

## OCENA FUNKCJONOWANIA ŚRÓDLEŚNYCH OCZEK WODNYCH W ZRÓŻNICOWANYCH WARUNKACH METEOROLOGICZNYCH NA TERENIE LEŚNEGO KOMPLEKSU PROMOCYJNEGO LASY RYCHTALSKIE

Mariusz Tomasz Korytowski<sup>1</sup>, Rafał Stasik<sup>1</sup>, Daniel Liberacki<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Instytut Melioracji, Kształtowania Środowiska i Geodezji, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, ul. Piątkowska 94, 60-649 Poznań, e-mail: mario@up.poznan.pl, stasikr@up.poznan.pl, dliber@up.poznan.pl)

### STRESZCZENIE

W pracy przedstawiono wyniki badań przeprowadzonych w dwóch, różniących się pod względem opadów, latach hydrologicznych 2010/2011 i 2012/2013 w zlewniach śródleśnych oczek wodnych nr 1 i 6 usytuowanych na terenie Leśnego Zakładu Doświadczalnego Siemianice, należącego do Leśnego Kompleksu Promocyjnego „Lasy Rychtalskie”, w leśnictwach Wielisławice (oczko nr 1) oraz Laski (oczko nr 6). Zlewnia śródleśnego oczka wodnego nr 1, o powierzchni około 7,5 ha jest w 100% zlewnią leśną. Natomiast zlewnia oczka nr 6, o powierzchni około 37 ha, jest w 40% zlewnią leśną a pozostałe 60% obszaru badanej zlewni stanowią grunty orne. Analizowane w pracy oczka nr 1 i 6 o łagodnych skarpach, mają charakter naturalnych oczek wytopiskowych. Powierzchnia oczka nr 1 wynosi 0,13 ha a oczka nr 6 0,35 ha, przy średnich głębokościach wynoszących odpowiednio 1,0 m i 1,4 m. Przeprowadzone badania potwierdziły, że zmiany stanów i związanych z nimi zapasów wody w śródleśnych oczkach wodnych nr 1 i 6 w dużej mierze uzależnione był również, poza przebiegiem warunków meteorologicznych, od ich cech morfometrycznych. Badania wykazały także silną więź hydrauliczną polegającą na okresowym odpływie wód z oczek do gleb przyległych siedlisk i odwrotnie. Obliczone współczynniki korelacji, dla związków stanów wód w oczkach ze stanami wód gruntowych przyległych siedlisk w omawianych latach hydrologicznych osiągały wartości od 0,43 do 0,96 i zależności te były w większości istotne na poziomie  $\alpha=0,01$ .

**Słowa kluczowe:** mikrozlewnia leśna, śródleśne oczka wodne, stany wody, zapasy wody

### ASSESSMENT OF FOREST POND FUNCTION IN DIFFERENT METEOROLOGICAL CONDITIONS AT PROMOTIONAL FOREST COMPLEX AREA OF LASY RYCHTALSKIE

#### ABSTRACT

The paper presents the results of the researches carried out in the catchments of pond No 1 and No 6. The ponds are located in Siemianice Experimental Farm, belonging to “Lasy Rychtalskie” Promotional Forest Complex, in Wielisławice (pond No 1) and Laski forestry (pond No 6). The researches were carried out in two hydrological years 2010/2011 and 2012/2013. The years had different precipitation. The area of catchment of pond No 1 is about 7.5 ha and its forestation totals 100%. Whereas catchment area of pond No 6 is about 37 ha. The forestation of this pond is about 40% and the rest are arable areas. The analyzed pond No 1 and 6, have mild scarps, and they are natural pond melting out. The area of pond No 1 is 0.13 ha, whereas pond No 6 is 0.35 ha, and averages depths of both ponds are 1.0 m and 1.4 m. The results confirmed a connection between water in ponds and groundwater in neighboring areas. In some periods water of ponds supply surrounding areas and in some periods on the contrary – groundwater supply water in ponds. Correlation coefficient (from 0.43 to 0.96) calculated for relation between water levels in ponds and groundwater were statistically significant for the level  $\alpha=0.01$  in analyzed hydrological years.

**Keywords:** forest catchment, forest ponds, water levels, water storages

## WSTĘP

Występujące z dużą częstotliwością na obszarze naszego kraju okresy z niedoborami opadów, powodują że problematyka dotycząca ochrony i możliwości zwiększania zasobów wodnych jest coraz bardziej aktualna. Potwierdzają to między innymi Mioduszewski i Pierzgalski [2009]. Ich obserwacje z ostatniego 50-lecia wskazują na nasilenie się na obszarze naszego kraju susz i niedoborów wody. Susze pojawiają się coraz częściej, są coraz intensywniejsze i wywołują ujemne skutki w rolnictwie, leśnictwie i innych działach gospodarki. Dlatego też podejmuje się szereg działań mających na celu zwiększenie i ochronę zasobów wodnych, wykorzystując między innymi retencję zbiornikową.

Jednak według Gołdyna [2012] retencjonowanie wody w dużych zbiornikach zaporowych jest bardzo kosztowne i coraz częściej budzi sprzeciw miejscowej ludności oraz organizacji ekologicznych. Najtańszą i najbardziej efektywną metodą zatrzymywania nadmiaru wód wiosennych w krajobrazie jest tzw. mała retencja, czyli magazynowanie wód w niewielkich zbiornikach wodnych występujących pośród pól, łąk i lasów. Według Majora [2012] podstawowym zadaniem takich małych zbiorników jest zatrzymanie jak największej ilości wody w jej powierzchniowym i podpowierzchniowym obiegu.

