

ISBN 83-85725-27-X

ZAKŁAD EROZJI GLEB I URZĄDZANIA TERENÓW URZEŻBIONYCH IUNG
w Puławach

INSTYTUT MELIORACJI I BUDOWNICTWA ROLNICZEGO AR
w Lublinie

ZAKŁAD GEOMORFOLOGII INSTYTUTU NAUK O ZIEMI UMCS
w Lublinie

OGÓLNOPOLSKIE SYMPOZJUM NAUKOWE

OCHRONA AGROEKOSYSTEMÓW ZAGROŻONYCH EROZJĄ

Puławy – Lublin – Zwierzyniec 11–13 września 1996 r.

Prace naukowe

cz. 2

PULAŃSKIE 1996

Komitet Naukowo-Organizacyjny Sympozjum

Prof. dr hab inż. *Czesław Józefaciuk* – przewodniczący
Prof. dr hab inż. *Tadeusz Orlik*, Prof. dr hab *Kazimierz Pękala*
Dr inż. *Zbigniew Talalaj* – sekretarz
Dr inż. *Tadeusz Węgorek*

Redakcja naukowa

Prof. dr hab inż. *Anna Józefaciuk*

Opublikowane prace naukowe uzyskały pozytywną opinię Recenzentów

Sympozjum dofinansowane przez:

Komitet Badań Naukowych
Państwowa Inspekcja Ochrony Środowiska
Akademia Rolnicza w Lublinie
Uniwersytet M.C. Skłodowskiej w Lublinie

Druk IUNG w Puławach

Redaktor techniczny: *Stanisław Melgieś*

16. Szafrński Cz.: Wpływ spulchniania na właściwości fizyko- wodne erodowanych gleb pływych	169
17. Stach A.: Zastosowanie metod magnetycznych i radio- izotopowych w badaniach erozji gleb	177
18. Stach A.: Możliwości i ograniczenia zastosowania cezu-137 do badań erozji gleb na obszarze Polski	203
19. Koreleski K.: Ewolucja systemów oceny intensywności erozji wodnej gleb	227
20. Niemiec J., Kanownik W., Rumian A.: Zasoby wody zlewni górskiej w półroczu zimowym	235
21. Niemiec J., Mozdzeń M.: Klasyfikacja sieci rzecznej Białego Dunajca metodą Strahlera. Część I – Potok Poroniec (Komunikat)	251
22. Michalczewski M., Lipski Cz., Góralczyk R.: Oddziaływanie użytkowania zlewni na reżim transportu materiału unoszonego w cieku podgórskim	263
23. Lipski Cz., Michalczewski M., Jakubowski T.: Degradacja gleb w małej zlewni górskiej o użytkowaniu rolniczo-leśnym	273
24. Koćmit A., Winkler L., Frielinghaus M.: Wpływ erozji wodnej na przemieszczanie zanieczyszczeń obszarowych do wód powierzchniowych młodoglacjalnych terenów zlewni dopływów dolnej Odry	283
25. Roy M., Podlasiński M.: Zasoby fosforu oraz problematyka jego migracji w erodowanych glebach Pomorza Zachodniego	295
26. Chudecka J., Podlasiński M.: Zróżnicowanie zawartości metali ciężkich w erodowanych glebach Pomorza Zachodniego	301
27. Klatkowa H.: Zróżnicowanie przebiegu procesów erozji/denudacji gleb zależne od przyrodniczych warunków środowiska (przykłady z okolic Łodzi i Gór Świętokrzyskich)	307
28. Twardy J.: Wyniki badań tempa denudacji agrotechnicznej stoków użytkowanych rolniczo na przykładzie strefy krawędziowej Wyżyny Łódzkiej	321
29. Fatyga J.: Ochrona gleby przed erozją wodną w systemie restrukturyzacji przestrzeni rolniczej w Sudetach	331
30. Solarski H., Solarski K.: Erozja obszarowa składników biogenych w zlewniach rolniczo-leśnych na Pojezierzu Mazurskim	341
31. Cieśliński Z., Miatkowski Z., Turbiak J.: Procesy degradacji i mineralizacji w głęboko odwodnionych glebach or-	

