

ZBIGNIEW ZAGÓRSKI

GRANULOMETRYCZNE WSKAŹNIKI PROCESÓW PEDO– I LITOGENEZY W GLEBACH NIEJEDNORODNYCH WYTWORZONYCH Z OSADÓW GLACJALNYCH

Katedra Gleboznawstwa SGGW w Warszawie

WSTĘP

Uziarnienie tworzywa glebowego jest tą podstawową cechą gleby, która w znacznym stopniu determinuje jej właściwości, sposób wykorzystania, a co za tym idzie wartość użytkową. Uziarnienie, kształtowane przez różne procesy litogeniczne i pedogeniczne, często jest podstawowym wskaźnikiem określającym genezę gleby oraz jej pozycję systematyczną [Dobrzański i in. 1977; Kowalkowski, Borzyszkowski 1977; Konecka-Betley 1979; Systematyka gleb Polski 1989].

Szczególne role tworzywa glebowego jest widoczna w badaniu gleb wytworzonych z osadów glacialnych, gdzie często występuje znaczna niejednorodność profilów glebowych. W glebach takich, aby móc jednoznacznie i poprawnie zinterpretować niektóre właściwości fizyczne i chemiczne, wymagane jest dosyć precyzyjne ustalenie wzajemnych relacji pomiędzy procesami litogenezy i pedogenezy [Baraniecka, Konecka-Betley 1993]. Podstawowych wiadomości do tego typu ustaleń dostarczają szczegółowe badania granulometryczne [Kowalkowski, Prusinkiewicz 1963; Kowalkowski, Staszewski 1965; Prusinkiewicz 1969; Konecka-Betley, Majsterkiewicz 1973].

W niniejszej pracy przedstawiono wyniki badań gleb wytworzonych z osadów glacialnych zlodowacenia warty. Gleby te były już wcześniej obiektem szczegółowych badań autora w zakresie morfologii i mikromorfologii [Zagórski 1995]. Na podstawie tych badań ustalono, że są one niejednorodne litogenicznie i pedogenicznie oraz określono ich pozycję typologiczną. W nawiązaniu do wspomnianych opracowań prezentowane są obecne wyniki badań granulometrycznych. Szukano bowiem nowych wskaźników dla weryfikacji przyjętej uprzednio tezy o genezie badanych gleb, mając na uwadze, że niektóre z nich mogą mieć szersze, bardziej uniwersalne znaczenie dla badań gleb o podobnej budowie profilów. Również metodyka badań oraz sposób interpretacji wyników są następstwem przyjętego założenia.

MATERIAŁ I METODYKA BADAŃ

Przedmiotem badań były gleby Puszczy Białowieskiej, charakteryzujące się wyraźną niejednorodnością uziarnienia w obrębie profilów. Ze względu na powtarzający się schemat zróżnicowania przyjęto do interpretacji wyników jeden syntetyczny profil glebowy. Nazwy i symbolika poziomów genetycznych zostały ustalone na podstawie badań morfologicznych i mikromorfologicznych [Systematyka gleb Polski 1989; Zagórski 1995]. Wyróżniono następujące poziomy genetyczne: akumulacji próchnicy A, iluwialne – brunatnienia Bbr, iluwialne – peryglacialne IIBbr(p), teksturalne – reliktowe IIIBtg(re) i IVBt(re) oraz skały macierzystej VCcagg.

Badania uziarnienia przeprowadzono metodami: sitową, areometryczną Casagrande'a w modyfikacji Prószyńskiego oraz pipetową Khona. Określono zawartość frakcji ziarnowych w przedziałach średnic według PTG oraz dodatkowo jeszcze w przedziałach 0,02–0,01; 0,002–0,001 oraz <0,001 mm. Wyniki badań opracowano komputerowo za pomocą programu Tekstura 4.0 [Prusinkiewicz, Proszek 1990].

WYNIKI BADAŃ

Omawiane gleby charakteryzują się dużym zróżnicowaniem uziarnienia w obrębie profilów. Ich średni skład granulometryczny na podstawie klasyfikacji PTG przedstawiono w tabeli 1. Poziomy wierzchnie A stanowią piaski gliniaste mocne pyłaste przechodzące poniżej w poziomach Bbr w piaski gliniaste mocne. W środkowej strefie profilów na głębokości 40–55 cm, w poziomach IIBbr(p), występuje utwór kamienisto-zwirowy. Poniżej, w poziomach IIIBtg(re) znajduje się glina średnia pyłasta, pod którą w poziomie IVBt(re) zalegają piaski słabogliniaste. Spąg profilów na głębokości poniżej 125 cm stanowią gliny średnie. Taka budowa nasuwa przypuszczenie, że profile badanych gleb są niejednorodne. Potwierdziły to w pewnym stopniu obliczone wskaźniki granulometryczne [Kowalkowski, Prusinkiewicz 1963]. Według tego kryterium w profilach badanych gleb występuje 5 różniących się uziarnieniem warstw osadów (tab. 2). W celu uzyskania większej ilości danych przeprowadzono pełną analizę uziarnienia, w której wzięto pod uwagę całe spektrum występujących frakcji ziarnowych, uzupełnione dodatkowo o procentową zawartość frakcji >20,0; 0,02–0,01; 0,01–0,005; 0,002–0,001, <0,001 (tab. 3). Porównanie pionowej (profilowej) oraz poziomej (w obrębie próby z poziomu genetycznego) zawartości niektórych frakcji wśród części spławialnych dostarczyło dodatkowych danych różnicujących osady i poziomy genetyczne.

