

**SKŁAD GRANULOMETRYCZNY I ZAWARTOŚĆ MAKROSKŁADNIKÓW
W MATERIALE GLEBOWYM ZMYWANYM W WYNIKU EROZJI
POWIERZCHNIOWEJ**

Tadeusz Chodak¹, Jarosława Kaszubkiewicz¹, Wanda Tasz²

¹Instytut Gleboznawstwa i Ochrony Środowiska Rolniczego, Akademia Rolnicza
ul. Grunwaldzka 53, 50-357 Wrocław
e-mail: chodak@ozi.ar.wroc.pl

²Centrum Badawczo-Projektowe Miedzi CUPRUM Sp. z o.o. Ośrodek Badawczo-Rozwojowy
pl. 1-Maja 1/2, 50-136 Wrocław

Streszczenie. W Sudetach Środkowych analizowano dwie toposekwencje gleb o średnim spadku stoku 13,6% oraz 9,5%, wyniesione na 450-500 m n.p.m., reprezentowane przez glebę litogeniczną wapniowcową – rędzinę brunatną i autogeniczną brunatnoziemną glebę brunatną kwaśną. Dla określenia natężenia erozji wodnej, na obu obiektach zainstalowano urządzenia do pomiaru ilości zmywanej gleby. Badano koncentrację spływających po stoku zawieszin glebowych. W zebranych materiale analizowano skład granulometryczny, zawartość makroelementów oraz zasolenie. Stwierdzono istnienie istotnych różnic w składzie granulometrycznym materiału zbieranego w urządzeniach i tworzącego poziomy akumulacyjne na stoku, a także różnice w zawartości makroelementów.

Słowa kluczowe: natężenie erozji, skład granulometryczny, makroelementy

WSTĘP

Gleby na terenie Polski zagrożone są zarówno erozją powierzchniową jak i erozją liniową [8]. Jednym z regionów zagrożonych przez erozję wodną są krainy górzyste, kotliny śródgórskie i krainy wyżynne [3]. Na terenie Dolnego Śląska, erozję gleb wywołują głównie spływy wód deszczowych i roztopowych [6]. Jednym z regionów Dolnego Śląska, w którym występuje najwyższe nasilenie erozji jest Kotlina Kłodzka [6]. Nasileniu erozji sprzyjają tutaj zarówno warunki glebowe, jak i topograficzne i klimatyczne [1,2].

Celem pracy jest określenie natężenia aktualnej (rzeczywistej) erozji wodnej gleb uprawnych, oraz relacji pomiędzy składem granulometrycznym i zawartością makroskładników materiału zmywanego na skutek działania erozji powierzchniowej.

METODYKA BADAŃ

W Sudetach Środkowych (gmina Bystrzyca Kłodzka) analizowano dwie toposekwencje gleb o średnim spadku stoku 13,6% oraz 9,5% wyniesione na 450-500 m n.p.m., reprezentowane przez glebę litogeniczną wapniowcową – rędzinę brunatną (obiekt Nowy Waliszów) i autogeniczną brunatnoziemną glebę brunatną kwaśną (obiekt Stary Waliszów). Gleby obu toposekwencji wytworzone były z gliny średniej pylastej.

Pomiary, których wyniki przedstawiono w pracy, wykonywano w okresie od kwietnia 2003 r. do marca 2004 r. i są kontynuowane dla szerszego rozwiązywania zagadnień erozji wodnej.

