

ZMIENNOŚĆ STANÓW WÓD GRUNTOWYCH W GŁÓWNYCH SIEDLISKACH PUSZCZY ZIELONKA

Antoni T. Miler

Katedra Inżynierii Leśnej, Akademia Rolnicza im. Augusta Cieszkowskiego w Poznaniu

Wstęp

Ilość wyprodukowanej biomasy jest proporcjonalna do ilości wytranspirowanej wody. Wynika stąd konieczność takiego kształtowania stosunków wodnych w lasach – retencjonowania wody, aby zapewnić dostateczną alimentację wody na transpirację dla roślinności leśnej, bowiem stanowi to warunek trwałej produkcji biomasy i jednocześnie warunek konieczny trwałego utrzymania lasu. Najważniejszą formą retencji, także w środowisku leśnym, jest retencja gruntowa w szczególności strefy saturacji. Zatem celem pracy jest ocena zmian retencji gruntowej strefy saturacji, związanej ściśle ze zmiennością stanów wód gruntowych na terenach różnych siedlisk Puszczy Zielonka. Wybrany kompleks leśny (15 tys. ha) położony jest w środkowej części dorzecza Warty, w centralnej części Wielkopolski, w odległości ok. 6 km na północny-wschód od granie miasta Poznania. W literaturze można znaleźć sporo prac opisujących zmienność stanów wód gruntowych na wybranych siedliskach (m.in. CIEPIEŁOWSKI i in. [1998], MILER [1998]), wykorzystujących wyrafinowane metody opisu tejże zmienności (np. metoda sieci neuronowych – CIEŁMICKI i in. [2002]). Niemniej nadal brak pełnego, syntetycznego i wyczerpującego opisu zmienności stanów wód gruntowych w powiązaniu z istotnymi charakterystykami fizyczno-geograficznymi analizowanych obszarów.

Charakterystyka Puszczy Zielonka

Według regionalizacji przyrodniczo-leśnej Puszcza Zielonka znajduje się w obrębie III krainy Wielkopolsko-Pomorskiej, 7 dzielnicy Niziny Wielkopolsko-Kujawskiej, mezoregionie 7b Pojezierza Wielkopolskiego [TRAMPLER i in. 1990]. Pod względem klimatycznym obszar Puszczy należy do Regionu Środkowowielkopolskiego [Woś 1994]. Według regionalizacji rolniczo-klimatycznej teren ten leży w granicach Dzielnicy Środkowej. Natomiast według regionalizacji fizyczno-geograficznej KONDRACKIEGO [2002] Puszcza Zielonka leży w mezoregionie Pojezierze Gnieźnieńskie 315.54.

Krajobraz naturalny ukształtowany został w wyniku działania ostatniego okresu lodowcowego poznańskiego stadiau zlodowacenia Wisły. Znaczną część terenu Puszczy Zielonka stanowi rozległa wysoczyzna poprzecinana licznymi rynami polodowcowymi.

Warunki glebowe na terenie Puszczy są bardzo urozmaicone. Występuję tu cały szereg gleb o różnej genezie. Przeważają gleby rdzawe (57%) i brunatne (30%), a tylko nieznacznie powierzchni zajmują gleby płowe (3%) i bielcowe (3%). Gleby torfowe (3%) i murszowe (2%) spotkać można wzdłuż cieków i wokół jezior. Gleby rdzawe i bielcowe wytworzone są z płytko zalegającego piasku gliniastego na piasku luźnym lub z głębokiego piasku luźnego. Materiałami macierzystymi dla gleb brunatnych są najczęściej piaski słabogliniaste lub piaski gliniaste zalegające na piasku luźnym rzadziej na glinach.

