

BADANIA WŁAŚCIWOŚCI GEOTECHNICZNYCH UTWORÓW POKRYW STOKOWYCH Z DOLINY POTOKU SIARKI W OKOLICACH MIEJSCOWOŚCI SIARY I OWCZARY KOŁO GORLIC

Tymoteusz Zydrzeń, Karolina Kalita-Kuźnia, Maria Gryboś,
Joanna Marcinkowska

Uniwersytet Rolniczy w Krakowie

Streszczenie. W pracy przedstawiono wyniki badań parametrów geotechnicznych gruntów pokryw stokowych pochodzących z doliny potoku Siarki w okolicach miejscowości Siary i Owczary w Beskidzie Niskim, gdzie w czerwcu 2010 r. wystąpiły liczne ruchy masowe. Wyniki badań wykazały, że badane grunty stanowią głównie pyły ilaste z piaskiem oraz żwirem, charakteryzujące się niską i średnią plastycznością. Stwierdzono, że badane grunty charakteryzują się odpowiednią zagęszczalnością z punktu widzenia ich przydatności do celów budowy nasypów drogowych. Z drugiej strony grunty te są wrażliwe na zmiany wilgotności, co wykazały wyniki badań nośności i wytrzymałość na ścinanie, zwłaszcza w przypadku wartości spójności. Ogólnie stwierdzono, że grunty te mogą stanowić dobre podłoże drogowe w miejscach suchych lub pod warunkiem ich odizolowania od wpływu wody gruntowej.

Słowa kluczowe: parametry geotechniczne, wytrzymałość na ścinanie, pokrywy stokowe, Beskid Niski

WPROWADZENIE

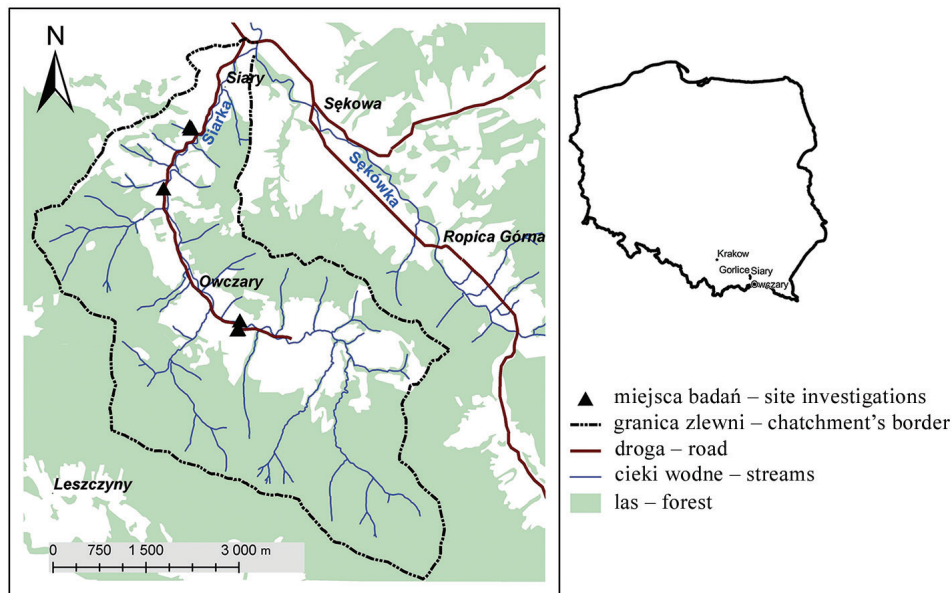
Do podstawowych problemów inżynierskich w Polsce południowej należą ruchy masowe, które powodują znaczne szkody gospodarcze i społeczne. Wśród terenów szczególnie aktywnych osuwiskowo są okolice Gorlic, gdzie jednym z głównych czyn-

Adresy do korespondencji – Corresponding Authors: dr inż. Tymoteusz Zydrzeń, Katedra Inżynierii Wodnej i Geotechniki, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, al. Mickiewicza 24/28, 30-059 Kraków, mgr inż. Karolina Kalita, Urząd Gminy Łubnice, 28-232 Łubnice, woj. świętokrzyskie, mgr inż. Joanna Marcinkowska, Urząd Miejski w Jędrzejowie, 28-300 Jędrzejów, e-mail: t.zydrzen@ur.krakow.pl.

