

OCENA WARUNKÓW FUNKCJONOWANIA WĘZŁA WODNEGO NOWY MŁYN W KONTEKŚCIE KONIECZNOŚCI ZACHOWANIA CIĄGŁOŚCI EKOSYSTEMU RZEKI WEŁNY

Tomasz Kałuża, Agata Jasiak, Bartosz Krysztofiak,
Stanisław Zaborowski

Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

Streszczenie. W pracy przedstawiono analizę możliwości przebudowy oraz modernizacji węzła wodnego Nowy Młyn na rzece Wełnie. W skład w/w budowli wchodzi dwa jazy oraz układ koryt rzeki Wełny i młynówki wraz z planowaną małą elektrownią wodną. W oparciu o wyniki modelowania w programie HEC-RAS ustalono najważniejsze czynniki wpływające na pracę węzła dla aktualnych warunków jego funkcjonowania oraz w perspektywie planowanej przebudowy. W założeniach planowanej przebudowy istotną rolę odgrywa aspekt aktywnego ruchu turystycznego na badanym odcinku rzeki. Warunki funkcjonowania węzła wodnego zostały ustalone również z uwzględnieniem konieczności zachowania ciągłości ekosystemu rzeki w tym migracji ryb. Przedstawiono możliwości oraz ograniczenia związane z planowaną inwestycją.

Słowa kluczowe: węzeł wodny Nowy Młyn, ekosystem rzeczny, rzeka Wełna

WPROWADZENIE

Rzeka na całej swojej długości stanowi swoisty ekosystem, rozciągający się od źródła, aż do ujścia. W funkcji rzeki jako ekosystemu istotną rolę odgrywają wszystkie elementy tworzące i charakteryzujące ten ekosystem [Wiatkowski 2015]. Niezwykle istotną rolę odgrywają właściwości fizyczne i chemiczne wody, a także zmiany jej szerokości, głębokości, dynamiki przepływu czy ciągłości korytarza rzecznego [Ward i Stanford 1995]. Czynniki te wzajemnie na siebie oddziałują, a więc zmiana jednego w konsekwencji prowadzi do zmiany innych, co w rezultacie skutkuje to przekształceniem całego ekosystemu rzeki.

Adres do korespondencji – Corresponding author: dr hab. inż. Tomasz Kałuża, Katedra Inżynierii Wodnej i Sanitarnej, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, ul. Piątkowska 92A, 60-649 Poznań, e-mail: tomasz.kaluza99@gmail.com

© Copyright by Wydawnictwo Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie, Kraków 2017

Cieki oraz większe rzeki od zawsze wykorzystywano w celach gospodarczych, natomiast od XIX w. zapoczątkowany został okres intensywnego użytkowania ich potencjału zarówno energetycznego, jak i transportowego [Płaczek i in. 2016, Depczyński i Szamowski 1999, Winter 2008]. W związku z tym koniecznością stało się wznoszenie budowli hydrotechnicznych, które w znacznym stopniu zakłóciły ciągłość ekosystemu wodnego, m.in. poprzez wpływ na możliwości migracyjne ryb, zaburzenie warunków termicznych wody, a także na czystość wody w rzece [Zalewski 1986, Wiatkowski 2015]. Koniec XIX w. to także okres, kiedy zaczęto intensywnie wykorzystywać cieki do celów rekreacyjnych związanych z turystyką wodną czy też innymi formami spędzania czasu wolnego nad wodą [Kurczewski 2006, Hämmerling i in. 2017].

Wiele lat intensywnej eksploatacji cieków wodnych w Polsce miało znaczący wpływ na zmiany krajobrazu ściśle związanego z rzeką. Elementem szczególnie intensywnie oddziałującym na środowisko naturalne była budowa zbiorników wodnych oraz piętrzeń (jazów, przelewów, progów), które niejednokrotnie przecinając ważne szlaki ekologiczne i turystyczne, zasadniczo zmieniały warunki funkcjonowania rzek [Wiatkowski 2011, WWF 2016].

