

Szkoła
Główna
Gospodarstwa
Wiejskiego
w Warszawie

Przegląd Naukowy

Wydziału Melioracji i Inżynierii Środowiska

Konferencja naukowa

Problemy kształtowania środowiska obszarów wiejskich
Sesja II: Gospodarowanie wodą na obszarach wiejskich

50-LECIE WYDZIAŁU

Zeszyt 11

Andrzej KOSTURKIEWICZ, Czesław SZAFRAŃSKI, Michał FIEDLER

Śródpolne oczka wodne w gospodarce wodnej meliorowanych terenów bogato urzeźbionych*

Abstract

Midfield ponds in water management of drained areas with rich relief. In the work were presented results of investigations on capabilities of drainage outflow decreasing from the midfield ponds catchments by the means of storage the outflow in these ponds. The work based on results of investigations performed in the hydrological years 1978/79 to 1994/95 in the Experimental Station Mokronosy (52°53' N, 17°28' E). Investigations showed that in midfield ponds could be stored also drainage outflows from adjoining catchments. Stored water could supply groundwater of areas adjoining to ponds and prolonged occurrence of water in ponds in periods of drought.

Key words: midfield ponds, retention capabilities, drainage network.

Wstęp

Śródpolne oczka wodne stanowią cenny element krajobrazu rolniczego w zasięgu ostatniego zlodowacenia, obejmującego około 30% powierzchni Polski. Na części tych obszarów zagęszczenie oczek wodnych może dochodzić nawet do 100 na 1 km² (Dynowska i Tlalka 1982). Odgrywają więc one ważną rolę w bilansach wodnych obszarów bezodpływowych na tere-

nach młodoglacjalnych (Drwal i in. 1976; Drwal i Lange 1985; Solarski i Nowicki 1990) oraz wpływają na ocenę potrzeb i sposobów melioracji tych terenów (Kosturkiewicz i Musiał 1982; Kosturkiewicz 1989; Kosturkiewicz i Fiedler 1994).

W przeszłości przy wykonywaniu melioracji odwadniających na terenach bogato urzeźbionych popełniono wiele błędów, które przyczyniły się do wyschnięcia znacznych ilości oczek. W aktualnie obowiązujących wytycznych podane są zasady projektowania drenowań, które zapewniają ochronę śródpolnych oczek wodnych jako trwałego elementu krajobrazu rolniczego (Kosturkiewicz i Szafrański 1988b). Ważnym zagadnieniem jest również określenie zdolności retencyjnych oczek wodnych i możliwości ich wykorzystania jako odbiorników wód drenarskich. Takie rozwiązania pozwolą na regulowanie gospodarki wodnej terenów bogato urzeźbionych zgodnie z oczekiwaniami rolnictwa i potrzebami ochrony środowiska przyrodniczego. Odprowadzenie całych lub części odpływów drenarskich do istniejących śródpolnych

*Praca wykonana w ramach projektu badawczego nr 5 P06H 027 09 finansowanego przez KBN.

oczek wodnych umożliwi zretencjonowanie wody w obrębie meliorowanego terenu oraz wpłynie na zmniejszenie nakładów inwestycyjnych na wykonanie drenowania (Kosturkiewicz i Szafranski 1988a).

Metodyka badań

W pracy przedstawiono wyniki badań i obserwacji terenowych prowadzonych w latach hydrologicznych od 1978/79 do 1994/95 w Doświadczalnej Stacji Badawczej Katedry Melioracji Rolnych i Leśnych w Mokronosach, woj. pilskie. Do szczegółowej analizy wybrano zlewnie trzech śródpolnych oczek wodnych (rys. 1), w których zaprojektowana została przez Biuro Projektów Wodnych Melioracji, zgodnie z obowiązującymi wówczas wytycznymi z 1967 roku, systematyczna sieć drenarska. W trakcie wykonywania prac melioracyjnych na obiekcie został przez Katedrę Melioracji Rolnych i Leśnych przeprojektowany częściowo układ sączków z zachowaniem wykonanych już zbieraczy. Wykonana w 1978 roku sieć drenarska odprowadzała wodę poza zlewnie tych oczek. W 1990 roku Katedra wprowadziła pewne zmiany w istniejącej sieci drenarskiej, które umożliwiły retencjonowanie odpływów drenarskich ze zlewni oczka 10 i z części oczka 11 w oczku 6. Sposób ułożenia sieci pozwolił na jej podłączenie do oczka 6 bez potrzeby wykonywania głębszych przekopów, maksymalna głębokość położenia dodatkowego zbieracza nie przekracza 1,2 m.

