



**WSPÓŁCZESNE PROBLEMY  
INŻYNIERII ŚRODOWISKA**

**Kazimierz Szczepaniak**

**ZBIORNIK WODNY SUDETY W BIELAWIE  
PROBLEMY WYKONAWCZE  
I EKSPLOATACYJNE**

**XIII**



**Wrocław 2008**

*Autor*

Kazimierz Szczepaniak

*Opiniodawca*

prof. zw. dr hab. inż. Tadeusz Bednarczyk

*Redaktor merytoryczny*

dr hab. inż. Krzysztof Pulikowski, prof. nadzw.

*Opracowanie redakcyjne*

dr Ewa Jaworska

*Korekta*

mgr Elżbieta Winiarska-Grabosz

*Łamanie*

Alina Gebel

*Projekt okładki*

Halina Sebzda

Monografie LXIX

© Copyright by Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Wrocław 2008

ISSN 1898–1151

ISBN 978–83–60574–50–8

**WYDAWNICTWO UNIWERSYTETU PRZYRODNICZEGO WE WROCŁAWIU**

**Redaktor Naczelny – prof. dr hab. Andrzej Kotecki**

**ul. Sopotka 23, 50–344 Wrocław, tel. 071 328–12–77**

**e-mail: [wyd@up.wroc.pl](mailto:wyd@up.wroc.pl)**

---

Nakład 120 + 16 egz. Ark. wyd. 3,0. Ark. druk. 3,0

Druk i oprawa: Wydawnictwo Tekst Sp. z o.o.

ul. Kossaka 72, 85–307 Bydgoszcz

## SPIS TREŚCI

1.	Wstęp.....	5
2.	Charakterystyka ogólna zbiornika .....	7
3.	Warunki hydrologiczne zbiornika .....	8
4.	Budowa geologiczna rejonu zbiornika .....	10
5.	Obiekty i urządzenia wchodzące w skład zbiornika wodnego .....	12
	5.1. Ujęcie na potoku Rdzawa .....	12
	5.2. Kanał Rdzawa – Bielawica .....	14
	5.3. Ujęcie na potoku Bielawica .....	15
	5.4. Kanał Bielawica – zbiornik .....	17
	5.5. Zapora ziemna .....	18
	5.6. Wieża ujęć .....	20
	5.7. Wieża przelewowa.....	23
	5.8. Przepust pod zaporą.....	23
	5.9. Pomost służbowy .....	24
	5.10. Rurociąg grawitacyjny .....	24
	5.11. Wyspa na zbiorniku z pomostem.....	25
	5.12. Urządzenia kontrolno-pomiarowe .....	26
6.	Problemy wykonawcze i eksploatacyjne zbiornika .....	27
	6.1. Problemy wykonawcze zbiornika .....	27
	6.2. Problemy eksploatacyjne .....	29
7.	Ocena bezpieczeństwa zbiornika i jego otoczenia.....	34
	Piśmiennictwo .....	41



## 1. WSTĘP

Bielawa położona jest w południowej części Przedgórze Sudeckiego, częściowo na obszarze Kotliny Dzierżoniowskiej oraz częściowo na obszarze Gór Sowich, będących składową częścią Sudetów. Z takiego położenia wynikają znaczne różnice wysokości w obrębie miasta, dochodzące do ok. 200 m.

Miasto rozciąga się na długości ok. 9 km, wzdłuż biegnącego przez nie potoku Bielawica. Znaczny wpływ na rozwój początkowo osady, a następnie miasta oraz na jego pozycję miało rzemiosło tkackie i przemysł włókienniczy.

Do bujnego rozwoju Bielawy przyczynił się Graf Erdman von Promnitz, który na początku XVIII w. uzyskał przywilej do wyłącznej i dowolnej organizacji tkactwa u podnóża Gór Sowich. Na początku XIX w. zakłady przemysłu bawełnianego w Bielawie były największymi i najnowocześniejszymi zakładami przemysłowymi na Śląsku aż do czasu II wojny światowej. Po zakończeniu tej wojny władze polskie uruchomiły produkcję w dawnych zakładach włókienniczych. W latach 60. zakłady włókiennicze „Bielbaw” i „Bieltex” zatrudniały kilka tysięcy osób, wytwarzając szeroki asortyment tkanin. Silny rozwój przemysłu bawełnianego i związane z tym duże zapotrzebowanie na wodę wymusiły potrzebę budowy zbiornika wodnego, umożliwiającego uzupełnienie niedoborów wody w zakładach w okresach kryzysowych. Na wniosek BZPB „Bieltex” Ministerstwo Przemysłu Lekkiego udzieliło wsparcia i przydzieliło środki na rozpoczęcie budowy takiego zbiornika.

Jedyną możliwą lokalizacją zbiornika był niewielki potok Brzęczek i teren u podnóża Gór Sowich w pobliżu osiedla przy ulicy Wysokiej.

Zapotrzebowanie na wodę dla zaspokojenia potrzeb ówczesnych Zakładów Bawełnianych oceniono na ok. 1,4 mln m<sup>3</sup>. W celu uzyskania takiej pojemności zbiornika powstała koncepcja zbudowania dodatkowych ujęć wody na sąsiednich potokach Rdzawa i Bielawica oraz połączenia ich kanałem z potokiem Brzęczek. Całkowita długość kanału od ujęcia na Rdzawie do zbiornika wynosi 2,5 km. Topografia terenu przeznaczanego pod zbiornik narzuciła łukowy kształt zapory o długości 1211 m i maksymalnej wysokości 15 m.

W latach 1969–1973 został zbudowany na potoku Brzęczek u podnóża Gór Sowich zbiornik wodny Sudety, stanowiący rezerwuuar wody i będący równocześnie miejscem rekreacji i wypoczynku dla mieszkańców Bielawy i okolic. Zbiornik zaprojektowany został przez Biuro Studiów i Projektów Budownictwa Wodnego „Hydroprojekt” Wrocław, prace geologiczne wykonywało Przedsiębiorstwo Hydrogeologiczne we Wrocławiu, wykonawcą było Przedsiębiorstwo Robót Inżynieryjnych „Hydrobudowa” Wrocław, a nadzór naukowy i inwestorski pełnił Instytut Budownictwa Wodnego i Ziemi Akademii Rolniczej we Wrocławiu.

W tym okresie była to największa inwestycja hydrotechniczna w południowo-zachodniej Polsce. Prace przygotowawcze, polegające na budowie kilku kilometrów dróg dojazdowych dla ciężkiego sprzętu budowlanego oraz bazy lokalowej dla służb technicznych i bazy magazynowej dla sprzętu i materiałów budowlanych, trwały do połowy 1970 roku. Po tym okresie rozpoczęły się zasadnicze prace konstrukcyjno-budowlane, polegające na przygotowaniu złoża dla sypania zapory, konstruowaniu korpusu zapory, budowie urządzeń przelewowo-upustowych oraz budowie kanałów przerzutowych. Prace budowlane zostały zakończone w połowie 1973 roku. Pierwsze próbne napełnienie zbiornika rozpoczęto z roztopów wiosennych 1973 roku. Pełne napełnienie zbiornika uzyskano w 1974 roku. Od 1974 roku zbiornik w pełni zaspokajał zapotrzebowanie na wodę obu ówczesnych Zakładów Przemysłu Włókienniczego w Bielawie oraz pełnił funkcję rekreacyjną dla mieszkańców.

Niniejsza monografia ma na celu przekazanie doświadczeń zdobytych w czasie budowy zbiornika, od pierwszych prac związanych z wytyczeniem osi zapory, poprzez cały okres budowy wszystkich elementów zbiornika, a następnie jego odbioru i przekazania do eksploatacji, a także podczas 30-letniej eksploatacji tego zbiornika.

## 2. CHARAKTERYSTYKA OGÓLNA ZBIORNIKA

Zbiornik wodny Sudety zlokalizowany jest u podnóża Gór Sowich w dolinie potoku Brzęczek, lewobrzeżnego dopływu Piławy. Zasilany jest bezpośrednio z potoku Brzęczek oraz częściowo kanałem ujmującym wody z potoku Bielawica i Rdzawa.

Dane ogólne zbiornika:

Powierzchnia całkowita zlewni	– 17,0 km <sup>2</sup>
Powierzchnia zlewni potoku Brzęczek	– 4,24 km <sup>2</sup>
Powierzchnia zlewni potoku Bielawica	– 8,31 km <sup>2</sup>
Powierzchnia zlewni potoku Rdzawa	– 4,45 km <sup>2</sup>
Objętość całkowita zbiornika (do rzędnej 335,00)	– 1340 tys. m <sup>3</sup>
Pojemność użytkowa	– 1304 tys. m <sup>3</sup>
Powierzchnia zalewu	– 23,2 ha

Dane ogólne zapory:

Długość zapory	– 1211 m
Maksymalna wysokość zapory	– 15 m
Kubatura zapory	– 340 tys. m <sup>3</sup>
Szerokość korony	– 5 m
Szerokość ławeczki	– 3 m
Nachylenie skarpy odwodnej	– 1:3
Nachylenie skarpy odpowietrznej	– 1:2,5, 1:2

Dane ogólne budowli przelewowo-upustowych:

Długość przepustu	– 73,35 m
Wysokość wieży ujęć	– 17 m
Średnica wieży ujęć	– 4,5 m
Wysokość wieży przelewowej	– 12,5 m
Średnica wieży przelewowej	– 4,5 m

### 3. WARUNKI HYDROLOGICZNE ZBIORNIKA

Zlewnia zbiornika usytuowana jest w masywie Gór Sowich, których cały obszar przykryty jest warstwą glin piaszczystych z otoczakami. Przedgórze wyścielają osady pochodzenia polodowcowego oraz utwory powstałe w wyniku erozji i denudacji gór.

Mięszkość utworów piaszczysto-żwirowych przewarstwionych glinami jest znaczna i sięga od 1 do 100 m.

Cały obszar przedgórza wykorzystany jest częściowo jako pola orne i częściowo jako lasy, łąki i pastwiska.

Zlewnia całkowita zbiornika składa się ze zlewni potoków Brzęczek, Bielawica i Rdzawa.

Potok Brzęczek jest lewostronnym dopływem rzeki Piławy, do której dopływa w Dzierżoniowie. Górna część zlewni leży w masywie Gór Sowich. Całkowita powierzchnia zlewni wynosi 18,4 km<sup>2</sup>, a długość potoku – 10,9 km. W przekroju zbiornika powierzchnia zlewni wynosi 4,24 km<sup>2</sup>.

W zlewni potoku Brzęczek, bezpośrednio zasilającej zbiornik, występują głównie gleby podgórskie, mało przepuszczalne, pokryte w 90% lasami. Pozostałą część zlewni pokrywają gleby piaszczysto-żwirowe, użytkowane rolniczo. Stanowią one część dolną zlewni, przylegającą bezpośrednio do zbiornika.

