

UWARUNKOWANIA GOSPODARKI WODNEJ NA ZDRENOWANYCH PASTWISKACH RÓWNINY SĘPOPOLSKIEJ

CZEŚĆ II

ZMIENNOŚĆ STANÓW WODY GRUNTOWEJ I WILGOTNOŚCI GLEBY

Ireneusz Cymes¹, Iwona Cymes²

¹ Katedra Melioracji i Kształtowania Środowiska,
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

² Katedra Meteorologii i Klimatologii, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

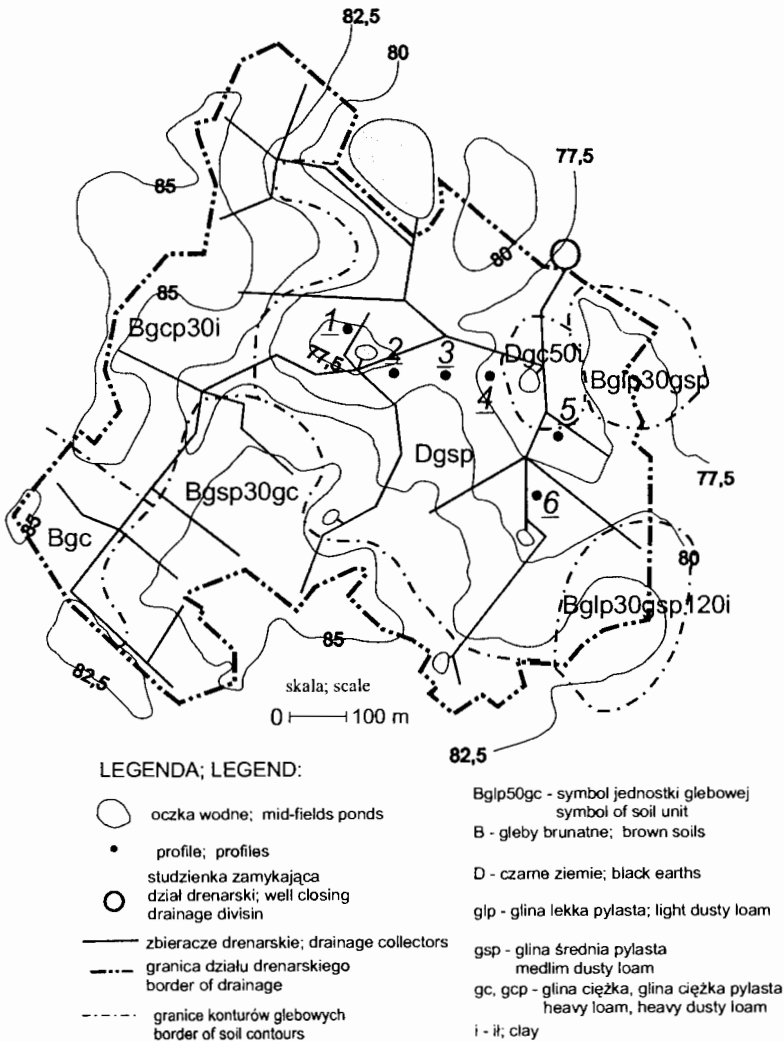
Wstęp

Na obecną formę krajobrazu młodogłacialnego Równiny Sępopolskiej największy wpływ miał lodowiec skandynawski. Gleby tego mezoregionu, wytworzone z ilów zastoiskowych i glin zwałowych o ciężkim i bardzo ciężkim składzie granulometrycznym, charakteryzują się dużą urodzajnością i odpornością na zagrożenia erozyjne. Sprzyja to rozwojowi produkcji rolniczej, która stała się priorytetową funkcją omawianego terenu, co odzwierciedla się w strukturze jego użytkowania: grunty orne stanowią 53% powierzchni, a użytki zielone 23,3%, co przekracza średnią krajową [GOTKIEWICZ 1996; PIAŚCIK i in. 1996]. Według metody waloryzacji opracowanej przez IUNG w Puławach wskaźnik jakości rolniczej przestrzeni produkcyjnej dla omawianego terenu wynosi prawie 80 punktów, przy wartości średniej dla całego kraju mieszczącej się w przedziale 60–70 punktów [GOTKIEWICZ, SMOŁUCHA 1996]. Woda wywiera bardzo duży wpływ na życie roślin i na uzyskiwane plony oraz na wszystkie procesy zachodzące w glebie. Ilość wody w niej zmagazynowana uzależniona jest głównie od warunków klimatycznych (zwłaszcza wielkości i rozkładu opadów atmosferycznych, temperatury i wilgotności powietrza oraz prędkości wiatru), ukształtowania terenu, zdolności retencyjnych gleby, hydrogeologicznych warunków tworzenia się poziomu wody gruntowej oraz działalności gospodarczej człowieka. Poznanie zależności występujących pomiędzy wymienionymi wyżej czynnikami nabiera szczególnego znaczenia wobec niewielkich zasobów wodnych naszego kraju oraz ich nierównomiernego rozmieszczenia w miejscu i czasie. Czynnik wodny w produkcji rolniczej w najbliższym czasie będzie coraz bardziej determinował jej poziom, stanowił więc będzie ważny element wpływający na konkurencyjność polskiego rolnictwa na rynku europejskim.