Lasy Puszczy Zielonka reprezentują charakterystyczne cechy szaty geobotanicznej okręgu Poznańsko-Gnieźnieńskiego Krainy Wielkopolsko-Kujawskiej [KASPRZAK 1996]. Dominującym gatunkiem w drzewostanach jest sosna (83%), prócz niej występują inne gatunki takie jak: dąb (10%), olsza (4%), brzoza (1%), modrzew (1%), świerk (1%), buk, topola, jesion, dąglezja, jawor, grab, klon, lipa i in. Lasy Puszczy zaliczone zostały do grupy lasów ochronnych (w tym m.in. wodochronne 10%). Na obszarze Puszczy Zielonka reprezentowany jest szeroki wachlarz siedlisk od lasu mieszanego świeżego (LMśw – 54%), boru mieszanego świeżego (BMśw – 30%), lasu świeżego (Lśw – 9%), olesu (Ol – 4%) oraz boru świeżego (Bśw – 1%), lasu mieszanego wilgotnego (LMw – 1%) i innych (1%) – dominuje świeże uwilgotnienie drzewostanów (92%). Najliczniej reprezentowana jest III klasa wieku drzewostanów (26%), dalej II (20%), IV (17%), V (14%), VI i starsze (14%) oraz I (9%) klasy wieku. Dominuje jednopiętrowa budowa drzewostanów (92%) [MILER i in. 2001, 2003].

Metodyka badań

W dniu 1 stycznia 2000 roku kompleksowymi badaniami hydrologicznymi, trwającymi nadal, objęto teren Puszczy Zielonka, założono m.in. 132 studzienki do pomiarów stanów wód gruntowych, położone we wszystkich charakterystycznych siedliskach leśnych (pomiaru stanów wód gruntowych wykonywane są cotygodniowo). Dobierano tak miejsca położenia studzienek aby reprezentowane były 4 podstawowe typy siedliskowe: lasu mieszanego świeżego (LMśw), boru mieszanego świeżego (BMśw), lasu świeżego (Lśw) oraz siedliska olesowe (Ol/OIj). Starano się też tak dobrać położenie studzienek aby były reprezentowane różne klasy wieku drzewostanów [MILER i in. 2001, 2003].

Wyniki badań i dyskusja

Analizy przedstawione w pracy bazują na wynikach uzyskanych w roku hydrologicznym 2001/2002. Rok ten pod względem warunków meteorologicznych można zaliczyć do lat przeciętnych, biorąc pod uwagę wielolecie 1848–2002 (stacja IMGW w Poznaniu). Wyższe opady atmosferyczne (suma roczna 541 mm – o prawdopodobieństwie 20% wraz z wyższymi) były kompensowane zwiększoną ewapotranspiracją, wynikającą z wyższych temperatur powietrza (średnia roczna 8,5°C – o prawdopodobieństwie 3% wraz z wyższymi).

Średnio najwyższej (najbliższej powierzchni terenu) zalegały wody gruntowe na

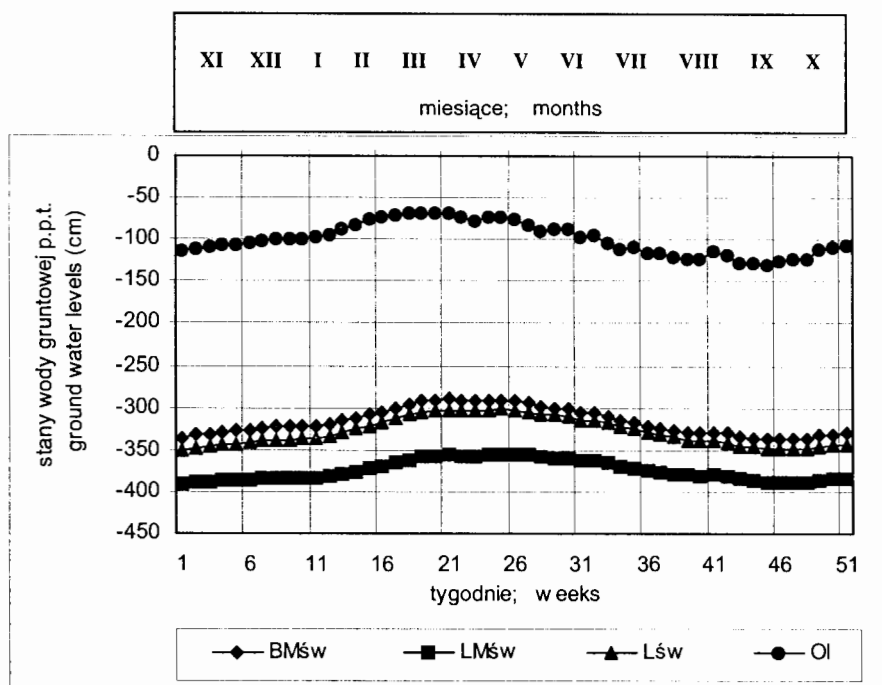
siedliskach olesowych – ok. 100 cm, a najniżej w lesie mieszanym świeżym – ok. 400 cm. Średnie stany wód gruntowych w borze mieszanym świeżym i lesie świeżym były nieco niższe (po ok. 300 cm) do tych w lesie mieszanym świeżym (tab. 1).

