

WITOLD CEZARIUSZ KOWALSKI, NINA LIPIŃSKA

Katedra Geologii Inżynierskiej UW, „Geoprojekt”

RODZAJE GRUNTÓW SERII GLIN ZWAŁOWYCH WARSZAWY

(Wnioski z badań znormalizowanych)

W ZWIĄZKU z wielkim rozwojem budownictwa nagromadzona została w archiwach różnych instytucji, przedsiębiorstw i komórek inżyniersko-geologicznych wielka ilość określeń rodzajów gruntów nielitych różnej genezy i to zarówno na podstawie, dającej przybliżone wyniki analizy makroskopowej, jak również na podstawie znacznie dokładniejszych danych analizy uziarnienia. Określenia te, chociaż nie zawsze wykonywane z dostateczną precyzją, jednak ze względu na ich olbrzymią ilość i jednolitość stosowanych metod i zasad klasyfikacyjnych (PN-54/B-02480, PN-55/B-04482, PN-55/B-04483, PN-55/B-04484) stanowią zbiór porównywalnych ze sobą danych, które można opracowywać statystycznie.

Tego rodzaju opracowania statystyczne, chociaż często żmudne i uciążliwe, pozwalają dokładniej scharakteryzować poszczególne grupy genetyczne skał pod względem ich składu gruntowego i częstotliwości występowania w nich poszczególnych rodzajów gruntów.

Znajomość składu gruntowego (tj. całego zespołu rodzajów gruntów) poszczególnych genetycznych grup skał, występujących w poszczególnych regionach geologicznych w przypowierzchniowej strefie skorupy ziemskiej, będącej obiektem działalności inżynierskiej, pozwala na pełniejsze wykorzystanie dla praktycznych potrzeb budowlanych olbrzymich materiałów geologicznych, zwłaszcza regionalnych opracowań kartograficzno-geologicznych, nagromadzonych w odpowiednich jednostkach Centralnego Urzędu Geologii, wyższych uczelni i Polskiej Akademii Nauk — co z kolei ułatwia postawienie dokładniejszej i wiaro-

godniejszej wstępnej prognozy warunków inżyniersko-geologicznych w pierwszych, koncepcyjnych fazach projektowania inżynierskiego wykorzystania terenu. Ponieważ w poszczególnych opracowaniach geologicznych, inżyniersko-geologicznych, geotechnicznych i technicznych istnieje w odniesieniu do gruntów (skał) znaczne różnice terminologiczne i klasyfikacyjne, które stały się niejednokrotnie źródłem wielu nieporozumień, określenie na podstawie norm budowlanych składu gruntowego poszczególnych grup genetycznych skał staje się nie tylko problemem teoretycznym, lecz również praktycznym wymagającym szybkiego opracowania.

Przystępując do realizacji tego zadania opracowano skład gruntowy glin zwałowych Warszawy występujących w strefie wpływu na podłoże działalności inżynierskiej. Jako materiał do badań posłużyły wyniki oznaczeń laboratoryjnych wykonanych w laboratorium Gruntoznawczym Przedsiębiorstwa Geologiczno-Fizjograficznego i Geodezyjnego Budownictwa „Geoprojekt”. Oparcie się na wynikach badań tej jednej pracowni — ze względu na stałość zespołu jej pracowników, a zwłaszcza kierownictwa, przy jednoczesnym przestrzeganiu tych samych metod pracy i masowości oznaczeń — zapewniało w znacznym stopniu spełnienie warunków wymaganych do materiałów podlegających statystycznemu opracowaniu. Materiał ten nagromadzony w latach 1955—1962, pochodzący z 197 placów budowy położonych w różnych dzielnicach miasta stanowiło 1068 wyników makroskopowego określenia rodzaju glin zwałowych według

Tabela I
RODZAJE GRUNTU W SERII GLIN ZWAŁOWYCH WARSZAWY OKREŚLONE NA PODSTAWIE 1068 OZNACZEŃ MAKROSKOPOWYCH

Lp.	Rodzaj gruntu	Ilość określeń	
		w liczbach bezwzględnych	w procentach
1	piaski	9	0,84
2	piaski gliniaste	249	23,32
3	gliny piaszczyste	609	57,02
4	gliny piaszczyste ciężkie	108	10,11
5	gliny	73	6,84
6	gliny ciężkie	18	1,69
7	gliny pylaste	1	0,09
8	gliny pylaste ciężkie	1	0,09
Razem		1068	100,0

PN-55/B-04482 i 133 oznaczeń uziarnienia (składu granulometrycznego) tych glin według PN-55/B-04483 i PN-55/B-04484.