W celu zbadania natężenia erozji wodnej na obu obiektach zainstalowano urządzenia do pomiaru ilości zmywanej gleby. Obiekt Nowy Waliszów stanowi dwuczęściowe pole uprawne obsiane zbożem jarym (owies i jęczmień jary), na zboczu o średnim spadku 13,6% i długości 390 m. Odległości między urządzeniami pomiarowymi wynosiły, pomiędzy górą a środkiem stoku 250 m i pomiędzy środkiem a dołem stoku 100 m. Odległości w/w urządzeń od górnej krawędzi stoku wynosiły: 20 m góra stoku, 270 m środek stoku i 370 m dół stoku. Obiekt Stary Waliszów stanowi jednolite pole uprawne obsiane owsem, na zboczu o średnim spadku 9,5% i długości 230 m. Odległości między urządzeniami pomiarowymi wynosiły, pomiędzy górą a środkiem stoku 100 m i pomiędzy środkiem a dołem stoku 90 m. Odległości w/w urządzeń od górnej krawędzi stoku wynosiły: 15 m góra stoku, 115 m środek stoku i 205 m dół stoku. Każde z urządzeń składało się z otoczonego plastikową barierką poletka pomiarowego, umieszczonej w dolnej części poletka, rynny zbierającej spływający materiał, przykrytej pokrywą studzienki, w której gromadzony jest zmywany materiał oraz rury łączącej rynnę ze studzienką. Poletka pomiarowe miały wymiary 2 m długości i 1 m szerokości oraz 4 m długości i 1 m szerokości. Poletka o powierzchni 4 m² zlokalizowane były w środku stoku obu obiektów. Konstrukcja zbieraczy była zbliżona do zaproponowanej przez Kopcia [5]. Gromadząca się w studzienkach zawiesina, była przepompowywana do butli i transportowana do laboratorium, gdzie określono:

- masę gromadzonych zawiesin,
- masę suchego materiału pozostałego po odparowaniu.

W pozostałym po odparowaniu materiale oznaczono:

- odczyn gleby: pH w wodzie i w 1M KCl – metodą potencjometryczną,
- zawartości przyswajalnych form fosforu, potasu (metodą Egnera-Riehma) i magnezu (metodą Schachtschabla),
- przewodnictwo właściwe (zasolenie) konduktometrycznie – zgodnie z normą ISO 11265,

- skład granulometryczny – metodą areometryczno-sitową zgodną z normami PN-R-04032 i PN-R- 04033 (1998).

Dla porównania składu granulometrycznego materiału gromadzonego w zbieraczach ze składem poziomów akumulacyjnych badanych gleb, posłużono się krzywymi uziarnienia (rys. 1 a-c, 2 a-c) oraz wskaźnikami średniej średnicy ziaren i stopnia dyspersji [7]. W tym celu wykreślano krzywe uziarnienia w funkcji parametru ϕ obliczanego ze wzoru;

$$\phi = -\log_2 d \quad (1)$$

gdzie d jest średnicą ziaren glebowych wyrażoną w mm.

Następnie z krzywych tych odczytywano wartości ϕ odpowiadające określonym procentowym zawartościom ziaren; ϕ_5 , ϕ_{16} , ϕ_{50} , ϕ_{84} , ϕ_{95} i obliczano wartość ϕ_{sr} odpowiadającą średniej średnicy ziaren;

$$\phi_{sr} = \frac{\phi_{16} + \phi_{50} + \phi_{84}}{3} \quad (2)$$

oraz parametr opisujący stopień dyspersji ziaren;

$$\phi_{dysp} = \frac{\phi_{84} - \phi_{16}}{4} + \frac{\phi_{95} - \phi_5}{6,6} \quad (3)$$

W oparciu o powyższe parametry obliczano, średnią średnicę ziaren;

