

POLITECHNIKA KOSZALIŃSKA

Z E S Z Y T Y
N A U K O W E
W Y D Z I A Ł U
B U D O W N I C T W A
I I N Ż Y N I E R I I
Ś R O D O W I S K A
NR 22

INŻYNIERIA ŚRODOWISKA

Zmiany retencji w zlewni śródleśnego oczka wodnego i możliwości ich szacowania

*Mariusz Korytowski,
Czesław Szafrąski, Rafał Stasik
Katedra Melioracji, Kształtowania
Środowiska i Geodezji
Akademia Rolnicza
im. Augusta Cieszkowskiego, Poznań*

1. Wstęp

Niekorzystne zmiany klimatyczne, a także niewłaściwie przeprowadzone melioracje wodne często prowadzą do degradacji siedlisk na terenach leśnych. W ostatnim 10-leciu na coraz szerszą skalę prowadzone są badania nad rolą „małej retencji” w lasach. Wielu autorów podkreśla szczególne znaczenie „małej retencji” w kształtowaniu korzystnego bilansu wodnego na terenach leśnych, zwłaszcza w aspekcie uzupełniania niedoborów wody w okresach posusznych [7,8,9]. Ciepeliowski i Dąbkowski [2] podają, że mówiąc o „małej retencji” w lasach trzeba pamiętać, że jej podstawową rolą nie jest gromadzenie użytecznych, tzn. nadających się do bezpośredniego gospodarczego zużycia zapasów wody, lecz zmiana uwilgotnienia siedlisk, podniesienie poziomu wody gruntowej i zmiana mikroklimatu.

Ważnym elementem „małej retencji” są śródleśne oczka wodne. W literaturze można znaleźć wiele definicji oczek. Choiński [1] charakteryzuje oczka jako małe bezodpływowe zbiorniki wodne, o kształcie kolistym i głębokościach z reguły nie przekraczających 3 m, które występują zarówno na północ jak i na południe od linii maksymalnego zlodowacenia bałtyckiego. Według Kosturkiewicza i in. [4] śródleśne oczka wodne uzupełniają niedobory wody w terenach przyległych. Zgromadzona w tych oczkach, w półroczach zimowych woda zasilana w okresach posusznych półroczy letnich, przyległe siedliska leśne. Jak podaje Juszczak i Kędziora [3] należy pamiętać że wodą małych zbiorników wodnych gospodaruje się na znacznie mniejszych powierzchniach, wyznaczonych przez granice ich mikrozelewni. W takim kontekście ilość retencionowanej wody może wynosić nawet kilkadziesiąt milimetrów.

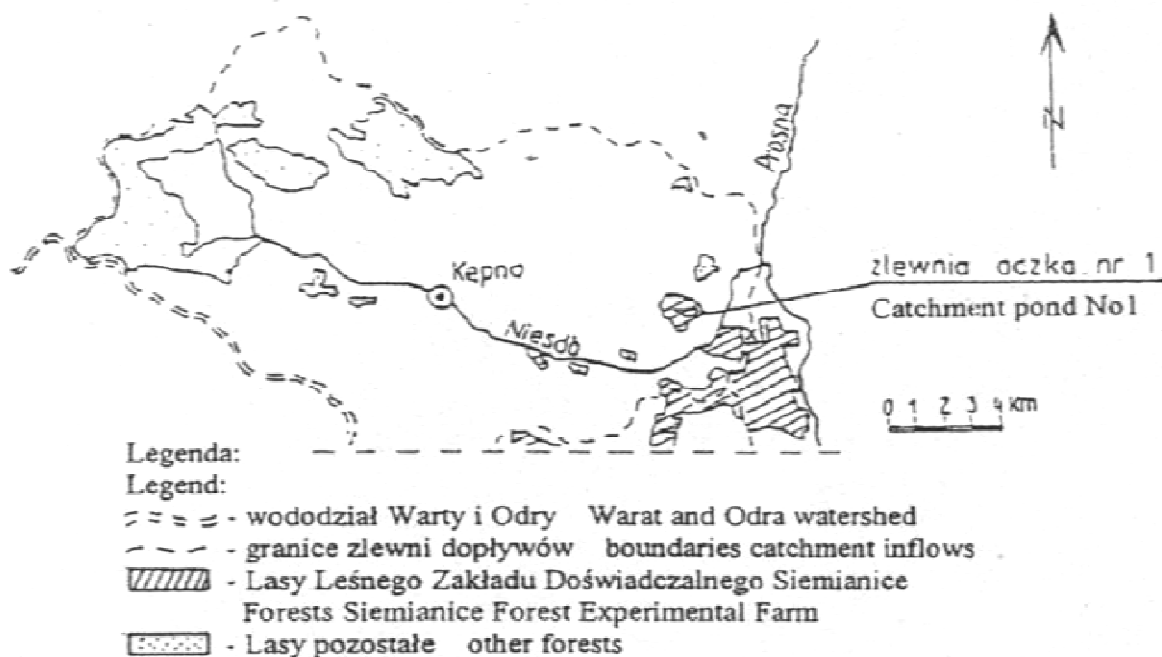
Biorąc pod uwagę wymogi ochrony środowiska przyrodniczego oraz potrzeby leśnictwa konieczne są dalsze badania dotyczące gospodarki wodnej w zlewniach śródleśnych oczek wodnych. Pozwoli to, zgodnie z podstawowymi założeniami działań gospodarki leśnej państwa [10], na ochronę samych oczek wodnych jako elementu tzw. „małej retencji” oraz zwiększenie zasobów wodnych w ich zlewniach.

