

POZNAN 2000

ROLNICTWO



ROZCZNIKI  
AKADEMII ROLNICZEJ  
W POZNANIU  
CCCXVIII

7  
2000

CZESŁAW PRZYBYŁA, PAWEŁ KOZACZYK

## WPLYW RELIEFU NA GOSPODARKE WODNA TYPOWYCH GLEB POJEZIERZA POZNAŃSKIEGO

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

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

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

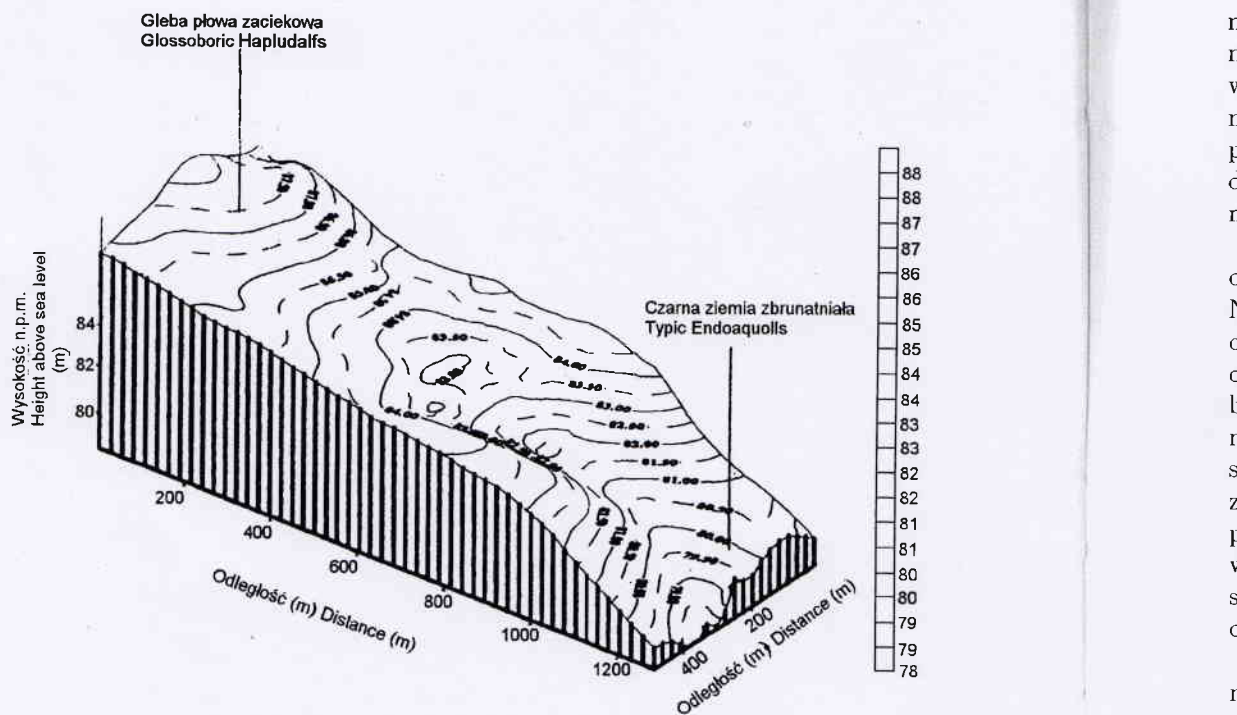
### Wstęp

Dynamika uwilgotnienia gleb, przemieszczanie się wody w profilu glebowym oraz wielkość spływów powierzchniowych i podpowierzchniowych w terenach fali-  
stych mają wpływ na kształtowanie bilansów wodnych gleb oraz ważne znaczenie w ocenie potrzeb melioracji (Feddes 1986, Kosturkiewicz i Szafranski 1983, Przybyła i Kozaczyk 1994). Istotnym czynnikiem gospodarki wodnej gleb na tych terenach jest także poziom występowania zwierciadła wód gruntowych oraz ich wpływ na uwilgotnienie wierzchnich warstw gleby (Solarski 1973, Szafranski 1988, Marcinek i Wiślańska 1984, Marcinek i in. 1994). Zróżnicowanie reliefu w krajobrazie rolniczym ma zdecydowany wpływ na gospodarkę wodną gleb i może definiować potrzeby stosowania nawodnień na terenach intensywnie użytkowanych rolniczo. Gospodarka wodna gleb decyduje zarówno o ilości wody dostępnej dla

roślin w sezonie wegetacyjnym, jak i o ilości wody infiltrującej przez glebę do wód gruntowych.

