

Wojtasik Mieczysław, Szatten Dawid. Wyznaczanie gęstości naturalnej gleb = Determination of natural bulk density of soils. Journal of Education, Health and Sport. 2015;5(3):218-228. ISSN 2391-8306. DOI: [10.5281/zenodo.16379](https://doi.org/10.5281/zenodo.16379)
<http://ojs.ukw.edu.pl/index.php/johs/article/view/2015%3B5%283%29%3A218-228>

<https://pbn.nauka.gov.pl/works/550075>

<http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.16379>

Formerly Journal of Health Sciences. ISSN 1429-9623 / 2300-665X. Archives 2011 – 2014
<http://journal.rsw.edu.pl/index.php/JHS/issue/archive>

Deklaracja.

Specyfika i zawartość merytoryczna czasopisma nie ulega zmianie.

Zgodnie z informacją MNIŚW z dnia 2 czerwca 2014 r., że w roku 2014 nie będzie przeprowadzana ocena czasopism naukowych; czasopismo o zmienionym tytule otrzymuje tyle samo punktów co na wykazie czasopism naukowych z dnia 31 grudnia 2014 r.

The journal has had 5 points in Ministry of Science and Higher Education of Poland parametric evaluation. Part B item 1089. (31.12.2014).

© The Author (s) 2015;

This article is published with open access at License Open Journal Systems of Kazimierz Wielki University in Bydgoszcz, Poland and Radom University in Radom, Poland

Open Access. This article is distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Noncommercial License which permits any noncommercial use, distribution, and reproduction in any medium,

provided the original author(s) and source are credited. This is an open access article licensed under the terms of the Creative Commons Attribution Non Commercial License

(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted, non commercial use, distribution and reproduction in any medium, provided the work is properly cited.

This is an open access article licensed under the terms of the Creative Commons Attribution Non Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted, non commercial

use, distribution and reproduction in any medium, provided the work is properly cited.

The authors declare that there is no conflict of interests regarding the publication of this paper.

Received: 20.01.2014. Revised 27.02.2015. Accepted: 12.03.2015.

Wyznaczanie gęstości naturalnej gleb

Determination of natural bulk density of soils

Mieczysław Wojtasik, Dawid Szatten

Instytut Geografii, Wydział Kultury Fizycznej, Zdrowia i Turystyki, Uniwersytet
Kazimierza Wielkiego w Bydgoszczy, Bydgoszcz, Polska

Streszczenie

Najważniejszym wskaźnikiem stosunków wodnych i powietrznych gleb jest ich gęstość objętościowa. Wielkość tej cechy jest jednak bardzo zróżnicowana i zmienna w czasie. Dowiedziono, iż wśród zmiennych wielkości gęstości objętościowej istnieje taka, do której gleba dąży w procesach naturalnych ze stanu zagęszczenia lub spulchnienia. Tę charakterystyczną wielkość nazwano gęstością naturalną gleb (ρ_n) i opracowano metody jej wyznaczenia.

Słowa kluczowe: gęstość naturalna gleby, granulometryczny moduł gęstości naturalnej gleby, zawartość węgla organicznego, zawartość węglanu wapnia, głębokość w profilu.

Abstract

The most important indicator of water and air conditions of soils is their bulk density. The value of this characteristic is very diverse and variable in time. It has been proved that of the variables of bulk density of soil, is one to which soils tends in natural processes of the state of compaction or loosening. This characteristic size was called the natural bulk density of soils (ρ_n) and the method of its determination has been developed.

Key words: natural bulk density of soil, granulometric index of natural soil bulk density, content of organic carbon, content of calcium carbonate, depth in profile.

