

STANISŁAW MAZIJ

## OBLICZANIE POWIERZCHNI WŁAŚCIWEJ GLEBY NA PODSTAWIE WYNIKÓW ANALIZY MECHANICZNEJ WYKONANEJ METODĄ CASAGRANDE'A W MODYFIKACJI PRÓSZYŃSKIEGO

O stopniu rozdrobnienia stałej fazy gleby możemy wnioskować na podstawie jej składu mechanicznego oraz powierzchni zbiorowej cząstek glebowych. Jednostką powierzchni zbiorowej gleby jest suma powierzchni poszczególnych cząstek gleby zawartych w jednostce objętości lub wagi gleby. Suma powierzchni cząstek wyrażona w  $\text{cm}^2$  zawartych w  $1 \text{ cm}^3$  lub 1 gramie gleby nazywana jest powierzchnią właściwą gleby. Powierzchnia zbiorowa zależy nie tylko od wielkości cząstek glebowych (im mniejsze cząstki tym powierzchnia zbiorowa jest większa) lecz również od ich kształtu (5, 2). Gleba złożona z cząstek zbliżonych swym kształtem do kuli ma powierzchnię mniejszą aniżeli gleba złożona z cząstek o tej samej objętości lecz mających np. kształt dysków. Od wielkości powierzchni zbiorowej gleby zależą jej inne właściwości, jak sorbcyjne, strukturotwórcze, wodne i inne.

Doświadczalne określenie powierzchni zbiorowej napotyka na dwie zasadnicze trudności: 1) gleby w stanie naturalnym zawierają cząstki glebowe połączone w agregaty, trudne do rozdzielenia na pojedyncze cząstki; 2) nie znamy w tej chwili możliwości łatwego i szybkiego określenia kształtu cząstek w taki sposób, aby móc określić ich powierzchnię. Również wyciąganie wniosków na podstawie powierzchni właściwej co do innych właściwości gleby nie jest zupełnie słuszne, ponieważ zależą one także od składu mineralogicznego, rodzaju zasorbowanych jonów itd.

Określenie powierzchni właściwej w  $\text{cm}^2/\text{g}$  połączone jest z błędem wynikającym z różnego ciężaru właściwego gleb. Jeżeli dwie gleby mają to samo uziarnienie i kształt cząstek to gleba o ciężarze właściwym większym wykaże powierzchnię właściwą mniejszą. Aby tego uniknąć, Zunker (9) określił powierzchnię właściwą jako stosunek powierzchni zbiorowej wszystkich cząstek zawartych w jednostce objętości stałej fazy do powierzchni zbiorowej takiej samej objętości ziarn kulistych o średnicy 1 cm [mm w pierwszych pracach Zunkera (9)] o tym samym ciężarze właściwym. Nie analizując w niniejszej pracy słuszności formuł wiążących powierzchnię właściwą z innymi właściwościami gleby stwierdzić

należy, że cecha ta może oddać duże usługi w opracowaniach gleboznawczych, w których zachodzi konieczność scharakteryzowania stopnia rozdrobnienia gleby jedną liczbą.

Chcąc np. wyrazić zależność współczynnika wędnięcia od rodzaju gleby, podajemy zazwyczaj określenie gleby: piasek, piasek gliniasty, glina itp., przydzielając danemu rodzajowi czy gatunkowi gleby odpowiednią wartość współczynnika wędnięcia. Również takie wielkości, jak pojemność wodna gleb, zwięzłość, lepkość i inne zmieniają się wraz ze składem mechanicznym gleby. W celu bliższego określenia materiału podajemy jego skład mechaniczny, w którym wykazujemy do ośmiu i więcej frakcji, a więc około osiem liczb. W czasie nanoszenia uzyskanych wartości na wykres o dwu współrzędnych napotyka się na trudności, ponieważ na układ taki możemy nanieść tylko dwie wielkości, tymczasem jedna ze zmiennych: rodzaj gleby, określona jest kilkoma liczbami. Jednoliczbową charakterystyką gleby umożliwiłaby przejrzyste opracowywanie materiału. Taką charakterystykę może stanowić powierzchnia właściwa gleby.

Z wielu wzorów na obliczenie powierzchni właściwej najprostszymi są formuły uzależniające powierzchnię od wyników analizy mechanicznej gleby. Klein (4) wyprowadził wzór następujący:

$$U = 740,7 \cdot g \text{ cm}^{-1}$$

gdzie:

$U$  — powierzchnia właściwa;

$g$  — procentowa zawartość cząstek  $< 0,002$  mm określona metodą areometryczną Zunkera (10).

