

KAROLINA WOJTUSZEWSKA*

Dynamika zmian stanu wód powierzchniowych i podziemnych w rejonie zbiorników wodnych Solina-Myczkowce

Słowa kluczowe

Zespół Zbiorników Zaporowych Solina-Myczkowce, środowisko wodne, wahania zwierciadła wód

Streszczenie

Celem niniejszego opracowania było przeanalizowanie wpływu zbiorników zaporowych Solina-Myczkowce na środowisko wodne po ponad 30-letnim okresie funkcjonowania. Przedstawiono charakterystykę kompleksu utworzonego w wyniku przegrodzenia rzeki San dwiema zaporami: betonową – Solina i ziemną – Myczkowce, przy uwzględnieniu podstawowych funkcji zbiorników na tle warunków geologicznych i hydrogeologicznych.

W ramach praktyki dyplomowej (wrzesień 2003) autorka wykonała pomiary zalegania zwierciadła wody w 58 studniach gospodarskich w otoczeniu zbiorników, które stały się podstawą do wykreślenia schematycznej mapy zalegania zwierciadła wód czwartorzędowych. Główne kierunki przepływu skierowane są ku brzegom zalewu. Obserwuje się wyraźnie drenujący charakter rzek i potoków uchodzących do zbiorników.

W oparciu o dane z lat 1995–2001 uzyskane w Zespole Elektrowni Wodnych (ZEW) Solina-Myczkowce S.A. opracowano przebieg zmian stanów wód powierzchniowych na zbiornikach Solina i Myczkowce oraz na rzece San powyżej i poniżej zbiorników, jak również wód podziemnych w trzech otworach badawczych. Zauważono, że pokrywają się ze sobą zarówno wyżowe, jak i niżowe stany wód, przy czym rzeka San ma bardziej wyrównany charakter w przekroju poniżej zalewu. Wyraźnie zaznacza się tu wpływ zbiornika o dużej pojemności, którym można regulować stany wód poniżej przegrodzenia doliny. Z uwagi na słabe zagospodarowanie znacznej części obszarów nadbrzeżnych, wahania zwierciadła wód gruntowych w strefie brzegowej zbiorników są niewielkie i nie notuje się szkód hydrogeologicznych.

* Mgr inż., Zakład Podziemnego Magazynowania i Składowania, Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN, Kraków.

Wprowadzenie

Zespół zbiorników zaporowych Solina-Myczkowce tworzy kaskadę hydrotechniczną, zlokalizowaną w górnym biegu Sanu. Zalew funkcjonuje już ponad 30 lat, a okres dynamicznych zmian środowiska związanych z wykonaniem inwestycji zakończył się na etapie budowy i w pierwszej fazie eksploatacji zbiorników. W chwili obecnej stan przyrody żywej i nieożywionej jest już ustabilizowany. Z uwagi na wymiar budowli i zagrożenia jakie mogłaby spowodować niewłaściwa eksploatacja, prowadzony jest nadzór i stała kontrola gospodarki wodnej.

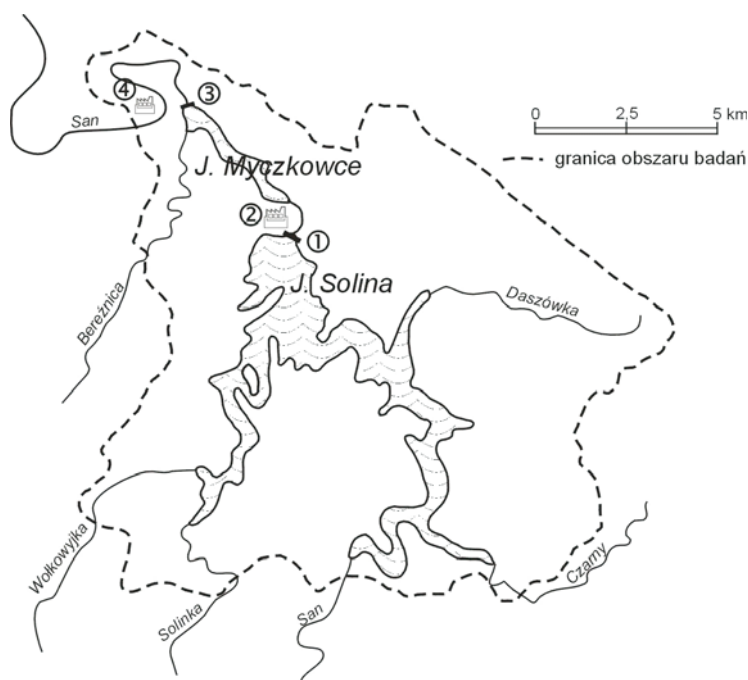
Rozpatrując oddziaływanie sztucznych zbiorników na środowisko wodne należy uwzględnić zarówno dynamikę zmian stanu wód, jak i ich jakość. W artykule w oparciu o materiały źródłowe uzyskane z Zespołu Elektrowni Wodnych (ZEW) Solina-Myczkowce przedstawiono charakterystykę kaskady hydrotechnicznej, budowę geologiczną i warunki hydrogeologiczne oraz dynamikę zmian stanu wód podziemnych i powierzchniowych. Wykonano pomiary wysokości zalegania zwierciadła wody w studniach gospodarskich, które stanowiły podstawę do opracowania mapy zwierciadła czwartorzędowego piętra wodonośnego w rejonie zalewów Solina i Myczkowce.

Cechą charakterystyczną zbiorników zaporowych jest możliwość utrzymania zmiennej wysokości zalegania zwierciadła wody w poszczególnych okresach roku. Takie wahania poziomu piętrzenia wody mogą wpłynąć niekorzystnie na zmiany środowiska przyrodniczego. Drugim czynnikiem który należy brać pod uwagę jest masowy ruch turystyczny związany z dużymi zbiornikami wody. Powodować on może ciągłe zmiany chemizmu wód zarówno w zbiorniku, jak i jego otoczeniu. Wymusza to potrzebę prowadzenia stałej kontroli jakości i redukcji ognisk zanieczyszczeń. Czynnikiem umożliwiającym uniknięcie negatywnych skutków dla środowiska wodnego jest prowadzenie właściwej gospodarki przestrzennej na terenach otaczających zbiorniki.

