

*Marek Tarnawski, Bogusław Michalec*

**OCENA STANU TECHNICZNEGO I OKREŚLENIE  
MOŻLIWOŚCI PRZEPROWADZENIA WÓD  
WEZBRANIOWYCH PRZEZ JAZ NA RZECE USZWICY**

***TECHNICAL STATE ASSESSMENT AND DETERMINING  
POTENTIAL HIGH WATER CONVEYANCE BY WEIR  
ON THE RIVER USZWICA***

**Streszczenie**

W pracy przedstawiono obecny stan techniczny jazu oraz jego wpływ na warunki przepływu wód wezbraniowych. Obiektem badań jest jaz stały w km 37+300 rzeki Uszwicy w miejscowości Brzesko. Przelew jazu został wyprofilowany wg krzywej Creagera. Na odcinku oddziaływania piętrzenia jazu zlokalizowane jest ujęcie wody dla pobliskiego browaru Okocim grupy Carlsberg.

Na podstawie inwentaryzacji przeprowadzonej w 2005 roku oceniono stan techniczny obiektu. Stwierdzono, że elementy betonowe konstrukcji jazu są w dobrym stanie technicznym, pomimo uszkodzeń na dolnym stanowisku, które stanowią „odskocznia” i betonowa płyta wypadu. Stwierdzono uszkodzenia powstałe na połączeniach obu tych elementów, jak również na ścianach bocznych jazu. Uszkodzenia te jednak nie wpływają na warunki przepływu wody. Poniżej płyty wypadu powstaje wybój, odsłaniając stopniowo płytę, posadowioną na podatnych na wymycie grubych piaskach i żwirach.

Określono również przepustowość jazu, obliczając wydatek przelewu przy maksymalnym napełnieniu równym z koroną ścian bocznych przyczółków. Wykazano, że zbyt mała przepustowość przelewu nie gwarantuje przepływu wód miarodajnych w świetle jazu. Przepływ miarodajny, ustalony dla III klasy budowli hydrotechnicznych, wynosi  $Q_{2\%} = 291,34 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ . Przepływ ten nie mieści się również w korycie powyżej obiektu, powodując zatopienie terenów przyległych.

**Słowa kluczowe:** jaz, przepustowość koryta, ocena stanu technicznego

### Summary

*The paper presents current technical state of the weir and its impact on the conditions of high water flow. Fixed weir at 37+300 km on the River Uszwica situated at Brzesko town has been the investigated object. The spillway of the weir was modeled according to Creager curve. A water intake for the nearby Okocim Brewery owned by Carlsberg company is situated within the influence of the weir damming section. The existing weir was constructed in 1913 by count Goetz.*

*The technical state of the construction was assessed on the basis of an inventory conducted in 2005. It revealed that concrete elements of the structure are in good technical condition, despite some damage on the lower site composed of "stepping stone" and concrete slab of the outlet. Damage formed on the joints of these two elements and on the side walls of the weir does not affect water flow conditions. A scour hole has formed below the slab of the outlet which gradually uncovers the slab founded on coarse sands and gravel susceptible to washing out.*

*Determined was also the weir capacity by computing the flow discharge for bankfull discharge of the weir equal to its side walls on the upper site. It was demonstrated that too low spillway capacity does not guarantee effective water flow in the weir gauge. The effective discharge established for the third class hydrotechnical structures is  $Q_{2\%}=291.34 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ . This discharge also overflows the river bed above the analyzed object causing flooding of the adjoining areas.*

**Key words:** weir, river bed discharge capacity, technical state assessment

### WSTĘP

Działalność człowieka może w znacznym stopniu przyczynić się do ograniczenia przepustowości koryt rzecznych. Można wyróżnić utrudnienia wynikające z zabudowy hydrotechnicznej, mostów oraz nieprawidłowo zlokalizowanych budowli regulacyjnych. Skutkiem takich ograniczeń przepływu może być znaczny wzrost zagrożenia powodziowego na terenach przyległych. Również istniejące od wielu lat obiekty hydrotechniczne mogą nie spełniać obecnie obowiązujących przepisów, uwzględniających zmieniające się warunki hydrologiczne. Zmiany klimatyczne, a także intensywna zabudowa zlewni, zmieniły na przestrzeni lat charakter wezbrań. Obecnie występujące fale powodziowe wynikają z krótkich i szybkich dróg spływu wód opadowych i braku naturalnej retencji w zlewni.

