

DANIEL LIBERACKI

## **STANY WODY GRUNTOWEJ I UWILGOTNIENIE WIERZCHNICH WARSTW GLEB W MAŁEJ ZLEWNI LEŚNEJ**

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

**ABSTRACT.** The aim of the research was an evaluation of groundwater levels in moisture of upper soil layers. The analysis was based on the investigations carried out in the Hutka (0.50 km<sup>2</sup>) river catchment in the 1997/1998 and 2001/2002 hydrological years. Analysed catchment is located in the southern part of the Wielkopolska Lakeland, 20 km from Poznań. The results showed that the dynamics of groundwater changes, as well as water storage in a different land usage changes, shows similar cycles and mostly depends on meteorological conditions, as well as distance between the analysed soil profile and water course.

**Key words:** catchment, ground water, water storage

### **Wstęp**

Dynamika zmian położenia stanów wód gruntowych wykazuje pewną cykliczność roczną, która jest ściśle związana z warunkami klimatycznymi (Miler i in. 1997). Także pozostałe warunki, takie jak gleba, roślinność, topografia terenu, sieć rzeczna oraz zbiorniki wodne oddziałują na nią w sposób modyfikujący, niemniej jednak istotny. Wpływają bezpośrednio na całokształt zachodzących zjawisk fizycznych, związanych z retencją wody w profilu glebowym, jej cyrkulacją i dostępnością dla roślin (Miler 1998). Szczególnie przydatne dla badań nad dynamiką zmian poziomu wód gruntowych w lasach są małe zlewnie, które niejednokrotnie utożsamiane są z odpowiednimi ekosystemami (Liberacki i Plewiński 2001, Liberacki 2003). Dynamika wód gruntowych w glebach leśnych z niestabilnymi stosunkami wodnymi powinna być poprzedzona odpowiednim studium hydrologicznym (Suliński 1998).

## Material i metody badań

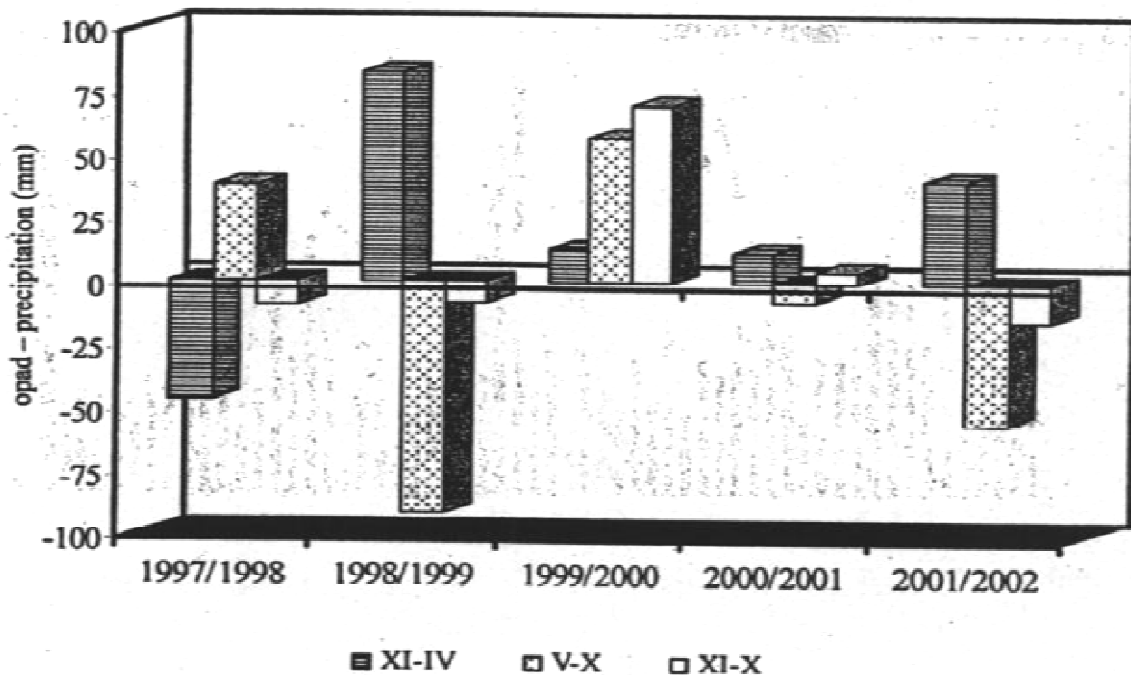
Celem pracy była analiza zmian stanów wód gruntowych oraz uwilgotnienia wierzchnich warstw gleb w małej zlewni leśnej. Ocenę zmian uwilgotnienia gleb przeprowadzono w dwóch typach siedliskowych lasu na tle przebiegu warunków meteorologicznych w latach hydrologicznych 1997/1998-2001/2002. Przedmiotem badań była mikrozwlewnia ciekut Hutka do przekroju Huta Pusta. Zlewnia położona jest w centralnej części Wielkopolski, około 20 km na północny wschód od Poznania w Puszczy Zielonce. Obszar zlewni o powierzchni 0,52 km<sup>2</sup> jest zalesiony w 89%, a pozostałe 11% powierzchni zajmują głównie zabagnienia i nieużytki. Materiałami macierzystymi gleb badanej zlewni są utwory polodowcowe, pochodzące ze stadiału poznańskiego zlodowacenia bałtyckiego.