Celem pracy jest określenie wpływu warunków meteorologicznych na stany wody gruntowej i wilgotność zdrenowanych czarnych ziem użytków zielonych Równiny Sępopolskiej w latach o różnicowanej ilości opadów.

Materiał i metody badań

Badania przeprowadzono w południowo-zachodniej części mezoregionu Równina Sępolska, w pobliżu Lidzbarka Warmińskiego (54°08' N, 20°36' E). Stanowiska pomiarowe zlokalizowane zostały w dziale drenarskim (zlewni drenarskiej) o powierzchni 41 ha zakończonym wylotem zbieracza o średnicy 20 cm w studziencie typu S-1/100 (rys. 1).



Rys. 1. Lokalizacja punktów pomiarowych
Fig. 1. Localisation of the study objects

Powierzchnia terenu zlewni jest falista o spadkach dochodzących do 5%. Drzewa i krzewy występują sporadycznie. Można je spotkać jedynie w linii brzeżowej oczek wodnych. W górnej części zlewni występują gleby brunatne zbudowa-

ne do 30 cm z gliny średniej pylastej położonej na glinie średniej, użytkowane jako łąki. Natomiast w dolnej części zlewni, w której zlokalizowane są punkty pomiarowe, przeważają czarne ziemie użytkowane jako pastwiska. W całym profilu zbudowane są z gleby o składzie granulometrycznym gliny średniej pylastej, która zawiera 37–48% frakcji ilastych, w tym 18–20% frakcji koloidalnych, 33–34% frakcji pylastych i 18–30% frakcji piaszczystych. Współczynnik filtracji w badanych glebach, wyznaczony metodą studzienkową, wykazywał znaczne zróżnicowanie: od 1,17 cm·d⁻¹ w profilu nr 4 do 19,24 cm·d⁻¹ w punkcie pomiarowym nr 1. Może on się zmieniać nawet w obrębie jednej warstwy [OOSTERBAAN, NULAND 1994], gdyż zależy nie tylko od porowatości gruntu, jego uziarnienia, składu granulometrycznego i temperatury wody [MYŚLIŃSKA 1998; MOCEK i in. 2000], ale także od geometrii i rozkładu porów wypełnionych wodą. Wartości są niższe, kiedy woda podąża krętymi ścieżkami poprzez wąskie pory. Obecność i charakterystyka bio-porów (kanaliki powstałe po korzeniach roślin, dżdżownicach oraz inne kanaliki powstałe na skutek procesów biologicznych) oraz szczeliny powstające na skutek procesów pęcznienia i kurczenia również ogromnie wpływają na przewodność wodną [SMEDEMA, RYCROFT 1988].

Gęstość objętościowa badanych gleb mieściła się przeważnie w przedziale od 0,9 g·cm⁻³ do 1,75 g·cm⁻³ (tab. 1). Najniższą wartość gęstości objętościowej (0,48 g·cm⁻³) zanotowano w warstwie gleby położonej na głębokości 50–55 cm w profilu nr 5. Gleba ta charakteryzowała się jednocześnie największą porowatością ogólną (74,3%) oraz zawartością materii organicznej. Z kolei gleby o największej gęstości objętościowej (1,75 g·cm⁻³ na głębokości 50–55 cm w profilu nr 2 i 1,68 g·cm⁻³ na głębokości 20–25 cm w profilu nr 3) cechowały się najmniejszą porowatością ogólną (odpowiednio 42,1% i 41,6%) i ilością materii organicznej. Jej zawartość w wierzchniej warstwie omawianych gleb jest uzależniona od położenia profilu w rzeźbie terenu: w punktach pomiarowych zlokalizowanych wyżej była mniejsza (profil nr 2, 3 i 6) niż w położonych w niższych partiach terenu (profil nr 1, 4 i 5).

