



Tendencje zmian położenia zwierciadła wody gruntowej w wybranych zlewniach na obszarze Puszczy Zielonka

Daniel Liberacki, Czesław Szafrąński
Uniwersytet Przyrodniczy, Poznań

1. Wstęp

Lasy na obszarze Polski odgrywają szereg istotnych funkcji gospodarczych, ekologicznych i społecznych. Niezwykle istotna rola lasu, z punktu widzenia ochrony i odnowy zasobów wodnych, wynikająca z dużych zdolności retencyjnych terenów leśnych, przewija się głównie w wyrównywaniu wielkości odpływu wody w ciekach, łagodzeniu fal wezbraniowych i podnoszeniu niżówek [1, 13].

Istotnym elementem decydującym o prawidłowym rozwoju siedlisk w zlewniach leśnych jest właściwe kształtowanie gospodarki wodnej zlewni. Czynnikiem mającym wpływ na gospodarkę wodną zlewni leśnej jest przebieg oraz wahania stanów wód gruntowych i związane z nimi zdolności retencyjne gleb siedlisk leśnych. Zmiany położenia stanów wód gruntowych zwykle wykazują pewną regułę – cykliczność roczną, która jest uzależniona przede wszystkim od warunków meteorologicznych: opadów atmosferycznych i temperatur powietrza [4, 5, 7, 8]. Dynamika zmian wód gruntowych w zlewniach leśnych przebiega jednak nieco inaczej niż na terenach pozaleśnych, w obu przypadkach najwyższe stany wód gruntowych występują na wiosnę. Natomiast najniższe stany przypadają na miesiąc czerwiec i lipiec na obszarach pozaleśnych, a na obszarach leśnych z 1–2 miesięcznym opóźnieniem [7]. Prowadzone badania przez wielu autorów [4–6, 10, 15] potwierdziły, że amplitudy wahań stanów wód gruntowych w siedliskach leśnych są dobrym wskaźnikiem ich zdolności retencyjnych. Wpływ roślinności na stosunki wodne

w glebie jest różny i zależy od zasięgu systemów korzeniowych, rozwoju części nadziemnych, okresu wegetacyjnego i właściwości biologicznych samych roślin. Dlatego szczególnie ważną rolę w badaniach nad dynamiką zmian poziomu wód gruntowych odgrywają małe zlewnie leśne, które niejednokrotnie utożsamia się z odpowiednimi ekosystemami leśnymi [7].

Prowadzone w latach wcześniejszych badania wykazały, że zdolności retencyjne siedlisk leśnych są zasadniczym elementem gospodarki wodnej i odgrywają niezwykle ważną rolę w kształtowaniu się bilansów wodnych zlewni leśnych [9]. Szczegółowe badania dynamiki zmian stanów wód gruntowych, mającą duży wpływ na zasoby wodne siedlisk leśnych są, także zgodne z dokumentem *Polityka Leśna Państwa* [12] przyjętym przez Radę Ministrów w 1997 roku, w którym jako, jedno z głównych zagrożeń dla leśnych zasobów kraju wymienia się, obniżenie poziomu wód gruntowych i częste deficyty opadów atmosferycznych.

Dlatego też konieczne jest opracowanie i wdrożenie programu odbudowy małej retencji w lasach, która wpłynie na poprawę gospodarki wodnej kraju.

