

ADAM MAŁECKI *

JAKOŚĆ WÓD PODZIEMNYCH ZLEWNI BEZPOŚREDNIEJ JEZIORA SŁAWSKIEGO

Słowa kluczowe: poziom wód gruntowych, jakość wód gruntowych

Streszczenie

W okresie 1999-2003 badano poziom i jakość wód podziemnych w zlewni bezpośredniej Jeziora Sławskiego. Trendy zmian jakości wód podziemnych, ich poziomu oraz poziomu wód Jeziora Sławskiego przedstawiono i zanalizowano na w tabelach.

Wprowadzenie

Zasoby wodne są w znacznym stopniu narażone na niekorzystne zmiany ilościowe i jakościowe. W celach praktycznych używa się określenia zubożenie zasobów wód i degradacja jakości wód, choć zwykle oba rodzaje niekorzystnych zmian są ściśle ze sobą powiązane i należy je rozpatrywać łącznie. Zubożenie zasobów polega na zaburzeniu równowagi obiegu wody, które powoduje zmniejszenie zasobów dyspozycyjnych na danym obszarze. W głównej mierze zachodzi ono przez uszczuplenie odpływu stałego, regulowanego retencją grun-
tową.

Degradacja jakości wód polega najczęściej na ich zanieczyszczeniu mechanicznym, chemicznym lub biologiczno-organicznym. Mówi się także o skażeniu wód, gdy substancje zanieczyszczające nie występowały w warunkach naturalnych lub o zatruciu wód, gdy niekorzystne zmiany wpływają radykalnie na biologiczne właściwości wody. W wodach podziemnych obniżenie jakości następuje wskutek wprowadzania do nich substancji szkodliwych lub działań geotechnicznych celowych, aczkolwiek nieukierunkowanych na zanieczyszczenie wód lub działań niezamierzonych. W związku z postępującym zanieczyszczeniem wód podziemnych zachodzi konieczność monitorowania tego zjawiska. Istotną, a równocześnie trudną do określenia przyczyną pogarszania się czystości tych wód jest wymywanie i spływ powierzchniowy składników zanie-

* Uniwersytet Zielonogórski; Instytut Inżynierii Środowiska; Zakład Ekologii Stosowanej

czyszczających, w tym i agrochemikaliów. Wymywanie biogenów z gleb zachodzi głównie dwiema drogami:

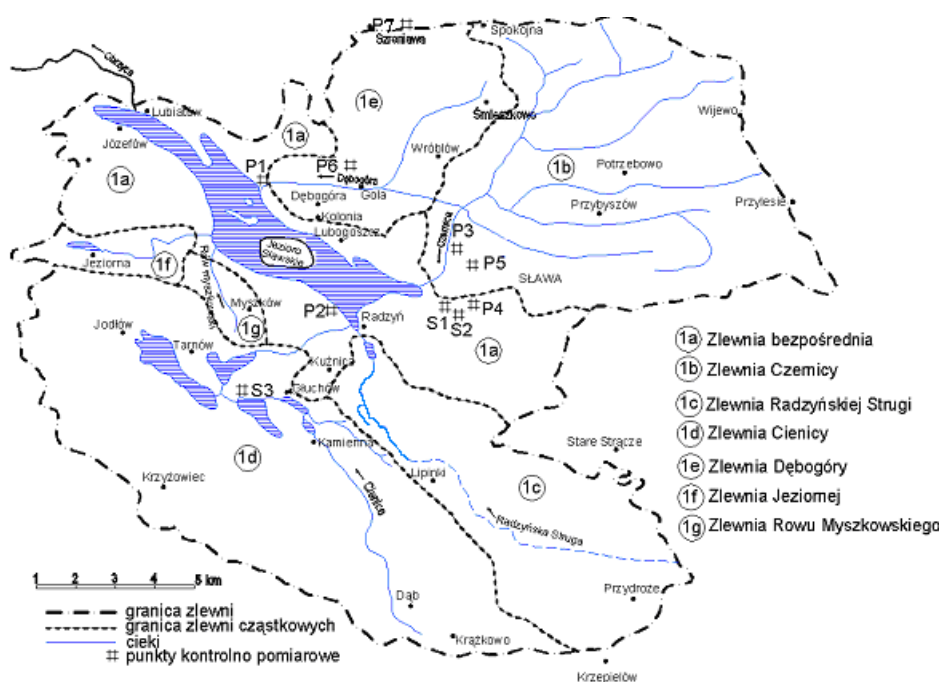
- rozpuszczanie i spływ z wodami powierzchniowymi oraz przesiąkanie do wód podziemnych,
- spływ z warstwy powierzchniowej, zwłaszcza przy dużych nachyleniach terenu i ulewnych deszczach.

