

*Roczniki Akademii Rolniczej w Poznaniu – CCLXVI (1994)*

ANDRZEJ KOSTURKIEWICZ, CZESŁAW SZAFRAŃSKI,  
MICHAŁ FIEDLER

**AGROMELIORACJE JAKO CZYNNIK  
OGRANICZAJĄCY EROZJĘ WODNĄ  
GLEB TERENÓW BOGATO RZEŻBIONYCH\***

*Z Katedry Melioracji Rolnych i Leśnych  
Akademii Rolniczej w Poznaniu*

**Wstęp**

Występowanie i intensywność erozji wodnej zależy przede wszystkim od klimatu, rzeźby terenu, gleby, pokrywy roślinnej oraz od działalności człowieka, która przeobraża warunki naturalne i może potęgować występowanie erozji wodnej gleb lub jej zapobiegać.

W terenach nizinnych, bogato urzeźbionych, ważnym ogniwem obiegu wody są spływy powierzchniowe i podpowierzchniowe (Kosturkiewicz i Szafrąński 1983, 1984, Szafrąński 1993). Spływy te powodują, poza erozją, przesuszenie górnych partii stoków o większych spadkach i nadmierne uwilgotnienie w załamaniach spadków oraz u podnóży zboczy i w rynnach terenowych.

Wyniki licznych badań melioracyjnych i gleboznawczych prowadzonych na glebach średniozwięzłych i zwięzłych terenów równinnych wskazują, że wykonane zabiegi agromelioracyjne wpływają korzystnie na poprawę właściwości fizykowodnych gleb, wzrost aktywności biologicznej i biochemicz-

---

\* Praca wykonana w ramach projektu badawczego nr 507489101/p05, umowa PB 1036/5/91, finansowanego przez KBN.

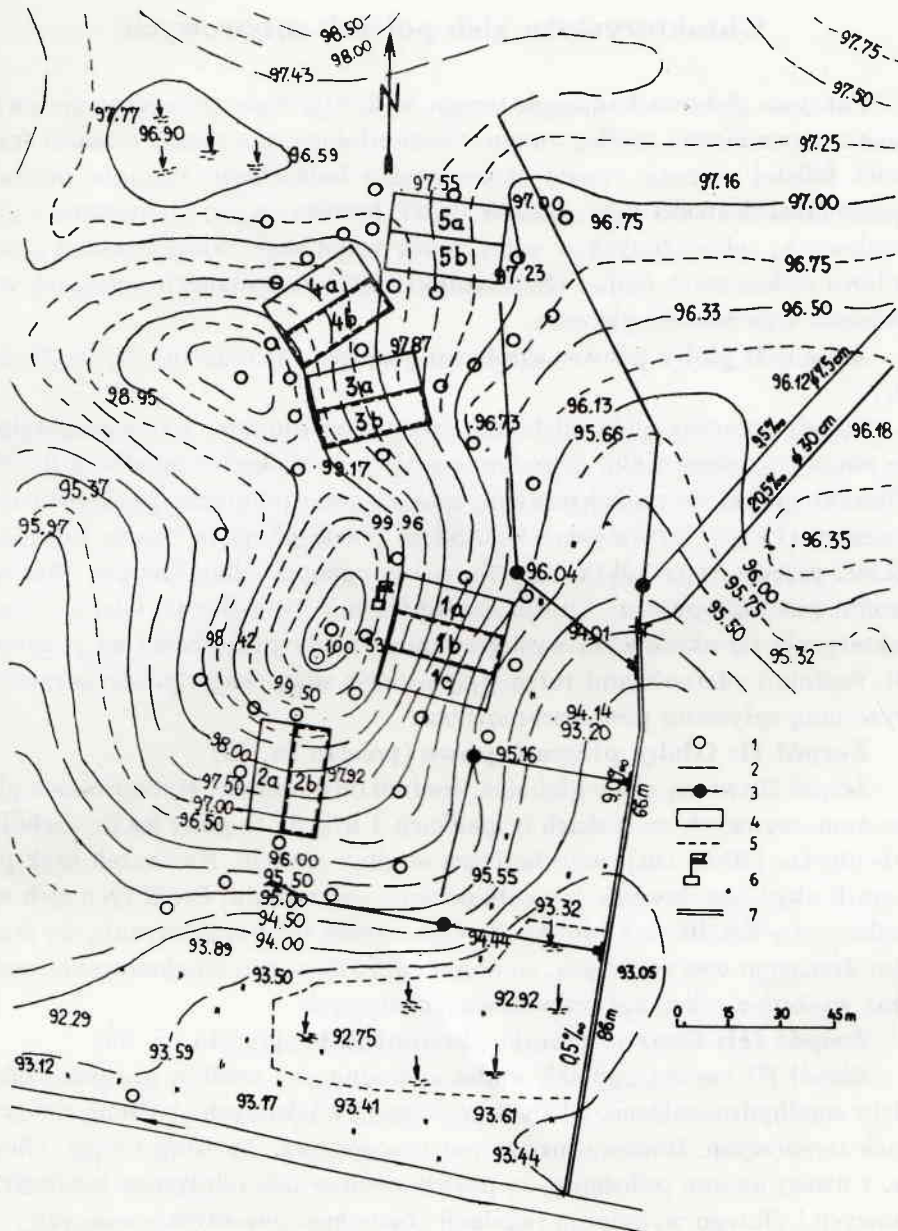
nej, a także na zwiększenie zdolności retencyjnych gleb (Cieśliński 1988, 1989, Kurucz 1978, Marchuk i in. 1978, Miatkowski 1986, Wanke 1976).

