



Funkcjonowanie małych zbiorników nizinnych z wydzieloną częścią wstępną na przykładzie zbiorników Jezioro Kowalskie i Stare Miasto

*Joanna Wicher-Dysarz, Jolanta Kanclerz
Uniwersytet Przyrodniczy, Poznań*

1. Wstęp

Podstawowym problemem poruszonym w pracy jest długoterminowe funkcjonowanie zbiorników retencyjnych i potrzeba ich zabezpieczenia przed niekorzystnymi procesami. Autorki skupiły uwagę na procesach zamulania i zmianach jakości wody powodujących stopniową degradację zbiornika. W pracy analizowano nowe podejście do problemu polegające na wydzieleniu części wstępnej osadowej. Informacje zamieszczane w literaturze [13] oraz własne obserwacje wskazują na dużą skuteczność takiego podejścia. Poruszone zagadnienie wydaje się być dość istotne, gdyż zgodnie ze statystykami, w naszym kraju znajduje się nieco ponad 100 zbiorników retencyjnych o pojemności przekraczającej 1 hm^3 [3]. W zasadzie od samego początku funkcjonowania stopnia wodnego, w zbiorniku i wokół niego zachodzą procesy, które tylko w niewielkim stopniu pozwalają się kontrolować. W przypadku zarówno małych jak i dużych zbiorników retencyjnych najwięcej uwagi poświęca się procesom sedymentacji w części cofkowej zbiorników. Po pewnym czasie zmniejszenie pojemności zbiornika oraz degradacja jakości wody w zbiorniku są wyraźnie widoczne. Procesy te zachodzą stosunkowo szybko i stanowią bezpośrednie zagrożenie funkcjonowania budowli [16]. Równie istotne są zmiany stężeń substancji rozpuszczonych i ich deponowanie w osadach zbiornika [10]. W ostatnim czasie obserwuje się zwiększone wykorzystanie rozwiązania, które jest niekiedy określane jako zbiornik wstępny – z ang. „pre-dam” [5, 11–13]. Przykładem takie-

go rozwiązania jest nowo wybudowany zbiornik Stare Miasto na rzece Powie czy koncepcja zbiornika Wielowieś Klasztorna na rzece Prośnie. Biorąc pod uwagę prostotę rozwiązania tego typu, należy się spodziewać, że będzie ono coraz częściej stosowane. W literaturze najczęściej poruszane są dwa problemy: jakości wody i osadów [5, 11] oraz zamulanie zbiornika głównego [12, 13]. Zamulanie dotyczy dwóch aspektów tego samego procesu: akumulacji rumowiska grubszego w części wlotowej zbiornika oraz separacji grawitacyjnej i akumulacji rumowiska drobniejszego w części dalszej, w tym przy zaporze [2, 5–7].

Celem tej pracy były analizy wpływu części wstępnej zbiorników na ich funkcjonowanie oraz na procesy w nich zachodzące. Podejmowanie takich analiz wydaje się w pełni zasadne, ponieważ cytowane wcześniej prace naukowe odnoszą się do obiektów o specyficznym układzie lub specyficznych elementach składowych.