W ramach wieloletnich badań, poza szczegółowymi pomiarami geodezyjny-

mi i pracami gleboznawczymi, prowadzono stałe obserwacje i pomiary, które obejmowały:

- pomiary stanów wody w oczkach oraz stanów wód gruntowych w zlewniach oczek w odstępach pięciodniowych, a w okresach roztopów wiosennych codziennie,
- pomiary odpływów drenarskich z częstotliwością co 5 dni, a w okresie wiosennym codziennie,
- codzienne pomiary opadów deszczomierzem Hellmanna oraz w okresie wegetacyjnym dodatkowo pluwiografem,
- okresowe pomiary wilgotności gleby w wybranych profilach glebowych, na początku każdego półrocza hydrologicznego, metodą suszarkowo-wagową oraz za pomocą sondy neutronowej.

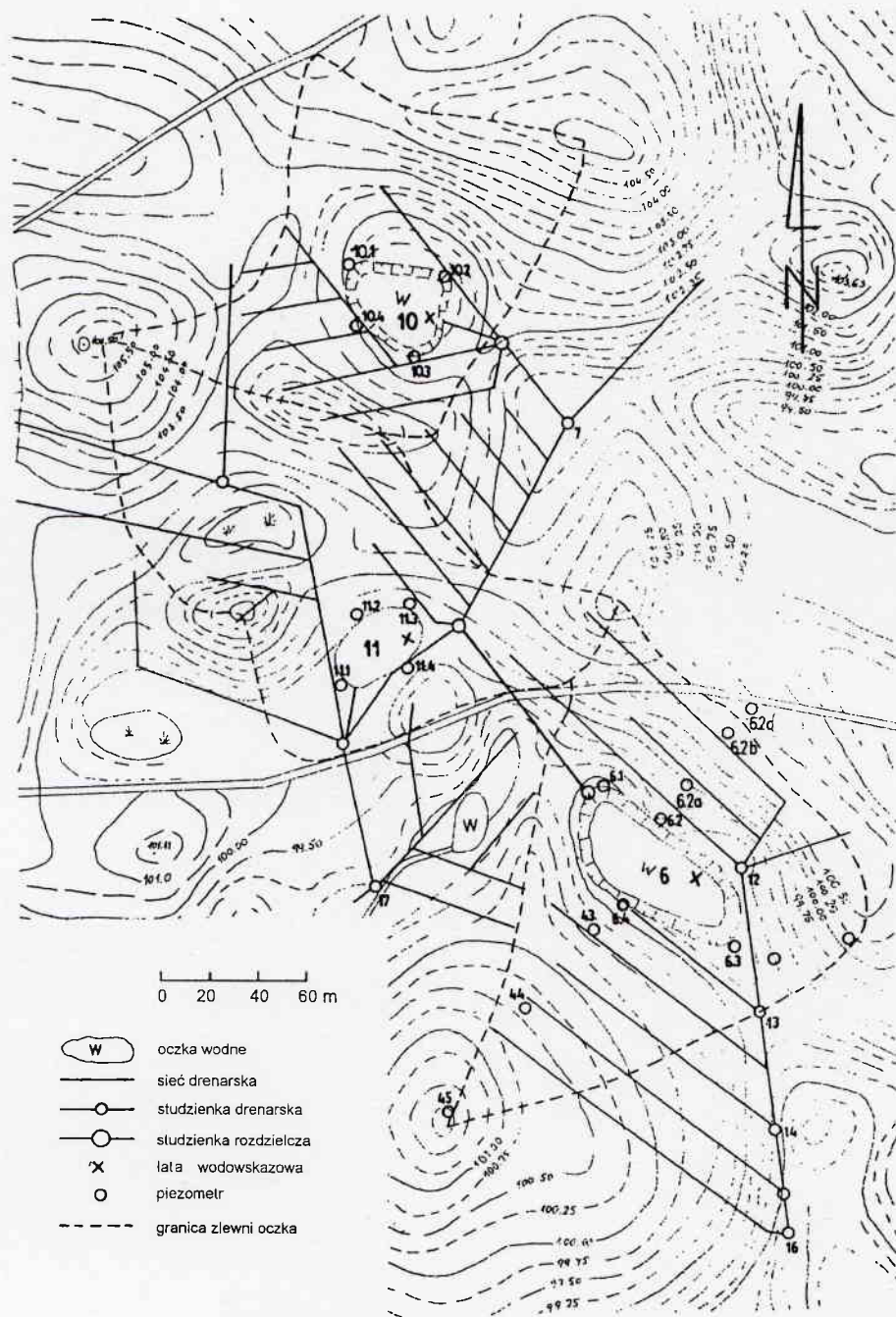
W latach 1984/85 i 1985/86 prowadzone badania i obserwacje były przerwane z uwagi na brak środków finansowych.