1. Charakterystyka kaskady hydrotechnicznej

Zespół stopni wodnych Solina-Myczkowce zlokalizowany jest na południowo-wschodnim obszarze Polski. Solińska zapora piętrząca przegradza San w 325 km (licząc od ujścia w kierunku źródła). U podstawy zapory betonowej przy lewym brzegu rzeki znajduje się elektrownia wodna Solina. Poniżej, w km 319 rzeki San, znajduje się zapora ziemna stopnia wodnego Myczkowce połączona z elektrownią wodną. Zalew objął San na długości 27 km i Solinkę na długości ponad 14 km. Jezioro ma zatem dwie główne odnogi, a całkowita długość bardzo urozmaiconej linii brzegowej przekracza 150 km (rys. 1).

Inwestycja jest kluczowym obiektem gospodarowania wodami powierzchniowymi w Polsce południowo-wschodniej. Stworzenie jeziora o powierzchni 22 km² wymagało zalania terenów kilku wsi. Pod wodą znalazły się: Solina, Teleśnica Sanna, Horodeł, Sokole, Chrewt i duża część Wołkowyji (Archiwum ZEW Solina-Myczkowce).



Rys. 1. Stopień wodny Solina-Myczkowce

1 – betonowa zapora wodna Solina, 2 – elektrownia wodna Solina, 3 – ziemna zapora wodna Myczkowce, 4 – elektrownia wodna Myczkowce

Fig. 1. Solina-Myczkowce Water Storage Reservoirs

1 – gravity dam Solina, 2 – hydropower plant Solina, 3 – rock-fill dam Myczkowce, 4 – hydropower plant Myczkowce

Stopień wodny Solina-Myczkowce ma charakter kaskadowy, a praca obydwu zbiorników jest zsynchronizowana. Decydujące znaczenie dla takiego układu ma zbiornik Solina położony wyżej, posiadający możliwość zakumulowania dużej ilości wody. Układ taki pozwala na uzyskanie maksymalnej ilości energii rzeki i uniknięcie jałowych zrzutów wody (Dziewański 1963).

Zespół obiektów Solina-Myczkowce jest wielozadaniowy. Nadrzędną rolę pełni zalew soliński przejmując większość funkcji, zbiornik Myczkowce ze względu na małą powierzchnię posiada charakter wyrównawczy i nie spełnia funkcji przeciwpowodziowych.

Podstawowymi zadaniami zbiornika Solina (Ocena... 2000) są:

- wykorzystanie zbiornika do celów energetycznych polegające na utrzymaniu właściwego poziomu piętrzenia, zabezpieczeniu możliwości pracy elektrowni z przyjętą gwarancją mocy, wykorzystaniu całkowitego rocznego dopływu;
- ochrona przeciwpowodziowa polegająca na utrzymaniu stałej rezerwy przeciwpowodziowej. Wartość ta jest zmienna w ciągu roku 0–50 mln m³ i utrzymywana według określonego harmonogramu. W powodziowym sezonie letnim tworzy się

i utrzymuje rezerwę w całości. W okresie od 1 do 30 września rezerwa ta maleje i od 1 października do 20 kwietnia praktycznie nie jest zachowywana. W miesiącach wiosennych zbiornik w Solinie osiąga niskie piętrzenie spowodowane opróżnieniem zbiornika w miesiącach zimowych, stwarzając warunki do przyjęcia nadwyżek wody;

- retencjonowanie wody do celów komunalnych zapewnia maksymalne zmagazynowanie wody w zbiorniku przed szczytem energetycznym jesienno-zimowym w celu zaopatrzenia w wodę miast, osiedli i zakładów przemysłowych zlokalizowanych w dorzeczu rzeki San;
- podwyższenie przepływów minimalnych jako wieloletnia działalność zbiornika Solina. Duża pojemność retencyjna może wpłynąć na zwiększenie przepływów niższych w rzece poniżej przegrodzenia doliny. Utrzymuje się wysoki odpływ w miesiącach XI-II nawet przy wystąpieniu suchych zim;
- tworzenie dogodnych warunków dla rozwoju rekreacji i wypoczynku w rejonie powstałego zbiornika.

Podstawowe zadania zbiornika Myczkowce (Ocena... 2000):

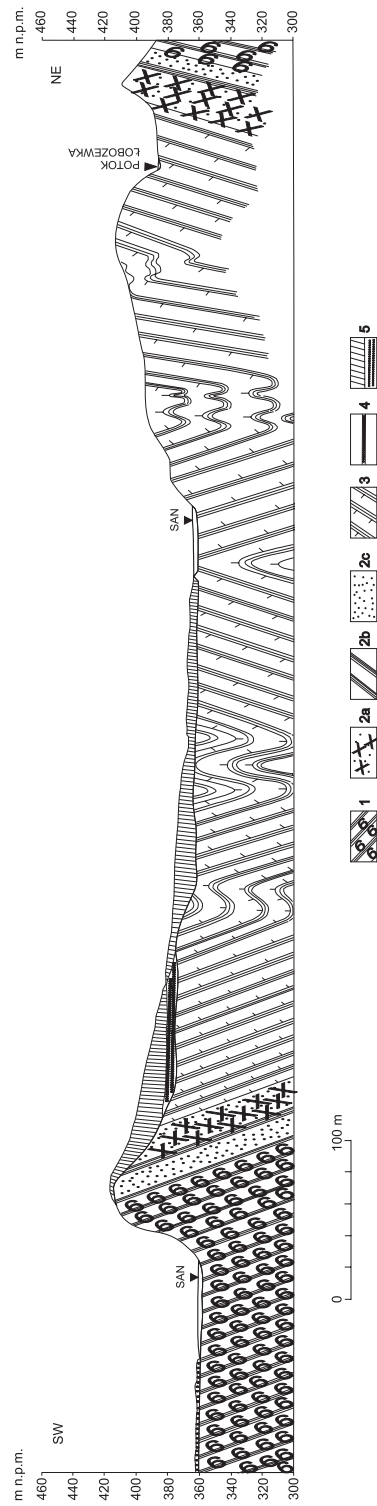
- produkcja energii elektrycznej przez elektrownię Myczkowce. Ilość produkowanej energii zależy od pracy elektrowni w Solinie, a dokładnie od ilości zrzuconej wody,
- dobowe wyrównanie zrzutu wody z Elektrowni Wodnej Solina przy wykorzystaniu pojemności użytkowej zbiornika Myczkowce,
- wyrównanie dobowe odpływów do rzeki San polegające na utrzymaniu przepływu minimalnego w wysokości $6 \text{ m}^3/\text{s}$ poniżej elektrowni w Myczkowcach. Wartość przepływu ustalono w oparciu o pojemność użyteczną zbiornika w Solinie, średni roczny odpływ i energetyczne wykorzystanie zasobów wodnych oraz retencjonowanie wody dla potrzeb rewersyjnego pompowania, do którego wykorzystuje się pojemność użytkową zbiornika Myczkowce.