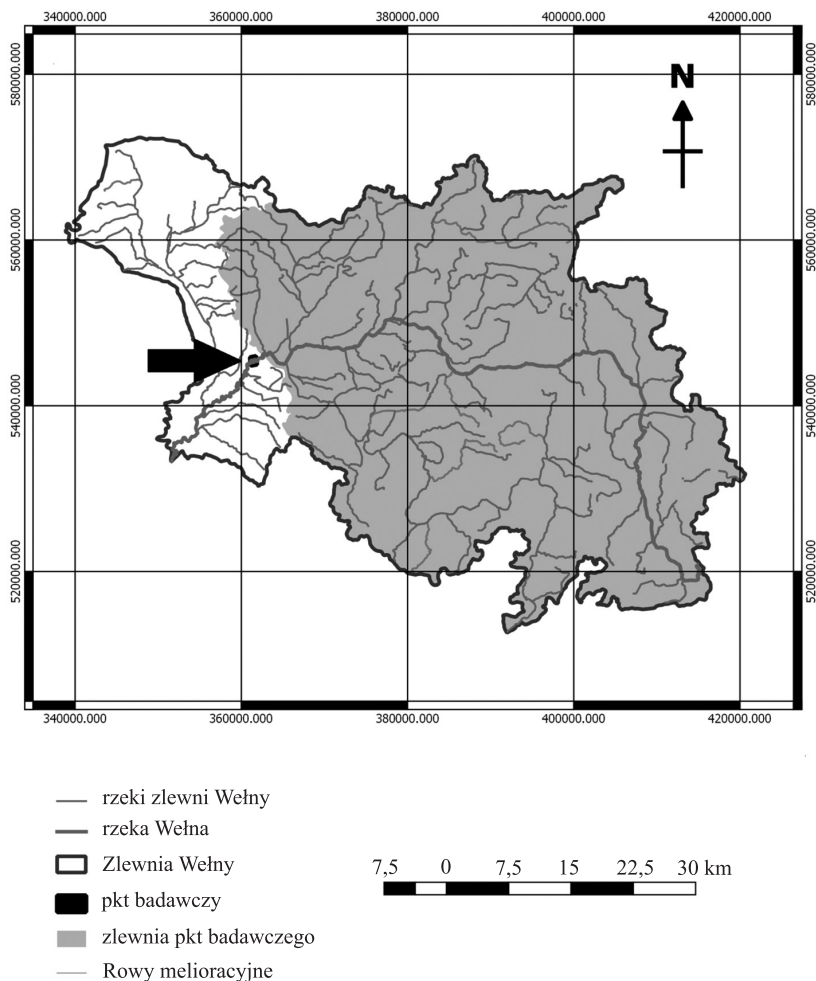
Niniejsza praca porusza temat związany z warunkami pracy węzła wodnego Nowy Młyn na rzece Wełnie. Odnosi się ona nie tylko do samych parametrów technicznych, ale także do jak najbardziej aktualnej tematyki zachowania ciągłości ekologicznej rzeki. Aspekty te są ściśle związane z nałożonym na kraje członkowskie przez Ramową Dyrektywę Wodną Unii Europejskiej [Dyrektywa Wodna 2000] obowiązkiem oceny i poprawy stanu ekologicznego wód powierzchniowych [Kałuża i in. 2014]. W ramach przeprowadzonej analizy dla rzeki Wełny, istotną rolę odgrywa aspekt intensywnego ruchu turystycznego na badanym odcinku rzeki. Warunki funkcjonowania węzła wodnego Nowy Młyn zostały ustalane również z uwzględnieniem konieczności zachowania ciągłości ekosystemu rzeki. Najważniejsze czynniki wpływające na pracę węzła dla aktualnych warunków jego funkcjonowania oraz planowanej przebudowy określono w oparciu o wyniki modelowania w programie HEC-RAS.