Analizę przebiegu warunków meteorologicznych oparto na własnych obserwacjach opadów oraz na danych bieżących i z wielolecia ze stacji meteorologicznej IMGW Gniezno i posterunku opadowego Janowiec.

Wyniki badań

Charakterystyka obiektu

Doświadczalna Stacja Badawcza Katedry Melioracji Rolnych i Leśnych w Mokronosach położona jest na terenie Pojezierza Gnieźnieńskiego (52°53' N, 17°28' E). Teren ten jest fragmentem falistej moreny dennej stadiału poznańskie-



RYСУNEK 1. Mapa zlewni śródpólnych oczek wodnych na Doświadczalnej Stacji Badawczej Mokro-nosy

TABELA 1. Charakterystyka śródpolnych oczek wodnych

Numer oczka	36 oczek	6	10	11
Powierzchnia [m ²]	35540	2480	840	1150
Głębokość maksymalna [m]		1,96	2,75	2,12
Głębokość średnia [m]		0,89	1,29	0,89
Pojemność maksymalna [m ³]	30220	3830	1060	1050
Powierzchnia zlewni [ha]	111	2,06	1,55	1,78
w tym powierzchnia zdrenowana [ha]	60	1,35	1,28	1,37

go zlodowacenia bałtyckiego i charakteryzuje się bogatą rzeźbą terenu z licznymi występującymi śródpolnymi oczkami wodnymi. Na terenie objętym badaniami dominują gleby płowe powierzchniowo zerodowane, jedynie w obniżeniach terenu występują czarne ziemie zbrunatniałe.

Na terenie objętym badaniami na powierzchni około 1 km² znajduje się 36 oczek o łącznej powierzchni 3,5 ha. Do analizy wybrano 3 oczka wodne, oznaczone jako 6, 10 i 11 o powierzchni od 840 m² do 2480 m² (tab. 1). Powierzchnia zlewni tych oczek waha się od 1,6 do 2,1 ha (rys. 1). Średnie spadki zlewni oczek wahają się od 2,1 do 3,2%, największe dochodzą do 12%. Znajdująca się na obszarze ich zlewni sieć drenarska pozwala na połączenie tych oczek w system i przerzuty nadmiarów wody z oczka 10 i 11 do oczka 6. W przypadku podniesienia się stanów wody w oczku 6 powyżej rzędnej najniższego brzegu przewidziano możliwość odprowadzenia nadmiaru wody poza zlewnię oczka (rys. 1).

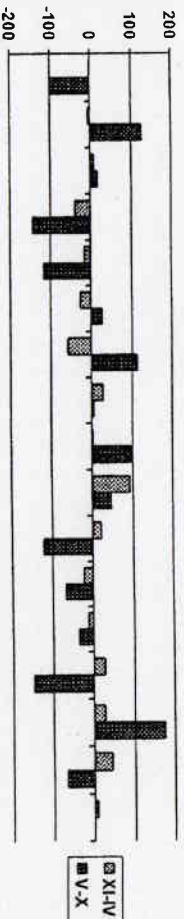
Przebieg warunków meteorologicznych i stany wody w oczkach

W 17-letnim okresie badań wystąpiły lata, które można zaliczyć do suchych, średnich i mokrych (rys. 2). W latach hydrologicznych 1978/79 do 1994/95