2. Budowa geologiczna i warunki hydrogeologiczne

Rejon objęty wpływem stopnia wodnego Solina-Myczkowce znajduje się na obszarze centralnej depresji karpackiej, stanowiącej wewnętrzne synklinorium karpackie, gdzie na powierzchni odsłaniają się wyłącznie utwory warstw krośnieńskich. Tworzą one szereg jednostek tektonicznych, z których jedna nazwana synkliną Czulnia-Jawor obejmuje większą część opisywanego odcinka doliny Sanu (Dziewański 1961).

W dokumentacjach geologiczno-inżynierskich dla stopnia wodnego Solina zastosowano podział litologiczno-facjalny wydzielając następujące warstwy (Ocena... 2000) (rys. 2):

- krośnieńskie środkowe: seria łupkowo-piaskowcowa, piaskowiec gruboławicowy (glaukonitowy),
- krośnieńskie dolne: seria łupkowo-piaskowcowa, seria piaskowców gruboławicowych, seria łupków i piaskowców.



Rys. 2. Przekrój geologiczny przez synklinę Czulinia-Jawor (Dziewański 1973, z uzupełnieniami)
 1 – seria piaskowcowo-lupkowa, 2 – warstwy środkowo-krośnieńskie: a – piaskowiec stropowy, b – wkładka piaskowcowo-lupkowa, c – piaskowiec spagowy,
 3 – seria lupkowo-piaskowcowa, 4 – utwory żwirowe pokrywy aluwialnej, 5 – utwory gliniaste

Fig. 3. Geological cross-section through Czulinia-Jawor syncline (Dziewański 1973, modified)
 1 – sandstone-shale formation, 2 – krośnieńskie-middle strata: a – roof sandstone, b – sandstone-shale liner, c – floor sandstone, 3 – shale-sandstone formation,
 4 – gravel formation of alluvial cover, 5 – clay formation

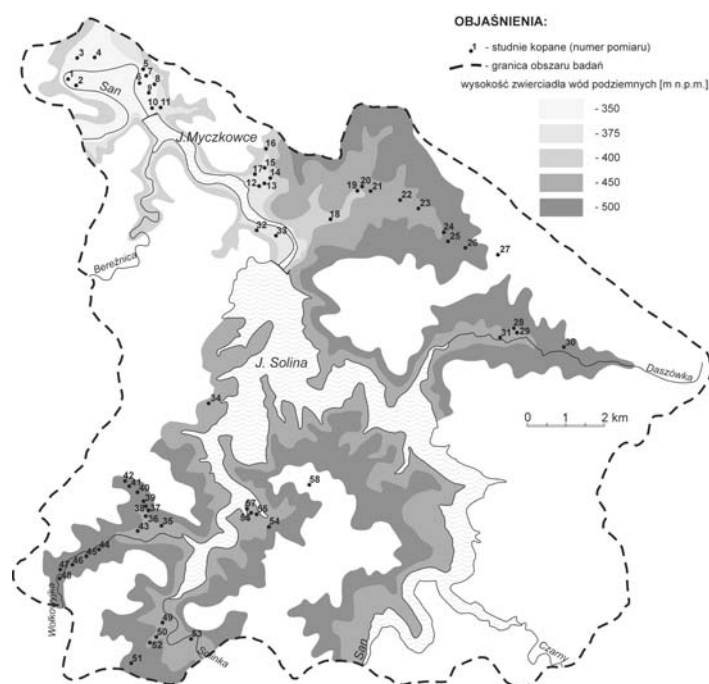
Z punktu widzenia warunków geologiczno-inżynierskich i funkcjonowania zbiornika istotne jest występowanie i ułożenie kompleksów piaskowcowych. Podstawowy horyzont przewodni stanowi piaskowiec gruboławicowy rozpoczynający sedimentację warstw krosieńskich środkowych. Seria ta składa się w zasadzie z dwóch ławic o dużej grubości rzędu 25 m (piaskowiec stropowy i spągowy) przedzielonych około pięciometrową wkładką łupków i piaskowców. Omawiany piaskowiec jest twardy i dość odporny na wietrzenie (Dziewański 1961).

W rejonie zbiorników występują zasadniczo dwa typy pokryw czwartorzędowych – zwietrzelinowo-stokowe i rzeczne (aluwia). Grubość pokryw zboczowych jest zmienna, lecz na ogół nie przekracza kilku metrów (Dziewański, Starkel 1962).

Rejon badań charakteryzuje się występowaniem zasadniczo jednego poziomu wodonośnego, na który składają się wody w szczelinach masywu skalnego połączone z wodami w utworach czwartorzędowych. Głównym źródłem zasilania są opady atmosferyczne. Ogólnie można stwierdzić, że w piętrze wodonośnym zwierciadło ma charakter swobodny, a spływ odbywa się ku zbiornikom (Ocena... 2000). Bardzo często w utworach zboczowych występują także płytkie wody zawieszane, zabagnienia i wysięki, które nie posiadają związku z wodami szczelinowymi i mają charakter okresowy.

Warunki infiltracji w Karpatach są niekorzystne. Odpływ podziemny szacowany jest na mniej niż 1/3 odpływu całkowitego. Tak niska wartość odpływu wynika z małych zdolności retencyjnych zlewni. Cienkie czwartorzędowe pokrywy gromadzą niewiele wody. Mało zasobne są także cienkoławicowe piaskowce i łupki zajmujące duże powierzchnie. Nawet bogata szata roślinna nie wpływa istotnie na poprawę własności retencyjnych. Znaczna część obszaru jest zalesiona, co ogranicza spływ powierzchniowy. Szybki spływ wody do cieków zachodzi więc na drodze podpowierzchniowej. Często występujące tu źródła mają małą wydajność, a większość funkcjonuje okresowo (Soja 2002; Trafas 2001).