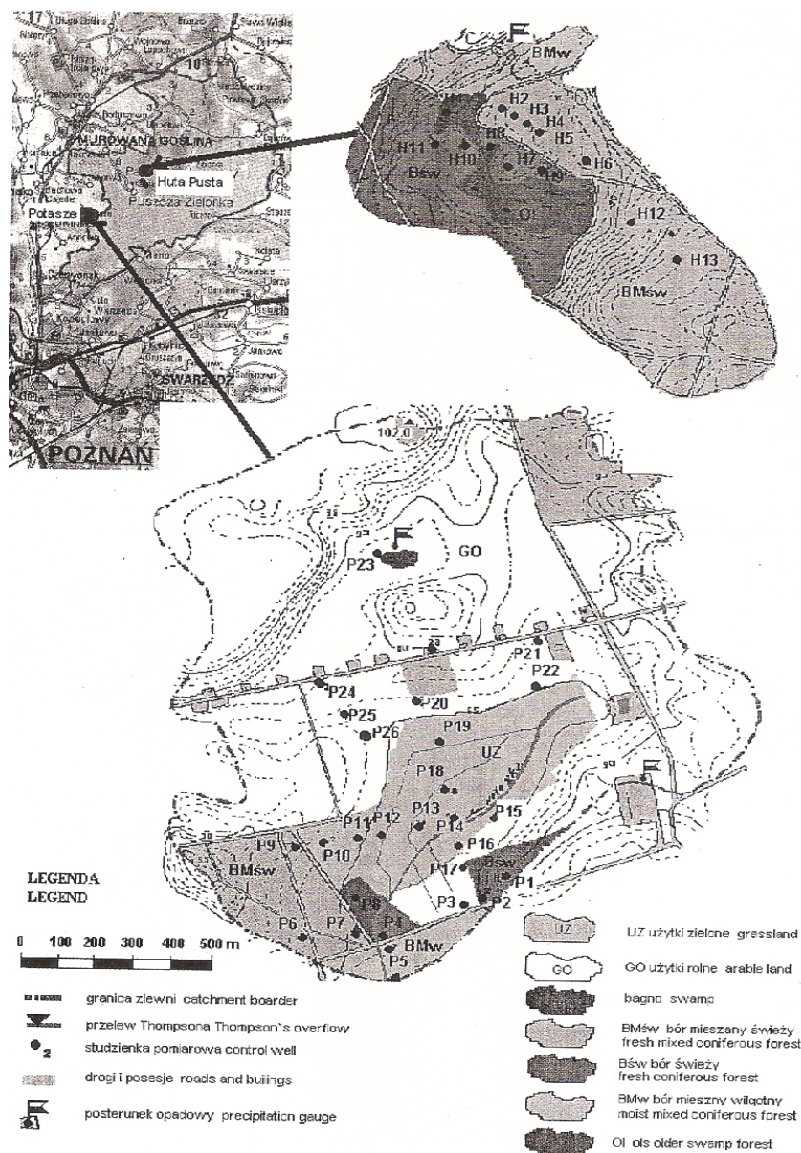
Celem pracy była ocena zmian położenia zwierciadła wody gruntowej w latach 1998–2007 w wybranych zlewniach położonych w Puszczy Zielonka.

2. Materiały i metody

Badania były prowadzone w dwóch małych zlewniach zlokalizowanych na obszarze Puszczy Zielonka. Puszcza Zielonka o powierzchni 11999,6 ha położona jest w zachodniej części Pojezierza Wielkopolskiego, w środkowej części dorzecza rzeki Warty. Według fizyczno-geograficznego podziału Kondrackiego [3] obszar Puszczy Zielonka w którym zlokalizowane są omawiane zlewnie, należy do Podprowincji Pojezierzy Południowobałtyckich. Badane zlewnie cieków Hutka, do przekroju Huta Pusta oraz cieków Potaszka do przekroju Potasze położone są w centralnej części Wielkopolski, około 20 km na północny-wschód od Poznania i są od siebie oddalone o około 7 km (rys. 1). Zlewnia cieków Hutka jest w 89% zalesiona natomiast Potaszka jest zlewnią ekstensywnie wykorzystywaną rolniczo [7].

Powierzchnie badanych zlewni nie przekraczają 5 km², dlatego też można zaliczyć je do mikrozwlewni [2], które niejednokrotnie są eko-

systemami szczególnie przydatnymi do badań nad uwilgotnieniem gleb oraz zmianami poziomu wód gruntowych.