ników sprzyjających występowaniu ruchów masowych jest budowa geologiczna terenu, związana z obecnością nasunięcia płaszczowiny magurskiej na jednostkę śląską. Dużą część ruchów masowych tego regionu stanowią zsuwy strukturalne występujące w obrębie masywu skalnego, ale pojawiają się również osuwiska obejmujące zasięgiem jedynie pokrywy stokowe. Obecność tego drugiego typu ruchów masowych wiąże się z występowaniem intensywnych opadów – ostatnie nasilenie procesów osuwiskowych w tych okolicach wystąpiło w dniach 3–4 czerwca 2010 roku, gdy w ciągu 10 i pół godziny odnotowano 107 mm opadu. Obszarem, gdzie wystąpiło dużo powierzchniowych ruchów masowych, była dolina potoku Siarki, znajdująca się na południe od Gorlic na terenie miejscowości Siary i Owczary. Większość tych ruchów wystąpiła w obrębie utworów zwirowo-pylastych, a ich charakter miał cechy spływów błotnych, bądź błotno-gruzowych. Analiza przyczyn i mechanizmu tych procesów była tematem wcześniejszych prac współautora niniejszego referatu [Zydrón i Dąbrowska 2012, Zydrón i Zgoda 2012, Zydrón i Demczuk 2013, Zydrón i Cholewa 2014], natomiast w mniejszym stopniu analizowano właściwości fizyczno-mechaniczne tych utworów. Stąd też celem niniejszej pracy będzie określenie wybranych właściwości geotechnicznych gruntów pylasto-gliniastych pod kątem ich podatności na ruchy masowe, jak i w aspekcie ich przydatności do celów inżynierskich. Drugi aspekt jest szczególnie istotny w kontekście planowania obwodnicy Gorlic.

CHARAKTERYSTYKA GEOLOGICZNA OKOLIC SIAR I OW CZAR

Obszar doliny potoku Siarki (ryc. 1) leży w Beskidzie Niskim, a pod względem geologicznym znajduje się w obrębie płaszczowiny magurskiej strefy Siar. Na obszarze tym najstarszymi utworami są warstwy ropanieckie (inoceramowe), które w okolicach wsi Owczary reprezentowane są przez flisz drobnorytmiczny składający się w podobnym udziale z cienko- i średnioławicowych piaskowców zawierających oraz łupków [Bogacz i in. 1979]. Utwory te w stropie kontaktują się z piaskowcem z Mutnego lub łupkami pstryimi formacji z Łabowej, które odsłaniają się w potoku Siarki (lub Siary wg Warchoła [2007]) w okolicach wsi Owczary. Trzecią znaczącą formację geologiczną stanowią warstwy magurskie, które tworzą warstwy (łupki) zembrzyckie, piaskowce magurskie (piaskowce z Wątkowej) oraz łupki budzowskie [Warchoł 2007]. Warstwy inoceramowe występują głównie w górnej i dolnej części potoku Siarki, natomiast na niewielkim jego odcinku odsłaniają się warstwy piaskowca magurskiego. Wyniki obserwacji skutków opadu nawalnego z czerwca 2010 r. w dolinie potoku Siarki wykazała kilkanaście przejawów ruchów masowych bezpośrednio w sąsiedztwie koryta potoku oraz w dolnych partiach zboczy – charakter tych ruchów odpowiadał spływom błotnym lub błotno-gruzowym i nie miały one bezpośredniego związku z procesami korytotwórczymi. Wstępne badania terenowe drugiego typu tych ruchów wykazały, że zasadniczo obejmowały one swym zasięgiem grunty pylasto-gliniaste z okruchami żwiru charakteryzujące się wysoką zawartością węgla wapnia. Szczegółowe rozpoznanie warunków geologiczno-inżynierskich wykazało, że utwory te w wielu miejscach podścielone były małoprzepuszczalnymi gruntami ilastymi.



Ryc. 1. Lokalizacja terenu badań oraz miejsc poboru próbek

Fig. 1. Location of study area and localization of soil sampling points

ZAKRES I METODY BADAŃ

W ramach badań wykonano oznaczenia podstawowych parametrów geotechnicznych utworów pylasto-gliniastych, obejmujące określenie składu granulometrycznego, granic konsystencji, pęcznienia swobodnego, zagęszczalności oraz podsiąku kapilarnego. Oznaczenie wielkości podsiąku kapilarnego wykonano na podstawie obserwacji podnoszenia się wody w przezroczystych rurach pleksiglasowych, przy czym wyznacznikiem przebiegu podsiąku była zmiana odcienia barwy badanych gruntów. Wyrównano również badania wskaźnika nośności według standardów podanych w PN-S-02205. Miejsca poboru próbek gruntów przedstawiono na ryc. 1 – stanowiły je miejsca wystąpienia osuwisk w czerwcu 2010 r. Wśród istotnych czynników determinujących zachowanie się gruntów zarówno w warunkach naturalnych, jak i w budowlach inżynierskich jest obieg wody powodujący zmianę wytrzymałości gruntu na ścinanie. W związku z tym w pracy zasadnicze badania skoncentrowane były na określeniu wodoprzepuszczalności gruntów oraz parametrów charakteryzujących ich wytrzymałość na ścinanie.

Badania wodoprzepuszczalności wykonano metodą infiltrometru dwupierścieniowego w terenie, a w laboratorium – stosując edometr, przy czym badania te wykonywano zarówno dla próbek o nienaruszonej, jak i uszkodzonej strukturze. Ogólnie przeprowadzono 15 polowych oznaczeń współczynnika filtracji oraz 27 oznaczeń wodoprzepuszczalności w warunkach laboratoryjnych.