W ramach praktyki dyplomowej w 2003 r. autorka wykonała pomiary wysokości zwierciadła wód podziemnych, które stanowiły podstawę do opracowania schematycznej mapy czwartorzędowego piętra wodonośnego (rys. 3). Ze względu na specyfikę terenu większość pomiarów ograniczono do dolinnych i przyzbiornikowych fragmentów zlewni. Znaczna część obszaru, zwłaszcza niezagospodarowane partie górsko-wyżynne, jest niedostępna. Wykonanie pomiarów w tych częściach było więc praktycznie niemożliwe. Z uwagi na brak dostępnych studni głębinowych mapę zalegania czwartorzędowego piętra wodonośnego wykonano na podstawie 58 pomiarów zalegania zwierciadła wody w studniach gospodarskich, które wykonano za pomocą świstawki (tab. 1). Z mapy zalegania zwierciadła wód podziemnych wynika, że główne kierunki przepływu skierowane są ku brzegom zalewu (rys. 3). Obserwuje się wyraźnie drenujący charakter rzek i potoków uchodzących do zbiornika.



Rys. 3. Schematyczna mapa czwartorzędowego piętra wodonośnego

Fig. 3. General map of Quaternary groundwater horizon

TABELA 1

Zestawienie wyników pomiarów zalegania zwierciadła wody wykonanych w 58 studniach gospodarskich w rejonie zbiorników Solina-Myczkowce (wrzesień 2003)

TABLE 1

Ground water table measurements made in 58 dug wells in Solina-Myczkowce reservoirs region (September 2003)

Numer studni na mapie (rys. 3)	Lokalizacja (miejscowość, nr)	Rzędna terenu [m n.p.m.]	Głębokość studni [m p.p.t.]	Wysokość kryzy [m]	Głębokość do zwierciadła wody [m]	Rzędna zwierciadła wody [m n.p.m.]
1	2	3	4	5	6	7
1	Zwierzyń 54	350	6,0	0,9	5,4	344,6
2	Zwierzyń 46	350	4,5	0,5	4,0	346,0
3	Zwierzyń 25	345	3,8	0,7	3,3	341,7
4	Myczkowce Os.	350	–	0,3	2,5	347,5
5	Myczkowce	350	–	0,5	0,6	349,4
6	Myczkowce 16	350	5,1	0,7	3,6	346,4
7	Myczkowce 24	355	6,0	0,4	5,3	349,7
8	Myczkowce 51	355	5,9	0,7	5,6	349,4
9	Myczkowce 52	350	4,0	0,5	3,7	346,3
10	Myczkowce	355	6,0	0,7	5,0	350,0

Tabela 1 cd.

Table 1 cont.

1	2	3	4	5	6	7
11	Myczkowce	360	9,3	0,4	7,1	352,9
12	Bóbrka 40	365	1,7	–	0,1	364,9
13	Bóbrka 42	365	3,4	0,9	2,7	362,3
14	Bóbrka 65	375	7,9	0,8	7,1	367,9
15	Bóbrka 22	370	2,3	0,6	1,5	368,5
16	Bóbrka 14	380	3,3	0,3	2,4	377,6
17	Bóbrka 32	375	4,6	0,9	2,9	372,1
18	Łobozew Dolny 9	400	6,1	0,7	5,8	394,2
19	Łobozew Dolny 22	400	2,7	0,0	0,9	399,1
20	Łobozew Dolny 29	415	4,8	0,6	4,2	410,8
21	Łobozew Dolny 38	410	4,4	1,0	1,4	408,6
22	Łobozew Dolny 56	425	4,9	0,9	4,6	420,4
23	Łobozew Dolny 63	455	7,6	0,6	5,9	419,1
24	Łobozew Górny 12	460	4,8	0,9	2,4	457,6
25	Łobozew Górny	465	8,2	0,85	7,3	457,7
26	Łobozew Górny 30	465	5,1	0,6	4,7	470,3
27	Łobozew Górny 42	525	6,1	0,7	4,8	520,2
28	Teleśnica Osz.	450	–	0,0	0,1	449,9
29	Teleśnica Osz. 23	445	4,7	1,0	3,8	441,2
30	Teleśnica Osz.	470	–	0,6	2,6	467,4
31	Teleśnica Osz.	435	–	0,0	6,3	428,7
32	Zabrodzie	380	10,3	0,6	4,9	375,1
33	Zabrodzie 22	365	6,6	1,0	3,4	361,6
34	Polańczyk 12	450	5,0	0,8	4,1	445,9
35	Wołkowyja 32	440	2,9	0,7	0,8	439,2
36	Rybne 1	440	2,8	0,8	2,0	438,0
37	Rybne 5	460	3,65	0,95	1,8	458,2
38	Rybne 8	465	3,1	0,85	2,1	462,9
39	Rybne 12	465	4,3	0,75	1,7	463,3
40	Rybne	470	–	0,8	2,2	467,8
41	Rybne 31	480	3,0	0,0	1,0	479,0
42	Rybne 32	480	1,1	0,0	0,9	489,1
43	Wołkowyja 18	440	5,1	0,8	4,6	435,4
44	Górzanka 15	460	2,0	0,5	1,9	458,1
45	Górzanka 50	465	4,4	0,8	3,1	461,9
46	Górzanka 54	470	3,3	0,7	2,2	467,8
47	Górzanka 66	475	3,6	0,8	1,7	473,3
48	Górzanka 57	480	3,3	0,7	1,0	479,0
49	Bukowiec 17	440	7,1	0,9	5,5	434,5
50	Bukowiec 29	445	3,4	0,5	3,2	441,8

Tabela 1 cd.

Table 1 cont.

