

MICHALINA FLIEGER-SZYMAŃSKA, KATARZYNA MACHOWIAK

Instytut Inżynierii Lądowej  
Politechnika Poznańska

## PODSTAWOWE PARAMETRY GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKIE IŁÓW WARWOWYCH WYSTĘPUJĄCYCH W DOLINIE STRUMIENIA JUNIKOWSKIEGO

**Streszczenie.** W niniejszym artykule przedstawiono wyniki badań laboratoryjnych iłów warwowych w południowo-zachodniej części miasta Poznania, w centralnej części dorzecza Strumienia Junikowskiego. Celem badań było określenie podstawowych parametrów geologiczno-inżynierskich iłów zastoiskowych. Niejednorodność iłów warwowych w profilu wynika przede wszystkim z różnic w granulometrii osadu (warstwowania – laminy ciemne i jasne), powodując zmienność właściwości fizycznych i mechanicznych. Interpretując właściwości geologiczno-inżynierskie podłoża budowlanego wykształconego w postaci gruntów o anizotropowej strukturze, powinno się traktować je jako całość (monolit). Dlatego też większość analiz laboratoryjnych przeprowadzono dla prób monolitycznych, bez rozdzielania na warwy jasne i ciemne. Wyniki badań własnych parametrów fizycznych poddano obróbce statystycznej. Wartości wilgotności naturalnej i granic konsystencji charakteryzują się znacznymi przedziałami zmienności. Iły warwowe cechują wysokie wartości porowatości oraz wskaźnika porowatości, dlatego ich gęstości objętościowe są stosunkowo małe. Obliczony średni współczynnik filtracji dla próbek o nierozdzielnych laminach (monolitów) wskazuje, że grunty te są nieprzepuszczalne oraz słabo izolujące. Z analizy danych wynika, że dominują próbki o średniej i wysokiej plastyczności średnim i wysokim pęcznieniu oraz średniej i wysokiej potencjalnej ekspansji.

**Słowa kluczowe:** iły warwowe, grunty specyficzne, parametry geologiczno-inżynierskie, badania laboratoryjne

### Wstęp

Występowanie utworów zastoiskowych związane jest z sedymentacją w warunkach proglacialnych, w okresie zlodowaceń półkuli północnej. W Polsce na obszarach objętych kilkoma zlodowaceniami zachowało się wiele kopalnych zastoisk o różnej wielko-

ści i wieku. Grunty zastoiskowe występujące w północnej oraz środkowej Polsce na powierzchni terenu w wielu przypadkach stanowią podłoże budowli inżynierskich.

Zastoiskowe iły warwowe, zwane też wstęgowymi, w profilu pionowym są osadami bardzo niejednorodnymi pod względem granulometrycznym. Charakteryzują się specyficzną strukturą, z naprzemiennym występowaniem warstw jasnych (piaszczysto-pylastych lub pylastych) oraz warstw ciemnych (pylasto-ilastych lub ilastych). Rytmiczna sedimentacja osadów warwowych to wynik zmian warunków depozycji, jakie zachodziły w okresie rocznym (np. GRADZIŃSKI i IN. 1976). Anizotropia struktury powoduje zmienność właściwości fizycznych i mechanicznych gruntów zastoiskowych oraz stanowi problem przy poprawnym określaniu wartości ww. właściwości.

W publikacji przedstawiono geologiczno-inżynierską charakterystykę osadów zastoiskowych występujących w południowo-zachodniej części miasta Poznania, opartą w znacznym stopniu na badaniach prowadzonych w ramach pracy magisterskiej (FLIEGER 2006). W celu określenia parametrów geologiczno-inżynierskich iłów warwowych przeprowadzono badania terenowe i laboratoryjne.

