

POLITECHNIKA KOSZALIŃSKA

Z E S Z Y T Y  
N A U K O W E  
W Y D Z I A Ł U  
B U D O W N I C T W A  
I I N Ź Y N I E R I I  
Ś R O D O W I S K A  
NR 20

INŻYNIERIA ŚRODOWISKA



## ***Wpływ retencjonowania wody w śródpolnych oczkach wodnych i rowach na jej jakość\****

Michał Fiedler, Czesław Szafranski,  
Jerzy Bykowski  
Katedra Melioracji  
i Kształtowania Środowiska  
Akademia Rolnicza w Poznaniu

### **1. Wstęp**

Występujące w ostatnich latach coraz większe zapotrzebowanie na wodę pociąga za sobą konieczność ochrony jej zasobów, nie tylko pod względem ilościowym ale także jakościowym. Za eutrofizację wód powierzchniowych i gruntowych bardzo często obarczane jest rolnictwo, które może wprowadzać do wód znaczne ilości zanieczyszczeń [7]. Proces ten jest rozciągnięty w czasie co spowodowane jest długim czasem dopływu substancji rozpuszczalnych od powierzchni terenu do wód gruntowych, a następnie ich odpływem z wodami drenarskimi [5]. Rozpoznanie procesów przemieszczania się zanieczyszczeń jest bardzo istotne w przypadku zwiększania zasobów wody dostępnej w zlewni, poprzez zatrzymywanie odpływów drenarskich na obszarach rolniczych [2,3]. Proponowane rozwiązania polegają na zatrzymywaniu odpływów drenarskich w śródpolnych oczkach wodnych oraz budowę zastawek i innych urzą-

---

\* Praca wykonana w ramach projektu badawczego nr 5P06H 096 14 finansowanego przez KBN

dzeń piętrzących na rowach melioracyjnych [4,6]. Retencjonowanie wody w śródpolnych oczkach wodnych polega na bezodpływowym zatrzymywaniu wody w oczku. Natomiast przy retencjonowaniu wody przy pomocy zastawek, część wody przepływa przez urządzenia piętrzące. W związku z tym należy wziąć pod uwagę, że retencjonowanie odpływów drenarskich w śródpolnych oczkach wodnych może wpływać na jakość wód w odmienny sposób niż w przypadku retencjonowania wody w rowach drenarskich.

## 2. Metodyka

W pracy wykorzystano wyniki badań prowadzonych w Doświadczalnej Stacji Badawczej Katedry Melioracji i Kształtowania Środowiska znajdującej się w Mokronosach na Pojezierzu Gnieźnieńskim (52°53'N, 17°28'E), oraz w doświadczalnym obiekcie drenarskim Ostrowo Szlacheckie, położonym na obszarze Wysoczyzny Gnieźnieńskiej (52°22'N, 17°36'E).

W pracy wykorzystano analizy próbek wody pochodzących z śródpolnego oczka wodnego, z wód gruntowych pobieranych w zlewni tego oczka, a także z wprowadzonego do oczka odpływu drenarskiego. Próbkę wody do analiz pobierano w latach od 1992 do 2000 w odstępach miesięcznych, po uprzednim odpompowaniu wód stagnujących. W niektórych okresach, z uwagi na zamrożenie oczka lub obniżenie się lustra wody gruntowej poniżej głębokości studzienek, nie pobierano próbek wody do analiz. Zakres analiz obejmował oznaczanie odczynu wody gruntowej oraz zawartości Ca, Mg, Fe, K, Na, Cl, NO<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub>, NH<sub>4</sub>, PO<sub>4</sub>, SO<sub>4</sub>. Wielkości te oznaczano następująco: Ca i Mg - metodą miareczkowania, Fe, NO<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub>, NH<sub>4</sub>, i PO<sub>4</sub> - spektrofotometrycznie, K i Na - metodą ASA, Cl - metodą argentometryczną i SO<sub>4</sub> - metodą wagową.