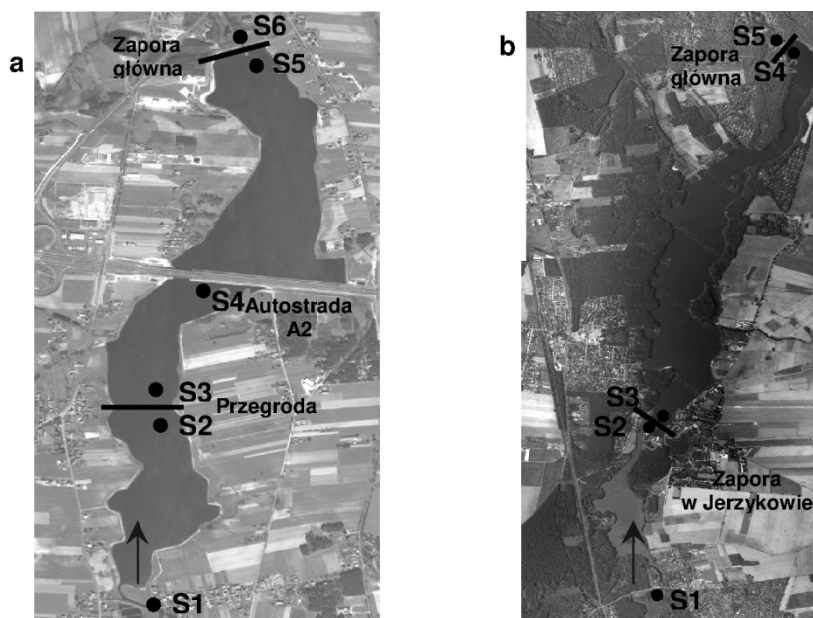
2. Charakterystyka wybranych obiektów

W pracy analizowano działanie dwóch niedużych zbiorników nizinnych (Zbiornik Jezioro Kowalskie na rzece Głównej oraz zbiornik Stare Miasto na rzece Powie), które charakteryzują się specyficznym kształtem czaszy. Są to obiekty, w których wydzielono tzw. zbiornik wstępny lub inaczej wstępną strefę osadową. Terminy te zostały użyte w odniesieniu do zbiorników, których czasza jest przegrodzona w kierunku prostopadłym do zbiornika. W ten sposób przepływ między górną a dolną częścią jest ograniczony. Część górna jest zazwyczaj mniejsza i stanowi tzw. zbiornik wstępny działający jak osadnik. Część dolna nazywana zbiornikiem głównym zawiera podstawowe pojemności użytkowe, tzn. pojemność użytkowa właściwą, martwą, pojemność powodziową stałą i forsowną. Rozwiązanie takie jest jedną z metod zapobiegania akumulacji materiału i degradacji jakości wody w zbiornikach retencyjnych.

Zbiornik Stare Miasto położony jest na rzece Powie i jest stosunkowo nowym obiektem, który został oddany do użytku w 2006 roku. Długość zbiornika wynosi 4,5 km, a powierzchnia zalewu przy normalnym poziomie piętrzenia (NPP = 93,50 m n.p.m.) wynosi 90,68 ha. Całkowita pojemność zbiornika wynosi 2,159 mln m³, a użytkowa 1,216 mln m³. Zbiornik przecina autostrada A2 dzieląc go na dwie części, dodatkowo górna część zbiornika przedzielona jest przegrodą z prze-

pustem. Powierzchnia zalewu części przegrodzonej to 27 ha a pojemność tej części wynosi 0,294 mln m³ (rys. 1a) [17]. Głębokość akwenu wynosi od 1,2 m do około 5,7 m przy zaporze.

Drugi jest zbiornik Jezioro Kowalskie położony na rzece Głównej z zapora czołową usytuowaną w km 15 + 428 rzeki. Zbiornik podzielony jest na dwie części: pierwsza to zbiornik dolny podpiętrzony zapora czołową (w km 15 + 428), druga część to zbiornik górny podpiętrzony tzw. zapora górną w Jerzykowie w km 19 + 888 rzeki Głównej (Ryc. 1b). Powierzchnia zalewu wynosi 203 ha (przy NPP = 87,00 m n.p.m), a pojemność całkowita 6,580 mln m³ w tym powierzchnia zbiornika dolnego wynosi 162,8 ha a górnego 40,4 – odpowiednio o pojemnościach całkowitych odpowiednio 5,99 mln m³ i 0,590 mln m³. Głębokość akwenu waha się od 1,5 m do około 6,5 m przy zaporze. Na rzece poniżej zbiornika znajduje się wodowskaz Wierzenica. Obiekt został oddany do użytku w 1984 roku (rys. 1b) [4].



Rys. 1. Zdjęcia lotnicze zbiorników wodnych: a – zbiornik Stare Miasto na rzece Powie, b – zbiornika Jezioro Kowalskie na rzece Głównej (www.googleearth.com)

Fig. 1. Air photo of reservoirs: a – the Stare Miasto reservoir in the Powa river, b – the Kowalskie Lake in the Glowna river

2.1. Podstawowe zadania oraz gospodarka wodna prowadzona na zbiornikach

Cele gospodarki wodnej prowadzonej na zbiornikach są bardzo zbliżone. Stare Miasto oraz Jezioro Kowalskie są zbiornikami wielozadaniowymi pracującymi w rocznym cyklu wyrównawczym. Zmiany poziomów wody w zbiornikach wynoszą odpowiednio: na Starym Mieście od rzędnej 92,70 m n.p.m do rzędnej 94,00 m n.p.m natomiast w Jeziorze Kowalskim od rzędnej 85,00 m n.p.m do rzędnej 87,45 m n.p.m. Podstawowym celem zbiorników jest zapewnienie wody do nawodnień gruntów ornych i użytków zielonych oraz zapewnienie odpowiedniego przepływu nienaruszalnego poniżej zbiorników i wyrównywanie deficytów wody w okresach suszy. Jednakże ważnym celem gospodarki wodnej prowadzonej na obiektach jest ochrona przeciwpowodziowa miejscowości położonych poniżej odpływu, w tym Konina oraz Poznania. Oprócz wymienionych celów, woda zgromadzona w zbiorniku jest wykorzystywana dla celów rekreacji i rybołówstwa.

