

MICHAŁ STEPIEŃ^{1,2*}, ELŻBIETA BODECKA², DARIUSZ GOZDOWSKI¹,
 MAGDALENA WIJATA², JOANNA GROSZYK², MARCIN STUDNICKI¹,
 GRZEGORZ SOBCZYŃSKI², JAN ROZBICKI², STANISŁAW SAMBORSKI²

¹ Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Wydział Rolnictwa i Biologii,
 Katedra Doświadczalnictwa i Bioinformatyki, Nowoursynowska 159, 02-776 Warszawa

² Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Wydział Rolnictwa i Biologii, Katedra Agronomii
 Nowoursynowska 159, 02-776 Warszawa

Zgodność pomiędzy grupami granulometrycznymi określonymi według normy BN-78/9180-11 a grupami granulometrycznymi według PTG 2008 i klasami uziarnienia USDA

Streszczenie: W Polsce istnieją 2 grupy klasyfikacji uziarnienia gleby różniące się granicznymi średnicami cząstek dla poszczególnych frakcji granulometrycznych. Starsza grupa klasyfikacji określa średnicę części ziemistych jako mniejszą niż 1 mm i dzieli je na piasek (1,0–0,1 mm), pył (0,1–0,02 mm) oraz części sypialne (< 0,02 mm). Klasyfikacje te, w wersji pochodzącej z 1956 roku i określonej jako PTG/Musierowicz 1956, opisanej również w Systematyce Gleb Polski 1989, są stosowane w bonitacji gruntów i na mapach glebowo-rolniczych. Nowsze wersje tej klasyfikacji – norma branżowa z BN-78/9180-11 (1978) i wynikający z niej podział gleb na kategorie agronomiczne i opisany w 1986 roku – są stosowane w doradztwie nawozowym i monitoringu suszy rolniczej. W klasyfikacji nowej – PTG 2008 – górna granica części ziemistych została ustalona na 2 mm, i dzieli się one na frakcję piaskową (2,0–0,05 mm), pyłową (0,05–0,002 mm) i ilową (< 0,002 mm). Klasyfikacja ta obowiązuje w gleboznawstwie i jest zgodna z najszerszej stosowaną na świecie klasyfikacją uziarnienia opracowaną przez Departament Rolnictwa Stanów Zjednoczonych (United States Department of Agriculture – USDA). W niniejszej pracy uwzględniono wyniki analiz 1087 próbek glebowych reprezentujących niemal wszystkie grupy granulometryczne wydzielone według starszych klasyfikacji uziarnienia oraz klasyfikacji PTG 2008 i USDA. Na podstawie wyników znanych autorom badań zaproponowano tabelę z przybliżonym prawdopodobieństwem występowania grup granulometrycznych PTG 2008 lub klas uziarnienia USDA dla poszczególnych grup granulometrycznych wydzielonych w normie BN-78/9180-11. W przypadku większości grup granulometrycznych (pl, ps, psp, pgl, pgmp, gp, gpp, gl, glp, gc, gcp, ip oraz pli) wydzielonych na podstawie tej normy, możliwe jest prawidłowe i często jednoznaczne określenie jej przynależności do grupy granulometrycznej w klasyfikacji PTG 2008/USDA zgodne z zaleceniami PTG 2008. W wypadku grup granulometrycznych pglp, pgm, gs, gsp, i, plg z dużym prawdopodobieństwem można zaproponować więcej niż jeden odpowiednik PTG 2008/USDA, a w pozostałych wypadkach zalecane są dalsze badania.

Słowa kluczowe: klasyfikacja uziarnienia gleby, odpowiedniki, BN 78/9180-11, PTG 2008, USDA

WSTĘP

W 2008 roku wprowadzono w Polsce nowy schemat podziału gleb i utworów mineralnych na grupy granulometryczne PTG 2008 (Polskie Towarzystwo Gleboznawcze 2009) wyznaczający górną granicę średnicy części ziemistych na 2 mm, w pełni zgodny z szeroko stosowanym w świecie podziałem opracowanym przez Departament Rolnictwa Stanów Zjednoczonych (United States Department of Agriculture – USDA). Wykonana na podstawie podziału PTG 2008 klasyfikacja utworów mineralnych umożliwia jednoznaczne porównywanie wyników badań agronomicznych i gleboznawczych wykonywanych w Polsce z wynikami większości badań zagranicznych. Jednocześnie wykorzystanie klasyfikacji uziar-

nienia PTG 2008 w nowych publikacjach utrudnia odniesienie się do wyników badań historycznych oraz części badań współczesnych, szczególnie z dziedziny agronomii, w których opisywano lub często nadal opisuje się gleby zgodnie z wcześniejszymi klasyfikacjami uziarnienia. W klasyfikacjach tych górną granicą średnicy dla części ziemistych był 1 mm (PTG w wersji opisanej przez Musierowicza w roku 1956, dalej określana jako PTG/Musierowicz 1956, i będąca jej uszczegółowieniem norma branżowa BN-78/9180-11, tab. 1). Klasyfikacje uziarnienia gleb według starszych zasad nadal obowiązują w klasyfikacji bonitacyjnej gleb, przy tworzeniu map glebowo-rolniczych (PTG/Musierowicz 1956) i przy określaniu wyceny zasobności i potrzeb wapnowania gleb od roku 1986 (podział na kategorie agronomiczne,

TABELA 1. Listy grup granulometrycznych lub klas uziarnienia wydzielonych w klasyfikacjach uziarnienia gleby PTG/Musierowicz 1956, BN-78/9180-11, PTG 2008 oraz USDA

TABLE 1. Lists of granulometric groups or texture classes distinguished in soil texture classifications PTG/Musierowicz 1956, BN-78/9180-11, PTG 2008 and USDA

Średnica części ziemistych/soil diameter < 1 mm	
PTG/Musierowicz 1956	BN-78/9180-11 (kategoria agronomiczna)*
pl – piasek luźny	pl – piasek luźny (1)
plp – piasek luźny pylasty	plp – piasek luźny pylasty (1)
ps – piasek słabogliniasty	ps – piasek słabogliniasty (1)
psp – piasek słabogliniasty pylasty	psp – piasek słabogliniasty pylasty (1)
pgl – piasek gliniasty lekki	pgl – piasek gliniasty lekki (2)
pglp – piasek gliniasty lekki pylasty	pglp – piasek gliniasty lekki pylasty (2)
pgm – piasek gliniasty mocny	pgm – piasek gliniasty mocny (2)
pgmp – piasek gliniasty mocny pylasty	pgmp – piasek gliniasty mocny pylasty (2)
gl – glina lekka	gp – glina piaszczysta (3) gl – glina lekka (3)
glp – glina lekka pylasta	gpp – glina piaszczysta pylasta (3) glp – glina lekka pylasta (3)
gs – glina średnia	gs – glina średnia (4)
gsp – glina średnia pylasta	gsp – glina średnia pylasta (4)
gc – glina ciężka	gc – glina ciężka (4) gbc – glina bardzo ciężka (4)
gcp – glina ciężka pylasta	gcp – glina ciężka pylasta
i – il	i – il (4)
ip – il pylasty	ip – il pylasty (4)
plz – pył zwykły	plp – pył piaszczysty (2) plz – pył zwykły (2) plg – pył gliniasty (3)
pli – pył ilasty	pli – pył ilasty (4)
Średnica części ziemistych/soil diameter < 2 mm	
PTG 2008	USDA
pl – piasek luźny	S – sand
ps – piasek słabogliniasty	
pg – piasek gliniasty	LS – loamy sand
gp – glina piaszczysta	SL – sandy loam
gl – glina lekka	
gz – glina zwykła	L – loam
gpi – glina piaszczysto-ilasta	SCL – sandy clay loam
gi – glina ilasta	CL – clay loam
iz – il zwykły	C – clay
ic – il ciężki	
pyg – pył gliniasty	SiL – silt loam
pyi – pył ilasty	
pyz – pył zwykły	Si – silt
gpyi – glina pylasto-ilasta	SiCL – silty clay loam
ipy – pył ilasty	SiC – silty clay