1	2	3	4	5	6	7
51	Bukowiec 64	475	4,1	0,8	2,2	472,8
52	Bukowiec	445	5,8	0,8	2,0	443,0
53	Bukowiec 87	430	7,9	0,8	7,7	422,3
54	Zawóz 28	455	4,2	1,0	2,7	452,3
55	Zawóz	430	4,0	0,5	3,3	426,7
56	Zawóz 3	430	1,3	0,8	0,8	429,2
57	Zawóz	420	0,8	0,0	0,0	420,0
58	Werlas 14	550	6,4	0,7	5,1	544,9

4. Dynamika zmian stanów wód

4.1. Wody powierzchniowe

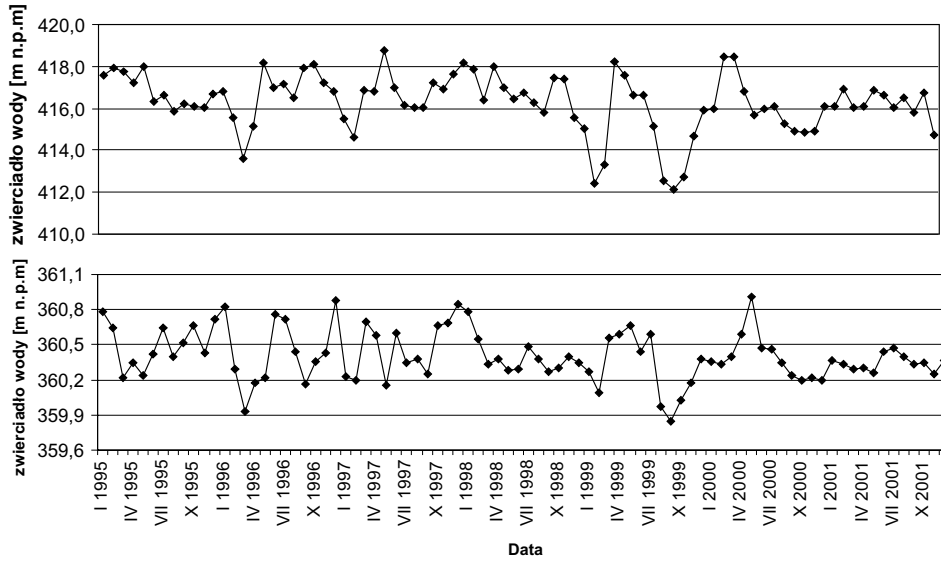
Dynamika zmian stanów wód powierzchniowych na obszarze zlewni górnego Sanu jest stale kontrolowana. Techniczno-organizacyjną obsługę sieci stacji wodowskazowych prowadzi zespół IMiGW, dane przekazywane są do stacji zbiorczej w Lesku.

Pomiary stanów wód podziemnych wraz z danymi o wysokości opadów stanowią podstawę ustalania prognoz dopływu wody do zbiornika Solina i regulacji odpływów.

Rzędne wysokości lustra wody w zbiornikach odnotowywane są codzienne. W normalnych warunkach dobowe zmiany poziomu wody dla zalewu Solina nie przekraczają 0,5 m, roczne 10–15 m, a maksymalne dochodzą do 20 m. W przypadku zbiornika Myczkowce obserwuje się znacznie większe wahania dobowe – maksymalnie około 3,5 m. Zjawisko to jest spowodowane nierównomiernym dobowym zrzutem wody z Elektrowni Wodnej Solina. Zbiornik Myczkowce pełni więc funkcję wyrównawczą.

W oparciu o dane pomiarowe uzyskane w ZEW autorka zestawiała przebieg zmian stanów wód powierzchniowych w zbiornikach Solina i Myczkowce oraz na rzece San powyżej i poniżej zbiorników w latach 1995–2001 (Wojtuszevska 2004). Rezultaty prac przedstawiono na wykresach (rys. 4 i 6).

Rysunek 4 przedstawia średnie miesięczne stany zwierciadła wody obliczone na podstawie codziennych pomiarów w zbiornikach Solina i Myczkowce w latach 1995–2001. Wyraźna zależność pomiędzy średnimi stanami zwierciadła w obu zbiornikach widoczna jest w fazach znacznego wzrostu lub nagłego spadku poziomu piętrzenia wody w zbiornikach. Pojawiające się różnice są skutkiem odmiennych funkcji jakie spełniają zbiorniki. Główną funkcją zalewu Myczkowce jest wyrównanie wahań stanów zwierciadła wody, a zbiornik Solina pełni rolę przede wszystkim retencyjną. W związku powyższym wahania pomiarów zwierciadła w zbiorniku Myczkowce zaznaczają się wyraźniej niż w zbiorniku Solina.



Rys. 4. Stany zwierciadła wody w zbiornikach Solina (A) i Myczkowce (B) w latach 1995–2001

Fig. 4. Water table fluctuation of Solina (A) and (Myczkowce) reservoirs for the period of 1995–2001

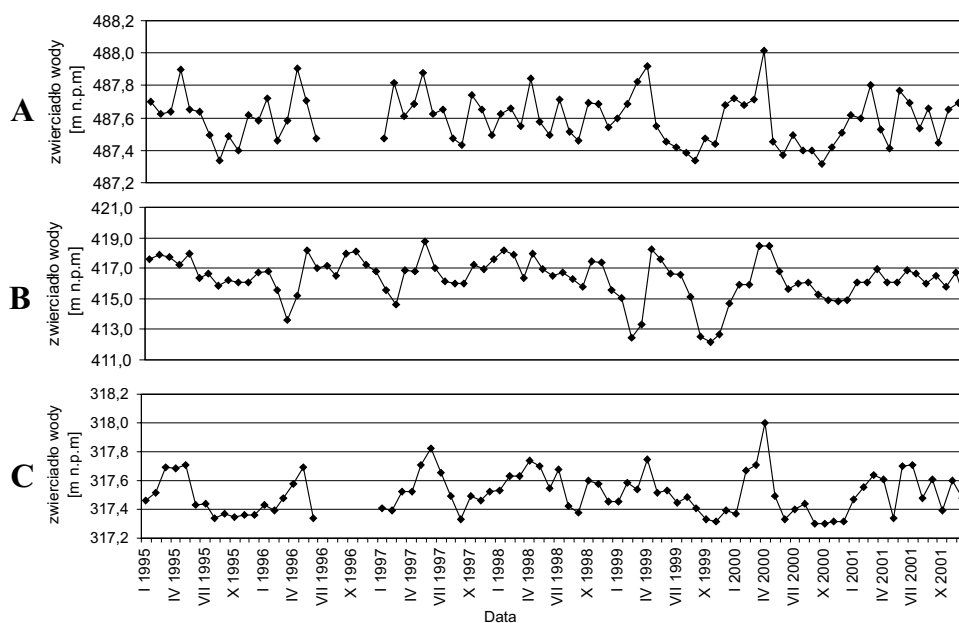


Rys. 5. Położenie stacji wodowskazowych Sanu w przekrojach Lesko i Zatwarnica

Fig. 5. Localization of water-level indicators of San river in Lesko and Zatwarnica

W celu przedstawienia wahań zwierciadła wody na rzece San wybrano dwa przekroje wodowskazowe: Zatwarnica i Lesko (rys. 5).

