

PAWEŁ KOZACZYK, CZESŁAW PRZYBYŁA

## ZRÓŻNICOWANIE GOSPODARKI WODNEJ GLEB POJEZIERZA POZNAŃSKIEGO W ZMIENNYCH WARUNKACH POGODOWYCH

### DIFFERENTIATION OF SOIL WATER MANAGEMENT IN POJEZIERZE POZNAŃSKIE UNDER VARIOUS METEOROLOGICAL CONDITIONS

Katedra Melioracji, Kształtowania Środowiska i Geodezji  
Akademii Rolniczej im. Augusta Cieszkowskiego w Poznaniu

*Abstract:* The results permitted to carry out a quantitative analyses of the arable land in conditions of different land configuration. The dynamics of soil water content in the unsaturated zone was studied during vegetation period in the year 1996 and 1997. The dynamics of soil moisture and water balance was shown. The soil water management determines the amount of water available for plants in the growing season as well as the amount of water percolating through the soil to ground water.

*Słowa kluczowe:* bilans wodny gleb, deficyt wody, poziom wód gruntowych, ukształtowanie terenu, wilgotności gleby.

*Key words:* soil water balance, soil water deficit, ground water table, land configuration, soil moisture.

## WSTĘP

Bilans wodny kształtowany jest przede wszystkim przez warunki meteorologiczne, głównie zaś przez ilość i rozkład opadów atmosferycznych oraz ewapotranspirację rzeczywistą. Woda glebowa jest dynamicznym składnikiem gleby, ulegającym zmianom w cyklu rocznym. Zmiany te są zależne od dopływu wody do gleby, jej krążenia w obrębie gleby oraz odpływu wody poza profil glebowy. Istotnym czynnikiem gospodarki wodnej gleb jest także poziom występowania zwierciadła wód gruntowych oraz ich wpływ na uwilgotnienie wierzchnich warstw gleby, [Szafranski 1988, Marcinek, Wiślańska 1984, Marcinek i in. 1994]. Gospodarka wodna gleb decyduje zarówno o ilości wody dostępnej dla roślin w sezonie wegetacyjnym, jak również o ilości wody infiltrującej przez glebę do wód gruntowych. Badania prowadzono na powierzchni

doświadczalnej Katedry Melioracji, Kształtowania Środowiska i Geodezji w miejscowości Sapowice oddalonej od Poznania o około 30 km w kierunku zachodnim. Teren ten tworzy falista morena denną stanowiąca część Pojezierza Poznańskiego. Bezpośrednio teren badań znajdował się w obszarze oddziaływania strefy peryglacjalnej zlodowacenia bałtyckiego stadiału poznańskiego. Materiałami macierzystymi są tutaj przeważnie gliny zwałowe, spiaszczone w górnych warstwach.

Celem prowadzonych badań była ocena gospodarki wodnej gleb płowych, a więc tego typu gleb, które w Wielkopolsce odgrywają istotną rolę ze względu na zajmowany przez nie areal, jak i potencjalne możliwości produkcyjne.

## MATERIAŁ I METODY

Analizę wyników badań przeprowadzono na tle przebiegu warunków meteorologicznych dla okresów wegetacyjnych 1996 i 1997 roku. Do analizy wybrano 3 profile glebowe: glebę płową zaciekową znajdującą się na wierzchołku wyniesienia o rzędnej terenu 86,03 m n.p.m. (profil 1), glebę płową typową, która znajdowała się na zboczu o rzędnej terenu 84,65 m.n.p.m (profil 2) oraz glebę płową, gruntowo glejową, z deluwialnie pogłębionym poziomem próchnicznym, o rzędnej terenu 83,50 m n.p.m., umiejscowioną u podnóża zbocza (profil 3). Na stanowiskach badawczych prowadzono systematycznie pomiary wilgotności gleby metodą neutronową w odstępach dwutygodniowych na głębokościach 15, 40, 70 i 100 cm oraz pomiary położenia zwierciadła wód gruntowych. Rośliną, którą uprawiano na powierzchniach doświadczalnych, była pszenica ozima. Na obiekcie znajdował się własny posterunek meteorologiczny, w którym prowadzono codzienne pomiary opadów atmosferycznych. Ewapotranspirację rzeczywistą w półroczu zimowym (IX–III) obliczono metodą Konstantinowa [Konstantinow 1963, Miler 1997], natomiast w okresie wegetacyjnym (IV–IX) metodą Penmana [1948] w modyfikacji francuskiej [Sarnacka i in. 1988]. Ponadto oznaczono krzywe retencyjności wodnej gleb, stosując komory ciśnieniowe Richardsa [1948].