Zbiorniki są od marca napełniane i stan wody jest utrzymywany na poziomie NPP, który odpowiednio wynosi: dla zbiornika Starego Miasto 93,50 m n.p.m oraz dla zbiornika Jezioro Kowalskie 87,00 m n.p.m. Zwierciadło wody na zbiornikach utrzymywane jest na poziomie normalnego poziomu piętrzenia (NPP) aż do końca października. W październiku zbiorniki są opróżniane do MinPP, który wynosi dla zbiornika Stare Miasto 85,00 m n.p.m oraz dla zbiornika Jezioro Kowalskie 92,70 m n.p.m [4,17].

Obiekty wybrano celowo, są to zbiorniki wielozadaniowe a każdy z nich ma specyficzną budowę, która istotnie wpływa na gospodarowanie wodą w zbiornikach jak również na różnego rodzaju przemiany jakie w nich zachodzą, np.: osadzanie się rumowiska wlezonego, jakość wody w części wlotowej itd.

2.2. Charakterystyka hydrologiczna zlewni rzek Powy i Głównej

Nateżenie przepływu rzeki Powy w profilu Posoka ($A = 332 \text{ km}^2$), poniżej zbiornika w latach 1975–2009 wynosiło od $NNQ = 0,012 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ do $WWQ = 42,6 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, a średni roczny przepływ (SSQ) rzeki wyniósł $1,17 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Średni roczny przepływ w półroczu zimowym (SSQ = $1,7 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$) był o ok. 65% wyższy niż w półroczu letnim [9]. W badanym

okresie średni roczny odpływ wyniósł 36,9 mln m³, a średni roczny odpływ jednostkowy z badanej zlewni wyniósł 3,52 dm³·s⁻¹·km⁻².

Znacznie niższymi przepływami charakteryzuje się rzeka Główna w profilu Wierzenica ($A = 222 \text{ km}^2$), gdzie średni roczny przepływ rzeki w latach 1977–2009 wyniósł 0,73 m³·s⁻¹, a przepływy ekstremalne wynosiły od NNQ = 0,006 m³·s⁻¹ do WWQ = 10,8 m³·s⁻¹ [15]. Średni przepływ w półroczu letnim wynosił ok. 0,5 m³·s⁻¹ i był niższy o 50% niż w półroczu zimowym. Średni odpływ rzeki w wieloleciu 1977–2009 wyniósł 23 mln m³, co daje wskaźnik odpływu równy 104 mm. Średni roczny spływ jednostkowy wyniósł 3,29 dm³·s⁻¹·km⁻².

Jak można zauważyć na rys. 1 a, b zbiorniki mają różną powierzchnię. Zbiornik Kowalski ($A = 203 \text{ ha}$) jest ponad dwa razy większy od zbiornika Stare Miasto ($A = 90,68 \text{ ha}$). Jednak przepływy jakie możemy zaobserwować w Główniej ($SSQ = 0,73 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$) są mniejsze niż w (SSQ = 1,17 m³·s⁻¹). Zbiorniki również znacząco różnią się pojemnością całkowitą. Zbiornik Kowalski ma trzy razy większą pojemność niż zbiornik Stare Miasto.

3. Metodyka i materiały badawcze

Uproszczoną analizę warunków funkcjonowania zbiorników wykonano na podstawie symulacji komputerowych. W tym celu wykorzystano pakiet HEC-RAS [1]. Podstawą wykonanych symulacji były następujące dane: geometria zbiorników, piętrzenia na zbiornikach oraz wielkość natężenia dopływu. W przypadku zbiornika Jezioro Kowalskie wykorzystano pomiary geometrii koryta i mapy topograficzne w skali 1:2000 z roku 1974 [4, 17] oraz przepływy notowane w profilu Wierzenica na rzece Główniej. Przygotowanie danych dla zbiornika Stare Miasto obejmowało analizę pomiarów i map topograficznych w skali 1:2000 z 2006 roku oraz analizę przepływów w profilu Posoka na rzece Powie. Dla każdego zbiornika wykonano szereg symulacji przy różnych poziomach piętrzenia oraz przy różnych dopływach do zbiornika. Symulacje wykonano dla dwóch przypadków: przy zamkniętej i otwartej przegrodzie dla zbiornika Stare Miasto oraz przy zamkniętym i otwartym jazie na zbiorniku Jezioro Kowalskie. Do obliczeń zwierciadła wody wykorzystano pakiet komputerowy HEC-RAS, który jest oprogramowaniem służącym do obliczeń hydrodynamicznych. W pracy wykorzystywano jedy-