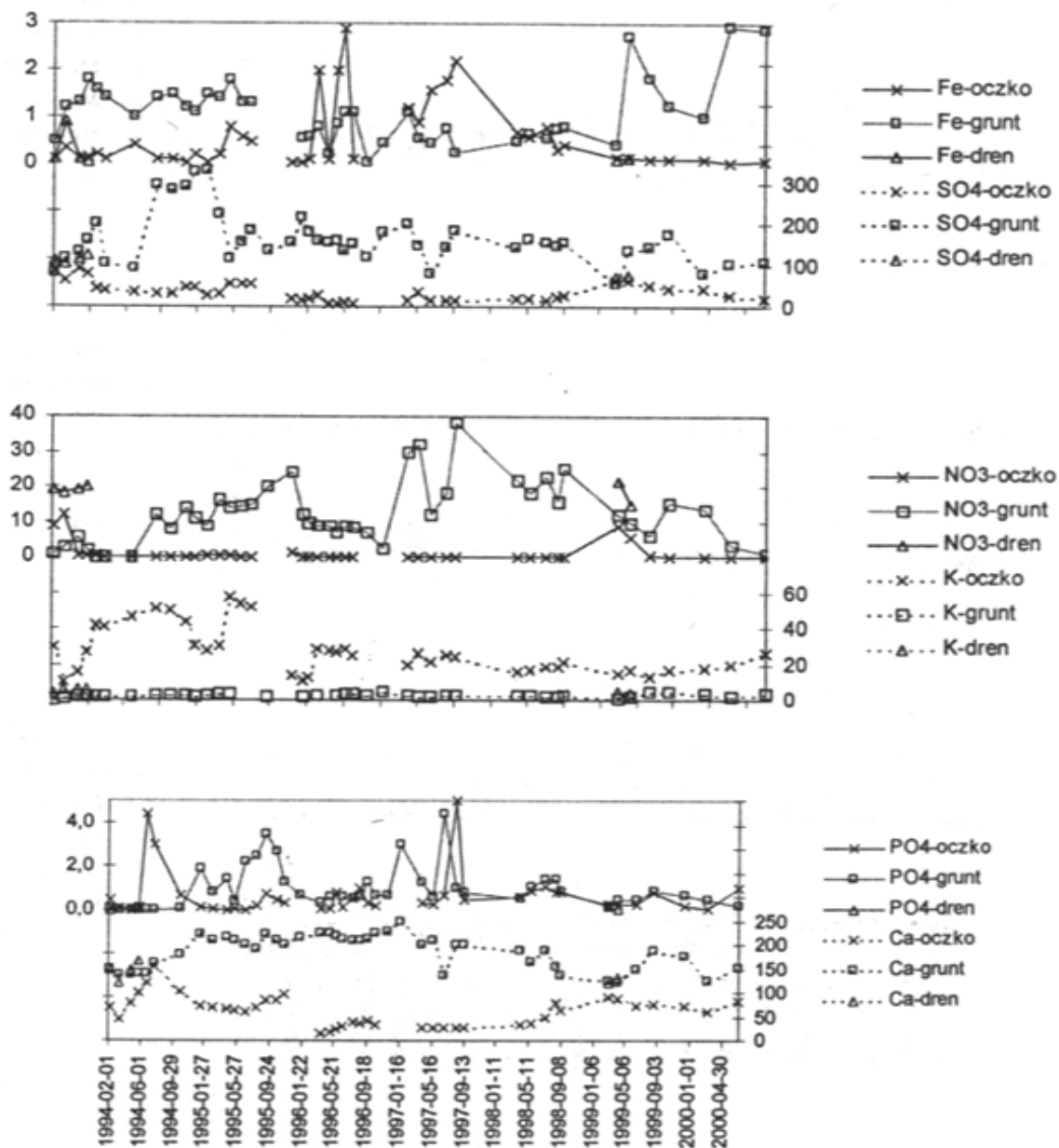
Na terenie obiektu Ostrowo Szlacheckie pobierano próbki wody z rowu przed i za zastawką piętrzącą wody drenarskie oraz z wód gruntowych w terenie przyległym do rowu. Próbkę wody pobierano w roku 1999 oraz 2000, a zakres i metodyka analiz były identyczne jak na obiekcie Mokronosy.