Pomiary stanów zwierciadła wody dla wymienionych przekrojów wykonywane są trzy razy dziennie w godzinach: 06, 12 i 18. Ze względu na fakt, iż analizie poddano położenie zwierciadła z dłuższego okresu, wartości uśredniono dla każdego miesiąca w latach 1995–2001. Dane są niekompletne; brakuje pomiarów z drugiej połowy 1996 r. Analizując uzyskane wyniki (rys. 6) można zauważyć znaczne podobieństwo wahań zwierciadła w przekrojach rzecznych. Wyraźnie pokrywają się ze sobą zarówno wyżowe, jak i niżowe stany wód. Różnice pojawiają się w okresach występujących wahań zwierciadła w przekroju Zatwarnica, co należy tłumaczyć górnym charakterem rzeki na tym odcinku. W przypadku przekroju Lesko stany wód są bardziej wyrównane. Widoczny jest tu wpływ zbiornika o dużej pojemności, za pomocą którego można regulować stany i przepływy w rzece poniżej przegrodzenia doliny. Jako zbiornik o wyrównaniu wieloletnim utrzymuje wysoki odpływ w miesiącach IX–II nawet podczas suchych zim.



Rys. 6. Stany zwierciadła wody w Sanie w przekroju Zatwarnica (A) i Lesko (C) oraz w zbiorniku Solina (B) w latach 1995–2001

Fig. 6. Water table fluctuation of San river in Zatwarnica (A) and Lesko (C), comparing to Solina reservoir (B) for the period of 1995–2001

Należy także zaznaczyć, że wahania wody w zbiornikach mogą mieć znaczący wpływ na tworzenie osuwisk. Zalew górnego Sanu funkcjonuje już ponad 30 lat, a okres dynamicznych zmian środowiskowych zakończył się (Ocena... 2000). W przypadku takich obiektów wahania eksploatacyjne poziomu wody w zbiornikach nie powodują dużego zagrożenia osuwis-

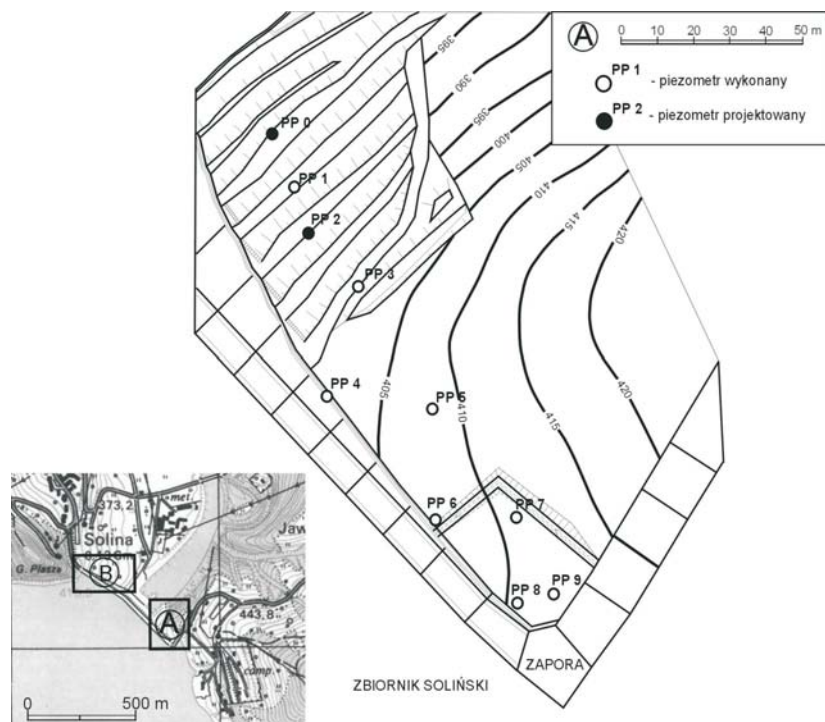
kowego. Wznowienie procesów egzodynamicznych strefy brzegowej możliwe jest w czasie znacznego zwiększenia prędkości opróżniania zbiornika. Aby zapobiec takim przypadkom w instrukcji eksploatacji zbiornika określa się dopuszczalne prędkości technologicznych zmian poziomu wody (Mysiak 1980). W rzeczywistości wystąpienie sytuacji awaryjnych lub remontowych wymaga znacznego obniżenia poziomu piętrzenia wody w zbiorniku. Zachowanie bezpiecznej prędkości obniżania lustra wody jest wtedy trudne do osiągnięcia ze względu na bardzo powolne oddawanie wody zretencjonowanej w masywie skalnym w wyniku wieloletniego piętrzenia. W okresie 1995–2001 uwzględnionym w niniejszym artykule nie stwierdzono tego typu zagrożenia.