Jak wykazały wyniki badań, stosowanie na bogato urzeźbionych terenach nizinnych odpowiednich zabiegów agromelioracyjnych może wpłynąć na zmniejszenie spływów z górnych partii terenu oraz zwiększenie zdolności retencyjnych wykształconych tam gleb (Kosturkiewicz i Szafrąński 1991, Szafrąński 1992, 1993). Ma to duże znaczenie dla gospodarki wodnej gleb na stokach z punktu widzenia potrzeb rolnictwa i ochrony gleb przed erozją wodną.

### Metodyka badań

W pracy oparto się na badaniach prowadzonych w Doświadczalnej Stacji Badawczej w Mokronosach, położonej na Pojezierzu Gnieźnieńskim (szerokość – 52° 53' N, długość – 17° 28' E). Pomiary spływów powierzchniowych i podpowierzchniowych wykonuje się za pomocą 33 limnigrafów (z trzech poziomów) na 11 doświadczalnych poletkach spływowych o spadkach podłużnych od 1,4 do 11,6% (ryc. 1). Długość poletek spływowych wynosi 30 m, a szerokość – 10 m. Metodykę pomiarów tych spływów przedstawiono w pracy Szafrąńskiego (1987). Opady letnie rejestrowane są za pomocą pluwiografu, a w okresie zimowym – deszczomierzem Hellmanna. Poza wielkością opadów mierzona jest grubość pokrywy śnieżnej oraz głębokość zamarzania gleby. W 1992 roku wykonano na pięciu poletkach spływowych zabieg agromelioracyjny w postaci spulchniania do głębokości 50 cm, z użyciem spulchniacza dwuramiennego z aktywnymi elementami roboczymi. Sześć pozostałych poletek spływowych jest traktowanych jako powierzchnie kontrolne.

W 1993 roku, rok po wykonaniu zabiegów agromelioracyjnych, wykonano deszczowanie wszystkich poletek spływowych za pomocą deszczowni przenośnej. Poletka nawadniano dawkami polewowymi o różnej wysokości i natężeniu. Po ustabilizowaniu się natężenia spływów powierzchniowych pobierano próbki wody do określenia transportu zawiesin. Ilość zawiesin określano, filtrując próbki za pomocą sączków (Brański 1968). Masę erodowanego materiału glebowego z poletek spływowych pobierano z rynien i ze skrzyń pomiarowych po zakończeniu deszczowania dawką powyżej PPW przy natężeniu 10 mm/h oraz po zakończeniu deszczowania przy natężeniu 20 mm/h.



