

*Sylwester Grajewski, Bernard Okoński*

**ZMIENNOŚĆ STANÓW WÓD GRUNTOWYCH  
W RÓŻNOWIEKOWYCH DRZEWOSTANACH LEŚNYCH  
SIEDLISK BAGIENNYCH**

***VARIABILITY OF GROUNDWATER LEVEL DEPTH IN  
UNEVEN-AGED FOREST STANDS OF SWAM HABITATS***

**Streszczenie**

W pracy przeanalizowano kształtowanie się stanów wód gruntowych w różnowiekowych drzewostanach leśnych siedlisk bagiennych na tle warunków meteorologicznych (temperatury powietrza i opadów atmosferycznych). Badania przeprowadzono w latach hydrologicznych 2002–2005 na 7 powierzchniach doświadczalnych, zlokalizowanych na terenie Puszczy Zielonka oddalonej o około 6 km na północny wschód od granic miasta Poznania.

W toku prowadzonych badań stwierdzono, że największą dynamiką zwierciadła wód gruntowych charakteryzują się powierzchnie badawcze z drzewostanami średnich klas wieku, zaś najmniejszą drzewostany najstarsze (V klasy wieku) i w mniejszym zakresie – I klasy wieku. Uzyskane wyniki badań, przez swoją niejednoznaczność, jak również ze względu na krótki ciąg pomiarowy, nie pozwalają przyjąć ani całkowicie odrzucić tezy o istnieniu zależności pomiędzy wiekiem drzewostanu a stanami wód gruntowych w leśnych siedliskach bagiennych.

**Słowa kluczowe:** stany wód gruntowych, siedliska bagienne, Puszcza Zielonka

***Summary***

*The paper covers research on groundwater level depth dynamics in uneven-aged forest stands of swamp habitats as influenced by meteorological conditions (air temperature and rainfall). The research period comprised hydrological years*

2002–2005 with 7 experimental plots examined. The area of investigation was located in Puszcza Zielonka ca 6 km NE of Poznań.

Variability of groundwater levels, especially at shallow water locations, tends to show cyclic regularity, modulated for particular years by irregularity of weather conditions – mainly the precipitation and temperature, but physiographical features such as soil, vegetation, drainage network, water bodies, surface relief affect water conditions significantly nevertheless as a exclusively modulating factor.

The results of the research prove the main effect of air temperature and precipitation on pattern of groundwater level dynamics in forest swamp habitats as a general regularity. The above mentioned conclusion supports additionally the results of recent research on climatic water balance for the area of experimental plots location. Anyway, the question arises about no expected distinction in groundwater level depth between the extreme years as far as precipitation is concerned (the years 2003, 2002 and 2005). No groundwater level dynamics decrease along with increase of groundwater level depth observed was another irregularity. Probably significant, modulating influence on groundwater dynamics in forest swamp sites may be ascribed to forest stand age. Along with maturing of forest stand, for example, changes the dynamics of stand biomass growth, which is strongly related to transpiration level and uptake of water from soil by plants. Described above phenomena may explain variability of groundwater level dynamics patterns for the experimental plots.

The results of research were affected by employing relatively short groundwater level data series and very inconsistent meteorological conditions of the research period (pluvial and thermal). Thus, the current stage of research cannot justify drawing more accurate and distinct conclusions. The thesis of forest stand age impact on groundwater level depth variability requires broader explanation and cannot be supported or rejected basing on the current research results. The project opened in 2002 year is continued to achieve assumed research objectives.