Wyniki 1068 makroskopowych określeń rodzajów gruntu stwierdzonych w glinie zwałowej Warszawy przedstawiono w tab. I.

Przebadane 1068 oznaczeń stanowi w sensie statystycznym próbę, a więc część całej zbiorowości — populacji generalnej, jaką w rozumieniu statystycznym stanowią punktowe oznaczenia budowlanych rodzajów gruntów całej masy serii glin zwałowych Warszawy. Próba ta jest reprezentatywna dla całej masy gliny zwałowej, której budowlane rodzaje gruntów określa się metodą makroskopową. Fakt ten potwierdzają analizy stopniowych, coraz mniejszych ilościowo zmian procentowej zawartości poszczególnych określeń rodzajów gruntu przy wzroście ilości dokonanych określeń poczynając od 133 oznaczeń, przy których wyliczany skład gruntowy podano w tab. II.

Z przeprowadzonej analizy wynika, iż w miarę stopniowego wzrostu ilości oznaczeń skład gruntowy serii glin zwałowych ulega coraz mniejszym wahaniom, a z porównania danych z tab. I i II stwierdzić można, że maksymalne różnice procentowych ilości określeń tych samych rodzajów gruntów nie są większe niż 3,35% (dla glin piaszczystych ciężkich), a dla głównych składników glin zwałowych, tj. dla glin piaszczystych i piasków gliniastych wynoszą kolejno: 3,14% i 0,75%. Naomiast przy przekroczeniu 1000 oznaczeń skład gruntowy glin w miarę dalszego wzrostu ilości oznaczeń zmienia się nie więcej niż o 0,1%.

Przed wyciągnięciem wniosków, wynikających z danych w tabeli I, należy rozważyć zagadnienie dokładności makroskopowych określeń budowlanych rodzajów gruntu. W tym celu porównano wyniki 133 oznaczeń rodzajów gruntu tych samych próbek dokonane zarówno na podstawie analizy makroskopowej, jak i granulometrycznej (uziarnienia). Porównanie takie przedstawia tab. III.

W kolumnie 7 tabeli III podano dla każdego rodzaju gruntu różnice ilości oznaczeń zarówno metodą analizy makroskopowej, jak i granulometrycznej, odejmując od ilości oznaczeń metodą analizy granulometrycznej, która zawsze daje wyniki bardziej miarodajne, ilości oznaczeń metodą makroskopową. W ten sposób wyznaczono błędy pozorne ilości oznaczeń na podstawie analizy makroskopowej w stosunku do analizy granulometrycznej.

Z tabeli III wynikają następujące wnioski:

1. Maksymalna bezwzględna wartość różnicy ilości oznaczeń danego rodzaju gruntu ustalonych na podstawie analizy granulometrycznej i wykonanych makroskopowo (maksymalna bezwzględna wartość błędu pozornego ilości oznaczeń) nie przekracza 6,02%.

2. Średnia arytmetyczna bezwzględnych wartości różnic ilości oznaczeń dokonanych różnymi metodami (średnia arytmetyczna bezwzględnych wartości błędów pozornych ilości każdego oznaczenia) wynosi 1,5%.

Tabela II
RODZAJE GRUNTU W SERII GLIN ZWAŁOWYCH WARSZAWY OKREŚLONE NA PODSTAWIE 133 OZNACZEŃ MAKROSKOPOWYCH

Lp.	Budowlany rodzaj gruntu	Ilość określeń	
		w liczbach bezwzględnych	w procentach
1	piaski	2	1,50
2	piaski gliniaste	30	22,57
3	gliny piaszczyste	80	60,16
4	gliny piaszczyste ciężkie	9	6,76
5	gliny	8	6,01
6	gliny ciężkie	4	3,00
Razem		133	100,0

3. Dla gruntów o większej zawartości frakcji piaszkowej przeważają raczej różnice ujemne, dochodzące do -6,02% (maksymalne wartości ujemne błędów pozornych) łącznie dla glin piaszczystych o dużej zawartości frakcji pyłowej —Gp/G i dla glin o dużej zawartości frakcji piaszkowej —G/Gp. Fakt ten wskazuje na przecenianie udziału frakcji piaszkowej w gruncie podczas badania makroskopowego w stosunku do wyników analizy granulometrycznej.

