ISSN 1644-0765
DOI: http://dx.doi.org/10.15576/ASP.FC/2017.16.3.153
www.formatiocircumiectus.actapol.net/pl/

ACTA SCIENTIARUM POLONORUM

Acta Sci. Pol. Formatio Circumiectus 16 (3) 2017, 153–169

ANALIZA WPŁYWU MODERNIZACJI ZBIORNIKA STRUŻYNA NA STANY WÓD GRUNTOWYCH

Tomasz Kałuża, Paweł Zawadzki, Jacek Mądrawski, Rafał Stasik
Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

Streszczenie. Głównym celem realizacji obiektów małej retencji jest spowolnienie lub zatrzymanie odpływu wód powierzchniowych. Ma to istotne znaczenie dla zwiększenia możliwości retencyjnych małych zlewni w ekosystemach rolniczych i leśnych. Istotne jest także oddziaływanie zbiorników na tereny przyległe. W pracy przeanalizowano znaczenie budowli piętrzących na zmiany stanów wód gruntowych. Omawiając wybrane projekty (zbiorniki Czerwieńsk i Strużyna), zwrócono uwagę na potrzebę właściwej eksploatacji i monitoringu wyżej wspomnianych obiektów. Wskazano na problemy i szkody, jakie mogą wynikać ze złego rozpoznania warunków hydrogeologicznych sąsiedztwa zbiorników. Tylko prawidłowe rozpoznanie uwarunkowań środowiskowych projektowanych budowli, poprawna realizacja i ich eksploatacja pozwalają na bezpieczne i zgodne z oczekiwaniami funkcjonowanie tych budowli.

Słowa kluczowe: zbiorniki małej retencji, eksploatacja obiektów melioracyjnych, zasoby wodne

WPROWADZENIE

Przekształcenia systemów wodnych: budowa zabezpieczeń przeciwpowodziowych, infrastruktury melioracyjnej, kanałów, jazów, zbiorników wodnych, trwale zmieniają warunki przepływu i układu wód gruntowych [Kałuża 2009, Laks i in. 2013]. Sam proces kształtowania i rozwoju infrastruktury hydrotechnicznej stanowił często reakcję na zmiany warunków hydrologicznych, potrzeb gospodarczych i społecznych, co w konsekwencji, w wielu przypadkach prowadziło do kolejnych przekształceń. Sytuacja aktualna wielu skomplikowanych systemów rzecznych stanowi połączenie starych i nowych technik i systemów inżynieryjnych, rozwiązań konstrukcyjnych i materiałowych [Pancewicz 2002, Wiatkowski 2015, Chmist i Hämmerling 2016].

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

Funkcje i znaczenie wielu budowli uległy często przemianom. Pociąga to jednak za sobą znaczące konsekwencje, gdy chodzi o aktualne możliwości przebudowy i eksploatacji budowli.

Racjonalne gospodarowanie zasobami wodnymi stanowi obecnie podstawowe wyzwanie w odniesieniu zarówno do kwestii zrównoważonego rozwoju, ochrony środowiska, wyzwań demograficznych i spodziewanych zmian klimatu [Kowalczak 2001]. Według Szafrańskiego [2007] znajomość zasobów ma duże znaczenie dla działalności człowieka, gdyż woda jest czynnikiem limitującym rozwój gospodarczy. Marcilonek i in. [1995] również podkreślają problem pogłębiających się deficytów wody w środowisku, wynikający z uwarunkowań klimatycznych, zwłaszcza w pasie nizin środkowopolskich. Jak podają Woś [1994] oraz Przybyła i Tymczuk [2005] w dotychczasowych opracowaniach klimatologicznych, a także hydrologicznych Nizina Wielkopolska, w porównaniu z innymi regionami fizycznogeograficznymi Polski, uchodzi za obszar o największym deficycie wody.

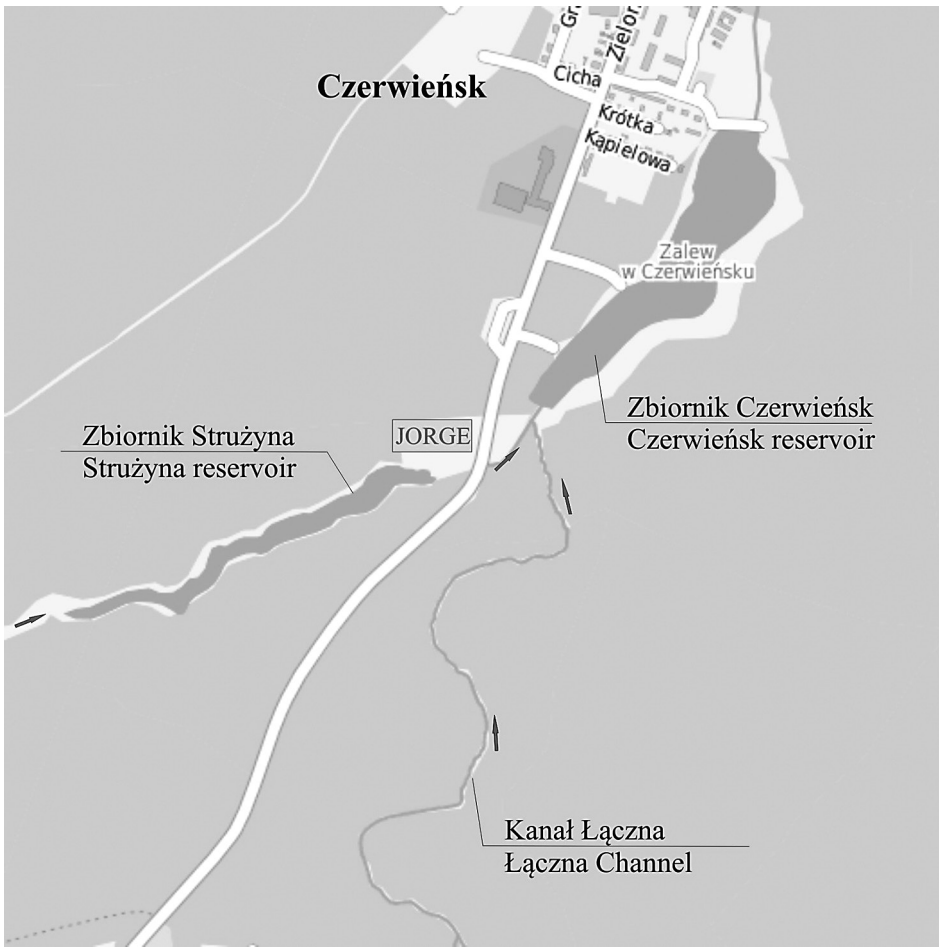
W kontekście występujących deficytów wody podejmuje się szereg działań zarówno w sektorze rolnictwa, jak i leśnictwa zmierzających do ochrony i zwiększenia zasobów wodnych [Mioduszewski 2003, Wicher-Dysarz i Kanclerz 2012, Zawadzki 2013, Walczak i in. 2016]. Znajduje to odzwierciedlenie w wielu aktach prawnych i dokumentach, w których celem nadrzędnym jest racjonalne gospodarowanie tymi zasobami [Dyrektywa… 2000, Prawo Wodne… 2001, Instrukcja urządzania lasu… 2012]. Projekty małej retencji realizowane są zarówno na terenach wiejskich, jak i w lasach. W wyniku realizacji różnorodnych programów powstało w naszym kraju wiele małych budowli melioracyjnych, których celem jest racjonalne kształtowaniu zasobów wodnych w zlewniach niezurbanizowanych. W pracy przedstawiono przykłady inwestycji realizowanych w ramach projektów małej retencji (zbiorniki Czerwieńsk i Strużyna). Omawiając wybrane obiekty, zwrócono uwagę na potrzebę właściwej eksploatacji i monitoringu, gdyż tylko w ten sposób można zapewnić bezpieczne i zgodne z oczekiwaniami funkcjonowanie tych budowli.