Potok Bielawica jest również lewostronnym dopływem rzeki Piławy. Całkowita powierzchnia zlewni wynosi 25,5 km<sup>2</sup> a długość 12,35 km. W przekroju ujęcia wody do zbiornika zlewnia wynosi 8,31 km<sup>2</sup>.

Zlewnia potoku Bielawica może zasilac zbiornik poprzez ujęcie na potoku Bielawica, zlokalizowane w górnej Bielawie, a następnie kanałem Bielawica – zbiornik. Górna część zlewni potoku Bielawica usytuowana jest w masywie Gór Sowich. W tej części zlewni zlokalizowane są ujęcia drenazowe wód powierzchniowych Wodociągów Dzierżoniowskich. W obrębie miasta potok Bielawica ubezpieczony jest kamiennobetonowymi murami oporowymi.

Potok Rdzawa jest prawostronnym dopływem Bielawicy, do której wpływa w środkowej części Bielawy. Całkowita powierzchnia zlewni wynosi 7,10 km<sup>2</sup> a długość potoku – 7,25 km. W przekroju ujęcia wody do zbiornika powierzchnia zlewni wynosi 4,25 km<sup>2</sup>.

Zlewnia potoku Rdzawa może zasilac zbiornik poprzez ujęcie na Rdzawie i kanałem Rdzawa – Bielawica – zbiornik. W zlewni potoku Rdzawa występują gleby gliniaste mało przepuszczalne, porośnięte w 60% lasami. Potok Rdzawa jest zasobny w wodę i nie wysycha.

Na wielkość opadów w zlewni zbiornika mają wpływ Góry Sowie. Wiatry deszczonośne, wiejące z kierunku zachodniego i północno-zachodniego, napotykające na masyw Gór Sowich wytracają większość swej wilgotności na stokach północno-



-zachodnich i zachodnich, ograniczając opady atmosferyczne w zlewni zbiornika. Średni opad w Bielawie kształtuje się na poziomie 700 mm rocznie, a średni odpływ ze zlewni zbiornika wynosi ok. 1300 tys. m<sup>3</sup>.

Na podstawie przeprowadzonych w latach 1971–1973 pomiarów przepływów na potokach Brzęczek, Bielawica i Rdzawa oraz obliczeń teoretycznych ustalono wielkości maksymalnych przepływów jednostkowych dla zlewni zbiornika Sudety o określonym prawdopodobieństwie przewyższenia.

Z uwagi na możliwość sterowania wodami potoku Bielawica i Rdzawa w czasie zagrożenia powodziowego urządzenia przelewowo-upustowe zbiornika zaprojektowano, uwzględniając maksymalne przepływy ze zlewni potoku Brzęczek (tab. 1).

Tabela 1.  
Table 1.

Przepływy maksymalne dla zlewni zbiornika Sudety  
Maximum flow values for the basin of Sudety reservoir

Prawdopodobieństwo przewyższenia Probability of exceeding [%]	1	2	5	10	20	50
Przepływ jednostkowy dla zlewni zbiornika Sudety $q_{\max p\%}$ Specific discharge for the Sudety reservoir basin $q_{\max p\%}$ [m <sup>3</sup> /s km <sup>2</sup> ]	3,82	2,67	1,79	1,26	0,88	0,57
Przepływ maksymalny ze zlewni potoku Brzęczek $Q_{\max p\%}$ Maximum outflow from the Brzęczek creek basin $Q_{\max p\%}$ [m <sup>3</sup> /s]	16,2	11,24	7,60	5,35	3,72	2,41

## 4. BUDOWA GEOLOGICZNA REJONU ZBIORNIKA

Podłoże geologiczne rejonu Bielawy stanowią gnejsy prekambryjskie budujące krę Górow Sowych. Gnejsowa kra Górow Sowych przecięta jest uskokiem Sudeckim Brzeżnym, stanowiącym dużą dylatację wyraźnie zaznaczającą się w krajobrazie Sudetów. Krę gnejsową Górow Sowych tworzą niemal wyłącznie skały o wysokim stopniu metamorfozy, wykształcone głównie jako paragnejsy oligoklazowo-biotytowe, których wiek zalicza się do prekambru. Skały te są bardzo intensywnie spękanе oraz silnie i stromo sfałdowane. Sfałdowania są wielokierunkowe i lokalnie zmienne. Stropowa partia gnejsów jest bardzo silnie zwiętrzała, tworząc grubą warstwę aluwiów, przeważnie w postaci glin. Bezpośrednio na aluwiach prekambru zalegają utwory czwartorzędowe reprezentowane przez żwiry i rumosze w dwóch warstwach przedzielonych warstwą glin i ilów.

Dolna warstwa rumoszu i żwirów stanowi serię utworów zboczowych, przemieszanych.

Podłoże gruntowe zbiornika Sudety jest uwarstwione. Można w nim wydzielić cztery zasadnicze warstwy gruntów:

- Warstwa I – grunty żwirowo-kamieniste, miejscami silnie zaglinione.  
Grunty tego zespołu zalegają bezpośrednio pod glebą. Największa miąższość tej warstwy wynosi ok. 7 m, grunty te charakteryzują się wysokim wskaźnikiem różnoziarnistości. Lokalnie występują duże pojedyncze głązy lub skupiska głązów. Grunty tej warstwy przeznaczone są do uformowania korpusu zapory.
- Warstwa II – grunty średnio spoiste i spoiste ciężkie.  
Grunty te występują w postaci glin, glin pylastych ciężkich, glin piaszczystych i piaszczystych ciężkich. Charakteryzują się konsystencją plastyczną i twar doplastyczną. Miąższość tej warstwy jest zmienna i waha się w granicach od 0 do ponad 10 m. Grunty tej warstwy mają zapewnić szczelność zbiornika.
- Warstwa III – grunty żwirowo-kamieniste.  
Grunty tego zespołu wykształcone są podobnie jak grunty warstwy I. Miąższość tej warstwy jest bardzo zmienna.
- Warstwa IV – grunty średnio spoiste, spoiste ciężkie i bardzo spoiste.  
Jest to warstwa o dużej miąższości, przekraczająca grubość 30 m.  
Na omawianym obszarze występują wody gruntowe:
  - a) szczelinowe, związane z systemem spękań skał metamorficznych prekambru;
  - b) wody czwartorzędowe, występujące w żwirach i rumoszach warstwy I i III.

W warstwie I żwirów i rumoszy bezpośrednio pod powierzchnią terenu zalegają wody o zwierciadle swobodnym. Wody te zasilane są bezpośrednio wodami opadowymi. Poziom zwierciadła tych wód ulega silnym wahaniom uzależnionym od opadów atmosferycznych, ich ilości i długo trwałości.

W warstwie III żwirów, pospólek i rumoszy występują wody o zwierciadle napiętym.

Na podstawie badań przeprowadzonych przez Przedsiębiorstwo Hydrogeologiczne we Wrocławiu grunty warstwy I znajdujące się w czaszy zbiornika zakwalifikowano jako materiał ziemny nadający się do budowy zapory.

Parametry fizyczne złoża żwirów i pospólek kształtują się następująco:

Tabela 2  
Table 2

Parametry fizyczne gruntu wbudowanego w zapórę zbiornika Sudety  
Physical parameters of soil built-into the dam of Sudety water reservoir

Wilgotność optymalna Optimum humidity W	7,4–13,5%
Ciężar objętościowy szkieletu gruntowego Weight by volume of soil skeleton $\gamma_s$	19,9–20,8 KN/m <sup>3</sup>
Kąt tarcia wewnętrznego Angle of shearing resistance $\Phi$	40–48

Współczynnik filtracji dla gruntów żwirowych ustalono od  $1,75 \cdot 10^{-6}$  m/s do  $2,41 \cdot 10^{-5}$  m/s, dla rumoszy od  $2,40 \cdot 10^{-5}$  m/s do  $3,20 \cdot 10^{-4}$  m/s.

## **5. OBIEKTY I URZĄDZENIA WCHODZĄCE W SKŁAD ZBIORNIKA WODNEGO**

W skład zbiornika wodnego Sudety wchodzi następujące obiekty i urządzenia:

1. Ujęcie na potoku Rdzawa
2. Kanał Rdzawa – Bielawica
3. Ujęcie na potoku Bielawica
4. Kanał Bielawica – Zbiornik
5. Zapora ziemna
6. Wieża ujęć
7. Wieża przelewowa
8. Przepust pod zaporą
9. Pomost służbowy
10. Rurociąg grawitacyjny
11. Wyspa na zbiorniku
12. Pomost na wyspę
13. Urządzenia kontrolno-pomiarowe.

### **5.1. Ujęcie na potoku Rdzawa**

Ujęcie na potoku Rdzawa zlokalizowane jest w południowej części Bielawy w pobliżu miejscowości Ostroszowice. Budowla ujęciowa składa się z dwóch progów stałych, od strony wody dolnej o wysokości 1,25 m i od strony wody górnej o wysokości 0,5 m, oraz z murów oporowych z wnękami do zamocowania krat i szandorów (fot. 1).

Niecka ujęciowa znajduje się pomiędzy dwoma progami na Rdzawie oraz progiem pod szandorem (zastawką). W progu dolnym znajduje się otwór zapewniający przepływ biologiczny w potoku poniżej ujęcia.

Przelew do kanału Rdzawa – Bielawica zabezpieczony jest kratą stalową i drewnianym szandorem (zastawką) (fot. 2). Manewrowanie szandorem odbywa się ręcznie za pomocą śruby ślimakowej. Ujęcie umożliwia kierowanie wód potoku Rdzawa w kierunku kanału do zbiornika lub poniżej ujęcia.



Fot. 1. Ujęcie na potoku Rdzawa – widok od strony wody górnej  
Photo 1. Water intake on the Rdzawa stream – view from the upstream side



Fot. 2. Ujęcie na potoku Rdzawa – widok od strony wody dolnej  
Photo 2. Water intake on the Rdzawa stream – view from the downstream side

## 5.2. Kanał Rdzawa – Bielawica

Próg pod szandorem (zastawką) i sam szandor umożliwiają sterowanie wodami Rdzawy, kierując je kanałem do zbiornika lub poniżej do koryta Rdzawy. Wody z ujęcia przetrzucane są kanałem otwartym o długości 856 m i kanałem zamkniętym o długości 30 m w rejon potoku Bielawica, a następnie do zbiornika razem z wodami ujętymi na potoku Bielawica (fot. 3).

Kanał otwarty ma przekrój trapezowy i biegnie częściowo wykopem a częściowo nasypem. Dno i skarpy kanału ubezpieczone są płytami betonowymi. Kanał kryty wykonany jest w konstrukcji żelbetowej ramy zamkniętej i biegnie pod ulicą Wiejską, łącząc się z ujęciem na Bielawicy (fot. 4).



