

**METODA OKREŚLANIA ILOŚCI EROZYJNIE PRZEMIESZCZANEGO  
MATERIAŁU NA PODSTAWIE POMIARU  
STOŻKÓW DELUWIALNYCH-PIASZCZYSTYCH**

*Marek Podlasiński*

Katedra Erozji i Rekultywacji Gleb, Akademia Rolnicza  
ul. Papieża Pawła VI. 3, 71-442 Szczecin  
email: erozja@agro.ar.szczecin.pl

**Streszczenie.** W rzeźbie terenu obszarów niżowych ze względu na charakter zbczy osady deluwialne najczęściej nie zachowują się w całości, gdyż najlżejsze składniki odprowadzane są często bezpośrednio do cieków wodnych, jezior lub oczek wodnych, bądź rozpraszane są na łakach dolin rzecznych i równin torfowych. W obrębie erodowanych pól pozostają tylko frakcje grubsze, najczęściej piaski lub utwory pyłowe grube. W pracy omówiono metodę szacowania całości zmytego erozyjnie materiału glebowego na podstawie stożków deluwialnych zbudowanych z grubszych frakcji granulometrycznych, głównie piasków. Ponieważ w większości zbadanych przypadków nie udaje się pomierzyć całości zdeponowanego w obniżeniach materiału deluwialnego, postanowiono przy użyciu metody pośredniej dokonać obliczeń całości zmytego ze zbczy materiału glebowego. U podstawy tej metody leży założenie, że z obszaru zlewni zmyciu ulega określona warstwa gleby w całości. Przy znanym składzie granulometrycznym i zawartości próchnicy w poziomie próchnicznym gleb podlegających zmyciu, można sądzić o składzie granulometrycznym i zawartości próchnicy zakumulowanych w osadzie deluwialnym. Wyniki porównania uziarnienia osadów stożka z uziarnieniem poziomu wierzchniego erodowanych gleb okazały się w około 95% zbieżne. Przeciętnie w „piaszczystych” stożkach odkładane jest 60-70% masy wyerodowanego materiału. Materiał glebowy drobniejszy i lżejszy (pyły, części splewialne) pomimo iż stanowi tylko 30-40% całego zmywu, gromadzi w sobie 65-76% próchnicy i składników pokarmowych roślin.

**Słowa kluczowe:** erozja wodna gleb, stożki deluwialne, wielkość zmywu glebowego

**WSTĘP**

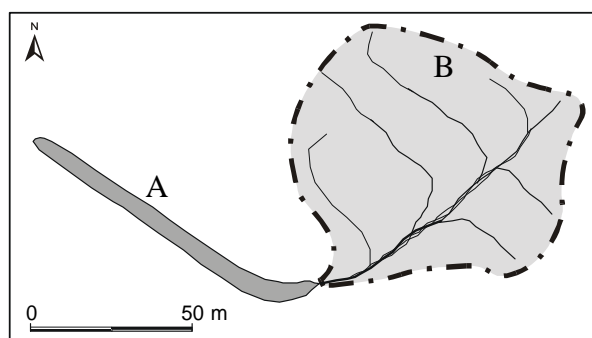
Erozja wodna gleb jest jednym z ważniejszych procesów degradujących gleby na Pomorzu Zachodnim [2,4,5]. Jednym z najczęstszych jej przejawów jest zmyw gleby w wyniku erozji żłobinowej. Widocznym efektem takiego działania są nie tylko pozostałe na erodowanym polu żłobiny, ale także usypane u podnóża

zboczy lub na spłaszczeniach śródstokowych stożki deluwialne (napływowe) [8]. Stożki te są do czasu zniszczenia ich przez uprawę roli zapisem wielkości i intensywności przebiegu erozji wodnej. Niestety ze względu na charakter zboczy niżowych, najczęściej osady deluwialne nie zachowują się w całości, gdyż najlżejsze składniki odprowadzane są często bezpośrednio do cieków wodnych, jezior lub oczek wodnych, bądź rozpraszane są na łąkach dolin rzecznych i równin torfowych. W obrębie erodowanych pól pozostają tylko frakcje grubsze, najczęściej piaski i utwory pyłowe grube.

Celem pracy jest opracowanie metody obliczenia tej części osadów deluwialnych, które zostają rozproszone lub wyniesione poza obszar pola (na przykład do wód powierzchniowych) na podstawie ilości osadu piaszczystego zakumulowanego w stożku deluwialnym pozostającym na polu.