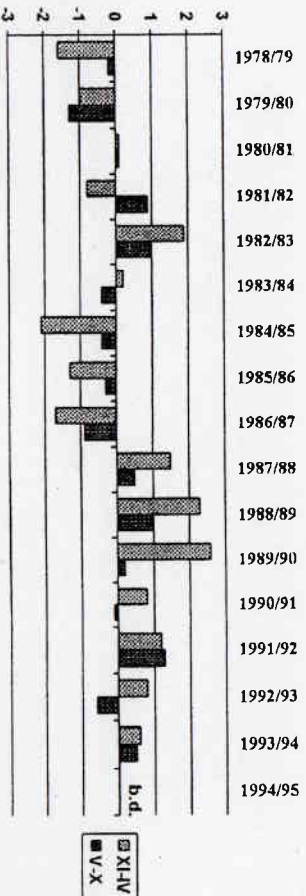
wystąpiły 2 okresy występowania suszy hydrologicznej, w których oczka były wyschnięte. Pierwszy w latach 1982/83 do 1983/84, drugi w latach 1989/90 do 1991/92. W pozostałych latach w oczkach utrzymywało się lustro wody.

W mokrym roku hydrologicznym 1979/80 suma opadów o 121 mm przewyższała średnią z wielolecia (prawdopodobieństwo wystąpienia łącznie z wyższymi 1 raz na 8 lat) przy jednocześnie niższej od średniej o ponad 1°C temperaturze powietrza. W półroczu letnim tego roku stany wody w oczkach 10 i 11 osiągnęły swoje maksimum w okresie od 1978/79 do 1981/82. W oczku 6 maksimum to wystąpiło dopiero w półroczu zimowym roku hydrologicznego 1980/81, który był rokiem średnim z uwagi na opady i temperatury. W półroczu tym, nie wysokość opadów zbliżona do średniej, lecz duże zasoby retencji związane z bardzo mokrym półroczem letnim 1980 roku decydowały o stopniu jego uwilgotnienia. W związku z tym w listopadzie 1980 roku wystąpiły najwyższe minimalne półroczne stany wody w oczkach w badanym okresie. Rok hydrologiczny 1981/82 był suchy o prawdopodobieństwie wystąpienia łącznie z niższymi 1 raz na 10 lat. Przy niższych od średniej z wielolecia opadach w półroczu zimowym nie została w tym

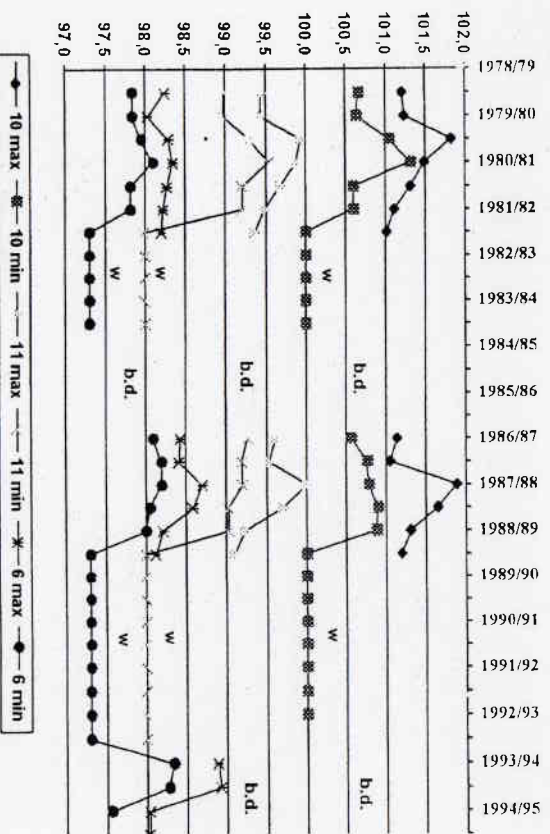
odchylenia opadów
od średniej [mm]



odchylenia temperatur
od średniej [°C]



rzędne stanów wody w oczkach [m n.p.m.]



RYСУNEK 2. Odchylenia półrocznych sum opadów (posterunek opadowy Mokronosy) oraz średnich temperatur powietrza (stacja IMGW Gniezno) od średnich z wieloletnia oraz półroczne maksymalne i minimalne stany wody w oczkach wodnych dla lat hydrologicznych 1978/79 do 1994/95 (w – oczko wyschnięte, b.d. – brak danych)

okresie odbudowana retencja wody w oczkach. Przy dużych niedoborach opadów w półroczu letnim 1982 roku (145 mm) i znacznie wyższych temperaturach powietrza oczka wyschły. Po kolejnym suchym roku 1982/83, ubogim w opady i o znacznie wyższych od średniej temperaturach powietrza półrocza zimowego i letniego, susza hydrologiczna została pogłębiona tak, że w roku następnym 1983/84, o opadach i temperaturach zbliżonych do średnich, oczka nadal były suche. W kolejnych dwóch latach 1984/85 i 1985/86 na obiekcie nie prowadzono obserwacji.

