

---

Szkoła  
Główna  
Gospodarstwa  
Wiejskiego  
w Warszawie

# Przegląd Naukowy

**Wydziału Melioracji i Inżynierii Środowiska**

---

Konferencja naukowa

**Przyrodnicze i techniczne problemy  
gospodarowania wodą dla zrównoważonego  
rozwoju obszarów wiejskich**

*Scientific conference*

***Environmental and technical problems  
of water management for sustainable  
development of rural areas***

Sesja II  
*Session II*

Sesja III  
*Session III*

**Zeszyt 16**

# WPLYW RZEŻBY TERENU NA GOSPODARKE WODNA ERODOWANYCH GLEB PLOWYCH\*

## THE EFFECT OF AREA RELIEF ON WATER MENAGEMENT OF ERODED SOIL LESSIVES.

*Czesław Szafrąński, Michał Fiedler, Rafał Stasik*

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

### Wstęp

Wszelkie zabiegi zmierzające do optymalnego, z punktu widzenia potrzeb wodnych roślin uprawnych, uregulowania stosunków wodno-powietrznych w glebie muszą opierać się na prawidłowym rozpoznaniu i sparametryzowaniu środowiska glebowego. Każda bowiem ingerencja człowieka w procesy obiegu wody może prowadzić do znaczących zmian, których skutki są nieraz trudne do przewidzenia. Znajomość procesów obiegu wody w obrębie profilu glebowego czy zlewni jest więc niezbędna dla zrównoważonego rozwoju środowiska rolniczego z zachowaniem wymogów ochrony środowiska. Istotnym czynnikiem wpływającym na gospodarkę wodną terenów bogato urzeźbionych jest poziom występowania zwierciadła wody gruntowej, które wykazuje dużą zmienność związaną z rzeźbą terenu [Białousz 1978, Szafrąński 1988]. Duże znaczenie dla kształtowania się zasobów wodnych tych terenów mają również sploty powierzchniowe i podpowierzchniowe [Kosturkiewicz i Szafrąński 1983, Szafrąński 1993]. Powodują one, poza erozją, powstawanie niedoborów wilgoci w górnych partiach stoków o większych spadkach i nadmierne uwilgotnienie gleb u podnóży zboczy i w rynnach terenowych [Kosturkiewicz i in. 1994].

Celem badań jest ocena wpływu ukształtowania terenu na gospodarkę wodną erodowanych gleb płowych w terenach bogato urzeźbionych.

---

\* Praca została wykonana w ramach projektu badawczego Nr 5 PO6H 040 10 finansowanego przez KBN

## Metodyka badań

W pracy wykorzystano wyniki badań prowadzonych w Doświadczalnej Stacji Badawczej Mokronosy, zlokalizowanej na Pojezierzu Gnieźnieńskim ( $52^{\circ}53'N$ ,  $17^{\circ}28'E$ ). Teren objęty badaniami charakteryzuje się bogatym urzeźbieniem, typowym dla rzeźby młodoglacjalnej. Występują tutaj charakterystyczne dla krajobrazu młodoglacjalnego liczne oczka wodne, a także zagłębienia bezodpływowe oraz wzniesienia o wysokości względnej dochodzącej do 7m i maksymalnych spadkach do 120%. Badania prowadzone w latach 1979-97 obejmowały codzienne pomiary deszczomierzem Hellmanna, a w okresie wegetacyjnym pluwiografem, pomiary stanów wody gruntowej w studzienkach zlokalizowanych w różnych partiach terenu z częstotliwością co 5 dni oraz systematyczne pomiary wilgotności gleby za pomocą sondy neutronowej z częstotliwością co dwa tygodnie. W pracy wykorzystano również wyniki codziennych pomiarów temperatury powietrza dla stacji Gniezno. Gospodarkę wodną omówiono dla czterech wybranych profili glebowych reprezentatywnych dla pokrywy glebowej badanego obszaru, usytuowanych w różnych partiach zboczy. Profil 1 położony jest u podnóża zbocza o spadku 14%, profil 2 w górnych partiach zbocza o spadku 53%, oraz profile 3 i 4 położone są na zboczu prostym o nachyleniu odpowiednio 90% i 115%. Do analizy wybrano okresy wegetacyjne lat 1995 i 1997, które były zróżnicowane pod względem rozkładów i sum opadów atmosferycznych.