OPIS ZBIORNIKÓW

Zbiornik Strużyna

W ramach inwestycji „Zbiorniki małej retencji wodnej gm. Czerwieńsk – zbiornik Strużyna i zbiornik Czerwieńsk", których inwestorem był WZMiUW w Zielonej Górze, wykonano zbiornik wodny Czerwieńsk usytuowanego w dolinie Kanału Łącza oraz zmodernizowano urządzenia upustowo-przelewowe na istniejącym zbiorniku wodnym Strużyna usytuowanym w dolinie Kanału Strużyna (ryc. 1).

Istniejący zbiornik na Kanale Strużyna jest tworem sztucznym wybudowanym w wąskiej dolinie cieku, w korzystnych warunkach topograficznych. Zbiornik służył do retencjonowania wody i wykorzystywania energii wodnej. Zbiornik Strużyna powstał w okresie przedwojennym i część urządzeń wodnych pochodzi z tego okresu. Na mapach z 1935 i 1938 roku (Rothenburg 1 : 25 000 Topographische Karte – Messtischblatt) widoczny jest zarówno zbiornik Strużyna jak i zakład przemysłowy Heinesche Woll-

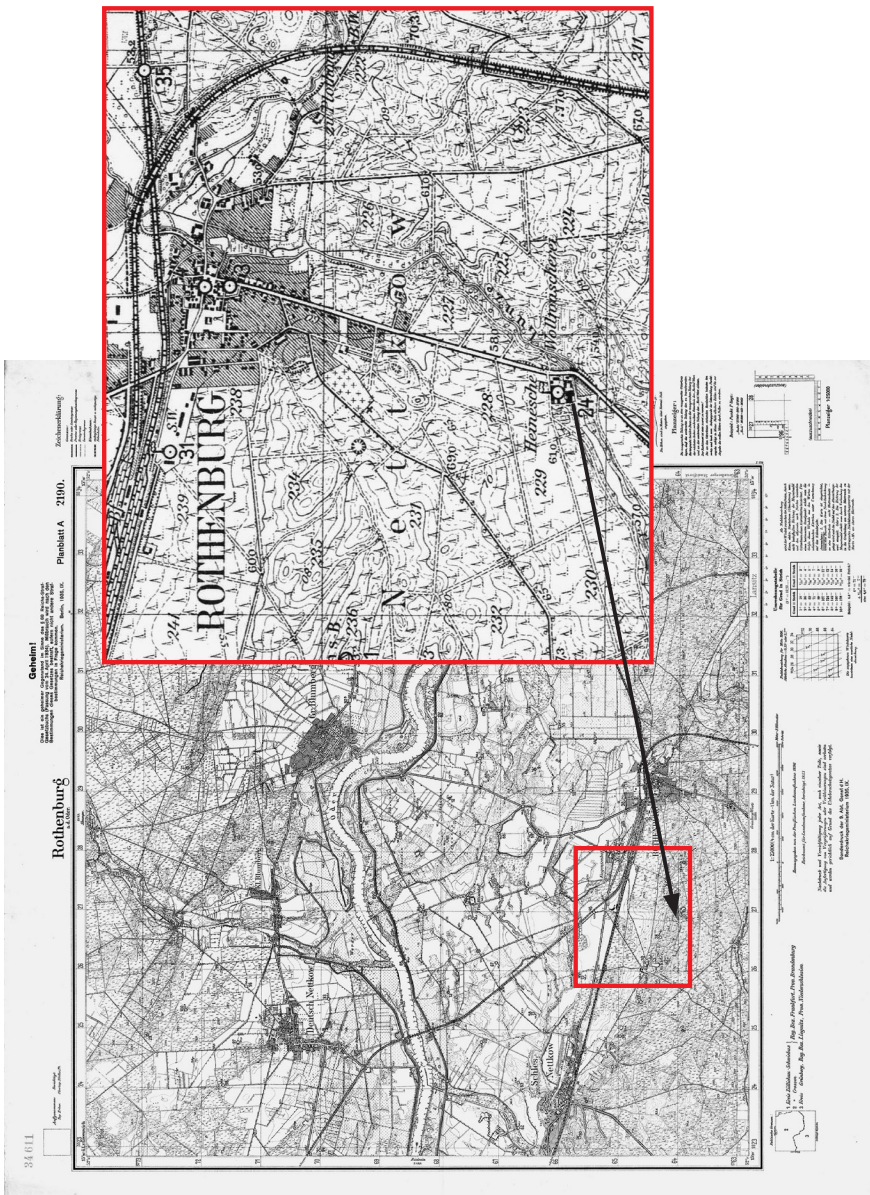


Ryc.1. Lokalizacja zbiorników Strużyna i Czerwieńsk
Fig. 1. Localization of Strużyna and Czerwieńsk reservoirs

wascherei. Przy czym mapy te powstały w oparciu o pruskie podkłady z 1896 roku, co pozwala sądzić, że zbiornik i zakład przemysłowy funkcjonowały w tym miejscu już wcześniej (ryc. 2).

Zbiornik po wojnie służył dla potrzeb Zakładu Produkcji Włókienniczej, a później dla potrzeb Zielonogórskiego Przedsiębiorstwa Surowców Wtórnych. Urządzenia związane z wykorzystywaniem energii wodnej nie zachowały się, a sama zapora i budowla piętrząca, pochodzące prawdopodobnie z przełomu XIX i XX wieku, były w złym stanie technicznym. Piętrzenie wody na zbiorniku utrzymywane było w tym czasie na poziomie 58,0 m n.p.m. (NPP).

Budowa urządzeń wodnych na istniejącym zbiorniku na Kanale Strużyna, w km 0+200 cieku, miała na celu zastąpienie będących w złym stanie urządzeń wodnych (zapora ziemna i budowla piętrząco-upustowa), nowymi obiektami o odpowiednich



Ryc. 2. Lokalizacja zbiornika Strużyna i zakładu przemysłowego na mapie z 1935 roku: Rothenburg 1 : 25 000 Topographische Karte – Messtischblatt (źródło: http://www.amzpbig.com/maps/3958_(2190)_Rothenburg_a.d._Oder_Planblatt_A_1935.jpg)

Fig. 2. Location of Strużyna reservoir and industrial plant on map of 1935: Rothenburg 1 : 25 000 Topographische Karte – Messtischblatt (source: http://www.amzpbig.com/maps/3958_(2190)_Rothenburg_a.d._Oder_Planblatt_A_1935.jpg)

parametrach technicznych. W ramach inwestycji „Zbiorniki małej retencji wodnej gm. Czerwieńsk – zbiornik Strużyna i zbiornik Czerwieńsk" zmodernizowano m.in. urządzenia upustowo-przelewowe zbiornika, wykonano zaporę i przepławkę. Aktualne podstawowe parametry techniczne zbiornika Strużyna przedstawiają się następująco [Projekt… 2007]:

- lokalizacja zapory – km 0+200 Kanału Strużyna;
- długość zapory – 46 m;
- normalny poziom piętrzenia NPP – 58,00 m n.p.m.;
- maksymalny poziom piętrzenia max PP – 58,55 m n.p.m.;
- normalna wysokość piętrzenia H_{NPP} – 2,85 m;
- maksymalna wysokość piętrzenia H_{max} – 3,40 m;
- objętość zbiornika przy NPP – 28 tys. m^3;
- objętość zbiornika przy max PP – 48,9 tys. m^3;
- powierzchnia zbiornika przy NPP – 3,6 ha;
- powierzchnia zbiornika przy max PP – 3,7 ha;
- średnia głębokość przy NPP – 0,8 m;
- długość zbiornika – 0,9 km;
- szerokość zbiornika w lustrze wody – 30–40m.