2. Materiał i metody

Badania i obserwacje prowadzono w latach hydrologicznych 1999/2000÷2002/2003, w zlewni śródleśnego oczka wodnego nr 1 usytuowanego na terenie Leśnego Zakładu Doświadczalnego Siemianice. Zlewnia oczka nr 1 zlokalizowana jest w leśnictwie Wielisławice, które jest objęte zasięgiem Niziny Południowo-wielkopolskiej i leży na Wysoczyźnie Wieruszowskiej w zlewni Niesobu, lewobrzeżnego dopływu Proсны (rysunek 1). Omawiane tereny to w większości zdenudowane równiny sandrowe oraz rozległe terasy kemowe z okresu zlodowacenia bałtyckiego [6]. Oczko nr 1 ma powierzchnię 0,13 ha i średnią głębokość wynoszącą 1,0 m. Powierzchnia zlewni wynosi 7,47 ha i w 100% jest zlewnią leśną. Dominują w niej siedliska świeże, przy czym w dolnych partiach zlewni występuje las mieszany wilgotny. W omawianej zlewni przeważają gleby biellicowo-rdzawe, a dominującym gatunkiem gleby jest piasek słabogliniasty z wkładkami utworów mocniejszych.

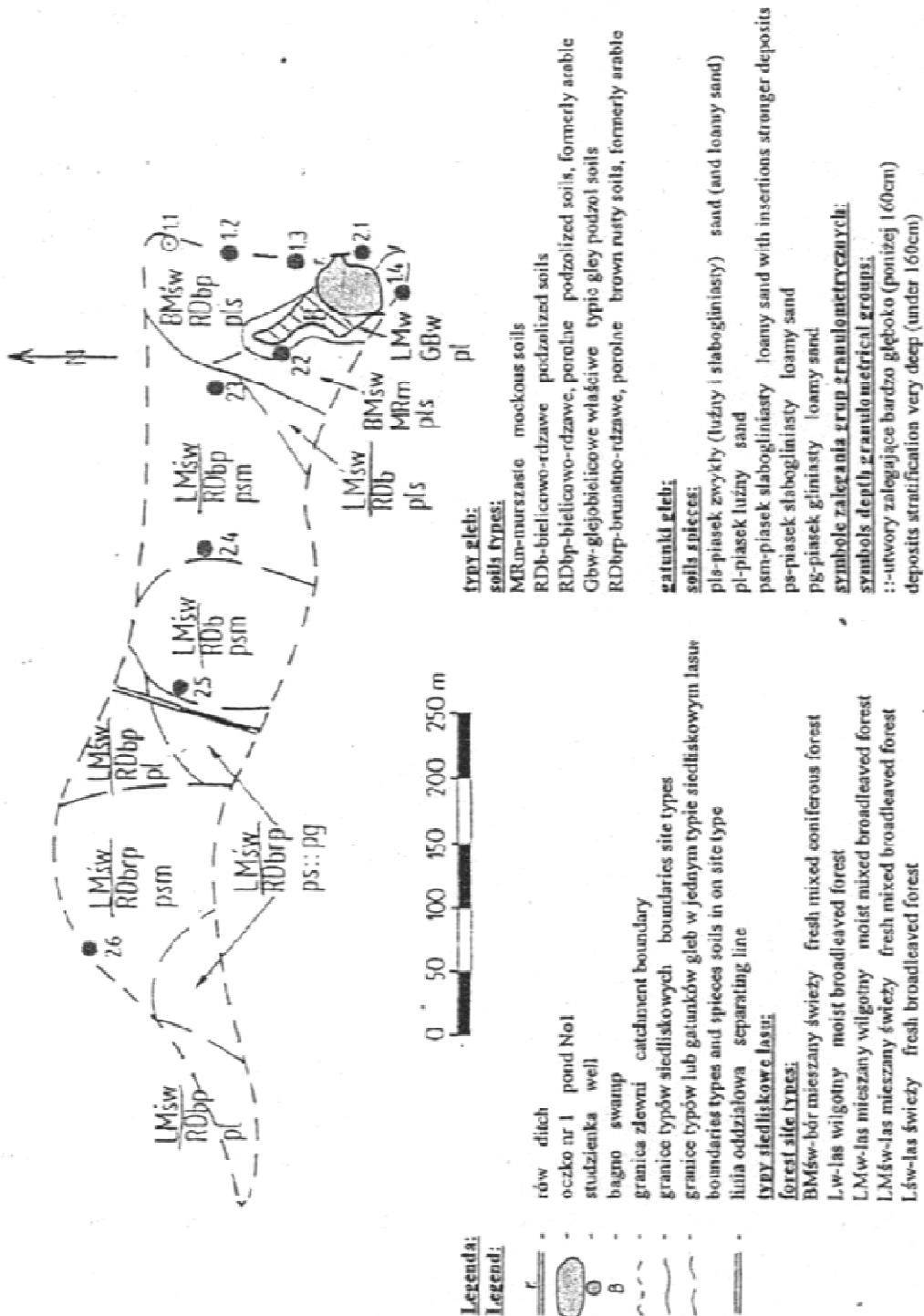
Pomiary stanów wody w oczku nr 1 dokonywano za pomocą zainstalowanej w nim łaty wodowskazowej. Natomiast stany wód gruntowych w zlewni oczka mierzono w 10 studzienkach zainstalowanych w dwóch przekrojach pomiarowych przechodzących przez reprezentatywne siedliska (rysunek 2). Stany wody w oczku oraz stany wód gruntowych w badanych przekrojach glebowo-