## Material i metody

Celem prac prowadzonych badań było określenie wpływu położenia badanych profili glebowych w reliefie na ich gospodarkę wodną. Badania prowadzono na powierzchni doświadczalnej Katedry Melioracji i Kształtowania Środowiska Akademii Rolniczej w Poznaniu w miejscowości Sapowice oddalonej od Poznania o około 30 km w kierunku zachodnim. Teren ten tworzy falista morena denna tworząca część Pojezierza Poznańskiego. Bezpośrednio teren badań znajdował się w obszarze oddziaływania strefy peryglacialnej zlodowacenia bałtyckiego stadiała poznańskiego. Materiałami macierzystymi są tutaj przeważnie gliny zwałowe, spiaszczone w górnych warstwach. Do analizy wybrano dwa profile glebowe: glebę płową zaciekową, która znajdowała się na wierzchołku wyniesienia oraz czarną ziemią zbrunatniałą



Ryc. 1. Lokalizacja punktów badawczych w Sapowicach  
Fig. 1. The scheme of sample spots in Sapowice

umiejscowioną w badawczych profilach w odstępach pomiarów położonych powierzchniach nek meteorologicznych. Ewaporimetrem metodą Konstara w sezonie wegetacyjnym (i in. 1988). Pomiar ciśnienia wykresienia hydrografu wykonano na po-

Na podstawie danych o wilgotności gleby określono stan wilgotności gleby mokrego. Jedną z przyczyn wystąpiły różnice poziomów poszczególnych dług PN-R-040: nych profili gleb

W warunkach opadów nad parcie Nie jest to jedn: opadów nad parcie około 30 mm. M: bowiem opady b: na początku ok: sunku do połow: ziemi wysoko uk: pić podsiąk kap: w połączeniu z: stanowiska z te: odpływ gruntow:

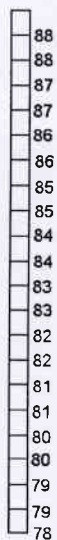
W pierwszym: noszący 130 mm: całym sezonie: się czerwiec, w: szła opady (ryc

głębę do wód

enia badanych  
adzano na po-  
riska Akademii  
nia o około 30  
tworząca część  
v obszarze od-  
poznńskiego.  
szczone w gór-  
wą zaciekową,  
ą zbrunatniałą

runatniała  
s

Distance (m)



umiejscowioną w lokalnym obniżeniu terenowym (ryc. 1). Na obu 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 obu powierzchniach 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 w modyfikacji francuskiej (Sarnacka i in. 1988). Ponadto oznaczono krzywe retencyjności wodnej gleb, stosując komory ciśnieniowe Richardsa (1948). Wyniki badań terenowych wykorzystano do wykreślenia hydroizoplei – linii łączących punkty o tej samej wilgotności, które wykonano na podstawie programu „Surfer”, metodą krigingu.

## Wyniki

Na podstawie prowadzonych stacjonarnie pomiarów dynamiki zmian wilgotności gleby okres wegetacji 1996 roku można zaliczyć pod względem opadów do mokrego. Jednak ich rozkład był bardzo nierównomierny, co spowodowało, że wystąpiły również okresy, w których obserwowano wyraźne wysuszenie wierzchnich poziomów analizowanych gleb. Dynamikę zmian zapasów wody glebowej w poszczególnych warstwach przedstawiono na tle składu granulometrycznego według PN-R-04033 (1998) oraz podstawowych parametrów fizyko-wodnych badanych profili glebowych (ryc. 2, tab. 1).