Podstawowe parametry techniczne budowli piętrząco-upustowej – upustu wieżowego:

- konstrukcja żelbetowa złożona z wieży i przewodu spustowego (leżaka);
- średnica wieży – 4 m;
- przekrój leżaka – 2 × 1,0 × 1,5 m.

Przepławka dla ryb:

- żelbetowo-kamienne bystrze o szerokości – 1,5 m;
- długość przepławki – 115,6 m.

Zbiornik Czerwieńsk

Zbiornik małej retencji Czerwieńsk na Kanale Łącza w km 4+069, ma na celu przede wszystkim odbudowę i zwiększenie zasobów wodnych w zlewni Kanału Łącza. Podstawowe funkcje użytkowe zbiornika to: magazynowanie wody, w tym również dla celów rolniczych, spłaszczenie fali powodziowej, stworzenie możliwości zaopatrzenia w wodę do celów p. pożarowych, istotny jest także aspekt rekreacyjno – turystyczny obiektu. Aktualne podstawowe parametry techniczne zbiornika Czerwieńsk przedstawiają się następująco [Projekt 2007]:

- NPP (normalny poziom piętrzenia) – 55,15 m n.p.m.;
- powierzchnia zalewu F_{zal} przy *NPP* – 5,37 ha;
- objętość zbiornika przy NPP – 80,3 tys. m^3;
- Min. PP (minimalny poziom piętrzenia) – 54,95 m n.p.m.;
- Max. PP (maksymalny poziom piętrzenia przy Q_k) – 55,65 m n.p.m.;
- wysokość maksymalnego piętrzenia – 3,39 m;
- szerokość w lustrze wody – 50–150 m;
- długość zbiornika – 0,83 km.

Przekazanie wyżej wspomnianych zbiorników małej retencji do eksploatacji nastąpiło 29 grudnia 2011 roku. Gospodarzem obiektów jest Lubuski Zarząd Melioracji i Urządzeń Wodnych w Zielonej Górze.

PROBLEMY EKSPLOATACJI ZBIORNIKA STRUŻYNA

Po wykonanej modernizacji zbiornika Strużyna na terenie sąsiedniej działki należącej do firmy JORGE pojawiły się problemy związane z podniesieniem stanu wód gruntowych. Pierwsze podtopienie piwnicy budynku nr 3 miało miejsce już dnia 15 marca 2012 roku. Rozmiar zalania o głębokości wody ok. 5 cm dotyczył ok. 80 m^2 powierzchni magazynu w piwnicy budynku nr 3. Kolejne systematyczne zalania odnotowywano co kilka miesięcy. Stan taki wywołany został wysokim poziomem wód gruntowych, które poprzez posadzkę budynku spowodowały zalewanie piwnicy. W wyniku wysokiego stanu wody gruntowej, wychodzącej na powierzchnię posadzki piwnicy, nastąpiło zawilgocenie zewnętrznych przegród budowlanych, nawet do poziomu stropu. Podczas wizji lokalnej w dniu 20 października 2014 roku ściany zewnętrzne wykazywały zawilgocenie na skutek podsiąku kapilarnego do wysokości 2 metry ponad poziom terenu.

Na etapie przygotowywania koncepcji i projektu szacowano iż modernizacja zbiornika może spowodować zmiany poziomu lustra wody gruntowej w podłożu gruntowym pod budynkami na terenie sąsiadującym ze zbiornikiem, lecz położenie spiętrzonego lustra wody gruntowej oszacowano na poziomie 55,10 m n.p.m., czyli znacznie poniżej poziomu posadzki piwnicy (rzędne 56,29–56,39 m n.p.m.). W założeniach przebudowy, przy zachowaniu poprzedniej wartości NPP przyjęto, że oddziaływanie zbiornika nie ulegnie zmianie. W Operacie wodno prawnym zbiornika Strużyna [Operat 2007] czytamy wprost: „Po przebudowie tych obiektów i rozpoczęciu eksploatacji lustro wody gruntowej powróci do obecnego poziomu. Oddziaływanie zbiornika na tereny przyległe jak w dotychczasowej eksploatacji". Rzeczywiście, we wcześniejszym okresie eksploatacji starego zbiornika nie odnotowano zalewania posadzki i przyspieszonej destrukcji budynku nr 3, którego piwnice wykorzystywano dotychczas do celów magazynowych. Zakładano, więc że przy zachowaniu poprzednich warunków piętrzenia nie zmieni się również stan wód gruntowych wokół zbiornika.

Wieloletnia eksploatacja starego zbiornika Strużyna, którego brzegi były gęsto zalesione, mogła doprowadzić na naturalnego uszczelnienia się dna materiałem organicznym. Rozkopanie czaszy zbiornika i jego odmulenie zmieniło w sposób drastyczny lokalne warunki gruntowo-wodne (ryc. 3). Zaproponowane w projekcie uszczelnienie skarp i częściowo dna bentomatem SP okazało się (jak wykazały obserwacje stanów wody w piezometrach) niewystarczające.

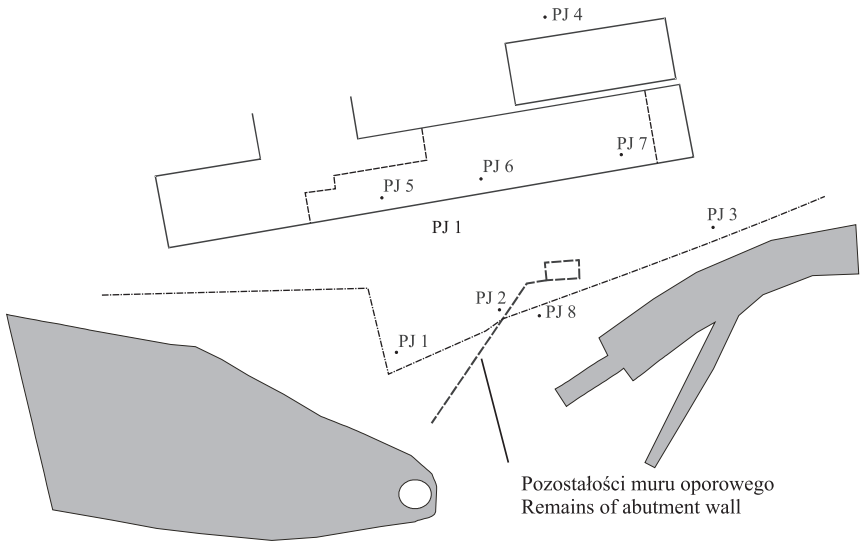
Ryc. 3. Wieża przelewowa i umocnienie skarpy na lewym brzegu zbiornika – fotografia z okresu budowy (źródło: http://www.czerwiensk.pl/)
Fig. 3. Overflow tower and bank protection on left side of the reservoir – photography from construction period (źródło: http://www.czerwiensk.pl/)