Według Piotrowskiego<sup>1</sup> (7, 11) zależność ta brzmi:

$$U = 338,98 g \sqrt{A} \text{ cm}^{-1}$$

gdzie:

$U$  i  $g$  jak wyżej.

$A$  — współczynnik kształtu ziarn, posiadający tę samą wielkość w przypadku gleb mineralnych w najluźniejszym układzie, w przybliżeniu równy jedności.

Obszerną metodykę określania powierzchni właściwej spotykamy w pracy Acuna (1). Zunker opracował specjalną metodykę oznaczania powierzchni właściwej (8), podając również sposób określenia jej z przebiegu krzywych sedymentacji uzyskanych w czasie wykonywania analizy mechanicznej jego metodą. Mając wyniki analizy mechanicznej możemy

<sup>1</sup> Andrzej Piotrowski złożył pracę doktorską w r. 1939 w pracowni prof. F. Zunkera we Wrocławiu. Zginął w czasie walk z Niemcami podczas drugiej wojny światowej.

obliczyć powierzchnię właściwą przez zsumowanie powierzchni właściwej poszczególnych frakcji w stosunku ich udziału w całości gleby.

Na obliczenie powierzchni właściwej określonej frakcji Zunker podał formułę (6):

$$U = \frac{0,4343 \left( \frac{1}{d_y} - \frac{1}{d_x} \right)}{\lg d_x - \lg d_y}$$

gdzie:

$d_x$  — większa graniczna średnica frakcji w cm;

$d_y$  — mniejsza graniczna średnica frakcji w cm.

Tabela 1 podaje powierzchnie właściwe wyliczone według tego ostatniego wzoru.

Tabela 1

Powierzchnia właściwa różnych frakcji

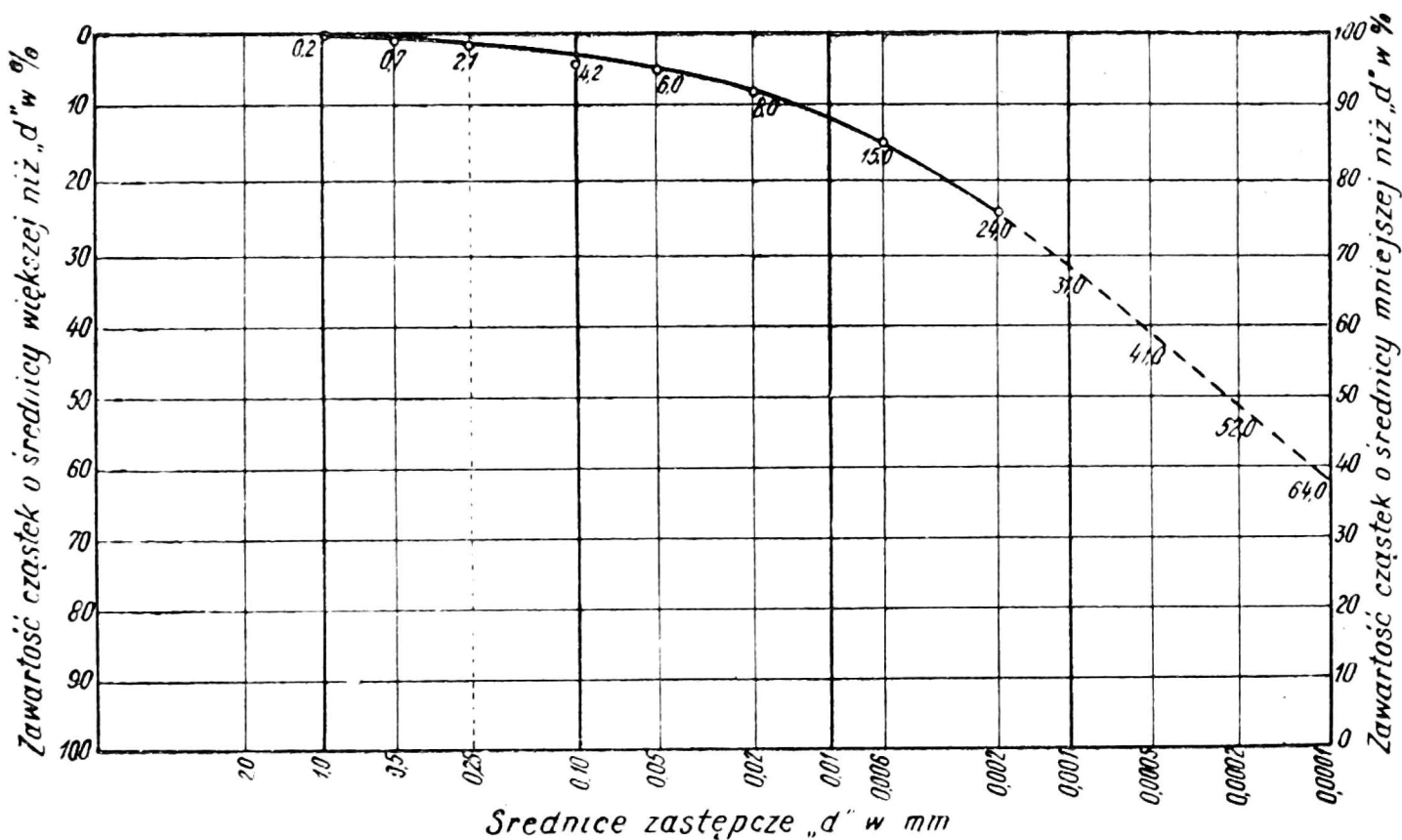
Frakcje	1,0	0,5	0,25	0,1	0,05	0,02
mm	0,5	0,25	0,1	0,05	0,02	0,006
Pow. wł. $U_f$	14,4	28,8	65,5	14,4	327,4	969,1
Frakcje	0,006	0,002	0,001	0,0005	0,0002	
mm	0,002	0,001	0,0005	0,0002	0,0001	
Pow. wł. $U_f$	3033,7	7214,3	14428,6	32736,2	72142,9	