Jednym z zasadniczych elementów „małej retencji” w zlewniach leśnych są śródleśne oczka wodne, które poza funkcjami biocenotycznymi i krajobrazowymi odgrywają niezwykle pozytywną rolę w kontekście oddziaływania na wody gruntowe przyległych siedlisk i zasilania ich w okresach posusznych [Orzepowski 2010]. W ogólnym ujęciu zbiorniki te w dużej mierze podnoszą bioróżnorodność, modyfikują i tworzą specyficzny mikroklimat obszarów na których występują [Fatyga i inni 2009]. W ostatnich latach poświęca się coraz więcej uwagi tym niewielkim zbiornikom wodnym i podejmuje działania związane z ich zachowaniem lub odtworzeniem [Skwierawski 2005, Kuczyńska – Kippen 2012]. Podstawą takich działań może być między innymi ocena funkcjonowania takich zbiorników, w zróżnicowanych warunkach meteorologicznych, co jednocześnie stanowi cel niniejszej pracy.

## MATERIAŁ I METODY

W pracy przedstawiono wyniki badań przeprowadzonych w dwóch, różniących się pod względem opadów, latach hydrologicznych 2010/2011 i 2012/2013 w zlewniach śródleśnych oczek wodnych nr 1 i 6 usytuowanych na terenie Leśnego Zakładu Doświadczalnego Siemianice, należącego do Leśnego Kompleksu Promocyjnego „Lasy Rychtałskie”, w leśnictwach Wielisławice (oczko nr 1) oraz Laski (oczko nr 6). Lasy tych leśnictw leżą w zasięgu Niziny Południowo-Wielkopolskiej, na Wysoczyźnie Wieruszowskiej, będącej zdenudowaną równiną morenową przeciętą biegiem górnej Proсны [Kondracki 1978]. Leśny Zakład Doświadczalny Siemianice Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu, znajduje się około 15km na południowy wschód od Kępna (rys. 1).

Zlewnie analizowanych w pracy śródleśnych oczek wodnych usytuowane są w zlewniach Niesobu (oczko nr 1) i Pomianki (oczko nr 6), które są lewobrzeżnymi dopływami Proсны. Zlewnia śródleśnego oczka wodnego nr 1, o powierzchni około 7,5 ha jest w 100% zlewnią leśną. Natomiast zlewnia oczka nr 6, o powierzchni około 37 ha, jest w 40% zlewnią leśną a pozostałe 60% obszaru badanej zlewni stanowią grunty orne. Przeważającym typem siedliskowym lasu w zlewniach analizowanych oczek jest las mieszany świeży (LMśw), który zajmuje około 95% powierzchni, a dominującym gatunkiem drzewostanu jest sosna w wieku około 100 lat. W zlewni oczka nr 1 występują w przewodzie gleby bielico-rdzawe, a w zlewni oczka nr 6 gleby płowe zbrunatniałe, w których dominującym gatunkiem jest piasek gliniasty.

Analizowane w pracy oczka nr 1 i 6 posiadają łagodne skarpy i mają charakter naturalnych oczek wytopiskowych. Powierzchnia oczka nr 1 wynosi 0,13 ha, a oczka nr 6 – 0,35 ha, przy średnich głębokościach wynoszących odpowiednio 1,0 m i 1,4 m. W dnach omawianych oczek występuje namuł organiczny o średniej miąższości 30 cm, a w warstwach położonych głębiej i w skarpach przeważa piasek słabogliniasty z wkładkami utworów mocniejszych [Korytowski i Szafranski 2013].

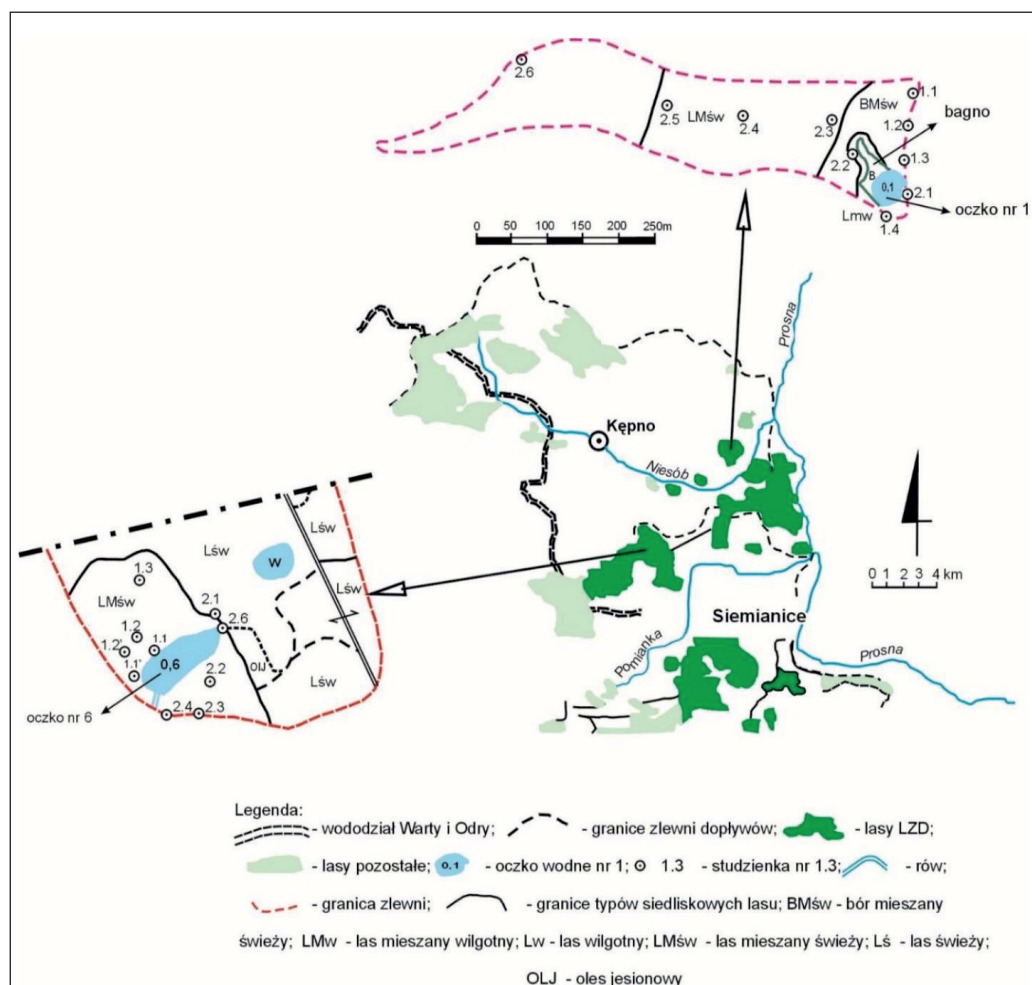
Stany wody w oczkach odczytywano z zainstalowanych w nich łątach wodowskazowych, a stany wód gruntowych w zlewniach oczek mierzono w przekrojach przechodzących przez reprezentatywne siedliska. Pomiarów stanów wód dokonywano z częstotliwością jeden raz na tydzień.