METODYKA PRZEPROWADZONYCH POMIARÓW WÓD GRUNTOWYCH

Dla określenia wpływu zbiornika wodnego w dniu 17 października 2014 roku na terenie firmy JORGE założona została sieć piezometrów otwartych, pozwalająca na pomiary zmian zwierciadła wody gruntowej, a w dalszej kolejności na określenie związku między wodami gruntowymi, a poziomem piętrzenia wody w zbiorniku Strużyna (ryc. 4). Sieć piezometrów tworzą cztery piezometry otwarte, zewnętrzne, oznaczone jako PJ1, PJ2, PJ3 i PJ4. Pozostałe piezometry stanowią trzy otwory wywiercone przez posadzkę piwnicy budynku magazynu. Oznaczono je jako PJ5, PJ6, PJ7. Warunki gruntowe w profilach w poszczególnych studzienkach piezometrycznych PJ1, PJ2, PJ3, PJ4 i PJ8 oszacowano na podstawie metody makroskopowej. Poniżej warstwy darni i humusu dominował piasek drobny/piasek średni, natomiast kilka centymetrów powyżej lustra wody gruntowej (ok. 2 m poniżej terenu) piaski z dodatkiem części spoistych i organicznych (piasek gliniasty + namuły, osady).

Do wykonania studzienek piezometrycznych wykorzystano rury PCV o średnicy 5 cm. Głębokość osadzenia rur była uzależniona od głębokości pojawienia się zwierciadła wody gruntowej w trakcie odwiertu. Dolna krawędź rury każdego piezometru została osadzona około 0,5 do 1,0 m poniżej zwierciadła wody. Aby umożliwić swobodny napływ wód gruntowych do piezometrów, w końcowym metrowym odcinku rury pona-

cinano szczeliny. Na podstawie niwelacji określono rzędne krawędzi rur piezometrów PJ1–PJ4 i PJ8, poziom posadzki przy piezometrach PJ6 i PJ7 oraz zwierciadło wody górnej i dolnej przy budowli upustowo-przelewowej zbiornika Strużyna.



Ryc. 4. Schemat rozmieszczenia studzienek piezometrycznych na lewym brzegu zbiornika Strużyna i na terenie firmy JORGE z zaznaczeniem konturu budynków i zbiornika.
Fig. 4. Piezometric wells are located on left bank of Strużyna reservoir and on the JORGE site with the outline of the buildings and reservoir.

WYNIKI I ICH ANALIZA

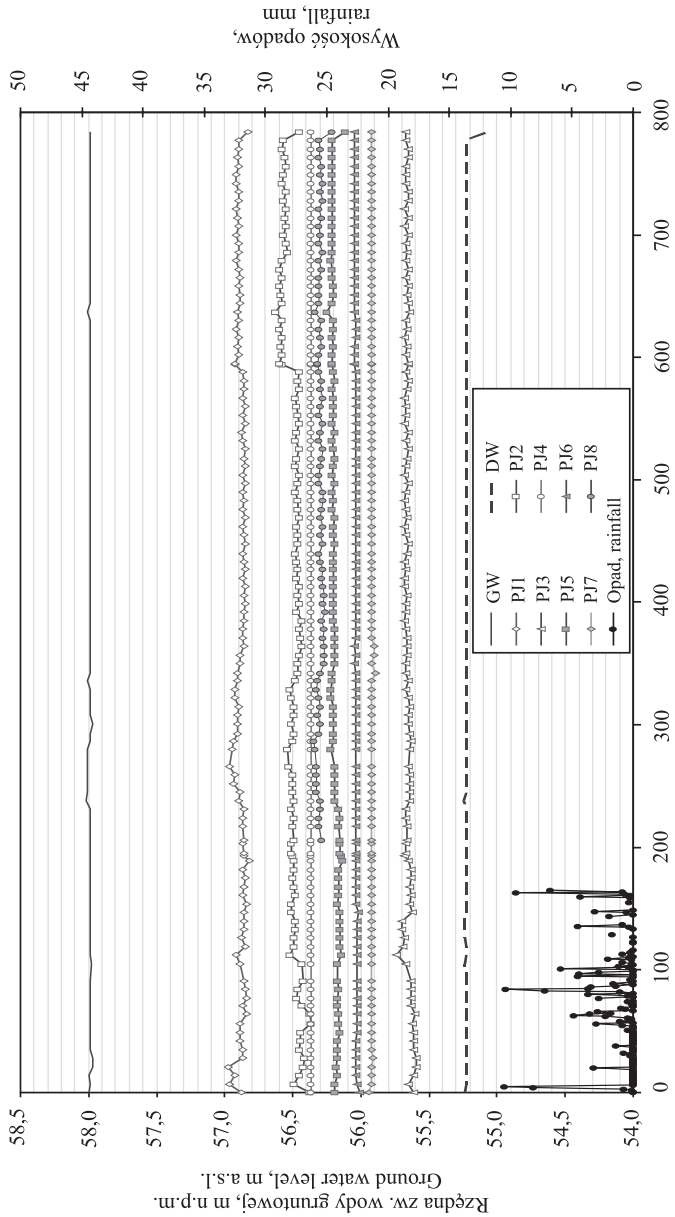
Badania zwierciadła wód gruntowych w piezometrach i na urządzeniach upustowo-przelewowych prowadzono w okresie od października 2014 do maja 2015 roku. Wyniki pomiarów zwierciadła wód gruntowych w piezometrach i na urządzenia upustowo-przelewowych w okresie od października 2014 do maja 2015 roku przedstawiono w tabeli 1. W okresie pomiarów największe, sięgające 15 cm wahania zwierciadła wody, zaobserwowano w piezometrach PJ1–PJ3 (ryc. 5) położonych bezpośrednio przy ogrodzeniu firmy JORGE, czyli w najbliższym sąsiedztwie zbiornika Strużyna. W pozostałych piezometrach oraz w górnym (GW) i dolnym (DW) stanowisku zbiornika nie zaobserwowano większych zmian mierzonych zwierciadeł wody.

Przebieg zmian zwierciadła wody w okresie pomiarowym pokazano na rycinie 5. Na wykresie przyjęto 0 dzień pomiaru w dniu 17 października 2014 roku. Na rycinie tej pokazano również wysokości opadów atmosferycznych w okresie badań pomierzone na stacji meteorologicznej IMGW Zielona Góra. Okres ten należy uznać za suchy lub nawet bardzo suchy, suma opadów nie przekroczyła 160 mm. W okresie tym tylko trzykrotnie suma opadów dobowych była bliska 10 mm: 22 października, 9 stycznia i 29 marca. Obserwowany przebieg zmian wyklucza wpływ opadów atmosferycznym na zmiany wód gruntowych w okresie pomiaru.

