

POLITECHNIKA KOSZALIŃSKA

Z E S Z Y T Y
N A U K O W E
W Y D Z I A Ł U
B U D O W N I C T W A
I I N Ż Y N I E R I I
Ś R O D O W I S K A
NR 20

INŻYNIERIA ŚRODOWISKA

Przestrzenne zmiany uwilgotnienia gleby znajdującej się na zboczu

Czesław Przybyła, Paweł Kozaczyk
Katedra Melioracji i Kształtowania Środowiska
Akademia Rolnicza w Poznaniu

1. Wstęp

Istotnym warunkiem utrzymania właściwego uwilgotnienia gleby na użytkach rolnych jest racjonalne wykorzystanie lokalnych zasobów retencji gruntowej [1,3]. Wilgotność wierzchnich warstw gleby uzależniona jest głównie od przebiegu warunków meteorologicznych i położenia profilu glebowego w reliefie [9]. Analizując gospodarkę wodną gleb znajdujących się w terenach falistych należy zwrócić szczególną uwagę na możliwość występowania spływów powierzchniowych i podpowierzchniowych. Mogą one powodować okresowe niedobory wilgoci w górnych i środkowych partiach zboczy oraz nadmierne uwilgotnienie gleb położonych w ich dolnych rejonach [5,6,7,8].

2. Cel i metodyka badań

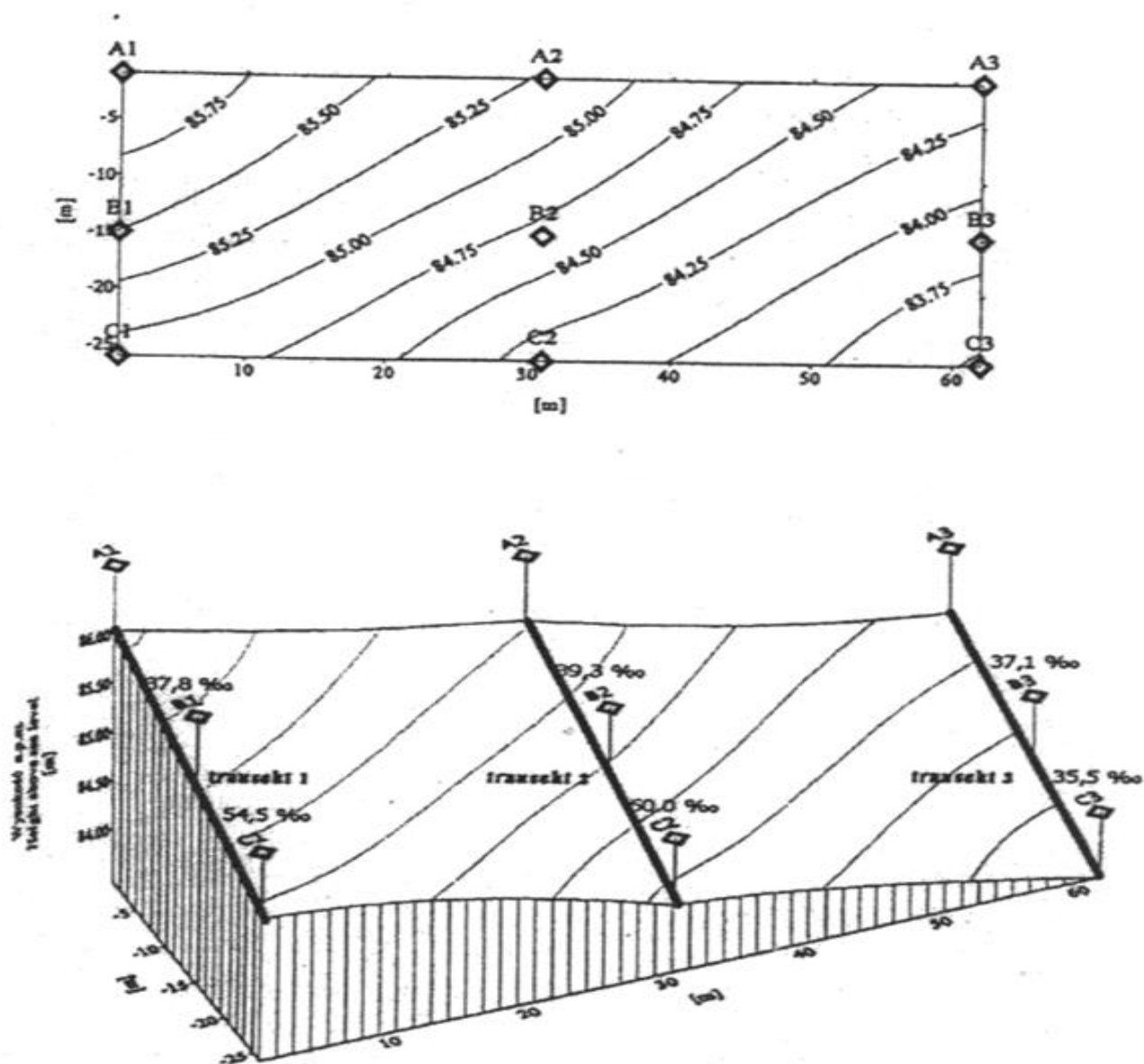
Celem podjętych badań była ocena wpływu ukształtowania terenu na przestrzenne zmiany dynamiki uwilgotnienia gleb znajdujących się na badanym obszarze (1612 m²). Prace te prowadzono na doświadczalnych powierzchniach badawczych Katedry Melioracji i Kształtowania Środowiska Akademii Rolniczej zlokalizowanych w gospodarstwie rolnym w Sapowicach, oddalonym 30 km od Poznania