## WYNIKI I DYSKUSJA

Średnie sumy opadów zestawionych z wielolecia 1987/1988 do 1996/1997 według posterunku opadowego Sapowice wynosiły: dla lat hydrologicznych 487,0 mm, dla półrocza zimowego odpowiednio 189,2 mm, a dla okresu wegetacyjnego 297,8 mm. Lata hydrologiczne 1995/1996 i 1996/1997 zakwalifikowano odpowiednio do mokrych i średniomokrych. W obu przypadkach opady przekraczały średnią z wielolecia: w pierwszym o 80,1 mm, a w drugim 56,7 mm. Temperatury w obu analizowanych latach były niższe od średniej z wielolecia odpowiednio o 1,3 i 0,9 °C. Okresy wegetacyjne obu lat były wilgotne i chłodne. W roku 1996 opad przekroczył średnią o 143,3 mm, a w 1997 o 83,9 mm. Temperatura powietrza była odpowiednio niższa o 1 i 0,5 °C. Półrocza zimowe obu lat okazały się najbardziej suchymi i zimnymi w okresie prowadzonych badań. W roku 1996 opad był niższy od średniej z wielolecia o 57,2 mm, a temperatura o 1,7 °C. W roku 1997 odpowiednio o 55,6 mm i 1,5 °C.

TABELA 1. Niektóre właściwości fizyczne i wodne badanych gleb – TABLE 1. Some physical and moisture properties of investigated soils