W górnej strefie badanych gleb, w poziomach A i Bbr zaznacza się w obrębie iltu pyłowego grubego, wyrównana zawartość frakcji 0,02–0,01 i 0,01–0,005, natomiast w leżącym niżej poziomie IIIBbr(p) jest ona wyraźnie asymetryczna, z dominacją frakcji 0,02–0,01. Z kolei w poziomie VCcagg, w glinie średniej zarysowywuje się inna tendencja, skierowana w stronę frakcji drobniejszych. W obrębie iltu koloidalnego na podkreślenie zasługuje wyraźna przewaga frakcji <0,001 mm w poziomach IIIBtg(re) – 70% i IVBt(re) – 86%. W innych poziomach ten stosunek jest bardziej wyrównany, a w poziomie VCcagg nawet odwrotny.

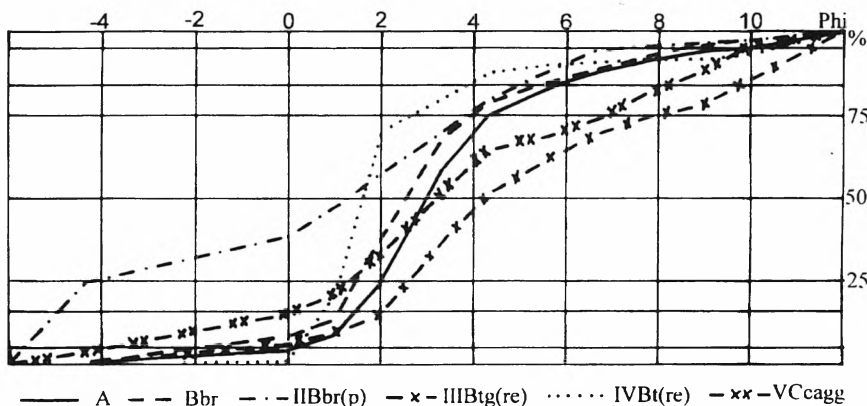
TABELA 1. Skład granulometryczny (wersja wg PTG) – TABLE 1. Granulometric composition (PSSS version)

Poziom genetyczny Genetic horizon	Głębokość Depth [cm]	Procentowa zawartość frakcji o średnicy [mm] The percentage of the particle fractions of diameter [mm]								
		>1,0	1,00	0,50	0,25	0,10	0,05	0,02	0,005	<0,002
		-0,50	-0,25	-0,10	-0,05	-0,02	-0,005	-0,002		
A	2–16	4,10	4,75	16,00	35,25	17,57	8,43	8,27	3,23	6,25
Bbr	16–40	8,64	5,75	26,00	33,25	11,00	7,50	7,45	4,50	4,55
IIBbr(p)	40–53	62,80	14,50	16,00	21,00	15,40	13,95	12,30	1,00	5,80
IIIBtg(re)	53–92	6,36	3,75	5,75	22,75	15,50	11,35	12,55	4,91	23,45
IVBt(re)	92–125	0,60	20,25	49,75	9,50	7,50	2,50	1,45	0,25	8,80
VCcagg	<125	17,84	6,25	9,75	26,50	15,10	5,10	13,80	8,50	15,00

Spośród innych cech uziarnienia na podkreślenie zasługuje obecność kamieni w częściach szkieletowych w glinie poziomu VCcagg oraz specyficzny bardzo duży udział frakcji piasku średniego i grubego w poziomie IVBt(re).

Na podstawie pełnej analizy granulometrycznej wykreślono krzywe uziarnienia w skali prawdopodobieństwa (rys. 1) oraz obliczono wskaźniki sedimentologiczne GSS, GSO, GSK i GSP (tab. 4). Analiza przebiegu krzywych uziarnienia oraz wartości liczbowe poszczególnych wskaźników pozwoliły określić warunki tworzenia się osadów.