## 3. Wyniki badań

Geomorfologicznie, teren na którym znajduje się Stacja Mokronosy, stanowi fragment falistej moreny dennej zlodowacenia bałtyckiego fazy poznańskiej. Teren obiektu charakteryzuje się bogatym urzeźbieniem z licznie występującymi wzniesieniami oraz znacznymi spadkami terenu. W pokrywie glebowej występują gleby płowe typowe przechodzące w gleby płowe gruntowo-glejowe oraz w położone w najniższych częściach obiektu czarne ziemie zbrunatniałe.

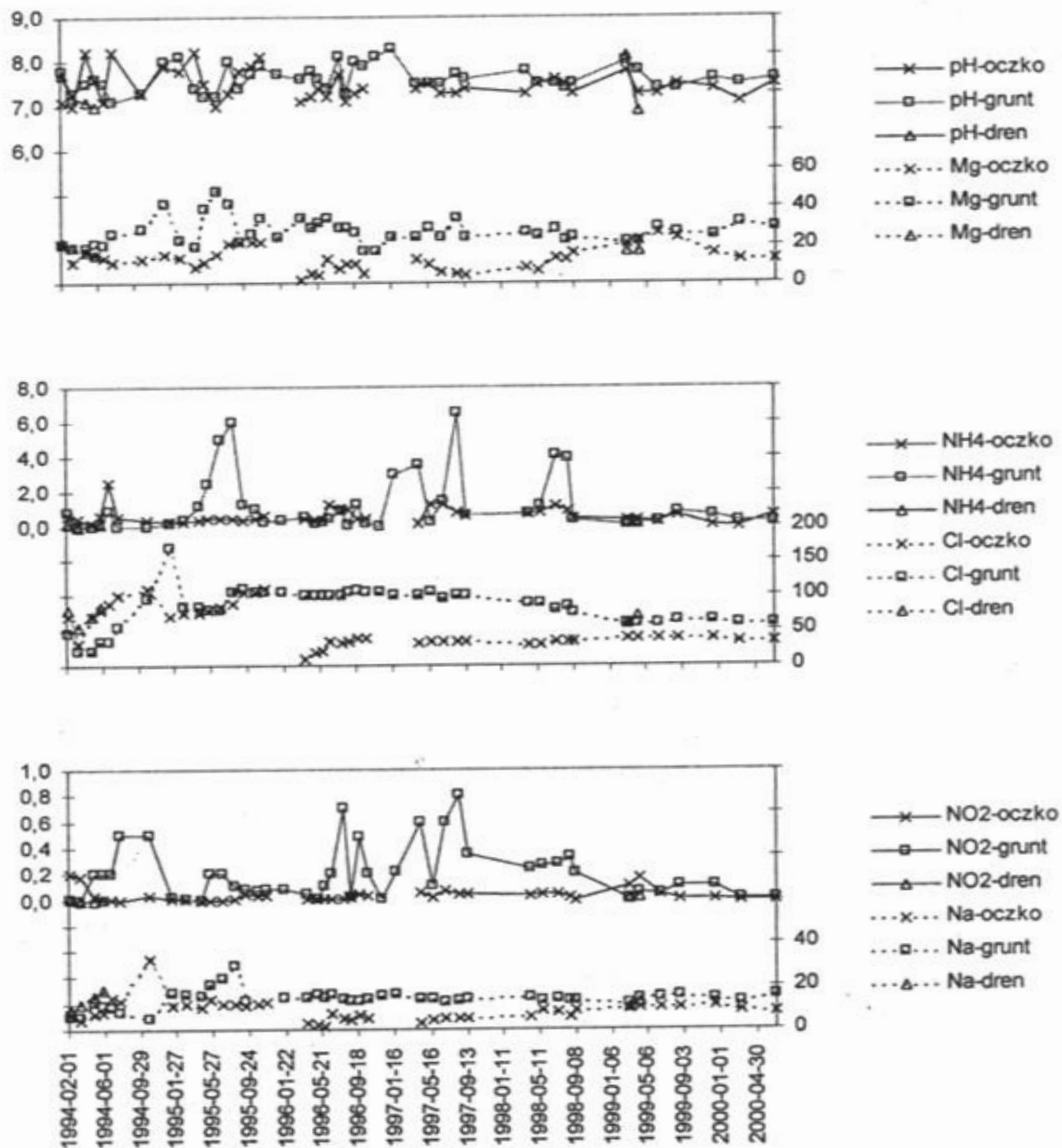
Obiekt Ostrowo Szlacheckie położony jest w zasięgu moreny czołowej zlodowacenia bałtyckiego fazy poznańskiej i charakteryzuje się znacznie mniej-