Uszwica jest rzeką górską, wzbierającą szczególnie w marcu i lipcu. W latach 1997 i 1998 wystąpiły duże wylewy tej rzeki spowodowane wezbraniem wód w jej dopływach oraz dużymi opadami deszczu. Gmina Brzesko poniosła z tego powodu bardzo poważne straty. Zniszczone zostały liczne mosty i drogi. Duże straty wystąpiły także w uprawach rolnych. Powódź w 1997 r. wyrządziła straty, których usuwanie kosztowało gminę Brzesko ponad 30 mln zł. Obecnie nie ma w dolinie Uszwicy żadnych budowli zwiększających bezpieczeństwo ludności na wypadek powodzi. Planowane są więc dwa zbiorniki retencyjne,

których głównym zadaniem ma być spłaszczenie fali powodziowej na rzece. Jeden zlokalizowany będzie na rzece Uszwicy w m. Gosprzydowa (o parametrach: wysokość piętrzenia – 8,0 m, powierzchnia zbiornika – 48 ha, objętość zbiornika – 940 tys. m<sup>3</sup>), drugi zbiornik zlokalizowany będzie na prawostronnym dopływie rzeki Uszwicy, potoku Leksandrówka w m. Granice (o parametrach: wysokość piętrzenia – 6,0 m, powierzchnia zbiornika – 50 ha, objętość zbiornika – 440 tys. m<sup>3</sup>). Oba zbiorniki spowodują wyrównanie przepływów, zarówno w zakresie wód powodziowych, zmniejszając zagrożenie powodziowe, jak i przepływów niskich.

Spółeczność lokalna, dopatruje się także przyczyn wysokich szkód powodziowych w niekorzystnym wpływie istniejącego od wielu lat jazu w km 37+300 na rzece Uszwicy. Szukając uzasadnienia tej tezy, podjęto badania mające na celu określenie stanu technicznego obiektu oraz jego przepustowości.

### CHARAKTERYSTYKA OBIEKTÓW BADAŃ

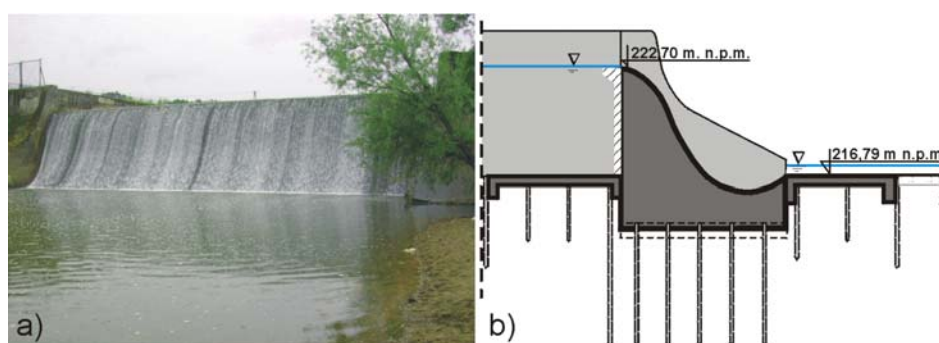
Rzeka Uszwica jest 2-rzędnym, prawobrzeżnym dopływem Wisły uchodzącym do niej w 150,7 km jej biegu. Źródła Uszwicy wypływają z północnych stoków Beskidu Wyspowego w okolicach Rajbrotu (góra Kobyła), na wysokości ok. 500 m n.p.m. Całkowita długość rzeki wynosi 61 km, a całkowita powierzchnia zlewni przy ujściu Uszwicy do Wisły wynosi 323 km<sup>2</sup>.

Rzeka zasilana jest wodami powierzchniowymi z 5 większych dopływów: potok Górzański, Piekarski, Leksandrówka, Niedźwiedź i Uszew [Wyznaczenie sum czasów trwania... 2004].