siedliskowych mierzono z częstotliwością 1 raz w tygodniu. Zmiany retencji w omawianym oczku obliczono na podstawie rejestrowanych w nim zmian stanów wody. Zmiany retencji wody w glebie obliczono na podstawie oznaczenia wilgotności gleb metodą suszarkowo-wagową w strefie aeracji oraz zmian zwierciadła wód gruntowych w studzienkach reprezentatywnych dla danego typu siedliskowego, na początku i końcu każdego półrocza hydrologicznego. Zasięgi typów siedliskowych lasu w obrębie analizowanej zlewni przyjęto w oparciu o mapę glebowo-siedliskową [5]. Warunki meteorologiczne w okresie badań scharakteryzowano w oparciu o uzyskane wyniki pomiarów i obserwacji prowadzonych w stacji meteorologicznej Leśnego Zakładu Doświadczalnego Siemianice oraz stacji meteorologicznej Poznań-Sołacz.



Rys. 1. Położenie zlewni śródleśnego oczka wodnego nr 1 na terenie Leśnego Zakładu Doświadczalnego Siemianice

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



Rys. 2. Mapa glebowo-siedliskowa zlewni oczka nr 1, Leśnictwo Wielistawice
 Fig. 2. Soil and site map of pond No 1 catchment, Wielistawice Forestry

3. Wyniki

Pierwsze dwa lata badań (1999/2000 i 2000/2001) były latami wilgotnymi, w których sumy opadów przekroczyły średnią z wielolecia o 72 i 115 mm, przy temperaturach powietrza wyższych od średniej o odpowiednio 1,4 i 1,2°C (tabela 1).

Tabela 1. Półroczne i roczne sumy opadów atmosferycznych (mm) oraz półroczne i roczne średnie temperatury powietrza (°C) i ich odchylenia od średnich z wielolecia, w badanych latach hydrologicznych 1999/2000-2002/2003

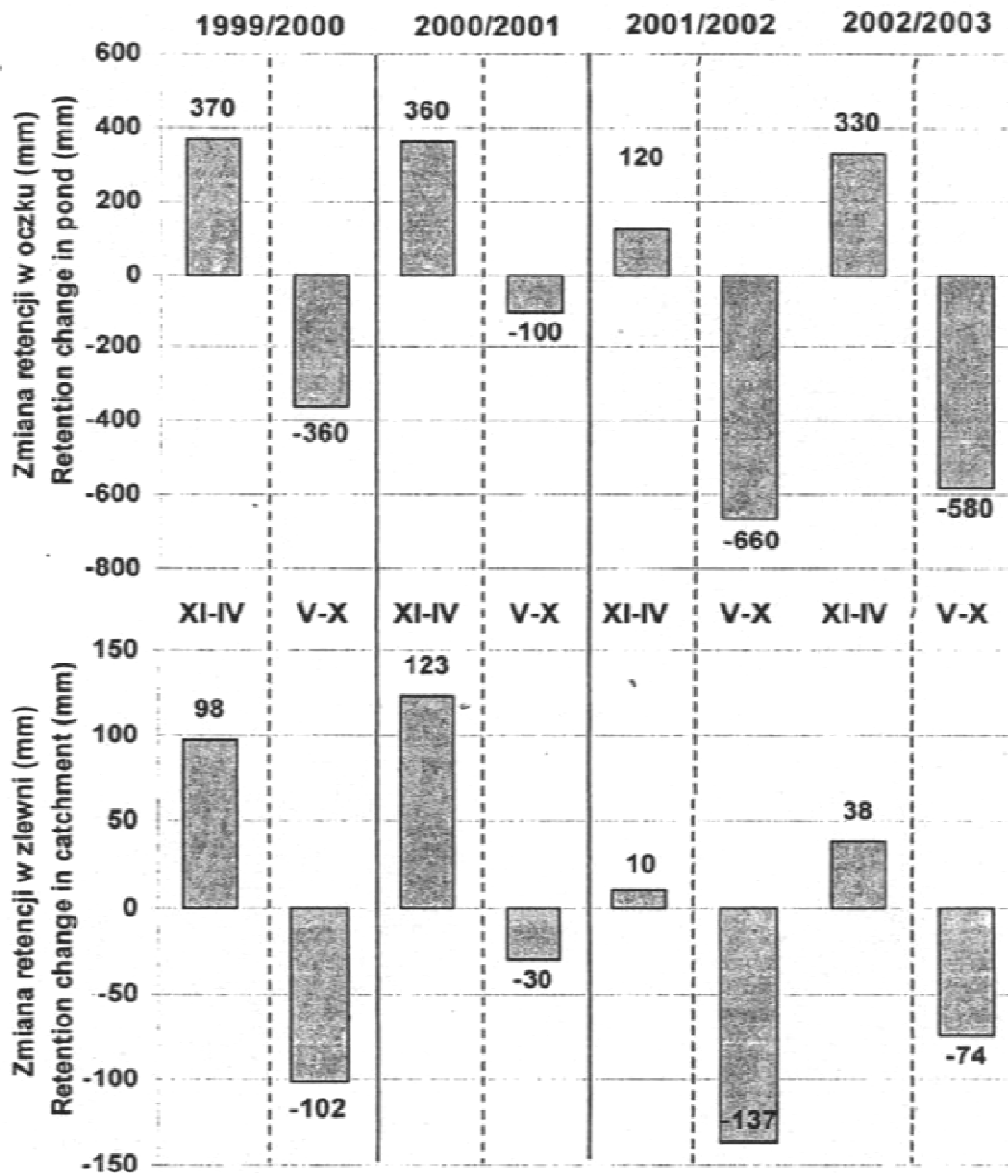
Table 1. Half-year and annual precipitation sums (mm) and half-year and annual average air temperature (°C) and their deviation from average of multiyear, in researched hydrological years 1999/2000-2002/2003