## Wyniki badań

W pokrywie glebowej obszaru objętego badaniami przeważają gleby płowe (P), zbudowane głównie z glin dennomorenowych. Występują one na zboczach o spadkach od 1 do 12% i zajmują łącznie 83% badanego obszaru. Z przeprowadzonych na tym obszarze badań wynika, że gleby te charakteryzują się średnimi zdolnościami retencyjnymi i są średnio podatne na erozję [Szafranski i in. 1996, 1997]. Czarne ziemie (D) występują jedynie w lokalnych obniżeniach i rynnach terenowych, a ich łączna powierzchnia stanowi 17% badanego obszaru. Taki układ toposekwencyjny mimo pewnego uproszczenia odzwierciedla warunki glebowe falistej moreny dennej, która jest podstawową formą geomorfologiczną młodoglacjalnych terenów bogato urzeźbionych. Na podstawie danych przedstawionych w tabeli 1 można stwierdzić, że czarne ziemie charakteryzują się korzystniejszymi właściwościami wodnymi wierzchnich warstw niż gleby płowe. Zapasy wody przy PPW w glebach płowych w warstwie

Tabela 1. Wybrane właściwości wodne analizowanych profili glebowych.

Table 1. Chosen water properties of soil layers.

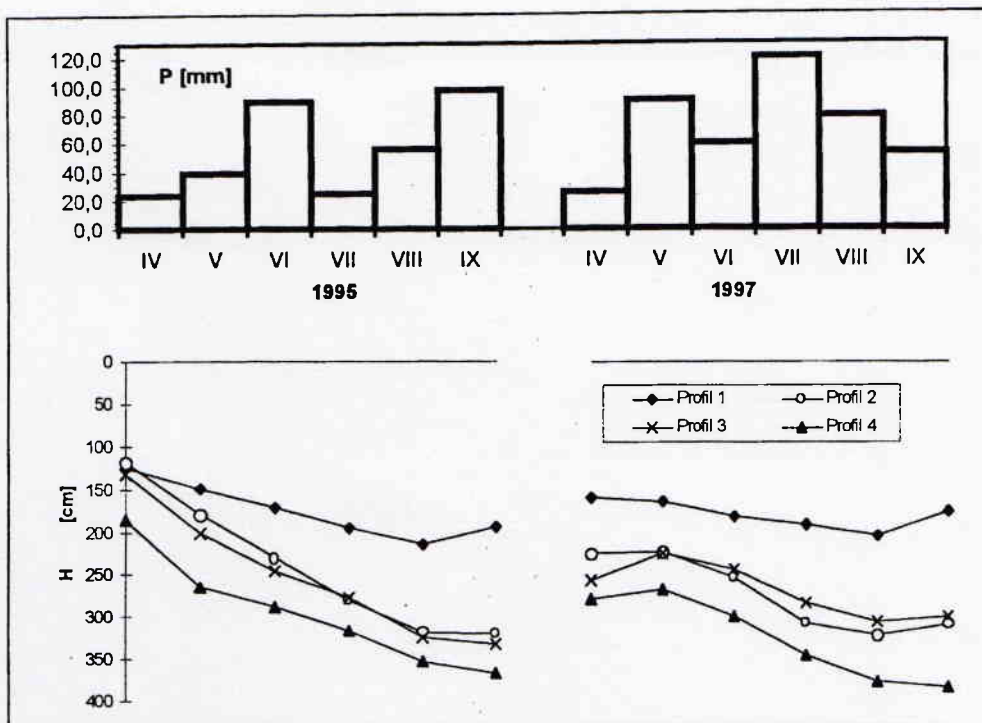
Nr profilu Profile No	Typ gleby Type of soil	Spadek terenu Slope [‰]	Pp [mm]		PPW [mm]		WTW [mm]		K [cm·h <sup>-1</sup> ]	
			0-50 cm	0-100 cm	0-50 cm	0-100 cm	0-50 cm	0-100 cm	0-30 cm	30-60 cm
			1	D	14	206	387	139	275	41
2	P.	53	165	345	130	267	40	79	3,58	1,17
3	P.	90	192	347	127	262	32	88	1,92	0,75
4	P.	115	181	340	129	268	42	92	1,63	0,83

Pp - pełna pojemność wodna Pp - maximum water holding capacity PPW - połowa pojemność wodna PPW - water field capacity WTW - wilgotność trwałego wędnięcia WTW - water capacity of permanent wilting K - współczynnik infiltracji i perkolacji K - percolation coefficient

0-50cm wynoszą od 127 do 129mm, a warstwie 0-100cm od 262 do 267mm. W czarnych ziemiach są one wyższe i wynoszą dla tych warstw odpowiednio 139 i 275mm. Współczynnik infiltracji dla czarnych ziem w warstwie 0-30cm wynosi 3,52cm·h<sup>-1</sup> zaś w glebach pływach od 1,63 do 3,58cm·h<sup>-1</sup>. W warstwie podornej współczynnik perkolacji w czarnych ziemiach wynosi 1,34cm·h<sup>-1</sup> i jest wyższy niż w glebach pływach.