Badania wytrzymałości na ścinanie przeprowadzono głównie w aparacie bezpośredniego ścinania w skrzynce o wymiarach 60 × 60 mm, stosując prędkość ścinania w zakre-

sie 0,05–0,1 mm · s⁻¹. Badania te wykonywano dla próbek gruntów pobranych z sąsiedztwa osuwisk w miejscowościach Owczary i Siary, a w celu określenia wrażliwości tych gruntów na zmiany uwilgotnienia badano próbki o zakresie wilgotności odpowiadającej konsystencji od zwartej do miękkoplastycznej. Badania te miały na celu określenie wytrzymałości gruntów w warunkach powolnego przyrostu obciążenia umożliwiającego rozproszenie nadwyżki ciśnienia wody z porów gruntowych. Dodatkowo część próbek w trakcie ścinania zanurzona była w wodzie, co miało na celu określenie wytrzymałości gruntu w stanie pełnego nasycenia. Badania te wykonywano na próbkach o parametrach (gęstość objętościowa i wilgotność) odpowiadających naturalnym.

W przypadku części próbek gruntu z miejscowości Owczary przeprowadzono również porównawcze badania wytrzymałości na ścinanie metodą bezpośredniego ścinania oraz trójosiowego ściskania. Badane próbki formowane były przy wilgotności optymalnej do wskaźnika zagęszczenia $I_s = 0,90$ i $1,00$, a część przy wilgotności mniejszej o ok. 5% od optymalnej.

WYNIKI BADAŃ I ICH ANALIZA

Podstawowe właściwości geotechniczne badanych gruntów

Na ryc. 2 przedstawiono krzywe granulometryczne badanych próbek gruntu, a w tabeli 1 zestawiono zbiorczo ich podstawowe właściwości fizyczne. Wyniki oznaczeń składu granulometrycznego mogą wskazywać na dużą zmienność uziarnienia badanych gruntów. Należy jednak zwrócić uwagę, że zmienność ta dotyczy w głównej mierze zawartości frakcji zwirowej (por. tab. 1), co wynika z obecności okruchów skalnych będących zwierzchną piaskowców i łupków. Analizując wyniki badań, zwrócono uwagę, że większą zawartością frakcji grubszych charakteryzowały się grunty z okolic Siar. Z kolei w przypadku zawartości frakcji pyłowej i ilowej wartości współczynników zmienności przekraczają nieznacznie 25%, co wskazuje, że zróżnicowanie zawartości tych frakcji można uznać za mało zmienne, biorąc pod uwagę, że jest ono pochodną zawartości frakcji grubych.

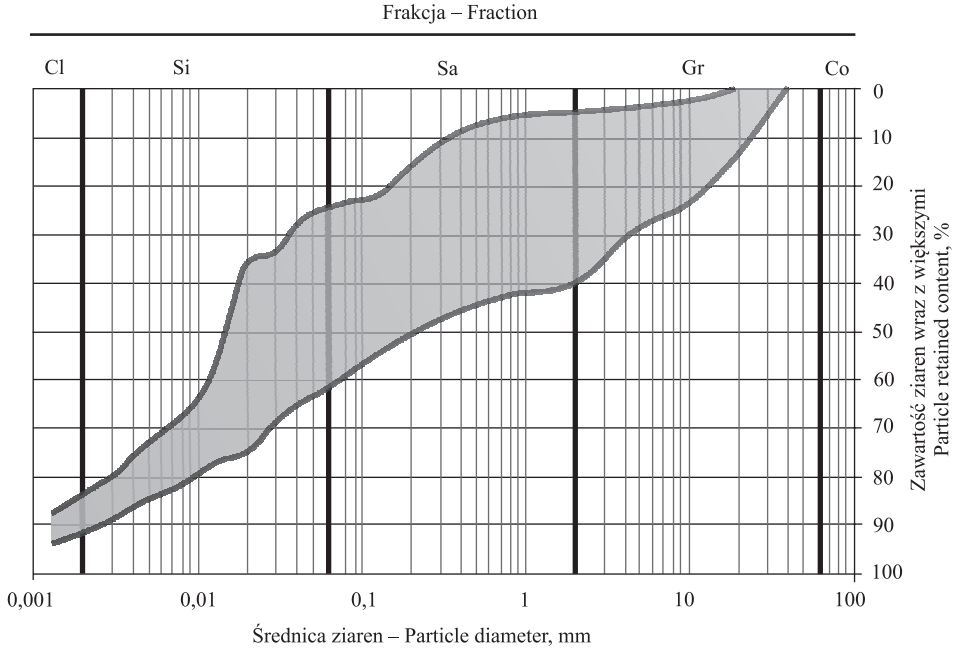
Badania granic Atterberga (rys. 3) przeprowadzone na frakcjach drobnych wykazały, że utwory te charakteryzują się niską i średnią plastycznością, odpowiadającą łąm chudym. Niskie wartości wskaźnika zmienności obu granic świadczą o stosunkowo małym zróżnicowaniu właściwości plastycznych tych gruntów.