W warunkach klimatycznych Pojezierza Poznańskiego zdecydowana przewaga opadów nad parowaniem rzeczywistym występuje w miesiącach jesienno-zimowych. Nie jest to jednak regułą, gdyż analizując rycinę 2 można zauważyć, że przewaga opadów nad parowaniem w półroczu zimowym 1995/96 nie była duża i wyniosła około 30 mm. Miało to związek z suchym półroczem zimowym tego roku. Wtedy bowiem opady były niższe od średniej z wielolecia 1988/97 o ponad 50 mm. Dlatego na początku okresu wegetacji, 11 kwietnia, w glebie płowej deficyt wody w stosunku do połowej pojemności wodnej wyniósł 44 mm (tab. 2). Natomiast w czarnej ziemi wysoko układające się zwierciadło wody gruntowej sprawiło, że mógł wystąpić podsiąk kapilarny do bilansowanej 100-centymetrowej warstwy gleby. Proces w połączeniu z dopływem powierzchniowym i podpowierzchniowym wody do tego stanowiska z terenów leżących powyżej (ryc. 1) spowodował, że wystąpił tutaj odpływ gruntowy wynoszący około 2 mm.

W pierwszych trzech miesiącach okresu wegetacyjnego zanotowano opad wynoszący 130 mm, co stanowiło tylko 30% ogólnej sumy opadów, która wystąpiła w całym sezonie wegetacyjnym (436 mm). Zdecydowanie najbardziej suchym okazał się czerwiec, w którym ewapotranspiracja rzeczywista ponad dwukrotnie przewyższała opady (ryc. 3). Dlatego pomiar wilgotności wykonany 8 lipca przed opadami

Tabela 1

Niektóre właściwości fizyczne i wodne badanych gleb  
Some physical and moisture properties of the investigated soils

Profil Profile	Warstwa Layer (cm)	Skład granulo- metryczny Soil texture	Substan- cja orga- niczna Organic matter (%)	Gęstość	Gęstość	Poro- watość Poro- sity ( $\text{m}^3 \cdot \text{m}^{-3}$ )	Zawartość wody w			Współczynniki infiltracji	
				fazy stałej	objętościo- wa gleby		warstwie przy pF:			ustalonej ( $\text{cm} \cdot \text{h}^{-1}$ )	
				Soil particles density $\text{Mg} \cdot \text{m}^{-3}$	Bulk density		in layer at pF:			na głębokości (m)	
							2,0	3,0	4,2	0,00	0,35
Płowa zaciekowa Glossoboric Hapludalfs	0-30	piasek	1,44	2,65	1,64	0,38	44,1	10,8	2,4	9,3	7,8
	30-50	piasek słabo- gliniasty	0,53	2,65	1,64	0,38	29,4	7,2	1,6		
	50-80	piasek gliniasty	0,63	2,65	1,69	0,36	49,8	17,7	4,8		
	80-100	piasek gliniasty	0,75	2,65	1,69	0,36	66,4	23,6	6,4		
Czarna ziemia zbrunatniała Typic Epiaquolls	0-25	glina	3,72	2,65	1,64	0,36	56,8	29,8	10,5	1,4	1,1
	25-40	piasek gliniasty									
	40-50	glina	1,57	2,65	1,75	0,32	22,7	11,9	4,2		
	50-100	piaszczysta glina	2,31	2,65	1,77	0,31	137,0	109,0	63,0		

(A)  
Głębokość poniżej  
powierzchni terenu (cm)  
Depth below surface (cm)

(B)  
Głębokość poniżej  
powierzchni terenu (cm)  
Depth below surface (cm)

Ryc. 2. Za

Fig. 2. Gr

(tab. 2) wykaz  
1-metrowej wa-  
czarnej ziemi  
w stosunku do  
darce wodnej i  
i wyniósł 86 m  
był zaobserwo-  
terenów położ-  
uzupełnienia d-  
ciekowej zabra



Tabela 2

Retencja wody w odniesieniu do polowej pojemności wodnej (Ppw)  
i charakterystycznych okresów  
Soil water retention in relation to the field capacity (Ppw) and soil moisture  
in characteristic periods