W półroczu zimowym roku hydrologicznego 1986/87, który poprzedzony był dwoma latami o sumie opadów przewyższających średnią z wielolecia i znacznie niższymi temperaturami, stany wody w oczkach były już nieco wyższe niż stany w półroczu zimowym 1979/80. Zarówno półrocze zimowe roku 1986/87, jak i cały rok poprzedni miały opady zbliżone do średnich. Średnie temperatury powietrza półroczy zimowych tych lat były znacznie niższe od średnich z wielolecia (o ok. 1,5°C), co sprzyjało powstawaniu retencji śnieżnej, zasilającej oczka w okresach roztopów. W półroczu zimowym 1987/88 w oczkach wystąpiły najwyższe stany wody dla całego okresu badań. W półroczu tym, jak i w półroczu letnim roku 1986/87 opady przewyższyły średnią z wielolecia odpowiednio o 93 i 97 mm (prawdopodobieństwo wystąpienia łącznie z wyższymi jeden raz na 25 lat i jeden raz na 6 lat). Ponowne wyschnięcie oczek nastąpiło w suchym półroczu letnim roku 1988/89 (o prawdopodobieństwie wystąpienia łącznie z niż-

szymi jeden raz na 6 lat). W latach 1989/90 do 1992/93, o sumach opadów rocznych niższych od średnich z wielolecia, przy jednocześnie wyższych średnich temperaturach powietrza, oczka były wyschnięte.

Lustra wody w oczkach pojawiły się ponownie w półroczu zimowym roku 1993/94. Od tego roku szczegółowe obserwacje stanów wody prowadzone były tylko w oczku 6. Napelnienie się oczka 6 nastąpiło po bardzo mokrym półroczu letnim roku 1992/93 o sumie opadów wyższych o 176 mm od średniej z wielolecia (prawdopodobieństwo wystąpienia łącznie z wyższymi jeden raz na 16 lat), przy średniej temperaturze niższej o 0,6°C od średniej z wielolecia. Duże znaczenie w odbudowie lustra wody w tym okresie miał doprowadzony do oczka dopływ drenarski ze zlewni oczek 10 i 11. Pozwolił on także na osiągnięcie w oczku 6 w roku hydrologicznym 1993/94 najwyższych stanów wody dla całego okresu badań. Przy nieuwzględnianiu tego dopływu stany wody w oczku byłyby niższe o 46 cm, czyli stany wody byłyby niższe od osiągniętych w roku hydrologicznym 1987/88. W roku 1994/95 oczko 6 nie wyschło.

Zdolności retencyjne oczek

Na rysunku 3 przedstawiono przebieg stanów wody w oczkach wodnych 6, 10 i 11 w latach hydrologicznych 1979/80 do 1981/82 oraz symulowany przebieg stanów wody w tym okresie, który utrzymałby się po wprowadzeniu do oczek dopływów drenarskich z ich zlewni oraz z terenów przyległych do nich (rys. 1).

Ukształtowanie terenu pozwala na wprowadzenie do oczka 10 odpływów drenarskich z części zlewni tego oczka. W dopływie wód drenarskich do oczka 11 oprócz dopływu z terenu zlewni znaczną rolę mogą odgrywać dopływy ze zdrenowanych obszarów położonych poza granicami tej zlewni. Dla oczka 6 oprócz dopływu wód drenarskich ze zlewni własnej uwzględniono także możliwość przerzutów wody z oczek 10 i 11, które nie mogłyby być zretencjonowane w tych oczkach.

Oczko 10 ma mniejsze zdolności retencyjne niż oczko 6. Odpływy drenarskie ze zlewni tego oczka występowały od marca 1980 do sierpnia 1981 oraz od grudnia 1981 do połowy czerwca 1982 r. Po wprowadzeniu odpływu drenarskiego stany wody w tym oczku już na początku lipca, w bardzo mokrym półroczu letnim 1980 roku, podniosłyby się powyżej rzędnej najniższego brzegu, czyli odpływy drenarskie powinny być od tego miesiąca kierowane do oczka 6. Przerzuty wody z oczka 10 występowałyby od początku lipca do końca sierpnia 1980 roku, następnie od grudnia 1980 do końca kwietnia 1981 oraz od połowy marca do połowy maja 1982 roku. W pozostałych okresach odpływ drenarski mógłby być retencjonowany w oczku 10. Łącznie dla analizowanego okresu w oczku można by zretencjonować 32,5% odpływu drenarskiego nie powodując zalania obszarów przyległych do oczka. Pozostała część odpływu byłaby przerzucana do oczka 6. Przy tak prowadzonej gospodarce wodnej stan wody w oczku 10 w sierpniu 1982 roku, kiedy oczko wyschło, utrzymywałby się na poziomie zbliżonym do lipca 1980 ro-