WPLYW SPULCHNIANIA NA WLAŚCIWOŚCI FIZYKO-WODNE ERODOWANYCH GLEB PŁOWYCH*

Czesław Szafrąński

Katedra Melioracji i Kształtowania Środowiska
Akademia Rolnicza w Poznaniu

WSTĘP

W gospodarce wodnej gleb płowych na terenach nizinnych bogato urzeźbionych istotną rolę odgrywają spływy powierzchniowe i podpowierzchniowe. Są one przyczyną okresowych lub stałych nadmiernych uwilgotnień w dolnych partiach zboczy i na zboczach wklęsłych oraz przesuszeń w górnych i środkowych partiach stoków (Kosturkiewicz i Szafrąński 1984, Szafrąński 1987). Wzrastający stopień mechanizacji prac uprawowych oraz stosowanie coraz cięższych maszyn rolniczych wpływa na dalsze pogorszenie właściwości fizyko-wodnych poziomów poduprawnych (Cieśliński 1988, 1989). Powoduje to przede wszystkim wielokrotną redukcję infiltracji ustalonej, a tym samym zwiększenie spływów powierzchniowych i podpowierzchniowych oraz erozji wodnej gleb (Szafrąński 1993).

W terenach bogato urzeźbionych stosowanie odpowiednich zabiegów agromelioracyjnych może wpłynąć na poprawę właściwości fizyko-wodnych gleb płowych, wzrost aktywności biologicznej i biochemicznej, a także na zwiększenie zdolności magazynowania wody w okresie wiosennym i po opadach o dużej wydajności. Zabiegi te w połączeniu z drenowaniem niesystematycznym miejsc nadmiernie uwilgotnionych pozwalają na wyrównanie uwilgotnienia gleb w przekroju od wierzchołka do podnóża stoku. Zapewnia to z jednej strony większą zdolność gleb płowych do zaopatrywania roślin w wodę i składniki odżywcze, a także wpływa na ograniczenie erozji wodnej gleb (Kosturkiewicz i Szafrąński 1993, Szafrąński 1992).

Celem pracy jest przedstawienie wyników badań nad wpływem spulchniania na zmianę właściwości fizyko-wodnych gleb płowych oraz ograniczenie erozji wodnej w terenach nizinnych bogato urzeźbionych.

* Praca wykonana w ramach projektu badawczego nr 5 P06H 040 10 finansowanego przez KBN.

METODY BADAŃ

W pracy oparto się na badaniach prowadzonych w Doświadczalnej Stacji Badawczej Mokronosy, położonej na Pojezierzu Gnieźnieńskim (52° 53' N, 17° 28' E).

Badania i obserwacje terenowe prowadzono na poletkach spływowych, usytuowanych w różnych partiach stoku. Długość poletek wynosiła 30 m, szerokość 10 m, a średnie spadki podłużne wahały się od 4 do 11,6 %. Metodykę pomiarów spływów powierzchniowych i podpowierzchniowych przedstawiono w pracy Szafrąńskiego (1987).

Na badanych powierzchniach, poza rejestracją opadów i spływów, wykonywano okresowe pomiary stanów wód gruntowych i oznaczenia wilgotności gleby przy pomocy sondy neutronowej. Terenowe badania gleboznawcze obejmowały wykonanie odkrywek i wierceń glebowych, z których pobrano próbki do analiz laboratoryjnych, a także oznaczenia polowej pojemności wodnej i infiltracji wierzchnich warstw profili glebowych. Właściwości fizyczne i chemiczne badanych gleb oznaczono w laboratorium Katedry Melioracji i Kształtowania Środowiska AR w Poznaniu ogólnie znanymi metodami.

We wrześniu 1988 roku wykonano na czterech poletkach spływowych (1b, 2b, 3b, 4b) spulchnianie do głębokości 50 cm, przy użyciu spulchniacza dwuramiennego z aktywnymi elementami roboczymi. Cztery pozostałe poletka spływowe traktowane są jako powierzchnie kontrolne. Zabiegi te zostały przeprowadzone powtórnie jesienią 1992 roku. Po wykonaniu spulchniania prace obejmowały, poza stałymi obserwacjami i pomiarami, ponowne badania właściwości fizyko-wodnych i bilansów wodnych gleb.

