

PRACE NAUKOWO PRZEGLĄDOWE

RESEARCH REVIEW PAPERS

Przegląd Naukowy – Inżynieria i Kształtowanie Środowiska nr 61, 2013: 290–300
(Prz. Nauk. Inż. Kszt. Środ. 61, 2013)

Scientific Review – Engineering and Environmental Sciences No 61, 2013: 290–300
(Sci. Rev. Eng. Env. Sci. 61, 2013)

Bogusław MICHAŁEC

Katedra Inżynierii Wodnej i Geotechniki, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie
Department of Water Engineering and Geotechnics, University of Agriculture in Cracow

Ocena stanu technicznego jazu w Bińczycach na rzece Dłubni metodą diagnostyki jednoetapowej

Assessment of the technical state of the weir at Bińczycze on the Dłubnia River according to one-stage diagnostics

Słowa kluczowe: jaz, ocena stanu technicznego, suma kwadratów reszt

Key words: weir, assessment of the technical state, sum of the squared residuals

- stanów wód podziemnych, ich filtracji przez budowlę, przez podłoże oraz w otoczeniu budowli,
- wytrzymałości budowli oraz podłoża,
- stanu urządzeń upustowych,
- zmian na górnym i na dolnym stanowisku budowli.

Wprowadzenie

Budowle hydrotechniczne ze względu na specyfikę warunków ich pracy, zmienne obciążenia wynikające z warunków hydrologicznych oraz ekspozycję na różnego rodzaju czynniki destrukcyjne wymagają prowadzenia badań i pomiarów umożliwiających ocenę ich stanu i bezpieczeństwa (Kledyński 2006). Zgodnie z zapisem w art. 64 ust. 4 ustawy Prawo wodne (2001) właściciel budowli piętrzącej jest obowiązany zapewnić prowadzenie badań i pomiarów umożliwiających ocenę stanu oraz bezpieczeństwa budowli, a w szczególności:

W przypadku budowli hydrotechnicznych zaliczanych do klasy I i II, będących własnością Skarbu Państwa i zarządzanych przez Ministra Środowiska z mocy ustawy Prawo wodne (2001, art. 64, ust. 4), kontrole techniczne i ocenę ze względu na stan techniczny i stan bezpieczeństwa wykonuje Ośrodek Technicznej Kontroli Zapór Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej.

Szczegółowe zapisy dotyczące kontroli obiektów budowlanych (również obiektów hydrotechnicznych) są zapisane w rozdziale 6 ustawy Prawo budowlane (1994). Zgodnie z tą ustawą wszystkie obiekty budowlane powinny być

kontrolowane i oceniane „...przez osoby posiadające uprawnienia budowlane 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 przesiąków, 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 wody górnej i dolnej.

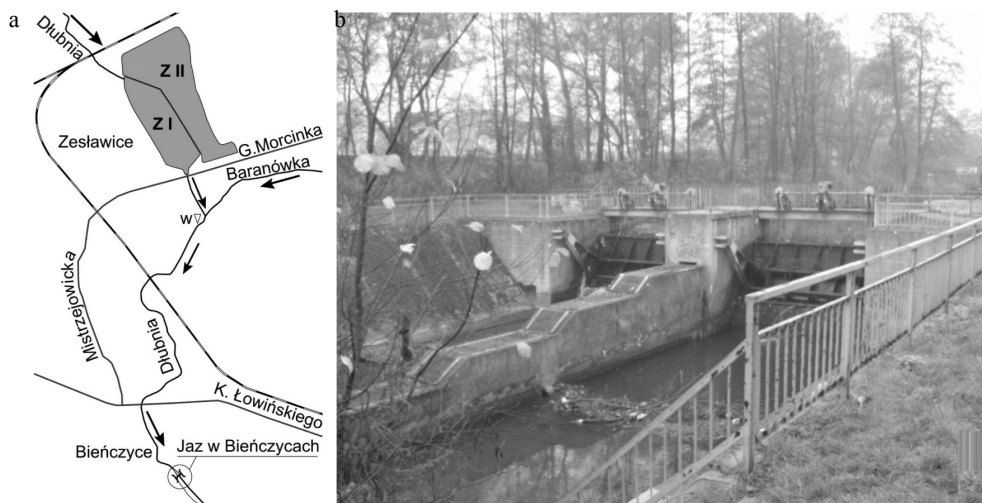
Ocenę stanu technicznego betonowej budowli wodnej można przeprowadzić na podstawie diagnostyki jednoetapowej i dwuetapowej. Zakres diagnostyki jednoetapowej obejmuje analizę dokumentacji i warunków eksploatacji wraz z oceną agresywności środowiska, inwentaryzację konstrukcji i ocenę jej stanu, badania *in situ* materiałów i elementów budowli, badania laboratoryjne wybranych próbek, analizę stanu granicznej nośności i stanów użytkowania oraz ocenę (diagnozę) konstrukcyjną obiektu lub fragmentu (elementu) konstrukcji. Natomiast w ramach diagnostyki dwuetapowej w pierwszym etapie wy-

