

## Przebieg stanów i zapasów wody w zlewni śródleśnego oczka wodnego w średnim roku hydrologicznym

*Mariusz Korytowski, Czesław Szafranski  
Uniwersytet Przyrodniczy, Poznań*

### 1. Wstęp

Badania dotyczące małych zbiorników wodnych w lasach, odgrywających w kształtowaniu gospodarki wodnej terenów leśnych niezwykle istotną rolę, prowadzone są w ostatnich latach na coraz szerszą skalę. Wielu autorów podkreśla duże znaczenie śródleśnych oczek wodnych, będących elementem małej retencji, w kształtowaniu zasobów wodnych przyległych siedlisk, zwłaszcza w okresach posusznych, w których zretencjonowane w tych zbiornikach wody zasilają wody gruntowe terenów przyległych [4, 5]. Zasilanie to jest ważnym elementem gospodarki wodnej zlewni leśnych, która w dużej mierze może decydować o trwałości lasu. Według Rozwałki i Wiśniewskiego [10] aby zwiększyć korzystny wpływ lasu na bilans wodny kraju, poza zwiększeniem lesistości, należy w lasach odbudować małą retencję. Według tych autorów zwiększenie zdolności retencyjnych terenów leśnych możliwe jest przez właściwe gospodarowanie zasobami wodnymi w małych zlewniach, z śródleśnymi oczkami wodnymi.

Jednym z wielu dokumentów mówiących o konieczności ochrony i odbudowy małych zbiorników wodnych na terenach leśnych jest Polityka Leśna Państwa [9]. W aneksie 2 tego dokumentu stwierdzono, że w ramach programu ochrony ekosystemów leśnych należy pozostawić w stanie zbliżonym do naturalnego, lub odtworzyć śródleśne zbiorniki wodne. Dlatego też konieczne są dalsze badania i analizy gospodarki wodnej w mikro-zlewniach leśnych z śródleśnymi oczkami wodnymi, które przyczynią się zarówno do ochrony samych oczek, jak i zasobów wodnych w ekosystemach leśnych ich zlewni.

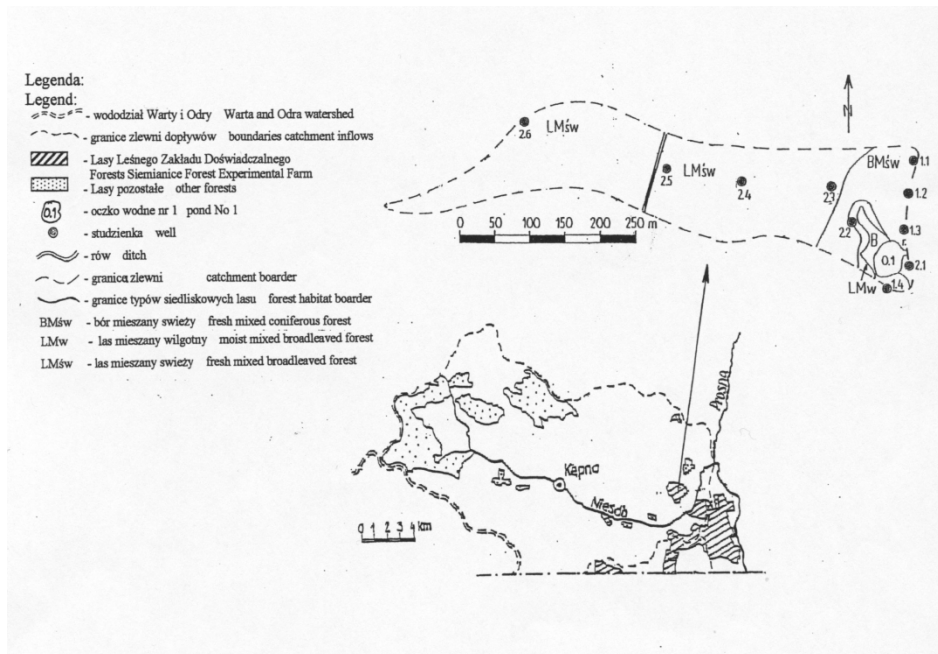
Celem pracy było określenie zmian stanów i zapasów wody w zlewni śródleśnego oczka wodnego w średnim, pod względem sumy opadów, roku hydrologicznym.