WYNIKI BADAŃ

Doświadczalna Stacja Badawcza Mokronosy, na której założone są poletka spływowe charakteryzuje się bardzo urozmaiconą rzeźbą terenu, typową dla rzeźby młodoglacjalnej. Geomorfologicznie obszar stanowi fragment falistej moreny dennej zlodowacenia bałtyckiego stadiału poznańskiego (Galon 1972). Morena ta jest zbudowana z glin zwałowych, spiaszczonych w wierzchnich warstwach. Na podstawie szczegółowych badań gleboznawczych na analizowanych poletkach spływowych wyróżniono dwa zespoły glebowe.

Zespół I: Gleby płowe opadowo-glejowe (poletka 1a, 1b, 2a, 2b, 3a, 3b).

Zespół ten tworzą gleby głębokie, średnio odwodnione i przepuszczalne. Są one wytworzone z glin dennomorenowych na stokach o spadkach od 6 do 12 %. Wykazują się zróżnicowanym uziarnieniem pomiędzy poziomem eluwialnym (Eet) a iluwialnym (Bt). Są to piaski gliniaste mocne lub gliny lekkie,

przechodzące płytko (25-45 cm) w oglejone gliny średnie. Budowa profilu jest następująca: Ap-Eet-g-Btg-Cg lub Ap-g-Btg-C. W glebach tych stwierdzono okresowe występowanie wody zawieszanej na poziomie Bt. Gleby płowe opadowo-glejowe charakteryzują się średnimi zdolnościami retencyjnymi oraz silną erozją wodną, wywołaną spływami powierzchniowymi.

Zespół II: Gleby płowe typowe (poletko 4a, 4b).

Są to gleby głębokie, średnio odwodnione, wytworzone z glin dennomorenowych na stoku o spadku 4 %. Są to gliny lekkie, przechodzące płytko (45 cm) w gliny średnie. Na skutek orek poziom E uległ częściowemu lub całkowitemu zniszczeniu. Profil tych gleb ma budowę Ap-Eet-Bt-Cca lub Ap-Bt-Cca. Gleby płowe typowe charakteryzują się średnim drenażem wewnętrznym oraz średnimi zdolnościami retencjonowania wody. Z uwagi na spadki terenu, zagrożenie erozją powierzchniową tych gleb jest znacznie mniejsze.

Przeprowadzone badania gleboznawcze wykazały, że gleby płowe na poletkach spływowych charakteryzują się wadliwymi stosunkami powietrzno-wodnymi. Stwierdzono, że jedną z głównych przyczyn niekorzystnych właściwości fizyko-wodnych badanych gleb są źle przeprowadzane zabiegi agrotechniczne. Wykonywana przez wiele lat orka o głębokości od 20 do 25 cm spowodowała wytworzenie się tzw. "podeszwy płuznej". Ponadto zabiegi agrotechniczne stosowane w niewłaściwych terminach i przy użyciu ciężkiego sprzętu do uprawy spowodowały mechaniczne zagęszczenie gleby. Badania terenowe wykazały również występowanie oglejenia odgórnego oraz małą aktywność biologiczną w glebach płowych. Dlatego też dla poprawienia niekorzystnych stosunków powietrzno-wodnych tych gleb wykonano spulchnianie do głębokości 50 cm.

Gęstość objętościowa w warstwie ornej (0-20 cm) przed wykonaniem spulchniania wahała się od 1,54 do 1,60 g·cm⁻³ (tab. 1). Warstwa podorna badanych gleb płowych wykazywała większe zagęszczenie, w której gęstość objętościowa wynosiła od 1,68 do 1,78 g·cm⁻³, średnio 1,72 g·cm⁻³. W pierwszym roku po wykonaniu spulchniania gęstość objętościowa w warstwie 20-40 cm zmalała o 0,12 - 0,18 g·cm⁻³, średnio o 0,15 g·cm⁻³, w stosunku do powierzchni kontrolnych. Oddziaływanie wykonanego spulchniania na zmniejszenie gęstości objętościowej poziomów poduprawnych widoczne było również w następnych trzech latach badań, przy czym malał ich korzystny wpływ.