konuje się ogólną analizę dokumentacji i warunków eksploatacji, ogólne badania i szacunkową ocenę materiałów i wstępną ocenę elementu lub całej konstrukcji. Drugi etap obejmuje również wykonanie szczegółowej analizy dokumentacji, warunków eksploatacji i pracy konstrukcji oraz badania *in situ* materiałów i elementów wraz z badaniami laboratoryjnymi wybranych próbek, tak jak w diagnostyce jednoetapowej.

Właściwie wykonana ocena stanu technicznego budowli hydrotechnicznej stanowi podstawę opracowania projektu remontu. W takiej ocenie należy określić nie tylko stan elementów betonowych i ziemnych oraz elementów i konstrukcji stalowych, w tym w szczególności zamknięć wodnych i ich mechanizmów, lecz również powód wystąpienia niekorzystnych zjawisk, przyczyny uszkodzeń, awarii lub katastrofy, a co z tym związane – stopień bezpieczeństwa obiektu.

W pracy dokonano oceny stanu technicznego budowli piętrzącej – jazu w Bieńczycach na rzece Dłubni (rys. 1) – w ramach diagnostyki jednoetapowej. Wykazano przy tym wpływ doświadczenia osób dokonujących diagnozy obiektu na wynik oceny stanu technicznego. Zakres dokonanej oceny w ramach diagnostyki jednoetapowej obejmował analizę dokumentacji i warunków eksploatacji wraz z oceną jej stanu. Kolejne badania, tj. *in situ* materiałów i elementów budowli oraz laboratoryjne wybranych próbek, analizy stanu granicznej nośności i stanów użytkowania, zostaną przedstawione w odrębnej pracy.

Określenie stanu technicznego jazu w Bieńczycach wiąże się bezpośrednio z koniecznością zapewnienia bezpiecznych warunków eksploatacji obiektu,



RYСУNEK 1. Jaz w Bieńczycach na rzece Dłubni: a – lokalizacja jazu, b – widok od strony dolnej wody
 FIGURE 1. Weir at Bieńczyce on the Dłubnia River: a – localization of the weir, b – view from down water

gwarantujących brak zagrożenia skutkami awarii lub katastrofy budowli dla terenów przybrzeżnych, znajdujących się w strefie oddziaływania jazu na warunki przepływu wód rzeki Dłubni.

Material i metody

Jaz betonowy w Bieńczycach znajduje się w km 6+560 rzeki Dłubni (rys. 1) i zamyka zlewnię o powierzchni 266 km². W miejscu jazu betonowego istniał wcześniej jaz drewniany, którego celem było piętrzenie wody i skierowanie jej do młyna. Młyn został wybudowany przez Jana Kantego Kirchmayera na początku XX wieku. Uzyskany spad, poprzez spiętrzenie wód Dłubni, napędzając koło wodne, umożliwiał uzyskanie dodatkowej mocy dla napędu parowego młyna. Młyn ten spłonął w 1913 roku. Po drugiej wojnie światowej

w miejsce jazu drewnianego wybudowano dwuprzęsłowy jaz z zamknięciami segmentowymi (rys. 1b). Jaz ten umożliwiał ujęcie wody dla ówczesnej Huty im. Lenina. Obecnie Bieńczyce stanowią dzielnicę Krakowa.