Do niedawna panował pogląd, że chemizm wód podziemnych na użytkach rolniczych zdeterminowany jest produkcją rolną. Również opady atmosferyczne mają decydujący wpływ na przebieg procesu wymywania z gleb związków biogennych.

Obszar badań i metodyka

W okresie badań 1999-2003 r., próby wody pobierano w cyklu miesięcznym z 6 piezometrów i jednej studni rozmieszczonych w zlewni bezpośredniej Jeziora Sławskiego. Rozmieszczenie punktów kontrolno-pomiarowych ilustruje rys. 1. W próbach badano stężenie: fosforu ogólnego, fosforanów, azotu ogólnego azotu amonowego, azotu azotanowego, azotu azotynowego, pH, utlenialności i BZT₅. Łącznie wykonano 3600 analiz chemicznych w Laboratorium Instytutu Inżynierii Środowiska Uniwersytetu Zielonogórskiego, oznaczając badane parametry wg metodyki Hermanowicza i in. [1999].

Przyjmując, że dynamika pierwszego poziomu wód podziemnych jest w głównej mierze uzależniona od nasilenia opadów atmosferycznych, analizę skrajnych wahań oparto na materiałach własnych. Analiza ta umożliwia podanie skrajnych wartości zalegania zwierciadła wód podziemnych pierwszego poziomu. Do tej charakterystyki posłużyły piezometry i studnie rozmieszczone na granicach 6 zlewni cząstkowych, które podzielono według lokalizacji na różnych jednostkach morfologicznych. Podział ten przedstawia rys. 1, pokazując równocześnie rozmieszczenie punktów pomiarowych.



Rys. 1. Rozmieszczenie punktów kontrolno-pomiarowych wód podziemnych

Wyniki badań

Analizując wahania pierwszego poziomu wód podziemnych autor zdaje sobie sprawę, że materiał dokumentacyjny dla wyciągnięcia pełnych wniosków jest niewystarczający. Brak danych geologicznych, szczególnie charakterystyki litologicznej obserwowanych warstw wodonośnych i ich wartości filtracyjnych utrudnia to zadanie, mimo to przeprowadzona analiza daje pewne rozeznanie omawianego zagadnienia.

Poniższe zestawienie (tab.1) obejmuje charakterystykę skrajnych wartości dynamiki pierwszego poziomu wód podziemnych w obrębie poszczególnych jednostek morfologicznych.

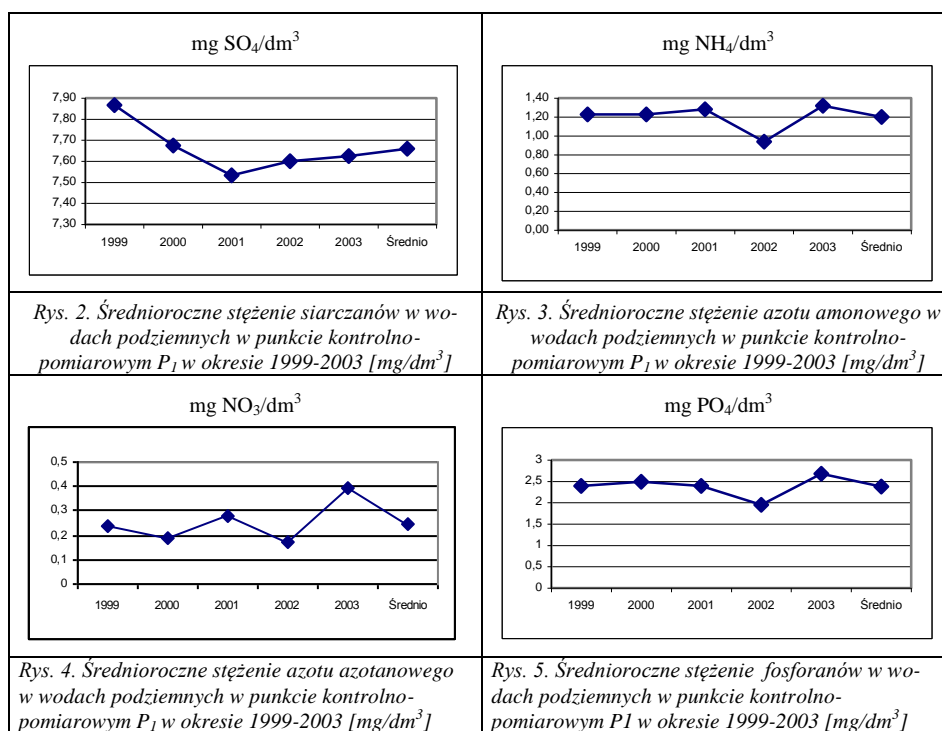
Tab. 1. Zestawienie średnich i skrajnych wartości kształtowania się dynamiki pierwszego poziomu wód podziemnych w latach 1999-2003 w zlewni bezpośredniej Jeziora Ślawnickiego