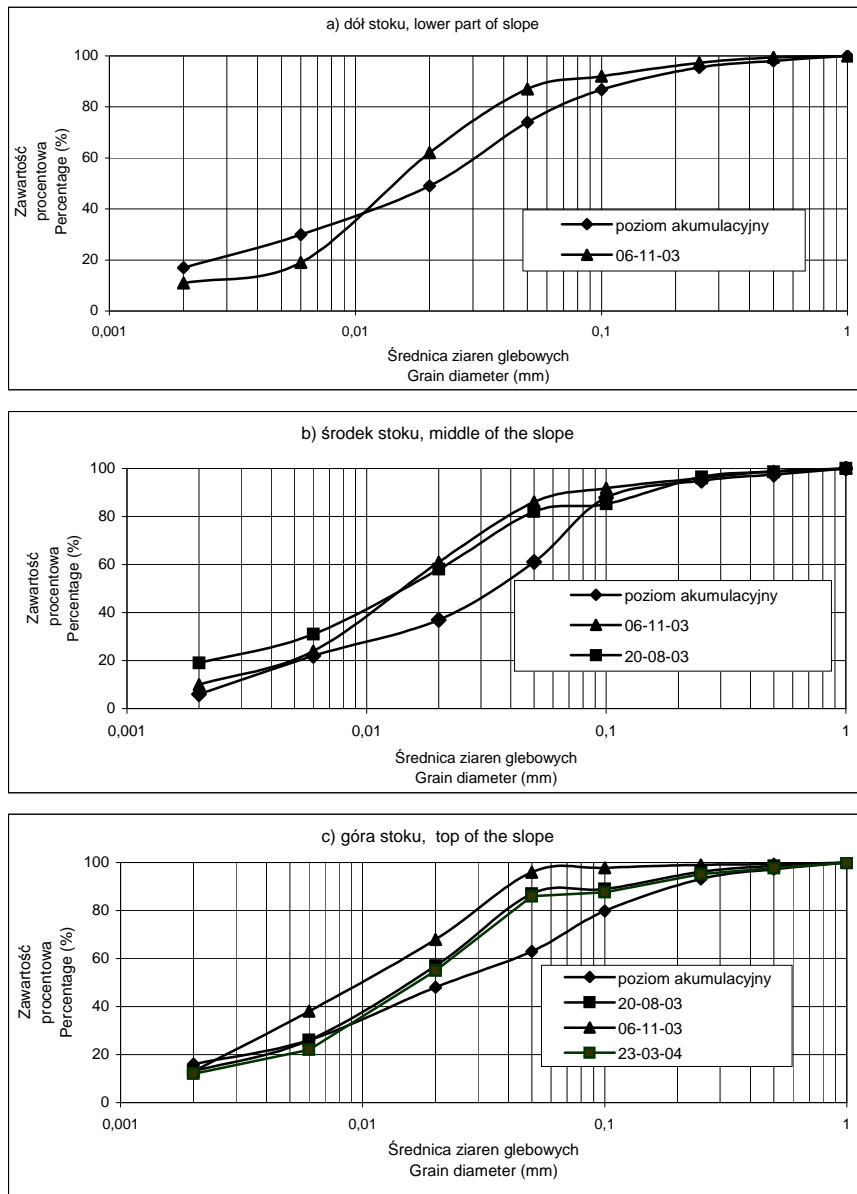
$$d_{sr} = 2^{-\phi_{sr}} \quad (4)$$

oraz miarę dyspersji ziaren

$$d_{dysp} = 2^{-\phi_{dysp}} \quad (5)$$

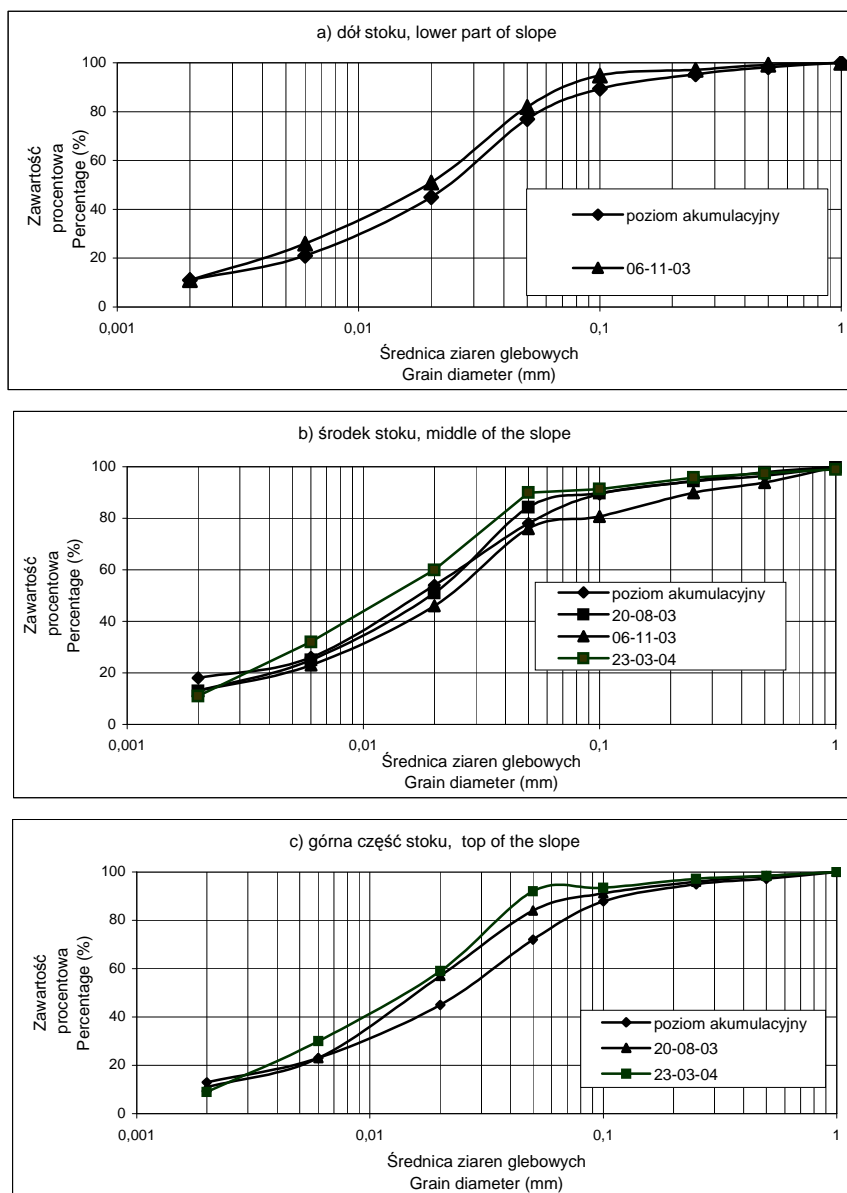
Te same analizy wykonano w próbach gleby pobranej z powierzchni poletek doświadczalnych.