## 2. Materiał i metody

Badania prowadzono w zlewni śródleśnego oczka wodnego nr 1 usytuowanej w leśnictwie Wielisławice, na terenie Leśnego Zakładu Doświadczalnego Siemianice. Leśnictwo Wielisławice leży w zlewni Niesobu-lewobrzeżnego dopływu Proсны (rys. 1). Analizowana zlewnia jest w 100% zlewnia leśną, w której przeważają siedliska świeże a dominującym gatunkiem drzewostanu jest sosna. Podstawowym typem gleb w zlewni oczka nr 1 są gleby bielcowo-rdzawe a dominującym gatunkiem jest piasek słabogliniasty. Powierzchnia badanego oczka wynosi 0,13 ha, przy średniej jego głębokości 1,0 m. Do analizy wybrano średni pod względem opadów rok hydrologiczny 2006/2007 ze względu na to, że lata zbliżone do średnich występują na obszarze Wielkopolski stosunkowo często, średnio jeden raz na około 3 lata. Warunki meteorologiczne w omawianym roku hydrologicznym, na tle danych z wielolecia 1974-2006, scharakteryzowano na podstawie uzyskanych wyników pomiarów z własnego posterunku opadowego i obserwacji prowadzonych w stacji meteorologicznej Leśnego Zakładu Doświadczalnego Siemianice. Charakterystykę wilgotnościową dla omawianego roku hydrologicznego 2006/2007 przeprowadzono według krzywych prawdopodobieństwa metodą decyli Dębskiego [1].

Stany wód gruntowych w omawianym roku hydrologicznym mierzono w 10 studzienkach usytuowanych w dwóch przekrojach przechodzących przez reprezentatywne siedliska. W przekroju pierwszym zlokalizowane są cztery studzienki (1.1-1.4), a w przekroju drugim sześć studzienek, od 2.1 do 2.6 (rys. 1). Natomiast stany wody w oczku nr 1 mierzono za pomocą zainstalowanej w nim łaty wodowskazowej. Pomiarów stanów wód dokonywano jeden raz na dwa tygodnie. Uwilgotnienie wierzchnich warstw badanych gleb określono na początku i końcu każdego półrocza hydrologicznego, na podstawie pomiarów w mikro-zlewni analogu. Zlewnia ta jest usytuowana również na terenie Leśnego Zakładu Doświadczalnego Siemianice, w której warunki glebowe i siedliskowe są zbliżone do warunków w omawianej zlewni. Do oznaczeń wilgotności metodą suszarkowo-wagową pobierano próbki gleby o nienaruszonej strukturze, w trzech powtórzeniach z każdego poziomu genetycznego profilu glebowych, wykonywanych w pobliżu studzienek do pomiaru wód gruntowych. Zmiany retencji wody w badanym oczku nr 1 określono na podstawie zmian stanów wody w tym oczku. Natomiast zmiany retencji w siedliskach leśnych, w zlewni oczka, określono na podstawie zmian wilgotności w warstwie 0-100 cm oraz zmian wilgotności w warstwie od 100 cm do najniższego poło-

zenia zwierciadła wód gruntowych w profilach usytuowanych w tych siedliskach. Zasięgi typów siedliskowych lasu w zlewni omawianego oczka określono na podstawie operatu glebowo – siedliskowego [6].



Rys.1. Lokalizacja śródlęsnego oczka wodnego nr 1 na terenie Leśnego Zakładu Doświadczalnego Siemianice

Fig.1. Location of forest pond No 1 at Siemianice Forest Experimental Farm

Zmiany retencji w siedliskach leśnych obliczono jako średnie arytmetyczne ze zmian retencji w profilach usytuowanych w tych siedliskach. Natomiast średnie zmiany retencji glebowej w zlewni obliczono jako średnią arytmetyczną ze zmian retencji w poszczególnych siedliskach leśnych. Analizę zmian stanów i retencji wody w omawianej zlewni przeprowadzono dla studzienek usytuowanych najbliżej oczka nr 1. Studzienki 1.4 i 2.2 usytuowane są w siedlisku lasu mieszanego wilgotnego a studzienki 2.1 i 1.3 w borze mieszanym świeżym.