Rok hydrologiczny Hydrological year		Opad (mm) Precipitation (mm)	Odchylenie od średniej (mm) Deviation from average (mm)	Temperatura powietrza (°C) Air temperature (°C)	Odchylenie od średniej (°C) Deviation from average (°C)
1999/2000	XI-IV	238	31	4,2	1,7
	V-X	406	41	16,5	1,1
	XI-X	644	72	10,4	1,4
2000/2001	XI-IV	226	19	4,1	1,6
	V-X	461	96	16,3	0,9
	XI-X	687	115	10,2	1,2
2001/2002	XI-IV	212	5	2,1	-0,4
	V-X	325	-40	15,5	0,1
	XI-X	538	-34	8,8	-0,2
2002/2003	XI-IV	150	-57	0,1	-2,4
	V-X	354	-11	15,9	0,5
	XI-X	504	-68	8	-1,0

Rok hydrologiczny 2001/2002 był rokiem przeciętnym, w którym suma opadów była niższa od średniej z wielolecia o 34mm, przy temperaturze niższej od średniej o 0,2°C. W półroczu zimowym tego roku suma opadów i średnia temperatura powietrza były zbliżone do średnich z wielolecia. Natomiast w półroczu letnim suma opadów była niższa od średniej o 40 mm, przy zbliżonej do średniej temperaturze powietrza. Ostatni rok badań był rokiem suchym, w którym suma opadów była niższa od średniej z wielolecia o 68 mm, przy temperaturze niższej o 1,0°C. Bardzo suche i zimne było zwłaszcza półrocze zimowe tego roku, w którym suma opadów była niższa od średniej z wielolecia o 57 mm, przy temperaturze powietrza niższej o 2,4°C.

Na rysunku 3 przedstawiono zmiany retencji w śródleśnym oczku wodnym nr 1 i zmiany retencji w zlewni tego oczka w zimowych i letnich półroczach hydrologicznych badanych lat. W zimowych półroczach hydrologicznych występowały przyrosty retencji wody w oczku, jak i w jego zlewni, a w półroczach letnich notowano jej ubytki. Największe przyrosty retencji wystąpiły w półroczach zimowych dwóch pierwszych lat badań i osiągnęły wartości 370 mm i 360 mm w oczku oraz 98 mm i 123 mm w siedliskach leśnych, w zlewni oczka. Natomiast w półroczach letnich tych lat ubytki retencji osiągały wartości 360 mm i 100 mm w oczku oraz 102 mm i 30 mm w jego zlewni. Na uwagę zasługują mniejsze ubytki retencji w półroczu letnim drugiego roku badań (2000/2001). Istotny wpływ na taki stan rzeczy miał przebieg warunków meteorologicznych w tym półroczu, zwłaszcza suma opadów która przekroczyła średnią z wielolecia o 96 mm. W półroczu zimowym roku hydrologicznego 2001/2002, w którym suma opadów zbliżona była do średniej z wielolecia, wystąpiły najniższe przyrosty retencji w całym okresie badań. Przyrost retencji wody w oczku wyniósł 120 mm a w siedliskach leśnych jego zlewni przyrost osiągnął wartość 10 mm (rysunek 3). Zapasy wody w półroczu zimowym omawianego roku były niewielkie, stąd w średniosuchym pod względem sumy opadów półroczu letnim odnotowano, przy jednocześnie wysokim parowaniu z powierzchni oczka i parowaniu terenowym, największe ubytki retencji w całym okresie badań. Ubytek retencji w oczku wyniósł 660 mm i pod koniec tego półrocza, (we wrześniu) nastąpił zanik zwierciadła wody, natomiast ubytek retencji w zlewni osiągnął wartość 137 mm. W półroczu zimowym ostatniego roku badań 2002/2003, przyrost retencji wody w oczku osiągnął wartość 330 mm, a w zlewni kształtował się na poziomie 38 mm. W dużej mierze o wysokim przyroście retencji wody w oczku w tym półroczu zadecydowała suma opadu atmosferycznego w okresie od listopada do stycznia, która wyniosła 109 mm i stanowiła 73% sumy opadów w omawianym półroczu. W letnim półroczu hydrologicznym 2002/2003 ubytek retencji w oczku wyniósł 580 mm i pod koniec lipca wystąpił zanik zwierciadła wody w oczku. Natomiast ubytek retencji w zlewni osiągnął wartość 74 mm.

