

ROCZNIKI
AKADEMII ROLNICZEJ
W POZNANIU
CCCLVII



MELIORACJE
I INŻYNIERIA
ŚRODOWISKA

POZNAŃ 2004

25

CZESŁAW SZAFRAŃSKI, RAFAŁ STASIK

STANY WODY GRUNTOWEJ I ICH ZWIĄZKI ZE STANAMI WODY W CIEKU W MAŁEJ ZLEWNI LEŚNEJ

*Z Katedry Melioracji, Kształtowania Środowiska i Geodezji
Akademii Rolniczej im. Augusta Cieszkowskiego w Poznaniu*

ABSTRACT. Characteristic groundwater levels, their amplitudes, as well as their relationships with water level in watercourse have been analysed in the paper. The research indicated differences between groundwater levels amplitudes in different habitats and hydrological half-years. The lowest correlation coefficients were in the fresh forest site types, where groundwater levels were deepest. Stronger relationships were in swampy forest habitats, which are situated in the lower part of the catchment, and groundwater levels in these parts are the shallowest.

Key words: groundwater, forest site types, water management

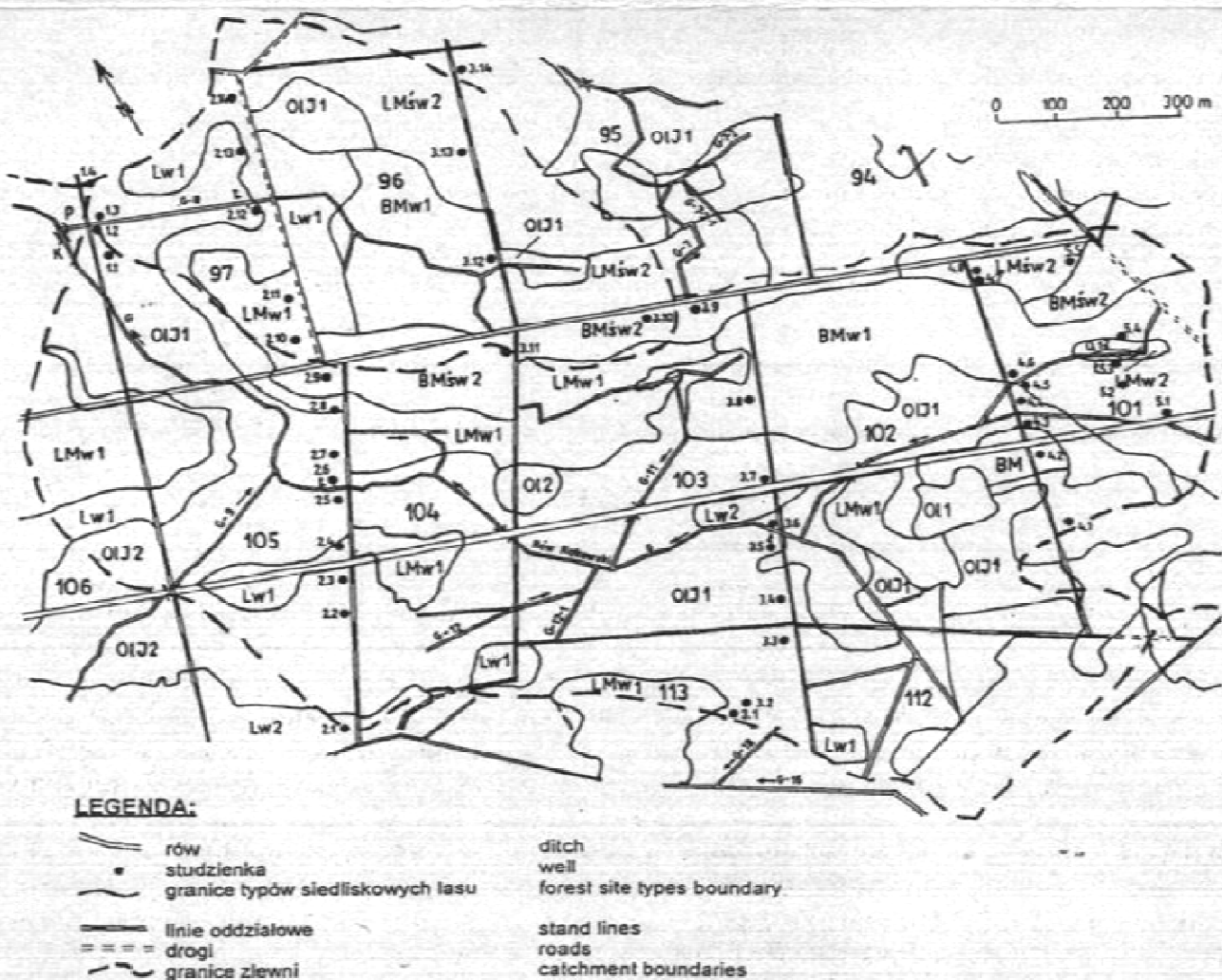
Wstęp

W pracach poświęconych roli lasu w bilansach wodnych zlewni, autorzy podkreślają duże zdolności retencyjne terenów leśnych. Wpływają one na zwiększanie sum odpływów ze zlewni o większej lesistości w latach suchych i zmniejszaniu ich w latach mokrych oraz we wzrastaniu odpływów w półroczach letnich i zmniejszaniu ich w półroczach zimowych (Ostrowski 1965, Kosturkiewicz 1976, Tyszka 1995). Poprawne zrozumienie tych procesów ma duże znaczenie nie tylko dla właściwego sterowania gospodarką wodną samych zlewni leśnych, ale też całego środowiska przyrodniczego. Wielkość amplitud wahań stanów wód gruntowych i związane z nimi uwilgotnienie gleb są istotnym czynnikiem decydującym o zróżnicowaniu typów siedliskowych lasu. Są one również dobrym wskaźnikiem zdolności retencyjnych siedlisk leśnych (Kosturkiewicz i in. 2002). Istnieje więc potrzeba szczegółowego rozpoznania mechanizmów obiegu wody w środowisku leśnym, w tym charakterystycznych stanów wód gruntowych oraz ich związków z wodami cieków.