Badania wykazały, że w warunkach glebowych Stacji Badawczej Mokronosy wykonane spulchnianie dzięki zmniejszeniu gęstości objętościowej i rozluźnieniu warstwy podornej w znacznym stopniu zwiększyło

przepuszczalność wodną. W pierwszym roku po wykonaniu spulchniania, współczynnik filtracji w warstwie 20-40 cm zwiększył się o 0,65 - 1,09 $\text{cm}\cdot\text{h}^{-1}$, średnio o 0,80 $\text{cm}\cdot\text{h}^{-1}$ w stosunku do poletek kontrolnych bez agromelioracji (tab. 1).

Przeprowadzone testem t - Studenta obliczenia istotności różnic wykazały, że otrzymane wielkości różnic w warstwie 20-40 cm były istotne na poziomie $\alpha = 0,05$ we wszystkich badanych profilach, w pierwszym, drugim i trzecim roku po wykonaniu spulchniania.

Tabela 1
Gęstości objętościowe i współczynniki filtracji na poletkach doświadczalnych przed wykonaniem spulchniania (1988) i w pierwszym roku po wykonaniu (1989)

Nr poletka	Warstwa (cm)	Gęstość objętościowa $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$		Różnica $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	Współczynnik filtracji $\text{cm}\cdot\text{h}^{-1}$		Różnica $\text{cm}\cdot\text{h}^{-1}$
		1988	1989		1988	1989	
1b	0-20	1,60	1,51	-0,09	1,63	1,89	+0,26
	20-40	1,78	1,60	-0,18	0,83	1,92	+1,09
2b	0-20	1,57	1,45	-0,12	1,83	1,75	-0,08
	20-40	1,71	1,57	-0,14	0,92	1,71	+0,79
3b	0-20	1,56	1,49	-0,07	3,12	3,33	+0,21
	20-40	1,68	1,56	-0,12	1,04	1,69	+0,65
4b	0-20	1,54	1,48	-0,06	2,79	2,75	-0,04
	20-40	1,69	1,56	-0,13	0,97	1,63	+0,68
Średnia	0-20	1,56	1,48	-0,08	2,34	2,43	+0,09
	20-40	1,72	1,57	-0,15	0,94	1,74	+0,80

W czwartym roku natomiast, w profilach 3b i 4b, obliczone różnice w tej warstwie nie sprawdziły hipotezy o istotności różnic przy $\alpha = 0,05$. Wykonane spulchnianie, przez poprawę właściwości fizyko-wodnych wierzchnich warstw profilu glebowego, wpłynęło na znaczne ograniczenie spływów powierzchniowych z gleb położonych na stokach w terenach bogato urzeźbionych.

Na glebach płowych, przy natężeniu deszczowania 10 $\text{mm}\cdot\text{h}^{-1}$, wskaźniki spływów powierzchniowych na poletkach spulchnianych wynosiły od 2,1 do 4,2 mm, średnio 3,1 mm, co odpowiadało 10,3 % dawki polewowej (tab. 2).

Tabela 2
Wskaźniki spływów powierzchniowych i masa erodowanego materiału glebowego przy różnych natężeniach deszczowania na poletkach kontrolnych (1a,2a,3a,4a) oraz spalchnianych (1b,2b,3b,4b).

Oznaczenia	Jednostki	Numery poletek							
		1		2		3		4	
		a	b	a	b	a	b	a	b
Spadki	%	11,5	11,6	9,0	9,0	5,3	5,5	4,0	4,0
Polowa pojemność wodna (0-50 cm)	mm	150	161	156	163	153	159	157	160
Natężenie deszczowania 10 mm·h ⁻¹ Dawka polewowa 30 mm									
Wskaźnik spływu powierzchniowego	mm	9,6	4,2	8,0	3,5	5,5	2,7	4,8	2,1
Współczynnik spływu	%	32,0	14,0	26,7	11,7	18,3	9,0	16,0	7,0
Masa erodowanego materiału	kg·ha ⁻¹	130,2	64,0	73,5	30,2	34,8	8,3	17,4	5,1
Natężenie deszczowania 20 mm·h ⁻¹ Dawka polewowa 30 mm									
Wskaźnik spływu powierzchniowego	mm	14,2	8,2	11,4	7,6	10,1	5,4	6,6	3,2
Współczynnik spływu	%	47,3	27,3	38,0	25,3	33,7	18,0	22,0	10,7
Masa erodowanego materiału	kg·ha ⁻¹	250,7	90,1	120,3	41,4	40,8	19,7	26,7	12,2