Ocenę stanu technicznego jazu wykonano według metodyki zaproponowanej przez Zawadzkiego (2005). W trakcie prac terenowych dokonano oceny technicznej poszczególnych elementów budowli piętrzącej, takich jak elementy stałe i ruchome oraz urządzenia kontrolno-pomiarowe, określając ich wygląd i stan. Sprawdzone, czy na elementach betonowych wystąpiły pęknięcia, ubytki, odsłonięcia zbrojenia, nacieki, przesiąki i przebarwienia oraz porosty na elementach stałych (korpus, przyczółki, ubezpieczenia). Określając stan zamknięć i mechanizmów wyciągowych, ocenia się ich konserwację, występowanie korozji i odkształceń elementów ruchomych.

Według metodyki zaproponowanej przez Zawadzkiego (2005) określa się również wyposażenie budowli w urządzenia kontrolno-pomiarowe, a w szczególności w repery, piezometry oraz wodowskazy od strony górnej i dolnej wody. Wszystkie elementy budowli, tj. elementy stałe i ruchome oraz urządzenia kontrolno-pomiarowe, ocenia się w skali od 0 do 5, uwzględniając występowanie i natężenie niekorzystnych lub szkodliwych procesów. Według tej skali ocen 5 oznacza 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 na przykład urządzeń kontrolno-pomiarowych, wymaganych dla danej budowli wodnej, należy przyjąć ocenę 0, oznaczającą stan niedopuszczalny. O ocenie końcowej decyduje średnia arytmetyczna z ocen cząstkowych.

Ocenę techniczną w Bieńczycach wykonało dziesięć dwu-, trzyosobowych grup studentów drugiego stopnia studiów dziennych Wydziału Inżynierii Środowiska i Geodezji Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie. Wyniki tych ocen porównano z wynikami oceny opracowanej przez autora tej pracy, określonego w dalszej części „ekspertem”. Ocenę techniczną wykonano w dwóch fazach. Pierwsza faza oceny została wykonana przez studentów – inżynierów bez szczegółowego szkolenia, z podaniem jedynie ogólnych zasad i zakresu oceny badanego obiektu. Po wypełnieniu formularza studenci zostali szczegółowo poinstruowani o zasadach wykonywania kontroli stanu technicznego budowli hydrotechnicznych, w tym diagnozy konstrukcji

obiektu. W trakcie instruktażu przedstawiono przykładowe oceny danego fragmentu konstrukcji, z wyjaśnieniem procesów szkodliwych dla budowli wodnej, a także przestawiono, jakie symptomy charakteryzują dany proces. Po instruktażu w drugiej fazie diagnozy studenci inżynierowie opracowali ocenę obiektu. Oceny końcowe studentów z każdej fazy, będące średnią z ocen poszczególnych elementów konstrukcji diagnozowanego jazu, zostały porównane z oceną techniczną opracowaną przez autora niniejszej publikacji, nazywaną „oceną eksperta”.

Uzyskane wyniki z pierwszej i drugiej fazy diagnozy jazu umożliwiły określenie zmiany ocen w wyniku instruktażu. Przyjęto, że pojedyncza różnica wyników ocen cząstkowych, wynosząca 2 punkty, jest poważniejsza niż dwie różnice wyników, z których każda wynosi 1 punkt. Zmiana ocen diagnozy została określona za pomocą różnicy sum kwadratów reszt obliczonych na podstawie wyników ocen pierwszej i drugiej fazy. W tym celu obliczono sumy kwadratów reszt ocen cząstkowych każdej grupy z pierwszej i drugiej fazy, a następnie różnice sum kwadratów reszt. W tej analizie potraktowano oceny cząstkowe ekspertów jako zmienną endogeniczną (\hat{y}), a oceny cząstkowe grup studentów, jako wynik modelu (y). Sumę kwadratów reszt (SSE), czyli wariancję składnika resztowego, stosowaną często jako wskaźnik braku dopasowania w statystycznych procedurach dopasowania, obliczono według wzoru (Aczel 2005):

$$SSE = \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2 \quad (1)$$

gdzie:

y_i – ocena grupy studentów dla i -tego elementu,

\hat{y}_i – ocena eksperta dla i -tego elementu.