Ryc. 1. Mapa sytuacyjna poletek doświadczalnych: 1 - piezometry, 2 - sieć drenarska, 3 - studzienki drenarskie, 4 - poletki doświadczalne, 5 - powierzchnie z zabiegami agromelioracyjnymi, 6 - posternek opadowy, 7 - rów

Fig. 1. Situation map of experimental plots: 1 - piezometers, 2 - drainage system, 3 - drainage wells, 4 - experimental plots, 5 - treated plots and areas, 6 - precipitation measuring station, 7 - ditch

### Charakterystyka gleb poletok splywowych

Pokrywa glebowa badanego terenu wykazuje duze zroznicowanie zwiazane z urozmaiconą rzezbą terenu. Geomorfologicznie obszar stanowi fragment falistej moreny dennej zlodowacenia baltyckiego stadiu poznanckiego (Bartkowski 1957, Galon 1972). Morena ta jest zbudowana z glin zwalowych, spiaszczonych w wierzchnich warstwach. Na podstawie szczegolowo wykonanych badan (Szafranski 1993) na badanych poletkach wyroznilo trzy zespoły glebowe.

**Zespół I: gleby plowe opadowo-glejowe** (poletka 1a, 1b, 2a, 2b, 3a, 3b)

Zespół I tworzą gleby glębokie, srednio odwodnione i przepuszczalne. Są one wytworzone z glin dennomorenowych na stokach o spadkach 6-12%. Charakteryzują się zroznicowanym uziarnieniem pomiedzy poziomem eluwialnym (Eet) a iluwialnym (Bt). Są to piaski gliniaste mocne lub gliny lekkie, przechodzące plytko (25-45 cm) w oglejone gliny srednie. Budowa profilu jest nastepujaca: Ap-Eet, g-Btg-Cg lub Ap-g-Btg-C. Gleby te charakteryzują się okresowym wystepowaniem wody zawieszonej na poziomie Bt, srednimi zdolnościami retencyjnymi oraz silną erozją powierzchniową, wywołaną splywami powierzchniowymi.

**Zespół II: Gleby plowe typowe** (poletka 4a, 4b)

Zespół II tworzą gleby glębokie, srednio odwodnione, wytworzone z glin dennomorenowych na stokach o spadkach 1-6%. Są to gliny lekkie glębokie lub plytkie (20-45 cm), przechodzące w gliny srednie. Na skutek orok poziom E uległ czesciowemu lub calkowitemu zniszczeniu. Profil tych gleb ma budowę Ap-Eet-Bt-Cca lub Ap-Bt-Cca. Gleby te charakteryzują się srednim drenażem wewnetrznym, srednimi zdolnościami retencjonowania wody oraz wystepowaniem splywów powierzchniowych.

**Zespół III: Czarne ziemie zbrunatniale** (poletka 5a, 5b)

Zespół III tworzą glębokie slabo odwodnione i srednio przepuszczalne gleby semihydrogeniczne. Gleby te wystepują w lokalnych obnizeniach i rynkach terenowych. Budowa profilu jest nastepujaca: Ap-Bbrg-Ccagg. Gleby te, z uwagi na swe polozenie, są prawie pozbawione odplywów powierzchniowych i dlatego wymagają regulacji stosunków powietrzno-wodnych.

Wyniki badan laboratoryjnych zawarte są w pracy Szafranskiego (1993). Szczegolowe badania gleboznawcze wykazaly, że zabiegów agromelioracyjnych wymagają przede wszystkim gleby plowe. Charakteryzują się one plytkim i zbyt zwiezlym poziomem próchnicznym, slabymi zdolnościami retencyjnymi oraz wystepowaniem procesów erozyjnych. Gleby te



wymagają także terminowej uprawy i zapobiegania erozji wodnej poprzez odpowiedni dobór roślin i stosowanie właściwych kierunków uprawy.

### Wyniki

W roku hydrologicznym 1992/93, mimo iż był to rok mokry, o prawdopodobieństwie wystąpienia razem z wyższymi 1 raz na 14 lat, nie zaobserwowano spływów powierzchniowych i związanej z nimi erozji wodnej gleb. Półrocze zimowe tego roku, o sumie opadów zbliżonej do średniej z wielolecia, rozpoczęło się przy dużych niedoborach wilgoci w glebie oraz niskich stanach wód gruntowych, spowodowanych kilkuletnią suszą hydrologiczną, jaka wystąpiła w tym regionie.