#### MATERIAŁ I METODY

Podczas prac terenowych prowadzonych wiosną 1997 roku zinwentaryzowano obiekt przy drodze Chojna-Brwice, gdzie ze względu na korzystny układ rzeźby terenu zachowały się w całości wszystkie osady, które uległy procesowi sflukiwania powierzchniowego (rys. 1).

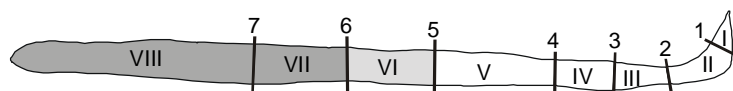


**Rys. 1.** Kształt stożka (A) i rozkład strefy żłobienia (B)

**Fig. 1.** Shape of the fan (A) and distribution of rill erosion area (B)

Stożek deluwialny ze względu na zagłębienie terenu u podnóża zboczy zgromadził cały przemieszczany z wodą materiał glebowy. Wyjątkowość tego stożka polegała na tym, że posiadał on silnie wydłużony kształt (długość około 120 m przy średniej szerokości 5 m) oraz, że zasilany był wodami pochodzącymi głównie z jednej, ale złożonej żłobiny (rys. 1). Utworzony w ten sposób stożek deluwialny pokrył 555 m<sup>2</sup> pola. Wydłużony kształt sprawił, że osady przemieszczające się z wodą zdeponowane zostały w charakterystyczny sposób, co pot-

wierdziła wstępna analiza ich uziarnienia w terenie. W celu uchwycenia zmiany w składzie granulometrycznym osadów deluwialnych pobrano próbki z poszczególnych fragmentów stożka. Został on przekrojony siedmioma odcinkami, pomiędzy którymi powstało 8 stref różniących się barwą oraz uziarnieniem (rys. 2).



**Rys. 2.** Rozkład stref badanego stożka deluwialnego. 1 – 7 numery przekrojów poprzecznych przez stożek, I – VIII numery stref z których pobrano próbki glebowe

**Fig. 2.** Distribution of zones of investigated deluvial fan. 1 – 7 numbers of cross-sections through the fan, I – VIII numbers of zones from which soil samples were taken

Pomiar osadów deluwialnych wymagał odwzorowania w przyjętej skali zarysu konturu stożka deluwialnego i oznaczenia jego miąższości przez nałożenie siatki punktów pomiarowych. Następnie metodą interpolacji izarytm stworzono mapę miąższości osadów zdeponowanych w stożku. Kolejnym krokiem było obliczenie objętości i masy osadów. Objętość i masę osadów obliczono wg wzoru:

$$V = \sum_{i=1}^n P_i \cdot h \cdot 2^{-1} \quad (1)$$

gdzie:  $V$  – objętość osadów stożka ( $m^3$ ),  $P_i$  – powierzchnia warstwy stożka wyznaczona przez izolinie ( $m^2$ ),  $h$  – miąższość pojedynczej warstwy osadów stożka (m),

$$M = V \cdot S_o \quad (2)$$

$M$  – masa osadów stożka (t),  $S_o$  – gęstość objętościowa osadów stożka ( $Mg \cdot m^{-3}$ ).

W materiale glebowym pobranym ze stożka oznaczono:

- skład granulometryczny – wg Casagrande'a w modyfikacji Prószyńskiego, piasek oddzielano na sicie 0,1 mm i jego zawartość określono wagowo;
- gęstość objętościową gleby o nienaruszonej strukturze przy użyciu cylindereków o pojemności  $100 \text{ cm}^3$ ;
- podstawowe właściwości chemiczne gleb: pH – potencjometrycznie,  $\text{CaCO}_3$  aparatem Scheiblera, N ogólny metodą Kjeldahla, węgiel organiczny metodą Tiurina, sumę zasad wymiennych i kwasowość hydrolityczną – metodą Kappena, ogólne formy pierwiastków: Fe, K, Na, Ca, Mg metodą ASA po mineralizacji w mieszaninie kwasów nadchlorowego ( $\text{HClO}_4$ ) i azotowego ( $\text{HNO}_3$ ) oraz P metodą kolorymetryczną.

