

POLSKA AKADEMIA NAUK
WYDZIAŁ NAUK ROLNICZYCH, LEŚNYCH
I WETERYNARYJNYCH

ZESZYTY PROBLEMOWE
POSTĘPÓW
NAUK ROLNICZYCH

ZESZYT 477



BILANSE WODNE ZLEWNI ŚRÓDPOLNYCH OCZEK WODNYCH NA TERENIE ZDRENOWANYM

Michał Fiedler

Katedra Melioracji i Kształtowania Środowiska,
Akademia Rolnicza im. A. Cieszkowskiego w Poznaniu

Wstęp

Śródpolne oczka wodne mogą spełniać ważną rolę w gospodarce wodnej terenów użytkowanych rolniczo, stanowiąc istotny element tak zwanej „małej retencji” [HUBBARD, LINDER 1986; SOLARSKI, NOWICKI 1991; KOSTURKIEWICZ i in. 1996]. W związku z ich zdolnościami retencyjnymi mogą przyczyniać się do lokalnego zmniejszenia niedoborów wodnych w swoich zlewniach w okresach posusznych. Aktualnie obowiązujące wytyczne zalecają wprowadzanie do śródpolnych oczek wodnych odpływów drenarskich ze zlewni oczek. Praktyczne stosowanie tych zaleceń musi być oparte na szczegółowym rozpoznaniu gospodarki wodnej zlewni śródpolnego oczka wodnego [FIEDLER i in. 1993].

Celem pracy jest rozpoznanie bilansów wodnych zlewni śródpolnych oczek wodnych jako podstawy oceny możliwości retencjonowania odpływów drenarskich w tych oczkach.

Metodyka badań

W pracy wykorzystano wyniki badań terenowych prowadzonych w latach hydrologicznych od 1986/1987 do 1994/1995 w Doświadczalnej Stacji Badawczej w Mokronosach na Pojezierzu Gnieźnieńskim (52°53'N, 17°28'E). Badania i obserwacje prowadzono w zlewniach dwóch śródpolnych oczek wodnych numer 5 i 6. Badania te obejmowały:

- systematyczne pomiary stanów wody w śródpolnych oczkach wodnych i stanów wód gruntowych w ich zlewniach oraz pomiary odpływów z sieci drenarskiej,
- limnigraficzne pomiary dopływu wód drenarskich do oczka 6,
- oznaczanie wielkości zapasów wody w 3 profilach glebowych,
- pomiary wysokości dobowych sum opadów deszczomierzem Hellmanna, a w okresie wegetacyjnym dodatkowo pluwiografem,
- wielkość parowania z powierzchni oczek w okresach od kwietnia do listopada mierzono za pomocą ewaporymetru pływającego, a w pozostałych okre-

- sach obliczono metodą Konstantinowa,
- wielkości ewapotranspiracji obliczono wzorem Penmana,
- wielkości spływów powierzchniowych i podpowierzchniowych obliczono wykorzystując model gospodarki wodnej gleb na stoku [SZAFAŃSKI 1993],
- badania terenowe w zlewniach oczek obejmowały również prace gleboznawcze, oznaczenia fizykowodnych właściwości gleb oraz pomiary geodezyjne.

Charakterystyka zlewni oczek

Zlewnie badanych oczek znajdują się na terenie, charakteryzującej się bardzo urozmaiconą rzeźbą falistej moreny dennej, stanowiącej część Pojezierza Gnieźnieńskiego. Powierzchnia zlewni oczka 5 wynosi 0,55 ha, w tym powierzchnia samego oczka wynosi 0,07 ha. Powierzchnia zlewni oczka 6 jest znacznie większa i wynosi 2,06 ha, a powierzchnia oczka 6 – 0,25 ha. W pokrywie glebowej zlewni obu oczek dominują gleby płowe, stanowiąc w obu zlewniach prawie 85% powierzchni. W obniżeniach terenowych, położonych wokół oczek, występują czarne ziemie zbrunatniałe.