Z danych przytoczonych w tabeli 1 wynika, że o powierzchni właściwej decydują cząsteczki o najmniejszych średnicach zastępczych.

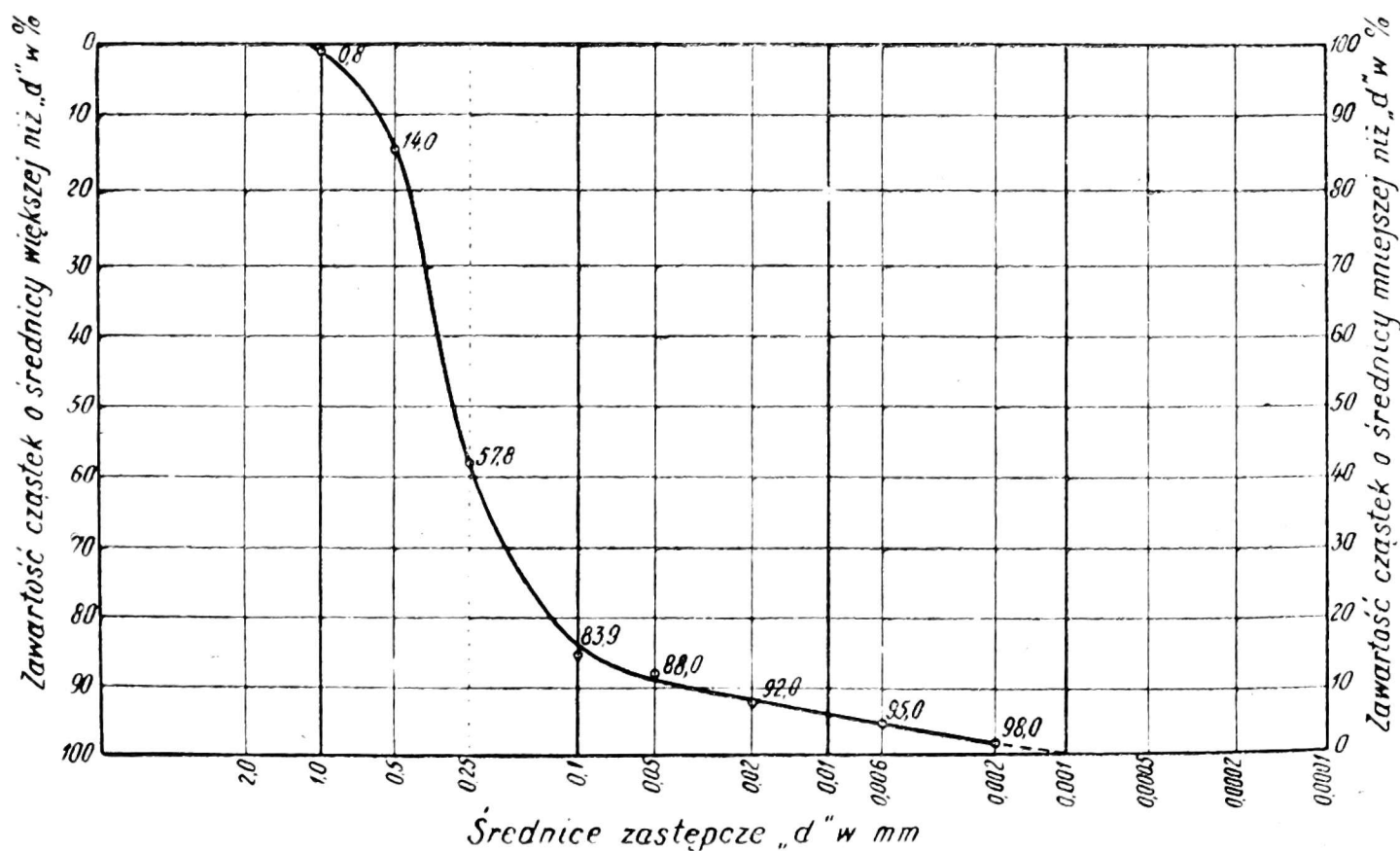
W Polsce w ostatnich latach coraz częściej oznacza się skład mechaniczny gleb metodą Casagande'a w modyfikacji Prószyńskiego. Przy użyciu tablic Prószyńskiego określa się zazwyczaj jako frakcję najdrobniejszą cząstki  $< 0,002$  mm. Tymczasem, jeżeli chodzi o powierzchnię właściwą cząstki te wpłyną na jej wielkość zależnie od zawartości w tej frakcji cząstek jeszcze drobniejszych. Niezbędny jest więc dalszy rozdział tych cząstek na poszczególne frakcje. Za graniczną dolną średnicę frakcji proponuję przyjąć średnicę zastępczą  $0,1 \mu$  (0,0001 mm). Takie przyjęcie umożliwia badania frakcji koloidalnej. W pracy swej Juszkiewicz (3) stwierdza, iż dotychczasowe badania wykazują, że frakcja koloidalna gruntów ilastych określona na drodze sedymentacji składa się z cząstek od  $0,1-1,0 \mu$ . Cząstki o wymiarach mniejszych od  $0,1 \mu$  spotykane są w stosunkowo znikomych ilościach.