## WYNIKI BADAŃ

Miąższość osadów rozpoznano dokładnie w przekrojach oraz losowo poza wykonanymi przekrojami. Największą miąższość osadów stwierdzono w osi formy, gdzie wahała się od 8,3 cm w przekroju nr 5 do 1,7 cm w przekroju nr 7.

Wyraźną cechą stożka była segregacja osadów. Strefy od I do V stanowiły osady piaszczyste, strefy VI i VII wykazywały charakter osadu pylastego (mułek), a VIII – ilastego. Pierwsze cztery strefy posiadały bardzo zbliżone uziarnienie odpowiadające piaskowi słabogliniastemu. Strefę V stanowiły piaski gliniaste lekkie z 24% frakcji pyłu i od tej strefy następowała wyraźna dominacja frakcji drobniejszych. Strefy VI i VII stanowiły odpowiednio utwór pyłowy zwykły i utwór pyłowy ilasty. W ostatniej (VIII) strefie, która charakteryzowała się wyraźnie ciemniejszą barwą oraz stosunkowo niewielką miąższością osadów, frakcja części spławialnych stanowiła 74%. W strefie tej stwierdzono także około 10% frakcji piasków, które dostały się tu prawdopodobnie na skutek zmywu glebowego z przylegającego zbocza.

Dodatkowo pobrano próbki zbiorcze materiału glebowego z miejsc leżących wzdłuż żłobin. Miało to na celu porównanie uziarnienia poziomów powierzchniowych erodowanych gleb z osadami deluwialnymi.

Kolejnym krokiem było obliczenie masy osadów zdeponowanych w poszczególnych strefach stożka i ustalenie średnich wartości uziarnienia osadów w całym stożku. W wyniku odpowiednich przeliczeń (z uwzględnieniem gęstości objętościowej dla piasków – 1,498 i 1,088 g·cm<sup>-3</sup> dla pyłów i ilów) ustalono średnią zawartość frakcji w osadach stożka oraz dodatkowo uśredniono uziarnienie w próbkach zbiorczych poziomu próchnicznego pobranych w miejscach najbardziej zerodowanych (tab. 1 i 2). Następnie możliwe stało się porównanie składu granulometrycznego osadów zdeponowanych w stożku deluwialnym z poziomem próchnicznym gleb podlegających erozji.

Z tabel 1 i 2 wynika, że zarówno osady stożka jak i materiał poziomu próchnicznego erodowanych gleb należą do jednej grupy granulometrycznej – gliny lekkiej pylastej (frakcja piasku 52,0 i 53,2; frakcja pyłu 27,2 i 24,5; frakcja części spławialnych 20,8 i 22,3). Niewielkie rozbieżności nie przekraczające 3% mogą wynikać z niedostatecznej liczby prób, z wpływu splukiwania powierzchniowego występującego na obrzeżach stożka, jak i błędów analizy granulometrycznej próbek osadów i gleby.

Przeprowadzone wyżej porównanie pokazuje, że w przypadku wystąpienia erozji żłobinowej przemieszczaniu ulegają wszystkie frakcje granulometryczne. Stwierdzenie to stoi w sprzeczności z poglądami Jahna [3] o selektywnym przebiegu erozji. Autor ten uważa, że w wyniku erozji wodnej następuje rozfrakcjonowanie materiału poprzez wymywanie cząstek pyłowych. Jednak poglądy swoje oparł on głównie na analizie osadów stokowych. Podobne zależności zauważyli Szafranski i in. [9].

Z badań przeprowadzonych przez Podlasińskiego [6] wynika, że za takie wykształcenie osadów odpowiada ich segregacja u podnóża stoku w wyniku procesu sedymentacji. Podobne poglądy wyraża też Stochlak [7]. Oznacza to, że osady ilaste ze względu na łatwość transportu są wynoszone poza zbocza wklęsłe i podnóża otwarte (stąd zawyżona relacja ilości pyłu do iltu koloidalnego), natomiast w całości deponowane są w zagłębieniach zamkniętych. Podobne zależności dla gleb deluwialnych stwierdzili Ugglä i in. [10] oraz Bieniek [1].