Porowatość ogólna i gęstość objętościowa wywiera znaczny wpływ na zawartość wody w glebie. W miarę wzrostu porowatości i zmniejszania gęstości gleby ilość wody w niej zgromadzona wzrasta.

Pod względem bonitacyjnym są to gleby III i IV klasy. Na omawianym terenie w 1998 roku wykonano drenowanie systematyczne. Sieć drenarską ułożono na głębokości 0,9 m. Rozstawa sączków na obszarze, na którym zlokalizowano punkty pomiarowe wynosi 21 m. Ze względu na znaczną zwięźłość gleb na obiekcie, w celu zwiększenia intensywności dopływu wód powierzchniowych i gruntowych do sieci drenarskiej, już na etapie projektowania na rurociągach przewidziano kominki filtracyjne w odstępach co 7,5 m. Jednak z uwagi na ograniczone środki finansowe inwestora ich nie wykonano.

Badania obejmowały lata hydrologiczne 1999–2001. W celu określenia dynamiki zmian poziomu wód gruntowych w czarnych ziemiach, w dolnej części zlewni wykonano transekt pomiarowy składający się z sześciu piezometrów (rys. 1).

W okresie wegetacyjnym 2000 roku, wyróżniającym się pod względem warunków atmosferycznych [CYMES, CYMES 2005], w punktach pomiarowych wykonywano również pomiary wilgotności gleby na głębokościach 5–10 cm, 20–25 cm i 50–55 cm przy użyciu potencjometru THETA METER HH1. Wyżej wymienione prace badawcze wykonywano systematycznie raz w miesiącu.

Tabela 1; Table 1

Właściwości fizyczne gleby
Physical properties of soil

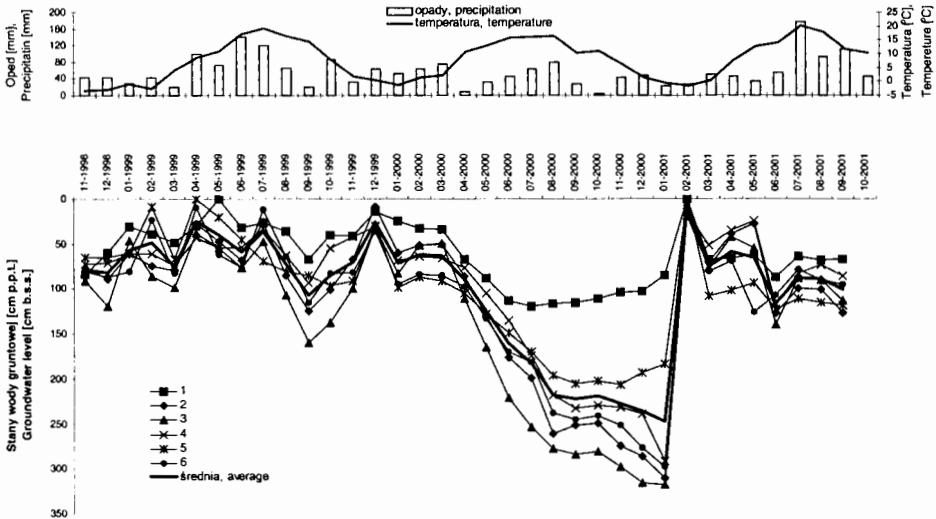
Numer profilu No of profile	Warstwa Layer (cm)	Gęstość objętościowa Bulk density (g·cm ⁻³)	Porowatość ogólna Total porosity (%)	Materia organiczna Organic matter (%)	Zawartość wody w glebie przy charakterystycznych stanach uwilgotnienia (%) Soil water content at characteristic points (%)		
					PPW	PHWR przy pF 3,0	PTWR
					1	5–10 20–25 50–55	1,07 1,23 0,84
2	5–10 20–25 50–55	1,44 1,53 1,75	47,0 49,4 42,1	2,4	38,5 42,5 38,0	31,0 35,0 32,0	19,0 24,5 22,5
3	5–10 20–25 50–55	1,54 1,68 1,42	47,6 41,6 56,5	1,1	45,0 36,0 45,5	35,0 30,5 37,5	14,0 22,0 27,0
4	5–10 20–25 50–55	1,37 1,30 1,36	53,6 51,5 57,1	3,4	43,0 40,0 46,0	35,5 34,0 37,0	23,0 24,0 25,5
5	5–10 20–25 50–55	0,93 1,07 0,48	63,3 58,4 74,3	4,5	53,0 49,0 68,0	44,0 42,0 49,0	29,0 31,5 18,5
6	5–10 20–25 50–55	1,27 1,17 1,26	57,3 59,0 48,1	2,1	49,0 50,5 40,5	39,5 35,5 33,5	25,5 29,0 23,0