Ocenę wpływu wód zretencjonowanych w oczkach na wody gruntowe w przyległych siedliskach leśnych przeanalizowano dla studzienek usytuowanych najbliżej badanych oczek (rys. 1). W zlewni oczka nr 1 były to studzienki 1.3 i 2.1 oddalone od oczka odpowiednio o 15 m i 10 m, a także studzienki 1.4 i 2.2 oddalone od oczka o 20 m i 50 m. Natomiast w zlewni oczka nr 6 była to studzienka 1.1' oddalona od oczka o 15 m oraz 2.6 oddalona o 10 m. W przypadku pozostałych studzienek w zlewniach tych oczek, wody gruntowe w omawianych latach występowały przez większą ich część poniżej głębokości ich zainstalowania.

Utwory glebowe występujące w dnach i skarpacech badanych śródleśnych oczek wodnych oraz w przylegających do oczek siedliskach leśnych scharakteryzowano na podstawie odwiertów wykonanych w miejscach reprezentatywnych, z których pobrano próbki gleby do analiz laboratoryjnych. Skład granulometryczny tych utwo-

rów określono metodą areometryczną Casagrande'a w modyfikacji Prószyńskiego, z podziałem materiału glebowego na grupy granulometryczne według PN-R-04033 [Polska Norma 1998].

Warunki meteorologiczne w omawianych latach hydrologicznych, na tle danych z wielolecia 1974–2010, scharakteryzowano na podstawie uzyskanych wyników pomiarów z własnego posterunku opadowego i obserwacji prowadzonych w stacji meteorologicznej Leśnego Zakładu Doświadczalnego Siemianice. Charakterystykę wilgotnościową dla analizowanych lat hydrologicznych przeprowadzono według krzywych prawdopodobieństwa metodą decyli Dębskiego [Byczkowski 1996], z uwzględnieniem następujących kryteriów: poniżej 20% – okres mokry, od 20–39% – okres średnio mokry, od 40–59% – okres normalny, od 60–79% okres średnio suchy, od 80% i powyżej – okres suchy [Kostrzewa i inni 1994].



Rys. 1. Lokalizacja zlewni śródleśnych oczek wodnych nr 1 i 6 na terenie Leśnego Zakładu Doświadczalnego Siemianice

Fig. 1. Location of catchments of pond No. 1 and No. 6 in the area of Siemianice Forest Experimental Farm

Związki stanów wody w badanych oczkach ze stanami wód gruntowych, w wybranych do analizy studzienkach, obliczono dla okresów występowania zwierciadła wody w oczkach. Natomiast ilość dni z zasilaniem wód gruntowych przez wody oczek określono w analizowanych latach na podstawie różnicy pomiędzy rzędnymi stanów wód w oczkach i wód gruntowych w przyległych do oczek siedliskach.

Zasięgi typów siedliskowych lasu w zlewniach omawianych oczek scharakteryzowano na podstawie operatu glebowo- siedliskowego [Operat... 1999].

## WYNIKI BADAŃ I DISKUSJA

Rok hydrologiczny 2010/2011, w którym suma opadów wyniosła 499 mm i była niższa od średniej z wielolecia o 73 mm (tab. 1), był rokiem suchym. Prawdopodobieństwo wystąpienia takiej sumy opadów łącznie z niższymi wynosi 30% czyli raz na około 3 lata. Natomiast średnia temperatura powietrza w omawianym roku wyniosła 9,2 °C i była zbliżona do średniej z wielolecia. W półroczu zimowym tego roku suma opadów była wyższa od średniej z wielolecia o 22 mm, a temperatura powietrza niższa od średniej o 0,2 °C. Natomiast półrocze letnie tego roku było średnio suche, gdyż suma opadów w tym półroczu wyniosła 270 mm i była niższa od średniej z wielolecia o 95 mm, przy temperaturze powietrza wyższej od średniej o 0,7°C.