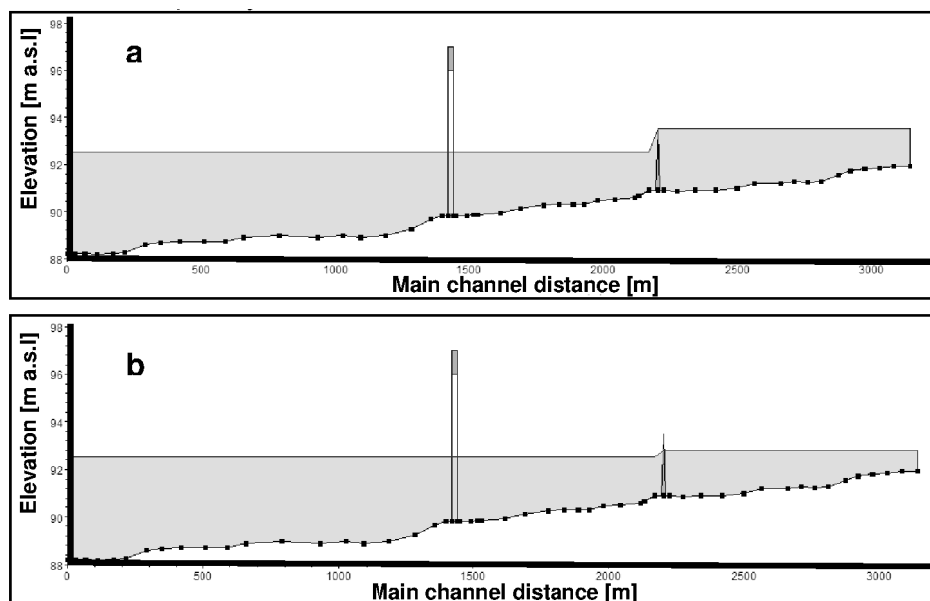
nie moduł do symulacji przepływu ustalonego, którego podstawą jest szczególna wersja równania Bernoulliego. Prosty model matematyczny ruchu wolnozmiennego jest wzbogacony o elementy przepływu w korytach wielodzielnym, lokalne przepływy szybkozmiennym na budowach hydrotechnicznych oraz kilka rodzajów warunków brzegowych [1].

W ramach badań terenowych (od IV 2011 roku do III 2012 r.) wykonano m. in. pomiary hydrometryczne (stany wody, prędkość przepływu wody i głębokość rzeki) w dwóch profilach usytuowanych powyżej i poniżej zbiorników oraz pobierano próbki wody z tych punktów a także 3–4 próbki wody ze zbiorników do analiz fizykochemicznych (rys. 1). Analizy laboratoryjne próbek wody obejmujące oznaczenia wskaźników fizykochemicznych, a także ocenę jakości wody wykonano zgodnie z obowiązującymi normami zawartymi w Rozporządzeniu MŚ [14].

4. Wyniki badań

Analizę warunków funkcjonowania zbiorników wykonano na podstawie symulacji komputerowych. Obrazują one obliczone układy zwierciadła wody oraz wpływ zbiorników na jakość wody. Układy zwierciadła wody wyznaczono dla kilku scenariuszy warunków wodnych obejmujących natężenie dopływu do zbiornika, wielkość piętrzenia na zaporze głównej oraz sposób manewrowania zamknięciami na przegrodzie oddzielającej część osadową. Warunki takie są typowe dla funkcjonowania tego typu zbiorników. Na rys. 2 a,b przedstawiono profile podłużne zwierciadła wody wraz z dnem oraz zaznaczoną przegrodą dla zbiornika Stare Miasto. Dodatkowo na rys. 2 a,b zaznaczono autostradę A2 przebiegającą przez zbiornik Stare Miasto. Wykresy są prezentacją wyników uzyskanych z pakietu HEC-RAS. Oś pozioma reprezentuje odległość od zapory głównej, natomiast pionowa rzędne. Na rys. 2 a, b przedstawiono poziom zwierciadła wody na zbiorniku Stare Miasto przy dopływie równym $WWQ = 42,6 \text{ m}^3/\text{s}$ i przy minimalnym poziomie piętrzenia 92,7 m n.p.m. Obliczenia wykonano dla dwóch przypadków: przy minimalnym otwarciu okna przepływowego oraz gdy światło przelewu jest całkowicie otwarte. Jak można zauważyć przegroda dzieli zbiornik na dwie części. Przy zamkniętym oknie przepływowym (rys. 2 a) poziom wody w części osadowej podnosi się prawie o 10 cm powyżej NPP (powyżej NPP) co powoduje przelewanie się wody przez przegrodę oraz

obniżanie się zwierciadła wody w części głównej co może prowadzić do pogorszenia się jakości wody w tej części. W drugim przypadku przegroda jest otwarta (rys. 2b) co powoduje dość swobodny przepływ pomiędzy częścią wstępną i główną. Warunki takie sprzyjają swobodnemu mieszanin się wody.