**Key words:** groundwater level depth, swamp habitats, Puszcza Zielonka Forest

## WSTĘP

Zasadnicze znaczenie w kształtowaniu stosunków wodnych w zlewniach mają czynniki meteorologiczne (opady, temperatury powietrza). Jednak znaczący, modyfikujący wpływ mogą również odgrywać czynniki fizyczno-geograficzne nieklimatyczne [Dobija, Dynowska 1975]. Wykazano, że na obszarach nizinnych duże znaczenie ma m.in. zalesienie (siedlisko oraz struktura wiekowa i skład gatunkowy), tworzące tzw. małą retencję krajobrazową [Miler 1998]. Wiadome jest, że prawidłowe kształtowanie stosunków wodnych w lasach stanowi warunek trwałej produkcji biomasy i jednocześnie warunek konieczny trwałego utrzymania lasu. Postuluje się w związku z tym, szczególnie w odniesieniu do gleb leśnych z niestabilnymi stosunkami wodnymi, aby decyzje dotyczące sposobu zagospodarowania lasu, pielęgnacji czy użytkowania poprzedzać studium hydrologicznym obejmującym również ocenę jakości wód [Suliński 1998].

## **CEL, PRZEDMIOT, ZAKRES I METODY BADAŃ**

Celem niniejszej pracy była próba odpowiedzi na pytanie, czy i w jakim stopniu wiek drzewostanów wpływa na kształtowanie się stanów wód gruntowych w leśnych siedliskach bagiennych olsu typowego i jesionowego.

Badaniami hydrologicznymi objęto teren Puszczy Zielonka, położonej w odległości około 6 km od granic miasta Poznania. W różnowiekowych drzewostanach, zlokalizowanych w leśnych siedliskach bagiennych olsu typowego i jesionowego, w roku 2001 wykonano 23 studzienki do monitorowania stanów wód gruntowych. Pomiarów stanów wód prowadzono w nich z dokładnością centymetrową przez cały rok hydrologiczny 2002 w cyklu tygodniowym. Natomiast w kolejnych latach hydrologicznych (2003–2005) obserwacje kontynuowano w 7 wybranych studzienkach w cyklu miesięcznym.

Na potrzeby realizacji założonego w pracy celu przyjęto, że weryfikacja postawionej hipotezy badawczej nastąpi w wyniku porównania obliczonych podstawowych charakterystyk statystycznych stanów wód gruntowych dla poszczególnych studzienek pomiarowych oraz poprzez analizę wykresu zmienności stanów wód gruntowych w latach hydrologicznych. Dużym ułatwieniem w prowadzonych analizach było pogrupowanie wyników pomiarów stanów wód gruntowych według klas wieku drzewostanów z wyliczeniem dla nich wartości średnich (średnich arytmetycznych).

Informacje o warunkach meteorologicznych w okresie badawczym uzyskano ze stacji Akademii Rolniczej w Poznaniu zlokalizowanej w centralnej części Puszczy w miejscowości Zielonka [Grodzki, Zientarski 1986–2002; Wyniki... 2000–2005].

## **WYNIKI BADAŃ**

Podstawowe charakterystyki siedliskowe oraz drzewostanowe dla założonych powierzchni badawczych zestawione zostały w tabeli 1. Jak wcześniej wspomniano analiza warunków termiczno-pluwialnych przeprowadzona została dla lat hydrologicznych 2002–2005 w odniesieniu do wyników z wielolecia 1987–2005 ze stacji meteorologicznej w Zielonce (tab. 2). Średnie roczne temperatury powietrza w roku hydrologicznym 2003 i 2005 były niższe od średniej z wielolecia odpowiednio o 9 i 2%, natomiast w roku 2002 i 2004 były wyższe odpowiednio o 10 i 2%. Biorąc pod uwagę półrocza hydrologiczne, należy zwrócić uwagę na to, że niska temperatura powietrza roku 2003 jest wynikiem chłodnej zimy. W półroczu letnim temperatura utrzymała się zdecydowanie powyżej średniej. W rozpatrywanym okresie badawczym rok hydrologiczny 2003 okazał się nie tylko jednym z najzimniejszych, ale również najsuchszym rokiem spośród całego wielolecia 1987–2005 (64% średniej wieloletniej).