Średnie spadki terenu w zlewni oczka 5 wynoszą 2,6%, a w zlewni oczka 6 – 2,8%. Maksymalne spadki wynoszą odpowiednio 3,9% i 8,4%. W zlewni oczka 5 powierzchnia zdrenowana wynosi 38% powierzchni zlewni, a w zlewni oczka 6 – 70%.

Zarówno dno oczka 5, jak i 6 wyścielone są warstwą łu, o współczynniku filtracji $k = 0,007 \text{ cm}\cdot\text{h}^{-1}$, oddzielającego czaszę oczka od przyległego obszaru. Nieprzepuszczalne warstwy łu uniemożliwiają, przy niskich stanach, przesiąki wody z oczka. Przy stanach wody układających się powyżej nieprzepuszczalnej czaszy możliwa jest wymiana wody między oczkiem a wodami gruntowymi w przyległym obszarze. Przy niskich stanach, poniżej zasięgu warstwy łu, stany wody należy rozpatrywać jako niezależne systemy.

Bilanse wodne zlewni oczek

W celu prawidłowego bilansowania zasobów wodnych w zlewniach śródpolnych oczek wodnych konieczne jest uwzględnianie powiązania bilansu wodnego gleb zlewni z bilansem wodnym samego oczka. W pracy wykorzystano model gospodarki wodnej zlewni oczka przedstawiony w pracach FIEDLERA i in. [1993] oraz FIEDLERA 1997. W modelu uwzględniono szereg procesów hydrologicznych zachodzących w obrębie zlewni. Wejściem do systemu jest opad i parowanie oraz mierzone odpływy drenarskie. W modelu przewidziano możliwość podziału zlewni oczka na 2 lub więcej zlewni cząstkowych w przypadku zróżnicowania warunków fizjograficznych.

W tabeli 1 zestawiono wskaźniki bilansów wodnych gleb oczek 5 i 6 dla roku hydrologicznego 1987/1988, czyli przed wprowadzeniem dopływu drenarskiego do oczka 6, oraz dla roku 1993/1994, po wprowadzeniu dopływów drenarskich z sąsiednich zlewni. W bilansach wodnych gleb zlewni obu oczek dominującą pozycję zajmują opady oraz ewapotranspiracja. Czynniki te kształtują przebieg zmian retencji gruntowej w kolejnych półroczach, co powoduje, że bilanse gleb obu oczek nie wykazują dużego zróżnicowania. W półroczach zimowych ewapo-

transpiracja stanowi poniżej 25% opadów z tego okresu, a w letnich prawie 125%. Obliczone wielkości spływów powierzchniowych i podpowierzchniowych w znikomym stopniu wpływały na zmniejszenie retencji gleb zlewni. W roku hydrologicznym 1987/1988 stanowiły one łącznie 2% ewapotranspiracji zlewni oczka 5 i 5% ewapotranspiracji zlewni oczka 6. Większe wartości spływów w zlewni oczka 6 wynikają z różnic w budowie zlewni tych oczek. Zlewnia oczka 6 charakteryzuje się większymi o prawie 10% spadkami terenu.

Tabela 1; Table 1

Bilanse wodne gleb zlewni oczek 5 i 6
w latach hydrologicznych 1987/1988 i 1993/1994 (mm)
Water balances of soils on pond 5 and 6 catchments
in hydrological years 1987/1988 and 1993/1994 (mm)

Data Period		Przychód; Income		Rozchód; Losses					ΔRg
		P	Hio	Hig	Hp	Hpp	Eg	Hod	
oczko 5; pond 5									
1987/1988	XI-IV	278,1	3,0	29,6	2,1	1,3	119,1	41,9	87,1
	V-X	379,7	39,1	0,0	7,3	0,0	386,5	0,0	25,0
	XI-X	657,8	42,1	29,6	9,4	1,3	505,6	41,9	112,1
1993/1994	XI-IV	270,1	0,0	16,8	0,0	0,0	69,5	0,0	183,8
	V-X	294,6	0,0	11,9	0,0	0,0	368,2	0,0	-85,5
	XI-X	564,7	0,0	28,7	0,0	0,0	437,7	0,0	98,3
oczko 6; pond 6									
1987/1988	XI-IV	278,1	2,5	24,7	7,5	4,8	119,3	11,4	112,9
	V-X	379,7	32,4	0,0	11,3	0,0	385,4	0,3	15,1
	XI-X	657,8	34,9	24,7	18,8	4,8	504,7	11,7	128,0
1993/1994	XI-IV	270,1	6,4	0,0	0,0	0,0	69,5	0,0	207,0
	V-X	294,6	14,4	0,0	0,0	0,0	368,2	0,0	-59,2
	XI-X	564,7	20,8	0,0	0,0	0,0	437,7	0,0	147,8