Następnie porównano sumy kwadratów reszt obliczonych dla danego elementu, który podlegał ocenie studentów w każdej fazie diagnostyki. Umożliwiło to określenie zmian ocen każdego elementu. Jako zmienne egzogeniczne przyjęto oceny poszczególnych elementów wystawione przez studentów, a oceny ekspertów – jako zmienną endogeniczną.

W ogólnej analizie wyników porównano również oceny średnie uzyskane z poszczególnych faz oceny technicznej jazu, a także odchylenia standardowe, które potraktowano jako miarę zróżnicowania ocen końcowych danej fazy (Volk 1973).

Wyniki

Noty cząstkowe oceny elementów stałych (oznaczone literą A i liczbą rzymską), elementów ruchomych (oznaczone literą B i liczbą rzymską) i urządzeń kontrolno-pomiarowych (oznaczone literą C i liczbą rzymską), przyznane w trakcie dwóch fazach oceny stanu technicznego jazu w Bieńczycach, zestawiono w tabeli 1. W tabeli tej zamieszczono również wyniki oceny wykonanej przez tzw. eksperta (Ex) – opiekuna grupy studentów uczestniczących w zajęciach terenowych. Dziesięć grup studentów oznaczono literami od A do J (tab. 1).

Jaz w Bieńczycach, według oceny wykonanej przez tzw. eksperta, wynoszącej 3,3 (tab. 1), można ocenić jako ponad zadowolający. Ze względu na liczne porosty, niewystarczającą konserwację zamknięć i ich mechanizmów

(elementy ruchome – tab. 1), przyznane zostały przez autorów niskie noty, określające stan tych elementów jako zadowolający. Znacznie niższe noty, dotyczące porostów na elementach betonowych konstrukcji, przyznało aż siedem grup w pierwszej fazie diagnozy. Według inżynierów należących do tych grup stan ten określony został jako zły (ocena 1). Również niskie oceny zostały przyznane przez studentów za stan konserwacji elementów ruchomych. Według studentów średnia ocena stanu technicznego badanego jazu mieściła się w przedziale 2,0–2,7 w pierwszej fazie i 2,3–3,2 w drugiej fazie oceny, a obliczona średnia z ocen wynosi odpowiednio 2,3 i 3,1. Znacznie niższe oceny pierwszej fazy diagnozy wskazują na tendencję do bardziej surowej oceny inżynierów bez przeszkolenia i bez doświadczenia. Nawet po instruktażu uzyskane oceny drugiej fazy są niższe od oceny ekspertów. Należy zaznaczyć, że na niskie oceny stanu technicznego, zarówno studentów, jak i opiekuna, miał wpływ całkowity brak piezometrów i wodowskazów, które zgodnie z Rozporządzeniem (2007), są wymaganymi urządzeniami kontrolno-pomiarowymi.

W wyniku przeprowadzenia instruktażu zmniejszyło się zróżnicowanie ocen końcowych stanu jazu. Odchylenie standardowe obliczone dla średnich ocen dziesięciu grup studentów przed instruktażem wynosi 0,68, a po instruktażu tylko 0,08.

Poprawę oceny stanu technicznego jazu w wyniku przeprowadzonego instruktażu można ocenić za pomocą obliczonych różnic wyników ocen cząstkowych poszczególnych grup i ocen cząstkowych tzw. eksperta dla każdej fazy diagnozy obiektu (tab. 2).