Tabela 1; Table 1

Charakterystyka stanów wód gruntowych
Characteristics of ground water levels

Siedlisko Habitat	Klasa wieku Age classes	Średni stan Mean level (cm p.p.t.)	Przedział zmian stanów Range of level changes (cm)	Odchylenie standardowe Standard deviation (cm)	Liczba studzienek Number of wells	Łączna liczba pomiarów Total number of measure- ments
Las mieszaný świeży Fresh mixed broadleaved forest habitat LMśw	I	259	84	24	5	260
	II	398	50	13	8	416
	III	551	38	12	7	364
	IV	391	33	8	12	624
	V	360	38	10	8	416
	VI i starsze and older	292	54	14	9	468
	wszystkie all	375	46	95	49	2548
Bór mieszaný świeży Fresh mixed coniferous forest habitat BMśw	I	331	36	10	4	208
	II	249	61	18	6	312
	III	309	45	12	8	416
	IV	296	59	18	5	260
	V	319	77	26	5	260
	VI i starsze and older	418	53	19	5	260
	wszystkie all	320	55	54	33	1716
Las świeży Fresh broadle- aved forest habitat Lśw	I	500	49	14	4	208
	II	421	74	21	5	260
	III	261	59	16	4	208
	IV	230	56	16	5	260
	V	307	65	18	4	208
	VI i starsze and older	267	58	18	5	260
	wszystkie all	331	61	99	27	1404
Oles i oles jesionowy Alder swamp forest and alder forest habitat OI/OIJ	I	79	44	12	4	208
	II	118	69	17	4	208
	III	106	92	27	5	260
	IV	112	74	20	6	312
	V i starsze and older	73	67	18	4	208
	wszystkie all	98	71	26	23	1196

Największe tygodniowe wahania stanów wody gruntowej odnotowano na siedliskach olesowych, gdzie stany wody zalegały najbliższej powierzchni terenu. Na pozostałych siedliskach wahania były zbliżone do siebie. Średnie miesięczne stany wód gruntowych dla poszczególnych siedlisk nie wykazywały odmiennego charakteru zmian pomiędzy wydzielonymi klasami wieku. Średnie miesięczne stany wód gruntowych dla siedlisk: lasu mieszanego świeżego (LMśw), boru mieszanego świeżego (BMśw) i lasu świeżego (Lśw) miały podobną zmienność w ciągu roku. Średnie stany wody gruntowej dla siedlisk: BMśw, Lśw i LMśw wahały się w przedziale 300÷400 cm p.p.t. i były zgodne fazowo. Zatem charakter zmienności stanów (faza) w danym siedlisku nie tyle zależy od samego siedliska co od głębokości zalegania wody gruntowej. Natomiast dla siedlisk olesowych (Ol/OIj) przebiegi te były „przyspieszone” o około 1 miesiąc (średnie stany wody gruntowej w siedliskach olesowych wahały się w przedziale 50÷150 cm p.p.t.). Należy to tłumaczyć płytkim zaleganiem wód gruntowych na siedliskach olesowych. Powyższe oszacowanie wynika z maksymalnych wartości współczynników korelacji wynoszących 0,96699 dla trzytygodniowego i 0,96787 dla czterotygodniowego przesunięcia „do przodu” ciągu czasowego średnich stanów wód gruntowych dla Ol w stosunku do np. odpowiedniego ciągu czasowego dla Lśw (rys. 1).