PPW połowa pojemność wodna; field capacity
PHWR punkt hamowania wzrostu roślin; point of plant growth inhibition
PTWR punkt trwałego wędnięcia roślin; permanent plant wilting point

Wyniki badań

Przebieg kształtowania się stanów wody gruntowej w okresie prowadzonych badań w znacznym stopniu determinowały ilość i rozkład opadów atmosferycznych oraz zmienność temperatur powietrza (rys. 2). Mimo niewielkich opadów w zimie 1998 roku (niższych od średnicy z wielolecia 1971–2001), lustro wody gruntowej występowało dosyć płytko pod powierzchnią terenu. Oprócz piezometru położonego najwyżej (nr 3), poziom wody gruntowej był wyższy od ułożenia sieci drenarskiej, co jednak nie uwidoczniło się w znacznym wzroście ilości wody odpływającej siecią melioracyjną [SZYMCZYK, CYMES 2004]. Duży wpływ na wahania zwierciadła wody zimą miały zmiany ilości opadów atmosferycznych oraz przeplatanie się okresów z temperaturami ujemnymi, podczas których opady były

retencjonowane pod postacią śniegu na powierzchni terenu i temperaturami dodatnimi, decydujących o odwilżach i rozmarzaniu gruntów.



1, 2, 3, 4, 5, 6 – profile; profiles

Rys. 2. Przebieg zmian stanów wody gruntowej w latach hydrologicznych 1999–2001 na tle warunków atmosferycznych

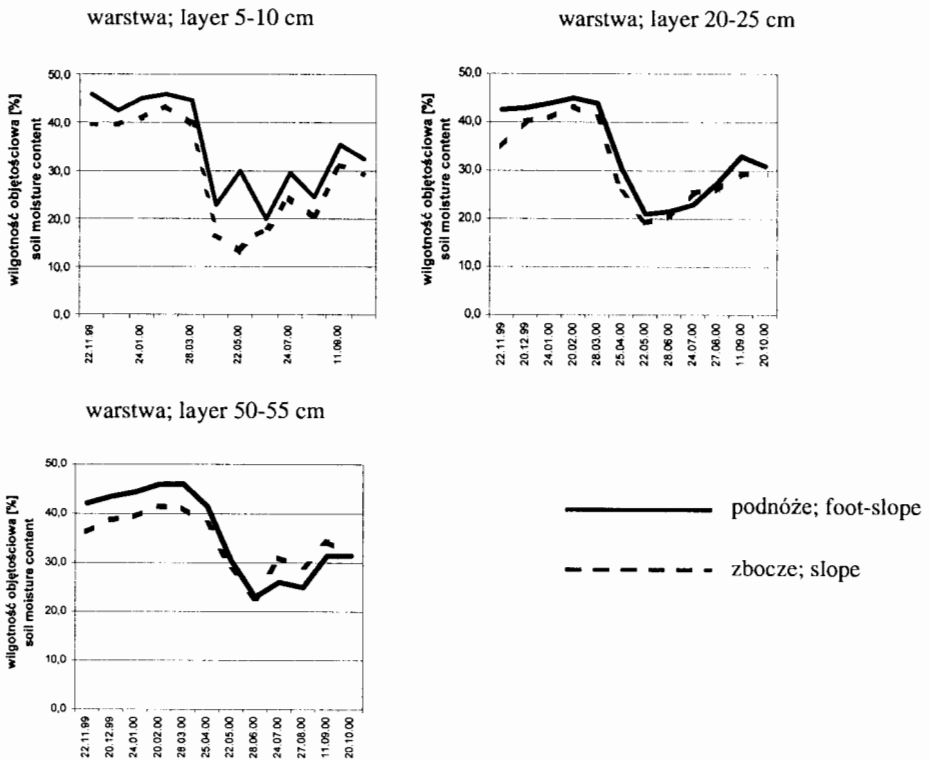
Fig. 2. Changes in ground water levels in hydrological years 1999–2001 against the background of atmospheric conditions

