



**USPRAWNIENIE  
EKSPLOATACJI  
URZĄDZEŃ  
I SYSTEMÓW  
MELIORACYJNYCH**

**V OGÓLNOPOLSKA  
KONFERENCJA NAUKOWA**

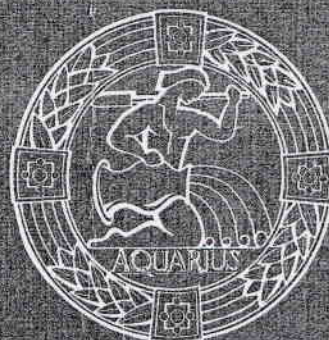
**WROCLAW  
28-29. 09. 1995**

**ZESZYTY  
NAUKOWE  
AKADEMII ROLNICZEJ  
WE WROCLAWIU**

**NR 266**

**KONFERENCJE  
VIII**

**WYDZIAŁ  
MELIORACJI  
I INŻYNIERII  
ŚRODOWISKA**



**Andrzej Kosturkiewicz, Michał Fiedler**

**OCZKA WODNE W EKSPLOATACJI SYSTEMÓW  
DRENARSKICH NA TERENACH BOGATO URZEŹBIONYCH**

**MIDFIELD PONDS IN EXPLOITATION OF DRAINAGE  
SYSTEMS ON RICHLY RELIEFED AREAS**

*Katedra Melioracji Rolnych i Leśnych, Akademia Rolnicza Poznań  
Department of Land and Forest Reclamation, Agricultural University Poznań*

**Abstrakt**

W pracy przedstawiono wyniki badań prowadzonych w Doświadczalnej Stacji Badawczej Katedry Melioracji Rolnych i Leśnych w Mokronosach nad możliwością retencjonowania odpływów drenarskich w śródpolnych oczkach wodnych.

Dotychczasowe wyniki badań wykazały, że przy prawidłowo zaprojektowanej sieci drenarskiej, drenowanie przyległych terenów nie powoduje wysychania oczek. Równocześnie odpływy wód drenarskich, przy odpowiednio zaprojektowanej sieci, mogą być retencjonowane w oczkach. W pracy przedstawiono też wstępne wyniki badań nad jakością wód drenarskich odprowadzanych do oczka, jakością wody w oczku oraz wód gruntowych.

**SŁOWA KLUCZOWE:** oczka wodne, drenowanie, retencja, jakość wody

**WSTĘP**

Śródpolne oczka wodne spełniają istotną rolę w gospodarce wodnej meliorowanych gleb użytków rolnych. Występowanie oczek związane jest z zasięgiem ostatniego zlodowacenia, obejmującego około 30 % obszaru Polski. Na części terenów ich zagęszczenie może dochodzić do 100 na 1 km<sup>2</sup> [2]. Stany wody w śródpolnych oczkach wodnych wykazują silne powiązania z wodami gruntowymi przyległych terenów [4, 10, 12]. Przy melioracji tych terenów konieczne jest właściwe zaprojektowanie sieci drenarskiej, uwzględniające istnienie stref ochronnych wokół oczek [5, 6, 9].

Oczka wodne wykazują znaczne zdolności retencyjne [3, 7, 8]. Właściwie wykorzystane mogą zretencjonować część wody dotychczas odprowadzanej poza zlewnię siecią drenarską [7]. Jednakże wprowadzenie odpływów drenarskich, zawierających związki

biogenne wymyte z gleby, do oczek pociąga za sobą groźbę ich eutrofizacji i zaniku [1, 11]. Uwzględnienie wszystkich procesów hydrologicznych i hydrochemicznych pozwoli na zwiększenie retencji i zapobiegnie zanikowi oczek.

### METODYKA BADAŃ

W pracy wykorzystano wyniki badań i obserwacji prowadzonych w zlewni śródpolnego oczka wodnego (oznaczonego jako „6”), znajdującego się na terenie Doświadczalnej Stacji Badawczej Katedry Melioracji Rolnych i Leśnych w Mokronosach na terenie Pojezierza Gnieźnieńskiego (52°53' N, 17°28' E). Do analizy wybrano lata hydrologiczne 1980/81-1981/82 i 1987/88-1988/89, w których oczka wyschły oraz 1993/94, w którym oczko ponownie napełniło się wodą po wprowadzeniu dopływu drenarskiego.

