

Zmiany uwilgotnienia gleb i stanów wód gruntowych w różnych zlewniach nizinnych

*Daniel Liberacki, Czesław Szafrąński
Katedra Melioracji, Kształtowania
Środowiska i Geodezji
Akademia Rolnicza
im. A. Cieszkowskiego, Poznań*

1. Wstęp

Zmiany stanów wody gruntowej i związane z tym zmiany uwilgotnienia gleb są kształtowane zarówno przez czynniki naturalne jak i antropogeniczne. Dynamika uwilgotnienia oraz zmian stanów wód gruntowych wykazuje pewną cykliczność roczną, która jest przede wszystkim uzależniona od warunków meteorologicznych: opadów i temperatur powietrza [3,6,7]. Ważną rolę odgrywają również pozostałe warunki nieklimatyczne takie jak: rodzaj gleby i jej użytkowanie, topografia terenu oraz obecność wód powierzchniowych. Wpływają one bezpośrednio na całokształt zjawisk fizycznych związanych, z retencją wody w profilu glebowym, jej cyrkulacją i dostępnością dla roślin [2,8,10]. Bezpośredni 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 [11]. Szczególnie przydatne do badań nad uwilgotnieniem oraz dynamiką zmian poziomu wód gruntowych są małe zlewnie, a nawet mikrozelewnie (zlewnie o powierzchni do 5 km² [1]), które utożsamiane są z odpowiednimi ekosystemami [4,5].

2. Materiał i metodyka badań

Celem pracy była ocena uwilgotnienia oraz dynamiki zmian stanów wód gruntowych w latach hydrologicznych 2002/2003 i 2003/2004 w dwóch różnych pod względem zalesienia mikrozewniach nizinnych. Przedmiotem badań były zlewnie: ciek Hutka, do przekroju Huta Pusta oraz ciek Potaszka do przekroju Potasze. Omawiane zlewnie położone są w centralnej części Wielkopolski, około 20 km na północny-wschód od Poznania, w Puszczy Zielonka oraz na jej obrzeżach i są od siebie oddalone o około 7 km.

Zlewnia ciek Hutka, o powierzchni 0,52 km², jest w 89% zalesiona, pozostałe 11% powierzchni zajmują głównie zabagnienia i nieużytki. Dominującym gatunkiem występującym na terenie badanej zlewni jest sosna, ale występuje tutaj także dąb, modrzew, olcha i w niewielkiej ilości świerk. Głównie występują tutaj siedliska boru mieszanego świeżego (BMśw), boru świeżego (Bśw) oraz olesu (Ol).

Natomiast zlewnia ciek Potaszki jest ponad dwukrotnie większa i ma powierzchnię 1,33 km². Lasy zajmują tylko 14,7% powierzchni zlewni, grunty orne (GO) około 75%, a użytki zielone (UZ) stanowią 10,3% [9]. Krajobraz naturalny obu zlewni charakteryzuje się licznymi równinami i wzniesieniami morenowymi typu młodoglacjalnego. Jest on formacji plejstoceniowej oraz holoceniowej. Odznacza się dużą ilością zagłębień bezodpływowych, które wypełnione są częściowo wodami opadowymi lub torfowiskami, ze słabo rozwiniętym naturalnym drenażem. Omawiane zlewnie charakteryzują się również podobnymi, co do wielkości ciekami. Długość cieków nie przekracza 1 kilometra, średnia szerokość wynosi około 0,5 m, a średnia głębokość zmienia się w granicach 0,2÷0,3 m. Materiałami macierzystymi gleb na obszarach badanych zlewni są utwory polodowcowe, pochodzące ze stadiału poznańskiego zlodowacenia bałtyckiego. Dominują tutaj gleby typu bielcowego, wytworzone z piasków. W obniżeniach terenowych, gdzie poziom zwierciadła wody gruntowej znajduje się tuż pod powierzchnią terenu, występują gleby murszowate.