Fot. 3. Kanał otwarty Rdzawa – Bielawica  
Photo 3. Open channel Rdzawa – Bielawica

Szerokość w dnie kanału wynosi 1 m a nachylenie skarp – 1:1,5. Wlot do kanału krytego przed ujęciem na potoku Bielawica zabezpieczony jest kratą stalową, a górna część kanału ubezpieczona jest barierką stalową.





Fot. 4. Wlot kanału otwartego do kanału krytego pod Bielawicą  
Photo 4. Inflow of open channel into covered channel under Bielawica stream

### 5.3. Ujęcie na potoku Bielawica

Ujęcie na potoku Bielawica znajduje się w górnej części Bielawy pomiędzy ulicami Wiejską a Waryńskiego. Niecka ujęciowa zlokalizowana jest pomiędzy dwoma stałymi progami na Bielawicy oraz progiem na ujęciu wody (fot. 5). Zadaniem górnego progu na Bielawicy o długości 6 m jest obniżenie dna potoku i utworzenie niecki ujęciowej, natomiast dolny o długości 14 m przegradza potok i kieruje wody do zbiornika. Próg na ujęciu wody łączy się z kanałem zamkniętym biegnącym pod Bielawicą, tworząc wspólny kanał dla Rdzawy i Bielawicy. Ponad progiem znajduje się zamknięcie szandorowe ujęcia oraz kraty stalowe. Kształt niecki w rzucie poziomym zbliżony jest do trapezu. W progu dolnym znajduje się otwór zapewniający przepływ biologiczny w Bielawicy poniżej ujęcia. Cała niecka ujęciowa ubezpieczona jest barierkami stalowymi. Szandor wykonany jest z bali drewnianych zamocowanych w stalowych wnękach. Manewrowanie szandorem odbywa się ręcznie za pomocą dwóch śrub ślimakowych.



Fot. 5. Ujęcie na potoku Bielawica – wlot do kanału krytego  
Photo 5. Water intake on Bielawica stream – inflow into covered channel



Fot. 6. Kanał kryty pod Bielawicą  
Photo 6. Covered channel under Bielawica stream



#### 5.4. Kanał Bielawica – zbiornik

Kanał Bielawica – zbiornik może prowadzić wody z ujęcia na Rdzawie oraz wody z ujęcia na Bielawicy.

Kanał ten składa się z kanału krytego biegnącego pod ulicą Waryńskiego o długości około 50 m i kanału otwartego o długości ok. 1600 m, łączącego się z potokiem Brzęczek i wpadającego bezpośrednio do zbiornika.

Kanał kryty wykonany jest w konstrukcji żelbetowej prostokątnej ramy zamkniętej. Kanał ten łączy się pod ulicą Waryńskiego z kanałem krytym biegnącym od strony Rdzawy, prowadząc wspólnie wody potoku Bielawica i Rdzawa (fot. 6). Kanał otwarty o przekroju trapezowym rozpoczyna się na końcu kanału krytego i łączy się przed zbiornikiem z potokiem Brzęczek i wpada do zbiornika (fot. 7, 8).

Kanał na całej swej długości biegnie w wykopie i ubezpieczony jest płytami betonowymi. W miejscach skrzyżowania kanału z drogami wykonane są żelbetowe przepusty drogowe.



Fot. 7. Kanał otwarty Bielawica – zbiornik  
Photo 7. Open channel Bielawica stream – reservoir



Fot. 8. Wlot kanału do zbiornika  
Photo 8. Inflow of channel into the reservoir

### 5.5. Zapora ziemna

Zbiornik Sudety powstał poprzez ogrodzenie potoku Brzęczek od strony północnej, wschodniej i południowo-wschodniej łukową zaporą ziemną o długości 1211 m i o maksymalnej wysokości 15 m (fot. 9).

Korpus zapory zbudowany jest z miejscowych materiałów pobranych z I warstwy zalegającej bezpośrednio pod powierzchnią terenu w czaszy zbiornika. Są to głównie grunty jednorodne, żwirowo-kamieniste, zaglinione, słabo przepuszczalne.

Korpus zapory ma kształt trapezu o szerokości korony 5,0 m i nachyleniu skarpy odwodnej 1:2,5 oraz skarpy odpowietrznej górnej 1:2 i odpowietrznej dolnej 1:2,5.

Korona zapory znajduje się na rzędnej 337,00 m npm, natomiast na skarpie odpowietrznej na rzędnej 330,00 m npm zlokalizowana jest ławeczka o szerokości 3,0 m.

Korpus zapory uszczelniony jest od strony odwodnej ekranem z płyt żelbetowych łączonych taśmą PCW. Ekran żelbetowy łączy się u podnóża skarpy z poziomym fartuchem z gliny o szerokości 12 m, a następnie z przeponą gliniastą dochodzącą do warstwy gliniastej II nieprzepuszczalnej (fot. 10). Odwodnienie korpusu zapory stanowi drenaż z rur kamionkowych perforowanych, ułożonych w stopie zapory w dwufrakcyjnej obsypce żwirowej.



Fot. 9. Zapora ziemna – widok na skarpę odpowietrzną  
Photo 9. Earth dam – view on the downstream embankment



Fot. 10. Żelbetowy ekran na skarpie odwodnej zapory  
Photo 10. Concrete screen on the upstream dam embankment

Wody z drenażu odprowadzane są do betonowych studzienek kontrolnych rozmieszczonych co 50 m na długości drenażu, a następnie rurami kamionkowymi do rowu opaskowego. Rów ten zbiera wody z drenażu oraz przesiąki z zapory i odprowadza je do potoku Brzęczek poniżej upustu dennego. Skarpa odpowietrzna ubezpieczona jest obsiewem z trawy. Na połączeniu ławeczki i skarpy górnej zapory znajduje się betonowa rynienka, zbierająca wody opadowe ze skarpy górnej. Wody te odprowadzane są do rowu opaskowego rynienkami betonowymi ułożonymi na skarpie odpowietrznej.

Na skarpach zapory odwodnej i odpowietrznej rozmieszczone są betonowe schody w kilku przekrojach zapory.

W korpusie zapory umieszczone są piezometry, rozmieszczone w sześciu przekrojach zapory i repery wgłębne, natomiast na korpusie znajduje się sieć reperów powierzchniowych, rozmieszczonych na koronie i ławeczce.

## 5.6. Wieża ujęć

Głównym zadaniem zbiornika było awaryjne zaopatrzenie Bielańskich Zakładów Włókienniczych w wodę w okresach kryzysowych. Obecnie zbiornik pełni głównie funkcję rekreacyjną.

Sterowanie wodą na zbiorniku odbywa się poprzez instalacje i zasuw zlokalizowane w wieży ujęć (fot. 13).

W dolnej części wieży znajdują się dwa wloty upustów dennych Ø600 z wnękami do założenia zasuw remontowych i krat. Upusty denne umożliwiają sterowanie poziomem wody w zbiorniku w czasie zagrożenia powodziowego oraz w czasie prowadzenia prac remontowych na zbiorniku. Na trzech wyższych poziomach wykonane są wloty ujęcia wody do rurociągu grawitacyjnego, rozprowadzającego wody ze zbiornika.

Wewnątrz wieży znajdują się na trzech poziomach pomosty stalowe, podpierające zasuw wlotowe rurociągu grawitacyjnego. Na górnym pomoście wewnętrznym umieszczone są zawory kolumnowe do wszystkich zasuw w wieży. Konstrukcję wieży stanowi żelbetowa okrągła studnia o średnicy wewnętrznej 3,5 m i grubości ścian 0,50 m (fot. 11, 12). Całkowita wysokość wieży mierzona od poziomu fundamentów do górnego pomostu wynosi 14,50 m. Powyżej górnego pomostu znajduje się budka sterownicza, przykryta okrągłą płytą żelbetową, do której zamocowane zostały dwie szyny jezdne do ręcznych wciągarek roboczych, służących do remontu lub wymiany zasuw. Do ściany wewnętrznej przymocowana jest stalowa drabina łącząca wszystkie poziomy pomosty roboczych. Od strony zbiornika na wieży ujęć znajduje się pomost stalowy ogrodzony barierką. Na pomoście umieszczone są zawory kolumnowe do zasuw zamknięć upustów remontowych. Fundament wieży posadowiony jest na stalowych ścianach szczelnych ubezpieczających wieżę przed działaniem dużych sił poziomych, pochodzących od obciążenia wieży pokrywą lodową. Na wieży rozmieszczona jest sieć reperów służących do obserwacji przemieszczeń pionowych i odchyłeń.





Fot. 11. Wieża ujęć i wieża przelewowa w trakcie budowy  
Photo 11. Intake tower and overflow tower in the time of construction



Fot. 12. Widok na wieżę ujęć i wieżę przelewową  
Photo 12. View on the intake tower and on the overflow tower



Fot. 13. Widok na wewnątrz wieży przelewowej  
Photo 13. View on the inside of overflow tower



Fot. 14. Wybrzuszenie pokrywy lodowej napierającej na wieżę  
Photo 14. Ice cover bump pressing on the tower

## 5.7. Wieża przelewowa

Normalny poziom piętrzenia wody w zbiorniku ustalony jest na poziomie 335,00 m npm. Zabezpieczeniem, że poziom ten nie będzie przekroczony, jest wieża przelewowa z koroną przelewu na rzędnej 335,00 m npm. Kształt przelewu wykonano według krzywej Creagera (fot. 14).

Wieża przelewowa wykonana jest w formie okrągłej studni żelbetowej o średnicy wewnętrznej 3,5 m i grubości ścian 0,5 m oraz wysokości 12,5 m. Wieża posadowiona została na stalowych ściankach szczelnych typu Larssena.

Do wieży przelewowej wprowadzane są z wieży ujęć wloty dwóch rur Ø600 upustu dennego oraz wylot z odwodnienia wieży ujęć i odciążenia fundamentów wieży. Połączona jest ona z żelbetowym upustem dennym biegnącym pod zaporą. Na wieży przelewowej znajdują się repery do obserwacji przemieszczeń i odchyleń wieży.

## 5.8. Przepust pod zaporą

W km 0+409 zapory zlokalizowany jest przepust pod zaporą łączący część odwodną i odpowietrzną zbiornika. Długość przepustu wynosi 73,40 m i składa się z 6 przeseł po 10 m, jednego o długości 5,0 m będącego filarem dla pomostu służbowego oraz przęsła o długości 8,40 m łączącego wieżę przelewową z przepustem pod zaporą (fot. 15).



Fot. 15. Przepust pod zaporą – widoczny rurociąg grawitacyjny  
Photo 15. Culvert under dam – visible gravitational pipeline



Przepust wykonany jest w konstrukcji żelbetowej jako sklepienie łukowe dwuprzegubowe oparte na płycie fundamentowej. Przęsła między sobą są zdylatowane i połączone taśmą PCW. Szwy dylatacyjne pomiędzy poszczególnymi przęsłami przepustu wykonane są jako podwójne opaski PCW.