Cel i metodyka badań

Celem pracy była analiza stanów wód gruntowych oraz ich związków ze stanami wody w cieku w różnych typach siedliskowych lasu na obszarze małej zlewni leśnej. Badania prowadzono w Leśnictwie Marianka, wchodzącym w skład Leśnego Zakładu Doświadczalnego Siemianice Akademii Rolniczej w Poznaniu.

Do szczegółowych badań w tym leśnictwie wytypowano cztery przekroje (G2 – studzienki 2.1-2.9, G3 – studzienki 3.1-3.9, G4 – studzienki 4.1-4.8, G5 – studzienki 5.1-5.5) przechodzące przez zlewnię Rowu Rakowskiego oznaczonego na mapach melioracyjnych jako rów G (ryc. 1). W każdym przekroju zainstalowane są łąty wodowskazowe do pomiarów stanów wody w cieku oraz studzienki do pomiarów stanów



Ryc. 1. Mapa leśnej części zlewni rowu G. Objaśnienia typów siedliskowych lasu: Olj – oles jesionowy, Lw – las wilgotny, BMw – bór mieszany wilgotny, LMw – las mieszany wilgotny, BMśw – bór mieszany świeży, LMśw – las mieszany świeży

Fig. 1. Map of forest part of G catchment. Descriptions of forest site types: Olj – ash-alder swamp forest, Lw – moist broadleaved forest, BMw – moist mixed coniferous forest, LMw – moist mixed broadleaved forest, BMśw – fresh mixed coniferous forest LMśw - fresh mixed broadleaved forest

wody gruntowej. Studzienki zostały rozmieszczone w miejscach zlewni reprezentatywnych dla danego typu siedliskowego lasu.

Badania terenowe prowadzone w roku hydrologicznym 2001/2002 obejmowały:

- systematyczne, cotygodniowe pomiary stanów wód gruntowych w studzienkach w poszczególnych przekrojach zlewni rowu G,
- systematyczne, cotygodniowe pomiary stanów wody w rowie G w przekrojach, w których zainstalowano łąty wodowskazowe.