Na terenach badanych zlewni wytypowano charakterystyczne transekty, w których założono kilkanaście studzienek do pomiarów stanów wody gruntowej oraz kilka stanowisk do pomiaru uwilgotnienia gleb. Profile te zostały wybrane w różnych siedliskach, w miejscach najbardziej charakteryzujących badane zlewnie. Pomiaru stanów wód gruntowych w studzienkach pomiarowych wykonywane były z częstotliwością co 7 dni, natomiast pomiary uwilgotnienia gleb wykonywano systematycznie, raz w miesiącu za pomocą sondy profilowej, na głębokościach 10, 20, 30, 40, 60, 100 cm. Sonda mierzy zawartość wilgoci przez odniesienie do właściwości dielektrycznych gleby. Generowany 100 Hz sygnał, jest przekazywany za pomocą elektrycznej „lini transmisyjnej” do gleby przez parę pierścieni, wykonanych ze stali nierdzewnej. Pierścienie pomiarowe są tak skonstruowane, że tworzące się wokół nich pole magnetyczne przenika około 100 mm w glebę. Zawartość wody w glebie otaczającej pierścienie de-

terminuje, jaka część sygnału promieniuje w glebę a jaka odbija się z powrotem pomiędzy linią transmisyjną a czujnikiem. Odbita część sygnału tworzy falę stojącą wzdłuż linii transmisyjnej, zaś amplituda tej fali jest pomiarem zawartości wilgoci w glebie. Wykonywany w ten sposób pomiar jest bardzo czuły na zmianę wilgotności gleby i relatywnie nieczuły na zmianę gęstości oraz stanu granulometrycznego gleby.

Przebieg warunków meteorologicznych przeanalizowano, wykorzystując wyniki pomiarów opadów atmosferycznych i temperatur powietrza w stacji badawczej Arboretum Zielonka. Na ich podstawie określono związki pomiędzy opadami atmosferycznymi, a pomierzonymi zmianami w stanach i zapasach wody gruntowej w badanych profilach glebowych rozpatrywanych zlewni nizinnych.

W pracy poddano szczegółowej analizie dynamikę zmian stanów wody gruntowej i zapasów wody w 7 profilach glebowych. Na terenie zlewni Potaszki, do analizy wybrano pięć profili charakterystycznych dla całego obszaru. Pierwsze dwa profile [3 (UZ) i 11(UZ)] położone są na użytkach zielonych zlokalizowanych w bezpośrednim sąsiedztwie ciek. Trzeci profil [24 (GO)] usytuowany jest na gruntach ornym. Dwa ostatnie profile [7 (Ol) i 9 (BMśw)] zlokalizowane są w różnych siedliskach leśnych, przy czym pierwszy z nich jest w bezpośrednim sąsiedztwie ciek, natomiast drugi jest od niego oddalony o około 200 m.

Na obszarze zalesionej w 89% zlewni ciek Hutki przeanalizowano dwa charakterystyczne dla całego omawianego obszaru profile glebowe (profile 9, 13). Pierwszy z nich (profil 9), położony jest w młodniku, w odległości około 30 m od ciek, natomiast drugi, profil (13) usytuowany jest w odległości 100 m od ciek, w borze mieszanym świeżym (BMśw).

3. Wyniki badań i dyskusja

Zmiany stanów wody gruntowej oraz uwilgotnienia na przestrzeni badanych lat hydrologicznych 2002/2003+2003/2004 oceniono na tle zmieniających się wartości sum miesięcznych opadów atmosferycznych oraz średnich miesięcznych temperatur powietrza. Pierwszy rok badań 2002/2003 był rokiem suchym, o sumie opadu wynoszącej 326 mm, niższej aż o 230 mm od średniej z wielolecia. Średnia temperatura powietrza w tym okresie wyniosła 7,7°C. Oba półrocza badanego roku hydrologicznego pod względem sum opadów atmosferycznych były suche, niższe od średnich wieloletnich odpowiednio o 30% i 49%. W drugim roku badań 2003/2004 suma opadów atmosferycznych wyniosła 492 mm i była niższa od średniej z wielolecia o 64 mm. Półrocze zimowe tego roku z sumą opadów wynoszącą 170 mm należało do suchych, natomiast w półroczu letnim suma opadów była zbliżona do średniej z wielolecia i wyniosła 322 mm (tabela 1). Średnia temperatura powietrza w roku 2003/2004 wyniosła 9,4°C.

Tabela 1. Półroczne i roczne sumy opadów atmosferycznych (mm) oraz ich odchylenia w latach hydrologicznych 2002/2003 i 2003/2004 od średniej z wielolecia
Table 1. The half-year and annual precipitation (mm) and their deviation from multi-year averages in hydrological years 2002/2003 and 2003/2004

Okres	1969/1970+ 2003/2004	2002/2003	Odchylenie	2003/2004	Odchylenie
XI÷IV	215	151	-64	170	-45
V÷X	341	175	-166	322	-19
XI÷X	556	326	-230	492	-64