- P – opad; precipitation
Hio – filtracja z wód gruntowych; seepage from groundwater
Hig – przesiąki z oczka; seepage from pond
Hp – spływy powierzchniowe; surface runoff
Hpp – spływy podpowierzchniowe; subsurface runoff
Eg – parowanie terenowe; evaporation
Hod – odpływ drenarski; drainage outflow
ΔRg – przyrost retencji gleby; soil water retention increase

Także ustalone współczynniki filtracji warstwy podornej w zlewni oczka 5 są średnio o ponad 60% mniejsze niż współczynniki dla warstwy ornej. W zlewni oczka 6 współczynniki te są o ponad 70% mniejsze. Ten bardziej niekorzystny układ warstw wpływa na zwiększenie spływów podpowierzchniowych.

Dużą rolę w bilansach wodnych odgrywają przyrosty retencji, które mają bardzo istotne znaczenie dla bilansów wodnych następných okresów. Obliczone przyrosty retencji są zawsze większe dla gleb zlewni oczka 6. Największa różnica w przyroście retencji, prawie 50 mm, występuje w roku 1993/1994. Związane jest

to z dopływem wód drenarskich do oczka 6 i zasilaniem wód gruntowych przez wody z oczka, podczas gdy w tym samym czasie oczko 5 było zasilane wodami gruntowymi. Półroczna zimowe charakteryzują się przyrostami retencji, związanymi z małymi wielkościami parowania terenowego. W półroczu letnim 1988 roku, w zlewni oczka 6 zaobserwowano także przyrost retencji, co spowodowane było głównie znacznie wyższymi od średniej opadami tego półroczia. Natomiast w półroczu letnim 1994 roku wystąpiły ubytki retencji. Występujące w roku 1987/1988 odpływy z sieci drenarskiej oraz spływy powierzchniowe i podpowierzchniowe nieznacznie zmniejszyły retencję gleb zlewni obu oczek.

Po obliczeniu bilansów wodnych gleb zlewni oczek można przystąpić do określania bilansów wodnych samych oczek (tab. 2). Bilanse wodne oczek, w porównaniu do bilansów wodnych gleb, wykazują zarówno znacznie większe zróżnicowanie dla poszczególnych okresów bilansowania, jak i pomiędzy oczkami. Różnice te uwidaczniają się szczególnie w półroczach zimowych. W mokrym roku 1987/1988, o opadach o znacznej intensywności, uwidocznił się znaczny wpływ spływów powierzchniowych i podpowierzchniowych w zwiększaniu retencji oczka. Stanowiły one łącznie 10,6% opadu w oczku 5 i 25,9% w oczku 6. W pozostałych okresach spływy nie miały wpływu na bilanse wodne oczek.

Tabela 2; Table 2

Bilanse wodne oczek 5 i 6 w latach hydrologicznych 1987/1988 i 1993/1994
Water balances of ponds 5 and 6 in hydrological years 1987/1988 and 1993/1994