Profil Profile	Poziom. genet. Genetic horizon	Głębok. Depth [cm]	Tekstura Texture	Gęstość fizy stałej Soil parti- cles density	Gęstość obj. gleby Bulk density	Porowa- tość Porosity	Materia organicz. Organic matter	Zawartość wody w warstwie przy pF: Water content in layer at pF:			Współczynniki infiltracji ustalonej [m·s <sup>-1</sup> ] na głębokości [m] Percolation [m·s <sup>-1</sup> ] on the depth [m]		
								[Mg·m <sup>-3</sup> ]	[%]	[m <sup>3</sup> ·m <sup>-3</sup> ]	3,0	4,2	0,00
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
1	Ap	30	ps	2,65	1,64	0,38	1,44	44,1*10 <sup>-5</sup>	10,8*10 <sup>-5</sup>	2,4*10 <sup>-5</sup>			
	A2	20	ps	2,65	1,64	0,38	0,53	29,4*10 <sup>-5</sup>	7,2*10 <sup>-5</sup>	1,6*10 <sup>-5</sup>			
	B/C	30	pgl	2,65	1,69	0,36	0,63	49,8*10 <sup>-5</sup>	17,7*10 <sup>-5</sup>	4,8*10 <sup>-5</sup>			
	C	40	pgl	2,65	1,69	0,36	0,75	66,4*10 <sup>-5</sup>	23,6*10 <sup>-5</sup>	6,4*10 <sup>-5</sup>			
	Suma w warstwie – Sums in layer:												
2	0–50 cm												
	0–100 cm												
	Ap	30	ps	2,65	1,66	0,37	1,34	44,1*10 <sup>-5</sup>	10,8*10 <sup>-5</sup>	2,4*10 <sup>-5</sup>			
	A/E	8	ps	2,65	1,66	0,37	0,69	11,8*10 <sup>-5</sup>	2,9*10 <sup>-5</sup>	0,6*10 <sup>-5</sup>			
	Eet	12	ps	2,65	1,67	0,37	0,61	17,6*10 <sup>-5</sup>	4,3*10 <sup>-5</sup>	1,0*10 <sup>-5</sup>			
B1t	45	pgn	2,65	1,68	0,36	0,44	102,2*10 <sup>-5</sup>	53,6*10 <sup>-5</sup>	18,9*10 <sup>-5</sup>				
C	25	pgl	2,65	1,69	0,36	0,42	41,5*10 <sup>-5</sup>	14,8*10 <sup>-5</sup>	4,0*10 <sup>-5</sup>				
	Suma w warstwie – Sums in layer												
3	0–50 cm												
	0–100 cm												
	Ap	30	ps	2,65	1,67	0,36	1,75	44,1*10 <sup>-5</sup>	10,8*10 <sup>-5</sup>	2,4*10 <sup>-5</sup>			
	A2	20	ps	2,65	1,68	0,36	0,40	29,4*10 <sup>-5</sup>	7,2*10 <sup>-5</sup>	1,6*10 <sup>-5</sup>			
	A/E	10	pgl	2,65	1,69	0,36	0,38	16,6*10 <sup>-5</sup>	5,9*10 <sup>-5</sup>	1,6*10 <sup>-5</sup>			
	Eet	20	pgn	2,65	1,71	0,35	0,41	45,4*10 <sup>-5</sup>	23,8*10 <sup>-5</sup>	8,4*10 <sup>-5</sup>			
	Btgg	40	gc	2,65	1,78	0,32	0,48	104,8*10 <sup>-5</sup>	63,2*10 <sup>-5</sup>	25,2*10 <sup>-5</sup>			
	Suma w warstwie – Sums in layer												
	0–50 cm												
	0–100 cm												
	Suma w warstwie – Sums in layer												
	4,0*10 <sup>-5</sup>												
	23,7*10 <sup>-5</sup>												
	1,5*10 <sup>-5</sup>												
	1,1*10 <sup>-5</sup>												
	2,6*10 <sup>-5</sup>												
	2,2*10 <sup>-5</sup>												
	0,6*10 <sup>-5</sup>												
	0,4*10 <sup>-5</sup>												

TABELA 2. Klimatyczne bilanse wodne badanego terenu według danych meteorologicznych posterunku Sapowice.

TABLE 2. Climate water balance of investigated area according to Sapowice meteorological station

EBW*	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	Suma Sums XI-X
	mm												
Ps	46	49	32	41	44	41	50	61	79	58	51	29	581
ETR	12	13	14	19	33	44	65	70	88	62	34	27	481
Ps- ETR	34	36	18	22	11	-3	-15	-9	-9	-4	17	2	100

\*Elementy bilansu wodnego, water balance components: Ps – opad średni, mean precipitation [mm], ETR – średnia ewapotranspiracja rzeczywista [mm] z lat 1988-1997, mean real evapotranspiration from 1988-1997

W tabeli 1 przedstawiono niektóre właściwości fizyczne i wodne badanych gleb.

Gęstość objętościowa zmieniała się od  $1,64 \text{ Mg} \cdot \text{cm}^{-3}$  w profilu 1 do  $1,78 \text{ Mg} \cdot \text{cm}^{-3}$  w profilu 3. Zawartość materii organicznej jest mała i zawiera się w wierzchniej warstwie od 1,34% (profil 2) do 1,75% (profil 3). Zawartość wody przy pF 2,0 w 1-metrowej warstwie gleby kształtuje się od 156 mm w profilu 1 do 188 mm w profilu 3.