szym zróżnicowaniem ukształtowania terenu. W pokrywie glebowej obiektu przeważają czarna ziemia zbrunatniała, a w wyższych partiach terenu występują gleby płowe.



Rys. 1. Przebieg zmian stężenia Fe, SO<sub>4</sub>, NO<sub>3</sub>, K, PO<sub>4</sub> i Ca (w mg/l) w wodzie oczka, wodzie gruntowej i odpływie drenarskim na obiekcie Mokronosy

Fig. 1. Changes of concentration of Fe, SO<sub>4</sub>, NO<sub>3</sub>, K, PO<sub>4</sub> and Ca (in mg/l) in pond (oczko), in groundwater (grunt) and in drainage outflow (dren) in Mokronosy



Rys. 2. Przebieg zmian pH oraz stężenia Mg, NH<sub>4</sub>, Cl, NO<sub>2</sub>, i Na (w mg/l) w wodzie oczka, wodzie gruntowej i odpływie drenarskim na obiekcie Mokronosy

Fig. 2. Changes of pH value and concentration of Mg, NH<sub>4</sub>, Cl, NO<sub>2</sub>, and Na (in mg/l) in pond (oczko), in groundwater (grunt) and in drainage outflow (dren) in Mokronosy

W okresie badań obejmującym lata od 1992 do 2000 występowanie odpływów z sieci drenarskiej, zasilającej śródpolne oczko wodne, w Doświadczalnej Stacji Badawczej Mokronosy zaobserwowano w półroczach zimowych lat hydrologicznych 1993/94 oraz 1998/99. W roku 1993/94 z sieci drenarskiej dopłynęło do oczka około  $700 \text{ m}^3$  wody, co stanowi 20% całkowitej pojemności oczka. Natomiast w roku 1998/99 dopływ drenarski wprowadził do oczka prawie  $750 \text{ m}^3$  wody (21% pojemności oczka). Wprowadzenie tak znacznych ilości wody może w istotny sposób wpłynąć na pogorszenie jakości wody w oczku.

Wyniki analiz składu chemicznego wody w śródpolnym oczku wodnym, w wodzie gruntowej pobranej w zlewni oczka oraz wody z odpływu drenarskiego wykazują znaczną zmienność stężeń poszczególnych jonów w ośmioletnim okresie badań (rys. 1 i 2). Zmienność ta w największym stopniu ma charakter sezonowy, związany z cyklami rozwojowymi roślin, a także z terminami nawożenia mineralnego upraw. Jak widać na rysunkach 1 i 2 wody gruntowe wykazują znacznie większe stężenia substancji rozpuszczonych w porównaniu do ich stężeń w wodzie śródpolnego oczka wodnego. Ponieważ w bilansach wodnych oczek jednym z ważniejszych elementów jest filtracja wód gruntowych przez skarpy oczek [1], może to powodować znaczne pogorszenie jakości wód w oczku. Zagrożenie to ulega znacznemu zmniejszeniu po wprowadzeniu do oczka odpływów drenarskich. Stany wody w oczku ulegają wówczas znacznemu podniesieniu i następuje przepływ wody z oczka do wód gruntowych [1].

