

Zeszyty Naukowe Wyższej Szkoły Pedagogicznej w Bydgoszczy <b>STUDIA PRZYRODNICZE</b> Scientific Papers of Pedagogical University in Bydgoszcz <b>NATURAL STUDIES</b> (Zeszyty Nauk. WSP, Stud. Przynr.)	12	87 – 94	1996
---	----	---------	------

## SKŁAD GRANULOMETRYCZNY A GĘSTOŚĆ GLEB CIEŻKICH

### GRANULOMETRIC COMPOSITION AND BULK DENSITY OF HEAVY SOILS

MIECZYŚLAW WOJTASIK, ZYGMUNT MIATKOWSKI

<sup>1</sup> Katedra Biologii i Ochrony Środowiska WSP, ul. Chodkiewicza 51, 85-667 Bydgoszcz

<sup>2</sup> Instytut Melioracji i Użytków Zielonych w Bydgoszczy, al. Ossolińskich 12

**ABSTRACT:** Generally it's known that bulk density of soils depends of their granulometric composition, particularly of finest fraction contents. However universal indicators weren't precised in respect of value, direct and range of influence of granulometric fractions or their mass proportions on soil bulk density. The test of precising above mentioned relations was undertaken for heavy soils. On the basic of 70 simples from 11 mesoregiones (by J. Kondracki) it was stated that the most precise relation with soil bulk density proved the index „g”, expressing mass proportion of fraction 0.5 – 0.1 to  $\phi < 0.002$  mm.

**SŁOWA KLUCZOWE – KEY WORDS:** Skład granulometryczny gleby – granulometric composition of soil, il koloidalny – colloidal clay, gęstość gleby – soil bulk density, gleby ciężkie – heavy soils.

#### Wstęp

Z zawartością poszczególnych frakcji granulometrycznych wiąże się wiele ważnych właściwości gleb, jak pojemność sorpcyjna względem kationów (Ostrowski i Ślusarczyk 1970), retencyjność wodna (Cieśliński i współ. 1988, Trzecki 1973), wielkość pęcznienia oraz granic płynności i plastyczności (Turski i współ. 1973), czy też opory wobec narzędzi uprawowych (Burlakow i współ. 1973). Znane

są też próby określenia związków pomiędzy zawartością poszczególnych frakcji lub ich sum a gęstością gleby. Bauer (1974) przytacza stwierdzenie Shaykewicha i Zwaricha, iż na każdy 1% zawartości ilu koloidalnego gęstość gleby spada o  $0.0047 \text{ Mg m}^{-3}$ . Zdaniem De Leenheera i Ruymbeke'a (1960) analogiczny wskaźnik wynosi 0.0042 dla gleb łąkowych i  $0.0014 \text{ Mg m}^{-3}$  dla gleb orných. Według Grina (1972) gęstość gleby najbardziej zależy od frakcji 0.05-0.02 mm (współczynnik korelacji 0.75) oraz  $\phi < 0.01$  mm (współczynnik korelacji 0.51). Brogowski (1990) ustalił wskaźnik zależności pomiędzy wszystkimi z osobna frakcjami ziemistymi a gęstością gleb wytworzonych z utworów zwałowych i wodno-lodowcowych.

W niniejszej pracy, oprócz związków poszczególnych frakcji z wielkościami gęstości gleb, przytoczono również związki granulometrycznych wskaźników, wyrażających się stosunkiem mas frakcji najściślej powiązanych z gęstością gleby, lecz o przeciwnych znakach współczynnika korelacji. Podjęto także próbę ujednoczenia danych wyjściowych, analizując próbki tylko z głębokości 90-110 cm i tylko z grupy gleb ciężkich. Gleby tej kategorii charakteryzują się najszerszym przedziałem zmienności w zawartości części najaktywniejszych, to znaczy ilu koloidalnego i części splawialnych. Do gleb ciężkich zalicza się utwory zawierające ponad 35 % części mniejszych od 0.02 mm (IUNG 1985), a więc od 36 do 100 %. Zatem przedział wahań zawartości części splawialnych w tej kategorii gleb jest 6.5-krotnie szerszy niż w glebach bardzo lekkich, a także lekkich, oraz 4.3-krotnie szerszy niż w glebach średnich. Podobnych proporcji można oczekiwać w zawartości części mniejszych od 0.002 mm, zwanych ilem koloidalnym, gdyż frakcje drobne tworzą na ogół regularne ciągi (Ostrowski i Ślusarczyk 1970).