TABELA 1. Ocena stanu technicznego jazu w Bieńczycach
 TABLE 1. Assessment of the technical state of the weir at Bieńczyce

Stan techniczny Technical state	Oceny grupy i eksperta (Ex) / Assessments of groups and expert's (Ex)																				
	Pierwsza faza / First phase								Druga faza / Second phase								Ex				
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	A	B	C	D	E	F		G	H	I	J
A. Elementy stałe / Solid elements																					
A-I	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	4	3	4	4	4	4	4	4	4	3	4
A-II	3	3	2	2	2	3	3	3	4	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4
A-III	3	3	2	2	2	2	2	2	2	3	3	4	4	3	4	3	4	3	4	3	4
A-IV	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4
A-V	4	4	3	3	3	3	3	3	4	4	5	4	5	5	5	5	5	5	5	4	5
A-VI	3	3	3	3	3	2	2	2	1	3	4	3	4	4	4	4	4	4	4	2	4
A-VII	3	3	1	1	1	1	1	1	1	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
B. Elementy ruchome / Movable elements																					
B-I	4	4	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
B-II	3	3	2	2	2	3	3	3	3	3	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	4
B-III	4	4	4	4	4	3	3	3	4	4	5	4	4	4	4	4	5	3	5	4	5
B-IV	4	4	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4
B-V	2	2	2	2	2	1	1	1	4	2	3	4	3	3	2	3	3	2	3	4	3
C. Urządzenia kontrolno-pomiarowe / Monitoring and measurement devices																					
C-I	4	4	2	2	2	4	4	4	5	0	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
C-II	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C-III	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C-IV	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ŚO	2,7	2,7	2,0	2,0	2,0	2,1	2,1	2,1	2,5	2,3	3,2	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,2	2,9	3,2	2,9	3,3

Oznaczenia: A-I – powierzchnia, A-II – pęknięcia, A-III – ubytki, A-IV – odsłonięcia zbrojenia, A-V – nacieki, przesiąki, A-VI – przebarwienia, A-VII – porosty, B-I – zamknięcia, B-II – mechaniczny wyciągowy, B-III – odkształcenia, B-IV – korozja, B-V – konserwacja, C-I – repery, C-II – piezometri, C-III – wodowskazy, C-IV – tablice informacyjne, ŚO – średnia ocena.

Explanations: A-I – surface, A-II – cracks, A-III – decrements, A-IV – uncover of reinforcement, A-V – dripstones, leakages, A-VI – tints, A-VII – lichens, B-I – gates, B-II – drawing gears, B-III – deformations, B-IV – corrosion, B-V – conservation, C-I – bench-marks, C-II – piezometers, C-III – water-gauges, C-IV – information boards, ŚO – mean assessment value.

TABELA 2. Różnice wyników oceny i sumy kwadratów reszt w ocenie stanu technicznego jazu w Bieńczycach
 TABLE 2. The differences of the results of assessment and the sum of the squared residual of assessment of the technical state of the weir at Bieńczyce

Stan techniczny Technical state	Różnice wyników ocen cząstkowych / The differences of the results of partial assessment																			SSE ₁	SSE ₂
	Pierwsza faza / First phase									Druga faza / Second phase											
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	A	B	C	D	E	F	G	H	I		
A. Elementy stałe / Solid elements																					
A-I	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-2	-1	0	-1	0	0	0	0	0	0	-1	13	2
A-II	-1	-1	-2	-2	-1	-1	-1	0	-2	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	21	10
A-III	-1	-1	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-1	-1	0	0	-1	0	-1	0	-1	0	-1	31	5
A-IV	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9	10
A-V	-1	-1	-2	-2	-2	-2	-2	-1	-1	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	-1	28	2
A-VI	-1	-1	-1	-1	-1	-2	-2	-2	-3	-1	0	-1	0	0	0	0	0	0	-2	27	5
A-VII	0	0	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29	0
B. Elementy ruchome / Movable elements																					
B-I	0	0	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0
B-II	-1	-1	-2	-2	-1	-1	-1	-1	-1	0	0	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	19	7
B-III	-1	-1	-1	-1	-1	-2	-2	-2	-1	-1	0	-1	-1	-1	-1	0	-2	0	-1	19	10
B-IV	0	0	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	29	10
B-V	-1	-1	-1	-1	-1	-2	-2	-2	1	-1	0	1	0	0	-1	0	-1	0	1	19	4
C. Urządzenia kontrolno-pomiarowe / Monitoring and measurement devices																					
C-I	-1	-1	-3	-3	-3	-1	-1	-1	0	-5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	57	0
C-II	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C-III	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C-IV	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0
ŚO	10	10	39	39	39	35	35	35	29	40	4	8	5	6	6	4	10	4	12		