LOKALIZACJA WĘZŁA NOWY MŁYN

Analizowany obiekt zlokalizowany jest w zlewni rzeki Wełny, która jest prawostronnym dopływem Warty, uchodzącym do niej w Obornikach Wielkopolskich. Węzeł wodny Nowy Młyn położony jest w województwie Wielkopolskim, w powiecie Obornickim, na terenie Osady Nowy Młyn w gminie Rogoźno (kod RW60001618699 Jednolitych Części Wód Powierzchniowych – ryc. 1). Za Rogoźnem, aż do Obornik, rzeka nabiera charakteru rzeki podgórskiej [Rurek 2006, Wira 20011] (pojawiają się większe spadki dna). Sprawia to, że rzeka staje się niezwykle atrakcyjna dla kajakarzy [Borczyńska 2007, Kałuża 2015a]. Wełna na odcinku od Rogoźna do Obornik zachowuje swoją naturalność, czego dowodem są m.in. rezerваты, przez które przepływa (rezerwat Wełna i rezerwat Promenada), a także zaklasyfikowanie do obszaru Natura 2000 najcenniejszego przyrodniczo odcinka rzeki [Mikołajczak i in. 2009, Pilc 2009].

Na terenie węzła zlokalizowane są dwa jazy. Pierwszym jest duży jaz przegradzający koryto rzeki i mający na celu spiętrzenie wody o ok. 1,5 m. Konstrukcja jazu to betonowy

dok podzielony na sześć przęseł o szerokości ok. 2,00 m każde, co łącznie daje całkowite światło jazu równe 12,00 m. Współrzędne geograficzne budowli – jazu głównego (środek konstrukcji): N: 52° 45' 24, 75" E: 16° 56' 51, 47".



Ryc. 1. Mapa zlewni rzeki Wełny z zaznaczeniem obiektu badawczego

Fig. 1. Map of Wełna river's catchment with showing the research area

Drugi jaz, nie pełniący już swojej pierwotnej funkcji zlokalizowany jest przy budynku starego młyna, na kanale młynówki. Wykonany z betonu zastąpił drewniany jaz młyński istniejący tu od XVIII w. Jaz młyński, podobnie jak i aktualny budynek młyna, w świetle informacji pochodzących z wmurowanej tablicy pochodzą z 1924 r. Spiętrzona woda przekierowana przez jaz na Wełnie napędzała młyn wodny, początkowo z kołem wodnym, następnie z turbiną Francisza z osią pionową. Na dzień dzisiejszy budynek młyna nie pełni swojej pierwotnej funkcji. Mechanizmy zostały zdemontowane, a uszkodzona turbina

pozostała w prześle. Dzisiaj jest to punkt startowy i przystań dla spływających rzeką kajakarzy, którzy biorą udział w organizowanych spływach m.in. do muzeum młynarstwa w Jaraczu.

BADANIA TERENOWE I OPIS STANU TECHNICZNEGO BUDOWLI

W celu określenia stanu technicznego budowli zlokalizowanych w obrębie Węzła Nowy Młyn, konieczne było wykonanie pomiarów terenowych poszczególnych elementów hydrowęzła na podstawie, których sporządzona została szczegółowa dokumentacja rysunkowa. Prace badawcze były prowadzone w okresie od czerwca do września 2016 r.

W pomiarach uczestniczyli studenci kierunku Inżynieria i Gospodarka Wodna Wydziału Inżynierii Środowiska i Gospodarki Przestrzennej Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu.

Wymiary budowli zostały pozyskane z badań terenowych, które wykonane zostały przy pomocy niwelatora ZEISS NI025 oraz zestawu geodezyjnego GPS RTK (SOKKIA GPRX1). W sumie wykonane zostało 25 przekrojów pomiarowych, które uzupełniono o przekroje sporządzone w latach wcześniejszych (15 przekrojów). Pomiarzy hydrometryczne (rozkłady prędkości i natężenie przepływu) zostały wykonane za pomocą młynka hydrometrycznego Valeport Model 801. Badania te zostały opracowane w celu wyznaczenia rozdziału przepływów na obydwie koryta (Węlny i młynówki) oraz do tarowania modelu [Byczkowski 1999]. Dodatkowo w celu prowadzenia dalszych pomiarów zostały zainstalowane i zaniwelowane 3 łaty wodowskazowe, po jednej na górnym stanowisku każdego jazu oraz przy pomoście dla kajakarzy poniżej jazu na rzece Węlnie. Dane hydrologiczne zostały opracowane w oparciu o dane wodowskazowe z posterunku Kowanówko.