Poziom genetyczny Genetic horizon	Warstwa Layer (cm)	Miąższość warstwy Thickness (cm)	Zawartość wody w glebie przy Ppw: Soil water content at Ppw		Wilgotność gleby Soil moisture at date (mm)			
			m <sup>3</sup> ·m <sup>-3</sup>	mm	11.04.	8.07.	10.07.	4.09.
					1996	1996	1996	1996
Gleba płowa zaciekowa – Glassoboric Hapludalfs								
Ap	0-30	30	0,147	44,1	34,5	19,5	53,7	34,8
A2	30-50	20	0,147	29,4	20,2	15,6	31,4	31,0
Bt/C	50-80	30	0,166	49,8	35,2	27,6	33,9	48,5
C	80-100	20	0,166	33,2	22,5	23,4	22,8	31,6
Suma – Sum		100		156,5	112,4	86,1	141,8	145,9
Różnice w stosunku do Ppw Differences in relation to Ppw					-44,1	-70,4	-14,7	-10,6
Wyniki pomiarów zwierciadła wód gruntowych (cm) Records of the ground water table (cm)					355	374	374	347
Czarna ziemia zbrunatniała – Typic Endoaqualls								
Ap	0-25	25	0,227	56,8	52,5	33,7	57,3	45,2
B1br	25-40	15	0,166	24,9	23,2	19,6	25,6	27,9
B2br	40-50	10	0,227	22,7	22,1	19,1	21,0	24,4
G	50-100	50	0,274	137,0	145,5	123,0	134,5	145,5
Suma – Sum		100		241,4	243,3	195,4	233,6	243,0
Różnice w stosunku do Ppw Differences in relation to Ppw					+1,9	-46,0	-4,0	+1,6
Wyniki pomiarów zwierciadła wód gruntowych (cm) Records of the ground water table (cm)					84	116	116	86

obserwowano w tym czasie wzrost poziomu wód gruntowych. Pod koniec okresu wegetacji, 4 września w glebie płowej zaobserwowano wzrost poziomu wód gruntowych w porównaniu z danymi z 10 lipca – wyniósł on 26 cm, a w czarnej ziemi 30 cm. Mimo dużej ilości opadów w glebie płowej połowa pojemność wodna warstwy 0-100 cm nie została osiągnięta, gdyż brakowało około 10 mm. Natomiast w czarnej ziemi nastąpił odpływ gruntowy, który wyniósł około 1,5 mm.

Opad i parowanie rzeczywiste  
Precipitation and really evapotranspiration (mm)

Ryc. 3.

Fig. 3.

Na rycinie wykreślono na od kwietnia do poszczególnych tościowych był: Można zauważyć teryzują się w nie szybkim ko: głównie poprze: następował wte: polowej pojem: ganie zwierciad: kapilarnego.

Analizując l tek okresu wege: cm) aż do poł: położenia wód: do głębokości 7: giej połowie ok: połowej pojem: najprawdopodc: bezpośrednio n: wody z tego sta:

Tabela 2

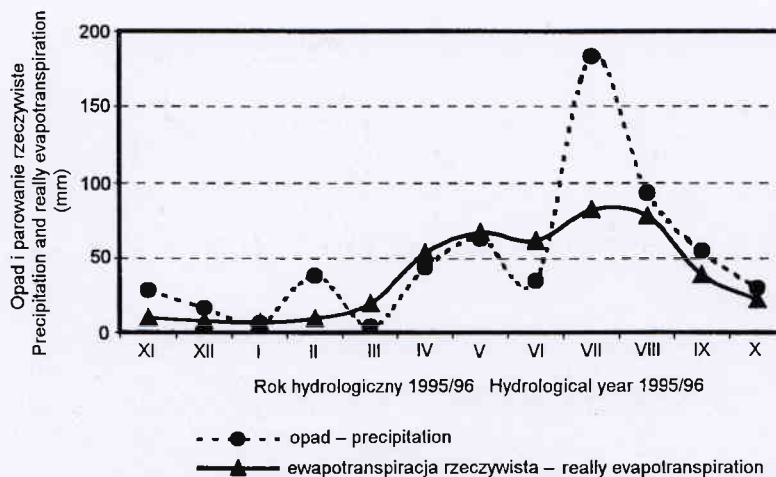
ej (Ppw)  
soil moisture

ść gleby re at date m)	
10.07. 1996	4.09. 1996

53,7	34,8
31,4	31,0
33,9	48,5
22,8	31,6
141,8	145,9
-14,7	-10,6
374	347

57,3	45,2
25,6	27,9
21,0	24,4
134,5	145,5
233,6	243,0
-4,0	+1,6
116	86

l koniec okresu  
mu wód grun-  
v czarnej ziemi  
ść wodna war-  
1. Natomiast w  
am.