4. Dla gruntów o większej zawartości frakcji ilowej i pyłowej (glin, glin pylastych) uzyskuje się różnice dodatnie (maksymalne dodatnie wartości błędów pozornych) dochodzące do + 4,51% (dla glin), co wskazuje na niedocenywanie podczas badań makroskopowych udziału tych frakcji w próbkach gruntu w stosunku do wyników analizy granulometrycznej.

5. Dla większości badanych przypadków różnice oznaczeń obu metodami (błędy pozorne) nie przekraczają jednak $\pm 1\%$ ($\pm 0,75\%$).

Z tabeli I, II i III wynikają następujące stwierdzenia:

1. Główną masę serii glin zwałowych Warszawy stanowią w kolejności częstotliwości ich występowania: gliny piaszczyste, piaski gliniaste i gliny piaszczyste ciężkie, a więc zgodnie z PN-54/B-02480 część tych gruntów, które zawierają ponad 50% frakcji piaszkowej. Są to charakterystyczne składniki glin zwałowych Warszawy.

2. Grunty te w stosunku do całej masy glin zwałowych stanowią ponad 84%, na co wskazują wyniki analiz:

granulometrycznej ze 133 oznaczeń — 84,48%
 makroskopowej ze 133 oznaczeń — 89,49%
 makroskopowej z 1068 oznaczeń — 90,45%.

3. Jako składniki poboczne serii glin zwałowych Warszawy występują w ilości z reguły większej niż 1% gliny (poniżej 9,76%), gliny ciężkie (poniżej 3,76%) i piaski (poniżej 2,25%).

4. Pozostałe składniki serii glin zwałowych Warszawy, a więc gliny pylaste i gliny pylaste ciężkie, które reprezentują grunty o zawartości frakcji piaszkowej mniejszej niż 30% i frakcji pyłowej większej niż 50%, są elementem całkowicie akcesorycznym i przypadkowym w normalnie wykształconej glinie zwałowej Warszawy i stwierdzono je w ilościach nieprzekraczających 0,1%.

Określenie składu gruntowego serii glin zwałowych Warszawy i częstotliwości występowania w nim poszczególnych rodzajów gruntów pozwala na:

1. Wyjaśnienie jak różne są rodzaje gruntów według klasyfikacji granulometrycznej serii gliny zwałowej — jednego tylko rodzaju według klasyfikacji genetycznej.

2. Wykazanie stałości składu gruntowego serii glin zwałowych i wydzielenie składników charakterystycznych pobocznych i akcesorycznych.

3. Uchwycenie zmienności granulometrycznej serii glin zwałowych i prawdziwości tej zmienności.

4. Właściwą wstępną oceną warunków inżyniersko-geologicznych na obszarach występowania serii glin zwałowych w Warszawie i przyległym regionie na

PORÓWNANIE OZNACZEŃ RODZAJÓW GRUNTÓW SERII GLIN ZWAŁOWYCH WARSZAWY NA PODSTAWIE ANALIZY MAKROSKOPOWEJ GRANULOMETRYCZNEJ TYCH SAMYCH 133 PRÓBEK