**Tabela 1.** Masa poszczególnych frakcji granulometrycznych stożka deluwialnego  
**Table 1.** Weight of particular grain size fractions of deluvial fan

Nr części stożka Number of fan part	Masa poszczególnych frakcji granulometrycznych Weight of grain size fraction (kg)								Razem Total
	1-0,5	0,5-0,25	0,25-0,1	0,1-0,05	0,05-0,02	0,02-0,005	0,005-0,002	< 0,002	
I	36,0	143,8	257,7	95,9	18,0	12,0	18,0	18,0	599,4
II	102,6	410,2	735,0	273,5	51,3	34,2	51,3	51,3	1709,4
III	112,5	468,9	900,2	206,3	37,5	18,8	37,5	93,8	1875,5
IV	176,0	572,2	902,2	264,1	88,0	44,0	44,0	110,0	2200,5
V	310,1	885,9	1683,2	753,0	310,1	132,9	88,6	265,8	4429,6
VI	137,6	240,9	894,6	929,0	516,1	240,9	172,1	309,7	3440,9
VII	0,0	18,8	113,0	508,6	527,5	226,1	207,2	282,6	1883,8
VIII	17,0	51,1	102,1	68,1	204,3	510,7	391,5	357,5	1702,3
Ogółem	891,8	2791,8	5588,0	3098,5	1752,8	1219,6	1010,2	1488,7	17841,4
%	5,0	15,7	31,3	17,4	9,8	6,8	5,7	8,3	100,0

**Tabela 2.** Skład granulometryczny próbek zbiorczych z poziomu próchnicznego gleb  
**Table 2.** Texture of soil samples from humus horizon

Nr próby zbiorczej Soil sample number	Procentowy udział poszczególnych frakcji granulometrycznych Percentage share of grain size fraction (%)							
	1-0,5	0,5-0,25	0,25-0,1	0,1-0,05	0,05-0,02	0,02-0,005	0,005-0,002	< 0,002
1	4,3	14,1	31,7	15,9	8	9	8	9
2	3,0	17,1	37,4	15,5	9	5	4	9
3	4,7	15,3	32,1	17,9	7	8	6	9
Średnio Average	4,0	15,5	33,7	16,5	8	7,3	6	9

Jednoznaczne rozstrzygnięcie poruszanej wyżej kwestii erozji selektywnej posiada duże znaczenie praktyczne. Znając bowiem masę osadów piaszczystych (które najczęściej w całości pozostają w osadzie stożka i są stosunkowo łatwe do zmierzenia) oraz znając skład granulometryczny poziomów powierzchniowych gleb z obszaru żłobienia można z dużą dokładnością określić całą masę zmytego materiału glebowego (w przypadku jego niepełnej depozycji), a ponadto ustalić jaka część została wyniesiona poza erodowaną zlewnię.

### Przykład zastosowania wyżej opisanej metody w praktyce

W trakcie badań autor zauważył, że w większości przypadków nie udało się pomierzyć całości zdeponowanego w obniżeniach materiału deluwialnego. Zaszła zatem potrzeba aby przy użyciu metody pośredniej dokonać obliczeń całości zmytego ze zboczy materiału glebowego w tym zawartości próchnicy. U podstawy tej metody leży założenie, że z obszaru zlewni zmyciu ulega określona warstwa gleby w całości, a więc przy znanym składzie granulometrycznym i zawartości próchnicy w poziomie próchnicznym podlegającym zmyciu, można sądzić o składzie granulometrycznym i zawartości próchnicy w zmytym osadzie. Do tego potrzebna jest wiedza o wielkości osadu zakumulowanego u podnóża. Sposób obliczeń sprawdzono na przykładzie wyżej opisanego obiektu, przy czym przyjęto następujące założenia:

1. Frakcje piaszkowe w osadzie deluwialnym zachowują się w całości dzięki czemu ich masę (strefy I – VI) przyjmujemy jako odpowiednik masy tej frakcji w poziomie próchnicznym erodowanych gleb (tab. 3);

**Tabela 3.** Średnia zawartość frakcji granulometrycznych w poziomie próchnicznym (%) i masa piasku w stożku deluwialnym (kg)

**Table 3.** Average texture in soil humus horizon (%) and weight of sand in fan (kg)

Miejsce poboru próbek Sampling site	Fracje granulometryczne - Texture						
	1-0,1	0,1-0,05	0,05-0,02	0,02-0,005	0,005-0,002	< 0,002	
Średnia z próbek zbiorczych Average from soil humus horizon	(%)	53,2	16,5	8,0	7,3	6,0	9,0
Osady stożka Fan sediments	(%)	100,0					
	(kg)	8969,6					

2. Masa pozostałych frakcji jest chwilowo nieznana, jednak może być obliczona przy zachowaniu proporcji do masy piasku; proporcję tą wskazuje nam przeciętny skład granulometryczny poziomu próchnicznego erodowanych

gleb. Sumę frakcji piasku (8969,6 kg) odnosimy do procentowej zawartości tej frakcji w poziomie próchnicznym (53,2 %).