Ryc. 2. Jaz na rzece Węlnie w Nowym Młynie

Fig. 2. Weir on the Wełna river in Nowy Młyn



Ryc. 3. Stan jazu młyńskiego – przejście nad młynówką przy młynie

Fig. 3. The state of the młyński weir – cross over the młynówka at the mill

Aktualnie oba jazy nie posiadają zamknięć, ani urządzeń wyciągowych. Widoczne są także miejsca gdzie nastąpiła korozja betonu oraz zostało odsłonięte zbrojenie. Poniżej obu budowli doszło do podmycia konstrukcji, a przy prawym skrzydełku jazu na Welnie do rozmycia grobli i wytworzenia dodatkowego koryta omijającego jaz. Płyta jazu młyńskiego, a także przyczółki są zniszczone. Aktualny stan budowli (np. zbyt wysoka rzędna płyty jazu młyńskiego, zamulony wlot do młynówki i wyerodowane obejście wokół jazu głównego) powoduje, że szczególnie w okresie niżówek letnich koryto młynówki całkowicie zarasta i zamula się. Niewielki staw młyński oraz koryto młynówki nie jest przepłukiwane. Pogarsza to warunki funkcjonowania tego ekosystemu nie wspominając już o możliwościach rozwoju ruchu turystycznego na tym odcinku.

PLANOWANA PRZEBUDOWA WĘZŁA NOWY MŁYN

Uwzględniając aktualny stan budowli i koryt w obrębie węzła wodnego Nowy Młyn oraz możliwy do wykorzystania potencjał energetyczny i turystyczny rzeki Welny, przeanalizowano możliwe działania inwestycyjne przywracające pierwotne piętrzenie na w/w odcinku rzeki. Wszystkie analizowane rozważania oparto na *Decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach przedsięwzięcia polegającego na remoncie istniejącego jazu na rzece Welnie (km 26+630)* wydanej przez Burmistrza gminy Rogoźno w 2013 roku. Przebudowany jaz na Welnie (uzupełniony o stały przelew) musiałyby spełniać aktualne wymogi techniczne, a przede wszystkim umożliwiać bezpieczne przepuszczanie przepływów miarodajnych i kontrolnych (aktualnie nie ma takich możliwości, stąd rozmycia brzegów i wyerodowanie nowego koryta). Wariant przebudowy jazu młyńskiego w km 26+630 (przy jednoczesnym remoncie dużego jazu) przewiduje usunięcie zniszczonej płyty jazu oraz obniżenie jej w zależności od najkorzystniejszego

rozwiązania o 50–90 cm w celu stworzenia niecki wypadowej do rozproszenia energii i zapobiegania dalszej erozji stanowiska dolnego. Obniżony próg będzie zapewniał możliwość przepływu wody podczas czasu trwania niżówek hydrologicznych. Ponadto przedłużone zostanie prawe górne skrzydełko oraz dobudowane lewe dolne skrzydełko jazu wraz ze schodami do dolnego stanowiska. Uzupełniony zostanie również ubytek gruntu poniżej budowli.