Piaski gliniaste górnych poziomów glebowych – A i Bbr stanowią podobną genetycznie grupę osadów, o czym świadczy współkształtny przebieg ich krzywych uziarnienia. Są osadami średnioziarnistymi (GSS – 0,091 i 0,119 mm) o bardzo słabym wysortowaniu (GSO – 2,59 i 2,68). Ich genezę należałoby wiązać z procesami depozycji materiału w warunkach nie sprzyjających jego segregacji, np. w wyniku powierzchniowych ruchów masowych. Porównanie wartości parametrów GSK i GSP wskazuje, że piaski z poziomu A mogły ulec wtórnej segregacji przez procesy eoliczne.



RYSUNEK 1. Krzywe uziarnienia – FIGURE 1. Granulometric curves

TABELA 2. Wskaźniki granulometryczne – TABLE 2. Granulometric indices

Poziom genetyczny Genetic horizon	Głębokość Depth [cm]	>1,0	A	B	C	D	E
			0,25–0,10 0,50–0,25	0,25–0,10 1,00–0,50	0,25–0,05 0,50–0,25	0,25–0,02 1,00–0,50	0,50–0,05 1,00–0,50
A	2–16	4,1	2,2	7,4	3,3	1,7	14,5
Bbr	16–40	8,6	1,3	5,8	1,7	0,8	12,2
IIBbr(p)	40–53	62,8	1,3	1,4	2,3	1,4	3,6
IIIBtg(re)	53–92	6,4	4,0	6,1	6,7	4,0	11,7
IVBt(re)	92–125	0,6	0,2	0,5	0,3	0,2	3,3
VCcagg	<125	17,8	2,7	4,2	4,3	1,6	8,2

Warstwa kamienisto-żwirowa, w obrębie której występuje poziom Bbrg(p), charakteryzuje się bardzo szczególnym typem uziarnienia. Płaskie nachylenie krzywej uziarnienia świadczy, że jest to osad o skrajnie słabym wysortowaniu (GSO – 5,70), bez wyraźnie wyodrębnionej frakcji ziarnowej (GSP – 0,90, rozkład mezokurtyczny). Szczególnie spłaszczony rozkład uziarnienia występuje w obrębie frakcji piaszczystych i pyłowych. Ujemna wartość wskaźnika skośności GSK – 0,28 oraz jednocześnie znaczna średnia średnica ziarna GSS – 1,187 mm wskazują, że przeważają frakcje grube. Takie dane sedymentologiczne dowodzą, że warstwa kamienisto-żwirowa nie posiada cech typowych dla osadów powstałych w warunkach transportu materiału, lecz ma charakter osadu rezidualnego.

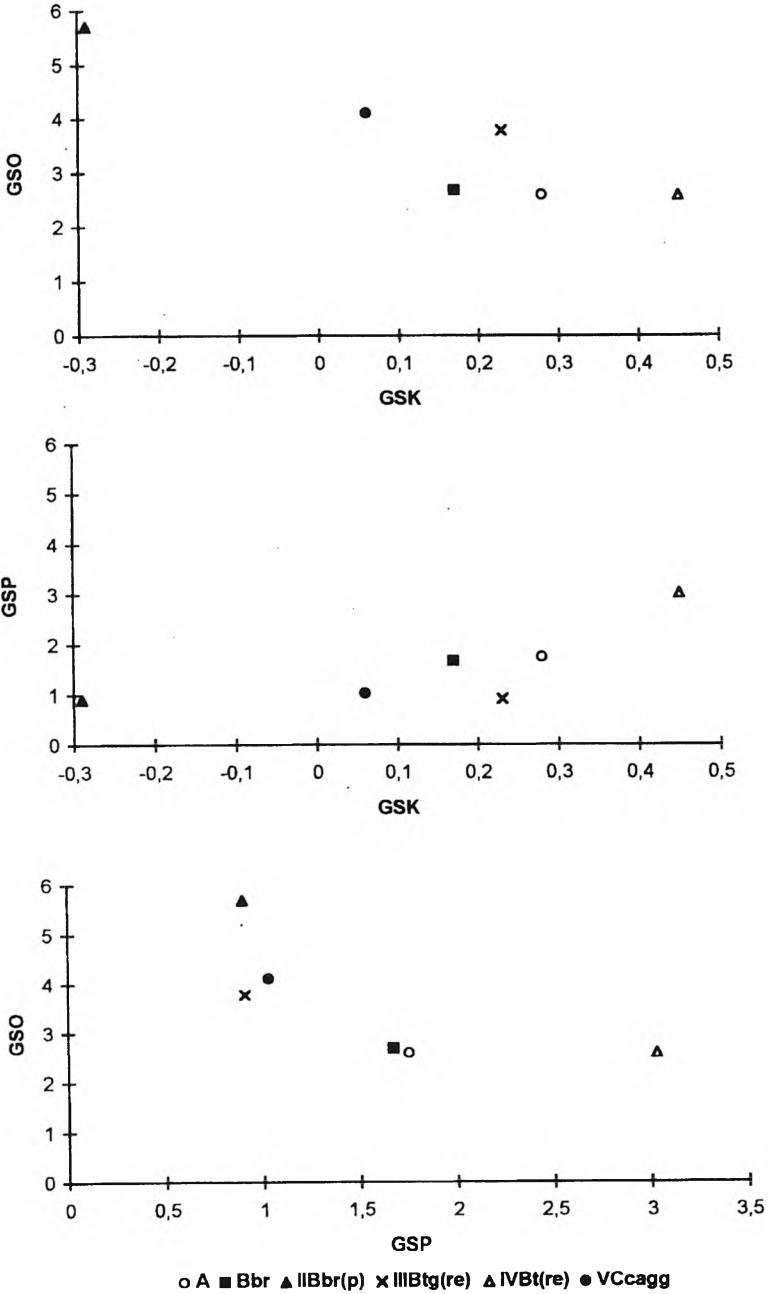
Gлина z poziomu Btg(re) jest kolejnym osadem, którego uziarnienie zdecydowanie różni się wskaźnikami od osadów opisanych wyżej. Jest bardzo słabo wysortowana (GSO – 3,78) o wyraźnej przewodzie frakcji drobnych (GSS – 0,024 mm i GSK – 0,23). W rozkładzie uziarnienia, mimo jego znacznego spłaszczenia (GSP – 0,91), zauważyć można charakterystyczną bimodalność objawiającą się z jednej strony większym udziałem frakcji piaszczysto-pyłowych, z drugiej zaś frakcji najdrobniejszej <0,001 mm. Ze wskaźników sedymentologicznych wynika, że glina jest osadem powstałym w warunkach sedymentacji lodowcowej z materiału wytopionego z lodu, przy znacznym udziale wód roztopowych. W okresie późniejszym została ona przekształcona przez wzbogacenie we frakcję <0,001.