Oznaczenia: SSE₁ i SSE₂ – sumy kwadratów reszt dla każdego elementu, obliczone odpowiednio dla ocen pierwszej i drugiej fazy diagnostyki, A-I – powierzchnia, A-II – pęknięcia, A-III – ubytki, A-IV – odsłonięcia zbrojenia, A-V – nacieki, przesiaki, A-VI – przebarwienia, A-VII – porosty, B-I – zamknięcia, B-II – mechanizmy wyciągowe, B-III – odkształcenia, B-IV – korozja, B-V – konserwacja, C-I – repery, C-II – piezometry, C-III – wodowskazy, C-IV – tablice informacyjne, ŚO – średnia ocena.
 Explanations: SSE₁ i SSE₂ – the sum of the squared residuals for each element, calculated for assessment result in first and second phase, A-I – surface, A-II – cracks, A-III – decrements, A-IV – uncover of reinforcement, A-V – driptstones, leakages, A-VI – tints, A-VII – lichens, B-I – gates, B-II – drawing gears, B-III – deformations, B-IV – corrosion, B-V – conservation, C-I – bench-marks, C-II – piezometers, C-III – water-gauges, C-IV – information boards, ŚO – mean assessment value.

W ostatnim wierszu oraz dwóch kolumnach prawej części tabeli 2 zamieszczono sumy kwadratów reszt wyników ocen cząstkowych. Wartości SSE w ostatnim wierszu tabeli 2 zostały obliczone według wzoru (1) jako różnice wyników ocen danej grupy studentów i oceny eksperta. Wartości te obliczono dla wyników pierwszej i drugiej fazy. Natomiast w dwóch kolumnach prawej części tabeli 2 zamieszczono wartości SSE_1 i SSE_2 , będące odpowiednio sumami kwadratów reszt obliczonymi dla każdego elementu, którego wyniki oceny zawarte są w poszczególnych wierszach.

Różnice sum kwadratów reszt (tab. 3) umożliwiły określenie zmiany wyników oceny stanu technicznego jazu, wykonanej przez poszczególne grupy studentów. W wyniku instruktażu jakość ocen dziesięciu grup studentów poprawiła się w istotnym stopniu. Najwięk-

szą poprawę odnotowano w przypadku grup C, D i E, natomiast najmniejszą – w przypadku grup A i B. Różnice SSE , a także odchylenia standardowe ocen końcowych wskazują, że po instruktażu studenci trafniej oceniają stan techniczny obiektu, co oznacza, że w większości grup oceny diagnozy uległy znacznej poprawie i są bliższe ocenie stanu technicznego analizowanego obiektu, opracowanej przez tzw. eksperta.

Analizując wyniki oceny technicznej badanego jazu uzyskane przez studentów, należy zwrócić uwagę na ocenę poszczególnych elementów konstrukcji. Przed instruktażem różnice wyników oceny studentów i oceny ekspertów są znaczne (kolumna SSE_1 w tab. 2). Po instruktażu średnia ocena studentów takich elementów diagnozy, jak: porosty, repery i tablice informacyjne, nie różni się od oceny ekspertów – wartości SSE_1 (tab. 2) wynoszą zero. W związku z tym

TABELA 3. Zmiana wyników oceny grup na podstawie obliczonej różnicy sum kwadratów reszt (ΔSSE)

TABLE 3. The change of assessment results of groups on the basis of the counted difference of the sums of the squared residuals (ΔSSE)