Wewnątrz przepustu znajduje się rurociąg grawitacyjny podwieszony do sklepienia przepustu oraz piezometry, szczelinomierze i repery powierzchniowe. W celu przedłużenia drogi filtracji na przepuscie wykonano dwa żebra żelbetowe. Wejście do przepustu zabezpieczone jest dwuskrzydłową bramą stalową (fot. 16).



Fot. 16. Wylot z przepustu pod zaporą  
Photo 16. Outlet from culvert under dam

### **5.9. Pomost służbowy**

Komunikację pomiędzy budką sterowniczą znajdującą się na wieży ujęć wewnątrz zbiornika a koroną zapory zapewnia pomost służbowy o długości ok. 40 m. Stanowi go dwuprzęsłowa kładka wykonana z dwóch blachownic połączonych pomostem.

Kładka opiera się na koronie zapory i na filarze żelbetowym posadowionym na przepuscie oraz na wieży ujęć. Wejście na kładkę zabezpieczone jest stalową bramką.

### **5.10. Rurociąg grawitacyjny**

Zbiornik wodny Sudety zaprojektowany został jako awaryjny rezerwuuar wody przemysłowej dla Zakładów Przemysłu Bawełnianego w Bielawie. W wieży ujęć wykonano na trzech poziomach ujęcia wody w zbiorniku. Połączone one zostały



z rurociągiem grawitacyjnym biegnącym w przepuście pod zaporą do Zakładów „Bielbaw”. Na trasie rurociągu grawitacyjnego zlokalizowana jest studzienka kontrolna z wodomierzem i zasuwami. Rurociąg wykonano w konstrukcji azbestocementowej rury o średnicy  $\text{Ø}400$  mm. Wylot z rurociągu znajduje się na terenie byłych Zakładów Bawełnianych „Bielbaw”. Przesyłanie wody ze zbiornika do innych zakładów bawełnianych odbywało się za pomocą pompowni i instalacji poprowadzonych z Zakładów „Bielbaw”.

### 5.11. Wyspa na zbiorniku z pomostem

W trakcie budowy zbiornika wprowadzono zmiany do projektu zapory, które umożliwiły obniżenie kosztów całego przedsięwzięcia związanego z zaopatrzeniem w wodę Zakładów Bawełnianych. Oszczędności umożliwiły wybudowanie wokół zbiornika centrum rekreacji i wypoczynku, którego jednym z elementów jest wyspa zbudowana z materiałów znajdujących się w czaszy zbiornika, nie nadających się do wbudowania w korpus zapory. Powierzchnia wyspy wynosi 37 arów, a rzędna terenu równa jest 336,00 m npm., tj. 1 m powyżej normalnego poziomu piętrzenia. Wyspa została połączona z terenem nadbrzeżnym kładką wykonaną w konstrukcji żelbetowej, a pomost – w konstrukcji drewnianej. Długość kładki wynosi 50 m, a szerokość 6 m. Na wyspie porośniętej trawą i krzewami zamontowano ławki dla wypoczynku (fot. 17).



Fot. 17. Widok na wyspę i pomost  
Photo 17. View on island and platform

## 5.12. Urządzenia kontrolno-pomiarowe

Dla określenia warunków użytkowania i stopnia bezpieczeństwa zapory w trakcie jej eksploatacji – zainstalowano w czasie budowy 9 reperów wglębnych, 40 reperów powierzchniowych do bieżącego określania przemieszczeń podłoża i korpusu zapory oraz 16 piezometrów do pomiarów ciśnień hydrostatycznych w zaporze. Repery wglębne posadowiono w 3 przekrojach na podłożu korpusu zapory przed rozpoczęciem sypania zapory. Po uformowaniu korpusu udało się odszukać 4 repery wglębne, na których prowadzone są obserwacje osiadania korpusu zapory. Sieć reperów powierzchniowych rozmieszczona jest na koronie zapory, na ławeczce i przedpolu zapory.

W celu obserwacji przemieszczeń budowli przelewowo-upustowych wyposażono wieżę ujęć i wieżę przelewową w 10 reperów, natomiast w przepuście pod zaporą zainstalowano 17 reperów. Repery na płycie dennej zainstalowano na początku i końcu każdego przepustu. Umożliwia to obserwację przemieszczeń podłoża zapory pod każdym z segmentów.

Obserwacja poziomu wód w korpusie zapory odbywa się dzięki piezometrom rozmieszczonym w I i III warstwie wodonośnej w 5 przekrojach na koronie, na ławeczce i przedpolu zapory. Takie rozmieszczenie piezometrów umożliwia bieżącą lokalizację położenia zwierciadła wody w całym przekroju i porównanie go z teoretyczną krzywą filtracji przyjętą przez projektantów. Przy użyciu zainstalowanych urządzeń kontrolno-pomiarowych dokonuje się bieżącej oceny trwałości i stateczności podłoża i korpusu zapory oraz oceny stanu technicznego elementów uszczelniających i drenażowych zapory.

## **6. PROBLEMY WYKONAWCZE I EKSPLOATACYJNE ZBIORNIKA**

### **6.1. Problemy wykonawcze zbiornika**

Budowę zbiornika rozpoczęto od prac przygotowawczych polegających na wykonaniu dróg dojazdowych dla ciężkiego sprzętu budowlanego, odsłonięciu i odwodnieniu złoży, wytyczeniu i zastabilizowaniu osi zapory w terenie oraz przygotowaniu bazy technicznej, magazynowej i sprzętowej.

Podstawowym problemem w wykonawstwie zbiorników wodnych z zaporami ziemnymi i żelbetowymi budowlami przelewowo-upustowymi jest uzyskanie właściwego stopnia zagęszczenia gruntów wbudowanych w zaporę oraz otrzymanie projektowanej wytrzymałości i wodoszczelności betonów w budowlach przelewowo-upustowych i ekranie zapory.

Inne ważne zadanie stanowi połączenie obiektów gruntowych z obiektami żelbetowymi (zapory z przepustem) oraz szybkie i bezpieczne odprowadzenie wód filtracyjnych z korpusu zapory lub przez płaszczyznę z budowli przelewowo-upustowych.

Podstawowe prace ziemne związane z sypaniem zapory ziemnej poprzedzone zostały przygotowaniem poletka doświadczalnego (usypanego) w celu określenia optymalnego sposobu zagęszczania gruntu w korpusie zapory, tj. ustalenia grubości sypanej warstwy, jej wilgotności oraz niezbędnej ilości przejazdu walca wibrującego dla osiągnięcia wskaźnika zagęszczenia większego od 0,95. W pracach tych oprócz zespołu nadzorującego budowę zbiornika uczestniczyło geotechniczne laboratorium polowe. W trakcie sypania zapory każda z usypanych warstw była odbierana przez zespół nadzorujący, po wykonaniu przez laboratorium badań wskaźnika zagęszczenia.

W początkowym okresie po przygotowaniu podłoża zapory sypanie prowadzone było z dwóch stron potoku Brzęczek. Równoległe z pracami ziemnymi przystąpiono do budowy żelbetowego przepustu pod zaporą w celu przepuszczenia wód potoku Brzęczek poza rejon placu budowy. Konstrukcja przepustu składa się z płyty dennej oraz ze sklepienia łukowego połączonego przegubowo z płytą denną. Płytę denną wykonano po uprzednim przełożeniu potoku Brzęczek poza trasę przepustu.

Warunkiem uzyskania projektowanej wytrzymałości, jednorodności i wodoszczelności betonów jest właściwa receptura oraz należyte zagęszczenie betonów. Do zagęszczenia betonów w wieżach upustowej i przelewowej użyte zostały wibratory buławowe oraz wibratory łątowe, mocowane do szalowania.

Uzyskanie jednorodnego betonu oraz wyeliminowanie szwów roboczych wymagało betonowania każdego segmentu płyty i sklepienia przepustu w sposób ciągły.

Pomimo starannego zagęszczenia betonów po rozszaflowaniu – pokazały się lokalne raki na powierzchniach wież i sklepienia, które zlikwidowano zastrzykami cementowymi.

Po wykonaniu konstrukcji przepustu powłoka zewnętrzna została uszczelniona Abizolem R+P i obłożona półmetrową warstwą gliny o właściwej konsystencji.

Zakończenie prac przy przepuszczeniu umożliwiło sypanie zapory warstwami na całej jej długości. Ogółem wbudowano w korpus zapory 340 tys. m<sup>3</sup> materiału z warstwy I złoża. Po uformowaniu korpusu zapory z projektowanym nachyleniem skarpy odwodnej wykonano żelbetowy ekran składający się z płyt wylewanych na mokro, o wymiarach 120×6,0 m, połączonych między sobą taśmą PCW. W stopie zapory ekran został podparty zębem żelbetowym stanowiącym fundament ekranu. W celu ograniczenia filtracji pod zaporą – wykonano poziomy fartuch z gliny zakończony przeponą łączącą się z warstwą glin (warstwą II) w czaszy zbiornika. Oddzielnym trudnym problemem wykonawczym były fundamenty wieży ujęć i wieży przelewowej oraz płaszcza obu wież.

Dla zapewnienia stateczności wieżom fundamenty wykonane zostały w ściankach Larssena wbitych do głębokości 12,0 m poniżej poziomu fundamentów. Wieża ujęć i wieża przelewowa, oprócz obciążenia parciem wody, muszą przenieść bardzo dużą siłę poziomą przyłożoną na wysokości zwierciadła wody i pochodzącą od obciążenia pokrywą lodową (fot. 18).

Prowadzone badania wykazały, że grubość pokrywy lodowej w niektórych latach dochodziła prawie do 1 m, a normowe siły parcia lodu były równe 900 KN.



Fot. 18. Widok na pokrywę lodową na zbiorniku  
Photo 18. View on the ice cover on the reservoir

Największym problemem w budowie wysokiej wieży przelewowej i wieży ujęć okazały się szwy robocze, powstałe na połączeniu poszczególnych etapów betonowania. W trakcie pierwszego napełniania zbiornika na szwach pojawiły się przesiąki, likwidowane systematycznie za pomocą zastrzyków cementowych.

Kwalifikacje materiału pobieranego ze złoża doprowadziły do wyodrębnienia kilku tysięcy m<sup>3</sup> zaglinionych żwirów i rumoszy, nie nadających się do wbudowania w korpus zapory. Z materiałów tych uformowano wewnątrz zbiornika wyspę, którą następnie połączono z brzegiem pomostem.

Ponieważ zlewnia potoku Brzęczek nie zapewniała dostatecznej ilości wody potrzebnej do napełnienia zbiornika, projektanci przewidzieli dodatkowe ujęcia wód z pobliskich potoków Bielawica i Rdzawa. Wody z tych potoków zostały przerzucone do zbiornika kanałami otwartymi w rejonie terenów rolnych oraz kanałami krytymi biegnącymi pod ulicą Wiejską i ulicą Waryńskiego. Kanały otwarte prowadzone są częściowo w wykopie a częściowo w nasypie. Całkowita długość kanałów doprowadzających wodę do zbiornika wynosi 2,5 km.