Drugi analizowany w pracy rok hydrologiczny 2012/2013 był rokiem mokrym, w którym suma opadów wyniosła 711 mm i była wyższa od średniej z wielolecia aż o 139 mm. Prawdopodobieństwo wystąpienia takiej sumy opadów

łącznie z wyższymi wynosi 11%, czyli jeden raz na około 9 lat. Półrocze zimowe tego roku było średniomokre i zimne, gdyż suma opadów w tym półroczu była wyższa od średniej z wielolecia o 51 mm, przy temperaturze powietrza niższej od średniej o 2,4°C. Natomiast półrocze letnie, w którym suma opadów była wyższa od średniej o 88 mm, było mokre, przy temperaturze powietrza równej średniej.

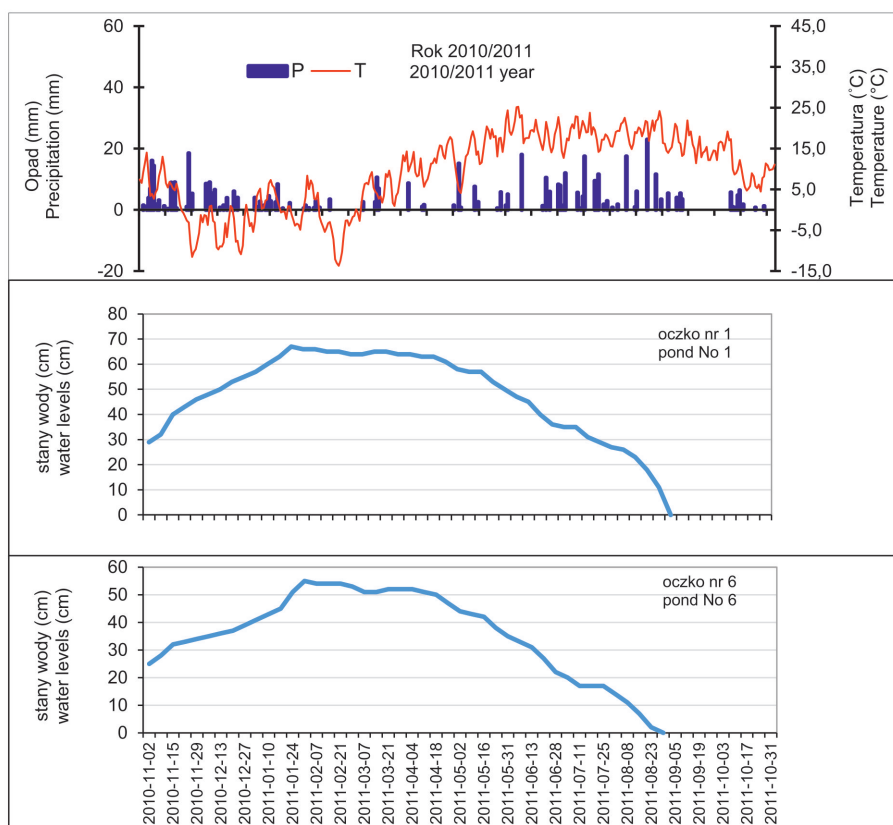
Ważnym elementem w ocenie funkcjonowania małych zbiorników wodnych jest analiza zmienności stanów wody w tych zbiornikach, a także ocena czasu występowania w nich zwierciadła wody, w różnych pod względem sumy opadów latach hydrologicznych. Na początku półroczu zimowego 2010/2011 stany wody w badanych śródlęśnych oczkach wodnych wahały się od 25 cm w oczku nr 6 do 29 cm w oczku nr 1 (rys. 2).

Od początku listopada do trzeciej dekady stycznia stany wody w omawianych oczkach wzrastały. Duży wpływ na taką sytuację miały opady o łącznej sumie 180 mm, które wystąpiły w tym okresie, a także dodatkowo temperatury powietrza w pierwszej i drugiej dekadzie stycznia. W dniach 24 i 31 stycznia w omawianych oczkach wystąpiły maksymalne stany wody i wyniosły odpowiednio 67 cm (oczko nr 1) i 55 cm (oczko nr 6). Od połowy lutego do drugiej dekady kwietnia stany wody w oczkach utrzymywały się wysoko i nie wykazywały większej zmienności kształtując się na średnim poziomie 65 cm w oczku nr 1 i 52 cm w oczku nr 6. Wyższe temperatury powietrza, które wystąpiły w ostatniej dekadzie kwietnia, przy bardzo niskich w tym okresie sumach opadów (2 mm), spowodowały opadanie zwierciadła wody w analizowanych oczkach. Na końcu omawianego półroczu zimowego stan wody w oczku nr 1 wyniósł 60 cm,

**Tabela 1.** Półroczne i roczne sumy opadów atmosferycznych (P) oraz średnie półroczne i roczne temperatury powietrza (T) w latach hydrologicznych 2010/2011 i 2012/2013 i ich odchylenia od średnich z wielolecia 1974–2010.

**Table 1.** Half-year and yearly precipitation (P) and average air temperatures (T) in 2010/2011 and 2012/2013 hydrological years, and their deviations from averages of multiyear 1974–2010.