Pkp*	Zwierciadło wody [m]			Średnie amplitudy	Średnia roku		H [m]	m n.p.m.
	Średnie	Min.	Max.		suchego (2003)	mokrego (2002)		
P ₃	0,98	0,44	1,4	1,06	1,15	0,65	7,31	66,00
S ₃	1,39	0,95	1,78	0,73	1,47	1,03	2,42	60,20
P ₆	5,05	4,46	6,47	2,01	5,96	4,65	13,00	64,10
P ₁	11,08	10,3	11,6	1,30	11,30	10,87	12,57	62,00
P ₂	16,70	16,4	16,9	0,50	16,89	16,53	19,30	60,00
P ₄	4,17	3,93	4,37	0,44	4,24	4,06	16,27	67,00
P ₅	-	-	-	-	-	-	8,71	63,00

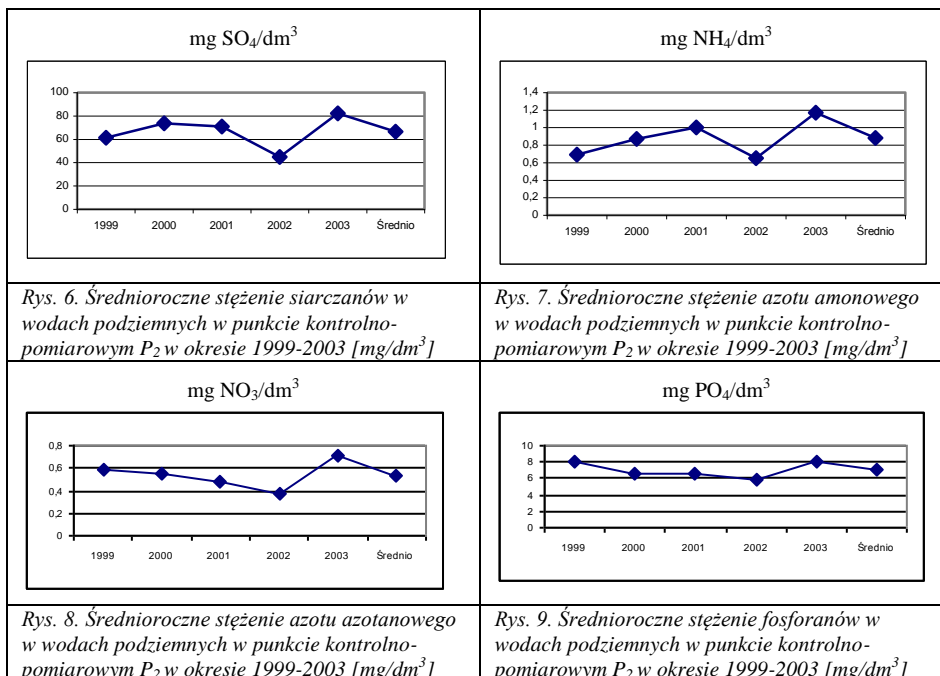
Pkp* - punkty kontrolno-pomiarowe

Z analizy danych wynika, że wszystkie wartości maksymalne przypadają na mokry rok hydrologiczny. Piezometr P₅ w okresie badań był suchy.