Wprowadzenie

W ocenie stanu fizycznego gleby, a zwłaszcza jej stosunków wodnych i powietrznych, najważniejszym wskaźnikiem jest gęstość objętościowa gleby. Jest to jednak wielkość bardzo zmienna w czasie. W okresie wegetacji roślin odchyła się zazwyczaj w granicach +/- 0,30 Mg m⁻³ od pewnej charakterystycznej wielkości, którą nazwano gęstością naturalną gleby (ρ_n)

[20, 21]. Przedział gęstości naturalnej wynoszący $\rho_n \pm 0,05 \text{ Mg m}^{-3}$, jak wykazały badania [20, 21], wyznacza optimum fizyczne gleby w dowolnej określonej części profilu (pedonu). Mając gęstość mieszczącą się w przedziale ρ_n gleba retencjonuje najwięcej wody użytecznej wykazuje optymalne natlenienie i w rezultacie najwyższe plony roślin [20, 21]. Ważnym zatem zadaniem gleboznawcy teoretyka, a zwłaszcza użytkownika określonej gleby, jest umiejętność wyznaczenia jej naturalnej gęstości (ρ_n) spośród zmieniających się w czasie wielkości gęstości chwilowej (tymczasowej) ρ_t . Wiadomo zaś, że wśród oddziaływań na wielkości gęstości tymczasowej ρ_t udział mają czynniki, które związane są z charakterem tworzywa glebowego i możemy je uznać za stałe, oraz czynniki o działaniu okresowym bądź sporadycznym, takie jak zabiegi uprawowe, naciski kół pojazdów i maszyn rolniczych, udeptywanie, namakanie i wysychanie, działalność fauny glebowej i korzeni roślin, etc.

Jest kilka metod wyznaczania ρ_n , nie opisanych w literaturze gleboznawczej, spośród których najprostszą i najbardziej pewną wydaje się metoda za pomocą formuły o ogólnej postaci:

$$\rho_n = \rho_o + f(g) - f(c) + f(z) \pm f(w)$$

gdzie:

ρ_n – gęstość naturalna gleby w Mg m^{-3} ,

ρ_o – gęstość gleby w warunkach brzegowych, gdy $g = 0$, $c = 0$, $z = 0$, $w = 0$,

g – granulometryczny wskaźnik ρ_n zależny od stosunku procentowej zawartości cząstek o średnicy ϕ 500 – 100 μm do mniejszych od 2 μm , a także odwrotnością tej liczby lub funkcją obu tych wartości dla niektórych gleb zawierających więcej niż 35% frakcji 100 – 20 μm ,

c – zawartość węgla organicznego w glebie w procentach wagowych (oznacz. metodą Tiurina),

z – zagłębienie w profilu gleby (głębokość pobierania próbki) wynosząca od 0 do 13 dm, dla większych głębokości w profilu (pedonie) przyjmuje się $z = 13 \text{ dm}$.

Cel

Do danych z pomiaru, uzyskanych przez różnych badaczy i w różnych glebach Polski (w jednym przypadku USA) przyrównano wielkości gęstości objętościowej obliczone za pomocą wyżej przedstawionej formuły. Uczyniono to w celu udowodnienia, iż za pomocą tej formuły można w każdym profilu (pedonie) gleby określić (ze stosunkowo małym błędem) wielkość jej gęstości naturalnej (ρ_n).

Metody

Oznaczenia gęstości tymczasowych (ρ_t) i składników formuły ρ_n wzięto ze źródeł literaturowych sięgających końca lat pięćdziesiątych ubiegłego wieku (vide – Literatura). A to dlatego, iż opracowania z dawnych lat zawierają zdecydowanie bardziej kompletne zestawy właściwości gleb, niż najnowsze, o fragmentarycznych ujęciach. Zebrano dane z pomiarów odnoszących się do głębokości 0,9 – 1,1 dm, które są w zasadzie najmniej obciążone efektami oddziaływań ujawniających się w wyżej leżących warstwach, takich jak zabiegi uprawowe, naciski pojazdów i maszyn roboczych, udeptywanie, wahania wilgotności, etc. A zatem, założono że wielkości gęstości objętościowej ρ_n ze stref 0,9 – 1,1 dm są zbliżone do ρ_n , gdyż determinują je, prawie wyłącznie, czynniki o działaniu stałym, związane z właściwościami stałej fazy gleby, takimi jak skład granulometryczny (poprzez wielkości wskaźnika g), zawartość węgla organicznego i węglanu wapnia oraz zagłębienie w profilu (pedonie). Wykorzystano wszystkie dostępne źródła danych, aczkolwiek niekiedy z przypuszczeniem, iż wyniki mogłyby być dokładniejsze, gdyby pochodziły ze specjalnych badań właściwości fizycznych gleb, a nie z badań ukierunkowanych na ogólną charakterystykę gleb jakiegoś regionu. Przykładowo dla profilu Potarzyca [6] zlokalizowanego na Wysoczyźnie Kaliskiej, zapisano w kol. 9 (tab. 1) głębokość uśrednioną 9,75 dm, gdy tym czasem w źródle figuruje