w kierunku południowo-zachodnim. Zastosowana w pracy graficzna metoda interpretacji wyników w formie hydroizoplei umożliwiła ilościową i powierzchniową ocenę zróżnicowania uwilgotnienia gleb w wybranych okresach czasu. Analizę wykonano w oparciu o pomiary wilgotności sondą neutronową na głębokościach 15, 40, 70, i 100 cm od powierzchni terenu w 9 profilach glebowych znajdujących się w trzech transektach na stoku o długości 62 i szerokości 26 metrów (rys. 1). Dla każdego punktu pomiarowego wykonano krzywe kalibracji. Na każdym ze stanowisk usytuowano również studzienki do pomiaru położenia zwierciadła wód gruntowych. Transekt pierwszy stanowiły stanowiska A1, B1, C1, drugi A2, B2, C2 i trzeci odpowiednio A3, B3, C3. Pomiary wilgotności gleby oraz głębokości wody gruntowej prowadzono w okresie wegetacyjnym roku 1997 w odstępach dwutygodniowych. Pomiary codziennych opadów prowadzono we własnym posterunku opadowym znajdującym się na obiekcie. Ewapotranspirację rzeczywistą obliczono metodą Penmana [4]. Na wyżej wymienionym obszarze uprawiana była pszenica ozima. W niniejszej pracy szczegółową analizę przestrzennej dynamiki uwilgotnienia przeprowadzono w pierwszej połowie okresu wegetacyjnego tj. od 11 kwietnia do 24 czerwca.

3. Wyniki badań

Rok hydrologiczny 1996/97 pod względem opadów zaliczono do mokrego z sumą opadów zmierzonych wynoszącą 538 mm, większą od średniej z wielolecia 1988÷1997 o 57 mm. Okres wegetacyjny tegoż roku uznano również jako mokry z sumą opadów wynoszącą 382 mm, większą od średniej o 84mm. Średnia temperatura w roku hydrologicznym 1996/97 wynosiła 8°C i była niższa od średniej z wielolecia o 0,3°C, w okresie wegetacyjnym wyniosła odpowiednio 14,3°C i była równa średniej z wielolecia.