W tabeli 2 przedstawiono klimatyczny bilans wodny dla posterunku opadowego Sapowice z lat 1988 do 1997. Wynika z niej, że w miesiącach od kwietnia do sierpnia wystąpiła przewaga ewapotranspiracji nad opadami. Jednak w całym roku dla tego

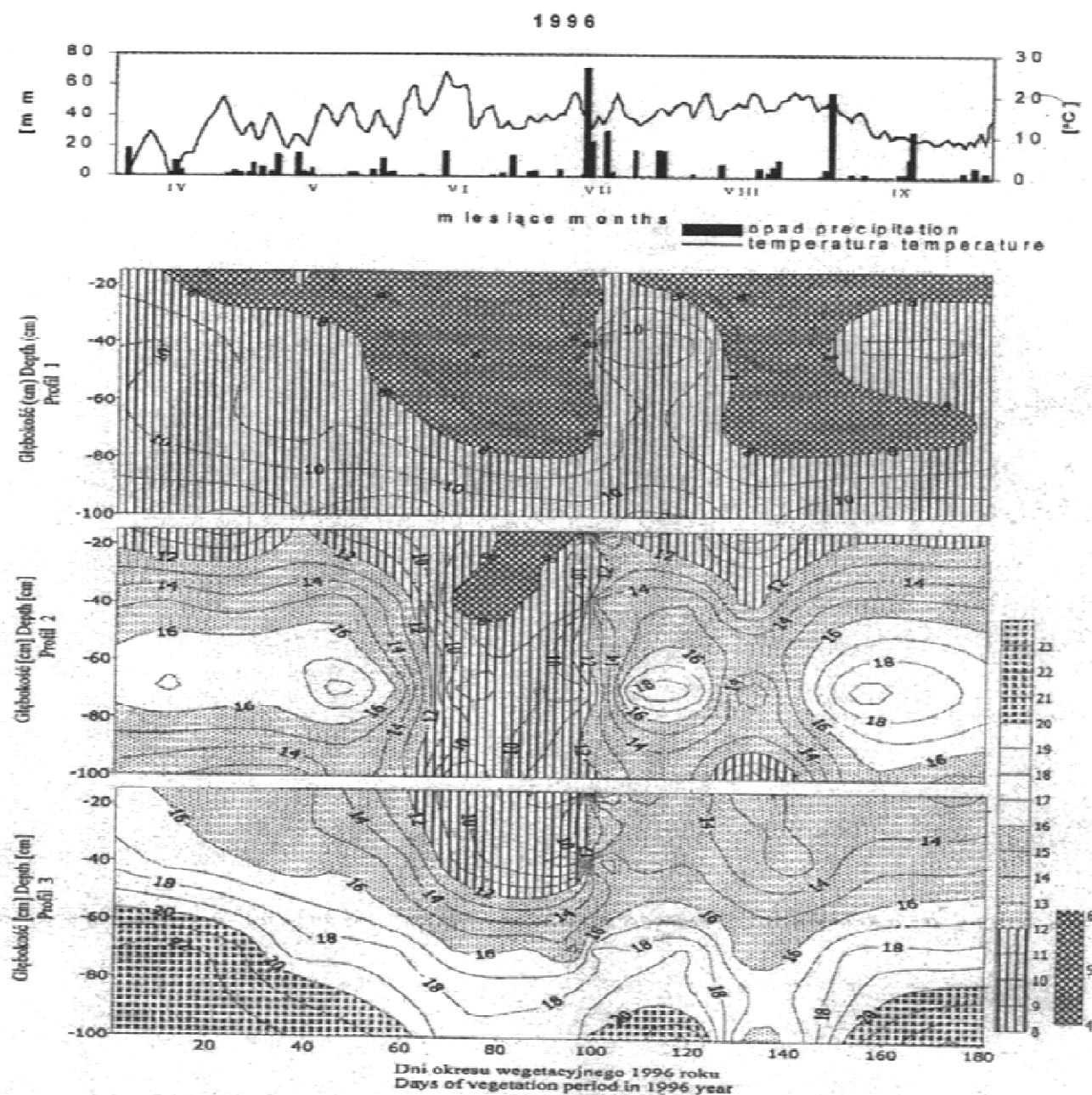
terenu istnieje przewaga opadów nad parowaniem w ilości około 100 mm. Jednak w latach zaliczonych do średnio-mokrych bądź mokrych występowały miesiące letnie, w których obserwowano przewagę opadów nad parowaniem. Miało to miejsce w okresie wegetacji 1996 od lipca do września, a 1997 w kwietniu, lipcu i wrześniu (tab. 3).