## **Material i metody**

### **Charakterystyka obszaru badań**

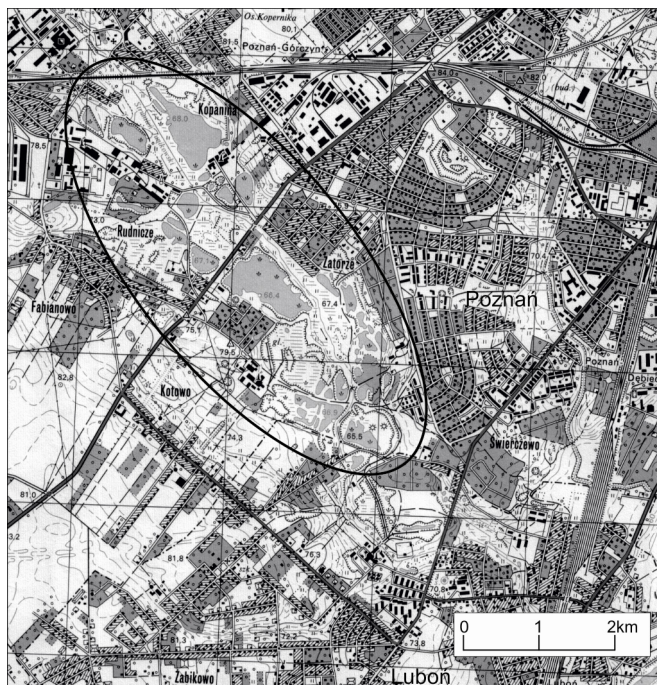
Obszar badań obejmuje centralną część dorzecza Strumienia Junikowskiego, gdzie obecnie znajduje się ponad 40 zbiorników wodnych, które powstały w wyniku eksploatacji iłów warwowych i glin zwałowych na tym terenie (rys. 1). Wydobycie surowca naturalnego zakończono na przełomie lat 60. i 70. XX wieku (DORZECZE... 1995).

Obecnie obszary poeksploatacyjne stanowią nieużytki i łąki sąsiadujące z ogródkami działkowymi oraz zabudową mieszkalną. W centralnej części zastoiska, prostopadle do Strumienia Junikowskiego przebiega droga krajowa nr 5 (część ul. Głogowskiej), zmodernizowana przez ostatnie lata i poszerzona do dwupasmowej w obu kierunkach ruchu.

Omawiany teren położony jest, według podziału KONDRACKIEGO (2000), w obrębie Równiny Poznańskiej. Jest to obszar zdenudowanej wysoczyzny morenowej zlodowacenia bałtyckiego, która została rozcięta rynną glacialną przebiegającą z północnego zachodu na południowy wschód, o wysokościach bezwzględnych 65-76 m n.p.m. W rynnę tej sedymentowały utwory zastoiskowe między dwiema starszymi fazami zlodowacenia Wisły – leszczyńską a następującą po niej fazą poznańską. Z kolei w holocenie, zgodnie z kierunkiem rynny glacialnej, utworzyła się dolina Strumienia Junikowskiego (JÓZEFOWICZ i IN. 1972).

### **Metodyka badań**

W celu przedstawienia uogólnionej charakterystyki geologiczno-inżynierskiej iłów zastoiskowych w dolinie Strumienia Junikowskiego w Poznaniu wykonano w pierwszej kolejności badania terenowe. Pobrano 33 próbki o nierozdzielnych warwach (monolity) i naruszonej strukturze – za pomocą ręcznych sond penetracyjnych oraz 28 próbek monolitycznych o nienaruszonej strukturze – bezpośrednio z odsłoneń. Dodatkowo wzięto 40 próbek bruzdowych rozdzielonych na warwy jasne i ciemne, które posłużyły do analizy granulometrycznej.



Rys. 1. Położenie terenu badań na tle mapy topograficznej (pomniejszony arkusz Poznań N-33-130-D w skali 1:50 000)

Fig. 1. Location of study area on the background maps (scaled down sheet Poznań N-33-130-D in the scale 1:50 000)

Pobrano również z 5 otworów wiertniczych o maksymalnej głębokości 5,2 m próbki gruntu – co 0,1 m, w celu oceny zmienności wilgotności wraz ze wzrostem głębokości.

Badania laboratoryjne na pobranych próbkach gruntu wykonano zgodnie z Polskimi Normami PN-88/B-04480 Grunty budowlane. Badanie próbek gruntu oraz PN-R-04032 Gleby i utwory mineralne. Pobieranie próbek i oznaczanie składu granulometrycznego oraz na podstawie Laboratoryjnych badań gruntów (MYŚLIŃSKA 2001).