W półroczu letnim 1992/93, o sumie opadów większej o 192 mm od średniej z wielolecia oraz prawdopodobieństwie wystąpienia razem z wyższymi 1 raz na 17 lat, również nie zaobserwowano zjawiska erozji wodnej na badanym obiekcie. Spowodowane to było brakiem opadów o dużym natężeniu oraz korzystnym rozkładem opadów i w związku z tym niewystępowaniem spływów powierzchniowych w tym okresie.

W celu zbadania wpływu wykonanego zabiegu agromelioracyjnego, w postaci spulchniania do głębokości 50 cm, na wielkość i natężenie erozji wodnej, w październiku 1993 roku wykonano deszczowanie poletek doświadczalnych. Poletka deszczowano średnim natężeniem 10 i 20 mm/h oraz dawkami polewowymi uzupełniającymi zapasy wody w wierzchniej 50-centymetrowej warstwie gleby do połowej pojemności wodnej (PPW) i przekraczającą średnio o 25 mm tę wartość.

W tabeli 1 przedstawiono otrzymane wielkości spływów powierzchniowych na poletkach spulchnianych oraz kontrolnych bez agromelioracji. Jak widać, istnieje duże zróżnicowanie wskaźników spływów powierzchniowych, zarówno przy deszczowaniu dawką polewową uzupełniającą zapasy wody do PPW, jak i powyżej tej wielkości. Istotny wpływ na wielkość tych spływów otrzymanych podczas deszczowania miały także natężenia deszczowania oraz spadek terenu. Przy deszczowaniu dawką uzupełniającą zapasy wody do PPW i średnim natężeniu deszczowania 10 mm/h pojawiły się spływy powierzchniowe na poletkach o większych spadkach (9 i 11,6%). Przy dawce polewowej zwiększającej zapasy wody w warstwie 0-50 cm powyżej PPW spływy wystąpiły na wszystkich powierzchniach. Przy spadkach zboczy od 4,0 do 11,5%, objętych zasięgiem gleb płowych, spływy na

Tabela 1

Wskaźniki spływów powierzchniowych przy różnych natężeniach deszczowania, wilgotnościach początkowych i dawkach polewowych na poletkach spulchnianych (1b, 2b, 3b, 4b, 5b) oraz kontrolnych (1a, 2a, 3a, 4a, 5a)  
Indices of surface outflows for various sprinkling intensities, initial moisture content and sprinkling doses for loosened plots (1b, 2b, 3b, 4b, 5b) and for control plots (1a, 2a, 3a, 4a, 5a)

Oznaczenia Signs	Jednostki Unit	Numery poletek No of plots										
		1		2		3		4		5		
		a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Spadki Slopes	%	11,5	11,6	9,0	9,0	5,3	5,5	4,0	4,0	1,4	1,6	
Polowa pojemność wodna PPW (0-50 cm) Field water capacity PPW (0-50 cm)	mm	150	161	156	163	153	159	157	160	168	169	
Natężenie deszczowania 10 mm/h Sprinkling intensity 10 mm/h												
Wilgotność początkowa (0-50 cm) Initial moisture content (0-50 cm)	mm	125	137	136	140	131	140	129	125	138	136	
Dawka do PPW (2-3) Dosage upto PPW (2-3)	mm	25		20		22		28		30		
Splywy powierzchniowe Surface outflows	mm	2,3	1,2	1,4	0,8	—	—	—	—	—	—	
a-b	mm	1,1		0,6		—		—		—		
Wilgotność początkowa (0-50 cm) Initial moisture content (0-50 cm)	mm	146	157	152	161	150	159	154	151	165	164	
Dawka Dose	mm	30		30		30		30		30		
Splywy powierzchniowe Surface outflows	mm	9,6	4,2	8,0	3,5	5,5	2,7	4,8	2,1	0,9	0,1	
a-b	mm	5,4		4,5		2,8		2,7		0,1		