W oparciu o przytoczone poprzednio stwierdzenie, można powiedzieć, że najłatwiej da się obliczyć powierzchnię właściwą ze składu granulometrycznego gleby. Rozdziału frakcji  $< 0,002$  mm proponuję dokonać metodą graficzną.

W tym celu sporządzamy wykres uziarnienia gleby na siatce półlogarytmicznej. Następnie przedłużamy wykres do rzędnej, odpowiadającej frakcji 0,0001 mm. Na odpowiednich rzędnych odczytujemy procentowy udział frakcji zawartych pomiędzy 0,002—0,0001 mm (rys. 1).



Rys. 1. Wykres uziarnienia gleby ilastej



Rys. 2. Wykres uziarnienia gleby piaszczystej

W przypadku gleb lżejszych wykres przedłużamy jak na rys. 2.

Po uzupełnieniu wyników analizy mechanicznej, obliczamy powierzchnię badanej gleby wzorem:

$$U = \sum_{i=1}^{i=n} \frac{U_{fi} \cdot p_i}{100}$$

gdzie:

- $U$  — powierzchnia właściwa badanej gleby;
- $U_{fi}$  — powierzchnia właściwa odpowiedniej frakcji odczytana z tabeli 2;
- $p_i$  — procentowa zawartość danej frakcji w glebie;
- $n$  — ilość frakcji wykazanych w analizie mechanicznej.

Tabela 2 przedstawia wyniki analizy mechanicznej gleb wykonanej metodą Casagrande'a—Prószyńskiego oraz obliczone w podany wyżej sposób wielkości powierzchni właściwej.