Tabela 1. Wyniki pomiarów poziomu wód gruntowych w piezometrach
Table 1. Results of measurements of groundwater level in piezometers

Data pomiaru Measurement date	Dzień pomiaru Day of measurement	Zbiornik Strużyna Strużyna Resevoir		Piezometry, m n.p.m. – Piezometers, m a.s.l.						
		GW	DW	PJ1	PJ2	PJ3	PJ4	PJ5	PJ6	PJ7
		54,79	54,45	58,68	58,48	57,58	59,22	56,52	56,33	56,27*
17-paź-14	0	58,00	55,24	56,88	56,38	55,61	56,42	56,19	56,01	55,94
24-paź-14	7	57,99	55,23	56,96	56,49	55,65	56,42	56,20	56,03	55,92
31-paź-14	14	58,00	55,23	56,93	56,46	55,61	56,42	56,17	56,04	55,92
07-lis-14	21	57,97	55,23	56,97	56,42	55,59	56,42	56,18	56,04	55,92
14-lis-14	28	57,97	55,23	56,87	56,41	55,59	56,42	56,17	56,04	55,91
21-lis-14	35	57,99	55,23	56,87	56,45	55,61	56,42	56,17	56,04	55,92
28-lis-14	42	57,99	55,23	56,89	56,44	55,61	56,42	56,17	56,04	55,92
05-gru-15	49	57,99	55,23	56,89	56,44	55,61	56,42	56,15	56,03	55,92
12-gru-14	56	57,99	55,23	56,89	56,37	55,62	56,42	56,16	56,03	55,92
19-gru-14	64	57,99	55,23	56,84	56,38	55,60	56,42	56,16	56,03	55,92
27-gru-15	71	57,99	55,23	56,87	56,43	55,63	56,42	56,17	56,03	55,92
02-sty-15	77	57,99	55,23	56,84	56,47	55,63	56,42	56,17	56,03	55,92
09-sty-15	84	57,99	55,23	56,85	56,46	55,63	56,42	56,16	56,03	55,92
16-sty-15	91	57,99	55,23	56,86	56,42	55,63	56,42	56,17	56,03	55,92
	98	Brak pomiarów – No measurements								
30-sty-15	105	57,98	55,24	56,89	56,43	55,67	56,42	56,17	56,03	55,92
06-lut-15	112	57,99	55,23	56,92	56,52	55,74	56,42	56,14	56,03	55,92
13-lut-15	119	57,99	55,23	56,85	56,49	55,69	56,42	56,15	56,03	55,92
20-lut-15	126	57,99	55,24	56,88	56,49	55,68	56,42	56,15	56,03	55,92
27-lut-15	133	57,99	55,24	56,86	56,48	55,70	56,42	56,15	56,03	55,92
06-mar-15	140	57,99	55,24	56,86	56,48	55,70	56,42	56,15	56,03	55,92
13-mar-15	147	57,99	55,23	56,86	56,51	55,62	56,42	56,15	56,02	55,92
20-mar-15	154	57,99	55,23	56,84	56,51	55,64	56,42	56,17	56,04	55,92
27-mar-15	161	57,99	55,23	56,87	56,48	55,63	56,42	56,16	56,04	55,92
03-kwi-15	168	57,99	55,23	56,86	56,49	55,64	56,42	56,16	56,04	55,92
10-kwi-15	175	57,99	55,23	56,85	56,50	55,63	56,42	56,16	56,04	55,92
17-kwi-15	182	57,99	55,23	56,87	56,49	55,63	56,42	56,16	56,04	55,92
24-kwi-15	189	57,99	55,23	56,82	56,49	55,65	56,42	56,13	56,04	55,92
28-kwi-15	193	57,99	55,23	56,86	56,50	55,68	56,42	56,14	56,04	55,92
30-kwi-15	195	57,99	55,23	56,86	56,51	55,67	56,42	56,15	56,04	55,92
08-maj-15				56,87	56,51	55,67	56,42	56,15	56,04	55,92

* W pierwszym wierszu rzędne górnej krawędzi rury piezometru – In the first row the ordinates of the top edge of the piezometer tube
PJ4 pozostawał suchy – PJ4 remained dry



Ryc. 5. Zmiany położenia zwierciadeł wody w piezometrach oraz w górnym i dolnym stanowisku zbiornika Strużyna w porównaniu z wysokością opadów atmosferycznych (stacja meteorologiczna Zielona Góra)

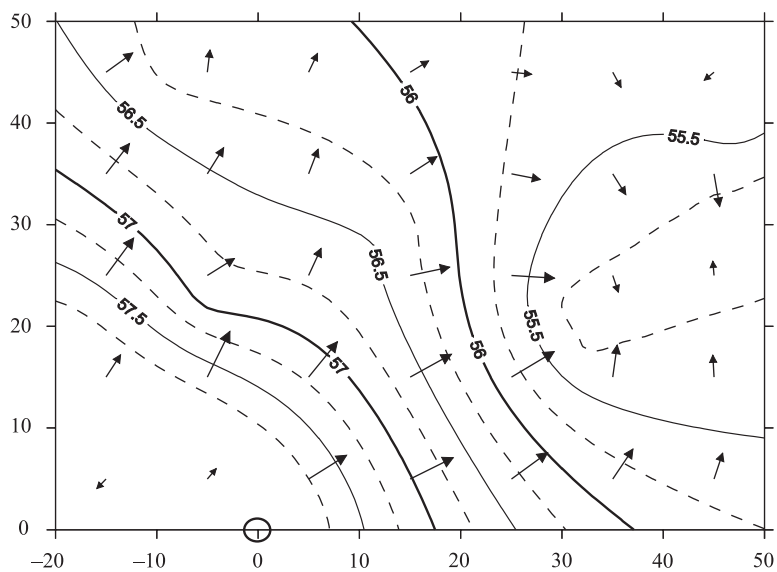
Fig. 5. Variations of water level in piezometers and in the upper and lower stations of the Struzyna reservoir in comparison with the precipitation level (Zielona Góra meteorological station)

Do analizy położenia zwierciadła wód gruntowych na podstawie przeprowadzonych pomiarów w piezometrach wykorzystano program SURFER [Suefer 8… 2002], który pozwolił na wykreślenie hydroizopis oraz wskazanie największych gradientów spadku wód gruntowych (ryc. 6).

Spadek zwierciadła wód gruntowych oraz ich zasilanie wodami filtrującymi ze zbiornika pokazano na rycinie 7. Wybrano tutaj przekrój poprzeczny do osi zbiornika, oznaczony w projekcie jako P6AS. Zaznaczono na nim również położenie piezometrów PJ1 i PJ5 oraz zarys ścian i posadzki piwnicy budynku magazynowego firmy JORGE. Przebieg krzywej depresji pokazuje, że fundamenty budynku położone są nieznacznie poniżej zwierciadła wody. Dalsze zasilanie wód gruntowych wodami ze zbiornika może powodować stopniowe podnoszenie zwierciadła wód gruntowych aż do wyrównania się poziomów.