Na tej podstawie liczymy ogólną masę materiału glebowego przemieszczonego erozyjnie, wg proporcji:

$$\begin{array}{rcl} 53,2 \% & - & 8969,6 \text{ kg} \\ 100 \% & - & x \end{array} \quad (3)$$

Z proporcji tej wynika, że całkowita masa osadów zawartych w stożku wynosi 16860,2 kg. Następnie znając procentową zawartość pozostałych frakcji w poziomie próchnicznym, można obliczyć ich masy (tab. 4).

**Tabela 4.** Rzeczywista masa frakcji piasku i masa pozostałych frakcji obliczona z proporcji (3)

**Table 4.** Real weight of sand and weight of other fractions calculated from equation (3)

Miejsce poboru próbek Sampling site	Fracje granulometryczne - Texture					
	1,0-0,1	0,1-0,05	0,05-0,02	0,02-0,005	0,005-0,002	< 0,002
Średnia z próbek zbiorczych Average from soil humus horizon	(%) 53,2	16,5	8,0	7,3	6,0	9,0
Osady stożka Fan sediments	(%) 100,0	16,5	8,0	7,3	6,0	9,0
	(kg) 8969,6	2781,9	1348,8	1230,8	1011,6	1517,4

Uzyskany wynik jest zaniżony o 5,6% w stosunku do rzeczywistej masy osadów deluwialnych w badanym stożku. Błąd obliczeń można zmniejszyć przez przyjęcie innego założenia, tak jak podano niżej.

Za podstawę liczenia bierzemy masę dwu najgrubszych frakcji piasku (1,0-0,5 i 0,5-0,25). Decyzja ta ma swoje uzasadnienie, bowiem frakcje te są najmniej podatne na długi transport, natomiast część frakcji piasku drobnego może zostać zdeponowana wraz z najdrobniejszymi frakcjami poza stożkiem. Ogólną masę stożka liczymy następująco:

$$\begin{array}{rcl} 19,5 \% & - & 3596,7 \text{ kg} \\ 100 \% & - & x \end{array} \quad (4)$$

Uzyskana w tym wariacie masa osadów (18444,6 kg) jest większa o 3,4% od rzeczywistej (tab. 5).

Jest to dwuwariantowy sposób ustalania masy frakcji, które odpłynęły poza piaszczystą część stożka deluwialnego. Warianty te różnią się nieznacznie stopniem dokładności, a kwestia ich zastosowania pozostaje do indywidualnego rozpatrzenia na podstawie obserwacji terenowych.

**Tabela 5.** Rzeczywista masa frakcji piasku i masa pozostałych frakcji obliczona z proporcji (4)  
**Table 5.** Real weight of sand and weight of other fractions calculated from equation (4)

Miejsce poboru próbek Sampling site	Fracje granulometryczne – Texture						
	1-0,25	0,25-0,1	0,1-0,05	0,05-0,02	0,02-0,005	0,005-0,002	< 0,002
Średnia z próbek zbiorczych Average from soil humus horizon (%)	19,5	33,7	16,5	8,0	7,3	6,0	9,0
Osady stożka Fan sediments (kg)	19,5	33,7	16,5	8,0	7,3	6,0	9,0
	3596,7	6215,8	3043,4	1475,6	1346,5	1106,7	1660,0

W ten sposób można ustalić łączną masę osadów, które zostały przemieszczone wraz z płynącą po stoku wodą. Ponadto można określić jaki procent erozyjnego osadu nie został zdeponowany w stożku „piaszczystym”\*. Dane te dla wybranych stożków deluwialnych ujęto w tabeli 6.