TABELA 3. Stosunek ewapotranspiracji rzeczywistej do opadu zmierzonego w okresach wegetacyjnych 1996 i 1997.

TABLE 3. The ratio of real evapotranspiration to measured precipitation in 1996 and 1997 vegetation periods

Miesiące Months	1996		1997	
	Ewapotranspi- racja rzeczywista Real evapotrans- piration [mm]	Opad Precipi- tation [mm]	Ewapotranspira- cja rzeczywista Real evapotrans- piration [mm]	Opad Precipi- tation [mm]
IV	52,9	37,9	38,8	44,8
V	74,2	59,7	66,9	51,3
VI	76,5	32,0	79,4	70,6
VII	71,9	172,9	90,3	123,8
VIII	74,7	87,0	77,3	57,2
IX	32,1	50,6	36,9	34,0
Suma (IV-IX)	382,3	440,1	389,6	381,7

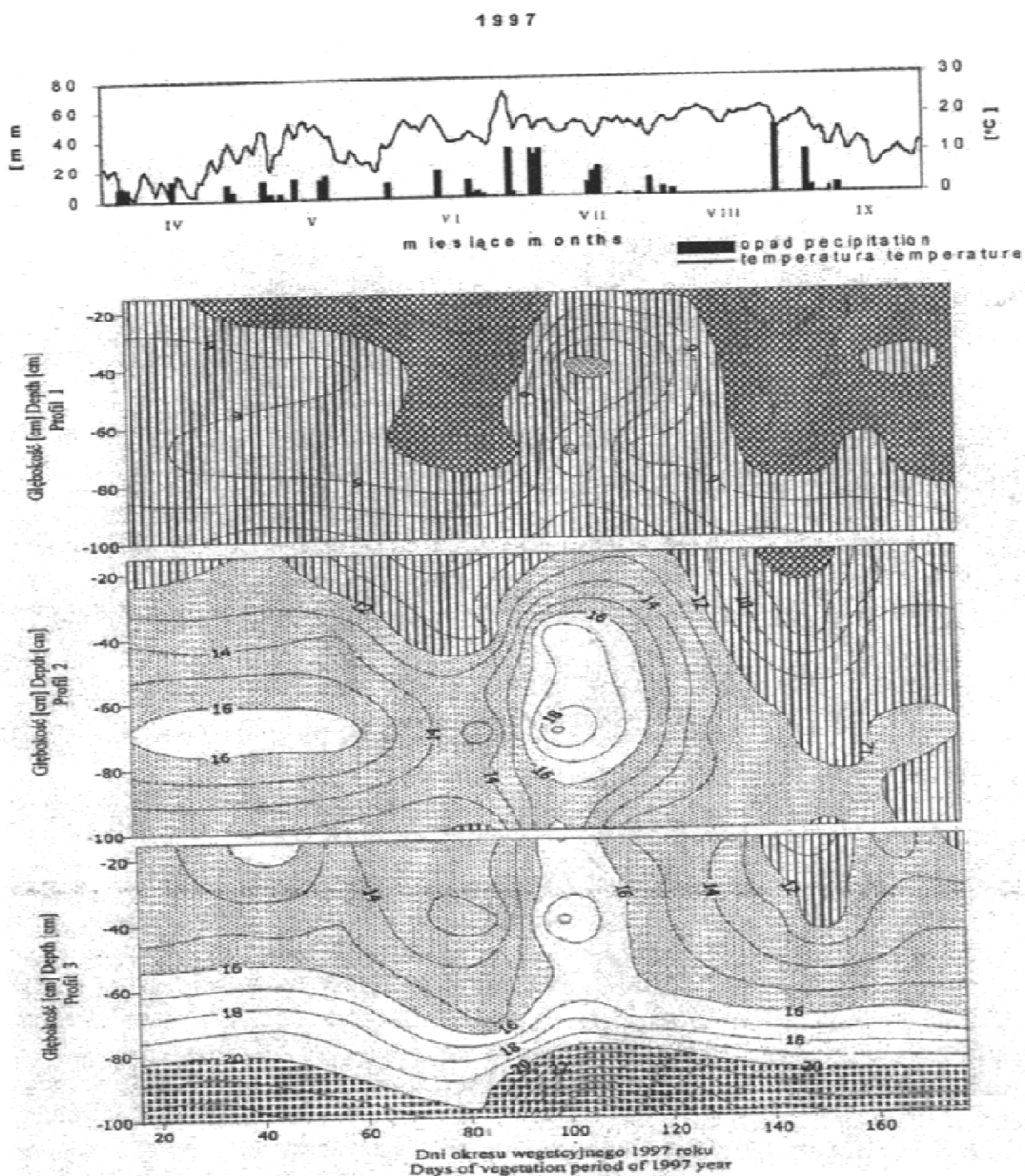
Na rysunku 1 i 2 przedstawiono metodą krigingu hydrochroniozoplety dla trzech badanych profili glebowych w okresach