zapis głębokość pobrania próbki 75 – 120 cm, a dla profilu Kąkolewo [9] usytuowanym na Wysoczyźnie Leszczyńskiej 75 – 110 cm (zapis w tab. 1. – 9,25 dm). Pobieranie próbek gleb o nienaruszonej strukturze za pomocą metalowych cylinderków o pojemności 100 cm³ i wysokości zazwyczaj 4,2 – 4,3 cm może praktycznie odbywać się z dokładnością w mierze głębokości równą 5 cm. W przypadku odchylenia wynoszącego 2 dm, przy wzroście gęstości o 0,021 Mg m⁻³ na każdy 1 dm zagłębienia [20, 21] może wystąpić błąd względny prawie czterokrotnie większy.

Wykorzystano dane pochodzące z bardzo różnych rejonów, m.in. z Białowieskiego Parku Narodowego (poz. z tab. 1: 1, 46, 51, 56, 57, 64), z otuliny Słowińskiego Parku Narodowego (61), Pojezierza Starogardzkiego (9, 11,12), Pojezierza Mazurskiego (19, 29, 41), Wysoczyzny Siedleckiej (22-24, 28, 30, 32, 34, 39, 45), Wysoczyzny Kaliskiej (26), Wzgórz Dalkowskich (8, 17, 20), Kotliny Toruńskiej (6,7, 14, 58-60, 65, 66), okolic Wrocławia (16, 17, 21), Równiny Koźmińskiej (27), Wysoczyzny Leszczyńskiej (40), Równiny Wrzesińskiej (43), Pojezierza Poznańskiego (35, 38), Pojezierza Kujawskiego (31), Georgia, USA (54) i innych.

Wyniki i dyskusja

Pomierzone wielkości gęstości tymczasowej (ρ_t) wynosiły od 1,48 Mg m⁻³ (poz. 3 w tab. 1) dla gleby z okolic Wrocławia wytworzonej, według nomenklatury BN-78/9180-11, z utworu pyłowego ilastego, do 1,94 Mg m⁻³ dla gleby położonej na Równinie Koźmińskiej, wytworzonej z gliny średniej (poz. 27). Natomiast z obliczeń za pomocą formuły ρ_n , uzyskano wielkości od 1,403 Mg m⁻³ dla gleby wytworzonej z iłu w Białowieskim Parku Narodowym (poz. 1), do 1,908 Mg m⁻³ dla gleby z miejscowości Borki na Pojezierzu Mazurskim wytworzonej z gliny lekkiej. Rozstęp wyników z pomiaru wyniósł zatem 0,460 Mg m⁻³, a z obliczeń 0,505 Mg m⁻³.

Tab. 1. Dane wyjściowe do obliczeń gęstości naturalnej gleb za pomocą formuły ρ_n