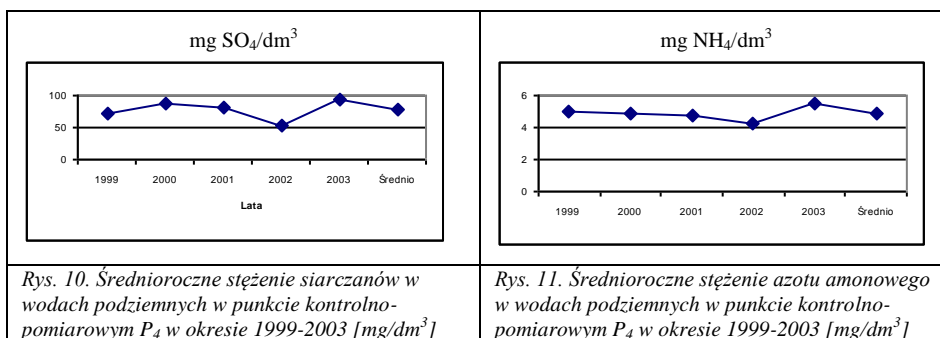
Wyniki badań jakości wód podziemnych wybranych parametrów w zlewni bezpośredniej jeziora Ślawnickiego zestawiono na rys. 2-5, pokazujących trendy zmian badanych parametrów. Rys. 2-5 dotyczą zmian wybranych parametrów fizyczno-chemicznych wody pobranej w punkcie kontrolno-pomiarowym P₁.

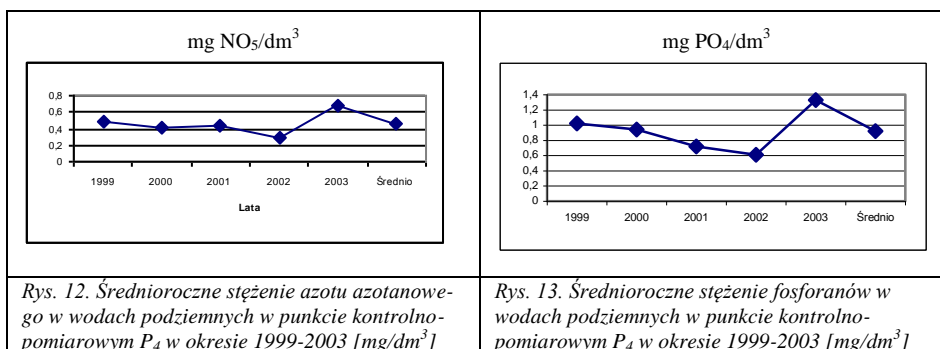


Dane na rys. 6-9 dotyczą zmian wybranych parametrów fizyczno-chemicznych wody pobranej w punkcie kontrolno-pomiarowym P₂.