Znaczne opady atmosferyczne, które przewyższały średnią sumę z wielolecia 1971–2001 o 169 mm, zadecydowały o wilgotnym charakterze 1999 roku [CYMES, CYMES 2005]. Średni poziom zwierciadła wód gruntowych w badanych punktach pomiarowych w omawianym roku występował na głębokości 64 cm p.p.t. Znaczna ilość opadów atmosferycznych na początku okresu wegetacyjnego spowodowała podniesienie się stanów wody gruntowej średnio do głębokości 30 cm p.p.t. Zaowocowało to także wzrostem ilości wody odpływającej siecią drenarską [SZYMCZYK, CYMES 2004]. Od lipca do końca okresu wegetacyjnego, wraz ze zmniejszającą się ilością opadów i obniżaniem się wartości wskaźnika klimatycznego bilansu wodnego [CYMES, CYMES 2005], obserwowano w piezometrach stopniowe opadanie poziomu wody gruntowej do głębokości 65–160 cm p.p.t. W okresie jesienno-zimowym dzięki opadom przewyższającym średnie miesięczne sumy z wielolecia nastąpił wzrost stanów wody gruntowej. Najwyższy poziom osiągnęła ona w grudniu (średnio 25 cm p.p.t.). Wilgotność objętościowa gleby w badanej zlewni do głębokości 50 cm mieściła się wówczas w przedziale od 35% do 46%, przy czym większe wilgotności, w porównaniu do gleby na zboczach, występowały w glebie położonej u ich podnóża (rys. 3).

Górna granica przedziału odpowiadała często wilgotności gleby przy polowej pojemności wodnej.

Dodatnie temperatury w grudniu 1999 roku oraz w lutym i marcu 2000 roku, przy stosunkowo dużych opadach, wpłynęły na zwiększenie ilości wody odpływającej w tym okresie siecią melioracyjną [SZYMCZYK, CYMES 2004]. Dzięki temu już zimą odprowadzona została woda zretencjonowana w zlewni pod posta-

cią śniegu. Wraz z początkiem okresu wegetacyjnego 2000 roku drastycznie zmalała ilość opadów atmosferycznych, prowadząc do ujemnego bilansu wodnego w badanym dziale drenarskim. Obliczona średnia wartość parowania terenowego określona wzorami Iwanowa i Tichomirowa w pierwszej połowie okresu wegetacyjnego wykazywała tendencję wzrostową, osiągając w czerwcu maksymalną wartość 103 mm, czemu towarzyszyła najniższa w okresie badań wartość wskaźnika klimatycznego bilansu wodnego wynosząca -57 mm [CYMES, CYMES 2005]. We wszystkich badanych warstwach zanotowano gwałtowny spadek wilgotności gleby, obniżenie się poziomu wód gruntowych, a odpływ wody siecią melioracyjną w maju spadł do zera [SZYMCZYK, CYMES 2004]. Zapasy wody w glebie, w części punktów pomiarowych już w maju, a w części w czerwcu, osiągnęły najniższe wartości (rys. 4).