Równoległe z pomiarami zmywów gleby w wymienionym okresie, na każdym obiekcie prowadzono pomiary opadów atmosferycznych deszczomierzem Hellmanna (sumy dekadowe dla okresu wegetacyjnego 1 V-31 X). Uzyskane wyniki porównywano z otrzymanymi danymi z najbliższego posterunku opadowego IMGW w Odrzychowicach Kłodzkich, oddalonego od badanych obiektów około 4 km.



Rys. 1. Krzywe uziarnienia gleby z poziomów akumulacyjnych oraz zmywów powierzchniowych zebranych na obiekcie Nowy Waliszów (a – dół stoku; b – środek stoku; c – góra stoku)

Fig. 1. Grain size distribution of accumulation levels and surface rainwash collected in different parts of slope on Nowy Waliszów (a – lower part of the slope, b – middle of the slope, c – top of the slope), (poziom akumulacyjny – A horizon)



Rys. 2. Krzywe uziarnienia gleby z poziomów akumulacyjnych oraz zmywów powierzchniowych zebranych na obiekcie Stary Waliszów (a – dół stoku; b – środek stoku c – góra stoku)

Fig. 2. Grain size distribution of accumulation levels and surface rainwash collected in different parts of slope on Stary Waliszów (a – lower part of the slope, b – middle of the slope, c – top of the slope), (poziom akumulacyjny – A horizon)

WYNIKI

Ilość i koncentracja zawiesin glebowych

Stwierdzono istotne zróżnicowanie pod względem średniego spływu masy glebowej, zarówno pomiędzy obydwooma badanymi obiektami, jak też w zależności od pory roku (tab. 1). Podobnie zróżnicowana była koncentracja zawiesin, gromadzonych w studzienkach pomiarowych na obu obiektach.

Koncentracja zawiesin na obu obiektach była wyraźnie niższa w okresie listopad-marzec w porównaniu do okresu sierpień-listopad przy jednoczesnym spadku ilości zmywanego materiału. Objętości zawiesiny w obu okresach utrzymywały się na zbliżonym poziomie.

Stwierdzono, że niska przepuszczalność wodna gleb obu badanych obiektów sprzyjała intensywnym spływom powierzchniowym, zwłaszcza w okresie letnim. Ilość zmywanego materiału (w przeliczeniu na suchą masę), przy ekstrapolacji dla okresu całego roku, wynosi na obiekcie Nowy Waliszów (rędzina brunatna) $0,241 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$ i na obiekcie Stary Waliszów (gleba brunatna kwaśna) – $0,174 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$.