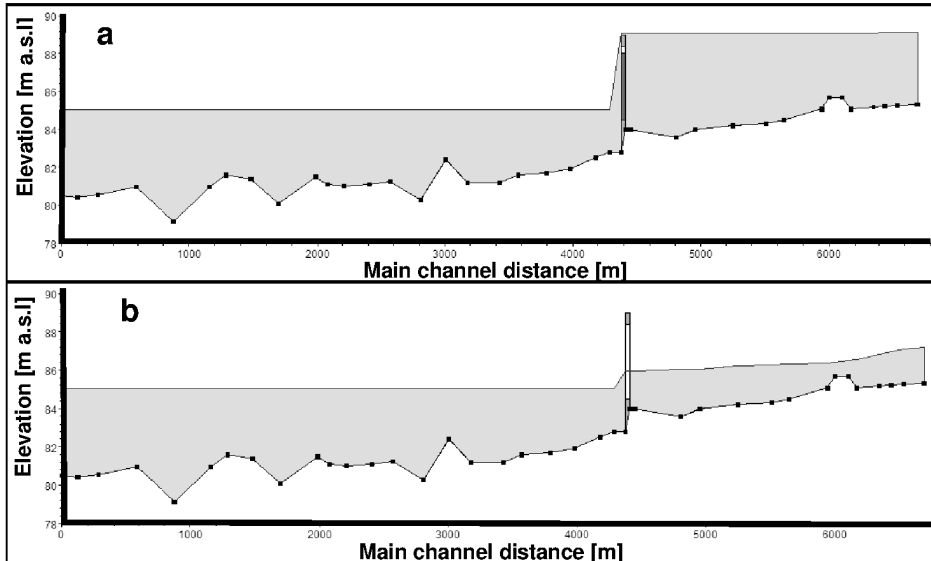


Rys. 2. Profil zwierciadła wody zbiornika Stare Miasto przy przepływie $42,6 \text{ m}^3/\text{s}$ (przy MinPP 92,7 m n.p.m), a – przy zamkniętym oknie przepływowym, b – przy otwartym oknie przepływowym

Fig. 2. Longitudinal profile of water surface in the Stare Miasto reservoir for discharge $42.6 \text{ m}^3/\text{s}$ (minimum water level in the dam section equal to 92.7 m a.s.l.), a – with closed sluices, b – with open sluices

Na rys. 3 a, b przedstawiono wyniki dla zbiornika Jezioro Kowalskie przy dopływie równym $\text{WWQ} = 10,8 \text{ m}^3/\text{s}$ i przy minimalnym poziomie piętrzenia 85 m n.p.m. Tak jak w poprzednim przypadku, rys. 3a przedstawia układ zwierciadła wody przy zamkniętym świetle przelewu, natomiast rys. 3b obrazuje układ zwierciadła wody przy pełnym otwarciu zamknięć na jazie w Jerzykowie. Tak jak w przypadku zbiornika Stare Miasto zamknięcie jazu w Jerzykowie powoduje przelanie się wody przez zaporę o ok. 1,7m powyżej MaxPP na zaporze w Jerzykowie co

może doprowadzić do zniszczenia budowli. Natomiast przy otwartej klapie (rys. 3b) jazu możemy zaobserwować swobodny przepływ wody z jednej części do drugiej.