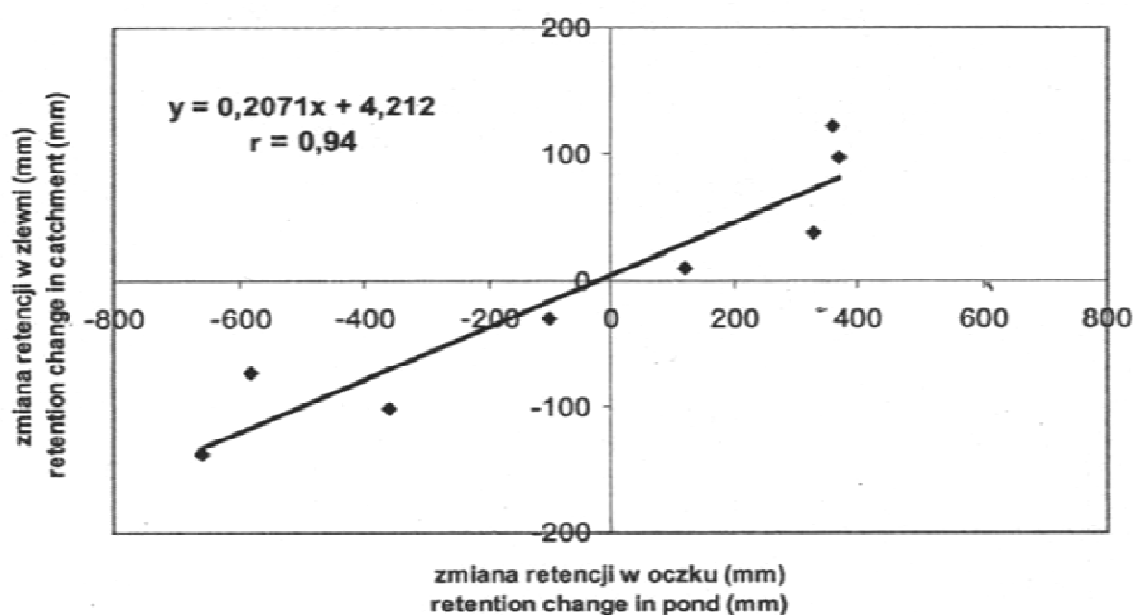
Na uwagę zasługują większe w całym okresie badań zmiany retencji w oczku niż w jego zlewni. Można to wytłumaczyć tym, że oczko bardziej intensywnie reaguje na oddziaływanie czynników klimatycznych niż gleby siedlisk leśnych w jego zlewni. Zarówno w przypadku przyrostów retencji wywołanych w głównej mierze sumą opadów, jak i ubytków spowodowanych wysokim parowaniem, amplitudy wahań stanów wody w oczku są większe, dlatego też zmiany retencji również są większe niż w przyległych siedliskach leśnych.



Rys. 3. Zmiany retencji w śródleśnym oczku wodnym i zmiany retencji w zlewni oczka, w zimowych i letnich półroczach hydrologicznych lat 1999/2000÷2002/2003
 Fig. 3. Retention changes in pond No I and retention changes in pond catchment, in winter and summer hydrological half-years of 1999/2000÷2002/2003 years

Przeprowadzone obliczenia wykazały, że zmiany retencji wody w oczku są silnie skorelowane ze zmianami retencji siedlisk leśnych w jego zlewni, w badanych latach hydrologicznych (rysunek 4). Współczynnik korelacji wyniósł 0,94 i był istotny na poziomie $\alpha = 0,01$. Warto podkreślić, że uzyskany związek może mieć duże znaczenie w szacowaniu zmian retencji w zlewni na podstawie zmian retencji w oczku, w sytuacji gdy dysponuje się

tylko pomiarami stanów wody w oczku. Badania przeprowadzone w latach wcześniejszych w omawianej zlewni [4] wykazały silne powiązania stanów wody w oczku ze stanami wód gruntowych w terenach przyległych, przy czym dotyczyło to studzienek leżących nie tylko w bliskim sąsiedztwie oczka, ale też znajdujących się w partiach wododziałowych jak np. studzienka 1.1 (rysunek 2). Dlatego też na podstawie otrzymanej zależności można dokonać oceny zmian retencji przy bilansowaniu przychodów i rozchodów wody w tej zlewni. Jednak charakterystykę taką można przeprowadzić tylko wówczas gdy przez cały analizowany okres będzie występowało zwierciadło wody w oczku.