Rys. 1. Lokalizacja zlewni cieków Huta oraz Potaszka

Fig. 1. Location catchments of watercourses Huta and Potaszka

W omawianych zlewniach cieków Hutka i Potaszka dominują siedliska świeże, które stanowią około 93% powierzchni leśnych tych zlewni. Pozostałe 7% zajmują siedliska wilgotne i bagienne położone w lokalnych obniżeniach terenowych w bezpośrednim sąsiedztwie cieków. Przeważającym typem gleb w omawianych zlewniach są gleby bielico-we, a dominującym gatunkiem jest piasek słabogliniasty.

W obniżeniach terenowych, gdzie poziom zwierciadła wody gruntowej znajduje się tuż pod powierzchnią terenu, występują gleby murszowate.

Zmiany położenia zwierciadła wody gruntowej w przeciągu 10 lat hydrologicznych (1998–2007) oceniono na tle zmieniających się wartości miesięcznych sum opadów atmosferycznych oraz średnich miesięcznych temperatur powietrza. Charakterystykę meteorologiczną Puszczy Zielonka opracowano na podstawie danych ze stacji Arboretum Zielonka LZD w Murowanej Goślinie oraz na podstawie własnych danych z posterunku w Hucie Pustej.

Analizę dynamiki zmian stanów wody gruntowej przeprowadzono dla 6 studzienek usytuowanych w przekrojach przechodzących przez reprezentatywne siedliska omawianych zlewni. Na terenie ekstensywnie wykorzystywanej rolniczo zlewni Potaszki, zalesionej w 15%, do analizy wybrano studzienki P2, P7 i P9, które zlokalizowane są odpowiednio w borze świeżym (Bśw), borze mieszanym wilgotnym (BMw) oraz borze mieszanym świeżym (BMśw). Natomiast na obszarze zalesionej w 89% zlewni cieków Hutki przeanalizowano trzy charakterystyczne dla omawianego obszaru studzienki H8, H10 i H13. Studzienka H8 położona jest w obniżeniu terenowym w olsie (Ol) w bezpośrednim sąsiedztwie cieków. Studzienka H10 zlokalizowana jest w młodniku, w borze świeżym, natomiast studzienka H13 usytuowana jest w borze mieszanym świeżym. W wybranych do analizy studzienkach pomiary stanów wody gruntowej w omawianym okresie wykonywane były co dwa tygodnie.

W pracy przeanalizowano zmienność stanów wód gruntowych w omawianych studzienkach przyjmując jako średni stan miesięczny wartość będącą średnią arytmetyczną z dwóch pomiarów dla danego typu siedliskowego.

3. Wyniki badań i ich dyskusja

Średnia suma opadów w półroczu zimowym w latach 1998–2007 wyniosła 229 mm, co stanowi 42% średniego opadu rocznego dla tego

okresu (tab. 1). Najwyższą sumę opadów dla półrocza zimowego wyższą o 73 mm od średniej z wielolecia zarejestrowano w 1999 roku, natomiast najniższą dla tego okresu wynoszącą 161 mm, niższą od średniej o 68 mm odnotowano w 2003 roku. W okresie badań średni opad atmosferyczny w półroczu letnim wyniósł 310 mm. Najwyższą sumę opadów w tym półroczu wyższą o 94 mm od średniej odnotowano w roku 2000 (404 mm), natomiast najniższą wynoszącą zaledwie 186 mm, niższą od średniej wieloletniej aż o 124 mm w 2003 roku.

Tabela 1. Odchylenia półrocznych i rocznych sum opadów atmosferycznych oraz średnich półrocznych i rocznych temperatur powietrza w latach 1998–2007 od średniej z wielolecia

Table 1. Deviation of half-yearly amounts of precipitation and means of air temperature from the mean of multi-yearly period of 1998–2007.