Tabela 1 - cd.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Natężenie deszczowania 20 mm/h Sprinkling intensity 20 mm/h											
Wilgotność początkowa (0-50 cm) Initial moisture content (0-50 cm)	mm	130	145	131	142	126	134	129	135	150	153
Dawka do PPW (2-3) Dosage upto PPW (2-3)	mm	20		25		27		28		18	
Splywy powierzchniowe Surface outflows	mm	6,8	4,0	5,1	3,2	2,7	2,0	2,1	1,3	1,6	1,7
a-b	mm	2,8		1,9		0,7		0,8		-0,1	
Wilgotność początkowa (0-50 cm) Initial moisture content (0-50 cm)	mm	142	157	150	161	148	158	153	160	163	166
Dawka Dose	mm	30		30		30		30		30	
Splywy powierzchniowe Surface outflows	mm	14,2	8,2	11,4	7,6	10,1	5,4	6,6	3,2	1,9	1,4
a-b	mm	6,0		3,8		4,7		3,4		0,5	

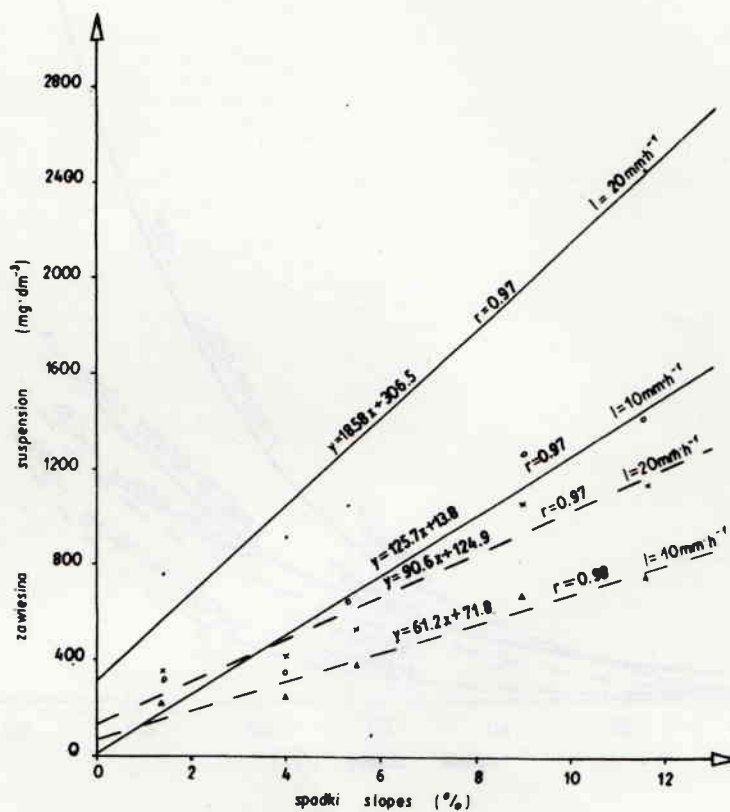
poletkach nie spulchnianych były o ponad 100% większe niż na powierzchniach z agromelioracjami. Na poletkach kontrolnych średni wskaźnik spływu wyniósł 5,8 mm, natomiast na poletkach spulchnianych był dwukrotnie mniejszy i osiągnął wartość 2,7 mm. Na czarnych ziemiach (poletka 5a i 5b), o spadkach 1,4-1,6%, spływy powierzchniowe były bardzo małe i wykonane zabiegi agromelioracyjne nie wpłynęły na ich zróżnicowanie. Przy natężeniu deszczowania 20 mm/h i dawce polewowej uzupełniającej zapas wody tylko do PPW spływy powierzchniowe pojawiły się już na wszystkich powierzchniach. Na glebach płowych, przy spadkach od 4,0 do 11,6%, na poletkach spulchnianych wskaźniki tych spływów wynosiły od 1,3 do 4,0 mm, średnio 2,6 mm, co odpowiadało 10,4% dawki polewowej. Na poletkach kontrolnych natomiast wskaźniki spływów powierzchniowych były większe i osiągnęły wartości od 2,1 do 6,8 mm, średnio 4,2 mm, a współczynnik spływu osiągnął wartość 16,8%. Podobne zróżnicowanie wystąpiło przy natężeniu deszczowania 20 mm/h i dawce polewowej zwiększającej zapasy wody powyżej PPW. Na poletkach spulchnianych w zasięgu gleb płowych spływy powierzchniowe wynosiły od 3,2 do 8,2 mm, średnio 6,1 mm, natomiast na poletkach kontrolnych bez agromelioracji spływy te osiągnęły wartości od 6,6 do 14,2 mm, średnio 10,6 mm, co odpowiadało 35,3% dawki polewowej.