Analiza laboratoryjna obejmowała oznaczenie następujących parametrów: wilgotności naturalnej ( $w_n$ ), granicy plastyczności ( $w_p$ ), granicy płynności ( $w_L$ ), swobodnego pęcznienia według H.J. Gibbsa i W.G. Holtza ( $FS_{HG}$ ), gęstości objętościowej gruntu ( $\rho$ ) oraz gęstości objętościowej szkieletu gruntowego ( $\rho_d$ ). Wykonana została także analiza granulometryczna metodą areometryczną wg Prószyńskiego zarówno dla prób monolitycznych, jak i bruzdowych.

Na podstawie wyników badań laboratoryjnych wyznaczono granicę skurczalności ( $w_s$ ), wskaźnik plastyczności ( $I_p$ ), stopień plastyczności ( $I_L$ ), porowatość ( $n$ ) oraz wskaźnik porowatości ( $e$ ). Współczynnik filtracji ( $k$ ) obliczono na podstawie wzoru Carmana-Kozeny (za LISZKOWSKĄ 1996). Za pomocą nomogramów określono plastyczność i pęcznienie gruntu według nomogramu Casagrande'a zmodyfikowanego przez GRABOWSKĄ-OLSZEWSKĄ (1998) oraz ekspansywność gruntu i aktywność kolo-

dalną (A) na podstawie nomogramu według Van der Merwego (Van der Merwe 1964 za GRABOWSKĄ-OLSZEWSKĄ 1998).

## Wyniki badań

### Parametry fizyczne ilów warwowych

Wyniki badań własnych właściwości fizycznych poddano obróbce statystycznej, w celu przedstawienia podstawowych parametrów geologiczno-inżynierskich osadów warwowych występujących w dolinie Strumienia Junikowskiego.

Mediana dla omawianych ilów warwowych jest porównywalna bądź zgodna z wartościami średniej arytmetycznej parametrów fizycznych (tab. 1).

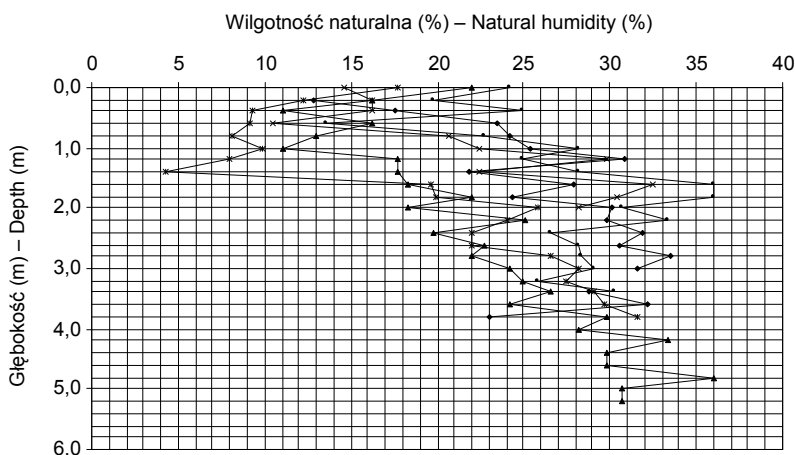
Tabela 1. Odchylenie standardowe, moda, mediana, średnia arytmetyczna, przedział zmienności wyznaczonych parametrów fizycznych dla próbek z badań własnych

Table 1. Standard deviation, mode, median, arithmetic mean, range of variation appointed physical features for samples from own research

Parametr Parameter	Liczba próbek Number of samples	Przedział zmienności od-do Range of variation from-to	Średnia arytmetyczna Arithmetic mean	Moda Mode	Mediana Median	Odchylenie standardowe Standard deviation
w <sub>n</sub> (%)	33	16,57-38,91	27,86	24,61	27,48	5,63
w <sub>p</sub> (%)	33	17,10-30,91	22,67	22,76	22,15	3,50
w <sub>L</sub> (%)	33	27,95-63,86	46,10	39,09	47,08	8,52
w <sub>s</sub> (%)	33	9,15-25,28	16,81	17,42	17,18	3,53
I <sub>p</sub> (%)	33	9,52-36,99	23,43	–	23,08	6,85
I <sub>L</sub>	33	–0,43-0,67	0,24	0,39	0,24	0,21
A	33	0,49-2,04	1,10	0,85	1,00	0,38
FS <sub>HG</sub> (%)	33	0-50	24,09	20,00	20,00	11,45
n	28	0,34-0,49	0,44	0,44	0,44	0,04
e	28	0,51-0,97	0,78	0,79	0,79	0,13
k (m/s)	28	1,67·10 <sup>-10</sup> -3,32·10 <sup>-8</sup>	7,96·10 <sup>-9</sup>	1,17·10 <sup>-8</sup> -1,37·10 <sup>-9</sup>	2,15·10 <sup>-9</sup>	9,15·10 <sup>-9</sup>
ρ (g/cm <sup>3</sup> )	28	1,61-2,15	1,89	1,75	1,90	0,12
ρ <sub>d</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	28	1,36-1,79	1,52	1,64	1,50	0,11