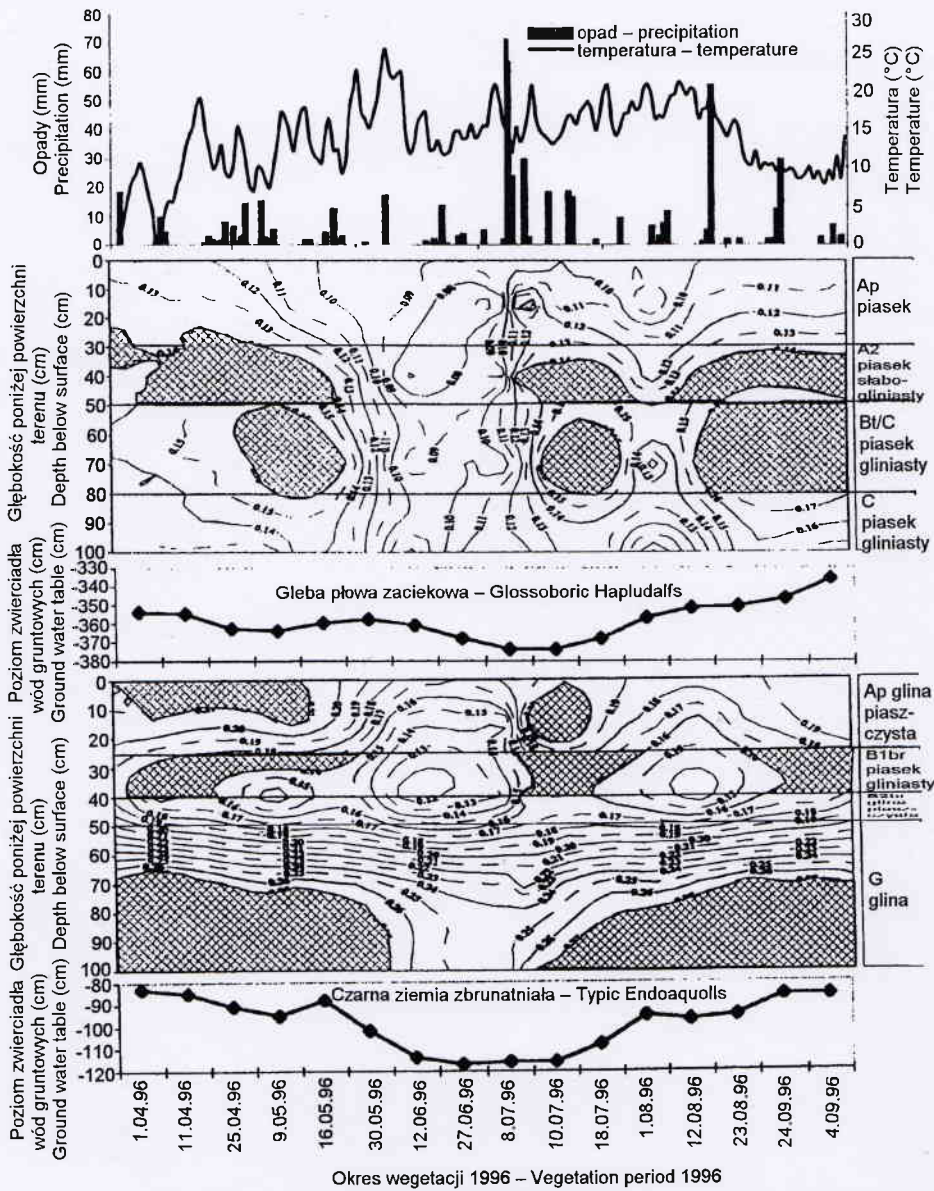
Ryc. 3. Opady i ewapotranspiracja rzeczywista w roku hydrologicznym 1995/96

Fig. 3. Precipitation and real evapotranspiration in the hydrological year 1995/96