Nizina Wielkopolska, wraz z Pojezierzem Gnieźnieńskim uchodzi za obszar najbardziej deficytowy w wodę, z uwagi na niezwykle niskie roczne sumy opadów, których średnia z wielolecia z reguły nie przekracza 550mm [Woś 1994]. Klimat tego obszaru charakteryzuje się zmienną pogodą wywołaną ścieraniem się powietrza kontynentalnego i morskiego, co powoduje występowanie znacznych różnic w wysokościach opadów i temperatur powietrza zarówno w poszczególnych latach, jak i miesiącach danego roku.

Na rysunku 1 przedstawiono przebieg średnich miesięcznych stanów wód gruntowych na tle miesięcznych sum opadów w okresie wegetacyjnym roku 1995 i 1997. Suma opadów atmosferycznych w okresie wegetacyjnym 1995 roku wyniosła 330mm i była zbliżona do średniej z wielolecia dla tego okresu (306mm). Na początku okresu stany wody we wszystkich analizowanych profilach były wysokie i wyniosły od 119cm w czarnej ziemi do 184cm w glebie pławowej zlokalizowanej na stoku o spadku 115‰ (profil 4). W kolejnych miesiącach obserwowano stałe obniżanie się poziomu zwierciadła wód we wszystkich profilach. W sierpniu średnie stany wody gruntowej w glebach pływach wahały się od 319 do 353cm, podczas gdy w czarnych ziemiach był znacznie wyższe i wyniosły 215cm (profil 1). Mimo opadów o znacznej wydajności, jakie wystąpiły w pierwszej dekadzie września, wzrost stanów wody zaobserwowano jedynie w zlokalizowanym u podnóża zbocza profilu czarnych ziem. Okres wegetacyjny roku



Rys.1. Średnie miesięczne stany wód gruntowych (H) w analizowanych profilach glebowych na tle miesięcznych sum opadów atmosferycznych (P) w okresach wegetacyjnych roku 1995 i 1997.

Fig.1. Mean ground-water levels (H) in analysed soil profile against the monthly sums of precipitation (P) in vegetation period of years 1995 and 1997.

1997 rozpoczął się niższymi stanami wody we wszystkich analizowanych studzienkach, co było spowodowane suchym półroczem zimowym. W okresie wegetacyjnym tego roku suma opadów wyniosła 435mm i była o 129mm wyższa od średniej z wielolecia. Opady te pokrywały zużycie wody na ewapotranspirację, co spowodowało powolne obniżanie się zwierciadła wody w analizowanych profilach. W sierpniu stany wody wyniosły w glebach płowych od 292 do 359cm, natomiast w czarnych ziemiach były wyższe i wyniosły 194cm. Podsumowując przebieg stanów wody w okresie wegetacyjnym roku 1995 i 1997 należy stwierdzić istotny wpływ urzeźbienia terenu na położenie zwierciadła wody gruntowej. Najwyższe stany obserwowano w położonych w obniżeniach terenowych czarnych ziemiach. Najniższe stany występowały natomiast w erodowanych glebach płowych położonych na zboczu o spadku 115‰, gdzie w obu analizowanych okresach wegetacyjnych spadły one poniżej 300cm. Przy tak

Tabela 2. Zmiany zapasów wody w analizowanych profilach glebowych  
 Table 2. Changes of the water store in analysed soil profiles