Analizując średnie miesięczne zmiany stanów wody gruntowej w wybranych studzienkach pomiarowych, zlokalizowanych w charakterystycznych punktach dwóch omawianych zlewni, można zauważyć pewną cykliczność roczną (rysunek 1). Na podstawie wyników badań otrzymanych w omawianym okresie badawczym stwierdzono, że najwyższe stany wody gruntowej występują na wiosnę, w okresie od marca do maja. W półroczu zimowym 2002/2003 zaobserwowano maksymalne wartości z pośród średnich stanów wody gruntowej. Woda gruntowa w zlewni cieką Potaszka zmieniała się wówczas w granicach od 55 cm na użytkach zielonych do 403 cm od powierzchni terenu w borze mieszanym świeżym. W zlewni cieką Hutka stany wody gruntowej zmieniały się w granicach od 165 cm w borze świeżym do 220 cm w borze mieszanym świeżym. W kolejnym półroczu zimowym 2003/2004 najwyższe średnie miesięczne stany wody gruntowej wystąpiły w zlewni cieką Potaszka, na użytku zielonym i wyniosły 70 cm, natomiast najniższe stany wody gruntowej wynoszące 407 cm, odnotowano w borze mieszanym świeżym. W zlewni cieką Hutka, stany wody zmieniały się od 192 cm w młodniku oddalonym od cieką o około 30 m, do wartości 225 cm w borze mieszanym świeżym, oddalonym od cieką o około 100 m.

W okresie od lipca do września analizowanych lat, w zależności od warunków meteorologicznych, średnie miesięczne stany wody gruntowej osiągały wartości minimalne. Najniższe stany wody gruntowej odnotowano w zlewni cieką Potaszka. Wyniosły one w roku hydrologicznym 2002/2003 115÷432 cm, a w roku 2003/2004 113÷455 cm od powierzchni terenu. Natomiast w zlewni cieką Hutka, najniższe wartości zmieniały się w pierwszym roku badań w granicach 198÷267 cm, a w roku następnym 225÷276 cm. Omawiane wyniki badań są zgodne z wcześniej przeprowadzonymi badaniami w analizowanych zlewniach nizinnych [4,5,6]. Wykazały one, że dynamika stanów wód grunto-

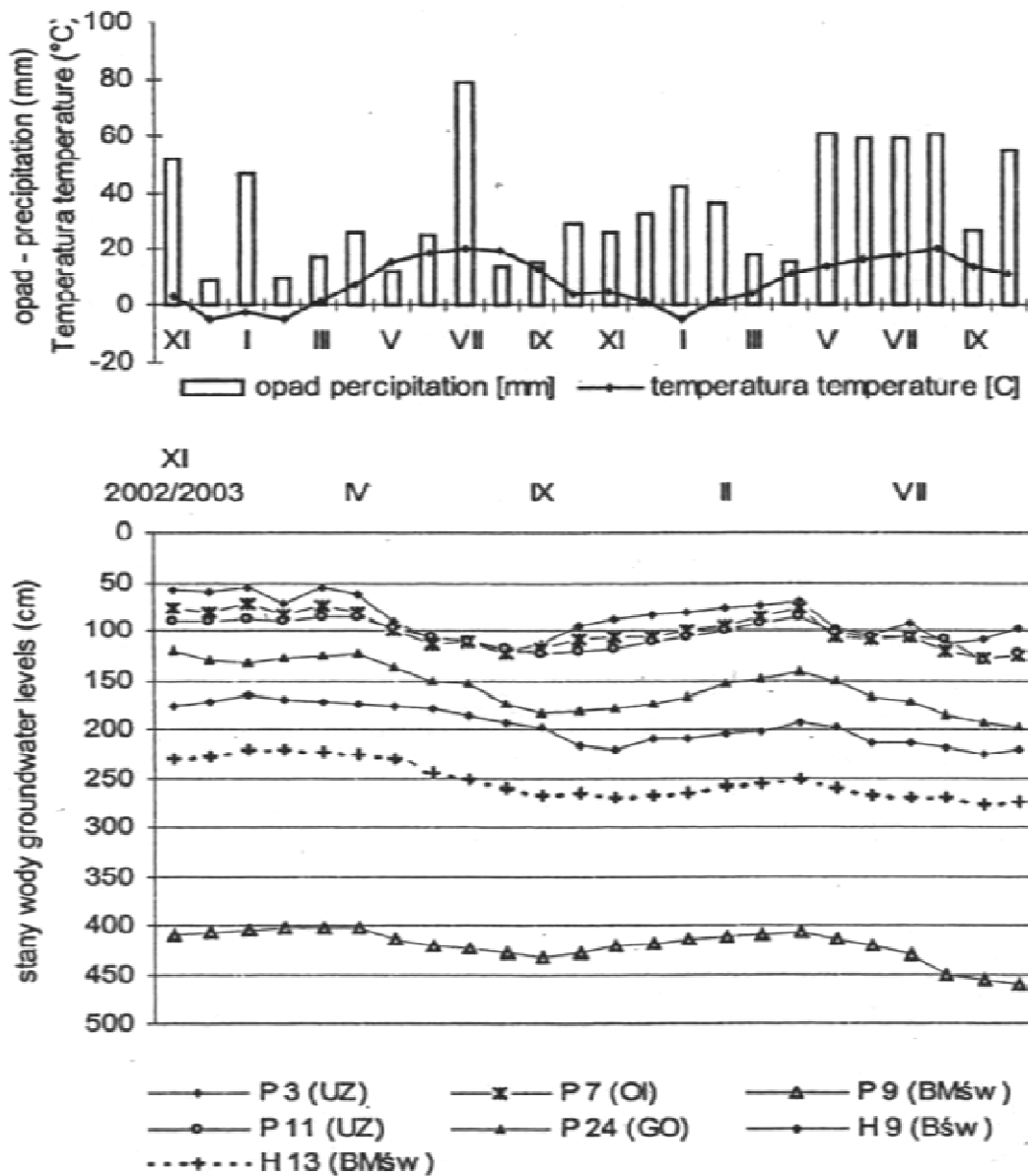
wych na obszarach zajmowanych przez las różni się nieznacznie od dynamiki stanów tychże wód na obszarach poza leśnych. W obu przypadkach najwyższe stany wód gruntowych przypadają na wiosnę. Najniższe stany wody gruntowej występują na przełomie lipca i sierpnia, na użytkach zielonych oraz wilgotnych obszarach zajmowanych przez oles. Natomiast na obszarach zajmowanych przez siedliska leśne, boru mieszanego świeżego oraz boru świeżego najniższe stany wody gruntowej występują we wrześniu, a więc z miesięcznym opóźnieniem.