Instytut Uprawy, Nawożenia i Gleboznawstwa – IUNG 1990, Kęsik 2016), a także w Systemie Monitoringu Suszy Rolniczej (SMSR). Wspomniane wcześniej publikacje i inne materiały dokumentacyjne, w których zastosowano starsze klasyfikacje uziarnienia gleby, mogą i powinny być wykorzystywane również obecnie. Potrzebna jest jednak wiedza, jakim grupom granulometrycznym według klasyfikacji PTG 2008 odpowiadają poszczególne grupy granulometryczne według starszych klasyfikacji. Twórcy klasyfikacji PTG 2008 przewidzieli to i określili przybliżone odpowiedniki grup granulometrycznych pomiędzy klasyfikacjami BN-78/9180-11, PTG 2008 i USDA, jednak zaproponowali w niej przeważnie po jednym odpowiedniku dla każdej z grup lub klas uziarnienia. Jedynymi wyjątkami, dla których zaproponowano po dwa odpowiedniki, były gliny lekkie pylaste oraz pyły gliniaste. Z badań wykonanych przed 2008 rokiem (Drzymała i Mocek 2004, Kabała i Marzec 2007) wynika, że niektóre grupy uziarnienia według BN-78/9180-11 leżą na granicy klas uziarnienia USDA, a w konsekwencji również na granicy grup granulometrycznych PTG 2008. Innymi słowy jedna grupa uziarnienia według BN-78/9180-11 może mieć dwa lub więcej odpowiedników w klasyfikacjach USDA i PTG 2008. Do takich grup uziarnienia według BN-78/9180-11 należą piaski luźne pylaste i słabogliniaste, piaski gliniaste lekkie pylaste, piaski gliniaste mocne, gliny średnie i gliny średnie pylaste, gliny ciężkie i gliny ciężkie pylaste, a także pyły zwykłe i łyły. Zostało to w dużej mierze potwierdzone przez późniejsze badania Kobierskiego (2010) dotyczące 44 próbek gleb wytworzonych z gliny lodowcowej, Orzechowskiego i Smólczyńskiego (2010) na 239 próbkach gleb aluwialnych oraz Jadczyżyna i in. (2016), na 316 próbkach glebowych z obszaru całej Polski bądź Łopatki (2017) na podstawie 948 próbek glebowych. Nadal jednak istnieje potrzeba dalszej weryfikacji zgodności pomiędzy grupami granulometrycznymi określonymi według starszych klasyfikacji (BN-78/9180-11) a grupami granulometrycznymi PTG 2008 i klasami uziarnienia USDA na jak największej liczbie próbek glebowych, wytworzonych ze zróżnicowanych skał macierzystych.

Celem niniejszej pracy jest określenie zgodności pomiędzy grupami granulometrycznymi gleby okre-

* w nawiasach podano kategorie agronomiczne (IUNG 1990), do których należy dana grupa granulometryczna wg BN-78/9180-11: 1 – gleby bardzo lekkie, 2 – gleby lekkie, 3 – gleby średnie, 4 – gleby ciężkie; opracowanie własne.

* in brackets: agronomic categories (IUNG, 1990) assigned to granulometric group acc. to BN-78/9180-11: 1 – very light (coarse) soils, 2 – light (coarse) soils, 3 – medium soils, 4 – heavy (fine) soils (elaborated by authors).

ślonymi według normy branżowej BN-78/9180-11 a ich odpowiednikami w klasyfikacji PTG 2008 i USDA zaleconymi przez twórców PTG 2008. Na podstawie badań własnych oraz wcześniejszych (Drzymała i Mocek 2004, Kabała i Marzec 2007, Kobierski 2010, Orzechowski i Smólczyński 2010) opracowano tabelę, która podaje prawdopodobieństwo wystąpienia grup granulometrycznych lub klas uziarnienia PTG 2008 i USDA dla grup granulometrycznych wyróżnionych w normie branżowej BN-78/9180-11.

MATERIAŁY I METODYKA BADAŃ

Niniejszy artykuł został napisany na podstawie materiału badawczego zebranego w trakcie badań zrealizowanych w ramach projektu POIG.01.03.01-14-041/12 – prowadzonego w Katedrach Agronomii oraz Doświadczalnictwa i Bioinformatyki SGGW w Warszawie w latach 2013–2015. Próbkę glebowe wykorzystane w badaniach pochodziły z kilkunastu miejsc w Polsce i reprezentowały szeroki zakres gleb i skał macierzystych (tab. 2). Ze względu na małą liczbę

TABELA 2. Informacje dotyczące miejsc pochodzenia próbek glebowych uwzględnionych w artykule
TABLE 2. Information regarding sites of origin of soil samples considered in the present study

Miejscowość , powiat, województwo Locality, powiat, voivodship	Wysokość (m.n.p.m.) Altitude (m.a.s.l.)	Skały macierzyste gleb Soil parent material	Liczba próbek Number of samples
Doświadczenia odmianowe, 2013–2014 Cultivar testing experiments, 2013–2014			
Białogard, białogardzki, zachodniopomorskie	38	gliny zwałowe/glacial tills (Dobrcka 2008)	32
Chrzęstowo, nakielski, kujawsko-pomorskie	105	gliny zwałowe/glacial tills (Włodek 2003)	29
Lisewo, malborski, pomorskie	7	osady aluwialne/aluvial sediments (Mojski, 1997)	31
Lućmierz, zgierski, łódzkie	177	piaski i żwiry sandrowe/fluvioglacial sands and gravels (Klatkova i in. 1995)	37
Seroczyn, siedlecki, mazowieckie	152	gliny zwałowe/glacial tills (Bruj 1999)	29
Tomaszów Bolesławiecki, bolesławiecki, dolnośląskie	183	piaski i żwiry rzeczne/fluvioglacial sands and gravels (Badura 2013)	30
Węgrzce, krakowski, małopolskie	250	less/loess (Rutkowski, 1992)	25
Doświadczenia poletkowe, 2013–2015 Plot experiments, 2013–2015			
Imielin 2013, piaseczyński, mazowieckie	86	osady aluwialne/aluvial sediments (Sarnacka, 1976)	45
Imielin 2014, piaseczyński, mazowieckie	86	osady aluwialne/aluvial sediments (Sarnacka, 1976)	62
Obory 2013, piaseczyński, mazowieckie	103	gliny zwałowe/glacial tills, piaski i żwiry akumulacji szczelinowej/crack accumulation sands and gravels (Sarnacka, 1976)	44
Obory 2014, piaseczyński, mazowieckie	90	piaski i żwiry rzeczne/fluvioglacial sands and gravels, osady aluwialne/aluvial sediments (Sarnacka, 1976)	61
Obory 2015, piaseczyński, mazowieckie	105	gliny zwałowe/glacial tills, piaski zastoiskowe/ice dam sands, piaski i żwiry rzeczne/fluvioglacial sands and gravels, iły/clays, osady deluwialne/deluvial sediments (Sarnacka 1976)	86
Doświadczenia lanowe, 2014 Field experiments, 2014			
Chociwel, strzebiński, dolnośląskie	168	utwory lessopochodne/loess derived sediments (warstwa oma, niekiedy płytsze warstwy podorne, Jary i in. 2002), gliny zwałowe/glacial tills (warstwy podorne, CBDG)	123
Damno, słupski, pomorskie	65	gliny zwałowe/glacial tills (Borówka i Rotnicki 2000)	275
Imielin, piaseczyński, mazowieckie	86	osady aluwialne/aluvial sediments (Sarnacka, 1976)	143
Inne Other			
Nowy Młyn, golubsko-dobrzyński, kujawsko-pomorskie	80	gliny zwałowe/glacial tills (Wysota 2009)	19
Kolekcja Roślin Uprawnych Katedry Agronomii SGGW, warszawski, mazowieckie	100	gliny zwałowe/glacial tills (Sarnacka, 1976)	12
Armidale, New South Wales, Australia	1020	brak możliwości ustalenia	2
Osiny, puławski, lubelskie	145	gliny zwałowe/glacial tills (CBDG)	1
Rydzewo, sierpecki, mazowieckie	114	ił/clay (Kotarbiński 1998)	1