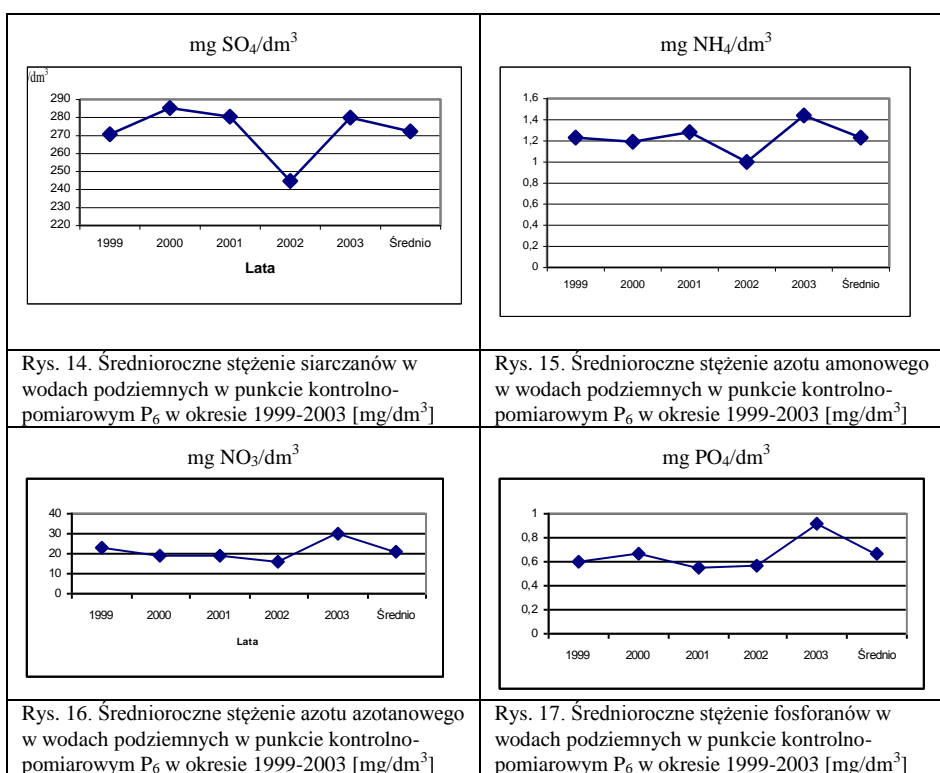


Dane na rys. 10-13 dotyczą zmian wybranych parametrów fizyczno-chemicznych wody pobranej w punkcie kontrolno-pomiarowym P₄.

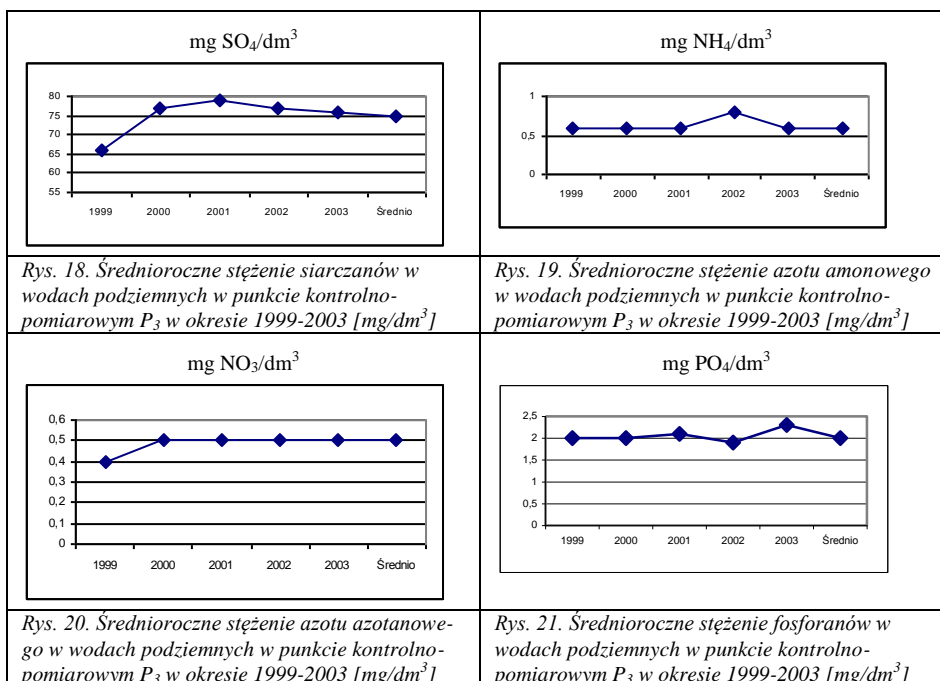




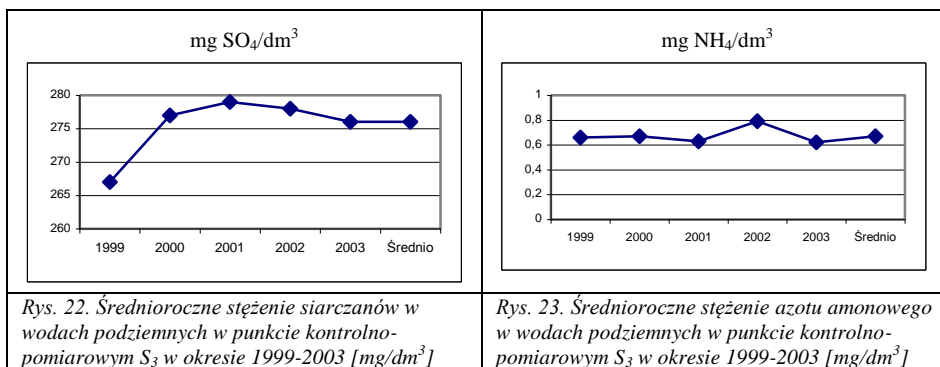
Na rys. 14-17 przedstawiono zmian wybranych parametrów fizykochemicznych wody pobranej w punkcie kontrolno-pomiarowym P₆.