Tabela 1. Koncentracja zawiesin i ilość zmywanej gleby

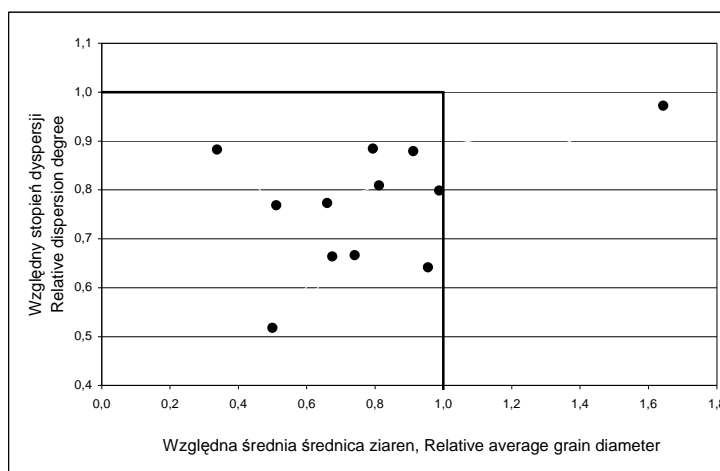
Table 1. Concentration of suspension and the amount of washed material

Obiekt Object	Okres zbierania zawiesin Period of suspension collection	Objętość zawiesiny Volume of suspension ($\text{m}^3\cdot\text{m}^{-2}$)	Średnia koncentracja zawiesiny Average concentration of suspension ($\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$)	Ilość zmywanego materiału Amount of material washed away ($\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$)
Nowy Waliszów	20.08.03-06.11.03	0,045	25,64	0,117
	06.11.03-23.03.04	0,044	5,96	0,026
Stary Waliszów	20.08.03-06.11.03	0,032	22,83	0,073
	06.11.03-23.03.04	0,054	5,47	0,030

Skład granulometryczny zmywanego materiału

Stwierdzono, że we wszystkich przypadkach (poza jednym), średnia średnica ziaren materiału zmywanego była mniejsza od średniej średnicy ziaren z poziomu akumulacyjnego gleby, w przylegającej do danego zbieracza odkrywce. Różnica ta była statystycznie istotna na poziomie $\alpha = 0,05$. Jednocześnie stwierdzono, że stopień dyspersji ziaren materiału zmywanego jest we wszystkich przypadkach mniejszy niż stopień dyspersji materiału glebowego, w odpowiadającej odkrywce. W tym przypadku różnica była statystycznie istotna na poziomie $\alpha < 0,001$. Na rysunku 3 przedstawiono relację pomiędzy średnią średnicą ziaren materiału zmywanego odniesioną do średniej średnicy ziaren odpowiadającej gleby, a stopniem

dyspersji ziaren materiału zmywanego odniesionym do stopnia dyspersji odpowiadającej gleby. Jak widać oba parametry przyjmują z jednym wyjątkiem wartości mniejsze od 1.



Rys. 3. Relacja pomiędzy średnią średnicą ziaren materiału zmywanego odniesioną do średniej średnicy ziaren odpowiadającej gleby, a stopniem dyspersji ziaren materiału zmywanego odniesionym do stopnia dyspersji odpowiadającej gleby

Fig. 3. Relation between average grain diameter of material compared to average grain diameter of corresponding soil and degree of grains dispersion of washed away material compared to the dispersion degree of corresponding soil

Zawartość makroskładników P, K i Mg

Zawartość składników przyswajalnych na omawianych obiektach Nowy Waliszów i Stary Waliszów oznaczono przed i po nawożeniu mineralnym, to jest w materiale zmywanym 20.08.2003 r. i 6.11.2003 r. oraz w poziomach akumulacyjnych gleby w dniach 2 i 8.04.2003 r. i 23.04.2004 r. (tab. 2).

Na obiekcie pierwszym, średnia masa zmywanego fosforu wyniosła $0,28 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ (w czasie 78 dni). Przy ekstrapolacji wyników na okres roku, masa zmywanego i wypłukiwanego fosforu wyniosłaby zatem około $1,3 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, co stanowiłoby około 0,5% początkowej masy fosforu, zgromadzonej w glebie. Analogicznie liczone wartości dla drugiego obiektu wynosiły:

- średnia masa zmywanego fosforu $0,22 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ (w czasie 78 dni),
- masa zmywanego i wypłukiwanego fosforu po ekstrapolacji wyników na okres roku $1 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, co stanowiłoby około 0,4% początkowej masy fosforu, zgromadzonej w glebie.