Obserwacje i pomiary w tych latach obejmowały :

- pomiary stanów wody w oczku „6” oraz stanów wód gruntowych w zlewni oczka w odstępach pięciodniowych;
- pomiary odpływów z działów drenarskich w zlewni śródpolnego oczka wodnego oraz z działu drenarskiego spoza zlewni oczka, podłączonego do niego w 1990 roku. Pomiary wykonywane były w okresach pięciodniowych, a w okresach roztopów codziennie;
- codzienne pomiary opadów deszczomierzem Hellmanna oraz w okresie wegetacyjnym dodatkowo pluwiografem;
- pobieranie próbek wody gruntowej, wody w oczku oraz wody dopływającej do oczka z podłączonej sieci drenarskiej w odstępach miesięcznych.

Analizy laboratoryjne obejmowały oznaczenie zawartości jonów N-NH<sub>4</sub>, N-NO<sub>3</sub>, Ca, Mg, SO<sub>4</sub>, PO<sub>4</sub>, Na oraz K.

### CHARAKTERYSTYKA ZLEWNI OCZKA

Obszar badań objęty jest zasięgiem moreny dennej falistej zlodowacenia bałtyckiego, stadiału poznańskiego. Teren na którym znajduje się zlewnia oczka charakteryzuje się bardzo urozmaiconą rzeźbą. Obok bezodpływowych zagłębień, z licznymi śródpolnymi oczkami wodnymi, występują znaczne wzniesienia o przewadze długich zboczy południowych i północnych.

Powierzchnia zlewni oczka wynosi 2,06 ha, w tym powierzchnia oczka 0,25 ha (przy maksymalnym napełnieniu). Spadki terenu dochodzą do 8 %, a średni spadek wynosi 2 %. W zlewni oczka znajduje się częściowa i niesystematyczna sieć drenarska. Powierzchnia zdrenowana wynosi około 75 % powierzchni zlewni.

W 1990 roku do oczka podłączono istniejącą sieć drenarską, położoną poza zlewnią oczka, która dotychczas odprowadzała wodę bezpośrednio do rowu. Sposób ułożenia sieci pozwolił na jej podłączenie do oczka bez wykonywania przekopów, a maksymalna głębokość położenia rurociągu wynosiła 1,2 m. Podłączony dział drenarski ma powierzchnię 1,82 ha.

Na obszarze zlewni występują gleby płowe zerodowane wytworzone z glin lekkich, niekiedy średnich, oraz czarne ziemie zbrunatniałe. W czaszy oczka występują gleby pochodzenia hydromorficznego.