Na podstawie zróżnicowania cech morfologicznych profili glebowych na analizowanym obszarze wyodrębniono 3 zespoły glebowe [2]: zespół gleb płowych typowych (stanowiska A1, A2, A3, B2, C1), gleby rdzawe (B1, B3, C2) oraz gleby płowe gruntowo - glejowe (C3) (tab.1). W warstwie wierzchniej rozpatrywanego obszaru (do 30 cm od powierzchni terenu) na stanowiskach znajdujących się w górnej partii stoku dominuje piasek słabogliniasty. Na obszarze znajdującym się poniżej dominuje piasek gliniasty lekki. W warstwie poniżej 50 cm od powierzchni terenu na stanowiskach znajdujących się na wierzchołkach stoku (A1, A2, A3) dominują piaski gliniaste lekkie przechodzące w głębszych warstwach w piaski gliniaste mocne. W miarę posuwania się w dół stoku piaski gliniaste przechodzą w gliny piaszczyste (C3). Współczynniki infiltracji ustalonej powierzchniowej oznaczone metodą podwójnych cylindrów wahały się na wierzchołkach zbcza od 7,8 cm/h na stanowisku A3 do



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

Profile A1, B1, C1 - Transekt 1
 Profile A2, B2, C2 - Transekt 2
 Profile A3, B3, C3 - Transekt 3

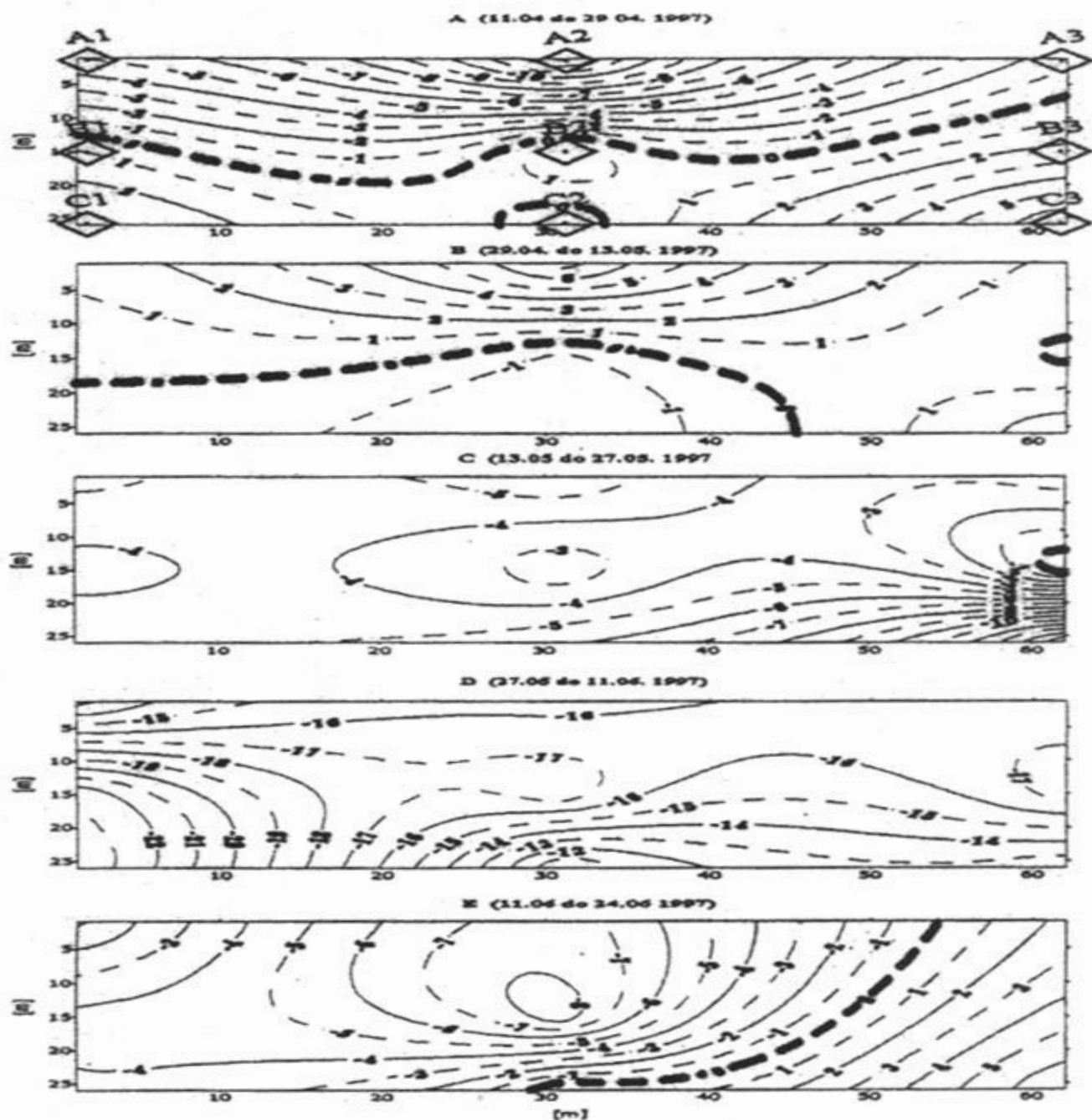
9,3 cm/h na stanowisku A1, natomiast w środkowej partii zbocza pomiędzy 5,3 cm/h (B2) i 6,3 cm/h (B3). Współczynniki perkolacji zmierzonej na głębokości 35 cm wahają się: na stanowiskach zlokalizowanych na wierzchołkach zbocza od 4,8 cm/h na stanowisku A1 do 7,8 cm/h, na stanowisku A3, w środkowej partii zbocza od 4,2 cm/h (B2) do 6,2 cm/h (B3).