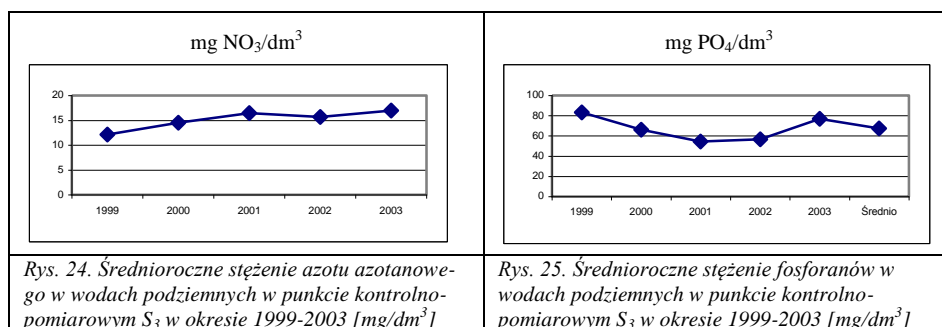


Na rys. 18-21 przedstawiono zmian wybranych parametrów fizykochemicznych wody pobranej w punkcie kontrolno-pomiarowy P₃.



Zmian wybranych parametrów fizyczno-chemicznych wody pobranej w punkcie kontrolno-pomiarowym S₃ przedstawiają rys. 22-25.





Analiza wyników badań

Na podstawie wyników badań i ich interpretacji graficznej na rys. 2-25, można stwierdzić znaczną rozpiętość stężeń oznaczanych składników, której miarą jest stosunek maksymalnego i minimalnego stężenia w okresie badań. Największym zróżnicowaniem we wszystkich punktach kontrolno-pomiarowych charakteryzowały się stężenia fosforanów, które (według pięciostopniowej klasyfikacji wód podziemnych) klasyfikują je do wód złej jakości.

Stężenia azotanów w wodzie utrzymywały się na poziomie typowym dla rejonów rolniczych opisywanych przez innych autorów [Bartoszewicz 1979, 1984, 1994; Borowiec i in. 1978; Pondel i Tarelak 1981]. Podobnie przedstawiał się poziom stężeń fosforanów.

Badania Borowca i Zabłockiego [1990] wykazały, że najsilniejszy wpływ na stężenia badanych składników wywierały różnice w opadach, nieznacznie słabszy - rośliny uprawne, a stosunkowo słaby - różnice w nawożeniu. Zależność tę potwierdzają badania nawozowe Kurzbauera [1990] na glebach pseudobielicowych pylastych, który podaje wielkości nawożenia mineralnego, powyżej których następuje znaczny wzrost wypłukiwania składników nawozowych z gleby. W przypadku nawozów azotowych autor wielkość tę określa na ok. 150 kg/ha, a nawozów potasowych na ok. 130 kg/ha.

W badanej zlewni nawożenie nie przekracza 87 kg NPK/ha. Potwierdza to tezę, że nawożenie mineralne nie musi być bezpośrednim sprawcą postępującej eutrofizacji ekosystemów wodnych.

W tabeli 2 przedstawiono średnie wartości analizowanych w badaniach wskaźników zanieczyszczeń dla poszczególnych kwartałów, półrocza zimowego i letniego oraz dla okresu wegetacyjnego. Średnie wartości dotyczą okresu 1999÷2003.

Tab. 2. Średnie stężenia badanych zanieczyszczeń w wodach podziemnych dla poszczególnych kwartałów, półroczy i okresu wegetacyjnego w okresie 1999-2003 w zlewni bezpośredniej Jeziora Sławskiego [mg/dm^3]

Okres	pH	ChZT	utlenia- ność	Cl	SO ₄	P _{PO4}	N _{NO2}	N _{NH4}	N _{NO3}	BZT ₅
Kwartał I	7,50	30,20	7,82	34,93	57,87	1,85	0,008	0,28	0,19	1,78
Kwartał II	7,53	36,10	9,83	40,40	76,47	6,10	0,006	0,24	14,30	4,08
Kwartał III	7,65	37,30	10,53	41,33	83,6	1,91	0,108	0,30	9,43	4,20
Kwartał IV	7,74	37,00	11,68	44,73	83,93	9,20	0,089	0,23	19,78	1,78
Średnio	7,66	35,10	9,59	40,35	75,47	5,01	0,060	0,27	11,65	3,06
Okres XI-IV	7,53	33,60	8,82	39,83	70,90	5,53	0,049	0,26	9,99	1,79
Okres V-X	7,79	36,70	11,10	40,87	80,03	4,01	0,019	0,27	11,87	4,14
Okres IV-X	7,75	36,85	11,12	40,91	79,09	4,76	0,013	0,33	15,46	4,77