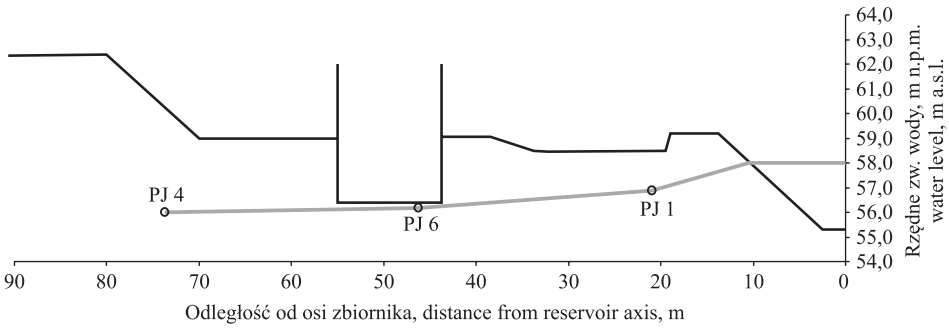
Z opisu zbiornika Strużyna wynika, że pierwotnie piętrzenie na zbiorniku Strużyna było wykorzystywane do celów energetycznych. Nie zachowały się urządzenia ale pozostały elementy budowli hydrotechnicznych: mur oporowy (Ryc. 8) i komora turbiny, których korona widoczna jest powyżej terenu.

Okazuje się, że również te pozostałości budowli hydrotechnicznych mają wpływ na warunki przepływu wód gruntowych wokół zbiornika. 8 maja założono dodatkowo piezometr PJ8 z drugiej strony muru oporowego, poza terenem firmy JORGE. Gdy porówna się rzedną zwierciadła wody w PJ2 56,51 m n.p.m. i w PJ8 56, 31 m n.p.m., widać różnicę poziomów wody gruntowej po obu stronach muru oporowego. Jego prawdopodobny wpływ na spływ wód gruntowych (kierowanie przepływu w kierunku budynku) pokazano na rycinie 9.



Ryc. 6. Układ wód gruntowych analizowanych bez wpływu muru oporowego. Kołem zaznaczono położenie wieży przelewowej

Fig. 6. Groundwater levels analyzed without influence of abutment wall. The circle indicates the location of the overflow tower

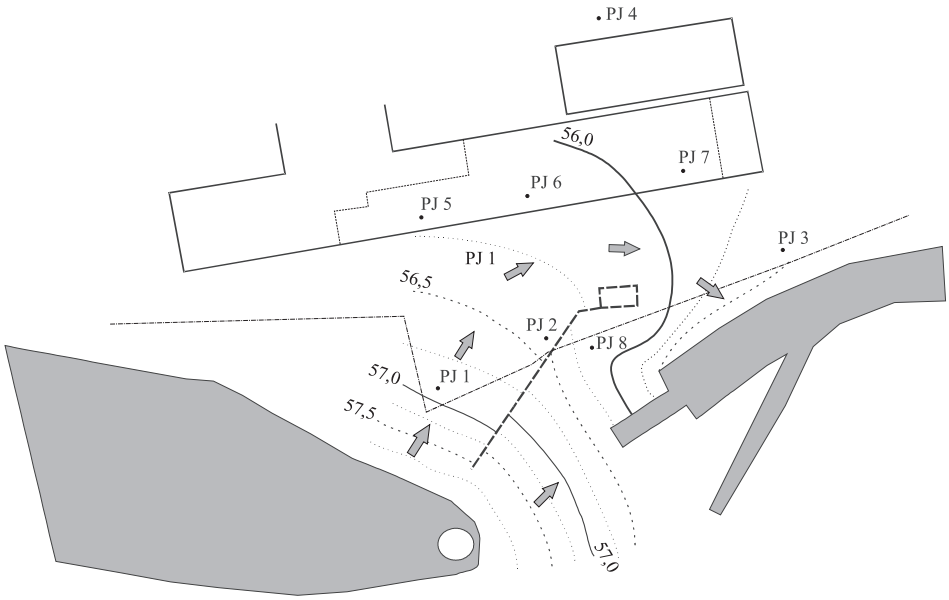


Ryc. 7. Układ zwierciadła wody (krzywa depresji) pod piwnicą budynku firmy JORGE przy piętrzeniu wody w zbiorniku Strużyna do rzędnej NPP = 58,0 m n.p.m.

Fig. 7. Ground water level (depression curve) under the basement of the JORGE building at the height of the water in the Strużyna reservoir to elevation NPP = 58.0 m a.s.l.

Ryc. 8. Fotografia z okresu budowy (26.10 2010), na skarpie widoczny mur oporowy wlotu do komory turbin (źródło: http://www.czerwiensk.pl/)

Fig. 8. Photo from construction period (26.10 2010), on the escarpment visible abutment wall on inlet to turbine chamber (source: http://www.czerwiensk.pl/)



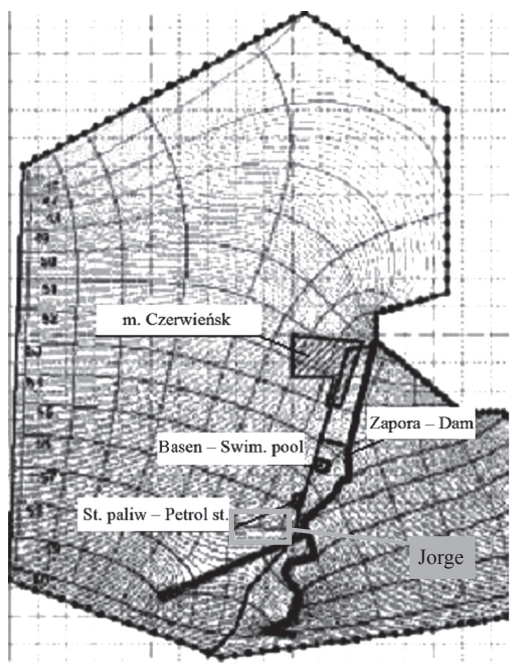
Ryc. 9. Położenie wód gruntowych na terenie firmy JORGE, strzałkami zaznaczono głownie kierunki napływu wody
Fig. 9. Groundwater location at JORGE, the arrows indicate main directions of water flow

DYSKUSJA

Budowa i modernizacja obiektów małej retencji, wymaga określenia ich wpływu na tereny przyległe. Przykład zbiornika Strużyna wskazuje, że przyjęte uproszczone założenia przebudowy mogą czasami stać się przyczyną problemów ich eksploatacji. Jeszcze w trakcie przygotowywania inwestycji firma JORGE w piśmie z dnia 30.03.2005 kierowanym do Biura Projektów Inżynierii Środowiska i Melioracji „Ekoprojekt" zwracała uwagę na konieczność zapewnienia odpowiedniej głębokości położenia zwierciadła wód gruntowych po wybudowaniu zbiornika Strużyna: „85 cm poniżej poziomu posadzki w naszym budynku magazynowym". W kolejnym piśmie z dnia 24.09.2008 kierowanym do LZMiUW firma JORGE zwróciła się do Inwestora z prośbą o „gwarancję bezpieczeństwa przed ewentualnym zalaniem pomieszczeń piwnicznych". Uwagi powyższe kierowane były również do Urzędu Gminy i Miasta Czerwieńsk (pismo z dnia 23.10.2008) i ponawiane w piśmie do Burmistrza Czerwieńska z dnia 15.06.2010. Dopiero w piśmie Urzędu Gminy i Miasta Czerwieńsk z dnia 30.06.2010 skierowanym do firmy JORGE Burmistrz Czerwieńska informował: „Według operatu wodnoprawnego opracowanego przez Ekoprojekt w Zielonej Górze, po spiętrzeniu cieku lustro wody gruntowej na terenie budynku Państwa firmy podniesie się o ok. 0,5 m i będzie układało się 1,01 do 1,65 m poniżej posadzek piwnic w tych budynkach. Monitorowanie poziomu wód gruntowych będzie odbywało się poprzez wykonanie 6 piezometrów m.in. na terenie firmy Jorge".