bę próbek gleb ciężkich do analiz włączone zostały próbki z innych badań, realizowanych przez pracowników lub współpracowników Katedry Agromonii SGGW, w tym próbki glebowe z Australii (tab. 2) reprezentujące gleby wytworzone z pęczniejących ilów (vertisole), których nie spotkano wśród gleb badanych w ramach projektu krajowego. Podobne gleby są również spotykane w Polsce i zostały ujęte w Systematyce Gleb Polski 2011 w randze rzędu. Próbki były pobierane przede wszystkim z odwiertów, ale również profili glebowych, najczęściej do głębokości 90 cm, niekiedy 150 cm. W sumie uwzględniono 1087 próbek z warstw akumulacyjnych, głębszych i podścielających.

Skąły macierzyste badanych gleb określono na podstawie odpowiednich arkuszy Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski (SMGP) w skali 1:50 000 (Sarnacka 1976, Mojski 1987, Rutkowski 1992, Klatkowska i in. 1995, Kotarbiński 1998, Bruj 1999, Włodek 2003, Borówka i Rotnicki 2000, Dobracka 2008, Wysota 2009, Badura 2013), których skany najczęściej dostępne są w przeglądarce mapowej Centralnej Bazy Danych Geologicznych (CBDG) na stronie internetowej Państwowego Instytutu Geologicznego. Do dokładnego określenia położenia miejsc pobrania próbek na odpowiednich wydzieleniach SMGP wykorzystano program QGIS 2.18 (QGIS Development Team 2016), w którym miejsca pobrania próbek glebowych wyświetlono na tle odpowiedniej warstwy rastrowej WMS (ang. Web Map Service, <https://www.geoportal.gov.pl/uslugi/uslugi-przegladania-wms>, dostęp 28.09.2018) z zasobów Państwowego Instytutu Geologicznego. Dla pola w okolicach miejscowości Chociwel (woj. dolnośląskie), dla którego odpowiedni arkusz SGMP nie jest jeszcze dostępny, skąły macierzystą warstw powierzchniowych gleby (do 40–60 cm) określono jako utwór lessopochodny, podścielony glinami zwałowymi, co znajduje potwierdzenie w dostępnej literaturze (Jary i in. 2002, Kondracki 2011). Do określenia skąły macierzystej próbek gleb z Australii wykorzystano skany mapy geologicznej (Gilligan i in. 1992), jednak ze względu na jej skalę (1:250 000) możliwe było tylko przybliżone określenie epoki pochodzenia tej skąły.

Próbki glebowe zostały przesiane przez sito o średnicy oczek 2 mm i poddane analizie granulometrycznej metodą areometryczno-sitową Casagrande'a w modyfikacji Prószyńskiego. Dyspersja była prowadzona przez 1 godzinę z użyciem sześciometafosforanu sodowego i węgla sodu. Oznaczono następujące frakcje gleby: <0,002 mm, 0,002–0,006 mm, 0,006–0,02 mm, 0,02–0,05 mm za pomocą areometru Prószyńskiego oraz >2 mm, 1–2 mm, 0,5–1 mm, 0,25–0,5 mm i 0,1–0,25 mm z wykorzystaniem sit.

Wyniki tych analiz pozwoliły na bezpośrednie obliczenie procentowej zawartości frakcji piasku, pyłu i ilu według USDA i PTG 2008. W celu określenia procentowej zawartości frakcji części ziemistych stosowanych w normie BN-78/9180-11 przeliczono wyniki w taki sposób, aby części ziemiste o średnicy <1 mm stanowiły 100%. Dokonano tego na podstawie następujących wzorów:

$$\text{Piasek}_{1-0,1\text{ mm}} = (\text{Piasek}_{2-0,05\text{ mm}} - \text{Piasek}_{2-1,0\text{ mm}}) \times 100 / (100 - \text{Piasek}_{2-1,0\text{ mm}})$$

$$\text{Pył}_{0,02-0,1\text{ mm}} = 100 - (\text{Piasek}_{1-0,1\text{ mm}} + \text{Cz. spł.}_{<0,02\text{ mm}})$$

$$\text{Cz. spł.}_{<0,02\text{ mm}} = (\text{Fracja}_{0,02-0,006\text{ mm}} + \text{Fracja}_{0,006-0,002\text{ mm}} + \text{Il}_{<0,002\text{ mm}}) \times 100 / (100 - \text{Piasek}_{2-1,0\text{ mm}})$$

Wyniki zestawiono w formie tabelarycznej (tab. 3), z podaniem liczebności próbek. Zgodność pomiędzy grupami granulometrycznymi w klasyfikacji BN-78/9180-11 oraz PTG 2008 i USDA określono na podstawie odsetka próbek z danej grupy granulometrycznej w klasyfikacji BN-78/9180-11 należących do określonej grupy granulometrycznej PTG 2008 lub klasy uziarnienia USDA. Do słownego określenia tej zgodności wykorzystano terminologię zastosowaną przez Kabałę i Marca (2007), nieznacznie zmodyfikowaną. Po tych modyfikacjach skala ta przyjęła postać następującą:

- jednoznaczny odpowiednik 90,1–100% próbek należących do grupy granulometrycznej w klasyfikacji BN-78/9180-11 znalazło się w grupie granulometrycznej PTG 2008 lub klasie uziarnienia USDA zalecanej w klasyfikacji PTG 2008;
- bardzo dobry odpowiednik 75,1–90% zgodności z zaleceniem PTG 2008 i USDA;
- dobry odpowiednik 50,1–75% zgodności;
- brak odpowiednika zgodność 50% i mniejsza.