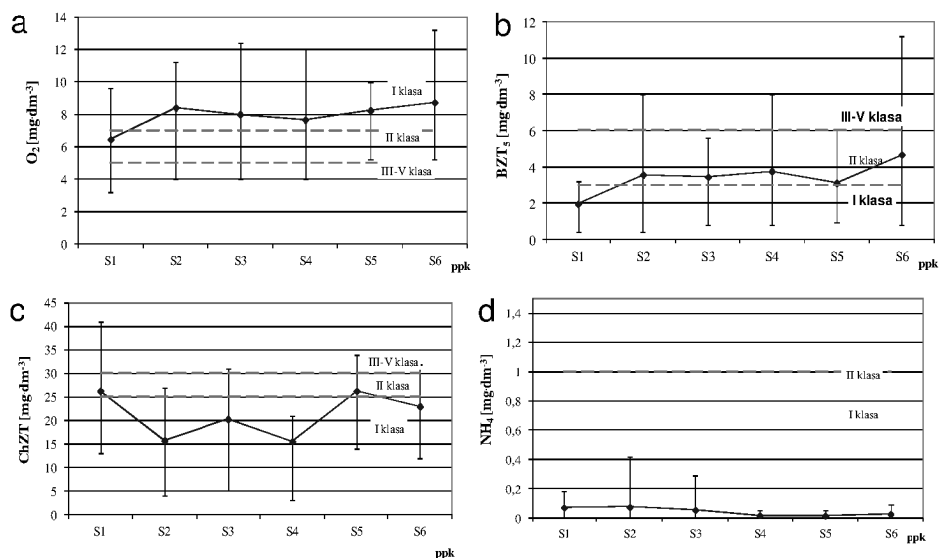


Rys. 3. Profil zwierciadła wody zbiornika Jezioro Kowalskie przy przepływie $10,8 \text{ m}^3/\text{s}$ (przy MinPP 85 m n.p.m), a – przy zamkniętym przepływie przez jaz, b – przy otwartym przepływie przez jaz

Fig. 3 Longitudinal profile of water surface in the Kowalskie Lake for discharge $10.8 \text{ m}^3/\text{s}$ (minimum water level in the dam section equal to 85 m a.s.l.), a – with closed sluices, b – with open sluices

Druga grupa wyników obejmuje wyniki jakości wody pobranej w powyżej i poniżej zbiorników a także ze zbiorników (Rys. 1 a, b – zaznaczone jako S1, S2, itd.). Jakość wód rzek przepływających przez omawiane zbiorniki określono na podstawie stężeń wartości średniej 10-ciu wskaźników fizykochemicznych wspierających elementy biologiczne (Rozp. MŚ 2011). Jakość wody rzeki Powy powyżej i poniżej zbiornika Stare Miasto odpowiadała w większości badanych wskaźników I klasie jakości wody (stan bardzo dobry). Tylko dwa wskaźniki powyżej zbiornika (punkt pomiarowo-kontrolny ppk S1) charakteryzujące warunki tlenowe (stężenia tlenu rozpuszczonego i ChZT) przekraczały wartości

graniczne dla I klasy i dlatego stan wód rzeki poniżej zbiornika określono jako dobry (II klasa) (rys. 4). Natomiast poniżej zbiornika (ppk S6) tylko średnia wartość wskaźnika BZT_5 klasyfikowała wody do II klasy, a pozostałe wartości średnich stężeń wskaźników mieściły się w I klasie. Zaobserwowano korzystny wpływ zbiornika Stare Miasto na jakość wód rzeki Powy. Poniżej zbiornika notowano wyższe o ok. 35% stężenia tlenu rozpuszczonego i niższe stężenia większości wskaźników (nawet o ok. 70% NH_4) w porównaniu do jakości wody powyżej zbiornika.

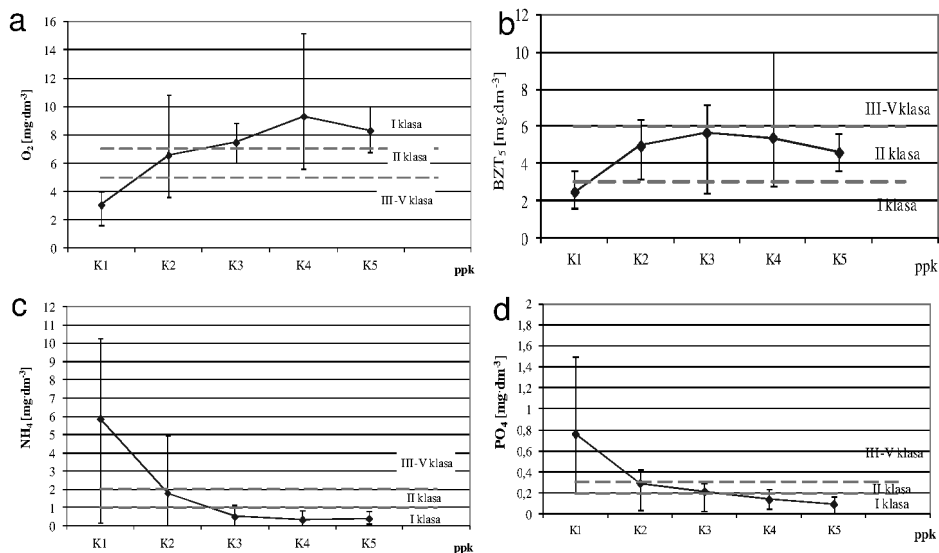


Rys. 4. Profile hydrochemiczne na rzece Powy: a) stężenie tlenu rozpuszczonego, b) BZT_5 , c) ChZT i d) stężenia NH_4