Następnym czynnikiem, który może powodować pogarszanie jakości wód w oczku, jest wprowadzenie do oczka odpływów drenarskich. Szczególnie wyraźny wpływ odpływów drenarskich na pogorszenie jakości wody w oczku zaznacza się w przypadku azotanów (rys. 1). W obydwu latach, w których wystąpiły odpływy drenarskie, czyli w roku 1994 i w roku 1999, zaobserwowano znaczny wzrost azotanów w wodzie oczka. Po ustaniu odpływów zawartość azotanów w wodzie oczka opadała prawie do zera. W podobny sposób oczko reagowało na wprowadzanie siarczanów przez wody drenarskie (rys. 2). W czasie trwania odpływów drenarskich następował wzrost stężenia siarczanów w wodzie oczka, aby po ustaniu dopływu wód z sieci drenarskiej opaść do poziomu występującego w okresach pomiędzy odpływami.

Przebieg zmian wartości pH oraz badanych stężeń substancji rozpuszczonych, w wodzie oczka, substancji chemicznych w ośmioletnim okresie badań, nie wskazują na występowanie istotnych długookresowych trendów czasowych. Jedynie w przypadku potasu oraz fosforanów zaznaczył się wyraźniejszy trend zmniejszania się stężeń tych substancji w wodzie oczka. Współczynniki determinacji dla liniowego trendu zmian stężeń K i  $\text{PO}_4$  wyniosły odpowiednio  $R^2=0,26$  oraz  $R^2=0,11$  i były istotne na poziomie  $\alpha=0,05$ .

Analizę możliwego wpływu wód drenarskich na jakość wód w oczku przeanalizowano także porównując częstotliwości występowania stężeń substancji rozpuszczonych w pobranych próbkach wody, w poszczególnych klasach jakości wód. Jak widać z danych przedstawionych w tabeli 1 największe zagrożenie dla jakości wód w oczku stanowi zawartość fosforanów i potasu. Największe przekroczenia norm stwierdzono w przypadku potasu. Stężenie jonów potasu przez cały okres badań przekraczała granice I klasy czystości wód, a 85% pobranych próbek miało stężenia potasu nie odpowiadające normom. Stężenia fosforanów w 37% próbek wody z oczka mieściły się w I klasie czystości wód, ale 10% próbek miało stężenie  $PO_4$  powodujące przekroczenie norm. Stężenia pozostałych jonów w wodzie oczka w 83÷100% próbek utrzymywały się w I klasie czystości, i w żadnym przypadku nie przekraczały norm czystości wód.

**Tabela 1.** Procentowy rozkład pobranych próbek wody dla klas czystości wody na Stacji Doświadczalnej Mokronosy

**Table 1.** Percent of water quality samples for each water quality class on Mokronosy Station (NON- values above norms)

Miejsce pobrania próbki Sample origin	Klasa Class	$NH_4$	$NO_3$	$NO_2$	$PO_4$	Fe	$SO_4$	K
oczko pond	I	88	90	100	37	83	100	0
	II	12	2	0	29	7	0	5
	III	0	7	0	24	10	0	10
	NON	0	0	0	10	0	0	85
woda gruntowa ground water	I	70	20	70	21	48	45	100
	II	16	9	9	26	36	36	0
	III	11	41	16	21	10	7	0
	NON	2	30	5	33	7	11	0
odpływ drenarski drianage outflow	I	100	0	100	100	100	100	100
	II	0	0	0	0	0	0	0
	III	0	17	0	0	0	0	0
	NON	0	83	0	0	0	0	0

Znacznie bardziej zanieczyszczone są wody gruntowe w terenie przyległym do oczka (tab. 1). Od 2 do 33% próbek nie odpowiadało normom ze względu na zawartość większości analizowanych substancji, a największe przekroczenia obserwowano dla azotanów i fosforanów. Jedynie zawartość potasu we wszystkich pobranych próbkach mieściła się w I klasie czystości.