Piaski słabogliniaste z poziomu Bt(re) są osadem powstałym w warunkach przepływu. Za takim rozpoznaniem przemawia zarówno stromy przebieg krzywej uziarnienia (rys. 1), jak też wysokie wartości GSP – 3,03 i GSK – 0,45. Te cechy są odbiciem bardzo znacznej kumulacji ziaren w obrębie frakcji 1,0–0,25. Duża średnia średnica ziarna (GSS – 0,235 mm) świadczy o dosyć znacznej dynamice ośrodka, w którym następowała sedymentacja. Charakterystyczną cechą uziarnienia piasków jest wysoka wartość parametru GSO – 2,59, co wskazuje na ich bardzo słaby stopień wysortowania. Przyczyną tego wydaje się być zbyt krótka droga transportu materiału oraz późniejsze już wtórne postsedymentacyjne wzbogacenie we frakcje najdrobniejsze.

Występujące w spągu badanych gleb gliny mają wszystkie wskaźniki sedymentologiczne charakterystyczne dla typowych glin lodowcowych (zwałowych) akumulowanych przez bezpośrednie wytapianie się z lodu przy niewielkim udziale wód roztopowych. W porównaniu do wyżej zalegających glin z poziomów

TABELA 3. Skład granulometryczny (wersja sedimentologiczna) – TABLE 3. Granulometric composition (sedimentologic version)

Poziom genety- czny Genetic horizon	Głębokość Depth [cm]	Procentowa zawartość frakcji o średnicy [mm] The percentage of the particle fractions of diameter [mm]											
		>20,00	20,00– 1,00	1,00–0,50	0,50–0,25	0,25–0,10	0,10–0,05	0,05–0,02	0,02–0,01	0,01 –0,005	0,005 –0,002	0,002 –0,001	<0,001
A	2–16	0,00	4,00	4,50	15,40	34,10	16,87	8,09	4,44	3,50	3,10	0,90	5,10
Bbr	16–40	0,00	8,00	5,25	23,93	30,60	10,12	6,73	3,70	3,20	4,14	1,70	2,49
II Bbr(p)	40–53	24,27	13,90	8,91	9,80	12,90	9,20	8,57	6,02	1,54	0,90	0,92	2,64
III Btg(re)	53–92	0,00	6,00	3,52	5,40	21,39	14,57	10,67	7,29	4,51	4,61	6,90	15,14
IV Bt(re) ^V	92–125	0,00	0,60	20,25	49,15	9,50	7,50	2,50	1,10	0,35	0,25	1,20	7,60
Ccagg	> 125	3,73	0,60	5,68	12,31	18,45	12,81	4,32	4,75	6,96	7,21	7,31	5,41



RYSUNEK 2. Porównanie wskaźników sedymentologicznych
 FIGURE 2. Comparison of sedimentological indices

TABELA 4. Główne wskaźniki sedymentologiczne
TABLE 4. The main sedimentological indices