Analizę zmian zapasów wody w rozpatrywanych profilach glebowych, omawianych zlewni przeprowadzono na tle warunków meteorologicznych, które wystąpiły w okresach wegetacyjnych badanych lat hydrologicznych. Stwierdzono, że zmiany stanów wód gruntowych miały istotny wpływ na uwilgotnienie wierzchnich warstw badanych profili glebowych. Największe zapasy wody w warstwie 0÷100 cm pomierzono w zlewni cieką Potaszka, w profilach położonych na użytkach zielonych, w bezpośrednim sąsiedztwie cieką (P 3, P 11) (rysunki 2 i 3).

Zmieniały się one w okresie wegetacyjnym w granicach 278÷320 mm w roku 2003, oraz 304÷370 mm w roku 2004. W analizowanych okresach odnotowano systematyczne zmniejszanie się zapasów wody zgromadzonej w badanych profilach glebowych w dwóch rozpatrywanych zlewniach. Zmniejszenie się ilości wody w glebach było następstwem niskich wartości sum półrocznych opadów atmosferycznych, które wystąpiły w okresach prowadzonych badań (tabela 1). Deficyty sum opadów atmosferycznych w stosunku do średnich wieloletnich wyniosły w roku 2003, 64 mm dla półrocza zimowego oraz 166 mm dla półrocza letniego, natomiast w roku 2004 odpowiednio 45 mm i 19 mm.