Organizacja prac w budownictwie wodnym powinna na każdym etapie realizacji budowy uwzględniać nie zawsze przewidywalne warunki atmosferyczne, szczególnie w okresach zagrożeń powodziowych, tj. w czasie roztopów wiosennych i wód świętojańskich.

Koordynacja wielobranżowych prac budowlanych rozciągniętych na dużym obszarze w dość krótkim okresie czasu wymagała współpracy i zrozumienia wszystkich uczestników procesu inwestycyjnego.

## 6.2. Problemy eksploatacyjne

Budowę zbiornika ukończono w pierwszej połowie 1973 r. i po przeprowadzeniu podstawowych przeglądów, badań i pomiarów dla ustalenia stanu wyjściowego – Komisja Rozruchowa Zbiornika przystąpiła do pierwszego napełnienia. W lipcu 1973 r. zbiornik został przekazany Inwestorowi do eksploatacji. Instrukcja pierwszego napełniania zbiornika przewidywała jego napełnianie w dwóch etapach. Etap I zakładał napełnianie zbiornika do rzędnej 330 m npm, nakazując ograniczenie szybkości przyboru wody do 30 cm na dobę, przy jednoczesnej kontroli obiektów piętrzących. Po osiągnięciu rzędnej 330,00 m wstrzymano piętrzenie, utrzymując poziom wody w zbiorniku przez okres jednego miesiąca.

W czasie tego okresu przeprowadzono pomiary we wszystkich piezometrach oraz wykonano pomiary geodezyjno-wysokościowe na reperach powierzchniowych i wgłębnych, które udało się odszukać po ukończeniu budowy. W trakcie pierwszego piętrzenia wystąpiły przecieki wody przez wieżę ujęć na dolnym szwie roboczym. Stwierdzono również wyciek na skarpie odpowietrznej w km od 0,220 do 0,250 oraz w okolicach upustu dennego w km od 0,420 do 0,460.

Przeciek przez wieżę ujęć został zlikwidowany za pomocą zastrzyków cementowych, natomiast wycieki na skarpie zlikwidowano dzięki drenażowi powierzchniowemu skarpy.

Po zlikwidowaniu wszystkich przecieków i wysięków przystąpiono do dalszego piętrzenia wody w zbiorniku. W pierwszym roku eksploatacji udało się w lipcu uzyskać piętrzenie do rzędnej 332,00 m npm i pojemność 768 tys. m<sup>3</sup>. Na tym poziomie utrzymano zwierciadło wody do wiosny 1974 roku.

Pomiary geodezyjne w styczniu 1973 r. uważa się za pomiar stanu zerowego. Pomiar ten został wykonany przed napełnieniem zbiornika. Drugi pomiar geodezyjny wykonano w marcu 1973 r., w momencie rozpoczęcia piętrzeń.

W okresie pierwszych pięciu miesięcy w czasie napełniania zbiornika podłoże zapory w rejonie przepustu dennego osiadło w osi zapory ok. 2 mm, a w rejonie krawędzi skarpy odwodnej o ok. 10 mm oraz zostało wypiętrzone ok. 2 mm na krawędzi skarpy odpowietrznej.

Pełne piętrzenie zbiornika do rzędnej 335,00 m npm uzyskano z roztopów wiosennych i wód świętojańskich w lipcu 1974 roku. Według pomiarów z 1974 r. osiadanie w osi zapory wynosiło 10 mm, a w rejonie krawędzi skarpy odwodnej 12 mm.

Pomiary geodezyjne przeprowadzone w latach 1974, 1976, 1978 i 1980 pokazały systematyczne osiadanie podłoża zapory, dochodzące w roku 1980 do 22 mm w rejonie krawędzi skarpy odwodnej. Pomiary wykonane w późniejszym okresie wskazały, że po roku 1983 nastąpiła stabilizacja osiadań.

W roku 1985 stwierdzono znaczny przeciek na lewym skrzydle zapory w km 0,220–0,260 oraz na prawym skrzydle zapory w km 0,770–0,820. W okresie kolejnych lat eksploatacji w czasie przeglądów okresowych stwierdzono lokalne niewielkie przecieki przez korpus zapory, pokazujące się coraz wyżej na skarpie odpowietrznej. Wszystkie przecieki przez korpus były likwidowane za pomocą drenażu powierzchniowego.

W latach 1990–1991 przeprowadzono remont ekranu betonowego, polegający na uszczelnieniu kitem dylatacji płyt betonowych ekranu oraz wypełnieniu ubytków w płytach ekranu.

W okresie pierwszych dwudziestu lat eksploatacji zbiornika stwierdzono systematycznie postępujące niszczenie betonowych powierzchni wewnątrz wieży ujęć i wieży przelewowej. Agresywne środowisko wody górskiej o obniżonej twardości oraz znaczne ciśnienie naporowe powoduje wymywanie z betonu wolnego wapna, co w konsekwencji rozluźnia strukturę betonu. W dolnej czaszy wieży widoczne są stalaktyty wymytego wapnia na całym obwodzie wieży a ściany są wilgotne. Ilość wymytego wapnia wyraźnie zmniejsza się na wysokości wieży, a na poziomie drugiego pomostu całkowicie zanika.

W roku 1996 przeprowadzono kompleksowy remont wieży ujęć i wieży przelewowej. W nawiercone otwory rozmieszczone w siatce 50×50 cm wtłoczony został pod ciśnieniem preparat Hydrostop. Obydwie wieże w niedługim czasie zostały osuszone.

Najpoważniejsza próba oceny stanu technicznego zapory zbiornika została dokonana w czasie powodzi w lipcu 1997 roku. Fala powodziowa przeszła przez zbiornik w dwóch okresach, tj. 10.07. i 20.07. Fala pierwsza spowodowana została wzmogonymi opadami deszczu w okresie od 5.07. do 9.07. Suma opadów w tym okresie wyniosła 190 mm. Drugą falę powodziową, znacznie groźniejszą, spowodowały wzmogone opady od 17.07. do 22.07 – suma opadów wynosiła 170 mm. Długotrwałe intensywne opady wywołały falę powodziową, która spowodowała nadpiętrzenie zbiornika, dochodzące w szczycie fali do 0,70 m powyżej poziomu korony wieży przelewowej. Stan nadpię-

trzenia o zmiennym poziomie utrzymywał się przez dwa dni. Silne nasączenie korpusu zapory przez długotrwałe deszcze oraz nadpiętrzenie zbiornika wywołały podniesienie się wody w niektórych przekrojach piezometrycznych o ok. 2 m powyżej teoretycznej krzywej filtracji, przy równoczesnych lokalnych wysiękach wody na dolnej i górnej skarpie odpowietrznej zapory (fot. 19). W czasie przeglądu dokonanego po przejściu fali powodziowej stwierdzono w kilku miejscach deformacje skarpy i rynienki na ławeczce zapory oraz utrzymujący się przez długi okres podwyższony stan wód w piezometrach w korpusie zapory.

Ławeczka zapory zlokalizowana na skarpie odpowietrznej na rzędnej 330,00 m npm przez długi okres po powodzi była silnie namoknięta, w niektórych miejscach tworzyły się lokalne zastoiny wody. W tych miejscach wykonano drenaż z rur perforowanych w obsypce żwirowej, odprowadzony na skarpę odpowietrzną. W niedługim czasie w tych miejscach lokalnie obniżył się poziom wód na ławeczce. W celu dodatkowej kontroli poziomu wód w korpusie zapory zamontowano na ławeczce dodatkowe piezometry o głębokości 2 m, rozmieszczone bezpośrednio przy rynience znajdującej się przy górnej skarpie odpowietrznej.

Zaobserwowane zjawiska komisja dokonująca przeglądu zbiornika uznała za zagrażające bezpieczeństwu zbiornika oraz otoczenia i nakazała obniżenie poziomu piętrzenia wody w zbiorniku do rzędnej 333,50 m, tj. o 1,5 m poniżej korony przelewu wieży przelewowej.

W styczniu 2002 r., w ramach nadzoru prowadzonego przez Instytut Inżynierii Środowiska Akademii Rolniczej we Wrocławiu, opracowano koncepcję przywrócenia pełnej wartości użytkowej i sprawności technicznej zbiornika, umożliwiającej ponowne piętrzenie do rzędnej normalnego piętrzenia sprzed powodzi, tj. do rzędnej 335,00 m.

W latach 2002–2004 wykonano następujące prace poprawiające stan techniczny zapory zbiornika:

1. Na ławeczce i częściowo powyżej na skarpie odpowietrznej wykonano system drenażowy obniżający poziom wody w korpusie zapory (fot. 21).
2. Wyrównano i wyprofilowano koronę zapory, likwidując wyboje i utwardzono koronę (fot. 20).
3. Przebudowano rynienkę na ławeczce.
4. Oczyszczono rów opaskowy zapory.
5. Zainstalowano na ławeczce 15 nowych piezometrów o głębokości 2,0 m.

Po wykonaniu tych prac podniesiono poziom piętrzenia wody w zbiorniku do rzędnej 334,00 m npm.

W krótkim czasie podwyższony poziom wód w zainstalowanych na ławeczce piezometrach obniżył się do poziomu wykonanych drenaży.

Pomiary w piezometrach i obserwacje zapory pozwalają stwierdzić, że poziom 334,0 m npm można uznać za bezpieczny poziom piętrzenia.



Fot. 19. Widok na koronę zapory w czasie powodzi  
Photo 19. View on the dam crest during the flood



Fot. 20. Widok na koronę zapory po remoncie  
Photo 20. View on the dam crest after repair





Fot. 21. System drenażowy w czasie odwodnienia skarpy odpowietrznej  
Photo 21. Drainage system during the draining of downstream embankment

Na tym etapie zakończył się remont zbiornika i zostały przerwane prace umożliwiające piętrzenie wody w zbiorniku do projektowanej rzędnej 335,00 m npm.

Spiętrzenie wody w zbiorniku w czasie gwałtownych opadów deszczu lub gwałtownych roztopów wiosennych powyżej rzędnej 334,00 m npm może stanowić zagrożenie dla zbiornika i również dla terenów położonych poniżej.

## **7. OCENA BEZPIECZEŃSTWA ZBIORNIKA I JEGO OTOCZENIA**

Budowla wodna jako sztuczny element w środowisku wprowadza w jego otoczenie zachwianie istniejącej równowagi hydrogeologicznej i ekologicznej. Tworzenie się nowych, bezpiecznych warunków równowagi rozkłada się w czasie. Powinno ono odbywać się pod nadzorem i przy udziale projektantów i służb zarządców eksploatujących budowlę przy wykorzystaniu dostępnych technik, wyników obserwacji i pomiarów na zainstalowanych urządzeniach kontrolno-pomiarowych.

Ilość niezbędnych urządzeń kontrolno-pomiarowych zależy od klasy budowli, czyli od stopnia zagrożenia, jaki stwarza budowla dla otoczenia na każdym etapie jej realizacji i eksploatacji. Ilość ta jest określona w Rozporządzeniu Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa z dnia 20.12.1996 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać obiekty budowlane gospodarki wodnej i ich użytkowanie.