Na obu obiektach, koncentracje fosforu w zmywanym materiale były parokrotnie wyższe od koncentracji tego pierwiastka w poziomach akumulacyjnych gleby. Może to świadczyć, że rozpuszczalne formy fosforu są intensywnie wymywane w formie roztworów [9]. Istnienie takiego efektu należy wiązać z zastosowanym na przełomie września i października intensywnym nawożeniem fosforowym i potasowym.

Na obiekcie Nowy Waliszów, w okresie 78 dni, średnia masa zmywanego potasu wyniosła $0,94 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$. Przy ekstrapolacji wyników na okres roku, masa zmywanego potasu wynosiłaby zatem około $4,42 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, co stanowiłoby około 0,45% początkowej masy potasu przyswajalnego, zgromadzonej w glebie.

Na obiekcie Stary Waliszów średnia masa zmywanego potasu wyniosła $0,8 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ (w czasie 78 dni). Przy ekstrapolacji wyników na okres roku masa zmywanego potasu wyniosłaby zatem około $3,75 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, co stanowiłoby około 0,3% początkowej masy potasu przyswajalnego, zgromadzonej w glebie.

Podobnie jak w przypadku fosforu, stężenia potasu przyswajalnego zmierzone w zawiesinach (po ich odparowaniu) były dla obu obiektów wyraźnie wyższe od koncentracji tego pierwiastka w poziomach powierzchniowych badanych gleb. Można zatem przypuszczać, że również i ten pierwiastek jest częściowo wynoszony z gleby po rozpuszczeniu w wodzie w formie roztworu.

Średnia zawartość magnezu w zmywanym materiale na obiekcie Nowy Waliszów pozostawała na poziomie zbliżonym do stwierdzonej w glebie przed założeniem doświadczenia, zaś na obiekcie Stary Waliszów była nieco wyższa niż w glebie ale różnica nie była statystycznie istotna.

Straty magnezu na omawianych obiektach były niewielkie i w czasie 78 dni wyniosły:

- na obiekcie Nowy Waliszów $0,16 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ (przy ekstrapolacji wyników na okres roku masa zmywanego magnezu wyniosłaby $0,8 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, co stanowi 0,2% początkowej masy magnezu przyswajalnego, zgromadzonej w glebie),
- na obiekcie Stary Waliszów $0,11 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ (przy ekstrapolacji wyników na okres roku, masa zmywanego magnezu wyniosłaby $0,5 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, co stanowi 0,2% początkowej masy magnezu przyswajalnego, zgromadzonej w glebie).

Zatem odmiennie niż dla fosforu i potasu, w oparciu o zbliżone koncentracje magnezu w glebie i w zawiesinach (po odparowaniu) można wnioskować, że straty tego pierwiastka na obu obiektach uwarunkowane są wyłącznie zmywaniem wraz z cząstkami fazy stałej.

Różnice w zawartości poszczególnych pierwiastków w glebie i w materiale wymywanym na poszczególnych wysokościach i nachyleniach badanych stoków tłumaczyć można ich niższą zawartością w górnej części stoków i w głębszych poziomach genetycznych gleby. Wyjątek stanowi tu magnez przyswajalny, którego wyjątkowo wysoka i wyrównana zawartość we wszystkich poziomach profilu glebowego świadczy, że głównym źródłem tego pierwiastka jest skała macierzysta.

Tabela 2. Zawartość makroelementów w zmywanym materiale i poziomach akumulacyjnych oraz ilość wymytych makroelementów**Table 2.** Content of macronutrients in the sediment and in the material from A soil horizon and amount of macronutrients washed away