Odchylenie od średniej z wielolecia	Parametr	Okres	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
	Opad (mm)	XI–IV (229)		-57	+73	+3	+2	+30	-68	-59	+14	+15
V–X (310)			+75	-54	+94	+29	-18	-124	+11	-18	-24	+26
XI–X (539)			+18	+19	+97	+31	+12	-192	-48	-4	-9	+72
Temp. (°C)	XI–IV (3,0)		+1,2	-0,3	+1,1	+0,6	-1,2	-1,7	+0,3	-0,3	-1,6	+2,6
	V–X (15,7)		-0,7	+0,2	-0,5	+0,2	+0,7	+0,2	-0,7	-0,8	+1,4	0,0
	XI–X (9,4)		+0,2	+0,1	+0,3	+0,3	-0,3	-0,8	-0,3	-0,6	-0,1	+1,3

Średnia temperatura powietrza w okresie 1998–2007 wyniosła 9,4°C (tab. 1). Najzimniejszym miesiącem ze średnią miesięczną temperaturą z wielolecia wynoszącą -0,9°C był styczeń, natomiast najcieplejszym miesiącem był lipiec z temperaturą 19,5°C. Średnia temperatura w półroczu zimowym wyniosła 3,0°C, a w półroczu letnim 15,7°C. W badanym 10-leciu wystąpiła duża zmienność średnich temperatur rocznych. Najchłodniejszymi były lata 2003 i 2005 ze średnimi temperaturami rocznymi wynoszącymi odpowiednio 8,6 i 8,8°C. Natomiast naj-

cieplejszym był rok 2007 ze średnią temperaturą roczną wyższą od średniej z wielolecia o $1,3^{\circ}\text{C}$.

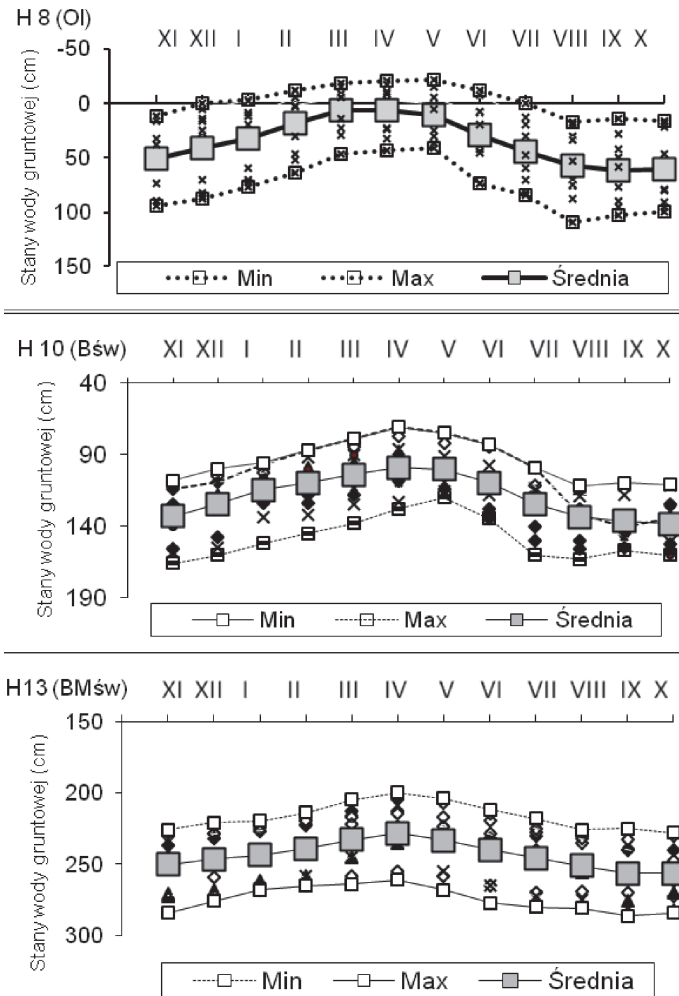
Przeprowadzone w latach hydrologicznym 1998–2007 badania wykazały, że na kształtowanie się zwierciadła wody gruntowej w badanej zlewni w istotny sposób wpływają: ukształtowanie terenu, typ siedliskowy lasu, pokrywa glebowa oraz przebieg warunków meteorologicznych. Naturalnie wszystkie te czynniki oddziałują łącznie, nie mniej jednak wpływ każdego z nich jest na tyle wyraźny, że można je omawiać również oddzielnie. Dlatego też w pracy zmiany zwierciadła wody gruntowej w omawianych zlewniach przeanalizowano na tle przebiegu warunków meteorologicznych w poszczególnych latach hydrologicznych. Dynamika zmian położenia zwierciadła wody gruntowej w omawianym okresie wykazała podobną cykliczność roczną we wszystkich studzienkach w każdej zlewni. Zmiany te uzależnione były przede wszystkim od rozkładu i wielkości sum opadów atmosferycznych [9]. Najwyższe średnie miesięczne wartości stanów wód gruntowych wystąpiły w okresie od marca do maja, co potwierdzają wcześniejsze badania [7–9, 13].