### 3. Wyniki badań

Analizowany rok hydrologiczny był rokiem średnim, w którym suma opadów wyniosła 580 mm i była większa od średniej z wielolecia o 20 mm

(tabela 1). Prawdopodobieństwo wystąpienia takiej sumy opadów, łącznie z wyższymi wynosi 45% czyli jeden raz na około 3 lata. Natomiast średnia temperatura powietrza wyniosła w omawianym roku 10,7°C i była wyższa od średniej o 1,7°C.

Półrocze zimowe tego roku było mokre i ciepłe, gdyż suma opadów wyniosła w tym półroczu 262 mm i była wyższa od średniej z wielolecia o 52 mm, przy średniej temperaturze powietrza wynoszącej 5,5°C. Największa miesięczna suma opadów w tym półroczu, wynosząca 69 mm, wystąpiła w styczniu, a najmniejsza (2 mm) w kwietniu.

Natomiast półrocze letnie omawianego roku było średniosuche. Suma opadów w tym półroczu była niższa od średniej z wielolecia o 32 mm, przy zbliżonej do średniej temperaturze powietrza. Największa miesięczna suma opadów wystąpiła w tym półroczu w lipcu i wyniosła 95 mm, a najniższa, wynosząca 15 mm, w październiku.

**Tabela 1.** Sumy opadów atmosferycznych w zimowym i letnim półroczu hydrologicznym oraz w roku 2006/2007 oraz średnie półroczne i roczna temperatura powietrza i ich odchylenia od średniej z wielolecia 1974÷2006 dla stacji meteorologicznej Leśnego Zakładu Doświadczalnego Siemianice

**Table 1.** Precipitation sums in winter and summer half-year as well as in 2006/2007 hydrological year and half-year and year average air temperature and their deviation from average of multiyear 1974÷2006 for meteorological station Siemianice Forest Experimental Farm

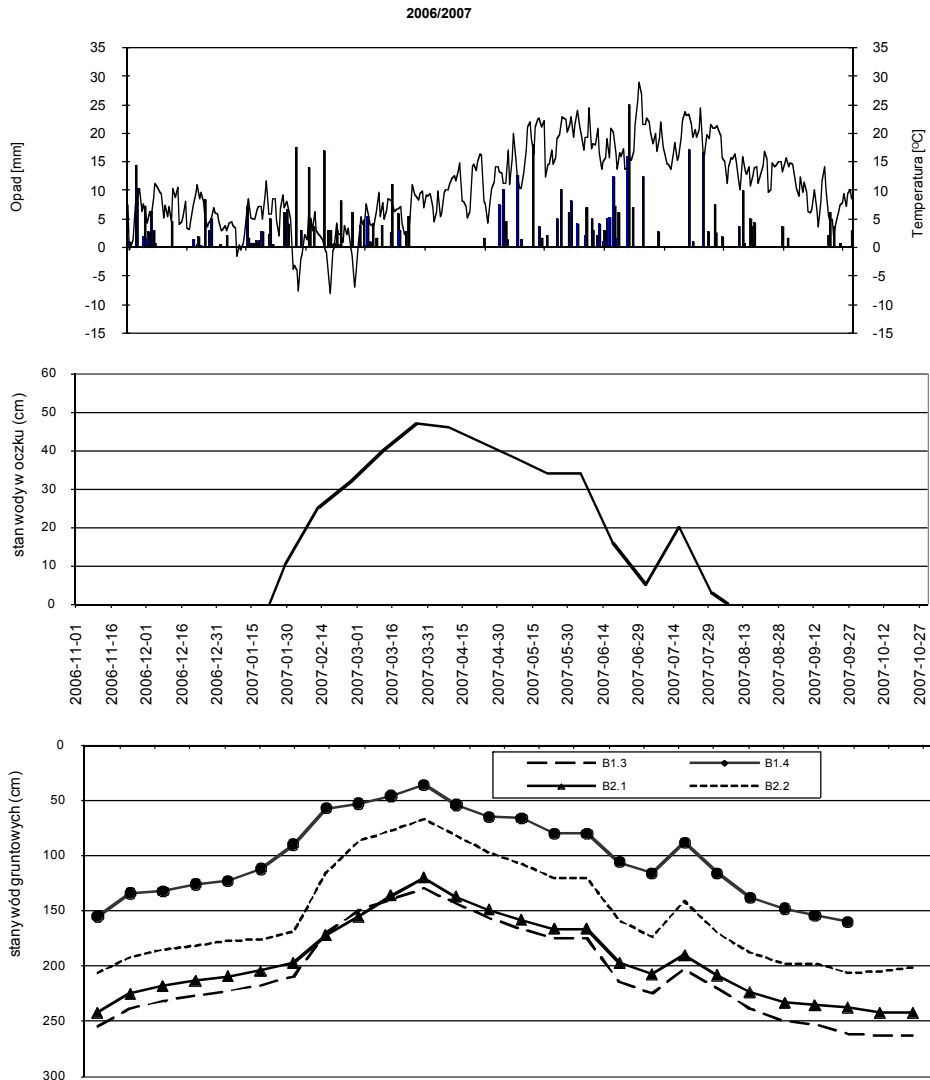
Wyszczególnienie	opad [mm]			temperatura [°C]		
	zima	lato	rok	zima	lato	rok
Średnia z wielolecia	210	350	<b>560</b>	2,4	15,5	<b>9,0</b>
Rok 2006/2007	262	318	<b>580</b>	5,5	15,7	<b>10,7</b>
odchylenie	52	-32	20	3,1	0,2	1,7