Korzystny wpływ zabiegów agromelioracyjnych na ograniczenie erozji wodnej gleb w terenach bogato urzeźbionych widać wyraźnie, jeżeli przeanalizujemy zawartość zawiesin w spływach powierzchniowych otrzymanych podczas deszczowania poletek (ryc. 2). Na poletkach spulchnianych, z uwagi na znacznie mniejszą objętość i mniejsze natężenie spływów powierzchniowych, zawartość zawiesiny w tych spływach była średnio o połowę mniejsza niż na poletkach kontrolnych. Jak widać z przedstawionych wykresów, największe zróżnicowanie w zawartości zawiesin wystąpiło przy dużych spadkach terenu.

Opierając się na wykonanych obliczeniach statystycznych stwierdzono, że najlepsze zależności pomiędzy zawartością zawiesin a spadkami terenu występują w wypadku przyjęcia modelu funkcji liniowej. Obliczone współczynniki korelacji pomiędzy tymi wielkościami są istotne na poziomie  $\alpha = 0,05$ .

Wykonane badania wykazały, że zmniejszenie przez zabiegi agromelioracyjne wielkości spływów powierzchniowych i ich natężenia wpływa na masę erodowanego materiału glebowego w terenach bogato urzeźbionych (ryc. 3). Na poletku spulchnianym 4b, o spadku 4%, wielkość zmywów przy natężeniu deszczowania 10 mm/h wynosiła 7 kg/ha, podczas gdy na po-

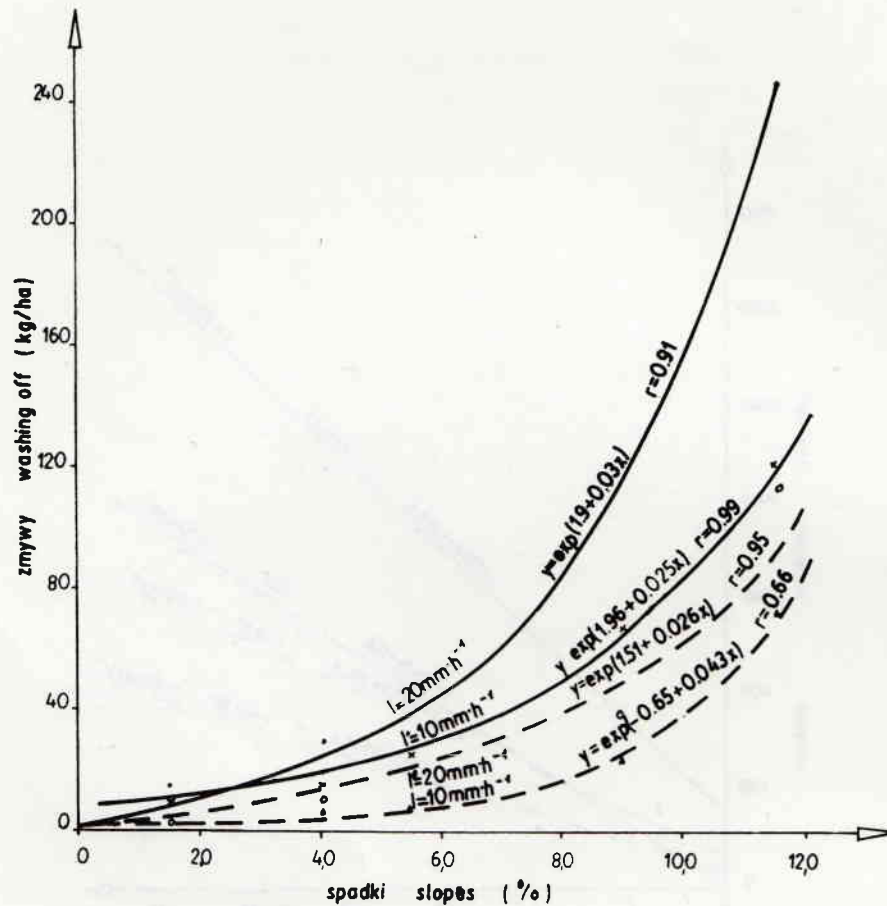




Ryc. 2. Zawartość zawiesin w splywach powierzchniowych z deszczowanych poletek na tle natężenia deszczowania (I) oraz spadków terenu: — — — — — poletka spulchniane, — — — — — poletko kontrolne