Na podstawie wyników niniejszych badań oraz wcześniejszych prac (Drzymała i Mocek 2004, Kabała i Marzec 2007, z wyłączeniem gleb górskich, Kobierski 2010 oraz Orzechowski i Smółczyński 2010) przygotowano tabelę (tab. 4), w której dla każdej grupy granulometrycznej według BN-78/9180-11 podano spotykane grupy granulometryczne w klasyfikacji PTG 2008 i klasy uziarnienia według USDA w kolejności zależnej od szacowanego prawdopodobieństwa wystąpienia wyrażonego w procentach. Wspomniane prawdopodobieństwa szacowano osobno dla klasyfikacji PTG 2008 z wykorzystaniem mniejszej liczby próbek oraz USDA (większa liczba próbek). Wynika to stąd, że w większości wcześniejszych prac (Drzymała i Mocek 2004, Kabała i Marzec 2007 oraz Orzechowski i Smółczyński 2010)

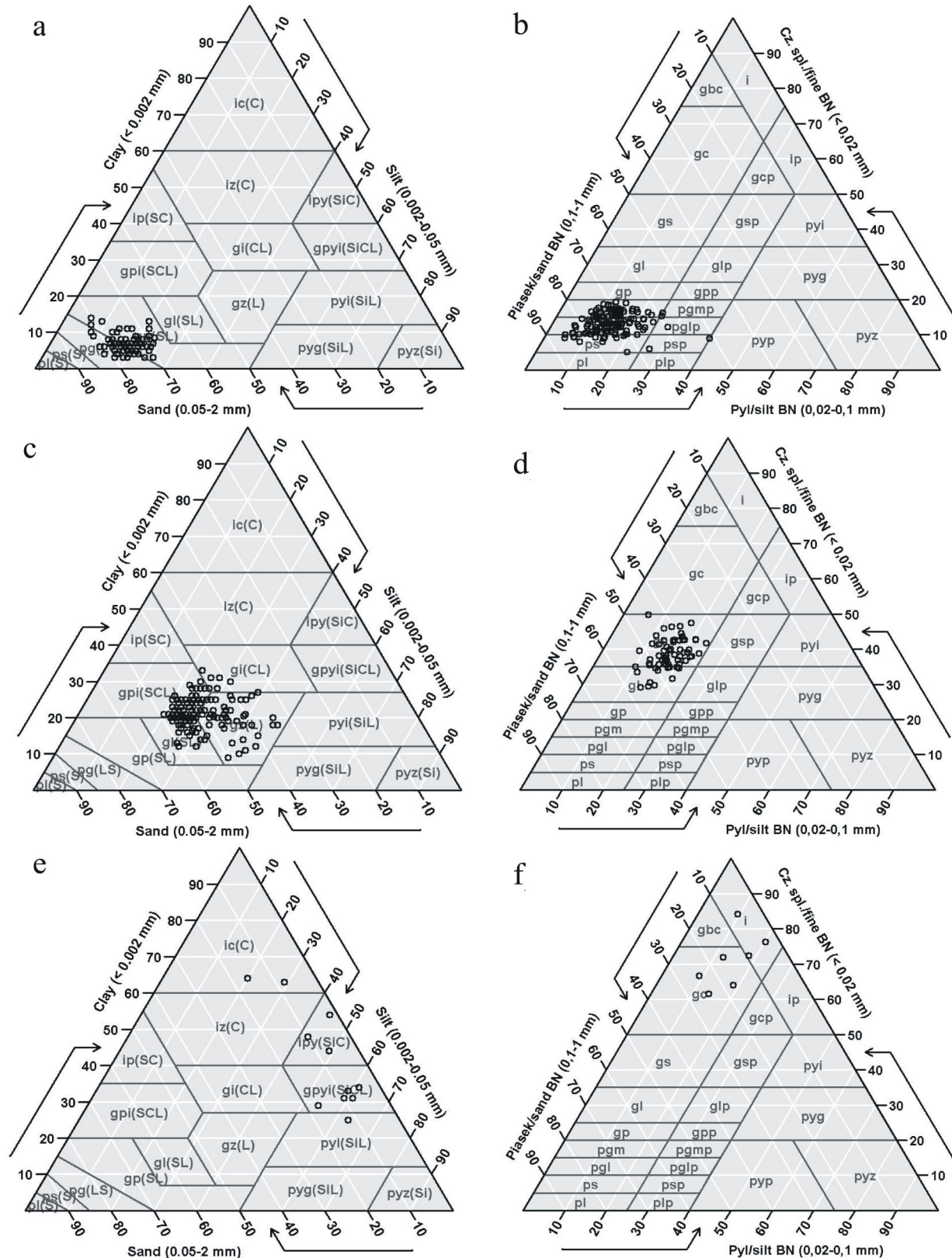
TABELA 3. Liczba próbek glebowych należących do grup granulometrycznych określonych według klasyfikacji uziarnienia PTG 1956 i BN 1978 przyporządkowana do grup (klas) uziarnienia określonych według PTG 2008 i USDA oraz zgodność tego przyporządkowania do odpowiedników zaleconych przez PTG 2008

TABLE 3. The number of soil samples belonging to soil texture groups determined according PTG 1956 and BN 1978 attributed to soil texture groups (classes) according to PTG 2008 and USDA, and agreement of this attribution with the equivalent recommended by PTG 2008

Klasyfikacja uziarnienia Classification of texture		USDA	S	LS	SL	L	SCL	CL	SiCL	SiL	Si	SC	C	SiC	Zgodność z rekomendacją PTG 2008 Agreement with recommendation of PTG 2008 (%)					
		PTG 2008	pl	ps	pg	gp	gl	gz	gpi	gi	gpyi	pyg	pyi	pyz	ip	iz	ic	ipy	PTG 2008	USDA
PTG 1956	BN 1978	n	27	39	129	194	232	137	67	31	17	51	156	b.d.	b.d.	5	2	3		
pl	pl	22	<u>21</u>	1															95	100
plp	plp	1		<u>1</u>															(100)	(100)
ps	ps	50	6	<u>33</u>	11														66	88
psp	psp	2			<u>2</u>														(100)	(100)
pgl	pgl	82		4	<u>73</u>	5													89	89
pglp	pglp	6			<u>1</u>	5													(20)	(20)
pgm	pgm	80			<u>41</u>	38	1												51	51
pgmp	pgmp	19			1	<u>16</u>	<u>2</u>												84	100
gl	gp	78				<u>65</u>	<u>13</u>												83	100
	gl	203				<u>29</u>	<u>151</u>	10	13										74	89
glp	gpp	20				<u>14</u>	<u>5</u>	1											70	95
	glp (1)*	8				<u>7</u>						1							88	12
	glp (2)*	27					<u>14</u>	13											52	48
gs	gs	142					39	43	<u>54</u>	6									38	38
gsp	gsp	92					2	<u>44</u>		3		12	31						48	48
gc	gc	36						6		<u>15</u>	5		5			5			42	42
	gbc	b.d.										b.d.							b.d.	b.d.
gcp	gcp	84						3		7	7	<u>3</u>	<u>64</u>						76	82
i	i	11									5		1			<u>0</u>	<u>2</u>	3	0	18
ip	ip	20											<u>1</u>	<u>19</u>					95	100
plz	plp	4				<u>3</u>		1											(75)	(75)
	plz	b.d.																	b.d.	b.d.
	plg	44				<u>12</u>	<u>3</u>	13				<u>14</u>	<u>2</u>						59	70
pli	pli	56						2				<u>20</u>	<u>34</u>						61	96

n – liczba próbek/ number of samples, pogrubione/in bold – przybliżone odpowiedniki PTG 2008 zalecane przez PTG 2008/approximated equivalents in PTG 2008 classification according to PTG 2008 recommendations, podkreślone/underlined – przybliżone odpowiedniki USDA zalecane przez PTG 2008/approximated equivalents in USDA classification according to PTG 2008 recommendations, (w nawiasie)/(in parenthesis) – bardzo mała liczba próbek/very small number of samples (<10%), b.d. – brak danych/no data.