Ponadto w pracy wykorzystano wyniki codziennych pomiarów opadów atmosferycznych deszczomierzem Hellmanna ze stacji LZD Siemianice oraz temperatur powietrza ze stacji meteorologicznej Syców.

Podstawą charakterystyki pokrywy glebowej oraz typów siedliskowych lasu był Operat glebowo-siedliskowy i fitosocjologiczny LZD Siemianice (1999) oraz Plan urządzania lasu Nadleśnictwa Doświadczalnego Siemianice AR w Poznaniu (1994), jak również opracowanie pracowników Katedry Melioracji i Kształtowania Środowiska dotyczące inwentaryzacji zasobów wodnych LZD Siemianice (Kosturkiewicz i in. 1997).

Wyniki

Charakterystyczne stany wód gruntowych w półroczach zimowych i letnich są jedną z podstawowych wielkości opisujących stosunki wodne gleb leśnych. Z przedstawionych w tabeli 1 danych wynika, że w półroczu zimowym najwyższe stany wody gruntowej obserwowano w olesie jesionowym, zaliczanym do siedlisk bagiennych. Stany wody w tym okresie wahały się od 16 do 32 cm, a średnio wyniosły one 23 cm. Również wysokie stany wód gruntowych obserwowano w siedliskach wilgotnych, szczególnie w lesie wilgotnym, gdzie średnia głębokość zwierciadła wody gruntowej w półroczu zimowym wyniosła 50 cm, a amplituda wahań stanów wody osiągnęła wartość 30 cm. Nieco głębiej wody gruntowe zalegały na siedliskach borów i lasów mieszanych wilgotnych, gdzie średnie głębokości ich występowania w tym półroczu wyniosły odpowiednio 86 i 60 cm, przy amplitudach wahań wynoszących 41 i 15 cm. W omawianym półroczu zimowym roku hydrologicznego 2001/2002 najniższe stany wody gruntowej pomierzono w siedliskach świeżych. Średni stan wody gruntowej wyniósł 138 cm dla lasu mieszanego świeżego i 140 cm dla boru mieszanego świeżego, a minimalny stan odpowiednio 167 cm i 165 cm poniżej powierzchni terenu (tab. 1) Duże były również amplitudy wahań stanów wody gruntowej w tych siedliskach. Największe amplitudy stwierdzono w studzienkach zlokalizowanych w lasach mieszanych świeżych, gdzie wyniosły one średnio 59 cm.

W półroczu letnim 2002 stany wody gruntowej we wszystkich badanych studzienkach układały się głębiej. Podobnie jak w półroczu zimowym, najwyższe stany wody gruntowej obserwowano w glebach siedlisk olesowych, średnio na głębokości 66 cm. Znacznie większa niż w półroczu zimowym była natomiast amplituda wahań stanów wody w olesie jesionowym, która wyniosła 70 cm. Była ona największa spośród amplitud obliczonych dla badanych siedlisk (tab. 1). Niższe stany wody gruntowej obserwowano w siedliskach wilgotnych. W lesie wilgotnym średni stan wody wyniósł 100 cm, w lesie mieszanym wilgotnym 91 cm, a w borze mieszanym wilgotnym 140 cm. Amplitudy