Odchylenie standardowe mierzy rozproszenie parametrów w jednostkach wykonanych pomiarów i dla większości analizowanych parametrów jest znaczne. Przedziały zmienności przedstawiające wartość maksymalną i minimalną analizowanych parametrów fizycznych również są znaczne i zostały przedstawione w tabeli 1.

Wykonane badania wilgotnościowe w pięciu otworach badawczych wykazały dużą zmienność wilgotności iłów warwowych w profilu pionowym (rys. 2), co może być związane ze zmienną zawartością frakcji iłowej w poszczególnych warwach (tab. 2), a w rezultacie – z anizotropową strukturą tych gruntów. Wyniki wskazują na dużą wrażliwość iłów na zmiany wilgotnościowe.



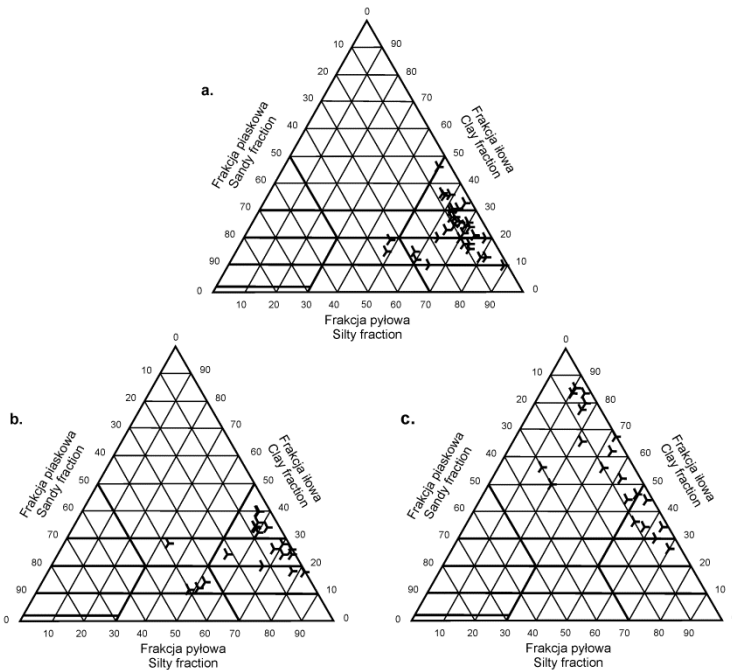
Rys. 2. Zestawienie zmienności wilgotności wraz z głębokością  
 Fig. 2. The relationship of changing humidity to burrowing depth

### Skład granulometryczny iłów warwowych

Iły warwowe pod względem granulometrycznym są zróżnicowane i zaliczane do gruntów spoiwystych wg normy PN-86/B-02480. Wyniki badań składu granulometrycznego przedstawiono graficznie za pomocą trójkąta Fereta – osobno dla prób monolitycznych i prób bruzdowych, aby zwrócić uwagę na duże różnice dotyczące zawartości poszczególnych frakcji (rys. 3).

Na podstawie wyników analizy areometrycznej dla 33 próbek monolitycznych, iły zastoiskowe charakteryzują się zasadniczo małą zawartością frakcji iłowej, która waha się w przedziale 10-46% (tab. 2). W badanych próbkach dominuje frakcja pyłowa o zawartości 48-89%. Zawartość frakcji piaskowej zmienia się w granicach 1-36% (FLIEGER-SZYMAŃSKA i MACHOWIAK 2010). W oparciu o poszczególne zawartości frakcji, za pomocą trójkąta Fereta, analizowanym próbkom przypisane zostały granulometryczne nazwy gruntów (rys. 3a). Iły zastoiskowe pod względem granulometrycznym są zróżnicowane, dlatego można je określić jako glinę G (2 próbki), glinę pylistą  $G\pi$  (13 próbek), glinę pylistą związłą  $G\pi z$  (11 próbek) i ił pylisty  $I\pi$  (7 próbek).