Wahania zwierciadła wód podziemnych reprezentują zmiany zachodzące w strefie saturacji warstw wodonośnych na skutek dwóch przeciwstawnych procesów, jakimi są efektywne zasilanie i odpływ podziemny. Charakteryzują one zasoby wód czasowo retencjonowanych w ośrodku nasyconym podziemnej strefy krążenia. W zależności od struktury hydrogeologicznej środowiska, w którym odbywa się pionowy i poziomy ruch wód, stany wód podziemnych charakteryzują położenia swobodnego lub naporowego zwierciadła wody. Wody podziemne występujące w utworach porowatych określa się terminem wód gruntowych. Zwierciadło wód gruntowych stanowi granicę między strefą saturacji (pełnego nasycenia gleby wodą), a strefą aeracji, w której obok pewnej ilości wody wolnej w postaci wód wsiąkowych i zawieszonych znajdują się także wody związane (kapilarne, błonkowe i higroskopijne). Wahania stanów wód gruntowych zależą nie tylko od pojemności retencyjnej warstwy wodonośnej, głębokości położenia zwierciadła wody i wykształcenia litologicznego strefy aeracji, ale także od źródeł zasilania infiltracyjnego. Na badanym obszarze dominuje zasilanie pochodzące z opadów atmosferycznych oraz topnienia śniegu i dlatego wahania wód gruntowych stanowią odbicie przebiegu warunków pogodowych.

Odmienne przebiegają wahania stanów wód Jeziora Sławskiego. Z przedstawionych danych, odnoszących się do kilkuletniej zmienności stanów wody w Jeziorze Sławskim za okres 1999-2003 wynika, że ma ono dodatni trend zmian (0,44 cm/rok). Dowodzi to, że zmiany te nie są tylko funkcją wielkości atmosferycznego zasilania zlewni, choć te wykazują również tendencję wzrostową, ale mogą być uwarunkowane oddziaływaniem różnorodnych czynników lokalnych na obieg wody (hydrologicznych, antropogenicznych). Niemniej jednak istnieje zgodność pomiędzy równaniami regresji wyznaczonymi dla średnich rocznych stanów wody, średniej z wielolecia oraz wartości stanów

ekstremalnych. Dowodzić to może względnej stabilizacji warunków wymiany wody w jeziorze i stanowi dogodną miarę zróżnicowania warunków wymiany wody (tab. 3).

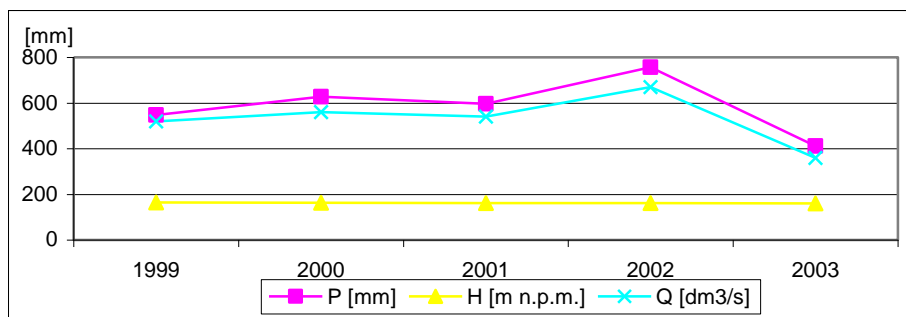
Tab. 3. Zmiany średnich rocznych przepływów (Q), na tle wahań stanów wody (H) Jeziora Sławskiego i opadu (P) w latach 1999-2003

Posterunek	Parametr	Okresy uśredniania					1999-2003
		1999	2000	2001	2002	2003	
Radzyń [IMGW]	P [mm]	548	627	596	756	411	588
Radzyń [IMGW]	H[m n.p.m.]	57,10	57,09	57,08	57,07	57,06	57,08
Lubiatów	Q [m^3/s^{-1}]	0,520	0,563	0,539	0,668	0,355	0,529

Legenda: zero wodowskazu wynosi 55,46 m. n.p.m.