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Białowiecki Park Narodowy, 39	14.	1,0/8,0/45,0	i	0,022	0,21	21,22	10,25	1,52	1,403	+8,3
2	Z.D. Świerkianiec, 17	17.	2,1/14,0/47,0	i	0,045	-	8,3	10,25	1,57	1,561	+0,6
3	Brochocin, 11	2.	0,9/59,0/13,0	pli	0,069	-	-	10,7	1,48	1,520	-2,6
4	Pogórze Izerskie – Zalipie	2.	1,2/59,7/13,0	pli	0,092	-	-	9,75	1,58	1,530	+3,3
5	Wierzba, 7a	11.	2,6/51,5/25,7	pli	0,101	-	-	9,4	1,55	1,534	+1,0
6	Kotl. Toruńska – Sadki	19.	5,7/12,0/46,0	i	0,124	-	-	9,75	1,50	1,543	-2,8
7	Kotl. Toruńska – Szarlej, 1	1.	32,2/55,0/4,0	plp	0,124**	-	-	9,5	1,61	1,543	+4,3
8	Wzg. Dalkowskie, 7	7.	1,4/60,2/10,0	pli	0,140	-	-	9,75	1,52	1,549	-1,9
9	Poj. Starogardz. – Cierpice	19.	10,0/10,0/49,0	gbc	0,204	-	-	9,75	1,54	1,572	-2,0
10	Kotl. Warszawska – Kazuń n. Wisłą	12.	37,0/42,0/8,0	plg	0,216**	-	-	9,25	1,52	1,576	-3,6
11	Poj. Starogardz. – Cierpice	19.	11,0/8,0/48,0	gbc	0,229	0,32	-	9,75	1,51	1,561	-3,3
12	Poj. Starogardz. - Ołtarzew	19.	43,0/40,0/10,0	pglp	0,233*	-	-	9,75	1,61	1,581	+1,8
13	Czarna ziemia, 2(13)	15.	3,2/68,3/13,0	plg	0,246	-	-	10,0	1,56	1,585	-1,6
14	Kotl. Toruńska – Sadki	19.	9,7/22,0/36,0	gc	0,269	-	-	9,75	1,60	1,592	-0,5
15	Gleb. brun. wytw. z lessu, 1	8.	5,0/51,0/16,0	pli	0,313	0,18	-	9,25	1,64	1,593	+3,0
16	Kotl. Warszawska – Grądk	12.	23,0/50,0/9,0	plg	0,391	-	-	10,25	1,64	1,624	+1,0
17	Wzg. Dalkowskie, 12	7.	3,8/65,3/8,5	plg	0,447	-	8,67	10,50	1,60	1,689	-5,3
18	Gleb. brun. wytw. z lessu, 2	8.	10,0/44,0/17,0	pli	0,588	0,19	-	10,25	1,71	1,656	+3,3
19	Poj. Mazurskie – Borki	18.	23,7/21,0/33,0	gc	0,718	-	-	10,75	1,64	1,691	-3,0
20	Wzg. Dalkowskie, 13	7.	14,6/47,4/11,3	plg	0,774**	-	3,12	10,25	1,67	1,715	-2,6
21	Czarna ziemia, 2	6.	7,6/67,8/11,0	plg	0,782	-	-	10,0	1,59	1,701	-6,5
22	Wola Żelechowska, 8	5.	27,0/16,0/30,0	gc	0,900	-	-	9,0	1,80	1,719	+4,7
23	Mysłów, 20	5.	30,5/18,0/24,0	gs	1,271	-	6,32	10,0	1,87	1,812	+3,2
24	Kłębów Nowy, 7	5.	34,4/14,0/27,0	gs	1,274	-	-	9,0	1,75	1,765	-0,8
25	Trzebnica, 5	2.	32,6/24,6/24,0	gs	1,358	-	-	9,7	1,76	1,773	-0,7
26	Wys. Kaliska – Potarzyca, 6	4.	37,0/21,1/21,6	gs	1,713	-	8,2	9,75	1,83	1,856	-1,4
27	Równ. Koźmińska – Gałązki	4.	35,6/19,8/19,7	gs	1,807	-	12,9	9,75	1,94	1,84	+5,4
28	Kolonia Jarczew, 3	5.	40,7/20,0/21,0	gl	1,938	-	-	9,0	1,78	1,817	-2,0