Wody drenarskie zawierają znaczne ilości azotanów, aż 83% próbek nie odpowiadało normom ze względu na zawartość tego wskaźnika. Jednakże, jak to już wspomniano wcześniej, zawartość  $NO_3$  w odpływie drenarskim jedynie

przez krótki czas negatywnie oddziałuje na jakość wody w oczku, dla której 90% próbek mieściło się w I klasie czystości. Stężenia pozostałych substancji w odpływach drenarskich przez cały czas mieściły się w I klasie czystości.

Odmienne należy traktować wpływ retencjonowania wody w rowie za pomocą urządzeń piętrzących. Analizą taką przeprowadzono porównując wybrane wskaźniki jakości wody pobranej przed i poniżej zastawki służącej do piętrzenia wody w rowie na obiekcie Ostrowo Szlacheckie. Przedstawione w tabeli 2 wyniki wskazują na pewną poprawę jakości po przepływie wody przez zastawkę. Zarówno w roku 1999, jak i w 2000 stwierdzono niewielki wzrost pH wody oraz spadek zawartości jonów azotanowych, amonowych, siarczanowych oraz żelaza i potasu. Zmiany te pozwalały na poprawę jakości wody o jedną klasę. W roku 1999 nastąpił także zmniejszenie stężenia magnezu, chlorków, azotanów i potasu w wyniku przepływu wody przez zastawkę. Zmniejszenia stężeń tych składników nie zaobserwowano natomiast w kolejnym roku badań.

**Tabela 2.** Wpływ przepływu wody przez zastawkę na wartość pH oraz zawartość wybranych jonów w wodzie na obiekcie Ostrowo Szlacheckie

**Table 2.** Effect of water flow through sluice gate on changes of pH and concentration of chosen ions in Ostrowo Szlacheckie

Oznaczenie Specification	data date 25.05.1999			data date 12.06.2000		
	przed zastawką before sluice gate	za zastawką after sluice gate	różnica difference	przed zastawką before sluice gate	za zastawką after sluice gate	różnica difference
pH	7,4	7,7	+0,3	8,2	8,3	+0,1
Ca	160	160	0	184	184	0
Mg	38,9	34,0	-4,9	24,3	24,3	0
Cl	96	78	-18	95	95	0
NO <sub>3</sub>	10,4	7,0	-3,4	0,5	0,4	+0,1
NO <sub>2</sub>	0,26	0,10	-0,16	0,08	0,08	0
NH <sub>4</sub>	1,68	0,57	-1,11	6,3	4,7	-1,6
Fe	0,74	0,13	-0,61	0,44	0,42	-0,02
SO <sub>4</sub>	226,3	170,8	-55,5	102,9	90,9	-12,0
PO <sub>4</sub>	0,6	0,8	+0,2	7,2	5,8	-1,4
Na	30,9	29,8	-1,1	35,5	35,5	0
K	7,0	6,7	-0,3	48,0	47,8	-0,2



Przedstawione wyniki badań wskazują na konieczność prowadzenia dalszych badań, które potwierdzą korzystny wpływ przepływu zretencjonowanych w rowach odpływów drenarskich, przez urządzenia piętrzące wodę, na jej parametry jakościowe.

