

OCENA STANU TECHNICZNEGO JAZU W SZCZYGLICACH NA RZECE RUDAWIE

Michalec Bogusław, Cupak Agnieszka, Tarnawski Marek,
Wałęga Andrzej

Uniwersytet Rolniczy w Krakowie

Streszczenie. W pracy przedstawiono wyniki oceny stanu technicznego budowli hydro-technicznej – jazu z zamknięciami ruchomymi, zlokalizowanego w Szczyglicach w km 8+800 rzeki Rudawy. Ocenę techniczną jazu wykonano według metodyki zaproponowanej przez Zawadzkiego [2005]. Na podstawie oceny średniej z ocen cząstkowych poszczególnych elementów konstrukcji i urządzeń kontrolno-pomiarowych stwierdzono, że stan techniczny jazu jest prawie dobry. Otrzymana średnia ocena wynosiła 3,94. Dokonano również oceny jazu w Szczyglicach opracowanej według zaproponowanej przez autorów modyfikacji metodyki Zawadzkiego, uwzględniając znaczenie poszczególnych elementów budowli. Zaproponowana modyfikacja polegała na wprowadzeniu wag dla elementów stałych konstrukcji i elementów ruchomych, tj. zamknięć, uzasadniając tak przyjętą wartość wagi tym, że ocena tych elementów jazu bezpośrednio odzwierciedla stan techniczny budowli. Przyjęto następujące wartości wag: 1,0 dla elementów stałych konstrukcji i elementów ruchomych, 0,25 dla reperów, piezometrów i wodowskazów i 0,0 w ocenie tablic informacyjnych. Ocena stanu technicznego badanego jazu, obliczona jako średnia ważona z ocen cząstkowych, wyniosła 4,37 i jest o ponad 11% wyższa od oceny określonej według metodyki Zawadzkiego [2005].

Przeprowadzono również porównanie ocen trzech jazów, opublikowanych w pracach Tarnawskiego i Michalca [2007], Michalca i Suwaja [2012] oraz Michalca [2013] z ocenami opracowanymi według zaproponowanej metodyki. Stwierdzono, że jeżeli obiekt nie posiada reperów, piezometrów, wodowskazów i tablic informacyjnych, w ocenie stanu technicznego uzyskuje znacząco niższą ocenę według metodyki Zawadzkiego [2005] w porównaniu z wynikami oceny według zaproponowanej metodyki.

Słowa kluczowe: jaz, inwentaryzacja konstrukcji, ocena stanu technicznego

Adres do korespondencji – Corresponding author: prof. dr hab. Bogusław Michalec, Katedra Inżynierii Wodnej i Geotechniki, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, al. Mickiewicza 24/28, 30-059 Kraków, e-mail: rmmichbo@cyf-kr.edu.pl.

© Copyright by Wydawnictwo Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie, Kraków 2017

WSTĘP

Rozmiar katastrofy spowodowanej awarią budowli hydrotechnicznej, a zwłaszcza budowli piętrzącej ma związek z jej wielkością, ale przede wszystkim z ilością zgromadzonej wody. Stąd też największe zagrożenie stanowią zapory wodne. W związku z tym każda budowla hydrotechniczna, nie tylko zapora wodna, powinna być monitorowana w celu kontroli jej stanu technicznego. Monitoring budowli hydrotechnicznych, zwłaszcza piętrzących, obejmuje systematyczne obserwacje, pomiary i badania tych obiektów, służące do oceny ich stanu technicznego i bezpieczeństwa [Kledyński 2011]. Według Prawa budowlanego [Ustawa... 1994], wszystkie budowle powinny być kontrolowane i oceniane przez rzeczoznawców budowlanych i inżynierów z uprawnieniami budowlanymi w odpowiedniej specjalności. Kontrole stanu technicznego obiektów hydrotechnicznych wykonywane są jako: okresowe, pośrednie, bieżące i specjalne. Jednym z elementów tych kontroli są inwentaryzacje konstrukcji i oceny jej stanu polegające na [Kledyński 2006]:

- określeniu wyglądu i stanu: elementów stałych, elementów ruchomych, urządzeń pomiarowo-kontrolnych,
- sprawdzeniu występowania: pęknięć, ubytków, odsłoneń zbrojenia, nacieków i prześiąków, przebarwień, porostów na elementach stałych (korpus, przyczółki, ubezpieczenia),
- ocenie stanu zamknięć i mechanizmów wyciągowych oraz ich konserwacji, występowania korozji i odkształceń elementów ruchomych,
- sprawdzeniu wyposażenia budowli w urządzenia kontrolno-pomiarowe, a w szczególności w repery, piezometry oraz wodowskazy od strony górnej i dolnej wody.

W Polsce ze względu na ważność budowli hydrotechnicznych, określanych za pomocą klasy ważności [Rozporządzenie... 2007], obiekty należące do I i II klasy są, zgodnie z ustawą Prawo wodne [Ustawa... 2015, poz. 469], poddawane kontrolom technicznym oraz ocenom stanu technicznego i bezpieczeństwa wykonywanym przez Ośrodek Technicznej Kontroli Zapór Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej (OTKZ). Wyniki oceny stanu technicznego budowli hydrotechnicznych zaliczanych do I i II klasy ważności oraz będących własnością Skarbu Państwa i zarządzanych przez Ministra Środowiska zamieszczane są w corocznych raportach. W tych raportach stosowana jest ocena stanu technicznego według skali ocen: bardzo dobry (10–9), dobry (8–7), zadowalający (6–5), niedostateczny (4–2). Budowle klas niższych, tj. III i IV również powinny podlegać ocenie stanu technicznego. Wynika to z art. 64, ust. 3 ustawy Prawo wodne [Ustawa... 2015], gdyż właściciel budowli piętrzącej jest zobowiązany zapewnić prowadzenie badań i pomiarów umożliwiających ocenę stanu technicznego oraz stanu bezpieczeństwa budowli, a w szczególności: 1) stanów wód podziemnych, ich filtracji przez budowlę, przez podłoże oraz w otoczeniu budowli; 2) wytrzymałości budowli oraz podłoża; 3) stanu urządzeń upustowych; 4) zmian na górnym i na dolnym stanowisku budowli. Budowle hydrotechniczne powinny podlegać ocenie stanu technicznego wykonywanej przez osoby z uprawnieniami o specjalności uprawnień budowlanych inżynierjno-hydrotechnicznej, wykazanej w spisie specjalności uprawnień budowlanych zamieszczonych w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury i Rozwoju [Ustawa... 2014]. Jednakże ze względu na brak jednoznacznych przepisów do wejścia w życie powyższego

rozporządzenia, przez ostatnie kilkanaście lat, oceny techniczne obiektów hydrotechnicznych wykonywane były przez osoby nieupoważnione. Jak podaje Kledyński [2011], informacje o stanie technicznym budowli hydrotechnicznych będących własnością komunalną (samorządową) i prywatną oraz obiektów będących wprawdzie własnością skarbu państwa, ale zarządzanych przez inne resorty, np. energetyki, rolnictwa itd. i nieocenianych przez OTKZ, pozostają rozproszone. Nie ma więc miarodajnej wiedzy o skuteczności egzekwowania obowiązku wykonywania ocen, a także o ich poziomie merytorycznym i formalnej poprawności wykonywanych ocen.