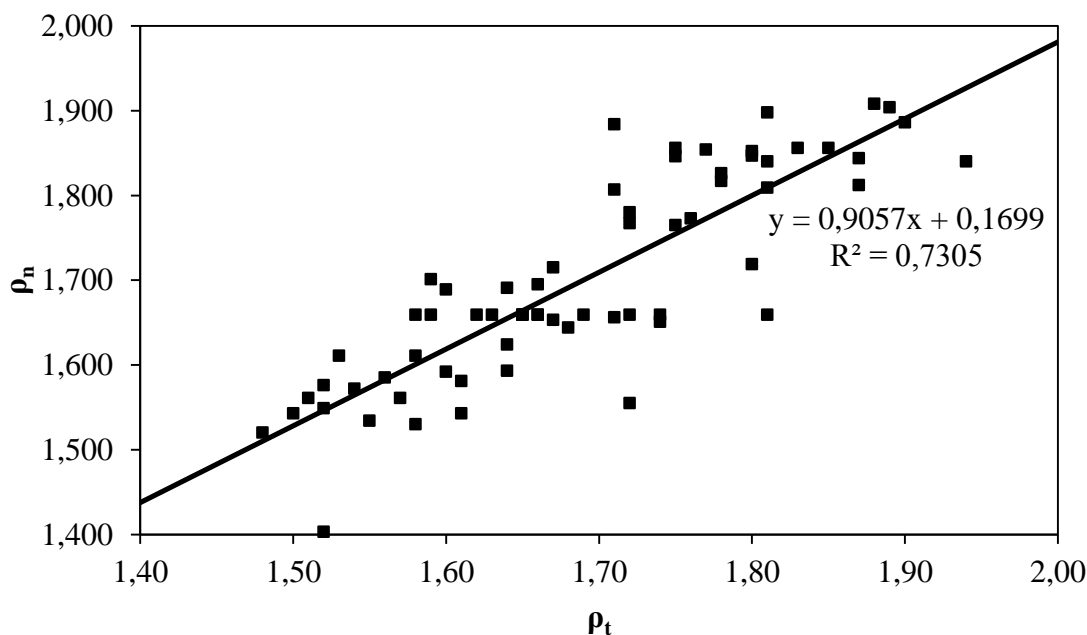
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
29	Poj. Mazurskie – Borki, 3	18.	37,3/25,0/17,0	glp	2,134	-	śl.	10,5	1,72	1,780	-3,4
30	Wola Mysłowska, 18	5.	38,8/26,0/18,0	glp	2,156	-	1,1	9,0	1,71	1,807	-5,4
31	Poj. Kujawskie - Babiak, 1	4.	44,3/22,1/19,6	gp	2,260	-	34,2	9,0	1,58	1,611	-1,9
32	Ryczyska, 10	5.	43,0/19,0/19,0	gl	2,263	-	7,41	10,0	1,71	1,884	-9,2
33	Zwola Duża, 16	5.	44,0/23,0/18,0	gl	2,444	-	-	9,0	1,81	1,840	-1,6
34	Baczków, 19	5.	43,5/18,0/17,0	gl	2,559	-	-	10,0	1,87	1,844	+1,4
35	Poj. Poznańskie – Objezierze, 11	4.	42,2/20,2/16,2	gl	2,605	-	8,5	10,0	1,81	1,898	-4,6
36	Bogucin	5.	41,0/24,0/15,0	gl	2,733	-	12,0	10,0	1,90	1,886	+0,7
37	Podgórzyce	12.	41,0/20,0/14,0	gl	2,929	-	-	9,25	1,80	1,852	-2,8
38	Poj. Poznańskie – Dakowy Mokre, 13	4.	43,9/21,7/14,6	gl	3,007	-	7,1	10,0	1,89	1,904	-0,7
39	Żelechów, 6	5.	46,5/19,0/14,0	gl	3,321	-	-	10,0	1,85	1,856	-0,3
40	Wys. Leszczyńska – Kąkolewo, 9	4.	54,7/18,9/13,9	pgm	3,335	-	-	9,25	1,75	1,856	-5,7
41	Poj. Mazurskie – Borki, 4	18.	40,3/22,0/11,0	gl	3,664	-	8,7	9,5	1,88	1,908	-1,5
42	Duchnice, 2	12.	47,0/11,0/12,0	pgm	3,917	-	-	10,5	1,77	1,854	-4,5
43	Równ. Wrzes. – Słomówko, 2	4.	57,0/15,4/12,9	pgm	4,419	-	-	10,5	1,80	1,847	-2,6
44	Profil 10	17.	53,5/11,0/12,0	gp	4,458	-	-	9,6	1,75	1,846	-5,2
45	Brzegi, 11	5.	47,8/23,0/9,0	gp	5,311	-	-	10,0	1,78	1,826	-2,5
46	Białowieski Park Narodowy, profil 41	14.	55,0/25,5/9,5	pgl	5,786	-	-	9,25	1,81	1,809	+0,1
47	Samotwór, 4	16.	48,6/11,4/7,0	pgl	6,943	-	-	9,35	1,76	1,767	-2,9
48	Branice	2.	79,0/7,4/8,0	ps	9,875	-	-	9,25	1,72	1,659	+3,7