* glp (1) oznacza glinę lekką pylastą zawierającą do 7% iłu koloidalnego/denominates „glina lekka pylasta with clay content up to 7%; glp (2) oznacza glinę lekką pylastą zawierającą ponad 7% iłu koloidalnego/denominates „glina lekka pylasta with clay content more than 7%. Patrz klasyfikacja/see classification PTG 2008.



RYCINA. Rozmieszczenie próbek przyporządkowanych do wybranych grup granulometrycznych BN-78/9180-11 PTG 2008 lub klas uziarnienia USDA na trójkątach uziarnienia: a – pgm na trójkącie PTG 2008/USDA, b – pg/LS na trójkącie BN 78/9180-11, c – gs na trójkącie PTG 2008/USDA, d – gpi/SCL na trójkącie BN 78/9180-11, e – i na trójkącie PTG 2008/USDA, f – i oraz ic/C na trójkącie BN 78/9180-11

Distribution of chosen granulometric groups on texture triangles: a – pgm on PTG 2008/USDA triangle, b – pg/LS on BN 78/9180-11, c – gs on PTG 2008/USDA triangle, d – gpi/SCL on BN 78/9180-11, e – i on PTG 2008/USDA triangle f – i and ic/C on BN 78/9180-11

wykorzystywano najczęściej klasyfikację uziarnienia PTG/Musierowicz 1956, mniej szczegółową niż norma BN 78/9180-11 (tab. 4). Ponadto w pracach wydanych przed 2008 odnoszono się tylko do klasyfikacji USDA, ponieważ klasyfikacja PTG 2008 jeszcze nie istniała.

WYNIKI BADAŃ I Dyskusja

Skały macierzyste większości badanych gleb (tab. 2) określone na podstawie map geologicznych w większości przypadków były zgodne z obserwacjami poczynionymi w terenie. Pewne wyjątki dotyczą części gleb z okolic miejscowości Obory pod Warszawą, a zwłaszcza pola objętego badaniami w roku 2015. W tym przypadku, w większości próbek gleba miała uziarnienie różnych piasków gliniastych i glin piaszczystych, pomimo, że według mapy geologicznej (Sarnacka 1976) na polu tym występują głównie ility warwowe. Tylko w dwóch miejscach tego pola stwierdzono obecność iłów na głębokości 60 cm i więcej. Również na dużych fragmentach pola w miejscowości Obory, na którym wykonywano badania w roku 2014, SMGP wykazuje obecność mad pylasto-piaszczystych (lekkich) górnego tarasu zalewowego Wisły (Sarnacka 1976), pomimo, że na tym polu przeważają piaski gliniaste i słabogliniaste, wyjątkowo gliny piaszczyste zwykle o niewielkiej zawartości pyłu (0,02–0,1 mm). Tworzy bardziej zwarte lub pylaste bywają znajdowane poniżej warstwy ornej (do 90 cm). Sytuacja taka może wynikać z metodologii wykonywania SMGP w latach siedemdziesiątych XX w., jednak autorzy nie dotarli do źródeł, które mogłyby potwierdzić to przypuszczenie.

Gleby wytworzone z osadów plejstocęńskich stanowiły większość (744) spośród badanych próbek, podczas gdy 341 próbek stanowiły współczesne utwory aluwialne (299) i deluwialne (42). Wśród osadów plejstocęńskich przeważały gliny zwałowe (472) i piaski różnego pochodzenia (136), ale przede wszystkim fluwialne i sandrowe. Znaczący był również udział próbek gleby, wytworzonych z lessów i utworów lessopochodnych (88). Dwie próbki glebowe pobrane w Australii pochodziły ze starszych epok geologicznych (Gilligan i in. 1992) karbonu lub dewonu (brak możliwości jednoznacznego ustalenia).

Wyniki niniejszych badań (tab. 3) wskazują na większą zgodność pomiędzy odpowiednikami grup granulometrycznych BN-78/9180-11, zaleconymi przez PTG 2008 dla klas uziarnienia gleby według USDA niż dla samych, nowych grup granulometrycznych PTG 2008. Wynika to z większej szczegółowości tej ostatniej, gdyż niektóre klasy uziarnienia USDA zostały podzielone na 2 grupy granulometryczne PTG

2008. Rozdzielenie piasku (sand, S) według USDA na piasek luźny (pl) i piasek słabogliniasty (ps) dokonane w PTG 2008 jest niezbędne z punktu widzenia rozróżniania gleb faktycznie występujących w terenie i ich bonitacji. Podobnie rozdzielenie pyłu gliniastego (silt loam, SiL) USDA na pył gliniasty (pyg) i pył ily (pyi) pozwala podkreślić różnice pomiędzy glebami płowymi i czarnymi ziemiami wytworzonymi z lessu. Również rozdzielenie gliny piaszczystej (sandy loam, SL), która jest bardzo niejednorodną klasą uziarnienia USDA, pozwala na lepsze pokazanie i opisanie różnic pomiędzy glebami spotykanymi w Polsce nawet na jednym polu.

Ogólna zgodność pomiędzy grupami granulometrycznymi BN-78/9180-11 a ich zalecanymi odpowiednikami w klasyfikacji PTG 2008 wynosiła od zera procent (iły) do 95% (piaski luźne, tab. 3). Najlepsze odpowiedniki (90,1% zgodności lub więcej) zostały wskazane dla pl, plp, psp i ip w klasyfikacji PTG 2008 oraz dodatkowo dla gp, gpp i pti w klasyfikacji USDA. Bardzo dobre odpowiedniki (75,1–90% zgodności) w świetle zaleceń PTG 2008 znalazły: pgl, pgmp, gp, gl, gpp, glp (do 7% łu koloidalnego) i gcp dla grup granulometrycznych PTG 2008, a dla klas uziarnienia USDA: pgl, pgmp, gl i gcp, ponieważ gp i gpp wykazały zgodność ponad 90% z zaleceniami PTG 2008. Za dobre odpowiedniki (50,1–75% zgodności) można uznać zalecenia PTG dotyczące ps, glp (>7% łu), plp, plg i pti dla PTG 2008 oraz ps, glp, plp, plg i pgm dla USDA. Dla 6 grup granulometrycznych BN-78/9180-11 (i, pglp, pgm, glp, gs, gsp i gc), stwierdzono zgodność niższą niż 50% z odpowiednikami zaleconymi przez PTG 2008. Dla klas uziarnienia USDA zgodność <50% pomiędzy odpowiednikami BN-78/9180-11 zaleconymi przez PTG 2008 a wynikami niniejszych badań dotyczyła jedynie grup granulometrycznych: pglp, pgm, gs, gsp i gc. Tym samym wyniki tych badań są w dużej mierze zbieżne z ustaleniami wcześniejszych prac, w których oceniano zgodności pomiędzy grupami granulometrycznymi określonymi według starszej klasyfikacji nazywanej jako PTG (określanej tutaj jako PTG/Musierowicz 1956) oraz bardzo zbliżonej do klasyfikacji według BN-78/9180-11, a klasami uziarnienia USDA (Drzymała i Mocek 2004, Kabała i Marzec 2007, Łopatka 2017), a także nowymi grupami granulometrycznymi PTG 2008 (Kobierski 2010, Orzechowski i Smólczyński 2010). Zbieżność tych wyników jest szczególnie duża w odniesieniu do grup granulometrycznych: pl, pgmp, gp, gpp (najlepsze odpowiedniki), gl (bardzo dobre odpowiedniki) oraz pgm i glp (dobre odpowiedniki) i gsp oraz gc (brak odpowiedników). Dla większości grup granulometrycznych BN-78/9180-11 najwyższe prawdopo-