Tabela 2

Skład mechaniczny i powierzchnia właściwa gleb

Lp.	Frakcje w mm									U
	>1,0	1,0 0,5	0,5 0,25	0,25 0,1	0,1 0,05	0,05 0,02	0,02 0,006	0,006 0,002	>0,002	
1	3,7	23,3	45,1	26,1	1,3	0,5	—	—	—	37
2	—	4,0	19,1	46,5	14,4	9,0	2,0	4,0	1,0	299
3	—	1,1	1,0	21,9	52,0	17,0	2,0	2,0	3,0	769
4	—	0,8	2,4	3,5	14,3	36,0	21,0	5,0	17,0	8450
5	—	9,5	13,9	17,8	9,8	11,0	8,0	6,0	24,0	13000
6	—	—	0,1	6,2	18,7	6,0	14,0	10,0	35,0	21200
7	0,2	0,5	1,4	2,1	1,8	2,0	7,0	9,0	76,0	40400
8	—	8,0	12,2	18,8	12,0	9,0	10,0	7,0	23,0	7410
9	—	0,6	0,8	1,4	10,2	14,0	29,0	20,0	24,0	8312

U w a g a: obliczenia przeprowadzono z dokładnością, na jaką pozwala suwak logarytmiczny długości 25 cm.

Ze względu na dużą rozpiętość wartości powierzchni właściwej, charakteryzuje ona dokładnie rodzaj utworu. Wielkość powierzchni obliczona na podstawie składu mechanicznego zależna jest od metody, jaką ta ostatnia została wykonana oraz od sposobu przygotowania próbki do analizy mechanicznej. Na dokładność wpływają także błędy wykreślnego wyznaczania frakcji mniejszych od 0,002 mm. Z tego względu obliczenia można uprościć i obliczać z dokładnością suwaka logarytmicznego. Ponieważ o powierzchni decyduje frakcja iłu koloidalnego, stąd stanowić może ona również lepszą charakterystykę kwalifikacyjną gleb.

Dla przykładu przytoczono w tabeli 2 skład mechaniczny i obliczoną na jego podstawie powierzchnię właściwą dwu próbek glebowych (L. p.

8 i 9). Biorąc pod uwagę jedynie cząstki  $< 0,02$  mm, należałoby sądzić, że gleby te różnią się znacznie, ponieważ jedna z nich posiada 40% cząstek  $< 0,02$ , a druga 73%. Obie gleby natomiast wykazują prawie tę samą zawartość cząstek  $< 0,002$  mm, bo 23 i 24%. Pod względem zawartości iłu koloidalnego gleby te należałoby więc uważać za identyczne. Na podstawie powierzchni właściwej można wnioskować, że gleby te są podobne pod względem właściwości fizycznych, lecz nie identyczne.

#### LITERATURA

1. Acun N.: Die Ermittlung der spezifischen Oberfläche von Böden und verschiedenen Stoffen beliebiger Feinheitgrade. Wrocław, 1939.
2. Baver L. D.: Soil Physics. Nowy Jork 1956.
3. Juszkiewicz E.: Frakcje koloidalne niektórych gruntów i skał ilastych w świetle mikroskopu elektronowego. Rozprawy Hydrotechniczne 2, PWN Warszawa 1957.
4. Klein H. A.: Abhängigkeit der Durchlässigkeit von der Flüssigkeitsadsorption des Bodens, Wrocław 1937.
5. Mitscherlich A.: Bodenkunde für Land und Forstwirte, Berlin 1923.
6. Ostromecki J.: Wstęp do melioracji rolnych. Warszawa 1957
7. Piotrowski A.: Bodenkornoberfläche und Wasseranlagerungswert und ihre Beziehungen zur Durchlässigkeit und zu anderen physikalischen Bodeneigenschaften, Wrocław 1939.
8. Zunker F.: Gebrauchsanweisung zur Bestimmung der spezifischen Oberfläche des Bodens. Der Kulturtechniker 2, Wrocław 1926.
9. Zunker F.: Die Durchlässigkeit des Bodens. Zeitschrift für Pflanzenernährung, Düngung und Bodenkunde 1/2, t. 25. Berlin 1932.
10. Zunker F.: Schwimmwagenverfahren mit übergeschichteter Flüssigkeit zur Bestimmung der Korngrößen und spezifischen Oberfläche von Böden und anderen pulverförmigen Stoffen. Der Kulturtechniker 4, Wrocław 1936.
11. Oświęcimski A.: O niektórych fizycznych własnościach gleb na podstawie badań dr inż. Andrzeja Piotrowskiego. Roczn. Gleb. t. II. Warszawa 1952.