Widoczna jest duża zmienność zawartości frakcji iłowej, która waha się w przedziale 12-50% dla warw jasnych (rys. 3b) i 26-84 % dla warw ciemnych (rys. 3c). W obrębie warw jasnych ze względu na skład granulometryczny można wydzielić ił pylisty  $I\pi$  (7 próbek), glinę pylistą związłą  $G\pi z$  (6 próbek), glinę związłą Gz (1 próbka), glinę pylistą  $G\pi$  (3 próbki) i glinę G (3 próbki). Z kolei warwy ciemne można określić jako ił I (12 próbek), ił pylisty  $I\pi$  (5 próbek), glinę pylistą związłą  $G\pi z$  (3 próbki).



Rys. 3. Wyniki badań granulometrycznych przedstawione na trójkącie Fereta zgodnie z normą PN-86/B-02480, a – dla prób monolitycznych, b – dla prób bruzdowych – warwa jasna, c – dla prób bruzdowych – warwa ciemna  
 Fig. 3. Results of grain size analysis presented on the Feret's triangle according to standard PN-86/B-02480, a – for monolithic samples, b – for groovy samples – light varve, c – for groovy samples – dark varve

Różnice w zawartości poszczególnych frakcji w osadach warwowych zestawiono w tabeli 2.

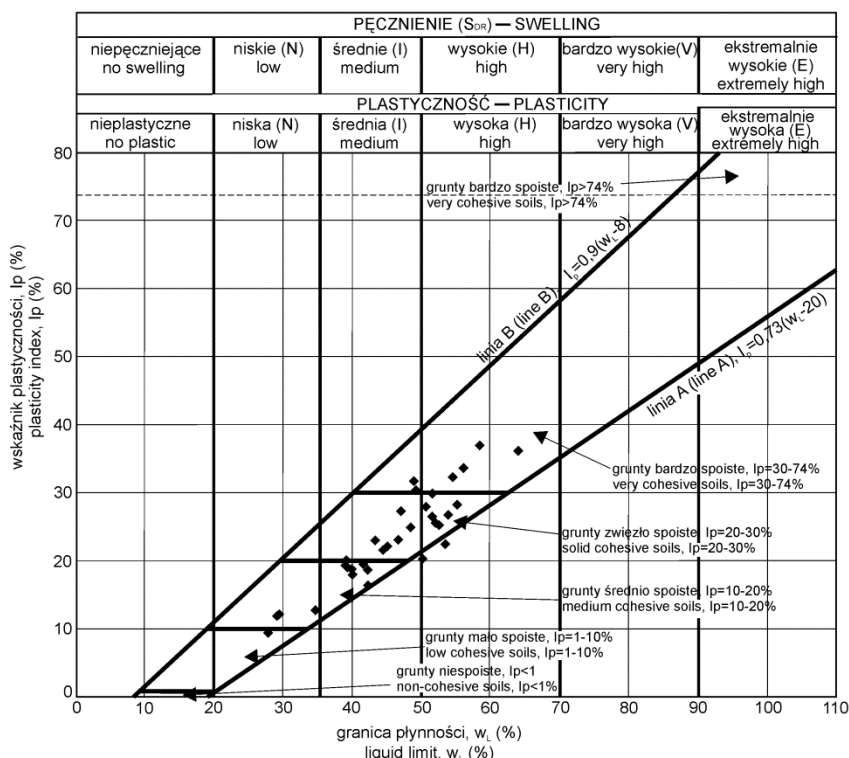
Tabela 2. Zestawienie zawartości procentowej poszczególnych frakcji  
 Table 2. The list of the percentage of each fraction

Rodzaj badanych prób Type of samples	Zawartość procentowa poszczególnych frakcji Percentage of each fraction		
	f <sub>p</sub>	f <sub>π</sub>	f <sub>i</sub>
Próby monolityczne Monolithic samples	1-36	48-89	10-46
Próby bruzdowe – warwy jasne Groovy samples – light varves	0-40	34-82	12-50
Próby bruzdowe – warwy ciemne Groovy samples – dark varves	0-30	10-70	26-84