Do kryteriów przydatności gruntów do celów budownictwa drogowego należy ich wysadzinowość, a jeden ze wskaźników wysadzinowości stanowi kapilarność bierna. Z uwagi wymogi normowe [PN-60/B-04493] badania tego typu są w zasadzie przeznaczone dla gruntów niespoistych i mało spoistych, co wyklucza możliwość ich wykonania w przypadku analizowanych gruntów. W związku z tym przeprowadzone zostały obserwacje podsiąku na próbkach gruntu ułokowanych w przezroczystych rurach, których dolna część była umieszczona w naczyniu z wodą. Obserwacje podsiąku prowadzono przez okres 10,5 miesięcy do momentu, gdy kolumna gruntu uległa przerwaniam. Uzyskane pod koniec badań wysokości podsiąku wody wyniosły od 87 do 137 cm, przy czym nie stwierdzono trendu świadczącego o stabilizacji tego procesu. Otrzymane wyniki świadczą o dużej zdolności podsiąku wody w badanych gruntach, co wskazuje, że ich zastosowanie w zasadzie ograniczone jest do miejsc suchych.

Tabela 1. Zakres wartości podstawowych parametrów fizycznych badanych gruntów
 Table 1. Range of geotechnical parameters of tested soils

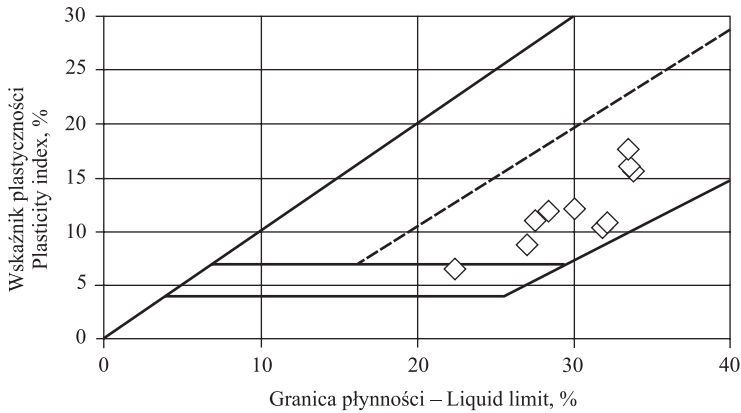
| Parametr | Zakres wartości Range of values | Średnia Mean | Odchylenie standardowe Standard deviation | Współczynnik zmienności Coefficient of variation |
|---|---------------------------------------|-----------------|--|---|
| Zawartość frakcji Fraction content, % | | | | |
| – żwirowa – gravel | 4,4–39,9 | 15,6 | 10,7 | 68,5 |
| – piaskowa – sand | 10,3–40,2 | 23,4 | 9,8 | 42,1 |
| – pyłowa – silt | 30,1–60,5 | 48,9 | 11,1 | 22,7 |
| – ilowa – clay | 8,0–17,3 | 12,1 | 3,0 | 25,1 |
| Nazwa wg PN-EN ISO 14688-1:2006 Name acc. to PN-EN ISO 14688-1:2006 | saSi, saclSi, clSi, | saclSi | – | – |
| Gęstość objętościowa w stanie naturalnym Bulk density, $g \cdot cm^{-3}$ | 1,85–2,01 | – | – | – |
| Wilgotność naturalna Natural moisture content, % | 19,0–27,5 | – | – | – |
| Granice Atterberga Atterberg's limit: | | | | |
| – granica plastyczności – plastic limit, % | 15,8–21,5 | 18,2 | 2,2 | 12,3 |
| – granica płynności – liquid limit, % | 22,4–33,8 | 30,2 | 3,6 | 11,8 |
| Maksymalna gęstość objętościowa szkieletu Maximum dry density, $g \cdot cm^{-1}$ | 1,63–1,79 | 1,71 | – | – |
| Wilgotność optymalna Optimum moisture content, % | 17,1–20,0 | 18,2 | – | – |
| Wskaźnik plastyczności Liquidity index | 8,9–17,7 | 12,0 | 3,3 | 27,7 |
| Podsiałk kapilarny Capillary rise, m | 87,0–136,5 | 108,4 | 23,4 | 21,6 |

Badania parametrów zagęszczalności przeprowadzone na trzech próbkach (dwie z miejscowości Owczary i jednej z miejscowości Siary) wykazały, że wartości wilgotności optymalnej i maksymalnej gęstości objętościowej szkieletu badanych gruntów mieszczą się w zakresie podawanym w pracy Smolczyka [2002] dla utworów pylistych o niskiej plastyczności, a wartość maksymalnej gęstości objętościowej szkieletu spełnia wymóg stawiany gruntem mineralnym stosowanym do celów budownictwa drogowego [PN-S-02205:1998].