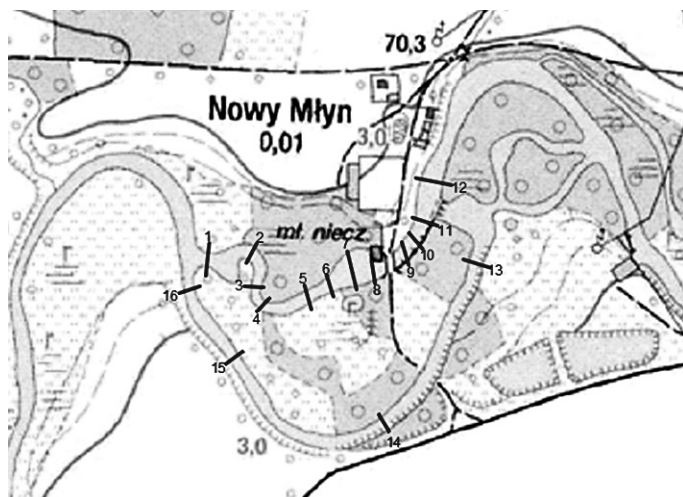
W ramach założeń projektowych przebudowy węzła planowane jest wyposażenie niedziałającego już starego jazu przy budynku młyna w przepławkę szczotkową. Jest to niezwykle ważny aspekt środowiskowy, konieczny do przywrócenia ciągłości ekologicznej w węźle Nowy Młyn. Przepławki szczotkowe znajdują się na pograniczu przepławk technicznych i seminaturalnych [Tymiński i in. 2015], zbliżone są do konstrukcji przepławk ryglowych, lecz zamiast dużych kamieni używa się gęstych szczotek z tworzywa sztucznego [Kaluża 2015b]. Pozwala to na przywrócenie drożności rzeki oraz umożliwienie migracji ryb, przy czym równocześnie możliwe będzie pokonywanie przeszkody w postaci przywróconego piętrzenia przez kajakarzy bez konieczności opuszczania kajaków. Nowoprojektowana przepławka będzie znajdować się na kanale młynówki. Kanał ten ma około 3 metry szerokości, a długość od miejsca rozgałęzienia się rzeki Wełny wynosi około 65 m. Wlot do przepławki umiejscowiony będzie 17 metrów za rozgałęzieniem się rzeki Wełny z kanałem młynówki.

Nowe inwestycje i działania muszą uwzględniać wyjątkowe znaczenie przyrodnicze analizowanego odcinka Wełny, w tym oczywiście zachowanie ciągłości ekologicznej rzeki, a także istotny z punktu widzenia mieszkańców potencjał turystyczny i gospodarczy rzeki. W oparciu o wyniki modelowania w programie HEC-RAS [Siwek 2013] ustalono najważniejsze czynniki wpływające na pracę węzła dla aktualnych warunków jego funkcjonowania oraz w planowanej przebudowie.

MODEL WĘZŁA W PROGRAMIE HEC-RAS

Model węzła wodnego Nowy Młyn opracowano na podstawie przygotowanych przekrojów pomiarowych oraz danych dotyczących budowli na tym odcinku rzeki (ryc. 4). Każdy z przekroi został ustalony na podstawie wcześniej określonego kilometrażu rzeki. Pierwotnie dobrane wartości współczynników szorstkości zostały wykalibrowane wykorzystując dane pomiarowe dotyczące stanów i przepływów wody. W kalibracji modelu uwzględniony został także pomierzony rozdział przepływu na rzekę młynówkę i na rzekę Wełnę, który wynosił odpowiednio 18,8% i 81,2%. W modelu zaimplementowano również obydwajazy.

W analizach uwzględniono zarówno przepływy charakterystyczne jak i te o określonym prawdopodobieństwie: NNQ , SNQ , SSQ , SWQ , WWQ , $Q_{20\%}$, $Q_{10\%}$, $Q_{1\%}$, $Q_{0,5\%}$. Obliczenia przeprowadzono dla warunków ruchu ustalonego, przyjmując jako warunki brzegowe: przepływ na górnym stanowisku i stany na brzegu dolnym.



Ryc. 4. Mapa osady Nowy Młyn z naniesioną lokalizacją przekroji rzeki Wełny (źródło: <http://www.geoportal.gov.pl>)

Fig. 4. Map of Nowy Młyn village with locations of Wełna river cross sections (source: <http://www.geoportal.gov.pl>)

WYNIKI I ICH ANALIZA

Przeprowadzone obliczenia dla różnych wariantów przepływu pozwoliły określić warunki pracy węzła wodnego dla założonych funkcji migracyjnych i turystycznych zarówno w wariancie stanu aktualnego, jak i po ewentualnie przeprowadzonej przebudowie. Pozwoliło to na określenie granicznych wartości pracy węzła. Opierając się na badaniach prowadzonych przez Madaję [2008, 2009, 2012] ustalono, że minimalny poziom wody niezbędny na cele migracyjne ryb wynosi 20 cm. Taka głębokość wody umożliwi wędrowkę zarówno większym (38 cm długości), jak i mniejszym osobnikom (8 cm długości). Minimalne napelnienie koryta umożliwiające turystyczny ruch kajakowy wynosi także 20 cm. Jednak wielkość ta ze względu na występujące lokalnie przeszkody (zwalone drzewa, większe kamienie, piaszczyste łachy) została po konsultacjach z organizatorami ruchu turystycznego podniesiona do 50 cm. Wartości te zestawione zostały z wynikami modelu HEC-RAS.