49	Wierzbno, 15	12.	42,0/49,0/3,0	plp	14,000	-	3,3	9,5	1,68	1,644	+2,2
50	Okol. Wrocławia – Czechnica	9.	51,5/16,0/3,4	ps	15,029	-	-	10,25	1,72	1,655	+3,9
51	Białowieski Park Narodowy, 29	14.	63,5/15,5/4,0	pl	15,875	-	4,8	9,5	1,66	1,695	-2,1
52	Duchnice, 3	12.	83,0/8,0/5,0	ps	16,600	-	-	10,5	1,59	1,659	-4,2
53	Czarnów	12.	68,0/23,0/4,0	ps	17,000	-	-	9,5	1,62	1,659	-2,4
54	Georgia, Long County, USA	3.	90,9/-/5,0	pl	18,182	0,13	-	10,65	1,74	1,651	+5,4
55	Świerklaniec, profil 9	17.	82,5/12,0/2,0	pl	41,25	-	-	10,4	1,58	1,659	-4,8
56	Białowieski Park Narodowy, 38	14.	84,8/10,0/2,0	pl	42,2	-	-	9,5	1,53	1,611	-5,0
57	Białowieski Park Narodowy, 44	14.	70,5/19,0/1,0	pl	>45	-	-	10,5	1,74	1,659	+4,9
58	Kotl. Toruńska – Dąbrówka	1.	69,0/17,0/1,0	pl	>45	-	-	9,5	1,65	1,659	-0,5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
59	Kot. Toruńska – Tarkowo	1.	88,7/8,0/1,0	pl	>45	-	-	9,5	1,81	1,659	+9,1
60	Kot. Toruńska – Szarlej, 2	1.	90,5/0,0/10	ps	>45	-	-	9,5	1,65	1,659	-0,5
61	Gleba biel., 4	10.	55,2/3,0/1,0	pl	>45	0,10	-	9,75	1,67	1,653	+1,0
62	Profil II / 4	13.	57,0/5,0/1,0	ps	>45	-	-	9,75	1,65	1,659	-0,5
63	Profil II / 7	13.	76,0/10,0/1,1	pl	>45	-	-	9,75	1,69	1,659	+1,9
64	Białowiecki Park Narodowy, 27	14.	77,0/12,5/0,5	pl	>45	-	-	9,75	1,66	1,659	+0,1
65	Kotl. Toruńska – Przyłęki	1.	90,1/3,0/0,0	pl	>45	-	-	9,5	1,63	1,659	-1,7
66	Kotl. Toruńska – Brzoza	1.	98,6/1,0/0,0	pl	>45	-	-	9,5	1,66	1,659	+0,1
Średnie									1,689	1,701	
									Stosunek korelacyjny ($\eta \rho_t \rho_n$)		0,948
									Współczynnik korelacji (r)		0,868
									Odchylenie standardowe ρ_t		0,113
									Odchylenie standardowe ρ_n		0,119