ku, kiedy pomierzony stan wody w oczku osiągnął swoje maksimum w trzyletnim analizowanym okresie. Ilość wody zretencjonowana w oczku do 1982 roku pozwoliłaby na przedłużenie występowania lustra wody w oczku przynajmniej o kolejny rok, nawet uwzględniając, że rok hydrologiczny 1982/83 charakteryzował się znacznym niedoborem opadów.

Równie małe zdolności retencyjne ma oczko 11. Stan wody po doprowadzeniu wód drenarskich już w czerwcu 1980 roku podniósłby się do poziomu rzędnej najniższego brzegu i utrzymywałby się na tym poziomie aż do połowy maja 1981 roku, a następnie od końca grudnia 1981 do końca maja 1982 roku. W okresach tych odpływy drenarskie byłyby kierowane do oczka 6, podobnie jak w przypadku oczka 10. W oczku 11 można by zretencjonować w badanym okresie tylko 12,4% całkowitego odpływu drenarskiego. Tak mały procent zretencjonowanego odpływu drenarskiego związany jest z tym, że znaczna część sieci drenarskiej, mogącej odprowadzać wodę do oczka 11, położona jest poza granicami jego zlewni, jednakże objętość wody zatrzymanej w oczku pozwoliłaby również na przedłużenie istnienia lustra wody w oczku o kolejny rok.

Największe zdolności retencyjne ma oczko 6. Jak to widać na rysunku 3, odpływ drenarski ze zlewni oczka 6 w nieznaczny sposób zwiększyłby retencję wody w oczku. W pracy Kosturkiewicza i Fiedlera (1995) wykazano, że odpływ ten przedłużyłby istnienie lustra wody w oczku najwyżej o dwa tygodnie.

Zdolności retencyjne oczka 6 mogłyby być w pełni wykorzystane przez wpro-

wadzenie do niego nadmiarów wody ze zlewni oczek 10 i 11. Stany wody w oczku 6 po wprowadzeniu tych odpływów naniesiono na rys. 3 z uwzględnieniem zasilania w tym okresie wód gruntowych w terenach przyległych do tego oczka. Jak widać z rysunku stany wody gruntowej obserwowane na przełomie kwietnia i maja 1981 roku, kiedy stany wody w oczku 6 osiągnęły poziom maksymalny, utrzymywały się na głębokości 60 cm poniżej powierzchni terenu. Od tego okresu stany wody gruntowej stałe opadały aż do poziomu około 2 m poniżej powierzchni terenu w lipcu 1982 roku. Filtracja wody z oczka do wód gruntowych obliczana była w oparciu o model gospodarki wodnej gleb na stoku (Szafranski i Szulczewski w druku). Pełne napełnienie czaszy oczka nastąpiłoby dopiero pod koniec marca 1981 i utrzymywałoby się najwyżej do połowy czerwca, czyli przez około dwa i pół miesiąca. Jedynie w tym okresie zaistniałaby konieczność odprowadzenia niewielkiego nadmiaru wody z całego kompleksu oczek 10, 11 i 6. W pozostałych okresach całość wody pozostawałaby w obrębie zlewni. Jak to omówiono powyżej stan wody w oczku po wprowadzeniu odpływów drenarskich utrzymywałby się wyżej niż stany wody w terenie przyległym i zasilalby te tereny w okresach niedoborów wody. W związku z tym zasilaniem lustro wody w oczku 6 obniżyłoby się o około 45 cm na końcu analizowanego okresu badań. Stan ten byłby jednak wyższy o około 50 cm od najwyższego stanu obserwowanego w marcu 1981 roku. Umożliwiłoby to, podobnie jak w analizowa-

nych uprzednio oczkach, utrzymanie lustra wody w następnym suchym roku.