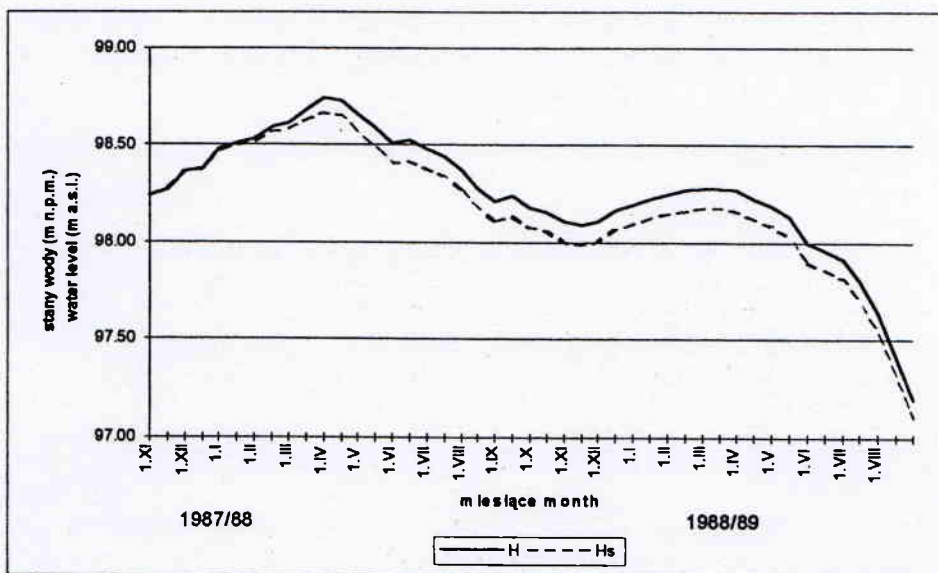
### WYNIKI BADAŃ

Celem stwierdzenia czy odpływ siecią drenarską ze zlewni oczka mógł być, poza przebiegiem warunków meteorologicznych, istotną przyczyną wyschnięcia oczka na rysunku 1 przedstawiono rzeczywisty przebieg stanów wody w oczku „6” oraz symulowany przebieg stanów, który wystąpiłby po wprowadzeniu wody odpływającej ze zlewni do oczka wodnego dla lat hydrologicznych 1987/88 i 1988/89. W roku hydrologicznym 1987/88 opady były wyższe od średniej z wielolecia zarówno w półroczu zimowym, jak i letnim. Suma opadów w półroczu zimowym wyniosła 267 mm i była o 93 mm wyższa od średniej z wielolecia (prawdopodobieństwo wystąpienia łącznie z wyższymi 1 raz na 12 lat). W półroczu zimowym 1988/89 opady wyniosły 195 mm i nieznacznie (o 21 mm) przekraczały średnią. Natomiast półrocze letnie, o sumie opadów 159 mm, miało opady niższe od średniej o 124 mm, przy wyższej o 1°C średniej temperaturze. W ostatniej dekadzie sierpnia roku 1988/89 nastąpiło całkowite wyschnięcie oczka.

Odpływy z działu drenarskiego odprowadzające wodę poza obszar zlewni oczka występowały od grudnia do połowy czerwca roku hydrologicznego 1987/88. W roku 1988/89 odpływy drenarskie nie wystąpiły. Całkowita objętość odprowadzonej w tym okresie wody wyniosła 136 m<sup>3</sup>. Jeżeli odpływy drenarskie byłyby zretencjonowane w oczku, spowodowałyby podniesienie się stanów wody o około 10 cm do połowy czerwca 1988 roku. Wobec obserwowanego, w końcowym okresie przed wyschnięciem w końcu sierpnia 1989 roku, tempa opadania lustra wody w oczku, wynoszącego około 1 cm/dobę, dopływ ten przedłużyłby istnienie lustra wody najwyżej o jedną dekadę. Nie zapobiegłby jednak całkowitemu wyschnięciu oczka.

Podobny przebieg stanów wody w oczku obserwowano także w roku 1981/82, w którym oczko wyschło. Po średnim pod względem wysokości opadów roku 1980/81, w którym suma opadów wyniosła 483 mm (o 26 mm przewyższając średnią), wystąpił suchy rok 1981/82. Suma opadów w tym roku wyniosła 273 mm (o 184 mm niższa od średniej z wielolecia) przy równocześnie wyższej o 0.6 °C średniej temperaturze powietrza. W roku tym nie zaobserwowano także odpływów z sieci drenarskiej. Odpływ, który wystąpił w roku 1980/81, pozwoliłby na przyrost stanów o około 14 cm. Przyjmując tempo opadania stanów wody zbliżone do roku 1988/89, czyli 1 cm/dobę, dopływ ten przedłużyłby istnienie lustra wody w oczku maksymalnie o dwa tygodnie. Jak widać, odpływy drenarskie nie są główną przyczyną wysychania oczek wodnych. Główną przyczyną wysychania oczek było występowanie suszy hydrologicznej, w okresach której nie występowały odpływy drenarskie [5].