## Materiał i metody

Próbki do badań pochodzą z 11 mezoregionów geograficznych (tab. 1). Pobra-no je z głębokości 90-110 cm, aby wyrównać wpływ głębokości w profilach na wyniki gęstości gleb (Wojtasik 1990) i ograniczyć oddziaływania węgla organicznego (Wojtasik 1989). Założono przy tym, iż na głębokości 90-110 cm obciążenia wyników gęstości gleb wpływami zabiegów agrotechnicznych, wahań temperatury i wilgotności, aktywności korzeni roślin i mikroorganizmów są stosunkowo mniej-sze niż w wyżej położonych częściach pedonów.

Skład granulometryczny oznaczono powszechnie stosowaną metodą areometryczną, z rozdzielaniem frakcji piasku na sitach za pomocą strumienia wody. Gęstość gleby suchej oznaczono za pomocą cylinderków o objętości po  $100 \text{ cm}^3$ , w 4 powtórzeniach, po wysuszeniu w t.  $105^\circ\text{C}$ , a węgiel organiczny metodą Tiurina.

Analizę regresji przeprowadzono najpierw w odniesieniu do wyników gęstości gleb bez uwzględnienia poprawek na zawartość węgla organicznego, a następnie z uwzględnieniem poprawki ( $0.059 \text{ Mg m}^{-3}$  na 1 % zawartości węgla) w stosunku do 23 próbek, zawierających od 0.12 do 3.20 % tego składnika. W pozostałych próbkach nie oznaczono ilości węgla uznając szacunkowo jego zawartość za nieistotną.

## Wyniki

Najwięcej próbek gleby do badań, to jest 24, pobrano z Pojezierza Starogardzkiego. Pochodziły one z czarnych ziem wytworzonych z glin ciężkich oraz ilów wodnego pochodzenia. Kolejną pod względem ilości obiektów glebowych pozycję stanowią czarne ziemie wytworzone z glin zwałowych Równiny Inowrocławskiej, oraz czarne ziemie, a zwłaszcza gleby brunatne i płowe z glin zwałowych Pojezierza Krajeńskiego (tab. 1).

Pod względem gatunkowym stwierdzono il w 14 przypadkach, il pylasty w 9, pył ilasty w 6, glinę ciężką w 13, glinę bardzo ciężką w 2 i glinę ciężką pylastą jednokrotnie. Ponadto osiemnastokrotnie występowała glina średnia pylasta i siedmiokrotnie glina średnia. Dysponowano materiałem glebowym o następujących zakresach wahań w zawartości poszczególnych frakcji: piasek 1 – 42 %, pył 0.5 – 61.5 %, części splawialne 36 – 98 %, il koloidalny 14 – 65 %, wskaźniki:  $f = 0.007-0.972$ ,  $f_1 = 0.010-1.167$ ,  $g = 0.011-1.623$ ,  $g_1 = 0.016-1.857$ .

Wszystkie współczynniki korelacji między frakcjami, a także wskaźnikami granulometrycznymi, a gęstością gleb z 70 obiektów, bez poprawek na zawartość węgla organicznego, okazały się nieco niższe niż po uwzględnieniu tych poprawek. Przykładowo, współczynnik korelacji wskaźnika „g” z gęstością gleby przed wniesieniem poprawek wyniósł 0.871, a po ich wniesieniu 0.901. Podane w tab. 2 współczynniki korelacji odnoszą się do wyników empirycznych z uwzględnieniem poprawek na zawartość węgla. Z danych tych wynika, że związek gęstości gleby z jej uziarnieniem najlepiej charakteryzuje wskaźnik „g”, wyrażający się stosunkiem masy cząstek piasku średniego i drobnego ( $\phi$  0.5-0.1 mm) do ilu koloidalnego ( $\phi < 0,002$  mm). Równanie zależności gęstości gleb ciężkich na głębokości 90-110 cm od wskaźnika g przedstawia się następująco:

$$\rho = 1.500 + 0.215 g, \quad r = 0.901 \quad (1)$$

gdzie:

$\rho$  – gęstość gleby w  $\text{Mg m}^{-3}$ ,

$g$  – granulometryczny wskaźnik wyrażający się stosunkiem mas części 0.5-0.1 mm

do mniejszych od 0.002 mm,  
 $r$  – współczynnik korelacji cech.

Prawie tak samo wysokim współczynnikiem korelacji z gęstością gleb ciężkich cechuje się wskaźnik  $g_1$ , wyrażający się stosunkiem zawartości całej frakcji piasku do iłu koloidalnego (tab. 2).