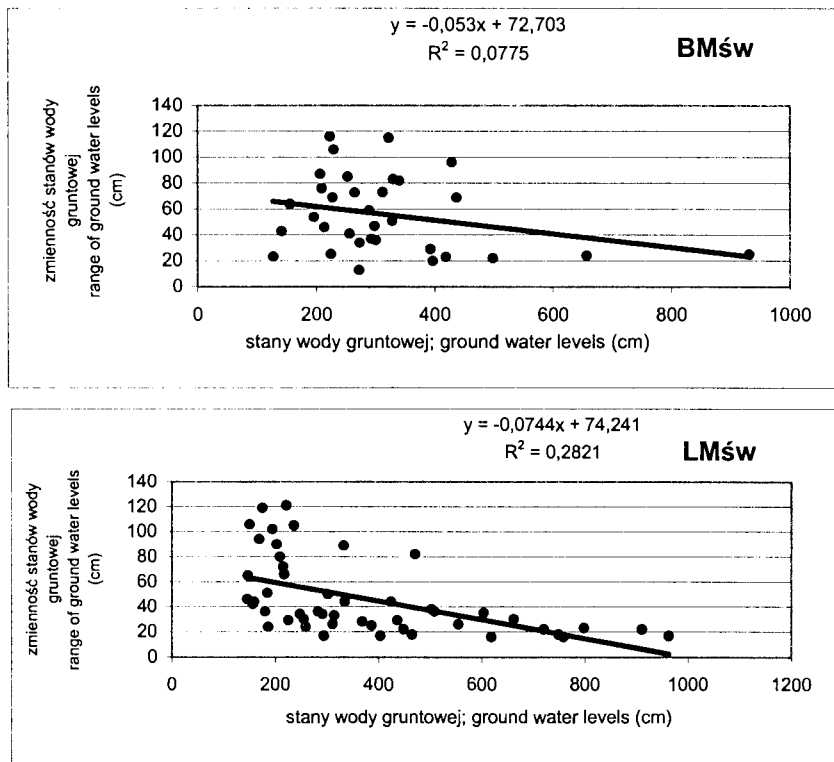


Rys. 1. Czasowe, tygodniowe przebiegi średnich stanów wody gruntowej dla Puszczy Zielonki w roku hydrologicznym 2001/2002

Fig. 1. Weekly time series of mean ground water levels for the Zielonka Forest in 2001/2002 hydrological year

Istnieje generalnie ujemna korelacja (istotna statystycznie na poziomie istotności $\alpha = 0,05$) pomiędzy zmiennością stanów wody gruntowej a głębokością jej

zalegania. Na rysunku 2a i 2b przedstawiono zależność pomiędzy zmiennością stanów wody gruntowej a głębokością jej zalegania. Dla trzech siedlisk: boru mieszanego świeżego (BMśw), lasu mieszanego świeżego (LMśw) oraz lasu świeżego (Lśw) uzyskano ujemne korelacje dla tychże zależności, jednak istotne statystycznie tylko dla LMśw, na poziomie istotności $\alpha = 0,05$.



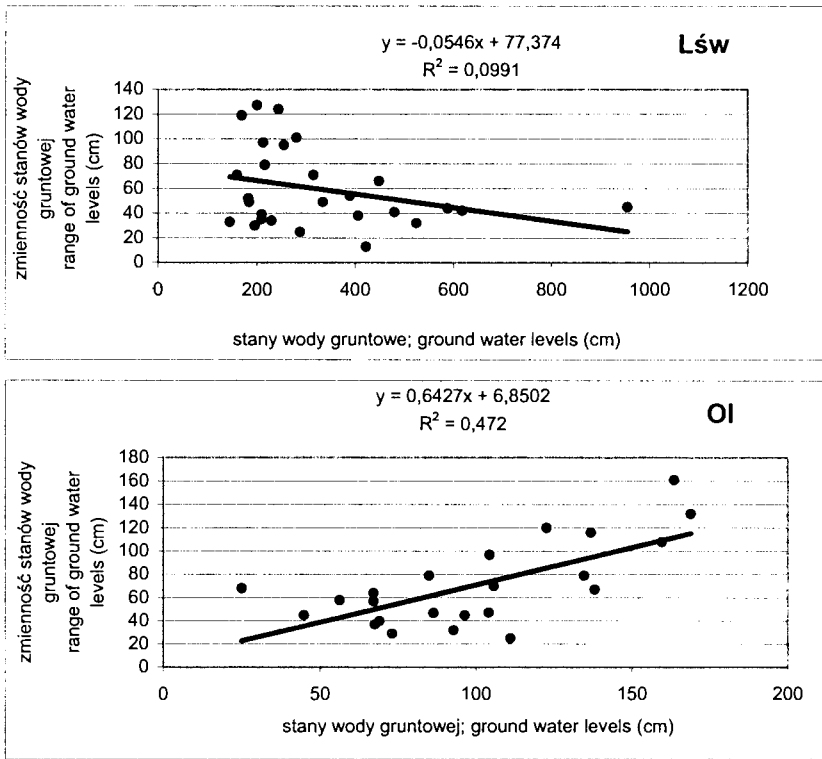
Rys. 2a. Zależności pomiędzy zmiennością stanów wody gruntowej (y), a głębokością jej zalegania (x) dla siedlisk: boru mieszanego świeżego (BMśw) i lasu mieszanego świeżego (LMśw) Puszczy Zielonki w roku hydrologicznym 2001/2002