Na rzece Uszwicy istnieją 2 wodowskazy, ale tylko posterunek wodowskazowy IMGW w Borzęcinie ma regularnie prowadzone obserwacje stanów i przepływów. Założony w 1934 r. punkt wodowskazowy zlokalizowany jest poniżej Brzeska w 16,3 km biegu rzeki i zamyka zlewnię o powierzchni 264,6 km<sup>2</sup>. Średnie stany wody wykazują najniższe wartości w październiku, a najwyższe, będące wynikiem wiosennych roztopów, w marcu. Drugorzędne maksimum (opadowe) występuje w czerwcu i lipcu. Lokalny wodowskaz nieobjęty jest systematycznych obserwacjami.

W 37+300 km rzeki Usznicy zlokalizowany jest jaz stały o korpusie betonowym (rys. 1), wykonany w miejscu wcześniej istniejącego jazu drewnianego. Obiekt zamyka zlewnię o powierzchni 184 km<sup>2</sup>. Wykonany w 1913 r., na zlecenie Barona Jana Goetza Okocimskiego, ówczesnego właściciela ziemskiego, jaz betonowy stanowi zasadniczy element służący do ujmowania wody wykorzystywanej przez Browar Okocim. Pierwotnie jaz składał się z połączonych z sobą monolitycznego korpusu, części przelewowej, przyczółków i skrzydeł. Przelew wykonany jest o „kształtach praktycznych” czyli zgodnie z krzywizną Creagera. W latach 1950–51 obiekt został poddany gruntownemu remontowi. W celu zabezpieczenia podłoża koryta przed i za jazem dobudowano do jego korpusu

ponur i poszur w formie ciężkich płyt betonowych oraz dodatkowe skrzydła boczne, a także wbito w poprzek koryta ścianki szczelne przed i za jazem. Ponur stanowiska górnego, ubezpieczony gurtami tworzącymi ukryte żebra, rozpoczyna ścianka szczelna. Ograniczenie boczne ponuru stanowią dobudowane ciężkie skrzydła betonowe wyprowadzone na długość ponuru, prostopadle do korpusu jazu, a następnie odgięte skośnie i wcięte w trwały brzeg rzeki. Płytę ponuru oddziela od korpusu jazu ścianka szczelna. Dla wzmocnienia gruntu pod ponurem wbite zostały dodatkowo w dwóch rzędach pale zagęszczające. Od strony dolnej wody płyta poszuru jest wzmocniona tak, jak płyta ponuru i ograniczona ściankami szczelnymi. Pod poszurem wykonano jeden rząd pali zagęszczających. Przedłużając ubezpieczenie dna stanowiska dolnego wykonano narzut z grubego kamienia łamanego. Efektem przeprowadzonych prac remontowych było zabezpieczenie budowli przed filtracją wody wzdłuż obrysu podziemnego jazu. W celu zlikwidowania przecieków przez korpus w 1965 r. wykonano dodatkowo żelbetowy płaszcz na odwodnej ścianie korpusu i parapet, a także zastąpiono narzut kamienny za poszurem brukiem z kamienia łamanego [Operat wodno-prawny... 2004].



**Rysunek 1.** Jaz na rzece Uszwicy: a) widok od strony wypadu, b) schemat przekroju podłużnego

**Figure 1.** Weir on the River Uszwica: a) view from the outlet side, b) long section

Obiekt nie ma opracowanej i obecnie obowiązującej instrukcji eksploatacji, jak również dokumentacji technicznej dotyczącej budowy i remontów. Przegląd istniejących fragmentów różnych dokumentów dotyczących obiektu wykazał wiele rozbieżności w parametrach jazu. Na podstawie „Plan sytuacyjny urządzeń wodnych P.Z.P.R w Okocimiu” z dnia 18.05.1946 r. wynika, że rzędna korony jazu wynosi 229,78 m n.p.m. Według przekroju poprzecznego (uzyskanego z gminy) rzędna korony jazu wynosi 222,60 m n.p.m. W Decyzji Wodnoprawnej z 1998 r. rzędna korony przelewu wynosi 223,11 m n.p.m., a światło 22,0 m. W projekcie „Strefy ochronnej ujęcia wody” [Projekt strefy ochronnej...

2000] autorzy według swoich pomiarów wykazują rzędną piętrzenia na poziomie 222,63 m n.p.m. i światło przelewu o szerokości 25,0 m. W obecnie obowiązującym Operacie wodno-prawnym [2004] jego autorzy przytaczają parametry jazu z Decyzji Wodno-prawnej z 1998 r.