Od początku półrocza zimowego, aż do trzeciej dekady stycznia zwierciadło wody w oczku nr 1 nie występowało (rys. 2). Natomiast stany wód gruntowych w analizowanych studzienkach wahały się w tym okresie od 125 cm w studziencie 1.4, usytuowanej w siedlisku lasu mieszanego wilgotnego (LMw), do 229 cm poniżej powierzchni terenu, w studziencie 1.3, reprezentatywnej dla siedliska boru mieszanego świeżego (BMśw). Opady o łącznej sumie 40 mm, które wystąpiły pomiędzy 29 grudnia a 20 stycznia, spowodowały pojawienie się w omawianym śródleśnym oczku wodnym zwierciadła wody. W dniu 12 lutego stan wody w oczku wynosił 25 cm, a stany wód gruntowych w przyległych do oczka siedliskach leśnych wahały się od 57 cm w studziencie 1.4 do

172 cm w usytuowanej od północnej strony omawianego oczka studzience 2.1. Stany wody w oczku nr 1 i wód gruntowych, w analizowanych studzienkach, wzrastały aż do 26 marca. Duży wpływ na kształtowanie się stanów wód w tym okresie miały opady, których suma wyniosła 74 mm. Maksymalny w tym półroczu stan wody w oczku wystąpił w dniu 26 marca i wyniósł 47 cm. W tym samym dniu wystąpiły również maksymalne stany wód gruntowych w przyległych do oczka siedliskach leśnych i wahały się od 36 cm w studzience 1.4 do 129 cm w studzience 1.3. W kwietniu, przy bardzo małej sumie opadów (2 mm) i wysokich temperaturach powietrza, stany wody w oczku i wód gruntowych, w terenie przyległym, opadały. Na końcu półrocza zimowego (30.04) stan wody w oczku kształtował się na poziomie 40 cm, a wody gruntowe, w omawianych studzienkach, osiągały wartości od 65 cm (studzienka 1.4) do 160 cm (studzienka 1.3).