## Plastyczność, pęcznienie i zdolność do ekspansji ilów warwowych

Zmiany deformacyjne zachodzące w gruntach spoistych – w efekcie współdziałania fazy stałej gruntu (szkieletu mineralnego) z fazą ciekłą (wodą) – są często przyczyną awarii budowlanych, tam gdzie występują one płytko pod powierzchnią terenu, w strefie oddziaływania budowli na podłoże gruntowe. Niezależnie od genezy i wieku ily przejawiają podatność na zjawiska ekspansywne. Zaliczane są do gruntów o specyficznych właściwościach – są podatne na zmiany swojej objętości (pęcznienie, skurcz) w wyniku zmian wilgotności. O intensywności zjawisk pęcznienia i skurczu decyduje głównie rodzaj minerałów iłowych oraz zawartość frakcji iłowej (JEZ 2001, FLIEGER i JEZ 2007).

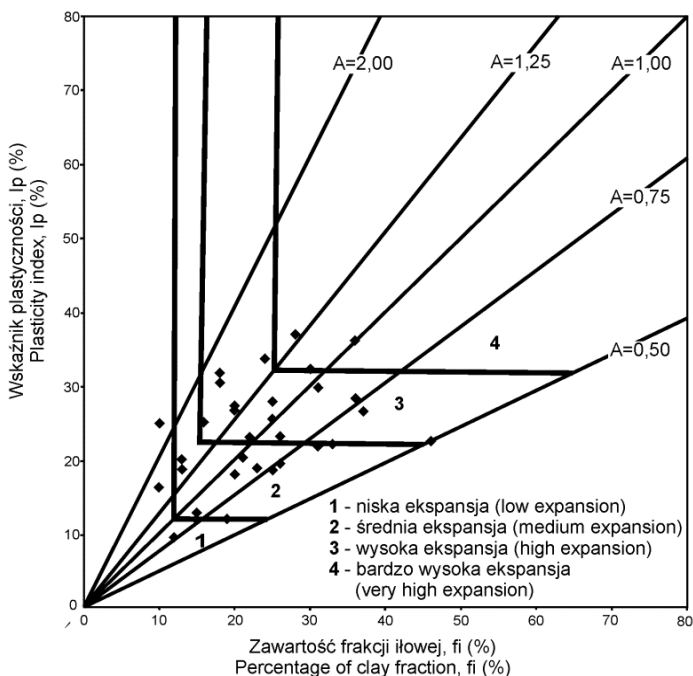
Stosując nomogram Casagrande'a – zmodyfikowany przez GRABOWSKĄ-OLSZEWSKĄ (1998; rys. 4) – do oceny plastyczności i pęcznienia oraz spoistości gruntów, stwierdzono, że rozrzut punktów jest znaczny, ale dominują grunty o średniej i wysokiej plastyczności (łącznie 29 próbek, czyli stanowią 87,9% badanych próbek) oraz o średnim i wysokim pęcznieniu (łącznie 29 próbek, czyli stanowią 87,9% badanych próbek), średniospoiste i zwięzłospoiste (łącznie 26 próbek, czyli 78,8% analizowanych próbek).



Rys. 4. Nomogram Casagrande'a zmodyfikowany przez GRABOWSKĄ-OLSZEWSKĄ (1998) dla 33 próbek o strukturze naruszonej

Fig. 4. The Casagrande nomogram modified by GRABOWSKA-OLSZEWSKA (1998) for 33 samples with intact structure

Na podstawie zależności między procentową zawartością frakcji iłowej ( $f_i$ ) a wskaźnikiem plastyczności ( $I_p$ ) został opracowany przez VAN DER MERWEGO (1964) nomogram pozwalający określić potencjalną ekspansywność gruntów (rys. 5). Nomogram wzbogacono o proste, opisane kolejno równaniami:  $A = 0,5$ ,  $A = 0,75$ ,  $A = 1,0$ ,  $A = 1,25$ ,  $A = 2,0$ . Pozwalają one na odczytanie również aktywności koloidalnej gruntu według klasyfikacji Heada (Head 1992 za GRABOWSKĄ-OLSZEWSKĄ 1998).