TABELA 4. Grupy granulometryczne/klasy uziarnienia w klasyfikacjach PTG 2008/USDA najczęściej odpowiadające grupom granulometrycznym według BN-78/9180-11 z podanym prawdopodobieństwem ich wystąpienia w nawiasie
 TABLE 4. Granulometric groups/texture classes (in parentheses) in PTG 2008/USDA classifications corresponding to granulometric groups according to BN-78/9180-11 with probability of occurrence (in parentheses)

BN-78/9180-11)	PTG 2008	Liczba próbek (źródło*)/ Samples number (source*)	USDA	Liczba próbek (źródło*)/ Samples number (source*)
pl	pl (96%), ps (4%)	22 (w)	<u>S</u> (98%), LS (2%)	1530 (a, b, c, w)
plp	ps (100%)	1 (w)	<u>S</u> (54%), LS (43%), SL (3%)	37 (a, b, w)
ps	ps (66%), pg (22%), pl (12%)	50 (w)	<u>S</u> (66%), LS (34%)	597 (a, b, w)
psp	pg (100%)	2 (w)	<u>LS</u> (83%), S (12%), SL (5%)	84 (b, w)
pgl	pg (84%), gp (10%) ps (5%) i gl (1%)	83 (w)	<u>LS</u> (86%), S (8%), SL (7%)	279 (a, b, w)
pglp	pg (58%), gp (42%)	12 (a, c, w)	<u>LS</u> (51%), SL (49%)	74 (a, b, c, w)
pgm	pg (52%), gp (48%)	79 (w)	SL (57%), <u>LS</u> (43%)	194 (a, b, w)
pgmp	gp (86%), gl (9%), pg (5%)	21 (c, w)	<u>SL</u> (94%), LS (6%)	85 (a, b, c, w)
gp	gp (84%), gl (16%)	80 (b, w)	<u>SL</u> (99%), LS (1%)	141 (a, b, c, w)
gl	gl (74%), gp (14%), gpi (7%), gz (5%)	207 (c, w)	<u>SL</u> (88%), SCL (9%), L (3%)	318 (a, b, c, w)
gpp	gp (76%), gl (20%), gz (4%)	25 (c, w)	<u>SL</u> (99%), L (1%)	74 (a, b, c, w)
glp**	gl (51%), gz (26%), gp (15%), gpi (7%), pyg (2%)	61 (c, w)	<u>SL</u> (67%), L (22%), SiL (9%), SCL (2%)	166 (b, c, w)
gs	gpi (39%), gz (30%), gl (27%), gi (4%)	144 (c, w)	<u>SCL</u> (47%), SL (25%), L (21%), CL (6%), SiL (1%)	218 (a, b, c, w)
gsp	gz (46%), pyi (32%), pyg (12%), gi (3%), gpi (3%), gl (3%)	97 (c, w)	SiL (42%), <u>L</u> (32%), CL (16%), SCL (5%), SL (5%)	172 (a, b, c, w)
gc	gi (42%), gl (17%) pyi (14%), gpyi (14%) iz (14%),	36 (w)	<u>CL</u> (51%), C (25%), SiL (8%), L (7%) SiCL (7%), SL (1%), SCL (1%)	87 (b, w)
gbc	b.d.	b.d.	b.d.	b.d.
gcp	pyi (76%), gpyi (8%), gi (8%), gz (5%), pyg (3%)	86 (d, w)	SiL (72%), CL (17%), SiCL (6%), L (5%)	106 (b, d, w)
i	gpyi (40%), ipy (31%), pyi (14%), iz (11%), ic (3%), gi (1%)	81 (d, w)	SiCL (31%), <u>C</u> (30%), SiC (27%), SiL (11%), CL (1%)	126 (b, d, w)
ip	pyi (59%), gpyi (23%), gi (7%), gz (6%), pyg (4%), ic (<1%), ipy (<1%)	108 (d, w)	<u>SiL</u> (67%), SiCL (17%), CL (7%), L (4%), Si (2%), SiC (2%), C (1%)	180 (b, d, w)
płp	gp (75%), gz (25%)	4 (w)	<u>SL</u> (75%), L (25%)	4 (w)
płz	b.d.	b.d.	b.d.	b.d.
płg***	pyg (32%), gz (30%), gp (27%), gl (7%), pyi (4%)	44 (w)	<u>SiL</u> (36%), SL (34%), L (30%)	44 (w)
płi	pyi (47%), pyg (28%), gz (25%)	101 (d, w)	<u>SiL</u> (86%), L (9%), CL (3%), Si (2%)	364 (b, d, w)

pogrubięone/in bold – przybliżone odpowiedniki PTG 2008 zalecane przez PTG 2008/ approximated equivalents in PTG 2008 classification according to PTG 2008 recommendations, podkreślone/underlined – przybliżone odpowiedniki USDA zalecane przez PTG 2008/ approximated equivalents in USDA classification according to PTG 2008 recommendations, b.d. – brak danych/no data.

* Opracowane na podstawie/based on: badania własne/this research (w), Drzymała i Mocek 2004 (a), Kabala i Marzec 2007 (b), Kobierski 2010 (c), Orzechowski i Smółczyński (d). ** Klasyfikacja PTG 2008 podaje 2 odpowiedniki dla glp wg BN 78/9180-11. Dla glp (BN) o zawartości iłu mniejszej lub równej 7% zalecany jest odpowiednik gp (PTG 2008), dla pozostałych gl. Classification PTG 2008 provides 2 equivalents for glp according to BN 78/9180-11. For glp (BN) containing up to 7% of clay gp (PTG 2008)/ SL (USDA) is recommended, for remaining soils – gl/SL.

*** Klasyfikacja PTG 2008 podaje 2 odpowiedniki dla płg według BN 78/9180-11: pyg i gp (PTG 2008) oraz SiL i SL (USDA). Classification PTG 2008 provides two equivalents for płg according to BN 78/9180-11 pyg/SiL and gp/SL (PTG 2008).

dobieństwo wystąpienia grupy granulometrycznej PTG 2008 stwierdzono prawie zawsze dla odpowiednika zaleconego przez tę ostatnią klasyfikację (tab. 3). Nielicznymi wyjątkami były pglp (w naszych badaniach jego najlepszym odpowiednikiem była gp/SL a nie pg/LS jak zalecane) oraz ił (głównie gpyi/

SiCL, a nie iz/C). Jednak w przypadku obydwu grup granulometrycznych BN-78/9180-11 do dyspozycji była niewielka liczba próbek: 5 dla pglp i 11 dla i.

Niektóre grupy granulometryczne BN-78/9180-11 w niniejszych badaniach były reprezentowane przez niewielką liczbę próbek, tj.: plp (1), psp (1), pglp (6),

pgmp (19) i (11) oraz plp (4). Szczególnie w odniesieniu do tych grup wskazane są dalsze badania.