W zlewni cieką Hutka najwyższe stany wystąpiły w studziencie H8 położonej w olesie (rys. 2). Maksymalne wartości tych stanów pomierzono w maju 2002 roku. Wówczas na tym siedlisku odnotowano zalew powierzchniowy do głębokości 21 cm. W borze świeżym reprezentowanym przez studzienkę H10 maksymalne stany wody wystąpiły w kwietniu i wyniosły 71 cm poniżej powierzchni terenu, a w borze mieszanym świeżym, także w kwietniu i wyniosły 200 cm (H 13).

Natomiast w zlewni cieką Potaszka maksymalne wartości stanów wody gruntowej wynoszące 64 cm poniżej powierzchni terenu pomierzono w marcu w studziencie P7 zlokalizowanej w borze mieszanym wilgotnym (rys. 3). Natomiast najwyższe stany w borze świeżym (P2) wyniosły 83 cm, a w borze mieszanym świeżym (P9) w kwietniu i osiągnęły wartość 384 cm.

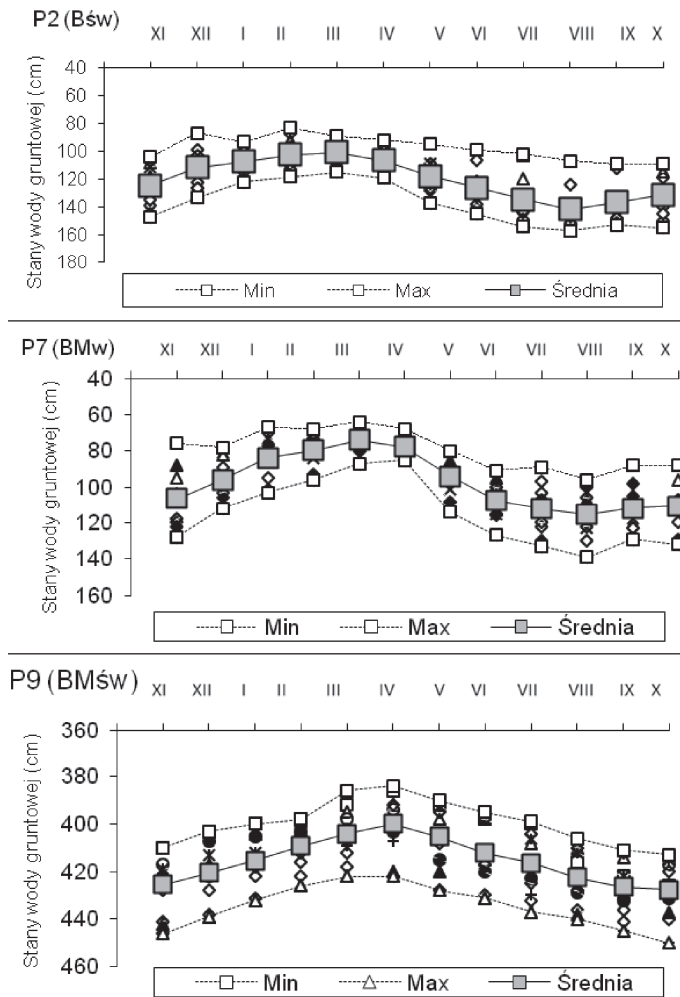
W okresie od czerwca do października w zależności od przebiegu warunków meteorologicznych, zaobserwowano obniżanie się zwierciadła wody gruntowej we wszystkich badanych siedliskach. Najniższe stany pomierzono w studzienkach najdalej oddalonych od cieków – na siedliskach boru mieszanego świeżego, a więc w studziencie H13 i P9. Minimalne wartości rocznych stanów wód gruntowych pomierzono jesienią 2006 roku, po kilkuletnim okresie lat suchych. W zlewni cieką Hutka stany te wyniosły 109 cm poniżej powierzchni terenu na siedlisku olesu