Rys. 5. Nomogram pozwalający określić potencjalną ekspansywność (PE) według Van der Merwego (1964), zmodyfikowany przez GRABOWSKĄ-OLSZEWSKĄ (1998), sporządzony dla 33 próbek o naruszonej strukturze

Fig. 5. The potential expansiveness nomogram by Van der Merwe (1964), modified by GRABOWSKA-OLSZEWSKA (1998) for 33 samples with intact structure

Badane ły zastoiskowe charakteryzują się potencjalną ekspansją (PE) od niskiej do bardzo wysokiej oraz zróżnicowaną aktywnością koloidalną ( $A$ ). W większości analizowane próbki mają średnią i wysoką potencjalną ekspansję (łącznie 78,8% badanych próbek).

Według klasyfikacji Heada, grunty te można zaliczyć od nieaktywnych ( $A < 0,75$ ) do bardzo aktywnych ( $A > 2,00$ ), przy czym przeważają próbki iłów o normalnej aktywności ( $A = 0,75-1,25$ ) oraz aktywne ( $A = 1,25-2,00$ ), które łącznie stanowią 81,8% badanych próbek.



## Wnioski

1. Liczne badania własne iłów zastoiskowych występujących w centralnej części dorzecza Strumienia Junikowskiego dowodzą, że utwory te sprawiają trudności w jednoznacznej charakterystyce geologiczno-inżynierskiej. Duża zmienność wartości parametrów spowodowana jest zróżnicowanym składem granulometrycznym, związanym z anizotropową teksturą w profilu pionowym osadów warwowych.

2. Według badań własnych iły warwowe mają następujące parametry fizyczne zestawione w poniższej tabeli:

Parametr Parameter	$w_n$ (%)	$w_p$ (%)	$w_L$ (%)	$w_s$ (%)	$I_p$ (%)	$I_L$
Przedział zmienności od-do Range of variation from-to	16,57-38,91	17,10-30,91	27,95-63,86	9,15-25,28	9,52-36,99	-0,43-0,67
Średnia arytmetyczna Arithmetic mean	27,86	22,67	46,10	16,81	23,43	0,24

Parametr Parameter	A	$FS_{HG}$ (%)	n	e	k (m/s)	$\rho$ (g/cm <sup>3</sup> )	$\rho_d$ (g/cm <sup>3</sup> )
Przedział zmienności od-do Range of variation from-to	0,49-2,04	0-50	0,34-0,49	0,51-0,97	$1,67 \cdot 10^{-10}$ - $-3,32 \cdot 10^{-8}$	1,61-2,15	1,36-1,79
Średnia arytmetyczna Arithmetic mean	1,10	24,09	0,44	0,78	$7,96 \cdot 10^{-9}$	1,89	1,52

Iły warwowe charakteryzują się wysokimi wartościami porowatości oraz wskaźnika porowatości, dlatego ich gęstości objętościowe są stosunkowo małe. Obliczony średni współczynnik filtracji dla iłów warwowych wskazuje, że utwory te to grunty nieprzepuszczalne oraz słabo izolujące. Obliczona średnia arytmetyczna aktywności koloidalnej ( $A = 1,10$ ) umożliwia zaliczenie iłów zastoiskowych do gruntów normalnie aktywnych (wg Heada).

3. Pod względem granulometrycznym iły warwowe reprezentowane są – jak wynika z badań prób monolitycznych – głównie przez glinę pylastą zwięzłą, glinę pylastą oraz ily pylasty. Dominującą frakcją w iłach zastoiskowych jest frakcja pyłowa (48-89%). Badania prób bruzdowych dowodzą, że pod względem granulometrycznym warwy jasne reprezentowane są głównie przez ily pylasty i glinę pylastą zwięzłą, a warwy ciemne przez ily i ily pylasty.

4. Pęcznienie, plastyczność, spoistość oraz zdolność do ekspansji zostały określone na podstawie nomogramów. Dominują próbki iłów zastoiskowych o średniej i wysokiej plastyczności (87,9% badanych próbek) oraz o średnim i wysokim pęcznieniu (87,9% badanych próbek), średnio i zwięzła spoiste (78,8% badanych próbek). W większości analizowane próbki mają średnią i wysoką potencjalną ekspansję (78,8% badanych próbek).

