted in the other countries were also presented.