W przeprowadzonych analizach najbardziej miarodajnymi są odcinki rzeki na kanale młynówki. Wynika to z rozdziału wody, a zatem mniejszej wielkości przepływu oraz występujących budowli piętrzących. Na odcinku tym ze względu na pierwotną eksploatację młyna odzwierciedlił się również wpływ transportu rumowiska w postaci dość dużego zróżnicowania głębokości w przekrojach (rozmycie poniżej jazu i odkładanie rumowiska na dalszym odcinku). Bardzo niekorzystne warunki dotyczą przekroju (0+224 km), który w wyniku osadzania rumowiska stał się bardzo płytki. Osiągnięcie minimalnego poziomu wody (20 cm) niezbędnego do przemieszczania się ichtiofauny między kolejnymi przekrojami młynówki osiągnięty zostaje przy przepływie $2 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ (przepływ młynówki). Na podstawie badań określono ponadto, że aktualnie dopiero przy wartości przepływu

równiej $3,96 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ pojawia się wystarczający stan wody (58 cm) pozwalający na przeprawę kajakiem przez otwarty jaz. Model pozwolił także sprawdzić wpływ pracy głównego jazu na Welnie na warunki panujące w kanale młynówki. W przypadku przekierowania większej ilości przepływu na młynówkę nawet przy małych przepływach rzędu SNQ ($1,38 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ w korycie głównym) poziom wody wzrósł o 33 cm. W przypadku przepływów o wielkości SSQ ($6,09 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ w korycie głównym) poziom wody podniósł się na 90 cm, co dawałoby spory zapas nawet dla kajaków o większym zanurzeniu.

W aktualnych warunkach podobnie jak na młynówce małe wartości przepływów na badanym odcinku rzeki Welny uniemożliwiają przeprawę przez rzekę. Warunki takie pojawiają się dopiero przy przepływie równym $4,95 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, co daje około 50 cm ponad dnem na całej długości odcinka poniżej jazu. Co za tym idzie, umożliwia to spławienie kajaków. Podobnie jak w przypadku młynówki przeanalizowano wpływ pracy jazów na odcinek ciekę bezpośrednio poniżej jazu. Jednakże ze względu na znaczną odległość jazu na młynówce od rozgałęzienia koryt oraz stosunkowo niewielkiego udziału przepływu w młynówce okazuje się, że zmiany zamknięcia na jazie młyńskim mają niewielki wpływ na poziom wody na badanym odcinku Welny.

W trakcie analizy warunków pracy wężła okazało się, że teren objęty opracowaniem niemal w całości jest terenem naturalnie zalewowym. Do tego stopnia, że nawet przy przepływach występujących raz na 5 lat ($Q_{20\%} = 32 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$) wody występują z koryta i rozlewają się na okoliczne tereny.

POSUMOWANIE

Remont jazów zlokalizowanych w węźle Nowy Młyn ze względu na ich stan techniczny jest konieczny dla bezpiecznego użytkowania badanego wężła wodnego. Pociąga to jednak istotne wyzwania środowiskowe. Zgodnie z przyjętą przez Unię Europejską, Ramową Dyrektywą Wodną [Dyrektywa Wodna 2000] na krajach członkowskich spoczywa obowiązek oceny stanu ekologicznego wód powierzchniowych oraz konieczność doprowadzenia stanu wszystkich wód przynajmniej do stanu dobrego. W przypadku piętrzeń istnieje obowiązek zapewnienia możliwie najłatwiejszego sposobu na pokonanie przeszkody organizmom żyjącym w rzece, w tym rybom, a w szczególności gatunkom wędrującym. Odcinek rzeki Welny od Rogoźna do Jaracza, na którym znajduje się węzeł Nowy Młyn, jest jednym z najmniej przekształconych odcinków rzeki co powoduje, konieczność zachowania i poprawy jego stanu ekologicznego. Wszelkie inwestycje powinny w minimalnym stopniu ingerować i zmieniać ekosystem rzeczny. Badany odcinek jest także szczególnie chętnie odwiedzany przez turystów.