## Literatura

- DORZECZE Strumienia Junikowskiego – stan obecny i perspektywy. Konferencja Naukowa UAM. 1995. Red. A. Kaniecki. Wyd. Sorus, Poznań.
- FLIEGER M., 2006. Uogólniona charakterystyka geologiczno-inżynierska iłów zastoiskowych w południowo-zachodniej części miasta Poznania. Maszynopis. Instytut Geologii UAM Zakład Geologii i Ochrony Wód, Poznań.
- FLIEGER M., JEŹ J., 2007. Wpływ warunków ekologicznych na charakterystyki geotechniczne gruntu pęczniącego na przykładzie iłów. W: XVIII Ogólnopolska Interdyscyplinarna Konferencja Naukowo-Techniczna „Ekologia a budownictwo”. Red. L. Runkiewicz, H. Buszko, H. Raszka. Wyd. Polski Związek Inżynierów i Techników Budownictwa, Bielsko-Biała: 133-143.
- FLIEGER-SZYMAŃSKA M., MACHOWIAK K., 2010. Wstępne dane na temat zróżnicowania składu granulometrycznego iłów warwowych w dorzeczu Strumienia Junikowskiego w południowo-zachodniej części Poznania. Arch. Inst. Inż. Łąd. 7: 45-53.
- GRABOWSKA-OLSZEWSKA B., 1998. Geologia stosowana. Właściwości gruntów nienasyconych. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa.
- GRADZIŃSKI R., KOSTECKA A., RADOMSKI A., UNRUG R., 1976. Sedymentologia. Wyd. Geologiczne, Warszawa.
- JEŹ J., 2001. Przyrodnicze aspekty bezpiecznego budownictwa. Wyd. PP, Poznań.
- JÓZEFOWICZ M., MAZUCHOWSKA A., DĄBROWSKA A., 1972. Opracowanie fizjograficzne problemowe Poznań – Glinianki. Dokumentacja archiwalna. Warszawa.
- LISZKOWSKA E., 1996. Wzór Carmana-Kozeny uniwersalnym wzorem na obliczanie współczynnika filtracji. Geologos 1: 193-201.
- MYŚLIŃSKA E., 2001. Laboratoryjne badania gruntów. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa.
- POLSKA NORMA PN-88/B-04480 Grunty budowlane. Badanie próbek gruntu.
- POLSKA NORMA PN-R-04032 Gleby i utwory mineralne. Pobieranie próbek i oznaczanie składu granulometrycznego.

## BASIC PARAMETERS ENGINEERING-GEOLOGICAL PARAMETERS OF VARVED CLAYS IN JUNIKOWSKI STREAM VALLEY

**Summary.** The report presented laboratory results of varved clays from the middle part of the catchment area of Junikowski Stream, in the south-western part of Poznań. Purpose of this study was to determine basic geological-engineering parameters of stagnation clays. Variability of physical-chemical features caused by pronounced vertical heterogeneity of varved clays is the result of differences of the grain size composition. When we interpret geological-engineering features of construction ground forming as anisotropic-textural soils we most treat them as whole (monolith). Therefore most of the laboratory analysis was performed for monolithic samples without dividing into light and dark varves. Results of self research of physical features been treated statistically. Values of natural humidity and boundaries of consistency are distinguished by considerable variability. Varved clays have high value of porosity and index of porosity therefore their volume density is relatively low. Calculated average filtration coefficient points that the soils are impermeable and poorly-insulating. From nomograms it appears that medium- and high-plasticity, medium- and high-expansion and potential expansion samples are dominant.

**Key words:** varved clays, specific soils, engineering-geological parameters, laboratory research

Flieger-Szymańska M., Machowiak K., 2011. Podstawowe parametry geologiczno-inżynierskie ilów warwowych występujących w dolinie Strumienia Junikowskiego. *Nauka Przyr. Technol.* 5, 5, #80.

---

*Adres do korespondencji – Corresponding address:*

*Katarzyna Machowiak, Instytut Inżynierii Lądowej, Politechnika Poznańska, ul. Piotrowo 5, 61-138 Poznań, Poland, e-mail: kamachow@amu.edu.pl*

*Zaakceptowano do druku – Accepted for print:*

*13.06.2011*

*Do cytowania – For citation:*

*Flieger-Szymańska M., Machowiak K., 2011. Podstawowe parametry geologiczno-inżynierskie ilów warwowych występujących w dolinie Strumienia Junikowskiego. *Nauka Przyr. Technol.* 5, 5, #80.*