Tabela 1

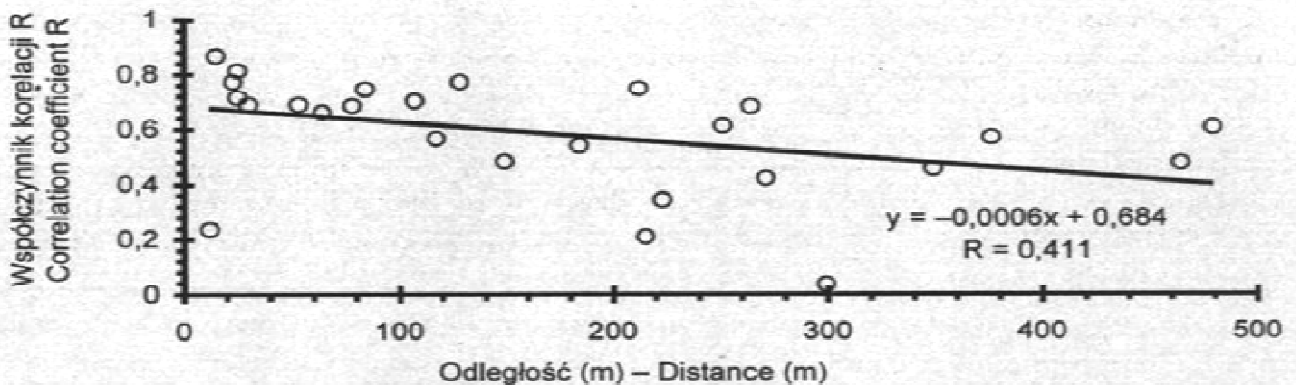
Maksymalne, średnie i minimalne stany wody gruntowej poniżej poziomu terenu (cm) oraz ich amplitudy wahań w poszczególnych typach siedliskowych lasu w półroczu zimowym i letnim w roku hydrologicznym 2001/2002
Maximum, average and minimum groundwater levels below terrain surface (cm) and their amplitudes in forest site types in winter and summer half-years in 2001/2002 hydrological year

Siedliskowy typ lasu Forest site type	Półrocze zimowe (XI-IV) Winter half-year (XI-IV)				Półrocze letnie (V-X) Summer half-year (V-X)			
	maksymalny maximum	średnia average	minimalny minimum	amplituda amplitude	maksymalny maximum	średnia average	minimalny minimum	amplituda amplitude
Olj	16	23	32	16	26	66	96	70
Lw	37	50	67	30	64	100	126	62
BMw	64	86	107	41	106	140	168	62
LMw	55	60	70	15	65	91	104	41
BMśw	128	140	165	37	153	179	185	32
LMśw	108	138	167	59	149	180	208	59

wahań stanów wody w siedliskach wilgotnych były w półroczach letnich także większe niż w półroczu zimowym i wyniosły od 41 cm w lesie mieszanym wilgotnym do 62 cm w lesie wilgotnym i borze mieszanym wilgotnym. Podobnie jak w półroczu zimowym, również w półroczu letnim 2002 najniższe stany wody gruntowej występowały w siedliskach świeżych: średnio 179 cm w borze mieszanym świeżym i 208 cm w lesie mieszanym świeżym. Amplitudy wahań stanów wody w tych siedliskach w półroczu letnim były podobne jak w półroczu zimowym i wyniosły 32 cm w borze mieszanym świeżym i 59 cm w lesie mieszanym świeżym.

Istotny wpływ na stany wód gruntowych i wielkość amplitud ich wahań miał w analizowanym roku przebieg warunków atmosferycznych. W półroczu zimowym, w którym suma opadów wyniosła 213 mm i była zbliżona do średniej z wielolecia dla tego okresu, stany wody gruntowej były wyższe. Natomiast w półroczu letnim, w którym suma opadów wyniosła 325 mm i była niższa od średniej z wielolecia dla tego okresu o 40 mm, intensywna ewapotranspiracja drzewostanów przyczyniła się do obniżenia stanów wód gruntowych. Większe były także amplitudy ich wahań. Szczególnie było to widoczne w olesie jesionowym, gdzie amplitudy wahań były w półroczu letnim ponad czterokrotnie większe w porównaniu z półroczem zimowym (tab. 1).