Ryc. 2. Zakres uziarnienia badanych gruntów

Fig. 2. Range of grain-size distribution of tested soils



Ryc. 3. Wyniki badań granic Atterberga naniesione na wykres plastyczności

Fig. 3. Values of Atterberg's limits plotted on plasticity chart

Badania pęcznienia i wskaźnika nośności

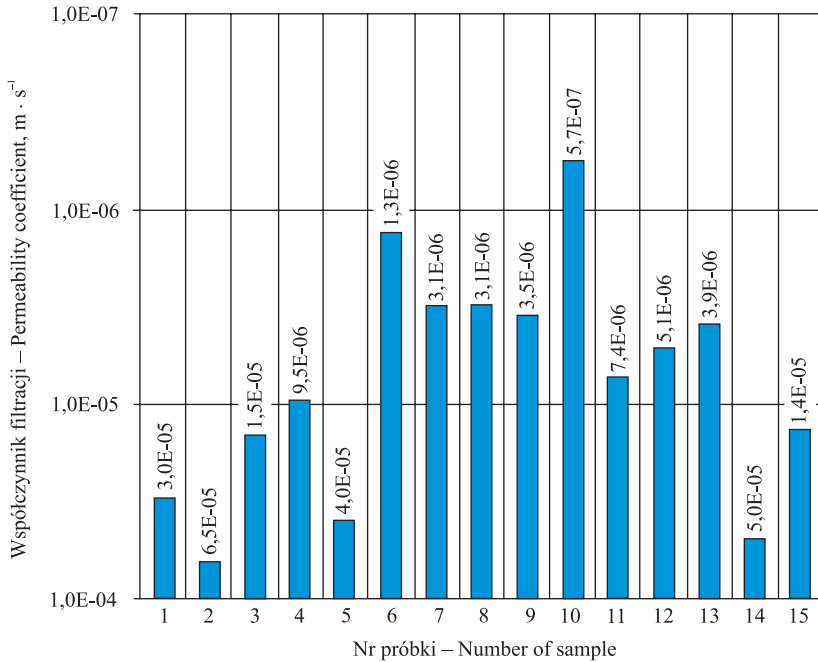
Badania wskaźnika nośności wykonano dla próbek gruntu pobranych ze środkowej części doliny potoku Siarki. Badania przeprowadzono na próbkach o wilgotności mniejszej od optymalnej i gęstości objętościowej szkieletu odpowiadającej 99% wartości maksymalnej gęstości objętościowej szkieletu bezpośrednio po zagęszczeniu oraz po

czterech dobach nasycania w wodzie. Wartości wskaźnika nośności uzyskane bezpośrednio po zagęszczeniu gruntu były stosunkowo wysokie i wyniosły od 10,6 do 11,5%, natomiast próbki poddane nasyceniu uzyskały wskaźniki nośności w zakresie 6,8–7,7%, co odpowiada generalnie wartościom podawanym przez Wiłuna [2000] dla gruntów spoiwistych. Zatem pod względem nośności badany grunt można zakwalifikować do grupy nośności G2 [Judycki 2012]. W trakcie procesu nasycania próbek prowadzono również pomiary odkształceń próbek, które wykazały, że pęcznienie liniowe badanego gruntu jest niewielkie i wynosi 0,5–0,7%.

Otrzymane wyniki badań pęcznienia w cylindrze CBR są mniejsze w porównaniu z wynikami badań pęcznienia wykonanymi w aparacie Wasiliewa dla próbek gruntów o wilgotności naturalnej z innych części doliny potoku Siarki, które wykazały wartości wskaźnika pęcznienia w zakresie 0,9–3,8%, przeciętnie 1,9%. Z kolei badania przeprowadzone na próbkach o wilgotności powietrzno-suchej dały wartości wskaźnika pęcznienia od 1,0 do 4,0%. Biorąc pod uwagę otrzymane wyniki badań, można stwierdzić, że badane grunty według kryterium podanego w pracy Grabowskiej-Olszewskiej [1998] charakteryzują się potencjalnie niskim stopniem ekspansji.

Właściwości filtracyjne

Na ryc. 4 przedstawiono wyniki oznaczeń wodoprzepuszczalności określonych na podstawie badań terenowych. Wartości współczynnika filtracji wyniosły od $5,7 \cdot 10^{-7}$ do $6,5 \cdot 10^{-5} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ i mieściły się w górnym zakresie wartości tego parametru podawanej przez Smolczyka [2002] dla pyłów o niskiej plastyczności. Zbliżony zakres wartości wodoprzepuszczalności gruntów pylastych podany jest również w pracy Pazdry i Kozerskiego [1990], którzy klasyfikują grunty pylaste jako utwory o średniej i słabej przepuszczalności. Średnia geometryczna wartość współczynnika filtracji wyniosła $8 \cdot 10^{-6} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Stosunkowo wysokie wartości tego parametru wynikały w znacznym stopniu z występowania w podłożu dużych okruchów skalnych oraz obecności organizmów żywych, które tworzą w gruncie sieci kanalików zwiększających przepuszczalność gruntów. Z kolei wyniki badań laboratoryjnych wykazały, że wodoprzepuszczalność badanych gruntów jest znacznie mniejsza niż uzyskana z badań terenowych i wynosi od $3,7 \cdot 10^{-10}$ do $3,1 \cdot 10^{-7} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Ogólnie różnica wartości współczynników filtracji oznaczonych z badań była istotna i wynosiła od pół rzędu do nawet trzech rzędów wielkości. Istotny wpływ na otrzymane różnice mają przede wszystkim wymiary próbki stosowanej w badaniach oraz sposób przygotowania próbek do badań laboratoryjnych. Typowa wysokość próbek stosowanych w badaniach laboratoryjnych powoduje, że samo przygotowanie próbek gruntu (np. wyrównanie powierzchni) powoduje zmiany naturalnej struktury gruntu. Dodatkowo jak podają Marciniak i in. [1999] zastosowanie w laboratorium ciśnienia konsolidacyjnego może prowadzić do zniszczenia systemu mikroszczelin i spękań występującego w warunkach naturalnych. Autorzy ci uzyskali z badań laboratoryjnych średnio dwa rzędy wielkości większe współczynniki filtracji niż z badań terenowych.