Na terenach badanej zlewni wytypowano charakterystyczne transekty spływowe, w których założono 13 studzienek do pomiarów stanów wody gruntowej oraz 3 stanowiska do pomiaru uwilgotnienia gleb. Pomiarów stanów wód gruntowych w studzienkach pomiarowych wykonywane były z częstotliwością co 7 dni, natomiast pomiary uwilgotnienia gleb wykonywano systematycznie, co miesiąc, metodą neutronową, na głębokościach 15, 40, 70, 100 cm. Przebieg warunków meteorologicznych w badanych latach przeanalizowano na podstawie opadów atmosferycznych pomierzonych we własnym posterunku opadowym, zlokalizowanym na terenie omawianej zlewni, na tle średniej z wielolecia 1969/1970-2001/2002. Na tej podstawie określono związki pomiędzy opadami atmosferycznymi a zmianami w stanach i zapasach wody gruntowej w badanych profilach glebowych.

W pracy szczegółowej analizie poddano dynamikę zmian położenia stanów wody gruntowej i zapasów wody w 3 reprezentatywnych dla badanej zlewni profilach glebowych (profil 4, 9, 13). Profil 9 znajduje się w 100-letnim drzewostanie sosnowym położonym w typie siedliskowym boru świeżego (Bśw), w odległości 30 m od ciekut. Profile 4 i 13 zlokalizowane są w typie siedliskowym boru mieszanego świeżego (BMśw), położone w 15-letnim młodniku i oddalone od ciekut o około 100 m.

## Wyniki i dyskusja

W badanych latach hydrologicznych 1997/1998-2001/2002 dwa pierwsze lata charakteryzowały się podobną sumą rocznych opadów, zbliżoną do średniej wieloletniej, wynoszącą odpowiednio 557 i 558 mm (ryc. 1). Jednak rok hydrologiczny 1998/1999 charakteryzował się nierównomiernym rozkładem opadów. W roku tym odnotowano bardzo mokre półrocze zimowe, przewyższające średnią wieloletnią o 83 mm, oraz bardzo suche półrocze letnie z opadem wynoszącym 256 mm, niższym od średniej o 91 mm. Podobny charakter miały dwa ostatnie lata hydrologiczne, które również należy ocenić jako średnie. Rok 2000/2001 charakteryzował się najmniejszymi wartościami odchylenia opadów atmosferycznych do średniej wieloletniej, zarówno w półroczu zimowym, jak i letnim. Odmiennie przedstawiały się warunki pogodowe w roku 2001/2002, gdzie półrocze zimowe było mokre, natomiast półrocze letnie charakteryzowało się niską sumą opadów, niższą od średniej wieloletniej o 55 mm. Wyjątek stanowił trzeci rok badań, 1999/2000, który należy uznać za rok mokry o prawdopodobieństwie wystąpienia