Po przeprowadzeniu w czerwcu 2005 roku, na zlecenie użytkownika Calsberg Polska S.A., inwentaryzacyjnych pomiarów geodezyjnych jazu, Firma „Rel-Bud” określiła rzędną korony przelewu na 222,70 m n.p.m. i szerokość przelewu 27,6 m. Obliczony spad wynosi 6,2 m, a wysokość piętrzenia, określona zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Ochrony Środowiska... [Rozporządzenie... 1996] wynosi 5,37 m, klasyfikując obiekt do III klasy budowli hydrotechnicznej [Niedbała i in. 2005].

### METODYKA

Metodyka prac terenowych obejmowała wykonanie pomiarów spadku podłużnego oraz pomiarów trzech wyznaczonych dolinowych przekroji poprzecznych. Dwa przekroje zlokalizowane były na górnym stanowisku jazu, a jeden na dolnym. W trakcie pomiarów terenowych dokonano inwentaryzacji obiektu, która posłużyła, wraz z dostępną dokumentacją, do opracowania oceny stanu technicznego jazu zgodnie z metodyką zaproponowaną przez Zawadzkiego [2005].

Obliczenia przepustowości jazu i koryta rzeki powyżej i poniżej obiektu wykonano dla przepływu miarodajnego, odpowiadającemu III klasie budowli, o prawdopodobieństwie przewyższenia wynoszącym 2%. Objętość przepływu w przekroju jazu określono na podstawie danych opracowanych przez IMGW w Krakowie [Operat wodnoprawny... 2004]. Obliczenie przepływów charakterystycznych przeprowadzono metodą analogii hydrologicznej, tj. poprzez ekstrapolacje przepływów do przekroju zamykającego zlewnię cząstkową, na podstawie danych wodowskazowych z posterunku Borzęcin. Metoda ta pozwala uzyskać w omawianym przypadku największą zgodność przepływu w badanej zlewni według zależności dla przepływów prawdopodobnych [Byczkowski 1996]:

$$Q_x = k \cdot Q_0 \left( \frac{A_x}{A_0} \right)^n \quad (1)$$

gdzie:

$k$  – iloraz odpływów jednostkowych,

$Q_w$  – przepływ wyznaczony dla wodowskazu w  $m^3 \cdot s^{-1}$ ,

$A_w$  – powierzchnia zlewni przekroju wodowskazowego w  $km^2$ ,

$A_x$  – powierzchnia zlewni przekroju obliczeniowego w  $km^2$ ,

$n$  – wykładnik potęgowy zróżnicowany dla różnych charakterystyk przepływów.

Obliczenia hydrauliczne napelnienia koryta w przekrojach rzeki Uszwicy przeprowadzono na podstawie wzoru Chézy, w którym współczynnik prędkości

obliczono według wzoru Manninga. W obliczeniach uwzględniono istniejące warunki terenowe, dla których wyznaczono współczynniki szorstkości odpowiadające zróżnicowaniu rumowiska znajdującego się w dnie koryta rzeki, jak również zróżnicowaniu roślinności na brzegach i terenach przybrzeżnych. Określony, na podstawie pomiarów geodezyjnych, spadek zwierciadła wody, poniżej dolnego stanowiska jazu, wynosi 0,6‰. Obliczenie przepływu w korycie wykonano za pomocą aplikacji programu komputerowego „cieq v.2.9.xls” (Microsoft Visual Basic for Application).

W celu określenia zdolności przepustowej jazów posłużono się wzorem (2) na wydatek przelewu niezatopionego [Sobota 1994]:

$$Q = m \cdot B \cdot \sqrt{2 \cdot g} \cdot H^{1,5} \quad (2)$$

gdzie:

m – współczynnik wydatku,

B – szerokość przelewu,

g – przyspieszenie ziemskie,

H – wysokość wody na przelewie.