W tabeli 2 przedstawiono obliczone pojemności retencyjne i retencje użyteczne śródpolnych oczek wodnych na obiekcie Mokronosy. W tabeli tej oprócz oczek 6, 10 i 11 wielkości te obliczono łącznie dla 36 oczek występujących na badanym obiekcie. Obliczenia te wykonano zgodnie z „Zasadami wykorzystania oczek wodnych jako odbiorników wód drenarskich” (Kosturkiewicz i Szafranski 1988a). Retencję użyteczną obliczano jako różnicę między pojemnością oczka przy maksymalnym napełnieniu i pojemnością oczka przy stanie średnim w okresie wegetacyjnym. Obliczenia te wykonano dla całych powierzchni zlewni i powierzchni zredukowanych, których nie można odwodnić bez przekopów wychodząc z założenia, że w razie potrzeby drenowania na tych powierzchniach, odpływy drenarskie powinny być najpierw kierowane do oczek wodnych.

Jak widać z przedstawionych danych największą pojemność retencji użytecznej ma oczko 6 (ok. 3000 m³), mniejsze wartości, ok. 700 m³ mają oczka 10 i 11. Zdolność retencyjna 36 oczek występujących na badanym obszarze o powierzchni ok. 112 ha wynosi ponad 17 tys. m³, co w przeliczeniu na całą powierzchnię daje 15,5 mm warstwy zretencionowanej wody. Dla wybranych do analizy oczek wskaźnik retencji użytecznej jest znacznie wyższy. Dla zlewni oczek 10 i 11 wynosi odpowiednio 45,8 oraz 36,4 mm, a dla zlewni oczka 6 osiąga wartość aż 135,7 mm. Na podstawie wieloletnich badań prowadzonych na obiekcie doświadczalnym Mokronosy (Szafranski 1993)

TABELA 2. Pojemność retencyjna i retencja użyteczna śródpolnych oczek wodnych na obiekcie Mokronosy

Numer oczka		6	10	11	36 oczek
Całkowita powierzchnia zlewni	[m ²]	20600	15500	17840	1116280
Powierzchnia zredukowana – której nie można odwodnić bez przekopów	[m ²]	1000	1700	4600	96000
Maksymalna pojemność oczka	[m ³]	3830	1060	1050	30217
Pojemność oczka przy stanie średnim	[m ³]	1035	350	400	12901
Wskaźnik retencji maksymalnej	[mm]	186,0	68,4	58,9	27,1
Wskaźnik retencji przy stanie średnim	[mm]	50,2	22,6	22,4	11,6
Wskaźnik retencji dla powierzchni zredukowanej maksymalnej	[mm]	3830	624	228	315
Wskaźnik retencji dla powierzchni zredukowanej przy stanie średnim	[mm]	1035	206	87	134
Retencja użyteczna (3.-4.)	[m ³]	2795	710	650	17314
Wskaźnik retencji użytecznej	[mm]	135,7	45,8	36,4	15,5
Wskaźnik retencji użytecznej dla powierzchni zredukowanej	[mm]	2795	418	141	180

stwierdzono, że w półroczu zimowym siecią drenarską odpływa 87% odpływu całorocznego, a średni wskaźnik odpływu drenarskiego w tym półroczu wynosi około 40 mm. Wynika z tego, że w roku średnim całość odpływu może być zretencjonowana w oczkach 10 i 11, a jedynie w latach bardzo mokrych część tych odpływów, przewyższających wskaźnik retencji użytecznej tych oczek, może być kierowana do oczka 6. Ma ono bardzo duże zdolności retencyjne, co potwierdziła przedstawiona powyżej analiza możliwości doprowadzenia do niego odpływów drenarskich w bardzo mokrym roku hydrologicznym 1979/80 i podczas mokrej wiosny 1981 roku (rys. 3).

Z przedstawionej analizy wynika, że w projektach melioracji terenów bogato urzeźbionych należy rozpatrywać możliwość łączenia oczek wodnych w systemy wzajemnie powiązane, co pozwoli na wzrost ich sumarycznej retencji użytecznej, a tym samym umożliwi zwiększenie

możliwości retencjonowania odpływów drenarskich w obrębie meliorowanego terenu.

Wnioski

1. Przeprowadzone kilkunastoletnie badania, w okresie których wystąpiły lata mokre i suche, wykazały, że oczka wodne mogą odegrać ważną rolę w gospodarce wodnej zmeliorowanych terenów bogato urzeźbionych.