Wyszczególnienie	P [mm]			T [°C]		
	zima XI-IV	lato V-X	rok XI-X	zima XI-IV	lato V-X	rok XI-X
Średnia z wielolecia	207	365	572	2,4	15,5	9,0
Rok 2010/2011	229	270	499	2,2	16,2	9,2
Odchylenie	+22	-95	-73	-0,2	+0,7	+0,2
Rok 2012/2013	258	453	711	0,0	15,5	7,8
Odchylenie	+51	+88	+139	-2,4	0,0	-1,2



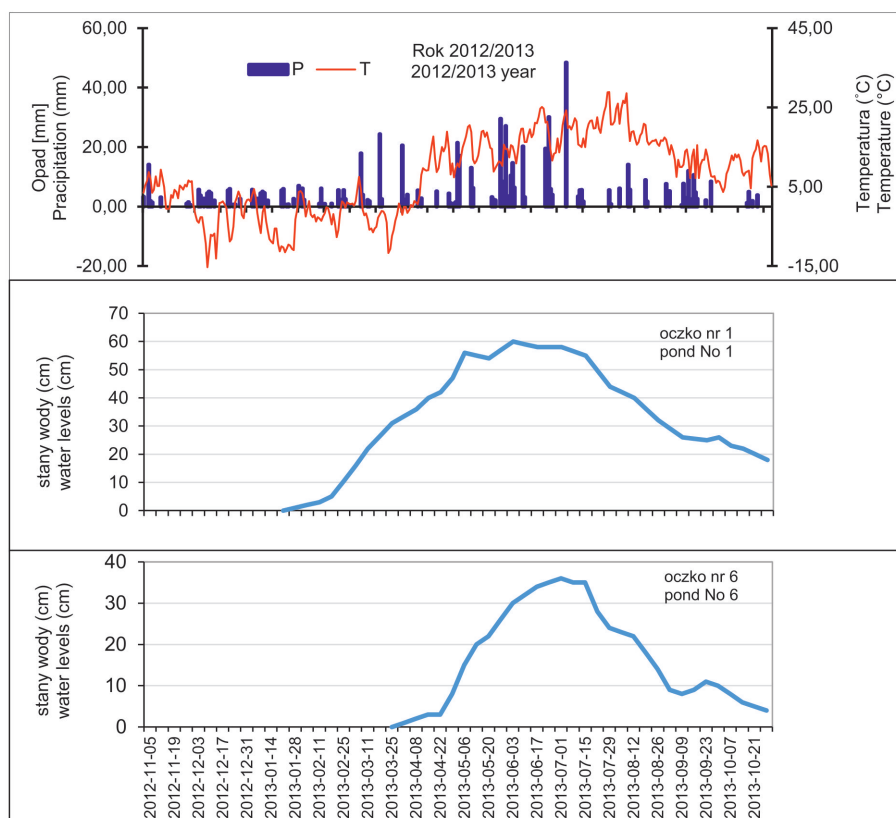
**Rys. 2.** Stany wody w śródleśnych oczkach wodnych nr 1 i 6 na tle dobowych sum opadów (P) i średnich dobowych temperatur powietrza (T) w roku hydrologicznym 2010/2011

**Fig. 2.** Water levels in ponds No. 1 and No. 6 against daily precipitation (P) and average air temperature (T) in 2010/2011 hydrological year

a w oczku nr 6 osiągnął wartość 46 cm. Od początku półrocza letniego 2010/2011, które było średnio suche pod względem opadów, stany wody w badanych śródleśnych oczkach obniżały się. Niekorzystny przebieg warunków meteorologicznych w tym półroczu, w szczególności niskie miesięczne sumy opadów i wyższe temperatury powietrza spowodowały, że opadanie stanów wody w oczkach trwało aż do końca sierpnia. W dniu 1 września nastąpił zanik zwierciadła wody w oczku nr 6, a cztery dni później w oczku nr 1 i sytuacja taka utrzymała się już do końca tego półrocza. Można stwierdzić, że analizowane zbiorniki charakteryzowały się w tym roku dużą zmiennością stanów wody. Również wcześniejsze badania Kucharskiego [1996] nad znaczeniem zagłębień bezodpływowych na Pojezierzu Kujawskim oraz badania Gamrat i innych [2006] w rejonie Równiny Wełtyńskiej wykazały, że typowym zjawiskiem obserwowanym w zagłębiach bezodpływowych są duże wahania poziomu lustra wody, które w okresach suszy może zupełnie zanikać. Bielecka [2009] tego typu małe bezodpływowe zbiorniki wodne, których zwier-

ciadło ulega znacznym wahaniom w ciągu roku, zalicza do zbiorników polimiktycznych.

Od początku półrocza zimowego drugiego roku badań (2012/2013), które było średniomokre i zimne, zwierciadło wody w analizowanych oczkach nie występowało. Duży wpływ na taką sytuację miało wyczerpanie zapasów wody w omawianych oczkach w poprzedzającym analizowane półroczu, półroczu letnim 2012, spowodowane niekorzystnym w tym półroczu rozkładem opadów i wyższymi temperaturami powietrza. W śródleśnym oczku wodnym nr 1 zwierciadło wody pojawiło się na przełomie stycznia i lutego, a w oczku nr 6 w ostatniej dekadzie marca (rys. 3). Maksymalne w tym półroczu stany wody wystąpiły w badanych oczkach w dniu 30 kwietnia i osiągały wartości od 8 cm w oczku nr 6 do 47 cm w oczku nr 1. Badania wykazały szybszy przyrost stanów wody i związanych z nimi zapasów w oczku nr 1, które ma mniejszą powierzchnię od oczka nr 6. Można zatem stwierdzić, że duży wpływ na dynamikę zmian stanów wody w analizowanych oczkach, oprócz przebiegu warunków meteorologicznych, ma także ich charakter oraz



**Rys. 3.** Stany wody w śródlęśnych oczkach wodnych nr 1 i 6 na tle dobowych sum opadów (P) i średnich dobowych temperatur powietrza (T) w roku hydrologicznym 2012/2013

**Fig. 3.** Water levels in ponds No. 1 and N.o 6 against daily precipitation (P) and average air temperature (T) in 2012/2013 hydrological year

wielkość powierzchni. Znaczenie parametrów morfometrycznych w kształtowaniu możliwości retencyjnych zbiorników wodnych wykazały także między innymi badania przeprowadzone w północno-wschodniej Polsce, na obiekcie Lidzbark Warmiński [Koc i Cymes 2004].