#### OCENA STANU TECHNICZNEGO

Badania stanu technicznego przeprowadzono zgodnie z metodyką kontroli technicznej małych budowli piętrzących [Zawadzki 2005]. Ocenę techniczną budowli piętrzących określono na podstawie wyglądu i stanu: elementów stałych, elementów ruchomych, urządzeń pomiarowo-kontrolnych. Sprawdzono występowanie: pęknięć, ubytków, odsłonień zbrojenia, nacieków i przesieków, przebarwień, porostów na elementach stałych (korpus, przyczółki, ubezpieczenia). W metodzie tej ocenia się także stan zamknięć i mechanizmów wyciągowych oraz ich konserwację, występowanie korozji i odkształceń elementów ruchomych. Sprawdzano również wyposażenie budowli w urządzenia kontrolno-pomiarowe, a w szczególności w repe-ry, piezometry oraz wodowskazy od strony górnej i dolnej wody.

Wszystkie cechy elementów konstrukcyjnych oceniane były w zależności od występowania i natężenia procesów niekorzystnych lub szkodliwych dla budowli, według następującej skali: 5 – stan bardzo dobry (brak niekorzystnych procesów); 4 – stan dobry, 3 – stan zadowalający, 2 – stan niezadowalający, 1 – stan zły (bardzo duże natężenie niekorzystnych procesów). W przypadku braku, np. urządzeń kontrolno-pomiarowych, jeżeli są one wymagane dla danej budowli, ocenić należy jako niedopuszczalne – 0. O ocenie końcowej decyduje średnia arytmetyczna z ocen cząstkowych.

Wszystkie noty cząstkowe które były podstawą do oceny stanu technicznego budowli zestawiono w tabeli 1.

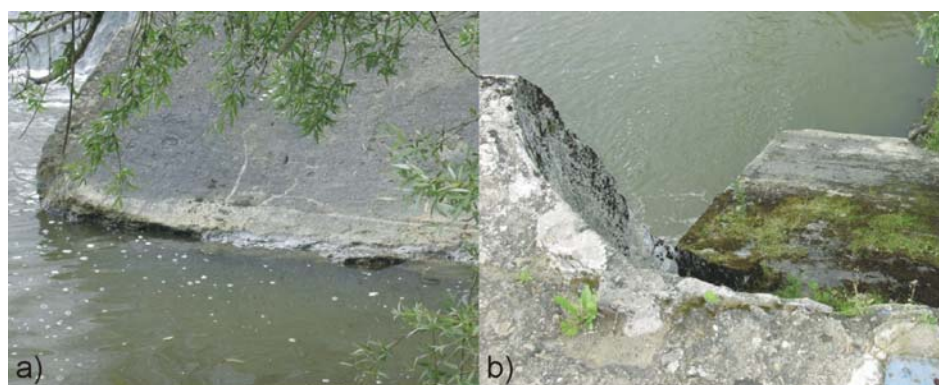
**Tabela 1.** Ocena stanu technicznego jazu  
**Table 1.** Assessment of the technical state of the weir

Stan techniczny Technical state	Jaz Weir
A. Elementy stałe / Solid elements:	
powierzchnia / surfach	4
pęknięcia / cracks	2
ubytki / decrements	4
odsłonięcia zbrojenia / uncover of reinforced rods	5
nacieki, przesiąki / dripstones, leakages	4
przebarwienia / tints	4
porosty / lichens	4
B. Elementy ruchome / Movable elements:	
zamknięcia / gatek	–
mech. wyciągowy / drawing gears	–
odkształcenia / deformations	–
korozja / corrosion	–
konserwacja / conservation	–
C. Urządzenia kontrolno-pomiarowe / Monitoring and measurement devices:	
repery / bench-marks	0
piezometry / piezometers	0
wodowskazy / water-level Ganges	0
tablice informacyjne / information boards	0
Średnia / Mean	2,45

Ze względu na to, że jaz na rzece Uszwicy jest jazem stałym (nieposiadającym zamknięć), przy obliczaniu oceny średniej nie brano pod uwagę braku i stanu elementów ruchomych.

O niskiej ocenie technicznej jazu (2,45) decydował stan konstrukcji betonowej. Dolne stanowisko stanowi „odskocznia” oraz płyta betonowa wypadu, uszkodzeniu uległo połączenie obu tych elementów. Poniżej płyty wypadu powstaje wybój odsłaniający stopniowo płytę, gdyż dno stanowią drobne żwiry i grube piaski podatne na wymycie. Uszkodzeniu uległy przyczółki w wyniku podmycia od strony dolnej wody, znajdują się tu znaczne ubytki, odsłaniające zbrojenie (rys. 2a). Na powierzchni przyczółków i skrzydeł występują pęknięcia i ubytki (rys. 2b). W dalszej kolejności o ocenie decydowały nacieki i przebarwienia na ścianach przyczółków, zarastanie wilgotnych miejsc porostami i mchami. Uszkodzenia te powstają w wyniku naturalnych procesów – oddziaływania środowiska na budowlę, powinny jednak być usuwane podczas okresowych remontów.