**Tabela 6.** Procentowe ilości osadów zdeponowanych w stożku piaszczystym (a) i rozproszone poza stożkiem (b) na przykładzie wybranych obiektów na Pomorzu [6]

**Table 6.** Percentage quantities of sediments deposited in sand fans (a) and out of sand fan (b) in selected objects in Pomerania [6]

Czartoryja 2a		Czartoryja 2b		Dzwonowo 4	
a	b	a	b	a	b
66,3 %	33,7 %	60,8 %	39,2 %	68,4 %	31,6 %

Ogólnie można zauważyć pewną prawidłowość związaną ze składem granulometrycznym erodowanych gleb. Przeciętnie w „piaszczystych” stożkach odkładane jest 60-70% masy wyerodowanego materiału. Koresponduje to z procentową ilością frakcji piaskowych i pyłu grubego w materiale glebowym o charakterze glin lekkich i piasków gliniastych.

Metoda dobrze sprawdza się w przypadku szacowania strat w częściach mineralnych gleby. Znacznie trudniejsze zadanie stanowi ustalenie strat próchnicy i składników pokarmowych roślin. Nie można bowiem przyjąć wyników uzyskanych podczas analiz chemicznych osadów piaszczystych stożka za podstawę do szacunkowego określenia ilości strat, na przykład składników pokarmowych, na podstawie procentowej ich zawartości w części piaszczystej stożka. Wynika to

\* Opisane wyżej założenia zostały przebadane na przykładzie gleb o składzie granulometrycznym glin i piasków gliniastych. Dla gleb zbudowanych z materiałów bardziej jednorodnych (pyły, ily) metoda ta nie była sprawdzana i użycie jej może prowadzić do uzyskania błędnych wyników.



z faktu, że właściwości chemiczne osadów piaszczystych różnią się wyraźnie od pylastych i ilastych i nie można z tego powodu przenosić stwierdzonych proporcji z jednej części stożka na inną. Ilustruje to poniższy przykład. Obliczona masa części mineralnych osadów badanego stożka deluwialnego stanowi około 60% całej masy zdeponowanych tam osadów. Jednak zawartość koloidów mineralnych i organicznych a także składników pokarmowych różni się w tych częściach zasadniczo (tab. 7).

**Tabela 7.** Procentowa zawartość frakcji ilastej, próchnicy i wybranych form ogólnych pierwiastków w dwóch częściach badanego stożka deluwialnego

**Table 7.** Percentage content of clay, Corg. and selected total elements content in two parts of investigated deluvial fan

Rodzaj osadów Kind of sediments	Masa stożka = 100 Fan weight = 100	<0,02 mm	<0,002 mm	Corg.	Cu	Zn	Mg
osady piaszczyste sand sediments	60,6	27,4	36,2	28,1	24,1	29,3	59,6
osady pozostałe other sediments	39,4	72,6	63,8	71,9	75,9	70,7	40,4
		Mn	Fe	K	Na	Ca	P
osady piaszczyste sand sediments	60,6	29,4	49,2	28,2	23,7	57,0	33,6
osady pozostałe other sediments	39,4	70,6	50,8	71,	76,3	43,0	66,4

Z danych zawartych w tabeli wynika, że w większości przypadków w około 40% masy osadów pyłowych i ilastych zgromadzone zostało od 65 do 76% składników pokarmowych roślin i próchnicy. Wyjątek stanowią wapń, magnez oraz żelazo ze względu na stosunkowo wysoką ich zawartość w I i II części stożka. Prawdopodobnie związane to jest z końcową fazą erozji, kiedy to płynąca z coraz mniejszą prędkością woda osadziła zasobne w te pierwiastki osady w początkowej części stożka.

Omówiona powyżej metoda ustalania wielkości erozji na podstawie pomiarów piaszczystych części stożków deluwialnych sprawdza się dobrze w obszarach zbudowanych z materiałów glebowych źle wysortowanych. Są to głównie różnego rodzaju gliny oraz piaski gliniaste. W przypadku gleb wytworzonych z materiałów dobrze wysortowanych, a zwłaszcza drobnoziarnistych (utwory pyłowe, ily) metoda może nie mieć zastosowania ze względu na zbyt małe ilości piasków.

## WNIOSKI

1. Przy rejestracji stożków, w których deponowany materiał był niekompletny (odpłynęły frakcje drobniejsze poza stożek) przy założeniu, że frakcja piaszczysta jest w pełni zdeponowana w stożku, wskazana powyżej metoda daje możliwości określenia ilości zmytego materiału pod warunkiem rozpoznania procentowej średniej zawartości frakcji w poziomie próchnicznym podlegającemu erozji.