Od początku półrocza letniego roku 2012/2013 stany wody w badanych oczkach wzrastały i 3 czerwca w oczku nr 1 wystąpił stan maksymalny wynoszący 60 cm, a w oczku nr 6 stan ten wystąpił na początku lipca i wyniósł 36 cm. Duży wpływ na taką sytuację miały opady o łącznej sumie 267 mm, które wystąpiły w maju i czerwcu. Od drugiej dekady lipca do połowy września, przy wyższych w tym okresie temperaturach powietrza i niskich sumach opadów, stany wody w badanych oczkach opadały. Niewielki wzrost stanów wody w omawianych zbiornikach wystąpił pod koniec września i był spowodowany opadami o łącznej sumie 36 mm, które wystąpiły w drugiej dekadzie tego miesiąca. Na końcu omawianego półrocza letniego stany wody w analizowanych oczkach wahały się od 4 cm w oczku nr 6 do 18 cm w oczku nr 1.

Ważnym elementem w ocenie funkcjonowania oczek wodnych w zlewniach leśnych jest również określenie wzajemnych powiązań pomiędzy wodami retencionowanymi w danym zbiorniku, a wodami gruntowymi w glebach przyległych do niego siedlisk. Przeprowadzone obliczenia związków stanów wód w analizowanych oczkach ze stanami wód gruntowych w przyległych siedliskach wykazały silne powiązania, zarówno dla półroczy jak i całych analizowanych lat hydrologicznych. W półroczach zimowych współczynniki korelacji wahały się od 0,5 do 0,98, a w półroczach letnich kształtowały się na poziomie od 0,64 do 0,98 (tab. 2). Natomiast dla całych analizowanych lat hydrologicznych wielkości te osiągały wartości od 0,43 (2012/2013) do 0,96 (2010/2011). Należy podkreślić, że w większości wyniki obliczonych zależności były istotne na poziomie  $\alpha=0,01$ . Jak podaje Kala [2002] dla zjawisk analizowanych w naukach przyrodniczych obiektywne wnioskowanie o silnych zależnościach jest wystarczające już przy poziomie istotności  $\alpha=0,05$ .

Niższe wartości współczynników korelacji w drugim analizowanym roku hydrologicznym

**Tabela 2.** Współczynniki korelacji ( $r$ ) oraz poziomy istotności ( $\alpha$ ) dla związków stanów wody w oczkach nr 1 i 6 ze stanami wód gruntowych, w wybranych studzienkach usytuowanych w zlewniach oczek, w półroczach zimowych, letnich i latach hydrologicznych 2010/2011 i 2012/2013

**Table 2.** Correlation coefficients ( $r$ ) and significance levels ( $\alpha$ ) for water levels relations in ponds No 1 and No 6 with groundwater levels, in chosen wells situated in catchment ponds, in winter half-year, summer and 2010/2011 and 2012/2013 hydrological year

Rok	Oczko nr	Studzienka nr	Odległość od oczka	Półrocze zimowe		Półrocze letnie		Rok	
				$r$	$\alpha$	$r$	$\alpha$	$r$	$\alpha$
2010/2011	1	1.3	15	0,96	0,01	0,96	0,01	0,96	0,01
		1.4	20	0,88	0,01	0,91	0,01	0,91	0,01
		2.1	10	0,95	0,01	0,95	0,01	0,95	0,01
		2.2	50	0,92	0,01	0,96	0,01	0,93	0,01
	6	1.1	15	0,74	0,01	(sucha)	-	0,74	0,01
		2.6	10	0,5	0,01	0,98	0,01	0,77	0,01
2012/2013	1.1'	1.3	15	0,97	0,01	0,96	0,01	0,81	0,01
		1.4	20	0,97	0,01	0,97	0,01	0,79	0,01
		2.1	10	0,98	0,01	0,95	0,01	0,88	0,01
		2.2	50	0,93	0,01	0,97	0,01	0,87	0,01
	6	1.1	15	0,87	0,05	0,75	0,05	0,43	0,05
		2.6	10	0,85	0,05	0,64	0,01	0,44	0,05

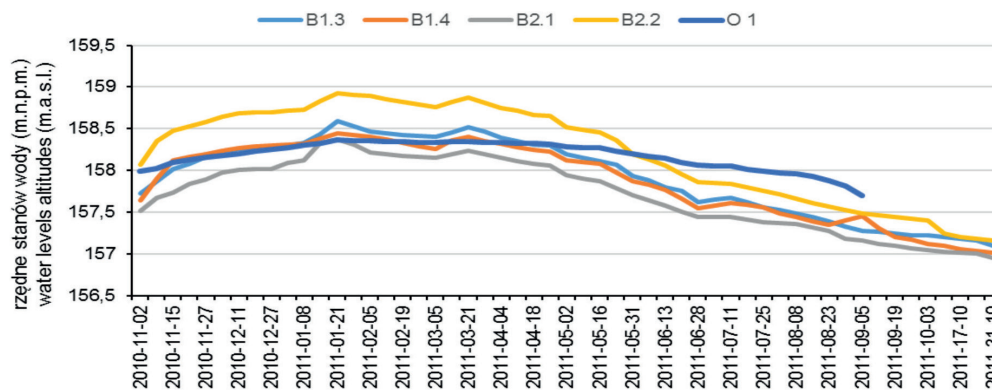
należy tłumaczyć krótszym okresem występowania zwierciadła wody w analizowanych oczkach.