4.2. Wody podziemne

Zbiorniki zaporowe jako sztuczne elementy krajobrazu mają istotny wpływ na otaczające środowisko. W przypadku górskich obszarów związanych z funkcjonowaniem zalewów duże znaczenie mają problemy natury hydrogeologicznej. Do najczęściej zaobserwowanych należą (Ocena... 2000):

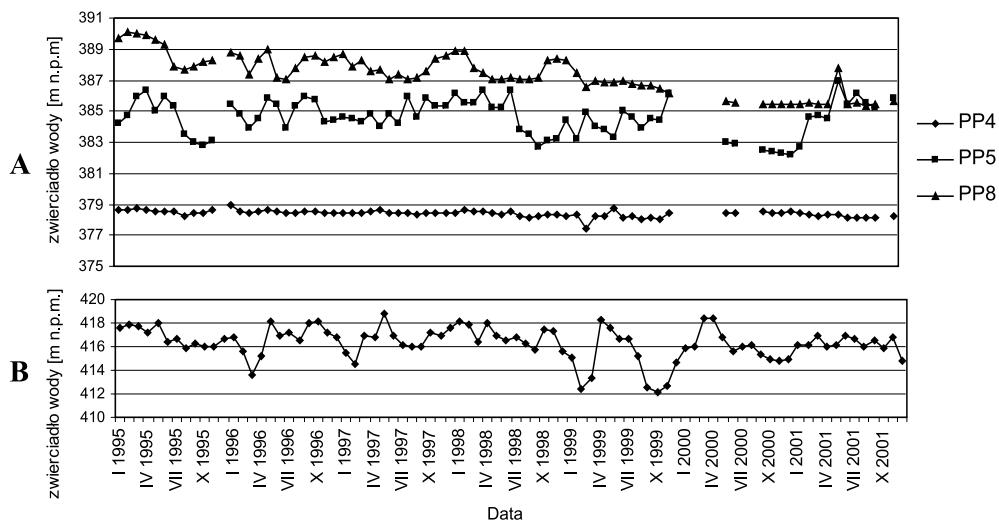
- niekorzystne zmiany reżimu wód podziemnych w otoczeniu brzegów zbiornika, prowadzące do podtopienia lub zabagnienia terenów sąsiednich,
- straty i ucieczki boczne wody zgromadzonej w zbiorniku do sąsiednich dolin,
- nadmierna filtracja w podłożu i w rejonie przyczółków zapory,

Mając na celu kontrolę wymienionych zjawisk prowadzi się stałe obserwacje hydrogeologiczne w okresie eksploatacji zbiornika. Wykorzystywane do tego celu urządzenia kontrolno-pomiarowe przystosowane są do automatycznego odczytu i współpracują z systemem wczesnego ostrzegania informując o zagrożeniach (Ocena... 2000). W przypadku obiektów ZEW Solina-Myczkowce systematycznymi pomiarami hydrogeologicznymi objęte są obszary przyzaporowe. W tych rejonach zaobserwowano nasilenie filtracji wód podziemnych ze stopnia górnego do dolnego. Jest to spowodowane zwiększonym gradientem hydraulicznym, wynikającym z różnicy poziomów wody. Zjawisko to miało istotny wpływ na lokalizację otworów badawczych. W rejonie zapory Solina wykonano 12 piezometrów wodowskazowych – 8 w prawym (A) i 4 w lewym skrzydle (B) (rys. 7). Rozmieszczenie piezometrów wodowskazowych w prawym przyczółku zapory przedstawia rysunek 7. Na podstawie danych pomiarowych ZEW zestawiono przebieg wahań zwierciadła wód gruntowych. Do szczegółowej analizy wybrane zostały trzy najbardziej reprezentatywne otwory badawcze położone na prawym skrzydle zapory. Na lewym skrzydle otwory wykonano stosunkowo niedawno, a pierwsze pomiary odnotowane w ZEW pochodzą z 6 kwietnia 2004 r. Pomiary w otworach obserwacyjnych wykonywane są przez pracowników ZEW najczęściej raz w tygodniu, dlatego dla przedstawienia zmian stanów zwierciadła wody w niniejszym artykule zostały uśrednione dla każdego miesiąca w latach 1995–2001. Danych o położeniu zwierciadła nie odnotowano w grudniu 1995 r., styczniu, lutym, marcu, kwietniu, maju, sierpniu i wrześniu 2000 r. oraz listopadzie 2001 r. (rys. 8). Z porównania stanów wody na przestrzeni siedmiu lat widać wyraźne różnice między poziomami zwierciadła



Rys. 7. Lokalizacja piezometrów wodowskazowych na prawym skrzydle zapory Solina (A) – marzec 2004 r. (wg dokumentacji technicznej ZEW, z uzupełnieniami)

Fig. 7. Localization of monitoring wells at the right side of Solina dam (A) – March 2004 r. (after technical documentation of ZEW, modified)



Rys. 8. Położenie zwierciadła wody w piezometrach (A) i w zbiorniku Solina (B) w latach 1995–2001

Fig. 8. Groundwater level in monitoring wells (A) and Solina reservoir (B) for the period of 1995–2001

w otworach obserwacyjnych PP4, PP5 i PP8. Piezometr PP4 zlokalizowany jest bezpośrednio przy podstawie zapory na rzędnej 401,4 m n.p.m. Średnia głębokość do zwierciadła wynosi 23 m i na przestrzeni kilku lat jego zmiany są niewielkie. Otwór PP5 położony jest od zapory nieco dalej niż PP4 na wysokości 408,7 m n.p.m. Najwyższy stan wód podziemnych obserwowano w czerwcu 2001 r. (zwierciadło zalegało na wysokości 387,0 m n.p.m.), a najniższy w styczniu 2001 (rzędna 392,2 m n.p.m.). W porównaniu do stanów wód odnotowanych w piezometrze PP4 pojawiły się znacznie większe miesięczne wahania poziomu wody. Piezometr PP8, podobnie jak PP4, wykonano w niewielkiej odległości od zapory na rzędnej 410,2 m n.p.m., jednak nie bezpośrednio w jej podstawie. Średnia głębokość do zwierciadła wynosi 22,8 m, ale zmiany położenia wody są już znacznie bardziej zauważalne. Najwyższy stan wód podziemnych obserwowano w lutym 1995 r. (rzędna zwierciadła 390,0 m n.p.m.), a najniższy we wrześniu 2001 r. (rzędna zwierciadła 385,3 m n.p.m.).