1–8 – próbki z Owczar, 9–15 – próbki z Siar
 1–8 – samples from Owczary, 9–15 – samples from Siary

Ryc. 4. Wyniki oznaczeń współczynnika filtracji z badań terenowych
 Fig. 4. Results of permeability coefficients from in-situ tests

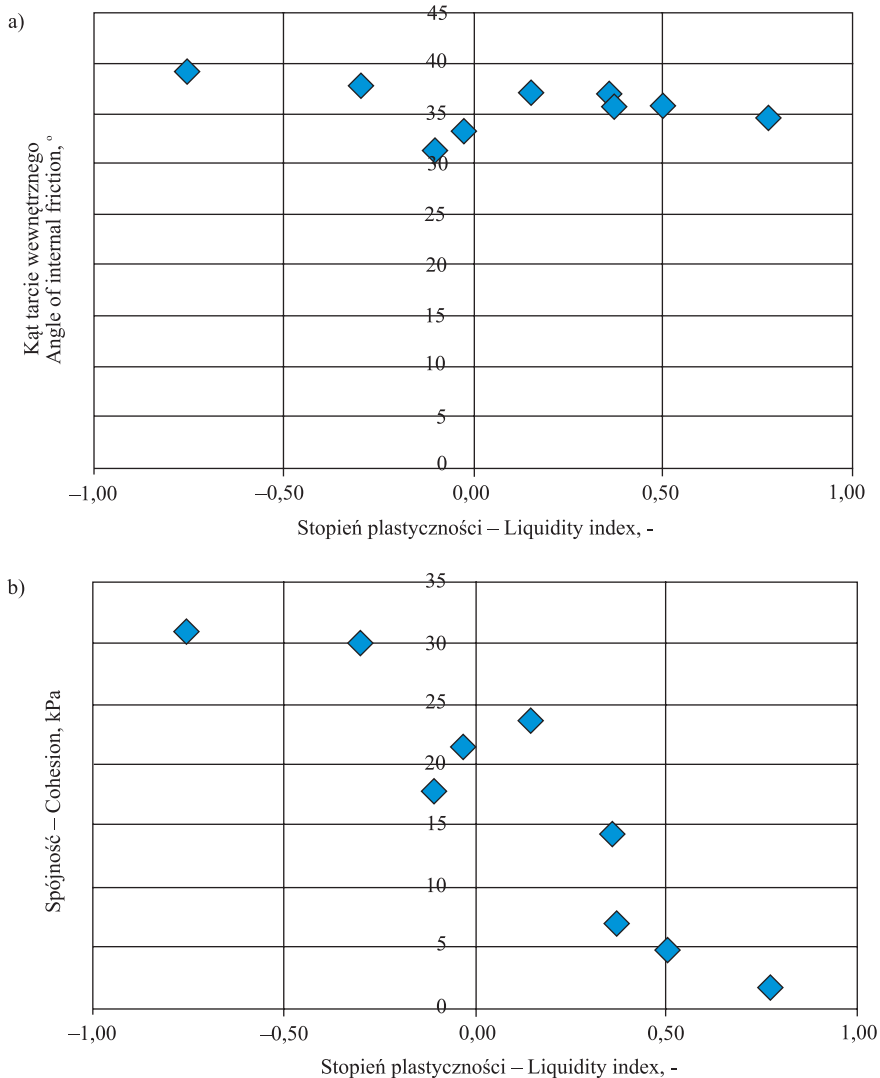
Parametry wytrzymałościowe

Na ryc. 5 przedstawiono wyniki oznaczeń parametrów charakteryzujących wytrzymałość na ścinanie uzyskane metodą bezpośredniego ścinania przy prędkości $0,1 \text{ mm} \cdot \text{s}^{-1}$. Ogólnie można stwierdzić, że wartości kąta tarcia wewnętrznego badanych gruntów są wysokie, w niewielkim stopniu zależne od wartości stopnia plastyczności i wynoszą od $31,5$ do $39,2^\circ$. Dla porównania wartości kąta tarcia wewnętrznego podawane przez Smolczyka [2002] dla pyłów o niskiej plastyczności mieszczą się w zakresie 28 – 35° . Z kolei Grubecki i Sysak [1960] podają dla pyłów i glin pylastych zakres wartości kąta tarcia wewnętrznego od 16 aż do 35° . Otrzymane z badań wartości spójności mieściły się w szerokim zakresie ($1,7$ – $30,8 \text{ kPa}$), wykazując jednocześnie wyraźną zależność od stopnia plastyczności gruntów, tzn. wraz z jego wzrostem spójność malała, osiągając dla próbek w stanie plastycznym i miękkoplastycznym wartości mniejsze od 10 kPa . Porównując uzyskane wartości spójności z literaturą, stwierdzono, że są podobne do wartości spójności podawanych dla glin pylastych przez Grubeckiego i Sysaka [1960].