(H8), 163 cm w borze świeżym (H10) i 286 cm w borze mieszanym świeżym (H13). Natomiast w zlewni ciek Potaszka najniższe wartości pomierzono w borze mieszanym wilgotnym (P7) 139 cm, w borze świeżym 157 cm, a w borze mieszanym świeżym 450 cm poniżej powierzchni terenu (tab. 2).



Rys. 2. Przebieg średnich, min i max miesięcznych, stanów wody gruntowej w badanych siedliskach zlewni ciek Hutka w latach 1998–2007

Fig. 2. Monthly average, minimal and maximal groundwater levels in researched forest habitat in 1998–2007 hydrological years at Hutka catchment



Rys. 3. Przebieg średnich, min i max miesięcznych, stanów wody gruntowej w badanych siedliskach zlewni cieku Potaszka w latach 1998–2007
Fig. 3. Monthly average, minimal and maximal groundwater levels in researched forest habitat in 1998–2007 hydrological years at Potaszka catchment

Analizując amplitudy wahań stanów wód gruntowych w wybranych siedliskach leśnych badanych zlewni w latach 1998–2007 można stwierdzić, że największe amplitudy wystąpiły w siedliskach wilgotnych. W zlewni cieku Hutka największa amplituda wystąpiła w olsie i osiągnęła wartość 130 cm. W dwóch pozostałych siedliskach leśnych amplituda

ta osiągnęła wartość, w borze świeżym 92 cm, a w borze mieszanym świeżym 86 cm. Natomiast w zlewni ciekę Potaszka największe amplitudy wahań stanów wód gruntowych były do siebie zbliżone i wynosiły w borze mieszanym wilgotnym 75 cm, a borze świeżym 74 cm. Najmniejszą amplitudę wynoszącą 66 cm charakteryzowało się siedlisko boru mieszanego świeżego, na które to wpływ miało głębokie zaleganie zwierciadła wody gruntowej – poniżej 400 cm. Podczas badań zauważono tendencje obniżania się poziomu wody we wszystkich studzienkach. Najbardziej obniżyły się na siedlisku olsowym, o płytkim zaleganiu wód gruntowych. Wahania stanów wód były tutaj też najwyższe. Duże uwilgotnienie gleb w olsie powoduje, że w dłuższych okresach bezopadowych, parowanie z tego siedliska jest znacznie większe niż z innych siedlisk leśnych [6, 14].

Tabela 2. Maksymalne i minimalne stany wody oraz amplitudy ich wahań w zlewniach ciekę Hutka i Potaszka w latach hydrologicznych 1998–2007

Table 2. Maximum, minimum and amplitudes of ground-water levels in watercourses Hutka and Potaszka in 1998–2007 hydrological years.