RYSUNEK 1. Zmiany zawartości wody w strefie nienasyconej gleb na wierzchołku (profil 1), zboczu (profil 2) i u podnóża (profil 3) w roku 1996

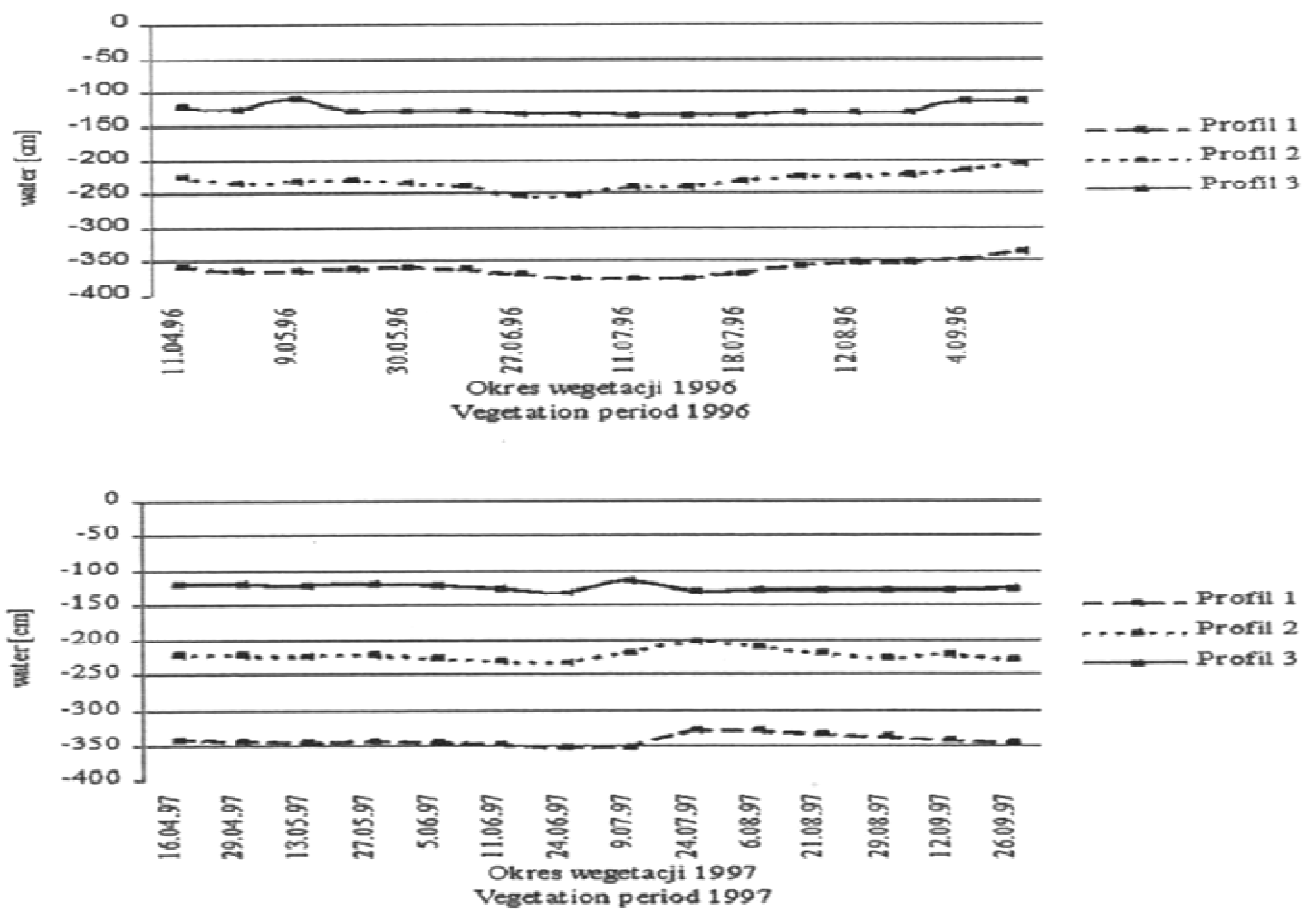
FIGURE 1. Changes of soil water content in unsaturated zone of soil at the top (profile 1), on the slope (profile 2) and at the foot (profile 3) in the year 1996