Objaśnienia: 1 – liczba porządkowa; 2 – Region – miejscowość, cechy gleby, nr profilu; 3 – pozycja literatury według spisu; 4 – skład

granulometryczny gleby: % części 0,5-0,1/0,1-0,02/<0,002 mm; 5 – skrót nazwy grupy gleby wg BN-78/9180-11; 6 – 9 wyznaczniki ρ_n : 6 – g, 7

– c, 8 – CaCO₃, 9 – z; 10 – ρ_t ; 11 – ρ_n ; 12 – $\Delta\rho = \frac{\rho_t - \rho_n}{\rho_n} 100\%$; przy g* – funkcja $ag + b \frac{1}{g}$; **f: $\frac{1}{g}$



Rys. 1. Zależność pomiędzy wynikami gęstości objętościowej gleb pomierzonymi ρ_t , a obliczonymi za pomocą formuły ρ_n

Nie stwierdzono znaczących różnic w odchyleniach pomiędzy zbiorami danych z pomiaru, a obliczonymi w odniesieniu do poszczególnych regionów. Nie odnotowano też wpływu na interpretowane wielkości typu i rodzaju czy też sposobów użytkowania gleb, natomiast w każdym przypadku istotny był wpływ składu granulometrycznego poprzez wartość wskaźnika gęstości naturalnej (g). Zinterpretowane wielkości wskaźnika g obejmują praktycznie zakres zmienności tego parametru od 0,022 (poz. 1) do ponad 45 (poz. 57-66). Funkcję zawartości węgla wapnia wykorzystano w formule ρ_n 15 razy, a funkcję zawartości węgla organicznego siedmiokrotnie.

Odchylenia wielkości obliczonych według formuły ρ_n od wielkości pomierzonych ρ_t wyniosły od 0,1%, dla gleby o składzie piasku luźnego w Białowieskim Parku Narodowym (poz. 64) i gleby o bardzo podobnym uziarnieniu położonej w Kotlinie Toruńskiej (poz. 66), do 9,2%, również dla gleby o składzie granulometrycznym odpowiadającym glinie lekkiej usytuowanej na Wysoczyźnie Siedleckiej (poz. 32). Nie są to odchylenia istotne, wzięwszy

pod uwagę trudne do uniknięcia błędy pomiaru cech wykorzystywanych w formule ρ_n , to znaczy składu granulometrycznego po sparametryzowaniu poprzez wskaźnik g , zawartości węgla organicznego (c), węglanu wapnia (w) i głębokości (zagłębienia) w profilu (pedonie) (z). Jak już wspomniano w niniejszej pracy ewentualna nieścisłość w oznaczeniu głębokości pobrania próbek (z) wynosząca ± 2 dm powoduje błąd względny 2,5%, a przecież jest to najłatwiejszy do ścisłego zwymiarowania parametr.

Opisaną analizę odnoszącą się do właściwości gleb na głębokości 9 – 11 dm, można stosować dla poziomów morfologicznych i warstw płycej leżących w pedonach, szczególnie przydatna będzie dla warstw ornych. Oczywiście w zbiorach danych z pomiaru w warstwach ornych znacznie częściej wystąpią oznaczenia zawartości węgla organicznego (c). Ponadto wielkości ρ_t na ogół w większym stopniu będą obciążone oddziaływaniem czynników okresowych i sporadycznych.

Wnioski

1. Wielkości odchyłeń między wynikami z pomiaru a obliczonymi za pomocą formuły ρ_n nie zależą od regionu, geomorfologii, sposobu użytkowania gleby, a także jej typu czy rodzaju, lecz w każdym przypadku od uziarnienia sparametryzowanego przez granulometryczny wskaźnik g i ewentualnie pozostałych składników formuły ρ_n .
2. Pomiary gęstości objętościowej gleby, zwłaszcza na większych głębokościach, wykonywane w sposób tradycyjny, za pomocą cylinderków o ustalonej objętości, mogą być niekiedy kłopotliwe, wobec czego łatwiej będzie pobierać próbki gleby o nienaruszonej strukturze i układzie i posługiwać się formułą ρ_n .
3. Wszystkie wyniki pozyskane w sposób tradycyjny powinny być weryfikowane za pomocą formuły ρ_n , co umożliwi uzasadnioną merytorycznie ich interpretację i

praktyczne sterowanie tą najważniejszą w charakterystyce stosunków wodno-powietrznych właściwością gleb jaką jest ich gęstość naturalna (ρ_n).