Od początku średniosuchego półrocza letniego 2006/2007 stany wody w omawianym śródleśnym oczku wodnym nr 1 i wód gruntowych, w przyległych siedliskach leśnych, opadały. Stan ten trwał aż do końca czerwca (rys. 2). Zasadniczy wpływ na taką sytuację, pomimo wysokiej łącznej sumy opadów dla maja i czerwca (127 mm), miały wysokie w tych miesiącach temperatury powietrza i związane z nimi intensywne parowanie z powierzchni oczka, a także transpiracja drzewostanów. Potwierdziło to wyniki wcześniejszych badań dotyczących małych zbiorników wodnych, w których autorzy podkreślali duże wahania stanów wody w tych zbiornikach, w półroczach letnich, aż do sytuacji w której zwierciadło wody w oczku może całkowicie zanikać [2, 3, 7, 8].

W dniu 2 lipca stan wody w badanym oczku wyniósł 5 cm, a stany wód gruntowych osiągały wartości od 116 cm w studzience 1.4 do 224 cm w studzience 1.3. Opady dobowe, o łącznej sumie 80 mm, które wystąpiły od 1 do 15 lipca, spowodowały niewielki wzrost zwierciadła wody w oczku nr 1 i wód gruntowych w analizowanych studzienkach. W dniu 16 lipca stan wody w oczku wyniósł 20 cm, a stany wód gruntowych kształtowały się na poziomie od 88 cm (st. 1.4) do 202 cm (st. 1.3). Niekorzystny przebieg warunków meteorologicznych, jaki wystąpił od połowy lipca i trwał do 9 sierpnia, w którym to okresie suma opadów wyniosła zaledwie 15 mm, a średnia temperatura powietrza osiągnęła wartość 20°C, spowodował opadanie stanów wody w oczku nr 1 i wód gruntowych, w przyległych siedliskach leśnych.



**Rys. 2.** Stany wody w śródeśnym oczku wodnym nr 1 i stany wód gruntowych w studzienkach 1.3, 1.4 (bór mieszany świeży) oraz 2.1, 2.2 (las mieszany wilgotny), na tle sum opadów dobowych i średnich dobowych temperatur powietrza w roku hydrologicznym 2006/2007

**Fig. 2.** Water levels in pond No1 and groundwater levels in wells 1.3, 1.4 (fresh mixed coniferous forest) and 2.1, 2.2 (moist mixed broadleaved forest) against daily precipitation sums and average daily air temperatures in hydrological year 2006/2007

Od dnia 9 sierpnia do końca omawianego półrocza zwierciadło wody w śródleśnym oczku wodnym nr 1 nie występowało. Brak zwierciadła wody w oczku nr 1 i niekorzystny przebieg warunków meteorologicznych w tym okresie, miały istotny wpływ na kształtowanie się stanów wód gruntowych w terenie bezpośrednio przyległym do tego oczka. W studziencie 1.4, znajdującej się w odległości około 30 m od badanego oczka, od 24 września zwierciadło wody występowało bardzo nisko, poniżej głębokości jej zainstalowania. Również w pozostałych analizowanych studzienkach zwierciadło wody na końcu półrocza występowało nisko i kształtowało się na poziomie od 201 cm w studziencie 2.2 do 263 cm w studziencie 1.3 (rys. 2).

Przeprowadzone badania wykazały, że najwyżej w całym omawianym roku hydrologicznym stany wód gruntowych występowały w studzienkach 1.4 i 2.2, reprezentatywnych dla siedliska lasu mieszanego wilgotnego.

Analizując zmiany retencji w przyległych do oczka siedliskach leśnych można stwierdzić, że w mokrym półroczu zimowym, omawianego roku hydrologicznego, wystąpiły przyrosty retencji. W warstwie od 0-100 cm przyrosty wahały się od 58 mm w siedlisku boru mieszanego świeżego do 137 mm w siedlisku lasu mieszanego wilgotnego (tabela 2). Natomiast przyrosty retencji w warstwie od 100 cm do najniższego położenia zwierciadła wody gruntowej, w analizowanych siedliskach, były większe i kształtowały się na poziomie odpowiednio 245 mm i 140 mm. Suma zmian retencji w analizowanym półroczu zimowym wahała się od 277 mm w siedlisku lasu mieszanego wilgotnego do 303 mm w siedlisku boru mieszanego świeżego.