W populacji zbadanych próbek nie było glin bardzo ciężkich i pyłów zwykłych według normy BN-78/9180-11, ani pyłów zwykłych PTG 2008 (silt wg USDA). Dostępne dane wskazują na to, że pył zwykły (PTG 2008) tożsamy z angielskim silt (USDA) jest grupą granulometryczną (klasą uziarnienia) bardzo rzadko spotykaną w glebach (Drzymała i Mocek 2004, Kabała i Marzec 2007, Di Stefano i in. 2010, Kobierski 2010).

Pomimo ogólnej zgodności pomiędzy grupami granulometrycznymi według BN-78/9180-11 a ich odpowiednikami dla PTG 2008 i USDA zaleconymi przez PTG 2008, uwagę zwraca fakt, że niektóre grupy granulometryczne według BN-78/9180-11 można przypisać ze znaczącym prawdopodobieństwem do 2 lub więcej grup granulometrycznych PTG 2008 lub klas uziarnienia USDA (tab. 3, rycina) co wynikało już z wcześniejszych badań (Drzymała i Mocek 2004, Kabała i Marzec 2007, Orzechowski i Smólczyński 2010, Łopatka 2017). Dotyczy to szczególnie pgm, który niemal tak samo często jest klasyfikowany jako pg/LS i gp/SL, gs (gl/SL, gz/L i gpi/SCL), gsp (gz/L i pyi/SiL), plg (gp/SL, gz/L i pyg/SiL) oraz plł (pyg i pyi według PTG 2008 odpowiadające SiL według USDA). Dlatego dla przynajmniej części grup granulometrycznych wg BN-78/9180-11 celowe jest podanie kilku możliwych odpowiedników w klasyfikacjach PTG 2008 i USDA, z przybliżonym prawdopodobieństwem ich wystąpienia (tab. 4).

Przy korzystaniu z tabeli 4 należy mieć na uwadze fakt, że dla określenia prawdopodobieństw występowania grup granulometrycznych BN-78/9180-11 dysponowano znacznie większą liczbą próbek dla klasyfikacji USDA niż PTG 2008. Wynika to stąd, że publikacje powstałe przed 2008 (m.in. Drzymała i Mocek 2004, Kabała i Marzec 2007) nie mogły uwzględniać klasyfikacji uziarnienia PTG 2008. Większość z tych publikacji odnosiła się do klasyfikacji stosowanej na mapach glebowo-rolniczych (Drzymała i Mocek 2004, Kabała i Marzec 2007, Orzechowski i Smólczyński (2010) a nie normy BN-78/9180-11, która została uwzględniona tylko przez Kobierskiego (2010). Konsekwencją opisanej sytuacji (różna liczba próbek) są pewne, zwykle niewielkie różnice pomiędzy prawdopodobieństwami występowania ustalonymi dla niektórych grup granulometrycznych PTG 2008 i USDA.

Na uwagę zasługuje fakt, że w zdecydowanej większości grup granulometrycznych BN-78/9180-11 ich odpowiedniki zalecane dla klasyfikacji PTG 2008 i USDA wykazywały się prawie zawsze najwyższym

prawdopodobieństwem wystąpienia. Jedynie w odniesieniu do pgm największe prawdopodobieństwo wystąpienia w klasyfikacji PTG 2008/USDA stwierdzono dla gp/SL oraz iłu (i), który najczęściej był reprezentowany przez gpyi/SiCL. Ponadto gsp były najliczniej reprezentowane przez gz w klasyfikacji PTG 2008 (zgodnie z zaleceniem jej twórców), ale w klasyfikacji USDA przez SiL a nie L, jak zaleca PTG 2008. Wynika to stąd, że klasa uziarnienia SiL (USDA) w klasyfikacji PTG 2008 została rozdzielona na pyg (do 12% iłu) oraz pyi (12–20% iłu). Po połączeniu obydwu grup granulometrycznych prawdopodobieństwo ich łącznego wystąpienia dla gsp (BN-78/9180/11) wynosi 48% i jest nieco większe niż dla gz (46%). Odpowiedniki grup granulometrycznych określonych według BN 78/9180 w klasyfikacjach PTG 2008 oraz USDA, a szczególnie szacowane prawdopodobieństwa ich wystąpienia zaproponowane w niniejszej pracy wymagają dalszego uściślenia w ramach badań polowych i archiwalnych, szczególnie w odniesieniu do grup granulometrycznych słabo reprezentowanych lub niereprezentowanych w dotychczasowych badaniach, takich jak: gbc i plz oraz plp, psp, plp i plg, co pozwoliłoby na opracowanie tabeli korelacyjnej opartej na liczniejszej i bardziej reprezentatywnej liczbie próbek. Zanim jednak powstanie taka tabela korelacyjna, przedstawiona w niniejszej pracy tabela 4 może być pomocna przy interpretacji wyników prac historycznych, w których warunki glebowe zostały opisane w oparciu o starsze klasyfikacje uziarnienia gleby oraz do interpretacji map glebowych wykonanych w oparciu o klasyfikacje uziarnienia sprzed 2008.

WNIOSKI

1. Większość grup granulometrycznych według BN 1978 BN-78/9180-11 wykazała zgodność większą niż 50% z odpowiednikami PTG 2008 i USDA zaleconymi przez PTG 2008.
2. Kilku grupom granulometrycznym BN-78/9180-11 można przypisać ze znaczącym prawdopodobieństwem więcej niż jeden odpowiednik w klasyfikacjach PTG 2008 i USDA. W szczególności dotyczy to: pglp, pgm, gs, gsp, i oraz plg.
3. W grupach granulometrycznych BN-78/9180-11: plp, gbc, plp i plz nielicznie reprezentowanych w niniejszej pracy zalecane są dalsze badania w celu ustalenia ich odpowiedników w klasyfikacjach PTG 2008 i USDA.

PODZIĘKOWANIA

Badania zostały zrealizowane w ramach projektu badawczego POIG.01.03.01-14-041/12 – „BIOPRODUKTY, innowacyjne technologie wytwarzania prozdrowotnych produktów piekarskich i makaronu o obniżonej kaloryczności” współfinansowanego z Europejskiego Funduszu Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego „Innowacyjna Gospodarka”.

W niniejszych badaniach wykorzystano wyniki analiz próbek glebowych pobranych z pól lub poletek uprawianych przez AGRO-POLEN sp. z o.o., Farm Frites Poland Dwa sp. z o.o., Kolekcję Roślin Uprawnych Katedry Agronomii SGGW w Warszawie, Rolniczy Zakład Doświadczalny IUNG w Osinach, Rolniczy Zakład Doświadczalny SGGW Wilanów-Obory, Stacje Doświadczalne lub Zakłady Oceny Odmian „Centralnego Ośrodka Badania Odmian Roślin Uprawnych” w Białogardzie, Chrzastowie, Lisewie, Lućmierzu, Seroczynie, Tomaszowie Bolesławieckim i Węgrzcach oraz gospodarstwa pana Sławomira Ziółkowskiego.

Autorzy dziękują właścicielom, kierownictwu i personelowi wszystkich wymienionych gospodarstw oraz osobom, które pomagały w badaniach polowych i laboratoryjnych.