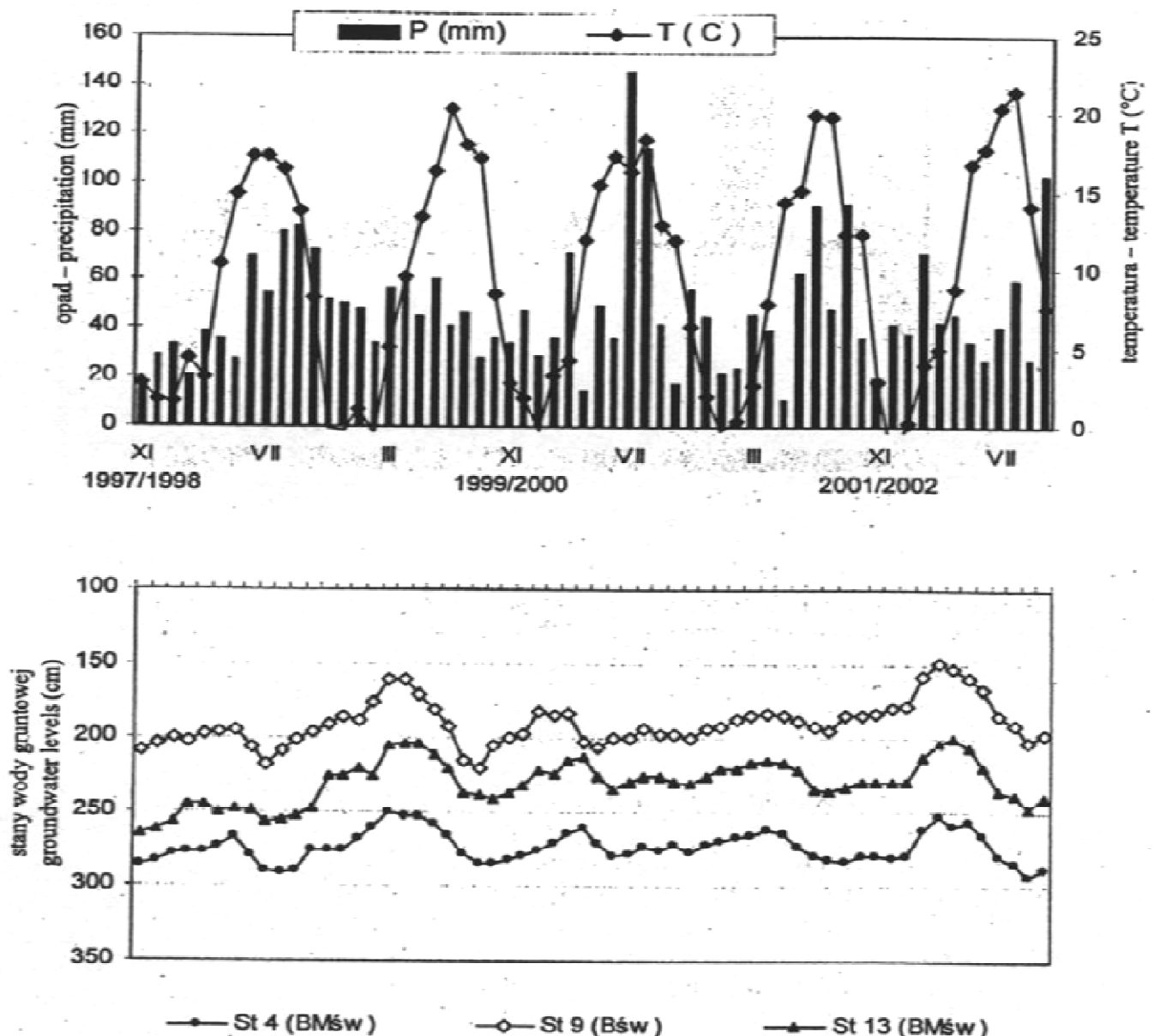
Ryc. 1. Odchylenia półrocznych i rocznych sum opadów atmosferycznych ( $\Delta P$ ) w latach hydrologicznych od 1997/1998 do 2001/2002 na tle średnich z wielolecia 1969/1970-2001/2002