Grupy Groups	Sumy kwadratów reszt (SSE) The sum of the squared residuals (SSE)		Różnice sum kwadratów reszt (ΔSSE) The differences of the sums of the squared residuals (ΔSSE)
	Pierwsza faza First phase	Druga faza Second phase	
A	10	4	6
B	10	8	2
C	39	5	34
D	39	6	33
E	39	6	33
F	35	6	29
G	35	4	31
H	35	10	25
I	29	4	25
J	40	12	28

nasuwają się pytania: czy przeprowadzenie instruktażu miało wpływ na poprawę wyników oceny stanu poszczególnych elementów diagnozowanego jazu i czy w wyniku instruktażu pogorszyła się ocena któregoś z diagnozowanych elementów? Odpowiedź na te pytania można uzyskać, obliczając sumy kwadratów reszt w odniesieniu do poszczególnych elementów obiektu poddanego ocenie (tab. 4). W przypadku większości elementów wynik oceny uległ zwiększeniu. Największą poprawę wyników można odnotować w ocenie takich elementów, jak: ubytki betonu elementów stałych, nacieki i przesiąki, przebarwienia i porosty, a także korozja i konserwacja elementów ruchomych (zamknięć jazu i urządzeń wyciągowych). Ponadto bardzo dużą poprawę wyników uzyskano w ocenie urządzeń kontrolno-pomiarowych, tj. reperów. Po instruktażu studenci uzyskali średnią ocenę reperów równą ocenie eksperta. Dużą wartość *SSE* po instruktażu została uzyskana w wyniku wyjaśnienia miejsc lokalizacji urządzeń kontrolno-pomiarowych. Przed instruktażem student inżynier, jako absolwent pierwszego stopnia studiów, nie potrafi rozpoznać urządzeń kontrolno-pomiarowych konstrukcji inżynierskich.

Pogorszenie wyników oceny uzyskano w przypadku odsłoneń zbrojenia elementów betonowych jazu. W wyniku instruktażu studenci uzyskali większą różnicę wyników oceny tego elementu niż ekspert.

Wnioski

Stan techniczny jazu w Bieńczycach, określony na podstawie inwentaryzacji zrealizowanej w ramach diagno-

styki jednoetapowej, został określony jako ponad zadowalający – ocena tzw. eksperta wynosi 3,3. Najniższe noty częściowe przyznano elementom betonowym ze względu na liczne porosty na ich powierzchni, a także stan konserwacji elementów stalowych zamknięć jazu. Ogólna niska ocena stanu jazu wynika z braku piezometrów i wodowskazów oraz tablic informacyjnych. Zdaniem autora, wpływ braku tablic informacyjnych na ocenę stanu technicznego jazu nie powinien być oceniany z taką samą rangą jak piezometry i wodowskazy, które są wymagane zgodnie z Rozporządzeniem (2007). Brak tablic informacyjnych nie powinien mieć znaczącego wpływu na ocenę końcową diagnozowanego obiektu hydrotechnicznego.

Opracowanie miarodajnej oceny stanu technicznego budowli hydrotechnicznej wymaga wiedzy i doświadczenia osób dokonujących diagnozy obiektu. Dodatkowo, ze względu na subiektywność oceny stanu technicznego, istotne jest odpowiednie przeszkolenie przyszłych specjalistów dokonujących diagnostyki budowli hydrotechnicznej. Zainicjowana analiza wpływu kompetencji osób dokonujących oceny technicznej budowli wodnej na wynik tej oceny wykazała, że niedostateczna wiedza i brak doświadczenia osób kontrolujących stan techniczny urządzeń wodnych jest przyczyną zaniżenia wyników oceny.