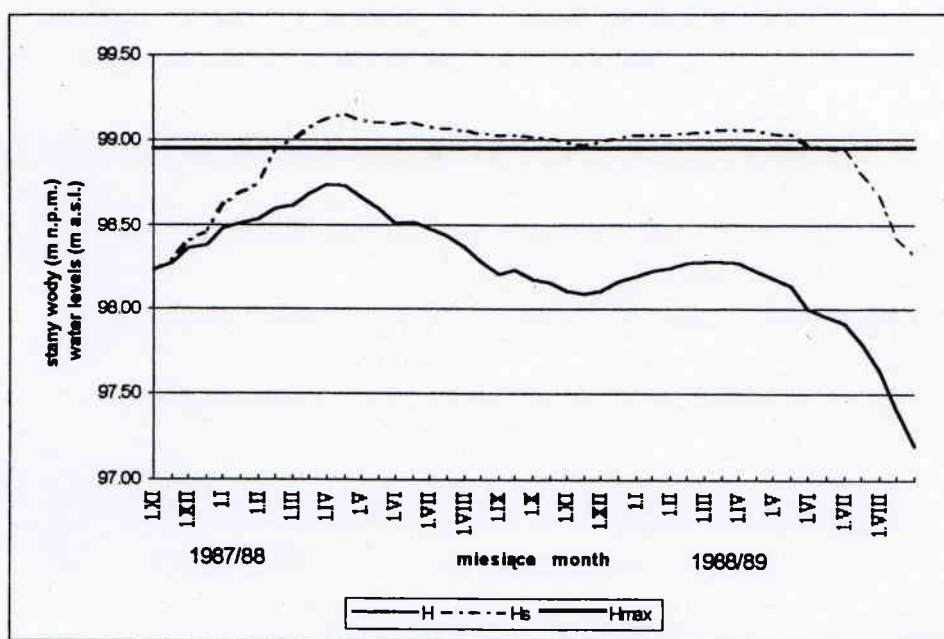
W roku 1990 do oczka podłączono sieć drenarską prowadzącą wodę z obszarów położonych poza zlewnią oczka. Na rysunku 2 przedstawiono przebieg stanów wody



Rys. 1. Przebieg stanów wody w oczku „6” dla lat hydrologicznych 1987/88 i 1988/89 (H - rzeczywisty przebieg stanów, Hs - przebieg stanów po uwzględnieniu odpływu)

Fig. 1. Water levels in pond in the hydrological years 1987/88 and 1988/89 (H - actual water levels, Hs - water levels concerned drainage outflows)

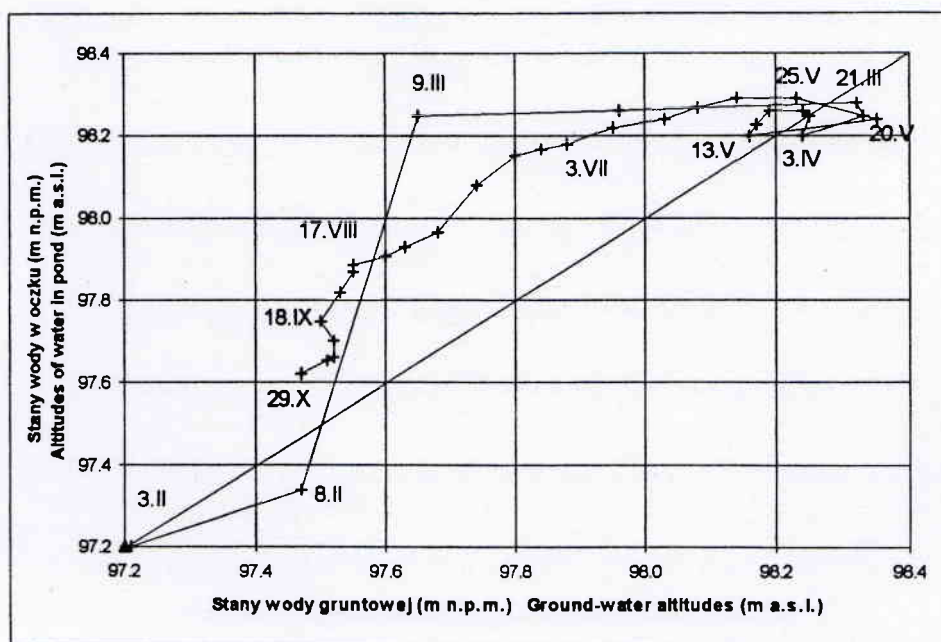
w oczku w latach hydrologicznych 1987/88 i 1988/89 z uwzględnieniem objętości wody, która wpłynęłaby do oczka, gdyby odpływ był wówczas podłączony do oczka. Odpływ drenarski z tego działu występował do sierpnia 1988 roku i w okresie od lutego do kwietnia 1989 roku. Łączny odpływ drenarski wyniósł 2206 m<sup>3</sup>. Dopływ ten już w lutym 1988 roku spowodowałby podniesienie się stanów wody w oczku powyżej najniższego brzegu. Całkowite napełnienie się oczka utrzymywałoby się aż do lipca 1989 roku. W końcu sierpnia 1989 r., gdy oczko całkowicie wyschło, stan wody doszedłby do rzędnej 98.36 m n.p.m., czyli byłby na poziomie wyższym niż w listopadzie 1988 roku. Można postawić tezę, że wprowadzenie odpływu do oczka mogłoby przedłużyć istnienie lustra wody w oczku o kolejny rok. Jednocześnie znaczne podwyższenie stanów wody w oczku mogłoby spowodować podtopienie obszarów przyległych do oczka. Przy podniesieniu się stanów wody w oczku powyżej najniższego brzegu, co wiązałoby się z podtopieniem obszarów przyległych do oczka, przewidziano w badaniach możliwość skierowania do oczka tylko części odpływu z działu zasilającego, lub wariant drugi - odprowadzenie nadmiaru wody z oczka do znajdującej się na tym terenie sieci drenarskiej. Takie rozwiązania przewiduje się w wydanych w 1988 roku „Wytycznych drenowania...” [7].