2. Odpływy drenarskie ze zlewni śródpolnych oczek wodnych w roku średnim mogą być w znacznej części zretencjonowane w oczkach.

3. Oczka wodne wykazują duże zróżnicowanie zdolności retencyjnych, co związane jest z budową ich czaszy oraz zlewni.

4. W oczkach wodnych o dużych zdolnościach retencyjnych mogą być retencjonowane, nawet w latach mokrych, nie tylko odpływy drenarskie z własnej zlew-

ni, ale także pochodzące ze zlewni sąsiednich.

5. Retencjonowane w okresach mokrych odpływy drenarskie przedłużają występowanie lustra wody w oczkach w latach suchych, przez co zapobiegają ich całkowitemu wyschnięciu.

6. Zretencjonowana w oczkach woda oddziaływa na stany wody gruntowej w terenach przyległych do oczek i zasila je w okresach niedoborów.

7. Celem pełniejszego wykorzystania zdolności retencyjnych oczek wodnych należy rozpatrywać łączenie ich w systemy, co pozwoli na wzrost ich retencji sumarycznej i tym samym zwiększy możliwość retencjonowania odpływów drenarskich w oczkach.

Literatura

- DRWAL J., LANGE W. 1985: *Niektóre limnologiczne odrębności oczek. Geneza i rozmieszczenie oczek*. Zesz. Nauk. Wydz. Biol. Geogr. i Oceanologii UG, 14; 69–83.
- DRWAL J., LANGE W., KUROWSKA K. 1976: *Znaczenie retencji w bilansie wodnym obszarów bezodpływowych*. Zesz. Nauk. Wydz. Biol. i Nauk o Ziemi UG, 6; 57–66.
- DYNOWSKA I., TLAŁKA A. 1982: *Hydrografia*. PWN, Warszawa-Poznań.
- KOSTURKIEWICZ A. 1989: *Ochrona zasobów wodnych w krajobrazie rolniczym*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 375; 73–87.
- KOSTURKIEWICZ A., FIEDLER M. 1994: *Bilans wodny śródpolnego oczka wodnego na terenie zdrenowanym*. Zesz. Nauk. AR Wrocław, 246, Konferencje III (t. 2); 135–144.
- KOSTURKIEWICZ A., FIEDLER M. 1995: *Oczka wodne w eksploatacji systemów drenarskich na terenach bogato urzeźbionych*. Zesz. Nauk. AR Wrocław, 266, Konferencje VIII; 191–198.
- KOSTURKIEWICZ A., MUSIAŁ W. 1982: *Wahania stanów wód w śródpolnych oczkach wodnych na terenach zdrenowanych*. PTPN, Prace Komisji Nauk Rol. i Leś., t. LIII; 159–172.
- KOSTURKIEWICZ A., SZAFRAŃSKI Cz. 1988a: *Zasady wykorzystania oczek wodnych jako odbiorników wód drenarskich*. Załącznik 2 do *Wytycznych drenowania gruntów ornych*. Mat. instr. 65, Inst. Melior. Użyt. Ziel., Falenty.
- KOSTURKIEWICZ A., SZAFRAŃSKI Cz. 1988b: *Stosowanie drenowań niesystematycznych*. Załącznik 1 do *Wytycznych drenowania gruntów ornych*. Mat. instr. 65, Inst. Melior. Użyt. Ziel., Falenty.
- SOLARSKI H., NOWICKI Z. 1990: *Możliwości retencyjne oczek wodnych i mokradel na Pojezierzu Mazurskim*. Acta Acad. Agricult. Tech. Olst., Geod. Ruris Regulat., 20; 173–183.
- SZAFRAŃSKI Cz. 1993: *Gospodarka wodna gleb terenów bogato rzeźbionych i potrzeby ich melioracji*. Roczn. AR w Poznaniu, Rozprawy Nauk. 244; 98.
- SZAFRAŃSKI Cz., SULCZEWSKI W.: *Model symulacyjny i program obliczeniowy gospodarki wodnej gleb na stoku*. Zesz. Nauk. AR we Wrocławiu (w druku).

Adres autorów

A. Kosturkiewicz, Cz. Szafranski, M. Fiedler
Katedra Melioracji Rolnych i Leśnych AR
w Poznaniu
60-625 Poznań, ul. Wojska Polskiego 71E