Analizując otrzymane zależności obu parametrów wytrzymałości na ścinanie od stopnia plastyczności, można zauważyć, że wpływ wartości tego parametru na wartości kąta tarcia wewnętrznego był niewielki, natomiast okazał się wyraźny w przypadku wartości

spójności. Podobne zależności przedstawione są w innej pracy współautora [Zydroń i Gadowska 2013], jak również w publikacji Zhanga i in. [2010].

Z kolei badania wytrzymałości na ścinanie próbek nasyconych wykazały niewielki wpływ zawodnienia badanych gruntów na wartości ich kąta tarcia wewnętrznego, które wyniosły 31,9–37,1°, przeciętnie 35,3°, a więc były one zbliżone do wartości tego parametru uzyskanych dla próbek nienasyconych (por. ryc. 5a). Z kolei wartości spójności wyniosły od 1,7 do 9,4 kPa, średnio 5,4 kPa, a więc również były podobne do wartości tego parametru uzyskanych dla próbek nienasyconych w stanie plastycznym i miękkoplastycznym.



Ryc. 5. Wyniki oznaczeń wytrzymałości na ścinanie otrzymanych metodą bezpośredniego ścinania
 Fig. 5. Test results of shear strength obtained from direct shear-box

Część badań wytrzymałości na ścinanie została przeprowadzona w aparacie trójosiowym i porównana z wynikami badań metodą bezpośredniego ścinania (tab. 2). Wyniki badań wykazały różnice uzyskanych wartości kąta tarcia wewnętrznego i spójności, przy czym ogólnie można stwierdzić, że badany grunt charakteryzuje się wysokimi wartościami kąta tarcia wewnętrznego, zwłaszcza przy wilgotności mniejszej od optymalnej. Uzyskane wartości tego parametru są bardzo wysokie (45,0–46,5°), ale podobne wartości kąta tarcia wewnętrznego dla mało wilgotnego gruntu pylastego podają również Matsushi i Matsukura [2006]. Zasadniczo większe wartości obu parametrów uzyskano z badań metodą bezpośredniego ścinania i były one podobne do rezultatów badań przedstawionych na ryc. 5. Można zwrócić uwagę, że w przypadku obu metod istotny wpływ zagęszczenia badanego gruntu na jego wytrzymałość na ścinanie był widoczny głównie w przypadku wartości spójności.

Tabela 2. Porównawcze zestawienie wyników oznaczeń parametrów wytrzymałości na ścinanie otrzymanych z badań bezpośredniego ściskania i trójosiowego ściskania.

Table 2. Comparison of shear strength parameters obtained from direct shear box and triaxial tests

| Wilgotność Moisture content w % | Wskaźnik zagęszczenia Index of compaction I_s | Stopień plastyczności Liquidity index, IL | Aparat bezpośredniego ścianania Direct shear box | | Aparat trójosiowego ściskania Triaxial apparatus | |
|--|---|--|---|----------------------|---|----------------------|
| | | | Kąt tarcia wewnętrznego Angle of internal frition | Spójność Cohesion | Kąt tarcia wewnętrznego Angle of internal frition | Spójność Cohesion |
| | | | ° | kPa | ° | kPa |
| 14–15% < w_{opt} | 0,90 | $\approx -0,70$ | 45,0 | 25,7 | 46,5 | 13,4 |
| 20% w_{opt} | 0,90 1,00 | -0,14 | 35,9 34,1 | 22,8 30,4 | 27,9 29,1 | 5,5 43,2 |

PODSUMOWANIE

W pracy przedstawiono wyniki badań właściwości geotechnicznych gruntów powierzchniowych warstw zboczy położonych w dolinie potoku Siarki przepływającej przez miejscowości Owczary i Siary k. Gorlic. Na podstawie otrzymanych wyników stwierdzono, że pod względem uziarnienia utwory te stanowią w większości pyły ilaste z piaskiem oraz ziarnami żwiru, które charakteryzują się niską i średnią plastycznością. Dlatego też grunty te są wrażliwe na zmiany wilgotności. Potwierdzeniem tego są wyniki badań wytrzymałości na ścinanie. Badania te wykazały istotny wpływ wilgotności na wartości spójności. W stanie zwartym wartości tego parametru są duże i wynoszą ponad 30 kPa, podczas gdy w stanie plastycznym przeważnie nie przekraczają 5 kPa. Z kolei nie stwierdzono znaczącego wpływu wilgotności na kąt tarcia wewnętrznego.

Badania metodą Proctora wykazały, że grunty te charakteryzują się odpowiednią zagęszczalnością z punktu widzenia możliwości ich zastosowania do wznoszenia nasypów drogowych. Wyniki badań nośności wykazały, że przy wilgotności zbliżonej

do optymalnej badane grunty mogą stanowić dobre podłoże gruntowe. Z kolei cztery doby nasiąkliwości powodują pogorszenie ich nośności do wartości wskaźnika nośności odpowiadającej drugiej grupie nośności. Biorąc dodatkowo pod uwagę fakt, że utwory te cechują się wysoką kapilarnością i przeciętną wodoprzepuszczalnością, mogą one stanowić dobre podłoże gruntowe pod warunkiem stosowania ich w miejscach suchych lub izolowania ich od wpływu wód gruntowych i infiltracyjnych poprzez zastosowanie odpowiednich zabiegów wodno-melioracyjnych.