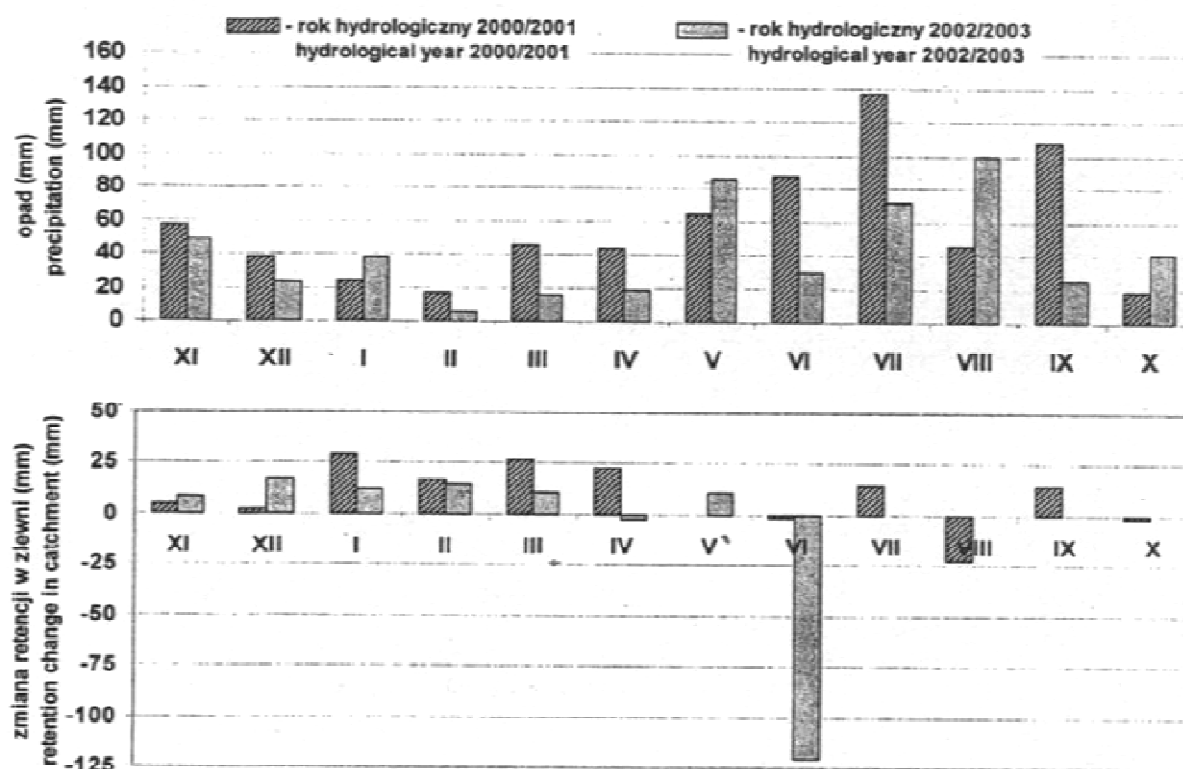


Rys. 4. Związek zmian retencji w oczku nr 1 ze zmianami retencji w zlewni oczka w badanych latach hydrologicznych 1999/2000÷2002/2003

Fig. 4. Correlation between retention changes in pond No 1 and retention changes in pond catchment in researched hydrological years 1999/2000÷2003/2003