Fig. 2a. Relationships between variability of ground water levels (y) and depth of its location (x) for the habitats: fresh mixed coniferous forest (BMśw) and fresh mixed broadleaved forest (LMśw) at Zielonka Forest in 2001/2002 hydrological year

Natomiast dla siedlisk olesowych istnieje dodatnia korelacja (istotna statystycznie dla $\alpha = 0,05$), wynikająca z faktu, iż dla bardzo płytkich poziomów zalegania wód gruntowych ich wahania występują wyłącznie w utworach organicznych – torfach o porowatości rzędu 70–80%, a dla głębszych poziomów stosowne wahania występują w utworach mineralnych o porowatości rzędu 30–40%. Tym należy tłumaczyć zmianę znaku współczynnika liniowej korelacji dla analizowanej zależności w przypadku siedlisk olesowych.

Zależność pomiędzy zmiennością stanów wody gruntowej a głębokością jej zalegania, dla wszystkich 132 badanych studzienek, najlepiej opisuje funkcja wy-

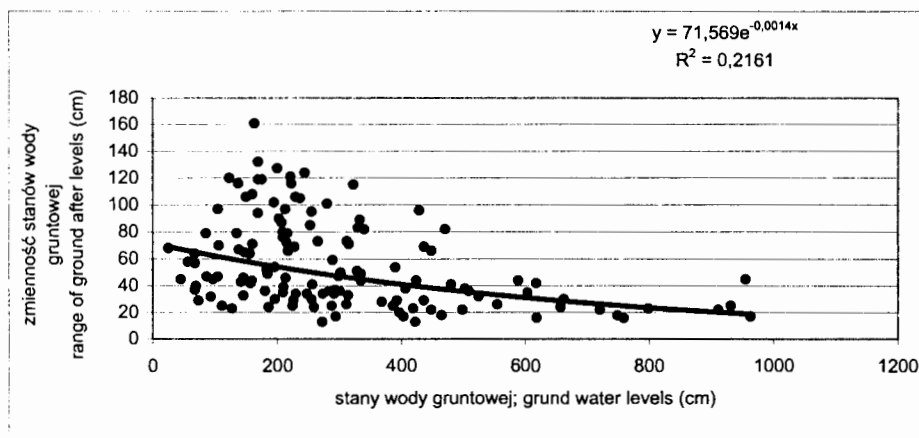
kładnicza (rys. 3), przy czym współczynnik korelacji liniowej $R_L = -0,3976$ jest istotny statystycznie dla $\alpha = 0,05$.