W celu zabezpieczenia i utrzymania przepływów oraz funkcjonowania wężła Nowy Młyn, przy jednoczesnym spełnieniu wymogów ekologicznych, należy wyremontować budowlę i uzupełnić je o przepławkę dla ryb w przęśle jazu młyńskiego. Spowoduje to możliwość sterowania przepływami (szczególnie w okresie niżówek letnich) w celu przepłukiwania młynówki. Da to także dalszą możliwość organizowania spływów kanałem młynówki. Na podstawie przeprowadzonych badań potwierdzono, że sterowanie zamknięciami jazu na rzece Welnie będzie w decydujący sposób wpływać na warunki pracy wężła wodnego. Wpływu takiego ze względu na rozmiary, a co za tym idzie prze-

pustowość nie posiada natomiast jaz młyński. Konieczna jest także budowa przepławki, a sugerowane rozwiązanie w przypadku niewielkiego piętrzenia (ok. 1,5 m) w postaci przepławki dwufunkcyjnej (szczotkowej) pozwoli na pogodzenie wyzwań związanych zarówno z możliwością migracji ryb, jak i sptywami kajakarzy.

PIŚMIENNICTWO

- Borczyńska, K. (2007). Przewodnik kajakowy po Welnie i Małej Welnie. Publikacja finansowana ze środków Europejskiego Funduszu na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich, Drukarnia Majorzcyk.
- Byczkowski, A. (1999). Hydrologia. T. I. SGGW, Warszawa.
- Depczyński, W., Szamowski, A. (1999). Budowle i zbiorniki wodne. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej. Warszawa.
- Dyrektywa Wodna (2000). EU Water Framework Directive, Directive of the European Parliament and the Council 2000/60/EC establishing a framework for community action in the field of water policy. Official Journal of the European Communities 22.12.2000 L 327/1.
- Hämmerling, M., Kałuża, T., Walczak, N. (2017). Hydraulic conditions of water flow in seminatural fish pass, A case study of the Skórka barrage on the Głomia river. Acta Sci. Pol., Formatio Circumiectus, 16(2), 85–96.
- Kałuża, T., Pietruczuk, K., Szoszkiewicz, K., Tyminski T. (2014). Assessment and classification of the ecological status of rivers in Poland according to the requirements of the water framework directive. Wasserwirtschaft. 104(12):24-29.
- Kałuża, T. (2015a). Analiza możliwości budowy i wykorzystania przepławki szczotkowej na przykładzie modernizacji stopnia wodnego Nowy Młyn na rzece Welnie. [W:] T. Kałuża i M. Hämmerling (red.). Problemy projektowania i eksploatacji przepławek dla ryb. Bogucki Wydawnictwo Naukowe. Poznań.
- Kałuża, T. (2015b). Badania, budowa i eksploatacja przepławek szczotkowych. [W:] T. Kałuża i M. Hämmerling (red.). Problemy projektowania i eksploatacji przepławek dla ryb. Bogucki Wydawnictwo Naukowe. Poznań.
- Kurczewski, R. (2006). Where is ecotourism heading for? Polish J. Environm. Stud., 15(15c), 54–56.
- Madaj, R. (2008). Sprawozdanie z prowadzonego monitoringu na przepławce ryb przy małej elektrowni wodnej w miejscowości Kowanówko, na rzece Welna w km 5+565. Przegląd Rybacki, 5, 34–38.
- Madaj, R. (2009). Sprawozdanie z prowadzonego monitoringu na przepławce ryb przy małej elektrowni wodnej w miejscowości Kowanówko, na rzece Welnie w km 5+565. Przegląd Rybacki, 6, 12–14.
- Madaj, R. (2012). Monitoring przepławki na rzece Welnie – podsumowanie pięcioletniej działalności. Przegląd Rybacki, 5, 13–14. Mat. konf. Problemy ekologiczne dorzecza rzeki Welny – stan i kierunek działań. Wągrowiec, 44-75.
- Płaczek, J., Dysarz, T., Wicher-Dysarz, J. (2016). Analysis of selected dams operation in the reach of the Notec Bystra during the flood hazard conditions. Acta Sci. Pol., Formatio Circumiectus, 15(4), 295–307.
- Pilc, L. (2009). Wartości przyrodnicze zlewni rzeki Welny. Mat. Konf. Problemy ekologiczne dorzecza rzeki Welny – stan i kierunek działań. Wągrowiec, 27–37.
- Rurek, M. (2006). Wybrane zagadnienia z morfogenzy doliny Welny. [W:] R. Sołtysik (red.). IV Świętokrzyskie Spotkanie Geologiczno-Geomorfologiczne nt. Regionalne aspekty funkcjonowania systemów dolinnych. Instytut Geografii Akademii Świętokrzyskiej, Kielce, 66–69.