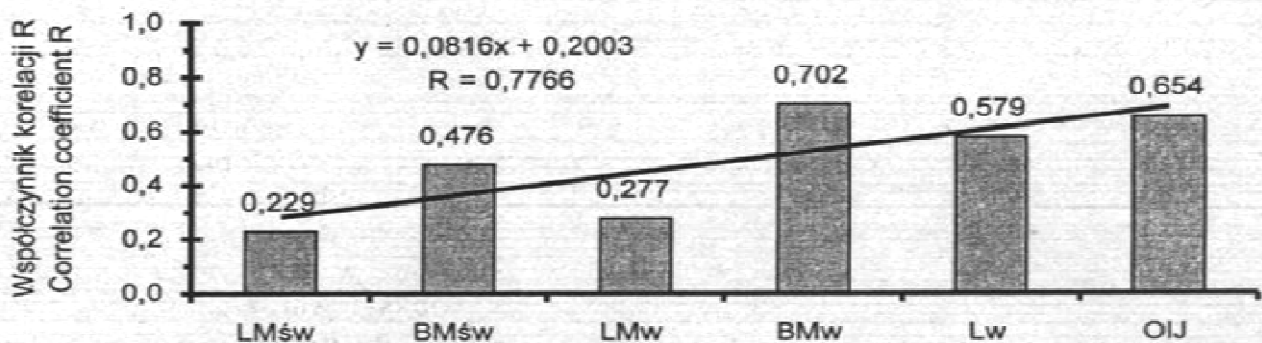
Na podstawie uzyskanych współczynników korelacji związków stanów wód gruntowych ze stanami wody w cieku i linii trendu można stwierdzić, że silniejsze związki występują dla studzienek znajdujących się najbliżej cieku (ryc. 2). Wartości współczynników korelacji maleją w miarę zwiększania się odległości studzienki od rowu. Można zatem stwierdzić, że związki stanów wody gruntowej ze stanami wody w cieku są silniejsze dla studzienek położonych bliżej cieku i słabsze dla studzienek położonych w większej odległości od cieku.



Ryc. 2. Wpływ odległości studzienki od cieku na współczynnik korelacji R związku stanów wody gruntowej w studzienkach ze stanami wody w rowie G

Fig. 2. An impact of wells' distance from the watercourse on correlation coefficient of relationships between groundwater levels in wells and water levels in G ditch

Przeprowadzone obliczenia wykazały także, że wartości średnich współczynników korelacji badanych siedlisk rosną wraz ze wzrostem stopnia uwilgotnienia. Najniższą średnią wartość współczynników korelacji (0,229) stwierdzono w lesie mieszanym świeżym (ryc. 3). W niektórych studzienkach położonych w tym typie siedliskowym związki te nie były istotne. Dla studzienek położonych w borze mieszanym świeżym średnia wartość współczynnika korelacji wyniosła 0,476. Siedliska świeże są położone najczęściej w wyższych partiach terenu i na obszarach wododziałowych. Dla siedlisk wilgotnych i bagiennych, które są położone najczęściej w najniższych partiach zlewni, a wody gruntowe zalegają w nich najpłycej w stosunku do powierzchni terenu,



Ryc. 3. Średnie wartości współczynników korelacji związków stanów wody gruntowej ze stanami wody w cieku dla poszczególnych siedlisk w zlewni rowu G (oznaczenia siedlisk jak na rycinie 1)

Fig. 3. Average correlation coefficients of relationship between groundwater levels and water levels in forest site types of G ditch catchment (forest site types descriptions according to Figure 1)

współczynniki korelacji były znacznie wyższe i dla większości studzienek położonych w tych siedliskach były istotne na poziomie ufności $\alpha = 0,01$. W zlewni rowu G średnia wartość współczynnika korelacji dla boru mieszanego wilgotnego wyniosła 0,702, dla lasu wilgotnego – 0,579, a dla olesu jesionowego – 0,654. Spośród siedlisk wilgotnych jedynie dla lasu mieszanego wilgotnego współczynnik korelacji był niski i wyniósł 0,277. Należy jednak zwrócić uwagę, że siedlisko to było reprezentowane tylko przez

dwie studzienki, które znajdowały się w wododziałowych partiach zlewni i w związku z tym słabsze były współczynniki korelacji związków stanów wód gruntowych tych studni ze stanami wód w rowie G. Stwierdzono, że najslabsze związki stanów wód gruntowych ze stanami wody w cieku występują w świeżych typach siedliskowych lasu, gdzie obserwowano najniższe stany wody gruntowej. Natomiast silniejsze związki stanów wód gruntowych z wodami w rowie G stwierdzono w siedliskach położonych w najniższych partiach zlewni, w których stany wody gruntowej zalegały bliżej powierzchni terenu.