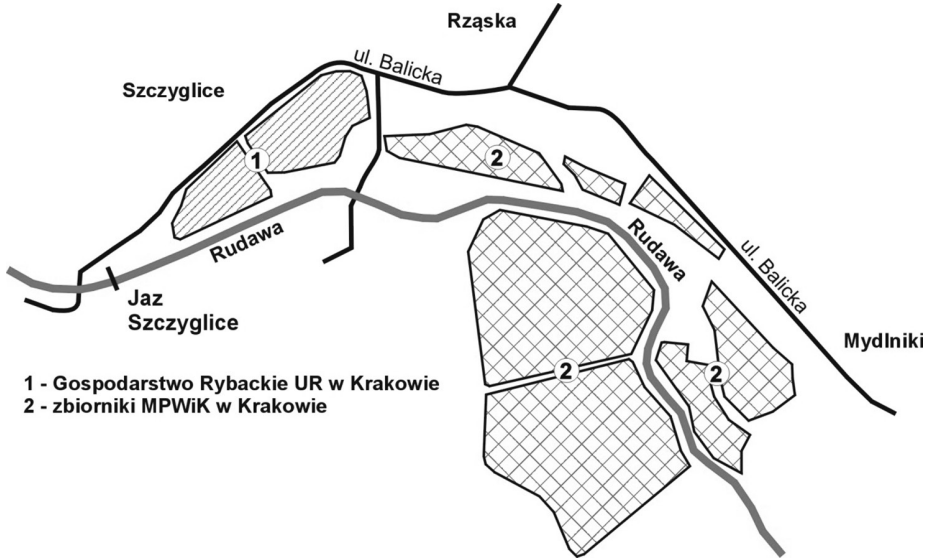
Spośród okresowych, pośrednich, bieżących i specjalnych kontroli stanu technicznego budowli hydrotechnicznych, kontrole pośrednie i bieżące mogą być wykonywane przez techniczny personel właściciela (zarządcy) obiektu. W takiej ocenie pomocna może być prosta metodyka oceny stanu technicznego zaproponowana przez Zawadzkiego [2005]. W ramach tej oceny określa się wygląd i stan: elementów stałych, elementów ruchomych (zamknięcia), urządzeń kontrolno-pomiarowych. Oceniając elementy stałe konstrukcji, uwzględnia się stan powierzchni, występowanie pęknięć, ubytków, odsłoneń zbrojenia, nacieków i przesiąków, przebarwień, porostów na korpusie budowli, jej przyczółkach i ubezpieczeniach. Stan zamknięć i mechanizmów wyciągowych ocenia się uwzględniając ich konserwację, występowanie korozji i odkształceń elementów ruchomych. Ocena urządzeń kontrolno-pomiarowych polega na stwierdzeniu stanu piezometrów i wodowskazów, które powinny znajdować się od strony górnej i dolnej wody budowli hydrotechnicznej, a także ocenia się, czy budowla posiada tablice informacyjne. Wszystkie cechy elementów konstrukcyjnych oceniane są 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 to jako niedopuszczalne – 0. O ocenie końcowej decyduje średnia arytmetyczna z ocen cząstkowych.

W pracy przedstawiono wyniki oceny stanu technicznego jazu w Szczyglicach, na rzece Rudawie według metodyki Zawadzkiego [2005] oraz zaproponowano wprowadzenie modyfikacji tej metodyki, uwzględniając znaczenie poszczególnych elementów konstrukcji i obiektów towarzyszących budowli hydrotechnicznej dla zachowania prawidłowych warunków jej eksploatacji.

CHARAKTERYSTYKA OBIEKTU BADAŃ

Rzeka Rudawa zawdzięcza swoją nazwę rdzawej barwie wody [Pawełek i Grenda 2010]. Jest ona lewostronnym dopływem Wisły i należy do drugiego rzędu według klasyfikacji IMGW. Powierzchnia zlewni wynosi 338,5 km². Odpływ wód ze zlewni jest kontrolowany w przekroju wodowskazowym w Balicach znajdującym się w 10 kilometrze rzeki. Powierzchnia zlewni do przekroju wodowskazowego wynosi 290 km². Średni spadek rzeki to 1,23‰. Cechą charakterystyczną reżimu hydrologicznego rzeki Rudawy jest w miarę wyrównany przepływ [Pawełek i Grenda 2010]. Zlewnia jest zasilana w 2/3 dzięki zasobom podziemnym, natomiast 1/3 wody pochodzi ze spływu powierzchniowego.