PIŚMIENNICTWO

- Bogacz, L., Dziewański, J., Jednorowska, A., Węclawik, S. (1979). Osady paleogenu płaszczowiny magurskiej w rejonie Owczar (Beskid Niski). *Rocz. Pol. Tow. Geol.*, 49, 43–65.
- Grabowska-Olszewska, B. (1998). *Geologia stosowana. Właściwości gruntów nienasyconych*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Grubecki, J., Sysak, J. (1960). *Geologia inżynierska*. Arkady, Warszawa.
- Judycki, J. (red.) (2012). *Katalog typowych konstrukcji nawierzchni podatnych i półsztywnych*. Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej, Gdańsk.
- Marciniak, M., Przybyłek, J., Herzig, J., Szczepańska, J. (1999). Badania współczynnika filtracji utworów półprzepuszczalnych w cylindrach. *Gospod. Surow. Mineral.*, 15, 3, 107–123.
- Matsushi, Y., Matsukura, Y. (2006). Cohesion of unsaturated residual soils as a function of volumetric water content. *Bull. Engin. Geol. Environ.*, 65, 449–455.
- Pazdro, Z., Kozerski, B. (1990). *Hydrogeologia ogólna*. Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa.
- PN-EN ISO 14688-2: 2006. *Badania geotechniczne. Oznaczenie i klasyfikowanie gruntów. Cz. 2. Zasady Klasyfikowania*. PKN, Warszawa.
- PN-EN ISO/TS 17892-12: 2009. *Badania geotechniczne. Badania laboratoryjne gruntów. Cz. 12. Oznaczanie granic Atterberga*. PKN, Warszawa.
- PN-60/B-04493. *Grunty budowlane. Oznaczanie kapilarności biernej*. PKN, Warszawa.
- PN-S-02205:1998. *Drogi samochodowe. Roboty ziemne. Wymagania i badania*. PKN, Warszawa.
- Smolczyk, U. (2002). *Geotechnical Engineering Handbook. T. 1. Fundamentals*. Ernst & Sohn, Berlin.
- Warchoń, M. (2007). Architektura depozycyjna warstw magurskich w strefie Siar na południe od Gorlic (płaszczowina magurska, polskie Karpaty zewnętrzne). *Przegl. Geol.*, 55, 7, 601–610.
- Wiłun, Z. (2000). *Zarys geotechniki*. WKiŁ, Warszawa.
- Zhang, C.-B., Chen, L.-H., Liu, Y.-P., Ji, X.-D., Liu, X.-P., 2010. Triaxial compression test of soil-root composites to evaluate influence of roots on soil shear strength. *Ecol. Engin.*, 36, 19–26.
- Zydroń, T., Zgoda, J. (2012). Wpływ wilgotności na właściwości wytrzymałościowe gruntów z obszaru Karpackiego. *Acta Sci. Pol., Formatio Circumiectus*, 11(2), 75–84.
- Zydroń, T., Dąbrowska, J. (2012). The influence of moisture content on shear strength of cohesive soils from the landslide area around Gorlice. *AGH J. Mining Geoengin.*, 2, 309–317.
- Zydroń, T., Demczuk, P. (2013). Analiza ruchów masowych wywołanych ulewnym opadem na przykładzie osuwisk w Owczarach koło Gorlic. *Acta Sci. Pol., Formatio Circumiectus*, 12(4), 107–118.
- Zydroń, T., Gadowska, B. (2013). Wytrzymałość na ścinanie gruntów nienasyconych w świetle badań laboratoryjnych oraz modeli empirycznych. *Acta Sci. Pol., Formatio Circumiectus*, 12(4), 119–130.
- Zydroń, T., Cholewa, M. (2014). Analiza stateczności pokryw stokowych na przykładzie zbocza z okolic Siar k. Gorlic. *Infrastr. Ekol. Ter. Wiej.*, I/1, 73–87.

GEOTECHNICAL PARAMETERS OF COVER SOILS FROM VALLEY OF SIARKA STREAM FROM ENVIRONS OF SIARY AND OWCZARY NEAR GORLICE

Abstract. Geotechnical parameters of slope cover soils originated from valley of Siarki stream located in environs of Siary and Owczary (Beskid Niski Mts.), where in June of 2010 were observed shallow landslides, are presented in the paper. Tests results revealed that tested soils can be described as clayey silts with sand and grains of gravel fraction. It was stated that the soils are well compactable according to requirements for material used for road embankments. On the other hand, tests revealed that the soils are sensitive to changes of moisture content, especially in case of bearing capacity and shear strength parameters, mainly cohesion values. It was found that the analyzed soils can be a good base of road pavement in dry site or if they isolated from the influence of ground water.

Key words: geotechnical parameters, shear strength, slope covers, Beskid Niski Mts.

Zaakceptowano do druku – Accepted for print: 8.12.2015

Do cytowań – For citation: Zydroń, T., Kalita-Kuźnia, K., Gryboś, M., Marcinkowska M. (2015). Badania właściwości geotechnicznych utworów pokryw stokowych z doliny potoku Siarki w okolicach miejscowości Siary i Owczary koło Gorlic. Acta Sci. Pol., Formatio Circumiectus, 14(4), 157–168.