2. Poznanie zawartości pozostałych frakcji granulometrycznych, w tym spławialnych jest pomocne przy określaniu strat składników pokarmowych roślin i próchnicy.

## PIŚMIENNICTWO

1. **Bieniek B.:** Właściwości i rozwój gleb deluwialnych Pojezierza Mazurskiego. Acta Acad. Agricult. Tech. Olst., Agricultura, 64, Suplement B, 0-84, 1997.
2. **Chudecki Z., Koćmit A., Niedźwiecki E.:** Problem erozji gleb na Pomorzu Zachodnim. Mat. Symp. Erozyj., „Racjonalna gospodarka – ochroną potencjału produkcyjnego gleb Pomorza Zachodniego”, 5-16, 1986.
3. **Jahn A.:** Selektowna erozja gleb i jej znaczenie w badaniach geomorfologicznych. Czas. Geograf., 25, 1/2, 419-424, 1968.
4. **Koćmit A.:** Aktualny stan przeobrażeń gleb podlegających erozji wodnej w warunkach Pomorza Zachodniego. Zesz. Nauk. AR w Krak., 271, cz. I, 65-76, 1992.
5. **Koćmit A.:** Erozja wodna w obszarach młodoglacjalnych Pomorza i możliwości jej ograniczania. Bibl. Fragm. Agron., 4B, 83-99, 1998.
6. **Podlasiński M.:** Erozja wodna i jej wpływ na gleby w małej zlewni leśno-rolniczej w dorzeczu Rurzyca w strefie czołowomorenowej fazy pomorskiej zlodowacenia Vistulian. Maszynopis pracy doktorskiej, AR Szczecin, 2001.
7. **Stochlak J.:** Struktury i tekstury młodoplejstoczeńskich osadów deluwialnych. W: Z badań czwartorzędu w Polsce, 21, Biul. Inst. Geol., 306, 115-183, 1978.
8. **Stochlak J.:** Osady deluwialne nieodłączny efekt procesu splukiwania i propozycja ich podziału. Symp. Nauk. „Ochrona agroekosystemów zagrożonych erozją”, Prace Nauk. IUNG Puławy K(11/2), 111-132, 1996.
9. **Szafrański C., Fiedler M., Stasiak R.:** Erozja wodna w małej zlewni użytkowanej rolniczo na Pojezierzu Gnieźnieńskim. Bibl. Fragm. Agron., 4B, 73-81, 1998.
10. **Uggla H., Mirowski Z., Grabarczyk S., Nożyński A., Rytelowski J., Solarz H.:** Proces erozji wodnej w terenach pagórkowatych północno-wschodniej części Polski. Roczn. Glebozn., 18, 2, 415-447, 1968.

THE METHOD FOR THE DETERMINATION OF THE QUALITY  
OF WASHED DOWN SOIL MATERIAL ON THE BASIS  
OF MEASUREMENTS OF DELLUVIAL FAN SEDIMENTS

*Marek Podlasiński*

Department of Soil Erosion and Soil Reclamation, University of Agriculture  
ul. Papieża Pawła VI 3, 71-442 Szczecin  
email: erozja@agro.ar.szczecin.pl

**Abstract.** In lowland relief, deluvial sediments are stored incomplete because the lighter particles are transported directly to rivers, lakes or pitbogs. In areas of eroded fields only coarser fractions – sands – remain. This paper presents a method of assessing all sediments that were wash down on the basis of deluvial fans formed of coarse-grain fractions, primarily sands. Because in most investigated cases it is impossible to measure all soil material deposited in lower part of slopes, an indirect method of determining all sediments washed down was applied. The basis of the method consist in the fact that from an eroded area water washes down totally a certain layer of soil. When the texture and C content in humus horizon of adjacent eroded soils are known, one can determine the texture of sediments accumulated in deluvial fan. Results of comparison of fan texture with texture of eroded soils showed to be convergent in 95%. In sandy fans the average deposition of eroded soil material ranges from 60 to 70%. While the finest deposits (silt, clay) percentage share is 30-40% of total mass, they contain 65-76% of humus and nutrients.

**Key words:** water erosion, deluvial fans, wash down material