Nr zbieracza Collector No.	Lokalizacja Location	Rodzaj materiału Type of material	Data pobrania prób Date of sampling	P	K	Mg	Ilość wymytego składnika Amount of element washed away		
							P	K	Mg
							mg·kg ⁻¹		
OBIEKT – NOWY WALISZÓW									
1	dół stoku lower part of slope	zmyw pow.	03-08-20	b.d.	b.d.	b.d.	b.d.	b.d.	b.d.
		zmyw pow.	03-11-06	321	1048	157	0,57	1,85	0,28
		Poziom A	03-04-02	15,7	105	178			
		Poziom A	04-03-23	67	390	118			
2	środek stoku middle part of slope	zmyw pow.	03-08-20	109	407	113	b.d.	b.d.	b.d.
		zmyw pow.	03-11-06	269	626	124	0,16	0,38	0,08
		Poziom A	03-04-02	10,5	141	160			
		Poziom A	04-03-23	53,7	263	133			
3	środek stoku middle part of slope	zmyw pow.	03-08-20	b.d.	b.d.	b.d.	b.d.	b.d.	b.d.
		zmyw pow.	03-11-06	127	547	103	0,26	1,13	0,21
		Poziom A	03-04-02	16,6	158	184			
		Poziom A	04-03-23	56	247	133			
4	górze stoku upper part of slope	zmyw pow.	03-08-20	48	233	173	b.d.	b.d.	b.d.
		zmyw pow.	03-11-06	264	1092	130	0,16	0,65	0,08
		Poziom A	03-04-02	6,5	124	99			
		Poziom A	04-03-23	148	403	133			
5	górze stoku upper part of slope	zmyw pow.	03-08-20	37	428	142	b.d.	b.d.	b.d.
		zmyw pow.	03-11-06	201	524	133	0,27	0,70	0,18
		Poziom A	03-04-02	6,5	124	99			
		Poziom A	04-03-23	81,2	321	169			
OBIEKT – STARY WALISZÓW									
6	dół stoku lower part of slope	zmyw pow.	03-08-20	131	432	65	b.d.	b.d.	b.d.
		zmyw pow.	03-11-06	445	1463	247	0,28	0,93	0,16
		Poziom A	03-04-08	32,3	181	118			
		Poziom A	04-03-23	73,3	338	124			
7	środek stoku middle part of slope	zmyw pow.	03-08-20	186	304	33	b.d.	b.d.	b.d.
		zmyw pow.	03-11-06	282	1006	115	0,15	0,52	0,06
		Poziom A	03-04-08	14,4	166	112			
		Poziom A	04-03-23	109	503	71			
8	środek stoku middle part of slope	zmyw pow.	03-08-20	36	286	93	b.d.	b.d.	b.d.
		zmyw pow.	03-11-06	157	608	109	0,21	0,80	0,14
		Poziom A	03-04-08	14,4	166	112			
		Poziom A	04-03-23	97,8	447	65			
9	górze stoku upper part of slope	zmyw pow.	03-08-20	60	358	72	b.d.	b.d.	b.d.
		zmyw pow.	03-11-06	334	1421	133	0,23	0,96	0,09
		Poziom A	03-04-08	16,6	163	78			
		Poziom A	04-03-23	65	349	59			

b.d. – brak danych – not available; zmyw pow. – soil wash; poziom A – A horizon.

Wyniki uzyskane przy pomiarach koncentracji makroskładników, znalazły swoje potwierdzenie przy analizie zasolenia gleb i materiału zmywanego. Na glebach wapniowcowych (Nowy Waliszów), stwierdzono wyraźnie wyższe zasolenie materiału zmywanego od zasolenia poziomów akumulacyjnych gleby. Dla okresu od 20.08.03 do 06.11.03, średnia zawartość soli łatwo rozpuszczalnych w zmywanym materiale glebowym wynosiła $2997 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, natomiast w poziomach akumulacyjnych, tylko $114 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$. W analogicznym okresie dla gleb brunatnych kwaśnych (Stary Waliszów), średnia zawartość soli łatwo rozpuszczalnych w zmywanym materiale glebowym, wynosiła $2201 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, natomiast w poziomach akumulacyjnych, tylko $95 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$.

Opady atmosferyczne

Przeprowadzone pomiary opadów wykazały dużą zbieżność wyników uzyskanych wyników na badanych obiektach (sumy dekadowe i miesięczne), z danymi pomiarów dla najbliższego posterunku opadowego Odrzychowice Kłodzkie. Wyniki z tego posterunku uznano za reprezentatywne dla omawianego okresu IV 2003-III 2004 r. Wysokość tych opadów (sumy miesięczne w mm) przedstawia tabela 3.

Zestawione wyniki dotyczą pierwszego etapu badań, który przypada na okres roku o ilości opadów prawie zbliżonej do wielolecia 1954-1981 (28 lat), dla tego samego posterunku opadowego (IMGW Odrzychowice Kłodzkie). Dalsze badania, uwzględniające zróżnicowanie opadów w poszczególnych latach pozwolą na przeprowadzenie wnikliwej analizy ich wpływu na omawiane wartości zmywów erozyjnych gleby.