Na rycinie 4 przedstawiono wykonane metodą krigingu hydroizoplety, które wykreślono na podstawie 16 pomiarów terenowych sondą neutronową w okresie od kwietnia do września 1996 roku. Szrafurą zaznaczono na rycinie obszary w poszczególnych poziomach genetycznych, w których wilgotność w procentach objętościowych była równa bądź przekraczała połowę pojemność danej warstwy gleby. Można zauważyć, że hydroizoplety w glebie płowej w warstwie 0-100 cm charakteryzują się w większości pionowym przebiegiem, co może świadczyć o względnie szybkim kontakcie wód opadowych z głębszymi warstwami profilu glebowego, głównie poprzez makropory. Widać również, że wzrost poziomu wód gruntowych następował wtedy, kiedy zapasy wody w badanych warstwach gleby były bliskie połowej pojemności wodnej (maj, lipiec, wrzesień). Ze względu na głębokie zaleganie zwierciadła wód gruntowych w tym profilu wykluczono możliwość podsiąku kapilarnego.

Analizując hydroizoplety w czarnej ziemi zbrunatniałej, zwraca uwagę początek okresu wegetacyjnego, w którym wilgotność w powierzchniowej warstwie (0-15 cm) aż do połowy maja przekraczała Ppw. Widoczny jest także wpływ wysokiego położenia wód gruntowych na uwilgotnienie tego profilu glebowego, praktycznie do głębokości 70 cm (oprócz miesiąca czerwca). Pomimo dużych opadów w drugiej połowie okresu wegetacji nie obserwowano wysycenia profilu glebowego do połowej pojemności wodnej w warstwie od 40 do 60 cm. Spowodowane jest to najprawdopodobniej różnicą we współczynniku perkolacji warstw gleby leżących bezpośrednio nad warstwą gliny i w związku z istniejącą możliwością odpływu wody z tego stanowiska (ryc. 1), jej ruchu w kierunku terenów położonych niżej.





Ryc. 4. Przebieg średnich dobowych temperatur powietrza i wysokości opadów w okresie wegetacji (IV-IX) 1996 roku, hydroizoplety obrazujące przestrzenny rozkład uwilgotnienia (%) w warstwie 0-100 cm oraz poziom wód gruntowych w glebie płowej zaciekowej i czarnej ziemi zbrunatniałej w okresie wegetacji 1996 roku

Fig. 4. Daily average air temperature and precipitation in the vegetation period (IV-IX) in 1996, hydroisopleth illustrate spatial distribution of water content (%) in a layer of 0-100 cm and ground water table in Glossoboric Hapludalfs and Typic Endoaquolls in the vegetation period 1996

1. Na podsta  
żenia w tych sar  
szenie w powier  
gólnie w począt  
2. Pomimo v  
towej obserwaw  
gruntowego w g  
nia retencji woc  
3. Widać w  
na bilans wodn  
zwierciadła wód  
na kształtowani

Feddes R.A. (1  
cultural de  
Konstantinow  
Kosturkiewicz  
niowe w bi  
Marcinek J., S  
togeniczny  
dennej Poj  
131-145.  
Marcinek J., V  
moreny de  
Miiler A. (1997  
wego w zle  
nt. „Przyro  
czego”. W:  
Pennman H.L.  
Royal Soc.  
Przybyła Cz.,  
lowych w v  
Melior. Inż  
Przybyła Cz.,  
zmian uwi  
19, cz. 2: 1  
Richards L.A.  
Soil Sci. 60

## Wnioski

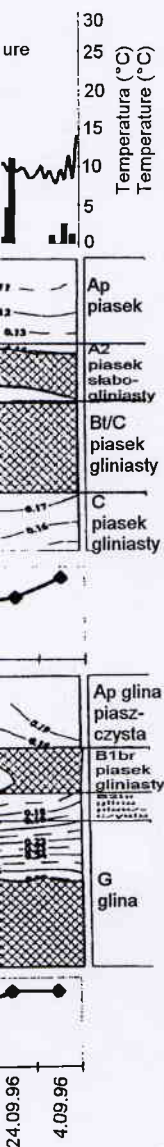
1. Na podstawie przeprowadzonych badań można stwierdzić, że pomimo położenia w tych samych warunkach fizyczno-geograficznych, wyraźnie większe przesuszenie w powierzchniowej warstwie (0-30 cm) obserwowano w glebie płowej, szczególnie w początkowym wiosennym okresie wegetacji.