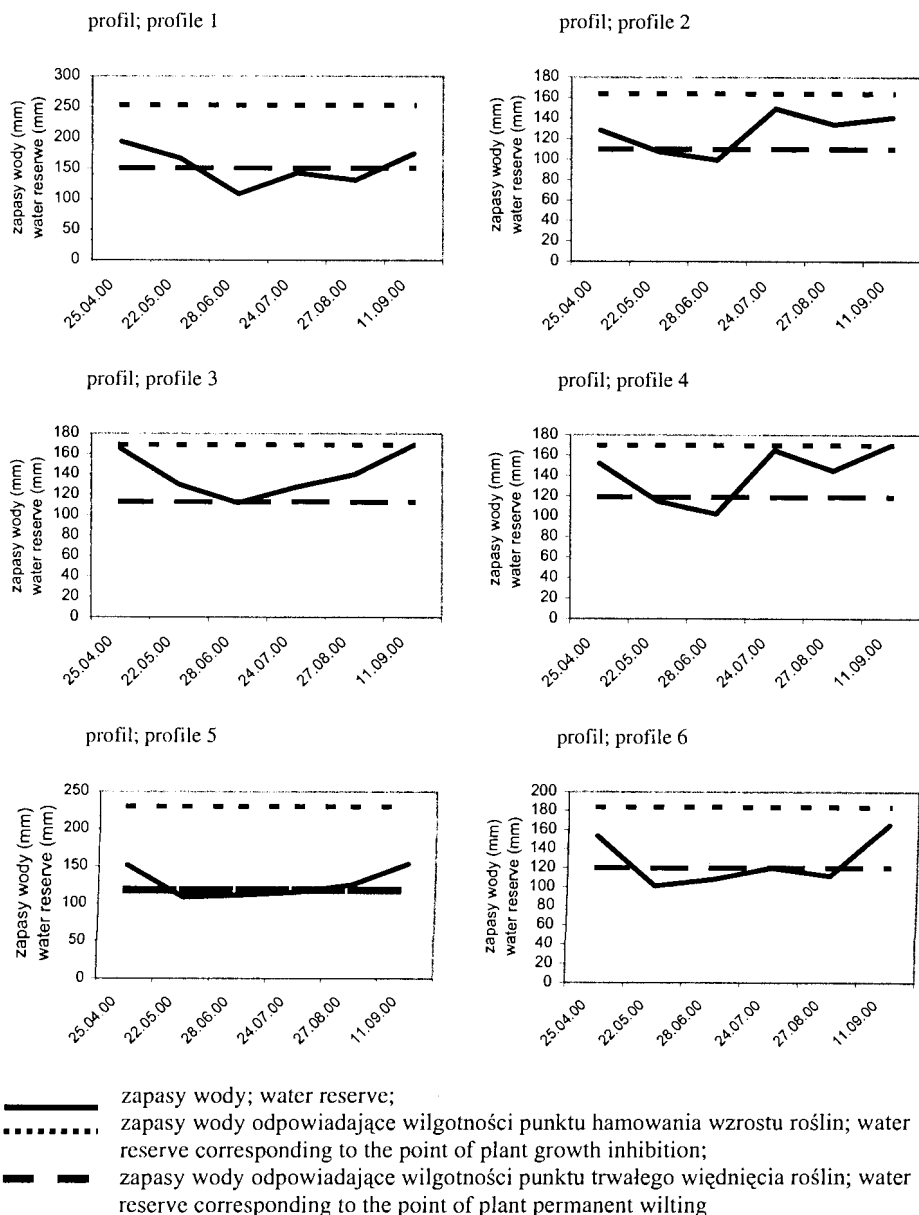


Rys. 3. Zmiany uwilgotnienia gleby w roku suchym w zależności od konfiguracji terenu

Fig. 3. Changes in soil moisture in a dry year with respect to land relief

Spadły wówczas do granicy wilgotności trwałego wędnięcia roślin lub weszły w zakres wody niedostępnej dla roślin. Wilgotność gleby w najpłytszej z badanych warstw (5–10 cm) była większa u podnóża zboczy niż na samych zboczach, przy czym największe różnice (15 %) wystąpiły w maju 2000 roku. W warstwie głębszej (20–25 cm) wilgotność gleby w roku o suchym charakterze w mniejszym stopniu zależała od położenia punktów pomiarowych w rzeźbie terenu (róż-

nice były mniejsze). W lipcu zanotowano nawet większą wilgotność na zboczach niż u ich podnóża. Podobną zależność w dłuższym przedziale czasu (od czerwca do końca roku hydrologicznego) zanotowano w warstwie 50–55 cm.