Na podstawie przeprowadzonej analizy rzędnych stanów wody w oczkach nr 1 i 6 i wód gruntowych w przyległych do oczek siedliskach stwierdzono, że w roku hydrologicznym 2010/2011 wody gruntowe zasilają wody oczka nr 1 średnio przez 111 dni (tab. 3) Najdłużej, omawiane oczko (203 dni), zasilane było wodami gruntowymi od strony studzienki 2.2, usytuowanej w siedlisku lasu mieszanego wilgotnego (rys. 4). Natomiast, średni czas zasilania wód gruntowych przyległych siedlisk przez wody oczka wyniósł 193 dni, przy czym najdłużej (308 dni) stwierdzono

zasilanie od strony studzienki 2.1, zlokalizowanej w siedlisku boru mieszanego świeżego.

Drugie badane źródło wody nr 6, przez cały okres występowania w nim zwierciadła wody, w omawianym roku hydrologicznym, zasilano wodami gruntowymi przyległych siedlisk od strony studzienek 1.1' i 2.6. Średni czas zasilania kształtował się na poziomie 217 dni (tab. 3).

W drugim analizowanym roku hydrologicznym 2012/2013, średni czas zasilania wód oczka nr 1 przez wody gruntowe terenów przyległych wyniósł 123 dni i był o 12 dni dłuższy niż w roku 2010/2011. Podobnie jak w pierwszym omawianym roku najdłużej wody gruntowe zasilają wody



**Rys. 4.** Rzędne stanów wody w źródle wodnym nr 1 i stanów wód gruntowych w studzienkach 1.3, 1.4, 2.1 oraz 2.2 w roku hydrologicznym 2010/2011

**Fig. 4.** Water levels altitudes in pond No 1 and ground water levels in wells No 1.3, 1.4, 2.1 and 2.2 in 2010/2011 hydrological year

**Tabela 3.** Ilość dni z zasilaniem oczek nr 1 i 6 przez wody gruntowe przyległych siedlisk i wód gruntowych przez wody oczek w latach hydrologicznych 2010/2011 i 2012/2013

**Table 3.** Number of days when No 1 and No 6 ponds have been supplied by groundwater of neighbouring area as well as number of days when No 1 and No 6 pond have supplied groundwaters in 2010/2011 and 2012/2013 hydrological year

Rok 2010/2011		
Studzienka nr	Oczko nr 1	
	Wody gruntowe zasilają wody oczka	Wody oczka zasilają wody gruntowe
1.3	126	175
1.4	112	189
2.1	0	308
2.2	203	98
Oczko nr 6		
1.1'	0	175
2.6	0	259
Rok 2012/2013		
Oczko nr 1		
1.3	70	133
1.4	147	126
2.1	49	224
2.2	224	49
Oczko nr 6		
1.1'	42	56
2.6	0	175

oczka od strony studzienki 2.2. Najdłuższy okres zasilania jaki wystąpił od strony tej studzienki wiąże się z jej usytuowaniem w rynn timerenowej. Wody gruntowe w jej obrębie są zasilane wodami gruntowymi napływającymi z wyższych partii zlewni i dlatego też przez dłuższy czas utrzymywały się wyżej niż wody w oczku. Natomiast w zlewni oczka nr 6 stwierdzono w tym roku zasilane wód oczka wodami gruntowymi od strony studzienki 1.1', przy czym czas zasilania wyniósł 42 dni. Od strony studzienki 2.6 nie stwierdzono, podobnie jak w roku 2010/2011, przepływu wód gruntowych do oczka. W omawianym roku hydrologicznym oczko nr 6 zasilano wodami gruntowymi przyległych siedlisk średnio przez 116 dni.

Uzyskane w analizowanych latach wyniki badań potwierdziły wcześniejsze badania przeprowadzone na obszarze naszego kraju jak i poza nim, w których autorzy podkreślali, że pomiędzy stanami wody, zarówno w małych jak i dużych zbiornikach retencyjnych, a stanami wód gruntowych w terenach przyległych istnieją silne powiązania, często determinowane warunkami fizjograficznymi, geologicznymi i hydrogeologicznymi [Philips i Shedlock 1993, Kosturkiewicz i inni 2001, van der Kamp i Hayashi 2009, Przybyła i Kozdrój 2013].

## WNIOSKI

1. Przeprowadzone badania potwierdziły, że zmiany stanów i związanych z nimi zapasów wody w śródleśnych oczkach wodnych nr 1 i 6 w dużej mierze uzależnione były również, poza przebiegiem warunków meteorologicznych, od ich cech morfometrycznych.
2. Duże wahania stanów wody w analizowanych oczkach bezodpływowych nr 1 i 6 mogą świadczyć o ich wysokich zdolnościach retencyjnych. Jednak tendencja zaniku w nich zwierciadła wody, przypadająca często w okresach suchych półroczy letnich, w kontekście ochrony zasobów wodnych w lasach jest zjawiskiem niekorzystnym.
3. Badania wykazały także silną więź hydrauliczną polegającą na okresowym odpływie wód z oczek do gleb przyległych siedlisk i odwrotnie. Wody gruntowe zasilały w badanych latach oczko nr 1, średnio przez 117 dni, a były zasilane przez wody oczka średnio przez 163 dni. Natomiast śródleśne oczko wodne nr 6 w większości, w analizowanych latach, zasilało przyległe siedliska leśne, średnio przez 167 dni.