Rys. 2b. Zależności pomiędzy zmiennością stanów wody gruntowej (y), a głębokością jej zalegania (x) dla siedlisk: lasu świeżego (Lśw) i olesu (Ol) Puszczy Zielonki w roku hydrologicznym 2001/2002

Fig. 2b. Relationship between variability of ground water levels (y) and depth of its location (x) for habitats: fresh broadleaved forest (Lśw) and alder/ash swamp forest (Ol) at Zielonka Forest in 2001/2002 hydrological year

W związku z brakiem danych związanych z uwilgotnieniem w strefie acracji, przyjęto że szacowanie zmian retencji w analizowanych siedliskach prowadzone będzie wyłącznie na podstawie zmian retencji w strefie saturacji. Dla zdecydowanej większości profili glebowych, w miejscach założenia 132 studzienek pomiarowych, gatunek gleby w strefie wahań stanów wód gruntowych pozwala na przyjęcie uśrednionej porowatości jako 34%. Zatem zmiany retencji obliczono na podstawie zmian stanów wód gruntowych i tej porowatości. Największą dynamiką zmian retencji charakteryzowały się siedliska olesowe – maksimum w roku ok. 450 mm, natomiast dla pozostałych siedlisk ta dynamika była zbliżona – maksimum w roku na poziomie ok. 280 mm. Uśrednione dla badanych siedlisk miesięczne zmiany retencji były w zakresie $-50 \div +100$ mm. Średnia miesięczna zmiana retencji oraz odchylenie standardowe wynosi odpowiednio: BMśw 29; 15, LMśw 20; 13, Lśw 30; 16 i Ol 39; 25 (mm). Istotna statystycznie różnica dla $\alpha = 0,05$ pomiędzy tymi średnimi występuje jedynie dla LMśw i Ol.



Rys. 3. Zależność pomiędzy zmiennością stanów wody gruntowej, a głębokością jej zalegania dla Puszczy Zielonki w roku hydrologicznym 2001/2002

Fig. 3. Relationship between variability of ground water levels and depth of its location for the Zielonka Forest in 2001/2002 hydrological year

Nie podjęto głębszej analizy wpływu rzeźby terenu (spadków, wystawy etc.) oraz gatunku gleby (składu granulometrycznego) na zmienność stanów wód gruntowych z uwagi na stosunkowo mały zakres zmienności powyższych charakterystyk w Puszczy Zielonka.

Podsumowanie

Największe wahania stanów wody gruntowej odnotowano na siedliskach olesowych, gdzie stany wody zalegały najbliżej powierzchni terenu. Nie stwierdzono wyraźnych zależności wahań stanów wody gruntowej od klasy wieku drzewostanów w badanych siedliskach. Istnieje generalnie ujemna korelacja pomiędzy zmiennością stanów wody gruntowej a głębokością jej zalegania. Największą dynamiką zmian stanów wód gruntowych i retencji charakteryzowały się również siedliska olesowe, natomiast dla pozostałych siedlisk ta dynamika była blisko dwukrotnie mniejsza. Zmienność stanów wód gruntowych na trzech siedliskach: boru mieszanego świeżego, lasu mieszanego świeżego, lasu świeżego jest opóźniona o około 1 miesiąc do analogicznych zmian w siedliskach olesowych. Charakter zmienności stanów wód gruntowych (faza) w danym siedlisku nie tyle zależy od samego siedliska co od głębokości zalegania wody gruntowej.

Literatura

CIEPIEŁOWSKI A., KACA E., TUŹNIK KOSNO E. 1998. *Hydrological-meteorological pre-conditions for fluctuations of watertable in most forest sites*. International Scientific

- Conference „Forest and Water”, Cracow, 25–29 May 1998: 113–123.
- CHELMICKI W., CISZEWSKI S., ŻELAZNY M. 2002. *Model wahań zwierciadła wód podziemnych w Puszczy Niepołomickiej*. Tech. Inżyn. Środow. 4-Ś: 19–26.
- KASPRZAK K. 1996. *Park Krajobrazowy „Puszcza Zielonka”*. Kronika Wielkopolski 3(82): 53–70.
- KONDRACKI J. 2002. *Geografia regionalna Polski*. PWN Warszawa: 440 ss.
- MILER A. 1998. *The dynamics of ground water levels in afforestation areas*. International Scientific Conference “Forest and Water”, Cracow, 25–29 May 1998: 165–174.
- MILER A.T., OKOŃSKI B., GRAJEWSKI S. 2001. *Stosunki wodne w wybranych ekosystemach Puszczy Zielonka*. Wyd. AR Poznaniu (monografia): 45 ss.
- MILER A.T., GRAJEWSKI S., OKOŃSKI B. 2003. *Kompleksowa charakterystyka stosunków wodnych w Puszczy Zielonka*, w: *Kształtowanie i ochrona środowiska leśnego*. Monografia pod red. A.T. Milera, Wyd. AR Poznań: 149–157.
- TRAMPLER T., KLICZKOWSKA A., DMYTERKO E., SIERPIŃSKA A. 1990. *Regionalizacja przyrodniczo-leśna na podstawach ekologiczno-fizjograficznych*. PWRiL Warszawa: 155 ss.
- Woś A. 1994. *Klimat Niziny Wielkopolskiej*. Wyd. Nauk. UAM Poznań: 192 ss.