Fig. 1. Deviation of half-year and year sums of precipitation ( $\Delta P$ ) in hydrological years from 1997/1998 to 2001/2002 against background of many years' means 1969/1970-2001/2002.

wraz z wyższymi 14%. W roku tym opad atmosferyczny wyniósł 636 mm i był wyższy od średniej wieloletniej o 70 mm; zarówno w półroczu zimowym, jak i letnim suma opadów atmosferycznych przekroczyła średnią.

Analizując średnie miesięczne stany wody gruntowej w dwóch różnych siedliskach leśnych (Bśw, BMśw) badanej zlewni, można zauważyć pewną ich cykliczność roczną (ryc. 2). W okresie pięciu lat badań najwyższe stany wody gruntowej wystąpiły zawsze na wiosnę, w okresie od marca do maja. W latach hydrologicznych 1998/1999 oraz 2001/2002 zaobserwowano najwyższe stany wody gruntowej. Woda gruntowa znajdowała się najpłycej w miejscach zajmowanych przez siedlisko boru świeżego (profil 9) położonych w obniżeniach terenowych, w bezpośrednim sąsiedztwie ciek. Zwierciadło wody gruntowej układało się wówczas na poziomie 150 cm poniżej powierzchni terenu. Natomiast w okresach od lipca do września analizowanych lat badań, w zależności od warunków meteorologicznych, średnie miesięczne stany wody gruntowej osiągały wartości minimalne (woda znajduje się wówczas najgłębiej). Najniższe stany, wynoszące 300 cm poniżej powierzchni terenu, pomierzono w miejscach zajmowanych przez siedlisko boru mieszanego świeżego (profil 4) oddalonych od ciek. o ok. 100 m.

Na podstawie otrzymanych wyników badań stwierdzono, że uwilgotnienie wierzchnich warstw badanych gleb uzależnione było od budowy badanych profili, ich odległości od ciek, a przede wszystkim od przebiegu warunków meteorologicznych. Wierzchnie warstwy badanych profili rozpatrywanej zlewni są jednorodne i zbudowane z piasków. Gęstość objętościowa w wierzchnich warstwach (0-15 cm) gleb zlewni waha się od 1,40 (profil 13) do 1,50 g·cm<sup>-3</sup> (profil 4). Wyższe wartości gęstości objętościowej pomierzono



Ryc. 2. Przebieg średnich miesięcznych stanów wód gruntowych w różnych siedliskach leśnych zlewni ciek Hutka na tle sum miesięcznych opadów atmosferycznych i średnich miesięcznych temperatur powietrza

Fig. 2. Time series of monthly means of groundwater levels in different forest habitats in the Hutka river catchment against the background of amount of precipitation and means of air temperature