4. Przeprowadzone obliczenia związków stanów wody w analizowanych śródleśnych oczkach wodnych ze stanami wód gruntowych w przyległych siedliskach potwierdziły silne powiązania, zarówno dla półroczy jak i całych analizowanych lat. Obliczone współczynniki korelacji, dla omawianych lat hydrologicznych osiągały wartości od 0,43 do 0,96 i zależności te były w większości istotne na poziomie  $\alpha=0,01$ .

## LITERATURA

- Bielecka J. 2009. Oczka wodne. W: Woda na obszarach wiejskich. Red. W. Mioduszeński i W. Dembek. Falenty, IMUZ, 133–137.
- Byczkowski A. 1996. Hydrologia. Tom 1. Wydawnictwo SGGW, Warszawa.
- Fatyga J., Żyszkowski E., Helis M. 2009. Zastosowanie analizy sąsiedztwa do charakterystyki zbiorników wodnych na przykładzie powiatu Wrocławskiego Ziemskiego. Woda – Środowisko – Obszary Wiejskie, t. 9, z. 2(26), 33–49.
- Gamrat R., Burczyk P., Łysko A. 2006. Przemiany szaty roślinnej śródleśnych oczek wodnych w rejonie Czepina. Woda – Środowisko – Obszary Wiejskie, 6(1), 115–131.
- Gołdyn R. 2012. Potrzeba ochrony zbiorników śródleśnych. Red. R. Gołdyn i R. Kędziora, Biblioteka Ekologiczna w Poznaniu, 3–4.
- Kala R. 2002. Statystyka dla przyrodników. Wydawnictwo Akademii Rolniczej, Poznań, ss. 231.
- Koc J., Cymes I. 2004. Retencyjna rola małych zbiorników wodnych włączonych do sieci drenarskiej w warunkach równiny śepopolskiej. Roczniki AR Poznań, Melioracje i Inżynieria Środowiska, 25, 239–246.
- Kondracki J. 1978. Geografia Fizyczna Polski. Wyd. III, PWN, Warszawa.
- Korytowski M., Szafrąński Cz. 2013. Zmiany zapasów wody w latach o różnych sumach opadów, w śródleśnych oczkach wodnych, na przykładzie leśnictw Wielisławice i Laski. Annual Set The Environment Protection (Rocznik Ochrona Środowiska), 15, 1567–1579.
- Kostrzewa S., Pływaczyk A., Nowacki J. 1994. Stosunki wodne użytków rolnych w okresie suszy 1992 na Dolnym Śląsku. Roczniki Nauk Rolniczych, 3/4, 7–18.
- Kosturkiewicz A., Szafrąński Cz., Czopor St., Korytowski M., Stasiak R. 2001. Związki stanów wód w śródleśnych oczkach wodnych ze stanami wód gruntowych w przyległych siedliskach leśnych. Konferencja Naukowa „Funkcjonowanie geosystemów w zróżnicowanych warunkach morfoklimatycznych – monitoring, ochrona, edukacja”, Poznań, 237–250.
- Kucharski L. 1996. Przyrodnicze znaczenie zagłębień bezodpływowych w rolniczym krajobrazie Pojezierza Kujawskiego. Przegląd Nauk. Wydz. Melior. i Inż. Środ. SGGW, Warszawa, z. 10, 33–38.
- Kuczyńska-Kippen N. 2012. Znaczenie drobnych zbiorników wodnych dla małej retencji wody na terenach wiejskich na przykładzie Wielkopolski. W monografii „Potrzeba ochrony zbiorników śródleśnych” pod redakcją R. Gołdyna i R. Kędziory, Biblioteka Ekologiczna w Poznaniu, 5–20.
- Major M. 2012. Funkcjonowanie zagłębień bezodpływowych w zróżnicowanych warunkach morfologicznych (dorzecze Parsęty, Pomorze Zachodnie). Studia i Prace z Geografii i Geologii nr 27, ss. 232.
- Mioduszeński W., Pierzgałski E. 2009. Zwiększanie możliwości retencyjnych oraz przeciwdziałanie powodzi i suszy w ekosystemach leśnych na terenach nizinnych. Centrum Koordynacja projektów Środowiskowych (Projekt programu), Warszawa, ss. 73.
- Operat glebowo – siedliskowy i fitosocjologiczny LZD Siemianice. Zakład Usług Ekologicznych i Urzędzeniowo Leśnych, Poznań, 1999.
- Orzepowski W. 2010. Kształtowanie się zasobów retencji glebowej w otoczeniu małych zbiorników wodnych. Zeszyty Problemowe Postępu Nauk Rolniczych, Warszawa, 548/2, 435–444.
- Philips P.J., Shedlock R.J. 1993. Hydrology and chemistry of groundwater and seasonal ponds in the Atlantic Coastal Plain in Delaware, USA. Journal of Hydrology, 141, 157–178.
- Polska Norma PN-R-04033. Gleby i utwory mineralne – podział na frakcje i grupy granulometryczne. Polski Komitet Normalizacyjny, Warszawa, 1998.
- Przybyła Cz., Kozdrój P. 2013. Wpływ zbiornika lateralnego Pakosław na położenie zwierciadła wód gruntowych terenów przyległych. Annual Set The Environment Protection (Rocznik Ochrona Środowiska), 15, 1673–1688.
- Skwierawski A. 2005. Pszeksztalcenia małych zbiorników od początku XX w. na przykładzie wybranych obszarów Pojezierza Olsztyńskiego. Inżynieria Ekologiczna, 12, 70–72.
- van der Kamp G., Hayashi M. 2009. Groundwater – wetland ecosystem interaction in the semiarid glaciated plains of North America. Hydrogeol. J. 17, 203–214.