Słowa kluczowe: zlewnie leśne, wody gruntowe

Streszczenie

Puszcza Zielonka położona jest w środkowej części dorzecza Warty, w centralnej części Wielkopolski, jej zachodnia granica znajduje się około 6 km na północny-wschód od Poznania. Obszar ten leży w zachodniej części Wielkopolsko-Mazowieckiego regionu klimatycznego. Krajobraz naturalny jest typu młodogłajnego, formacji plejstoceńskiej oraz holocenińskiej. Dominującym gatunkiem jest sosna, ale występują także dąb, olsza, modrzew i w niewielkiej ilości świerk. Przeważające siedliska to: las mieszany świeży, bór mieszany świeży, las świeży oraz oles. Największe wahania stanów wody gruntowej odnotowano na siedliskach olesowych, gdzie stany wody zalegały najbliżej powierzchni terenu. Istnieje generalnie ujemna korelacja pomiędzy zmiennością stanów wody gruntowej a głębokością jej zalegania. Największą dynamiką zmian stanów wód gruntowych charakteryzowały się siedliska olesowe, natomiast dla pozostałych siedlisk ta dynamika była blisko dwukrotnie mniejsza. Zmienność stanów wód gruntowych na trzech siedliskach: lasu mieszanego świeżego, boru mieszanego świeżego i lasu świeżego jest opóźniona o około jednego miesiąca do tych zmian w siedliskach olesowych. Charakter zmienności stanów wód gruntowych (faza) w danym siedlisku nie tyle zależy od samego siedliska co od głębokości zalegania wody gruntowej. Nie stwierdzono wyraźnych zależności wahań stanów wody gruntowej od klasy wieku drzewostanów w badanych siedliskach.

VARIABILITY OF GROUND WATER LEVELS IN MAIN
HABITATS OF THE ZIELONKA FOREST*Antoni T. Miler*

Department of Forest Engineering, Agricultural University, Poznań

Key words: forest catchments, ground water

Summary

The Zielonka Forest is situated in mid-part of the Warta river basin, in central part of the Wielkopolska region and its western border lies about 6 km north-east of Poznań. The area is situated in western part of the Wielkopolska-Mazovian climatic region. The natural landscape is of glacial type of Pleistocene and Holocene formation. Pine is the dominant species but also oak, alder, as well a spruce (less frequently) occur there. The predominant habitats are: fresh mixed broadleaved forest, fresh mixed coniferous forest, fresh broadleaved forest and alder. Greatest fluctuations of ground water levels in alder swamp forest and alder forest habitat are noted. In these habitats the ground water levels occurred nearest of surface area. Negative correlation between variability of ground water levels and depth of its existence was observed. Greatest dynamics of changes in ground water levels was observed in alder swamp/alder forest habitats whereas about twice smaller dynamics of these changes were noted other habitats. Variability of ground water levels in three habitats: fresh mixed broadleaved forest, fresh mixed coniferous forest and fresh broadleaved forest was about one month later than this change in alder swamp/alder forest habitats. Type of ground water level variability (phase) in given habitat does not depend so much on its character but more on the depth of ground water level. No dependences between ground water levels and age classes of tree stands in investigated habitats were stated.

Prof. dr hab. inż. Antoni T. **Miler**
Katedra Inżynierii Leśnej
Akademia Rolnicza im. A. Cieszkowskiego
ul. Mazowiecka 41
60-623 POZNAŃ
e-mail: amiler@au.poznan.pl