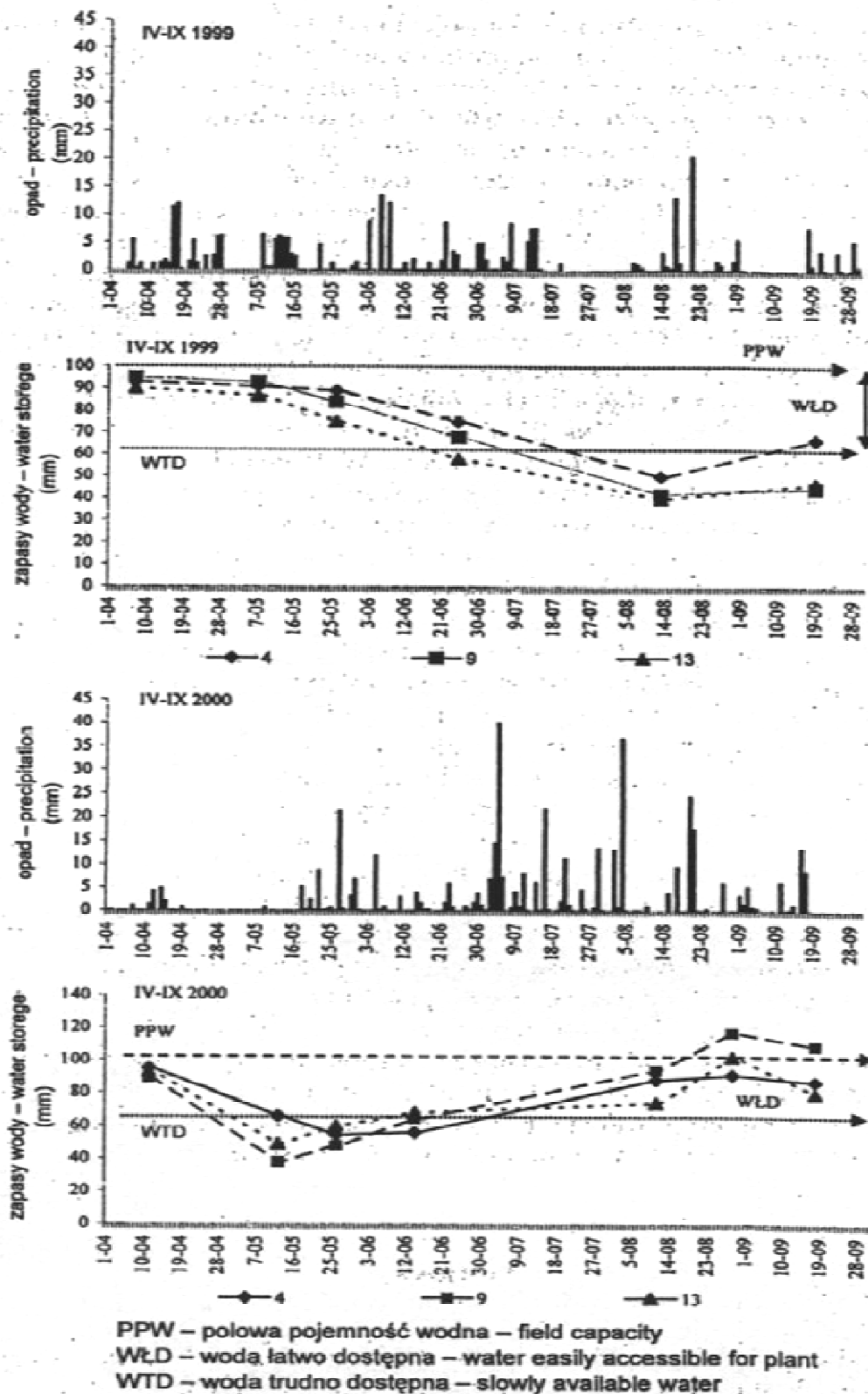
w warstwie 50-100 cm, i wynoszą one od 1,52 (profil 4 i 9) do 1,60  $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$  (profil 13). Zawartość substancji organicznej w wierzchniej warstwie gleby (0-15 cm) analizowanych profili glebowych była zróżnicowana i zmieniała się w granicach od 0,47 w profilu 9 usytuowanym w drzewostanie sosnowym do 1,84 % w profilu 13 położonym w 15-letnim młodniku. Zawartość frakcji ilastej, zmieniająca się w zakresie 1-2%, i występująca gęstość objętościowa na poziomie 1,50  $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$  sprzyjają dużemu udziałowi makro- i mezoporów w porowatości ogólnej, co w konsekwencji powoduje zmniejszenie zdolności retencyjnych zlewni. Podobnie zbudowane profile glebowe różnią się jednak między