Okres Period		Przychód; Income					Rozchód; Losses		ΔRo
		P	Hd	Hp	Hpp	Hig	Hio	Eo	
oczko 5; pond 5									
1987/1988	XI-IV	278,1	-	13,7	8,5	193,8	19,8	193,7	280,6
	V-X	379,7	-	47,5	0,0	0,0	254,6	748,9	-576,3
	XI-X	657,8	-	61,2	8,5	193,8	274,4	942,6	-295,7
1993/1994	XI-IV	270,1	-	0,0	0,0	110,6	0,0	185,3	167,2
	V-X	294,6	-	0,0	0,0	76,2	0,0	508,5	-137,7
	XI-X	564,7	-	0,0	0,0	186,8	0,0	693,8	29,5
oczko 6; pond 6									
1987/1988	XI-IV	278,1	0,0	54,3	34,8	177,6	18,1	193,7	333,0
	V-X	379,7	0,0	83,7	0,0	0,0	233,3	748,9	-518,8
	XI-X	657,8	0,0	138,0	34,8	177,6	251,4	942,6	-185,8
1993/1994	XI-IV	270,1	382,0	0,0	0,0	0,0	45,2	185,3	421,6
	V-X	294,6	12,8	0,0	0,0	0,0	104,7	508,5	-305,8
	XI-X	564,7	394,8	0,0	0,0	0,0	149,9	693,8	115,8

P, Hp, Hpp, Hig, Hio – oznaczenia jak w tab. 1; explanations see Table 1

Hd – dopływ drenarski do oczka 6; drainage inflow to pond 6

Eo – parowanie z powierzchni oczka; pond evaporation

ΔRo – przyrost retencji oczka; pond retention increase

- nie występował; no drainage inflow

Istotną rolę w bilansach wodnych oczek ma filtracja wody gruntowej do oczek i z oczek do wód gruntowych. W roku hydrologicznym 1987/1988 przepływ ten ma charakter dwukierunkowy w zależności od półroczia. W półroczu zimo-

wym filtracja do oczka 5 stanowiła 69,7% opadu, a do oczka 6 – 61,7%. W półroczu letnim oczka zasilają tereny przyległe.

W roku 1993/1994, po znacznym podniesieniu się lustra wody gruntowej, oczko 5 było przez prawie cały okres zasilane przez wody gruntowe. Filtracja wody do oczka zwiększyła jego retencję o 186,8 mm, co stanowiło prawie 35% opadu. Z kolei na bilans wodny oczka 6 w istotny sposób oddziaływały od grudnia 1993 roku dopływy wody z sieci drenarskiej podłączonej do tego oczka. Szczególnie istotna była jego rola w początkowym okresie napełniania się oczka 6, kiedy stanowił, poza opadami, jedyne źródło zasilania. Do końca półrocza zimowego do oczka dopłynęło 382 mm wody, co stanowiło 141% opadu tego półrocza. W okresie tym stany wody gruntowej w terenie przyległym do oczka układały się poniżej nieprzepuszczalnej czaszy oczka i nie zasilają go. Można postawić tezę, że bez wprowadzonego dopływu nie nastąpiłaby odbudowa lustra wody w oczku 6. Dopływ ten w istotny sposób wpłynął na kształtowanie się kierunków przepływu wody między oczkiem a wodami gruntowymi w zlewni oczka 6 w roku 1993/1994. Były one całkowicie odmienne niż w oczku 5. Oczko 6, już od drugiej dekady marca zasilalo tereny przyległe [KOSTURKIEWICZ i in. 1996]. Pomimo braku zasilania przez dopływ wody ze zlewni, nastąpił w półroczu zimowym tego roku znaczny przyrost retencji oczka. Przyrost retencji utrzymywał się do końca tego roku, podczas gdy w mokrym roku 1987/1988 nastąpił znaczny ubytek retencji.

Porównując przedstawione bilanse wodne gleb zlewni z bilansami oczka można zauważyć istotne różnice we wpływie tych samych elementów na kształtowanie się bilansów. Różnica ta wynika z przeliczania wskaźników obliczonych dla powierzchni zlewni na wskaźniki dla powierzchni oczka, która jest kilkukrotnie mniejsza. Pociąga to za sobą konieczność bardzo dokładnego obliczania wielkości spływów, gdyż nawet niewielki błąd w obliczeniach bilansów gleb zwielokrotnia się w bilansie wodnym oczka.