LITERATURA

- Badura J., 2013. Szczegółowa mapa geologiczna Polski 1:50 000. Arkusz 721 Bolesławiec. PIG. Skan pobrany z CBDG.
- BN 1978. BN-78/9180-11. Gleby i utwory mineralne. Podział na frakcje i grupy granulometryczne. Norma branżowa.
- Borówka R.K., Rotnicki K., 2000. Szczegółowa mapa geologiczna Polski 1:50 000. Arkusz 11 Główny. PIG. Skan pobrany z CBDG.
- Bruj M., 1999. Szczegółowa mapa geologiczna Polski 1:50 000. Arkusz 563 Łatowicz. PIG. Skan pobrany z CBDG.
- CBDG. Centralna Baza Danych Geologicznych <http://bazagis.pgi.gov.pl/website/cbdg/viewer.htm>
- Di Stefano C., Ferro V., Mirabile S., 2010. Comparison between grain-size analyses using laser diffraction and sedimentation methods. *Biosystems Engineering* 106: 205–215.
- Dobrcka E., 2008. Szczegółowa mapa geologiczna Polski 1:50 000. Arkusz Rąbino. PIG. Skan pobrany z CBDG.
- Drzymała S., Mocek A., 2004. Uziarnienie różnych gleb Polski w świetle klasyfikacji PTG, PN-R-04033 i USDA. *Roczniki Gleboznawcze – Soil Science Annual* 55(1): 107–115.
- Gilligan L.B., Brownlow J.W., Cameron R.G., Henley H.F., 1992. Dorrigo-Coffs Harbour 1:250 000 Metallogenic Map. New South Wales Geological Survey, Sydney. http://www.geoscience.gov.au/geoportal-geologicalmaps/download?map=250dpi/sh5610_sh5611.jpg, pobrane 17.01.2017
- IUNG, 1990. Zalecenia nawozowe. Cz. I. Liczby graniczne do wyceny zawartości makro- i mikroskładników w glebach. Wydanie II poprawione i uzupełnione. Puławy: 1–26.
- Jadczyzyn J., Niedźwiecki J., Debaene G., 2016. Analysis of agronomic categories in different soil classification systems. *Polish Journal of Soil Science* 49(1): 61–72.
- Jary Z., Kida J., Śnihur M., 2002. Lessy i osady lesspopochodne w południowo-zachodniej Polsce. *Czasopismo Geograficzne* 73(1–2): 63–100.
- Kabała C., Marzec M., 2007. Niektóre konsekwencje zmiany klasyfikacji uziarnienia gleb. *Roczniki Gleboznawcze – Soil Science Annual* 58(1/2): 33–44.
- Kęsik K., 2016. Zastosowanie metody Mehlich 3 w systemie doradztwa nawozowego. *Studia i Raporty IUNG-PIB* 48(2): 95–104.
- Klatkova H., Kamiński J., Szafrńska D., 1995. Szczegółowa mapa geologiczna Polski 1:50 000. Arkusz Zgierz. PIG.
- Kobierski M., 2010. Uziarnienie gleb różnych typów wytworzonych z gliny lodowcowej w aspekcie klasyfikacji PTG 2008. *Roczniki Gleboznawcze – Soil Science Annual* 61(3): 65–74.
- Kondracki J.A., 2011. Geografia regionalna Polski (Regional geography of Poland, in Polish). PWN: 444 pp.
- Kotarbiński J., 1998. Szczegółowa mapa geologiczna Polski 1:50 000. Arkusz Sierpc. PIG. Skan pobrany z CBDG.
- Łopatka A., 2017. Bazy danych o glebach leśnych. *Studia i Raporty IUNG-PIB* 5195: 29–39.
- Mojski J.E., 1987. Szczegółowa mapa geologiczna Polski 1:50 000. Arkusz Tczew. PIG. Skan pobrany z CBDG.
- Musierowicz A., 1956. Gleboznawstwo ogólne. PWRiL: 1–500.
- Orzechowski M., Smólczyński S., 2010. Uziarnienie gleb aluwialnych w krajobrazie deltowym i dolin rzecznych w świetle klasyfikacji PTG i USDA. *Roczniki Gleboznawcze – Soil Science Annual* 61 (4): 178–185.
- Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy: <https://www.pgi.gov.pl/> dostęp: 20.01.2017.
- Polskie Towarzystwo Gleboznawcze, 2009. Klasyfikacja uziarnienia gleb i utworów mineralnych – PTG 2008. *Roczniki Gleboznawcze – Soil Science Annual* 60 (2): 5–16.
- QGIS Development Team, 2016. QGIS Geographic Information System. Open source Geospatial Foundation ++Project. www.qgis.org dostęp: 20.01.2017.
- Rutkowski J., 1992. Szczegółowa mapa geologiczna Polski 1:50 000. Arkusz 973 Kraków. PIG. Skan pobrany z CBDG.
- Sarnacka Z., 1976. Szczegółowa mapa geologiczna Polski 1:50 000. Arkusz 560 Piaseczno. PIG. Skan pobrany z CBDG.
- SMSR – System Monitoringu Suszy Rolniczej, www.susza.iung.pulawy.pl
- Systematyka Gleb Polski, 1989. *Roczniki Gleboznawcze – Soil Science Annual* 40(3/4): 1–150.
- Systematyka Gleb Polski, 2011. *Roczniki Gleboznawcze – Soil Science Annual* 62(3): 1–193.
- Włodek M., 2003. Szczegółowa mapa geologiczna Polski 1:50 000. Arkusz 317 Nakło nad Notecią. PIG. Skan pobrany z CBDG.
- Wysota W., 2009. Szczegółowa mapa geologiczna Polski 1:50 000. Arkusz 323 Golub-Dobrzyń. PIG. Skan pobrany z CBDG.

Received: May 21, 2018

Accepted: November 21, 2018

Associated editor: J. Rejman

Compatibility of granulometric groups determined based on standard BN-78/9180-11 and granulometric groups according to PTG 2008 and USDA texture classes

Abstract: Two groups of soil texture classification, differing in limit diameters for particular soil fractions, are used in Poland. The older groups of classifications consider soil particles as < 1 mm and divide them into sand (1.0–0.1 mm), silt (0.1–0.02 mm) and fine or flowable particles (< 0.02 mm). These classifications are used, in a version which originated in 1956 and here denominated as PTG/Musierowicz 1956 in land quality assessment and elaboration of soil agricultural maps. Newer versions of these classifications – professional standard BN-78/9180-11 (1978) and division of soils in agronomic categories described in 1986 – are used in fertilizer recommendations and in agricultural drought monitoring. According to the new soil texture classification PTG 2008, the upper diameter limit for soil particles is 2 mm and these parts are divided into sand (2.0–0.05 mm), silt (0.05–0.002 mm) and clay (< 0.002 mm). This classification is compatible with soil texture classification elaborated by the United States Department of Agriculture (USDA) and most frequently applied worldwide. In this paper, the results of analyses of 1087 soil samples representing almost all granulometric groups existing in older and newer Polish soil texture classifications were considered. On the base of the current and earlier studies, the table with probability of occurrence of granulometric group PTG 2008 or texture class USDA for particular granulometric groups BN-78/9180-11 was prepared. For majority of granulometric groups (pl, ps, psp, pgl, pgmp, gp, gpp, gl, glp, gc, gcp, lp, pli) determined on the base of BN-78/9180-11, it is possible to determine their granulometric group/texture class according to PTG 2008/USDA correctly and, frequently, unambiguously. For granulometric groups pglp, pgm, gs, gsp i and plg it is possible to propose with great probability more than one equivalent according to PTG 2008/USDA, and in other cases more studies are recommended.

Keywords: Classification of soil texture, equivalents, BN 1978, PTG 2008, USDA