Rys. 2. Przebieg stanów wody w oczku „6” z uwzględnieniem dopływu (H - rzeczywisty przebieg stanów wody, Hs - przebieg stanów wody w oczku z uwzględnieniem dopływu, Hmax - rzędna najniższego brzegu)

Fig. 2. Water levels in the pond „6” concerning drainage inflow (H - actual water level, Hs - water levels concerning drainage inflow, Hmax - altitude of lowest pond edge)

Po wyschnięciu oczka w końcu sierpnia 1989 roku, woda w oczku pojawiła się dopiero w lutym 1994 roku, po wystąpieniu w grudniu i styczniu opadów o łącznej wysokości 127 mm. Znaczny udział w odbudowie lustra wody miał dopływ wody z podłączonej do oczka sieci drenarskiej. Łącznie do oczka dopłynęło 550 m<sup>3</sup> wody, co stanowiło około 1/3 objętości wody przy maksymalnym napełnieniu, który wystąpił w tym roku w marcu. Na rysunku 3 przedstawiono związek stanów wody w oczku ze stanami wody gruntowej w terenie bezpośrednio przyległym do oczka. Po wprowadzeniu dopływu drenarskiego, stany wody w oczku utrzymywały się wyżej niż stany wody gruntowej prawie przez cały rok hydrologiczny. Jedynie przez krótkie okresy w marcu, kwietniu i maju, po znacznych opadach, stany wody gruntowej nieznacznie przewyższają stany wody w oczku. Wynika z tego, że praktycznie przez cały rok 1993/94 oczko zasilano wodą gruntową w terenach przyległych. Brak było natomiast wyraźnych okresów zasilania oczka przez wody gruntowe w półroczu zimowym. Zmiany te powodują odmienny przebieg związku w porównaniu do związków w latach poprzednich, w których można wyróżnić wyraźne okresy zasilania oczka przez wody gruntowe w okresie wiosennym.



Rys. 3. Związek stanów wody w oczku ze stanami wody gruntowej w roku hydrologicznym 1993/94

Fig. 3. Relationship between water levels in pond and ground-water levels in the hydrological year 1993/94

i zasilanie wód gruntowych w okresie letnim [4].

Bardzo istotnym czynnikiem wpływającym na możliwość wykorzystania oczek wodnych do odbioru wód drenarskich jest jakość wód drenarskich i ich oddziaływanie na jakość wody w oczku, a w wyniku wymiany wody z oczka z wodami na terenie przyległym także na wody gruntowe [10, 12]. Podkreślany jest też fakt, że związki biogenne przenoszone z obszaru zlewni do oczek mogą powodować eutrofizację tych zbiorników, a w następstwie ich zarastanie i zanik [11]. W celu przeanalizowania tych procesów w tabeli 1 zestawiono wybrane wskaźniki jakości wody uzyskane w roku 1993/94.