Formuła związku jest taka:

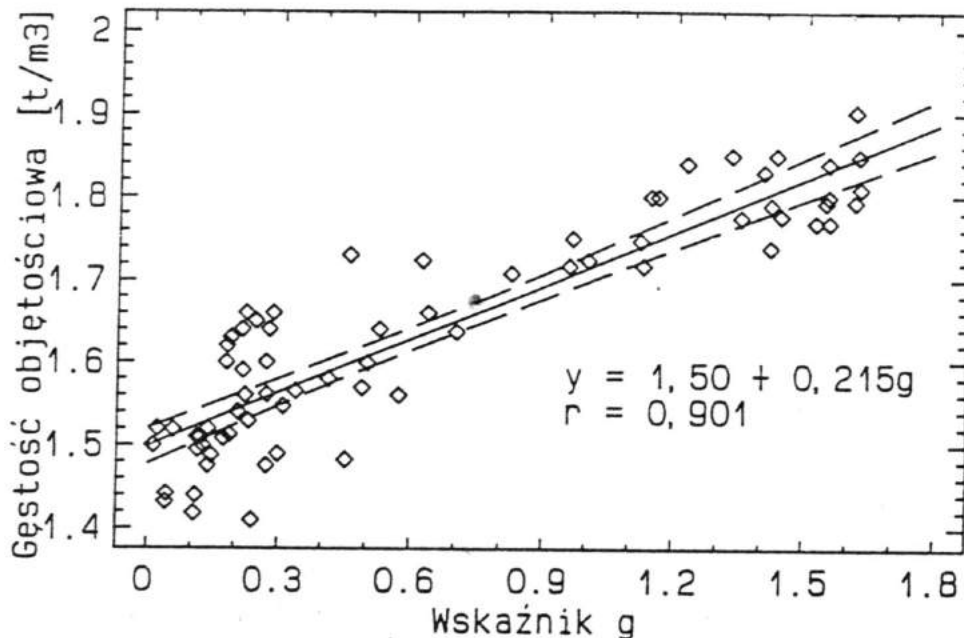
$$\rho = 1.500 + 0.187 g_1 \quad r = 0.893 \quad (2)$$

gdzie:

$\rho$ , + – parametry jak w formule (1),

$g_1$  – granulometryczny wskaźnik wyrażający się stosunkiem mas części 1,0-0,1 mm do mniejszych od 0,002 mm.

W ocenie znaczenia wskaźników  $g$  i  $g_1$  zwrócono uwagę na stwierdzenie Ostrowskiego i Ślusarczyka (1970) dotyczące gleb o różnym uziarnieniu, iż frakcja piasku grubego w zasadzie nie koreluje z innymi frakcjami. Zatem wnioskowanie odnoszące się do wskaźnika  $g$ , zbudowanego z pominięciem zawartości piasku grubego, ma zapewne szerszą podstawę.



**Ryc. 1.** Związek granulometrycznego wskaźnika  $g$  z gęstością gleb ciężkich  
**Fig. 1.** Relationship between granulometric index  $g$  and bulk density  
of heavy soils

### Wnioski

1. Gęstość gleb ciężkich na głębokości 90-110 cm jest skorelowana z zawartością poszczególnych frakcji granulometrycznych, z wyjątkiem części o średnicy 0.05-0.005 mm.

2. Najściślejszą korelację z gęstością gleb ciężkich wykazał granulometryczny wskaźnik *g*, wyrażający się stosunkiem mas piasku średniego i drobnego do iltu koloidalnego.

### Piśmiennictwo

- Bauer A. 1974: *Influence of soil organic matter on bulk density and available water capacity of soils*. N. Dakota Agric. Exp. Stat. May-June 74, 44-52.
- Brogowski Z. 1190: *Próba obliczania niektórych właściwości fizycznych gleb na podstawie analizy ziarnowej*. Rocz. Glebozn. 41, 3/4, 17-28.
- Burlakow A.A., Koloskova A.B., Bachtin P.U. 1973: *O kostwiennom opredelenii udielnych soprotiwlenij poczw pri pachotie*. Poczwow. 7, 87-92.
- Cieśliński Z., Miatkowski Z., Roguski W. 1988: *Określenie charakterystycznych stanów uwilgotnienia gleb ciężkich na podstawie składu granulometrycznego, zawartości próchnicy i gęstości gleby*. Rocz. Nauk Roln. F, 80, 2-4, 9-23.
- De Leenheer L., Ruymbeke M. 1960: *It possible to predict some physical soil characteristics, knowing the soil components?* Trans. of 7-th Intern. Congr. of Soil Sci. Madison, Wisc. 1, 347-353.
- Grin A.M. 1972: *Zawisimost' infiltracjonnoj sposobnosti ot fizycznych i chemiczskich swojstw poczw*. Poczwow. 8, 66-73.
- IUNG, 1985: *Zalecenia nawozowe*, cz. I. Puławy ss. 34.
- Ostrowski J., Ślusarczyk E. 1970: *Próba oceny współzależności między zawartością zasadowych kationów wymiennych z frakcjami mechanicznymi gleb*. Rocz. Glebozn. 21, 2, 463-484.
- Turski R., Domżał H., Słowińska-Jurkiewicz A. 1974: *Wpływ frakcji koloidalnej z uwzględnieniem próchnicy na maksymalną higroskopijność, granice konsystencji i pęcznienie gleb lessowych*. Rocz. Glebozn. 25, 3, 85-99.
- Trzecki S. 1973: *Możliwość wyznaczania niektórych wodnych pojemności gleb na podstawie ich składu mechanicznego i zawartości próchnicy*. Probl. Agrofizyki 10, 88-94.
- Wojtasik M. 1989: *Węgiel organiczny jako wyznacznik naturalnej gęstości gleby*. Fragm. Agronom. 3/23/, 93-98.
- Wojtasik M. 1990: *Głębokość w profilu glebowym jako wyznacznik naturalnej gęstości gleby*. Fragm. Agronom. 1/25/, 36-43.