Literatura

1. Bieńkiewicz P., 1973, Wpływ użytkowania łąkowego i polowego na właściwości fizyczno-wodne i wartość rolniczą gleb mineralno-murszowych. Praca doktor. niepublik.,
2. Borkowski J., 1963, Studia nad glebami pyłowymi i pylastymi Śląska. Roczniki Gleboznawcze t.XIII, z.1, s.79-109,
3. Boul S. W., Hole F. D., McCracken R. J., 1973, Soil Genesis and Classification. The Iowa State Univ. Prew., s.334-335,
4. Dzieciołowski W., 1966, Gleby grądów Wielkopolski, Roczniki WSR w Poznaniu, XXXI, s. 149-207,
5. Konecka-Betley i inni, 1970, Wpływ procesu odgórnego oglejenia na kształtowanie się gleb wytworzonych z glin zwałowych, Roczn. Glebozn. t.XXI, z.1, s.21-50,
6. Kowaliński S., 1960, Zróżnicowanie właściwości morfologicznych, fizycznych i chemicznych czarnych ziem pod wpływem zmiany ich użytkowania. Zesz. Nauk. WSR, Nr 29, s.101-118,
7. Kowalkowski A., 1966, Główne kierunki rozwoju gleb w warunkach środowiska morfogenetycznego Wzgórz Dalkowskich. Roczn. Glebozn. t.XVI, z.2,
8. Kowalkowski A., Królowa H., 1978, Wpływ wodno-powietrznych stosunków w katenie lessowych gleb na systemy korzeniowe drzewostanu jodłowego. Rocz. Gleb. t.XXIX, z.3, s.27-44,
9. Kutera J., 1974, Zużycie wody w poszczególnych fazach wegetacji przez rośliny uprawne na madach lekkich. Wiad. IMUZ, t.1, z.3, s.24-102,

10. Mocek A., 1978, Gleby o charakterze murszowym w otulinie Słowińskiego Parku Narodowego, Roczn. Gleb., t.XXIX, z.3, s.175-202,
11. Musierowicz A. i inni, 1966, Gleby lessowe orne w terasach erodowanych, Roczn. Nauk. Roln., t.116, ser. D.,
12. Musierowicz A., Król H., 1962, Współzależność między pojemnością wodną polową a kapilarną gleb. Roczn. Gleb., t.XII, s.161-181,
13. Nyc K., 1985, Sterowanie zasobami retencji gruntowej w dolinach rzek nizinnych. Zesz. Nauk. AR Wrocław, Nr 53, s.67,
14. Prusinkiewicz Z., Kowalkowski A., 1964, Studia Gleboznawcze z Białowieskim Parku Narodowym. Roczn. Gleb. t.XIV, 22, s.161-304,
15. Pul W., 1959, Gleby powiatu oławskiego jako wyznacznik rejonizacyjny. Zesz. Nauk. WSR Wrocław, Nr 25, s. 43-67,
16. Pul W., Gedrojć B., Szerszeń L., 1958, Niektóre właściwości fizyczne i chemiczne gleb gospodarstwa Samotwór. Zesz. Nauk. WSR we Wrocławiu, Nr 17 s.35-50,
17. Pul W., Szerszeń L., Borkowski J., 1960, Gleby Zakładu Doświadczalnego Świerkianiec. Zesz. Nauk. WSR Wrocław, Nr 29, s.137-151,
18. Ugla H., Ferczyńska Z., 1975, Studia nad właściwościami gleb opadowoglejowych pod lasami liściastymi w terenach falistych Pojezierza Mazurskiego. Roczn. Gleb. t.XXVI, z.1, s.3-26,
19. Wojtasik M., Miatkowski Z., 1966, Skład granulometryczny a gęstość gleb ciężkich. Studia Przyrodn. Zesz. Nauk. WSP w Bydgoszczy, z.12, s.87-94,
20. Wojtasik M., 1990, Głębokość w profilu glebowym jako wyznacznik naturalnej gęstości gleby. Fragm. Agron. 1/25, s.36-43,
21. Wojtasik M., 1995, Gęstość gleb mineralnych. Wyd. Uczel. WSP w Bydgoszczy, ss.120.