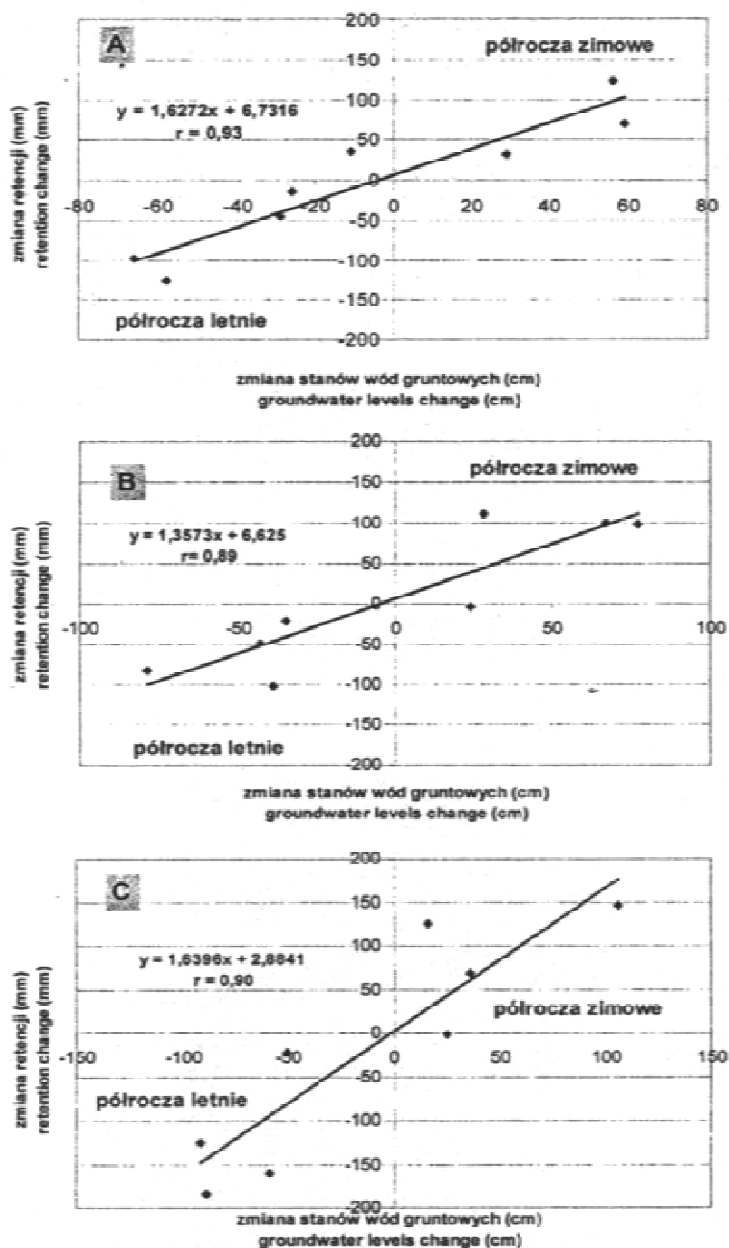
Na rysunku 5 przedstawiono wielkość oszacowanych, miesięcznych zmian retencji w zlewni oczka nr 1, w wilgotnym (2000/2001) i suchym (2002/2003) roku hydrologicznym, na podstawie zmian retencji w oczku, na tle miesięcznych sum opadów w tych latach. W roku suchym 2002/2003 przebieg zmian retencji w zlewni przedstawiono tylko do czerwca, gdyż w lipcu zanikło zwierciadło wody w omawianym oczku. W półroczach zimowych istotne różnice w przyrostach retencji widać szczególnie w styczniu oraz w marcu, gdzie wyniosły one 17 mm. Natomiast w kwietniu różnica w zmianach retencji była najwyższa i wyniosła 25 mm. W półroczu letnim wyraźną różnicę w zmianach retencji widać w czerwcu. Ubytek retencji w czerwcu 2001 roku (rok wilgotny)

wyniósł w tym miesiącu 2 mm, przy sumie opadów równej 87 mm. Natomiast przy niskiej sumie opadów (30 mm) w czerwcu 2003 roku (rok suchy), ubytek retencji wyniósł aż 120 mm.



Rys. 5. Miesięczne zmiany retencji w zlewni oczka nr 1 na tle miesięcznych sum opadów w wilgotnym (2000/2001) i suchym (2002/2003) roku hydrologicznym
 Fig. 5. Monthly retention changes in pond No 1 catchment against monthly precipitation sums in wet (2000/2001) and dry (2002/2003) hydrological year

Na podstawie otrzymanych w poszczególnych typach siedliskowych lasu wyników badań i przeprowadzonych obliczeń stwierdzono istotną zależność pomiędzy zmianami retencji, w zimowych i letnich półroczach hydrologicznych analizowanych lat, a średnimi w tych półroczach zmianami stanów wody gruntowej (rysunek 6). Zależność ta była największa dla siedliska boru mieszanego świeżego (rysunek 6A), gdzie obliczony współczynnik korelacji wyniósł 0,93 i był istotny na poziomie $\alpha = 0,01$. Także w pozostałych typach siedliskowych lasu występujących w zlewni badanego oczka nr 1 uzyskane zależności były istotne, a współczynniki korelacji osiągały wartość 0,89 dla lasu mieszanego wilgotnego (rysunek 6B) oraz 0,90 dla lasu mieszanego świeżego (rysunek 6C).



Rys. 6. Związki zmian retencji w zimowych i letnich poboczach hydrologicznych lat 1999/2000÷2002/2003, ze średnimi zmianami stanów wód gruntowych w borze mieszanym świeżym (A), w lesie mieszanym wilgotnym (B) i w lesie mieszanym świeżym (C).

Fig. 6. Correlations between retention changes in winter and spring hydrological half-years 1999/2000÷2002/2003 and average groundwater level changes in fresh mixed coniferous forest (A), in moist mixed broadleaved forest (B) and in fresh mixed broadleaved forest (C)