Natomiast na poletkach kontrolnych spływy te były większe i osiągnęły wartość od 4,8 do 9,6 mm, a średni współczynnik spływu wynosił 23,3 %. Podobne zróżnicowanie wystąpiło przy natężeniu deszczowania $20 \text{ mm}\cdot\text{h}^{-1}$. Na poletkach spulchnianych średni wskaźnik spływu powierzchniowego wynosił 6,1 mm i był prawie dwukrotnie niższy niż na poletkach kontrolnych bez zabiegów agromelioracyjnych (10,6 mm). Duży wpływ na wielkość spływów powierzchniowych otrzymanych podczas deszczowania miały także natężenia deszczowania oraz spadek terenu.

Zmniejszenie spływów na skutek spulchniania umożliwia zwiększenie zasobów wody w wierzchnich warstwach gleb na stokach oraz zapobiega erozji wodnej gleb występującej w terenach nizinnych bogato urzeźbionych w czasie opadów o dużym natężeniu. Na poletkach z wykonanym spulchnianiem, z uwagi na znacznie mniejszą objętość i mniejsze natężenie spływów powierzchniowych, ilość erodowanego materiału glebowego była zdecydowanie niższa niż na poletkach kontrolnych (Kosturkiewicz, Szafranski, Fiedler 1994).

Przy spadku poletek 11,6 % i natężeniu deszczowania $10 \text{ mm}\cdot\text{h}^{-1}$ z poletka kontrolnego zmywy wyniosły $130,2 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, podczas gdy na poletku spulchnianym były ponad dwukrotnie mniejsze i osiągnęły wartość $64 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ (tab. 2). Większe zróżnicowanie wystąpiło przy natężeniu deszczowania $20 \text{ mm}\cdot\text{h}^{-1}$. Masa erodowanego materiału glebowego z poletka kontrolnego 1a wyniosła $250,7 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ i była prawie trzykrotnie większa niż z poletka spulchnianego 1b ($90,1 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$). Analiza otrzymanych wyników badań pozwala na stwierdzenie, że spulchnianie zapewnia ograniczenie erozji wodnej gleb, która na terenach bogato urzeźbionych staje się ważnym problemem gospodarczym. Stosowanie spulchniania łącznie z drenowaniem niesystematycznym umożliwia regulowanie gospodarki wodnej tych terenów zgodnie z wymogami nowoczesnego rolnictwa i potrzebami ochrony środowiska przyrodniczego.

Na podstawie otrzymanych wyników badań można stwierdzić, że największe zagrożenie erozją wodną występuje na stokach o dużych spadkach. Podobne wyniki otrzymali Uggla i in. (1968), którzy stwierdzili, że w rzeźbie młodoglacjalnej, w terenach o spadkach do 6 % erozja jest nieznaczna i tylko w niektórych wypadkach są wskazane proste zabiegi przeciwoerozyjne. W terenach o przewadze spadków do 12 % należałoby natomiast wprowadzić prosty system agrotechniki przeciwoerozyjnej. Otrzymane wyniki badań i obserwacji terenowych wykazały, że w warunkach klimatycznych i glebowych

Stacji Badawczej Mokronosy, spulchnianie można zaliczyć do prostego systemu agrotechniki przeciwerozyjnej.