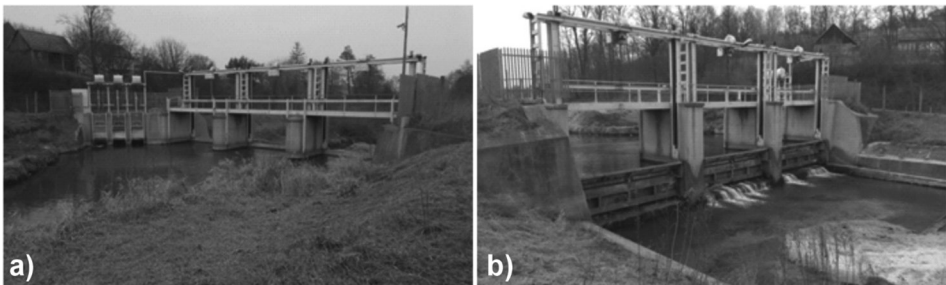
W miejscowości Szczyglice (ryc. 1), w 8,8 km biegu rzeki, znajduje się jaz z ujęciem brzegowym. Woda z ujęcia doprowadzana przez służbę wałową, a następnie płynąc doprowadzalnikiem „Młynówka”, o długości 700 m, trafia do komory rozdziału Zakładu Uzdatniania Wody (ZUW) „Rudawa”. Woda na jazu w Szczyglicach jest również piętrzona w celu jej ujęcia i doprowadzenia do Rybackiej Stacji Doświadczalnej Uniwersytetu Rolniczego.



Ryc. 1. Lokalizacja jazu w Szczyglicach

Fig. 1. Location of weir at Szczyglice

Jaz w Szczyglicach (ryc. 1) został wybudowany w 1912 roku [Biedrzycka 2015]. Jego celem było ujęcie wody pitnej. W kolejnych latach jaz ten był przebudowywany, a w latach 2000–2008 przeprowadzono jego modernizację. Jest to jaz trzyprzędzłowy z zamknięciami ruchomymi, którymi są zasuwki z klapami. Szerokość każdego przęsła wynosi 3,0 m. Szerokość każdego z dwóch filarów wynosi 1,3 m.



Ryc. 2. Jaz w Szczyglicach; a) widok od strony wody górnej, b) widok od strony wody dolnej

Fig. 2. Weir at Szczyglice; a) view from down water, b) view from upper water

WYNIKI

W dniach 2–3 listopada 2015 r. przeprowadzono geodezyjne pomiary inwentaryzacyjne jazu w Szczyglicach (ryc. 2), w celu określenia podstawowych parametrów technicznych, a przede wszystkim w celu ustalenia wysokości piętrzenia. Stwierdzono, że różnica rzędnej zwierciadła wody górnej i rzędnej dna niecki wypadowej wynosi 3,0 m, a uwzględniając napełnienie na dolnym stanowisku, przy przepływie średnim niskim wynoszącym $3,64 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, wskazuje, że wysokość piętrzenia jazu w Szczyglicach jest od 3,0 m. Wskaźnik, jakim jest wysokość piętrzenia nieprzekraczająca 5,0 m, zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska [Rozporządzenie... 2007], pozwala zakwalifikować badany jaz do IV klasy ważności budowli hydrotechnicznych.

Wszystkie noty cząstkowe, które były podstawą do oceny stanu jazu w Szczyglicach, opracowane według metodyki Zawadzkiego [2005] zestawiono w tabeli 1. Najniższą ocenę wynoszącą 3,0 przyznano, oceniając wodowskazy. Jest to wartość średnia z ocen wodowskazów. Badany jaz posiada jedynie wodowskaz na górnym stanowisku oceniony na 5,0, natomiast za brak wodowskazu na dolnym stanowisku przyznano 0,0. Wartość średnia z ocen cząstkowych, dla poszczególnych elementów stałych i ruchomych oraz urządzeń kontrolno-pomiarowych, wynosi 3,94. Co oznacza, że stan techniczny tego jazu jest prawie dobry.