Wnioski

1. Występujące w okresie badań lata mokre, średnie i suche pozwoliły na analizę gospodarki wodnej zlewni śródpolnych oczek wodnych w różnych warunkach kształtowania się lustra wody w oczkach, począwszy od napełniania się oczka do jego wyschnięcia.
2. W celu prawidłowego bilansowania zasobów wodnych w zlewniach śródpolnych oczek wodnych konieczne jest powiązanie bilansu wodnego gleb zlewni z bilansem wodnym samego oczka.
3. Podstawowym czynnikiem wpływającym na kształt bilansów wodnych jest przebieg warunków meteorologicznych, wyrażony przez wielkości opadów atmosferycznych i parowania terenowego. Szczególnie istotne jest prawidłowe określenie tych czynników w bilansach wodnych gleb zlewni, w których stanowią one dominujące elementy bilansów.
4. W bilansach wodnych oczek znacznie większe znaczenie uzyskują takie elementy bilansów, jak: spływy powierzchniowe i podpowierzchniowe, filtracja wody do i z oczka oraz wprowadzony dopływ drenarski. Waga odpływów drenarskich ze zlewni oczka 6 była znacznie mniejsza i odpływ ten nie miał wpływu na wyschnięcie oczka w roku 1989.

5. Po wprowadzeniu wód drenarskich do oczka 6, zasilało ono tereny przyległe przez cały rok hydrologiczny.

Literatura

- FIEDLER M. 1997. *Bilanse wodne zlewni śródpolnych oczek wodnych na terenie zdrenowanym*. Maszynopis, Kat. Melior. Inż. Środ. AR Poznań: 115 ss.
- FIEDLER M., KOSTURKIEWICZ A., SZAFRAŃSKI CZ. 1993. *Modelowanie gospodarki wodnej zlewni śródpolnego oczka wodnego*, w: *Zintegrowany monitoring środowiska przyrodniczego*. A. Kostrzewski (red.), Bibl. Monit. Środ., Warszawa: 97–110.
- HUBBARD D.H., LINDER R.L. 1986. *Spring runoff retention in prairie pothole wetlands*. J. Soil Water Conserv. 41: 122–125.
- KOSTURKIEWICZ A., SZAFRAŃSKI CZ., FIEDLER M. 1996. *Śródpolne oczka wodne w gospodarce wodnej meliorowanych terenów bogato urzeźbionych*. Przegł. Nauk. Wydz. Melior. i Inż. Środ. SGGW w W-wie 11: 245–255.
- SOLARSKI H., NOWICKI Z. 1991. *Możliwości retencyjne oczek wodnych i mokradel na Pojezierzu Mazurskim*. Acta Acad. Agricult. Tech. Olst., Geod. Ruris. 20: 173–183.
- SZAFRAŃSKI C. 1993. *Gospodarka wodna gleb terenów bogato rzeźbionych i potrzeby ich melioracji*. Roczn. AR Poznań, Rozpr. Nauk. 244: 98 ss.

Słowa kluczowe: śródpolne oczko wodne, bilans wodny, drenowanie, retencja, jakość wód

Streszczenie

W pracy omówiono bilanse wodne zlewni dwóch śródpolnych oczek wodnych położonych na Pojezierzu Gnieźnieńskim (52°53'N, 17°28'E). Oczka wodne wykazują znaczne zdolności retencjonowania wody i mogą być użyte do magazynowania wody odpływającej siecią drenarską. Zwiększają w ten sposób zasoby wody dostępnej w okresach posusznych.

WATER BALANCES OF THE MIDFIELD POND CATCHMENTS ON DRAINED AREAS

Michał Fiedler

Department of Land Reclamation and Environmental Development,
Agricultural Academy, Poznań

Key words: midfield pond, water balance, drainage, retention, water quality

Summary

Water balances of two midfield ponds situated on Gniezno Lakeland (52°53'N, 17°28'E) were described in the paper. Midfield ponds show significant retention capabilities which may be used for storage of water outflowing by drains. Therefore, they increase the amount of water available during dry periods.

Dr inż. Michał Fiedler
Katedra Melioracji i Kształtowania Środowiska
ul. Piątkowska 94
60-625 POZNAŃ
e-mail: fiedler@au.poznan.pl