Poziom genetyczny Genetic horizon	Średnia średnica ziarna Mean grain-size GSS		Odchylenie standardowe Standard deviation GSO	Skośność Skewness GSK	Spłaszczenie (kurtoza) Kurtosis GSP
	∅	[mm]			
A	3,46	0,091	2,59	0,28	1,75
Bbr	3,07	0,119	2,68	0,17	1,67
IIBbr(p)	-0,25	1,187	5,70	-0,29	0,90
IIIBtg(re)	5,39	0,024	3,78	0,23	0,91
IVBt(re)	2,09	0,235	2,59	0,45	3,03
VCcagg	3,86	0,069	4,11	0,06	1,03

Btg(re) mają jeszcze gorsze wysortowanie GSO – 4,11 oraz bardziej spłaszczony rozkład frakcji (GSP – 1,03) bez dominacji którejkolwiek z nich (GSK – 0,06).

Podsumowując powyższe można jednoznacznie stwierdzić, że w obrębie badanych profilów występują 4 typy litogeniczne osadów. Takie wydzielenie znalazło swe potwierdzenie na rysunku 2, gdzie porównano główne wskaźniki sedymentologiczne dla poszczególnych osadów.

DYSKUSJA

W ustaleniu przyczyn występowania zróżnicowania uziarnienia w obrębie profilów glebowych podstawowe znaczenie ma interpretacja wyników badań granulometrycznych. W przyjętej przez autora metodzie poszukiwania wzajemnych zależności pomiędzy czynnikami litogenicznymi a pedogenicznymi niewystarczające okazało się zastosowanie klasyfikacji uziarnienia według PTG. Klasyfikacja ta, oddzielając szkieletowe od ziemistych, nie uwzględnia roli, jaką spełniają poszczególne frakcje ziarnowe w procesie sedymentacji osadu. Sugestię taką sformułowali Prusinkiewicz i in. [1994] wskazując, że podział PTG stosowany jako kryterium litologiczne ma ograniczone zastosowanie. Również obliczone na podstawie klasyfikacji PTG wskaźniki uziarnienia [Kowalkowski, Staszewski 1965] nie pozwalają na ocenę genetycznych przyczyn występującego zróżnicowania. Wskaźniki te w miarę dobrze obrazują generalne zróżnicowanie granulometrii w profilach, lecz ich interpretacja litologiczna może prowadzić do mylnych wniosków. Wiąże się to z tym, że do ich obliczenia wykorzystuje się tylko porównanie pomiędzy udziałami frakcji piaszczystych i pyłowych, których zawartość w osadzie zależeć może od wielu czynników, np. typu i długości transportu, rodzaju ośrodka sedymentacji i jego dynamiki [Royse 1968; Gradziński i in. 1976; Mycielska-Dowgiałło 1980]. Przykładem mogą być zbliżone wartości wskaźników A i C w poziomach A, Bbr i IIBbr(p) czy wskaźników B i E w poziomach Bbr i IIIBtg(re), chociaż osady budujące te poziomy powstały w diametralnie różnych warunkach. Z tych też powodów przy określaniu litogenezy w badaniach uziarnienia przyjęto analizę granulometryczną opartą na podstawach sedymentacyjnych [Gradziński i in. 1976; Racinowski, Szczypek 1985; Mycielska-Dowgiałło 1980].

Powierzchniowe poziomy badanych gleb A i Bbr zbudowane z piasków gliniastych mają cechy osadów pokrywowych. Utworzyły się one z materiału morenowego zlodowacenia warty w schyłkowym okresie vistulianu w warunkach klimatu peryglacjalnego. Głównym procesem prowadzącym do ich powstania była soliflukcja przemieszczająca górne partie wiecznej zmarzliny. O takiej litogenezie tych osadów świadczą nie tylko wskaźniki sedymentologiczne, ale również niektóre inne cechy granulometryczne. Na przełomie plejstocenu i holocenu w swej stropowej części (poziom A) osady pokrywowe zostały częściowo przekształcone procesami eolicznymi poprzez nawianie materiału pyłowego i piasku drobnego.