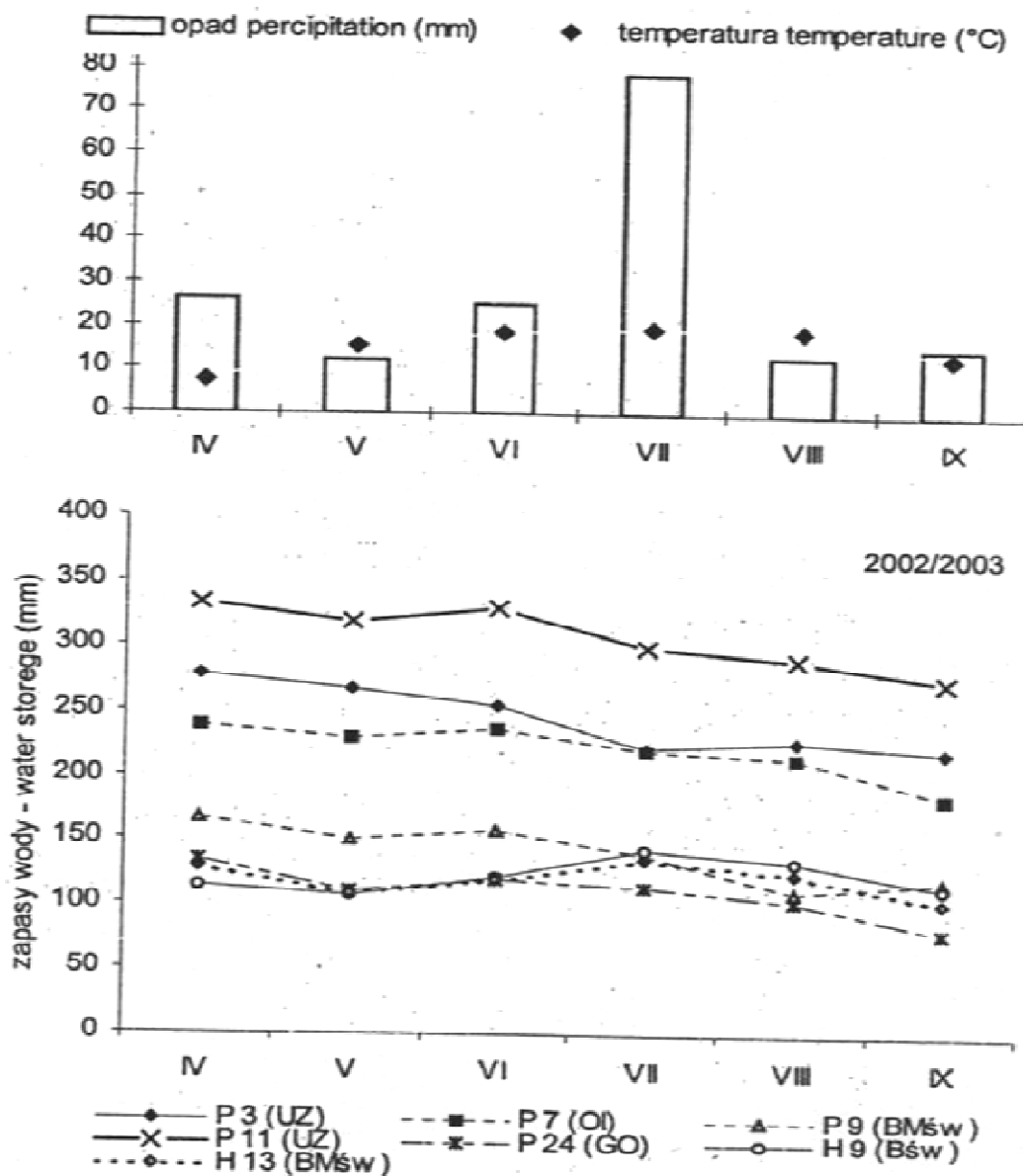
W pozostałych profilach glebowych usytuowanych w zlewni cieką Potaszka otrzymano znacznie niższe zapasy wody w analizowanych warstwach. W profilu położonym w borze mieszanym świeżym (P 9) największe zapasy wody odnotowano na początku okresu wegetacyjnego 2003 i osiągnęły one wartość 167 mm. Natomiast w okresie wegetacyjnym 2004 roku największe wartości zapasów wody wynoszące 192 mm odnotowano w maju przy sumie miesięcznej opadu wynoszącej 60 mm (rysunek 1). W profilu usytuowanym na gruntach ornych (P 24), najwyższe zapasy wody były o ponad 200 mm niższe niż w profilach położonych na użytkach zielonych.

Najniższe zapasy wody w zlewni Potaszka odnotowano w profilu położonym na gruntach ornych (80 mm). Wystąpiły one pod koniec okresu wegetacyjnego 2003 roku, w sierpniu i wrześniu przy małych miesięcznych sumach opadów atmosferycznych, wynoszących odpowiednio 14 mm oraz 16 mm. Natomiast w 2004 roku najniższe wartości zapasów wody wynoszące 89 mm stwierdzono w połowie czerwca.