Natomiast w średniosuchym półroczu letnim wystąpiły ubytki retencji w przyległych do oczka nr 1 siedliskach leśnych, zarówno w warstwie 0-100 cm jak, i w głębszych warstwach. Ubytki retencji w warstwie 0-100 cm osiągały wartości od 61 mm w borze mieszanym świeżym do 122 mm w siedlisku lasu mieszanego wilgotnego. Natomiast ubytki retencji w warstwie od 100 cm do najniższego położenia zwierciadła wód gruntowych, w omawianych siedliskach, były większe i kształtowały się na poziomie od 158 mm w lesie mieszanym wilgotnym do 252 mm w lesie mieszanym świeżym. W omawianym półroczu letnim suma ubytków retencji wahała się w przyległych do oczka nr 1 siedliskach leśnych od 285 mm w siedlisku wilgotnym (LMw) do 312 mm w siedlisku świeżym (LMśw)

Przeprowadzone badania wykazały, że w średnim pod względem sumy opadów roku hydrologicznym 2006/2007, wystąpiły niewielkie ubytki retencji w omawianych siedliskach leśnych. W siedlisku świeżym (BMśw) ubytek wyniósł 9 mm, a w siedlisku wilgotnym (LMw) osiągnął wartość 3 mm.

**Tabela 2.** Zmiany zapasów wody (mm) w warstwie 0-100 cm i od 100 cm do najniższego poziomu wód gruntowych w badanych siedliskach w zlewni oczka nr 1, w półroczu zimowym, letnim i roku hydrologicznym 2006/2007

**Table 2.** Water storage changes (mm) in 0-100 cm layer and 100 cm to lowermost ground water level in investigated forest habitat in catchment pond No 1, in winter and summer half-year and in 2006/2007 hydrological year

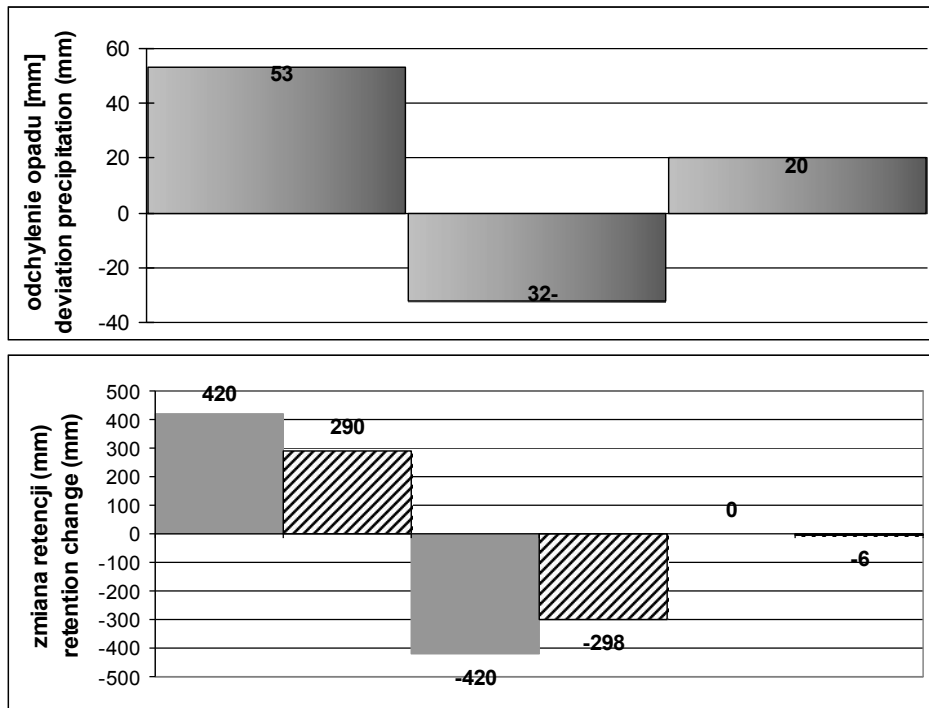
Typ siedliskowy lasu	2006/2007				
	Okres	Zmiana retencji w warstwie [mm]		Suma zmian retencji [mm]	Roczna zmiana retencji [mm]
		0-100	od 100 cm do najniższego poziomu wody gruntowej		
BMśw	28.10.06-24.04.07	58	245	303	<b>-9</b>
	24.04.07-29.10.07	-60	-252	-312	
LMw	28.10.06-24.04.07	137	140	277	<b>-3</b>
	24.04.07-29.10.07	-122	-143	-285	