Tabela 3. Miesięczne sumy opadów
Table 3. Monthly precipitation

Rok 2003 – Year 2003 (mm)									Rok 2004 Year 2004 (mm)		
IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III
29,4	110,0	57,2	93,6	59,4	46,9	60,1	18,2	60,9	39,9	58,6	71,5

WNIOSKI

1. Materiał zmywany w toku procesów erozji powierzchniowej na obu badanych obiektach, charakteryzował się bardziej drobnoziarnistym składem granulometrycznym i większym stopniem wysortowania, w stosunku do materiału tworzącego pokrywę glebową.

2. Koncentracja fosforu, w materiale uzyskiwanym poprzez odparowywanie zawiesin gromadzących się w zbieraczach, przewyższająca koncentracje tego pierwiastka w poziomach akumulacyjnych gleby, świadczy o jego rozpuszczaniu

i częściowym wymywaniu również w formie roztworu. Efekt taki obserwowano, w krótkim okresie po zastosowaniu nawożenia mineralnego.

3. Stężenia potasu przyswajalnego, zmierzone w zawiesinach (po odparowaniu), były dla obu badanych obiektów wyraźnie wyższe od koncentracji tego pierwiastka w poziomach powierzchniowych badanych gleb, a zatem i ten pierwiastek był częściowo wynoszony z gleby w formie roztworu.

4. Zbliżone koncentracje magnezu w glebie i w zawiesinach, pozwalają przypuszczać, że straty tego pierwiastka uwarunkowane są wyłącznie zmywaniem wraz z cząstkami fazy stałej gleby.

PIŚMIENICTWO

1. **Fatyga J.:** Występowanie i nasilenie erozji wodnej gleb w górskim rejonie Sudetów w latach 1965-1970. Wyd. IMUZ Falenty, 1973.
2. **Fatyga J.:** Zapobieganie erozji na gruntach ornych w terenach górskich. Zalecenia praktyczne. Wyd. IMUZ Falenty, 2001.
3. **Józefaciuk A., Józefaciuk Cz.:** Ochrona gruntów przed erozją. Wyd. IUNG Puławy, 1999.
4. **Koreleski K.:** Próby oceny natężenia erozji wodnej. Zesz. Nauk. AR Kraków, 271, Sesja naukowa Z., 35, 91-100, 1992.
5. **Kopeć S.:** Zależność wielkości zmywu materiału glebowego od rodzaju uprawy i spadku terenu w warunkach górskich. Zesz. Nauk. AR w Krakowie, Nr 271 Sesja naukowa Z., 35, 111-121, 1992.
6. **Oświęcimski A., Kowaliński S.:** Erozja wodna gleb Dolnego Śląska na tle wskaźników przyrodniczych. Wiadomości IMUZ, IV, 3, 1964.
7. **Pettijohn F. J., Potter P. E., Siever R.:** Sand and sandstones. Springer –Verlag New York, Heidelberg, Berlin, 1973.
8. **Ziemiński S. (Ed):** Erozja wodna. PWRiL, Warszawa, 1978.
9. **Schwertmann V., Vogel W., Kainz M.:** Bodenerosion durch Wasser. Stuttgart Ulmer Verlag 1987.

GRAIN SIZE DISTRIBUTION AND MACRONUTRIENTS CONTENT IN SOILS WASHED AWAY DURING SURFACE EROSION

Tadeusz Chodak¹, Jarosława Kaszubkiewicz¹, Wanda Tasz²

¹Department of Soil Science and Agricultural Environment Protection, University of Agriculture
ul. Grunwaldzka 53, 50-357 Wrocław
e-mail: chodak@ozi.ar.wroc.pl

²Copper Research Design Centre Cuprum Ltd Research and Development Centre
pl. 1-Maja 1/2, 50-136 Wrocław

Abstract. In the Central Sudety region two toposequences of soils with average slope decline of 13.6% and 9.5%, elevation of 450-500 m a.s.l., represented by lithogenous, limestone soil and autogenous, brown acid soil were analyzed. In order to determine the intensity of water erosion, installations for measuring the amount of washed away soil were placed at both the sites. In the soil samples, grain size distribution, macronutrients content and salinity were determined. The substantial differences in grain size distribution in samples of material forming accumulative levels on the slope as well as differences in macronutrients content were found.

Key words: erosion intensity, grain size distribution, macronutrients