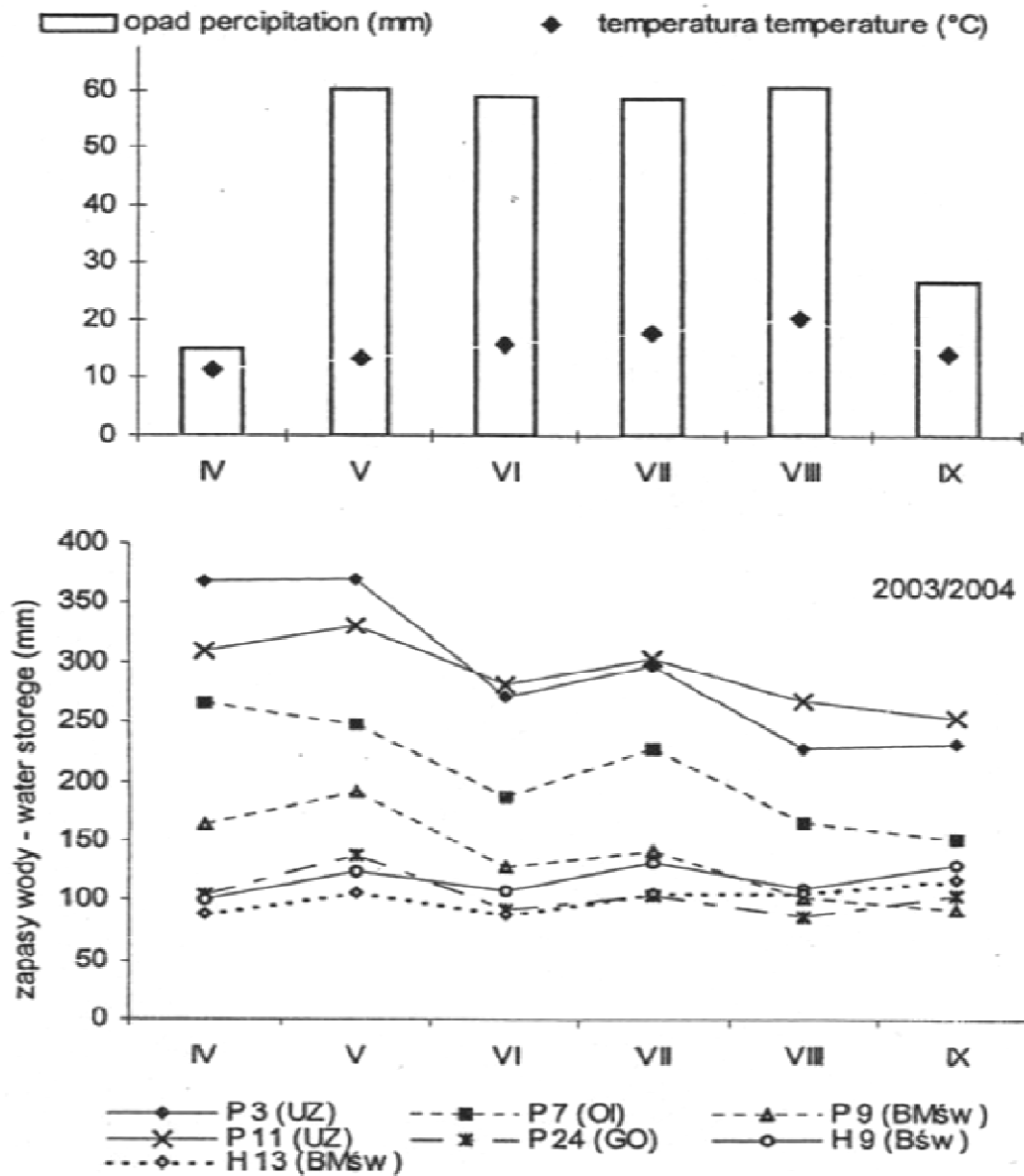
Rys. 1. Przebieg średnich miesięcznych stanów wód gruntowych w zlewni cieków Hutka (H 9 Bśw; H 13 BMśw) i cieków Potaszka (P 3 UZ; P 7 OI; P 9 BMśw; P 11 UZ; P 26 GO) na tle sum miesięcznych opadów atmosferycznych i średnich miesięcznych temperatur powietrza w latach hydrologicznych 2002/2003+2003/2004

Fig. 1. Time series of monthly average groundwater levels on Hutka and Potaszka river catchments against amount of monthly precipitation sums and average air temperatures in hydrological years 2002/2003+2003/2004



Rys. 2. Przebieg zapasów wody w warstwie 0÷100 cm w badanych profilach (H 9, H 13) zlewni Hutka oraz (P 3, P 7, P 9, P 11, P 26) zlewni Potaszka na tle sum miesięcznych opadów atmosferycznych i średnich miesięcznych temperatur powietrza w okresie wegetacyjnym roku 2002/2003

Fig. 2. Time series of water reserves in layer 0÷100 cm of analysed soil profiles in Hutka and Potaszka river catchments against amount of monthly precipitation sums and average air temperatures in vegetation period of hydrological year 2002/2003



Rys. 3. Przebieg zapasów wody w warstwie 0÷100 cm w badanych profilach (H 9, H 13) zlewni Hutka oraz (P 3, P 7, P 9, P 11, P 26) zlewni Potaszka na tle sum miesięcznych opadów atmosferycznych i średnich miesięcznych temperatur powietrza w okresie wegetacyjnym roku 2003/2004

Fig. 3. Time series of water reserves in layer 0÷100 cm of analysed soil profiles in Hutka and Potaszka river catchments against amount of monthly precipitation sums and average air temperatures in vegetation period of hydrological year 2003/2004.