sobą właściwościami wodnymi. Połowa pojemność wodna w warstwie jednometrowej zmienia się w granicach od 96 mm dla profilu 9 do 118 mm dla profilu 13.

Analizę zmian zapasów wody w badanych profilach glebowych przeprowadzono na tle wybranych, charakterystycznych pod względem warunków meteorologicznych okresów badawczych. Analizie poddano zmiany zapasów wody w suchym półroczu letnim 1999 roku oraz w mokrym półroczu letnim roku 2000 (ryc. 3). Na początku suchego półrocza letniego 1999 roku zapasy wody w jednometrowej warstwie omawianych profili glebowych zmieniały się od 87 do 95 mm i były zbliżone do połowej pojemności wodnej. Do końca maja, z uwagi na korzystny rozkład opadów atmosferycznych, zapasy te nieznacznie się obniżyły. Istotny spadek zapasów wody nastąpił od połowy lipca do połowy sierpnia. Spadek ten spowodowany był niekorzystnym rozkładem opadów, których suma w tym okresie wyniosła 9 mm. Dnia 13 sierpnia odnotowano najniższe zapasy zmieniające się w granicach od 40 mm (profil 13) do 52 mm (profil 4). Zapasy wody gruntowej w omawianych profilach znajdowały się wówczas nieznacznie, bo o 17 mm, powyżej wilgotności trwałego wędnięcia. W II dekadzie sierpnia, po wyższych dobowych sumach opadów atmosferycznych, wynoszących od 13 do 20 mm, nastąpił systematyczny wzrost zapasów wody w analizowanych profilach. Także na początku mokrego pod względem sum opadów atmosferycznych półrocza letniego 2000 roku, zapasy wody w badanych profilach były zbliżone do połowej pojemności wodnej. Niekorzystny rozkład opadów, a nawet ich brak na początku tego półrocza spowodował, że zapasy wody w profilach 9 i 13 znajdowały się poniżej granicy wody łatwo dostępnej dla roślin. W profilu 4 spadek zapasów wody następował znacznie wolniej, osiągając swoje wartości minimalne wynoszące 55 mm w okresie od 13 maja do 15 czerwca. Przyrost zapasów wody gruntowej w analizowanych profilach wystąpił po opadzie atmosferycznym w III dekadzie maja i I dekadzie czerwca, w którym suma opadów wyniosła 64 mm. W połowie czerwca zapasy wody w badanych profilach były do siebie zbliżone, osiągając wartość porównywalną z granicą wody łatwo dostępnej dla roślin. Dalszy wzrost zapasów wody nastąpił w lipcu oraz sierpniu i związany był z wystąpieniem wyższych sum dobowych opadów atmosferycznych, wynoszących od 35 do 40 mm. Najwyższe wartości zapasów wody w badanych profilach glebowych odnotowano w I dekadzie września i spowodowane były wystąpieniem dużych sum miesięcznych opadów atmosferycznych, wynoszących w lipcu 140 mm oraz w sierpniu 120 mm. Tak duże sumy miesięczne opadów spowodowały, że w profilu 9 zlokalizowanym w obniżeniu terenowym, zapasy wody przekroczyły wartość połowej pojemności wodnej o 20 mm, a w przekroju 13, położonym 100 m od ciek, były do tej wartości zbliżone. Natomiast profil 4 charakteryzował się mniejszymi zapasami wody znajdującymi się poniżej granicy połowej pojemności wodnej i wynoszącymi 90 mm.