Fig. 2. Suspensions in surface outflows from sprinkled plots against a background of sprinkling intensity (I) and area slopes: — — — — — loosened plots, — — — — — control plots

letku kontrolnym 4a, o takim samym spadku, masa erodowanego materiału glebowego była ponad dwukrotnie większa i wynosiła 17 kg/ha. Większe zmywy wystąpiły przy spadku 4%, w przypadku zastosowania natężenia deszczowania 20 mm/h. Największe wartości wystąpiły oczywiście na poletkach o większych spadkach (powyżej 6%), na których splywy powierzchniowe osiągają największe natężenie i wielkości. Na przykład przy spadku



Ryc. 3. Wpływ spulchniania i spadku terenu oraz natężenia deszczowania na masę erodowanego materiału glebowego na poletkach spulchnianych (— — —) i kontrolnych (————)

Fig. 3. Influence of soil loosening, slopes and sprinkling intensity on amount of eroded soil for loosened plots (— — —) and control plots (————)

poletek 11,6% i natężeniu deszczowania 10 mm/h z poletka kontrolnego zmywy wynosiły 130 kg/ha, podczas gdy na poletku spulchnianym były dwukrotnie mniejsze (64 kg/ha). Jeszcze większe różnicowanie wystąpiło przy natężeniu deszczowania 20 mm/h: masa materiału glebowego erodowanego z poletek kontrolnych (250 kg/ha) była prawie trzykrotnie większa niż z poletek spulchnianych (90 kg/ha). Otrzymane wielkości potwierdziły wstępne wyniki badań wykonanych przez **Szafrąńskiego** (1992) na omawianym obiekcie, w trzecim roku po wykonaniu agromelioracji.

Na podstawie wykonanych obliczeń statystycznych stwierdzono, że najlepsze skorelowanie pomiędzy spadkami terenu a wielkością zmywów materiału glebowego występuje w przypadku przyjęcia modelu funkcji wykładniczej. Obliczone współczynniki korelacji wyniosły od 0,66 do 0,99 i były istotne na poziomie  $\alpha = 0,05$ . Z przedstawionych na rycinie 3 wykresów widać, że wykonane zabiegi agromelioracyjne w istotny sposób ograniczały erozję gleb na badanych powierzchniach. Zagadnienie wpływu zabiegów agromelioracyjnych, które można zaliczyć do prostego systemu agrotechniki przeciwerozyjnej, na ograniczenie erozji gleb w terenach bogato urzeźbionych wymaga jednak dalszych badań i obserwacji.

### Wnioski

1. Na podstawie wykonanych badań stwierdzono, że agromelioracje w postaci spulchniania do głębokości 50 cm gleb pływowych utworzonych z glin dennomorenowych na zboczach o spadkach od 4 do 11,6% wpłynęły w istotny sposób na zmniejszenie spływów powierzchniowych i związanej z nimi erozji wodnej gleb.

2. Podczas deszczowania poletek dawką polewową przekraczającą zapasy przy połowej pojemności wodnej w zwilżanej 50-centymetrowej warstwie gleby mniej więcej o 25 mm i przy średnim natężeniu deszczowania 10 mm/h spływy powierzchniowe z poletek spulchnianych wynosiły 2,7 mm i były ponad dwukrotnie mniejsze niż na poletkach kontrolnych bez agromelioracji (5,8 mm). Przy natężeniu deszczowania 20 mm/h spływy te na poletkach z agromelioracjami wyniosły 6,1 mm, natomiast na poletkach kontrolnych osiągnęły wartość 10,6 mm, co odpowiadało 35,3% dawki polewowej.