Tabela 1. Niektóre właściwości fizyczne i wodne badanych profili glebowych
Table 1. Some physical and moisture properties of the investigated soils

Nr profilu Profile No.	Poziom Horizon	Miąższość warstwy Thickness [cm]	Tekstura Texture	Gęstość stałej fazy Soil particles density	Gęstość objętościowa Bulk density	Porowatość Porosity [m ³ ·m ⁻³]	Materia organiczna Organic matter [%]	Zawartość wody w glebie przy pF: [mm] Soil water content at pF: [mm]		
				[Mg·m ⁻³]	[m ³ ·m ⁻³]			2,0	3,0	4,2
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
A1	Ap	30	ps	2,65	1,64	0,38	1,44	44,1	10,8	2,4
	A2	20	ps	2,65	1,64	0,38	0,53	29,4	7,2	1,6
1	Bv/C	30	pgl	2,65	1,69	0,36	0,63	49,8	17,7	4,8
		40	pgl	2,65	1,69	0,36	0,75	66,4	23,6	6,4
	Suma w warstwie: Sums in layer						0+50 cm		73,5	18,0
<i>Gleba płowa zaciekowa</i>						0+100 cm		156,5	47,5	12,0
B1	Ap	30	ps	2,65	1,64	0,38	1,51	44,1	10,8	2,4
	Bv	18	ps	2,65	1,65	0,37	0,48	26,5	6,5	1,4
	C	72	pgm	2,65	1,77	0,33	0,66	163,4	85,7	30,2
Suma w warstwie: Sums in layer						0+50 cm		75,1	19,7	4,7
<i>Gleba rdzawa</i>						0+100 cm		188,6	79,2	25,7
C1	Ap	25	ps	2,65	1,68	0,36	1,62	36,8	9,0	2,0
	E1et	25	ps	2,65	1,68	0,36	0,54	36,8	9,0	2,0
	E2et	18	pgl	2,65	1,70	0,35	0,54	29,9	10,6	2,9
	Bt	42	pgm	2,65	1,70	0,35	0,60	95,3	50,0	17,6
	C	10	pgm	2,65	1,73	0,34	0,69	22,7	11,9	4,2
Suma w warstwie: Sums in layer						0+50 cm		73,5	18,0	4,0
<i>Gleba płowa typowa</i>						0+100 cm		176,0	66,7	20,3
A2	Ap	40	ps	2,65	1,66	0,37	1,31	58,8	14,4	3,2
	E1et	10	ps	2,65	1,66	0,37	0,54	14,7	3,6	0,8
	E2et	15	pgl	2,65	1,69	0,36	0,55	24,9	8,9	2,4
	B1t	25	pgl	2,65	1,69	0,36	0,60	41,5	14,8	4,0
	C	30	pgm	2,65	1,72	0,35	0,65	68,1	35,7	12,6
Suma w warstwie: Sums in layer						0+50 cm		73,5	18,0	4,0
<i>Gleba płowa typowa</i>						0+100 cm		162,6	53,6	14,6