**Tabela 1.** Zestawienie podstawowych charakterystyk siedliskowych i drzewostanowych dla powierzchni badawczych**Table 1.** Basic forest site and stand characteristics for the experimental plots

Cecha Characteristic	Nadleśnictwo Forest division		Zielonka		Łopuchówko			
	73g	86k	129f	86a	85f	106l	77h	
Oddział Compartment	73g	86k	129f	86a	85f	106l	77h	
Powierzchnia Area [ha]	0,28	4,05	4,47	7,87	2,99	3,39	1,07	
Siedliskowy typ lasu Forest site type	O1 <sup>1</sup>	O1J <sup>2</sup>	O1 <sup>1</sup>	O1 <sup>1</sup>	O1 <sup>1</sup>	O1 <sup>1</sup>	O1J <sup>2</sup>	
Gatunek gleby Soil texture	tn/py <sup>3</sup>	tn/py <sup>3</sup>	tn/py <sup>3</sup>	tn/gyw <sup>4</sup>	tn/gyw <sup>4</sup>	pl/żp <sup>5</sup>	pl/żp <sup>5</sup>	
Klasa wieku Tree stand age class	IV	V	I	I	III	II	IV	
Zadrzewienie Degree of crop density	0,6	1,0	1,0	0,8	0,8	0,8	0,8	
Przeciętna pierśnica Average diameter at breast high [cm]	25,5	36,5	2,5	1,5	19,0	12,0	27,5	
Przeciętna wysokość Average height [m]	18,5	23,5	4,0	3,0	19,5	9,5	25,5	
Zasobność Stand volume [m <sup>3</sup> ·ha <sup>-1</sup> ]	125	330	–	–	210	–	330	
Przyrost bieżący Current annual increment [m <sup>3</sup> ·ha <sup>-1</sup> ]	3,0	5,5	5,7	–	5,6	6,4	5,8	

<sup>1</sup> – Ols typowy / Alder swamp forest,<sup>2</sup> – Ols jesionowy / Ash-alder swamp forest,<sup>3</sup> – Torf niski płytki (do 0,8 m) na pyle / Peat on silt (up to 0,8 m),<sup>4</sup> – Torf niski płytki (do 0,8 m) na gytii wapiennej / Peat on limy gytia (up to 0,8 m),<sup>5</sup> – Piasek luźny na żwirze piaszczystym / Fine sand on sandy gravel.**Tabela 2.** Średnie temperatury powietrza (T) i sumy opadów atmosferycznych (P) dla lat hydrologicznych 2002–2005**Table 2.** Average air temperature (T) and annual precipitation (P) for the period 2002–2005

Rok hydrologiczny Hydrological year	T [°C]			P [mm]		
	Półrocze Half of the year		Cały rok All year (XI–X)	Półrocze Half of the year		Cały rok All year (XI–X)
	Zimowe Winter (XI–IV)	Letnie Summer (V–X)		Zimowe Winter (XI–IV)	Letnie Summer (V–X)	
2002	2,8	15,8	9,3	264	306	570
2003	0,2	15,2	7,7	161	180	341
2004	2,6	14,7	8,6	186	314	500
2005	2,3	14,2	8,3	217	353	570
Średnia Mean (1987–2005)	2,2	14,6	8,4	210	320	530
Min (1987–2005)	-1,7	13,4	5,9	104	151	341
Max (1987–2005)	4,0	15,8	9,4	319	460	655

Wyniki pomiarów stanów wód gruntowych wraz z ich podstawowymi statystykami zestawione wg poszczególnych powierzchni badawczych prezentuje tabela 3.

**Tabela 3.** Wybrane statystyki średnich stanów wód gruntowych (h) dla powierzchni badawczych wg klas wieku drzewostanów

**Table 3.** Selected statistics of average ground water level depth (h) for the experimental plots according to tree stand age classes