#### 4. Wnioski

1. W ośmioletnim okresie badań odpływy z sieci drenarskiej podłączonej do śródpolnego oczka wodnego zaobserwowano w zimowych półroczach hydrologicznych lat 1993/94 oraz 1998/99. Objętość wprowadzonej wody stanowiła odpowiednio 20 i 21% całkowitej pojemności oczka.
2. Wpływające do oczka wody drenarskie powodują okresowy wzrost zawartości azotanów i siarczanów w wodzie oczka. Po ustaniu dopływu stężenia tych związków w oczku szybko opadają.
3. W ośmioletnim okresie badań można zauważyć wyraźny trend zmniejszania się stężeń potasu i fosforanów w wodzie oczka. Wynikać to może z ich wiązania przez roślinność porastającą oczko. W przypadku pozostałych substancji nie widać wyraźnych trendów zmian.
4. Najniższymi stężeniami substancji rozpuszczonych w wodzie charakteryzowały się wody z odpływów drenarskich, w których jedynie zawartość azotanów była dość wysoka. Woda w oczku miała wysokie stężenia potasu i fosforanów, a pozostałe substancje nie przekraczały norm. Natomiast najwyższymi stężeniami prawie wszystkich jonów charakteryzowała się woda gruntowa w zlewni oczka.
5. Przepływ wody przez zastawkę powodował polepszenie parametrów jakościowych wody. Pomiar stężeń substancji rozpuszczonych wykazują mniejsze stężenia większości jonów w wodzie poniżej zastawki.

#### Literatura

1. **Fiedler M.:** *Bilanse wodne zlewni śródpolnych oczek wodnych na terenie zdrenowanym*. Masz. Kat. Melior. Kształt. Środow. AR Poznań, 100 s, 1997.
2. **Fiedler M., Szafranski Cz.:** *Importance of midfield ponds in water management of young postglacial areas*. Proc. III French-Polish Scient. Confer. „Agrophysical potential of agricultural ecosystems”, Lubostroń, 21-26, 1997.
3. **Fiedler M., Szafranski Cz., Bykowski J.:** *Jakość wód drenarskich na pojezierzu gnieźnieńskim*. Zesz. Nauk. Wydz. Bud. Inż. Środ., s. Inż. Środ. 15, 145-153, 1999.
4. **Fiedler M., Szafranski Cz., Bykowski J.:** *Możliwości zwiększenia retencji oczek wodnych w zdrenowanej mikrozelewni rolniczej*. Inż. Ekolog. 1, 120-128, 2000.
5. **Marcinek J., Komisarek J.** *Pojemność wymienna kationów i czas migracji składników rozpuszczalnych w wodzie od powierzchni gleby do zwierciadła wód gruntowych*. PTPN, Pr. Komis. Nauk Rol. Leś. 59, 71-86, 1990.

6. Szafranski Cz., Bykowski J., Fiedler M.: *Rola melioracji w zrównoważonym rozwoju obszarów wiejskich*. Zesz. Nauk. AR Kraków, 355, Sesja Nauk. 59, 47-55, 1998.
7. Szymańska H.: *Badania nad zawartością związków chemicznych w odpływach glebowo-gruntowych*. IMUZ Falenty, Mat. Seminar. 26, 107-116, 1990.

## Streszczenie

W pracy wykorzystano wyniki badań prowadzonych w Doświadczalnej Stacji Badawczej Katedry Melioracji i Kształtowania Środowiska znajdującej się w Mokronosach na Pojezierzu Gnieźnieńskim (52°53'N, 17°28'E), oraz w doświadczalnym obiekcie drenarskim Ostrowo Szlacheckie, położonym na obszarze Wysoczyzny Gnieźnieńskiej (52°22'N, 17°36'E). Próbkę wody do analiz pobierano w latach od 1992 do 2000 w odstępach miesięcznych, po uprzednim odpompowaniu wód stagnujących, z wód gruntowych, odpływów drenarskich i śródpolnego oczka wodnego. Zakres analiz obejmował oznaczanie odczynu wody gruntowej oraz zawartości Ca, Mg, Fe, K, Na, Cl, NO<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub>, NH<sub>4</sub>, PO<sub>4</sub> i SO<sub>4</sub>.