Fig. 4. Hydro-chemical profiles of the Powa river: a) dissolved oxygen, b) BOD_5 , c) COD and d) NH_4

Stan wody rzeki Głównej powyżej zbiornika Jezioro Kowalskie (ppk K1) określono poniżej dobrego. Średnie stężenia czterech na dziesięć przebadanych wskaźników jakości wody nie spełniało wymogów II klasy. Średnie stężenia tlenu rozpuszczonego ChZT, azotu amonowego i fosforanów przekraczały odpowiednio o 40, 32, 66 i 59% granice II klasy jakości wody. Średnie stężenia pozostałych wskaźników mieściły się w I klasie jakości. Również w tym przypadku odnotowano korzystny wpływ zbiornika na jakość wód rzeki. Poniżej zbiornika (ppk K5) większość wskaźni-

ków nie przekraczała wartości granicznych I klasy, jedynie dwa wskaźniki klasyfikowały wodę do II i III–V klasy (BZT₅ i ChZT) (rys. 5).



Rys. 5. Profile hydrochemiczne na rzece Główna: a) stężenia tlenu rozpuszczonego, b) BZT₅, c) NH₄ i d) stężenia PO₄

Fig. 5. Hydro-chemical profiles of the Główna river: dissolved oxygen, BOD₅, COD and PO₄

5. Podsumowanie

Głównym celem prezentowanych badań była analiza wpływu części wstępnej zbiorników na ich funkcjonowanie oraz na procesy w nim zachodzące. Autorki pracy skupiły się na analizie części wstępnej dwóch zbiorników: Jezioro Kowalskie na rzece Główniej oraz zbiornika Stare Miasto na rzece Powie. Istotność poruszonego problemu wykazano w pierwszej części artykułu. Budowa zbiorników dwustopniowych jest dobrym rozwiązaniem. Zaprezentowane wyniki potwierdzają tę tezę.

Na przykładzie zbiornika Jezioro Kowalskie wyraźnie widać sposób funkcjonowania zbiorników dwu stopniowych. W części osadowej następuje osadzanie się rumowiska drobnego i deponowanie dużych ilości substancji zanieczyszczających. Natomiast w części głównej jakość wody jest wyraźnie lepsza. Na razie procesy wcześniej omówione nie są

tak intensywnie w zbiorniku Stare Miasto, który jest dość młodą budowlą. Jednak nawet tam można dostrzec różnice stężeń tlenu rozpuszczonego i CHZT pomiędzy strefą wstępną a główną zbiornika.

Przedstawione analizy pozwalają przypuszczać, że budowa takich zbiorników powoduje polepszenie jakości wody w część głównej zbiorników. Przegrodzenie zbiornika przyczynia się do osadzania się rumowiska we wlotowej części a nie w całym zbiorniku, co powoduje łatwiejsze usunięcie takiego materiału.

Rozwiązanie takie jest skuteczne a także jak wskazują dostępne dane względnie tanie.

Praca naukowa finansowana jest ze środków na naukę w latach 2011–2013 jako projekt badawczy N N305 296740 pt.: „Modelowanie i analiza działania wstępnej części osadowej w małych zbiornikach nizinnych”

Literatura

1. **Brunner G.W.:** *HEC-RAS, River Analysis System hydraulic reference manual, computer program documentation. US Arms Corps of Engineers. Hydrologic Engineering Center. 2002.*
2. **Dysarz T., Wicher-Dysarz J., Przedwojski B.:** *Man-induced morphological processes in Warta river and their impact on the evolution of hydrological conditions.* in Ferreira R.M.L., Alves E.C.T.L., Leal J.G.A.B., Cardoso A.H. (eds.): *River Flow 2006*, Taylor & Francis Group, 1301–1310 (2006).
3. **GUS:** *Mały rocznik statystyczny Polski 2009*, Główny Urząd Statystyczny, Warszawa. 2009.
4. **Kalbarczyk J., Lipiński A.:** *Aktualizacja instrukcji eksploatacji zbiornika wodnego „Jezioro Kowalskie”.* Biuro Studiów i Projektów Budownictwa Wodnego Hydroprojekt, Poznań. 2004.
5. **Kasperek R., Wiatkowski M.:** *Badania osadów dennych ze zbiornika Mściwojów.* Przegląd Naukowy Inżynieria i Kształtowanie Środowiska, 40, 194–201 (2008).
6. **Kostic S., Parker G.:** *Progradational sand-mud deltas in lakes and reservoirs. Part 2. Experiment and numerical simulation.* J. Hydraulic Res., Vol. 41, No 2, 141–152 (2003).
7. **Magilligan F.J., Nislow K.H.:** *Changes in hydrologic regime by dams.* Geomorphology, 71, 61–78 (2005).