wegetacji 1996 i 1997 roku. Odmiennie zaznaczono poszczególne procentowe przedziały wilgotności (do 8%, 8–12%, 12–16%, 16–20%, 20–26% i powyżej 26%). Do najsilniej przesuszonego należał profil 1. W 1996 roku od początku maja przesuszenie zaczęło się pogłębiać, aby w początkowych dniach lipca osiągnąć głębokość prawie 80 cm. W roku 1997 było podobnie, aczkolwiek przesuszanie rozpoczęło



RYСУNEK 2. Zmiany zawartości wody w strefie nienasyconej gleb na wierzchołku (profil 1), zboczu (profil 2) i u podnóża (profil 3) w roku 1997

FIGURE 2. Changes of soil water content in unsaturated zone of soil at the top (profile 1), on the slope (profile 2) and at the foot (profile 3) in the year 1997



RYSUNEK 3. Położenie zwierciadła wód gruntowych w okresach wegetacji 1996 i 1997

FIGURE 3. Ground water levels in the vegetation season of 1996 and 1997 year

się później. W obu latach wilgotność w tym profilu nie przekroczyła 12% objętościowych. Wpływ na to miał niewątpliwie wysoki współczynnik infiltracji i perkolacji (tab.1), jak również nisko układające się zwierciadło wody gruntowej nie mające żadnego wpływu na podsiąk kapilarny (rys. 3). Bardziej zróżnicowana była wilgotność w profilu 2. Miało to związek z jego budową morfologiczną (piasek gliniasty na głębokości 60 cm) jak również położeniem na zboczu i możliwością dopływu wody z terenów położonych wyżej. Duże przesuszenie występowało tylko od początku czerwca do początku lipca. W roku 1997 tak dużego przesuszenia tego stanowiska nie zaobserwowano. Woda gruntowa zalegała średnio przez oba lata na głębokości 230 cm poniżej powierzchni terenu (rys. 3) i nie miała wpływu na uwilgotnienie wierzchnich warstw tego profilu przez podsiąk kapilarny. Do najbardziej wilgotnych należał profil 3 znajdujący się u podnóża zbocza. Profil glebowy nie ulegał takiemu przesuszeniu jak profile 1 i 2. Ma to związek z wysokim położeniem poziomu zwierciadła wód gruntowych, które średnio przez obydwa okresy wegetacyjne wahały się na poziomie około 1 m poniżej powierzchni terenu. W konsekwencji tego możliwy był dopływ wody do wierzchnich warstw tego profilu glebowego poprzez podsiąk kapilarny.