W okresie badań występowanie odpływów z sieci drenarskiej, zasilającej śródpolne oczko wodne, w Doświadczalnej Stacji Badawczej Mokronosy zaobserwowano w półroczach zimowych lat hydrologicznych 1993/94 oraz 1998/99. Wyniki analiz składu chemicznego wody w śródpolnym oczku wodnym, w wodzie gruntowej pobranej w zlewni oczka oraz wody z odpływu drenarskiego wykazują znaczną zmienność stężeń poszczególnych jonów w ośmioletnim okresie badań. Zmienność ta w największym stopniu ma charakter sezonowy, związany z cyklami rozwojowymi roślin, a także z terminami nawożenia mineralnego upraw.

Czynnikami, które mogą powodować pogarszanie jakości wód w oczku, jest filtracja do oczka wód gruntowych oraz wprowadzenie do oczka wód z odpływów drenarskich. Szczególnie wyraźny wpływ odpływów drenarskich na pogorszenie jakości wody w oczku zaznacza się w przypadku azotanów oraz siarczanów. Jednakże po ustaniu odpływów zawartość azotanów i siarczanów w wodzie oczka opadała prawie do zera.

W ośmioletnim okresie badań można zauważyć wyraźny trend zmniejszania się stężeń potasu i fosforanów w wodzie oczka. Wynikać to może z ich wiązania przez roślinność porastającą oczko. W przypadku pozostałych substancji nie widać wyraźnych trendów zmian. Najniższymi stężeniami substancji rozpuszczonych w wodzie charakteryzowały się wody z odpływów drenarskich, w których jedynie zawartość azotanów była dość wysoka. Woda w oczku miała wysokie stężenia potasu i fosforanów, a pozostałe substancje nie przekraczały norm. Natomiast najwyższymi stężeniami prawie wszystkich jonów charakteryzowała się woda gruntowa w zlewni oczka.

Przepływ wody przez zastawkę powodował polepszenie parametrów jakościowych wody. Pomiarzy stężeń substancji rozpuszczonych wykazują mniejsze stężenia większości jonów w wodzie poniżej zastawki.

### **The Effect of Water Storage in the Midfield Ponds and in Ditches on Water Quality**

#### **Abstract**

In the paper are presented results of investigations carried out in two Experimental Stations of the Department of Land Reclamation and Environmental development located in Mokronosy (52°53'N, 17°28'E) and in Ostrowo Szlacheckie (52°22'N, 17°36'E). Water samples have been taken each month in the years since 1992 till 2000 from ground-water, drainage outflows and mid-field pond. Analyses contain determination of pH of water and concentration of Ca, Mg, Fe, K, Na, Cl, NO<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub>, NH<sub>4</sub>, PO<sub>4</sub>, and SO<sub>4</sub>.

During research period drainage outflows supplying midfield pond were observed on the Experimental Station Mokronosy in the winter hydrological half-years of the years 1993/94 and 1998/99. Analyses of the chemical composition of the midfield pond water, ground-water taken in the pond catchment and water from drainage outflows showed significant variability of concentration of particular ions during eight years of research. This variability had mostly seasonal character, connected with plant vegetation and mineral fertilization.

Elements which could caused worsening of quality of the midfield pond water are filtration of ground-water into pond and flowing of drainage outflows into pond. Particularly, drainage outflows caused increase of concentration of NO<sub>3</sub> and SO<sub>4</sub> in the pond. When drainage outflows stopped concentration of nitrates and sulphates decreased almost to zero.

During eight years of investigations, it can be realized decreasing trend of concentration of potassium and phosphates in the pond water, what can be caused by assimilation of these ions in plants growing in the pond. Concentrations of other ions do not show any visible trends. The lowest concentration of all analysed soluble substances, but nitrates, has water from drainage outflows. Pond water has high concentration of potassium and phosphates, other ions do not exceed norms. Highest concentration of almost all ions has ground water in the pond catchment.

Flow of water, stored in the ditch, through sluice gate caused betterment of water quality parameters. Measurements of concentration of soluble substances show lower concentrations for majority of ions, in the water below sluice gate.