Na ocenę miał wpływ również całkowity brak urządzeń kontrolno-pomiarowych wymaganych obowiązującymi przepisami. Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Ochrony Środowiska... [Rozporządzenie... 1996] w urządzenia kontrolno-pomiarowe powinny być wyposażone wszystkie budowle hydrotechniczne z wyjątkiem obiektów o wysokości piętrzenia mniejszej niż 2 m i pojemności zbiornika mniejszej od 50 tys. m<sup>3</sup>.



**Rysunek 2.** Uszkodzone części jazu: a) podmyty przyczółek od strony wody dolnej;  
b) ściana boczna, przyczółek

**Figure 2.** Damaged parts of the weir: a) scoured abutment from the lower water side;  
b) side wall, abutment

### WYNIKI OBLICZEŃ PRZEPUSTOWOŚCI JAZU

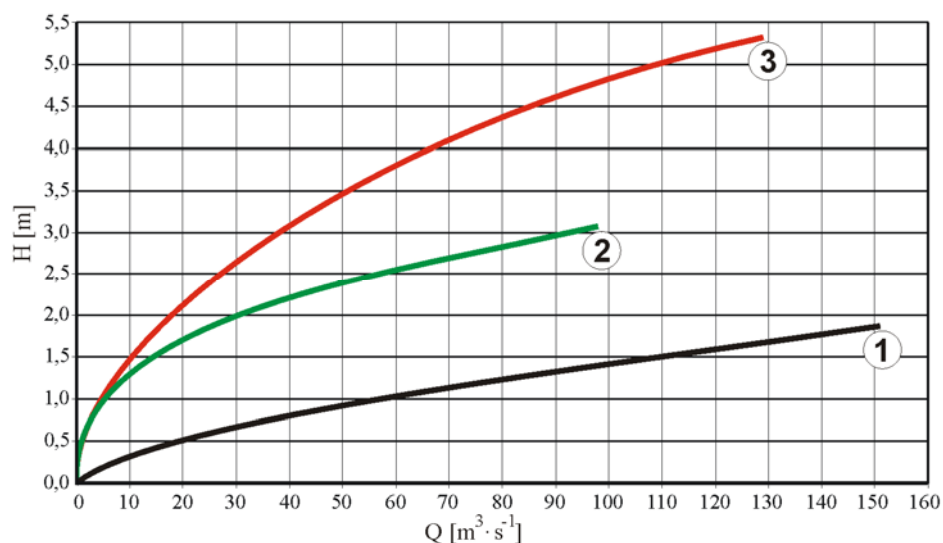
Jaz w km 37+300 na rzece Uszwicy, wg wytycznych zamieszczonych w Rozporządzeniu [Rozporządzenie... 1996], jest obiektem III klasy budowli, dla których przepływ miarodajny określony jest jako przepływ 2%. Z braku obserwacji hydrologicznych w przekroju jazu wartość tego przepływu określono metodą analogii hydrologicznej w stosunku do przekroju wodowskazowego Borzęcin wg wzoru (1). Wyniki obliczeń zestawiono w tabeli 2.

**Tabela 2.** Przepływy charakterystyczne dla wodowskazu Borzęcin i przekroju jazowego  
**Table 2.** Effective discharges for Borzęcin river gauge and weir gauge

Przekrój Cross section [km]	Powierzchnia zlewni Catchment area [km <sup>2</sup> ]	Przepływ o danym prawdopodobieństwie Discharge probability [m <sup>3</sup> ·s <sup>-1</sup> ]					
		1%	2%	5%	10%	20%	50%
Borzęcin 16+300	265	390	<b>372</b>	270	210	156	80
Jaz 37+300	184	305,43	<b>291,34</b>	211,45	164,46	122,17	62,65



Korzystając ze wzoru 2 na wydatek przelewu niezatopionego, dla szerokości  $B = 27,6$  m, obliczono przepustowość jazu. Obliczenia przeprowadzono, uwzględniając różne wartości wysokości wody na przelewie. Maksymalny poziom lustra wody, przyjęto jako równy z koroną ścian bocznych przyczółków jazu na górnym stanowisku, wynoszący 1,85 m. Zobrazowaniem obliczeń jest krzywa wydatku przelewu jazu (1) przedstawiona na rysunku 3.