Okres Period	Suma opadów w okresie Precipitation in period [mm]	Średnia temperatura Mean temperature [°C]	Zapas wody [mm] na końcu okresu Store of the water [mm] in the end of period							
			Profil 1 Profile 1		Profil 2 Profile 2		Profil 3 Profile 3		Profil 4 Profile 4	
			0-50 cm	0-100 cm	0-50 cm	0-100 cm	0-50 cm	0-100 cm	0-50 cm	0-100 cm
Okres wegetacyjny roku 1995    Vegetation period of year 1995										
1.04-13.04	16	5,5	127	268	118	276	117	249	110	227
14.04-5.05	8	9,0	98	257	77	225	91	218	74	221
6.05-2.06	51	12,1	75	186	57	162	73	175	47	104
3.06-30.06	77	15,8	86	192	59	158	78	180	50	112
1.07-30.08	56	20,0	64	143	39	101	59	145	32	78
31.08-1.10	122	13,1	91	192	79	204	90	196	72	163
Okres wegetacyjny roku 1997    Vegetation period of year 1997										
1.04-30.04	26	5,3	91	203	76	194	84	188	70	159
1.05-23.05	67	13,1	86	198	74	186	79	183	64	152
24.05-2.07	90	17,0	85	191	73	175	79	177	59	141
3.07-22.07	92	17,9	94	195	80	189	96	198	76	148
23.07-20.08	72	19,6	75	185	64	176	69	170	62	119
21.08-11.09	70	18,4	86	185	74	171	76	171	69	121
12.09-1.10	18	10,8	74	168	61	154	69	163	57	112

głębokim zaleganiu wód gruntowych w tym okresie nie mogły one w istotny sposób oddziaływać na uwilgotnienie wierzchnich warstw gleb.

W tabeli 2 przedstawiono zapasy wody w warstwie 0-50 i 0-100cm w okresach wegetacyjnych analizowanych lat na tle sum opadów atmosferycznych i średnich temperatur powietrza. Na początku okresu wegetacyjnego 1995 roku wysokie zapasy wody zaobserwowano w wierzchnich warstwach we wszystkich analizowanych profilach glebowych. Najwyższe zapasy wody w warstwie 0-50cm zaobserwowano w usytuowanych w najniższych partiach terenu czarnych ziemiach (127mm), zaś w profilach gleb pływowych zlokalizowanych na stoku wyniosły od 110 do 118mm. Niskie sumy opadów w okresie od połowy kwietnia do początku maja spowodowały obniżenie się zapasów wody średnio o 33mm we wszystkich analizowanych profilach. Mimo opadów jakie wystąpiły w maju o łącznej sumie 51mm obserwowano dalsze obniżanie się zapasów wody. Na początku czerwca

najniższe zapasy wody zaobserwowano w położonym na stoku o największym spadku profilu 4. Wyniosły one 47mm i były niższe od wilgotności krytycznej. Opady o łącznej sumie 77mm jakie wystąpiły w czerwcu zostały zużyte na parowanie terenowe i dlatego wzrost zapasów wody w glebach płowych wyniósł średnio około 3mm, a w czarnych ziemiach 11mm. W sierpniu odnotowano bardzo niskie sumy opadów atmosferycznych. Wyniosły one łącznie zaledwie 56mm, co przy wyższych od średniej dla tych miesięcy o 3°C temperaturach powietrza i intensywnej ewapotranspiracji spowodowało dalsze pogłębienie się deficytu wody we wszystkich badanych profilach. W profilach gleb płowych na zboczu, zapasy wody w warstwie 0-50cm spadły poniżej wilgotności trwałego wędnięcia (profil 2 i 4). Odbudowa zapasów wody nastąpiła dopiero pod koniec okresu wegetacyjnego, dzięki znacznym sumom opadów jakie wystąpiły we wrześniu. Podsumowując przebieg zapasów wody należy stwierdzić, że przy bardzo niekorzystnym rozkładzie opadów przez cały okres wegetacyjny roku 1995 obserwowano obniżanie się zapasów wody w wierzchnich warstwach analizowanych gleb. Najniższe zapasy w warstwie 0-50cm i 0-100cm obserwowano w glebach płowych położonych na zboczu o największym nachyleniu, zaś najwyższe w zlokalizowanych u podnóża zbocza czarnych ziemiach. Wynikiem tak niekorzystnego przebiegu uwilgotnienia, zwłaszcza w drugiej połowie okresu wegetacyjnego, była obniżka o około 40% plonów roślin okopowych na tym obszarze.