Ustawa „Prawo Budowlane” z 7 lipca 1994 r. nakłada na właściciela lub zarządcę obiektu obowiązek eksploataowania obiektu zgodnie z przeznaczeniem i wymogami ochrony środowiska oraz utrzymania obiektu w należytych stanie technicznym i estetycznym.

Obiekt powinien być poddany kontroli przynajmniej raz w roku, polegającej na sprawdzeniu stanu technicznej sprawności elementów narażonych na niszczące działania podczas ich użytkowania oraz okresowej kontroli przynajmniej raz na 5 lat, polegającej na sprawdzeniu sprawności technicznej wartości użytkowej i bezpieczeństwa całego obiektu.

Zbiornik wodny w Bielawie zaliczany jest do obiektów klasy I (najwyższej), ze względu na liczbę ludności na potencjalnym obszarze zalany w wyniku uszkodzenia oraz biorąc pod uwagę strategiczne przeznaczenie budowli.

Obecnie na skutek restrukturyzacji przemysłu włókienniczego w Bielawie zbiornik spełnia głównie funkcję rekreacyjną. Może on również, przy właściwej eksploatacji, włączyć się częściowo do ochrony przeciwpowodziowej Bielawy i Dzierżoniowa.

Urządzenia kontrolno-pomiarowe zbiornika Sudety składają się z reperów wgłębnych, reperów powierzchniowych na zaporze i budowlach przelewowo-upustowych oraz z piezometrów w korpusie zapory i na przedpolu.

Głównymi elementami decydującymi o bezpieczeństwie zbiornika są zapora ziemna o maksymalnej wysokości 15 m i długości 1211 m oraz budowle przelewowo-upustowe, składające się z wieży ujęć, wieży przelewowej oraz przepustu pod zaporą. Innym ważnym elementem wpływającym na bezpieczeństwo zbiornika Sudety jest system sterowania wodami potoków Rdzawy i Bielawicy, doprowadzający kanałem przierzutowym wody tych potoków do zbiornika.

Zadaniem zapory jest umożliwienie gromadzenia wody w zbiorniku oraz bezpieczne przeniesienie wszystkich działających na nią obciążeń na podłoże, na którym spoczywa. Zadaniem budowli przelewowo-upustowych jest bezpieczne i ekonomiczne gospodarowanie wodami zgromadzonymi w zbiorniku, w szczególności w czasie wezbrań powodziowych.

Stan techniczny zapory, budowli przelewowo-upustowych oraz systemu sterującego decyduje w głównej mierze o bezpieczeństwie zbiornika i jego otoczenia.

Zarówno wielkość obciążenia zapory, jak i wielkości przepływów w czasie wezbrań powodziowych są procesami losowo-przestrzennymi, pojawiającymi się z pewnym prawdopodobieństwem. Zagrożenie bezpieczeństwa zbiornika i jego otoczenia może więc być określone tylko z pewnym prawdopodobieństwem.

Współczesne teorie bezpieczeństwa stosują do analizy stopnia zagrożenia klasyczny współczynnik bezpieczeństwa oraz probabilistyczne miary bezpieczeństwa. Klasyczny współczynnik bezpieczeństwa jest ilorzędem obciążeń stabilizujących oraz destabilizujących i powinien przyjmować wartości 1,3 dla zbiornika I klasy budowli.

Probabilistyczna analiza bezpieczeństwa opiera się na znajomości rozkładów gęstości głównych czynników wpływających na wielkość sił stabilizujących i destabilizujących.

Prawdopodobieństwo zagrożenia zbiornika powinno być mniejsze od prawdopodobieństwa przepływów kontrolnych, które dla zbiornika w Bielawie wynosi  $2 \cdot 10^{-3}$ .

System bezpieczeństwa budowli jest więc integralną częścią trzech elementów:

- człowieka (C) – projektant, wykonawca, zarządca,
- techniki (T) – urządzenia i elementy zbiornika,
- otoczenia (O) – środowisko, zjawiska ekstremalne.

Te trzy elementy C-T-O są ze sobą silnie powiązane, a ich stan zależy w dużym stopniu od jakości powiązań między nimi.

Pod wpływem oddziaływań pomiędzy tymi elementami (C-T-O) dochodzi niekiedy do zdarzeń niepożądanych, które mogą spowodować zagrożenie, awarię lub nawet katastrofę. Zdarzeniami niepożądanymi w podsystemie człowiek (C) mogą być błędne decyzje lub zła interpretacja wyników pomiarów i obserwacji. Zdarzeniami niepożądanymi w podsystemie techniki (T) to awarie urządzeń lub elementu budowli. Zdarzeniami niepożądanymi w podsystemie otoczenia (O) mogą być gwałtowne opady, wichury i huragany.

Zdarzenia niepożądane pojawiające się w podsystemie człowiek (C) – technika (T) wywołują niesprawności, które uniemożliwią spełnienie jednej z funkcji zbiornika.

Wystąpienie niesprawności w podsystemie C-T może spowodować zagrożenie dla całego systemu C-T-O, a w związku z tym powstanie strat w jakimś fragmencie zbiornika. W zależności od wielkości strat zdarzenie może być pojedynczym wypadkiem, awarią lub katastrofą.

Możliwość pojawienia się strat w wyniku niesprawności lub innych zdarzeń niepożądanych w pewnym fragmencie systemu C-T-O w określonym czasie eksploatacji obiektu określa ryzyko zagrożenia bezpieczeństwa zbiornika.

Pojęcie niesprawności oraz ryzyko zagrożenia wiąże się ściśle z niezawodnością systemu człowiek (C) – technika (T).

Na bezpieczeństwo budowli mają wpływ dwie grupy czynników związane z niezawodnością i grupa czynników dotyczących zagrożenia powstającego w wyniku zdarzeń niepożądanych w środowisku.

Oznacza to, że obiekt może być bezpieczny przy małej niezawodności, jeżeli zadba się, by jego uszkodzenia nie stwarzały dużych zagrożeń.

W okresie trzydziestu kilku lat eksploatacji zbiornika w Bielawie pojawiały się zdarzenia niepożądane w systemie C-T, wywołujące chwilowe niesprawności w pracy zapor, budowli przelewowo-upustowych oraz urządzeń sterujących. Były one jednak szybko usuwane dzięki systematycznym przeglądom bieżącym i okresowym.

Do głównych zdarzeń niepożądanych pojawiających się w zaporze należą: przecieki przez korpus, lokalne osunięcia skarp, korozja betonowych płyt ekranu, wyboje na koronie zapor oraz zamulanie piezometrów.

Do zdarzeń niepożądanych występujących w budowlach przelewowo-upustowych należą: przecieki przez betonowy płaszcz wieży ujęć i wieży przelewowej, niesprawności zasuw awaryjnych oraz zasuw upustowo-dennych i na rurociągach ujęciowych, korozja pomostów i ciągów zasuw.

Zdarzenia te związane są ze starzeniem się zbiornika lub brakiem właściwej eksploatacji wynikającej z niedoinwestowania obiektu.

Zdarzenia niepożądane w podsystemie otoczenie (O) wystąpiły kilka razy i objawiały się wzmocnionymi opadami deszczu i gwałtownymi przepływami w potokach zasilających zbiornik.

Najbardziej niebezpieczne zdarzenie niepożądane wystąpiło w czasie powodzi w lipcu 1997 roku. Zdarzenie to wywołało serię nowych niesprawności stwarzających zagrożenie dla całego systemu C-T-O.

Gwałtowne i długotrwałe opady wywołały katastrofalne przepływy, które spowodowały kilkudniowe nadpiętrzenie zbiornika o 0,70 m ponad poziom wieży przelewowej. Na skutek nadpiętrzenia zbiornika wystąpiły przecieki przez korpus zapor, tworząc zagrożenie dla stateczności skarpy i ryzyko awarii lub katastrofy w całym otoczeniu zbiornika.

Przeprowadzona analiza stateczności skarpy pokazała, że klasyczny współczynnik bezpieczeństwa spadł z 1,4 dla normalnego piętrzenia do 1,07 w czasie nadpiętrzenia, natomiast losowy współczynnik bezpieczeństwa wynosił  $2 \cdot 10^{-3}$  przed powodzią, a w czasie szczytu zagrożenia – 0,18.

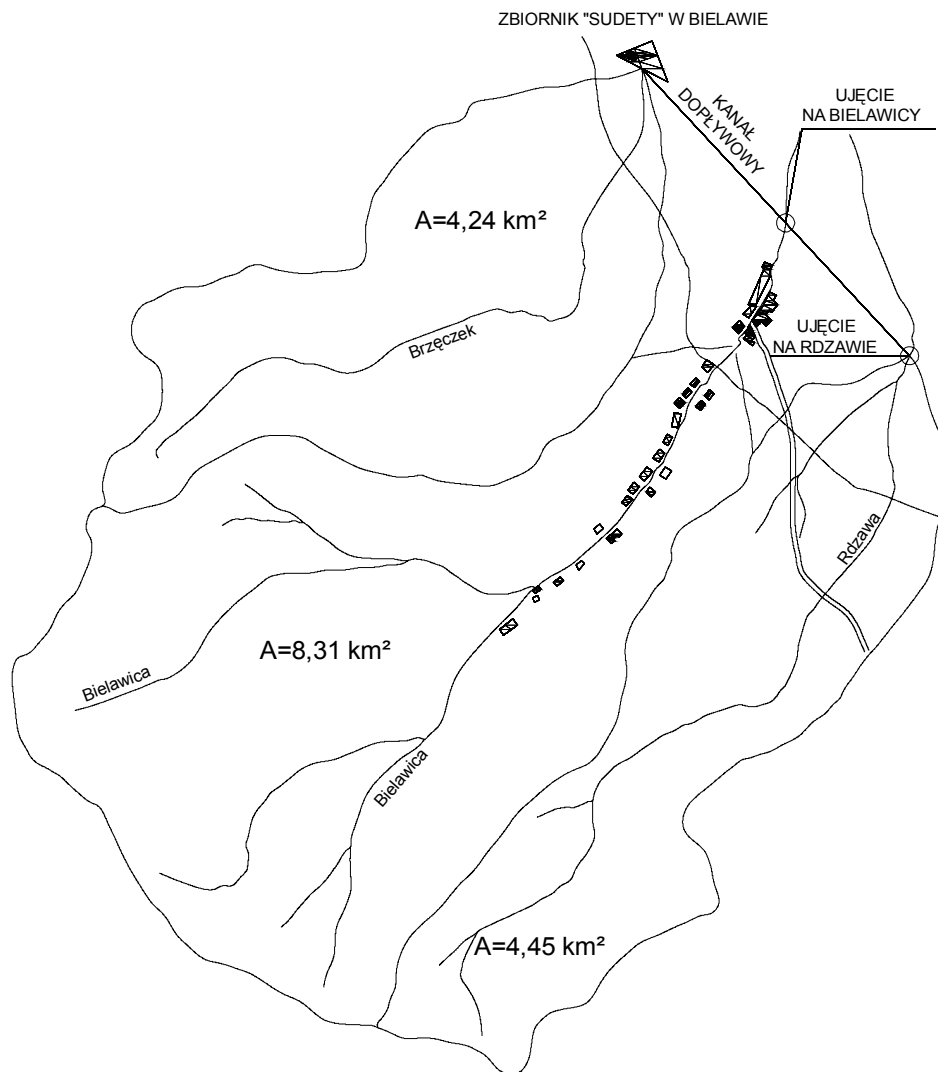
Awarii lub nawet katastrofy udało się uniknąć dzięki sprawnej obsłudze zbiornika i ciągłemu nadzorowi w czasie całego okresu zagrożenia powodziowego.