**Rysunek 3.** Krzywe wydatku: 1 – przelewu jazu na rzece Uszwicy w km 37+300; 2 – koryta powyżej jazu; 3 – koryta poniżej jazu

**Figure 3.** Discharge curves: 1 – weir capacity at 37+300 km of the River Uszwica; 2 – river bed above the weir; 3 – river bed below the weir

W wyniku przeprowadzonych obliczeń stwierdzono, że przepływ miarodajny wynoszący  $Q_{2\%} = 291,34 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  jest znacznie większy od obliczonej zdolności przepustowej jazu. Maksymalny wydatek przelewu przy warstwie przelewowej 1,85 m wynosi  $150,73 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ .

Przeprowadzona wizja lokalna rzeki Uszwicy wykazała, że płynie ona w silnie wciętych korytach o głębokościach dochodzących do 5–7 m. Koryto jest w stanie zbliżonym do naturalnego, o skarpach porośniętych roślinnością sztywną (drzewa) i miękką (krzewy i trawy). Na odcinku oddziaływania piętrzenia jazu nie zlokalizowano zatorów z rumoszu drzewnego, wpływających na zmniejszenie przepustowości koryta. W strefie ochronnej ujęcia wody koryto utrzymane jest poprawnie, mimo lokalnych miejsc osunięć brzegów w sąsiedztwie przyczółków ujęcia i występującej roślinności krzaczastej i miękkiej.

Podczas prac terenowych wykonano dwa przekroje porzeczne obejmujące koryto rzeki oraz teren przyległy. Przekrój zlokalizowany na górnym stanowisku

jazu, w obrębie strefy ochronnej ujęcia, był oddalony od jazu o 80 m. Koryto na tym odcinku jest stosunkowo płytkie, głębokość jego nie przekracza 1,9 m. Wypłylenie to jest wynikiem zatrzymywanych przed jazem frakcji pylastych, drobnego i grubego piasku, stanowiących rumowisko. Prawy brzeg stanowi rozległy płaski teren wykorzystywany rolniczo. Lewy brzeg rzeki oparty jest o stromą skarpe porośniętą krzewami i trawami, na której szczycie rozciąga się teren zagospodarowany ogródkami działkowymi.

Stosując do obliczeń wzór Chézy, w którym współczynnik prędkości, obliczono według wzoru Manninga, uwzględniając istniejące warunki terenowe, zróżnicowanie roślinności na brzegach i terenach przybrzeżnych oraz rumowisko znajdującego się w dnie koryta, wyznaczono dla poszczególnych stref współczynniki szorstkości wg Ven te Chow.

Wyniki obliczeń krzywych konsumpcyjnych (rys. 3.) w przekrojach górnego i dolnego odcinka koryta rzeki, w okolicy jazu, wykazały znacznie większą przepustowość przekroju poniżej jazu. Koryto na tym odcinku może pomieścić przepływ maksymalny wynoszący  $Q = 129,13 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  (krzywa 3). Większy przepływ wystąpi z koryta, zagrażając zabudowaniom położonym na lewym brzegu rzeki. Na odcinku powyżej jazu przepływ o wielkości  $Q = 97,20 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  (krzywa 2) jest przepływem wykraczającym poza zwarte koryto i rozlewa się na obszar ogrodzonej strefy ochronnej ujęcia wody. Przepustowość samego koryta rzeki Uszwicy jest znacznie mniejsza i wynosi zaledwie  $Q = 57,30 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ .

## WNIOSKI

Długotrwały okres użytkowania budowli piętrzącej ma wpływ na bezpieczeństwo, trwałość i cechy użytkowe obiektu. Przeprowadzona ocena stanu technicznego jazu oraz analiza wyników obliczeń jego przepustowości pozwoliły na stwierdzenie, że:

– niska ocena techniczna obiektu, mimo dobrego stanu korpusu betonowego, wynika z uszkodzeń płyty wypadu i przyczółków oraz z braku urządzeń kontrolno-pomiarowych wymaganych regulacjami prawnymi. Na wszystkich elementach betonowych widoczne są także pęknięcia, a niekiedy ubytki. Wierzchnia warstwa betonu niszczone jest w wyniku naturalnych procesów oddziaływania środowiska: rozwoju w miejscach wilgotnych i przerw dylatacyjnych mchów, porostów oraz traw, które powinny być usuwane w trakcie okresowych prac remontowych;

– przepustowość jazu jest zbyt mała. Jaz jest w stanie przeprowadzić zaledwie ok. 52% wymaganego dla jazu III klasy budowli przepływu miarodajnego o prawdopodobieństwie 2%;

– niewystarczająca przepustowość jazu nie jest jedyną przyczyną następujących w czasie wezbrań zjawisk powodziowych w okolicy jazu. Mała przepustowość koryta wynosząca zaledwie ok.  $57 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ , wynikająca również z zamu-

lenia na górnym stanowisku jazu, znacząco przyczynia się do wystąpienia wody z koryta na tym obszarze;

– jaz nie odpowiada obowiązującym przepisom również z powodu przerwania ciągłości życia biologicznego – brak wymaganych prawem wodnym urządzeń umożliwiających migrację ryb, tj. przepławek. Istniejący jednak od 94 lat obiekt przegradzający rzekę wpłynął już w tak istotny sposób na ekosystem rzeki, iż powstały odrębne siedliska na odcinku poniżej i powyżej obiektu.

W celu bezpiecznej eksploatacji obiektu w następnych latach konieczna jest modernizacja jazu na rzece Uszwicy. Przebudowa umożliwi dostosowanie obiektu do wymogów obowiązujących przepisów ze szczególnym uwzględnieniem zwiększenia przepustowości i instalacji urządzeń kontrolno-pomiarowych.

## BIBLIOGRAFIA

- Byczkowski A. *Hydrologia. Tom I*. Wydawnictwo SGGW, Warszawa 1996.
- Niedbała J., Michalec B., Tarnawski M. *Określenie wysokości piętrzenia jazu na rzece Uszwicy w km 37+300 oraz metody kontroli stanów niskich z uwzględnieniem przepływu nienaruszalnego*. Opracowanie wykonane na zlecenie Carlsberg Polska S.A., Kraków 2005.
- Operat wodno-prawny na szczególne korzystanie z wód przez Carlsberg Okocim S.A. w Warszawie na terenie Carlsberg Okocim S.A., Oddział w Brzesku*. EkoNorm S.C. – Projekt nr 2004/13/3. Katowice 2004.
- Projekt strefy ochronnej ujęcia wód powierzchniowych na rzece Uszwicy w km 35+900 (Browar Okocim S.A.)*. ABM SOLID S.A. – Oddział Tarnów. Tarnów 2000.
- Rozporządzenie Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa z dnia 20 grudnia 1996 r. w sprawie: Warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać obiekty budowlane gospodarki wodnej i ich usytuowanie*. Dz. U. Nr 21–1997 poz. 111.
- Sobota J. *Hydraulika. Tom I i II*. Wydawnictwo Akademii Rolniczej we Wrocławiu, Wrocław 1994, s. 175.
- Wyznaczenie sum czasów trwania przepływów wraz z niższymi dla Uszwicy w kilometrze 32+150*. IMiGW – Oddział Kraków. Biuro Prognoz Hydrologicznych. Kraków 2004.
- Zawadzki P. *Stan techniczny jazów na terenie miasta Poznania*. Roczniki Akademii Rolniczej w Poznaniu nr 365, seria Melioracje i Inżynieria Środowiska z. 26, 2005.

Dr inż. Marek Tarnawski  
Dr inż. Bogusław Michalec  
Katedra Inżynierii Wodnej  
Akademia Rolnicza w Krakowie  
30-059 Kraków  
Al. Adama Mickiewicza 24/28  
tel. (0-48-12) 633-53-42  
e-mail: rmtarnaw@cyf-kr.edu.pl  
e-mail: rmmichbo@cyf-kr.edu.pl

Recenzent: Prof. dr hab inż. Tadeusz Bednarczyk