8. **Maingi J.K., Marsh S.E.:** *Quantifying hydrologic impacts following dam construction along the Tana River. Kenya.* J. Arid Environ., 50, 53–79 (2002).
9. **Matuszak Sz.:** *Jednowymiarowe modelowanie hydrodynamiki i transportu rumowiska w zbiorniku Stare Miasto.* Maszynopis pracy magisterskiej, promotor J. Wicher-Dysarz, UP Poznań. 2012.
10. **Morris G.L., Fan J.:** *Reservoir Sedimentation Handbook.* McGraw-Hill Book Co.. 1998.
11. **Paul L.:** *Nutrient elimination in pre-dams: results of long term studies.* Hydrobiologia, 504, 289–295 (2003).
12. **Paul L., Pütz K.:** *Suspended matter elimination in a pre-dam with discharge dependent storage level regulation.* Limnologica, 38, 388–399 (2008).
13. **Pikul K., Mokwa M.:** *Wpływ osadnika wstępnego na proces zamulania zbiornika głównego.* Przegląd Naukowy Inżynieria i Kształtowanie Środowiska, 40, 185–193 (2008).
14. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 9 listopada 2011 roku w sprawie sposobu klasyfikacji stanu jednolitych części wód powierzchniowych oraz środowiskowych norm jakości dla substancji priorytetowych (Dz. U. Nr257, poz. 1545).
15. **Telega M.:** *Jednowymiarowe modelowanie przepływu i ruchu rumowiska w Jeziorze Kowalskim.* Maszynopis pracy magisterskiej, promotor T. Dysarz UP Poznań. 2012.
16. **Wicher J.:** *Akumulacja rumowiska w nizinnych zbiornikach wodnych,* Rozprawa doktorska: promotor B. Przedwojski, Akademia Rolnicza im. A. Cieszkowskiego w Poznaniu, Wydział Melioracji i Inżynierii Środowiska, Poznań. 2004.
17. **Woliński J., Zgrabczyński J.:** *Zbiornik retencyjny Stare Miasto na rzece Powie. Instrukcja gospodarowania wodą.* Biuro Projektów Wodno Melioracyjnych „BIPROWODMEL” Sp. z o.o. Poznań. 2008

Functioning of Small Lowland Reservoirs with Pre-Dam Zone on the Example of Kowalskie and Stare Miasto Lakes

Abstract

The main problem described in the paper is performance of two-stage reservoirs. It means such a reservoir which is split into preliminary sedimentation zone and main storage located below. The first zone enables separation of fine sediment particles transported as bed-load or suspended load. The main reservoir located below the sedimentation zone is supplied with partially cleaner

water. The purpose of the research is analysis and assessment of efficiency for the described approach taking into account the prevention from sediment accumulation and degradation of water quality in the main reservoir.

For the purpose of this research, two lowland reservoirs are under consideration, because the problems mentioned are observed mainly in such kind of reservoirs. These are the Kowlaskie Lake in the Główna river and the new Stare Miasto reservoir in the Powa river. The structure of both reservoirs is similar but other parameters differ significantly. The Kowalskie Lake is bigger reservoir with capacity equaling to $6.58 \cdot 10^5 \text{ m}^3$. The Stare Miasto reservoir is "only" $2.161 \cdot 10^5 \text{ m}^3$ large. The reservoir differ also in the magnitude of characteristic discharges.

The analysis of hydraulic conditions is done by means of computer simulation. Their basis is HEC-RAS package and specially prepared water conditions scenarios. In both cases, the simulations presented in the paper are calculated for normal water level in the dam cross-section and maximum observed discharge as inflow to the reservoir. The scenarios applied differ in size of gate opening in the barrier, which split the reservoir into two parts. In the paper two cases are presented. These are minimum opening and full opening. In the first case, the water level in sedimentation zone increased above normal water level and the conditions for sedimentation of transported particles are better. The opening of gates causes lower differences in water levels between sedimentation zone and main reservoir part. The mixing of water is intensive, what is the effect of larger capacity of spillway gates.

The analysis of water quality was done on the basis of repeated measurements of selected solutes concentrations in a number of points along the profile. The results show that the concentration of dissolved oxygen is greater in the main part of the reservoir. The concentrations of biogenic substances are significantly lower. Presented remarks proves, that the impact of preliminary sedimentation zone on the water quality and limitation of sediment accumulation in the main reservoir is positive. The primary conclusion drawn from the analyses is recommendation for broader use of the two-stage reservoirs. Such approach is effective and relatively cheap.