Tabela 1. cd. Niektóre właściwości fizyczne i wodne badanych profili glebowych
 Table 1. cont. Some physical and moisture properties of the investigated soils

B2	Ap	30	ps	2,65	1,66	0,37	1,34	44,1	10,8	2,4
	A/E	8	ps	2,65	1,66	0,37	0,69	11,8	2,9	0,6
	Eet	12	ps	2,65	1,67	0,37	0,61	17,6	4,3	1,0
	B1t	45	pgm	2,65	1,68	0,36	0,44	102,2	53,6	18,9
	C	25	pgl	2,65	1,69	0,36	0,42	41,5	14,8	4,0
Suma w warstwie: Sums in layer				0+50 cm				73,5	18,0	4,0
<i>Gleba płowa typowa</i>				0+100 cm				183,9	74,5	23,7
C2	Ap	35	ps	2,65	1,64	0,38	1,12	51,5	12,6	2,8
	Bv	25	pl	2,65	1,64	0,38	0,28	24,0	2,5	0,30
	C	60	pl	2,65	1,64	0,38	0,24	57,6	6,0	0,6
Suma w warstwie: Sums in layer				0+50 cm				65,9	14,1	2,8
<i>Gleba rdzawa</i>				0+100 cm				113,9	19,1	3,5
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
A3	Ap	25	ps	2,65	1,68	0,36	1,40	36,8	9,0	2,0
	A2	25	ps	2,65	1,68	0,36	0,55	36,8	9,0	2,0
	E1et	15	ps	2,65	1,70	0,35	0,38	22,1	5,4	1,2
	E2et	15	ps	2,65	1,71	0,35	0,29	22,1	5,4	1,2
	B21t	20	pgm	2,65	1,78	0,32	0,35	45,4	23,8	8,4
	Cca	20	pgm	2,65	1,79	0,32	0,37	45,4	23,8	8,4
Suma w warstwie: Sums in layer				0+50 cm				73,5	18,0	4,0
<i>Gleba płowa typowa, z deluwialnie pogłębionym poziomem próchnicznym</i>				0+100 cm				162,8	52,6	14,8
B3	Ap	20	ps	2,65	1,65	0,37	1,61	29,4	7,2	1,6
	A2	10	ps	2,65	1,65	0,37	0,42	14,7	3,6	0,8
	Bv	15	ps	2,65	1,66	0,37	0,40	22,1	5,4	1,2
	C	75	pgm	2,65	1,79	0,32	0,41	170,3	89,3	31,5
Suma w warstwie: Sums in layer				0+50 cm				77,4	22,1	5,7
<i>Gleba rdzawa</i>				0+100 cm				190,9	81,6	26,7
C3	Ap	30	ps	2,65	1,67	0,36	1,75	44,1	10,8	2,4
	A2	20	ps	2,65	1,68	0,36	0,40	29,4	7,2	1,6
	A/E	10	pgl	2,65	1,69	0,36	0,38	16,6	5,9	1,6
	Eet	20	pgm	2,65	1,71	0,35	0,41	45,4	23,8	8,4
	Btgg	40	gc	2,65	1,78	0,32	0,48	104,8	63,2	25,2
Suma w warstwie: Sums in layer				0+50 cm				73,5	18,0	4,0
<i>Gleba płowa gruntowo-glejowa z deluwialnie pogłębionym poziomem próchnicznym</i>				0+100 cm				187,9	79,3	26,6



Rys. 2. Zmiany w czasie zawartości wody [mm] w 1 m strefie nienasyconej badanej gleby na stoku

Fig. 2. Changes in time of soil water content [mm] in 1 m unsaturated soil profiles in the slope