Dokonano również oceny jazu w Szczyglicach opracowanej według zaproponowanej przez autorów modyfikacji metodyki Zawadzkiego, uwzględniając znaczenie poszczególnych elementów budowli. Ze względu na różną rangę poszczególnych elementów konstrukcji, w ocenie jej stanu technicznego zaproponowano obliczenie średniej oceny stanu technicznego jako średnią ważoną. Wagę 1,0 przyjęto dla elementów stałych konstrukcji i elementów ruchomych, tj. zamknięć, uzasadniając tak przyjętą wartość wagi tym, że ocena tych elementów jazu ma bezpośrednie odzwierciedlenie na stan techniczny budowli. Stan tych elementów jazu bezpośrednio również wpływa na poziom zagrożenia awarią lub katastrofą. Urządzenia kontrolno-pomiarowe natomiast służą ocenie przebiegu zjawisk wpływających na zachowanie się budowli pod wpływem czynników zewnętrznych. Zjawiskami tymi są: odkształcenia, przemieszczenia, przebieg filtracji wody (poziomy, pionowy), w tym zmiany ciśnienia oraz gradienty, prędkości i wydatki filtracyjne. W związku z tym, przyjęto w ocenie stanu reperów, piezometrów i wodowskazów wagę wynoszącą 0,25. Natomiast w ocenie tablicy informacyjnej przyjęto wagę 0,0, gdyż jej stan lub jej brak nie ma wpływu na stan techniczny jazu. Ocena stanu technicznego badanego jazu, otrzymana jako średnia ważona z ocen cząstkowych (tab. 1), z odpowiednimi wagami, wynosi 4,37 i jest o ponad 11% wyższa od oceny określonej według metodyki Zawadzkiego [2005].

Według metodyki Zawadzkiego [2005] dokonana została ocena jazu w Brzesku na rzece Uszwicy [Tarnawski i Michalec 2007], jazu zbiorników wodnych w Zesławicach na rzece Dłubni [Michalec i Suwaj 2012] i jazu w Bieńczykach na rzece Dłubni [Michalec 2013]. Wyniki oceny stanu technicznego tych jazów zamieszczono w tabeli 2 i zestawiono z wynikami oceny stanu technicznego, przyjmując wagi dla poszczególnych elementów budowli, jak przy ocenie jazu w Szczyglicach. Jazy w Brzesku i w Zesławicach należą do III klasy ważności budowli hydrotechnicznych, a jaz w Bieńczykach jest budowlą IV klasy.

Tabela 1. Ocena stanu technicznego jazu w Szczyglicach
 Table 1. Assessment of the technical state of the weir at Szczyglice

Stan techniczny – Technical state	Ocena – Value
A. Elementy stałe – Solid elements:	
powierzchnia – surface	5
pęknięcia – cracks	4
ubytki – decrements	5
odsłonięcia zbrojenia – uncover of reinforcement	5
nacieki, prześiąki – dripstones, leakages	5
przebarwienia – tints	4
porosty – plant growth	4
B. Elementy ruchome – Movable elements:	
zamknięcia – gates	5
mech. wyciągowy – drawing gears	4
odkształcenia – deformations	5
korozja – corrosion	5
konserwacja – conservation	4
C. Urządzenia kontrolno-pomiarowe - Monitoring and measurement devices:	
repery – bench-marks	0
piezometry – piezometers	0
wodowskazy – water-level gauges	3
tablice informacyjne – information boards	5
Średnia – Mean:	3,94

Tabela 2. Ocena stanu technicznego jazu w Brzesku, Zesławicach i Bieńczycach
 Table 2. Assessment of the technical state of the weir at Brzesko, Zesławice and Bieńczyce