2. Pomimo wysokich opadów w drugiej połowie okresu wegetacji odpływ gruntowy obserwowano tylko w czarnej ziemi zbrunatniałej. Nie stwierdzono odpływu gruntowego w glebie płowej, co wiązało się z ilością wody potrzebnej do odtwarzania retencji wodnej przy połowej pojemności obu profili glebowych.

3. Widać wyraźnie wpływ wysokiego położenia zwierciadła wody gruntowej na bilans wodny czarnej ziemi zbrunatniałej. Ze względu na głębokie położenie zwierciadła wód gruntowych w glebie płowej zaciekowej nie stwierdzono jej wpływu na kształtowanie reżimu wodnego w wierzchniej, jednometrowej warstwie tej gleby.

## Literatura

- Feddes R.A. (1986): Modelling and simulation in hydrologic systems related to agricultural development: state of the art. ICV. Techn. Bull. 46: 1-13.
- Konstantinow A. (1963): Испарение в природе. Гидрологическое Изд., Ленинград.
- Kosturkiewicz A., Szafranski Cz. (1983): Spływy powierzchniowe i podpowierzchniowe w bilansie wodnym gleb. Pr. Kom. Nauk Roln. Leśn. PTPN 54.
- Marcinek J., Spychalski M., Komisarek J. (1994): Dynamika wody w glebach autogenicznych i semihydrogenicznych w układzie toposekwencyjnym falistej moreny dennej Pojezierza Poznańskiego. Roczn. AR Pozn. 268, Melior. Inż. Środ. 15, cz. I: 131-145.
- Marcinek J., Wiślańska A. (1984): Asocjacje czarnych ziem i gleb płowych falistej moreny dennej Równiny Kościańskiej. Roczn. AR Pozn. 149, Melior. 5: 65-81.
- Miler A. (1997): Zastosowanie metody Konstantinowa do obliczania parowania terennego w zlewniach rzecznych. W: Materiały II Ogólnopolskiej Konferencji Naukowej 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. Royal Soc. London, Ser. A, 193: 120-145.
- Przybyła Cz., Kozaczyk P. (1994): Bilanse wodne gleb deszczowanych pastwisk polowych w warunkach zróżnicowanego ukształtowania terenu. Roczn. AR Pozn. 268, Melior. Inż. Środ. 15, cz. I: 157-165.
- Przybyła Cz., Kozaczyk P. (1997): Wpływ ukształtowania terenu na dynamikę zmian uwilgotnienia deszczowanych gleb. Roczn. AR Pozn. 294, Melior. Inż. Środ. 19, cz. 2: 169-182.
- Richards L.A. (1948): Porous - plate apparatus for measuring soil - moisture tension. Soil Sci. 66: 105-110.



padów w okresie  
kład uwilgotnie-  
towej zaciekowej  
tu  
n period (IV-IX)  
(%) in a layer of  
adoaquolls in the

- 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.
- Solarski H. (1973): Charakterystyka odpływu wód z sieci drenarskiej na Pojezierzu Mazurskim. Wiad. Inst. Mel. Użyt. Ziel., Falenty 11, 2.
- Szafrński Cz. (1988): Stany wody gruntowej na tle ukształtowania meliorowanego terenu. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. 359.

**WP  
DRE**

**THE INFLUENCE OF LAND CONFIGURATION ON WATER MANAGEMENT  
IN THE TYPICAL SOILS OF THE POZNAŃ DILUVIAL PLATEAU**

*Akad*

**S u m m a r y**

The paper presents the results of the undertaken attempt to evaluate water management of the soils typical for the Poznań Diluvial Plateau: Hapludalfs and Endoaquolls, depending on their position in the land configuration and the course of meteorological conditions in the vegetation period of 1996. On the basis of the carried out investigations, it can be stated that a higher degree of drying of Hapludalfs is observed in the active surface layer in the conditions of the Sapowice object. A distinct influence of groundwater on water management of the arable layer was found in Endoaquolls.

**ABSTRACT.** The conditions on soil upper part of the the growing season drained and the s

**Key words:** soil da

Badania cykliczności i in. 1990-1997, Sychalskich warunków wodnych, warunków naturalnych warunków jak szybko i w. powierzchni gleby filtracji i perkolacji i in. 1998). Okr

Rocz. AR Pozn. CC  
© Wydawnictwo A  
PL ISSN 0137-1754