3. Badania wykazały istotną rolę agromelioracji w zmniejszeniu natężenia erozji wodnej gleb. Przy natężeniu deszczowania 20 mm/h z poletka spulchnianego o spadku 11,6% zmyw materiału glebowego wyniósł 90 kg/ha i był prawie trzykrotnie mniejszy niż z poletka kontrolnego bez agromelioracji (250 kg/ha).

4. Na podstawie otrzymanych wyników badań i obserwacji terenowych można stwierdzić, że wykonane w Stacji Doświadczalnej Mokronosy spulchnianie zaliczyć można do prostego systemu agrotechniki przeciwerozyjnej. Zagadnienie wpływu zabiegów agromelioracyjnych na ograniczenie erozji wodnej gleb w terenach bogato urzeźbionych wymaga jednak dalszych badań i obserwacji.

### Literatura

- Bartkowski T.** (1957): Rozwój polodowcowej sieci hydrograficznej w Wielkopolsce Środkowej. Zesz. nauk. UAM Ser. Geogr. 1.
- Brański J.** (1968): Oznaczanie ilości unosin metodą bezpośrednią przy użyciu sączków. Pr. PIHM 94.
- 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.
- Galon R.** (1972): Ogólne cechy rzeźby nizin Polski. Geomorfologia Polski. T. 2. PWN, Warszawa.
- Komisja V** Genezy, Klasyfikacji i Kartografii Gleb PTG (1989): Systematyka gleb Polski. Roczn. glebozn. 40, 3/4.
- Kosturkiewicz A., Szafrąński Cz.** (1983): Splywy powierzchniowe i podpowierzchniowe w bilansie wodnym gleb. PTPN, Pr. Komis. Nauk Rol. Leś. 54.
- Kosturkiewicz A., Szafrąński Cz.** (1984): The role of surface and subsurface flow in the natural drainage of soil profile. Inst. Comm. of Irrigation and Drainage. 12th Congr.
- Kurucz G.** (1978): Meliorative Bodenbearbeitung in der Ungarischen Volksrepublik. Tag. Ber. Akad. Landwirtsch.-Wiss. 166.
- Marchuk R.N., Kovalev A.P., Kovaleva L.S.** (1978): Vlijanie glubokogo rykhlenija i krotowanija na tjazhkie pochvy. Gidrot. Melior. 8.
- Miatkowski Z.** (1986): Oddziaływanie zabiegów agromelioracyjnych na stosunki wodne i właściwości fizyczne czarnoziemów kujawskich i czarnych ziem gniewskich. Maszyn. AR, Wrocław.
- Szafrąński Cz.** (1987): Splywy powierzchniowe i podpowierzchniowe w gospodarce wodnej meliorowanego terenu. Roczn. AR Pozn. 182, 7.
- Szafrąński Cz.** (1992): Splywy powierzchniowe i erozja wodna gleb na bogato rzeźbionych terenach polodowcowych. Zesz. nauk. AR Krak. 35.
- Szafrąński Cz.** (1993): Gospodarka wodna gleb terenów bogato rzeźbionych i potrzeby ich melioracji. Roczn. AR Pozn. 244, 12.
- Wanke A.** (1976): Zmiany niektórych właściwości fizycznych i wodnych gliny zwałowej w RZD Puczniew pod wpływem orki agromelioracyjnej. Zesz. nauk. SGGW-AR Ser. Melior. rol. 15.



AGROMELIORATION AS A FACTOR DECREASING WATER  
EROSION OF SOILS WITH RICH RELIEF

S u m m a r y

In the work were shown results of investigations performed in Experimental Station in Mokronosy, situated on the Gniezno Lakeland. Field investigations were performed on 11 experimental plots with slopes from 1.4% to 1.6%, situated on the foot of the hillslope with black soils and on the middle and upper parts of the hillslope with slopes 4.0% to 11.6% with grey-brown podzolic soils.

Sprinkling of the experimental plots using irrigation doses with various rates and intensities showed that agromeliorations decreased amount of surface outflows down to 50% from grey-brown podzolic soils situated on the hillslope.

For sprinkling intensity 20 mm/h washoff of soil material from loosened plot with slope 11.6% were almost three times smaller than from unloosened control plot.