Wnioski

Na podstawie przeprowadzonych badań można sformułować następujące wnioski:

1. W badanej zlewni w półroczu zarówno zimowym, jak i w letnim roku hydrologicznego 2001/2002 najwyższe stany wody gruntowej zalegały w siedliskach bagiennych, nieco niższe były w siedliskach wilgotnych, a najniższe stany wody gruntowej obserwowano w glebach siedlisk świeżych.

2. W siedliskach olesu jesionowego, w których obserwowano najwyższe stany wód gruntowych, ich wahania w półroczu zimowym były najmniejsze. Amplituda wahań stanów wody gruntowej w tym siedlisku wyniosła średnio 16 cm, podczas gdy w półroczu letnim była znacznie większa i wyniosła 70 cm. Natomiast w borze mieszanym świeżym i lesie mieszanym świeżym, w których stany wód gruntowych były najniższe, amplitudy wahań stanów wody w półroczu zimowym i letnim były do siebie zbliżone.

3. Przeprowadzona analiza wpływu odległości studzienek od cieku na współczynniki korelacji związków stanów wód gruntowych ze stanami wody w rowie wykazała, że wartości współczynników korelacji maleją w miarę zwiększania się odległości studzienek od rowu G.

4. Badania wykazały, że wielkość współczynnika korelacji związków stanów wód gruntowych ze stanami wody w cieku była również uzależniona od stopnia uwilgotnienia siedlisk. Najslabsze związki wystąpiły w świeżych typach siedliskowych lasu, w których stany wód gruntowych były najniższe. Dla siedlisk wilgotnych i bagiennych, które położone są najczęściej w najniższych partiach zlewni, a stany wody gruntowej były tam wyższe, współczynniki korelacji przyjmowały większe wartości i dla większości studzienek położonych w tych siedliskach były istotne na poziomie ufności $\alpha = 0,01$.

Literatura

- Kosturkiewicz A. (1976): Zmienność odpływów z małych zlewni o różnych stopniach lesistości. Pr. Kom. Nauk. Roln. Kom. Nauk. Leśn. PTPN 42.
- Kosturkiewicz A., Korytowki M., Stasik R., Szafranski Cz. (2002): Amplitudy zmian poziomu wody gruntowej w glebach siedlisk leśnych jako wskaźnik ich zdolności retencyjnych. Roczn. AR Pozn. 338, Melior. Inż. Środ. 22: 55-64.
- Kosturkiewicz A., Szafranski Cz., Czopor S., Stasik R. (1997): Inwentaryzacja zasobów wodnych i gospodarka tymi zasobami oraz retencja wodna w lasach Leśnego Zakładu Doświadczalnego Siemianice. Maszyn. Kat. Melior. Kształ. Środ. AR, Poznań.

- Ostrowski S.** (1965): Bilans wodny zlewni Sokołdy w latach 1958-1962. Pr. Stud. Kom. Inż. Gosp. Wod. PAN 7.
- Óperat glebowo-siedliskowy i fitosocjologiczny LZD Siemianice.** (1999). Zakład Usług Ekologicznych i Urzędzeniowo-Leśnych, Poznań.
- Plan urządzenia lasu Nadleśnictwa Doświadczalnego Siemianice Akademii Rolniczej w Poznaniu.** (1994). Maszyn. Kat. Urz. Lasu AR, Poznań.
- Tyszka J.** (1995): Rola i miejsce lasu w kształtowaniu stosunków wodnych w zlewni rzecznej. *Sylvan* 11: 67-80.

GROUNDWATER LEVELS AND THEIR RELATIONSHIPS WITH WATER LEVELS IN WATERCOURSE IN A SMALL FOREST CATCHMENT

S u m m a r y

Characteristic groundwater levels, their amplitudes, as well as their relationships with water level in watercourse have been analysed in the paper. The research indicated that the highest groundwater levels were in swampy habitats, lower were in moist and the lowest in fresh. The research indicated differences between groundwater levels amplitudes in different habitats and hydrological half-years. Correlation coefficients of relationships between groundwater levels and water levels in watercourse decreased according to the distance from the watercourse. Moreover, the lowest correlation coefficients were in the fresh forest site types, where groundwater levels were the lowest. Stronger relationships were in swampy forest habitats, which are situated in the lower part of catchment, and groundwater levels in these parts are the highest.