Rys. 4. Przebieg zmian zapasów wody w warstwie 0–50 cm w okresie wegetacyjnym 2000 roku w profilach pomiarowych

Fig. 4. Changes in water reserves in the layer of 0–50 cm in the vegetation period of 2000 in measurement profiles

Wyższe opady w lipcu i sierpniu spowodowały wzrost zasobów wody w glebie, jednak jej wilgotność utrzymywała się w przedziale wody trudno dostępnej dla roślin. Tylko w dwóch punktach pomiarowych we wrześniu zanotowano wilgotność gleby zbliżoną do wartości granicznej wody łatwo dostępnej dla roślin. Mimo, że opady atmosferyczne w sierpniu przewyższały średnią z wielolecia 1971–2001 dla tego miesiąca o 14 mm, nie wpłynęły na zmianę tendencji spadkowej zwierciadła wód gruntowych. Pod koniec okresu wegetacyjnego głębokość ich zalegania w badanej zlewni była bardzo urozmaicona: od 115 cm p.p.t. do 284 cm p.p.t. (rys. 2.), przy czym najbliżej powierzchni terenu zwierciadło wody występowało w piezometrach położonych u podnóża zboczy. Głębokości zwierciadeł wody pomierzone w piezometrach położonych na zboczach układały się w kolejności od najmniejszych (najpłytszych) dla punktów pomiarowych zlokalizowanych najniżej w terenie do największych (najgłębszych) dla punktów pomiarowych położonych najwyżej.

Po zakończeniu okresu wegetacyjnego 2000 roku zwierciadło wody gruntowej u podnóża zboczy powoli się podnosiło, natomiast w piezometrach położonych na zboczach obniżało się do stycznia 2001 roku osiągając w punkcie pomiarowym położonym najwyżej największą głębokość – 318 cm p.p.t. (rys. 2.). W okresie zimowym przeplatały się dni z dodatnimi i ujemnymi temperaturami powietrza. Dzięki temu gleba nie była zamrożona. W lutym, ze względu na kilkudniowe ocieplenie nastąpiło stopienie pokrywy śnieżnej, co doprowadziło do gwałtownego podniesienia się wód gruntowych do głębokości 0–20 cm p.p.t. i pełnego odtworzenia zasobów wody w glebie.

Wnioski

1. Na wahania poziomu wód gruntowych znaczny wpływ wywierały warunki atmosferyczne, z których oprócz ilości opadów atmosferycznych, największy wpływ miał rozkład temperatury powietrza decydujący zimą o ilości wody zretencjonowanej pod postacią śniegu, a wiosną – o tempie topnienia pokrywy śnieżnej i rozmarzania gleby.
2. W okresach zimowo-wiosennych, szczególnie w latach wilgotnych, woda gruntowa często występowała płytko pod powierzchnią terenu. Na poprawę tej sytuacji duży wpływ miałyby wykonanie zaprojektowanych zabiegów zwiększających intensywność dopływu wody do rurociągów drenarskich, zabezpieczonych na etapie realizacji inwestycji.
3. W 2000 roku o suchym charakterze wpływ rzeźby terenu na poziom zwierciadła wód gruntowych zaznaczał się wyraźniej niż w latach wilgotnych.
4. Zapasy wody w glebie w warstwie 0–50 cm w okresie wegetacyjnym suchego 2000 roku kształtowały się na poziomie wody trudno dostępnej, a w części badanej zlewni w maju lub czerwcu – nawet niedostępnej dla roślin.

Literatura

CYMES I., CYMES I. 2005. *Uwarunkowania gospodarki wodnej na zdrenowanych pastwiskach równiny Sępopolskiej. Cz. I. Warunki meteorologiczne.* Zesz. Probl. Post.

Nauk Rol. 506: 119–126.

GOTKIEWICZ J. 1996. *Rola pokrywy glebowej Pojezierza Mazurskiego i Równiny Sępolskiej w zachowaniu równowagi ekologicznej środowiska.* Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 431: 203–218.

GOTKIEWICZ J., SMOLUCHA J. 1996. *Ogólna charakterystyka przyrodnicza Pojezierza Mazurskiego i Równiny Sępolskiej.* Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 431: 9–18.

MOCEK A., DRZYMAŁA S., MASZNER P. 2000. *Geneza, analiza i klasyfikacja gleb.* Wydawn. AR w Poznaniu: 179.

MYŚLIŃSKA E. 1998. *Laboratoryjne badania gruntów.* Wydawn. Nauk. PWN: 180.