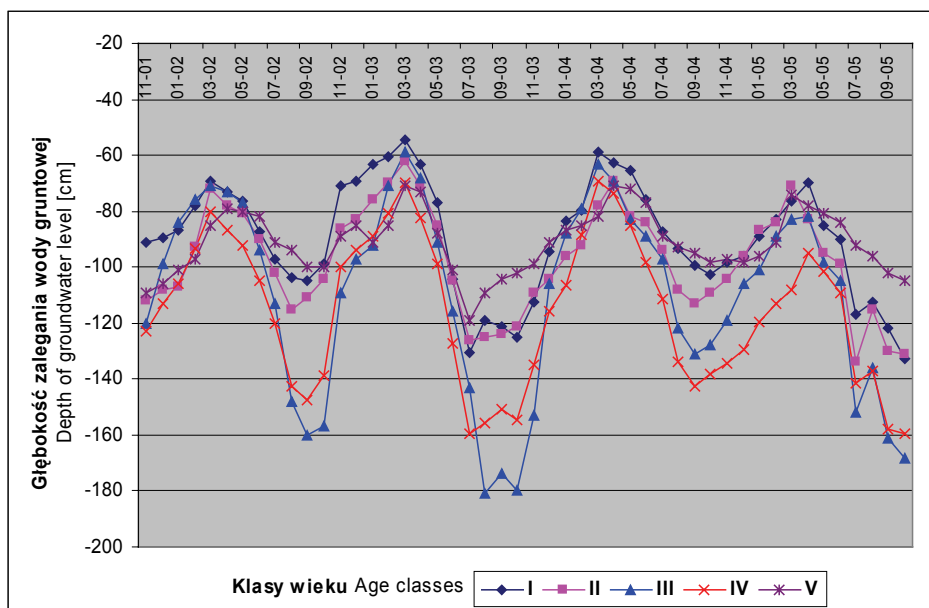
Rok hydrologiczny Hydrological year	Statystyki / Statistics [cm]	Klasy wieku drzewostanów / Tree stand age classes				
		I	II	III	IV	V
2002	$\bar{h}$	88	98	106	112	94
	$h_{\min}$	70	72	71	80	79
	$h_{\max}$	105	115	160	148	109
	$\Delta h$	36	43	89	68	30
	$\sigma$	12	15	33	22	10
2003	$\bar{h}$	88	95	115	114	93
	$h_{\min}$	55	62	59	70	71
	$h_{\max}$	131	126	181	160	119
	$\Delta h$	76	64	122	90	48
	$\sigma$	29	24	44	34	14
2004	$\bar{h}$	85	95	101	108	87
	$h_{\min}$	59	69	63	70	71
	$h_{\max}$	113	113	153	143	99
	$\Delta h$	54	44	90	73	28
	$\sigma$	17	14	28	26	10
2005	$\bar{h}$	98	102	117	126	91
	$h_{\min}$	70	71	82	95	74
	$h_{\max}$	133	134	168	160	105
	$\Delta h$	63	63	86	65	31
	$\sigma$	19	21	30	21	10
2002–2005	$\bar{h}$	90	97	110	115	91
	$h_{\min}$	55	62	59	70	71
	$h_{\max}$	133	134	181	160	119
	$\Delta h$	78	72	122	90	48
	$\sigma$	20	19	34	26	11

$\sigma$  – Odchylenie standardowe / Standard deviation

W latach 2002–2005 głębokość wód gruntowych na powierzchniach doświadczalnych zlokalizowanych w leśnych siedliskach bagiennych olsu typowego i jesionowego w ramach klas wieku wahała się w granicach od 55 do 181 cm p.p.t. Średnio najniższe stany (107 cm p.p.t.) zaobserwowano w roku hydrologicznym 2005 (przy minimalnym stanie 70 i maksymalnym 168 cm p.p.t.), a średnio najwyższe stany odnotowano w roku 2003 (63 cm p.p.t.). Rok 2003 był również rekordowy, jeśli chodzi o największą średnią amplitudę głębokości wód gruntowych (80 cm w przeciwieństwie do roku 2002 – 53 cm).

Przebieg zmienności stanów wód gruntowych w klasach wieku drzewostanów w badanym okresie generalnie jest zbliżony (rys. 1). Przeprowadzenie bliższej analizy pozwala na sformułowanie następujących uogólnień i spostrzeżeń:

- największe wahania zwierciadła wód gruntowych, związane z ich intensywnym szczypaniem, mają miejsce w okresie wegetacyjnym,
- odbudowywanie zapasów wód gruntowych w ramach roku hydrologicznego ma miejsce w miesiącu marcu, jedynie w trzech przypadkach roku 2005 przesunięte zostało na miesiąc kwiecień.