W próbkach wody w oczku stwierdzono podwyższone wartości azotu amonowego w stosunku do wody gruntowej i wody drenarskiej, jednak maksymalna zawartość  $N-NH_4$  wynosząca 0.90 mg/l, pozwala zaliczyć je do I klasy czystości. Stwierdzono natomiast znaczne wymywanie azotu azotanowego, którego zawartość w dopływie drenarskim dochodziła do 20 mg  $N-NO_3/l$ , co wynika z jego dużej ruchliwości w glebie, a także z szybkiej hydrolizy mocznika i intensywnej nitryfikacji formy amonowej [11]. Stwierdzono także znaczną redukcję zawartości  $N-NO_3$  w oczku w stosunku do wód drenarskich, średnio z 19.0 do 3.3 mg  $N-NO_3/l$ . Jakość wody w oczku, ze względu na

Tabela 1  
Table 1Zawartość składników w badanych próbkach wody  
Summary of chemistry for collected water samples

Wskaźnik Indice	Woda gruntowa Ground-water			Dopływ drenarski Drainage inflow			Oczko Pond		
	min	średni mean	max	min	średni mean	max	min	średni mean	max
Odczyn pH Water pH	7.1	7.5	7.8	7.0	7.3	7.7	7.0	7.5	8.2
Siarczyn mg SO <sub>4</sub> /l Sulphate	78	117	200	103	114	127	36	66	91
Azot amonowy mg N <sub>NH4</sub> /l Ammonia nitrate	0.00	0.04	0.15	0.00	0.09	0.15	0.10	0.54	0.90
Azot azotanowy mg N <sub>NO3</sub> /l Nitrate nitrogen	0.0	2.5	4.0	18.0	19.0	20.0	0.1	3.3	12.0
Fosforany mg PO <sub>3</sub> /l Phosphates	0.00	0.01	0.05	0.00	0.03	0.05	0.00	1.35	4.40
Wapń mg Ca/l Calcium	135	156	180	120	148	168	44	91	154
Magnez mgMg/l Magnesium	18	23	28	15	18	22	11	14	21
Potas mg K/l Potassium	0.3	1.1	2.3	4.0	5.1	5.5	10.4	29.2	41.8
Sód mg Na/l Sodium	4.8	7.8	12.2	9.6	13.5	18.3	4.4	10.5	14.7

zmniejszanie się zawartości azotu azotanowego, zmieniała się od III do I klasy czystości na końcu roku.

Stwierdzona w wodach drenarskich i gruntowych ilość fosforu jest niewielka w stosunku do azotu i wynosi od 0,00 do 0,05 mg PO<sub>4</sub>/l, co wynika z szybkiego wiązania w glebie fosforanów łatwo rozpuszczalnych w trudno rozpuszczalne [11]. Jednakże stwierdzono zwiększoną zawartość fosforanów w oczku, wynoszącą średnio 1,35 mg PO<sub>4</sub>/l, a maksymalnie nawet 4,40 mg PO<sub>4</sub>/l, co czyni je wodami pozaklasowymi przez większość roku.

Kationem dominującym jest wapń Ca, stanowiący od 83 % sumy kationów dla wody gruntowej, poprzez 80 % dla wody drenarskiej, do 63 % dla wody w oczku. Znacznie niższy udział kationów Ca dla wody w oczku wynika z procesów ługowania wapnia z gleby. W wodach gruntowych występuje zazwyczaj znacznie wyższe stężenie CO<sub>2</sub> niż



w atmosferze, co wywołuje znacznie większą rozpuszczalność wapnia i jednocześnie zwiększa alkaliczność roztworu [1, 13]. Woda dopływając do oczka uwalnia CO<sub>2</sub> do atmosfery, co powoduje wytrącanie się związków wapnia i zmniejszenie jego zawartości w oczku. Wystąpiła znaczna akumulacja jonów potasu w oczku, która prawie 30-krotnie przekracza zawartość potasu w wodach gruntowych, a 6-krotnie w odpływie drenarskim. Może to być spowodowane rozpuszczalnością wszystkich soli potasu. Nie zaobserwowano natomiast znacznych różnic w zawartości jonów sodu.

Krótki okres badań nie pozwala na zbyt szczegółowe analizy uzyskanych danych, należy jednak podkreślić, że w latach suchych może nastąpić naturalna biologiczna rekultywacja gleb czaszy wyschniętego oczka.