Okres wegetacyjny roku 1997 rozpoczął się niższym niż w 1995 roku uwilgotnieniem badanych gleb. W suchym półroczu zimowym roku hydrologicznego 1996/97, w którym suma opadów była niższa o 54mm od średniej z wielolecia nie nastąpiło odbudowanie zapasów wody w glebie. Pod koniec kwietnia w profilach gleb płowych zapasy wody w warstwie 0-50cm wyniosły od 70 do 84mm, a w czarnych ziemiach 91mm. W maju i czerwcu obserwowano zmniejszenie się zapasów wody w badanych glebach o kilka milimetrów. Częściowe uzupełnienie zapasów nastąpiło w trzeciej dekadzie lipca w skutek znacznych sum opadów atmosferycznych. Najwyższe zapasy zaobserwowano w czarnych ziemiach, gdzie wyniosły one 94mm w warstwie 0-50cm i 195mm w warstwie 0-100cm. Najniższe zapasy wody stwierdzono w zlokalizowanej na zboczu o największym spadku glebie płowej, gdzie wyniosły one odpowiednio 68 i 139mm. Podsumowując należy stwierdzić, że mimo znacznych sum opadów atmosferycznych w okresie wegetacyjnym roku 1997 w wierzchnich warstwach gleb płowych położonych na zboczach o dużym nachyleniu obserwowano okresowe niedobory wilgoci.

## Wnioski

1. Przeprowadzona analiza przebiegu stanów wody gruntowej i uwilgotnienia wierzchnich warstw gleb płowych i czarnej ziemi potwierdziła istotny wpływ rzeźby terenu na kształtowanie się zasobów wody.
2. Najniższe zapasy wody w wierzchnich warstwach badanych gleb zaobserwowano w glebie płowej położonej na zboczu o największym spadku, a najwyższe w czarnej ziemi położonej w rynn timerenowej.
3. W analizowanych okresach największy deficyt wody wystąpił w suchym okresie wegetacyjnym 1995 roku. Zapasy wody w warstwie 0-50 cm gleby płowej, położonej na stoku o nachyleniu 115 ‰ obniżyły się w tym okresie poniżej wilgotności trwałego wędnięcia.
4. W mokrym okresie wegetacyjnym 1997 roku, przy nierównomiernym rozkładzie opadów, w glebach płowych położonych na zboczach o większych spadkach wystąpiły również okresowe niedobory wilgoci. W okresie tym głęboko zalegające zwierciadło wód gruntowych nie mogło, poprzez podsiąki kapilarny w znaczący sposób oddziaływać na uwilgotnienie wierzchnich warstw badanych gleb.

## Literatura

- Białousz S. 1978 *Wpływ morfogenezy Pojezierza Mazurskiego na kształtowanie się gleb*. Roczn. Nauk rol. Ser. D, 166.
- Kosturkiewicz A., Szafranski Cz. 1991 *Straty wody w nawodnieniach deszczownianych w wyniku spływów powierzchniowych i podpowierzchniowych z gleb bogato rzeźbionych terenów*. Roczn. AR Poznań 244, Melior. Inż. Środ. 9: 53-62.
- Kosturkiewicz A., Szafranski Cz., Fiedler M. 1994 *Agromelioracje jako czynnik ograniczający erozję wodną gleb terenów bogato rzeźbionych*. Roczn. AR Poznań 266, Melior. Inż. Środ. 14: 281-293.
- Szafranski Cz. 1988 *Stany wody gruntowej na tle ukształtowania meliorowanego terenu*. Zesz. Probl. Post. Nauk. rol., 359: 27-42.
- Szafranski Cz. 1993 *Gospodarka wodna gleb terenów bogato rzeźbionych i potrzeby ich melioracji*. Roczn. AR Poznań 244: 98ss.
- Szafranski Cz., Fiedler M., Stasik R. 1996 *Ocena natężenia erozji wodnej gleb w mikrozelewniach rolniczych Pojezierza Gnieźnieńskiego*. IUNG Pr. Nauk. 2: 157-167.
- Woś A. 1994 *Klimat Niziny Wielkopolskiej*. Wydawnictwo Naukowe UAM. Poznań: 192ss.



## Summary

**The effect of area relief on water management of eroded soil lessives.** In the paper are presented results of investigations carried out on Experimental Station Mokronosy situated on Gniezno Lakeland (52°53'N, 17°28'E). There was stated significant effect of soil profiles situation in relief on ground water dynamics as well as on soil moisture content of upper soil layers during vegetation periods varied of sums and distribution of precipitation. It was detected water deficiencies in investigated soils occurred usually during periods of greatest water needs of plants, what negatively influence on their growth and yield.

Czesław Szafrński  
Katedra Melioracji i Kształtowania Środowiska  
Akademia Rolnicza  
ul. Wojska Polskiego 71 E  
60-625 Poznań