Jaz w miejscowości Weir at locality	Ocena – Value	
	wg metodyki Zawadzkiego [2005] acc. to Zawadzki's [2005] methodology	wg zaproponowanej metodyki acc. to proposed methodology
Brzesko	2,45	3,48
Zesławice	3,88	4,02
Bieńczyce	3,21	3,86

Największą różnicę ocen stanu technicznego według metodyki Zawadzkiego [2005] oraz zaproponowanej metodyki wynoszącą 42% uzyskano w przypadku jazu w Brzesku. Jest to jaz typu stałego bez zamknięć, stąd też w ocenie nie uwzględniano pięciu ocen cząstkowych, dotyczących oceny elementów ruchomych. Jaz ten również nie posiada urządzeń kontrolno-pomiarowych, co odnotowano przyjmując oceny cząstkowe wynoszące

zero, w efekcie otrzymano ocenę średnią wynoszącą 2,45. Natomiast ocena określona za pomocą średniej ważonej wynosi 3,48. Jest to ocena stanu jazów, określająca stan elementów konstrukcji, a nie ocena jej wyposażenia w urządzenia, czy też inne elementy, jak np. tablice informacyjne, czy też stan kładki roboczej, balustrad itp. Mniejsze różnice oceny otrzymano dla jazów w Bieńczykach i Zesławicach, wynoszące odpowiednio 4% i 20%. Jazów te posiadają zamknięcia i nie posiadają piezometrów, a także tablic informacyjnych.

PODSUMOWANIE

Stan techniczny jazów w Szczyglicach na rzece Rudawie, na podstawie średniej oceny (3,94) ustalonej metodą Zawadzkiego [2005], oceniono na prawie dobry. Ocenę ponad dobrą otrzymano stosując zmodyfikowaną przez autorów metodę Zawadzkiego, uzyskując wartość średnią ważoną z ocen cząstkowych równą 4,37.

Wagi przyjęte dla oceny poszczególnych elementów diagnozowanego jazów, uwzględniają znaczenie, rangę tych elementów, których stan techniczny ma bezpośredni wpływ na bezpieczeństwo budowli. Wprawdzie przyjęto wartość wagi 0,0 dla tablic informacyjnych, co wskazywałoby na usunięcie oceny tego elementu z formularza oceny zaproponowanego przez Zawadzkiego [2005], jednakże pozostawienie opcji opisu tego elementu stanowi uzupełnienie w ogólnej charakterystyce diagnozowanej budowli.

Wyniki ocen czterech jazów pozwalają stwierdzić, że jeżeli obiekt nie posiada reperów, piezometrów, wodowskazów i tablic informacyjnych, w ocenie stanu technicznego uzyskuje znacząco niższą ocenę według metodyki Zawadzkiego [2005] w porównaniu z wynikami oceny według zaproponowanej metodyki. Ocena stanu technicznego budowli hydrotechnicznych klasy III i IV, a przede wszystkim jazów, według zaproponowanej metodyki może być pomocna przy opracowaniu kontroli stanu tych budowli, przede wszystkim kontroli pośrednich i bieżących. Kontrole te najczęściej wykonywane są przez techniczny personel właściciela (zarządcy) obiektu. Zastosowanie zaproponowanej metodyki może być pomocne przy opracowaniu oceny stanu technicznego betonowej budowli wodnej, wykonywanej na podstawie diagnostyki jednoetapowej i dwuetapowej. Taka diagnoza powinna, zdaniem autorów, być rozszerzona również o ocenę stanu urządzeń przeciwfiltracyjnych i drenażowych, a także skarp i ich otoczenia. Takie rozszerzenie metodyki oceny stanu hydrotechnicznego jazów zostanie opracowane przez autorów pracy po ponownej inwentaryzacji przedstawionych czterech jazów.