Warstwa kamienisto-żwirowa jest osadem rezidualnym utworzonym przez erozję stropu osadów morenowych (glin zwałowych) zlodowacenia warty. W sensie litostratygraficznym jest ona typowym brukiem morenowym, powszechnie występującym na terenie środkowej i północno-wschodniej Polski, rozdzielającym osady pokrywowe od osadów glacialnych [Goździk 1973; Konecka-Betley, Majsterkiewicz 1973]. W badanych profilach stwierdzono kilka cech wskazujących na pewną specyfikę litogenetyczną tych osadów. Jedną z nich jest charakterystyczna granulometria części spławialnych, w tym głównie łu pyłowego grubego, w obrębie którego dominuje frakcja 0,02–0,01. Duża ilość tej frakcji (zbliżona do zawartości frakcji pyłowych) nie wynika z procesów sedymentacji, o czym świadczy uziarnienie całego osadu, lecz jest następstwem akumulacji wietrzeniowej *in situ* w warunkach skrajnie zimnego klimatu. Bardzo intensywne procesy wietrzenia mrozowego powodują dezintegrację ziaren mineralnych (głównie kwarcu) i powstawanie dużej ilości frakcji 0,1–0,01 [Washburn 1973; Kowalkowski Brogowski 1983]. Oddziaływanie skrajnie zimnego klimatu nie trwało zbyt długo i było przypuszczalnie związane z optimum vistulianu, kiedy na badanych terenach występowała tzw. pustynia arktyczna [Kowalkowski, Borzyszkowski 1977]. Dostatecznie szybkie przykrycie warstwy piaszczysto-żwirowej osadami pokrywowymi pozwoliło na zachowanie się w osadzie pierwotnych cech peryglacjalnych i zapobiegło późniejszym przekształceniom przez procesy eoliczne.

Osady leżące poniżej warstwy kamienisto-żwirowej stanowią typową serię glacialną często spotykaną w stropowej partii utworów zlodowacenia warty na terenie NE Polski [Prusinkiewicz, Kowalkowski 1964; Czerwiński, Róg 1988]. Wyniki badań wskazują, że powstały one nie tylko w zróżnicowanych ośrodkach sedymentacyjnych, ale że w ich obrębie zaznaczają się również różnice facjalne. Gлина górna (poziom IIIBtg(re)) oraz podścielające piaski słabogliniaste (poziom IVBt(re)) tworzą kompleks osadów ablacyjnych utworzonych w strefie supraglacjalnej lądolodu, natomiast glina dolna (poziom VCCagg) jest osadem inglacjalnym [Ruszczyńska-Szenajch 1981].

Jeżeli analiza sedymentologiczna dostarczyła dostatecznie dużo wskaźników do rozpoznania litogenezy badanych gleb, to przy określaniu pedogenezy można powiedzieć o znacznej jej ograniczoności. Wskazuje ona jedynie w sposób pośredni na możliwość występowania czynników glebotwórczych jako tych, które wtórnie przekształcają osady. Z badań granulometrycznych największą wartość jako wskaźniki pedogenezy mają charakterystyczne zawartości niektórych frakcji w obrębie części spławialnych, w tym przede wszystkim skład łu koloidalnego. Gdy porównuje się zawartość frakcji <0,001 w stosunku do całej ilości łu koloidalnego, wydaje się, że jest możliwe dosyć precyzyjne wydzielenie dwóch poziomów iluwalnych – brunatnienia (cambic) i teksturalnych (argillic).

W badanych glebach w obrębie dolnej części osadów pokrywowych rozwijają się współczesne procesy brunatnienia. Stwierdzono to na podstawie badań mikromorfologicznych oraz morfologii wyróżniając poziom Bbr [Zagórski 1995]. Zawartość frakcji $<0,001$ w tym poziomie jest bardzo charakterystyczna. Stanowi ona jedynie nieco ponad połowę całego ładu koloidalnego. Tak mały udział frakcji najdrobniejszej ma z pewnością przyczynę litogeniczną, jaką jest pierwotny jej brak w osadzie, ale równocześnie wskazuje, że współczesne procesy wewnątrzglebowego wietrzenia minerałów pierwotnych nie dostarczają znaczącej ilości frakcji ilastej w poziomach cambic. Podobny wniosek sformułowali Brogowski i Mazurek [1990], ale na bazie szczegółowych badań minerałów ilastych w glebach brunatnych.

W przeciwieństwie do poziomów Bbr zdecydowanie inna sytuacja występuje w warstwie pierwszej (środkowej) gliny i w leżących pod nią piaskach słabogliniastych. W osadach tych w łańcuchu koloidalnym istnieje wyraźna przewaga frakcji $<0,001$. Jak wykazała analiza sedymentologiczna, przyczyną tego nie były specyficzne warunki osadzania materiału, ale wtórne, postsedymentacyjne wzbogacenie. Nastąpiło ono przez pionowe przemieszczenie się najdrobniejszej frakcji przy miarę stabilnym zachowaniu się innych frakcji spławialnych. Widać to wyraźnie przy porównaniu uziarnienia glin środkowej i dolnej nawet przy założeniu występujących między nimi różnic facjalnych. Taki typ iluwacji wskazuje, że wzbogacenie to było wynikiem pedogenicznych procesów przemycania.