Pomimo podobnej budowy profili glebowych oraz takiego samego sposobu rolniczego użytkowania terenu duże znaczenie dla procesu uwilgotnienia miało umiejscowienie w reliefie. Do najbardziej narażonych na przesuszenie należały profile umiejscowione na wierzcholinie i zboczu stoku. Zwierciadło wód gruntowych układało się w nich głęboko i nie miało wpływu na uwilgotnienie w analizowanych poziomach profili glebowych. Inna sytuacja miała miejsce w profilu 3, który znajdował się u podnóża stoku. Przez cały okres badań był on najbardziej wilgotny ze względu na zasilanie wodą z terenów położonych powyżej oraz wysoki poziom wód gruntowych.

## WNIOSKI

W wyniku przeprowadzonych badań można sformułować następujące wnioski:

1. Na gospodarkę wodną gleb oprócz warunków meteorologicznych wpływ miało usytuowanie ich w reliefie.
2. Przebieg dynamiki zmian wód gruntowych uzależniony był od wielkości opadów oraz ich rozkładu w kolejnych miesiącach okresu wegetacyjnego.
3. Profil usytuowany na wierzchołku wzniesienia był najbardziej przesuszany. Woda gruntowa znajdowała się głęboko i nie miała wpływu na zasilanie wierzchnich warstw gleby poprzez podsiąk kapilarny.
4. Najbardziej wilgotnym w okresie badań był profil umiejscowiony u podnóża stoku. Miało to związek z wysokim położeniem zwierciadła wody gruntowej oraz skutecznym podsiąkiem kapilarnym dochodzącym do wierzchnich warstw badanej gleby.

## LITERATURA

- KONSTANTINOW A. 1963: *Isparenie v prirode*. Hidrologičeskoe-Izdatel'stvo, Leningrad.
- MARCINEK J., WIŚLAŃSKA A. 1984: Asocjacje czarnych ziem i gleb płowych falistej moreny dennej Równiny Kościańskiej. *Rocz. AR w Poznaniu* 149: 65–81.
- MARCINEK J., SPYCHAŁSKI M., KOMISAREK J. 1994: Dynamika wody w glebach autogenicznych i semihydrogenicznych w układzie toposekwencyjnym falistej moreny dennej Pojezierza Poznańskiego. *Rocz. AR w Poznaniu* 247: 131–145.
- MILER A. 1997: Zastosowanie metody Konstantinowa do obliczania parowania terenowego w zlewniach rzecznych. *Mat. II Konf. Nauk. nt: „Przyrodnicze i techniczne problemy ochrony i kształtowania środowiska rolniczego”*. Wyd. AR Poznań: 124–129.
- PENNMAN, H.L. 1948: Natural evaporation from open water, bare soil and grass. *Proc. R. Soc. London, Ser. A*. 193: 120–145.
- RICHARDS L.A. 1948: Porous-plate apparatus for measuring soil - moisture tension. *Soil Sci.* 66: 105–110.
- SARNACKA S., ROGUSKI W., DRUPKA S. 1988: Instrukcja wyznaczania potrzeb i niedoborów wodnych roślin uprawnych - C.P.B.R. - 10.8 Melioracje i Gospodarka wodna w Rolnictwie: Falenty.
- SZAFRAŃSKI CZ. 1988: Stany wody gruntowej na tle ukształtowania meliorowanego terenu. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 359.

dr inż. Paweł Kozaczyk  
61-691 Poznań ul. Piątkowska 94  
[e-mail kozpawel@poczta.onet.pl](mailto:kozpawel@poczta.onet.pl)