W Raporcie o oddziaływaniu przedsięwzięcia na środowisko [2007] opisane są spodziewane zmiany położenia zwierciadła wód gruntowych w trakcie budowy zbiorników i po

spiętrzeniu obu cieków. Stwierdzono tam m.in.: „Największe zmiany poziomu lustra wody gruntowej wystąpią w podłożu gruntowym pod budynkami przy ulicy Zielonogórskiej nr 53, 55 i 57 oraz podpiwniczonego budynku na terenie firmy Jorge". Następnie określone zostało położenie spiętrzonego lustra wody gruntowej na poziomie 55,10 m n.p.m. (okresowo 55,40 m n.p.m.), czyli poniżej poziomu posadzki piwnicy. Rzędna zwierciadła wody gruntowej pod posadzką podpiwniczonego budynku została określona na podstawie prognozy, przygotowanej w oparciu o model matematyczny opisujący ruch wód gruntowych [Chalfen i Czamara 2007]. Jak można przeczytać w artykule Chalfena i Czamary [2007], celem badań było określenie oddziaływania projektowanego zbiornika małej retencji Czerwieńsk na położenie wód podziemnych na terenie do niego przyległych. Nie analizowano jednak wpływu zbiornika Strużyna, ograniczając się do stwierdzenia: „Na Strużynie w pobliżu jego ujścia do Złotego Potoku znajduje się zalew ‚Strużyna', który wpływa stabilizująco na poziom wód gruntowej w przylegających terenach leśnych, a jednocześnie przyczynia się do zmian stanów wody gruntowej na terenach powyżej i poniżej tego zbiornika". Prognoza przygotowana przez Chalfena i Czamarę [2006] miała za zadanie określić wpływ projektowanego zbiornika Czerwieńsk na wody podziemne w otoczeniu zbiornika. Prognoza ta dotyczyła tylko zbiornika Czerwińsk. Zbiornik Strużyna modelowany był jako warunek brzegowy – zasilanie wód gruntowych przy stałym piętrzeniu do rzędnej zwierciadła wody 58,0 m n.p.m. Prognoza była przygotowana dla różnych wariantów dopływu i piętrzenia wody w zbiornika Czerwińsk do 55,65 m n.p.m. (max. 55,95 m n.p.m.). W artykule [Chalfen i Czamara 2007] jest rysunek przedstawiający siatkę hydrodynamiczna przed piętrzeniem wody (ryc. 10), gdzie widoczne są izohipsy



Ryc. 10. Siatka hydrodynamiczna przed piętrzeniem wody [Chalfen i Czamara 2007]
Fig. 10. Hydrodynamic grid before damming water [Chalfen and Czamara 2007]

określające położenia zwierciadła wody gruntowej pod terenem firmy JORGE między rzędnymi 58,00 i 57,00 m n.p.m., czyli ponad metr nad poziomem posadzki w piwnicy. Wyniki te zostały jednak zbagatelizowane.

WNIOSKI

Nawet w przypadku tak prostych zdawałoby się inwestycji jak przebudowa urządzenia piętrzącego przy niezmienionych warunkach piętrzenia zachować należy daleko idącą ostrożność. Szczegółowa ocena warunków hydrogeologicznych jest tu podstawą zaprojektowania bezpiecznej budowli. Również na etapie realizacji samej inwestycji istotna jest wiedza dotycząca możliwych skutków pewnych działań. Źle lub wadliwie położona izolacja, brak systemu monitoringu, zaniechanie likwidacji pozostałości starych urządzeń piętrzących może znacząco przyczynić się do wielu problemów związanych z eksploatacją budowli. Tak stało się w przypadku obiektu Strużyna. Przedstawione przykłady uczą, że nawet w przypadku małych zbiorników wodnych nie należy lekceważyć podstawowych zasad i norm właściwego ich projektowania i budowy. Obiekty te są niezwykle cenne i spełniają wiele funkcji warto wiec przy ich wznoszeniu dochować wszelkiej profesjonalnej staranności.

Przeprowadzone badania i analizy oparte zarówno na dokumentacji technicznej zbiornika jak i wynikach pomiarów piezometrycznych pozwoliły na sformułowanie następujących uwag:

- Obecny stan techniczny podpiwniczonej części budynku nr 3 firmy JORGE wynika z oddziaływania wód gruntowych (wysokiego zwierciadła wód gruntowych) spowodowanego działaniem zbiornika Strużyna po wykonanej modernizacji.
- Wcześniej realizowane piętrzenie (przed modernizacją) nie wywierało, mimo identycznej rzędnej NPP, żadnego negatywnego wpływu na stan techniczny budynku.
- W okresie badań nie stwierdzono wpływu opadów atmosferycznych na zmiany poziomu wód gruntowych wokół budynku nr 3 w tym na zalewanie piwnic budynku.
- Wysoki stan wód gruntowych w sąsiedztwie budynku nr 3 wynika z ułatwionej filtracji wód spiętrzonych w zbiorniku Strużyna, dodatkowo kierowanych murem oporowym dawnego urządzenia piętrzącego w kierunku budynku (wskazuje na to różnica stanów wód gruntowych przed i za murem).
- Ułatwiona filtracja wynika prawdopodobnie z przeprowadzonej przebudowy zbiornika Strużyna, a w szczególności przeprowadzonych prac związanych z budową wieży przelewowo-spustowej i odmulenia zbiornika, w wyniku czego doszło do naruszenia istniejącej struktury skarp i dna czaszy zbiornika. W podłożu zbiornika występują grunty przepuszczalne. Struktura dna i skarp funkcjonującego przez wiele lat zbiornika była w naturalny sposób uszczelniona (zakolmatowana). Przerwanie tej warstwy w trakcie realizacji przebudowy zbiornika spowodowało zmianę, obserwowaną jako podniesienie stanu wód gruntowych wokół zbiornika.

PIŚMIENNICTWO

Biuro Urządzania Lasu (2013). Mapa przeglądowa, Monitoring hydrologiczno-środowiskowy w Uroczysku Las Taczanowski, Nadleśnictwo Taczanów Obręb Taczanów, Regionalna Dyrekcja Lasów Państwowych w Poznaniu. Biuro Urządzania Lasu i Geodezji Leśnej. Oddział w Poznaniu.

Chalfen, M., Czamara, A. (2007). Wpływ projektowanego zbiornika malej retencji na stany wód podziemnych w jego otoczeniu. Acta Sci. Pol., Formatio Circumiectus, 6(4), 3–16.

Czerwieńsk.Pl (2016), http://www.czerwiensk.pl/ (dostęp 5.05.2016)

Chmist, J., Hämmerling, M. (2016). Wybór najskuteczniejszej metody rekultywacji zbiorników wodnych z wykorzystaniem metody AHP. Acta. Sci. Pol., Formatio Circumiectus, 15(2), 27–39.

Dyrektywa 2000/60/WE z dnia 23 października 2000 r. ustanawiająca ramy wspólnotowego działania w dziedzinie polityki wodnej.

Instrukcja urządzania lasu (2012). Część II: Instrukcja wyróżniania i kartowania w Lasach Państwowych typów siedliskowych lasu oraz zbiorowisk roślinnych. Centrum Informacyjne Lasów Państwowych, ss. 147.