Przyjęcie w badanych glebach zawartości frakcji $<0,001$ jako wskaźnika pedogenezy ma szczególnie duże znaczenie dla identyfikacji pierwszej warstwy gliny lodowcowej jako poziomu argillic, mimo że bezpośrednio nad nią nie stwierdzono poziomów eluwalnych Eet, przypuszczalnie całkowicie usuniętych poprzez erozję. Niemożliwe bowiem było w tym przypadku zastosowanie granulometrycznych wskaźników przemieszczania opartych na profilowym bilansie ładu koloidalnego [Kowalkowski, Staszewski 1965]. Także zastosowanie tego samego wskaźnika pozwoliło na określenie warstwy piasku słabogliniastego jako iluwialnego poziomu glebowego IVBt(re). Wskazuje on na bezpośredni związek obecnego uziarnienia piasku z procesami glebotwórczymi zachodzącymi wyżej w glinie.

Spośród innych frakcji granulometrycznych za wskaźnik pedogenezy może posłużyć również charakterystyczna zawartość frakcji $0,02-0,01$ w warstwie kamienisto-żwirowej. Będąc wskaźnikiem intensywnych procesów mrozowych potwierdzałyby tezę, że warstwa ta stanowiła w najzimniejszym okresie wistulianu rodzaj powierzchniowej gleby strukturalnej (peryglacjalnej).

Uzyskane wyniki badań – oprócz tego, że określają czynniki litologiczne i pedologiczne, jakim podlegał substrat glebowy – wskazują również, że następowały one w różnym czasie, często wzajemnie się przenikając. Stanowią więc mogą ważny element przy określaniu wieku poszczególnych poziomów genetycznych [Konecka-Betley 1979]. W przypadku badanych gleb potwierdzają one różniokowy charakter poziomów.

WNIOSKI

1. Przeprowadzone badania wykazały znaczną przydatność metody interpretacji badań granulometrycznych na podstawie wskaźników sedymentologicznych do określenia litogenezy gleb wytworzonych z osadów glacialnych. Na podstawie

wskaźników sedimentologicznych możliwe jest wydzielenie i zdefiniowanie różnych typów osadów występujących w profilach glebowych.

2. W badaniach gleb o niejednorodnej budowie profilów poszerzenie zakresu analiz granulometrycznych może dostarczyć nowych wskaźników do określenia ich litogenezy i pedogenezy. W przypadku badanych gleb rolę taką spełniły frakcje 0,02–0,01 mm i <0,001mm.

3. Duża zbieżność wniosków wynikających z badań granulometrycznych z wynikami badań morfologicznych i mikromorfologicznych wskazuje, że precyzyjna interpretacja uziarnienia tworzywa glebowego może stanowić podstawę identyfikacji różnowiekowych poziomów genetycznych w glebach wytworzonych z osadów glacialnych zlodowacenia warty.

LITERATURA

- BARANIECKA M.D., KONECKA-BETLEY K. 1993: Zmiany litologiczne i pedologiczne w glinach zwałowych zlodowacenia warty w kopalni Bełchatów. *Acta Geograph. Lodzienia* 65: 19–33.
- BROGOWSKI Z., MAZUREK A. 1990: Stan mineralny ziaren o średnicy <0,02 mm w glebie brunatnej wytworzonej z gliny zwałowej. *Rocz. Glebozn.* 41, 1/2: 5–21.
- CZERWIŃSKI A., RÓG Z. 1988: Budowa geologiczna podłoża i morfologia gleb fitocenozą grądu szczyrowego na tarasach kemowych. (W:) Zmiany antropogeniczne wybranych ekosystemów Puszczy Knyszyńskiej. Wydawnictwo Politechniki Białostockiej, Białystok.
- DOBRZAŃSKI B., KONECKA-BETLEY K., CZĘPIŃSKA-KAMIŃSKA D. 1977: Procesy kształtowania się gleb wytworzonych z gliny zwałowej Wysoczyzny Siedleckiej. *Zesz. Nauk. SGGW-AR w Warszawie, Rol.* 16: 9–24.
- GOŹDZIK J. 1973: Geneza i pozycja stratygraficzna struktur peryglacialnych w środkowej Polsce. *Acta Geograph. Lodzienia* 31: pp.117.
- GRADZIŃSKI R., KOSTECKA A., RADOMSKI A., UNRUG R. 1976: Zarys sedimentologii. Wyd. Geol., Warszawa, pp. 627.
- KONECKA-BETLEY K., MAJSTERKIEWICZ T. 1973: Geneza gleb wytworzonych z pokrywowych utworów pyłowych Polski Środkowej. *Rocz. Glebozn.* 24, 2: 133–158.
- KONECKA-BETLEY K. 1979: Reliktowe procesy glebotwórcze w glebach współczesnych wytworzonych z gliny zwałowej. *Zesz. Nauk. SGGW-AR w Warszawie, Rol.* 18: 77–95.
- KOMPUTEROWA ANALIZA UZIARNIENIA MATERIAŁU GLEBOWEGO - TEKSTURA 4.0, 1995. Mem-tech sp. o.o., Toruń, (dyskietka).
- KOWALKOWSKI A., BORZYSZKOWSKI J. 1977: The role of periglacial and extraperiglacial perstruction in the formation of the soil profile in Central Europa. *Folia Quaternaria* 49: 25–37.
- KOWALKOWSKI A., PRUSINKIEWICZ Z. 1963: Wskaźniki granulometryczne jako kryterium jednorodności osadów lodowcowych. *Rocz. Glebozn.* 13, dodatek: 159–162.
- KOWALKOWSKI A., STASZEWSKI T. 1965: Wstępne wyniki badań nad metodyką określania jednorodności skał macierzystych gleb pochodzenia lodowcowego. *Rocz. Glebozn.* 15, 1: 21–36.
- KOWALKOWSKI A., BROGOWSKI Z. 1983: Features of cryogenic environment in soils of continental tundra and arid steppe on the Southern Khangai slope under electron microscope. *Catena* 10: 199–205.
- MYCIELSKA-DOWGIAŁŁO E. 1980: Wstęp do sedimentologii. WSP- Kielce, pp. 178.
- PRUSINKIEWICZ Z. 1969: Application of multivariate statistical analysis and computers in investigation of the genetic homogeneity of glacial deposits. *Zesz. Nauk. UAM, Poznań, Geografia* 8: 149–165.
- PRUSINKIEWICZ Z., KOWALKOWSKI A. 1964. Studia gleboznawcze w Białowieskim Parku Narodowym. *Rocz. Glebozn.* 15, 2, pp. 304.
- PRUSINKIEWICZ Z., PROSZEK P. 1990: Program komputerowej interpretacji wyników analizy uziarnienia gleb - TEKSTURA. *Rocz. Glebozn.* 40, 3/4: 5–16