- Siwek, G. (2013). Wykorzystanie oprogramowania Hec-Ras w modelowaniu hydrologicznym. Darmowe dane i open source w badaniach środowiska, nr 2 2013, 111-118.
- Tymiński, T., Mumot, J., Strojny, R., Karpowicz, D. (2015). Analysis of the potential of building ramps in hydrotechnical structures as a means of facilitating fish migration. Acta Sci. Pol., Formatio Circumiectus, 15(3), 151–162
- Ward, J.V., Stanford, J.A. (1995). Ecological connectivity in alluvial rivers ecosystems and its disruption by flow regulation. Regul. Riv., 11(1), 105–119.
- Wiatkowski, M. (2011). Influence of Słup dam reservoir on flow and quality of water in the Nysa Szalona river. Pol. J. Environm. Stud., 20(2), 467–476.
- Wiatkowski, M. (2015). Problemy gospodarki wodnej zbiornika młyny na rzece Julianpolka. Acta Sci. Pol., Formatio Circumiectus, 14(3), 191–203.
- Winter, J. (2008). Perspektywa rozwoju transportu wodnego śródlądowego. [W:] K. Saganowski, M. Zgrzejska-Fredorowicz, P. Żuber (red.). Ekspertyzy do koncepcji przestrzennego zagospodarowania kraju 2008–2033, T. II. Ministerstwo Rozwoju Regionalnego, Warszawa.
- Wira, D. (2011). Ocena wpływu wybranych wskaźników fizycznych i biologicznych na jakość wód rzeki Wełny. Zesz. Nauk. Inżynieria Łądowa i Wodna w Kształtowaniu Środowiska, 3.
- WWF (2016). Przełaski dla ryb – projektowanie, wymiarowanie, monitoring. Fundacja WWF Polska, Warszawa.
- Zalewski, M. (1986). Regulacja zespołów ryb w rzekach przez kontinuum czynników abiotycznych i biotycznych. Acta Univ. Lodz., Folia Limnologica 1 – 68.

ASSESSMENT OF OPERATION NOWY MŁYN WATER WAY SYSTEM IN THE CONTEXT OF THE EFFICIENCY OF THE CONTINUITY OF THE WEŁNA RIVER ECOSYSTEM

Abstract. An analysis of the possibility of reconstruction and modernization of the Wełna river water way system in Nowy Młyn is presented in the paper. The system includes two weirs, channels of the river Wełna and młynówka and planned small hydroelectric power. Based on modeling results received from the HEC-RAS program, the most important factors affecting the work of the water way system for its current operating conditions and the planned redevelopment have been identified. In the assumptions of the planned reconstruction important role is played by the aspect of active tourism on the discussed section of the Wełna river. The conditions for the operating of the water way system were also determined taking into account the need to preserve the integrity of the river ecosystem including fish migration. The possibilities and limitations of the planned investment are outlined.

Keywords: Wełna river, water way system in Nowy Młyn, river ecosystem

Zaakceptowano do druku – Accepted for print: 1.12.2017

Do cytowań – For citation: Kaluża, T., Jasiak, A., Krysztofiak, B., Zaborowski, S. (2017). Ocena warunków funkcjonowania węzła wodnego nowy młyn w kontekście konieczności zachowania ciągłości ekosystemu rzeki Wełny. Acta Sci. Pol., Formatio Circumiectus, 16(4), 233–242.