PIŚMIENNICTWO

- Biedrzycka, A. (2015). ZUW Rudawa i ZUW Dłubnia – ważne ogniwa infrastruktury wodociągowej Krakowa. *Nowoczesne Budownictwo Inżynieryjne*, 3(60), maj–czerwiec
- Kleidyński, Z. (2011). Monitoring i diagnostyka budowli hydrotechnicznych. Cz. 1. *Nowoczesne Budownictwo Inżynieryjne. Raporty*, 54–61.
- Michalec, B. (2013). Ocena stanu technicznego jazów w Bieńczykach na rzece Dłubni metodą diagnostyki jednoetapowej. *Przegląd Naukowy – Inżynieria i Kształtowanie Środowiska*, 22(3), 61, 290–300.

- Michalec, B., Suwaj, T. (2012). Ocena stanu technicznego jazu zbiorników wodnych w Zesławicach na rzece Dłubni. *Acta Sci. Pol., Formatio Circumiectus*, 11(4), 71–82.
- Pawełek, J., Grenda, W. (2010). Wpływ zbiorników ujściowych na mętność i barwę wody ujmowanej z Rudawy do celów wodociągowych. *Infrastr. Ekol. Ter. Wiej.*, 14, 183–193.
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 20 kwietnia 2007 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budowle hydrotechniczne i ich usytuowanie. *Dz.U. z 2007 r. Nr 86, poz. 579*.
- Tarnawski, M. Michalec, B. (2007). Ocena stanu technicznego i określenie możliwości przeprowadzenia wód wezbraniowych jazu na rzece Uszwicy. *Infrastr. Ekol. Ter. Wiej.*, 4/2, 189–199.
- Ustawa z dnia 1 kwietnia 2015 r. – Prawo wodne. *Dz.U. z 2015 r., poz. 469*.
- Ustawa z dnia 24 września 2014 r. – Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie. *Dz.U. z 2014 r., poz. 1278*.
- Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. – Prawo budowlane. *Dz.U. z 1994 r. Nr 89, poz. 414*.
- Zawadzki, P. (2005). Stan techniczny jazów na terenie miasta Poznania. *Rocz. AR w Poznaniu*, 365, Melioracje i Inżynieria Środowiska, 26, 535–544.

ASSESSMENT OF THE TECHNICAL STATE OF THE WEIR AT SZCZYGLICE ON THE RUDAWA RIVER

Abstract. In the paper, the results of assessment of the technical state of hydraulic structure – a weir with movable closer, located in Szczyglice, on 8 km of Rudawa river were presented. The technical assessment of the weir was made according to methodology proposed by Zawadzki [2005]. Based on an average value calculated from the partial values of each elements of the construction and control and measurement devices it was stated, that technical condition of the weir is almost good. The average value was 3,94. The evaluation of the weir in Szczyglice worked out according to proposed by authors modification of Zawadzki's method was also made, alongside the role of each elements of structure. Proposed modification consisted on bringing a weight for stable constructions and movable elements, ie. closure, defends accepted weight value in such a way, that the value of these elements of weir directly express the technical condition of the structure. The following weight values were taken: 1,0 for stable elements of the structure and for movable elements, 0,25 for benchmarks, piezometers and water gauges and 0,0 for boards. The assessment of technical state of the weir, evaluated as a weighted average from partial values was 4,37 and is more than 11% higher from value got according to Zawadzki's method [2005]. Comparison of values of three weirs, published in papers of Tarnawski and Michalec [2007], Michalec and Suwaja [2012] and Michalec [2013] with values calculated according to proposed methodology was also made. It was stated, that if the facility does not have benchmarks, piezometers, water gauges and boards, it gets a significantly lower value in technical assessment according to Zawadzki's method [2005] in comparison to results got from proposed method.

Słowa kluczowe: weir, inventarisation of construction, assessment of the technical state

Zaakceptowano do druku – Accepted for print: 15.11.2017

Do cytowań – For citation: Michalec, B., Cupak, A., Tarnawski, M., Wałęga, A. (2017). Ocena stanu technicznego jazu w Szczyglicach na rzece Rudawie. *Acta. Sci. Pol., Formatio Circumiectus*, 16(4), 5–12.