- PRUSINKIEWICZ Z., KONYS L., KWIATKOWSKA A., 1994: Klasyfikacja uziarnienia gleb i problemy z nią związane. *Rocz. Glebozn.* 45, 3/4: 5–21.
- RACINOWSKI R. SZCZYPEK T. 1985: Prezentacja i interpretacja wyników badań uziarnienia osadów czwartorzędowych. *U. Śl.*, pp. 143.
- ROYSE C.F. 1968: Recognition of fluvial environments by particle-size characteristics. *J. Sediment. Petrol.* 38, 4: 1115–1137.
- RUSZCZYŃSKA-SZENAJCH H. 1981: Aktualne zagadnienia geologii glacialnej. *Biul. IG*, 327: 105–128.
- SYSTEMATYKA GLEB POLSKI. 1989: *Rocz. Glebozn.* 40, 3/4, pp. 150.
- WASHBURN A. 1973: Periglacial processes and environments. Edward Arnold Publ., London pp. 320.
- ZAGÓRSKI Z. 1995: Mikromorfologiczne cechy procesów lito- i pedogenezy w glebach niejednorodnych wytworzonych z osadów glacialnych. *Rocz. Glebozn.* 46, 3/4: 71–93.

Z. ZAGÓRSKI

GRANULOMETRIC INDICES OF LITHO- AND PEDOGENIC PROCESSES IN NON-UNIFORM SOILS DEVELOPED FROM GLACIAL DEPOSITS

Department of Soil Science, Warsaw Agricultural University

SUMMARY

In this paper the results of granulometric investigation on non-uniform soil profiles in the Białowieża Forest sites - NE Poland are presented. The granulometric analysis of soil material carried out in two versions: PSSS standard soil texture analysis and sediment grain-size analysis.

The investigation proved to be suitable sediment grain-size analysis for defining lithogenesis of soil profiles. On the basis of sediment parameters: grain-size curves, mean grain-size, sorting, skewness and kurtosis, in examined soils, 4 type of sediments were found. The close lithogenic profile is as follows: on the top exist silty loamy sands at periglacial superficial formation which originated by surface mass movement (solifluction). Under this sand is the boulder layer referred to as tills residuum and which originated from very frozen climatic conditions. Beneath the boulder layer is the typical glacial formation lying, which contain two glacial loams separated by sandy layer. The upper loam and sand belong to the supraglacial (ablation) facies, however the bottom loam is a typical sediments of inglacial facies.

The granulometric indices of pedogenesis are specific contents of some fractions. In the determined soils, different contents of fraction <0.001 mm enable the distinction into two iluvial horizons – contemporary cambic and relictic argilic. Also, high contents of fraction 0.02–0.01 mm confirm the possible existence periglacial iluvial horizon within boulder layer.

Dr Zbigniew Zagórski

Katedra Gleboznawstwa SGGW

02-528 Warszawa, ul. Rakowiecka 26/30