OOSTERBAAN R.J., NIJLAND H.J. 1994. *Determining the Saturated Hydraulic Conductivity. Drainage Principles and Applications.* ILRI Publications 16: 435–436.

PIĄŚCIK H., GOTKIEWICZ J., SMOLUCHA J., MORZE A. 1996. *Gleby mineralne w krajobrazach młodoglacjalnych Pojezierza Mazurskiego i Równiny Sępolskiej.* Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 431: 137–155.

SMEDEMA L.K., RYCROFT D.W. 1988. *Land Drainage, Planning and Design of Agricultural Drainage Systems.* B T Batsford Ltd London: 25.

SZYMCZYK S., CYMES I. 2004. *Wpływ ilości opadów i sposobu użytkowania terenu na odpływ składników nawozowych siecią drenarską z gleb ciężkich.* Nawozy i Nawożenie 2: 395–402.

Słowa kluczowe: stany wód gruntowych, wilgotność gleby, czarne ziemie, drenowanie

Streszczenie

Badania przeprowadzono w latach 1999–2001 na Równinie Sępolskiej w pobliżu Lidzbarka Warmińskiego na użytkach zielonych położonych na czarnych ziemiach. Wahania zwierciadła wody gruntowej w okresie zimowo-wiosennym zależały od ilości opadów atmosferycznych oraz występowania okresów z temperaturami ujemnymi, podczas których opady były retencjonowane pod postacią śniegu na powierzchni terenu i okresów z temperaturami dodatnimi, które tę wodę uruchamiały. Brak zabiegów zwiększających intensywność dopływu wody do sieci drenarskiej podczas realizacji inwestycji, było przyczyną częstego występowania w okresach zimowo-wiosennych wody gruntowej płytko pod powierzchnią terenu. W okresie wegetacyjnym 2000 roku zanotowano małą ilość opadów atmosferycznych (mniejszą od średniej sumy z porównywanego wielolecia o 114 mm), wysoką średnią temperaturę powietrza (wyższą o 1,5°C od średniej z wielolecia) oraz parowanie terenowe. Elementy te spowodowały spadek zapasów wody w glebie w warstwie 0–50 cm do poziomu wody trudno dostępnej, a nawet niedostępnej dla roślin oraz znaczne obniżenie się zwierciadła wód gruntowych w badanej zlewni, które we wrześniu w zależności od położenia w rzeźbie terenu osiągnęło głębokość od 115 cm p.p.t. do 284 cm p.p.t. Najwyższy poziom zwierciadła wody gruntowej stwierdzono u podnóża zboczy, a na zboczach układał się w zależności od wysokości położenia punktów pomiarowych w terenie: im wyżej był położony piezometr, tym głębiej występował poziom wody.

FACTORS INFLUENCING WATER MANAGEMENT
ON DRAINED PASTURES IN THE SĘPOPOLSKA PLAIN

PART II

VARIATION IN GROUNDWATER LEVELS AND SOIL MOISTURE

Ireneusz Cymes, Iwona Cymes

Department of Land Reclamation and Environmental Management,
University of Warmia and Mazury, Olsztyn

Key words: groundwater level, soil moisture, black earths, drainage

Summary

The investigations on grasslands located on black earths were carried out in the Sępopolska Plain near the town of Lidzbark Warmiński in the years 1999–2001. Fluctuations of groundwater level in the winter-spring period depended on precipitation amounts and periods with minus air temperatures when snow retention occurred and the periods of plus temperatures, which activated the water. Shallow levels of groundwater during winter-spring periods occurred more often due to the lack of activities increasing the water flow into the drainage network. During the vegetation period of 2000 low precipitation sums (lower by 114 mm than the average for the reference multi-annual period), high average air temperature (higher by 1.5°C than the average for the reference multi-annual period) as well as evapotranspiration were noted. These components caused the decrease in water storage in a soil layer from 0–50 cm to the layer of water hard to reach by plants or even not available for plants as well as a significant decrease in groundwater level to the depth of 115–284 cm b.s.s. The highest level of groundwater was stated at the foot-slope. Along down the hill slopes, water depended on the location of a measurement site: the higher was a piezometer installed, the lower was the water level.

Dr inż. Ireneusz **Cymes**
Katedra Melioracji i Kształtowania Środowiska
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski
Plac Łódzki 2
10-719 OLSZTYN
e-mail: irecym@uwm.edu.pl