TABELA 4. Zmiana wyników oceny elementów na podstawie obliczonej różnicy sum kwadratów reszt (ΔSSE)

TABLE 4. The change of assessment results of elements on the basis of the counted difference of the sums of the squared residuals (ΔSSE)

Stan techniczny Technical state	Suma kwadratów różnic (SSE_1) – pierwsza faza The sum of the squared residuals (SSE_1) – first phase	Suma kwadratów różnic (SSE_2) – druga faza The sum of the squared residuals (SSE_2) – second phase	Różnice sum kwadratów reszt (ΔSSE) The differences of the sums of the squared residuals (ΔSSE)
A. Elementy stałe / Solid elements			
powierzchnia /surface	13	2	11
pęknięcia /cracks	21	10	11
ubytki / decrements	31	5	26
odsłonięcia zbrojenia / uncover of reinforcement	9	10	-1
nacieki, przeziaki / dripstones, leakages	28	2	26
przebarwienia / tints	27	5	22
porosty / lichens	29	0	29
B. Elementy ruchome / Movable elements			
zamknięcia / gates	6	0	6
mech. wyciągowy / drawing gears	19	7	12
odkształcenia / deformations	19	10	9
korozja / corrosion	29	10	19
konserwacja / conservation	19	4	15
C. Urządzenia kontrolno-pomiarowe / Monitoring and measurement devices			
repery / bench-marks	57	0	57
piezometry / piezometers	0	0	0
wodowskazy / water-gauges	0	0	0
tablice informacyjne / information boards	4	0	4

Literatura

- ACZEL A.D. 2005: Statystyka w zarządzaniu. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- KLEDYŃSKI Z. 2006: Remonty budowli wodnych. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa.
- Ustawa z dnia 11 października 2001 r. – Prawo wodne. Dz.U. nr 115, poz. 1229, z późn. zm.

- Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. – Prawo budowlane. Dz.U. nr 89, poz. 414.
- Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 20 kwietnia 2007 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budowle hydrotechniczne i ich usytuowanie. Dz.U. 2007 nr 86, poz. 579.
- VOLK W. 1973: Statystyka dla inżynierów. WNT, Warszawa.

ZAWADZKI P. 2005. Stan techniczny jazów na terenie miasta Poznania. Roczniki Akademii Rolniczej w Poznaniu 365, Melioracje i Inżynieria Środowiska 26: 535–544.

Streszczenie

Ocena stanu technicznego jazu w Bieńczykach na rzece Dłubni metodą diagnostyki jednoetapowej. W pracy przedstawiono wyniki oceny stanu technicznego betonowej budowli wodnej – jazu z zamknięciami ruchomymi w Bieńczykach w km 6+560 rzeki Dłubni – opracowanej w ramach diagnostyki jednoetapowej. Ocenę techniczną obiektu wykonano według metodyki zaproponowanej przez Zawadzkiego (2005). Stwierdzono stan ponad zadowalający – średnia ocena tzw. eksperta wynosiła 3,3, natomiast średnia z ocen końcowych, obliczona dla wyników oceny dziesięciu grup studentów w pierwszej i drugiej fazie, była odpowiednio równa 2,3 i 3,1. Zmiana oceny diagnozy została określona za pomocą różnicy sum kwadratów reszt obliczonych na podstawie wyników ocen pierwszej i drugiej fazy.

Summary

Assessment of the technical state of the weir at Bieńczyce on the Dłubnia River according to one-stage diagnostics.

The results of the assessment of the technical condition of the concrete water building – weir with movable water-gates at Bieńczyce in the km 6+560 of the Dłubnia River – the worked out in frames one-stage diagnostics were introduced in the work. The assessment of the technical state of the weir was executed according to the methodology proposed by Zawadzki (2005). The conducted technical state assessment shows on the state above satisfactory – the assessment carries out 3.3 according to expert. Average from final assessments, calculated for results of assessment of in first and second phase carried out consequently 2.3 and 3.1. The change of the diagnosis assessments was determined using sum of the squared residuals calculated on the basis of the results of the assessments of first and second phase.

Author's address:

Bogusław Michalec
Uniwersytet Rolniczy w Krakowie
Katedra Inżynierii Wodnej i Geotechniki,
al. A. Mickiewicza 24/28, 30-059 Kraków
Poland
e-mail: rmmichbo@cyf-kr.edu.pl