Zlewnia	Nr studzienki	Siedlisko	Max (cm)	Min (cm)	Amplituda (cm)
Hutka	H 8	Ol	-21	109	130
	H 10	Bśw	71	163	92
	H 13	BMśw	200	286	86
Potaszka	P 2	Bśw	83	157	74
	P 7	BMw	64	139	75
	P 9	BMśw	384	450	66

4. Wnioski

1. Otrzymane wyniki potwierdziły wcześniejsze badania innych autorów, że w zrównoważonych siedliskach leśnych dynamika zmian zwierciadła wody gruntowej wykazuje podobną cykliczność i jest ściśle związana z przebiegiem warunków meteorologicznych, a w szczególności z ilością opadów i ich rozkładem w czasie.
2. Badania przeprowadzone w okresie 10-ciu lat hydrologicznych (1998–2007), wykazały, że najwyższe wartości stanów wód gruntowych w półroczach zimowych występowały na przełomie marca i kwietnia.

3. Maksymalne stany wody gruntowej odnotowano w mokrym półroczu zimowym 2002 roku w siedliskach wilgotnych. Wówczas na siedlisku olsu odnotowano zalew powierzchniowy do głębokości 21 cm, a w borze mieszanym wilgotnym woda gruntowa znajdowała się na głębokości 64 cm poniżej powierzchni terenu.
4. W okresie od czerwca do października w zależności od przebiegu warunków meteorologicznych, zaobserwowano obniżanie się zwierciadła wody gruntowej we wszystkich badanych siedliskach.
5. Minimalne wartości rocznych stanów wód gruntowych pomierzono jesienią 2006 roku, po trzyletnim okresie lat suchych. W zlewni ciekut Hutka stany te wyniosły 109 cm poniżej powierzchni terenu na siedlisku olesu, 163 cm w borze świeżym i 286 cm w borze mieszanym świeżym. Natomiast w zlewni ciekut Potaszka najniższe wartości tych stanów wyniosły w borze mieszanym wilgotnym (P7) 139 cm, w borze świeżym 157 cm, a w borze mieszanym świeżym 450 cm poniżej powierzchni terenu.
6. Podczas badań zauważono tendencje obniżania się poziomu wody we wszystkich siedliskach leśnych. Najbardziej obniżyły się stany wody na siedlisku olsowym. Wahania stanów wód były tutaj też najwyższe i wyniosły aż 130 cm. Wysokie zaleganie wód gruntowych oraz duży podsiąk kapilarny w olesie powoduje większe parowanie niż na innych badanych siedliskach.
7. Na siedlisku boru mieszanego wilgotnego i boru mieszanego świeżego, również zauważono systematyczne opadanie stanów wód gruntowych. Jednak wahania stanów wody były mniejsze, a proces opadania wód przebiegał znacznie wolniej, ze względu na głębokie zaleganie zwierciadła wody gruntowej.

Literatura

1. **Białkiewicz F., Babiński S.:** *Znaczenie lasu w kształtowaniu retencji gleb i odpływu wód opadowych.* Sylwan CXXV, 1, 1–9 (1991).
2. **Church M.R.:** *Hydrochemistry of forested catchment.* Annu. Rev. Earth Planet. Sci. 25, 23–59 (1997).
3. **Kondracki J.:** *Geografia Fizyczna Polski.* Wyd. III, PWN, Warszawa, ss 463 (1978).