W podsumowaniu wyników badań można przedstawić następujące wnioski :

- prawidłowo zaprojektowana sieć drenarska nie powoduje wysychania śródpolnych oczek wodnych,
- oczka wodne mogą służyć do retencjonowania odpływów drenarskich z obszarów przyległych, także spoza zlewni oczka, co jednocześnie może znacznie przedłużyć czas występowania lustra wody,
- woda w oczku wykazuje zwiększoną zawartość jonów fosforu i potasu, natomiast pozostałe jony mają wartości zbliżone lub mniejsze niż wody gruntowe w terenie przyległym do oczka,
- prowadzone badania wymagają kontynuacji ze szczególnym uwzględnieniem zmian w hydrologii i chemii wód oczka po wprowadzeniu wód drenarskich.

#### PIŚMIENNICTWO

- [1] Arndt J.L., Richardson J.L.: Temporal variations in the salinity of shallow groundwater from the priphery of some North Dakota wetlands. *J. Hydr.* 141, 1993, 75-105.
- [2] Dynowska I., Tlalka A.: *Hydrografia*. PWN, Warszawa, Poznań, 1982.
- [3] Hubbard D.E., Linder R.L.: Spring runoff retention in prairie pothole wetlands. *J. Soil Water Conserv.* 41, 1986, 122-125.
- [4] Kosturkiewicz A., Fiedler M.: Związki stanów wody w śródpolnych oczkach wodnych ze stanami wód gruntowych. W „Geoekosystem obszarów nizinnych”, Ossolineum, 1993, 115-121.
- [5] Kosturkiewicz A., Fiedler M.: Bilans wodny śródpolnego oczka wodnego na terenie zdrenowanym. *Zesz. Nauk. AR Wroc., Konferencje III (tom 2)*, 246, 1994, 135-144.
- [6] Kosturkiewicz A., Szafrński Cz.: Stosowanie drenowań niesystematycznych. Zał. 1 do „Wytocznych drenowania gruntów ornych”. *Inst. Melior. Uzyt. Ziel. Falenty, Mat. instruktaż.* 65, 1988.
- [7] Kosturkiewicz A., Szafrński Cz.: Zasady wykorzystania oczek wodnych jako odbiorników wód drenarskich. Zał. 1 do „Wytocznych drenowania gruntów ornych”. *Inst. Melior. Uzyt. Ziel. Falenty, Mat. instruktaż.* 65, 1988.
- [8] Ludden A.P., Frink D.L., Johnson D.H.: Water storage capacity of natural wetland depressions in the Devils Lake Basin. *J. Soil Water Conserv.* 38, 1983, 45-48.
- [9] Perrochet P., Musy A.: A simple formula to calculate the width of hydrological buffer zones between drained agricultural plots and nature reserve areas. *Irrigation and Drainage Systems* 6, 1992, 69-81.

- [10] Phillips P.J., Shedlock R.J.: Hydrology and chemistry of groundwater and seasonal ponds in the Atlantic Coastal Plain in Delaware. *J. Hydr.* 141, 1993, 157-178.
- [11] Szymańska H.: Ochrona wód przed rolniczymi zanieczyszczeniami przestrzennymi. *Mat. Konf. Nauk. „Problemy zanieczyszczenia i ochrony wód powierzchniowych”*, Wyd. UAM Poznań, Ser. Biol. 49, 1992, 317-331.
- [12] Winter T.C.: The interaction of lakes with variably saturated porous media. *Water Resour. Res.* 19, 1983, 1203-1218.
- [13] Wróbel S., Zeglin M.: Ługowanie wapnia i magnezu a degradacja gleb. *Inst. Melior. Użyt. Ziel. Falenty*, 1990, 157-168.

#### **MIDFIELD PONDS IN EXPLOITATION OF DRAINAGE SYSTEMS ON RICHLY RELIEFED AREAS**

##### **S u m m a r y**

In the paper were presented results of investigations performed in Experimental Station Mokronosy on capabilities of retention of drainage outflows in midfield ponds. Results of investigations showed that correctly projected drainage network did not caused drying of ponds. Drainage outflows, from properly projected system, could be also stored in ponds. Results of investigations on quality of ground-water and water in pond and from drainage outflows were also presented.

**KEY WORDS:** midfield water pond, pothole, drainage, retention, water quality