WNIOSKI

1. Gleby płowe na terenach nizinnych bogato urzeźbionych charakteryzują się wadliwymi właściwościami fizyko-wodnymi w poziomach poduprawnych. Spowodowane jest to w dużej mierze przez źle przeprowadzane zabiegi agrotechniczne oraz mechaniczne zagęszczenie gleby przez ciężki sprzęt używany do uprawy.
2. Wykonane spulchnianie do głębokości 50 cm gleb płowych wytworzonych z glin dennomorenowych na stokach o spadkach od 4 do 11,6 % wpłynęło w istotny sposób na zmniejszenie gęstości objętościowej i rozluźnienie warstwy podornej. W znacznym stopniu zwiększyła się także przepuszczalność tej warstwy oraz zdolności retencyjne profilu glebowego.
3. Spulchnianie, przez poprawę właściwości fizyko-wodnych wierzchnich warstw gleby, wpłynęło na znaczne ograniczenie szkodliwych dla gleb spływów powierzchniowych oraz na zmniejszenie erozji wodnej gleb. Na poletkach spulchnianych średni wskaźnik spływu powierzchniowego wyniósł 6,1 mm i był prawie dwukrotnie niższy niż na poletkach kontrolnych, a masa erodowanego materiału glebowego była prawie trzykrotnie niższa.
4. Analiza otrzymanych wyników badań wykazała, że największe zagrożenie erozją wodną występuje na glebach płowych na stokach o spadkach powyżej 6%. Na podstawie przeprowadzonych badań i obserwacji można stwierdzić, że w warunkach klimatycznych i glebowych Stacji Badawczej Mokronosy spulchnianie można zaliczyć do prostego systemu agrotechniki przeciwerozyjnej.

LITERATURA

- Cieśliński Z. (1988): Agromelioracje w projektowaniu melioracji wodnych. Zesz. probl. Post. Nauk rol., 359
- Cieśliński Z. (1989) : Rola i znaczenie zabiegów agromelioracyjnych w intensyfikacji rolnictwa w Polsce. Zesz. probl. Post. Nauk rol., 375, 39-51.
- Galon R (1972): Ogólne cechy rzeźby Nizin Polski. Geomorfologia Polski.T.2, PWN, Warszawa.
- Kosturkiewicz A., Szafranski Cz. (1984): The role of surface and subsurface flow in the natural drainage of soil profile. Int. Comm. of Irrigation and Drainagr. 12 th Congr., 827-834.

- Kosturkiewicz A., Szafrński Cz. (1993): Agromelioracje w gospodarce wodnej gleb terenów bogato rzeźbionych. Roczn. AR w Poznaniu, t.244, 65-77.
- Kosturkiewicz A., Szafrński Cz., Fiedler M. (1994): Agromelioracje jako czynnik ograniczający erozję wodną gleb terenów bogato rzeźbionych. Roczn. AR w Poznaniu, t.266, 281-293.
- Szafrński Cz. (1987): Spływy powierzchniowe i podpowierzchniowe w gospodarce wodnej meliorowanego terenu. Roczn. AR w Poznaniu, t.182, 99-139.
- Szafrński Cz. (1992): Spływy powierzchniowe i erozja wodna gleb na bogato rzeźbionych terenach polodowcowych. Zesz.nauk. AR Kraków, 35, 101-109.
- Szafrński Cz. (1993): Gospodarka wodna gleb terenów bogato rzeźbionych i potrzeby ich melioracji. Roczn. AR w Pozn., Rozp.Naukowe, z.244, 1-99.
- Uggla H., Mirowski Z., Grabarczyk S., Nożyński A., Rytlewski J., Solarski H. (1968): Proces erozji wodnej w terenach północno-wschodniej części Polski. Roczn. glebozn., 28, 2.

The effect of soil loosening on physical-water properties of eroded lessives soils.

In the work were presented results of investigations performed in the Experimental Station Mokronosy, situated on Gniezno Lakeland (52°53'N, 17°28'E). Investigated area characterized very various relief, typical for young postglacial areas. Field researches were done on runoff plots, situated on different parts of slope.

detailed soil investigations showed that lessives soils on experimental plots characterized wrong water-air properties. This situation is caused by wrong done agrotechnical measures and by mechanical soil compaction caused by heavy equipment used for cultivation. Soil loosening to the depth 50 cm results in decreasing of bulk density and loosening of subarable layer. Significantly increases permeability of this layer and retention capabilities of soil profile.

Soil loosening, because of betterment of physical-water properties of upper soil layers, significantly decreased harmful for soils surface runoffs, and diminishes water erosion of soils. Mean indice of surface runoff for loosened plots were almost two times smaller then for control plots. Quantity of eroded soil material were almost three times smaller.

Prof. dr hab. Czesław Szafrński
Akademia Rolnicza w Poznaniu
Katedra Melioracji i Kształtowania Środowiska
ul. Wojska Polskiego 71E, 60-625 Poznań