W profilach glebowych położonych w siedliskach leśnych zlewni ciek Hutka zapasy wody w warstwie 0÷100 cm były do siebie zbliżone i wykazywały podobną dynamikę zmian. Największe zapasy wody w badanych profilach wystąpiły na przełomie lipca i sierpnia 2003 roku po wysokiej sumie opadów atmosferycznych wynoszącej w lipcu 80 mm. Natomiast w okresie wegetacyjnym roku 2004 duże wielkości sum miesięcznych opadów atmosferycznych występujące na poziomie 60 mm, które pomierzono w okresie od maja do sierpnia, wpłynęły na wzrost zapasów wody w omawianych profilach glebowych. Osiągnęły one wartość 130 mm pod koniec okresu wegetacyjnego roku 2004.

Najniższe zapasy wody w roku 2003 wyniosły 110 mm (H 9) i wystąpiły w maju, przy sumie miesięcznej opadów atmosferycznych wynoszących tylko 12,5 mm. Natomiast w roku 2004 najniższe wartości zapasów wody wynoszące 89 mm pomierzono w kwietniu, przy sumie miesięcznej opadów wynoszącej 15 mm.

4. Wnioski

1. W okresie badań dynamika zmian stanów wody gruntowej i uwilgotnienia gleb wykazywała podobną cykliczność. Zmiany te były uzależnione zarówno od rodzaju użytkowania zlewni, odległości profili glebowych od ciek, a przede wszystkim od przebiegu warunków meteorologicznych.
2. Najwyższe średnie miesięczne stany wody gruntowej w badanych zlewniach wystąpiły na wiosnę, w okresie od marca do maja, w profilach zlokalizowanych w bezpośrednim sąsiedztwie cieków oraz na obszarach zajmowanych przez użytki zielone. Natomiast w okresie od lipca do września, stany wody gruntowej w obu rozpatrywanych zlewniach osiągały najniższe wartości.
3. W okresach wegetacyjnych analizowanych lat stwierdzono istotny wpływ zmian stanów wód gruntowych i przebiegu warunków meteorologicznych na uwilgotnienie wierzchnich warstw badanych profili glebowych.
4. Największe zapasy wody wystąpiły w zlewni ciek Potaszka, w profilach położonych na użytkach zielonych, w których pomierzono również najwyższe stany wód gruntowych. Zapasy wody w warstwie 0÷100 cm tych profili osiągnęły wartość 278÷320 mm w okresie wegetacyjnym roku 2003 oraz 304÷370 mm w roku 2004. W pozostałych analizowanych profilach, usytuowanych na siedliskach leśnych i gruntach ornych maksymalne zapasy wody były 150÷200 mm niższe.
5. W profilach glebowych położonych w siedliskach leśnych zlewni ciek Hutka najwyższe zapasy wody w warstwie 0÷100 cm były do siebie zbliżone i osiągnęły wartość 150 mm w 2003 roku oraz 130 mm pod koniec okresu wegetacyjnego roku 2004.

6. Najniższe zapasy wody w omawianych okresach wegetacyjnych, stwierdzono w profilu położonym na gruntach ornym w zlewni cieką Potaszka. Wystąpiły one pod koniec okresu wegetacyjnego 2003 roku, przy dużych niedoborach sum miesięcznych opadów odnotowanych w sierpniu i wrześniu oraz bardzo niskich stanach wód gruntowych.
7. Natomiast w zlewni cieką Hutka najniższe zapasy wody wynoszące 110 mm odnotowano w maju 2003 roku, przy niskiej sumie miesięcznej opadu wynoszącej zaledwie 12,5 mm. W roku 2004 najniższe wartości wynoszące 89 mm odnotowano w kwietniu, przy sumie miesięcznej opadu wynoszącej 15 mm.
8. Dość krótki okres badań nie pozwala na sformułowanie bardziej szczegółowych wniosków. Badania te będą kontynuowane, co umożliwi weryfikację dotychczas otrzymanych wyników i określenie wpływu warunków meteorologicznych i czynników nie klimatycznych na stosunki wodne analizowanych gleb.