c)	wytworzone z utworów lessopodobnych developed from silty materials											8	8
B.	Gleby brunatne i płowe: Brown and lessive soils:												
a)	wytworzone z glin zwałowych developed from boulder loams			1	8			1		2			12
b)	wytworzone z utworów pyłowych wodnego pochodzenia developed from alluvial silts				1								1
c)	Mady Alluvial soils	2					3		1				6
	Ogółem – Total	2	24	1	11	2	3	1	1	2	15	8	70

Nazwa mezoregionu wg J. Kondrackiego:

Name of mesoregion by J. Kondracki:

I – Żuławy Wiślane – Vistula Żuławy

II – Pojezierze Starogardzkie – Starogard Lakeland

III – Pojezierze Iławskie – Iława Lakeland

IV – Pojezierze Krajeńskie – Krajna Lakeland

V – Dolina Brdy – Brda Valley

VI – Dolina Fordońska – Fordon Valley

VII – Pojezierze Chełmińskie – Chełmno Lakeland

VIII – Kotlina Płocka – Płock Basin

IX – Pojezierze Gnieźnieńskie – Gniezno Lakeland

X – Równina Inowrocławska – Inowrocław Plain

XI – Płaskowyż Głubczycki Plain Upland

**Tab. 2.** Skład granulometryczny i gęstość objętościowa gleb w warstwie 0.9-1.1 m oraz współczynniki korelacji między gęstością a zawartością poszczególnych frakcji i wybranymi wskaźnikami

Particle size distribution and bulk density of soils in the 0.9 - 1.1.m layer as well as correlation coefficients between bulk density and content of particular fractions and selected indices

Frakcja Fraction	Średnica w mm Diameter in mm	Zawartość % frakcji Content of fractions in %		Współczynnik korelacji Correlation coefficient
		Średnia Average	Odchyl. stand. Standard dev.	
Piasek ogółem Sand total	1.0 – 0.1	17.40	12.01	0.798**
Piasek gruby Coarse sand	1.0 – 0.5	2.24	1.90	0.541**
Piasek średni i drobny Medium and fine sand	0.5 – 0.1	15.16	10.46	0.818**
Pył ogółem Silt total	0.1 – 0.02	25.89	13.60	0.317**
Pył gruby Coarse silt	0.1 – 0.05	12.73	8.78	0.516**
Pył drobny Fine silt	0.05 – 0.02	13.21	9.72	-0.026
Części splawialne Flow particles	< 0.02	56.71	18.16	-765**
Il pyłowy gruby Fine silty clay	0.02 - 0.005	16.44	13.28	-0.185
Il pyłowy drobny Fine silty clay	0.05 = 0.002	11.04	5.06	-0.474**
Il koloidalny Colloidal clay	< 0.002	30.70	13.42	-0.731**
Gęstość obj. Bulk density	Mg $\wedge$ m <sup>-3</sup>	1.63	0.133	-
Wskaźnik f Index f	(0.5-0.1)/ < 0.02	0.334	0.286	0.861**
Wskaźnik g Index g	(0.5- 0.1)/<0.002	0.644	0.558	0.901**
Wskaźnik fl Index fl	(1.0-0.1)/<0.02	0.738	0.637	0.850**
Wskaźnik gl Index gl	(1.0- 0.1)/<0.002	0.383	0.329	0.893**

Liczba oznaczeń – N = 70: Number of determinations – N = 70