Lp.	Rodzaj gruntu	Ilość oznaczeń na podstawie analizy:				Różnica ilości oznaczeń obu metodami w %/%
		granulometrycznej		makroskopowej		
		w liczbach bezwzględnych	w procentach	w liczbach bezwzględnych	w procentach	
1	2	3	4	5	6	7
1	piaski — p	2	1,50	2	1,50	0
2	piaski pylaste o dużej zawartości frakcji pyłowej (na granicy z pyłem piaszczystym) — P _n /p.	1	0,75	—	—	+0,75
3	piaski gliniaste o małej zawartości frakcji ilowej (na granicy z piaskiem) — Pg/Pd.	—	—	3	2,26	-2,26
4	piaski gliniaste — Pg	27	20,31	24	18,05	+2,26
5	piaski gliniaste o dużej zawartości frakcji ilowej (na granicy z gliną piaszczystą) — Pg/Gp.	14	10,53	3	2,26	-3,01
6	gliny piaszczyste o dużej zawartości frakcji piaszkowej (na granicy z piaskiem gliniastym) — Gp/Pg.			15	11,28	
7	gliny piaszczyste — Gp	57	42,86	56	42,10	+0,76
8	gliny piaszczyste o dużej zawartości frakcji pyłowej (na granicy z glin) — Gp/G.	2	1,50	5	3,76	-6,02
9	gliny o dużej zawartości frakcji piaszkowej (na granicy z gliną piaszczystą) — G/Gp.			5	3,76	
10	gliny piaszczyste o dużej zawartości frakcji ilowej (na granicy z gliną piaszczystą ciężką) — Gp/Gpc.	1	0,75	4	3,01	-2,26
11	gliny piaszczyste ciężkie — Gpc.	10	7,53	9	6,77	+0,76
12	gliny — G.	7	5,26	1	0,75	+4,51
13	gliny o małej zawartości frakcji ilowej (na granicy z pyłem piaszczystym) — G/p.	2	1,50	1	0,75	+0,75
14	gliny o dużej zawartości frakcji pyłowej (na granicy z gliną pylastą) — G/G _n	2	1,50	1	0,75	+0,75
15	gliny o dużej zawartości frakcji ilowej (na granicy z gliną ciężką) — G/Gc	2	1,50	—	—	+1,50
16	gliny ciężkie — Gc	1	0,75	2	1,50	-0,75
17	gliny ciężkie o małej zawartości frakcji pyłowej (na granicy z gliną piaszczystą ciężką) — Gc/Gpc	3	2,26	2	1,50	+0,76
18	glina ciężka o dużej zawartości frakcji ilowej (na granicy z iłem) — Gc/I	1	0,75	—	—	+0,75
19	glina pylasta o dużej zawartości frakcji pyłowej (na granicy z gliną pylastą ciężką) — G _n /G _{nc}	1	0,75	—	—	+0,75
	Razem	133	100,00	133	100,00	0,00

podstawie opracowań geologicznych opartych na klasyfikacji genetycznej.

Poza tym z analizy danych zawartych w tabeli III wysnuć można następujące ważne dla projektowania inżyniersko-geologicznych badań glin zwałowych praktyczne wnioski ogólne:

1. W przypadku określenia składu gruntowego serii glin zwałowych (zwłaszcza dla ogólnej oceny warunków inżyniersko-geologicznych, np. przy badaniach regionalnych podstawowe znaczenie ma duża ilość dobrze wykonanych analiz makroskopowych, a podrzędne kontrolne (z konieczności ograniczona) niewielka ilość analiz granulometrycznych.

2. Przy wykonywaniu badań inżyniersko-geologicznych dla pierwszych stadiów projektowania obiektów budowlanych większą rolę odgrywają nadal masowe wyniki dobrze wykonywanych analiz makroskopowych, niż z reguły nieliczne punktowe wyniki analiz granulometrycznych.

3. Dopiero przy wykonywaniu dokumentacji inżyniersko-geologicznych dla końcowych stadiów (zwłaszcza przy projekcie podstawowym = technicznym) większego znaczenia nabierają wyniki analiz granulometrycznej.

SUMMARY

Grounds containing over 50 per cent of sand fraction, and having sand grains of more than 0,05 mm in diameter are main constituents (over 84 per cent) of boulder clay series in Warsaw. According to the frequency of determinations, there are: sandy boulder clays, clayey sands and heavy sandy boulder clays. Apparent error arising when determining the kind of ground of boulder clay series by means of macroscopic analyse is, in relation to the granulometric analyse (sieve and areometric analyse), rela-

tively small, and frequently does not exceed ± 1 per cent, exceptionally reaching up to 6 per cent.

The arithmetic mean of absolute values of apparent errors does not exceed 1,5 per cent. It results of this that the well performed macroscopic analyse is of great importance in geological-engineering investigations, particularly in regional researches, and in study on preliminary works in projecting the constructions.

РЕЗЮМЕ

Основными компонентами, превышающими 84%, серии валунных глин Варшавы являются грунты, которые содержат свыше 50% песчаной фракции с величиной зерна больше 0,05 мм. Они представ-

лены, в последовательности по количеству определений: песчанистыми глинами, глинистыми песками, тяжелыми песчанистыми глинами. Кажущаяся ошибка определения типа грунта серии валунных глин при помощи макроскопического анализа, по отношению к гранулометрическому (ситовому и ареометрическому) анализу, относительно небольшая и, чаще всего, не превышает 1%, в исключительных случаях достигает 6%. Средняя арифметическая абсолютной величины кажущихся ошибок не превышает 1,5%. Это указывает на необходимость точного выполнения макроскопического анализа в инженерно-геологических исследованиях, особенно в региональных исследованиях и в подготовке материалов для вступительных стадий проектирования построек.