Komisja przeprowadzająca po powodzi kontrolę stanu technicznego wszystkich elementów zbiornika wydała polecenie ograniczenia w eksploatacji zbiornika, polegające na obniżeniu poziomu piętrzenia wody w zbiorniku do rzędnej 333,50 m npm.

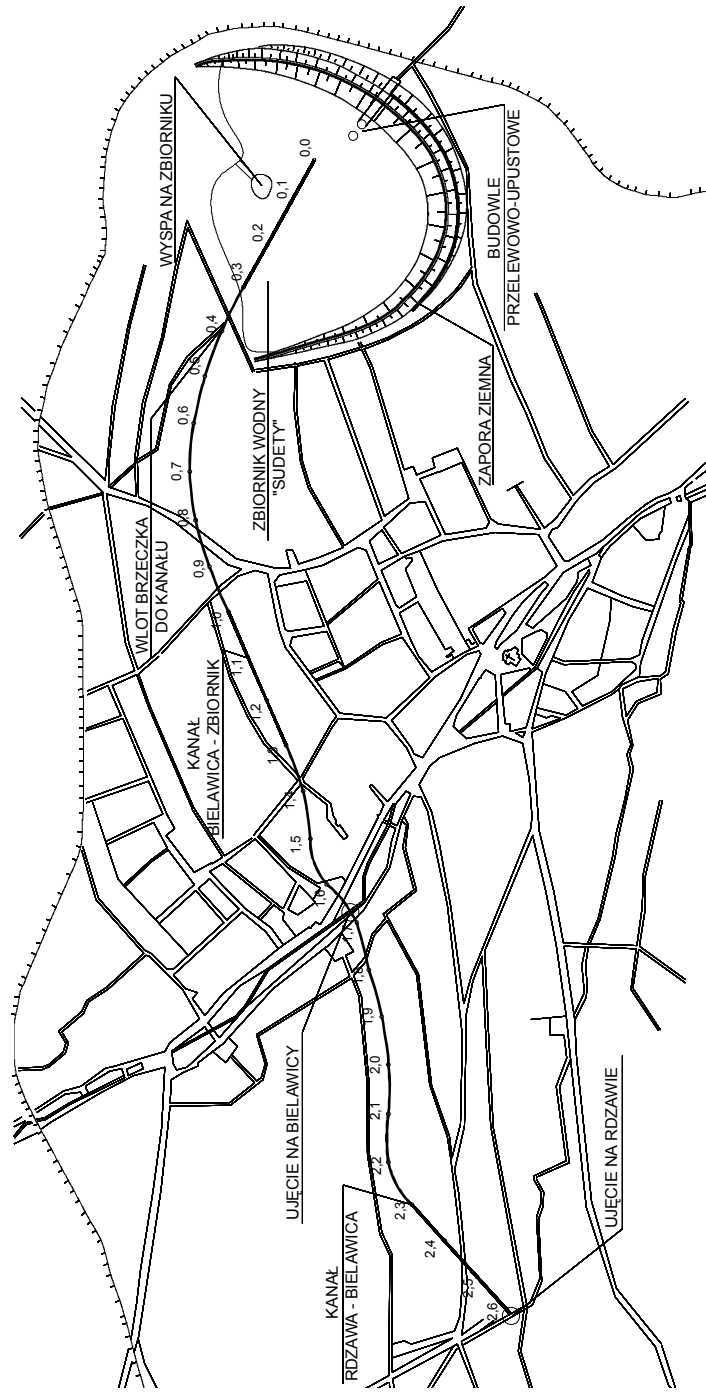
Prace remontowe przeprowadzone w latach 2002–2004 oraz badania dokonane w tym okresie umożliwiły częściową poprawę stanu technicznego zbiornika i w efekcie podniesienie poziomu piętrzenia do rzędnej 334,00 m npm. Nie jest to jednak nadal normalny poziom piętrzenia, tj. 335,00 m npm.

Anomalie klimatyczne objawiające się coraz częściej gwałtownymi opadami oraz wzmocnionymi przepływami wskazują na potrzebę przywrócenia pełnej wartości użytkowej zbiornika.

Wzmoczone opady atmosferyczne i roztopy wiosenne w latach 1997, 2000 i 2006 pokazały, że tylko właściwa eksploatacja zbiornika prowadzona przez doświadczoną służbę stanowi gwarancję bezpieczeństwa zbiornika i terenów przyległych.

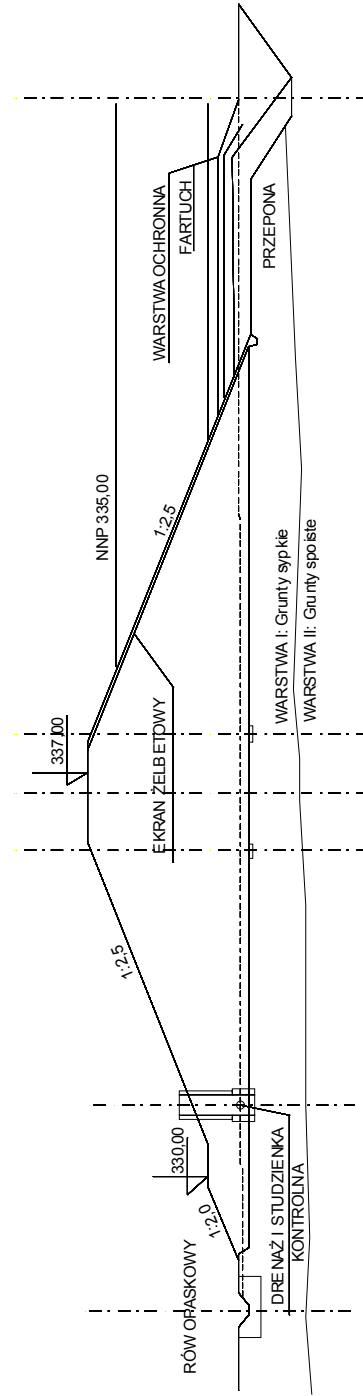


Rys. 1. Zlewnia potoków Brzęczek, Bielawica i Rdzawa  
 Fig. 1. The catchment of Brzęczek, Bielawica and Rdzawa streams



Rys. 2. Zbioreczy plan sytuacyjny kanałów dopływowych zbiornika  
 Fig. 2. Overall situation plan of inflow channels and of reservoir





Rys. 4. Przekrój przez budowle przelewowo-upustowe zbiornika  
 Fig. 4. The sectional view of overflow and outflow reservoir structures



## PIŚMIENNICTWO

- Balcerski W.: 1969. Budowle wodne śródlądowe. Budownictwo betonowe. Tom 17. Wyd. Arkady, Warszawa.
- Bednarczyk T., Madeyski M.: 1999. Określenie przyczyn uszkodzeń i awarii małych budowli wodno-melioracyjnych na rzekach niekontrolowanych. Zesz. Nauk. AR Wroc. Nr 363, 119–125.
- Czyżewski K., Wolski W., Żbikowski A.: 1973. Zapory ziemne. Wyd. Arkady, Warszawa.
- Dziwowski Z.: 1971. Rolnicze zbiorniki retencyjne. PWN, Warszawa.
- Fanti K., Fiedler K., Kowalewski I.: 1972. Budowle piętrzące. Wyd. Arkady, Warszawa.
- Fiedler K., Hrabowski W.: 1980. Bezpieczeństwo budowli wodnych. Wyd. SITWM, Warszawa.
- Hrabowski W., Stanke A.: 2001. Ocena stanu technicznego i bezpieczeństwa obiektów hydrotechnicznych, IX Konferencja Technicznej Kontroli Zapór, Ryto, czerwiec 2001.
- Kuropatwa-Janiszewska E.: 2001. Stan bezpieczeństwa budowli wodnych w Polsce. IX Konferencja Technicznej Kontroli Zapór, Ryto, czerwiec 2001.
- Lewandowski B.: 1993. Probabilistyczna ocena bezpieczeństwa budowli wodnych. Zesz. Nauk. AR Wroc. Nr 234 Wrocław.
- Machajski J., Rogala R., Winter J.: 1993. Sieć urządzeń pomiarowo-kontrolnych oraz cykliczne obserwacje jako główna miara bezpieczeństwa budowli wodnych, Zesz. Nauk. AR Wroc., Nr 234, Wrocław, 7–12.
- Maciejewski M.: 2000. Ryzyko w gospodarce wodnej. Politechnika Warszawska, Warszawa.
- Majewski W.: 1993. Budowle hydrotechniczne i hydroenergetyczne w świetle nowych aktów prawnych, Zesz. Nauk. AR Wroc., Nr 437, Wrocław, 207–215.
- Murzewski J.: 1989. Niezawodność konstrukcji inżynierskich. Wyd. Arkady, Warszawa.
- Parylak K.: 1999. Zachowanie się konstrukcji hydrotechnicznych w czasie przejścia fali powodziennej w Dorzeczu Odry. Zesz. Nauk. AR, Wroc., Nr 363, Wrocław, 137–144.
- Parzonka W.: 1993. Główne problemy badawcze dotyczące bezpieczeństwa i trwałości budowli wodnych na Dolnym Śląsku. Zesz. Nauk. AR Wroc., Nr 234, Wrocław, 347–365.
- Rozporządzenie Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa z dnia 20 grudnia 1996 w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać obiekty budowlane gospodarki wodnej, Dz. U. Nr 21/1997, poz. 111.
- Szczepaniak K., Baławejder A.: 1991. Ocena bezpieczeństwa zbiornika wodnego w Bielawie. Zesz. Nauk, AR Wroc. Nr 209, Wrocław, 217–229.
- Szczepaniak K.: 1993. Bezpieczeństwo budowli wodnych. Kryteria i miary bezpieczeństwa. Zesz. Nauk. AR, Wroc. Nr 234, Wrocław, 13–16.