Na rysunku 2, w pięciu jego częściach (A, B, C, D, E) przedstawiono w mm straty bądź przyrosty ilości wody na stoku w jednometrowej warstwie gleby. Pomiary wilgotności gleby wykonano w dniach: 11.04, 29.04, 13.05, 27.05, 11.06 i 24.06 1997 roku. Aby na przykład otrzymać część A rysunku 2 należało wstawić różnicę w obliczonych zapasach wody z dnia 11.04 i 29.04 dla wszystkich 9 stanowisk badawczych i przy pomocy programu Surfer [10], metodą krygingu otrzymać obraz zmian rozkładu wilgotności dla całego stoku właśnie dla tego przedziału czasowego. Z czterema następnymi częściami rysunku 2 postąpiono analogicznie. Należało również założyć, że rozkład i ilość opadów atmosferycznych w analizowanym okresie dla wszystkich punktów pomiarowych była jednakowa, a wielkość ewapotranspiracji rzeczywistej podobna [11]. Ważne znaczenie posiadał także przy takiej interpretacji wyników termin pomiaru wilgotności tzn. w jakiej odległości czasowej następował on od ostatniego opadu atmosferycznego.

Jak widać w części A największe przesuszenie stoku występuje w górnej jego części, sięga nawet 10 mm. Mniej więcej w połowie zbocza występuje krzywa o wartości zerowej, poniżej której na całej jego długości występuje przyrost ilości wody przy czym największy, bo sięgający 6 mm w najniższej jego części, w pobliżu stanowiska C3. Wpływ na to mogły mieć spływy powierzchniowe i podpowierzchniowe, a w pobliżu stanowiska C3 również podsiąk kapilarny ze względu na wysoki poziom zwierciadła wód gruntowych (tab. 2).

Tabela 2. Zaleganie zwierciadła wody gruntowej w punktach reperowych poszczególnych transektów [cm]

Table 2. Occurrence of ground water level in datum points of individual trans-sections [cm]

Dzień Day	Profile Profiles								
	A1	B1	C1	A2	B2	C2	A3	B3	C3
11.04	342	290	217	278	220	169	199	144	120
29.04	343	295	217	272	220	173	201	149	120
13.05	345	290	220	274	222	171	202	151	121
27.05	344	292	222	277	220	169	200	147	118
11.06	349	293	220	281	229	179	208	154	126
24.06	352	293	223	285	232	183	211	158	132

W części B rysunku 2 pomiar wilgotności gleby wykonano krótko po istotnym opadzie atmosferycznym i dlatego największy wzrost zawartości wody wystąpił w górnej i środkowej części zbocza. Miało to związek z wysokimi współczynnikami infiltracji i perkolacji jakie występują w tym rejonie stoku i szybkim ruchem wody opadowej w głąb profilu glebowego. W części C i D widać wyraźne zmniejszenie ilości wody na całym analizowanym obszarze, przy czym dużo większy ubytek obserwowano w części D ze względu na wysoką przewagę ewapotranspiracji rzeczywistej nad opadami (tab. 3). W części E wody przybywa tylko w partii zbocza położonej najniżej. Spowodowane to było niekorzystnym rozkładem opa-

dów atmosferycznych, które mogły powodować częste uruchamianie się sływów, które dodatkowo zasilają w wodę tę część stoku.

Tabela 3. Bilans wodny gleby znajdującej się na stoku w Sapowicach w okresie od 11.04 do 24.06 1997 roku

Table 3. Soil water balance in the slope located in Sapowice in the period from 11.04 to 24.06 1997

Okres Period	Opad [P] Precipitation [P] [mm]	Ewapotranspiracja rzeczywista [Etr] Real Evapotranspiration [Etr] [mm]	P-Etr [mm]
11÷29IV	31,1	30,6	0,5
29IV÷13V	37,0	37,2	-0,2
13÷27V	53,5	56,0	-2,5
27V÷11VI	26,8	49,5	-22,7
11÷24VI	54,8	36,7	18,0

4. Podsumowanie

W pracy przedstawiono wyniki badań i obserwacji terenowych obejmujących początkowy okres sezonu wegetacyjnego 1997 roku prowadzonych we wschodniej części Pojezierza Poznańskiego w gospodarstwie rolnym Sapowice. Pozwalają one na sformułowanie następujących wniosków:

1. Stwierdzono znaczący wpływ rzeźby terenu na kształtowanie się uwilgotnienia gleb. Do najbardziej narażonych na przesuszenie należą profile umiejscowione na wierzchołku zbocza.
2. W terenach falistych należy zwrócić uwagę na możliwość wystąpienia sływów powierzchniowych, które mogą w znaczący sposób zasilać dolne partie zbocza. Ma to szczególne znaczenie przy stosowaniu nawodnień deszczownianych.