4. **Korytowski M., Szafrąński Cz.:** *Zmiany stanów i zapasów wody w lesie mieszanym świeżym na obszarze Leśnego Kompleksu Promocyjnego Lasy Rychtałskie*. Rocznik Ochrona Środowiska (Annual Set the Environment Protection), 14, 673–682 (2012).
5. **Kosturkiewicz A., Czopor S., Korytowski M., Stasik R., Szafrąński Cz.:** *Stany wody gruntowej i siedliska w małej zmeliorowanej zlewni leśnej*. Roczn. AR Pozn 338. Melior. Inż. Śród. 22., 41–53 (2002).
6. **Kosturkiewicz A., Korytowski M., Stasik R., Szafrąński Cz.:** *Amplitudy zmian poziomu wody gruntowej w glebach siedlisk leśnych jako wskaźnik ich zdolności retencyjnych*. Roczniki AR w Poznaniu, Seria Melioracje i Inżynieria Środowiska, t. 338, z. 22, 55–64 (2002).
7. **Liberacki D.:** *Dynamika zmian poziomu wód gruntowych w różnych siedliskach leśnych małej zlewni nizinnej*. Kształtowanie i ochrona środowiska leśnego. Wyd. AR Poznań, 134–140 (2003).
8. **Liberacki D., Korytowski M.:** *Zmienność stanów wód gruntowych w wybranych siedliskach leśnych*. ZPPNR, Warszawa, 528, 347–358 (2010).
9. **Liberacki D., Szafrąński Cz., Stasik R., Korytowski M.:** *Bilans wodny małej zlewni leśnej*. ZPPNR, Warszawa, z 528, 305–312 (2008).
10. **Miler A., Przybyła Cz.:** *Dynamika zmian stanów wód gruntowych pierwszego poziomu wodonośnego*. Roczn. AR. Pozn. 291, 17: 77–92 (1997).
11. **Miler A., Kamiński B., Czerniak A., Grajewski S., Okoński B., Stasik R., Drobiewska E., Krysztofiak A., Poszyler-Adamska A., Korzak M.:** *Ochrona obszarów mokradłowych na terenach leśnych*. Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu, monografia, ss.137 (69–75) (2008).
12. *Polityka Leśna Państwa*. Ministerstwo Ochrony Środowiska Zasobów Naturalnych i Leśnictwa. Warszawa, 1997.
13. **Stasik R., Szafrąński Cz., Korytowski M., Liberacki D.:** *Kształtowanie się zasobów wodnych w małych zlewniach leśnych na obszarze Wielkopolski*. Rocznik Ochrona Środowiska (Annual Set the Environment Protection), 13, 1679–1696 (2011).
14. **Stasik R., Szafrąński Cz., Korytowski M., Liberacki D.:** *Próba oceny możliwości zwiększenia retencji wody w glebach wybranych siedlisk leśnych*. ZPPNR, Warszawa, 528, 251–257 (2008).
15. **Trybała M.:** *Zagadnienia gospodarki wodnej w rolnictwie*. Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Warszawa, 1978.

Trends in Level of the Groundwater Table in the Selected Catchments in the Zielonka Forest

Abstract

The aim of the study was to assess changes in the position of the groundwater table in selected catchments in the Zielonka forest. The paper presents the results of researches carried out at Hutka small catchment up to Huta Pusta cross section and Potaszka small catchment up to Potasze cross station. Analyzed catchments of investigated watercourses are located in the central part of the Wielkopolska region, approx. 20 km north-east of Poznań, in the Zielonka Forest, at a distance of approx. 7 km from each other. The catchment of the Hutka watercourse, with an area of 0.52 km², is forested in 89%, the other 11% being covered by swamps and wasteland. The predominant sites are fresh mixed coniferous forest (BMśw), fresh coniferous forest (Bśw) and alder swamp forest (Ol). The catchment of the Potaszka watercourse is over two times bigger, with an area of 1.33 km². Here forest cover only 14.7% catchment area, arable land (GO) occupies approx. 75%, while grassland (UZ) constitutes 10.3%. Landscape in both catchments is characterized by a large number of interior depressions, filled partly with rainwater or peat bogs, with poorly developed natural drainage

During the research detailed analyses were made for the dynamics of the ground water level. The researches carried out in different habitat conditions in watercourses Hutka and Potaszka catchment indicated that the highest amplitudes oscillations ground-water levels, in winter and summer hydrological half-year, occurred in older swamp forest, whereas the smallest in fresh mixed coniferous forest.

The research proved, that the dynamics of the soils humidity variation and ground water level in analyzed drainage catchment is described by similar cyclist and depends mostly on the course of meteorological conditions, especially on the distribution and dimension of rainfalls. It was confirmed that the low level of groundwater table in the vegetation season does not affect significantly the water reserves of the surface layer of soil. Additional elements affecting the level of ground water are also: the distance between measuring wells and the watercourse, site type and the layout of the land.