- Szczepaniak K.: 1994. Safety measure analysis exemplified by dam of water reservoir in Bielawa. Dolnośląskie Wyd. Edukacji, Wrocław.
- Szczepaniak K., Balawejder A.: 1998. Wpływ długotrwałego nadpiętrzenia zbiorników wodnych na bezpieczeństwo zapór ziemnych na przykładzie zapory zbiornika w Bielawie. Zesz. Nauk. AR Wroc. Nr 339, 167–172.
- Szczepaniak K.: 1999. Probabilistyczne miary bezpieczeństwa, charakterystyka klasy budowli wodnych na przykładzie zbiornika w Bielawie. Zesz. Nauk. AR Wroc. Nr 363, 35–40.
- Szczepaniak K., Czaban S.: 2001. Niezawodność i trwałość budowli wodnych. Kryteria i miary. Zesz. Nauk. AR Wroc. Nr 413, Wrocław, 239–243.
- Szczepaniak K., Balawejder A.: 2000. Probabilistyczne miary bezpieczeństwa jako kryteria zagrożenia zbiorników wodnych w czasie powodzi na przykładzie zbiornika w Bielawie. Zesz. Nauk. AR Wroc. Nr 389, Wrocław, 103–109.
- Szczepaniak K.: 2000. Ocena zmienności obciążeń pokrywą lodową budowli wodnych na przykładzie zbiornika w Bielawie. Zesz. Nauk. AR Wroc. Nr 385, Wrocław, 333–339.
- Szczepaniak K., Balawejder A.: 2002. Ocena wyężenia zapory zbiornika wodnego w Bielawie w czasie nadpiętrzenia powodziowego „Lipiec 97”. Zesz. Nauk. AR Wroc. Nr 437, 343–349.
- Szczepaniak K., Parzonka W.: 2002. Bezpieczeństwo, niezawodność i trwałość obiektów budowlanych gospodarki wodnej. Kryteria i miary. Zesz. Nauk. AR Wroc. Nr 437, 315–320.
- Szczepaniak K., Balawejder A., Chrobok R.: 2006. Analiza porównawcza probabilistycznych miar bezpieczeństwa na przykładzie oceny stateczności skarp zapór ziemnych zbiorników wodnych. Zesz. Nauk. AR Wroc. Nr 534, Wrocław, 335–345.
- Szopa T.: 1993. Podstawowe pojęcia i miary bezpieczeństwa. Politechnika Warszawska, maszynopis.
- Śniady P., Sieniawska R., Żukowski S.: 2002. Metody ocen niezawodności mostów z uwzględnieniem czasu ich eksploatacji. Politechnika Wrocławska nr 129, Wrocław
- Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo Budowlane, Dz. U. Nr 89, poz. 414.
- Ustawa z dnia 18 lipca 2001 roku Prawo Wodne, Dz. U. Nr 115/2001, poz. 1229.

## ZBIORNIK WODNY SUDETY W BIELAWIE PROBLEMY WYKONAWCZE I EKSPLOATACYJNE

### Streszczenie

W przedstawionej monografii opisano historię zbiornika wodnego Sudety, od momentu wytyczenia osi projektowanej zapory ziemnej i kanałów dopływowych, poprzez cały okres budowy wszystkich elementów zbiornika aż do chwili obecnej.

Miasto Bielawa rozciąga się na długości ok. 9 km wzdłuż płynącego przez nią potoku Bielawica. Znaczny wpływ na jego rozwój miało początkowo rzemiosło tkackie, a następnie przemysł włókienniczy. W latach 60. ubiegłego wieku zakłady włókiennicze Bielawy zatrudniały kilka tysięcy osób. Dalszy rozwój przemysłu włókienniczego został ograniczony przez niedobór miejscowych wód pobieranych z istniejących studni głębinowych.

Pod koniec lat 60. została podjęta decyzja o budowie zbiornika retencyjnego, którego zadaniem miało być awaryjne zaopatrzenie w wodę istniejących Zakładów Przemysłu Bawełnianego. Jediną możliwą lokalizacją zbiornika było podnóże Gór Sowich. Niewielki potok Brzęczek nie mógł samodzielnie dostarczyć potrzebnej ilości wody. Powstała więc koncepcja o dodatkowym zasilaniu zbiornika wodami z sąsiednich potoków Bielawica i Rdzawa.

Potok Brzęczek został połączony kanałem dopływowym o długości 2,5 km z tymi potokami poprzez wybudowanie na nich ujęcia wody.

Zbiornik wodny Sudety składa się więc z ujęcia na potoku Rdzawa, ujęcia na potoku Bielawica, kanału dopływowego częściowo otwartego, częściowo zamkniętego, zapory ziemnej o maksymalnej wysokości 15 m i długości 1211 m oraz budowli przelewowo-upustowych, w skład których wchodzi: wieża ujęć, wieża przelewowowa i przepust pod zaporą.

Zbiornik został połączony z sąsiadującymi zakładami rurociągiem grawitacyjnym wyposażonym w studzienkę kontrolną i wodomierz.

Budowę zbiornika rozpoczęto na początku 1970 r., a oddano go do eksploatacji w lipcu 1973 roku.

Zbiornik charakteryzują następujące parametry:

Powierzchnia całkowita zlewni	– 17 km <sup>2</sup>
Powierzchnia zlewni potoku Brzęczek	– 4,24 km <sup>2</sup>
Powierzchnia zlewni potoku Bielawica	– 8,31 km <sup>2</sup>
Powierzchnia zlewni potoku Rdzawa	– 4,45 km <sup>2</sup>
Pojemność całkowita zbiornika	– 1340 tys. m <sup>3</sup>
Pojemność użytkowa	– 1304 tys. m <sup>3</sup>

Pojemność martwa	– 36 tys. m <sup>3</sup>
Powierzchnia zalewu	– 23,2 ha
Normalny poziom piętrzenia	– 335,00 m.n.p.m.

Od oddania do eksploatacji opiekę nad zbiornikiem sprawowały Służby Ruchu Zakładów Bawełnianych „Bieltex”, a nadzór naukowo-techniczny pełnił Instytut Inżynierii Środowiska Akademii Rolniczej we Wrocławiu.

W okresie pierwszych lat eksploatacji zbiornika prowadzono systematyczne pomiary wód w piezometrach oraz okresowe pomiary geodezyjne przemieszczeń podłoża zapory, korpusu zapory i budowli przelewowo-upustowych.

W całym okresie eksploatacji zbiornika przez ZB „Bieltex” wykonywano okresowe przeglądy zbiornika, tak wiosenne jak i jesienne. Wszystkie zauważone usterki i drobne awarie były natychmiast likwidowane, zapewniając w ten sposób bezpieczną eksploatację zbiornika. Najpoważniejsza próba oceny stanu technicznego całego zbiornika, a w szczególności zapory i budowli przelewowo-upustowych, została dokonana w czasie lipcowej powodzi w 1997 roku. Pomimo znacznych opadów i nadpiętrzenia wód w zbiorniku, utrzymującego się przez kilka dni, zbiornik zdał pomyślnie egzamin. W tym okresie ujawniły się jednak nowe usterki w formie licznych przecieków i deformacji skarpy, które spowodowały ograniczenie piętrzenia wody w zbiorniku do rzędnej 333,50 m n.p.m. W latach 2002–2004 został przeprowadzony remont likwidujący większość usterek, co umożliwiło podniesienie poziomu piętrzenia do rzędnej 334,00 m n.p.m.

Jest to jednak poziom niższy od normalnego poziomu piętrzenia równego 335,00 m n.p.m. Obecnie zbiornik spełnia tylko funkcję rekreacyjną, jest jednak nadal jedną z wizytówek Bielawy.

**Słowa kluczowe:** zbiornik wodny, problemy wykonawcze zbiornika, problemy eksploatacyjne zbiornika, bezpieczeństwo zbiorników wodnych

## SUDETY WATER RESERVOIR IN BIELAWA CONSTRUCTION AND EXPLOITATION PROBLEMS

### S u m m a r y

In the monograph author presents the history of Sudety water reservoir since the moment, when the dam axis and inflow channels had been established, throughout the period of construction of all reservoir elements until now.

Bielawa town stretches for about 9 km along the river Bielawica, flowing across the town. Development of town Bielawa was influenced by weaving craft and later by textile industry. In the sixties of last century, the textile factory employed several thousands of people. Further development of the textile industry was limited by deficit of water, which was supplied by the existing drilled wells.

At the end of sixties the decision was taken to build a reservoir, which had to supply, in an emergency, the textile factory with water. The only possible location was found at the foot of Sowie Mountains. The small stream Brzęczek, couldn't however alone supply the necessary quantity of water. A concept was then born for the additional feeding of reservoir with water coming from proximate streams Bielawica and Rdzawa.

Brzęczek stream has been connected with these two streams with an inflow channel 2,5 kilometers long and the water intakes.

Hence, the Sudety reservoir consists of water intakes on Rdzawa stream and on Bielawica stream, inflow channel partly open and partly covered, earth dam maximum 15 m high and 1211 m long, and of an overflow structure. The overflow structure consists of intake tower, overflow tower and a culvert under dam.

The reservoir has been connected with neighboring textile factory by gravitational pipeline equipped with a control well and a water gauge.

The construction of reservoir started at the beginning of 1970 and in July 1973 the reservoir has been put into operation.

The reservoir is characterized by following parameters:

Total catchment area	– 17 km <sup>2</sup>
Brzęczek catchment area	– 4,2 km <sup>2</sup>
Bielawica catchment area	– 8,31 km <sup>2</sup>
Rdzawa catchment area	– 4,45 km <sup>2</sup>
Total reservoir capacity	– 1340 thousands m <sup>3</sup>
Available storage capacity	– 1304 thousands m <sup>3</sup>
Dead storage capacity	– 36 thousands m <sup>3</sup>
Water surface area	– 23,2 ha
Normal damming level	– 335,00 m.a.s.l.

From the beginning, the care of reservoir was assured by the Services of Cotton Factory "Bieltex". The scientific and technical supervision of reservoir operation was entrusted by the Institute of Environmental Engineering of Wrocław Agriculture University.

During the first years of reservoir operation the systematic water measurements in piezometers and geodetic control of dam foundation, dam body and overflow structure movement were carried on.

During the all time of reservoir exploitation by Cotton Factory "Bieltex" the seasonal spring and autumn maintenance of reservoir was carried on. All noticed faults and small defects were immediately eliminated, providing safe operation of the reservoir. The most important trial of the reservoir technical state assessment and especially of dam and overflow structure was made during the flood of July 1997. Despite significant rainfall and water rise lasting several days, the reservoir passed well the test. However at that time some new defects emerged in the form of numerous leaks and embankment deformation, which have caused a limitation of water level up to 333,50 m a.s.l. During the period 2002–2004 the renovation of reservoir has been carried out eliminating most of deficiencies, which enabled the rising of normal water damming level up to 334,00 m a.s.l. However this level is lower than the initial one.

At present the reservoir is used only for recreational purposes. But it is still one of Bielawa landmarks.

**Key words:** water reservoir, reservoir construction problems, reservoir exploitation problems, water reservoir safety