4. Wnioski

1. Zasadniczym czynnikiem decydującym o zmianach retencji w śródleśnym oczku wodnym i w siedliskach leśnych jego zlewni był przebieg warunków meteorologicznych w okresie badań, a w szczególności sumy opadów oraz parowanie z powierzchni oczka i terenowe.
2. W zimowych półroczach hydrologicznych występowały przyrosty retencji zarówno w oczku jak i w zlewni, a w półroczach letnich notowano jej ubytki. Przyrosty retencji w oczku wahały się od 120 do 370 mm, a w jego zlewni od 10 do 123 mm. Natomiast występujące w półroczach letnich ubytki retencji kształtowały się na poziomie od 100 do 160 mm w oczku i od 30 do 137 mm w jego zlewni.
3. Stwierdzono, że śródleśne oczko wodne nr 1 bardziej intensywnie reagowało na oddziaływanie czynników klimatycznych w badanych latach, niż przyległe siedliska leśne. Zarówno w przypadku przyrostów retencji wywołanych głównie sumami opadów, jak i ubytków wywołanych w głównej mierze wysokim parowaniem. Dlatego też w całym okresie badań zmiany retencji w omawianym oczku były większe niż w przyległych siedliskach leśnych.
4. Zmiany retencji w zlewni są silnie skorelowane ze zmianami retencji w oczku, w roku hydrologicznym. Współczynnik korelacji pomiędzy tymi wielkościami wynosi 0,94 i jest istotny na poziomie $\alpha = 0,01$.
5. Przeprowadzone obliczenia wykazały również istotne związki pomiędzy średnimi zmianami stanów wód gruntowych w typach siedliskowych lasu, występujących w zlewni oczka, a zmianami retencji w tych siedliskach. Największą zależność uzyskano w siedlisku boru mieszanego świeżego, gdzie obliczony współczynnik korelacji wyniósł 0,93 i był istotny na poziomie $\alpha = 0,01$.
6. Uzyskane zależności pomiędzy zmianami retencji w oczku oraz zmianami stanów wody gruntowej, a zmianami retencji w zlewni wskazują na możliwość ich wykorzystania przy szacowaniu zasobów retencji w zlewni. Jest to istotne w sytuacji, gdy nie dysponujemy bezpośrednimi pomiarami uwilgotnienia siedlisk leśnych.

Literatura

1. **Choiński A.:** *Zarys limnologii fizycznej Polski*. Wyd. naukowe UAM Poznań, 1995.
2. **Ciepielowski A., Dąbkowski Sz.:** *Problemy małej retencji w lasach*. Sylwan, rocz.139, nr 11, 1995. s. 31÷47.
3. **Juszczak R., Kędziora A.:** *Retencja małych zbiorników wodnych w zachodniej części zlewni rowu Wyskoć*. Rocznik Akademii Rolniczej w Poznaniu. 357, Melior. i Inż. Środ.25. 2004. s. 193÷199.

4. **Kosturkiewicz A., Szafrąński Cz., Czopor St., Korytowski M., Stasik R.:** *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 2001. s. 237÷250.
5. Operat glebowo-siedliskowy i fitosocjologiczny LZD Siemianice. Zakład Usług Ekologicznych i Urzędzeniowo Leśnych. Poznań 1999.
6. Przeglądowa mapa. Przeglądowa mapa geomorfologiczna Polski 1:500000 pod redakcją L. Starkla. Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania PAN, 1987.
7. **Radczuk L., Szczegielniak Cz., Olearczyk D.:** *Propozycja jednolitego schematu inwentaryzacji małej retencji.* Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej, Wrocław, Nr 289, Konferencje XI. Wrocław 1996.
8. **Rozwalka Z., Wiśniewski S.:** *Lasy wodochronne w zagospodarowaniu przestrzennym kraju.* Międzynarodowa Konferencja Naukowa „Las i woda”, Kraków 1998. s. 96÷103.
9. **Szczygielski L.:** *Gospodarka wodą na jeziorach i zbiornikach wodnych w aspekcie zanieczyszczeń rolniczych.* Wiad. Mel. i Łąk., T.XXXIX, nr 2. 1996. s. 51.
10. Zarządzenie nr 11 Dyrektora Generalnego Lasów Państwowych z dnia 14 lutego 1995 w sprawie doskonalenia gospodarki leśnej na podstawach ekologicznych. DGLP, Warszawa.

Streszczenie

W pracy przedstawiono wyniki badań prowadzonych w zlewni śródleśnego oczka wodnego nr 1, usytuowanego na terenie L.Z.D. Siemianice, w leśnictwie Wielisławice. Zlewnia badanego oczka, o lesistości 100% i występujących w przewodze glebach bielcowo-rdzawych, leży w zlewni Niesobu - lewobrzeżnego dopływu Proсны. Badania wykazały że zmiany retencji w zlewni są silnie powiązane ze zmianami retencji w oczku oraz zmianami stanów wody gruntowej, co wskazuje na możliwość wykorzystania tych zależności przy szacowaniu zasobów retencji w zlewni. Jest to istotne w sytuacji, gdy nie dysponujemy bezpośrednimi pomiarami uwilgotnienia siedlisk leśnych.

Retention Changes In Pond Catchment And Possibilities Of Their Estimation

Abstract

The paper presents results of research of pond within forest catchment located in Wielisławice Forestry. Examined pond's catchment of woodiness 100%, is located on podzol and mould soils in catchment of Niesob – Proсны tributary. The results indicate that retention changes in catchment are significantly related with retention changes in pond, and groundwater level changes. This indicates a possibility of use these dependences in estimation of supplies retention in catchment. This is important when there's no direct measurements of moisture content in forest habitations.