**Rysunek 1.** Dynamika głębokości zalegania zwierciadła wody gruntowej na powierzchniach badawczych w latach hydrologicznych 2002–2005 wg klas wieku drzewostanów

**Figure 1.** Dynamics of groundwater level depth for the experimental plots in the hydrological years 2002–2005 according to tree stand age classes

– w trzech latach hydrologicznych, tj. w 2002, 2003 i w 2004 roku zauważyć można wyraźnie większe obniżenie się zwierciadła wód gruntowych na powierzchniach zlokalizowanych w II i IV klasie wieku,

– najmniejszą zmiennością stanów, skutkującą najbardziej wyrównanym przebiegiem krzywej na wykresie, charakteryzują się powierzchnie zlokalizowane w drzewostanach piątej klasy wieku oraz w mniejszym stopniu pierwszej klasy wieku,

– największe dysproporcje w przebiegu stanów wód gruntowych w okresie wegetacyjnym zauważalne są w roku najniższych opadów (2003) pomiędzy III klasą wieku a pozostałymi,

– w sposób szczególny swoją odmienność potwierdza V klasa wieku w roku hydrologicznym 2005, w którym to jej przebieg zmienności stanów wód gruntowych wyraźnie odbiega od pozostałych klas wieku.

## DYSKUSJA I PODSUMOWANIE WYNIKÓW BADAŃ

Dynamika zwierciadła wód gruntowych jest wynikiem relacji pomiędzy dopływem wody do gleby i zdolnościami jej retencji a ewapotranspiracją i odpływem. Na dopływ wody składają się opady atmosferyczne, a także woda pochodząca ze spływów powierzchniowych i podpowierzchniowych. Natomiast odpływ kształtowany jest przez infiltrację i perkolację do zwierciadła wód gruntowych, odpływ poziomy wód gruntowych oraz przez spływy powierzchniowe i podpowierzchniowe.

Zmienność stanów wód gruntowych, zwłaszcza tych płytkich, wykazuje cykliczność roczną, modyfikowaną dla poszczególnych lat odchyleniami od normy warunków pogodowych – głównie opadu i temperatury, a charakterystyki fizyczno-geograficzne, takie jak: gleby, roślinność, sieć cieków, zbiorniki wodne, relief *etc.* oddziałują na stosunki wodne w sposób istotny, niemniej jedynie modyfikujący [Komisarek 2000; Miler, Przybyła 1997; Przybyła, Kozłowski 2003]. Decydujący wpływ warunków termiczno-opadowych na kształtowanie się zalegania wód gruntowych potwierdzają wyniki ostatnio prowadzonych badań w obszarze Puszczy Zielonka dotyczących klimatycznego bilansu wodnego [Okoński, Miler 2006].

Uzyskane w niniejszej pracy wyniki badań generalnie również potwierdzają wpływ temperatur powietrza i sum opadów atmosferycznych na kształtowanie zwierciadła wód gruntowych w leśnych siedliskach bagiennych. Jednakże wątpliwości budzi brak spodziewanej znacznej różnicy w głębokości zalegania

wód gruntowych pomiędzy skrajnymi pod względem wielkości opadów atmosferycznych latami hydrologicznymi 2003, 2002 i 2005. Ciekawostką jest również fakt braku potwierdzenia znanej z literatury przedmiotu zależności zmniejszania się dynamiki zmienności stanów wód gruntowych wraz ze wzrostem głębokości ich zalegania. Prawdopodobnie znaczny, modyfikujący wpływ na kształtowanie się poziomu lustra wody gruntowej w leśnych siedliskach bagiennych może odgrywać wiek drzewostanu [Grajewski 2004]. Wraz ze starzeniem się drzew zmianie ulega m.in. dynamika przyrostu biomasy drzewostanu, która ściśle związana jest z wielkością transpiracji, a więc ilością wody pobieranej z gruntu. Zjawiskiem tym można tłumaczyć otrzymane zróżnicowanie przebiegów zmienności głębokości zalegania wód gruntowych na powierzchniach badawczych.