## Wnioski

1. W okresie pięciu lat badań dynamika zmian położenia zwierciadła wody gruntowej i uwilgotnienia gleb w małej zlewni leśnej o różnych typach siedliskowych wykazywała podobną cykliczność. Zmiany te uzależnione były przede wszystkim od przebiegu warunków meteorologicznych oraz położenia i odległości badanych charakterystycznych profili glebowych od ciek.



Ryc. 3. Przebieg zapasów wody (mm) w warstwie 0-100 cm w badanych profilach glebowych (4, 9, 13) zlewni Hutka w wybranych latach hydrologicznych 1999 i 2000  
 Fig. 3. Time series of water storage (mm) in layer 0-100 cm of analysed soil profile in Hutka river catchment in hydrological years 1999 and 2000

2. Przeprowadzone badania potwierdzają, że maksymalne średnie stany wody gruntowej występują zawsze na wiosnę, w okresie od marca do maja. Najwyższe stany wody gruntowej wystąpiły w miejscach położonych w obniżeniach terenowych, w bezpośrednim sąsiedztwie ciek. Natomiast w okresach od lipca do września, w zależności od przebiegu warunków meteorologicznych, stany wody gruntowej osiągają wartości najniższe.

3. Niekorzystny rozkład opadów atmosferycznych w suchym półroczu letnim 1999 roku, który pojawił się w połowie lipca i trwał do połowy sierpnia, spowodował znaczący spadek zapasów wody w badanych profilach glebowych. W tym okresie odnotowano najniższe wartości zapasów wody znajdujące się poniżej granicy wody łatwo dostępnej dla roślin i zmieniające się od 40 mm (profil 13) do 52 mm (profil 9).

4. Najwyższe wartości zapasów wody w analizowanych profilach glebowych odnotowano w I dekadzie września mokrego półroczu letniego 2000 roku. W tym okresie zapasy wody przekroczyły w profilu 9 (położonym w obniżeniu terenowym) granicę połowej pojemności wodnej o 20 mm, a w profilu 13 (położonym 100 m od ciek) zbliżyły się do tej granicy.

### Literatura

- Miler A. (1998): Wpływ wybranych parametrów fizjograficznych ze szczególnym uwzględnieniem zalesień na kształtowanie się potencjalnych zdolności retencyjnych w Wielkopolsce (cz. 1). PTPN, Poznań, Pr. Kom. Nauk Leśn. 85: 11-28.
- Miler A., Przybyła Cz. (1997): Dynamika zmian stanów wód gruntowych pierwszego poziomu wodonośnego. Roczn. AR Pozn. 291, 17: 77-92.
- Liberacki D. (2003): Dynamika zmian poziomu wód gruntowych w różnych siedliskach leśnych małej zlewni nizinnej. Kształtowanie i ochrona środowiska leśnego. Wyd. AR, Poznań: 134-140.
- Liberacki D., Plewiński D. (2001): Dynamika zapasów wody w glebach różnych siedlisk. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. 476: 447-453.
- Suliński J. (1998): Spojrzenie na wybrane zagadnienia kształtowania się stosunków wodnych w lesie w nawiązaniu do zasad hodowli lasu i instrukcji zarządzania lasu. Zbiór prac wydanych przez Komisję Inżynierii i Gospodarki Wodnej Polskiego Towarzystwa Leśnego, Warszawa.

## GROUNDWATER LEVELS AND SOIL MOISTURE CONTENT IN THE UPPER SOIL LAYERS IN A SMALL FOREST CATCHMENT

### S u m m a r y

In the paper were presented results of investigations and field observation carried out during 5 hydrological years (1997/1998-2001/2002). Measurements were taken in wells located in 2 forest site types (BMśw, Bśw) in the investigated catchment. The obtained results of the investigations indicate that dynamics of groundwater level changes is strictly connected with forest site type. Meteorological conditions, relief and distance between wells and water course have significant impact on groundwater level changes.