Wahania zwierciadła wód gruntowych związane ze zmianami poziomu piętrzenia wody występują także w otoczeniu zbiornika. W przypadku dolin rzek karpackich zasięg takich zmian jest lokalny i zazwyczaj niewielki. Ponadto, z uwagi na słabe zagospodarowanie terenu i znaczną szerokość pasa nadbrzeżnego należącego do ZEW Solina-Myczkowce, wahania zwierciadła wód gruntowych w strefie brzegowej obu zbiorników są niewielkie. ZEW Solina-Myczkowce nie notuje skarg związanych ze szkodami natury hydrogeologicznej i od momentu budowy w żadnym ze zbiorników nie stwierdzono bocznych ucieczek wody (Ocena... 2000).

Wnioski końcowe

Zespół stopni wodnych Solina-Myczkowce po już ponad trzydziestoletnim okresie funkcjonowania stanowi integralną część krajobrazu górnego biegu Sanu. Dynamiczne oddziaływanie na poszczególne komponenty środowiska zakończyło się we wczesnych etapach eksploatacji zbiorników. Jednak, z uwagi na wielkość kompleksu, istnieje konieczność prowadzenia stałej kontroli stanu środowiska, zwłaszcza wodnego.

1. Podstawowym problemem towarzyszącym zbiornikom są roczne i dobowe zmiany wysokości piętrzenia wody. Średnie roczne wahania zwierciadła w zbiorniku Solina wynoszą 10–15 m, a średnie dobowe dochodzą do 0,4 m. W przypadku wyrównawczego zbiornika Myczkowce obserwuje się znacznie większe wahania dobowe – maksymalnie około 3,5 m, co spowodowane jest nierównomiernym zrzutem wody z Elektrowni Wodnej Solina-Myczkowce. Z rejestrów wahań zwierciadła wodny w zbiornikach i na rzece San wynika, że pokrywają się ze sobą zarówno wyżowe, jak i niżowe stany wód. Dostrzegalny jest bardziej wyrównany charakter rzeki poniżej zbiorników. Wyraźnie zaznacza się tu wpływ zbiornika o dużej pojemności, którym można regulować stany wód poniżej przegrodzenia doliny.
2. Zmiany poziomu piętrzenia wody w zbiornikach mają bezpośredni wpływ na wahania zwierciadła wód gruntowych. Z opracowanej mapy zalegania czwartorzędowego piętra

wodonośnego wynika że, główne kierunki przepływu skierowane są ku brzegom zalewu. Obserwuje się wyraźnie drenujący charakter rzek i potoków uchodzących do zbiorników. Ponadto w ZEW Solina-Myczkowce od momentu budowy inwestycji nie stwierdzono bocznych ucieczek wody ze zbiorników.

3. W celu przedstawienia wahań położenia zwierciadła wód gruntowych wybrano trzy otwory badawcze zlokalizowane u podstawy zapory Solina, tj. PP4, PP5 i PP8. W latach 1995–2001 największe zmiany zaobserwowano w piezometrze PP8. Najwyższy stan wód podziemnych wystąpił w lutym 1995 r. (na 390,0 m n.p.m.), a najniższy we wrześniu 2001 r. (385,3 m n.p.m.). Z uwagi na słabe zagospodarowanie znacznej części obszarów nadbrzeżnych, wahania zwierciadła wód gruntowych w strefie brzegowej zbiorników są niewielkie i nie notuje się szkód hydrogeologicznych.

LITERATURA

- Dziewański J., 1961 – Dokumentacja geologiczno-inżynierska dla projektowanego stopnia wodnego Solina na Sanie. Przedsiębiorstwo Geologiczno-Inżynierskie, Kraków.
- Dziewański J., 1963 – Geologiczno-inżynierskie problemy budowy stopni wodnych na odcinku doliny górnego Sanu. Przegląd Geologiczny nr 1, Warszawa.
- Dziewański J., 1973 – Geologiczne warunki posadowienia zapór wodnych w skałach facji fliszowej na przykładzie górnego Sanu. Polska Akademia Nauk, Warszawa.
- Dziewański J., Starkeł L., 1962 – Dolina Sanu między Soliną a Zwierzyniem w czwartorzędzie. Pr. geogr. Inst. Geogr. PAN nr 36.
- Mysiak M., 1980 – Instrukcja gospodarowania wodą w warunkach normalnych i powodziowych Zespołu Elektrowni Wodnych Solina-Myczkowce. Politechnika Rzeszowska, Rzeszów.
- Ocena oddziaływania na środowiska obiektów Solina i Myczkowce. Praca zbiorowa pod redakcją S. Michalika, H. Słoty, Z. Witkowskiego. Kraków 2000 (niepubl.).
- Soja R., 2002 – Komentarz do mapy sozologicznej Polski. Skala 1:50 000, arkusz Ustrzyki Dolne.
- Trafas M., 2001 – Komentarz do mapy sozologicznej Polski. Skala 1:50 000, arkusz Lesko.
- Wojtuszevska K., 2004 – Wpływ zbiornika Solińskiego na środowisko wodne. Praca magisterska, AGH, Kraków.
- Materiały archiwalne Zespołu Elektrowni Wodnych Solina-Myczkowce

SURFACE AND GROUNDWATER FLUCTUATION IN SOLINA AND MYCZKOWCE DAM RESERVOIRS REGION**Key words**

Water Storage Reservoirs Solina-Myczkowce, water environment, surface and groundwater table fluctuation

Abstract

The main goal of the paper was the evaluation of the Solina and Myczkowce Water Storage Reservoirs influence on water environment after over 30 years of functioning. It presents the characteristic of both reservoirs and water dams (gravity – Solina and rock-filled – Myczkowce), taking into account their main functions and geological-hydrogeological conditions.

During the Master's Thesis practice (September 2003) the author measured the level of ground water table in 58 dug wells around the reservoirs. The measurements were used to create a map of Quaternary groundwater horizon. The main water flow is directed towards the lakeside. One can observe the drainage character of rivers and streams.

Further research work was based on Solina-Myczkowce Hydropower Plants' database for the period of 1995–2001. The author presented the surface water fluctuation of Solina and Myczkowce reservoirs and the San river above and below the reservoirs, as well as groundwater table fluctuation in 3 monitoring wells. Following, both high and low waters are synchronous, and the fluctuation of the San river is smooth below the reservoirs. One can observe a great influence of the large reservoir, which provides water regulation. Due to low land development of the area groundwater table fluctuations are barely noticeable and no hydrogeological damages have been reported.