BMśw – bór mieszany świeży, LMw – las mieszany wilgotny

Analizując średnie zmiany retencji w przyległych do badanego oczka siedliskach leśnych i zmiany retencji w oczku można stwierdzić, że w zimowym i letnim półroczu hydrologicznym 2006/2007 zmiany retencji w oczku były zawsze większe. W mokrym półroczu zimowym, w którym suma opadów była wyższa od średniej z wielolecia o 53 mm, przyrost retencji w oczku wyniósł 420 mm, a średni przyrost retencji w przyległych do oczka siedliskach leśnych osiągnął wartość 290 mm (rys. 3).

Natomiast w półroczu letnim ubytek retencji w oczku nr 1 wyniósł dokładnie tyle ile zapas zgromadzony jeszcze w półroczu zimowym (420 mm). Ubytek retencji wody w oczku był w omawianym półroczu letnim o 122 mm większy niż ubytek retencji w terenie przyległym (298 mm). Biorąc pod uwagę całkowite roczne zmiany retencji można stwierdzić, że przy wyższej o 20 mm od średniej z wielolecia sumie opadów w omawianym roku, przyrost retencji w oczku, który wystąpił w półroczu zimowym został całkowicie zużyty na pokrycie niedoborów opadów i zwiększone parowanie w półroczu letnim. Natomiast w przyległych siedliskach leśnych stwierdzono niewielki ubytek retencji kształtujący się na średnim poziomie 6 mm.





Rys. 3. Zmiany zasobów wody w oczku nr 1 [■] i średnie zmiany zasobów wody w siedliskach leśnych w zlewni oczka [▨], na tle odchyień od średniej z wielolecia sum opadów, w półroczu zimowym, letnim i roku hydrologicznym 2006/2007

Fig. 3. Water storage changes in pond No1 [■] and average water storage changes in forest habitats in catchment of pond No 1 [▨] against deviation from multiyear average precipitation sums in winter and summer half-year and 2006/2007 hydrological year

#### 4. Wnioski

1. Wysokości i rozkłady opadów atmosferycznych oraz przebiegi temperatur powietrza w poszczególnych miesiącach półrocza zimowego i letniego decydowały, w omawianym roku hydrologicznym 2006/2007, o dynamice zmian stanów i zasobów wody w oczku i jego zlewni.
2. Najwyższe położenie zwierciadła wody w oczku i wód gruntowych w terenie do niego przyległym, wystąpiło w mokrym półroczu zimowym. Maksymalny stan wody w oczku wystąpił 26 marca i wyniósł 47 cm. Również

maksymalne stany wód gruntowych w przyległych siedliskach leśnych wystąpiły w tym samym dniu co w oczku i wahały się od 36 cm w lesie mieszanym wilgotnym do 129 cm od powierzchni terenu w borze mieszanym świeżym.

3. Stwierdzono, że w średniosuchym półroczu letnim stany wody w oczku i wód gruntowych opadały. Intensywne parowanie z powierzchni oczka wywołane wysokimi temperaturami powietrza oraz niższą od średniej z wielolecia sumą opadów w tym półroczu spowodowały, że na początku sierpnia wystąpił zanik zwierciadła wody w oczku nr 1. Stany wód gruntowych w badanych siedliskach leśnych na końcu tego półrocza kształtowały się na poziomie od 201 cm do 263 cm od powierzchni terenu.
4. W półroczu zimowym wystąpiły przyrosty retencji w przyległych do oczka siedliskach leśnych i wahały się od 277 mm w siedlisku lasu mieszanego wilgotnego do 303 mm w siedlisku boru mieszanego świeżego. Natomiast przyrost retencji w samym oczku wyniósł 420 mm.
5. Uzyskane wyniki badań wykazały, że w średniosuchym półroczu letnim wystąpiły istotne ubytki retencji zarówno w glebach siedlisk leśnych przyległych do oczka, jak i w samym oczku. Ubytek retencji w oczku osiągnął wartość 420 mm, a ubytki retencji w przyległych siedliskach wahały się od 285 mm w lesie mieszanym wilgotnym do 312 mm w borze mieszanym świeżym.
6. Badania potwierdziły także, że zmiany retencji w oczku w zimowym i letnim półroczu hydrologicznym omawianego roku były większe od zmian retencji w przyległych do oczka siedliskach średnio o 126 mm.