W odpływie jeziora na Obrzycy, rejestrowanym w przekroju Lubiatów zauważalny jest bardzo nieregularny odpływ. Wskaźnik nierównomierności odpływu wynosi 1,84. Odpływowi towarzyszy równoczesne obniżanie się średniego zwierciadła wody w Jeziorze Sławskim. Notowany przyrost odpływu w 2002 roku wyniósł aż 28,5%. Wielkość ta nie może być pokrywana wyłącznie z zasobów wodnych samego jeziora, którego poziom obniżył się w tym okresie o 3 cm, lecz jest rezultatem regulowanej gospodarki wodnej prowadzonej w zlewni.

Graficzną charakterystykę omówionych wahań zwierciadła wody w Jeziorze Sławskim przedstawiono na rysunku 26, ilustrującego zmiany średnich rocznych stanów wody w analizowanym okresie.



Rys. 26. Zmiany średnich rocznych stanów wody Jeziora Sławskiego w okresie 1999-2003 na tle opadów i odpływu

Podsumowanie

Wahania poziomu zwierciadła wody w Jeziorze Sławskim wynikają prawdopodobnie z istnienia nierównowagi bilansowej pomiędzy przychodami i rozchodami wody. Wraz z wahaniami poziomu wody obserwowane są ekwiwalentne zmiany retencji jeziornej, które są wypadkową oddziałujących na jezioro strumieni dopływu i odpływu wody, a zróżnicowanie ilościowe i jakościowe jest odbiciem funkcji pełnionej przez jezioro w systemie odpływu.

Literatura

1. BARTOSZEWICZ A.: *Zasolenie wód glebowo-gruntowych Wielkopolski oraz jego związek z warunkami glebowymi oraz intensyfikacją nawożenia*. Roczn. AR, 91: 53-54. Poznań 1979
2. BARTOSZEWICZ A.: *Stężenie niektórych jonów w wodach gruntowych gleb uprawnych*. Roczn. AR .. 159:19-31. Poznań.1984
3. BARTOSZEWICZ A.: *Skład chemiczny wód powierzchniowych zlewni intensywnie użytkowanych rolniczo w warunkach glebowo-klimatycznych Równiny Kościańskiej*. Roczn. AR. Rozprawy Naukowe 250. Poznań 1994
4. BOROWIEC S., SKRZYCZYŃSKI T., KUCHARSKA T.: *Migracja składników z gleb Niziny Szczecińskiej*. Szczecińskie Towarzystwo Nauk. Wydz. Nauk Rolniczych. 47: 1-68. 1978
5. BOROWIEC S., ZABŁOCKI Z.: *Czynniki kształtujące zmiany chemizmu odcieków drenarskich z gruntów ornych w okolicach Szczecina w latach 1075-1984*. [W:] *Zanieczyszczenia obszarowe w zlewniach rolniczych*.:117-122. IMiUZ, Falenty 1998
6. HERMANOWICZ W., DOJLIDO J., DOŻEŃSKA W.; KOZIOROWSKI B; ZERZE J.: *Fizyczno-chemiczne badanie wody i ścieków*. Arkady, wyd. II. 1999
7. KURZBAUER A.: *Wymywanie składników nawozowych z gleb pylastych różnie użytkowanych i nawożonych na podstawie badań działów drenarskich*. [W:] *Zanieczyszczenia obszarowe w zlewniach rolniczych*.: 91-95. IMiUZ, Falenty 1990
8. PONDEL H., TERLAK H.: *Skład chemiczny wód drenarskich jako podstawa oceny strat składników mineralnych wynoszonych do wód gruntowych*. Pam. Puław: 75, Prace IMGW 1981

THE QUALITY OF THE UNDERGROUND WATER OF THE LAKE SŁAWSKIE DIRECT DRAINAGE BASIN

Key words: level of ground water, quality of ground water

S u m m a r y

In the years 1999-2003, researches of the level and quality of the underground water of the Lake Sławskie direct drainage basin were done. Trends concerning changes of the underground water quality, its level and level of the Lake Sławskie water, have been presented and analysed in charts.