Kałuża, T., Stasik, R., Szałkiewicz, E. (2014). Wykorzystanie istniejącej infrastruktury urządzeń wodno-melioracyjnych na obszarze Leśnictwa Taczanów na potrzeby małej retencji. [W:] Problemy gospodarowania wodą na terenach leśnych, zurbanizowanych i niezurbanizowanych. Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Poznań, 41–59.

Kałuża, T. (2009). The Influence of Flora Growth in Floodplain Area on High Water Capacity Flow. Wasserwirtschaft, 99(4), 29–32.

Kędziora, A. (1995). Prognoza zmian klimatycznych. [W:] Prognoza ostrzegawcza zmian środowiskowych warunków życia człowieka w Polsce na początku XXI wieku. Red. S. Kozłowski. PAN, Kom. Nauk. Człowiek i Środowisko, 10, 97–132.

Kowalczak, P. (2001). Hierarchia potrzeb obszarowych małej retencji w dorzeczu Warty. Wyd. IMGW, Warszawa.

Kraska, M., Kaniecki, A. (1995). Mała retencja wodna w Wielkopolsce i jej uwarunkowania przyrodnicze. [W:] Ekologiczne aspekty melioracji wodnych. Red. L. Tomiałojć. Wyd. Instytutu Ochrony Przyrody PAN, Kraków, s. 123–139.

Laks, I. Kałuża, T., Sojka, M., Wróżyński, R. (2013). Problems with Modelling Water Distribution in Open Channels with Hydraulic Engineering Structures. Rocz. Ochrona Środowiska, 15, 245–257.

Marcilonek, S., Kostrzewa, S., Nyc, K., Drabiński, A. (1995). Cele i zadania współczesnych melioracji wodnych. [W:] Ekologiczne aspekty melioracji wodnych. Red. L. Tomiałojć. Wyd. Instytutu Ochrony Przyrody PAN, Kraków, s. 71–84.

Miler, A.T. (2009). Stan obecny małej retencji wodnej oraz perspektywy jej rozbudowy na przykładowych terenach leśnych w Wielkopolsce. Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich, PAN Oddz. W Krakowie, Komisja Technicznej Infrastruktury Wsi. Nr 4, 231-237.

Mioduszewski W., 2003: Mała retencja. Poradnik ochrony zasobów wody i środowiska naturalnego. Wyd. IMUZ Falenty.

Mioduszewski W., Pierzgalski E., 2009: Zwiększanie możliwości retencyjnych oraz przeciwdziałanie powodzi i suszy w ekosystemach leśnych na terenach nizinnych (projekt programu), Warszawa, 73.

Ochrona środowiska (2006). Informacje i opracowania statystyczne. Warszawa.

Operat (2007). Operat wodno-prawny. Zbiorniki małej retencji wodnej, gm. Czerwieńsk.

Raport o oddziaływaniu przedsięwzięcia na środowisko (2007). Biuro Projektów Inżynierii Środowiska i Melioracji „EKOPROJEKT" sp. z o.o. w Zielonej Górze.

Pancewicz A., 2002: Rzeka w przestrzeni miejskiej. Próba określenia wzajemnych relacji, [w:] Rzeki – architektura i krajobraz. Red. Z. Konopka. Śląsk, Katowice, 90–97.

Projekt (2007). Zbiorniki małej retencji wodnej gm. Czerwieńsk – zbiornik Strużyna, zbiornik Czerwieńsk. Projekt budowlany – Tom II: Projekt architektoniczno-budowlany. Biuro Projektów Inżynierii Środowiska i Melioracji „EKOPROJEKT" sp. z o.o. w Zielonej Górze.

Przybyła, C., Tymczuk, Z. (2005). Aktualny stan i program małej retencji dla Wielkopolski. [W:] Gospodarowanie wodą w Wielkopolsce. Red. K. Kasprzak. Abrys, Poznań, 7–15.
Rembeza, L. (1998). Przepływy wody i zanieczyszczeń w gruncie, analityczne metody rozwiązań. Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego, Poznań.
Surfer 8. Contouring and 3D Surface Mapping for Scientist and Engineers. Golden Software, Inc, February 2002.
Szafrański, C. (2007). Zasoby wodne Polski i ich ochrona. [W:] Zasoby przyrodnicze szansą zrównoważonego rozwoju. Red. J. Nowacki. Wyd. AR, Poznań, 67–77.
Ustawa z dnia 18 lipca 2001 r. – Prawo wodne. Dz.U. z 2001 r. Nr 115, poz. 1229.
Walczak, Z., Sojka, M., Wróżyński, R., Laks, I. (2016). Estimation of Polder Retention Capacity Based on ASTER, SRTM and LIDAR DEMs: The Case of Majdany Polder (West Poland). Water, 8, 230.
Wiatkowski, M. (2015). Problemy gospodarki wodnej zbiornika Młyny na rzece Julianpolka. Acta Sci. Pol., Formatio Circumiectus, 14(3), 191–203.
Wicher-Dysarz, J., Kanclerz, J. (2012). Funkcjonowanie małych zbiorników nizinnych z wydzieloną częścią wstępną na przykładzie zbiorników Jezioro Kowalskie i Stare Miasto. Rocz. Ochrona Środowiska, 4, 885–897.
Woś, A. (1994). Klimat Niziny Wielkopolskiej. Wyd. Naukowe UAM, Poznań.
Wytyczne do realizacji obiektów małej retencji w Nadleśnictwach (2008). Zwiększanie możliwości retencyjnych oraz przeciwdziałanie powodzi i suszy w ekosystemach leśnych na terenach nizinnych. Warszawa, ss. 57.
Zasady hodowli lasu (2012). Centrum Informacyjne Lasów Państwowych, Warszawa.
Zasady planowania i realizacji zasad małej retencji w Lasach Państwowych (1997). Dyrekcja Generalna Lasów Państwowych, Biuro Studiów i Projektów Leśnictwa Biproplas.
Zawadzki, P. (2013). Metoda ochrony i odtwarzania pojemności zbiorników przepływowych. Acta Sci. Pol., Formatio Circumiectus, 12(3), 141–149.

ANALYSIS OF IMPACT OF STRUŻYNA RESERVOIR MODERNIZATION ON GROUNDWATER LEVEL

Summary. The main aim of objects of small retention is slowing or stopping the outflow of surface water. This is important to increase the possibility of small retention basin in agricultural ecosystems and forestry. In the study was analyzed the importance of small water reservoirs on non-urbanized areas in the context of their role in the development of water resources. In the paper are presented the most often used in small retention programs drainage structures. Also are presented examples of investments by Provincial Boards of Land Reclamation and Water Facilities (water reservoirs Czerwieńsk and Strużyna). Discussing the selected projects was pointed out for the need for proper operation and monitoring of these objects. Only the correct diagnosis of the environmental conditions of designed structures, the correct implementation and operation will allow for safe and consistent with the expectation of functioning of these structures.

Key words: small water reservoirs, exploitation of land reclamation structures, water resources

Zaakceptowano do druku – Accepted for print: 1.09.2017

Do cytowań – For citation: Kałuża, T., Zawadzki, P., Mądrawski, J., Stasik, R. (2017). Analiza wpływu modernizacji zbiornika Strużyna na stany wód gruntowych. Acta. Sci. Pol., Formatio Circumiectus, 16(3), 153–169.