## Literatura

1. **Byczkowski A.:** *Hydrologia*. Wydawnictwo SGGW Warszawa, t.1, 1996.
2. **Drwal I., Lange W.:** *Niektóre limnologiczne odrębności oczek. Geneza i rozmieszczenie oczek*. Zesz. Nauk. Wydz. Biol. i Nauk o Ziemi. Geografia Nr 14, 69-83, 1985.
3. **Dynkowska I., Tlalka A.:** *Hydrografia*. PWN Warszawa, 1982.
4. **Fiedler M.:** *Zmienność amplitud stanów wody gruntowej w zlewni śródpolnego oczka wodnego*. IMiUZ w Falentach, t. 1, z. 2, 2001.
5. **Kosturkiewicz A., Szafrąński Cz., Korytowski M., Stasik R.:** *Bilanse wodne śródleśnych oczek wodnych*. Czasopismo Techniczne Inżynieria Środowiska, zeszyt 4-Ś, Kraków, 63-72, 2002.
6. Operat glebowo-siedliskowy i fitosocjologiczny LZD Siemianice. Zakład Usług Ekologicznych i Urządzeniowo Leśnych, Poznań, 194ss, 1999.
7. **Pieńkowski P.:** *Przekształcenia oczek wodnych na przykładzie północnej części równiny welyńskiej*. Zesz. Nauk. AR Szczecin, Rolnictwo 63, 37-41, 1996.

8. **Pieńkowski P.:** *Analiza rozmieszczenia oczek wodnych oraz zmian w ich występowaniu na obszarze Polski północno-zachodniej.* Zesz. Nauk. AR Szczecin Nr 222, 122ss, 2003.
9. *Polityka leśna państwa.* Ministerstwo Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa, Warszawa, 1-29, 1997.
10. **Rozwałka Z., Wiśniewski S.:** *Lasy wodochronne w zagospodarowaniu przestrzennym kraju.* Międzynarodowa Konferencja Naukowa "Las i woda", Kraków, 96-10, 1998.

## **Changes of Water Levels and Water Storage in Forest Pond Catchment in Average Hydrological Year**

### **Abstract**

The paper presents the results of the researches in catchment of pond No1, located at Siemianice Experimental Forest Farm in Wielisławice Forestry. The catchment area of investigated ponds is 7,6ha, forestation 100%, and with dominating haplic regosol soils, is situated is a part of Niesób catchment – left-side tributary of Proсна River.

The results indicates that meteorological conditions course, especially amount and distribution of precipitation as well as air temperature have significant impact on groundwater levels and water storage changes in analyzed pond catchment in 2006/2007 hydrological year which was average according to precipitation sum. Obtained results confirmed that water storage changes in the forestall pond No 1 were higher than retention changes in neighbouring forest habitats. Increase of water storage in the pond were of 420 mm, 277 mm in neighbouring moist mixed broadleaved forest and 303 mm in fresh mixed coniferous forest in winter half-year. Decrease of water storage in the pond and neighbouring forest habitats were observed in summer half-year with precipitation sum which was 32 mm lower than average one. The decrease of water storage in pond was 420 mm and in neighbouring area picked from 285 mm in moist habitat (LMw) to 312 mm in fresh habitat (BMśw).

According to computing and analyses it was indicated that water stored in the catchment in mid-wet half-year allowed to compensate water retention decrease which appeared in summer half-year. Therefore only small water storage of 6 mm was observed in 2006/2007 hydrological year.

Sums and distribution of atmospheric precipitation and changes of air temperature in individual months of winter and summer half-years of described hydrological year 2006/2007, had decisive impact on dynamics of water levels and water storage in forest pond and its catchment.