Literatura

1. Church M.R.: *Hydrochemistry of forested catchments*. Annu. Rev. Earth Planet. Sci., 25, 1997.
2. Kosturkiewicz A., Korytowski M., Stasik R., Szafranski Cz.: *Amplitudy zmian poziomu wody gruntowej w glebach siedlisk leśnych jako wskaźnik ich zdolności retencyjnych*. Roczn. AR Pozn. 338, Melior. Inż. Środ. 22., 55÷64, Poznań 2002.
3. Kosturkiewicz A., Czopór S., Korytowski M., Stasik R., Szafranski Cz.: *Stany wody gruntowej i siedliska w małej zmeliorowanej zlewni leśnej*. Roczn. AR Pozn. 338, Melior. Inż. Środ. 22., 41÷53, Poznań 2002.
4. Liberacki D., Plewiński D.: *Dynamika zmian zapasów wody w glebach różnych siedlisk*. PAN, Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych, z. 476, 447÷452, Warszawa 2001.
5. Liberacki D.: *Dynamika zmian poziomu wód gruntowych w różnych siedliskach leśnych małej zlewni nizinnej*. Kształtowanie i ochrona środowiska leśnego. Wyd. AR Poznań, 134÷140, Poznań 2003.
6. Liberacki D.: *Stany wody gruntowej i uwilgotnienie wierzchnich warstw gleb w małej zlewni leśnej*. Roczn. AR. Pozn. 357, 25: 305÷311, Poznań 2004.
7. Miler A., Przybyła Cz.: *Dynamika zmian stanów wód gruntowych pierwszego poziomu wodonośnego*. Roczn. AR. Pozn. 291, 17: 77÷92, Poznań 1997.
8. Miler A.: *Wpływ wybranych parametrów fizjograficznych ze szczególnym uwzględnieniem zalesień na kształtowanie się potencjalnych zdolności retencyjnych w Wielkopolsce (część I)*. PTPN, Poznań, Prace Komisji Nauk Leśnych, t. 85, 11÷28. Poznań 1998.
9. Murat-Błażejewska S., Sojka M.: *Dynamika zalegania płytkich wód gruntowych w Centralnej Wielkopolsce na przykładzie zlewni cieką Potaszka*. Roczn. AR. Pozn. 357, 25: 397÷406, Poznań 2004.

10. Szafranski Cz., Stasik R.: *Stany wody gruntowej i ich związki ze stanami wody w cieku w małej zlewni leśnej*. Roczn. AR. Pozn. 357, 25: 565-571, Poznań 2004.
11. Trybała M.: *Zagadnienia gospodarki wodnej w rolnictwie*. Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Warszawa 1978.

Streszczenie

Celem pracy była ocena uwilgotnienia oraz dynamiki zmian położenia zwierciadła wód gruntowych w latach hydrologicznych 2002/2003 i 2003/04 w dwóch różnych pod względem zalesienia mikro-zlewniach nizinnych. Badania terenowe prowadzone były w zlewni cieku Hutki, do przekroju Huta Pusta oraz w zlewni cieku Potaszki do przekroju Potasze. Rozpatrywane zlewnie położone są w centralnej części Wielkopolski, około 20 km na północny-wschód od Poznania (w Puszczy Zielonka oraz na jej skraju).

W pracy poddano szczegółowej analizie dynamikę zmian stanów wody gruntowej i zapasów wody w 7 profilach glebowych. Badania wykazały, że dynamika zmian zapasów wód w analizowanych zlewniach, o różnym sposobie użytkowania, wykazuje podobną cykliczność i jest przede wszystkim uzależniona od przebiegu warunków meteorologicznych., ukształtowania terenu oraz odległości od cieku.

Moisture Content And Groundwater Level Changes In Different Lowland Catchments

Abstract

The aim of the research was to estimate moisture content and dynamics of groundwater level changes in 2002/2003 and 2003/2004 hydrological years in two small lowland micro catchments with different forestation. The field research was carried out in the Hutka river catchment (0.52 km²) up to Huta Pusta cross section and the Potaszka river catchment (1.33 km²) up to Potasze cross section. These catchments are located 20 km from Poznań in the southern part of the Wielkopolska Lake District, in Zielonka Forest and its neighbourhood, in Poland.

Detailed analysis of groundwater level and water reserves changes dynamics was carried out in 7 soil profiles. The research shows that dynamics of changes of water reserves in the analysed catchments, which area is used differently, have similar cycle and depend mainly on meteorological conditions and relief as well as distance between wells and the river.