Literatura

1. **Brandyk T.:** *Podstawy regulowania uwilgotnienia gleb dolinowych.* Rozpr. Nauk. Monogr. SGGW, Warszawa, 1990r.
2. **Marcinek J., Komisarek J., Spychalski M.:** *Obieg wody w mikrozelewni rolniczej.* Konf. nt. „Obieg wody i bariery biogeochemiczne w krajobrazie rolniczym”. Wyd. nauk. UAM, Pozn. 69÷96, 1990r.
3. **Nyc K.:** *Sterowanie zasobami retencji gruntowej w dolinach rzek nizinnych.* Zesz. Nauk. AR. Wroc. Rozpr. Hab. 53, 1÷62, 1985r.
4. **Penman, H.L.:** *Natural evaporation from open water, bare soil and press.* Proc. R. Soc. London, Ser. A. 193, 120÷145, 1948r.

5. Przybyła Cz., Kozaczyk P.: *Wpływ ukształtowania terenu na dynamikę zmian uwilgotnienia deszczowanych gleb*. Roczn. AR Poznań, CCXCIV, Melior. Inż. Środ. 19, cz. 2, 169÷182, 1997r.
6. Przybyła Cz., Kozaczyk P.: *Wpływ opadów i deszczowania na zmienność uwilgotnienia czynnej warstwy gleby uprawnej*. Roczn. AR Poznań, CCCX Melior. Inż. Środ. 20, cz. 2, 243÷249, 1999r.
7. Szafranski Cz.: *Spyły powierzchniowe i podpowierzchniowe w gospodarce wodnej meliorowanego terenu*. Roczn. AR P-ń, 182, 1987r.
8. Szafranski Cz.: *Gospodarka wodna gleb terenów bogato-rzeźbionych i potrzeby ich melioracji*. Roczniki AR w Poznaniu, rozprawy naukowe, z. 244, 1993r.
9. Szafranski Cz., Fiedler M., Stasik R.: *Różnicowanie uwilgotnienia gleb w mikro-zlewni rolniczej na Pojezierzu Gnieźnieńskim*. Zesz. Probl. Post. Nauk. Roln., z. 460, 87÷97, 1998r.
10. Tański T.: *Surfer*. Wyd. PLJ, Warsz., 1991r.
11. A. Woś.: *Klimat Niziny Wielkopolskiej*. Wyd. Nauk. UAM, 192, 1994r.

Streszczenie

W referacie tym przedstawiono gospodarkę wodną w glebie znajdującej się na zboczu, w różnych warunkach klimatycznych, na początku okresu wegetacyjnego w roku 1997. Badania były prowadzone na polu eksperymentalnym w Sapowicach. Badania dynamiki uwilgotnienia gleb wykonano metodą neutronową, do głębokości 1 m. Badania obejmowały również obserwacje poziomów wód gruntowych. Stwierdzono znaczący wpływ rzeźby terenu na kształtowanie się uwilgotnienia gleb. Wyniki badań pokazują, że profil znajdujący się na wierzchołku i w środkowej części zbocza należą do najbardziej suchych.

The spatial variability of water moisture content on soil situated on the slope

Summary

In this paper the water management in soil situated on the slope, under different climatic conditions, on the beginning of vegetation period in 1997 year has been considered. The investigation were carried out on an experimental field in Sapowice. The investigation of dynamics in soil moisture was carried out using the neutron method, up to depth of 1 metre. The investigation included also observations of ground water levels. The significant influence of relief on soil moisture shaping was affirmed. The results of the research performed show, that the profile situated on the top and in the middle part of slope belong to the most dry.