Otrzymane niejednoznaczne wyniki badań w połączeniu z bardzo krótkim ciągiem pomiarowym, dodatkowo charakteryzującym się znacznym zróżnicowaniem warunków termiczno-pluwialnych nie dają wystarczających podstaw, aby na tym etapie badań w sposób jednoznaczny przyjąć, bądź odrzucić tezę o wpływie wieku drzewostanów na kształtowanie się stanów wód gruntowych w leśnych siedliskach bagiennych. W związku z powyższym wydaje się celowe kontynuowanie rozpoczętych w 2002 roku badań i obserwacji.

## BIBLIOGRAFIA

- Dobja A., Dynowska I. *Znaczenie parametrów fizjograficznych zlewni dla ustalenia wielkości odpływu rzecznego*. Fol. Geogr., Ser. Geographica-Physica, 9, 1975, s. 77–129.
- Grajewski S. *Ocena zdolności retencyjnych siedlisk leśnych Parku Krajobrazowego Puszcza Zielonka*. Maszynopis pracy doktorskiej. Bibl. AR w Poznaniu, 2004.
- Grodzki M., Zientarski J. *Wyniki obserwacji meteorologicznych w Zielonce*. Roczn. AR w Poznaniu, Leśnictwo, 1986–2002.
- Komisarek J. *Kształtowanie się właściwości gleb pływowych i czarnych ziem oraz chemizm wód gruntowych w katenie falistej moreny dennej Pojezierza Poznańskiego*. Roczn. AR w Poznaniu. Rozpr. Nauk. 307, 2000.
- Miler A. *Modelowanie obszarowych zmienności różnych miar retencji*. Monografia, wyd. AR w Poznaniu, 1998.
- Miler A., Przybyła C. *Dynamika zmian stanów wód gruntowych pierwszego poziomu wodonośnego*. Roczn. AR w Poznaniu, 291, 17, 1997, s. 77–92.
- Okoński B., Miler A. T. *Klimatyczny bilans wodny terenów zalesionych Wielkopolski na przykładzie Puszczy Zielonka*. Acta Scientiarum Polonorum, ser. Formatio Circumiectus, nr 5 (2), 2006, s. 73–81.
- Przybyła C., Kozłowski M. *Kształtowanie się wód gruntowych oraz ich jakość w zlewni budowanego zbiornika retencyjnego Jeżewo*. [w:] A. T. Miler (red.) *Kształtowanie i ochrona śró-*



*dowiska leśnego*. Wyd. Akademii Rolniczej im. A. Cieszkowskiego w Poznaniu, 2003, s. 217–225.

Suliński J. *Spojrzenie na wybrane zagadnienia kształtowania się stosunków wodnych w lesie w nawiązaniu do zasad hodowli lasu i instrukcji urządzania lasu*. Mat. Syp. PTL i SGGW pt. Rola planu inżynierskiego zagospodarowania lasu w wielofunkcyjnej, zrównoważonej gospodarce leśnej. Wyd. Fundacja Rozwój, s. 62–74, Warszawa 1998.

*Wyniki obserwacji meteorologicznych w Zielonce w latach 2000–2005*. Katedra Hodowli Lasu AR w Poznaniu. Maszynopisy.

Dr inż. Sylwester Grajewski,  
dr inż. Bernard Okoński,  
Katedra Inżynierii Leśnej Wydziału  
Leśnego Akademii Rolniczej im. Augusta Cieszkowskiego w Poznaniu,  
ul. Mazowiecka 41, 60-623 Poznań,  
tel.: (061) 848 73 68,  
e-mail: sylgraj@au.poznan.pl,  
e-mail: okoński@au.poznan.pl.

Recenzent: *Prof. dr hab. Stanisław Węglarczyk*